

# 「次世代人工知能・ロボットの中核となる インテグレート技術開発プロジェクト」

## 事業原簿

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| 担当部 | 国立研究開発法人<br>新エネルギー・産業技術総合開発機構<br>AI・ロボット部 |
|-----|-------------------------------------------|

更新履歴

| 更新日              | 更新内容 |
|------------------|------|
| 2024 年 11 月 19 日 | 初版発行 |
|                  |      |
|                  |      |
|                  |      |
|                  |      |
|                  |      |

## 目次

|                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 概 要.....                                                                             | 1    |
| 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋.....                                                        | 1-1  |
| 1.1. 事業の位置づけ・意義.....                                                                 | 1-1  |
| 1.2. アウトカム達成までの道筋.....                                                               | 1-1  |
| 1.3. 知的財産・標準化戦略.....                                                                 | 1-2  |
| 2. 目標及び達成状況.....                                                                     | 2-1  |
| 2.1. アウトカム目標及び達成見込み.....                                                             | 2-1  |
| 2.2. アウトプット目標及び達成状況.....                                                             | 2-2  |
| 3. マネジメント.....                                                                       | 3-1  |
| 3.1. 実施体制.....                                                                       | 3-1  |
| 3.2. 受益者負担の考え方.....                                                                  | 3-1  |
| 3.3. 研究開発計画.....                                                                     | 3-2  |
| 4. 目標及び達成状況の詳細.....                                                                  | 4-1  |
| 4.1. 研究開発項目①：人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証.....                                             | 4-1  |
| 4.2. 研究開発項目②：人工知能技術の適用領域を広げる研究開発のうちの、②-1 人工知能技術の導<br>入加速化技術、②-2 仮説生成支援を行う人工知能技術..... | 4-13 |
| 4.3. 研究開発項目②：人工知能技術の適用領域を広げる研究開発のうちの、②-3 作業判断支援を行<br>う人工知能技術.....                    | 4-19 |
| 添付資料.....                                                                            | 1    |
| ●プロジェクト基本計画.....                                                                     | 1    |
| ●関連する施策や技術戦略.....                                                                    | 15   |
| ●各種委員会開催リスト.....                                                                     | 18   |
| ●特許論文等リスト.....                                                                       | 19   |

## 概 要

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |          |        |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------|--------|
| プロジェクト名                                         | 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | プロジェクト番号 | P18002 |
| 担当推進部/<br>プロジェクトマネー<br>ジャーまたは担当者<br>及び METI 担当課 | ロボット・AI 部 PMgr 新 淳（2021 年 7 月～2024 年 3 月）<br>ロボット・AI 部 PMgr 柳本 勝巳（2020 年 9 月～2021 年 6 月）<br>ロボット・AI 部 PMgr 登 一生（2019 年 8 月～2020 年 3 月）<br>ロボット・AI 部 PMgr 樋口 知之（2018 年 4 月～2019 年 7 月）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |          |        |
| 0. 事業の概要                                        | 人工知能技術とその他関連技術を活用した省エネルギー等のエネルギー需給構造の高度化への貢献に加えて、研究開発を通じた技術の産業化に向けて、これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活用しながら、これらをインテグレートして、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得する。<br><br>これらの目的の達成のため、人工知能技術戦略で定めた「生産性」、「空間の移動」等重点分野における、次世代人工知能技術の早期社会実装を行う。さらに、既存の業務へ適合可能な人工知能技術の開発速度を向上させる技術、人の発想や創造、判断を支援する人工知能技術を開発し、共通基盤技術として確立する。                                                                                                                                                                              |  |          |        |
| 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |          |        |
| 1.1 本事業の位置付け・意義                                 | 新たな人工知能技術の開発が世界的に進む中、我が国は人工知能技術とその他関連技術による産業化に向けて、研究開発から社会実装まで一元的に取り組む必要がある。<br>特に「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において人工知能技術の早期社会実装が求められていることから、人工知能技術の導入に関するノウハウを蓄積するとともに、模擬環境及び実フィールドにおける実証を通じて実用化を加速する必要がある。<br>人工知能技術の早期社会実装が求められる中、人工知能技術の開発を加速する技術が重要となる。また、人工知能技術の社会実装は、業務の効率化から、経営等の施策運営の方法や戦略策定の支援、ものづくり現場での匠の技の伝承・効率的活用の支援へと拡大していくことが期待されている。<br>人工知能技術の導入には、対象とする業務に関する知識と人工知能技術そのものの知識が必要であるため、容易に導入できず、加えて導入に多くの時間を要するという社会適合性の低さが課題である。このため、人工知能の社会適合性を高める人工知能技術の導入を加速する技術を開発する必要がある。                                                                                                     |  |          |        |
| 1.2 アウトカム達成までの道筋                                | アウトカム目標①（CO2 削減）：重点分野での AI の社会実装を進めることで、空間の移動や生産性の向上による CO2 削減を達成し、その適用範囲を拡大することで、CO2 削減量を拡大することができる。また、AI の適用を加速する技術を開発することで、各方面の AI の早期適用を確実なものとし、様々な社会活動の効率化を図ることで、CO2 の削減を達成する。ものづくり現場での匠の技の伝承、効率的な活用の支援を行うことで、非熟練者でも短時間で高品質のものづくりができるようになり、CO2 削減につながる。また、AI を適用することで設計・生産の効率化を図ることができ、CO2 削減が可能となる。この設計・生産の AI を広い業種に適用することで、さらなる CO2 削減が可能となる。<br>アウトカム目標②（新市場獲得）：重点分野の AI の社会実装を進めることで、空間の移動や生産性の向上の場面で新たな価値を持った製品・サービスの市場・市場が獲得できると考えられる。また、AI の適用を加速する技術は適用範囲が広く、AI 導入のためのソリューションやサービスを生み出す。ものづくり現場での AI 適用は、競争力のある製品を生み出す原動力となるほか、AI を適用した設計・生産は、それそのものが競争力のある新ソリューション・サービスとなる。 |  |          |        |
| 1.3 知的財産・標準化戦略                                  | 非競争域／競争域、公開／非公開の 4 通り（実質的には 3 通り）で知財獲得方針を定めた。<br>競争域では、事業遂行時に優位性を確保するために必要となる基本的な特許を出願し（競争域・公開領域）、それ以外はノウハウを秘匿する方針とした（競争域・非公開領域）。<br>非競争域では、基盤的な研究開発を行っており、成果を積極的に公開（オープンソース化）し、広く活用頂くことを目指した。<br>なお、競争域においても、積極的に成果を公開することが新たなビジネス開拓につながると考えられるものについては、公開するものとした。その際の公開範囲については、関係者で議論すると共に、技術推進委員会での外部有識者の意見を参考にして決めていった。                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |          |        |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 標準化に関しては、今回のプロジェクトには直接は関係ないものとしたが、一部のテーマについて将来的に関係しそうな標準化を継続的にウォッチした。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. 目標及び達成状況        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.1 アウトカム目標及び達成見込み | <p>本事業では、以下の2つのアウトカムを設定した。</p> <p>1) CO2 排出量削減： 本プロジェクトで開発された人工知能技術のインテグレーション技術による労働生産性の向上が製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等へ波及することにより、2030 年時点で CO2 排出量を年間約 676 万トン削減 することを目指す。</p> <p>2) 新市場獲得： 人工知能モジュールを他に先駆けて開発し、人工知能関連産業の新規市場に先行者として参入することで、2030 年時点における製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等での人工知能関連産業の新規市場約 17 兆 2000 億円の獲得をめざす。</p> <p>本事業の直接的な効果、ならびにそこから波及的に得られる効果を併せ、設定した 2 つのアウトカムは何れも達成可能と考える。</p>                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.2 アウトプット目標及び達成状況 | <p>本事業では、以下のアウトプット目標を設定した。</p> <p>【研究開発項目①】「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証」については、「重点分野において、複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を 1/10 に短縮する」ことをアウトプット目標とした。</p> <p>【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」については、3 つの小項目を設定し、</p> <p>【研究開発小項目②-1】「人工知能技術の導入加速化技術」では、「人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を 1/10 に短縮する」ことを、</p> <p>【研究開発小項目②-2】「仮説生成支援を行う人工知能技術」では、「人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの開発及び実証を完了する」ことを、</p> <p>【研究開発小項目②-3】「作業判断支援を行う人工知能技術」では、「ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程の生産性を 30%向上する」ことを、それぞれのアウトプット目標とした。</p> <p>何れのアウトプットも達成したと判断している。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. マネジメント          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1 実施体制           | プロジェクトマネージャー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ロボット・AI 部 PM g r 新 淳                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                    | プロジェクトリーダー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 中央大学 樋口 知之<br>東京大学 堀 浩一                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                    | 委託先<br><br>注) 組織名は、採択時の名称に拠る。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>【研究開発項目①】「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証」</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ AI 活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大<br/>コニカミノルタ(株)(産業技術総合研究所、三井化学(株))、神戸大学</li><li>・ ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発<br/>東北大学、(株)佐藤工務店(三洋テクニクス(株)、コーワテック(株))、千葉工業大学</li><li>・ 人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発<br/>(株)日立製作所、産業技術総合研究所、東京大学</li><li>・ 人工知能技術を用いた便利・快適で効率的なオンデマンド乗合型交通の実現<br/>(株)未来シェア、産業技術総合研究所、(株)NTT ドコモ</li><li>・ 機械学習による生産支援ロボットの現場導入期間削減と多能化<br/>スキューズ(株)：2021 年 6 月まで、芝浦機械(株)：2021 年 7 月から、東京都立大学、静岡大学、東洋大学</li><li>・ 太陽光パネルのデータを活用した AI エンジン及びリパワリングモジュールの技術開発<br/>ヒラソル・エナジー(株)(東京理科大学)</li></ul> |

|                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |         |         |         |         |      |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|                   |                                   | <p>【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」</p> <p>【研究開発小項目②-1・②-2】「人工知能技術の導入加速化技術/仮説生成支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"><li>AI 技術導入の加速とスパイラルアップ技術に関する研究開発<br/>産業技術総合研究所、(株)ABEJA</li></ul> <p>【研究開発小項目②-1】「人工知能技術の導入加速化技術」</p> <ul style="list-style-type: none"><li>オンサイト・ティーチングに基づく認識動作 AI の簡易導入システム<br/>東京大学(THK(株))</li><li>自動機械学習による人工知能技術の導入加速に関する研究開発<br/>産業技術総合研究所、(株)ブレインパッド、名古屋工業大学、統計数理研究所、筑波大学、横浜国立大学、中部大学、東京工業大学、東北大学</li></ul> <p>【研究開発小項目②-3】「作業判断支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"><li>熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発<br/>SOLIZE(株)、(株)レトリバ、産業技術総合研究所(立命館、兵庫県立大学、東京工業大学、千葉工業大学)</li><li>レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現<br/>神奈川県立産業技術総合研究所、住友重機械ハイマテックス(株)</li><li>AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤の構築<br/>東京大学、(株)レクサー・リサーチ、(株)デンソー、(株)岐阜多田精機((株)名古屋多田精機、(株)福岡多田精機、(株)田中製作所、(株)加藤製作所、(株)ペッカー精工：2021 年 2 月まで)、国立情報学研究所、産業技術総合研究所、早稲田大学</li><li>曲面形成の生産現場を革新する AI 線状加熱の作業支援・自動化システム研究開発<br/>大阪府立大学、ジャパンマリンユナイテッド(株)</li><li>モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善<br/>信州大学(JUKI((株))：2021 年 3 月より)、富士紡ホールディングス(株):2021 年 2 月まで</li><li>最適な加工システムを構築するためのサイバーカットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発<br/>(株)ナガセインテグレーション、ミクロン精密(株)、牧野フライス精機(株)、(株)シギヤ精機製作所、北海道大学、理化学研究所</li><li>加工技術の熟練ノウハウ A I 化のための方法論体系化<br/>産業技術総合研究所（東京大学、東京工業大学、秋田大学）</li></ul> |         |         |         |         |         |      |
| 3.2 受益者負担の考え方     | 受益者負担の考え方： 委託 100%でプロジェクトを運営した。   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |         |         |         |         |      |
|                   | 主な実施事項                            | 2018fy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2019fy  | 2020fy  | 2021fy  | 2022fy  | 2023fy  |      |
|                   | 研究開発項目①<br>人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証 | 委託 100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% |      |
|                   | 研究開発項目②<br>人工知能技術の適用領域を広げる研究開発    | 委託 100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% | 委託 100% |      |
| 3.3 研究開発計画        |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |         |         |         |         |      |
| 事業費推移<br>[単位:百万円] | 主な実施事項                            | 2018fy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2019fy  | 2020fy  | 2021fy  | 2022fy  | 2023fy  | 総額   |
|                   | 研究開発項目①<br>人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証 | 354                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 502     | 637     | 496     | 391     | 0       | 2381 |
|                   | 研究開発項目②<br>人工知能技術の適用領域を広げる研究開発    | 97                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 713     | 1164    | 990     | 1395    | 1014    | 5373 |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 事業費                     | 2018fy | 2019fy | 2020fy | 2021fy | 2022fy | 2023fy | 総額     |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 会計（一般、特別）               | 特別     | 特別     | 特別     | 特別     | 特別     | 特別     | ＝      |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 追加予算                    |        | 108    | 2      | 23     | 46     | 6      | 186    |
|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 総 NEDO 負担額              | 451    | 1, 325 | 1, 803 | 1, 509 | 1, 832 | 1, 020 | 7, 940 |
| 情勢変化への対応         | 1) AI の導入加速化のため、世界各国で機械学習を自動化・効率化する技術（AutoML）の開発競争が進んでいることを受け、AutoML 技術の寡占化・プラットフォーム化による海外企業への技術・データ集中を避けるために、日本としても AutoML 技術を追求する必要があるという背景から、機械学習を自動化する技術開発を 2020 年度に公募し 2 件を採択。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 2) 2020 年前半から COVID-19 の感染が拡大していることを受け、2020 年度の研究期間を確保するため各種委員会をオンラインで開催に切り替え。また、大規模実証実験を予定していた特に影響が大きいテーマについては事業化・実証計画を再検討し、COVID-19 の影響を受けない範囲で研究開発を最大限継続していただくとともに、COVID-19 が落ち着いたタイミングを見計らって実証実験を実施していただき、予定通りの成果を出すことができた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 3) 「人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発」テーマについては、実証実験の実施の見通しが立たなくなったことから、臨時の技術推進委員会にて外部有識者に進め方を議論いただき、実証実験までの成果をまとめてテーマを終結するという判断を NEDO として行った。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 4) ものづくり系のテーマを横串で見て、広くもの作りの現場に利用可能な AI 適用のガイドラインを作成するテーマを 2022 年度に公募した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 5) 自動機械学習の成果として公開したオープンソースソフトウェアの普及促進のための懸賞金事業を含んだ調査事業を 2022 年度に公募し、2 回のコンテストを開催した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                         |        |        |        |        |        |        |        |
| 中間評価結果への対応       | 中間評価の指摘について、以下のように対応した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 1) 実用化・事業化について<br>年に 2 回の外部有識者からの意見を頂く技術推進委員会の場で、実用化・事業化の計画、進捗状況に関し、外部環境・ベンチマークを事業者に報告頂き、その妥当性を議論し、検討すべき事をフィードバックした。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |        |        |        |        |        |        |        |
| 評価に関する事項         | 2) テーマ間の連携<br>テーマ間の連携を図るためのワークショップの開催、学会のイベントを NEDO で企画して関連のありそうな事業者で成果や知見について発表いただくとともに意見交換の場を設ける、等の施策を実行した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 3) 目標設定について<br>当初設定した定量的な目標にとらわれることなく、目標に無理があると考えられるものについては、柔軟に運用するようにマネジメントし、何らかの効果測定を定量的に行ない、その評価が意味のあるものであることを説明頂くように事業者をお願いした。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 事前評価                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2017 年度実施 担当部 ロボット・AI 部 |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 中間評価                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2020 年度 中間評価実施          |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 終了時評価                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2024 年度 終了時評価実施         |        |        |        |        |        |        |        |
| 別添               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |        |        |        |        |        |        |        |
| 投稿論文             | 論文 76 件、研究発表・講演 315 件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |        |        |        |        |        |        |        |
| 特 許              | 国内出願済み 31 件（6 件成立）、うち延べ 3 件を PCT 経由で国際出願                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |        |        |        |        |        |        |        |
| その他の外部発表（プレス発表等） | NEDO による広報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | ・ AI 技術の早期社会実装に向けた新たなプロジェクトを開始 2018 年 6 月 14 日<br>・ AI 技術の早期社会実装に向けた研究開発プロジェクトで新たに 7 件を採択 2019 年 5 月 14 日<br>・ AI 技術の早期社会実装に向け、新たに 3 件の研究開発テーマを採択 2020 年 6 月 10 日<br>・ 観光促進をめざした横浜 MaaS『AI 運行バス』実証実験を開始 2018 年 10 月 5 日<br>・ 有楽町マルイにて「AI タッチラリー」実証実験を実施 2019 年 9 月 12 日<br>・ 2019 年度横浜 MaaS『A I 運行バス』実証実験を横浜都心臨海部で開始 2019 年 10 月 3 日<br>・ 横須賀市で「AI 運行バス」と地域サービスのシステムを連携した実証実験を開始 2019 年 11 月 28 日<br>・ 幕張新都心で AI を活用した乗合型交通の実証実験を開始 2022 年 1 月 25 日<br>・ オンデマンド乗合型交通「AI 運行バス」に車いす利用者向け機能を追加 2020 年 12 月 23 日<br>・ 「ハイバパラメータ最適化モジュール」の開発を競うコンテストの表彰式を開催 2023 年 4 月 19 日<br>・ 「事前学習用画像データセット生成モジュール」の開発コンテストで入賞者を決定 2024 年 2 月 22 日 |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | 事業者による広報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | ・ ”造船の匠”の技を AI が製造の現場に繋ぐ！ 2019/7/24 大阪府立大<br>・ 新型配車アルゴリズムを用いた幕張新都心における乗合型交通の実証実験へ参加します 2021/1/25 未来シェア                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |        |        |        |        |        |        |        |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・生産システムにおける熟練者の知識抽出を可能とするラーニングファクトリの導入 2021/7/1 東京大学</li> <li>・日本語に強い大規模言語モデル「Swallow」を公開 2023/12/19 東京工業大学</li> <li>・設計業務特化型の次世代ナレッジマネジメント AI ソリューションを開発、設計コア業務の判断をジャストインタイムで支援する「SpectA DKM」を提供開始 2024/4/8 SOLIZE</li> </ul> |                                                                                                                                                                                  |
| 基本計画に関する事項 | 作成時期                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2018 年 2 月 作成                                                                                                                                                                    |
|            | 変更履歴                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2018 年 4 月 改訂（プロジェクトマネージャーの指名、他）<br>2019 年 1 月 改訂（研究開発項目の変更、他）<br>2019 年 5 月 改訂（プロジェクトリーダーの任命）<br>2019 年 8 月 改訂（プロジェクトマネージャーの交代、プロジェクトリーダーの任命）<br>2020 年 3 月 改訂（プロジェクトマネージャーの交代） |

## プロジェクト用語集

| 用語（日本語）       | English                                                            | 用語の説明                                                                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AASD          | AI-Augmented System Design                                         | AI を活用したシステムデザイン                                                                                 |
| ABCI          | AI Bridging Cloud Infrastructure                                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所が構築・運用する、人工知能処理向け計算インフラストラクチャ                                                  |
| AGV           | Automated guided vehicle                                           | 無人搬送車                                                                                            |
| AI タッチラリー     | AI Tatch Rally                                                     | 店舗に来店した顧客に非接触型通信機能（NFC）が組み込まれたリストバンドを配布し、顧客が各テナントの入り口に設置された NFC 機器にタッチすることで、店舗内の顧客の回遊行動を記録した実証実験 |
| AutoML        | Automated machine learning                                         | 自動機械学習                                                                                           |
| CFD           | Computational Fluid Dynamics                                       | 数値流体力学                                                                                           |
| DRBFM         | Design Review Based on Failure Mode                                | トヨタ自動車によって確立された体系的な FMEA の運用方法                                                                   |
| EMS           | Energy Management System                                           | エネルギーマネジメントシステム                                                                                  |
| LMD 複合加工      | Laser Metal Deposition Combined processing                         | レーザ肉盛溶接 複合加工                                                                                     |
| MaxSAT        | maximum satisfiability problem                                     | 充足最大化問題：重みづけを考慮した問題で最大の重みになる解（=最適解）を求める問題                                                        |
| Nelder-Mead 法 | Nelder-Mead method                                                 | 最適化問題のアルゴリズム                                                                                     |
| OACIS         | Organizing Assistant for Comprehensive and Interactive Simulations | web インターフェースを用いてインタラクティブにジョブを管理することができる、オープンソースの実行管理フレームワーク                                      |
| OSS           | Open Source Software                                               | オープンソースソフトウェア                                                                                    |
| OD データ        | O : Origin D : Destination                                         | 鉄道など公共交通機関の乗降人員データ                                                                               |
| PDEM          | Plan、Do、Evaluation、Modeling                                        | AI 技術の進化（横軸）に加え、人の進化（縦軸）の 2 次元でサービスシステム全体を進化させる共創的な方法論                                           |
| PMLfD3        | Process Modeling Language for D3                                   | デジタル・トリプレット (D3) のための実行、プロセス記述言語                                                                 |
| PLSA          | Probabilistic Latent Semantic Analysis                             | 変数の数が多い（列数が多い）高次元データをいくつかの潜在変数で説明し、データを低次元化する次元圧縮の手法                                             |
| ROS           | Robot Operating System                                             | ロボット用のソフトウェアプラットフォーム                                                                             |
| SAVS          | Smart Access Vehicle Service                                       | 公立はこだて未来大学、名古屋大学、                                                                                |

|               |                                                  |                                                             |
|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|               |                                                  | 産業技術総合研究所と株式会社未来シェアが開発したシェア型リアルタイムオンデマンド公共交通サービスのプラットフォーム   |
| Voxel-to-Mesh | Voxel-to-Mesh                                    | ボクセル形式からメッシュ形式にデータ変換                                        |
| アジャイル型        | Agile                                            | 1つの機能を単位とした小さいサイクルの開発工程を繰り返す                                |
| アノテーション       | Annotation                                       | 特定のデータに対して情報タグ（メタデータ）を付加すること                                |
| ウェイク          | Wake                                             | 風車の後流                                                       |
| オドメトリ         | Odometry                                         | ロボットの位置を推定する手法                                              |
| オントロジー        | ontology                                         | 情報を構造化し整理していく方法                                             |
| 高速理想化陽解法 FEM  | Idealized Explicit Finite Element Method (IEFEM) | 公立大学大阪が開発した熱弾塑性解析手法で高速、省メモリな解析手法                            |
| ダイナミックプライシング  | Dynamic Pricing                                  | 商品やサービスの価格を需要と供給の状況に合わせて変動させる価格戦略                           |
| 転移学習          | Transfer Learning                                | 学習済みモデルを別の領域に役立たせ、効率的に学習させる方法                               |
| 投機実行法         | Speculative execution method                     | コンピュータの処理を高速化する手法                                           |
| ニューロマーケティング   | Neuromarketing                                   | 脳科学の立場から消費者の脳の反応を計測することで消費者心理や行動の仕組みを解明し、マーケティングに応用しようとする試み |
| ハイパパラメータ      | Hyperparameter                                   | その値が学習プロセスを制御するために使用されるパラメータ                                |
| バックホウ         | Backhoe, Rear Actor, Back Actor                  | 油圧ショベルの中で、ショベル（バケット）をオペレータ側向きに取り付けたもののこと                    |
| 非負値行列因子分解     | NMF: Nonnegative Matrix Factorization            | 非負値のみからなる行列（0 か正の値を持つ）を解析する一手法                              |
| プラズマ発光        | Plasma emission                                  | レーザ溶接時の発光                                                   |
| ブローホール        | blow hole                                        | 肉盛り溶接部の空間                                                   |
| ラミノグラフィ       | Laminography                                     | 多方向から撮影した投影画像をもとに再構成する手法                                    |
| ランドマーク        | Landmark                                         | 空間、あるいは平面を構成する要素としての位置情報（目印）                                |
| レーザ肉盛         | Laser overlay                                    | レーザ溶接による肉盛り                                                 |

## 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

### 1.1. 事業の位置づけ・意義

アベノミクスの下、政府は 60 年ぶりの電力ガス小売市場の全面自由化や農協改革、世界に先駆けた再生医療制度の導入、法人実効税率の 20% 台への引下げなど、これまで「できるはずがない」と思われてきた改革を実現してきた。この結果、労働市場では就業者数は 185 万人近く増加し、20 年来最高の雇用状況を生み出した。企業は史上最高水準の経常利益を達成するとともに、設備投資はリーマンショック前の水準に回復し、倒産は 90 年以来の低水準となっている。

しかしながら、民間の動きはいまだ力強さを欠いている。これは、①供給面では、長期にわたる生産性の伸び悩み、②需要面では、新たな需要創出の欠如、に起因している。先進国に共通する「長期停滞」である。この長期停滞を打破し、中長期的な成長を実現していく鍵は、近年急激に起きている第 4 次産業革命（IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）、ロボット、シェアリングエコノミー等）のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることにより、様々な社会課題を解決する「Society 5.0」を実現することにある。

加えて、少子高齢化による生産年齢人口の減少下における製造業の国際競争力の維持・向上やサービス分野の生産性向上、国民の健康の向上や医療・介護に係るコストの適正化等、今後の我が国社会の重大な諸課題に対し、特に有効なアプローチとして、人工知能技術の早急な社会実装が大きく期待されている。

そこで本事業では、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得するための研究開発を行う。

### 1.2. アウトカム達成までの道筋

本プロジェクトで設定した、2 つのアウトカム（CO2 削減、新市場獲得）達成の道筋について述べる。

アウトカム目標①（CO2 削減）： 重点分野での AI の社会実装を進めることで、空間の移動や生産性の向上による CO2 削減を達成し、その適用範囲を拡大することで、CO2 削減量を拡大することができる。また、AI の適用を加速する技術を開発することで、各方面の AI の早期適用を確実なものとし、様々な社会活動の効率化を図ることで、CO2 の削減を達成する。ものづくり現場での匠の技の伝承、効率的な活用の支援を行うことで、非熟練者でも短時間で高品質のものづくりができるようになり、CO2 削減につながる。また、AI を適用することで設計・生産の効率化を図ることができ、CO2 削減が可能となる。この設計・生産の AI を広い業種に適用することで、さらなる CO2 削減が可能となる。

アウトカム目標②（新市場獲得）： 重点分野の AI の社会実装を進めることで、空間の移動や生産性の向上の場面で新たな価値を持った製品・サービスの市場・市場が獲得できると考えられる。また、AI の適用を加速する技術は適用範囲が広く、AI 導入のためのソリューションやサービスを生み出す。ものづくり現場での AI 適用は、競争力のある製品を生み出す原動力となるほか、AI を適用した設計・生産は、それそのものが競争力のある新ソリューション・サービスとなる。

### 1.3. 知的財産・標準化戦略

近年の人工知能の分野の動きは速く、最新成果の多くがオープンソースで提供され、誰でも利用可能となっている現状がある。一方で、人工知能やロボットを活用した事業においては、その事業ならではの特有の事情を考慮すべき事があり、そこで差異化を図る必要がある場面がある。このようなことから、本プロジェクトでは、知財について、競争域／非競争域、公開／非公開の4通り（実質的には3通り）の場合分けを行って、知財獲得方針を定めた。

競争域では、事業遂行時に優位性を確保するために必要となる基本的な特許を出願し（競争域・公開領域）、それ以外はノウハウを秘匿する方針とした（競争域・非公開領域）。本プロジェクトでは、

- ・【研究開発項目①】「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証」、
- ・【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の、  
【研究開発小項目②-3】「作業判断支援を行う人工知能技術」、

が主としてこれに当たる。

非競争域では、基盤的な研究開発を行っており、成果を積極的に公開（オープンソース化）し、広く活用頂く事で、本プロジェクトの成果の社会実装の可能性を広げることを目指すこととした。本プロジェクトでは、

- ・【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の、  
【研究開発小項目②-1】「人工知能技術の導入加速化技術」、  
【研究開発小項目②-2】「仮説生成支援を行う人工知能技術」

が該当する。

なお、競争域においても、積極的に成果を公開することがビジネス開拓につながる仲間作りに役立つと考えられるものについては、公開するものとした。その際の公開範囲については、関係者で議論すると共に、技術推進委員会での外部有識者の意見を参考にして決めていった。

標準化に関しては、今回のプロジェクトには直接は関係ないものとしたが、「ISO18436-9 Optical Gas Imaging」が「AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大」テーマに将来的に関係する可能性があることから、このテーマ内で活動をウォッチした。

## 2. 目標及び達成状況

### 2.1. アウトカム目標及び達成見込み

本プロジェクトでは、以下の2つのアウトカムを設定した。

#### (1) CO<sub>2</sub>排出量削減

本事業で開発した技術により生産性を向上することで、同じものを製造するために必要なエネルギー量が削減されるとして、CO<sub>2</sub>排出量は676万トンの削減になると試算する。

算出根拠は下記の通り。

CO<sub>2</sub>排出削減量：本事業を実施しなかった場合、2030年において、2016年と同量のCO<sub>2</sub>が排出されると仮定し、本事業の技術により、「生産性向上率」×「普及産業貢献割合」分のCO<sub>2</sub>が削減されるとして算出。

2030年時点：6,761×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]×10.9[%]×23.6[%]=6,761×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

CO<sub>2</sub>排出量：

2030年時点=2016年時点：262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

直接エネルギー投入量：97,351×10<sup>3</sup> [k1]（原油換算）

（資源エネルギー庁 エネルギー消費統計調査（H26年度）

[http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy\\_consumption/ec001/2014\\_02/](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec001/2014_02/))

97,351×10<sup>3</sup> [k1] ×2.7[t-CO<sub>2</sub>/k1]=262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

普及産業貢献割合：「生産性」、「空間の移動」分野に対応する製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流の産業分野に成果展開が行われると仮定（普及産業貢献割合）

2030年時点：23.6[%]

2030年の全産業の市場規模合計87.0[兆円]

対象とする4分野の市場規模合計20.5[兆円]（表1-2）

生産性向上率：人工知能による生産性向上率（年率）

2030年時点：10.9[%]向上

変革シナリオでは2030年まで労働生産性は年率+3.6[%]向上。

一方、現状放置シナリオでは、労働生産性の年率は+2.3[%]向上。

（新産業構造ビジョン 中間整理（平成28年4月27日）産業構造の試算結果

[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo\\_kozo/pdf/ch\\_01.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo_kozo/pdf/ch_01.pdf))

従って、人工知能により、年率+1.3[%]生産性が向上。

本事業終了時点の2023年より2030年までの8年間の生産性向上は下記の通り。

[100+(3.6-2.3)]<sup>8</sup>=110.89[%]

## (2) 新規市場獲得

表 2-1 の人工知能関連の産業別市場規模より、「生産性」、「健康・医療・介護」、「空間の移動」に対応する 5 分野（製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流、医療・福祉）での市場規模は、2020 年時点では、5.4[兆円]、2030 年時点では、22.7[兆円]である。これより、新規市場獲得額は、17.2[兆円]である。内訳は、製造分野が 9.2[兆円]、建設・土木分野が 4.7[兆円]、電力・ガス・通信分野が 1.3[兆円]、物流分野が 0.4[兆円]、医療・福祉分野が 1.6[兆円]である。

表 2-1 人工知能関連の産業別市場規模の詳細 [単位：億円]

| 産業分野       | 2015 年 | 2020 年  | 2030 年  |
|------------|--------|---------|---------|
| 農林水産       | 28     | 316     | 3,842   |
| 製造         | 1,129  | 29,658  | 121,752 |
| 建設・土木      | 791    | 12,157  | 59,229  |
| 電力・ガス・通信   | 300    | 5,217   | 18,810  |
| 情報サービス     | 1,825  | 8,245   | 23,731  |
| 卸売・小売り     | 14,537 | 46,844  | 151,733 |
| 金融・保険      | 5,964  | 22,611  | 47,318  |
| 不動産        | 49     | 2,426   | 4,853   |
| 運輸         | 1      | 46,075  | 304,897 |
| 物流         | 465    | 1,443   | 5,035   |
| 専門・技術サービス  | 90     | 2,440   | 6,149   |
| 広告         | 6,331  | 19,305  | 36,047  |
| エンターテインメント | 2,260  | 5,990   | 15,104  |
| 教育・学習支援    | 2,030  | 5,039   | 9,285   |
| 医療・福祉      | 343    | 5,761   | 21,821  |
| 生活関連       | 1,308  | 17,111  | 40,015  |
| 合計         | 37,450 | 230,638 | 869,620 |

出典：EY 総合研究所『人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」』

表 2 「人工知能関連の産業別市場規模の詳細」

(元サイトは参照不可。

[https://cdn.kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M103415/201509143541/\\_prw\\_0A1f1\\_08ov3111.pdf](https://cdn.kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M103415/201509143541/_prw_0A1f1_08ov3111.pdf) にコピーあり。)

いずれもチャレンジングなアウトカム設定としたが、本プロジェクトの成果が確実に社会実装されることによる直接的な効果、その後の社会実装の拡大が順調に進むことによる波及的効果とで達成は可能と考えている。

## 2.2. アウトプット目標及び達成状況

本プロジェクトでは、研究開発項目毎に次のようなアウトプット目標を設定した。根拠、達成状況を示す。

- ・ **【研究開発項目①】「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証」**  
 目標： 重点分野において、複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を 1/10 に短縮する。  
 根拠： 人工知能の導入期間は 1/6 まで短縮できるとの 2018 年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として 1/10 に設定。  
 達成状況： 多くのテーマで、目的とした社会実装のための実用化を達成し、商用化に向けた活動も加速している（一部商用化も達成）。
- ・ **【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の**  
**【研究開発小項目②-1】「人工知能技術の導入加速化技術」**  
 目標： 人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を 1/10 に短縮する。  
 根拠： 人工知能の導入期間は 1/6 まで短縮できるとの 2018 年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として 1/10 に設定。  
 達成状況： 各テーマで目標を達成している。本小項目の中で、新たな取り組みとして懸賞金事業を立ち上げることができた。
- ・ **【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の、**  
**【研究開発小項目②-2】「仮説生成支援を行う人工知能技術」**  
 目標： 人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの開発及び実証を完了する。  
 根拠： 人工知能の導入を加速化するためには、互いに相関する目的変数の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であった KPI の発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う基盤技術を開発する必要があるため。  
 達成状況： 複数の施設で実証実験を行い、開発した手法およびツールが有効であることを確認し、一部の施設では継続利用いただけることとなった。
- ・ **【研究開発項目②】「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の**  
**【研究開発小項目②-3】「作業判断支援を行う人工知能技術」**  
 目標： ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程の生産性を 30%向上する。  
 根拠： 熟練者の不足に伴い、設計～加工を何度か繰り返す手戻りによる生産性低下が 30%程度発生しているとの企業ヒアリング結果から、その生産性低下を補うために 30%向上を設定。  
 達成状況： 各テーマで上記目標を達成している。熟練者の知見の AI 化にとどまらず、現在の工程を根本から見直すこともでき、AI 化の効果を拡大することができた。一部テーマについては、組織内での試用が、大きな成果を挙げている。

### 3. マネジメント

#### 3.1. 実施体制

本プロジェクトにおいて各実施者はプロジェクトマネージャーの下、研究テーマ毎に社会実装を行う上で必要となる主体の協力を得る体制を構築し、研究開発を実施した。

また、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDO が選定した研究開発責任者（プロジェクトリーダー） 中央大学理工学部経営システム工学科教授 樋口知之氏の下で、研究開発項目①「人工知能の社会実装に向けた研究開発・実証」、研究開発小項目②－1「人工知能技術の導入加速化技術」及び研究開発小項目②－2「仮説生成支援を行う人工知能技術」の実施者が、プロジェクトリーダー 人間文化研究機構 理事堀 浩一氏の下で、研究開発小項目②－3「作業判断支援を行う人工知能技術」の各実施者が、それぞれの研究テーマについて研究開発を実施した。

本プロジェクト研究開発の実施体制を図 3-1 に示す。

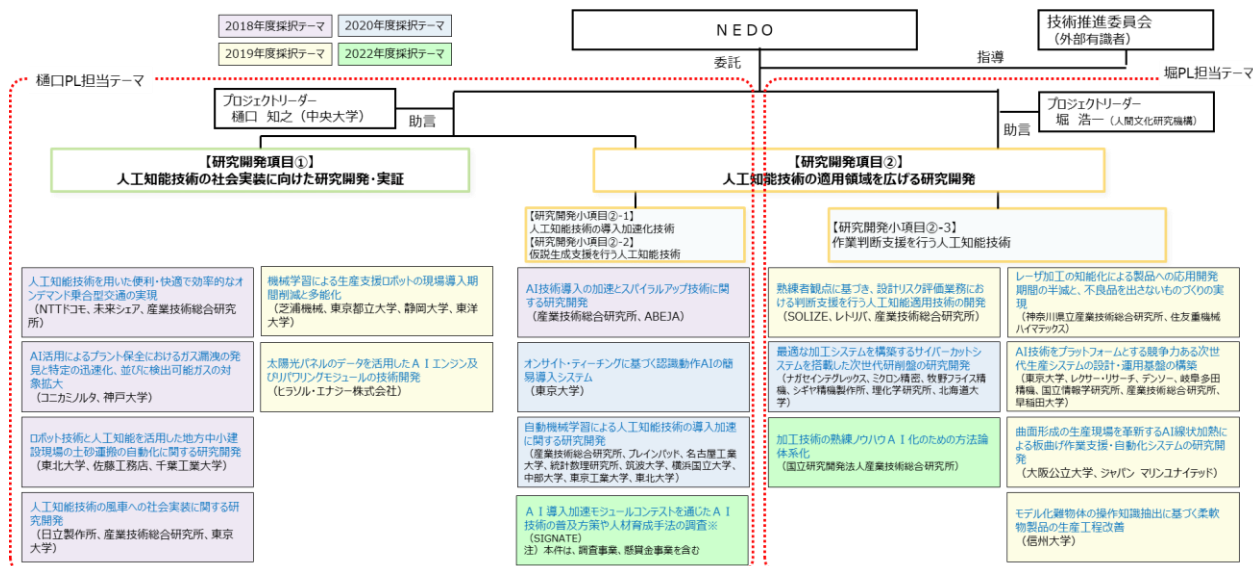


図 3-1 本プロジェクトの実施体制

#### 3.2. 受益者負担の考え方

本プロジェクトでは、すべてのテーマについて、NEDO が 100%負担する委託事業とした。この理由は以下の通りである。

【研究開発項目①】： AI の有用性は認識されているものの、その社会実装に至る道筋が確立されておらず、難易度が高いため。

【研究開発項目②】のうちの【小項目②－1、②－2】： 最先端 AI の研究開発を含む不確実性の高い研究要素を含むため。

【研究開発項目②】のうちの【小項目②－3】： 熟練者知見の AI 化には、ものづくりのプロセス全体の見直しも必要となり、難易度が高いため。

### 3.3. 研究開発計画

本プロジェクトでは、以下の研究開発項目を実施する計画を立案した。

#### 【研究開発項目①】 人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証

これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活かしながら、これらをインテグレートして、従来の人による管理では達成できない更なる省エネルギー効果等のエネルギーの需給構造の高度化の成果を得るため、重点分野の課題を題材として、(1)業務分析・課題明確及びデータの収集・蓄積・加工、(2)人工知能モジュールの開発・適用、(3)実フィールドでの実証及び(4)評価系確立及び新たな人工知能技術開発・適用へのフィードバックを実施するアジャイル型の研究開発・実証を行う。

#### 【研究開発項目②】 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発

##### 【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の導入加速化技術

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、人工知能導入時のソリューション探索技術、複雑系データへのアノテーションの効率化、ハイパパラメータ自動探索、半教師あり学習、転移学習活用等の人工知能導入に係る業務の棚卸・分析・効率化を行う技術及び互いに相関する様々なレベルの KPI の体系と確率モデル等で構造が管理されている様々な変数間のダイナミクスを可視化することにより、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の導入の効果の予測に加えて施策の波及効果の予測を支援する技術を開発する。

##### 【研究開発小項目②-2】 仮説生成支援を行う人工知能技術

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、互いに相関する目的変数（KPI）の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であった KPI の発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う経営シミュレーションシステムを実現する基盤技術を開発する。

##### 【研究開発小項目②-3】 作業判断支援を行う人工知能技術

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、ものづくり現場において、暗黙知として保留されている製造技術情報を人工知能に適用できるように体系化するとともに、熟練者の判断をモデル化することにより、問題点や改善点を自動的に指摘し、非熟練者の判断を支援する人工知能技術を開発する。

本プロジェクトの研究開発項目内容を図 3-2 に示す。

各研究開発項目の研究開発目標を表 3-1、表 3-2 に示す。



図 3-2 本プロジェクトの研究開発項目内容

表 3-1 研究開発目標①

| 研究開発項目                                      | 研究開発目標                                                                                                                                                                                                                                                           | 根拠                                                                                                   |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 【研究開発項目①】<br>人工知能技術の<br>社会実装に向けた<br>研究開発・実証 | <p>■中間目標（2020年度、2021年度）</p> <p>・「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において、特定のタスクごとに開発リードタイムの重要な要素である<b>学習時間を1/10に短縮</b>する。</p> <p>■最終目標（2022年度、2023年度）</p> <p>・重点分野において、複数の応用分野で人工知能技術の社会への<b>導入期間を1/10に短縮</b>する。</p>                                                              | 人工知能の導入期間は1/6まで短縮できるとの2018年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として1/10に設定。中間目標としてはまずは学習時間の短縮を目指す。                    |
| 【研究開発小項目②-1】<br>人工知能技術の<br>導入加速化技術          | <p>■中間目標（2020年度、2021年度）</p> <p>・<b>データ整備の所要時間を1/10に短縮</b>する。</p> <p>・人工知能モジュール開発における<b>学習時間を1/10に短縮</b>する。</p> <p>・人工知能技術の<b>導入効果を確認する時間を1/10に短縮</b>する。</p> <p>■最終目標（2022年度、2023年度）</p> <p>・人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの<b>導入期間を1/10に短縮</b>する。</p> | 人工知能の導入期間は1/6まで短縮できるとの2018年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として1/10に設定。中間目標としては、個別の時間（データ整備、学習時間、導入効果の確認）の短縮を目指す。 |

表 3-2 研究開発目標②

| 研究開発項目                              | 研究開発目標                                                                                                                                                                                                                    | 根拠                                                                                                                            |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 【研究開発小項目②-2】<br>仮説生成支援を<br>行う人工知能技術 | <p>■中間目標（2020年度）</p> <p>・人工知能技術の導入者に対して、新たな視点での業務分析やデータ分析を提案する人工知能システムの<b>基本動作の開発を完了</b>する。</p> <p>■最終目標（2022年度）</p> <p>・人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの<b>開発及び実証を完了</b>する。</p> | 人工知能の導入を加速化するためには、互いに相関する目的変数の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であったKPIの発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う基盤技術を開発する必要があるため。 |
| 【研究開発小項目②-3】<br>作業判断支援を<br>行う人工知能技術 | <p>■中間目標（2021年度）</p> <p>・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定のタスクの生産性を30%向上</b>する。</p> <p>■最終目標（2023年度）</p> <p>・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定の工程の生産性を30%向上</b>する。</p>                                                | 熟練者の不足に伴い、設計～加工を何度か繰り返す手戻りによる生産性低下が30%程度発生しているとの企業ヒアリング結果から、その生産性低下を補うために30%向上を設定。中間目標としてはまずは特定タスクのみを対象とする。                   |

## 4. 目標及び達成状況の詳細

### 4.1. 研究開発項目①：人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               |  |      |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A I 活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大                                                                                                                                              |  | 達成状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | コニカミノルタ株式会社<br>国立大学法人神戸大学                                                                                                                                                                     |  |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 最終目標の漏洩源推定精度と定量化に対して目標レベルを達成した。<br>撮影距離：±1%角以内（100m 離れて 7 画素以内に対し、達成値 6.4 画素）<br>定量化：立体全方位の 8 分割での最大濃度位置と濃度、漏洩ガス量を示す<br>（炭化水素系ガス 3 種類（メタン、プロパン、エチレン）について達成<br>毒性ガスであるアンモニアに対しても技術適応可能である事を確認） |  |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>現在、産業用プラント等のインフラは高経年化が進んでおり、経年劣化損傷に起因する爆発・火災事故や破壊事故の発生が懸念されている。これらプラントにおいて、保全管理実務を担う作業員の経験を問わず、少数の作業員であっても、即時に適切な保全管理作業や避難を可能にさせる。具体的には、複雑にパイプ等の入り組んだ建造物であり、風向計や配置図があっても風の周り込みやパイプの重なりの為にガス漏洩位置の特定が非常に困難であるプラントに対して、赤外線カメラと可視カメラによってガス漏洩を可視化するガス監視システムに AI 技術を導入し、漏洩源の位置、漏洩ガスの量や流れの方向をより正確に把握するシステムを開発する。</p> <p>本システムを国内主要プラントに導入することで、メンテナンス性が向上し、CO2 排出削減に寄与することができる。併せて、本システムを導入したプラントでの重大事故を防ぐことによって、CO2 排出削減が期待できる。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>漏洩源の位置精度：撮影距離に対して±1%角（100m の距離であれば 1m 角、画素数では約 7pix）<br/>流れの向き、危険度： 立体全方位の 8 分割での最大濃度位置と濃度、漏洩ガス量を示す<br/>以上の性能を有するガス監視システムにおいて、 深層学習におけるデータ作成コストを 1/10 以下に抑える。</p> <p>また、ガス監視システムの設置条件による固有の外乱光ノイズ影響を AI 技術により、短期間かつ自動的に除外する調整が可能とし、現場への導入期間を従来の 1/10（1 週間）に短縮することを最終目標とする。</p> <p>●実施体制</p> <div><div><p><b>【委託先】</b></p><div><p><b>コニカミノルタ株式会社</b><br/>・研究実施場所：<br/>状態監視ソリューション事業部<br/>（東京都八王子市、大阪府高槻市）<br/>IoTサービスPF開発統括部<br/>（東京都八王子市、大阪府高槻市）</p><p>・研究項目：<br/>・3D実測形状測定方法の開発<br/>・AIによる2次元像からの3次元像復元技術の開発<br/>・危険源同定AIの開発</p></div><div><p><b>国立大学法人 神戸大学</b><br/>・研究実施場所：<br/>神戸大学大学院 工学研究科<br/>（兵庫県神戸市）</p><p>・研究項目：<br/>・AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化の基礎研究</p></div></div><div><p><b>【再委託先】</b></p><div><p><b>国立研究開発法人 産業技術総合研究所</b><br/>・研究実施場所：<br/>産業技術総合研究所（茨城県つくば市）</p><p>・研究項目：<br/>・AI技術移転と危険源同定AIの開発</p></div><div><p><b>三井化学株式会社</b><br/>・研究実施場所：<br/>大阪工場（大阪府高石市）</p><p>・研究項目：<br/>・実フィールドでの検証方法の開発と実証</p></div></div></div> |                                                                                                                                                                                               |  |      |   |

## ●成果とその意義

本プロジェクトを通じて、プラントにおける隠れた漏洩源を 3 次元的に推定する技術および、漏洩したガスの流れの立体的な方向、流量を推定する技術を開発することが出来た。

これにより、入り組んだ配管のあるプラントにおける爆発の原因となりうる可燃性ガスの漏洩に対して、その漏洩位置を素早く正確に知ることが出来るようになり、安全な対処を行うために必要な、ガスの分布を知ることが出来るようになった。これらの技術を常時監視するシステムに組み込むことでプラント保全に対する安全性の向上に関与できる基礎技術が完成した。

一方で、現状の赤外線を利用して可燃性ガスを可視化するソリューションを提供している会社（米国およびイスラエル企業）の事例を二例挙げ比較する。

FLIR Systems 社は、赤外線カメラを使用してガスの漏洩を検出する技術を提供している。FLIR のカメラは、産業用プラントや石油・ガス施設などで広く使用されており、米国では GF320 と併せて、外付けのタブレットを接続しガスの流量を推定する QL320 というソリューションが提供されている。（<https://www.flir.eu/products/flir-ql320/?vertical=optical%20gas&segment=solutions>）

Opgal 社からは、で、モニター部を箱眼鏡状にのぞき込むガス可視化カメラ（製品名：EyeCGas）が販売されている。無線接続された別体のモニターで映像が確認できる EyeCGas APP という製品も販売されている。（<https://www.opgal.com/product/eyecgas-multi/>）

いずれの製品も可燃性ガスの可視化、映像の記録は出来る点は、我々の開発してきているシステムと同様である。しかし、手持ちで人が見て回るソリューションであり、人手を介さない常時監視には不向きなソリューションである。

FLIR 社の QL320 のガス流量推定に関しては今回我々の開発してきた、流量推定と類似の技術であるが、今回我々が開発した AI によるガス雲の 3 次元方向の流れの向きを推定する機能や、隠れた漏洩源を自動で推定する機能は含まれていない。また、複数台のカメラを連携する機能がないため、ガス雲の 3 次元的な分布を推定する機能、漏洩源を 3 次元的に推定する機能なども当然有しておらず、この点において優位性を有している。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

国内のプラントにおいては、赤外線によるガス可視化カメラの点検・監視用途への認知がようやく進んできたところであり、日常点検業務などでの活用には、各プラント事業者の自主判断に委ねられているのが現状である。

「保安検査基準（KHKS 0850 シリーズ）、定期自主検査指針（KHKS 1850 シリーズ）に係る質疑応答の公表」（[https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/hpg\\_div/2021/KHK\\_Interpretation/KHK\\_Interpretation\\_202103.pdf](https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/hpg_div/2021/KHK_Interpretation/KHK_Interpretation_202103.pdf)）においては、「技術上の基準の適合状況確認のために必要な情報が得られると検査を実施する者が判断した場合には、それらの技術を活用することができる。」との記載は有るものの、実際の運用に適応するには、監督官庁等との調整など、これまでの慣習とは違う作業に適応する難しさがある。このようなプラント事業者と監督官庁との調整に関与する余地はメーカーにはないので、側面支援として認知を高める活動を行っている。そのうちの一つとして、JEITA（電子情報技術産業協会）の「スマート保安に係るシステム導入促進ガイドブック」への掲載による認知度の向上活動に取り組んでいる。

また、消防庁の「危険物施設の定期点検等に活用できる新たなデジタル技術の公募」に応募するなどの活動を通じて認知度の向上を図っている。

一方、我々の技術が実装される前提としているプラントのデジタルツインや 3D データの活用は、当初の想定程、浸透が進んでいないのが現状である。ブランリバース社（<https://www.brownreverse.com/>）

（日揮からのスピンアウト）などのプラント向けの比較的安価な 3D データの提供事業者が登場しているが、浸透状況としては不十分である。

上記状況を鑑み、今回の成果が優位性を発揮できる事業環境が整うまで、プラント事業者にとって導入のハードルの低いハンディ機に事業リソースを集中させ、ガス可視化カメラの認知と市場への浸透を図る。並行して、将来の 3D データ活用に向けた基盤醸成を進め、さらに多くの事業者への展開を加速していく。

| 期間・予算<br>(単位:百万円) | 2018FY | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 72     | 103    | 157    | 95     | 168    |
| 特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |        |
| 特許出願              | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |        |
| 11 件              | 1 件    | 13 件   | 1 件    | 3 件    |        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 達成状況 | ◎ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 委託先：東北大学、佐藤工務店、千葉工業大学<br>再委託先：コーワテック、三洋テクニクス                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>・大型ダンプトラックに4時間以内に搭載可能な後付け運転ロボットの開発</li><li>・バックホウに4時間以内に搭載可能な後付け動作計測用センサボックスの開発</li><li>・狭隘な斜路や広い平坦地に合わせて自動調整する経路追従制御の開発</li><li>・GNSSとLiDAR搭載ドローンによる10cm未満の高精度な3次元地形計測技術の開発</li><li>・山間部で複数GNSSを利用した六輪ダンプトラックの位置・姿勢・操舵角・速度・荷台角の高精度で頑健な推定方法の開発</li><li>・バックホウの土砂積込みの予測モデルを従来の1/10の時間で構築する手法の開発</li><li>・従来の1/10の時間で経路を再計画可能な、切り返しを含む経路計画手法の開発</li><li>・協力機関に知能化ソフトウェアを提供するためのコード整理とドキュメント化</li><li>・佐藤工務店の模擬現場や栃木の碎石場での実証実験を通じた技術実証と社会実装</li></ul> |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>土木工事の94%を占める中小建設会社にとって、現場の生産性向上のための自動化は必須の課題である。一方で、高価なICT建機や自動化建機を新規に購入する財政的な余力はない。財政的な負担を軽減しつつ自動化を促進するためには、各社やレンタル会社が既に保有する建機に対して、簡易的な機器の取り付けによる改造で、建機の動作計測と自動化を実現する技術の開発が必要である。</p> <p>本プロジェクトの目的は、中小建設会社やレンタル会社が保有する既存の大型ダンプトラックに、簡易的に機器を取り付けることで運搬を自動化するレトロフィット技術を開発することである。大型ダンプトラックを自動化することで、運搬作業の省人化や、大量運搬の効率化によるCO2排出削減、さらには工期短縮を目指す。</p> <p>今回の成果である大型ダンプトラックの自動化により、燃費改善やアイドリング削減が見込まれ、CO2排出量の削減が期待できるほか、建設現場を自動化するという新規市場の獲得が期待できる</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |   |
| <p>●アウトプット目標</p> <p>アウトプット目標は、大型ダンプトラックを自動化するレトロフィット技術の開発と、その技術を土木や碎石の現場に社会実装することである。研究期間を通して、下記の5種、9項目のレトロフィット技術の開発に取り組んだ。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. ICT化されていない既存の建設機械への簡易的な機器取り付けによる自動化<ul style="list-style-type: none"><li>・半日程度で大型ダンプトラックの運転席に簡易に後付け可能な運転ロボットの開発</li><li>・半日程度で建機に簡易に取り付け可能な動作計測用センサボックスの開発</li><li>・凹凸や斜面のある悪路を自動走行する制御方法の開発</li></ul></li><li>2. 山間部の施工現場における高精度な三次元地図生成と位置推定手法の確立<ul style="list-style-type: none"><li>・山間部に特化したGNSSによる高精度な位置推定技術の開発</li><li>・土木工事対象の環境における三次元地図情報の取得方法の開発</li></ul></li><li>3. 熟練作業者のデータ収集と分析による他建機との協調連携作業の確立<ul style="list-style-type: none"><li>・短期間でバックホウの積込み動作を予測するモデルの構築方法を開発</li></ul></li><li>4. 現場状況に応じて柔軟に建設機械の動作を適応させるための動作計画手法の確立<ul style="list-style-type: none"><li>・バックホウの土砂積込み位置に適切に停車する六輪ダンプトラックの動作計画方法の開発</li><li>・六輪ダンプトラックが運搬路を自動走行するための動作計画方法の開発</li></ul></li><li>5. 協業先機関における知能化ソフトウェアの利用促進<ul style="list-style-type: none"><li>・知能化ソフトウェアのコード整理とドキュメント化</li></ul></li></ol> <p>開発したレトロフィット技術はアーティキュレート型の六輪ダンプトラックに搭載し、佐藤工務店の土木現場での適応を目指した。一方で、地方の現場での社会実装に際して、課題も浮き彫りになった。自動運転ダンプの利用に関して、現場管理者にご理解いただき、承認が得られるまでに長いプロセスを要し、その結果、現場での適応が難しいという実務上の課題が明らかになった。</p> <p>最終年度には、技術の適応先として碎石場を追加し、リジッドフレーム式の重ダンプにレトロフィット技術を適応して、栃木県の碎石場で碎石運搬の実証実験に取り組んだ。技術の適応先を変更しながら、レトロフィット技術の開発、実証評価、そして社会実装に取り組むことができた。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |   |

## ●実施体制

本プロジェクトには、NEDO からの委託先として東北大学、佐藤工務店、千葉工業大学の 3 機関が参画し、佐藤工務店の再委託先として三洋テクニクス、コーワテックの 2 機関が参加した。これらの機関は、大型ダンプトラックへの後付け運転ロボット、動作計測用センサボックス、制御ボックス、知能化ソフトなどのレトロフィット技術の開発、各種装置やセンサの設置、土木や碎石の現場での自動運搬の社会実装に取り組んだ。

主な役割分担としては、佐藤工務店がアーティキュレート型六輪ダンプトラックやバックホウの維持管理、実験フィールドの整備、現場適応に向けたルール作りを担当した。東北大学は、自動運転に利用する各種知能化ソフト、後付けのセンサボックス、制御ボックスの開発を担当し、千葉工業大学は、GNSS と LiDAR 搭載ドローンを利用した高精度 3 次元地形計測、複数 GNSS を利用した 6 輪ダンプトラックの高精度な位置・姿勢計測技術の開発を担当した。コーワテックは、異なるダンプに後付け可能な運転ロボットの開発を担当し、三洋テクニクスが開発したレトロフィット技術の大型ダンプトラックへの搭載や、知能化ソフトを再配布するための整備を担当した。加えて、栃木県の碎石業者の協力を得て、碎石場での実証評価と社会実装に取り組んだ。

## ●成果とその意義

既存の大型ダンプトラックに後付けで設置し、使用後に取り外して元の状態に戻せる自動運転用のレトロフィット技術は、国内外を見ても存在しない。高精度な 3 次元地形計測、後付け運転ロボット、位置推定技術、知能化ソフトの個々の要素についても、他の建設事業に導入可能な性能と精度を備えている。さらに、中小規模の現場に合わせて柔軟に自動運転シナリオを作成できる点も特徴である。これらの技術は、レンタル会社が保有する建機を利用して自動化を行いたい中小事業者にとっても、レンタル会社にとっても、自動運転の導入ハードルを下げることに繋がる。

各要素技術については、主要な技術の特許出願を行い、並行して学会発表やセミナーを通じて広く社会に周知されるよう工夫した。その成果は高く評価され、機械学会の賞や若手研究者向けの賞を含む 7 件の受賞に繋がった。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

実用化・事業化の道筋としては、現場適応が進んでいる碎石運搬をパイロットプロジェクトとして技術確立する。これと平行して、土木建設や碎石業者などの各業種への普及の促進と協業先の開拓に取り組む。この取り組みについては、NEDO の支援のもとオンラインやオンサイトの技術紹介セミナーや自動運転の体験を実施し、普及促進と協業先の開拓に取り組んでいる。

実用化・事業化に向けた課題は、大学が開発した新技術やノウハウの企業への技術移転、技術の信頼性の確保、大型ダンプトラックの自動運転のための法規制への対処、安全基準の整備、労働市場の影響の継続的調査である。プロジェクト終了後も、成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech 事業）などの支援のもと継続してこれら課題解決の取り組みを実施している。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2018FY | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 90     | 96     | 123    | 130    | 133    |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |        |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |        |
| 3 件                | 6 件    | 12 件   | 2 件    | 表彰 7 件 |        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |          |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発                                                                                                                                             | 達成<br>状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 株式会社日立製作所、国立大学法人東京大学、<br>国立研究開発法人産業技術総合研究所                                                                                                                          |          |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 風車に関わる課題を AI 技術の適用によって解決するという目的に対して、風況推定モジュールの開発やウェイクステアリング制御等の技術の開発ができたこと、シミュレーション、実証試験によりその効果を確認できたこと、今後の風車事業関係者に本成果を広く活用できるように論文等を公開している、等のことから当初目的は達成できている判断した。 |          |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>新たな人工知能（以下、AI）技術の開発が世界的に進む中、欧米中心で先行的なソフトウェアプラットフォームの研究開発がなされているが、社会実装の実用例はまだ少なく、成功事例を積み重ねることで国際的な優位性を早期に確保することが求められている。本事業では、社会実装の例として、「人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発」と題して、近年導入量が拡大しつつある風車を取り上げ、風車に関わる課題を AI 技術の適用によって解決することで、日本の風力発電技術の向上と社会課題を解決することを目的とする。</p> <p>●アウトプット目標</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ナセルに必ず設置される風向・風速計の情報を基に、別途風上側に設置するドップラーLiDAR による計測値を教師データとして、機械学習等の AI 技術を用いて風車への流入風を推定することで、風車の制御に用いる風況の精度を向上させる。</li><li>・風下側の風車に流入するウェイクを制御するため、風上側風車のウェイクモデルを作成する。そして、風下側風車へ流入するウェイクの影響を低減するように風上側風車のヨーを制御することにより、ウィンドファームとしての発電量を向上させる（ウェイクステアリング制御）。</li><li>・風況計測データと風車のウェイクモデルを組み合わせることにより、ウィンドファーム内の風況推定モデルを構築する。得られた風況推定モデルを基に、直線状に並んだ複数の風車を統合的に制御することで、ウィンドファーム全体の発電量を向上させる。</li><li>・AI 技術による風況推定技術を導入するためには、適用する風車の設置された地点 A における 1 年間の風況データが必要となる。一方、この技術を地点 B にある風車に適用する際には、一から学習を始めるのではなく、転移学習を用いることで導入期間を 1 ヶ月に短縮、つまり技術の導入期間を約 1/10 とする。</li></ul> <p>●実施体制</p> <p>本研究開発は、以下に示す①から④の 4 テーマに分担して実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>① AI モジュール開発のための LiDAR 野外実験（担当：産業技術総合研究所）</li><li>② 風況推定 AI モジュールの開発（担当：産業技術総合研究所）</li><li>③ ウェイクステアリングによるウィンドファーム発電量向上アルゴリズムの開発（担当：東京大学）</li><li>④ 各アルゴリズムを反映した風車制御機器の開発（担当：日立製作所）</li></ul> <p>●成果とその意義</p> <p>① 多重ウェイクモデルの開発とウェイクステアリング制御の提案</p> <p>大規模風力発電所に適用できる多重ウェイク下の乱流強度の予測モデルを開発し、数値流体解析により、提案モデルが高い予測精度を有することを示した。勾配法を用いてウィンドファームの発電量を最大化するヨー制御アルゴリズムを開発し、発電量の最大化と風車の安全性を同時に満足できる最適ヨー制御範囲（±15°）を示した。本研究では、風速・風向の分解能が LUT(Look up table)を利用したウェイクステアリング制御に与える影響を評価し、LUT における風向幅 2° と風速ビン 0.5m/s を提案し、これにより AEP ゲイン誤差は 28%から 3.2%に低減させることに成功した。</p> <p>② 実ウィンドファームの風速と発電量の予測手法</p> <p>地形と建物・植生を考慮した数値流体解析により、複雑地形上のウィンドファームにおける流れ場を予測し、観測値と比較した。その結果、従来のべき則による風況と仮定した場合に比べ高精度で風況を予測できた。また変動風速、空気密度、ロータ回転数とヨーエラーの影響を考慮した出力モデルを提案し、メーカーパワーカーブに比べ、カットイン風速付近では発電量が増えること及び定格風速付近とそれ以上の領域では発電量が低下することを精度よく再現できることを示した。本研究で開発した数値流体解析と風車ウェイクモデルによるハイブリッド手法を用い、実際の発電所における平均風速と乱流強度の観測値を精度よく再現するなど、風車後流の影響を受けた実ウィンドファームの発電量を精度よく予測できる手法を開発した。</p> <p>③ 風車ウェイクと発電量の高精度予測 CFD シミュレータの開発</p> <p>ALM(Actuator Line Model)モデルを用いてブレードの形状、ロータの回転による空力効果および地球回転</p> |                                                                                                                                                                     |          |   |

に起因するコリオリ力効果を考慮した数値風車モデルを開発した。予測された平均風速と乱流強度は、風洞実験の値と良い一致を示した。またトルク・ピッチ・ヨー制御を含む実際の風車制御アルゴリズムを数値流体解析のプログラムに実装し、風車の実挙動を再現できるシミュレータを開発し、スラスト力と発電量は、空力弾性モデルの結果と良い一致を示した。本研究で開発した数値風車モデルを用いて、実風車を対象とした数値シミュレーションを行い、風車の SCADA データおよび LiDAR により計測した風速場と比較することにより、制御信号、発電量の時系列、風車のウェイクを精度良く再現できることを示し、実風車の挙動を再現できる世界初のシミュレータを構築した。

#### ④ 実風車におけるアルゴリズムの検証

実機風車のヨー制御パラメータを同定することにより、LUT に基づくウェイクステアリング制御アルゴリズムを構築した。構築したアルゴリズムを導入した風車数値モデルに用い、ウェイクステアリング制御時の制御信号や発電出力が精度良く再現できることを示した。本研究で開発した数値モデルによりウェイクステアリング制御を高精度かつ高効率的に評価できることを示した。本研究で構築したウェイクモデルを用い、通常制御時の対象風車のウェイクにおける風速を予測し、ナセル LiDAR による実測値と比較することにより、本研究で構築したウェイクモデルにより実風車ウェイクにおける風速欠損を精度よく予測することを可能にした。

#### ⑤ AI モジュール開発のための LiDAR 野外実験

本事業で開発する AI モジュールに与える教師データ及び検証データを整備するため、実際に日立製作所製ダウンウィンド型大型風車が設置されているサイトにおいて LiDAR (Light Detection and Ranging) を使用した野外実験を実施した。野外実験場所としては、周辺の地形が比較的平坦で、かつ建物等の障害物が周辺に少ない鹿島港深芝風力発電所（ダウンウィンド型風車サイト、茨城県神栖市深芝）を対象とした。5MW 風車近傍に新たに鉛直照射型 LiDAR を設置し、風車に流入する直前の風の情報を計測した。収集した風・気象データは、風車の運転データ（SCADA データ）と同期させ、AI モジュールへの入力データとして活用できるように変換し、教師データ及び検証データとして整備した。さらには、AI モジュールの性能向上のため、新たちかわ風力発電所（アップウィンド型風車サイト、山形県東田川郡庄内町）において、鉛直照射型 LiDAR を設置し、1 年間分の教師データ及び検証データを蓄積した。

#### ⑥ 風況推定 AI モジュールの開発

ナセルに設置した風向計を利用したヨー制御によるヨーミスアライメントを改善するため、深層学習に基づく流入風推定システム（風況推定 AI モジュール）の開発を行った。アップウィンド風車とダウンウィンド風車の遠方に LiDAR を設置し、計測した LiDAR 風向を流入風として定義した。ナセル上で計測した風況、風車運転情報を入力とし、LiDAR の風向値を教師データとして深層学習モデルを構築した。性能を評価した結果、アップウィンド風車とダウンウィンド風車において LiDAR 風向を適切に推定できることを示した。また転移学習を適用した流入風推定システムの適応化に関する研究開発を実施した。実験により、サイト間の環境の違いに対して柔軟かつ効率的に適応化できることを示した。

#### ⑦ 各アルゴリズムを反映した風車制御機器の開発

風況推定 AI およびウェイクステア制御を風車に適用するため、実装用のシステム構成を具体化した。また、本システム構成に基づき、風況推定 AI 及びウェイクステア制御のシミュレーションモデルを構築し、これらの適用効果を確認した。更にウェイクステア制御を実装した場合の荷重評価を行なった。風況推定 AI およびウェイクステア制御を風車に適用するための外部制御モジュールを開発・製作し、新たちかわ風力発電所のアップウィンド風車に実装した。その結果、風況推定 AI を用いた風車制御により、風車の風向に対する正対性が向上することを示した。実証試験結果から年間発電量の向上効果を試算し、風況推定 AI を用いた風車制御が発電量向上に有効であることを示した。外部制御モジュールを用いてウェイクステア制御にて風車を制御し、風車ナセルに搭載した LiDAR によって、ウェイクステア制御中の風車後流を計測した。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

本実証で得られた成果は、広く活用できるよう論文にて公開していく。なお、開発した技術の実用化に当たっては、適用サイトでの AI 推定精度の確認、複数風車での制御実証、与えるヨー誤差によって風車に生じる荷重等を検証する必要があると考えられる。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2018FY | 2019FY | 2020FY | 2021FY   | 2022FY |
|--------------------|--------|--------|--------|----------|--------|
|                    | 59     | 74     | 151    | 23       | 0      |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |          |        |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他      |        |
| 0 件                | 10 件   | 2 件    | 0 件    | 2 件 (受賞) |        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 人工知能技術を用いた便利・快適で効率的なオンデマンド乗合型交通の実現                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 達成状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 株式会社未来シェア、北海道大学、株式会社 NTT ドコモ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 本テーマの取組において、下記を達成。 <ul style="list-style-type: none"><li>・リアルタイムオンデマンド乗合交通プラットフォーム（SAVS）の高度化の可能性の確認。</li><li>・マルチエージェントシミュレーションによる優位性の評価方法の確立。</li><li>・MaxSAT による配車アルゴリズムの新たな開発。</li><li>・異なる特徴を持つ配車アルゴリズムのメニューの追加。</li><li>・多数の評価軸や調整パラメータの相互の関係を明らかにできるシミュレーション解析手法の確立。</li><li>・実データに基づき需要パターンや洗剤需要を定量的に洗い出す枠組みの構築。</li><li>・オンデマンド乗合型交通のサービスレベルの維持と輸送効率・運行効率の両面から交通リソース投入量の意思決定のためのフレームワークの構築。</li></ul> |      |   |
| ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
| ・背景と狙い：<br>本プロジェクトの着眼は、日本国内における「既存の公共交通の維持困難性と脆弱化」、「交通空白・不便地域の広がり」と、そこにおける交通弱者の増加」、「生活者のみならず、ビジターの移動手段の充実による地域周遊性・回遊性の向上や地域経済活性化ニーズ」など、主に新しい二次交通実現への期待に応えようとするもの。この課題認識をうけ、本プロジェクトにおける研究は、「移動の需給を最適化することで生産性の高い新たな移動手段を提供すること」、「複数の交通モードや商業施設等の非交通事業者とのサービス連携をすることで公助交通に新たな収益源を見出し、持続可能な交通網を実現すること」を大きなテーマとして掲げた。<br>・プロジェクトアウトカム目標との関係<br>自家用車や交通公共機関等を代替することで、運行効率が上がり、CO2 削減に貢献。<br>都市化・過疎化の二極化が進行する日本で、使い勝手の良い交通手段という新たな価値を持った市場が獲得できる。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
| ●アウトプット目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
| ・今回の事業においては、以下の 3 点を研究開発の目標とした。<br>1）オンデマンド乗合型交通コア技術（SAVS）を用いた配車・運行技術の社会的実装を見据え、動的に変化する需要条件や運行条件における評価技術を確立し、当該技術が優位性を発揮できる条件等、技術適合性を含めた実運行設定の意思決定支援手法を確立する。<br>2）これを支える技術として、人工知能および高性能コンピューティングの手法を活用し、動的に変化する需要条件や運行条件に対応できる高度なシミュレーションを可能にする技術を開発する。<br>3）当該技術を用いた交通サービスの事業化を見据え、輸送効率とサービスレベルを高次で両立させるリソース管理手法において、ビジネス的観点からの判断基準に関する示唆と課題を抽出する。<br>これら 3 点の研究開発に資するため、大規模な実証事業を実施することで、実地の配車・運行データ等を取得・分析するかたちで、アジャイル的に研究を進める。         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
| ●実施体制                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |
| 3 つのテーマに分け、共同研究者で役割分担しながら、またそれぞれが必要な情報を共有しながら取り組んだ。<br>・株式会社未来シェア：<br>オンデマンド乗合型交通コア技術（SAVS）を用いた配車・運行技術の高度化にかかる研究開発<br>・北海道大学：<br>オンデマンド乗合型交通のための配車・運行シミュレーション技術の高度化                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |   |

- ・株式会社 NTT ドコモ  
オンデマンド乗合型交通の社会的実装におけるリソース管理手法の研究開発

## ●成果とその意義

### <技術的な優位性>

- ・本事業を通じて開発した分析手法、新アルゴリズム、シミュレーション高度化手法等の学会発表や特許出願等の実績で見られるような、多様な移動需要に対する効率配車を実現する上での技術的な先進性。  
同じ移動需要に対し、運行車両台数（運行コスト、環境負荷等）を相対的に減らす、あるいは、利用者に対するサービスレベル（待ち時間短縮・混雑回避等）を相対的に上げることが可能である。
- ・それら技術を実際に運用可能とする実装が既に存在し、大規模な実証実験を通じて実用化している点における技術的安定性、成熟度。

### <ビジネス的な優位性>

- ・同世代の他社技術に比べて、国内における実証実験数・規模、本格稼働実績で先行していることに起因する現場的な「実践知」の保有。
- ・未来シェア・産総研・NTT ドコモの三者が持ち寄る多様な知見を反映させた実装、研究開発を進めている推進体制。
- ・SAVS の研究成果が複数のチャンネル・ルートで社会実装されうるオープンなスキーム（→ ただし、それが結果としてのスピード感や強い推進力の欠如につながっているという指摘もありうるとは認識）。

### <ポリティカルな優位性>

- ・結果的に日々の人の移動をデータ化、可視化することにつながるサービスのプラットフォームであることを踏まえ、国産技術としての安心・安全、安全保障的見地で見た際の（海外資本由来の技術・サービスに対する心理的な）代替困難性。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

- ・実用化に向けた社会・市場環境について

- 1) 取組み開始当初の見込みより、新しいオンデマンド交通サービスの採用・定着の立ち上がりに時間がかかっているという認識
  - ・自治体等での需要確認や検討に時間を要し、実証実験から先の具体的議論に進めない
  - ・自治体等の関心が、「自動運転」に向かっており、加えてライドシェアという車両とドライバーの量を増やす方向への関心も強まる中、新しい交通の導入検討への推進力が低下
  - ・法的枠組みの安定性  
曖昧ながら一応の枠組みが期限を切った実証実験を繰り返し延長するようなかたちを強いられる現状
- 2) 交通事業者と直接組むなどして展開を図る競合の動きが活発化しており、法制度関連の適合性も曖昧ながら突破口が開けてきた状況をうけ、本件関係各社もそれぞれの取組みを強力的に推進していく

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY | 2024FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 90     | 127    | 83     | 186    | 27     |

| 特許出願及び論文発表 |      |       |      |     |
|------------|------|-------|------|-----|
| 特許出願       | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
| 2 件        | 0 件  | 3 件   | 1 件  | 0 件 |

|         |                                                                                                  |      |   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | 機械学習による生産支援ロボットの現場導入期間削減と多能化                                                                     | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | 芝浦機械株式会社、学校法人東洋大学、国立大学法人静岡大学、東京都立大学法人                                                            |      |   |
| 達成状況の根拠 | 生産現場において付随作業を行うロボットを、自律多能化して現場に導入しやすくする「生産支援ロボット」の実現に向けた「従属アーキテクチャ」という自律ロボットの制御システムの全体構造を提案したこと。 |      |   |

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

①研究開発の背景

生産現場には、直接的に生産に関わる組立のような正味作業の周辺に、部品の収集やキitting、搬送といった付随作業がある。こうした付随作業についても正味作業と同様、労働力不足を背景にロボット化のニーズが高まっている。付随作業において扱われる部品や半製品はあちこちに保管され、保管状態は正味作業よりも多様であるため、付随作業を実行するロボットには、人と同じ設備環境で走り回りながら、人と同じように視覚と手作業を駆使して作業する能力が求められる。しかし、人のように手で物を取りやすい位置に自然に歩み寄ったり、移動しながら手を使ったりする作業を教示することは、腕や走行の停止位置を教示する従来の方法では困難であった。人が勘や試行錯誤でそれを教示したとしても、その教示には多くの時間を要していた。

②研究開発の目的

本研究開発の目的は、生産現場において付随作業を行うロボットを、自律多能化して現場に導入しやすくし、その「生産支援ロボット」を労働力不足対策の一助とすることである。

② アウトカム目標との関係

本研究開発は、動作教示時間を削減するための生産支援ロボットの能力改善のすべてを AI 学習に委ねるのではなく、先進制御の成果も統合することで学習負荷を低減しようとするアプローチをとる。これにより事前学習が必要なくなるため、事前学習に必要なエネルギー供給を含む計算資源を削減できる。また、本プロジェクトが製作する生産支援ロボットは、人が活動している設備環境で人と同じ機材をそのまま使うことを狙うため、ロボット導入にあたり生じることが多い既存設備の廃却に伴う環境負荷を減らすことができる。また、生産の付随作業についてはその難度からロボット導入が進んでいないため、付随作業を実行できるロボットには大きな市場性がある。

●アウトプット目標

生産現場への生産支援ロボットの導入に要する期間を、1/10 に短縮する。

●実施体制

芝浦機械：自律移動型の実験支援ロボットを設計製作し、ロボット各部を動かす制御ソフトを実装する。社内外でのロボット実機の実証評価も実施する。

静岡大：生産支援ロボットの単位行動を成立させる手・腕・走行の連動のしかたを、機械学習により実機で行動学習する仕組みを確立する。

東洋大：生産支援ロボットや台車搬送 AGV について、経路からの逸脱を抑制する走行制御則のパラメータ同定、および重さや大きさが異なる搬送対象の台車の走行制御パラメータを同定する仕組みを確立する。

東京都立大：モーション制御技術にもとづき、粗く教示されたロボットの動作を過負荷等のエラーを発生させず継続させて行動学習の負荷を軽減する制御の仕組みを確立する。

●成果とその意義

手と腕と走行を連動させて視覚位置認識した物体を操作する能力を持つ生産支援ロボットを、われわれはロボットの自律性を高めることで実現しようとしている。そのための自律ロボットの制御システムの全体構造として、新たに従属アーキテクチャを提案した。従属アーキテクチャは東京都立大学が開発した優先度付き多目標逆運動学解法を中核に、衝突回避や力制御などの機能を統合した制御構造である。近年、深層学習を用いてロボットの動作すべてを膨大な量の後天的な学習で与えようとする研究例が世界的に増えている。これに対し本提案は、腕と走行機能を備えた自律移動ロボットに手先または手の操作対象物の目標姿勢を粗く与えさえすれば、自身や周囲との空間的および接触を伴う物理的な干渉を防ぎつつ、走行と腕を連動させる安全かつ複雑な動作を、学習なしで自律的かつ本能的に生成可能にする仕組みを与え

た。そのうえで、自律的に生成された腕と走行の連動軌道を、干渉と軌道長を最小化する形で最適化する行動学習則も与えた。この制御構造は事前学習のためにエネルギー供給を含む計算資源を必要としないうえ、ロボットのエッジ制御 PC の CPU には、低消費電力かつファンレスのものが使用可能になった。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

### (1)開発成果技術の実装対象

本研究開発における開発成果技術は、芝浦機械が製作する 2 種類の移動ロボットに実装される。それらロボットは、操作対象物をハンドリングするマニピュレータを備えた移動作業ロボットと、そのロボットからマニピュレータを外した形態を持つ、台車搬送 AGV の 2 種類である。本プロジェクト終了後も芝浦機械は本研究開発のプロジェクトを継続しており、大学との連携も維持しつつ両ロボットの工場内物流分野での事業化に取り組んでいる。

### (2)台車搬送 AGV の事業化状況

台車搬送 AGV はマニピュレータを持たないかわりに、マニピュレータを簡略化した、荷物搬送台車を連結する機構を持つ。人が扱っている同じ台車の荷姿で、半製品や出荷物を工場内で搬送するのが既存の AGV(無人搬送車)製品との違いである。台車搬送 AGV は事業化の端緒にある。具体的には、NEDO 委託開発事業の期間中に芝浦機械が実証試験を実施した顧客に対し、芝浦機械が本 AGV1 台の納品工事を実施している。この 1 号機 1 台の検収が完了した後は、同顧客に対し 2 号機の導入も予定されている。また、別の顧客からも引き合いがあり、現場調査や社内での搬送テストを実施している。

### (3)マニピュレータ付き移動作業ロボットの事業化状況

NEDO 委託開発事業終了後の 2023 年度以降も、開発成果技術を組み込んだマニピュレータ付き移動作業ロボットの特徴と有用性を、芝浦機械が社内外の展示会を通じてアピールしている。こうした活動を通じ、自動車部品の入出荷工程を中心に、本プロジェクト開始時の見通しどおり、人手作業を人と同じ設備をそのまま使う形でロボット化したいというニーズが多数あることを確認しており、顧客からは作業テストの依頼も受けている。また、本プロジェクト期間中の実証試験先の顧客との関係も維持している。一方、台車搬送 AGV の初回納品を優先させていることから、依頼テストを含めたマニピュレータ付き移動ロボットの追加開発と事業化の対応は、優先度を下げて実施している。

### (4)事業化の課題と課題への対応

事業化の端緒にある台車搬送 AGV を含め、本研究開発の成果を実装したロボット製品の本格的な事業化には主に 3 つの課題があり、それらに対し以下のように対応している。

#### ① 安全規格対応

本プロジェクト最終年度の 2022 年に、無人搬送車の安全を定めた JIS 規格が大幅に改訂された。下記②の事業部門へのプロジェクト移管を含め、移動ロボットを正式に製品化するには、本 JIS への対応が必要である。このため本年度、まず台車搬送 AGV を対象に、芝浦機械が設計変更を実施している。設計を変更したモデルチェンジ機を、芝浦機械が 2025 年 3 月末に完成させる。

#### ① 開発部門から事業部門へのプロジェクトの移管

本プロジェクト終了後も、本件の開発は、芝浦機械の開発部門である研究開発部で継続しており、台車搬送 AGV の初回客先導入工事も同部が担当している。開発の成果物であるロボットを本格的に事業化するためには、事業部門であるカンパニーへの移管、営業活動の本格化が必要となるため、上記①の規格対応や、実行中の AGV 初回案件の完了、等を通じ、円滑な事業化に努める。

#### ② 複数台の運用管理

マニピュレータ搭載/非搭載にかかわらず、より規模が大きい自動化案件にロボットを適用するためには、工場内の同じ現場で複数台の移動ロボットが活動範囲を共有して活動できるようにする必要がある。そのためには、経路や作業エリアの排他管制、交差点管制、最適配車、無線を通じた状態監視と各種指令の送信等の機能を持つ、運用管理システムが必要になる。こうした機能を備え、複数台運用を集中管理的に実行するとともに、客先の上位系生産管理システムとも接続が可能な運用管理システムを、芝浦機械が現在開発している。納品工事中の台車搬送 AGV 案件の現場には、その最小構成となるシステムを収めた主操作盤が設置されている。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | - |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---|
|                    | 94     | 92     | 62     | 87     | - |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |   |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |   |
| 6 件                | 4 件    | 13 件   | 0 件    | 4 件    |   |

|         |                                                                                                             |      |   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | 太陽光パネルのデータを活用したAIエンジン及びリパワリングモジュールの技術開発                                                                     | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | ヒラソル・エナジー株式会社                                                                                               |      |   |
| 達成状況の根拠 | 1. 太陽光パネルの電気特性（I-V 特性他）を同定する学習アルゴリズムを研究し、IV カーブ推定エンジンを開発した。<br>2. 発電量再生の自動シミュレーション手法を研究し、リパワリングシミュレータを開発した。 |      |   |

# ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

## ア) CO2 排出量削減効果

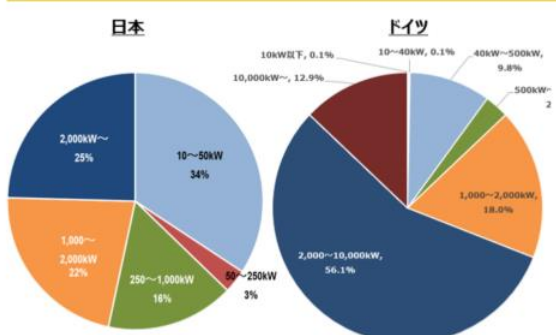
今回の成果を活用した太陽光発電所運用監視システムを実現することによって、発電所の寿命を延ばしつつ安定稼働が期待できる。その結果、太陽光発電の信頼性が増し、発電量に占める太陽光発電のシェアが増し、化石燃料由来の発電を減らすことで、CO2 削減に貢献することができる。

さらに、これまでのように、現地へ移動して手作業で計測器を操作して計測する必要がなくなり、遠隔で太陽光パネルの発電特性を自動算出可能なため、移動に伴う CO2 削減、生産性の向上も期待できる。

## イ) 市場獲得

太陽光発電所の性能評価や故障診断には多くの知見が必要であり一部の高度技術者によることが多い。AI を用いた診断により多くの太陽光発電所の診断が可能となりこの分野での市場を獲得できると考える。また日本の太陽光発電所に関する市場環境は下図のように小容量（2MW 未満）に偏重しており、欧米中の運用手法を輸入するという方法は難しく、日本独自の方法を開発するべくヒラソル・エナジーでは事業活動を実施してきた。小さいもので適用可能な方法と言うことは、大規模にも対応できると考えられ、将来の技術輸出からの市場獲得に繋がるものとする。

## 中小規模発電所を100年稼働させるための挑戦



日本は2MW以下の中小規模が全体の75%、50kW以下が34%、という世界的に見て稀有な環境。欧米中のソリューション輸入では発電所を維持できず、効率の良い日本手法を開発する必要がある。  
 → 中小規模を100年維持するためのソリューション提供するのがヒラソル・エナジーである。



Confidential

©2024 Girasol Energy

19

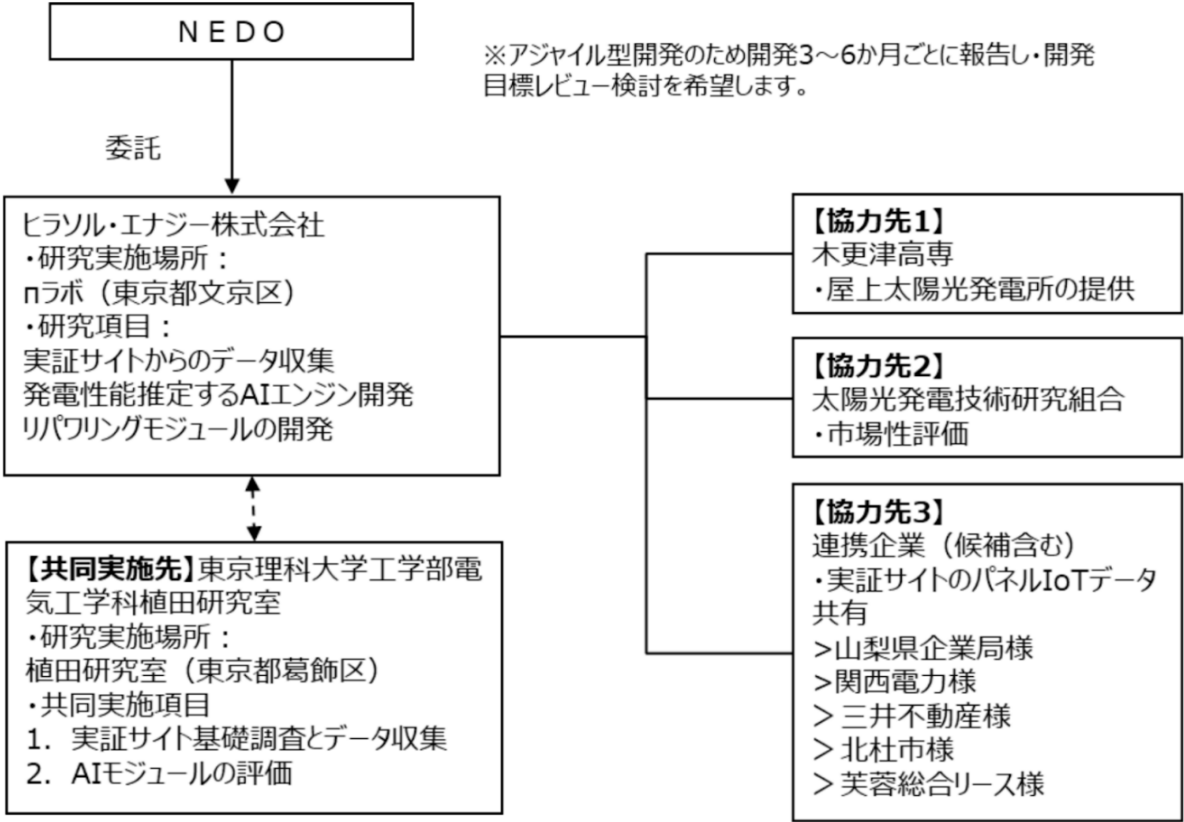
## ●アウトプット目標

業界で知られた発電所の性能評価、監視技術・方法は、IV カーブトレーサーと呼ばれる装置を用いたIV 特性を用いるものであった。そこで、太陽光発電所の稼働データ監視によって、太陽光発電所の故障判断、修理判断が出来るようになるような AI モジュールの開発を目標とした。そのため、具体的な成果物として本PJでは、「IVGT 特性の推定アルゴリズム」を開発、評価することを目標とした。また IV カーブを組合せて、最適な PV アレイの IV 特性となるようなリパワリングシミュレータも開発することも目標とした。

太陽光発電モジュールの IVGT 特性は、実発電のすべてを決める要素であり、これを把握することで、モジュールがどのような状態にあるか高い確度で発見することができる。その応用例の一部が IV カーブというもので、 $G=1000W/m^2$ 、 $T=25$  度の環境で縦軸に I (電流)、横軸に V (電圧) を引いたグラフである。このグラフの形状ならびに各点の位置などで発電所の性能を評価するものが現在の現地 IV カーブ測定作業

である。この IV カーブ測定作業をすべてデータだけで起き直してしまうことが可能となるのが本事業のアウトプットである。

●実施体制



●成果とその意義

IVGT 特性を推定することで、IV カーブ測定という現場作業を排除できるような OM を太陽光発電所に提供できるようになった。これは世界的にみても初の試みであると思われる。

またモジュール 1 毎単位での特性が把握できることで劣化したモジュール群を組合せて再配置計算するというリパワリングシミュレーションが実施できた。

●実用化・事業化への道筋と課題

IV カーブで発電所を診断するという技術は欧米中で共通のやりかたであるものの、非常に大型の発電所向けのやりかたであり、日本国内では定着していかないのではないかとすることが最近の事業活動で見えてきた。そこで現在では AI モジュールの応用先を変更している。

現在では2022年4月より施行された電気事業法により利用可能となった、電力送配電会社所有のスマートメーターの値を用いている (<https://denkankyo.jp/>)。それにより、太陽光発電所現地に行くことなく、発電所の性能を遠隔把握することに本 NEDO 委託事業の成果を応用している。

|                    |        |        |   |   |   |
|--------------------|--------|--------|---|---|---|
| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | - | - | - |
|                    | 30     | 31     | - | - | - |

●特許出願及び論文発表

|      |      |       |      |     |
|------|------|-------|------|-----|
| 特許出願 | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
| 2 件  | 0 件  | 0 件   | 0 件  | 0 件 |

4.2. 研究開発項目②：人工知能技術の適用領域を広げる研究開発のうちの、  
②-1 人工知能技術の導入加速化技術、②-2 仮説生成支援を行う人工知能技術

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A I 技術導入の加速とスパイラルアップ技術に関する研究開発                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 達成状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社A B E J A                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"><li>● 目標を上回る 15 分の 1 の学習時間短縮効果を達成したアルゴリズムをオープンソースソフトウェア（OSS）として 2022 年 5 月に MIT ライセンスにて公開。</li><li>● 人工知能技術の導入においてより本来の目的 (KGI) に近いマネジメントを可能とする AI 応用ソフトウェア群の開発を完了し、科学教育分野、ヘルスケア分野、製造業の各領域における実証結果の学会発表と企業への技術移転を実施。</li><li>● 上述のアルゴリズムと連携することで、複数実証において人工知能技術導入期間の 10 分の 1 以下への短縮効果を確認。</li></ul> |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>本研究開発テーマは人工知能技術を作る時(②-1 AI 技術導入の加速に関する研究開発)と使う時(②-2 スパイラルアップ技術)の両方に焦点をあてている。研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」においては、ハイパパラメータ調整（Black Box 最適化）によって AI 技術の現場適用を加速（AI 技術導入期間を短縮）し、またハイパパラメータ調整等をオープンソース (OSS) 化することで、広く社会に当該技術を普及させることを目的とする。研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」においては、価値構造のモデリングによるサービス施策の可視化とオペレーション支援技術となる PDEM（Plan, Do, Evaluation, Modeling）スパイラルアップ方法論、及び現場を支援するソフトウェア群（PDEM ツール群）を開発・提供することで、AI 技術導入における従来の問題（本来の目的に対する低い適合性）を解決することを目的としている。これらにより「学習」時間の短縮や目的達成までの試行錯誤による無駄な計算機利用や AI 技術導入に要する期間を短縮することによりエネルギー削減ひいては CO2 削減に寄与する。さらに両成果によって生みだされる人的資源を新たな競争優位獲得のための新規投資に充当することが可能となり、新規施策・PoC 等の成功確率を向上させ投資対効果の説明が比較的容易になるなど、AI 関連の新規市場に参入するための環境整備の面でも寄与することが想定できる。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |
| <p>●アウトプット目標</p> <p><b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b></p> <p>人工知能技術の中でも特に様々な分野への利用が可能であり有力なツールとなりえる深層学習のハイパパラメータ最適化を行うソフトウェアを開発し、OSS として公開する。本ソフトウェアの利用によって深層学習のハイパパラメータ探索がランダムな試行錯誤による探索に比べて 10 分の 1 の時間でできるようにすることを目標とする。</p> <p><b>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</b></p> <p>本来の目的・KGI に即したマネジメントを実行できる新たな施策支援や現場支援を行う技術（下位の人工知能技術）と、その導入の加速をサポートする上位（メタレベル）の人工知能システムの開発及び実証を完了させる。②-1 の成果と合わせて、人工知能技術の導入において業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を短縮する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |
| <p>●実施体制</p> <p><b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b></p> <p>産総研 人工知能研究センター 社会知能研究チーム 研究チーム長 大西 正輝、<br/>株式会社A B E J A 代表取締役 CEO 兼 創業者 岡田 陽介</p> <p><b>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</b></p> <p>産総研 人工知能研究センター首席研究員 兼 確率モデリング研究チーム長 本村 陽一、<br/>株式会社A B E J A 代表取締役 CEO 兼 創業者 岡田 陽介</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |
| <p>●成果とその意義</p> <p><b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b></p> <p>AI 技術の導入を加速させる技術として、ハイパパラメータ最適化（Black Box 最適化）をターゲットとして、これを自動化するソフトウェア“aiaccel”を開発し、OSS として公開することで広く社会に技術を普及させた。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |   |

本 OSS は手元の PC のローカル環境で動作するだけではなく、産総研が構築・管理している AI 橋渡しクラウド (AI Bridging Cloud Infrastructure: ABCI) で動作するように設計されており手軽に ABCI の並列動作環境を利用することが可能である。本 OSS に採用した最適化手法の一つである Nelder-Mead 法は人手のような試行錯誤による最適化手法であるランダムサーチに比べて 3 分の 1 程度の時間で最適化することができ、さらには並列化することで 20 並列で 3 分の 1 以下、40 並列で 5 分の 1 以下の時間に短縮することができ、トータルとしてランダムサーチによる試行錯誤に比べて 9 分の 1 から 15 分の 1 の時間で最適なハイパパラメータを探索できることが分かった。さらには学習曲線を予測し無駄なパラメータ探索を早期で打ち切ることで最終精度をほとんど落とすことなくさらに 3 分の 1 の時間でパラメータを最適化する方法を明らかにした。また、これらの技術を本インテグレート事業の別の開発テーマに適用することで有効性を確認したり、電子情報通信学会の論文誌にサーベイ論文を執筆したりすることで成果の普及に貢献した。なお、本サーベイ論文は 2021 年度から 2023 年度まで 3 年連続で論文の年間ダウンロード数が 1 位である。このようなハイパパラメータ最適化のアルゴリズムを開発してもらったモジュールコンテストを signate 社と連携しながら開催し、OSS である aiaccel のユーザ層の拡大、aiaccel の開発 (更改) の加速、ひいては AI 技術開発の底上げを図った。

#### 研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」

従来の AI 技術導入において多くの企業では、PoC で滞留・中断し、AI モデルの改善が持続されず、効果が限定的となるケースが散見される。精度の高低以外の判断材料が乏しく、開発された AI モデルが“良い”ものかどうかの評価を自組織の KGI・KPI に適切に結び付けられていないため、更に投資して改善を目指すべきかどうかの判断が困難である。本開発では、ベイジアンネットワーク (BN) モデリングによる価値構造モデリング技術とそれを活用したマルチステークホルダープロセス (MSP) の導入により、価値の総合的な評価構造を計算モデル化し、継続的に価値の増大をマネジメントできるソフトウェアを開発した。これにより運用中に収集したデータからの振り返り (リフレクション) と、複数ステークホルダーの KPI の追加導入 (リフレーム) を繰り返す価値構造モデリングによって、実施した各種の施策が KGI・KPI へ与える波及効果を可視化、成功・失敗要因の分析を自動化に加え、利用者の KGI・KPI の再考 (リフレミング) を支援できた。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

##### 研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」

“aiaccel”を OSS として公開することでユーザからのフィードバックを行い、ハイパパラメータ最適化コンテストを開催して更にユーザ層を拡大した。昨今の人工知能技術の研究開発のスピードは益々早くなっており、モデルの巨大化・汎用化が進んでおり基盤モデルとして公開されている。そのため本研究テーマの立ち上げ時に想定したような、深層学習のモデルを作成する際のハイパパラメータ最適化が計算資源や計算時間の観点で現実的ではなくなってきた一方で、この基盤モデルを自分たちが解くべき課題に適用する際には自分たちのデータに対して最適化する必要性が増している。この新たなニーズに向けて本技術を適用するためにはソフトウェアのアップデートが必要である。また OSS は周辺ソフトウェアのアップデートにも対応して継続的にメンテナンスを行う必要がある。今後はそのための予算措置が課題としてあげられる。

##### 研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」

小項目の②-2 の成果は現場サイドデータマネジメントプラットフォーム FS-DMP (生活者デジタルツイン構築システム、生活ビッグデータ分析、顧客理解 CRM などへ適用)、AI 応用サービス開発環境 POSEIDON-N2 (製造業 DX プロジェクト推進、観光 DX、サイエンスコミュニケーション支援、レコメンドアプリ開発、シビックテック支援などへ適用)、DX 推進プロジェクト管理手法 PDEM スパイラルアップ・PDEM ツール (民間資金共同研究、第三期内閣府 SIP プロジェクト、次世代ヘルスケアサービス研究などへ展開) として実装と適用が進み一部は実用化と事業化準備も行われている。また産総研人工知能技術コンソーシアム (AITeC) を通じたユーザコミュニティの拡大による社会実装、啓蒙普及の加速も進め、今後は成功事例の集積と適用領域の拡大、さらに新たな産業応用の事例創出を目指している。

| ●期間・予算<br>(単位: 百万円) | 2018FY | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 140    | 178    | 101    | 82     | 118    |
| ●特許出願及び論文発表         |        |        |        |        |        |
| 特許出願                | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |        |
| 4 件                 | 13 件   | 29 件   | 0 件    | 0 件    |        |

|         |                                                                       |      |   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | オンサイト・ティーチングに基づく認識動作 AI の簡易導入システム                                     | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | 国立大学法人東京大学                                                            |      |   |
| 達成状況の根拠 | 当初目標としていた、AI のアノテーションの自動化を達成し、AI 導入に係る人工が 1/10 以下になることを、実証実験を通じて確認した。 |      |   |

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

人工知能 (AI) 技術の社会実装では、アノテーション、ハイパパラメータの探索などに加え、認識や動作のタスクに応じて、どの AI アルゴリズムを選択するとよいかというソリューション選択等、その導入に多くの時間を要するという課題がある。例えば、商品が入った箱状のコンテナの配送、移動、陳列、廃棄を含む店舗環境での商品の品出し作業を例にとっても、季節毎に切り替えや更新されるコンテナやコンテナの中の商品の種類に応じて適切な商品認識のための認識 AI ソリューションや、商品操作のための動作 AI ソリューションを選択し、簡易に導入できるようにする必要がある。

本研究はどのような AI 技法であっても、それを稼働させるためのデータのアノテーションの自動化に注目したものであり、適用範囲が広い技術であり、プロジェクトアウトカム目標全体に寄与する。

ア) 業態に関わらず利用可能な技術であり、想定した全業種での CO2 排出量削減に貢献する

イ) 業種・分野に関わらず利用可能な技術であり、想定した現業種の市場において適用できる。

●アウトプット目標

本研究開発のアウトプット目標として、人と同様に視覚、双腕、グリップや物品を器用に扱える多指ハンドを有し、認識や動作の基本的な機能を有する知能ロボットを用いた認識 AI と行動 AI のロボット AI の簡易導入技術の研究開発を行い、これらの導入に係る人工が 1/10 以下となることを目指した。

●実施体制

東京大学が受託し、ハードウェア開発と実証実験の一部について THK 株式会社に再委託し、研究を実施。

●成果とその意義

研究は以下の 8 個の項目に沿って、東京大学並びに再委託先の THK 株式会社にて実施した。

(1) 半自律データ取得・アノテーションによる認識 AI の簡易導入技術に関する研究開発

リモートサイトに設置したロボットで取得した学習データを GPU 計算サーバに送信し学習し、学習済みネットワークをロボットに再度搭載し認識処理を行う、という一連の複雑な手続きを自動化し、簡単に利用できるようにするアプリケーションを Docker 仮想環境上に構築した。さらに、THK ロボットを用いた見まわしデータ獲得・アノテーションの自動化のパイプラインシステムを構築した。また、従来技術において THK エンジニアがアノテーションを行った際には 1.5 時間、またその学習に 0.5 時間掛かったのに対し、開発システムでは 1 物体のアノテーションとその追加学習が 10 分で終了した。

(2) 模倣学習による動作 AI の簡易導入技術に関する研究

人のデモンストレーションと言語指示から、ロボットへの動作教示法として、人の例示動作を動きのエネルギーのピークに基づき分節化し、これらの各分節間に対して動画像キャプション生成を適用し各区分で人がどのような動作を行っているかを推定した。推定した動作を表す説明文章と言語指示の対応に基づいた視覚と言語を合わせた分節化手法を適用することで、ロボットへ行う動作の順序と動作パラメータを抽出し、ロボット動作コマンドへ変換することで、実ロボットが動作可能であることを確認した。

(3) 透過型検証環境による最適ソリューション選択技術に関する研究開発

異なる 2 つの推論器を用い、コンビニ棚シーン、工場物品シーンの検証環境を用いて、ソリューション選択を行った。この結果、当初採用した手法 (SSD : Single Shot multibox Detector <https://arxiv.org/abs/1512.02325>) では、検出の Average Precision は高いが、一方で背景などに誤検出が多く Average Recall は下がっていた。新たに採用した YOLOv7 (<https://arxiv.org/abs/2207.02696>) では Average Recall の点で性能の向上が見られることが分かった。

(4) 認識動作 AI の簡易導入システム開発とアジャイル型実証評価実験

本項目の内容は、(8) オンサイト・ティーチングロボットと AI 簡易導入システムの実証実験と協働して実施したため、(8) で説明する。

(5) 安全・低電力ティーチングロボットに関する研究開発

認識 AI と連携して動作させることを想定し、安全・低電力を考慮したロボットの研究開発を行った。ロボット自体が故障せず、また周囲でロボットに教示する人に危害を与えない安全性と、低電力で長期間のバッテリー駆動が可能なハードウェア開発を行い、ロボットと AI 機能の連携が簡易となるシステム構築について考慮し開発を行った。

(6) ウェアラブル型作業ティーチングシステムに関する研究開発

人の姿勢情報を習得し、その運動を取得することで、オンサイト・ティーチングに必要な高品質の人間動作データを常時取得出来る、ウェアラブル型のインターフェースシステムを開発した。

(7) クラウド連携ロボット管理・運用システムの構築

一台のみならず複数台のロボットのタスク管理・各ロボットのシステム管理・メンテナンス等のサービスを行うためのクラウドシステムの開発を行った。ネットワークを介したロボット制御については、OPC UA とよばれる通信の安全性を保証されている通信経路を利用することで、外部からのハッキングやなりすまし PC からの指令を受け付けないセキュアなロボット統括制御システムを開発した。

(8) オンサイト・ティーチングロボットと AI 簡易導入システムの実証実験

本研究の成果を実環境で確認する為、工場における部品のピッキングへの活用や、小規模店舗を想定した商品の品出しへの活用について、実際の現場に近い環境で実証実験を行った。半自律データ取得・アノテーションによる認識 AI の簡易導入技術と、追加機能をスムーズにロボット動作と連携させる統合システムを組み合わせることによって、ロボットに対して未知の物品の搬送を教示するといった作業を、本研究について知識を持たないユーザであっても、画像パターンマッチングから物品の搬送までを簡易的に行うことができるという有用性を示すことができた。

以上、これをまとめると、認識 AI の簡易導入技術としては、見まわしデータ獲得と半自律アノテーション技術により日用物品並びに工場部品の認識 AI データを取得する技術の研究開発を、また、動作 AI の簡易導入技術としては、1 回の指示で動作を教示する技術とその動作の自己実行学習修正 AI 技術の研究開発を行った。さらに、これを支えるロボットハードウェア技術として、安心低電力ティーチングロボットとウェアラブル型の作業ティーチングシステムの開発を行った。このシステムの実証実験として、工場での部品ピッキングを題材として選び、部品搬送やコンビニバックヤードを想定した環境において、商品の認識 AI に必要なデータセットの構築と学習を、エンジニアではなく、ロボット自身が行うシステムを構築し、これにより従来の人での作業に比べて 1/10 以下の時間で AI 認識の導入が可能になり、実際の工場での部品搬送で利用できることを確認した。また 2023 年の国際ロボット展で展示し、展示期間中も来場者がその場で認識 AI データセットを追加できるようにし、一般の方が手間暇を掛けることなく認識 AI を導入できることを示した。

アノテーション生成サービス企業はいくつか存在するが、そのいずれもオフショアなどを活用した安価な労務費を前提としており、今後の労務費の高騰やデータの保護の観点からは問題も多い。本研究成果は AI ロボットが動く現場での自動アノテーションが可能な点に特徴があり、他に同様の技術を提案する企業は存在しない。

●実用化・事業化への道筋と課題

THK 株式会社の作業ロボットにおいては、すでに研究・業務で使われているとともに、アクチュエータ単体としても市場で受け入れられており、年間約 2,000 台が SEED Solutions として出荷されている。この実績で得られた知見を元に、AI 開発者が利用しやすく、さらに身近な軽作業を任せることができるロボットを開発へと展開を予定している。

また、本技術はコンビニやスーパーの品出し作業、工場や物流倉庫などの人の手が必要な仕事現場で活用されるロボット上での AI サービスの提供を想定していたが、現在のところこれらの作業のロボットによる代替が予定より遅れており、引き続きロボット自体の導入に関しても努力を進めている。

|                    |        |        |        |        |   |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---|
| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY | - |
|                    | 79     | 55     | 134    | 87     | - |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |   |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |   |
| 2 件                | 1 件    | 2 件    | 1 件    | 3 件    |   |

| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 自動機械学習による人工知能技術の導入加速に関する研究開発                                                                                                                            | 達成状況 | ◎ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>国立大学法人東北大学<br>国立大学法人東京工業大学<br>学校法人中部大学中部大学<br>国立大学法人横浜国立大学<br>国立大学法人筑波大学<br>大学共同利用機関法人情報・システム研究機構<br>国立大学法人東海国立大学機構<br>株式会社ブレインパッド |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 以下に掲げるアウトプット目標を成果に記載しているように実現しているため。                                                                                                                    |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>人工知能を製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉および物流などの様々な分野に波及させ、市場を拡大すると共に、CO2 排出量を減少させるためには、人工知能の中でも経験や勘、数多くの試行錯誤が必要になってくる深層学習のハイパパラメータ最適化（HPO）やニューラルアーキテクチャの探索（NAS）を自動化し、誰でも使えるようなオープンソースソフトウェア（OSS）として公開すると共に、探索性能を向上させることで人工知能の導入時間を短縮させることが重要である。さらには、実際に一般のユーザに OSS を利用してもらうことで人工知能技術の開発コミュニティを育成することが重要である。</p> <p>これらを実現するために、①ハイパパラメータ多目的最適化の効率化、②ニューラルアーキテクチャサーチと多目的最適化の融合、③知識転移グラフを用いた共同学習による性能向上と新たな知識転移の獲得、④様々なタスクへの導入による性能向上と導入加速、⑤自動機械学習の融合と多目的最適化への応用およびソフトウェア実装、⑥ビジネスサイドからの応用可能性の検証の 6 つの研究サブテーマを立ち上げて研究を進めた。</p> <p>本技術は AI 導入を容易にするための汎用的な技術である。AI の性能を最大限引き出すために必要な試行錯誤の過程を自動化することで、消費電力の削減、CO2 の削減に貢献することができる。また、AI の導入そのものが容易になるため、この技術を活用した AI 導入ソリューションやサービスという新たな市場の創出が期待できる。</p> <p>●アウトプット目標</p> <ul style="list-style-type: none"><li>人工知能技術の導入時間を人手の作業に比べて 10 分の 1 にする。</li><li>ビジネスを想定した 5 つ以上の応用例においてその効果を検証する。<br/>（その中の 2 つ以上は本インテグレートで技術開発に採択されたもので検証する）</li><li>成果を OSS として公開するとともに実際に利用してもらうことでコミュニティを形成する。</li></ul> <p>●実施体制</p> <p>上記のサブテーマについてそれぞれ</p> <ol style="list-style-type: none"><li>国立大学法人東海国立大学機構・大学共同利用機関法人情報・システム研究機構</li><li>国立大学法人筑波大学・国立大学法人横浜国立大学</li><li>学校法人中部大学中部大学</li><li>国立大学法人東京工業大学・国立大学法人東北大学</li><li>国立研究開発法人産業技術総合研究所</li><li>株式会社ブレインパッド</li></ol> <p>が主に担当する。</p> <p>一方で、本研究では最終的に OSS を作成して公開することが重要であり、担当者が連携してアウトプット目標を達成できるように、お互いに成果やデータやソースコードを共有しながら研究開発を進めた。</p> <p>●成果とその意義</p> <p>まずは、①～⑥のサブテーマについての成果について説明した後に、①～⑥を統合した結果としてのアウトプット目標の達成状況、その意義について順に説明する。</p> |                                                                                                                                                         |      |   |

- ① 多目的ハイパパラメータ最適化に利用するためのベイズ最適化手法の方法論を構築した。また、能動学習・ベイズ最適化・NAS の最適停止による時間短縮の方法を明らかにしてその効果を検証した。
- ② NAS の中でも重み共有型 One-Shot NAS によって構造探索の高速化を行い、探索の不安定性の理論的および実験的原因の解明と緩和策を明らかにした。さらには One-Shot NAS をベースにして、サイズの異なる複数のアーキテクチャを同時に探索可能な技術を開発し、多目的 NAS の高速化を実現した。
- ③ モデルが獲得した知識を別のモデルへ転移する際に、アンサンブル学習の転移を自動設計する手法、半教師あり学習の転移を自動設計する手法、自己教師あり学習した複数のモデルからの転移を同時最適化する手法を明らかにした。
- ④ Transformer のニューラル構造探索を行う手法を提案すると共に、画像認識モデルだけではなく、言語モデルにも適用した。さらには視覚・言語融合タスクのネットワークアーキテクチャを自動設計する手法を検討した。
- ⑤ 他研究テーマの「AI 技術導入の加速とスパイラルアップ技術に関する研究開発」で作成したハイパパラメータを最適化するために開発した OSS である aiaccel を拡張して多目的ベイズ最適化でハイパパラメータ最適化が行えるようにすると共に、確率緩和ベースの One-Shot NAS を利用できるようにすることで、ハイパパラメータ最適化と NAS を同時に行うことができるようにした。
- ⑥ これまでに行ってきた実問題を想定した 2 種類の画像識別問題（自動車の車種の識別および不動産の物件内覧画像の識別）、および食料品の異物検知のデータセットを作成すると共に、これらの問題において目標精度を上回るようなモデルを実際に人手で作成し、その作業時間を計測し、開発した自動化手法を評価するためのベースラインを作成した。

このように①～⑥の研究を統合することで人工知能技術の導入時間が人手の作業に比べて 10 分の 1 になったかどうかを検証可能である。自動車の車種の識別問題では HP0 によって人手の作業の 6 分の 1 の時間に、NAS によって 40 分の 1 の時間に短縮することができた。不動産の識別では HP0 によって 10 分の 1 に、NAS によって 18 分の 1 に短縮することができた。さらには HP0 と NAS を組合せて同時に行うことで、人手で調整を行うよりも短い時間で 3%および 0.5%の識別精度の向上を実現することができた。このように目標として掲げた「人工知能技術の導入時間を人手の作業に比べて 10 分の 1 にする」を達成し、さらに時間をかけることで人手の作業よりもよいモデルを作成可能であることを明らかにした。

また、このような HP0 や NAS の効果について、画像識別の問題、異常検知の問題、言語の問題、視覚・言語融合タスク、本インテグレートの他のテーマの課題で評価し、有用であることを確認した。さらには他研究テーマの題材においても評価を行った。

さらには、本 OSS は HP0 や NAS の技術単位をモジュール化することで開発者がそれぞれのモジュールを切り分けて開発しやすくなるように設計した。そして本テーマの成果を活用し、その普及・拡充を目的とした新たな試みとして、AI 導入加速導入モジュールのコンテストを 2 回開催した。特に 2 回目は応用に想定しているような画像識別の効果的な事前学習モデルを作成するための自然画像を使わないデータセットを作成するためのコンテストとすることで AI 開発のためのコミュニティを育て、作ることに大きく貢献した。

さらには本研究では OSS として研究開発成果を公開するという意義だけではなく以下の 2 点で日本の学会に大きな意義があったと考えている。

- ・ 国内トップクラスの研究者が連携することによって、ICML、AAAI、NeurIPS、GECCO などの機械学習や人工知能のトップ会議に採択され発表したこと。
- ・ 本研究を通して研究実施者自身が大規模に計算機を回すための実践力を身に着けることができ、この後に急速に発展してきた生成 AI や大規模汎用モデルの研究を進めるための先駆けとなったこと。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

本研究は基盤の技術を OSS として公開するという目標を実現しており事業化にはなっていないが、ある意味での実用化は既に実現済みである。一方でこのような OSS は周囲の計算機環境やライブラリのアップデートに対応していく必要があり、そのための継続的な予算や人員の確保が大きな課題である。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY | - |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---|
|                    | 190    | 221    | 243    | 228    | - |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |   |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |   |
| 0 件                | 18 件   | 69 件   | 0 件    | 1 件    |   |

#### 4.3. 研究開発項目②：人工知能技術の適用領域を広げる研究開発のうちの、 ②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

|         |                                                                                        |      |   |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現                                            | 達成状況 | ◎ |
| 実施者名    | (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所<br>住友重機械ハイマテックス (株)                                                |      |   |
| 達成状況の根拠 | ① AI 条件推奨システムにより新規製品の開発期間半減を実現した。<br>② AI モニタリングシステムにより、レーザ溶接の加工品質分類と欠陥原因推定を目標精度で達成した。 |      |   |

##### ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

レーザ粉体肉盛やレーザ溶接など広く製造業で使用されている高出力のレーザ加工機には多くの加工パラメータの設定が必要である。このため要求仕様を満足する加工条件の選定には長時間を要する。さらに、加工に伴う光学部品の経時劣化や被加工材の精度ばらつき、環境因子の変動などにより加工品質の変動が生じる。これらの条件変動に対して品質変動の少ない(いわゆるロバストの高い)適正条件の設定や、品質変動が生じた際の良否判定や原因究明には熟練技術者であっても時間を要することが、レーザ加工の適用を拡大させるための課題である。

このような背景から、本プロジェクトではレーザ加工の普及を目的とし、2 項目の開発に取り組んだ。一つは要求仕様を入力すると推奨条件を導出する AI 条件推奨システムである。もう一つは推奨条件からの逸脱検出と原因特定を行う AI モニタリングシステムである。

条件推奨システムの活用により、試行錯誤に伴う設備稼働時間の短縮や試験片による評価試験数の低減が図れる。またモニタリングシステムを活用し不良品の流出を抑えることで、不具合が発生した場合には結果的に無駄となるレーザ加工後の工程を抑制することが可能となる。このような条件選定時における試行錯誤の低減や不良品流出防止による完成品に寄与しない作業の防止により、二酸化炭素の排出量を削減できる。

一方、ものづくり現場では熟練技術者不足により、自動機へのニーズが高い。条件推奨機能や不良品流出防止機能を備えた加工機は、レーザ加工だけでなくマシニングセンタにおける切削加工などの他の加工分野へも広く展開され、新たな市場を創出することが期待される。

##### ●アウトプット目標

##### AI 条件推奨システム

要求仕様を入力すると、ロバスト性の高い推奨条件を可視化して出力するシステムの構築。

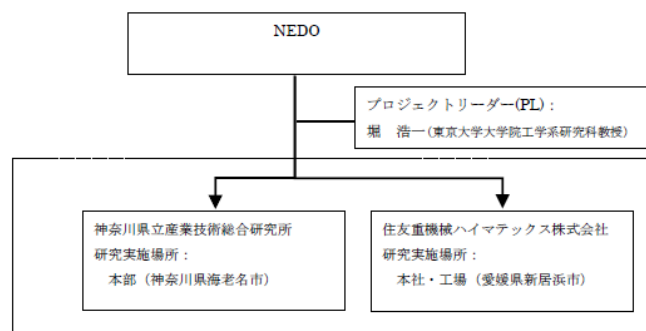
肉盛においては硬質肉盛層形成を目的に、鉄鋼粉末、コバルト系合金粉末および硬質化合物(炭化タングステン)と合金との混合粉末を対象とし主要な組成を網羅する。設備においては、比較的広い肉盛領域を対象とする設備(スポット径:数 mm)から微細領域を対象とする設備(スポット径:サブ mm)までを網羅し、粉末組成と設備面における現行の硬質肉盛層形成のニーズを概ねカバーできることを目標とする。また、実製品の施工における開発期間を半減にすることも目標とする。

溶接においては、施工事例が多い二枚の薄板を重ねて接合する継手形状を対象とし、広く使用されるステンレス鋼および今後の利用が増大する見通しの銅合金を対象としたシステムを構築する。

##### AI モニタリングシステム

ロバスト性の高い条件での連続生産において、推奨条件からの逸脱検出とその原因を予測するシステムの構築。レーザ照射点の発光強度が強く情報量が多い溶接を主対象とし、連続生産において所定の検出精度を有するシステムを構築する。

##### ●実施体制



## ●成果とその意義

### AI 条件推奨システム

要求仕様に対応したロバスト性の高い加工条件を、技術者への納得性に優れたカラー等高線グラフによって提案できる機能を開発した。この条件推奨システムでは、3種類の粉体肉盛およびレーザ溶接において、同一コードで計算できることを確認した。

本成果の意義は、トレードオフの関係にある品質と特性を総合的に考慮したロバスト性の高い条件を推奨できることにある。品質と特性に対し個別に重みを設定することで、製品ごとの異なる要求仕様に対し個々に重みを設定しそれに対応した条件を出力することができる。また近年レーザビームの集光性が向上し、円運動を併用することで、広く普及している近赤外波長のレーザ溶接では適用困難とされていた銅合金への適用が可能になりつつある。円運動に関する加工条件が新たに追加されているが、これまで具体的に把握できていなかった円運動の溶接部品質へ及ぼす影響を視覚化できるようになった。このことにより、EV バッテリーの端子などに使用されている銅合金への溶接において、他の波長のレーザ溶接機より設備価格が低い近赤外波長のレーザ溶接機の適用が進むことが期待される。

### AI モニタリングシステム

レーザ溶接に対しては、ロバスト性の高い加工条件域からの逸脱検出と逸脱原因を特定できた。

本成果の意義は、薄板材のレーザ溶接工程でモニタリングシステムをインライン化することで、レーザ部品の不良品流出を図ることが期待できることである。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

### AI 条件推奨システム

肉盛において受託加工会社や装置メーカーでの活用が想定される。課題としては、学習用データの取得コストが挙げられる。さらに、評価試験における利便性からデータ取得には平板状小型試験片を使用することが多いが、実機施工品との寸法や形状の差が大きいためという課題もある。寸法差は繰り返しの肉盛に伴う蓄熱によるワークの温度差につながり、硬さなどの特性が異なる原因となる。また形状差は肉盛層に生じる応力分布の差につながり、割れ発生と関連づけられる。実用化に際しこれらの差異への対処方法の構築が課題である。寸法および形状に対応した新たな説明変数の追加または説明変数の変換などが必要となる。

肉盛装置メーカーでの利用としては、上記の寸法および形状差異への課題から、小型試験片での温度や応力分布に近い比較的単純な形状に対する用途に限定した加工条件の作成が想定される。その際、本システムで開発した加工条件が品質と特性に及ぼす影響を視覚化した等高線表示や条件推奨が活用されることが期待される。

溶接においては、学習用データの取得コストは肉盛よりは低いため、溶接への適用が先行することが想定される。モニタリングシステムとの併用により量産品の品質管理が厳しい業界（例えば自動車メーカー、コピー機などの業務用機械器具メーカー）での活用が期待される。また溶接装置メーカーにおいて、材質と板厚の組み合わせに対する条件表作成や加工条件が品質と特性に及ぼす影響を視覚化、さらに条件推奨システムの設備への組み込みが期待される。事業化に意欲のある企業の選定が課題である。

### AI モニタリングシステム

上記で述べたように AI 条件推奨システムと組み合わせ、レーザ溶接分野において量産品メーカーにおける製造現場での活用が期待される。課題は、現行のシステムではデータ保存と解析はワークステーションを使用しており、インプロセスでの良否判定までには至っていないことである。ソフトウェアの軽量化および処理装置のインライン化が課題である。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 40     | 39     | 18     | 27     | 15     |

## ●特許出願及び論文発表

| 特許出願 | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他  |
|------|------|-------|------|------|
| 2 件  | 2 件  | 11 件  | 4 件  | 16 件 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                             |      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤の構築                                                                                                  | 達成状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 国立大学法人東京大学<br>株式会社レクサー・リサーチ<br>株式会社デンソー<br>株式会社岐阜多田精機<br>大学共同利用機関法人情報・システム研究機構<br>国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>学校法人早稲田大学                            |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 主要なターゲットである組立生産システムおよび金型生産システムの効率化に関して、複数の具体的な数値目標を達成した。さらに、構築した AI アルゴリズム・プラットフォームでは、開発した知識記述手法を背景とした問題解決メソッドを実装し、それらの有効性を実際の生産・金型領域で検証した。 |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>Industry 4.0 の時代には、生産システムは ICT・IoT・ロボット技術を積極的に活用し、多品種かつ大量生産に対応できる柔軟性が求められる。日本の生産システムでは、これまで「研ぎ澄まされた現場力（製造に関わる人達のスキル、暗黙知）」によって競争力を維持してきた。今後は、この暗黙知を形式知化し、グローバルな基準に対応できる生産現場を構築することが重要となる。</p> <p>本テーマの目的は、「生産システムシミュレーション技術」と「データ間の関係を適切にマッピングできる仮説導出推論技術」を組み合わせた AI アルゴリズムを開発し、その機能を実装した AI プラットフォームを構築することである。このプラットフォームは、組立工場の特定期間ラインや、金型ネットワーク工場の特定期間加工ゾーンにおける稼働率を向上させることを目指す。また、単に稼働率の向上にとどまらず、作業者の熟練度の向上や人材育成にも貢献することが期待される。</p> <p>本テーマの成果がもたらす生産システムの効率化は、プロジェクトアウトカム目標である CO2 排出量の削減に直接的に寄与する。特に、知識抽出技術やスケジューリング技術は、製造業だけでなく、建築・土木、物流分野等へも応用可能であり、さらなる CO2 排出量の削減が見込まれる。加えて、これまで人工知能の導入が難しかった分野にも対応できる AI プラットフォームを構築することで、人工知能関連産業の新規市場を開拓し、先駆者としての市場獲得も期待される。</p> |                                                                                                                                             |      |   |
| <p>●アウトプット目標</p> <p>組立生産システム、金型生産システム、AI アルゴリズム・プラットフォームに対し、それぞれ具体的な目標を設定した。</p> <p>組立生産システム：IoT データと AI によるカイゼンプロセス支援システムを用いることにより、特定ライン全体の稼働率の 30%向上が実現される。組立工場における特定ライン全体の稼働率を、30%向上する。</p> <p>金型生産システム：熟練者の知識体系化の仕組みが構築され、再委託先含むメンバー企業の工場の正味稼働時間 30%向上が実現される。開発されたシステムを業界標準化し、ビジネスも開始される。</p> <p>AI アルゴリズム・プラットフォーム：人間と AI の活動を統合的に記述するフレームワーク（PD3）に基づき、知識処理による意思決定を支援する基本メソッド開発と組立、金型向けの基本メソッドを実装し、実務において利用して、組立および金型生産システムのゴールを実現する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                             |      |   |
| <p>●実施体制</p> <p>東京大学、レクサー・リサーチ、デンソー、岐阜多田精機、国立情報学研究所、産業技術総合研究所、早稲田大学の 7 組織の協調により、組立システム・金型システムにおける実証検証、暗黙知からの技能抽出と記述、その AI 化、プラットフォーム化を一貫して遂行する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                             |      |   |
| <p>●成果とその意義</p> <p>組立生産システムでは、作業者のカイゼン活動をデータや AI で支援するエンジニアリングナビゲーションシステムとその主要な要素を開発した。評価実験では、非熟練者が熟練者と同等の計画立案を従来比で 40%効率良く実施できることが確認された。</p> <p>金型生産システムでは、金型工場管理者の運用知識を体系化し、それをシミュレーション技術に組み込んだスケジューラを中核とする金型生産システムを開発・導入した。このシステムは、実際の工場運用の 3 ヶ月先までの全工程を計画し、20 年度比でリードタイムを 43%削減することに成功した。構築したシステムは既に実運用されている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |      |   |

AI アルゴリズム・プラットフォームでは、知識記述系および実行系を支える AI プラットフォームコアを体系化し、知識記述の新たな手法を開発した。組立および金型領域向けにそれぞれ 3 つの問題解決メソッドを実装し、それらの効果は実際に組立および金型領域で検証された。

本テーマでの組立および金型生産システムにおける研究開発では、当初の数値目標を超える良好な検証結果が得られた。構築された AI アルゴリズム・プラットフォームは、目標の機能を実装したうえで、実務において効果を検証できた。Horizon 2020 のような Industry 4.0 のコンセプトを推進する他のプログラムでは、生産や流通の自動化やバーチャル化による生産性の向上が主眼であった。一方で本テーマは、日本独自のリーンでムダを削ぎ落した高度システムを支える熟練者の知識を活用することに重点を置いた。これにより、単なるシステムの近代化にとどまらず、長年蓄積されてきた現場の知識や技術を抽出し、より高度な意思決定の支援や熟練技術の強化を実現できる。構築されたプラットフォームが、日本の製造業のさらなる競争力向上に貢献することが期待される。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

事業化へ向けては、レクサー・リサーチを事業化主体とし、各組織が協力して進める体制で臨む。提供する製品・サービスとして、以下を計画している。

- ① エンジニアリングナビゲーションクラウド。問題解決ナビゲーション単独での利用に加え、後述の②や③と組み合わせた業務ベースのナビゲーションとして販売する。
- ② 各社への適用開発およびコンサルティング。①に加え、企業ごとの設備や生産システムの固有の課題に対応するためのカスタマイズ可能な拡張パッケージを販売する。
- ③ 金型スケジューリングシステム。金型製造領域に特化し、従来のスケジューリングと異なるモデルベースのシステムを提供する。

製造業の現場は、企業ごとに製造工法や生産プロセス、生産品目が異なるだけでなく、ライン変更や新製品の投入等が頻繁に行われる、いわば問題空間の常に変わる領域である。サイバーフィジカルでの現場の把握と併せて、専門家の知識を用いることで、非専門家であっても問題解決を進めることができるアプローチが考えられる。

| ●期間・予算<br>(単位: 百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 140    | 127    | 105    | 145    | 82     |
| ●特許出願及び論文発表         |        |        |        |        |        |
| 特許出願                | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |        |
| 2 件                 | 3 件    | 25 件   | 0 件    | 6 件    |        |

|         |                                                                                                                                            |      |   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善                                                                                                             | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | 国立大学法人信州大学<br>JUKI 株式会社                                                                                                                    |      |   |
| 達成状況の根拠 | 研究開発成果の一部が実用化に向けて再設計フェーズに入っていることと、本テーマの研究開発成果が生産性の変化に与える影響を試算したところ、特に余裕率と編成効率を改善できることがわかり、プロジェクト全体で目標としている生産性向上に関して日産量の観点で達成できる見込みが得られたため。 |      |   |

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

本研究開発では、布や紐を代表とした、物理的ふるまいを計算機上でシミュレートすることが困難な物体をモデル化難物体と称した。そして、縫製作業においてモデル化難物体を加工し製品にする工程を対象とし、その生産性向上を目的とした研究開発をおこなった。主な研究開発項目は次の通りであった。

A) 加工作業のセンシングシステムの研究開発：熟練者および非熟練者がモデル化難物体の加工作業をしている最中に、技能の分析に必要なデータを収集した。そのために、作業者および周囲環境に取り付けて使用するセンシングシステムの開発をおこなった。

B) 加工技能の抽出と作業のモデル化：上記 A) を用いて取得したセンサデータから、作業者の行動要素を識別可能にし、作業工程が順調に進んでいるか否かなどを判断するためのシステムを実装した。また、モデル化難物体の操作と、それに伴う物体のふるまいから、「操作」と「操作対象の状態変化」の関係をモデル化し、実際の自動機械による布製品操作において効果を確かめた。

C) 非熟練者に操作技能の早期獲得訓練手法の研究開発：上記 B) の結果に基づいて、非熟練者の作業技能を短期間に高めるための方策を立てることを試みた。熟練者と非熟練者の違いを見出すため、縫製作業の計測データを工程分割したり、指先運動データとして可視化し、作業の質を視覚・力覚の観点から評価できるようにした。

D) 加工工程の適切な分類と分担：縫製工程の記録や作業者データの取得および分析に基づき、自動化しやすい工程を判断した。それをベースとして、作業者が作業状況を確認しながら作業を進めることを想定した情報提示システムを実装した。また、縫製や布部品運搬に関する自動機の構築をおこなった。

E) 加工工程におけるロス低減方策の推薦システムの研究開発：製造ミスによる廃棄品の出方やそれらのミスの原因を明らかにするために、工程診断データの取得とその分析をおこない、稼働効率の向上に寄与する工程の洗い出しをおこなった。それをベースとして、作業のもれやミスを作業者自身が気付くようにするための機能を実装し、上記 D) のシステムに組み込んだ。

以上の活動により、人工知能モジュールを含む作業支援装置や自動化装置を他に先駆けて開発することで、縫製分野での人員削減による CO2 削減効果や、人工知能関連産業の新規市場の獲得を目指した。

●アウトプット目標

縫製工場での活用を目指す技術として、A)～E) の成果を取り入れた下記項目についてアウトプット目標を設定した。

- 裁断後の布部品から部品束を作成：適切な方式を提案し、ハードウェアシステムを構築し、縫製工場に準じた環境において実証実験および評価をおこなう。
- 布部品の置き置きと縫製の作業支援：単純繰り返し作業である布部品のミシンへの提供を自動化可能にする。柔軟布部品の縫い合わせ作業の脱技能化につながる技術を示す。
- 布部品の縫製動作の計測とモデル化、非熟練者訓練への活用：縫製関連作業において、計算機上で使用できる布モデルを提案し、それを布生地置き置き作業などの自動化へ活用する。また、縫製作業を適切に計測するための仕組みを構築し、映像や指先力の時系列データから製造工程を自動で認識可能にする。また、オペレータが使用する工程表示システムを開発する。
- 製造作業の質改善：縫製工場の現状の製造工程評価と、本研究開発で得られた自動化技術および支援技術の存在を考慮し、開発技術を現場導入したときの生産性向上について試算する。

●実施体制

本研究開発は、前半 2 年間は国立大学法人信州大学と富士紡ホールディングスの 2 者で協働して推進した。後半の 3 年間は信州大学のみで委託を受け、再委託先として JUKI 株式会社に加わり、実質的にはこの 2 者で協働した。後半期について言えば、まず研究開発の推進上で必要となる情報やそれを得る機会を JUKI 株式会社が提供し、上記 A)～E) の研究開発を主に信州大学で担当した。信州大学側の技術が一定程度固まってきたところでその内容を JUKI 株式会社と共有し、現場でのデータ収集に活用したり、実用化

に向けた技術の再整理をおこなった。

●成果とその意義

- アウトプット目標の1について、布部品の安定的に取り置き可能にするロボットハンドを製作し、実際の綿布等を対象とした実験で評価した。作業時間・成功率・無人化率の観点から、生産性向上の見込みがあることを確認した。
- 2については、オペレータ側に複雑な操作を求めない方式として、ミシンへの布送りを自動化するための機械指およびその制御方式を構築した。不織布の立体縫い合わせや柔らかい布生地 of 縫い合わせにおいて有用性を検証し、脱技能効果において生産性向上の見込みがあることを確認した。
- 3については、布部品を計測したデータからその形状を正確に推定する方法や、その機能を活用して自動機が操作計画を立てる方法を構築した。また、オペレータがミシンで縫製作業をしている最中に映像および指先力でその様子を計測し、得られたデータから作業の時系列分類をおこなう方法を構築した。その分類結果の活用先として、オペレータへの現在工程提示システムを実装した。以上の成果によって、間違いの早期発見や打ち合わせ時間削減の可能性があることを確認した。
- 4については、協力工場の工場診断の結果から、本研究開発で直接着手している技術に限らず生産性向上が可能な事項とその効果を試算した。結果として、研究開発成果を適切に取り入れることで、間違いの早期発見や打ち合わせ時間削減によって生産性向上の可能性があることがわかった。

上記の成果が縫製ラインに適用された場合をシミュレーションし、生産性の変化を試算したところ、特に余裕率と編成効率を改善できることがわかった。プロジェクト全体で目標としている生産性 30%向上に関しては、布製品の日産量の観点で達成できる見込みがある。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究開発では複数の研究開発テーマを並行して進めたため、いくつかの技術については実用化の見込みがある。一つは上記1に示した布生地取り置き装置である。大学側での基礎検討が終わり、仕様を整理して再設計している段階にある。また、2の縫製支援装置についても大学側の知見に基づく制御システムが構築され、軽く柔らかな布生地を扱えるようになった。これらは従来の自動機にはなかった機能を提供した成果であり、適切なスケジュールを立てて開発を進めていけば、実用化は十分に可能と考える。

また、3で開発したシステムは、作業間違いの防止や非熟練者訓練に活用できる技術であり、縫製業サイドからは求められている技術である。より適切な AI 技術を開発して識別率を向上させていくことが課題であるが、その技術的障壁を一定程度クリアできれば、本来すべてが人手であったプロセスの一部を自動化し、省人化に寄与できると考えられる。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 42     | 40     | 23     | 35     | 27     |

●特許出願及び論文発表

| 特許出願 | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
|------|------|-------|------|-----|
| 2 件  | 23 件 | 47 件  | 4 件  | 0 件 |

|         |                                                                                                                   |      |   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | 熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発                                                                         | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | SOLIZE 株式会社<br>株式会社レトリバ<br>産業技術総合研究所                                                                              |      |   |
| 達成状況の根拠 | ・協力企業からの種々のフィードバックに対応し、実用化システムを構築するには十分なフレームワークとしてまとまった<br>・プロジェクト途中で LLM の台頭があったものの、無理に LLM を使わない手法も十分にありうると示せた。 |      |   |

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

製造業、特に自動車産業において CASE に表されるように製品概念の大きな変革が求められる一方、その開発現場では設計品質のレビューやベテラン指摘への依存度は以前に増して高くなり、設計時間/期間の増加や検討漏れによる手戻りの発生など生産性の問題が起きている。

本研究ではベテラン設計者の暗黙知・属人知となっているノウハウを、人工知能技術を適用した仕組みで再現して設計業務に活用することで、これらの問題を解決すると共に、企業・産業分野を跨いで展開可能な基盤技術を獲得することを目的とする。

本成果を事業化することで、設計の手戻りによる試作のやり直し、最悪リコールが発生した場合の新たな部品の用意、リコール対処の部品の回収などが低減され、それらの過程で発生する CO2 や必要な原材料などの資源を削減することができる。

また、本成果は手始めに自動車産業から展開することを考えているが、他産業も含め広く設計現場へ適用することが可能であり、新たな設計ソリューション・サービスを創出することが期待できる。

●アウトプット目標

「設計リスク評価支援のアプリケーション構築」と「推論エンジン構築のための研究開発」と「知識ベース構築のための研究開発」と「提供プラットフォーム構築のための研究開発」を通じた実用化開発と実務適用を評価・検証して、設計工程の生産性、特に設計手戻り工数の 30%改善を示すことを目標とする。

●実施体制

研究開発パート①：「設計リスク評価支援のアプリケーション構築」のための研究開発（株式会社レトリバ）

研究開発パート②：「推論エンジン構築」のための研究開発（株式会社レトリバ）

研究開発パート③：「知識ベース構築」のための研究開発

③-1：知識構造化基盤技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

③-1-(1) 熟練設計者暗黙知の目的指向知識構造化（産総研、兵庫県立大）

③-1-(2) オントロジーの構築とデータ連結（産総研、立命館大、兵庫県立大、東工大）

③-1-(2)-1 「設計に関する文書検索への機能知識体系の利活用」（兵庫県立大学）

③-1-(2)-2 「不具合事象の種類と組織化に関するオントロジー的考察」（立命館大）

③-1-(2)-3 「自然言語処理を用いた、構造化知識の自動生成」（東京工業大学）

③-1-(3) 対話 AI による知識構築・流通支援の仕様設計（産総研、千葉工業大学）

③-1-(3)-1 対話 AI による知識構築・流通支援の仕様設計（千葉工大）

③-1-(3)-2 「対話 AI による知識構築・流通支援の仕様設計」（産総研、北陸先端大）

③-2：知識構造化基盤技術に基づいた知識ベース構築と知識ベース構築システムの開発（SOLIZE 株式会社）

研究開発パート④：「提供プラットフォーム構築」のための研究開発（SOLIZE 株式会社）

●成果とその意義

社内に蓄積された技術文書を知識獲得と呼ぶ一連の自然言語処理技術によって再利用性の高いデータに加工すると同時に、その中に含まれる語彙を設計者の観点で“もの”と“こと”に代表される種々のカテゴリーに分類し、データにタグ付けを行うことによって、検索・抽出して活用する際には各観点(カテゴリー)を用いたピンポイントの抽出を実現し、更に各カテゴリーの中で語彙を拡張することで、類似するデータを漏れなく抽出する技術基盤を獲得できた。

協力企業で、ある 1 年に市場に流出してしまった不適合事例(19 件)を対象に検証を行い、当時過去事例に辿り着ければ気づけた可能性がある事例(5 件)の全てに対して、今回の仕組みで類似事例を提示するこ

とが出来た。またそのうちの 40%(2 件)ではノイズも少なく抽出でき、当時気づきに繋がった可能性が高いと判断された。

不適合が市場に流出することは昨今の自動車産業で部品共用化などが進む状況で金銭的にも工数的にも 1 件あたりのインパクトが非常に大きく、気づきに繋がる価値を協力企業から評価された。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

評価では一定の成果が確認できたものの、仕組みの中にデータを取り込み、含まれる語彙をカテゴリー分けしながら辞書に登録する工数は決して小さくなく、協力企業が本格的に導入する障壁となった。

しかし企業/設計領域によっては扱うデータの種類、データ量は様々であり、データの取り込みや辞書構築の工数を許容できる顧客から実用化を進めることとした。プロジェクト完了に続いて製品版のリリースを行い、予め引き合いを頂いていた規模の大きな数社に対して導入活動を開始した。これらの先行導入企業と共に前述の課題の解決を図り、より多くの企業や別部門への展開に繋げる計画である。

更にユーザ自身で導入可能にすることでライセンス販売のみによる拡大や、他ベンダーに対する API 提供、知識ベース提供、自動車産業以外への展開にも繋げていく。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 360    | 482    | 404    | 559    | 447    |

| ●特許出願及び論文発表 |      |       |      |     |
|-------------|------|-------|------|-----|
| 特許出願        | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
| 1 件         | 12 件 | 45 件  | 1 件  | 1 件 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                               |      |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 曲面形成の生産現場を革新するA I 線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究開発 | 達成状況 | ◎ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 公立大学法人大阪 大阪公立大学<br>ジャパン マリンユナイテッド株式会社         |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 下記記載のアウトプット目標を達成したため。                         |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>船舶やインフラ構造物における大型鋼板の曲面形成には「線状加熱」と呼ばれる加工技術が用いられている。線状加熱は大型鋼板の表面をガストーチ等で線状に加熱しつつ、ホースで水をかけて急速冷却する作業を繰り返すもので、経験と勘にたよった「匠の技」であり、その「匠の技」を次の世代に伝えて行くことが喫緊の課題である。</p> <p>本事業では、線状加熱の熟練者が有する幅広い知識や経験をモデル化すると共に、超高速な理想化陽解法FEM やAI とインテグレートして、非熟練者を支援する人工知能技術を開発し、生産性向上につなげることを目的としている。加えて、人間による作業という制約を外した自動線状加熱装置を開発し、熟練作業者を超える線状加熱を実現して、曲面形成の生産現場を革新することも目的としている。</p> <p>本プロジェクトのアウトカムとしては、以下の点が考えられる。AI が正確かつ効率の良い加熱法案を提示することで、加工工程が効率化される、加工工程のやり直しが減ることで、加工に使うガスや水を減らすことができ、結果的に CO2 削減につなげることができる。また、造船コスト低減に伴う、高付加価値化、国際競争力が向上、などが期待できる。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>①造船現場の熟練作業者が有する幅広い知識や経験、いわゆる匠の技をモデル化し、不足データに関しては高速解析を基にデータベースを作成し、ニューラルネットワークを使って AI 線状加熱方案算出アルゴリズムを開発する。</p> <p>次に、AI 線状加熱方案算出アルゴリズムと 3D 計測システム、MR デバイスを使った AI 線状加熱方案教示システムをインテグレートした線状加熱支援システム（AI 加熱方案）を開発し、非熟練作業者でも本支援システムを使用すれば、高度な線状加熱が出来るようにする。</p> <p>②AI 線状加熱方案生成システムと 3D 計測システム、多条線状加熱をインテグレートした自走式で小型の AI 線状加熱ロボットを開発し、熟練作業者と同等、或いはそれ以上の曲げ加工精度を達成（目標は方案精度±2.5 mm、加工精度は±5 mm（補足）し、造船のボトルネック工程である曲りブロック組立工程と合わせた現場工数を 30%改善する。</p> <p>●実施体制</p> <p>①線状加熱支援システム（AI 加熱方案）の開発</p> <p>(1-1)：仕様検討（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>(1-2)：FEM ソフトウェアの研究開発（大阪公立大学）</p> <p>(1-3)：熟練作業者の暗黙知を活用した AI の研究（大阪公立大学）</p> <p>(1-4)：熟練作業者の線状加熱データベースの構築（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>(1-5)：形状計測システムの研究開発（大阪公立大学）</p> <p>(1-6)：曲げ形状の計測と計測結果の教示システムの開発（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>(1-7)：AI 線状加熱方案の教示システムの開発（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>(1-8)：AI 加熱方案の評価（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>②小型 AI 線状加熱ロボットの開発</p> <p>(2-1)：仕様検討（ジャパンマリンユナイテッド株式会社、大阪公立大学）</p> <p>(2-2)：FEM ソフトウェアの研究開発（大阪公立大学）</p> <p>(2-3)：熟練作業者の暗黙知を活用した AI の研究開発（大阪公立大学）</p> <p>(2-4)：実験室レベルの実証試験（ジャパンマリンユナイテッド株式会社、大阪公立大学）</p> <p>(2-5)：大型試験体を用いた実証試験（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）</p> <p>●成果とその意義</p> <p>外板曲げ加工精度の重要なファクターである加熱方案(目的形状に曲げるための加熱位置と加熱条件)の精度を向上させるために、シミュレーション技術と AI 技術を融合し、これまで作業者の経験、ノウハウ</p> |                                               |      |   |

に依存してきた加熱方案を自動生成する AI 加熱方案生成システムと、その加熱方案に従って鋼板上を自由に走行可能な小型自動加熱ロボット、非熟練作業でもその加熱方案を正確に施工可能な AR 板曲げ作業支援システムを開発した。

小型自動加熱ロボットについては、造船の宿命でもある操業の山谷に対しても柔軟に対応可能で、一人多台持ちにより処理能力（生産性）は確実に向上する。また、線状加熱の初心者が AR 板曲げ作業支援システムを活用することにより効率的に技能伝承も可能となる。

また、大型の鉄板の加工結果の 3 次元形状を瞬時に測定するシステムも開発し、線状加熱全体のプロセスの全体を効率化に貢献した。

今回、大阪公立大学の学生が、企業の実問題に触れることで、モチベーション高く研究を進め、論文投稿の量質とも向上し、学内外の表彰も多数受けることができた。人材育成という観点でも大きな意義があったと考えている。

#### ●実用化・事業化への道筋と課題

今回のプロジェクトにより、高い品質の線状加熱方案が出力できるようになり、現場への本格適用を検討している。プロジェクト終了後も、ジャパンマリンユナイテッドと大阪公立大学との連携を継続しており、新たな技術開発も進めている。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2019FY | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 41     | 57     | 55     | 74     | 32     |

| ●特許出願及び論文発表 |      |       |      |     |
|-------------|------|-------|------|-----|
| 特許出願        | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
| 2 件         | 2 件  | 41 件  | 2 件  | 2 件 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                      |      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 最適な加工システムを構築するサイバーカットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発                                                                                                            | 達成状況 | ○ |
| 実施者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 株式会社ナガセインテグレックス<br>国立研究開発法人理化学研究所<br>国立大学法人北海道大学<br>株式会社シギヤ精機製作所<br>牧野フライス精機株式会社<br>ミクロン精密株式会社                                                       |      |   |
| 達成状況の根拠                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ・研削盤メーカー4社での単体テストに於いて30%以上の生産性向上を達成した。<br>・研削盤メーカー4社での総合テストに於いて最大で93.6%の時間短縮を達成した。<br>・技術育成期間の短縮は適切な習熟度の定義ができなかったが、従来にはなかった非熟練者の教科書的に使用できる仕組みを構築できた。 |      |   |
| <p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>&lt;背景&gt;</p> <p>・研削加工は我が国の主要産業の超高精度加工領域で用いられ、特に難削材の加工では他の加工原理では達成できない加工精度と加工品質を得ることができる唯一の加工方法である。</p> <p>・高精度な研削加工を行うためには熟練技術者による多くの加工パラメータの調整と加工状態を察知して加工に介入することで達成されてきたが、熟練技術者と技術継承すべき若手技術者が同時に減少する状況下に於いて、将来的に加工技術の存続が危ぶまれる状況に陥る可能性が高まっている。</p> <p>かかる状況にもかかわらず、研削加工に対する加工精度の要求は厳しくなる一方である。</p> <p>&lt;目的&gt;</p> <p>・現在は研削加工で最も多くの時間を要する加工システムを決めるための試加工の削減、加工中の状況変化を検知による加工不具合の削減、さらに効率良く高精度な加工を従来よりも短時間での達成が求められており、加工を支援する人工知能技術を開発することで研削加工の諸問題の解決を目指す。</p> <p>&lt;プロジェクトアウトカム目標との関係&gt;</p> <p>・前述のとおり研削加工は高度な加工結果を出すために加工室の温度制御などに多くの電力使用が不可欠となっていることから、AIの開発により試加工回数削減、加工不具合の削減、効率の良い高精度加工の実現により消費電力の削減を狙うことで、アウトカム目標の達成に貢献する。</p> <p>・年間約3000台生産される数値制御研削盤の5%をAI研削盤化することで売り上げ増につながる。</p> <p>年間約64000台生産される数値制御工作機械の1%にAIを搭載することで売り上げ増につながる。</p> <p>その他のサービスの事業化により約50億程度の市場が獲得できると考えられる。</p> |                                                                                                                                                      |      |   |
| <p>●アウトプット目標</p> <p>&lt;最終目標&gt;</p> <p>①加工結果評価を含む全体工程の生産性を40%向上させる。</p> <p>②各社が別途定める特定の加工要件に対し、最低限機械操作ができる程度の作業者に対する技術育成期間の差を最終的に40%向上させる。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                      |      |   |
| <p>●実施体制</p> <p>①サイバーカットシステム搭載型各種研削盤開発</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・株式会社シギヤ精機製作所：円筒研削盤</li><li>・株式会社ナガセインテグレックス：成形平面研削盤</li><li>・牧野フライス精機株式会社：工具研削盤</li><li>・ミクロン精密株式会社：心なし研削盤</li></ul> <p>②存在確認分布アルゴリズム開発</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・国立大学法人北海道大学</li></ul> <p>③各種研削盤に於ける評価、検証</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・国立研究開発法人理化学研究所</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                      |      |   |
| <p>●成果とその意義</p> <p>&lt;成果&gt;</p> <p>(1)生産性の向上</p> <p>①加工システム構築 AI</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・4社の研削盤メーカー間では差はあったが総合試験の7件中5件で30%以上の生産性向上が確認され、</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                      |      |   |

- 最も効果が高かった事例ではシステムを使用することで93.6%の時間短縮を達成することができた。
- ・従来の常識では加工要求を達成できないと考えられる条件をシステムが提示した事例では、加工要求を満足出来ないとの予測に反して加工要求を達成した上で23%の時間を短縮することができた。
- この点はシステムが従来の常識を覆す条件を提示できる可能性を示しているものと考えられる。

## ②加工条件最適 AI

- ・4社の研削盤メーカー間では差はあったが総合試験の7件中2件で40%の正解率を得ることができた。単体試験ではいずれも約70%以上の正解率を得ていたが、総合試験では不具合が発生しなかったことから明確な効果の確認に至らなかった。これは不具合が発生しない加工条件を加工システム構築 AI が提示したことにより不具合が発生せず、加工条件最適 AI が機能できなかったとも考えられることから、加工条件最適 AI の検証方法の最適化が必要であることがわかった。

## (2)技術育成期間の短縮

- ・各社が各々定める特定の加工要件に対し、最低限機械操作ができる程度の作業者に対する技術育成時間の差を最終的に40%向上させることを目標に掲げて研究開発を行った。習熟度の数値的な定義は困難であったが、従来は加工を経験しないと知ることができない加工要求毎の加工パラメータ間の関連性や影響を見える化できる仕組みを構築することができた。この仕組みを非熟練者の教科書的に使用することにより技術教育期間の差を最終的に40%向上させる道筋を作ることができた。

## <成果の意義>

- ・目標を大幅に超える時間短縮を達成できた事例を確認できた。
- ・教師データと探索ルールの変更のみで4社が生産する複数種類の研削盤で使用することが可能な汎用的な AI システムを構築することができた。
- ・技術育成期間の短縮につながる教科書的に使用できる仕組みを構築することができた。

## ●実用化・事業化への道筋と課題

### (1)実用化・事業化に向けた組織

- ・研削盤メーカー4社の代表者で構成する AI 研削盤推進会議が実用化、事業化を統括し、傘下に研削盤メーカー4社の研究開発責任者で構成する実行委員会を設ける。実行委員会の傘下に研削盤メーカー4社で研究を継続する研究委員会、工具メーカーとエンドユーザーが参加する実証委員会を設置する。

### (2)実用化への道筋

①実用化は研削盤メーカー4社各々が得意とする研削盤への実装から進める。

②次にエンドユーザーでのフィールドテストにより検証と改良を進める。

### (3)事業化への道筋

①事業化は研削盤メーカー4社各々での販売により進める。

②次に4社以外の研削盤メーカー、他種の工作機械メーカー向けの単体システムの事業化を進める。

③最終的にはダウンロードサービスなどの周辺サービスの事業化を進める。

### (4)実用化と事業化の課題

- ・実証委員会の組織化と運営
- ・委託事業期間中に発表された大規模言語モデル等の新たな技術導入に向けた研究体制構築

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2020FY | 2021FY | 2022FY | 2023FY | - |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|---|
|                    | 51     | 50     | 47     | 37     | - |
| ●特許出願及び論文発表        |        |        |        |        |   |
| 特許出願               | 論文発表   | 発表・講演  | 雑誌掲載   | その他    |   |
| 1件                 | 0件     | 4件     | 0件     | 0件     |   |

|         |                                                   |      |   |
|---------|---------------------------------------------------|------|---|
| テーマ名    | 加工技術の熟練ノウハウ AI 化のための方法論体系化                        | 達成状況 | ○ |
| 実施者名    | 国立研究開発法人産業技術総合研究所                                 |      |   |
| 達成状況の根拠 | AI 導入ガイドライン、AI 運用ガイドラインを作成した。1 種のデータ活用基盤ツールを作成した。 |      |   |

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

労働力不足の解消のために DX（デジタルトランスフォーメーション）による製造工程自動化への貢献が期待されている。DX 導入のためには、技能の数値化など、高機能の自動化機器、IoT 機器開発の助けとなることや、AI（人工知能）技術などを簡易、低価格に導入できることにつながる基盤的な試みが必要である。

労働力不足に関連して、熟練技能者の後継者育成も製造業が抱える大きな問題となっている。熟練技能者育成のための技能継承方法はコミュニケーションによる伝達が多く、感覚として捉えていた手技やノウハウなどの加工技能を、言語化しコミュニケーションによって伝える事は難しい。コミュニケーションを円滑、且つ正確に行うための、ノウハウ、技能の言語化、数値化へつながる基盤的な試みが必要である。

本プロジェクトは、加工技術、加工技能を共有知化し、加工事業者、ソフトウェア開発事業者、コンサルティングなど、異分野事業者が AI 導入ガイドラインを介して共通認識の下で連携し、精度の高い AI ツールの開発、普及を自律的に促進することができる環境や、熟練技能者を育成するための効率的な情報共有環境の構築を目指す。様々な加工現場において、AI を効率的に活用するためのパラメータ設定や入力形式を検討するための材料として活用されることや、予測すべきパラメータの選出、数値シミュレータとの併用活用方針など、目的に応じたシステム構成を検討するための材料として活用されることにより、加工工程の自動化や効率的な技能者育成に貢献する。

●アウトプット目標

AI 導入ガイドライン、データ活用基盤ツール、及び AI 運用ガイドラインを作成する。

AI 導入ガイドラインは、AIST モデル及び AIST モデルを作成するために用いられた、インタビュー結果、因子群などである。AIST モデルとは、本プロジェクトで提案した、技能者へのインタビューにより加工に関連する因子を効率的に抽出することができる手法である AIST（AI applied Skill Transfer: AI を応用した技能継承）法で抽出された因子群の因果関係を示したマップである。

AIST 法、AIST モデルは加工知識の理解に貢献すると考えられるが、先行事例として Industrial Value Chain Initiative の取り組みが挙げられる。ものづくりの現場での問題解決に関する情報を記述・共有・流通するために、独自のオントロジー（語彙とその意味的關係を規定したもの）とチャート（オントロジーの部分的な図的表現）を開発し加工知識の理解に貢献しているが、同取り組みは主に人の活動に注目したモデルとなっており、加工条件から加工結果に至るまでの因子、それらの因果関係で表現される AIST モデルは記述粒度をより細かく設定可能で、詳細な加工知識理解が可能となる。

データ活用基盤ツールは、AI 導入ガイドライン作成で得られた成果を活用して作成された AI 活用ソフトウェアであり、加工条件、加工結果、加工中のモニタ信号などを入力とし、加工結果、加工条件、加工状態などを出力として導出する事が可能である。

AI 運用ガイドラインは AI 導入ガイドライン、及び AI 導入ガイドラインを応用して作成したデータ活用基盤ツールなどの利用者や、技能再現システムの制作者などに対し、効率的な発展のために望まれる活用方針を示したものである。

●実施体制

実施機関

国立研究開発法人産業技術総合研究所

再委託先

国立大学法人東京大学

国立大学法人東京工業大学

国立大学法人秋田大学

# ●成果とその意義

本プロジェクトで提案された AIST 法によって作成された AIST モデルでは、加工条件を物理的な因子に変換して入力とし、技能者インタビューにより設定された加工素過程を用いて、加工により生ずる熱、力を出力させる。さらに加工で生じた熱、力を加工結果（加工誤差）と関連付けることで、加工条件から加工結果までの加工関連因子の因果関係の表現を可能にしている。

AIST モデルは、外からわかりにくい技能者の思考・行動の形式知化が可能である。更に、加工条件、加工結果、加工材料、加工工具などの記述は、物理的理解に基づいた因子で表現されているため、他加工技術、加工技能間の比較や標準化が可能で、技術横断的な加工の体系化を実現できる可能性を持つ。

# ●実用化・事業化への道筋と課題

実用化へ向け AI 導入ガイドラインを横展開する。横展開では様々な加工技術について、AIST 法の適用、AIST モデルを作成する事を試みる。並行してそれぞれの技術を AIST モデルで表現した際に得られる効果の確認や、これまでの AIST モデルと比較した相違点、問題点などの探索を行う。これらの活動を通じて AIST 法の工程改善、扱われる因子の標準化、AIST モデル記述の高度化、汎用性の向上などを試みる。さらに横展開の対象技術について、データ活用基盤ツールの開発を検討する。データ活用基盤ツール開発を通じて技術的障壁や問題点について検討することで、技能への AI 応用に必要な要素技術の蓄積を行う。データ活用基盤ツール数がある程度増加した場合、さらなるシナジー効果を求め、データ活用基盤ツール群を包括的に扱うことができる枠組みの検討や、データ活用基盤ツール群のアップグレードを行う。

データ活用基盤ツールで取り扱われるデータには一般的な情報を含む基盤領域情報と、企業独自のノウハウや顧客データなどを含む競争領域情報がある。ユーザから直接、自律的にデータを収集するためにはユーザの入力データから基盤領域データのみを抽出する必要がある。基盤領域データと競争領域データの判定基準はユーザによって様々であるため両データの分離は難しい。AI 運用ガイドラインでは両者の分離法を提案しており、実際の加工事例に適用することで実用的な手法へと発展させる。

| ●期間・予算<br>(単位:百万円) | 2022FY | 2023FY | - | - | - |
|--------------------|--------|--------|---|---|---|
|                    | 1      | 30     | - | - | - |

# ●特許出願及び論文発表

| 特許出願 | 論文発表 | 発表・講演 | 雑誌掲載 | その他 |
|------|------|-------|------|-----|
| 0 件  | 0 件  | 1 件   | 0 件  | 0 件 |

## 添付資料

### ●プロジェクト基本計画

#### 1. 研究開発の目的・目標・内容

##### (1) 研究開発の目的

##### ① 政策的な重要性

アベノミクスの下、政府は 60 年ぶりの電力ガス小売市場の全面自由化や農協改革、世界に先駆けた再生医療制度の導入、法人実効税率の 20% 台への引下げなど、これまで「できるはずがない」と思われてきた改革を実現してきた。この結果、労働市場では就業者数は 185 万人近く増加し、20 年来最高の雇用状況を生み出した。企業は史上最高水準の経常利益を達成するとともに、設備投資はリーマンショック前の水準に回復し、倒産は 90 年以來の低水準となっている。

しかしながら、民間の動きはいまだ力強さを欠いている。これは、①供給面では、長期にわたる生産性の伸び悩み、②需要面では、新たな需要創出の欠如、に起因している。先進国に共通する「長期停滞」である。この長期停滞を打破し、中長期的な成長を実現していく鍵は、近年急激に起きている第 4 次産業革命（IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）、ロボット、シェアリングエコノミー等）のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることにより、様々な社会課題を解決する「Society 5.0」を実現することにある。

加えて、少子高齢化による生産年齢人口の減少下における製造業の国際競争力の維持・向上やサービス分野の生産性向上、国民の健康の向上や医療・介護に係るコストの適正化等、今後の我が国社会の重大な諸課題に対し、特に有効なアプローチとして、人工知能技術の早急な社会実装が大きく期待されている。<sup>1</sup>

2017 年 6 月に安倍総理は、未来投資会議において、「イノベーションをあらゆる産業や日常生活に取り入れ社会課題を解決する Society 5.0 の実現を図る。そのために必要な取組をどんどん具体化してまいります。」と発言し、人工知能技術の社会実装を推進していく姿勢を示した。

また、Society 5.0 の実現に向けては、官民データの活用が鍵であるとの認識の下「官民データ活用推進基本法」（平成 28 年法律第 103 号）が策定され、人工知能技術の社会実装に不可欠なデータの整備が進められている。

##### ③ 我が国の状況

政府では、2016 年 4 月の「未来投資に向けた官民対話」における総理指示を受け、『人工知能技術戦略会議』が創設された。同会議が司令塔となって、総務省、文部科学省、経済産業省が所管する国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）を含む 5 つの国立研究開発法人を束ね、人工知能技術の研究開発を進めるとともに、人工知能を利用する側の産業（いわゆる出口産業）の関係府省と連携し、人工知能技術の社会実装を進めるた

---

<sup>1</sup> 未来投資戦略 2017 より引用

め、人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップの策定をめざした活動を行い、2017年3月に「人工知能技術戦略」として取りまとめた。

本戦略において、産業化のロードマップとして当面、取り上げるべき重点分野を、①社会課題として喫緊の解決の必要性、②経済波及効果への貢献、③人工知能技術による貢献の期待、の観点から検討した結果、「生産性」、「空間の移動」等の分野が特定されている。

また、内閣府（官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM））において、厚生労働省、国土交通省、農林水産省などビッグデータを有し、出口産業を所管する府省とも連携して人工知能技術を活用したプロジェクトを重点化する方針が示されている。

### ③ 世界の取組状況

人工知能技術に関しては、海外では米国の大手ITベンダーやITベンチャーにより活発に研究開発が行われており、ディープラーニングの研究者を世界中から集め、強化学習と組み合わせたロボットの行動学習、データセンターでの消費電力の低減等、様々な展開を試みている。コンピュータハードウェアの分野では、2016年から2017年にかけてディープラーニングの学習処理を高速に処理するハードウェアが開発されてきている。

また、ディープラーニング等の人工知能モジュールを開発するための多くのソフトウェアが、オープンソースとして公開されており、これらが世界のトップクラスの研究開発で使用されており、2015年から2017年にかけて複数の計算資源を使いながら複数の人工知能モジュールの学習を同時に行わせる機能を有した開発環境も商用又はフリーソフトとしてリリースされている。また、専門家ではない開発者が容易に人工知能技術の開発を可能とするために人工知能技術を活用するプロジェクトが民間で開始されている。

### ④ 本事業のねらい

人工知能技術とその他関連技術を活用した省エネルギー等のエネルギー需給構造の高度化への貢献に加えて、研究開発を通じた技術の産業化に向けて、これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活用しながら、これらをインテグレート（社会実装）して、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得する。

これらの目的の達成のため、人工知能技術戦略で定めた「生産性」、「空間の移動」等重点分野における、次世代人工知能技術の早期社会実装を行う。さらに、既存の業務へ適合可能な人工知能技術の開発速度を向上させる技術、人の発想や創造、判断を支援する人工知能技術を開発し、共通基盤技術として確立する。

## (2) 研究開発の目標

### ① アウトプット目標

(最終目標) 2023 年度

「生産性」、「空間の移動」等の分野において、人工知能技術の実フィールドでの実証を完了し技術の有効性を検証する。

複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を 1/10 に短縮すること<sup>2</sup>、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程<sup>3</sup>の生産性を 30%向上すること<sup>4</sup>を実現する。ただし、2018 年 3 月 31 日以前に公募を開始したものは、2022 年度までに最終目標を達成することとする。

(中間目標) 2021 年度

上記重点分野において先導研究により技術的検証を完了し、本格研究及び実フィールドでの実証を行うための体制を整備する。

人工知能モジュールの開発速度向上の指標として特定のタスク毎に開発リードタイムの重要な要素である学習時間を 1/10 に短縮できること<sup>5</sup>、人の判断を支援する人工知能技術により特定のタスク<sup>6</sup>の生産性を 30%向上できること<sup>4</sup>を検証する。ただし、2018 年 3 月 31 日以前に公募を開始したものは、2020 年度までに中間目標を達成することとする。

### ② アウトカム目標

#### ア) CO2 排出量削減効果

本プロジェクトで開発された人工知能技術のインテグレーション技術による労働生産性の向上が製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等へ波及することにより、2030 年時点で CO2 排出量を年間約 676 万トン削減<sup>7</sup>することを目指す。

#### イ) 市場獲得

人工知能モジュールを他に先駆けて開発し、人工知能関連産業の新規市場に先行者として参入することで、2030 年時点における製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等での人工知能関連産業の新規市場約 17 兆 2000 億円の獲得をめざす<sup>8</sup>。

---

<sup>2</sup> 人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入・定着するまでの期間を 2017 年現在と比較して 1/10 に短縮する。

<sup>3</sup> 設計工程、加工工程、組立工程のいずれかの工程を対象とする。

<sup>4</sup> 生産性 = (アウトプット) / (インプット)。アウトプットの増加およびインプットの低減により、2018 年時点の生産性と比較して 30%向上する。

<sup>5</sup> 導入期間のうち、人工知能モジュールのアルゴリズム選定や性能の作りこみを行うため繰り返し学習等を行う時間を短縮する。

<sup>6</sup> 工程を構成する複数のタスクの一部を対象とする。

<sup>7</sup> 新産業構造ビジョンで示される労働生産性向上率 (3.6%(変革シナリオ)と 2.3%(放置シナリオ)の差) 1.3%を、AI による生産性向上率と設定、製造、建設・土木、電力、物流、介護・福祉の分野に普及するとして、生産性向上によるエネルギー消費削減量を CO2 排出量に換算して算出。

<sup>8</sup> 2030 年時点の人工知能関連産業の市場規模 (EY 総合研究所) より算出。

### ③ アウトカム目標達成に向けての取り組み

人工知能技術の開発と現場への適用には、良質なデータと人工知能の適用力及び適用先の現場の知識が不可欠である。このため、本プロジェクトの成果普及の素地を築くため、ワークショップ等を開催することを通じ、本プロジェクトの情報発信を行う。

また、人工知能の適用力を育成する観点から、人材育成及び人的交流の面から産学連携を促進する「場」の形成を、NEDO 特別講座等を通じて実施することを検討する。

さらに、本プロジェクトの成果が人工知能プラットフォームとして広く人工知能の開発者に利用されることによって、社会実装を加速する観点から、研究開発項目②「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」で開発される要素技術の成果を OSS（オープンソースソフトウェア）として共有する。研究開発項目②の実施者等が、これを用いてクラウド上に商用プラットフォームを構築し、メーカー等の人工知能技術の導入プロジェクトに対して導入効率化のサービスを提供する。これにより、人工知能の導入が大企業だけでなく中小企業へ拡大し、様々な産業分野への人工知能導入が加速される。

これに加え、AI 技術者人口の拡大ならびに技術力向上、新しいアイデアや人材の発掘・育成を促進するための調査事業を行う。調査事業においては、上述した研究開発項目②「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」で開発される OSS（オープンソースソフトウェア）及びデータやモデルを活用したコンテストを開催するとともに、本プロジェクトの AI 関係者等とコンテスト参加者のネットワーキングの促進、その場を利用した人材育成などの施策検討を行い、また、AI 導入加速モジュールの研究開発およびコンテスト評価用のデータおよびモデルを提供した研究開発にコンテスト結果をフィードバックすることにより、本プロジェクトの成果拡大を目指す。なお、コンテストにおいては、優れた成果を上げた者に対し、懸賞金の交付を行う「懸賞金制度」を導入する。

### （３）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙 1 及び別紙 2 の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

#### 【委託事業】

**研究開発項目① 人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証**

**研究開発項目② 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発**

研究開発小項目②－ 1 人工知能技術の導入加速化技術

研究開発小項目②－ 2 仮説生成支援を行う人工知能技術

研究開発小項目②－ 3 作業判断支援を行う人工知能技術

## 2. 研究開発の実施方式

### （１）研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャーに新淳を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDO は公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に関し国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者はプロジェクトマネージャーの下、研究テーマ毎に社会実装を行う上で必要となる主体の協力を得る体制を構築し、研究開発を実施する。例えば、人工知能技術の適用にあたり利用側の要望を把握しているユーザー企業、新しい制度運用時のリスクを評価できる専門家（経営・金融・保険、法律家、医師等）、実証のフィールドを提供できる自治体等の協力を得て研究開発・実証を実施する。

また、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDO が選定した研究開発責任者（プロジェクトリーダー）中央大学理工学部ビジネスデータサイエンス学科教授 樋口知之氏の下で、研究開発項目①「人工知能の社会実装に向けた研究開発・実証」、研究開発小項目②－1「人工知能技術の導入加速化技術」及び研究開発小項目②－2「仮説生成支援を行う人工知能技術」の実施者が、プロジェクトリーダー人間文化研究機構理事 堀 浩一氏の下で、研究開発小項目②－3「作業判断支援を行う人工知能技術」の各実施者が、それぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。

## （２）研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ① 研究開発の進捗把握・管理

プロジェクトマネージャーは、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携するとともに、外部有識者で構成する技術推進委員会を活用して研究開発の進捗状況及び目標達成の見通しを把握する。

さらに、人工知能技術は、進展が早い技術分野であるため、研究開発実施者にアジャイル型開発に適した開発管理を行わせる。

### ② 評価結果等に基づく研究開発テーマの予算配分の見直し等

本プロジェクトにおいては、人工知能技術の先駆的な社会実装の取組をめざし、多様な可能性に対し幅広くチャンスを与え、進捗に応じて成果実現の可能性や期待がより明確となったテーマを優先的に継続するため、必要に応じてステージゲート方式を適用する。

### ③ 技術分野における動向の把握・分析

プロジェクトマネージャーは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。

なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

#### ④ 懸賞金制度の導入

研究開発項目②「人工知能技術の適用領域を広げる研究開発」の中で開発される AI 導入加速モジュールの OSS（オープンソースソフトウェア）の成果拡大と新たなアイデアや人材の発掘・育成を促進するために開催されるコンテストにおいて、NEDO の規程に基づく懸賞金の交付を行う。

### （３）その他

本プロジェクトは非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2018 年度から 2023 年度までの 6 年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDO は技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を 2020 年度、事後評価を 2024 年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

## 5. その他重要事項

### （１）研究開発成果の取扱い

#### ①共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDO は、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

また、研究開発成果のうち共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO 及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

#### ②知的財産権の帰属、管理等取扱い

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

#### ③知財マネジメントに係る運用

本事業は、【「次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発」における知財マネジメント基本方針】を適用する。特に協調領域の知財のプロジェクト実施者に対する許諾等の運用に関して、研究開発成果の最大化を考慮した運用を行う。

#### ④実施者間での開発ノウハウ等の共有

実施者間コンソーシアム内での人工知能モジュールの開発ノウハウの共有やデータや仕様の共有等、プロジェクトを円滑に推進するための運営方法を検討する。

#### ⑤データマネジメントに係る運用

本事業は、【NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）】を適用する。ただし、2018 年 4 月 1 日以降に公募を開始するものに限る。

### (2) 「プロジェクト基本計画」の見直し

プロジェクトマネージャーは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状况、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

### (3) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号二及び第 9 号に基づき実施する。

### (4) その他

特になし。

## 6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2018 年 2 月、制定
- (2) 2018 年 4 月、プロジェクトマネージャーの指名、知財マネジメント基本方針名の変更
- (3) 2019 年 1 月、研究開発項目の変更、データマネジメントの適用
- (4) 2019 年 5 月、プロジェクトリーダーの任命
- (5) 2019 年 8 月、プロジェクトマネージャーの交代、プロジェクトリーダーの任命
- (6) 2020 年 3 月、プロジェクトマネージャーの交代
- (7) 2021 年 1 月、中間評価結果の反映（用語の追加）
- (8) 2021 年 7 月、プロジェクトマネージャーの交代
- (9) 2022 年 8 月、研究開発項目②の効果的な推進のための調査事業及び懸賞金制度導入に伴う追加並びに堀プロジェクトリーダーの所属変更。
- (10) 2023 年 2 月、事後評価の時期を 2024 年度に変更。

## 【別紙１】研究開発計画

### 研究開発項目① 人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証

#### 1. 研究開発の必要性

新たな人工知能技術の開発が世界的に進む中、我が国は人工知能技術とその他関連技術による産業化に向けて、研究開発から社会実装まで一元的に取り組む必要がある。

特に「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において人工知能技術の早期社会実装が求められていることから、人工知能技術の導入に関するノウハウを蓄積するとともに、模擬環境及び実フィールドにおける実証を通じて実用化を加速する必要がある。人工知能技術は、欧米中心で先行的なソフトウェアプラットフォームの研究開発が行われているが、社会実装の実用例はまだ少なく、我が国の得意な分野での人工知能技術の応用により優位性を確保するとともに、人工知能の応用にとって不可欠な現場データの明確化と取得・蓄積・加工のノウハウを含め、社会実装の先行的な成功事例を積み上げる必要がある。

#### 2. 研究開発の具体的内容

これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活用しながら、これらをインテグレート（社会実装）して、従来の人による管理では達成できない更なる省エネルギー効果等のエネルギーの需給構造の高度化の成果を得るため、重点分野の課題を題材として、次に述べる(1)業務分析・課題明確及びデータの収集・蓄積・加工、(2)人工知能モジュールの開発・適用、(3)実フィールドでの実証及び(4)評価系確立及び新たな人工知能技術開発・適用へのフィードバックを実施するアジャイル型の研究開発・実証を行う。

##### (1) 業務分析・課題明確及びデータの収集・蓄積・加工

人工知能技術を導入する対象業務を分析し、課題を明確化する。人工知能モジュールの開発・適用のため、センサー等から連続データとして取得された膨大なデータを蓄積し、マルチモーダルなデータと統合しながら、アノテーションを付与し、学習データへと加工する。

例えば、実際には、稼働している生産設備におけるリアルデータの取得が困難なことから、求められる人工知能技術開発ができていないため、良質なリアルデータの取得・蓄積・加工を効率的に実施する。

##### (2) 人工知能モジュールの開発・適用

(1)で取得したデータを用いて、要求される機能・性能を満たす人工知能モジュールを開発若しくは現存する人工知能モジュールを選択・適用し求める性能が満たせるまで調整する。

例えば、人工知能モジュールの開発・適用においては、要求される画像認識の精度を達成するためハイパパラメータを変更しながら、長時間繰り返し学習させる必要

性、あるいは、不足するデータがある場合は、追加取得し再度性能が満たせるまで調整する必要があるため、効率的な人工知能モジュールの開発・適用を実施する。

### (3) 実フィールドでの実証

(2)で開発した人工知能モジュールを実世界の製品やサービスに適用し社会実装するため、事前に、系全体での挙動検証や運用課題、例外処理の発生頻度を実フィールドで実証し確認する。

### (4) 評価系確立及び新たな人工知能技術開発・適用へのフィードバック

人工知能技術の実世界への適用は、適用範囲の拡大や、分析視点を変更しながら、繰り返し行われる。このような人工知能技術の開発のサイクルを好循環させるため、開発ノウハウを開発者の間や人工知能技術の適用を試みる導入者（以下「導入者」という。）の間で共有したり、引き継いだりすることが重要である。

本プロジェクトの研究開発・実証では、人工知能技術の導入時の仕様記述、研究開発工程毎の開発ログ及び人工知能モジュールを実世界に適用した際のユーザーの反応等を獲得記録する評価系を確立し、これから得られる評価情報とデータとして蓄積し、人工知能技術の開発者や導入者へフィードバックする。開発者はそれらの結果を踏まえ、ユーザーの要求に合わせるため、次フェーズの人工知能モジュールを開発へ移行する。導入者はフィードバックを得ることで新たな人工知能技術の導入へのヒントと気づきを得る。

以上(1)～(4)の工程をアジャイル型開発で実施し、目標を達成する。

想定される課題としては、例えば、以下のような課題を想定している。

| 分野    | テーマ                    | 事業内容の例                                                                                                                                                                                                           |
|-------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生産性   | 社会（道路・産業）インフラの自動メンテナンス | 道路・産業用プラント等のインフラは、今後、建設後 50 年を経過するものが加速度的に増加し、維持管理経費の削減と維持管理技術者の不足が大きな課題。人工知能技術を活用したより高度で省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に効果的なインフラ維持管理のための技術を開発し、インフラ維持の自動化し生産性を向上させインフラ維持管理のエネルギー需給構造の高度化省エネ化とインフラの長寿命化による産業インフラの有効利用期間を拡大。 |
| 空間の移動 | 安全かつ低燃費なラストワンマイル自動走行実現 | 高齢化が特に進む地方などにおける社会課題への対応（移動手段の確保、高齢者による事故予防等）のため、複雑な環境や状況把握技術や最適な遠隔操作技術の高度化により、安全で社会実装できるラストワンマイル自動走行（小型電動カート）を実現し、省エネ移動を実現するとともに交通弱者や高齢者の社会参加機会を増加。                                                             |

### 3. 達成目標

#### 【最終目標】（2023 年度）

上記重点分野において、人工知能技術の実フィールドでの実証を完了し、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の有効性を検証する。複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を 1/10 に短縮する<sup>9</sup>。ただし、2018 年 3 月 31 日以前に公募を開始したものは、2022 年度までに最終目標を達成することとする。

#### 【中間目標】（2021 年度）

「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において先導研究により技術的検証を完了し、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する本格研究及び実フィールドでの実証を行うための体制を整備し、特定のタスクごとに開発リードタイムの重要な要素である学習時間を 1/10 に短縮する<sup>10</sup>。ただし、2018 年 3 月 31 日以前に公募を開始したものは、2020 年度までに中間目標を達成することとする。

## 研究開発項目② 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発

### 1. 研究開発の必要性

人工知能技術の早期社会実装が求められる中、人工知能技術の開発を加速する技術が重要となる。また、人工知能技術の社会実装は、業務の効率化から、経営等の施策運営の方法や戦略策定の支援、ものづくり現場での匠の技の伝承・効率的活用の支援へと拡大していくことが期待されている。

人工知能技術の導入には、対象とする業務に関する知識と人工知能技術そのものの知識が必要であるため、容易に導入できず、加えて導入に多くの時間を要するという社会適合性の低さが課題である。このため、人工知能の社会適合性を高める人工知能技術の導入を加速する技術を開発する必要がある。

すなわち、重点分野への人工知能技術の社会実装における共通基盤技術として、人工知能技術の開発者と導入者が協働し、人工知能技術の導入工程で行われる課題の明確化、現状把握、目標設定、要因分析、施策立案等を支援する技術、人工知能モジュールの開発時間を短縮する加速化技術及び開発並びに導入のノウハウを共有する技術を開発する必要がある。これにより、人工知能技術の社会実装を加速し当該分野の生産性を早期に向上させることが可能となる。

また、企業等の活動自体を新たな社会の要求に適合させるために、企業等の経営者は所与の評価体系に合わせた業務改善を行うだけではなく、新たな評価体系を構築することでより高次の企業価値を追求する。この活動を支援する人工知能技術を開発することにより、新規ビジネスの創出の機会を増やし、新たな付加価値のあるサービスを社会に提供する必要がある。

<sup>9</sup> 人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入・定着するまでの期間を 2017 年現在と比較して 1/10 に短縮する。

<sup>10</sup> 導入期間のうち、人工知能モジュールのアルゴリズム選定や性能の作りこみを行うため繰り返し学習等を行う時間を短縮する。

加えて、人工知能技術の社会実装を進めるにあたって、特に日本が競争力のあるものづくり現場への適用に当たり課題となっている要素の一つとして、熟練者が有する暗黙知等をデジタルとして十分に活用できていないことが考えられる。この領域は、巨大 AI 企業を擁する米中でも未着手であることに鑑みれば、熟練者が有する暗黙知等を有効に活用することが可能な高度な人工知能技術を開発し、これを製造やサービスの現場にいち早く実装していくことが、豊富なリアルデータを有する我が国の強みを活かした「勝ち筋」であり、このための研究開発に早急に取り組む必要がある。

## 2. 研究開発の具体的内容

上記の課題解決のため、以下の項目の研究開発を実施する。ここでは、特定の企業等に対する人工知能導入を想定する。

一般の企業等の活動においては、通常業務や新たな戦略・施策の導入にあたっての一定のゴール（売上や利益等の目的変数（KPI：Key Performance Indicator））に対する数値目標が設定され、当該ゴールに向けて KPI の達成度を適時チェックする PDCA サイクル活動が行われる。これは、企業等の行動で追及すべき価値体系として、互いに相関する様々なレベルの KPI の目標を設定し（例えば、売上の達成には顧客接点の増加、ラインナップの充実等が体系として含まれる）、その達成度の最大化を目指す活動といえる。人工知能の社会実装を行う際にもこうした活動が通常必要となるが、このプロセス自体に人工知能技術を適用することにより、人工知能導入により省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する目標達成を、より効率的に達成することが可能となる。

また、製造業における製品の多品種化・短サイクル化・規制強化等に対応するため、これまで設計及び製造現場に蓄積されてきたいわゆる「匠の技」と呼ばれているもののうち、熟練者が有する幅広い知識や経験をモデル化して非熟練者を支援する人工知能技術を開発し、生産性向上につなげる。

すなわち、人工知能技術の社会適合性を高め、人工知能の適用領域を広げる導入加速化技術、仮説生成支援技術、及び作業判断支援技術の開発を行い、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化を達成する。

### 研究開発小項目②－1 「人工知能技術の導入加速化技術」

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、人工知能導入時のソリューション探索技術、複雑系データへのアノテーションの効率化、ハイパパラメータ自動探索、半教師あり学習、転移学習活用等の人工知能導入に係る業務の棚卸・分析・効率化を行う技術及び互いに相関する様々なレベルの KPI の体系と確率モデル等で構造が管理されている様々な変数間のダイナミクスを可視化することにより、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の導入の効果の予測に加えて施策の波及効果の予測を支援する技術を開発する。

### 研究開発小項目②－2 「仮説生成支援を行う人工知能技術」

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、互いに相関する目的変数（KPI）の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であった KPI の発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う経営シミュレーションシステムを実現する基盤技術を開発する。

#### 研究開発小項目②－3「作業判断支援を行う人工知能技術」

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、ものづくり現場において、暗黙知として保留されている製造技術情報を人工知能に適用できるように体系化するとともに、熟練者の判断をモデル化することにより、問題点や改善点を自動的に指摘し、非熟練者の判断を支援する人工知能技術を開発する。

### 3. 達成目標

本研究開発では、以下の項目の達成を目標とする。

#### 研究開発小項目②－1「人工知能技術の導入加速化技術」

##### 【最終目標】（2022 年度）

- ・人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を 1/10 に短縮する。

##### 【中間目標】（2020 年度）

- ・データ整備（データ取得・複雑系データへのアノテーション作業等）の所要時間を 1/10 に短縮する。
- ・人工知能モジュール開発における学習時間をハイパパラメータ自動探索、半教師あり学習、転移学習活用等により 1/10 に短縮する。
- ・人工知能技術の導入効果を確認する時間を 1/10 に短縮する。

#### 研究開発小項目②－2「仮説生成支援を行う人工知能技術」

##### 【最終目標】（2022 年度）

- ・省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの開発及び実証を完了する。

##### 【中間目標】（2020 年度）

- ・適切なフレームの動的な生成を行うことで、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の導入者に対して、新たな視点での業務分析やデータ分析を提案する人工知能システムの基本動作の開発を完了する。

#### 研究開発小項目②－3「作業判断支援を行う人工知能技術」

##### 【最終目標】（2023 年度）

- ・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程<sup>11</sup>の生産性を 30%向上する<sup>12</sup>。

【中間目標】（2021 年度）

- ・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定のタスク<sup>13</sup>の生産性を 30%向上する<sup>12</sup>。

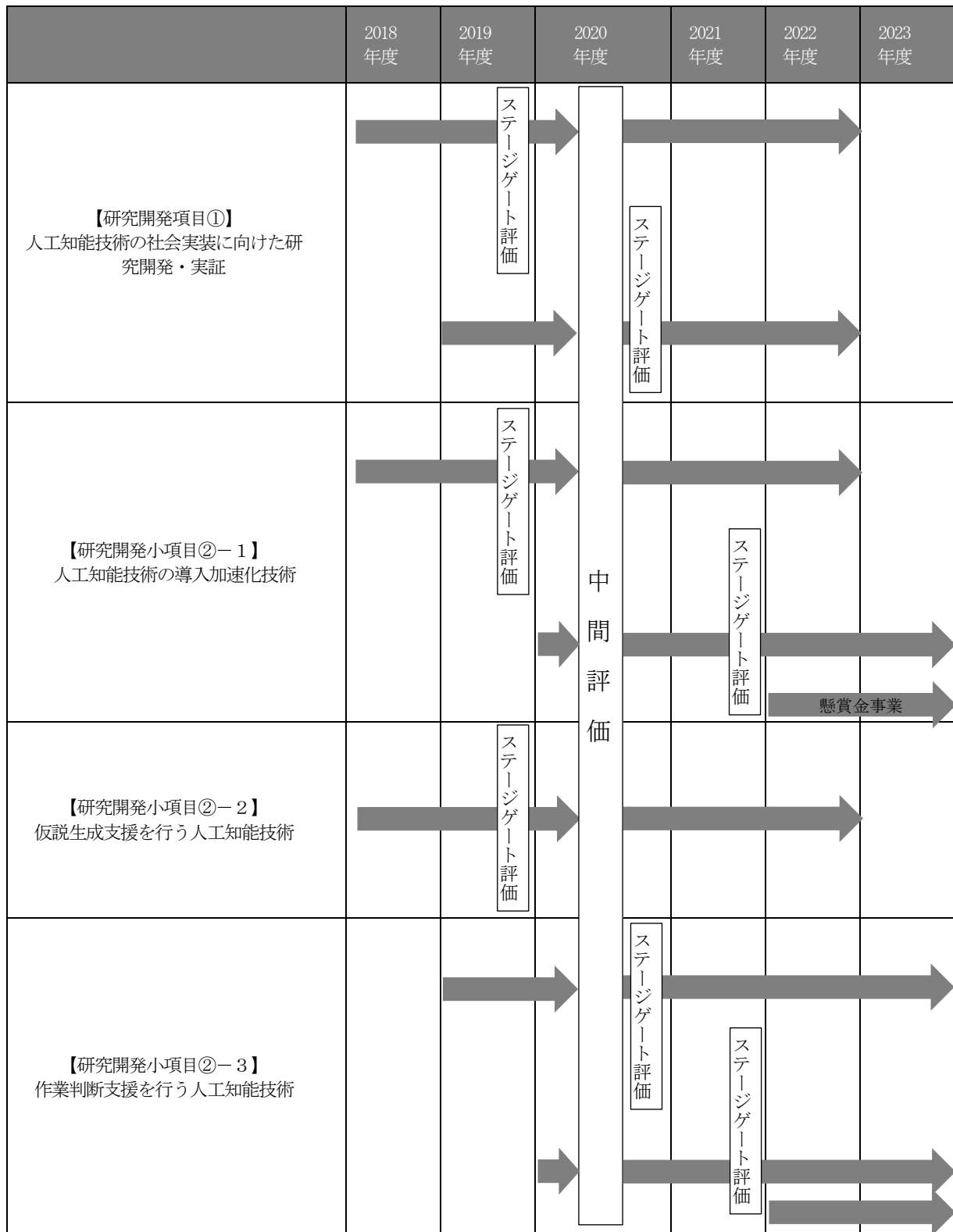
---

<sup>11</sup> 設計工程、加工工程、組立工程のいずれかの工程を対象とする。

<sup>12</sup> 生産性＝（アウトプット）／（インプット）。アウトプットの増加およびインプットの低減により、2018 年時点の生産性と比較して 30%向上する。

<sup>13</sup> 工程を構成する複数のタスクの一部を対象とする。

【別紙２】研究開発スケジュール



## ●関連する施策や技術戦略

### 他事業との関係

人工知能に関する基盤開発、実用化、事業化に取り組む NEDO 事業の内容を表 1-1、各事業の位置付けを図 1-8 に示す。本事業は、実用化・事業化（社会実装）を中心に、基盤（ツール）開発にも取り組む点で他事業と差別化される。

表 1-1 NEDO 内 AI 関連事業

| 事業                            | 実施年度                | 内容                                                                            |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発 | 2018 年度～<br>2023 年度 | 人工知能技術の社会実装、人工知能技術の開発を加速し早期社会実装を実現するための技術（ツール）開発を行い、省エネルギーへ貢献する。              |
| 次世代人工知能・ロボット中核技術開発            | 2015 年度～<br>2019 年度 | 現在の人工知能・ロボット関連技術の延長線上に留まらない、人間の能力を超える又は人間に匹敵することを狙う革新的な要素技術を研究開発する。           |
| 人工知能技術適用によるスマート社会の実現          | 2018 年度～<br>2022 年度 | サイバー・フィジカル空間を結合した、スマートな社会を実現するための研究開発・実証を行い、出口戦略の重視等により、人工知能技術による社会課題解決を加速する。 |

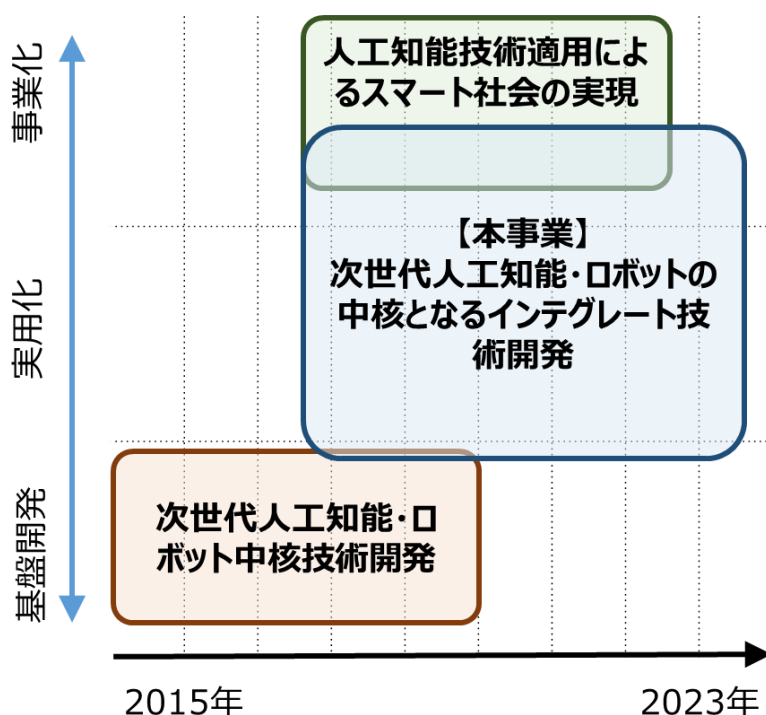


図 1-8 各 NEDO 事業の位置付け

## 技術戦略上の位置付け

「人工知能技術戦略」において、産業化ロードマップとして当面、取り上げるべき重点分野を、①社会課題として喫緊の解決の必要性、②経済波及効果への貢献、③人工知能技術による貢献の期待、の観点から検討した結果、「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の3分野に加え、横断的な分野として「情報セキュリティ」の4つの分野が特定された。

本事業では、産業化ロードマップで特定された重点分野のうち、省エネ効果の観点から「生産性」、「空間の移動」の分野に注力して取り組むこととしている（図 1-1 人工知能とその他関連技術が融合した産業化のイメージ）。それぞれの分野の具体的な産業化イメージを図 1-2、図 1-3 に示す。各図の黄色塗りつぶし部は本事業のテーマが関係する産業である。

また本事業では、NEDO が策定した「人工知能分野の技術戦略」を基に 2018 年 2 月に基本計画を策定、さらに、NEDO が策定した「AI を活用したシステムデザイン（AASD）技術分野の技術戦略」を受け、2019 年 1 月に基本計画へ反映している。

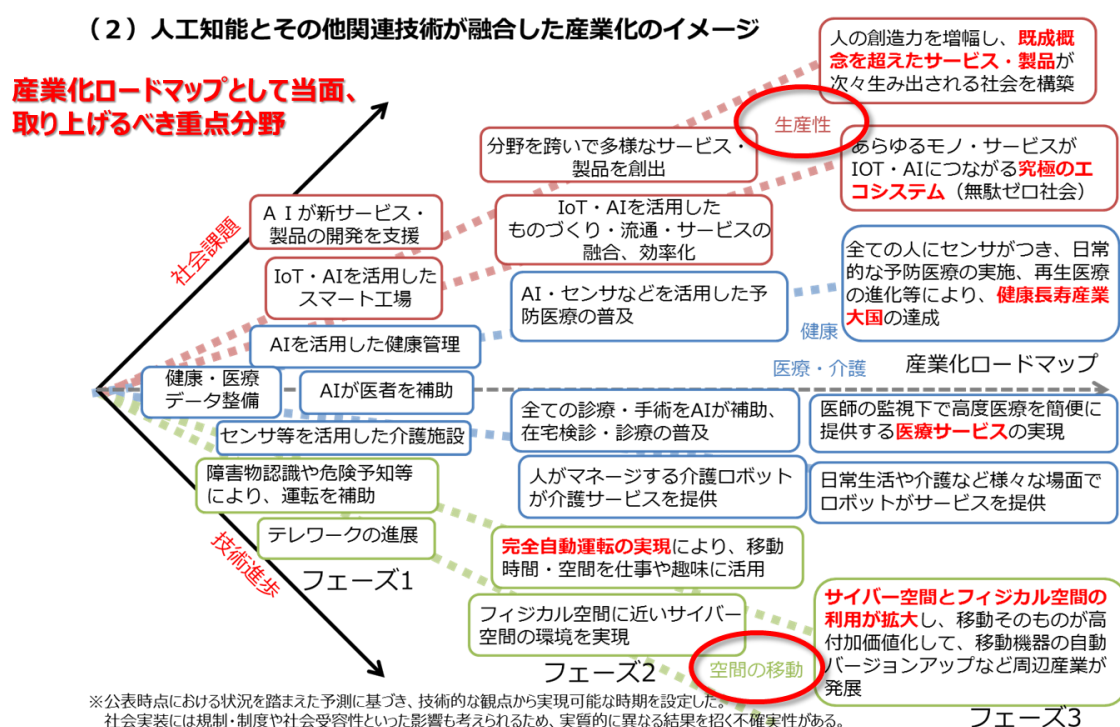


図 1-1 人工知能とその他関連技術が融合した産業化のイメージ

(出典 人工知能技術戦略会議(第 6 回) 参考資料 別紙 1)

### (3-1) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【生産性分野】

- 生産システムの自動・最適化、サービス産業の効率化・最適化、物・サービスへのニーズとのマッチングによりハイパーカスタマイゼーションを実現することにより、ものづくり・流通・サービスの融合が進み、エネルギー・食料なども含めた社会全体としての生産性を高めた究極のエコシステムを構築する。
- 人が創造力を増幅することにより、次々と新しいサービス・製品が生み出される社会を構築する。

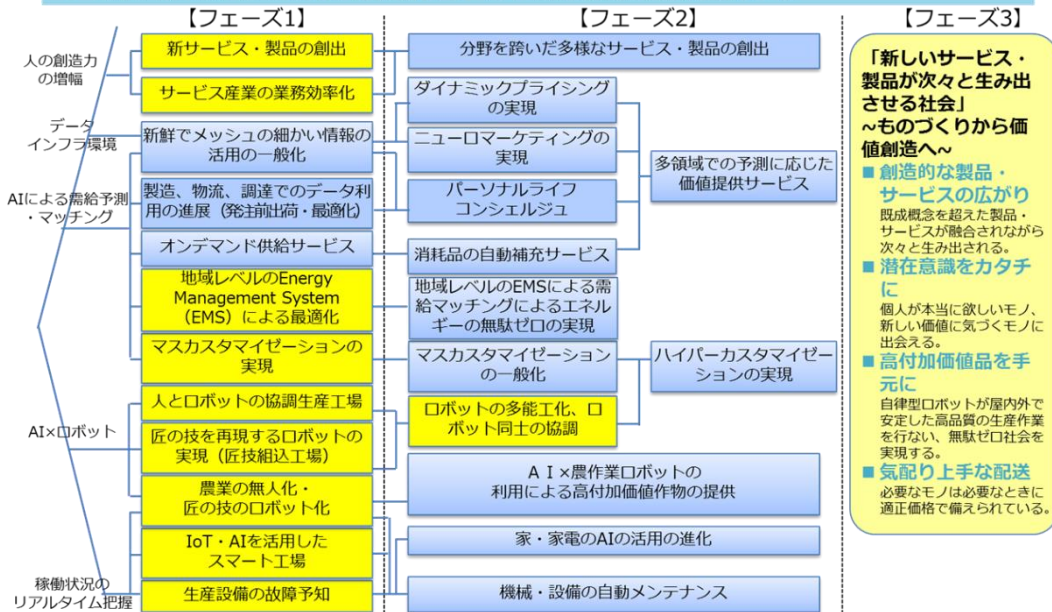


図 1-2 「生産性」分野の産業化イメージ

(参考 人工知能技術戦略会議(第6回) 参考資料 別紙1)

### (3-3) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【空間の移動分野】

- 人の移動時間・移動空間を、「移動」そのものではなく、その他の「作業」、「生活」、「娯楽」を行う時間・空間にする。
- 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会を構築する。人・物の移動にかかる移動手段のシェアリングエコノミーを構築することにより、移動のエコ社会を実現する。これらにより、人的要因による事故を減らし、「移動」に伴う社会コストを最小化する。
- 移動の高付加価値化、自動運転等を活用した自律的な輸送配送、バーチャル移動も完成し、移動そのものに価値が生まれる社会を実現する。

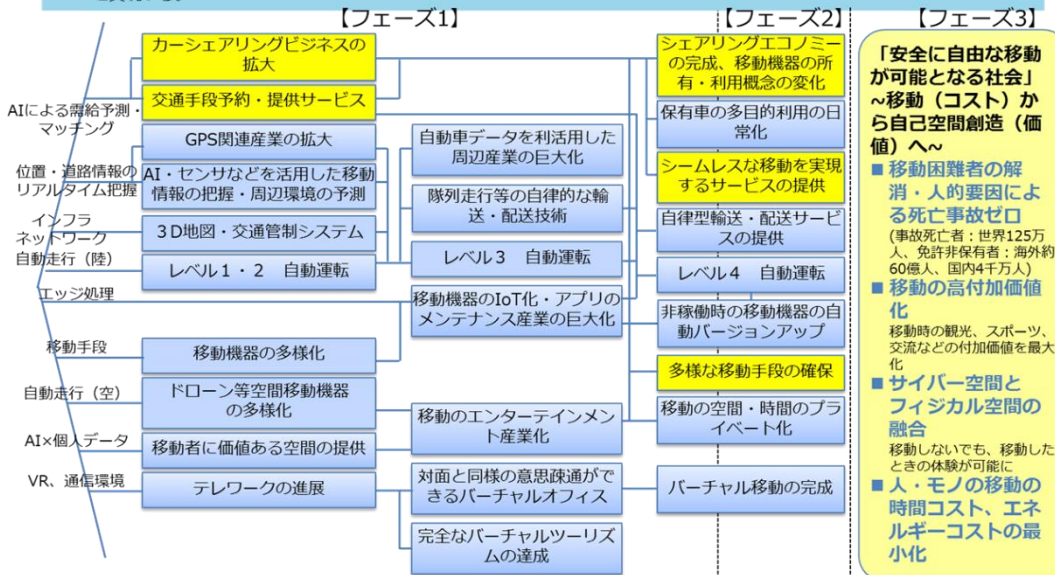


図 1-3 「空間の移動」分野の産業化イメージ

(参考 人工知能技術戦略会議(第6回) 参考資料 別紙1)

## ●各種委員会開催リスト

| 採択審査委員会 |                                                   |           |
|---------|---------------------------------------------------|-----------|
| 件名      | 内容                                                | 実施日       |
| 第1回     | 2018年度公募のヒアリングおよび採択審査<br>(応募件数：11、採択件数：6、採択率：45%) | 2018/5/8  |
| 第2回     | 2019年度公募のヒアリングおよび採択審査<br>(応募件数：16、採択件数：7、採択率：44%) | 2019/4/4  |
| 第3回     | 2020年度公募のヒアリングおよび採択審査<br>(応募件数：5、採択件数：3、採択率：60%)  | 2020/4/13 |

| ステージゲート委員会 |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 件名         | 内容                     | 実施日        |
| 第1回        | 2018年度採択テーマのステージゲート審査会 | 2019/12/17 |
| 第2回        | 2019年度採択テーマのステージゲート審査会 | 2020/12/24 |
| 第3回        | 2020年度採択テーマのステージゲート審査会 | 2021/12/21 |

| 技術推進委員会 |                                            |            |
|---------|--------------------------------------------|------------|
| 件名      | 内容                                         | 実施日        |
| 第1回     | 2018年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2018/11/28 |
| 第2回     | 2018年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2019/6/24  |
| 第3回     | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2019/11/19 |
| 第4回     | 2018年度採択テーマのステージゲート審査会                     | 2019/12/17 |
| 第5回     | 2018年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2020/5/18  |
| 第6回     | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2020/6/15  |
| 第7回     | 2018年度・2020年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2020/11/17 |
| 第8回     | 2019年度採択テーマのステージゲート審査会                     | 2020/12/24 |
| 臨時      | 「人工知能技術の風車への社会実装に関する 研究開発」<br>の進捗確認および議論   | 2021/3/25  |
| 第9回     | 2018年度・2020年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2021/5/24  |
| 第10回    | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2021/6/14  |
| 第11回    | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2021/12/07 |
| 第12回    | 2020年度採択テーマのステージゲート審査会                     | 2021/12/21 |
| 第13回    | 2018年度・2019年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2022/1/6   |
| 第14回    | 2018年度・2020年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2022/5/20  |
| 第15回    | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2022/6/10  |
| 第16回    | 2018年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2022/12/8  |
| 第17回    | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2023/1/5   |
| 第18回    | 2020年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2023/1/12  |
| 第19回    | 2020年度採択テーマ、調査事業特別講座の進捗確認および議論             | 2023/6/12  |
| 第20回    | 2019年度採択テーマの進捗確認および議論                      | 2023/6/16  |
| 第21回    | 2019年度・2022年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2023/6/23  |
| 第22回    | 2019年度・2022年度採択テーマの進捗確認および議論               | 2023/12/5  |
| 第23回    | 2019年度・2022年度採択テーマ、調査事業、特別講座の<br>進捗確認および議論 | 2023/12/19 |

# ●特許論文等リスト

【特許】

| 番号 | 出願者                               | 出願番号           | 国内外<br>国 PCT | 出願日        | 状態           | 名 称                                             | 発明者                                                                                    |
|----|-----------------------------------|----------------|--------------|------------|--------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 国立大学法人東北大学                        | 特願 2019-226852 | 国内           | 2019/12/16 | 特許<br>有<br>効 | 衛星測位方法、衛星測位装置、衛星測位システム及び建設機械                    | 大野和則                                                                                   |
| 2  | 国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社未来シェア       | 特願 2019-232681 | 国内           | 2019/12/24 | 特許<br>有<br>効 | 経路計画装置、経路計画方法、ならびに、プログラム                        | 査 澳<br>龍、野田<br>五十樹、<br>落合純一                                                            |
| 3  | 公立大学法人大阪、ジャパンマリンユナイテッド株式会社        | 特願 2020-039958 | 国内           | 2020/3/9   | 出願           | 線状加熱による金属板の曲げ加工に用いる加熱方案の算出方法                    | 柴原正<br>和、生島<br>一樹、前<br>川真奈<br>海、芦田<br>峻、橋詰<br>光、木谷<br>悠二、山<br>田祐介、<br>丹後義<br>彦、木治<br>昇 |
| 4  | 国立大学法人東北大学、三洋テクノックス株式会社、株式会社佐藤工務店 | 特願 2020-071679 | 国内           | 2020/4/13  | 特許<br>有<br>効 | 自動停止位置制御システム及び方法、プログラム                          | 大野和<br>則、鈴木<br>高宏、浅<br>野公隆、<br>佐藤敦                                                     |
| 5  | 国立大学法人東北大学                        | 特願 2020-090968 | 国内           | 2020/5/25  | 出願           | タイミング予測方法、タイミング予測装置、タイミング予測システム、プログラム及び建設機械システム | 大野和則                                                                                   |
| 6  | 東京都公立大学法人                         | 特願 2020-093195 | 国内           | 2020/5/28  | 特許<br>有<br>効 | ロボットおよびロボット制御プログラム                              | 武居 直<br>行, 関口<br>叡範                                                                    |
| 7  | 住友重機械ハイマテックス株式会社、地方独立             | 特願 2020-095193 | 国内           | 2020/6/1   | 出願           | 加工条件推奨装置、加工条件推奨方法、プログラム、金属構造体製                  | 石川毅、<br>薩田寿<br>隆、森清                                                                    |

|    |                                                              |                    |    |           |              |                                                                                                          |                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------|--------------------|----|-----------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|    | 行政法人神奈川<br>県立産業技術総<br>合研究所                                   |                    |    |           |              | 造システム及び金属構<br>造体の製造方法                                                                                    | 和、中村<br>紀夫、福<br>山遼、奥<br>田誠、高<br>橋和仁、<br>横田知<br>宏、吉田<br>健太郎 |
| 8  | コニカミノルタ<br>株式会社                                              | 特願 2020<br>-098117 | 国内 | 2020/6/5  | 出願           | 機械学習用データ生成<br>装置、機械学習用デー<br>タ生成方法、プログラ<br>ム及び学習用データ<br>セット                                               | 森本隆<br>史、浅野<br>基広、高<br>村俊介                                 |
| 9  | コニカミノルタ<br>株式会社                                              | 特願 2020<br>-098116 | 国内 | 2020/6/5  | 出願           | ガス漏洩位置同定装<br>置、ガス漏洩位置同定<br>システム、ガス漏洩位<br>置同定方法、ガス漏洩<br>位置推測モデル生成装<br>置、ガス漏洩位置推測<br>モデル生成方法、およ<br>び、プログラム | 森本隆<br>史、浅野<br>基広、高<br>村俊介                                 |
| 10 | コニカミノルタ<br>株式会社                                              | 特願 2020<br>-098115 | 国内 | 2020/6/5  | 出願           | ガス移動推測装置、ガ<br>ス移動推測方法、推測<br>モデル生成装置、推測<br>モデル生成方法、およ<br>び、プログラム                                          | 浅野基<br>広、森本<br>隆史、高<br>村俊介                                 |
| 11 | 東京都公立大学<br>法人                                                | 特願 2020<br>-102529 | 国内 | 2020/6/12 | 特許<br>有<br>効 | ロボットおよびロボッ<br>ト制御プログラム                                                                                   | 武居 直<br>行、関口<br>叡範                                         |
| 12 | 国立研究開発法<br>人産業技術総合<br>研究所，株式会<br>社未来シェア，<br>株式会社 NTT ド<br>コモ | 特願 2020<br>-120519 | 国内 | 2020/7/14 | 却下           | ODデータ分析装置、<br>ODデータ分析方法、<br>ならびに、プログラム                                                                   | 野田五十<br>樹、落合<br>純一、榎<br>島章人                                |
| 13 | ヒラソル・エナ<br>ジー株式会社                                            | 特願 2020<br>-154169 | 国内 | 2020/9/14 | 出願           | 太陽電池の発電特性を<br>推定する方法、システ<br>ム及びプログラム                                                                     | 井原大<br>将、李<br>晶、李旻                                         |

|    |                                                             |                           |     |            |              |                                                                  |                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|------------|--------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | 東京都公立大学<br>法人                                               | 特願 2020<br>-167512        | 国内  | 2020/10/2  | 審査<br>中      | ロボットおよびロボッ<br>ト制御プログラム                                           | 関口 叡<br>範, 武居<br>直行                                                                    |
| 15 | ヒラソル・エナ<br>ジー株式会社                                           | 特願 2020<br>-214369        | 国内  | 2020/12/23 | 出願           | 発電モジュールセット<br>を評価する方法                                            | 幸田大<br>智、井原<br>大将、池<br>上洋行                                                             |
| 16 | 公立大学法人<br>大阪、ジャパ<br>ンマリンユナ<br>イテッド株式<br>会社                  | PCT/JP20<br>21/00873<br>3 | PCT | 2021/3/5   | 出願           | 線状加熱による金属<br>板の曲げ加工に用い<br>る加熱方案の算出方<br>法                         | 柴原正<br>和、生島<br>一樹、前<br>川真奈<br>海、芦田<br>峻、橋詰<br>光、木谷<br>悠二、山<br>田祐介、<br>丹後義<br>彦、木治<br>昇 |
| 17 | コニカミノルタ<br>株式会社                                             | PCT/JP202<br>1/019125     | PCT | 2021/5/20  | 出願           | ガス移動推測装置、ガ<br>ス移動推測方法、推測<br>モデル生成装置、推測<br>モデル 生成方法、お<br>よび、プログラム | 浅野基<br>広、森本<br>隆史、高<br>村俊介                                                             |
| 18 | 住友重機械ハイ<br>マテックス株式<br>会社、地方独立<br>行政法人神奈川<br>県立産業技術総<br>合研究所 | 特願 2021<br>-090839        | 国内  | 2021/5/31  | 特許<br>有<br>効 | 加工条件推奨装置、加<br>工条件推奨方法、プロ<br>グラム、金属構造体製<br>造システム及び金属構<br>造体の製造方法  | 石川毅、<br>薩田寿<br>隆、森清<br>和、中村<br>紀夫、福<br>山遼、奥<br>田誠、高<br>橋和仁、<br>横田知<br>宏、吉田<br>健太郎      |
| 19 | コニカミノルタ<br>株式会社                                             | 特願 2021<br>-100464        | 国内  | 2021/6/16  | 出願           | ガス濃度特徴量推定装<br>置、ガス濃度特徴量推<br>定方法、プログラム、                           | 浅野基<br>広、森本<br>隆史、高<br>村俊介、                                                            |

|    |                        |                |    |            |       |                                                 |                           |
|----|------------------------|----------------|----|------------|-------|-------------------------------------------------|---------------------------|
|    |                        |                |    |            |       | およびガス濃度特徴量推論モデル生成装置                             | 木内美佳子                     |
| 20 | コニカミノルタ株式会社            | 特願 2021-200885 | 国内 | 2021/12/10 | 出願    | ガス濃度測定装置、ガス濃度測定方法、およびプログラム                      | 浅野基広                      |
| 21 | 公立大学法人大阪               | 特願 2022-063124 | 国内 | 2022/4/5   | 出願    | 塑性ひずみ分布、残留応力分布又は変形を予測するための予測方法およびプログラム          | 柴原正和、加藤拓也、生島一樹、前田新太郎、山内悠暉 |
| 22 | 国立大学法人信州大学             | 特願 2022-134791 | 国内 | 2022/8/26  | 審査請求前 | 情報処理装置、情報処理方法、プログラム、及びロボット                      | ソービアーノード、山崎公俊             |
| 23 | コニカミノルタ株式会社            | 特願 2022-528733 | 国内 | 2022/11/11 | 出願    | ガス移動推測装置、ガス移動推測方法、推測モデル生成装置、推測モデル生成方法、および、プログラム | 浅野基広、森本隆史、高村俊介            |
| 24 | THK 株式会社               | 特願 2022-202040 | 国内 | 2022/12/19 | 出願    | ロボット                                            | 永塚正樹、山之上祥介                |
| 25 | THK 株式会社               | 特願 2023-021880 | 国内 | 2023/2/15  | 出願    | ロボット及び把持部                                       | 永塚正樹、山之上祥介、岩政恒史           |
| 26 | 地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所 | 特願 2023-038620 | 国内 | 2023/3/13  | 審査請求前 | レーザ加工の品質評価方法及び装置、レーザ加工システム、並びに、レーザ加工品の製造方法      | 奥田誠、森清和、中村紀夫、福山遼          |
| 27 | 芝浦機械株式会社               | 特願 2023-058511 | 国内 | 2023/3/31  | 出願    | 自律移動体の走行制御装置および自律移動体                            | 中村陽一郎、福島好伸                |
| 28 | 芝浦機械株式会社               | 特願 2023-069074 | 国内 | 2023/4/20  | 出願    | 干渉検知装置および干渉検知方法                                 | 中村陽一郎                     |

|    |                                                      |                |    |           |    |                                        |                                     |
|----|------------------------------------------------------|----------------|----|-----------|----|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 29 | 芝浦機械株式会社、東京都公立大学法人                                   | 特願 2023-071217 | 国内 | 2023/4/25 | 出願 | 自律移動型ロボットの制御装置および制御方法                  | 中村陽一郎、和田侑也、武居直行、関口叡範                |
| 30 | SOLIZE株式会社                                           | 特願 2023-091508 | 国内 | 2023/6/2  | 出願 | 知識データベース出力方法、情報抽出方法及び、装置               | 西田公祐、徳久進也、木村雅紀、上田さら、小田あゆみ、三谷憲司、根津裕太 |
| 31 | JUKI株式会社、国立大学法人信州大学                                  | 特願 2023-104187 | 国内 | 2023/6/26 | 出願 | 生地折り装置、及び生地折り方法                        | 平山元樹、山崎公俊、シュイクテツ                    |
| 32 | コニカミノルタ株式会社                                          | 特願 2023-114357 | 国内 | 2023/7/12 | 出願 | 漏洩源位置算出装置、漏洩源位置算出システム、プログラム及び漏洩源位置算出方法 | 木内美佳子、浅野基広、阪上隆英、久保司郎、塩澤大輝           |
| 33 | 株式会社ナガセインテグレックス、株式会社シギヤ精機製作所、牧野フライズ精機株式会社、ミクロン精密株式会社 | 特願 2023-125435 | 国内 | 2023/8/1  | 出願 | 加工支援装置、及び加工支援システム                      | 山本雅人、板津武志、松本耕、有賀純一郎、高橋征幸            |

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】

| 番号 | 発表者                                                                                   | 所属                            | タイトル                                                                                                      | 発表誌名、ページ<br>番号                                          | 発表<br>年月    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|
| 1  | T. Ishihara ,<br>G.W.Qian                                                             | 東京大学                          | Numerical and analytical study of wind turbine wakes in yawed condition                                   | Grand Renewable Energy 2018                             | 2018/<br>6  |
| 2  | G.W. Qian ,<br>T. Ishihara                                                            | 東京大学                          | Numerical study of wind turbine wakes over complex terrain by a modified delayed detached eddy simulation | Proc. of CWE2018                                        | 2018/<br>6  |
| 3  | 谷垣勇輝, 尾崎嘉彦, 重中秀介, 大西正輝                                                                | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | マルチエージェントシステムに基づく人流誘導の多目的最適化                                                                              | 進化計算シンポジウム 2019 講演論文集                                   | 2019/<br>12 |
| 4  | G.W. Qian ,<br>T. Ishihara                                                            | 東京大学                          | Numerical study of wind turbine wakes over escarpments by a modified delayed detached eddy simulation     | Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics | 2019/<br>6  |
| 5  | 古田 真理、山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                                                | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルとネットを統合したインタラクティブサービスの開発                                                                               | 第 39 回 社会における AI 研究会 (SIG-SAI)                          | 2020/<br>11 |
| 6  | 山下 和也、井上 恵、長谷川 恵子、安 千鶴、古田 真理、高岡 昂太、本村 陽一                                              | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルイベントから抽出した科学館来場者のペルソナのオンラインイベントへの転写と活用の試み                                                              | 第 39 回 社会における AI 研究会 (SIG-SAI)                          | 2020/<br>11 |
| 7  | Yoshihiko Ozaki, Yuta Suzuki, Takafumi Hawaii, Kotaro Saito, Masaki Onishi, Kanta Ono | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | Automated crystal structure analysis based on blackbox optimisation                                       | npj Computational Materials                             | 2020/<br>6  |
| 8  | 碓井 舞、山下 和也、古田 真理、井上 恵、内藤 まゆこ、高岡 昂太、櫻井 瑛一、本村 陽一                                        | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客サービスにおける現場スタッフとシステムの情報循環                                                                             | 人工知能学会 第 34 回全国大会 論文集                                   | 2020/<br>6  |
| 9  | 山下 和也、碓井 舞、古田 真理、井上 恵、内藤 まゆこ、高岡 昂太、櫻井 瑛一、本村 陽一                                        | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客サービスの価値創造を目指したサービスモデリング                                                                              | 人工知能学会 第 34 回全国大会 論文集                                   | 2020/<br>6  |

|    |                                                                          |                               |                                                                                                                                            |                                                                                                                              |         |
|----|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 10 | M. Sekiguchi, N. Takesue                                                 | Tokyo Metropolitan University | Fast and robust numerical method for inverse kinematics with prioritized multiple targets for redundant robots                             | Advanced Robotics                                                                                                            | 2020/6  |
| 11 | 尾崎嘉彦、野村将寛、大西正輝                                                           | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 機械学習におけるハイパパラメータ最適化手法：概要と特徴                                                                                                                | 電子情報通信学会論文誌                                                                                                                  | 2020/9  |
| 12 | Daiki Shiozawa, Masaki Uchida, Yuki Ogawa, Takahide Sakagami, Shiro Kubo | Kobe University               | Four-Dimensional Reconstruction of Leaked Gas Cloud Based on Computed Tomography Processing of Multiple Optical Paths Infrared Measurement | 16th International Workshop on Advanced Infrared Technology & Applications, Eng. Proc. 2021, 8(1)                            | 2021/10 |
| 13 | 山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                                         | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | Web ツアーと確率モデル構築システムによる来場者と出展者間インタラクション支援                                                                                                   | 人工知能学会社会における AI 研究会 (SIG-SAI)                                                                                                | 2021/11 |
| 14 | 小松智広、永谷圭司、平田泰久、鈴木高宏、大野和則                                                 | 東北大学                          | 既存 6 輪ダンプトラックの自律走行のためのレトロフィット型ハンドル駆動用エアモータの速度制御                                                                                            | 計測自動制御学会論文誌                                                                                                                  | 2021/11 |
| 15 | S. Kondo, H. Komoto, H. Takeda and Y. Umeda                              |                               | Acquisition of expert's knowledge for high-mix and low-volume production scheduling problem                                                | The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century Japan Society of Mechanical Engineers (JSME) | 2021/11 |
| 16 | 山下 和也、井上 恵、古田 真理、高岡 昂太、本村 陽一                                             | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | イベント価値向上を目的とした科学館来場者データからの状態遷移モデルの作成                                                                                                       | サービス学会 第 9 回国内大会 講演論文集                                                                                                       | 2021/3  |
| 17 | 森 清和                                                                     | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所            | 機械学習によるレーザ溶接モニタリング技術                                                                                                                       | レーザ加工学会誌                                                                                                                     | 2021/3  |
| 18 | Yusuke Taguchi, Hideitsu Hino, Keisuke Kameyama                          | 筑波大学                          | Pre-Training Acquisition Functions by Deep Reinforcement Learning for Fixed Budget Active Learning                                         | Neural Processing Letters                                                                                                    | 2021/3  |
| 19 | G. Qian, T. Ishihara                                                     | 東京大学                          | Wind Farm Power Maximization through Wake Steering with a New Multiple Wake Model for Prediction of Turbulence Intensity                   | Energy                                                                                                                       | 2021/4  |
| 20 | Masanari Kimura, Hideitsu Hino                                           | 統計数理研究所                       | $\alpha$ -Geodesical Skew Divergence                                                                                                       | Entropy                                                                                                                      | 2021/4  |

|    |                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                      |                                                                          |        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| 21 | M. Sekiguchi, N. Takesue                                                                                                                        | Tokyo Metropolitan University | Numerical method for inverse kinematics using an extended angle-axis vector to avoid deadlock caused by joint limits                 | Advanced Robotics                                                        | 2021/5 |
| 22 | Daisuke Tanaka                                                                                                                                  | 信州大学                          | Disruption-Resistant Deformable Object Manipulation on basis of Online Shape estimation and Prediction-Driven Trajectory Correction  | IEEE Robotics and Automation Letters                                     | 2021/5 |
| 23 | G. W. Qian, Y. P. Song, T. Ishihara                                                                                                             | 東京大学                          | Numerical study of wind turbine wakes by using LES turbulence model, Part 2 Coriolis force and meandering effects                    | 日本風工学会 年次研究発表会 概要集                                                       | 2021/6 |
| 24 | G. W. Qian, Y. P. Song, T. Ishihara                                                                                                             | 東京大学                          | Numerical study of wind turbine wakes by using LES turbulence model Part 1 Rotor geometry and control effects                        | 日本風工学会 年次研究発表会 概要集                                                       | 2021/6 |
| 25 | Sangwhan Moon, Naoaki Okazaki                                                                                                                   | 東京工業大学                        | The Effects and Mitigation of Out-of-Vocabulary in Universal Language Models                                                         | Journal of Information Processing, 29                                    | 2021/6 |
| 26 | RPB Neto, Kazunori Ohno, Thomas Westfechtel, Shotaro Kojima, Kento Yamada, Satoshi Tadokoro                                                     | 東北大学                          | Knowledge Acquisition from Pedestrian Flow Analysis using Sparse Mobile Probe Data                                                   | Journal of Intelligent & Robotic Systems                                 | 2021/7 |
| 27 | Taro Suzuki, Kazunori Ohno, Shotaro Kojima, Naoto Miyamoto, Takahiro Suzuki, Tomohiro Komatsu, Yukinori Shibata, Kimitaka Asano, Keiji Nagatani | 東北大学                          | Estimation of articulated angle in six-wheeled dump trucks using multiple GNSS receivers for autonomous driving                      | Advanced Robotics                                                        | 2021/8 |
| 28 | G. W. Qian, Y. P. Song, T. Ishihara                                                                                                             | 東京大学                          | A control-oriented large eddy simulation of wind turbine wake considering effects of Coriolis force and time-varying wind conditions | Energy                                                                   | 2021/8 |
| 29 | Kimitoshi Yamazaki                                                                                                                              | 信州大学                          | A Motion Generation Method for Articulated Manipulators Using Linear Mapping Matrices Calculated by Neural Networks                  | IEEE 17th International Conference on Automation Science and Engineering | 2021/8 |
| 30 | Yaquang Mo                                                                                                                                      | 信州大学                          | Motion Measurement and Segmentation Toward Automated Scheduling Operations                                                           | IEEE International Conference on Mechatronics and Automation             | 2021/8 |

|    |                                                                                                                                                                                                                        |                               |                                                                                                                                          |                                                                     |         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------|
|    |                                                                                                                                                                                                                        |                               |                                                                                                                                          | echatronics and Automation                                          |         |
| 31 | Tetsuro Ueno, Hideaki Ishibashi, Hideitsu Hino, Kanta Ono                                                                                                                                                              | 統計数理研究所                       | Automated stopping criterion for spectral measurements with active learning                                                              | npj Computational Materials                                         | 2021/8  |
| 32 | Kento Yamada, Ohno Kazunori, Ryunosuke Hamada, RPB Neto, Naoto Miyamoto, Shotaro Kojima, Taro Suzuki, Takahiro Suzuki, Keiji Nagatani, Yukinori Shibata, Kimitaka Asano, Tomohiro Komatsu, Satoshi Tadokoro            | 東北大学                          | An individual prediction model of the pre-loading motion for operator and backhoe pairs                                                  | Advanced Robotics                                                   | 2021/9  |
| 33 | Tetsu Akegawa, Kazunori Ohno, Shotaro Kojima, Kento Yamada, Wiru Go, Taro Suzuki, S Kiribayashi, Tomohiro Komatsu, Naoto Miyamoto, Takahiro Suzuki, Yukinori Shibata, Kimitaka Asano, Keiji Nagatani, Satoshi Tadokoro | 東北大学                          | Path Planning of the Turning Back of an Autonomous Large-Scale Six-Wheeled Dump Truck for Loading/Leaving Sediment Based on Backhoe Work | IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII, 2022) | 2022/1  |
| 34 | 伊集院幸輝、小早川真衣子、飯野なみ、西村拓一                                                                                                                                                                                                 | 産業技術総合研究所                     | 業手順内の行為の目的を表出し構造化する方法の提案ー介護現場での目的指向知識構造化ー                                                                                                | 情報処理学会 論文誌 63. 1                                                    | 2022/1  |
| 35 | 飯田 大貴, 岡崎 直観                                                                                                                                                                                                           | 東京工業大学                        | Zero-shot ニューラル検索のための語彙一致と文脈の類似度による関連度スコアリング                                                                                             | 情報処理学会 論文誌データベース (TOD)                                              | 2022/10 |
| 36 | 早原 利香, 山下 和也, 井上 恵, 本村 陽一                                                                                                                                                                                              | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | サービス利用者と提供者の体験価値を高めるためのインタラクションデータからの価値構造モデルーサイエンスアゴラ 2022 支援システムと大規模実証実験ー                                                               | 人工知能学会 第二種研究会資料社会における AI 研究会 (SIG-SAI)                              | 2022/11 |

|    |                                                                 |                                             |                                                                                                                        |                                                           |         |
|----|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|
| 37 | M. Sasajima,                                                    | 兵庫県立大学                                      | Some Issues on Empirical Experiments and Ethical Rules for Knowledge Engineering Research in Interdisciplinary Fields, | 2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) | 2022/12 |
| 38 | Shintaro Takenaga, Yoshihiko Ozaki, Masaki Onishi               | 産総研                                         | Practical initialization of the Nelder-Mead method for computationally expensive optimization problems                 | Optimization Letters                                      | 2022/12 |
| 39 | Naoki Sakamoto, Youhei Akimoto                                  | 筑波大学                                        | Adaptive Ranking-based Constraint Handling for Explicitly Constrained Black-Box Optimization                           | Evolutionary Computation                                  | 2022/12 |
| 40 | Youhei Akimoto                                                  | 筑波大学                                        | Analysis of Surrogate-Assisted Information-Geometric Optimization Algorithms                                           | Algorithmica                                              | 2022/12 |
| 41 | 西尾義英、山下和也、本村陽一                                                  | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター               | 島根県立情報科学高等学校との共創プロジェクトにみる持続可能な地域 DX                                                                                    | 人工知能, Vol. 37, No. 2                                      | 2022/3  |
| 42 | 安松健、山下和也、本村陽一                                                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター               | 脱中心的アプローチによる AI サービスシステム開発                                                                                             | 人工知能, Vol. 37, No. 2                                      | 2022/3  |
| 43 | 関口、武居                                                           | 東京都立大学                                      | 始点と終点におけるロボット全体の幾何学的性質に基づいた冗長多関節ロボットの動作計画                                                                              | 日本ロボット学会誌                                                 | 2022/3  |
| 44 | 後藤潤平, 新森聡志, 近藤伸亮, 武田英明, 梅田靖                                     |                                             | Digital Triplet 型エンジニアリング支援のためのプロセスモデリング手法                                                                             | 生産システム部門研究発表講演会 2022                                      | 2022/3  |
| 45 | Youmi Ma, Tatsuya Hiraoka, Naoaki Okazaki                       | 東京工業大学                                      | Named Entity Recognition and Relation Extraction Using Enhanced Table Filling by Contextualized Representations        | 自然言語処理、29 (1)                                             | 2022/3  |
| 46 | 平岡 達也、高瀬 翔、内海 慶、櫻 惇志、岡崎 直観                                      | 東京工業大学                                      | 単語分割と後段モデルの損失値を用いた同時最適化                                                                                                | 自然言語処理、29 (1)                                             | 2022/3  |
| 47 | 尾崎 嘉彦 1, 谷垣 勇輝 1, Shuhei Watanabe 2, Masahiro Nomura 3, 大西 正輝 1 | 1 産総研 2 University of Freiburg 3 CyberAgent | Multiobjective Tree-structured Parzen Estimator                                                                        | JOURNAL OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH               | 2022/4  |
| 48 | 笹嶋宗彦                                                            | 兵庫県立大学                                      | デジタルトランスフォーメーションの現場から                                                                                                  | 人工知能学会誌、2022 年 37 巻 3 号                                   | 2022/5  |
| 49 | 笹嶋宗彦                                                            | 兵庫県立大学                                      | 知識工学の手法を用いた協働ロボット導入支援の試み                                                                                               | 人工知能学会誌、2022 年 37 巻 3 号                                   | 2022/5  |

|    |                                                                     |                               |                                                                                                                            |                                                                   |        |
|----|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| 50 | M. Shibahara, K. Ikushima, M. Maekawa, R. Ashida, T. Kato, A. Notsu | 大阪公立大学                        | APPROACH TO AUTOMATION OF LINE HEATING BY COMBINATION OF REINFORCEMENT LEARNING AND FEM SIMULATION                         | ASME Open Journal of Engineering, Vol.1, 011024                   | 2022/6 |
| 51 | 山崎公俊                                                                | 信州大学                          | 布のマニピュレーションとエンドエフェクタ                                                                                                       | 日本ロボット学会誌                                                         | 2022/6 |
| 52 | Youhei Akimoto, Anne Auger, Tobias Glasachers, Daiki Morinaga       | 筑波大学                          | Global Linear Convergence of Evolution Strategies on More than Smooth Strongly Convex Functions                            | SIAM Journal on Optimization                                      | 2022/6 |
| 53 | 大竹悠介、只野卓巳、緒方淳、嶋田進、小垣哲也、下平淳吾、白石崇、船橋茂久                                | 日立製作所、産業技術総合研究所               | 深層学習による流入風推定手法を用いた風車ヨー制御の実証                                                                                                | 日本風力エネルギー学会 論文集                                                   | 2022/8 |
| 54 | Aolong Zha, Qiong Chang, Itsuki Noda                                | 産総研、北大                        | An incremental SAT-based approach for solving the real-time taxi-sharing service problem                                   | Discrete Applied Mathematics                                      | 2022/8 |
| 55 | Masanari Kimura, Hideitsu Hino                                      | 統計数理研究所                       | Information Geometrically Generalized Covariate Shift Adaptation                                                           | Neural Computation                                                | 2022/9 |
| 56 | 大野和則、藤田淳                                                            | 東北大学                          | ロボティクス・メカトロニクス部門の取組みと期待                                                                                                    | 日本機械学会誌 1月                                                        | 2023/1 |
| 57 | Shinsuke KONDOH, Hitoshi KOMOTO, Hideaki TAKEDA, Yasushi UMEDA      |                               | Acquisition and validation of expert knowledge for high-mix and low-volume production scheduling problems                  | Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing | 2023/1 |
| 58 | Solvi Arnol                                                         | 信州大学                          | Cloth Manipulation Planning on Basis of Mesh Representations with Incomplete Domain Knowledge and Voxel-to-Mesh Estimation | Frontiers in Neurobotics                                          | 2023/1 |
| 59 | Yaqiang Mo                                                          | 信州大学                          | Multi-step Motion Learning by Combining Learning-from-Demonstration and Policy-Search                                      | Advanced Robotics                                                 | 2023/1 |
| 60 | 佐久間洋司, 早原 利香, 山下 和也, 本村 陽一                                          | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | ベイズアンネットを用いたインタラクティブ人材アセスメントシステムと実証実験の報告 --企業とAI 人材のマッチング支援--                                                              | 人工知能学会 知識ベースシステム研究会資料                                             | 2023/3 |
| 61 | 関口、武居                                                               | 東京都立大学                        | 汎用性と各関節の可動性を考慮したロボット運動学の定式化手法                                                                                              | 日本ロボット学会誌                                                         | 2023/3 |
| 62 | Shogo Sagawa, Hideitsu Hino                                         | 統計数理研究所                       | Cost-effective framework for gradual domain adaptation with multifidelity                                                  | Neural Networks                                                   | 2023/3 |

|    |                                                                                                 |                                          |                                                                                                                                 |                                                                                            |        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 63 | Naoki Sakamoto, Rei Sato, Kazuto Fukuchi, Jun Sakuma, Youhei Akimoto                            | 筑波大学                                     | Explicitly Constrained Black-Box Optimization with Disconnected Feasible Domains Using Deep Generative Models                   | IEEE Access                                                                                | 2023/4 |
| 64 | 新福一貴, 笹嶋宗彦                                                                                      | 兵庫県立大学                                   | CSIMG: 顧客満足度アンケートに基づく可視化と企業課題順位付け手法の提案                                                                                          | 知能と情報                                                                                      | 2023/5 |
| 65 | Hideaki Ishibashi, Masayuki Karasuyama, Ichiro Takeuchi, Hideitsu Hino                          | 統計数理研究所                                  | A stopping criterion for Bayesian optimization by the gap of expected minimum simple regrets                                    | The 26th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS 2023) | 2023/5 |
| 66 | 丹後 義彦                                                                                           | ジャパンマリンユナテッド株式会社                         | AI 線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究                                                                                                    | JMU テクニカルレビュー                                                                              | 2023/8 |
| 67 | Kotaro Sakamoto, Hideaki Ishibashi, Rei Sato, Shinichi Shirakawa, Youhei Akimoto, Hideitsu Hino | 統計数理研究所                                  | ATNAS: Automatic Termination for Neural Architecture Search                                                                     | Neural Networks                                                                            | 2023/9 |
| 68 | Kotaro Sakamoto, Hideaki Ishibashi, Rei Sato, Shinichi Shirakawa, Youhei Akimoto, Hideitsu Hino | 統計数理研究所、横浜国立大学、筑波大学                      | ATNAS: Automatic Termination for Neural Architecture Search                                                                     | Neural Networks                                                                            | 2023/9 |
| 69 | 佐藤 航, 山本 葵, 熊谷 小百合, 吉田 康行, 伊集院 幸輝, 押山 千秋, 藤波 努, 西村 拓一                                           | 北陸先端科学技術大学院大学                            | 身体動作の指導知識構造化方法の提案                                                                                                               | 情報処理学会 論文誌                                                                                 | 2024/1 |
| 70 | Youhei Akimoto                                                                                  | 筑波大学                                     | Analysis of Surrogate-Assisted Information-Geometric Optimization Algorithms                                                    | Algorithmica                                                                               | 2024/1 |
| 71 | Takuya Matsuda, Kento Uchida, Shota Saito, and Shinichi Shirakawa                               | Yokohama National University             | HACNet: End-to-end learning of interpretable table-to-image converter and convolutional neural network                          | Knowledge-Based Systems                                                                    | 2024/1 |
| 72 | Ryoki Hamano, Shota Saito, Masahiro Nomura, and Shinichi Shirakawa                              | Yokohama National University, CyberAgent | Marginal Probability-Based Integer Handling for CMA-ES Tackling Single-and Multi-Objective Mixed-Integer Black-Box Optimization | ACM Transactions on Evolutionary Learning and Optimization                                 | 2024/1 |

|    |                                                                                                     |                                                     |                                                                                                                                                                                  |                                                       |            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------|
| 73 | 小早川真衣子、<br>須永剛司、岡村<br>綾華、伊集院幸<br>輝、岩岡敦、西<br>村拓一                                                     | 千葉工業大学、<br>北陸先端科学<br>技術大学院大学                        | 介護者が介護の知に気づくた<br>めのツールと活動のデザイン                                                                                                                                                   | デザイン学研究作<br>品集                                        | 2024/<br>3 |
| 74 | Youmi Ma, An W<br>ang, 岡崎 直観                                                                        | 東京工業大学                                              | 文書レベル関係抽出における<br>根拠認識の統合                                                                                                                                                         | 自然言語処理, 31<br>(1):105-133                             | 2024/<br>3 |
| 75 | R. Fukuyama, K.<br>Mori, T. Satsut<br>a, T. Ishikaw<br>a, M. Okuda, N.<br>Nakamura an<br>d N. Senke | (地独) 神奈川県<br>立産業技術総合<br>研究所、住友重<br>機械ハイマテッ<br>クス(株) | Robust Parameter Optimizati<br>on of Multi-Objective Varia<br>bles in Laser Metal Deposit<br>ion Using Machine Learning                                                          | 溶接学会 論文集                                              | 2024/<br>4 |
| 76 | Daiki Morinag<br>a, Kazuto Fuku<br>chi, Jun Sakum<br>a, Youhei Akim<br>oto                          | 筑波大学                                                | Convergence Rate of the (1+<br>1)-Evolution Strategy on Lo<br>cally Strongly Convex Funct<br>ions with Lipschitz Continu<br>ous Gradient and their Mono<br>tonic Transformations | IEEE Transaction<br>s on Evolutionar<br>y Computation | 2024/<br>4 |

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

| 番号 | 発表者                                                                              | 所属                            | タイトル                                                                                                        | 会議名                             | 発表年月    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|
| 1  | 碓井 舞, 山下 和也, 古田 真理, 内藤 まゆこ, 大西 正輝, 本村 陽一                                         | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | AI タッチラリースystemを用いた商業施設内イベント来場者の行動・心理データの収集と活用サービス                                                          | 人工知能学会 合同研究会 第35回社会におけるAI研究会    | 2019/11 |
| 2  | 山下 和也, 碓井 舞, 古田 真理, 内藤 まゆこ, 本村 陽一                                                | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | サービスシステムの計算モデル化の試みとステークホルダーの価値構造分析 ～AI タッチラリー実証実験～                                                          | 人工知能学会 合同研究会 第118回 知識ベースシステム研究会 | 2019/11 |
| 3  | 古田 真理, 山下 和也, 碓井 舞, 内藤 まゆこ, 本村 陽一                                                | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 実社会ビックデータと確率モデルを用いた施設内サービス空間でのイベント来場者の行動・感情分析                                                               | 人工知能学会 合同研究会 第35回社会におけるAI研究会    | 2019/11 |
| 4  | Manami MAEKAWA, Akira NOTSU, Yoshihiko TANGO, Noboru KIJI and Masakazu SHIBAHARA | 大阪府立大学                        | Approach for Automatic Planning for Line Heating Using Reinforcement Learning and Non-linear FEM Simulation | 日本船舶海洋工学会 講演会                   | 2019/11 |
| 5  | Manami MAEKAWA, Kazuki IKUSHIMA, Akira Notsu and Masakazu SHIBAHARA              | 大阪府立大学                        | Approach for automation of line heating by combination of reinforcement learning and FEM simulation         | Visual JW 2019 & WSE2019        | 2019/11 |
| 6  | H. Hashizume, M. Maekawa, M. Shibahara                                           | 大阪府立大学                        | Optimization of Line Heating Plan Using Genetic Algorithm                                                   | 日本船舶海洋工学会 講演会                   | 2019/11 |
| 7  | 竹長慎太郎、渡邊修平、野村将寛、尾崎嘉彦、大西正輝、波部 斉                                                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 深層学習のハイパパラメータ最適化におけるNelder-Mead法の初期値評価                                                                      | 電子情報通信学会 技術研究報告 (PRMU2019-90)   | 2019/12 |
| 8  | G. W. Qian, T. Ishihara                                                          | 東京大学                          | A new multiple wake model and its application to yaw-based wind farm control                                | 第41回風力エネルギー利用シンポジウム             | 2019/12 |
| 9  | 只野 卓巳, 緒方 淳, 嶋田 進, 小垣 哲也                                                         | 産業技術総合研究所                     | 機械学習に基づく風車流入風の自動推定                                                                                          | 第41回風力エネルギー利用シンポジウム             | 2019/12 |
| 10 | 前川真奈海、生島一樹、野津亮、丹後義彦、木治昇、柴原正和                                                     | 大阪府立大学                        | AIを用いた線状加熱方案作成システムの構築                                                                                       | 溶接構造シンポジウム2019                  | 2019/12 |
| 11 | 木村 守                                                                             | 日立製作所                         | 人工知能技術のウィンドファームへの適用                                                                                         | WIND EXPO                       | 2019/2  |
| 12 | Aolong Zha, Qiong Chang, Itsuki Noda                                             | 産総研                           | An Incremental MaxSAT Approach for Solving the Realtime Taxi-Sharing Service Problem                        | 人工知能学会 第109回人工知能基本問題研究会         | 2019/3  |
| 13 | 吉田直樹, 野田五十樹, 菅原俊治                                                                | 産総研・早稲田大学                     | ライドシェアリングサービスにおける指定乗降場所の効果と設置位置による影響                                                                        | 第17回SIG-DOCMAS研究会               | 2019/3  |
| 14 | 査澳龍, 野田五十樹                                                                       | 産総研                           | リアルタイム乗合配車のための最適化アルゴリズム実現の試み                                                                                | 第17回SIG-DOCMAS研究会               | 2019/3  |
| 15 | 山下 和也, 對間 悠一, 碓井 舞, 古田 真理, 内                                                     | 国立研究開発法人 産業技術総合研              | イベント空間のモデリングによるイベント来場者と企画者の満足最大化                                                                            | 日本行動計量学会                        | 2019/9  |

|    |                                                                                                            |                               |                                                                                      |                                    |         |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|
|    | 藤 まゆこ, 大和田 智之, 大塚 芳嵩, 竹田 会里, 櫻井 瑛一, 高岡 昂太, 澤谷 真澄, 齊藤 裕一郎, 中庭 伊織, 石田 和宏, 長谷 篤拓, 長谷川 裕久, 豊田 俊文, 潤間 励子, 本村 陽一 | 研究所 人工知能研究センター                |                                                                                      |                                    |         |
| 16 | G.W. Qian ,T. Ishihara                                                                                     | 東京大学                          | Prediction of flow field in wind farm using a new multiple wake model                | ICWE15                             | 2019/9  |
| 17 | 前川真奈海、生島一樹、野津亮、柴原正和、丹後義彦、木治昇                                                                               | 大阪府立大学                        | AI を用いた線状加熱方案の自動作成に関する検討                                                             | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                   | 2019/9  |
| 18 | 三ッ井佑太、前川真奈海、生島一樹、柴原正和                                                                                      | 大阪府立大学                        | 強化学習を用いた線状加熱自動化に関する検討                                                                | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                   | 2019/9  |
| 19 | 井上陽介、山田祐介、芦田峻、生島一樹、柴原正和                                                                                    | 大阪府立大学                        | 線状加熱における加熱位置自動決定法についての検討                                                             | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                   | 2019/9  |
| 20 | Itsuki Noda, Junichi Ochiai                                                                                | 産総研 未来シェア                     | Analysis of OD Data of On-demand Transportation by Non-negative Matrix Factorization | AROB 2020                          | 2020/1  |
| 21 | 関口、武居                                                                                                      | 東京都立大学                        | 始点と終点におけるロボット全体の幾何学的性質に基づいた冗長多関節ロボットの動作計画                                            | 日本ロボット学会 第38 回学術講演会                | 2020/10 |
| 22 | 白川 真一                                                                                                      | 横浜国立大学                        | 確率的自然勾配法に基づく One-Shot Neural Architecture Search                                     | 第32 回 RAMP 数理最適化シンポジウム (RAMP 2020) | 2020/10 |
| 23 | 都築斉一                                                                                                       | コニカミノルタ株式会社                   | 広域ガス監視システムの高度化                                                                       | 石油学会第50 回石油・石油化学討論会                | 2020/11 |
| 24 | 古田 真理, 山下 和也, 井上 恵, 本村 陽一                                                                                  | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルとネットを統合したインタラクティブサービスの開発                                                          | 第39 回 社会における AI 研究会 (人工知能学会合同研究会)  | 2020/11 |
| 25 | 山下 和也、井上 恵、古田 真理、本村 陽一                                                                                     | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルとネットを繋ごう ～体験価値のデジタル化～ サイエンスアゴラ 2020 Web ツアーの紹介                                    | サイエンスアゴラ 2020                      | 2020/11 |
| 26 | 古田 真理、山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                                                                     | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルとネットを繋ごう ～体験価値のデジタル化～ サイエンスアゴラ 2020 Web ツアー エージェント部紹介                             | サイエンスアゴラ 2020                      | 2020/11 |
| 27 | 井上 恵、山下 和也、本村 陽一                                                                                           | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルとネットを繋ごう ～体験価値のデジタル化～ 工場系データの自動解析                                                 | サイエンスアゴラ 2020                      | 2020/11 |
| 28 | 山下 和也、井上 恵、長谷川 恵子、安 千鶴、古田 真理、高岡 昂太、本村 陽一                                                                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | リアルイベントから抽出した科学館来場者のペルソナのオンラインイベントへの転写と活用の試み                                         | 第39 回 社会における AI 研究会 (人工知能学会合同研究会)  | 2020/11 |
| 29 | 銭 国偉, 鈴木 柚香, 宋 雲鵬, 石原 孟                                                                                    | 東京大学                          | 複雑地形上におけるウィンドファーム内の風速と発電量の予測手法の提案と実測による検証                                            | 第42 回風力エネルギー利用シンポジウム               | 2020/11 |

|    |                                                                         |                               |                                                                                          |                                                               |         |
|----|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|
| 30 | Aolong Zha, Qiong Chang, Itsuki Noda                                    | 産総研                           | An Incremental SAT-Based Approach for Solving the Real-Time Taxi-Sharing Service Problem | ictai2020                                                     | 2020/11 |
| 31 | Aolong Zha, Rongxuan Gao, Qiong Chang, Miyuki Koshimura, Itsuki Noda    | 産総研 九大                        | CNF Encodings for the Min-Max Multiple Traveling Salesman Problem                        | ictai2020                                                     | 2020/11 |
| 32 | 大塚 青生、植田 譲、李 旻、池上 洋行、井原 大将                                              | 東京理科大学、ヒラソル・エナジー              | 太陽電池モジュール動作点データを用いた発電システムの状態推定                                                           | JSES 2020 年(令和 2 年)度研究発表会                                     | 2020/11 |
| 33 | 池上 洋行、井原 大将、李 旻、植田 譲                                                    | ヒラソル・エナジー、東京理科大学              | 稼働履歴を用いた太陽電池の発電特性推定                                                                      | JSES 2020 年(令和 2 年)度研究発表会                                     | 2020/11 |
| 34 | 森 清和                                                                    | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所            | 機械学習によるレーザ粉体肉盛り溶接の粉末組成と加工条件の推奨                                                           | レーザ加工学会 第 9 4 回講演会                                            | 2020/11 |
| 35 | 加藤拓也、芦田 峻、生島一樹、柴原正和                                                     | 大阪府立大学                        | アルミ合金の防撓構造ひずみ取り自動化システムの提案                                                                | 軽金属溶接協会 2020 年度年次講演大会                                         | 2020/11 |
| 36 | Soma Minami, Tsubasa Hirakawa, Takayoshi Yamashita, Hironobu Fujiyoshi, |                               | Knowledge Transfer Graph for Deep Collaborative Learning                                 | Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision (ACCV) | 2020/11 |
| 37 | 古田 真理, 山下 和也, 本村 陽一                                                     | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 確率モデルを用いた大規模イベントの来場者回遊行動分析                                                               | 社会システムと情報技術研究ウィーク (WSSIT20)                                   | 2020/3  |
| 38 | 査澳龍, 野田五十樹                                                              | 産総研                           | Min-Max Multiple TSP の CNF 符号化法                                                          | 情報処理学会 知能システム研究会                                              | 2020/3  |
| 39 | 関口、武居                                                                   | 東京都立大学                        | 関節変位の可動域制限によるデッドロックを回避するための逆運動学の数値解法                                                     | 第 25 回ロボティクスシンポジウム                                            | 2020/3  |
| 40 | 芦田峻、前川真奈海、生島一樹、野津亮、丹後 義彦、木治昇、駒田周治、柴原正和                                  | 大阪府立大学                        | AI 線状加熱による加熱法作成システムに関する検討                                                                | 溶接学会 春季全国大会 講演概要                                              | 2020/4  |
| 41 | 仲里直克、大西正輝                                                               | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | ハイパパラメータ最適化における識別精度向上と計算コストの定量評価                                                         | 人工知能学会 第 34 回全国大会                                             | 2020/6  |
| 42 | 碓井 舞, 山下 和也, 古田 真理, 井上 恵, 内藤 まゆこ, 高岡 昂太, 櫻井 瑛一, 本村 陽一                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客サービスにおける現場スタッフとシステムの情報循環                                                            | 人工知能学会 第 34 回全国大会                                             | 2020/6  |
| 43 | 山下 和也, 碓井 舞, 古田 真理, 井上 恵, 内藤 まゆこ, 高岡 昂太, 櫻井 瑛一, 本村 陽一                   | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客サービスの価値創造を目指したサービスモデリング                                                             | 人工知能学会 第 34 回全国大会                                             | 2020/6  |
| 44 | 渡邊修平、野村将寛、大西正輝                                                          | 国立研究開発法人 産業技術総合研              | 深層学習のハイパパラメータ最適化手法に求められる性質                                                               | 人工知能学会 第 34 回全国大会                                             | 2020/6  |

|    |                                                                          |                               |                                                                                                                              |                                                                                          |         |
|----|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |                                                                          | 研究所 人工知能研究センター                |                                                                                                                              |                                                                                          |         |
| 45 | 只野 卓巳, 緒方 淳, 嶋田 進, 小垣 哲也                                                 | 産業技術総合研究所                     | AI で風を読む ～機械学習に基づく風車流入風の自動推定～                                                                                                | 人工知能学会 第34回全国大会                                                                          | 2020/6  |
| 46 | 竹内一郎                                                                     | 名古屋工業大学                       | ハイパーパラメータ最適化のための凸最適化理論とアルゴリズム: AutoML での活用へ向けて                                                                               | 人工知能学会 第34回全国大会                                                                          | 2020/6  |
| 47 | Yuki Tanigaki, Yoshihiko Ozaki, Shusuke Shigenaka, Masaki Onishi         | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | Evolutionary Multiobjective Optimization for Pedestrian Route Guidance with Multiple Scenarios                               | IEEE Congress on Evolutionary Computation                                                | 2020/7  |
| 48 | Yoshihiko Ozaki, Yuki Tanigaki, Shuhei Watanabe, Masaki Onishi           | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | Multiobjective Tree-structured Parzen Estimator for Computationally Expensive Optimization Problems                          | The Genetic and Evolutionary Computation Conference                                      | 2020/7  |
| 49 | Aolong Zha, Itsuki Noda                                                  | 産総研                           | Real-Time Taxi-Sharing Service Application Based on Boolean Satisfiability Techniques                                        | IC2S2                                                                                    | 2020/7  |
| 50 | 阪上隆英                                                                     | 国立大学法人神戸大学                    | 赤外線計測に基づく予防保全のための非破壊検査技術                                                                                                     | 日本学術振興会 リスクベース設備管理第180委員会                                                                | 2020/9  |
| 51 | 井上 恵、山下 和也、内藤 まゆこ、古田 真理、高岡 昂太、本村 陽一                                      | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 科学館における来館者の満足度向上と科学館スタッフのスキル向上貢献のための回遊行動分析                                                                                   | 日本行動計量学会                                                                                 | 2020/9  |
| 52 | 芦田峻、生島一樹、野津亮、丹後義彦、木治昇、駒田周治、柴原正和                                          | 大阪府立大学                        | AI 線状加熱を用いた自動加熱方案作成システムに関する検討                                                                                                | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                         | 2020/9  |
| 53 | 加藤拓也、芦田峻、生島一樹、夏目糧平、小田和生、山崎洋輔、中谷光良、柴原正和                                   | 大阪府立大学                        | Complex 法に基づくひずみ取りの自動化に関する検討                                                                                                 | 溶接学会 秋季全国大会講演概要                                                                          | 2020/9  |
| 54 | 加藤拓也、芦田峻、生島一樹、柴原正和                                                       | 大阪府立大学                        | 数値最適化に基づくひずみ取りの自動化に関する検討                                                                                                     | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                         | 2020/9  |
| 55 | S. Takenaga, W. Watanabe, M. Nomura, Y. Ozaki, M. Onishi, H. Habe        | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | Evaluating Initialization of Nelder-Mead Method for Hyperparameter Optimization in Deep Learning                             | International Conference on Pattern Recognition 2020                                     | 2021/1  |
| 56 | 森 清和                                                                     | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所            | 機械学習によるレーザ粉体肉盛り溶接の粉末組成と加工条件の推奨                                                                                               | 溶接学会 溶接法研究委員会                                                                            | 2021/1  |
| 57 | Daiki Shiozawa, Masaki Uchida, Yuki Ogawa, Takahide Sakagami, Shiro Kubo | Kobe University               | 4D reconstruction of leaked gas cloud based on computed tomography processing of multiple optical paths infrared measurement | AITA2021 16th International Workshop on Advanced Infrared Technology & Applications 2021 | 2021/10 |
| 58 | 都築斉一                                                                     | コニカミノルタ株式会社                   | 広域ガス監視システムの高度化                                                                                                               | 石油学会 第51回石油・石油化学討論会                                                                      | 2021/11 |
| 59 | 山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                                         | 国立研究開発法人 産業技術総合研              | Web ツアー紹介                                                                                                                    | サイエンスアゴラ 2021                                                                            | 2021/11 |

|    |                                                                                                                                                                                                         |                              |                                                                                                           |                                                                                         |         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |                                                                                                                                                                                                         | 研究所 人工知能研究センター               |                                                                                                           |                                                                                         |         |
| 60 | 大野和則                                                                                                                                                                                                    | 東北大学                         | タフなロボット技術を利用したインフラ維持管理・構築                                                                                 | 日本ロボット学会 主催ロボット工学セミナー第138回「インフラ維持管理とロボット技術」                                             | 2021/11 |
| 61 | 銭 国偉, 船橋 茂久, 小垣 哲也, 石原 孟                                                                                                                                                                                | 東京大学, 産業技術総合研究所, 日立製作所       | ステアリング制御時における風車の挙動と後流の現地観測と数値予測                                                                           | 第43回風力エネルギー利用シンポジウム                                                                     | 2021/11 |
| 62 | 宋 雲鵬, 銭 国偉, 石原 孟                                                                                                                                                                                        | 東京大学                         | 制御アルゴリズムとコリオリ力を考慮した風車後流の LES 解析                                                                           | 第43回風力エネルギー利用シンポジウム                                                                     | 2021/11 |
| 63 | 立花 亮人                                                                                                                                                                                                   | 東洋大学                         | 自動搬送車のためのベイズ最適化による制御パラメータの学習                                                                              | 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会                                                                 | 2021/11 |
| 64 | 薩田 寿隆                                                                                                                                                                                                   | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所           | レーザ粉体肉盛の特徴と課題                                                                                             | 福岡県工業技術センター 令和3年度「第1回レーザ技術活用セミナー」                                                       | 2021/11 |
| 65 | 森 清和                                                                                                                                                                                                    | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所           | 機械学習によるレーザ溶接モニタリング技術                                                                                      | 光産業技術振興協会 多元技術融合光プロセス研究会                                                                | 2021/11 |
| 66 | 森 清和                                                                                                                                                                                                    | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所           | 機械学習によるレーザ粉体肉盛溶接の条件推奨と品質モニタリング                                                                            | 日本溶射学会                                                                                  | 2021/11 |
| 67 | 石川 毅                                                                                                                                                                                                    | 住友重機械ハイマテックス株式会社             | AI が広げるクラディングの可能性と SDGs への貢献                                                                              | 2021 レーザクラディングセミナーin名古屋                                                                 | 2021/11 |
| 68 | Shinsuke Kondoh, Hitoshi Komoto, Hideaki Takeda and Yasushi Umeda                                                                                                                                       | 東京大学、産業技術総合研究所、国立情報学研究所、東京大学 | Acquisition of expert's knowledge for high-mix and low-volume production scheduling problem               | The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21) | 2021/11 |
| 69 | German HERRERA-GANADOS, Hitoshi KOMOTO, Yoshiyuki FURUKAWA                                                                                                                                              | 産業技術総合研究所                    | Analyzing information flow collected across planning and execution stages of machine tools operations     | The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21) | 2021/11 |
| 70 | Jumpei Goto, Yuki Hongo, Hiroshi Yamakawa, Hideaki Takeda, Shinsuke Kondoh, Shouhei Shirafuji, Jun Ota, Yasushi Umeda, Kazuma Sakamoto, Takuji Sukekawa, Hiroki Matsuzawa, Masahiro Saito, Fumio Kojima | 東京大学、国立情報学研究所、デンソー           | Development of a Learning Factory Based on 'Digital Triple t' Concept                                     | The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21) | 2021/11 |
| 71 | German HERRERA-GANADOS, Hitoshi KOMOTO, Yoshiyuki FURUKAWA                                                                                                                                              | 産業技術総合研究所                    | Recording of machine tool operation plan for the generation of the CNC programs of a parametric CAD model | The 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21) | 2021/11 |
| 72 | 松野 思迪、高岡 隆成、高田 祥                                                                                                                                                                                        | 早稲田大学、産業技術総合研究所、             | 金型生産システムのリソース効率向上を目的としたサイバーフィジ                                                                            | 日本経営工学会 秋季大会                                                                            | 2021/11 |

|    |                                                                                                      |                                                    |                                                                                                                                                       |                                                                                                                              |             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|    | 三、谷水 義隆、<br>翁 嘉華、高本<br>仁志、石畝 学、<br>小島 史夫、多田<br>憲生、中村 昌<br>弘                                          | デンソー、岐阜多<br>田精機、レク<br>サー・リサーチ                      | カルシステム (CPS) の構築と実<br>装                                                                                                                               |                                                                                                                              |             |
| 73 | 加藤拓也、手銭永<br>遠、生島一樹、柴<br>原正和                                                                          | 大阪府立大学                                             | AI 線状加熱による任意形状作成シ<br>ステムの開発                                                                                                                           | 軽金属溶接協会 2021<br>年度年次講演大会                                                                                                     | 2021/<br>11 |
| 74 | 加藤拓也、手銭永<br>遠、生島一樹、柴<br>原正和                                                                          | 大阪府立大学                                             | 線状加熱による任意形状作成自動<br>化システムの構築                                                                                                                           | 日本船舶海洋工学会<br>講演会、ポスター<br>セッション                                                                                               | 2021/<br>11 |
| 75 | 山崎公俊                                                                                                 | 信州大学                                               | 自律型ロボットによる柔軟物操作<br>の研究事例                                                                                                                              | 佐久産業支援セン<br>ター 第4回ワーク<br>ショップ                                                                                                | 2021/<br>11 |
| 76 | Hiroki Iida, Na<br>oaki Okazaki                                                                      | 東京工業大学                                             | Incorporating Semantic Textua<br>l Similarity and Lexical Match<br>ing for Information Retrieval                                                      | Proceedings of th<br>e 35th Pacific Asi<br>a Conference on Lan<br>guage, Informatio<br>n and Computatio<br>n, pages 100-109. | 2021/<br>11 |
| 77 | Yoichi Hirose, N<br>ozomu Yoshinar<br>i, Shinichi Shir<br>akawa                                      | Yokohama Nationa<br>l University                   | NAS-HPO-Bench-II: A Benchmar<br>k Dataset on Joint Optimizatio<br>n of Convolutional Neural Netw<br>ork Architecture and Trainin<br>g Hyperparameters | 13th Asian Conferen<br>ce on Machine Learn<br>ing (ACML 2021)                                                                | 2021/<br>11 |
| 78 | 横山慈、鈴木太<br>郎、大野和則、小<br>島匠太郎、明河<br>哲、桐林星河、小<br>松智広、宮本直<br>人、鈴木高宏、柴<br>田幸則、浅野公<br>隆、永谷圭司、田<br>所諭       | 東北大学                                               | 簡易後付け機器を利用した大型ダ<br>ンプトラックの荷台昇降の自動化                                                                                                                    | 第22回計測自動制<br>御学会 システムイン<br>テグレーション部門<br>講演会                                                                                  | 2021/<br>12 |
| 79 | 山崎公俊                                                                                                 | 信州大学                                               | 人の計測と作業教示の研究事例                                                                                                                                        | 佐久産業支援セン<br>ター 第5回ワーク<br>ショップ                                                                                                | 2021/<br>12 |
| 80 | 山崎公俊                                                                                                 | 信州大学                                               | 柔軟物操作のための知能ロボティ<br>クス                                                                                                                                 | 芝浦工業大学学部講<br>義「ロボティクス」                                                                                                       | 2021/<br>12 |
| 81 | 小早川真衣子、須<br>永剛司、伊集院<br>幸輝、岩岡敦、岡<br>村綾華、古立守、<br>加藤あずさ、西<br>村拓一                                        | 千葉工業大学、<br>公立はこだて未来<br>大学、産業技術<br>総合研究所、東<br>京藝術大学 | 新しい技術と人間らしい営みとを<br>つなぐ社会的デザインの実践                                                                                                                      | 人工知能学会 全国大<br>会                                                                                                              | 2021/<br>12 |
| 82 | 埜田 夕平、齊<br>藤 翔汰、白川 真<br>一                                                                            | 横浜国立大学                                             | カテゴリカル分布と構造正則化を<br>用いた自然勾配法による畳み込み<br>ニューラルネットワークの構造探<br>索                                                                                            | 進化計算シンポジウ<br>ム 2021                                                                                                          | 2021/<br>12 |
| 83 | Rei Sato, Jun Sa<br>kuma, Youhei Aki<br>moto                                                         | 筑波大学                                               | AdvantageNAS: Efficient Neura<br>l Architecture Search with Cre<br>dit Assignment                                                                     | AAAI                                                                                                                         | 2021/<br>2  |
| 84 | Masahiro Nomur<br>a, Shuhei Watana<br>be, Youhei Akimo<br>to, Yoshihiko Oz<br>aki, Masaki Onis<br>hi | 筑波大学                                               | Warm Starting CMA-ES for Hyper<br>parameter Optimization                                                                                              | AAAI                                                                                                                         | 2021/<br>2  |

|    |                                                                                  |                              |                                                                                         |                                                                                    |        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 85 | 山下 和也, 井上 恵, 古田 真理, 高岡 昂太, 本村 陽一                                                 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター | イベント価値向上を目的とした科学館来場者データからの状態遷移モデルの作成                                                    | サービス学会 第9回国内大会                                                                     | 2021/3 |
| 86 | 荒井康太                                                                             | 静岡大学                         | マニピュレータへの作業教示時間短縮のための力覚情報を用いた経路生成およびそのメタパラメータの自動調整                                      | 第33回自律分散システム・シンポジウム                                                                | 2021/3 |
| 87 | 加藤拓也、生島一樹、柴原正和                                                                   | 大阪府立大学                       | ベイズ最適化によるひずみ取り加熱方案自動作成システムの開発                                                           | 溶接学会 春季全国大会 講演概要                                                                   | 2021/4 |
| 88 | Shogo Iwazaki, Yu Inatsu, Ichiro Takeuchi                                        | 名古屋工業大学                      | Mean-Variance Analysis in Bayesian Optimization under Uncertainty                       | International Conference on Artificial Intelligence and Statistics                 | 2021/4 |
| 89 | Vo Nguyen Le Duy, Ichiro Takeuchi                                                | 名古屋工業大学                      | Parametric Programming Approach for More Powerful and General Lasso Selective Inference | International Conference on Artificial Intelligence and Statistics                 | 2021/4 |
| 90 | 山崎公俊                                                                             | 信州大学                         | ロボティクス分野での研究開発におけるソフトウェア事情                                                              | 佐久産業支援センター 第2回ワークショップ                                                              | 2021/5 |
| 91 | 郷初瑠, 大野和則, 小島匠太郎, 山田健斗, 明河哲, 鈴木太郎, 桐林星河, 小松智広, 宮本直人, 鈴木高宏, 柴田幸則, 浅野公隆, 永谷圭司, 田所諭 | 東北大学                         | バックホウの土砂積み込み姿勢にもとづく大型ダンプトラックの自動停車                                                       | ロボティクス・メカトロニクス講演会 2021                                                             | 2021/6 |
| 92 | 明河哲, 大野和則, 小島匠太郎, 山田健斗, 郷初瑠, 鈴木太郎, 桐林星河, 小松智広, 宮本直人, 鈴木高宏, 柴田幸則, 浅野公隆, 永谷圭司, 田所諭 | 東北大学                         | 大型ダンプトラックの土砂運搬作業に適した経路計画法の確立                                                            | ロボティクス・メカトロニクス講演会 2021                                                             | 2021/6 |
| 93 | Kimitoshi Yamazaki                                                               | 信州大学                         | Prediction, Estimation and Learning for Deformable Object Manipulation                  | The Robotics Society of Japan (RSJ) and The Robotics Society (TRS, India) W0RKSHOP | 2021/6 |
| 94 | 高坂直希                                                                             | 信州大学                         | 不織布の立体形状縫製のための制御機構とビジュアルフィードバック制御                                                       | ロボティクス・メカトロニクス講演会 2021                                                             | 2021/6 |
| 95 | 伊集院幸輝、小早川真衣子、鎌田政智、石井翔太、西村拓一                                                      | 産業技術総合研究所、千葉工業大学、三菱重工業       | 点検サービスの熟練者知識の構造化                                                                        | 人工知能学会 第35回全国大会                                                                    | 2021/6 |
| 96 | 江戸陽向, 濱田直希, 福地一斗, 佐久間淳, 秋本 洋平                                                    | 筑波大学                         | 深層生成モデルによる弱パレート解集合の近似                                                                   | 人工知能学会 第35回全国大会                                                                    | 2021/6 |
| 97 | 阪本直気, 佐藤 怜, 福地一斗,                                                                | 筑波大学                         | 複数の損失関数を用いた深層生成モデルの訓練と制約付きブラックボックス最適化への適用                                               | 人工知能学会 第35回全国大会                                                                    | 2021/6 |

|     |                                                                             |                    |                                                                                                    |                                                            |        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|
|     | 佐久間淳, 秋本 洋平                                                                 |                    |                                                                                                    |                                                            |        |
| 98  | 村本佳隆, 岡本直樹, 平川翼, 山下隆義, 藤吉弘亘                                                 | 中部大学               | Refined Consistency による知識蒸留を用いた半教師あり学習                                                             | 人工知能学会 第 35 回全国大会                                          | 2021/6 |
| 99  | 町田兼梧, 宇都有昭, 篠田浩一, 鈴木大慈                                                      | 東京工業大学             | 畳み込み行列の安定ランクを用いた深層学習モデル構造探索                                                                        | 人工知能学会 第 35 回全国大会                                          | 2021/6 |
| 100 | Yu Inatsu, Shogo Iwazaki, Ichiro Takeuchi                                   | 名古屋工業大学            | Active Learning for Distributionally Robust Level-Set Estimation                                   | International Conference on Machine Learning               | 2021/7 |
| 101 | Kazuya Sugiyama, Vo Nguyen Le Duy, Ichiro Takeuchi                          | 名古屋工業大学            | More Powerful and General Selective Inference for Stepwise Feature Selection using Homotopy Method | International Conference on Machine Learning               | 2021/7 |
| 102 | 長崎世良, 山田尚樹, 青木拓磨, 塩澤大輝, 小川祐樹, 久保司郎, 阪上隆英                                    | 国立大学法人神戸大学         | 赤外線可視化計測によって得られたガス雲形状に基づいた漏洩源推定                                                                    | 日本機械学会 M&M2021 材料力学カンファレンス                                 | 2021/9 |
| 103 | 大野和則, 浅野公隆                                                                  | 東北大学               | ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発                                                          | ロボット学会 オープンフォーラム「ロボットと AI の融合の最前線～NEDO AI プロジェクトの産学連携の実例～」 | 2021/9 |
| 104 | 明河哲, 大野和則, 小島匠太郎, 鈴木太郎, 桐林星河, 小松智広, 宮本直人, 鈴木高宏, 柴田幸則, 浅野公隆, 永谷圭司, 田所諭       | 東北大学               | 大型ダンプトラックの土砂積載を自動化するためのデータ駆動型繰り返し位置決定方法の検討                                                         | 日本ロボット学会 第 39 回学術講演会                                       | 2021/9 |
| 105 | 後藤 潤平、本郷 結希、山川 博司、武田 英明、近藤 伸亮、白藤 翔平、太田 順、梅田 靖、坂元 和馬、助川 拓士、松沢 大樹、斎藤 賢宏、小島 史夫 | 東京大学、国立情報学研究所、デンソー | デジタルトリプレット構想に基づくラーニングファクトリーの構築                                                                     | 日本機械学会 設計工学システム部門講演会                                       | 2021/9 |
| 106 | 金 棟植, 白藤 翔平, 助川 拓士, 斎藤 賢宏, 小島 史夫, 太田 順                                      | 東京大学、デンソー          | 作業者の知識の可視化に向けた自動化生産ラインの因果関係の記述                                                                     | 日本ロボット学会 第 39 回学術講演会予稿集                                    | 2021/9 |
| 107 | 後藤潤平, 本郷結希, 山川博司, 武田英明, 近藤伸亮, 白藤翔平, 太田順, 梅田靖, 坂元和馬, 助川拓士, 松沢大樹, 斎藤賢宏, 小島史夫  | 東京大学、国立情報学研究所、デンソー | デジタルトリプレット構想に基づくラーニングファクトリーの構築                                                                     | 第 31 回設計工学・システム部門講演会                                       | 2021/9 |

|     |                                                                                                                                                                |                                  |                                                                                                                            |                                                                                                               |         |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 108 | 安田匠吾、木谷悠二、生島一樹、柴原正和                                                                                                                                            | 大阪府立大学                           | ステレオ画像法による3次元画像計測                                                                                                          | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                                              | 2021/9  |
| 109 | 手銭永遠、加藤拓也、安田匠吾、河原充、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                                                                                             | 大阪府立大学                           | 線状加熱における端部固有変形についての検討                                                                                                      | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                                              | 2021/9  |
| 110 | 加藤拓也、手銭永遠、生島一樹、柴原正和                                                                                                                                            | 大阪府立大学                           | 線状加熱による曲面形成のための加熱法案算出アルゴリズムの開発                                                                                             | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                                              | 2021/9  |
| 111 | 山崎公俊                                                                                                                                                           | 信州大学                             | AI技術の基礎とロボット分野での活用                                                                                                         | 佐久産業支援センター第3回ワークショップ                                                                                          | 2021/9  |
| 112 | 山崎公俊                                                                                                                                                           | 信州大学                             | モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善                                                                                             | 日本ロボット学会 第39回学術講演会オープンフォーラム                                                                                   | 2021/9  |
| 113 | 莫亜強                                                                                                                                                            | 信州大学                             | 人の実演教示に基づく個々の動作と動作の切り替えを考慮した手順あり作業の実行能力獲得                                                                                  | 日本ロボット学会 第39回学術講演会                                                                                            | 2021/9  |
| 114 | 岡田 慧                                                                                                                                                           | 東京大学                             | オンサイト・ティーチングに基づく認識動作AIの簡易導入システム                                                                                            | 日本ロボット学会 第39回学術講演会 OF 8: ロボットとAIの融合の最前線 ~NEDO AIプロジェクトの産学連携の実例~                                               | 2021/9  |
| 115 | 大野和則、鈴木高宏、小島匠太郎、宮本直人、鈴木太郎、小松智弘、浅野公隆、垣崎寛人、                                                                                                                      | 東北大学、千葉工業大学、コーワテック、三洋テクニクス、佐藤工務店 | レトロフィット技術を利用した大型6輪ダンプトラックの自動土砂運搬                                                                                           | SICE 計測と制御                                                                                                    | 2022/   |
| 116 | Akihiro Tachibana                                                                                                                                              | Toyo University                  | Learning Control Parameters with Bayesian Optimization for AGVs in Factories                                               | AROB-ISBC-SWARM2022                                                                                           | 2022/1  |
| 117 | 木村正成、日野英逸                                                                                                                                                      | 統計数理研究所                          | 共変量シフトの情報幾何                                                                                                                | 情報論的学習理論と機械学習研究会                                                                                              | 2022/1  |
| 118 | Tetsu Akegawa, Kazunori Ohno, Shota Kojima, Naoto Miyamoto, Taro Suzuki, Tomohiro Komatsu, Takahiro Suzuki, Yukinori Shibata, Kimitaka Asano, Satoshi Tadokoro | 東北大学                             | Loading an Autonomous Large-Scale Dump Truck: Path Planning Based on Motion Data from Human-Operated Construction Vehicles | IROS2022 (The 2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems in Kyoto)              | 2022/10 |
| 119 | 山崎公俊                                                                                                                                                           | 信州大学                             | ロボットビジョンの基礎技術                                                                                                              | 佐久産業支援センター2022年度第1回ワークショップ                                                                                    | 2022/10 |
| 120 | Hsuan-Yu Kuo, Yumi Ma, Naoaki Okazaki                                                                                                                          | 東京工業大学                           | Annotating Entity and Causal Relationships on Japanese Vehicle Recall Information                                          | Proceedings of the 36th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC), pp.783-791 | 2022/10 |

|     |                                                                              |                              |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                           |         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 121 | Koki Maeda, Masahiro Kaneko, Naoki Okazaki                                   | 東京工業大学                       | IMPARA: Impact based Metric for GEC using Parallel Data                                          | Proceedings of the 29th International Conference on Computational Linguistics (COLING), pp.3578-3588                                                                                      | 2022/10 |
| 122 | Naoki Okamoto, Tsubasa Hirakawa, Takayoshi Yamashita, and Hironobu Fujiyoshi | Chubu University             | Deep ensemble learning by diverse knowledge distillation for fine-grained object classification  | European conference on Computer Vision                                                                                                                                                    | 2022/10 |
| 123 | 山本 雅人                                                                        | 国立大学法人北海道大学                  | 人工知能技術による社会応用と技術伝承                                                                               | Conference ON 4D and Functional Fabrication 2022                                                                                                                                          | 2022/10 |
| 124 | 本村 陽一, 山下 和也, 早原 利香, 井上 恵                                                    | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 二次元バーコードでサイバーフィジカルツアー                                                                            | サイエンスアゴラ 2022                                                                                                                                                                             | 2022/11 |
| 125 | 大西正輝、坂東宜昭、竹長慎太郎、逸見一喜                                                         | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 人工知能技術の導入加速を支援するオープンソースソフトウェア aiaccel の紹介                                                        | 情報論的学習理論ワークショップ                                                                                                                                                                           | 2022/11 |
| 126 | 大野和則                                                                         | 東北大学                         | インフラ維持管理に貢献する最先端のロボット技術                                                                          | 関西ライフライン研究会                                                                                                                                                                               | 2022/11 |
| 127 | Tanapun SRICHANTHAMIT, Itsuki NODA                                           | 北大                           | Evaluation method of robustness for demand-responsive transportation (DRT) system                | JSAI 44th SIG-SAI                                                                                                                                                                         | 2022/11 |
| 128 | 澤口蒼, 野田五十樹, 小山聡                                                              | 北大                           | 逐次最適挿入法への部分的な全探索の導入の試み                                                                           | 人工知能学会 第44回 SIG-SAI                                                                                                                                                                       | 2022/11 |
| 129 | 後藤総馬, 野田五十樹, 小山聡                                                             | 北大                           | 進化型計算による SAVS 料金探索のサービス利用者の傾向に応じた変化                                                              | 人工知能学会 第44回 SIG-SAI                                                                                                                                                                       | 2022/11 |
| 130 | 畑 昂之介                                                                        | 東洋大学                         | ベイズ最適化による AMR のための制御パラメータの最適化 - 旋回速度と台車の摩擦位置による影響 -                                              | 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会                                                                                                                                                                   | 2022/11 |
| 131 | 立花 亮人                                                                        | 東洋大学                         | 自動搬送車のためのベイズ最適化による制御パラメータの学習 制御モデルの乖離と制御パラメータとの関係                                                | 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会                                                                                                                                                                   | 2022/11 |
| 132 | 柴原正和                                                                         | 大阪公立大学                       | 理想化陽解法 FEM による大規模溶接力学シミュレーションの実機適用                                                               | 大阪公立大学工学研究科記念シンポジウム                                                                                                                                                                       | 2022/11 |
| 133 | 松岡諒、加藤拓也、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                     | 大阪公立大学                       | 逆解析を用いた熱伝導パラメータ推定手法の開発                                                                           | 軽金属溶接協会 2022 年度年次講演大会                                                                                                                                                                     | 2022/11 |
| 134 | 山崎公俊                                                                         | 信州大学                         | 柔軟物操作のためのロボティクス                                                                                  | 新世代研究所 2022 年度第 2 回ナノメカニクス研究会                                                                                                                                                             | 2022/11 |
| 135 | Hiroki Iida, Naoki Okazaki                                                   | 東京工業大学                       | Unsupervised Domain Adaptation for Sparse Retrieval by Filling Vocabulary and Word Frequency Gap | Proceedings of the 2nd Conference of the Asia-Pacific Chapter of the Association for Computational Linguistics and the 12th International Joint Conference on Natural Language Processing | 2022/11 |

|     |                                                                                                   |                                                             |                                                                                                            |                                                                                                 |         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     |                                                                                                   |                                                             |                                                                                                            | l Language Processing (Volume 1: Long Papers) (AAACL), p p. 752-765                             |         |
| 136 | 新福 一貴, 笹嶋 宗彦                                                                                      | 兵庫県立大学                                                      | 顧客満足度アンケートデータに基づく経営課題優先度可視化ツール CSIMG                                                                       | 第 29 回 インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会 (SIG-AM) 予稿集                                                  | 2022/11 |
| 137 | 佐川正悟、日野英逸                                                                                         | 統計数理研究所                                                     | Normalizing Flow を用いた段階的ドメイン適応                                                                             | 第 25 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2022)                                                                | 2022/11 |
| 138 | 坂本航太郎、有竹俊光、日野英逸                                                                                   | 統計数理研究所                                                     | 相互作用情報量による能動学習                                                                                             | 第 25 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2022)                                                                | 2022/11 |
| 139 | 山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                                                                  | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター                                | 産総研人工知能技術コンソーシアムにおける共創 DX のための AI サービスシステムと実証実験                                                            | BigData & DigitalTransformation シンポジウム (BigDataDX2022)                                          | 2022/12 |
| 140 | 小島匠太郎, 大野和則, 鈴木高宏, 浅野公隆, 鈴木太郎, 宮本直人, 横山慈, 田所諭                                                     | 東北大学                                                        | 周囲の状況に応じて速度と追従精度のバランスをとる安全な軌跡追従制御の検討                                                                       | 第 23 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会                                                                | 2022/12 |
| 141 | 大野和則                                                                                              | 東北大学                                                        | 実世界で活躍するタフなロボット技術の研究開発-災害対応ロボット, サイバー救助犬など                                                                 | 令和 4 年度 SICE 四国支部学術講演会                                                                          | 2022/12 |
| 142 | Masahiro Kaneko, Danushka Bolligala, Naoaki Okazaki                                               | 東京工業大学                                                      | Gender Bias in Meta-Embeddings                                                                             | Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2022 (EMNLP), pp. 3118-3133    | 2022/12 |
| 143 | Kazuki Hemmi, Yuki Tanigaki, Masaki Onishi                                                        | 産総研                                                         | MC-DARTS : Model Size Constrained Differentiable Architecture Search                                       | NeurIPS 2022 Workshop Has it Trained Yet?                                                       | 2022/12 |
| 144 | Shintaro Takenaga, Yoshihiko Ozaki, Masaki Onishi                                                 | 産総研                                                         | Modified Nelder-Mead Method for High-Dimensional Low-Budget Optimization                                   | IEEE Symposium Series On Computational Intelligence, Nature-Inspired Computation In Engineering | 2022/12 |
| 145 | Duy V.N.L., Iwazaki S., Takeuchi I.                                                               | 名古屋大学                                                       | Quantifying Statistical Significance of Neural Network-based Image Segmentation by Selective Inference.    | Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)                                   | 2022/12 |
| 146 | Teppei Yamaguchi, Kento Uchida, and Shinichi Shirakawa                                            | Yokohama National University                                | Improvement of sep-CMA-ES for Optimization of High-Dimensional Functions with Low Effective Dimensionality | 2022 IEEE Symposium Series On Computational Intelligence (SSCI 2022)                            | 2022/12 |
| 147 | Shoma Shimizu, Takayuki Nishio, Shota Saito, Yoichi Hirose, Chen Yen-Hsiu, and Shinichi Shirakawa | Yokohama National University, Tokyo Institute of Technology | Neural Architecture Search for Improving Latency-Accuracy Trade-off in Split Computing                     | 2022 IEEE Globecom Workshops, Edge Learning over 5G Mobile Networks and Beyond                  | 2022/12 |

|     |                                                                             |                               |                                                                                    |                                                         |         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|
| 148 | 山田 裕太郎、内田 絢斗、齊藤 翔汰、白川 真一                                                    | 横浜国立大学                        | 利得関数の適応的切替機構を導入したサロゲートモデルを用いた(1+1)-CMA-ES の提案                                      | 進化計算シンポジウム 2022                                         | 2022/12 |
| 149 | 内田 絢斗、山口 哲平、白川 真一                                                           | 横浜国立大学                        | 評価値への影響を持たない次元を含む高次元最適化問題のための CMA-ES の改良                                           | 進化計算シンポジウム 2022                                         | 2022/12 |
| 150 | 阪上隆英                                                                        | 国立大学法人神戸大学                    | 赤外線カメラを用いた漏洩ガス可視化検知システムの最新動向                                                       | 日本能率協会 第44回 2022 産業安全対策シンポジウム                           | 2022/2  |
| 151 | 野田五十樹                                                                       | 北海道大学                         | AI 技術を活用したポストコロナの社会システムのデザイン ---Maas を題材として---                                     | デザインセミナー Series VII                                     | 2022/2  |
| 152 | 山崎公俊                                                                        | 信州大学                          | AI 技術のロボット分野での活用事例                                                                 | 長野県テクノ財団浅間テクノポリス地域センター講演会                               | 2022/2  |
| 153 | Diptesh Das, Vo Nguyen Le Duy, Hiroyuki Hanada, Koji Tsuda, Ichiro Takeuchi | 名古屋工業大学                       | Fast and More Powerful Selective Inference for Sparse High-order Interaction Model | AAAI Conference on Artificial Intelligence              | 2022/2  |
| 154 | WANG JEONGWOON、長崎世良、青木拓磨、阪上隆英、塩澤大輝、小川裕樹、久保司郎                                | 国立大学法人神戸大学                    | 赤外線計測によって得られたガス濃度に基づいた漏洩源推定                                                        | 日本機械学会関西学生会卒業研究発表講演会                                    | 2022/3  |
| 155 | 本村 陽一、山下 和也、井上 恵                                                            | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客サービスにおける AI 技術導入の加速と DX 推進プロジェクトの進化プロセス                                       | サービス学会 第10回国大会                                          | 2022/3  |
| 156 | 野田五十樹                                                                       | 北海道大学                         | 公共交通の未来を設計する社会シミュレーション                                                             | 慶應義塾大学 新川崎 K2 タウンキャンパスオープンセミナー                          | 2022/3  |
| 157 | 小林祐一                                                                        | 静岡大学                          | マニピュレータへの動作教示時間短縮のための経路最適化とメタパラメータ自動調整                                             | 第49回 知能システムシンポジウム                                       | 2022/3  |
| 158 | 立花 亮人                                                                       | 東洋大学                          | 自動搬送車のためのベイズ最適化による制御パラメータの学習 - 試行回数の削減のための実験条件の検証 -                                | 計測自動制御学会 第64回システム工学部会研究会                                | 2022/3  |
| 159 | Y. Umeda, Y. Hongo, J. Goto, and S. Kondoh.                                 |                               | Digital Triplet and its Implementation on Learning Factory                         | 14th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems | 2022/3  |
| 160 | 後藤潤平、新森聡志、近藤伸亮、武田英明、梅田靖                                                     |                               | Digital Triplet 型エンジニアリング支援のためのプロセスモデリング手法                                         | 生産システム部門研究発表講演会 2022                                    | 2022/3  |
| 161 | 後藤潤平、新森聡志、近藤伸亮、武田英明、梅田靖                                                     |                               | Digital Triplet 型エンジニアリング支援のためのプロセスモデリング手法                                         | 生産システム部門研究発表講演会 2022                                    | 2022/3  |
| 162 | 山崎公俊                                                                        | 信州大学                          | 作業支援ロボットの共同研究事例                                                                    | 佐久産業支援センター第6回ワークショップ                                    | 2022/3  |
| 163 | 平岡 達也、高瀬 翔、内海 慶、樺 惇志、岡崎 直観                                                  | 東京工業大学                        | 単語の長さや構成要素を考慮した単語レベルの振動                                                            | 言語処理学会 第28回年次大会 (NLP2022)、1455-1460。                    | 2022/3  |
| 164 | Yuumi Ma、平岡達也、岡崎直観                                                          | 東京工業大学                        | 畳み込みニューラルネットワークを用いたラベリングによる固有表現認識と関係抽出                                             | 言語処理学会 第28回年次大会 (NLP2022)、1197-1202。                    | 2022/3  |

|     |                                                                                       |                                                   |                                                                                                 |                                                                                                                                                             |            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 165 | 春日 博                                                                                  | 国立研究開発法人<br>理化学研究所                                | 微小切込み加工を模した変動荷重<br>下での摩擦特性                                                                      | 精密工学会 2022 年度<br>春季大会学術講演会                                                                                                                                  | 2022/<br>3 |
| 166 | 春日 博                                                                                  | 国立研究開発法人<br>理化学研究所                                | 微小切り込み加工を模した変動荷<br>重下での摩擦特性                                                                     | 精密工学会 2022 年度<br>春季大会学術講演会                                                                                                                                  | 2022/<br>3 |
| 167 | 加藤拓也、山内悠<br>暉、生島一樹、柴<br>原正和                                                           | 大阪公立大学                                            | 機械学習を用いたガス加熱時に発<br>生する固有ひずみの簡易予測手法<br>に関する検討                                                    | 溶接学会 春季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                                        | 2022/<br>4 |
| 168 | 手銭永遠、安田匠<br>吾、加藤拓也、前<br>田新太郎、生島一<br>樹、柴原正和                                            | 大阪公立大学                                            | 熱収縮法を用いた溶接力学解析                                                                                  | 溶接学会 春季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                                        | 2022/<br>4 |
| 169 | 柴原正和                                                                                  | 大阪公立大学                                            | 理想化陽解法 FEM による大規模<br>溶接力学シミュレーションの実機<br>適用                                                      | 日本材料学会 第 9<br>1 回材料データベ<br>ース研究分科会                                                                                                                          | 2022/<br>4 |
| 170 | Y. Umeda, Y. Hon<br>go, J. Goto, an<br>d S. Kondoh                                    |                                                   | Digital Triplet and its Implem<br>entation on Learning Factory                                  | 14th IFAC Worksho<br>p on Intelligent Ma<br>nufacturing Systems                                                                                             | 2022/<br>5 |
| 171 | Kimitoshi Yamaza<br>ki                                                                | 信州大学                                              | Cloth manipulation based on hi<br>erarchical shape prediction                                   | 2nd Workshop on Rep<br>resenting and Manip<br>ulating Deformabl<br>e Objects @ICRA2022                                                                      | 2022/<br>5 |
| 172 | Masahiro Kanek<br>o, Sho Takase, A<br>yana Niwa, Naoak<br>i Okazaki                   | 東京工業大学                                            | Interpretability for Languag<br>e Learners Using Example-Base<br>d Grammatical Error Correction | Proceedings of th<br>e 60th Annual Meeti<br>ng of the Associati<br>on for Computational Linguistics (Volum<br>e 1: Long Paper<br>s) (ACL), pp.7176-7<br>187 | 2022/<br>5 |
| 173 | 竹長慎太郎、大西<br>正輝                                                                        | 国立研究開発法人<br>産業技術総合研<br>究所 人工知能研<br>究センター          | マルチスタートを用いた局所探索<br>手法による深層学習のハイパパラ<br>メータ最適化                                                    | 人工知能学会 第 36<br>回全国大会                                                                                                                                        | 2022/<br>6 |
| 174 | 本村 陽一、山<br>下 和也、井上 恵                                                                  | 国立研究開発法人<br>産業技術総合研<br>究所 人工知能研<br>究センター          | 生活者ビッグデータからのヘルス<br>ケアデジタルツイン構築とヘルス<br>ケアサービス支援システム                                              | 人工知能学会 第 36<br>回全国大会                                                                                                                                        | 2022/<br>6 |
| 175 | 横山慈、明河<br>哲、鈴木高宏、西<br>條達慶、鈴木太<br>郎、柴田幸則、大<br>野和則、小島匠太<br>郎、小松智広、宮<br>本直人、浅野公<br>隆、田所諭 | 東北大学、千葉工<br>業大学、コーワ<br>テック、三洋テク<br>ニックス、佐藤工<br>務店 | シミュレータを利用した異なる土<br>砂の種類と積み下ろし位置による<br>土砂山形状の解析                                                  | ロボティクス・メカ<br>トロニクス講演会 202<br>2                                                                                                                              | 2022/<br>6 |
| 176 | 大野和則、明河<br>哲、小島匠太<br>郎、横山慈、鈴木<br>太郎、小松智<br>弘、宮本直人、鈴<br>木高宏、柴田幸<br>則、浅野公隆、田<br>所諭      | 東北大学、千葉工<br>業大学、コーワ<br>テック、三洋テク<br>ニックス、佐藤工<br>務店 | 後付け運転ロボットを利用した積<br>載量 40t の大型 6 輪ダンプトラック<br>の自動土砂運搬                                             | ロボティクス・メカ<br>トロニクス講演会 202<br>2                                                                                                                              | 2022/<br>6 |
| 177 | 西村完相、清水浩<br>樹、武居直行、和<br>田侑也、中村陽一<br>郎                                                 | 東京都立大学、芝<br>浦機械                                   | 外力推定を用いたモバイルマニ<br>ピュレータによるドア開け                                                                  | 日本機械学会 ロボ<br>ティクス・メカトロ<br>ニクス講演会                                                                                                                            | 2022/<br>6 |
| 178 | 岡田 領、横山 諒<br>伍、松尾 豊                                                                   | 東京大学、東京理<br>科大学                                   | ニューラルネットワークの知識蒸<br>留による方程式抽出                                                                    | 人工知能学会                                                                                                                                                      | 2022/<br>6 |

|     |                                                                        |             |                                                                                                 |                                                                                                                                                                      |        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 179 | 山崎公俊                                                                   | 信州大学        | 爪のひずみに基づく指先接触力センサを用いた指先作業計測                                                                     | 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会                                                                                                                                             | 2022/6 |
| 180 | 松本 健汰、甲斐 雄大、山口 知彦、笹嶋 宗彦                                                | 兵庫県立大学      | 協働ロボットの遠隔での非専門家による構築を実現するための専門家ノウハウの収集とマニュアル化の検討                                                | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 181 | 甲斐 雄大、松本 健汰、山口 知彦、笹嶋 宗彦                                                | 兵庫県立大学      | 協働ロボットの遠隔構築のための組み立てノウハウのマニュアル化と評価方法の検討                                                          | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 182 | 逸見一喜、大西正輝                                                              | 産総研         | Neural Architecture SearchにおけるDARTSのモデルサイズ制約付き最適化                                               | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 183 | 吉成 望、白川 真一                                                             | 横浜国立大学      | Neural Architecture Searchにおける構造評価時の重みの初期化の影響                                                   | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 184 | 埜田 夕平、斉藤 翔汰、白川 真一                                                      | 横浜国立大学      | 構造の複雑さを考慮したNeural Architecture Searchにおける複数構造探索の効率化                                             | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 185 | 浅倉拓也、宇都有昭、篠田浩一                                                         | 東京工業大学      | TransformerにおけるToken-Mixingの探索                                                                  | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 186 | 張 新宇、高島 空良、横田 理央                                                       | 東京工業大学      | ViTのファインチューニング時におけるNASのモデル縮小効果                                                                  | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 187 | 菅沼 雅徳                                                                  | 東北大学情報科学研究科 | 視覚言語融合タスクにおけるTransformerの自動構造探索                                                                 | 人工知能学会 第36回全国大会                                                                                                                                                      | 2022/6 |
| 188 | Masahiro Kaneko, Aizhan Imankulova, Danushka Bollegala, Naoaki Okazaki | 東京工業大学      | Gender Bias in Masked Language Models for Multiple Languages                                    | Proceedings of the 2022 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL), pp.2740-2750 | 2022/7 |
| 189 | Yoshihiko Ozaki, Shintaro Tanaka, Masaki Onishi                        | 産総研         | Global Search versus Local Search in Hyperparameter Optimization                                | IEEE Congress on Evolutionary Computation                                                                                                                            | 2022/7 |
| 190 | 逸見一喜、谷垣勇輝、大西正輝                                                         | 産総研         | Long-Tail データセットに対するNASの制約付き最適化                                                                 | 画像の認識・理解シンポジウム                                                                                                                                                       | 2022/7 |
| 191 | Inatsu Y., Takeo S., Karasuyama M., Takeuchi I.                        | 名古屋大学       | Bayesian Optimization for Distributionally Robust Chance-constrained Problem.                   | International Conference on Machine Learning (ICML)                                                                                                                  | 2022/7 |
| 192 | Rei Sato, Kazuto Fukuchi, Jun Sakuma, Youhei Akimoto                   | 筑波大学、横浜国立大学 | Few-Shot Image-to-Semantics Translation for Policy Transfer in Reinforcement Learning           | International Joint Conference on Neural Networks                                                                                                                    | 2022/7 |
| 193 | Youhei Akimoto                                                         | 筑波大学、横浜国立大学 | Monotone Improvement of Information-Geometric Optimization Algorithms with a Surrogate Function | Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO '22)                                                                                                          | 2022/7 |
| 194 | 村本佳隆、平川翼、山下隆義、藤吉弘亘                                                     | 中部大学        | 知識転移グラフによる最適な半教師あり学習の探索                                                                         | 人工知能学会 全国大会                                                                                                                                                          | 2022/7 |
| 195 | Shunji Fujihara                                                        | 信州大学        | An End-Effector for Pinch and Slide Unfolding Using a Prototyping Passive Rotation Mechanism    | 2022 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)                                                                                             | 2022/8 |

|     |                                                                                      |                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                             |        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 196 | Kimitoshi Yamazaki                                                                   | 信州大学             | Force Sensing Based on Nail Deformation for Measurement of Fingertip Force in Detailed Work                               | 2022 IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)                                                                                        | 2022/8 |
| 197 | 馬 尤<br>味, 王 安, 岡崎 直観                                                                 | 東京工業大学           | 文書レベル関係抽出における人間と注意機構の根拠文の対応付け                                                                                             | 第17回 NLP 若手の会シンポジウム (YAN S), P4-09                                                                                                                                          | 2022/8 |
| 198 | 飯田 大貴, 岡崎 直観                                                                         | 東京工業大学           | 疎ベクトル検索における語彙と単語頻度のギャップ解消を通じた教師なしドメイン適合                                                                                   | 第17回 NLP 若手の会シンポジウム (YAN S), P4-08                                                                                                                                          | 2022/8 |
| 199 | Sachi Iwata, So ma Minami, Tsubasa Hirakawa, Takayoshi Yamashita, Hironobu Fujiyoshi | Chubu University | Refining Design Spaces in Knowledge Distillation for Deep Collaborative Learning                                          | International conference on Pattern Recognition                                                                                                                             | 2022/8 |
| 200 | 青木拓磨, 大家涉吾, 塩澤大輝, 小川裕樹, 久保司郎, 阪上隆英                                                   | 国立大学法人神戸大学       | 複数光路の赤外線画像を用いたガス濃度分布の空間・時系列4Dイメージング ～正則化回帰の適用による高精度化に関する検討～                                                               | 日本機械学会 M&M2022 材料力学カンファレンス                                                                                                                                                  | 2022/9 |
| 201 | 長崎世良, WANG JEONGWOON, 青木拓磨, 塩澤大輝, 小川裕樹, 久保司郎, 阪上隆英                                   | 国立大学法人神戸大学       | 赤外線によるガス濃度分布画像における高濃度点遡行探索による漏洩源推定法                                                                                       | 日本機械学会 M&M2022 材料力学カンファレンス                                                                                                                                                  | 2022/9 |
| 202 | 大野和則                                                                                 | 東北大学             | ロボティクス・メカトロニクス部門：インフラ点検・維持管理に関するロボティクス部門の取組み                                                                              | 保守・保全、信頼性強化～部門連係・学会連携への期待～<br>[学会横断テーマ<br>「機械・インフラの保守・保全、信頼性強化」/協力：材料力学部門, 機械材料・材料加工部門, 動力エネルギーシステム部門, 機械力学・計測制御部門, ロボティクス・メカトロニクス部門, 情報・知能・精密機器部門, 生産システム部門, 産業・化学機械と安全部門] | 2022/9 |
| 203 | 近藤 伸亮, 秋山 怜穂, 新森 聡志, 梅田 靖, 武田 英明                                                     |                  | Digital Triplet を用いた人中心型生産システムへ向けて                                                                                        | 第32回 設計工学・システム部門講演会                                                                                                                                                         | 2022/9 |
| 204 | 近藤 伸亮, 秋山 怜穂, 新森 聡志, 梅田 靖, 武田 英明                                                     |                  | Digital Triplet を用いた人中心型生産システムへ向けて                                                                                        | 第32回 設計工学・システム部門講演会                                                                                                                                                         | 2022/9 |
| 205 | Shintaro MAEDA, Takuya KATO, Kazuki IKUSHIMA, Masakazu SHIBAHARA                     | 大阪公立大学           | Analysis of Solidification Cracking During Large Heat Input Butt Welding Considering Mechanical and Metallurgical Factors | 13th International Seminar Numerical Analysis of Weldability, Austria                                                                                                       | 2022/9 |
| 206 | KATO Takuya, MAEDA Shintaro, IKUSHIMA Kazuki, SHIBAHARA Masakazu                     | 大阪公立大学           | Prediction of Welding Deformation of Large-scale Structure Using Inherent Deformation Computed by Using Machine Learning  | 13th International Seminar Numerical Analysis of Weldability, Austria                                                                                                       | 2022/9 |

|     |                                                                                                                                                        |                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                           |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 207 | 松岡諒、河原充、<br>前田新太郎、生島<br>一樹、柴原正和                                                                                                                        | 大阪公立大学                           | ガス加熱時の入熱分布推定に関する<br>検討                                                                                                       | 溶接学会 秋季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                      | 2022/<br>9 |
| 208 | 幅田真史、前田新<br>太郎、生島一樹、<br>柴原正和                                                                                                                           | 大阪公立大学                           | 修正熱収縮法の提案と溶接力学問<br>題への適用                                                                                                     | 溶接学会 秋季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                      | 2022/<br>9 |
| 209 | 廣瀬天空、加藤拓<br>也、前田新太郎、<br>生島一樹、柴原正<br>和                                                                                                                  | 大阪公立大学                           | 機械学習を用いたすみ肉溶接時に<br>発生する固有変形の簡易予測手法<br>に関する検討                                                                                 | 溶接学会 秋季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                      | 2022/<br>9 |
| 210 | 加藤拓也、廣瀬天<br>空、丹後義彦、駒<br>田周治、野津亮、<br>生島一樹、柴原正<br>和                                                                                                      | 大阪公立大学                           | 残留応力の高速予測サロゲートモ<br>デルの開発とその応用                                                                                                | 溶接学会 秋季全国大<br>会 講演概要                                                                                                                      | 2022/<br>9 |
| 211 | Solvi Arnold                                                                                                                                           | 信州大学                             | Cloth Manipulation with Estima<br>tion of Material Properties                                                                | 日本ロボット学会 第<br>40 回学術講演会                                                                                                                   | 2022/<br>9 |
| 212 | Naoki Kosaka                                                                                                                                           | 信州大学                             | Control System Development fo<br>r Automation of Curve Sewing O<br>perations and Experimental Ver<br>ification               | The 9th IFAC Sympos<br>ium on Mechatroni<br>c Systems & The 16t<br>h International Con<br>ference on Motion a<br>nd Vibration Contro<br>l | 2022/<br>9 |
| 213 | 石川陽久                                                                                                                                                   | 信州大学                             | Writhe Matrix による手指姿勢の<br>相互表現を用いた机上物体操作の<br>分類                                                                              | 計測自動制御学会 中<br>部支部シンポジウム 2<br>022                                                                                                          | 2022/<br>9 |
| 214 | 高坂直希                                                                                                                                                   | 信州大学                             | 布の幾何的動作のモデル化と自動<br>縫製のための最適制御                                                                                                | 計測自動制御学会 中<br>部支部シンポジウム 2<br>022                                                                                                          | 2022/<br>9 |
| 215 | Yuhei Noda, Shot<br>a Saito, and Shi<br>nichi Shirakawa                                                                                                | Yokohama Nationa<br>l University | Efficient Search of Multiple N<br>eural Architectures with Diffe<br>rent Complexities via Importan<br>ce Sampling            | 31st Internationa<br>l Conference on Art<br>ificial Neural Netw<br>orks (ICANN 2022)                                                      | 2022/<br>9 |
| 216 | Tanapun SRICHANT<br>HAMIT, Itsuki NO<br>DA                                                                                                             | 北大                               | Evaluation of robustness for d<br>emand-responsive transportatio<br>n (DRT) system                                           | AROB-2023                                                                                                                                 | 2023/<br>1 |
| 217 | Shinsuke KONDO<br>H, Hitoshi KOMOT<br>O, Hideaki TAKED<br>A, Yasushi UMEDA                                                                             |                                  | Acquisition and validation o<br>f expert knowledge for high-mi<br>x and low-volume production sc<br>heduling problems        | Journal of Advance<br>d Mechanical Desig<br>n, Systems, and Man<br>ufacturing                                                             | 2023/<br>1 |
| 218 | Koki Ijuin, Taku<br>ichi Nishimura                                                                                                                     | 北陸先端科学技術<br>大学院大学                | Evaluating Procedure-based Kno<br>wledge Graph and Purpose-base<br>d Knowledge Graph of Care-givi<br>ng Experts              | 5th International C<br>onference on ICT In<br>tegration in Techni<br>cal Education                                                        | 2023/<br>1 |
| 219 | Wataru Sato, Ao<br>i Yamamoto, Naok<br>i Koyama, Sayur<br>i Kumagai, Kok<br>i Ijuin, Tsutom<br>u Fujinami, Chia<br>ki Oshiyama, Tak<br>uichi Nishimura | 北陸先端科学技術<br>大学院大学                | Knowledge Structuring of Skill<br>ed Sports Trainers-For Correc<br>t Movement to Prevent Disabili<br>ty and Promote Progress | 5th International C<br>onference on ICT In<br>tegration in Techni<br>cal Education                                                        | 2023/<br>1 |
| 220 | Akihiro Kato, Ch<br>iaki Oshiyama, a<br>nd Takuichi Nish<br>imura                                                                                      | 北陸先端科学技術<br>大学院大学                | Towards a user-centered desig<br>n framework of BCI —a proposa<br>l of Neurofeedback with Lingui<br>stic Feedback            | 5th International C<br>onference on ICT In<br>tegration in Techni<br>cal Education                                                        | 2023/<br>1 |

|     |                                                                                                                       |                    |                                                                                                                      |                                                                                              |         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 221 | Ruoyue Shen, Nakamasa Inoue, Koichi Shinoda                                                                           | 東京工業大学             | Text-Guided Object Detector for Multi-modal Video Question Answering                                                 | IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV) 2023                    | 2023/1  |
| 222 | H. Takeda, S. Koido, S. Jo, M. K. L. Akiyama, J. Gotto, S. Kondoh and Y. Umeda                                        | 国立情報学研究所, 東京大学     | The Design of the Diagrammatic and Semantic Models for Process Modelling Language for Digital Triplet                | the Second International Workshop on Semantic Industrial Information Modelling (SemIIM 2023) | 2023/11 |
| 223 | Hideaki Takeda, Seiji Koido, Sungmin Jo, Mizuki Katano, Leon Akiyama, Jumpei Gotto, Shinsuke Kondoh and Yasushi Umeda |                    | The Design of the Diagrammatic and Semantic Models for Process Modelling Language for Digital Triplet                | Second International Workshop on Semantic Industrial Information Modelling (SemIIM)          | 2023/11 |
| 224 | 丹後 義彦                                                                                                                 | ジャパンマリンユナテッド株式会社   | 小型自動加熱ロボットを用いた AI 線状加熱システムの開発                                                                                        | 溶接構造シンポジウム 2023                                                                              | 2023/11 |
| 225 | 加藤拓也、廣瀬天空、野津亮、生島一樹、柴原正和                                                                                               | 大阪公立大学             | AI 技術と FEM 解析を活用した船殻成形の機械化・自動化に関する検討                                                                                 | 溶接構造シンポジウム 2023                                                                              | 2023/11 |
| 226 | 加藤拓也、廣瀬天空、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                                                             | 大阪公立大学             | AI 線状加熱システムの開発と任意形状鋼板自動作成への適用                                                                                        | 溶接構造シンポジウム 2023                                                                              | 2023/11 |
| 227 | 丹後義彦、駒田周治、加藤拓也、廣瀬天空、野津亮、柴原正和                                                                                          | 大阪公立大学             | AI 線状加熱ロボットを用いた自動加熱システムの構築                                                                                           | 溶接構造シンポジウム 2023                                                                              | 2023/11 |
| 228 | 加藤拓也、廣瀬天空、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                                                             | 大阪公立大学             | 機械学習を用いた高速な溶接残留応力予測手法                                                                                                | 溶接学会 秋季全国大会 講演概要                                                                             | 2023/11 |
| 229 | 西鳥羽 二郎                                                                                                                | 株式会社レトリバ           | Cloud TPU を用いたスクラッチでの大規模言語モデルの開発                                                                                     | Google Cloud Next Tokyo '23                                                                  | 2023/11 |
| 230 | 奥田 誠                                                                                                                  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所 | 機械学習によるレーザ加工の品質モニタリング                                                                                                | 溶接学会 第 103 回高エネルギービーム加工研究委員会                                                                 | 2023/12 |
| 231 | 廣瀬天空、加藤拓也、野津亮、丹後義彦、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                                                    | 大阪公立大学             | AI 線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの開発                                                                                         | 日本船舶海洋工学会 関西支部 学生発表会                                                                         | 2023/12 |
| 232 | 山邊晃瑠、松岡諒、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                                                                                              | 大阪公立大学             | 温度場・変位場デジタルツインの開発                                                                                                    | 日本船舶海洋工学会 関西支部 学生発表会                                                                         | 2023/12 |
| 233 | Kunika Iida, Risa Kubo and Munehiko Sasajima                                                                          | 兵庫県立大学             | A Framework to Improve Automobile Design Efficiency Using Functional Decomposition Trees and Ontologies              | Proc. Of the The 12th International Joint Conference on Knowledge Graphs (IJCKG 2023)        | 2023/12 |
| 234 | Moe Fujii, Akiko Williamson and Munehiko Sasajima                                                                     | 兵庫県立大学             | A study of evaluation methods for individual contribution in group work using an online tool for creating nursing ca | Proc. Of the The 12th International Joint Conference on K                                    | 2023/12 |

|     |                                                       |                               |                                                                                                                                                          |                                                                                                                            |         |
|-----|-------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|     |                                                       |                               | re plan and pathological related diagram                                                                                                                 | knowledge Graphs (IJCKG 2023)                                                                                              |         |
| 235 | Aoi Hiraoka, Tomohiko Yamaguchi and Munehiko Sasajima | 兵庫県立大学                        | An Application of Functional Decomposition Tree Technology to Collaborative Robot Introduction Manual for Non-Experts                                    | Proc. Of the The 12th International Joint Conference on Knowledge Graphs (IJCKG 2023)                                      | 2023/12 |
| 236 | Hiroki Hayashi, Munehiko Sasajima                     | 兵庫県立大学                        | Knowledge Modeling of the Inquiry based Learning Instructional Process in Japanese High Schools - Ontology model of Instruction Based on the PPDAC Cycle | Proc. of The 2nd International Workshop on Knowledge Graph Reasoning for Explainable Artificial Intelligence (KGR4XAI2023) | 2023/12 |
| 237 | 竹長慎太郎、尾崎嘉彦、大西正輝                                       | 産総研                           | ハイパパラメータ最適化のためのパラメータフリーな動的フィデリティ選択                                                                                                                       | ハイパパラ進化計算シンポジウム                                                                                                            | 2023/12 |
| 238 | 谷垣勇輝、大西正輝                                             | 産総研                           | 多目的なニューラルアーキテクチャ探索のための重み共有手法                                                                                                                             | 進化計算シンポジウム                                                                                                                 | 2023/12 |
| 239 | 内田 絢斗、濱野 棕希、野村 将寛、斉藤 翔汰、白川 真一                         | 横浜国立大学                        | Safe Optimization のための CMA-ES の提案                                                                                                                        | 進化計算シンポジウム 2023                                                                                                            | 2023/12 |
| 240 | 関野 裕太、内田 絢斗、白川 真一                                     | 横浜国立大学                        | 文脈付き最適化問題のための CMA-ES の Warm Starting の提案                                                                                                                 | 進化計算シンポジウム 2023                                                                                                            | 2023/12 |
| 241 | 山田 裕太郎、内田 絢斗、白川 真一                                    | 横浜国立大学                        | 目的関数の単調増加変換に不変性を与える多目的最適化フレームワークの提案                                                                                                                      | 進化計算シンポジウム 2023                                                                                                            | 2023/12 |
| 242 | 本村 陽一、山下 和也、井上 恵                                      | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | AI 技術導入加速とスパイラルアップ技術の研究開発                                                                                                                                | AI NEXT FORUM 2023                                                                                                         | 2023/2  |
| 243 | 山下 和也、井上 恵、本村 陽一                                      | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 大規模集客イベントでの共創 DX のための AI サービスシステム (AI サービスシステム WG の実証実験活動報告)                                                                                             | 産総研 人工知能技術コンソーシアム 2022 年度第三回全体定例会                                                                                          | 2023/2  |
| 244 | 大野和則                                                  | 東北大学                          | ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発                                                                                                                | NEDO AI NEXT FORUM 2023ービジネスと AI 最新技術が出会う、新たなイノベーションが芽生えるー                                                                 | 2023/2  |
| 245 | 浅野公隆、鈴木高宏                                             | 三洋テクニクス、東北大学                  | 土木建設分野での土砂運搬機械のロボット化技術の開発                                                                                                                                | モノづくり日本会議 成果報告会「2022 年度 NEDO 先導研究プログラム報告会～社会実装に向けたマネジメントとは～」                                                               | 2023/2  |
| 246 | 森 清和                                                  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所            | レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現                                                                                                              | NEDO AI NEXT FORUM 2023                                                                                                    | 2023/2  |
| 247 | 森 清和                                                  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所            | 機械学習による積層造形などレーザ熱加工の条件最適化                                                                                                                                | 石川県次世代産業育成講座・新技術セミナー                                                                                                       | 2023/2  |
| 248 | 大阪公立大学、ジャパンマリンユナイテッド株式会社                              |                               | 曲面形成の生産現場を革新する AI 線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究開発                                                                                                            | AI NEXT FORUM, NEDO                                                                                                        | 2023/2  |

|     |                                          |                     |                                              |                                               |        |
|-----|------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|
| 249 | 山崎公俊                                     | 信州大学                | 物体の検出・追跡・姿勢推定                                | 佐久産業支援センター2022年度第3回ワークショップ                    | 2023/2 |
| 250 | 笹嶋宗彦                                     | 兵庫県立大学              | 産学連携によるDXのすすめ                                | ものづくり向上セミナー2023(尼崎 ARIC)                      | 2023/2 |
| 251 | 岡田慧                                      | 東京大学                | オンサイト・ティーチングに基づく認識動作AIの簡易導入システム              | NEDO AI NEXT FORUM 2023                       | 2023/2 |
| 252 | 板津 武志                                    | 株式会社ナガセイ<br>ンテグレックス | 最適な加工システムを構築するサイバーカットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発    | AI NEXT FORUM2023                             | 2023/2 |
| 253 | 長崎世良、青木拓磨、塩澤大輝、小川裕樹、久保司郎、阪上隆英            | 国立大学法人神戸大学          | 赤外線によるガス濃度分布画像に対する濃度点巡回探索法を用いた漏洩源推定          | 日本機械学会 第98期定時総会講演会                            | 2023/3 |
| 254 | 加藤 瑞樹, 梅田 靖, 武田 英明, 近藤 伸亮, 安井 俊徳, 中村 昌弘  |                     | Digital Triplet に基づくエンジニアリングナビゲーションシステム開発手法  | 日本機械学会 生産システム部門研究発表講演会                        | 2023/3 |
| 255 | 藤生 拓真, 安井 俊徳, 岡崎 翔, 上西 康平, 太田 順          | 東京大学, デンソー          | 生産システムの故障原因推論のための保全記録の記述方法とオントロジーの提案         | 精密工学会 2024年度春季大会学術講演会                         | 2023/3 |
| 256 | 松崎 彩、谷水義隆、松野 思迪                          | 早稲田大学               | 金型生産における動的生産管理のための簡易CPSの開発                   | 日本機械学会 生産システム部門研究発表講演会                        | 2023/3 |
| 257 | 柴原正和                                     | 大阪公立大学              | 溶接力学解析の高度化                                   | 日本溶接協会 化学機械溶接研究委員会                            | 2023/3 |
| 258 | Panatchakorn Anantaprayoon, 金子 正弘, 岡崎 直観 | 東京工業大学              | 下流タスクでの日本語事前学習モデルの性別バイアスの評価                  | 言語処理学会 第29回年次大会 (NLP2023), A7-3, pp.1563-1568 | 2023/3 |
| 259 | 飯田 大貴, 岡崎 直観                             | 東京工業大学              | 事前学習済みモデルに基づく検索モデルにおけるドメイン適応手法の比較と相乗効果の検証    | 言語処理学会 第29回年次大会 (NLP2023), P1-9, pp.176-181   | 2023/3 |
| 260 | Youmi Ma, An Wang, 岡崎 直観                 | 東京工業大学              | 文書レベル関係抽出における根拠認識の統合                         | 言語処理学会 第29回年次大会 (NLP2023), B3-3, pp.605-610   | 2023/3 |
| 261 | 勝又 智、飯田 大貴                               | 株式会社レトリバ            | 特定のドメインに特化した日本語同義語獲得の検討                      | 言語処理学会 第29回年次大会                               | 2023/3 |
| 262 | 渡邊 陽平、内田 絢斗、濱野 椋希、斉藤翔汰、野村将寛、白川真一         | 横浜国立大学              | 離散変数最適化および混合整数最適化のためのマージン補正付き(1+1)-CMA-ESの提案 | 進化計算学会 第23回 研究会                               | 2023/3 |
| 263 | 廣瀬天空、加藤拓也、前田新太郎、生島一樹、柴原正和                | 大阪公立大学              | AI 線状加熱による任意形状自動作成に関する検討                     | 溶接学会 春季全国大会講演概要                               | 2023/4 |
| 264 | 松岡諒、山内悠暉、加藤拓也、前田新太郎、生島一樹、柴原正和            | 大阪公立大学              | 熱弾塑性場のデジタルツインの開発 ー逆解析を用いた熱伝導場デジタルツインー        | 溶接学会 春季全国大会 講演概要                              | 2023/4 |
| 265 | 加藤拓也、廣瀬天空、前田新太郎、生島一樹、柴原                  | 大阪公立大学              | 船殻曲面作成自動化に向けたAI線状加熱システムの構築                   | 溶接学会 春季全国大会 講演概要                              | 2023/4 |

|     |                                                                                                                                     |                              |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 266 | Yutaro Yamada, Kento Uchida, Shota Saito, and Shinichi Shirakawa                                                                    | Yokohama National University | Surrogate-Assisted (1+1)-CMA-ES with Switching Mechanism of Utility Functions                                                                                                      | EvoApplications 2023 (Part of EvoStar 2023)                                                                                                      | 2023/4 |
| 267 | 畑 昂之介                                                                                                                               | 東洋大学                         | ベイズ最適化を用いた自律移動ロボットのための制御パラメータの最適化 - 台車の摩擦位置とロボットの旋回中心位置の関係                                                                                                                         | システム制御情報学会 第 67 回研究発表講演会                                                                                                                         | 2023/5 |
| 268 | Masahiro Kaneko, Danushka Bolligala, Naoaki Okazaki                                                                                 | 東京工業大学                       | Comparing Intrinsic Gender Bias Evaluation Measures without using Human Annotated Examples                                                                                         | Proceedings of the 17th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Main Volume (EACL), pages 2857-2863 | 2023/5 |
| 269 | Youmi Ma, An Wang, Naoaki Okazaki                                                                                                   | 東京工業大学                       | DREEM: Guiding Attention with Evidence for Improving Document-Level Relation Extraction                                                                                            | Proceedings of the 17th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Main Volume (EACL), pages 1971-1983 | 2023/5 |
| 270 | アルホニジャガルシア・フランシスコヘスス                                                                                                                | 静岡大学                         | ベイズ最適化を用いた移動マニピュレータによるドア開け動作の生成                                                                                                                                                    | ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2023                                                                                                                          | 2023/6 |
| 271 | 高見理瑛                                                                                                                                | 静岡大学                         | 単純な動作教示と接触情報にもとづくマニピュレータの経路生成                                                                                                                                                      | ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2023                                                                                                                          | 2023/6 |
| 272 | 福山 遼                                                                                                                                | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所           | 機械学習によるレーザ加工のロボастな加工条件の推奨                                                                                                                                                         | 溶接学会 第 102 回高エネルギービーム加工研究委員会                                                                                                                     | 2023/6 |
| 273 | Nirmala Liyanaarachchi, Kotomichi Matsuno, Jiahua Weng, Shingo Akasaka, Yoshitaka Tanimizu, Shozo Takata, Yuda Kobayashi, Shun Kudo | 早稲田大学 デンソー                   | From Theory to PRACTICE -Adoption of Cyber Physical Systems for Data Visualization and Smart Production Scheduling in an Engineer-to-order Manufacturing Environment: A Case Study | International Symposium on Scheduling                                                                                                            | 2023/6 |
| 274 | 平岡 あおい、久保 里紗、松本 健汰、甲斐 雄大、山口 知彦、笹嶋 宗彦                                                                                                | 兵庫県立大学                       | 機能分解木を用いたマニュアル作成方法論についての一検討 非専門家による協働ロボット導入作業への適用事例と分析                                                                                                                             | 人工知能学会 第 37 回全国大会                                                                                                                                | 2023/6 |
| 275 | 藤井 萌恵、飯田 都楓、豊島 真樹、ウィリアムソン 彰子、笹嶋 宗彦                                                                                                  | 兵庫県立大学                       | オンラインツールを用いたグループワークにおける個人貢献度の評価方法の検討 グループワークによる看護・病態関連図作成を例として                                                                                                                     | 人工知能学会 第 37 回全国大会                                                                                                                                | 2023/6 |
| 276 | 中嶋 翼、木村 拳己、出原 直也、笹嶋 宗彦                                                                                                              | 兵庫県立大学                       | キャラクター性を持ったチャットロボットが保健行動へ及ぼす影響                                                                                                                                                     | 人工知能学会 第 37 回全国大会                                                                                                                                | 2023/6 |
| 277 | 久保 里紗、平岡 あおい、松本 健汰、甲斐 雄                                                                                                             | 兵庫県立大学                       | タブレット型電子マニュアル利用時に起きる失敗の分類とインターフェース改良の検討 非専門家向                                                                                                                                      | 人工知能学会 第 37 回全国大会                                                                                                                                | 2023/6 |

|     |                                                                                                                          |                                                  |                                                                                                                                |                                                                            |            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|
|     | 大、山口 知彦、<br>笹嶋 宗彦                                                                                                        |                                                  | けの協働ロボット組み立てマニ<br>アルを例題として                                                                                                     |                                                                            |            |
| 278 | 木村 拳己、中<br>嶋 翼、出原 直<br>也、笹嶋 宗彦                                                                                           | 兵庫県立大学                                           | チャットボットを利用した糖尿病<br>予備軍の日常的健康の維持と促進<br>についての基礎的検討                                                                               | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 279 | 笹嶋 宗彦、石<br>橋 健、山本 岳<br>洋、加藤 直樹                                                                                           | 兵庫県立大学                                           | 実データを用いた課題解決型演習<br>によるデータサイエンス初学者の<br>育成について 2022 年度の 1 年生<br>向け PBL 演習を事例として                                                  | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 280 | 飯田 都楓、藤<br>井 萌恵、豊島 真<br>樹、ウィリアムソ<br>ン 彰子、笹嶋 宗<br>彦                                                                       | 兵庫県立大学                                           | 看護・病態関連図作成支援ツール<br>における初学者支援方式の検討<br>胃がん患者を対象とした適用事例                                                                           | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 281 | 出原 直也、中<br>嶋 翼、木村 拳<br>己、笹嶋 宗彦                                                                                           | 兵庫県立大学                                           | 高齢者向けイベントにおけるデジ<br>タルスタンプラリーの効果に関す<br>る基礎的検討                                                                                   | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 282 | 矢野倉 伊織                                                                                                                   | 東京大学                                             | 物体画像の背景除去を用いた自動<br>合成画像生成によるロボットの認<br>識のためのオンサイトティーチン<br>グシステム                                                                 | 日本機械学会ロボ<br>ティクス・メカトロ<br>ニクス講演会'23                                         | 2023/<br>6 |
| 283 | 逸見一喜、谷垣勇<br>輝、川上健太、大<br>西正輝                                                                                              | 産総研                                              | VGAE を用いた Neural Architectu<br>re Search の探索結果の解釈性向<br>上を目指した構造クラスタリング<br>手法                                                   | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 284 | 佐川正悟、日野英<br>逸                                                                                                            | 統計数理研究所                                          | 生成モデルを活用する段階的ドメ<br>イン適応                                                                                                        | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 285 | 野口 将嗣、白<br>川 真一                                                                                                          | 横浜国立大学                                           | ドメインシフト時のオープンセッ<br>ト認識におけるドメイン汎化手法<br>の評価と改良                                                                                   | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 286 | 広瀬 陽一、白<br>川 真一                                                                                                          | 横浜国立大学                                           | ドメイン知識を考慮した特徴量構<br>築の言語モデルによる自動化                                                                                               | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 287 | 岸本 泰俊、山<br>西 康太、松田 拓<br>也、白川 真一                                                                                          | 横浜国立大学                                           | 特徴選択と特徴間の相互作用を組<br>み込んだ Neural Additive Models<br>の提案                                                                          | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 288 | 浅倉拓也、井上中<br>順、横田理<br>央、篠田浩一                                                                                              | 東京工業大学                                           | 受容野の自動最適化によるモード<br>に適応的な Transformer の開発                                                                                       | 人工知能学会 第 37<br>回全国大会                                                       | 2023/<br>6 |
| 289 | Shintaro Takenag<br>a, Yoshihiko Oza<br>ki, Masaki Onish<br>i                                                            | 産総研                                              | Dynamic Fidelity Selection fo<br>r Hyperparameter Optimization                                                                 | GECCO Workshop on S<br>urrogate-Assisted E<br>volutionary Optimiz<br>ation | 2023/<br>7 |
| 290 | 辻 栄翔、竹長慎<br>太郎、大西正輝                                                                                                      | 産総研                                              | 物体検出におけるドメインシフト<br>を軽減するデータ拡張                                                                                                  | 画像の認識・理解シ<br>ンポジウム (MIRU)                                                  | 2023/<br>7 |
| 291 | Masahiro Nomur<br>a, Youhei Akimot<br>o, Isao Ono                                                                        | 筑波大学、横浜国<br>立大学                                  | CMA-ES with Learning Rate Adap<br>tation: Can CMA-ES with Defaul<br>t Population Size Solve Multim<br>odal and Noisy Problems? | Genetic and Evoluti<br>onary Computation C<br>onference (GECCO '23)        | 2023/<br>7 |
| 292 | Yohei Watanab<br>e, Kento Uchid<br>a, Ryoki Haman<br>o, Shota Sait<br>o, Masahiro Nomu<br>ra, and Shinich<br>i Shirakawa | Yokohama Nationa<br>l University, Cy<br>berAgent | (1+1)-CMA-ES with Margin for D<br>iscrete and Mixed-Integer Prob<br>lems                                                       | Genetic and Evoluti<br>onary Computation C<br>onference (GECCO 20<br>23)   | 2023/<br>7 |
| 293 | 村本佳隆、岡本直<br>樹、平川翼、山下<br>隆義、藤吉弘亘                                                                                          | 中部大学                                             | 知識転移グラフによる最適な半教<br>師あり共同学習の探索                                                                                                  | 画像の認識・理解シ<br>ンポジウム (MIRU)                                                  | 2023/<br>7 |

|     |                                                                                   |                                 |                                                                                                                             |                                                                                                                                                         |        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 294 | Youmi Ma, An Wang, 岡崎 直観                                                          | 東京工業大学                          | 日本語文書レベル関係抽出コーパスの構築                                                                                                         | 第18回NLP若手の会シンポジウム, S5-P19                                                                                                                               | 2023/8 |
| 295 | 加藤瑞樹, 梅田靖, 武田英明, 近藤伸亮, 安井俊徳, 中村昌弘                                                 | 東京大学, 国立情報学研究所, デンソー, レクサー・リサーチ | Digital Triplet に基づくエンジニアリングナビゲーションシステム開発手法の提案                                                                              | 日本機械学会 第33回設計工学・システム部門講演会                                                                                                                               | 2023/9 |
| 296 | Takuya KATO, Yoshihiko TANGO, Shintaro MAEDA, Kazuki IKUSHIMA, Masakazu SHIBAHARA | 大阪公立大学                          | Development of Automated Plate Bending System Using AI Line heating to Innovate Production Site for Forming Curved Surfaces | International Symposium of the Graduate School of Engineering, Osaka Metropolitan University, World-Leading Engineering Research                        | 2023/9 |
| 297 | 森 清和                                                                              | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所              | レーザ加工のAIを用いた条件探索と品質モニタリング                                                                                                   | レーザ加工学会 第100回講演会                                                                                                                                        | 2024/3 |
| 298 | 加藤瑞樹, 梅田靖, 武田英明, 近藤伸亮, 安井俊徳, 中村昌弘                                                 | 東京大学, 国立情報学研究所, デンソー, レクサー・リサーチ | Digital Triplet に基づくエンジニアリングナビゲーションシステム開発手法                                                                                 | 日本機械学会 生産システム部門研究発表講演会                                                                                                                                  | 2024/3 |
| 299 | 岡崎 直観, 服部 翔, 平井 翔太, 飯田 大貴, 大井 聖也, 藤井 一喜, 中村 泰士, Mengsay Loem, 横田 理央, 水木 栄         | 東京工業大学                          | Swallow コーパス: 日本語大規模ウェブコーパス                                                                                                 | 言語処理学会 第30回年次大会 (NLP2024), A6-1, pp. 1498-1503                                                                                                          | 2024/3 |
| 300 | 藤井 巧朗, 勝又 智                                                                       | 株式会社レトリバ                        | 日本語タスクにおける LLM を用いた疑似学習データ生成の検討                                                                                             | 言語処理学会 第30回年次大会                                                                                                                                         | 2024/3 |
| 301 | Youmi Ma, An Wang, 岡崎 直観                                                          | 東京工業大学                          | 言語横断ラベル射影を用いた日本語文書レベル関係抽出データセットの構築                                                                                          | 言語処理学会 第30回年次大会 (NLP2024), P3-4, pp. 783-788                                                                                                            | 2024/3 |
| 302 | 岡本拓己, 横田理央                                                                        | 東京工業大学                          | 大規模言語モデルの構造探索                                                                                                               | 情報処理学会 第86回全国大会                                                                                                                                         | 2024/3 |
| 303 | 栗田 恒雄                                                                             | 産業技術総合研究所                       | 技能継承へ向けた加工技術体系化の試み                                                                                                          | 塑性加工学会 東関東支部第71回懇談会                                                                                                                                     | 2024/4 |
| 304 | Youmi Ma, An Wang, Naoaki Okazaki                                                 | 東京工業大学                          | Building a Japanese Document-Level Relation Extraction Dataset Assisted by Cross-Lingual Transfer                           | Proceedings of The 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING), pages (to appear) | 2024/5 |
| 305 | Panatchakorn Anantaprayoon, Masahiro Kaneko, Naoaki Okazaki                       | 東京工業大学                          | Evaluating Gender Bias of Pre-trained Language Models in Natural Language Inference by Considering All Labels               | Proceedings of The 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING), pages (to appear) | 2024/5 |

|     |                                                                                                                                                          |                                          |                                                                                                                                 |                                                                                  |        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 306 | Yasutoshi Kishimoto, Kota Yamaniishi, Takuya Matsuda, and Shinichi Shirakawa                                                                             | Yokohama National University             | Neural Additive and Basis Models with Feature Selection and Interactions                                                        | 28th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD 2024) | 2024/5 |
| 307 | 西本 暁道、齊藤 翔汰、広瀬 陽一、内田 絢斗、白川 真一                                                                                                                            | 横浜国立大学                                   | 異なるモデルサイズ制限に対する Neural Architecture Search における複数構造探索                                                                           | 人工知能学会 第 38 回全国大会                                                                | 2024/5 |
| 308 | 岡本拓己, 横田理央                                                                                                                                               | 東京工業大学                                   | One-Shot NAS による BERT のモデル圧縮                                                                                                    | 人工知能学会 第 38 回全国大会                                                                | 2024/5 |
| 309 | Kotomichi Matsuno, Yasumasa Hasegawa, Nirmala Liyanaarachchi, Jiahua Weng, Ruriko Watanabe, Yoshitaka Tanimizu, Shozo Takata, Yudai Kobayashi, Shun Kudo | 早稲田大学 デンソー                               | Setup Operation Time Estimation System for the Adoption of Cyber-Physical Systems in Multi-Variety Low-Volume Production        | Flexible Automation and Intelligent Manufacturing 2024                           | 2024/6 |
| 310 | Youhei Akimoto, Shinichi Shirakawa                                                                                                                       | 筑波大学、横浜国立大学                              | Analysis of Search Space Design for Neural Architecture Search with Weight Sharing                                              | International Joint Conference on Neural Networks                                | 2024/7 |
| 311 | Kento Uchida, Ryoki Hamano, Masahiro Nomura, Shota Saito, and Shinichi Shirakawa                                                                         | Yokohama National University, CyberAgent | CMA-ES for Safe Optimization                                                                                                    | Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2024)                     | 2024/7 |
| 312 | Kento Uchida, Kenta Nishihara, and Shinichi Shirakawa                                                                                                    | Yokohama National University             | CMA-ES with Adaptive Reevaluation for Multiplicative Noise                                                                      | Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2024)                     | 2024/7 |
| 313 | Ryoki Hamano, Shota Saito, Masahiro Nomura, Kento Uchida, and Shinichi Shirakawa                                                                         | Yokohama National University, CyberAgent | CatCMA: Stochastic Optimization for Mixed-Category Problems                                                                     | Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2024)                     | 2024/7 |
| 314 | Yutaro Yamada, Kento Uchida, and Shinichi Shirakawa                                                                                                      | Yokohama National University             | How to Make Multi-Objective Evolutionary Algorithms Invariant to Monotonically Increasing Transformation of Objective Functions | Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2024) Companion           | 2024/7 |
| 315 | Masashi Noguchi and Shinichi Shirakawa                                                                                                                   | Yokohama National University             | Simple Domain Generalization Methods are Strong Baselines for Open Domain Generalization                                        | International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2024)                   | 2024/7 |

## (b)新聞・雑誌等への掲載

| 番号 | 所属                                                               | タイトル                                                           | 掲載誌名                                     | 発表年月        |
|----|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|
| 1  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                                               | 中小企業のための IoT ガイド                                               | KISTEC パンフレット                            | 2019/<br>-  |
| 2  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                                               | プロジェクト紹介                                                       | KISTEC Innovation Hub 2019               | 2019/<br>11 |
| 3  | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                                               | プロジェクト紹介                                                       | KISTEC 知財セミナー                            | 2019/<br>12 |
| 4  | 大阪府立大学・JMU                                                       | 造船の”匠の技”にAIが挑む                                                 | NHK 総合「ニュースホット関西」にて放送                    | 2019/<br>12 |
| 5  | 大阪府立大学・JMU                                                       | AI「線状加熱」板曲げ システム開発受託                                           | 日刊産業新聞第2面                                | 2019/<br>7  |
| 6  | 大阪府立大学・JMU                                                       | AIで鋼板加工 伝承                                                     | 日刊工業新聞第9面                                | 2019/<br>7  |
| 7  | 大阪府立大学・JMU                                                       | AIで鋼板板曲げ支援「匠の技」をシステム化へ                                         | 日本海事新聞第2面                                | 2019/<br>7  |
| 8  | 大阪府立大学・JMU                                                       | AI 鋼板板曲げ作業支援システム                                               | 溶接ニュース第2面                                | 2019/<br>7  |
| 9  | 大阪府立大学・JMU                                                       | ”造船の匠”の技をAIが製造の現場に繋ぐ！                                          | 大阪府立大学プレスリリース                            | 2019/<br>7  |
| 10 | 大阪府立大学・JMU                                                       | 鋼板曲げ加工にAI活用 JMUが新システム開発へ                                       | 鉄鋼新聞第2面                                  | 2019/<br>7  |
| 11 | 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社ABEJA、株式会社丸井グループ | 有楽町マルイにて「AIタッチラリー」実証実験を実施—店舗内の回遊行動と“体験した瞬間”の感情の履歴を捉え、新たな分析を実現— | NEDO ニュースリリース                            | 2019/<br>9  |
| 12 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                                               | プロジェクト紹介                                                       | KISTEC IoT フォーラム                         | 2020/<br>1  |
| 13 | 大阪府立大学・JMU                                                       | 造船の”匠の技”にAIが挑む                                                 | NHK 総合「ニュースおはよう日本」にて放送                   | 2020/<br>1  |
| 14 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター                                     | FS-Mgr を介した3者ステークホルダー間インタラクションデータの取得と変数拡大について                  | AITeC AI サービスシステム WG FS-Mgr プロジェクト説明会    | 2020/<br>10 |
| 15 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター                                     | 製造現場におけるオペレータ、R&D 部門連携の為に FS-DMP 適用                            | 産総研 人工知能技術コンソーシアム (AITeC) AI サービスシステム WG | 2020/<br>10 |
| 16 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター                                     | Web ツアーの公開および講演「リアルとネットを繋ごう～体験価値のデジタル化～」                       | サイエンスアゴラ Web ツアー ライブ・動画配信                | 2020/<br>11 |
| 17 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター                                     | 大規模集客施設における With/After コロナ環境下の Web ツアー活用・適用指針                  | 事業者向け個別説明会（有楽町商業施設向け）                    | 2020/<br>11 |
| 18 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                                               | プロジェクト紹介                                                       | テクニカルショウヨコハマ                             | 2020/<br>2  |

|    |                                  |                                                                     |                                 |         |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|
| 19 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | レーザ粉体肉盛り                                                            | 工業材料                            | 2020/5  |
| 20 | コニカミノルタ株式会社                      | ガス監視システムの高度化 産業保安のスマート化を目指した取り組み                                    | 日本工業出版株式会社「検査技術」                | 2020/7  |
| 21 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | 機械学習を活用した次世代モノづくり                                                   | KISTEC 広報誌 vol.12               | 2020/7  |
| 22 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | 肉盛溶接で市場を開く各社の挑戦                                                     | 日刊工業新聞                          | 2020/7  |
| 23 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | 肉盛溶接で市場を開く各社の挑戦                                                     | 溶接ニュース                          | 2020/8  |
| 24 | コニカミノルタ株式会社                      | 産業保安のスマート化を目指したガス監視システム高度化の取り組み                                     | コニカミノルタテクノロジーレポート               | 2021/1  |
| 25 | デンソー、岐阜多田精機、早稲田大学                | NEDO 委託事業「AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤構築」の紹介とパネルディスカッション | 岐阜大学次世代金型研究会「次世代生産システム紹介セミナー」   | 2021/10 |
| 26 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | レーザ粉体肉盛溶接における機械学習を用いた条件選定とモニタリングシステムの開発                             | KISTEC Innovation Hub 2021      | 2021/12 |
| 27 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | 神奈川産総研 レーザ粉体肉盛の新技術開発 AI 学習で条件検出                                     | 溶接ニュース                          | 2021/12 |
| 28 | 住友重機械ハイマテックス株式会社                 | AI が広げるクラッディングの可能性と SDGs への貢献                                       | レーザ加工技術                         | 2021/12 |
| 29 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所               | レーザ加工の知能化による製品への応用開発の半減と、不良品を出さないものづくりの実現                           | NEDO ワークショップ                    | 2021/6  |
| 30 | 横浜国立大学                           | 確率的自然勾配法に基づく One Shot Neural Architecture Search                    | オペレーションズ・リサーチ                   | 2021/6  |
| 31 | 東京大学                             | 生産システムにおける熟練者の知識抽出を可能とするラーニングファクトリの導入                               | プレスリリース（東京大学 大学院工学系研究科）         | 2021/7  |
| 32 | 株式会社未来シェア                        | 新型配車アルゴリズムを用いた幕張新都心における糊型交通の実証実験へ参加します。                             | HP                              | 2022/1  |
| 33 | 芝浦機械株式会社                         | 双腕生産支援ロボット出展とデモ                                                     | 第 31 回日本国際工作機械見本市               | 2022/11 |
| 34 | 国立大学法人神戸大学                       | 赤外線カメラを用いた漏洩ガス可視化検知システムの最新動向                                        | 日本能率協会 第 44 回 2022 産業安全対策シンポジウム | 2022/2  |
| 35 | 東北大学・佐藤工務店・三洋テクニクス・コーワテック・千葉工業大学 | レトロフィットによる既存の大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化                                     | 国際ロボット展 NEDO ブース                | 2022/3  |
| 36 | 東北大学                             | 土木建設向けロボット技術講座 東北大・NEDO, 5 月開講, 自動走行など活用人材は育む                       | 日刊工業新聞 2 3 面                    | 2022/3  |
| 37 | 芝浦機械株式会社                         | 国際ロボット展への台車搬送 AGV と双腕生産支援ロボット出展                                     | 2022 国際ロボット展                    | 2022/3  |
| 38 | SOLIZE, レトリバ, 産業技術総合研究所          | 「人工知能」活用で、自動車業界の開発設計現場の課題に挑戦!                                       | デジタル設計・製造 LIVE 2022 Spring      | 2022/3  |
| 39 | THK 株式会社                         | 2022 国際ロボット展 THK ブース展示                                              | 2022 国際ロボット展                    | 2022/3  |

|    |                                                                                              |                                                                     |                                                                   |         |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| 40 | 東北大学                                                                                         | レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの自動運転の成果                                     | NEDO 特別講座で公開                                                      | 2022/5  |
| 41 | (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所                                                                          | レーザメタルデポジションにおける機械学習の活用                                             | 溶接技術                                                              | 2022/5  |
| 42 | 国立大学法人神戸大学                                                                                   | 赤外線分光情報を活用した状態監視・非破壊検査技術                                            | 国際ウェルディングショー                                                      | 2022/7  |
| 43 | (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所                                                                          | レーザメタルデポジションにおける機械学習の活用                                             | 国際ウェルディングショー レーザ加工学会ブース                                           | 2022/7  |
| 44 | デンソー、産業技術総合研究所、早稲田大学、岐阜多田精機                                                                  | NEDO 委託事業「AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤構築」の紹介とパネルディスカッション | 岐阜大学次世代金型研究会「次世代金型研究会セミナー」                                        | 2022/7  |
| 45 | 株式会社ナガセイ<br>インテグレックス、<br>ミクロン精密株式会社、株式会社シギヤ精機製作所、<br>牧野フライス精機株式会社、国立大学法人北海道大学、国立研究開発法人理化学研究所 | 研削盤 4 社が NEDO 委託事業で AI 搭載研削盤を共同開発                                   | 日刊工業新聞 他                                                          | 2022/9  |
| 46 | 株式会社 SIGNATE                                                                                 | 【特別対談】NEDO×AIST 「AI 導入を加速して早期の社会実装を実現、その意義とアプローチとは？」                | SIGNATE Articles                                                  | 2023/1  |
| 47 | (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所                                                                          | 機械学習による LMD のロバストな加工条件の推奨                                           | KISTEC Innovation Hub 2023                                        | 2023/11 |
| 48 | (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所                                                                          | 機械学習によるレーザ溶接の品質モニタリング                                               | KISTEC Innovation Hub 2023                                        | 2023/11 |
| 49 | (株)レクサー・リサーチ                                                                                 | サイバーフィジカルの実現と持続可能社会～DX、GX における AI によるナレッジマネジメント～                    | DX サンライズおかやま/DXSUM キックオフセミナー                                      | 2023/11 |
| 50 | (株)レクサー・リサーチ                                                                                 | 次世代生産システムの DX を促進する AI プラットフォーム                                     | 日本ロボットシステムインテグレータ協会『2023 SIER's Day in 中国(岡山)』                    | 2023/11 |
| 51 | 東京大学/THK 株式会社                                                                                | 2023 国際ロボット展 NEDO ブース展示 認識 AI の簡易導入システムを活用した品出しロボット                 | 2023 国際ロボット展                                                      | 2023/11 |
| 52 | THK 株式会社                                                                                     | 2023 国際ロボット展 THK ブース展示                                              | 2023 国際ロボット展                                                      | 2023/11 |
| 53 | 東北大学, NEDO                                                                                   | ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発                           | NEDO AI NEXT FORUM 2023ービジネスと AI 最新技術が会おう、新たなイノベーションが芽生えるー, ブース展示 | 2023/2  |
| 54 | コニカミノルタ株式会社                                                                                  | ガス監視ソリューションの高度化ー可燃性ガスの流量推定技術ー                                       | 石油学会情報誌「ペトロテック」                                                   | 2023/5  |
| 55 | 株式会社 SIGNATE                                                                                 | 【入賞者インタビュー】NEDO 主催「HPO モジュールコンテスト」1 位_長澤順平さん                        | SIGNATE Articles                                                  | 2023/5  |
| 56 | 株式会社 SIGNATE                                                                                 | 【入賞者インタビュー】NEDO 主催「HPO モジュールコンテスト」5 位_重松康祐さん                        | SIGNATE Articles                                                  | 2023/6  |
| 57 | 株式会社 SIGNATE                                                                                 | 【特別対談】NEDO×AIST 事前学習用画像データセットを自動生成する、学習プロセス革新への挑戦                   | SIGNATE Articles                                                  | 2023/8  |

|    |                                      |                                                         |                                   |        |
|----|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| 58 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                   | レーザー加工熟練者の技を AI 化する                                     | ロボット学会オープンフォーラム                   | 2023/9 |
| 59 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                   | レーザ加工における機械学習の活用                                        | KISTEC レーザ加工技術フォーラム               | 2023/9 |
| 60 | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所                   | AM 技術の研究開発と機械学習の活用                                      | 型技術                               | 2024/1 |
| 61 | ンソー、岐阜多田精機、産業技術総合研究所、早稲田大学、レクサー・リサーチ | NEDO 委託事業「AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤構築」の紹介 | 岐阜大学次世代金型研究会「次世代金型研究会 DX 化支援セミナー」 | 2024/2 |

## (c)受賞

| 番号 | 受賞者                                                                                                                                                                                                                      | 所属                            | タイトル                                                                                                                                     | 受賞名                                                | 受賞年月    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------|
| 1  | Manami MAEKAWA                                                                                                                                                                                                           | 大阪府立大学                        | Approach for automatic planning for line heating using reinforcement learning and non-linear FEM simulation                              | 日本船舶海洋工学会 秋季講演会 若手優秀ポスター賞(優秀)                      | 2019/12 |
| 2  | 只野 卓巳                                                                                                                                                                                                                    | 産業技術総合研究所                     | 機械学習に基づく風車流入風の自動推定                                                                                                                       | 日本風力エネルギー学会                                        | 2020/1  |
| 3  | 本村陽一                                                                                                                                                                                                                     | 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター | 情報文化学会大賞受賞                                                                                                                               | 情報文化学会                                             | 2020/10 |
| 4  | 前川真奈海                                                                                                                                                                                                                    | 大阪府立大学                        | AI を用いた線状加熱方案の自動作成に関する研究                                                                                                                 | 大阪府立大学 大学院 工学研究科 海洋システム工学分野 最優秀論文賞                 | 2020/3  |
| 5  | 前川真奈海                                                                                                                                                                                                                    | 大阪府立大学                        | AI を用いた線状加熱方案の自動作成に関する研究                                                                                                                 | 日本船舶海洋工学会奨学褒賞                                      | 2020/3  |
| 6  | Manami MAEKAWA                                                                                                                                                                                                           | 大阪府立大学                        | Approach for automatic planning for line heating using reinforcement learning and non-linear FEM simulation                              | 大阪府立大学 学長顕彰                                        | 2020/3  |
| 7  | 加藤拓也                                                                                                                                                                                                                     | 大阪府立大学                        | 線状加熱による任意形状作成自動化システムの構築                                                                                                                  | 日本船舶海洋工学会ポスターセッション優秀賞                              | 2021/11 |
| 8  | 石原 孟                                                                                                                                                                                                                     | 東京大学                          | 風車後流の高精度予測モデルの提案と風力発電所出力予測への応用                                                                                                           | 日本風力エネルギー学会                                        | 2021/12 |
| 9  | 銭 国偉                                                                                                                                                                                                                     | 東京大学                          | 風力発電所内の乱流場の予測と発電出力の最大化に関する一連の研究                                                                                                          | 令和2年度日本風工学会                                        | 2021/3  |
| 10 | 加藤拓也                                                                                                                                                                                                                     | 大阪府立大学                        | ベイズ最適化を用いた線状加熱時における複雑曲面の加熱方案作成に関する検討                                                                                                     | 大阪府立大学 工学域 機械系学類 海洋システム工学課程 最優秀論文賞                 | 2021/3  |
| 11 | 加藤拓也                                                                                                                                                                                                                     | 大阪府立大学                        | ベイズ最適化を用いた線状加熱時における複雑曲面の加熱方案作成に関する検討                                                                                                     | 日本船舶海洋工学会 奨学褒賞                                     | 2021/3  |
| 12 | 芦田峻                                                                                                                                                                                                                      | 大阪府立大学                        | 修正 AI 線状加熱システムの提案とその応用                                                                                                                   | 大阪府立大学 大学院 工学研究科 海洋システム工学分野 最優秀論文賞                 | 2021/3  |
| 13 | 芦田峻                                                                                                                                                                                                                      | 大阪府立大学                        | 修正 AI 線状加熱システムの提案とその応用                                                                                                                   | 日本船舶海洋工学会 奨学褒賞                                     | 2021/3  |
| 14 | Tetsu Akegawa, Kazunori Ohno, Shotaro Kojima, Kentaro Yamada, Wiru Go, Taro Suzuki, S Kiribayashi, Tomohiro Komatsu, Naoto Miyamoto, Takahiro Suzuki, Yukinori Shibata, Kimitaka Asano, Keiji Nagatani, Satoshi Tadokoro | 東北大学                          | Path Planning of the Turning Back of an Autonomous Large-Scale Six-Wheeled Dump Truck for Loading/Leaving Sediment Based on Backhoe Work | SICE International Young Authors Award for SII2022 | 2022/1  |

|    |                                                                           |                    |                                                 |                                |         |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|---------|
| 15 | 小島匠太郎, 大野和則, 鈴木高宏, 浅野公隆, 鈴木太郎, 宮本直人, 横山慈, 田所諭                             | 東北大学               | 周囲の状況に応じて速度と追従精度のバランスをとる安全な軌跡追従制御の検討            | SI2022 優秀講演賞                   | 2022/12 |
| 16 | 内田 絢斗                                                                     | 横浜国立大学             | プレゼンテーション賞                                      | 進化計算シンポジウム 2022                | 2022/12 |
| 17 | Ranulfo Bezerra Plutarco Neto                                             | 東北大学               | 自動車技術会 2021 年度大学院研究奨励賞                          | 公益社団法人自動車技術会                   | 2022/3  |
| 18 | 小松智弘, 永谷圭司, 平田泰久, 鈴木高宏, 大野和則                                              | 東北大学               | 既存 6 輪ダンプトラックの自律走行のためのレトロフィット型ハンドル駆動用エアモータの速度制御 | 学術論文顕彰受賞: 公益財団法人油空圧機器技術振興財団    | 2022/4  |
| 19 | 小野進                                                                       | 大阪公立大学             | 温度履歴を用いたデータ同化による熱伝導パラメータ推定                      | 2021 年度溶接学会優秀研究発表賞             | 2022/4  |
| 20 | 廣瀬天空                                                                      | 大阪公立大学             | 強化学習を用いた多層溶接時における残留応力低減法                        | 日本保全学会 第 18 回学術講演会「学生セッション」奨励賞 | 2022/7  |
| 21 | 生島一樹                                                                      | 大阪公立大学             | 溶接・接合技術におけるデジタルツインに関する研究                        | 接合科学共同利用・共同研究賞                 | 2022/9  |
| 22 | 佐藤工務店                                                                     | 佐藤工務店              | レトロフィット技術を用いた大型ダンプトラックの自動土砂運搬                   | みちのくインフラ DX 奨励賞                | 2023/3  |
| 23 | 横山慈                                                                       | 東北大学               | 自動車技術会大学院研究奨励賞                                  | 公益社団法人自動車技術会                   | 2023/3  |
| 24 | 株式会社佐藤工務店                                                                 |                    | レトロフィット技術を用いた大型ダンプトラックの自動土砂運搬                   | みちのくインフラ DX 奨励賞                | 2023/3  |
| 25 | 加藤拓也                                                                      | 大阪公立大学             | 船殻曲面生成自動化に向けた AI 線状加熱システムの構築                    | 日本船舶海洋工学会 奨学褒賞                 | 2023/3  |
| 26 | 加藤拓也                                                                      | 大阪府立大学             | 船殻曲面生成自動化に向けた AI 線状加熱システムの構築                    | 海洋システム工学分野 最優秀論文賞              | 2023/3  |
| 27 | 松岡諒                                                                       | 大阪公立大学             | 船舶建造デジタルツインの開発                                  | 2022 年度 溶接学会奨学賞                | 2023/3  |
| 28 | Youmi Ma, An Wang, 岡崎 直観                                                  | 東京工業大学             | 文書レベル関係抽出における根拠認識の統合                            | 言語処理学会 第 29 回年次大会 最優秀賞         | 2023/3  |
| 29 | 福山 遼                                                                      | (地独)神奈川県立産業技術総合研究所 | 機械学習によるレーザ加工のロバストな加工条件の推奨                       | 溶接学会第 102 回高エネルギービーム加工研究委員会    | 2023/6  |
| 30 | Youmi Ma, An Wang, 岡崎 直観                                                  | 東京工業大学             | 日本語文書レベル関係抽出コーパスの構築                             | NLP 若手の会 第 18 回シンポジウム 奨励賞      | 2023/8  |
| 31 | 岡崎 直観, 服部 翔, 平井 翔太, 飯田 大貴, 大井 聖也, 藤井 一喜, 中村 泰士, Mengsay Loem, 横田 理央, 水木 栄 | 東京工業大学             | Swallow コーパス: 日本語大規模ウェブコーパス                     | 言語処理学会 第 30 回年次大会 優秀賞          | 2024/3  |