

「5G等の活用による製造業のダイナミック・ケイパビリティ 強化に向けた研究開発プロジェクト」

事業原簿 概略版

【公開】

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 I o T 推進部
-----	--

—目次—

内容

1. 概 要	1
2. プロジェクト用語集.....	5
3. 研究開発項目ごとの成果.....	7
3-1. 既存生産設備と協働可能な多能工自走ロボットによるダイナミック生産ラインの実現	7
3-2. 工場 DX における低遅延クラウド・エッジシステムの研究開発	11
3-3. 5G を活用した多品種変量生産工場における柔軟かつ省力搬送システムの構築および実証	13
3-4. サステナブルサプライチェーンの構築を目指したデジタル製造システムの確立	15
3-5. 5G 無線通信技術を使った半導体製造工場の生産と品質管理手法の開発	18
3-6. 3D デジタルツインを活用したデジタル擦り合わせと現場力向上による製造業のダイナミック・ケイパビリティ強化.....	20
3-7. 多品種小ロット精密部品製造プロセスにおける 5G 活用型遠隔操作・検品システム開発	22
3-8. 完全自動化とリモート化による切削加工業の変型サプライチェーン構築に係る研究開発	25

(添付資料)

- ・プロジェクト基本計画
- ・プロジェクト開始時関連資料（事前評価結果、パブリックコメント募集の結果）
- ・特許論文等リスト

1. 概要

		最終更新日	2023年5月16日	
プロジェクト名	NEDO プロジェクト名 : 5G等の活用による製造業のダイミク・ケイバビリティ強化に向けた研究開発事業 METI 予算要求名称 : 同上	プロジェクト番号	P21010	
担当推進部/ PMgr または担当者 及び METI 担当課	IoT 推進部 PMgr 氏名 : 河崎 正博 (2022年12月 ~ 2026年03月) IoT 推進部 PMgr 氏名 : 間瀬 智志 (2022年05月 ~ 2022年11月) IoT 推進部 PMgr 氏名 : 工藤 祥裕 (2021年04月 ~ 2022年04月) 経済産業省 製造産業局 ものづくり政策審議室			
0. 事業の概要	2020年初頭からの新型コロナウイルス感染症の世界的流行のような不測の事態が発生した場合においても我が国製造事業者がサプライチェーンを維持するためには、柔軟・迅速に対応する「企業変革力」(ダイナミック・ケイバビリティ)を強化する必要がある。 製造現場において、5G等無線通信技術とデジタル技術の活用により、生産設備等の遠隔での一括最適制御を通じた生産ラインの柔軟・迅速な組換えや制御を実現し、変種変量生産や、サプライチェーンの寸断リスクに対峙した際に柔軟・迅速な対応を行うことが可能な生産ライン・生産システムの実現を目指す。			
1. 事業のアウトカム (社会実装) 達成までの道筋				
1.1 本事業の位置付け・意義	世界各地での地政学的リスクの増長や国内災害の多発等、係るリスクにつながる「不確実性」は今後も更に高まるものと想定されるなか、柔軟・迅速な対応によりサプライチェーンを維持するための「企業変革力」(ダイナミック・ケイバビリティ)の強化が、今後の事業存続を賭けて取り組む課題となる。 本事業では、製造現場のダイナミック・ケイバビリティの強化及び省エネの推進に資する技術開発支援に取り組む。また、係る取組や先行事例の創出、成果の実用化を進めることにより、ユーザーとなる国内事業者の競争力強化に加え、技術開発や関連製品販売・サービス提供の担い手となる国内事業者(メーカー、ベンダー等)による一層の市場獲得にもつなげる。			
1.2 アウトカム達成の道筋	<p>The diagram illustrates the project's progress from the present to 2050. It is divided into several key phases and milestones:</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在 (Present): Includes '取組の情報発信' (Information dissemination) and '研究開発成果や成功ストーリー公開等のダイミク・ケイバビリティ投資に関して企業の意思決定を促す仕組みづくり' (Mechanism to prompt corporate decision-making on dynamic capability investment). 2023-2025 (事業期間終了 - Project End): Focuses on '柔軟・迅速に対応可能な生産ラインやシステムの構築・実証' (Construction and validation of flexible and responsive production lines/systems). Key milestones include 'ユーザー無償PoCケーススタディ獲得' (Acquisition of user-free PoC case studies) and 'PoB検証' (PoB verification). 2024-2026 (実用化 - Commercialization): Involves '市場性判断' (Marketability judgment), '顧客開拓' (Customer expansion), and '技術動向の取り込み' (Incorporation of technology trends). Key milestones include 'ユーザー有償PoCケーススタディ獲得' (Acquisition of user-paid PoC case studies) and 'ガイドライン作成' (Guideline creation). 2025-2027 (事業化 - Business Model): Focuses on '事業化件数2件' (2 business model cases), '本格導入' (Full-scale introduction), and 'サービスの本格化' (Full-scale service). Key milestones include '市場性判断' (Marketability judgment), '顧客開拓' (Customer expansion), '技術動向の取り込み' (Incorporation of technology trends), 'ネットワークの拡大' (Network expansion), and '他企業提携' (Partnership with other companies). 2030 (アウトカム目標② - Outcome Goal 2): Achieves 'CO2排出量の削減 413万t-CO2/年' (Reduction of CO2 emissions by 4.13 million tons per year). 2050 (波及効果 (インパクト) - Spillover Effect (Impact)): Includes '製造業全体におけるダイミク・ケイバビリティの向上' (Improvement of dynamic capability across the manufacturing sector), 'カーボンニュートラル社会実現への貢献' (Contribution to achieving a carbon-neutral society), and '(設備稼働効率の向上、消費エネルギーの削減)' (Improvement of equipment operating efficiency, reduction of energy consumption). 			
1.3 知的財産・標準化戦略	助成事業 : NEDO のルールに従い、助成事業の実施により得られた知的財産権等の研究成果は助成先に帰属することから、NEDOによる指示は実施しない。ただし、実施者からの求めに応じて知的財産権等に関する専門的な助言を行う専門家派遣の体制を用意する。 調査事業 : 成果を共通財産として活用できるよう公開すると共に、社会実装への働きかけや、積極的な情報発信を計画している。			
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>【アウトカム目標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発の事業期間終了後 5 年以内の事業化件数が 2 件 ・2030 年度において、413 万 t-CO2/年の排出量削減 <p>【達成見込み】</p> <p>以下の現在の取組状況により、アウトカム目標の達成を見込んでいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本事業は、事業化を想定した実証先としてユーザー企業が参画する事業体制としているため、事業期間中から市場やニーズに合致した実証を行うなど、実用化に向けた戦略・取組ができる。 (全 8 事業において 9 つのユーザー企業が参画している。) ・本事業は、事業期間中においても取組内容や事業進捗を可能な限り公開していることで、既に団体連携や他企業との連携、ユーザー PoC 依頼が進んでいる。 (既に事業化を見据えた協力企業(工場)との PoC 段階に取り組んでいる。) ・事業化を進めることで、一般的には以下の定性的省エネ効果が生ずる。 <ul style="list-style-type: none"> ・生産設備ごとに求められる機能はより単機能化し、生産設備ごとに内蔵されるモーター等の数量は減少し、係る電力消費量が減少 ・役割の重複した生産設備を排し、工程を集約化することで、生産設備の数量が減少し、係る電力消費量が減少 								
2.2 アウトプット目標 及び達成見込み	<p>【アウトプット目標】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加工順の組換えや個々の生産設備の動作の変更等、柔軟・迅速な組換えや制御が可能な生産ラインや生産システム等の構築 <ul style="list-style-type: none"> ・中間（2023 年度）：見通しを 2 件 ・最終（2025 年度）：6 件達成 ・構築された生産ラインや生産システム等に対してユーザー評価を実施し、ダイナミック・ケイパビリティ強化に貢献するとの評価を得る。 <p>【達成見込み】</p> <p>2023 年 4 月時点で、以下の成果（実績）を挙げていることから、アウトプット目標（中間年度：見通しを 2 件）の達成を見込んでいる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①「既存生産設備と協働可能な多能工自走ロボットによるダイナミック生産ラインの実現」（DMG 森精機(株)/ファナック(株)）において、左記目標に掲げる生産ラインのパイロットラインを整備済み ②「サステナブルサプライチェーンの構築を目指したデジタル製造システムの確立」（三菱重工業(株)他）において、複数拠点間の装置を連携することでデジタル製造システムを構築し、プレ実証としてプラスチック材料での製造を実施済み 								
3. マネジメント									
3.1 実施体制	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="416 1503 655 1541">経産省担当原課</td> <td data-bbox="660 1503 1442 1541">製造産業局ものづくり政策審議室</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1547 655 1585">プロジェクトリーダー</td> <td data-bbox="660 1547 1442 1585">なし</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1592 655 1733">プロジェクトマネージャー</td> <td data-bbox="660 1592 1442 1733">IoT 推進部 河崎 正博</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1740 655 2002">助成先 及び共同研究先</td> <td data-bbox="660 1740 1442 2002"> <p>(学)学校法人、(公財)公益財団法人、(大)国立大学法人、 公立大学法人、(一社)一般社団法人、(公社)公益社団法人、 (国研)国立研究開発法人、(一財)一般財団法人、(独)独立行政法人</p> <p>2021 年度 採択事業</p> <p>助成先：DMG 森精機(株)(共同：(大)京都大学、(学)慶應義塾大学) 助成先：ファナック(株)(共同：(大)東京大学、(大)東京工業大学、</p> </td> </tr> </table>	経産省担当原課	製造産業局ものづくり政策審議室	プロジェクトリーダー	なし	プロジェクトマネージャー	IoT 推進部 河崎 正博	助成先 及び共同研究先	<p>(学)学校法人、(公財)公益財団法人、(大)国立大学法人、 公立大学法人、(一社)一般社団法人、(公社)公益社団法人、 (国研)国立研究開発法人、(一財)一般財団法人、(独)独立行政法人</p> <p>2021 年度 採択事業</p> <p>助成先：DMG 森精機(株)(共同：(大)京都大学、(学)慶應義塾大学) 助成先：ファナック(株)(共同：(大)東京大学、(大)東京工業大学、</p>
経産省担当原課	製造産業局ものづくり政策審議室								
プロジェクトリーダー	なし								
プロジェクトマネージャー	IoT 推進部 河崎 正博								
助成先 及び共同研究先	<p>(学)学校法人、(公財)公益財団法人、(大)国立大学法人、 公立大学法人、(一社)一般社団法人、(公社)公益社団法人、 (国研)国立研究開発法人、(一財)一般財団法人、(独)独立行政法人</p> <p>2021 年度 採択事業</p> <p>助成先：DMG 森精機(株)(共同：(大)京都大学、(学)慶應義塾大学) 助成先：ファナック(株)(共同：(大)東京大学、(大)東京工業大学、</p>								

(学)慶應義塾大学)
 助成先：三菱重工業(株)(共同：(大)室蘭工業大学、(大)東北大学、
 (大)茨城大学)
 助成先：黒木コンポジット(株)
 助成先：双日(株)
 助成先：AeroEdge(株)
 助成先：キグチテクノクス(株)
 助成先：ヤンマーアグリ(株)(共同：ヤンマーホールディングス(株))
 助成先：(株)OTSL(共同：(大)東京工業大学)
 助成先：丸和電子化学(株)
 助成先：(株)ロジック・リサーチ(共同：(国)情報通信研究機構、
 (国)産業技術総合研究所)

2022 年度 採択事業

助成先：ラティス・テクノロジー(株)(委託：(株)ツバメックス)
 助成先：アルム(株)(共同：(大)北海道大学、(大)東京大学、
 (大)神戸大学)
 助成先：(株)アイ・オー・データ機器
 助成先：内外テック(株) ※途中脱退
 助成先：(株)クリーン精光 ※2022 年度で終了
 助成先：アイテック(株)
 助成先：(株)ヤナギハラメカックス
 助成先：オプテックス工業(株) ※2022 年度で終了
 助成先：ツウテック(株) (共同：愛媛県産業技術研究所、
 (大)愛媛大学)
 助成先：システムエルエスアイ(株) (共同：(大)徳島大学)
 助成先：(株)ユタカ
 助成先：(株)愛媛C A T V(共同：(大)愛媛大学)

2022 年度 調査研究

委託先：(株)野村総合研究所

3.2 受益者負担の
考え方

事業費推移
 (会計・勘定別に
 NEDO が負担した実
 績額 (評価実施年
 度については予算
 額) を記載)
 (単位:百万円)
 (委託)・(助
 成)・(共同研究)
 のうち使用しない行は
 削除

会計・勘定	2021fy (実績)	2022fy (実績)	2023fy (予算)	総額
一般会計	337	549	777	1,663
開発成果促進財源	0	82	0	82
総 NEDO 負担額	337	631	777	1,745
(委託)	0	20	0	20
(助成) : 助成率 2/3,1/2,1/3	337	611	777	1,725

3.3 研究開発計画	主な実施事項	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	研究開発	公募	公募	公募			
	調査研究						
	技術推進委員 会の開催	★	★	★	★		
	評価時期			中間評価			終了時 評価
情勢変化への 対応	<p>・事業の進展に伴い、新たな開発ニーズ・シーズが生まれることが予想されるため、以下のような取組を実施し、戦略的に検討を行い、必要に応じて実施方針や公募要領における研究開発の追加や内容の変更等を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査事業を実施し、国内外の事例や政策、動向、トレンドを調査 ・最新の研究・技術動向について有識者ヒアリング(各年度4名)を実施し、ミッシングパーツ(技術分野)を次年度公募で補う <p>・事業者との月例進捗報告会や、技術推進委員会における評価・助言から、適時、軌道修正や追加加速等による実施計画の変更に対応。</p> <p>・技術推進委員会での評価や講評、助言を基に、必要に応じて計画の見直しを実施</p>						
事前評価結果 への対応	<p>・採択審査委員会では、ダイナミック・ケイパビリティ強化との関係性について、取組によりどのようにダイナミック・ケイパビリティを向上するのかを、技術領域や指標を定めて、実施計画書または企業化計画書に明記すること等を条件に採択を行った。</p>						
評価に関する 事項	事前評価	2020年度実施 担当部 経済産業省製造産業局					
	中間評価	2023年度 中間評価実施(今回)					
	終了時評価	2026年度 終了時評価実施予定					
別添							
投稿論文	1件						
特許	「出願済」1件 「準備・検討中」4件						
その他の外部発表 (プレス発表等)	28件 (研究発表・講演:21、新聞・雑誌への掲載:4、展示会への出展:3) 受賞実績:3件						
基本計画に関する 事項	作成時期	2021年1月 作成					
	変更履歴	2022年2月 改訂(SPMgrを追加) 2022年5月 改訂(PMgr交代、プロジェクトマネージャーに係る略称変更) 2022年12月 改訂(PMgr交代とSPMgr削除)					

2. プロジェクト用語集

用語	説明
Proof of Concept (PoC)	新しい概念の実現可能性の検証
Society 5.0	第5期科学技術基本計画（2016年1月22日閣議決定）において、日本が目指すべき未来社会の姿として提唱された概念。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続くものとして、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、社会課題の早期解決と新産業の創出を両立する新たな社会を指す。
デジタルトランスフォーメーション（DX）	企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること。
ダイナミック・ケイパビリティ	デビッド・J・ティース・UCバークレー校ビジネススクール教授が提唱する概念であり、環境変化に対応するために組織内外の経営資源を再結合・再構成するための経営者や組織の能力を指す。
AGV(Automated Guided Vehicle：無人搬送車)	AGV（無人搬送車、Automated guided vehicle）は、産業用途で多く使用される自動運転車の一種で、人間が運転操作を行わなくとも自動で走行できる搬送車。主に製造工場や自動倉庫などで使用される。無人搬送車には複数の誘導方式があり、床に埋め込まれた電線からの微弱な誘導電流や、描かれた線を利用する機種がある。
AMR(Autonomous Mobile Robot：自律走行搬送ロボット)	AMRは広義のAGVに含まれる。AGVは事前にプログラムされたソフトウェアによって制御され、走行するには各種ガイドが必要となるが、AMRは一切のガイドを必要としない自立式のロボットとなる。
PLC(プログラマブルロジックコントローラ)	PLCは、工場内の自動機械、エレベーター、自動ドア、ボイラー等、機械の制御に使用される制御装置である。
クラウド PLC	クラウド PLCは、PLCの機能を、専用のハードウェアでなく、クラウド上に実現したソフトウェアシステム。
FA(Factory Automation)	FA（ファクトリーオートメーション）とは、工場における生産工程の自動化を図るシステムのこと。従来、人間によって行われていた作業を無人化することを意味する。産業用ロボットを多用して、従来人間によって行われていた作業を無人化することで、人間による作業ミスの削減、作業効率、人間に対する安全性の向上を図る。既存の作業ラインを無人化する場合と、ラインを新設する際に無人化する場合がある。
IT/OT	ITはデジタルな「情報」に関する技術であるのに対し、OTは物理的な設備施設といった「モノ」に付随する技術。情報を取り扱うシステムやその技術をIT（Information Technology）と呼ぶのに対して、OT（Operational Technology）は、工場やプラント、ビルなどの制御機器を制御し運用するシステムやその技術を指す。

ポスト 5G

ポスト 5G は、第 5 世代移動通信システム（5G）に続く次世代のモバイル通信技術を表現した用語であり、さらなる超低遅延、多数同時接続機能が強化された移動通信システムである。経産省・NEDO が推進するポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業は、ポスト 5G の中核となる技術を開発することで、当該システムの開発・製造基盤強化を目指している。

3. 研究開発項目ごとの成果

3-1. 既存生産設備と協働可能な多能工自走ロボットによるダイナミック生産ラインの実現

3-1-1. 実施者名

- ・実施者：DMG 森精機株式会社
共同研究先： 国立大学法人京都大学
学校法人慶應義塾大学
- ・実施者：ファナック株式会社
共同研究先： 国立大学法人東京大学
国立大学法人東京工業大学
学校法人慶應義塾大学

3-1-2. 期間

- ・事業期間：2021年9月～2024年2月

3-1-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

【社会的課題の解決】

現場には様々な世代の製造設備が混在し、5G 通信の用途も模索途中であるため、IoT 導入は大企業だけに限られている特別なものという認識が根強い。先進国の製造業においてあるべき姿としては、旧型の既存設備性能を最新鋭機同等性能まで引き上げること、中小企業で導入しやすいパッケージを用意すること、4G/5G 通信で最も経済合理性の高い組み合わせをつくる基準を設けること、高度な生産システムへ導くこと、が求められる。そこで、本事業における「ダイナミック・ケイパビリティ」を以下のように定義する：

既存の設備に後付けかつ段階導入ができて、旧型設備の活用により、新旧混在の製造ラインの可用性を確保する技術

製造現場では、優れた熟練者の不足を解決するため、工程集約のために生産設備（エッジ）の機内にセンサ類を追加して、オンマシン監視・計測を実施するようになっている。

サプライチェーンの分断を防ぐためには、オンマシン計測の弱点である「どのような計測をするか、どのような計測器を用いるか、どのように計測器を装備しておくかを、あらかじめ全て設計しておかなければならない」という課題を解決すべきである。

【新たな価値の創出】

ロボット、AMR、計測器を組み合わせた多能工自走ロボットが、搭載計測器で各設備・プロセスの監視、評価、支援を行う。自走ロボットが“動くセンサ”としての役割を果たし、既存生産設備とネットワーク接続すれば、監視や評価といった「加工アシスト」の付加機能を後付けで構成できる。また、自走ロボットは無線通信とすれば、動き回ることに支障がない。（図-1）

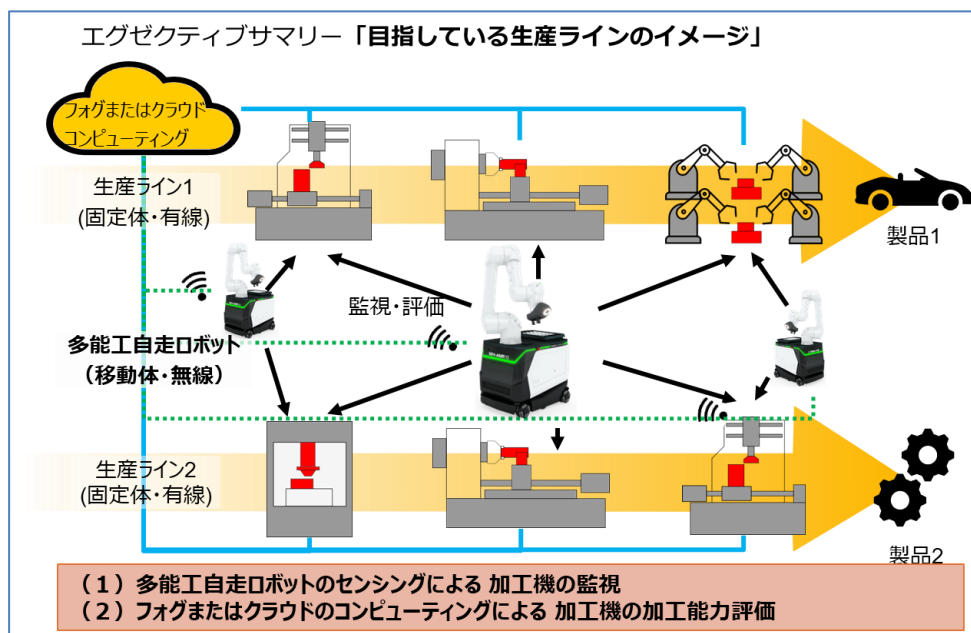


図-1 目指している生産ラインのイメージ(1)

たとえば、既存設備で構成される2つの生産ラインがある場合を想定する。ライン内の既存設備たちの様々な挙動をセンシングするため、多能工自走ロボットが計測を行い、フォグまたはクラウドのコンピューティングで各設備の加工能力評価を行う。

ある設備が故障したとき、代替設備を使って当該部品を製造しようとする場合を考える。代替として全く同じ機械・同じ機種設備がなかった場合は、その瞬間に仕事が入っていない工作機械設備を自動的に選ぶ。(図-2)

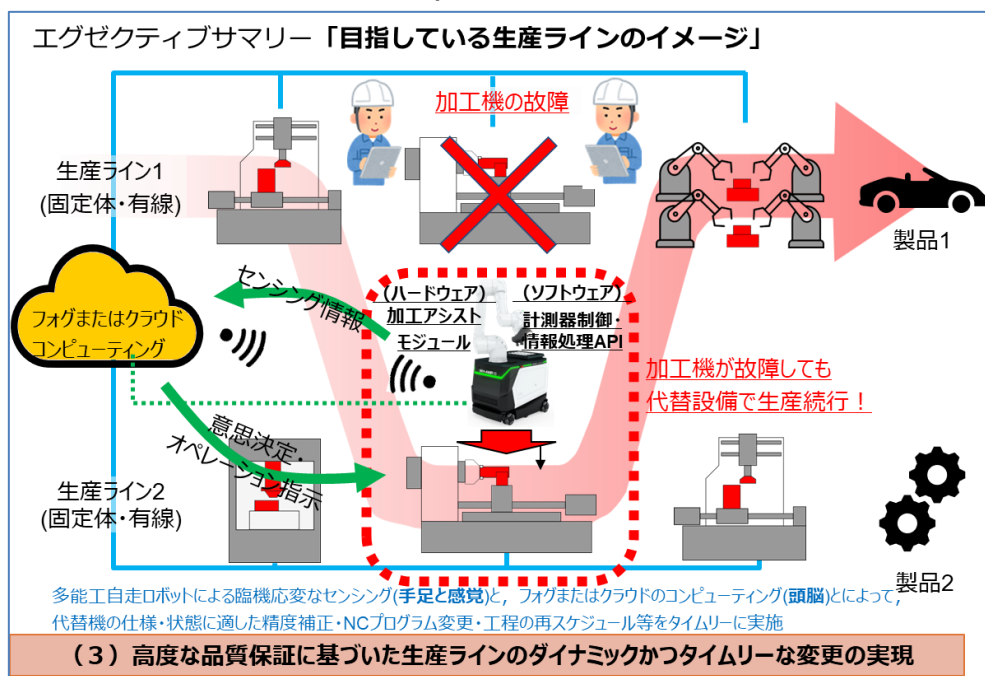


図-2 目指している生産ラインのイメージ(2)

自走ロボットは「手足・感覚」として、選んだ設備の挙動を計測する。センシング情報を受け取ってコンピューティングが「頭脳」として、代替設備の状態に適した精度補正等を実施する。生産ラインがダイナミックかつタイムリーに組み替えられるので、品質保証を実現しつつ、

当該部品を製造し続けることができる。その間に元のライン中の設備を修理すれば、ラインの緊急事態を無事に乗り切ることができ、サプライチェーンの寸断は回避できる。このように、柔軟・迅速な組み換えが可能となることで、ダイナミック・ケイパビリティが強化される。

1 台の自走ロボットが動き回って複数の生産設備の加工アシストを行うということは、必要とする計測機器の台数が少なくできる。現状のオンマシン方式では 1 設備毎に計測器を揃える必要があるため、自走ロボット方式は導入費用面で優位性がある。

自走ロボットでの加工アシスト技術が普及すれば、中小企業においては、1 台の自走ロボットと生産設備との連携で、部品の安定生産が可能となる。大企業においては、大規模な自走ロボット-生産ラインの協調制御により、一部の生産ラインが寸断された場合でも、ダイナミックにラインを組み替えて生産を継続できる。

■ 研究開発の目標

【必要な技術の開発】

バーチャル上で加工アシストの組合せや順序を入れ替えるだけで、物理上の生産ラインについて、各設備の役割を変更したり、ラインの再構築を短時間で実現したり、生産ラインのカスタマイズを容易に実施できるものとし、各研究開発テーマと達成目標は下記のとおりとなる。

① ローカル 5G 通信環境

大容量無線通信システムの構築ならびに無線通信の適用範囲のガイドライン化

② フォグまたはクラウド連携システム

伝送情報容量に応じた無線通信システムの選択基準の確立

③ ロボット-NC 連携システム

サーバコンピューティングを介した加工機の制御方式の実装

④ プラットフォーム開発

加工アシストモジュールの共通基盤（ハードウェア・ソフトウェア）の整備

⑤ 加工アシストモジュール

システムに強く依存しすぎないモジュール分割と組合せ容易性の実現

⑥ ダイナミック生産ラインの実証

共同実験場に構築したフルスペックのシステムが、サプライチェーンの寸断と生産設備の故障の両方のケースに対応可能であることを示す。また、ユーザ環境にそのまま当てはめる技術の確立。

【市場拡大の貢献】

製造業に適した API の提供、段階的に導入できるアプリケーション技術開発、ユーザ側でのカスタマイズを容易にするアジャイルな開発環境の構築、そしてこれら技術の標準化というものがすべてがキーとなり、下記の 4 つの要件を満たすべきだと考える。

- (i) 既存設備を変更することなく導入できる
- (ii) 1 台の自走ロボットでダイナミック・ケイパビリティ強化ができる
- (iii) 生産設備に合わせて加工アシストアプリをユーザがカスタマイズできる
- (iv) 通信レベルに応じた加工アシストの達成レベルを設定し、段階的に開発展開できる

【標準化の推進】

「製造現場のための IoT」という分野においては、自由度を減らし、即座に現場にあてはめることができるような、パッケージ型のソフトや機材のみが受容される。個別具体の事例を幅広く包含して、当てはめ・テンプレート方式に固めたパッケージであればよい。別の表現をすれば「工作機械という専門設備をスマホ化する」ということが求められる。そのための標準化方策として「機材選定の基準や線引きの明確化をする」、「ソフトのメカニズムの理解はもとめず、受益できる結果だけをもってきて、問題を極端なほど単純化する」、「セットアップ専門業者を指定せずとも、気軽に設備につけられる」という三点を検証する。最終 2023 年度におけるシステム製作では、こうした「単純化」という、究極的な洗練作業に取り組むことを目指す。

3-2. 工場 DX における低遅延クラウド・エッジシステムの研究開発

3-2-1. 実施者名

- ・実施者：株式会社 OTSL
共同研究先： 国立大学法人東京工業大学
- ・実施者：丸和電子化学株式会社

3-2-2. 期間

事業期間：2021年9月～2024年2月

3-2-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

本事業は、製造工場において VUCA に対応した製造ラインを構築できる先行事例を創出することを目的とし、5G の高速・大容量・低遅延の特性を活かし、低遅延クラウド・エッジシステムを構築する。また、その低遅延クラウド・エッジシステムを適用した製造・生産ラインで柔軟・迅速な組み替えによるダイナミック・ケイパビリティの強化及び省エネの促進を実現することを目指し、遠隔での一括最適制御のために必要となる技術（遠隔分散リアルタイム OS）の研究開発を行う。

工場内におけるローカル 5G を使用した、低遅延制御クラウド・エッジシステムの開発、制御アプリケーションの開発、AI 連動型画像処理指数テムの開発および、AGV を使用した工場内ユースケースを想定した事例評価、工場内の検品を想定した事例評価を行う。

- 低遅延制御クラウド・エッジシステムの研究開発（OTSL）
- 低遅延制御クラウド・エッジシステムの事例評価（丸和電子化学）
- クラウド連動型画像処理 AI 技術の研究開発

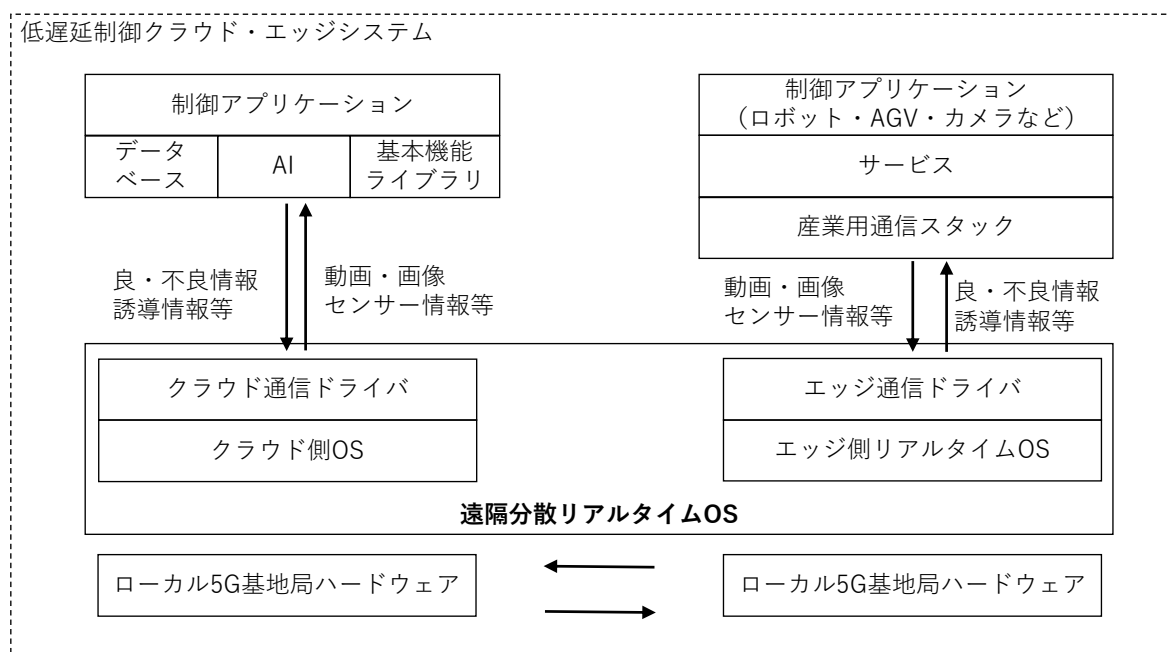


図. 事業全体像

■ 研究開発の目標

本研究開発の成果より、VUCA に合わせて製造ラインが少量多品種を実現でき、製造ラインの制御機器の機能性能向上が適時適切に実行でき、製造ラインの故障診断/保守を効率良くできるようにすることを目標とすると共に、工場内の制御をクラウド化し、低遅延クラウド・エッジシステムを製造ラインに適用することで、以下の内容の効果により、コスト低減以外にも省エネの推進（脱炭素化への貢献）を目指す。

- ・各工場内の設備を集約でき、投資コストの低減及び省エネ化ができる
- ・複数の工場施設に対して、クラウド指示により立ち上げ時間を短縮、生産性の向上につながる
- ・顧客要望に即時に対応して適切な量の製造ができ、廃棄物の削減や製造リスクの低減ができる
- ・製造ラインの変更や機能性能・稼働率の向上、保守コスト減となり、製造原価低減に寄与する

3-3. 5G を活用した多品種変量生産工場における柔軟かつ省力搬送システムの構築および実証

3-3-1. 実施者名

・実施者：ヤンマーアグリ株式会社

共同研究先： ヤンマーホールディングス株式会社

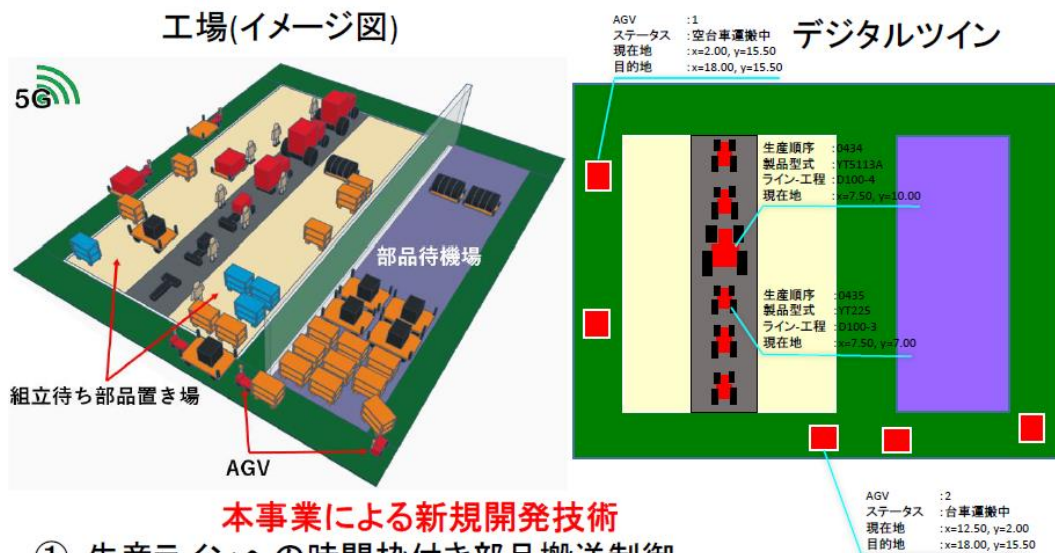
3-3-2. 期間

・事業期間：2021年9月～2024年2月

3-3-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

季節変動が大きい農業機械製造工場を運営するには各種農業機械を多品種変量生産対応化し、生産性の向上を図る必要がある。このような生産で課題になるのが、適切なタイミングで部品を組立ラインに搬送することであり、この課題に対して今までは牽引車を作業者が運転することで臨機応変な対応を行いフレキシブルな搬送を実現してきた。その一方で外部環境の変化に堅牢な生産ラインを整える必要がある。そこで、製造実行システム（MES）の生産順序指示を基にした複数台のAGV 配送計画アルゴリズムを作成し、順序変更や配送タイミングのずれ等にタイムリーに対応できるAGV 制御の技術開発を行い、多品種変量生産に対応できる場内搬送の技術構築および実証を行う。



本事業による新規開発技術

- ① 生産ラインへの時間枠付き部品搬送制御
- ② 室内測位システムを使用したAGVの集中制御
- ③ 5GによるAI活用範囲拡大(牽引フックの自動連結)

図. 目指している生産ライン等のイメージ

■ 研究開発の目標

本研究開発の事業目的は、AGV のリアルタイム制御による生産性の向上にある。目標値として以下の 2 点を掲げる。

- ①実測による台車配送平均速度を AGV の カタログ記載値の 80% とする。
- ②台車置き場及び生産ライン両側の組み立て部品台車置き場における牽引フックの連結・分離および定位置への台車の停車時間をそれぞれ 1 分以内とする。

ダイナミック・ケイパビリティの強化として、多品種変動生産の組立工場における部品搬送インフラ技術を開発し、フレキシブル（柔軟）・迅速（組換え等）な生産体制を維持し、省エネの推進として搬送重量低減および最適化による走行距離の低減 CO2 削減効果は 2030 年度までに▲0.0567 万を目標とする。

近年ではスマート農業拡大に伴い、より一層多品種変量化が進みカスタマイゼーションへの対応が求められる。また農業機械製造工場では従来型の特定品目に最適化した生産工程・ラインから、野菜類を含む各種農産物に対応する農業機械をフレキシブルに生産できるライン構成を必要とし、生産性の向上は海外含む競合他社との優位性確保に必須となっている。さらに逼迫する労働力確保の面では人の作業を機械に置き換える自動化についても同時に推進する必要がある。

それ故に移動体である運搬作業はフレキシブルな対応が必要なため 5 G を活用した通信環境の下、AGV のリアルタイム制御による自動化を実現する事で生産性向上を図る。

3-4. サステナブルサプライチェーンの構築を目指したデジタル製造システムの確立

3-4-1. 実施者名

- ・主幹実施者名：三菱重工業株式会社
 - 共同研究先：茨城大学
 - 共同研究先：東北大学
 - 共同研究先：室蘭工業大学
- ・実施者：エアロエッジ株式会社
 - 黒木コンポジット株式会社
 - 株式会社キグチテクニクス
 - 双日株式会社

3-4-2. 期間

- ・事業期間：2021年8月～2024年2月

3-4-3. 目標

■研究開発の目的・概要

三菱重工（三菱パワー）が開発したAM工場「AM-Zone」を活用し、以下3つの特徴をもつデジタル製造ネットワークを構築する。

- ①各装置に遠隔製造機能を付与しバーチャル空間で用途に応じて工場システムを最適配置
- ②ネットワークに、造形サービスプロバイダ等の様々な装置を連携させて対応能力を拡大
- ③材料製造から造形、熱処理、加工、検査をワンストップで行えるデジタル製造ネットワーク

これにより、その時々受注の状況において、開発する製造ネットワークの中から必要な装置を抽出して、サイバー空間に複数のバーチャルファクトリを迅速に構築し、高速ネットワークを用いて最適な工程で遠隔製造することが可能となる。また、最適化には製品や素材のロジスティックも含まれ、環境負荷の低い経路・工程を選定し、脱炭素化、省エネの推進に寄与する。

更に遠隔製造オフィスを立上げ、このオフィスをコアとした製造ネットワークを国内に複数構築し、連携することで、自然災害等で、一部のシステムが動かなくなっても、サプライチェーンを柔軟・迅速に維持するための「企業変革力」（ダイナミック・ケイパビリティ）の強化が可能となる。

また、搬送における二酸化炭素発生を抑制するため電車に乗れる搬送ロボットを開発し、脱炭素化への貢献と柔軟・迅速な対応が可能な搬送方式を構築することで、ダイナミック・ケイパビリティ強化を行う。工場から駅までは電動で走行、駅で電車に乗り、目的地付近の駅で降車して目的の工場まで自走するシステムとする。

さらにダイナミック・ケイパビリティ強化に向け、開発した材料をデジタル製造システムで量産することを考えるのではなく、開発開始段階からデジタル製造システムで開発、量産することを前提として、脱炭素化への貢献に寄与する新材料を開発する。本開発（三菱重工株式会社・東北大）では、三菱重工業株式会社が既に開発に着手している MHA400 に加えて、東北大が開発した低比重高強度鉄基合金をベースとした新合金の開発を行う。更に、放熱部材の軽量化のために、アルミ合金の高強度化も必要である。このため、高強度アルミ合金として有望なアルミスカンジウム合金の開発も進める。

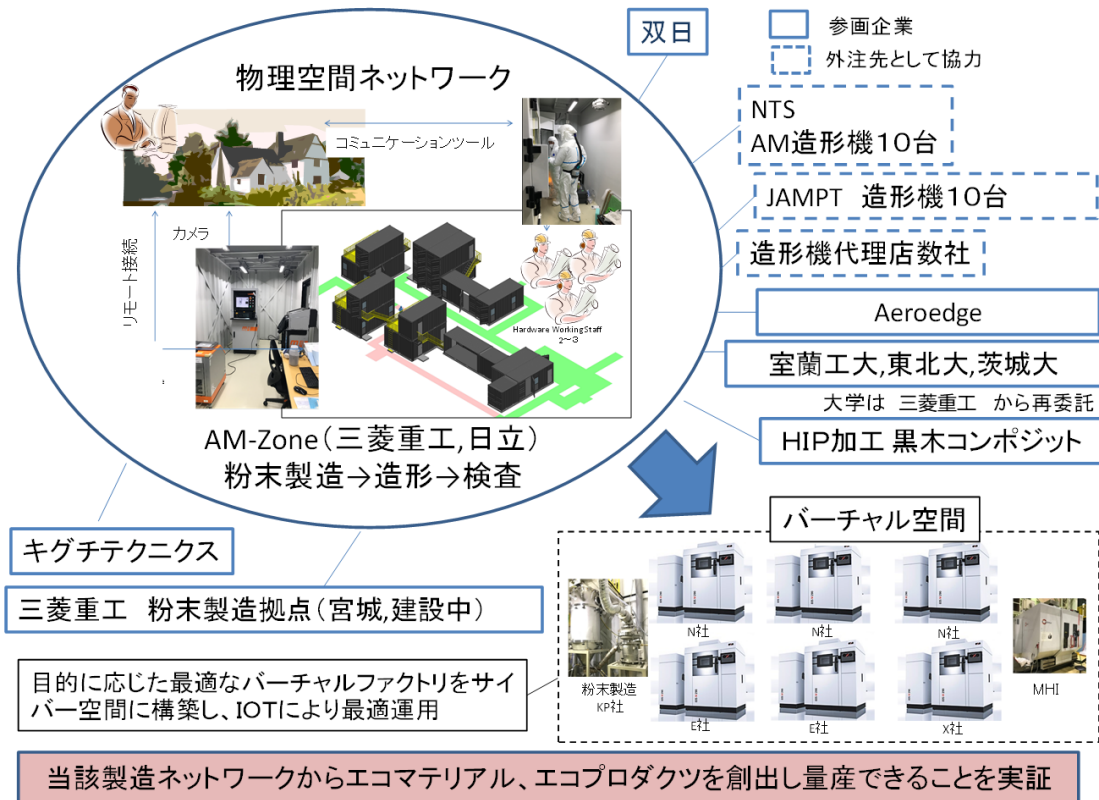


図. 事業イメージ

■ 研究開発の目標

開発システムの実用化を可能とするために、開発するデジタル製造ネットワークでの製造を前提とした新たな製品をモデルケースとして開発し、その製品を量産できることを実証する。

開発するモデル製品（金属製）は、手のひらサイズのミニジェットエンジンをコアエンジンとしたデスクトップパワープラントであり、月間の生産能力の目標は10台以上とする。デジタル製造のサプライチェーンの一端を担う3D造形物の後加工工程については、個人や中小企業向けの導入費用帯の3軸CNC加工機によるデジタル製造システムを構築し試験運用を行う。

搬送ロボットに関しては、京急電鉄の協力の下、出発地点から乗車駅まで自走し、そこで車両に乗り込み、途中駅で別の電車に乗り換え、降車駅で降車して、目的地まで自走する。最終的にはすべてを自律走行とすることを目指すが、実用化を早めるため、乗り換え等の一部は遠隔操作もできるものとする。ロボットは、開発期間短縮のため汎用部品以外をAM造形品とする。また、AM造形の特徴を生かし軽量化する。最終的には、デジタル製造システム内で量産可能とする。

また、エコプロダクツの開発に不可欠なデジタル製造に適したエコマテリアルの開発と開発材の量産環境実証を実施する。

エコマテリアルに関しての目標は、AM用アルミ合金以上の比強度かつ、体積当りの強度をアルミ合金の3倍とし、これらの材料特性目標に向け、MHA系合金、FCX系合金及びAl-Sc系合金の三次元造形体について、三次元造形及び熱処理最適化、並びに部品試作を行う。特に、FCX合金では比強度 $200\text{MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ 以上かつ3%以上の塑性伸びの実現を目指す。また、それら材料で構築した机上ジェットエンジンの回転・燃焼動作を実現する。

更に、FDM造形（金属粉末＋ポリマー混合フィラメントを用いた三次元造形）にも挑戦し、その後の熱処理による焼結最適化を行うと共に、部材の試作を試みる。MHA系FDM試作材にて、粉末造形体と同様の硬度 500Hv 以上を目指す。また、FDM造形では耐熱性に優れるセラミックスの造形が可能であり、この開発に着目している室蘭工業大学と連携してデジタル製造システムを活用して開発を進める。金属粉末を用いたAM造形では酸素と窒素のコンタミによりMM247などの高強度超合金が使用できない。セラミックスでは、酸素および窒素の影響が少ないため、MM247と同等以上の高温強度を目指し、造形体のみならず製造過程に用いるサポート材としての使用も検討する。

本開発材による机上ジェットエンジンの開発や、そのコストダウン化に向けたFDM造形の開発指針が得られ、デジタル製造システムのスムーズな市場への浸透が期待できる。

3-5. 5G無線通信技術を使った半導体製造工場の生産と品質管理手法の開発

3-5-1. 実施者名

・実施者：株式会社ロジック・リサーチ

共同研究先： 国立研究開発法人情報通信研究機構

国立研究開発法人産業技術総合研究所

3-5-2. 期間

・事業期間：2022年2月3日～2024年2月29日

3-5-3. 目標

■研究開発の目的・概要

近年、半導体は社会インフラを支える重要な産業の一つであるが、半導体製造は旧態依然とし、製造方法の違いによって、センサーデバイス、マイコン、パワー半導体といった様々な製品がそれぞれ違う製造方法による生産形態をとっており、また半導体製造は工程数が多く、装置間通信仕様が確立していないため、製造不良発生時に取得できる情報が限定的であり、その不具合の同定や対応が不十分であり、大量生産の歩留り低減化されていないのが現状である。そのため、市場の半導体ニーズの多種多様化に対応できていなく、多品種変量生産に対応した生産システムとそれを管理する製造品質管理システムの確立が求められている。

その解決手段として、ミニマルファブを使用した生産システム構想である、ハーフィンチウエハによる製造は各装置のインターフェースが統一されており、制御が容易で、社会インフラで使用される半導体の多品種変量生産が可能になり、この生産ニーズに答えることが出来る。ミニマルファブを活用した多品種変量生産にて半導体製品を実現することは、社会インフラを支え、経済保障にもかかわる重要課題解決と位置付けることが出来る。

また、ミニマルファブは、コンピューターとの親和性がよく、有線ネットワークに加え、5G等の無線通信技術の採用も容易に可能である。5G無線通信技術の効果は、ミニマルファブの特徴である、インターフェースの統一が容易という利点、各装置が小型でミニマルファブ装置群が密集状態にある懸念点と、半導体製造で難しいとされる複雑なレシピ管理や繊細な装置コントロールが必要という難点を、ローカル5Gの高セキュリティ、帯域占有によるQoS保証、低ランニングコストといった優位性が加わることで、半導体製造装置からの各種情報を収集し、品質管理に生かしつつ、生産切替えを柔軟迅速にコントロールする製造品質管理システムを構築することで解決し、いままでにない半導体製造工場を実現し、ダイナミック・スケイパリティ強化に貢献するとともに、既存半導体工場に匹敵する製造の品質向上を見込むことが期待できる。

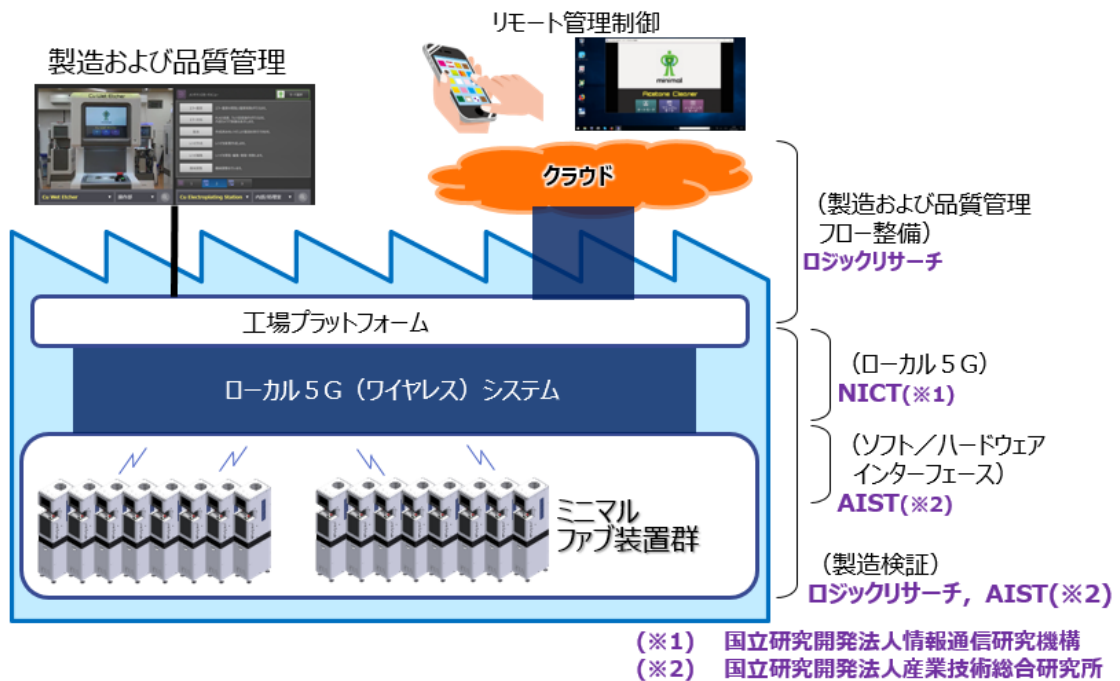


図. 事業イメージ

■ 研究開発の目標

本事業では、

[1] ネットワーク構築・監視ソフトの開発・製造管理ソフトウェア開発

生産管理、品質管理を相互に結び付け、製造側にフィードバックする情報管理手法の確立

品質管理に有効なデータ収集するセンサーモジュール開発

[2] ミニマルファブ環境における電波伝送モデル化の研究開発

通信品質の確保の最適配置シミュレーションに使用する電波伝搬状態をレイトレーシングで表現した 3D モデル化の実現

[3] 製造装置ソフト/ハードウェアインターフェースの整備

製造時の各種情報（温度、湿度、気圧、映像）のデータを収集する情報伝達するインターフェースの確立

を実施し、ローカル 5G 環境下でのミニマルファブ生産システムでの製造実験検証から、半導体製造工程の柔軟で迅速な装置構成切り替えを容易とする手法を確立する。

3-6. 3D デジタルツインを活用したデジタル擦り合わせと現場力向上による製造業のダイナミック・ケイパビリティ強化

3-6-1. 実施者名

- ・実施者：ラティス・テクノロジー株式会社
- 委託先： 株式会社ツバメックス

3-6-2. 期間

- ・事業期間：2022年8月～2025年3月

3-6-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

本事業の目的は、設計の基本情報である3DデータをVRやARといった最新テクノロジーを使って共有することでデジタルで擦り合わせを行い現場力を引き出すことである。3D情報の流れをつくることで、有事の際の各製造拠点の生産ラインの再構築や変更された製造作業の柔軟・迅速な立ち上げに寄与し、製造業のダイナミック・ケイパビリティ強化に貢献する。デジタルデータの活用により離れた製造拠点間での擦り合わせをリモートで行うことが可能となり、人の移動や交通手段の削減による脱炭素化へ貢献する。

現在 デジタル家内制手工業

1. ツール乱立
→ フォーマット乱立

2. 手動変換、手動入力
→ 人がデータの流れを止める

3. デジタル職人登場
→ 属人的なアナログプロセス

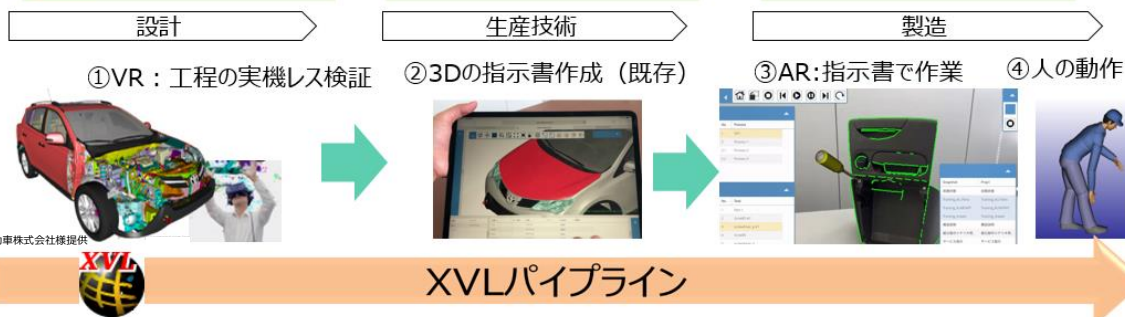


今後 製造業DX × 3D 全社に一气通貫の3Dデータの流れをつくる

1. 流通フォーマットを統合する

2. 情報の自動統合
→ 情報流通の自動化

3. 人は重要な判断と創造的仕事に特化



■ 研究開発の目標

以下の4つの項目について、目標を定めて研究開発を進める。

1) 大規模かつ複雑な製造工程の生産性向上に貢献する3Dデータ・フォーマットの開発
製品だけでなく、設備や生産ラインまで含めた大規模データ(車3台分+設備5台分+点群1,000万点)を軽快に表示し、形状データに付随する膨大な構成情報や属性情報などの付加情報を通常のノートPCやタブレットなどで取り扱えるようにするため既存のXVLフォーマットを大幅に拡張する。最終的には以下2)、3)、4)の機能もすべて、この新3Dフォーマットの上で稼働させることで、5G時代の大容量3Dソリューションを容易に構築できることを目指す。

2) 遠隔地拠点間でのデジタル擦り合わせを実現するVR技術開発

5G時代のVRを実現すべく、複雑な現物に対応する大規模な3DデジタルツインをVR環境で検証可能にし、かつ、そのVR体験を遠隔地共有することで、設計と製造現場が離れていても、デジタルで擦り合わせる環境を実現する。具体的には、①並列処理による大容量3DデータのVR機器上での高速表示、②ネットワークの高速化を見据えた大容量3Dデータを共有した遠隔地VR検証機能、③上記1)のフォーマット拡張と連携し、総合的な性能向上を実現することを目標とする。

3) 現場力をデジタルで引き出すためのXVLAR技術のスマートグラスへの応用

現場で手軽に利用できるAR技術開発を行う。具体的には、5G時代を見据え、大規模3Dデータをメモリの少ないスマートグラス上でも高速に表示することを旨とする。また、ARのような最新技術に対しては製造現場の多くは、実運用に耐えうるのか懐疑的である。前プロジェクトの開発成果であるタブレットARと本事業で開発するスマートグラスARの双方を現場で利用評価することで、その効果的な活用手法を確立する。さらに、ここで開発するXVLAR技術はWeb上でのアプリケーションとなるため、昨今製造業でも問題となっているセキュリティの確保も重要となる。本事業の中で、十分なセキュリティが確保できることを検証する。

4) AI等を利用した3Dモーションコンテンツの革新的な作成と提供方法の研究

人の動作を得る方法としては一般的にはモーションキャプチャがあるが、全身にセンサを装着するなど製造現場で運用するにはあまりにも手間が多い。そこでより手軽にビデオ撮影した結果を3Dモーション化する技術を開発することを旨とする。単純なビデオ撮影だけでは、3Dモーションを再現する十分な情報を得るのは困難である。そこで、どういう撮影条件であれば、どの程度の作業が再現できるのかを検証していく。次にこうして得られた3Dモーションをデジタルヒューマン上で再現させることを旨とする。また、5G環境を想定し、遠隔地で撮影した映像をクラウド上で3Dモーション化し手元で再現する環境を構築する。こうして得られた3Dによる作業の動作がどの程度運用可能なレベルかをユーザーとともに評価を行いながら、技術の改善を進めていく。

3-7. 多品種小ロット精密部品製造プロセスにおける5G活用型遠隔操作・検品システム開発

3-7-1. 実施者名

- ・実施者：ツウテック株式会社
共同研究先： 国立大学法人愛媛大学
愛媛県産業技術研究所
- ・実施者：株式会社ユタカ
- ・実施者：システムエルエスアイ株式会社
共同研究先： 国立大学法人徳島大学
- ・実施者：株式会社愛媛 CATV
共同研究先： 国立大学法人愛媛大学

3-7-2. 期間

事業期間：2022年8月～2025年3月

3-7-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

本事業の目的は NEDO の基本計画の目的にもあるように、災害の多発やサプライチェーン寸断リスクを引き起こす「不確実性」に対し、柔軟・迅速に対応する企業のダイナミック・ケイパビリティの強化に繋げるため実施するものであり、各テーマの目的と概要は以下のとおり。

技術開発テーマ	現状と目的	概要
地域共有型ローカル5Gネットワーク評価及び切削機械の遠隔操作実証	地域共有型ローカル5Gネットワークを用いた各工場間及び工場内の通信を行うためには、セキュリティを維持しつつ、設計データ等を他工場と共有する必要がある。 本ネットワークの社会実装を加速するため、1年単位のEnd to End通信の変化を連続評価することで、実装に耐えうるネットワークを確立させ、生産量の変化を地域で吸収可能な地域生産クラスターを構築することを目的とする。	2拠点に通信評価用の機器を長期で設置し、周期的に通信品質を連続評価することで、End to Endの長期での通信品質評価と共に、遠隔操作の実証を行う。 地域共有型ローカル5Gネットワーク下での安定した遠隔操作が実施可能であることを実証し、地域生産クラスター構築の礎とする。
高精細カメラ画像AI分析による3DCADと連動したAI検品システムの開発	従来型の大量生産品を対象とした検品では、部品毎に大量のAI学習を必要とするため、多品種小ロットで製造する中小企業における精密部品の検品においては十分に有効ではなかった。 今回の技術開発では多品種小ロットの部品に対し、3DCADデータを活用したAI検品システムを開発することを目的とする。	ロボットアームによる撮影と3DCADデータを用いたAI検査により、多品種小ロットでの検品システムを開発する。 遠隔での切削機械の操作においても検品作業の迅速化と精度の均一性を確保する。
スマートグラスを活用した遠隔支援システムの開発	遠隔操作に適した効果的なマニュアルを作成できていないことから、アイトラッキングとヘッドトラッキングの両手法による熟練者目線を数値化することにより、効率的な遠隔支援システムを開発することを目的とする。	熟練者の目線を解析することにより注目すべき点を洗い出し、適格なマニュアルの作成を行い、熟練者の指導の効率化を図る。

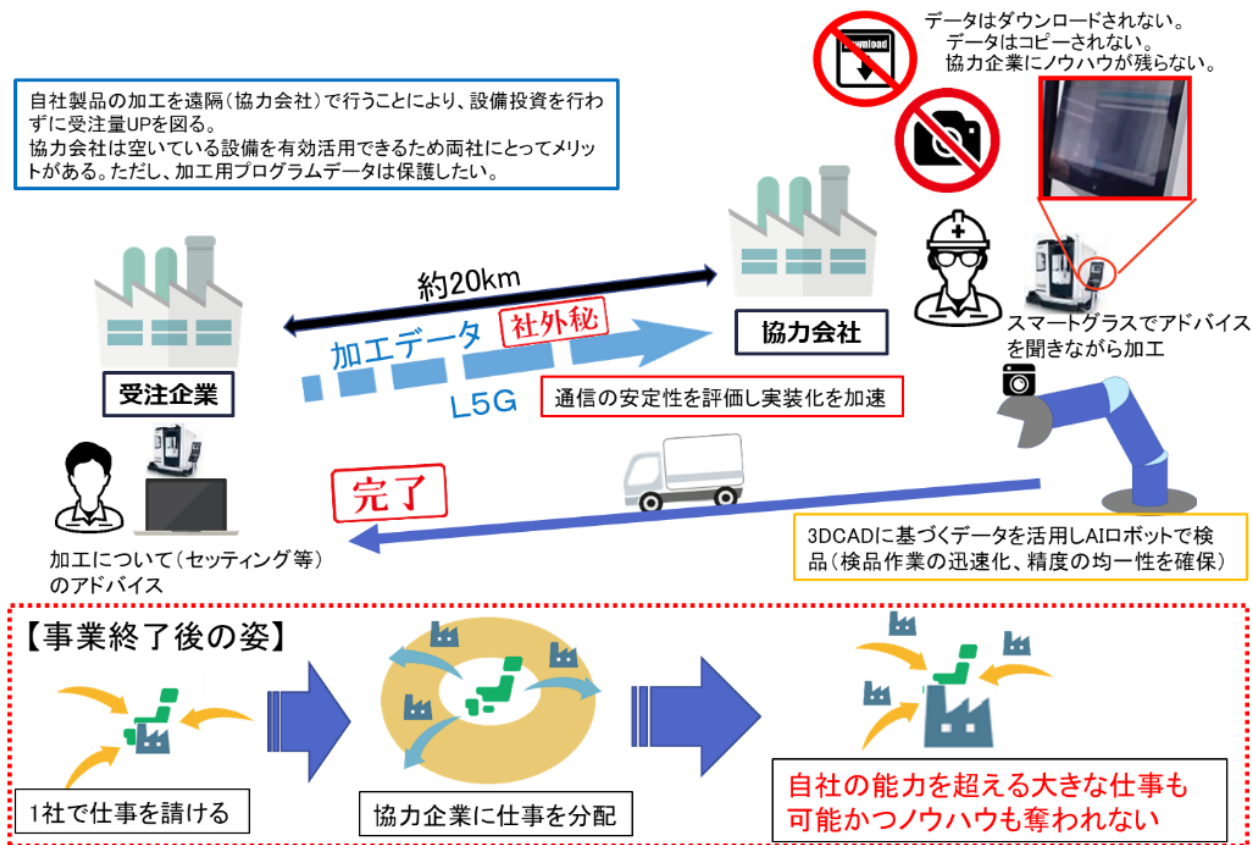


図. 実現したい(目指している)生産ラインのイメージ

なお、本事業では上述の目的・概要のとおり、遠隔操作による移動・輸送に係るエネルギーの削減、生産性向上による製造エネルギー原単位の削減、設備異常検知による不良品の製造に係るエネルギー及びそのリサイクルエネルギーの削減等省エネの推進に貢献するものである。

■ 研究開発の目標

技術開発テーマ	研究開発目標	何を以って到達と言えるのか
①地域共有型ローカル 5 G ネットワーク評価及び切削機械の遠隔操作実証	工作データの保護のため、2 社間の遠隔操作により、大容量の工作データをセキュアで安定的なローカル 5 G ネットワーク環境下で製造する。	・遠隔支援システムによる機械加工を 5 品種で行い、各種加工方法における遠隔システムでの加工を実施する。 ・1 週間の連続通信評価 12 回、特殊条件通信評価×数回（いずれも、その時点までの評価結果に応じて変更する可能性あり）実施する。通信評価を行うことにより、実装時における通信遮断リスクを評価する。
②高精細カメラ画像 AI 分析による 3DCAD と連動した AI 検品システムの開発	不良品を 100%不良と判定し、良品を不良品と判定する過検出率を 2%以下とする AI 検品システムの開発をする。	動作モデルに 3 D C A D を連携させ、検査装置のプロトタイプを作成する。なお、目標は検査ワークの不具合箇所は全て検出し、更に、良品を不良品と判定する過検出率を 2%以下とする。
③スマートグラスを活用した遠隔支援システムの開発	熟練者の目線解析結果をフィードバックさせた MR マニュアルの開発。	熟練者と未熟練者の目線解析結果をフィードバックすることなどにより、従来と比較し熟練者の仕事に近いレベルでの支援を実現する。遠隔での支援を実施することで、移動時間などを踏まえた熟練者の指導時間削減率 50%を削減目標とする

技術開発テーマ①については、上記の地域共有型ローカル 5 G ネットワーク評価及び切削機械の遠隔操作実証により、5 G ネットワークを利用した閉域網の有用性を確認し、国内の 5 G ネットワーク拡大を加速させる。また、切削機械の遠隔操作を実証することにより、企業間連携で中小企業が抱える人手不足を解消し、大量受注を可能とする機械のシェアリングモデルを確立することで、新たなビジネスモデルの確立につながり、国内産業の発展にも寄与できる。

技術開発テーマ②については、検査ポイントの設定に関して 3DCAD を使用することにより作業を半自動化し、工数の短縮と変更漏れのリスクを低減させることで安価な検品システムが構築でき、今後ニーズが増加すると考えられる、多品種小ロット生産部品に対応した AI 検品への需要に対応でき、国内産業全体の生産性向上に寄与できる。

技術開発テーマ③については、スマートグラスを活用し、企業の抱える熟練技術者の技術を伝える事で、社内における直接指導の時間や移動時間等が削減できる。最終的には、熟練技術者の技術を他社でも活用できるようにアプリ化することでテーマ①で掲げるシェアリングモデルビジネス拡大に貢献可能である。

3-8. 完全自動化とリモート化による切削加工業の可変型サプライチェーン構築に係る研究開発

3-8-1. 実施者名

・主幹実施者： アルム株式会社

共同研究先： 国立大学法人北海道大学

国立大学法人神戸大学

国立大学法人東京大学

・共同実施者： 株式会社アイ・オー・データ機器

アイテック株式会社

株式会社ヤナギハラメカックス

オプテックス工業株式会社※¹

株式会社クリーン精光※¹

※¹ 2023年3月本事業終了

3-8-2. 期間

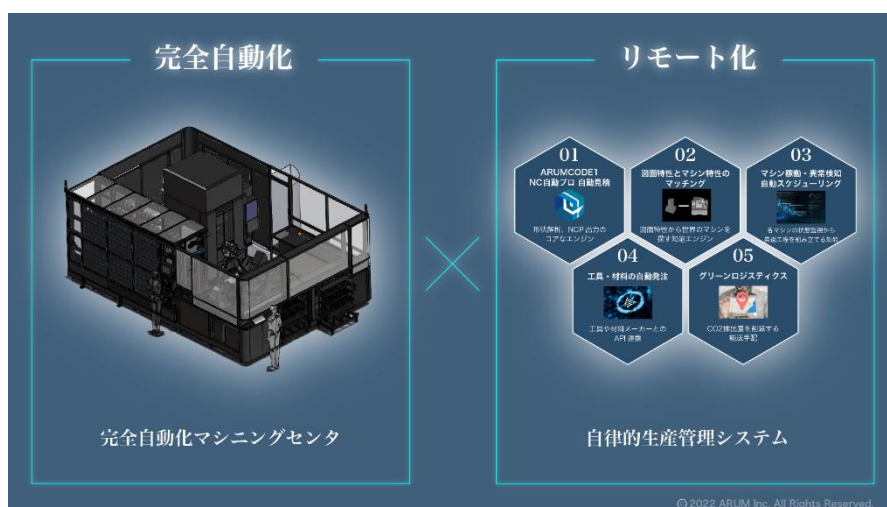
・事業期間：2022年8月17日～2025年3月31日

3-8-3. 目標

■ 研究開発の目的・概要

我が国経済にとって戦略的に重要な半導体装置部品等の安定供給を実現する画期的なシステム・装置を開発することにより、従来の硬直的なピラミッド構造と異なり、様々なリスクに柔軟に対応できる可変型サプライチェーンへの転換を推進し、ダイナミック・ケイパビリティ強化することを目的とする。

この目的を達成するため、ソフトウェアとしてのクラウドベースで稼働し、全国の切削加工工場から最適なマシンを選択して生産振り分けを行う「自律的生産管理システム」と、ハードウェアとして、加工の前後工程をすべて無人で行う「完全自動切削加工機」の2つを開発する。



■ 研究開発の目標

世の中に氾濫する部分的な省人化ではなく、「完全自動化」を実現する実用的な要素技術開発を、ソフトとハードの両面で実現し、主幹事社と参画企業が連携して「完全自動化」の要素技術を実装した「自律的生産管理システム」と「完全自動切削加工機」を製品化することにより、調達企業にとっては有事でも部品の安定的な供給を維持するため調達先のサプライヤー変更に要する時間コストを従来より **75%削減**すること、加工企業にとってはヒトを増やさずに（従業員の時間外労働を強いらずに）生産性向上を実現させるため一日あたりマシン稼働率を従来より **2倍増大**させ、脱炭素化への貢献を図ることを目標とする。

添付資料

- プロジェクト基本計画：最新版を添付する。
- プロジェクト開始時関連資料：事前評価結果、パブリックコメント募集の結果を添付する。
- 特許論文等リスト：プロジェクト開始以降の特許論文等の情報を記入している。

特許論文等リスト

【特許】

番号	出願者 (研究開発項目 番号)	出願番号	国内外国	出願日	状態	名称	発明者
1			国内	出願中	出願		
2			国内	未定	準備中		
3			国内	未定	準備中		
4			国内	未定	検討中		
5			国内	未定	準備中		

【論文】

番号	発表者 (研究開発項目番号)	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	東京大学 (3-1)	東京大学	High-Speed High-Accuracy Thermal Displacement Measurement of Machine Tools Using Optical Frequency Comb Ranging ※Best Paper Award 受賞	ICPE (国際精密工学会)	-	2022年11月

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者 (研究開発項目番号)	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	慶應義塾大学 (3-1)	慶應義塾大学	Optimization of process parameters for hardness in high speed coating by Directed Energy Deposition	Optimization of process parameters for hardness in high speed coating by Directed Energy Deposition	2022年9月

2	京都大学 (3-1)	京都大学	加工プロセスでのデジタルツイン活用における人と AI の役割の将来像	日本機械学会 2022 年度年次大会	2022 年 9 月
3	東京大学 (3-1)	東京大学	Dual Comb Ranging による変位測定 ※Best Presentation 賞受賞	精密工学会秋期大会学術講演会	2022 年 9 月
4	京都大学 (3-1)	京都大学	画像を用いた振動の遠隔モニタリングシステムの開発	第 14 回生産加工・工作機械部門講演会	2022 年 10 月
5	京都大学 (3-1)	京都大学	画像を用いた工作機械振動の遠隔モニタリングシステムの開発 ※Best Poster Award 受賞	IMEC2022 第 19 回国際工作機械技術者会議	2022 年 11 月
6	慶應義塾大学 (3-1)	慶應義塾大学	自走ロボットによる切りくず清掃技術の開発	IMEC2022 第 19 回国際工作機械技術者会議	2022 年 11 月
7	慶應義塾大学 (3-1)	慶應義塾大学	Automatic chip detection using DifferNet	22nd Machining Innovations Conference for Aerospace Industry	2022 年 12 月
8	小貫哲平*1, 竹内健人*1, 金子和暉*1, 矢木啓介*1, 城間直司*1, 今野晋也*2, 伏見哲*2, 泉岳志*2, 太田敦夫*2 (3-4)	*1 茨城大学, *2 三菱重工業株式会社	持続可能な遠距離工場間の物流網を支援する輸送ロボットの検討 製造業ダイナミック・ケイパビリティのための物流手段の試行研究	茨城講演会 2022	2022 年 8 月
9	上形 恵佑, 朱 柳溢, 高山 周人, 平津 大河, 秋山 零, 大杉新太, 大田尚登, 鴨志田浩大, トブシンバトル, 城間直司 (3-4)	茨城大学	つくばチャレンジ 2022 における茨城大学ロボティクス研究室の取り組み	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 SI2022	2022 年 12 月
10	今野 晋也 (3-4)	三菱重工業株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	日立市区 AM 事業研究会ミーティング 2022	2022 年 9 月
11	今野 晋也 (3-4)	三菱重工業株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	第 12 回おおた研究開発フェスタ	2022 年 10 月
12	今野 晋也 (3-4)	三菱重工業株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	AM 研究会第 2 回セミナー	2023 年 1 月
13	今野 晋也 (3-4)	三菱重工業株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	茨城県産業技術イノベーションセンター ビジネスアイデア提案会 2023	2023 年 3 月

14	今野 晋也 (3-4)	三菱重工 株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	大田区産業振興協会 セミナー 「いよいよ始まるデジタル仲間まわしの時代」	2023年3月
15	今野 晋也 (3-4)	三菱重工 株式会社	粉末製造プロセスを基盤としたデジタル製造システムの開発	名古屋商工会議所、在日フランス商工会議所共催 航空業界イベント『カーボンニュートラル時代のエアモビリティ』セミナー	2023年3月
16	沢田浩和、ハニズ アズリル、表昌佑、松村武 (3-5)	情報通信 研究機構	ミニマルファブ工場環境における伝搬特性解析	信学技報	2023年1月
17	羽原将貴, 遠藤慶一, 黒田久泰, 小林真也 (3-7)	愛媛大学	1ms オーダーで計測可能な片方向通信遅延連続計測装置	情報処理学会第 85 回全国大会	2023年3月
18	下井谷優太, 遠藤慶一, 黒田久泰, 小林真也 (3-7)	愛媛大学	工作機器の遠隔操作実現を目的としたローカル 5G のスループット性能評価	情報処理学会第 85 回全国大会	2023年3月
19	浦元明 (3-7)	愛媛県産業技術研究所	愛媛県産業技術研究所の取り組みローカル 5G を活用した実証事例の紹介	産技連 情報通信研究会	2022年12月
20	平山京幸 (3-8)	アルム	「製造業の未来を切り拓くアルムのスマートファクトリー群 (MMOP) 構想」	CEATEC2022 ピッチステージ	2022年10月
21	平山京幸 (3-8)	アルム	「ARUMCODE が進む完全自動化への道筋」	JIMTOF2022 ワークショップ	2022年11月

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属 (研究開発項目番号)	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	(株)ユタカ、ツウテック(株) (3-7)	四国らしんばん「新時代はローカル 5G」	NHK (四国)	2023年1月
2	(株)ユタカ、ツウテック(株) (3-7)	おはよう日本 おは Biz	NHK (全国)	2023年2月
3	アルム (3-8)	「部品調達・加工を全自動化」	日本経済新聞	2022年9月
4	アルム (3-8)	「アルム、24 時間無人切削」	日刊工業新聞	2022年10月

(c)展開会等への出展

番号	所属 (研究開発項目番号)	タイトル	展示会名	展示会年月
----	------------------	------	------	-------

1	DMG 森精機 (3-1)	5G を用いた WH—AMR の研究開発	ICPE（国際精密工学会）	2022 年 11 月
2	アルム (3-8)	関西ものづくりワールド 2022	完全自動切削加工機 (プロトタイプ) の展示	2022 年 10 月
3	アルム (3-8)	G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合	完全自動切削加工機 (試作機) の展示	2023 年 4 月

(d)受賞実績

番号	所属 (研究開発項目番号)	受賞実績	受賞年月
1	東京大学 (3-1)	ICPE（国際精密工学会） Best Paper Award	2022 年 11 月
2	東京大学 (3-1)	精密工学会秋期大会学術講演会 Best Presentation 賞	2022 年 9 月
3	京都大学 (3-1)	IMEC2022 第 19 回国際工作機械技術者会議 Best Poster Award	2022 年 11 月