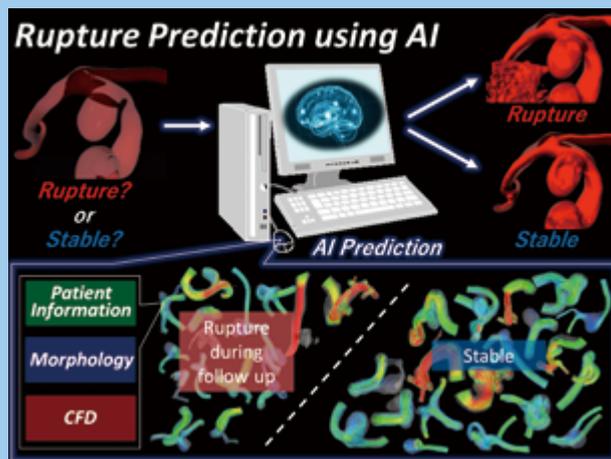


人工知能技術適用によるスマート社会の実現

紹介ハンドブック(2022年度版)





番号	テーマ名	委託先、写真提供
①	AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発	株式会社ファームシップ、国立大学法人東京大学
②	人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化	学校法人慈恵大学東京慈恵会医科大学、学校法人東京理科大学、株式会社マックスネット
③	サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローンAI技術の研究開発	国立大学法人東京大学
④	人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	国立大学法人東京大学、学校法人慶應義塾、国立大学法人千葉大学、国立大学法人東北大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、日本無線株式会社、日本電気株式会社、住友電気工業株式会社、一般社団法人UTMS協会

はじめに

人工知能技術適用によるスマート社会の実現 ～幅広い分野における人工知能技術の社会実装に向けて～

2017年(平成29年)3月に政府によって策定された「人工知能技術戦略」に基づき、NEDO「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトを開始しました。「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の3つの重点分野において、人工知能(AI)技術の社会実装を推進する研究開発を実施し、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て、社会実装の先行的な成功事例を創出することを目的としています。

AI技術を様々な社会課題の解決に役立てるためには、適切かつタイムリーに収集した現場のデータをAI技術によって分析・解析し、適切かつタイムリーにフィードバックするサイクルを構築しなくてはなりません。

本プロジェクトでは、これまでに開発や導入が進められてきたAIモジュール、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、サイバー(仮想)とフィジカル(現実)の両空間が高度に融合した「スマート社会」を実現するための研究開発・実証を行うことにより、AI技術による社会課題解決を加速する研究テーマに取り組みました。

また、本取り組みがAI技術の社会実装を加速していくための「呼び水」となるため、現在の実施体制に加えて様々な機関とさらに連携の輪を広げて、より広い分野へ成果の展開が重要になります。

本ハンドブックは、プロジェクト内の全ての研究テーマ(21テーマ)の研究概要を掲載しております。外部有識者のアドバイスを仰ぎながら実施している、国内の先進的な人工知能の社会実装に向けた研究成果と実証実験などの実施事例が含まれます。本研究プロジェクトの成果が、AI技術の社会実装を加速する「呼び水」となり、社会課題を解決する新しい技術やサービスの発展に貢献し、将来の社会がもっと豊かに、安心、安全な社会の進展につながれば幸甚です。



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」
プロジェクトマネージャー

加藤 宏明

スマート社会の実現に向けて

人工知能（AI）技術が社会変革、イノベーションの源泉としてその重要性が認識され、10年余の時間が経過した。国立研究開発法人産業技術総合研究所に私がセンター長を務める人工知能研究センター（AIRC）が2015年に設立され、その同じ年にAIを中核に据えたNEDOの大型プロジェクトが開始される。この大型プロジェクトは、「実世界に埋め込まれるAI」を目指し、従来のサイバー空間に閉じたAI技術から、医療・介護・製造業・都市設計という社会課題の解決に寄与するAI技術を目指したものであった。この方向は、多様な分野に優れた人材と技術を持つ日本の特質を積極的に活かすAI技術を目指し、日本政府のソサエティ5.0のビジョンを実現する中核としてのAIを目指すものであった。

実世界AIは、AIの社会実装と新たな技術課題の発掘と研究というサイクルを有機的に回していくことを目指したものであった。プロジェクト開始当初はなかなか理解してもらえなかったが、現在では、日本の特質を活かすAI技術の方向として、広く受け入れられるビジョンとなった。このビジョンを体現するものとして、2018年から始まったのがAI技術の社会実装とそのビジネス化に焦点を当てた「スマート社会の実現」のプロジェクト群であり、本ハンドブックは、その成果を一覧するのである。これらの成果は、個々の分野の持つ課題に向き合い、その解決のAI技術を開発するという、5年間の挑戦的で真摯な試みの結果である。

多様な社会課題を解決し、かつ、それを新たなビジネスとすることは、もとより、容易なことではない。巨大IT企業が主導する一般ユーザ向けのAI応用に比べて、様々な社会課題を解決するAI技術は、社会課題に依存した個別性が高く、マーケットも分断、細分化されたものになる。ただ、巨大IT企業のAIビジネスが様々な困難と限界に向き合うなか、多くのプレイヤーが次のAI技術としての「実世界AI」を模索し始めている。本ハンドブックのプロジェクト群が達成してきた成果が、次のAI技術の方向を見定める一助となることを願っている。



「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」
プロジェクトリーダー
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
フェロー・人工知能研究センター 研究センター長

辻井 潤一

人工知能技術の社会実装に向けて

2012年にディープラーニング技術が脚光を浴びて以降、産業界ではAI技術への関心が高まっています。日本においても、一部AIの活用がされつつあるものの、ビジネスへの活用、そしてその活用による新たな価値の創出は、まだまだの状況です。

AIの領域における研究開発は、他の領域に比べ、研究と社会実装との距離が近い・時間軸が短い領域と考えています。まず技術開発があって、その産業利用に向けた動きがあって、という時間軸が長い領域ではなく、AI技術を社会で活用し、その活用によって生まれた知見やデータによって、AI技術が進化し、それが社会での活用を高める。つまり「技術で勝って事業で負けて」すら通用しない領域です。つまり、AI技術の研究開発においては、事業化における巧拙も問われています。これは、AI領域だけではなく、多くの領域でそのようになってきていると思います。研究の最前線と、実際に適用先となる現場の深い理解、そして、それをどのようなソリューションにするのかというクリエイティブな発想と、ビジネス感覚が求められる時代。技術の特性を理解し、現場に導入ではなく、現場×技術で新たな現場をどう作って行くか？

2018年よりスタートした「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」（以下、「スマ実」）では、人工知能技術戦略で定めた「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の3つの領域において、実際に活用が想定される顧客や利用者など現場を巻き込み、現場からのフィードバックを得て、軌道修正し、開発と実証を繰り返してきました。

それぞれのプロジェクトでは、様々な要素技術が生み出されており、現時点で想定されている事業以外にも多くの可能性を秘めています。これらが、皆さんの自由な発想で、他の技術やサービスと融合し、様々な現場で化学反応を起こし、新たな価値が生み出されていく。本ハンドブックが、もしそのヒントやきっかけになれば幸甚です。



「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」

プロジェクトリーダー

株式会社経営共創基盤 共同経営者 マネージングディレクター

株式会社先端技術共創機構 代表取締役

川上 登福

目次

序章	6
----	---

第1章 生産性分野

■ 分散データ統合解析のための AI 技術	26
■ AI で植物工場等バリューチェーンの ロス削減と高効率化を実現	30
■ 青果の需給マッチング最適化とデータ活用による エコシステム創出	34
■ パーソナルデータを本人主導で活用していくため PLR の実運用を促進	38

第2章 健康、医療・介護分野

■ 脳血流解析情報と医療情報に対する学習をもとに 脳動脈瘤破裂を予測	40
■ AI を活用した日常生活動作 (ADL) スコア推定と 人工筋リハ機器開発	44
■ 人工知能技術を用いてタンパク質を設計： 診断・治療医薬の設計アシスト	48
■ 医薬品開発を効率化する製剤処方設計 AI	52
■ 舌の筋電データから舌の活動能力を診断するシステム	58
■ データに基づくロボット介護機器の評価や導入を促進	59
■ 個人の心理特性に応じて健康増進を図る 行動インタラクション技術	60
■ データ知識構造化支援システム v1.0	61
■ 個人の心理特性に応じて健康増進を図る 行動インタラクション技術	62

目次

第3章 空間の移動分野

- 屋外～屋内をカバーする時空間情報基盤上で
人やモノの「移動」を統合的に支援 64
- AI 技術を搭載した「落ちない / 落ちても安全」なドローンの実現 70
- AI の判断根拠を言語で説明する 74
- 自律・分散型 AI 信号制御による
軽やかな交通管制システムを公道で実証 78
- 多様で高品質なデータに基づく労働環境と付加価値の設計支援 84
- 実環境で、外乱の影響を受けずに
何がどこにあるかを高精度に認識 85
- 高齢者の安全な移動のための電動車椅子アシスト技術 86
- 大規模な地理空間情報を統合・解析する基盤の構築 87

プロジェクトの概要

政府の「人工知能技術戦略」（2017年3月公表）で定めた（1）生産性、（2）健康、医療・介護、（3）空間の移動の重点分野において、人工知能（AI）技術の社会実装を推進する研究開発を2018年より「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトとして開始しました。

本プロジェクトでは、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技術、研究インフラを活用しながら、サイバー・フィジカル空間を結合した「スマート社会」を実現するための研究開発・実証を行います。

本プロジェクトでは、日本の得意分野にAI技術を応用することで競争優位を確保するとともに、AI技術の有効活用に必要な現場のデータの明確化と取得・蓄積・加工のノウハウを確立し、AI技術の社会実装の先行的な成功事例の創出し、人工知能技術における「社会実装の呼び水」となることを目指しています。また、社会のさまざまなニーズにきめ細かく対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられるスマート社会の構築につなげていきます。

人工知能技術における『社会実装の呼び水』となるプロジェクト

研究開発の目的

人工知能技術戦略（2017年3月公表）で定めた「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の重点分野において、人工知能技術の社会実装を推進する研究開発を実施する。

成果適用のイメージ



①生産性



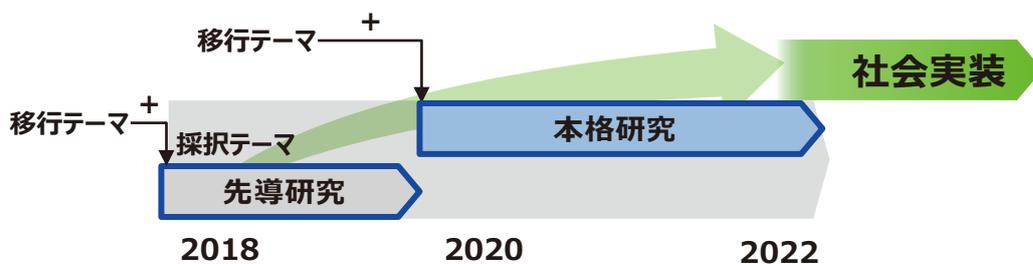
②健康、医療・介護



③空間の移動

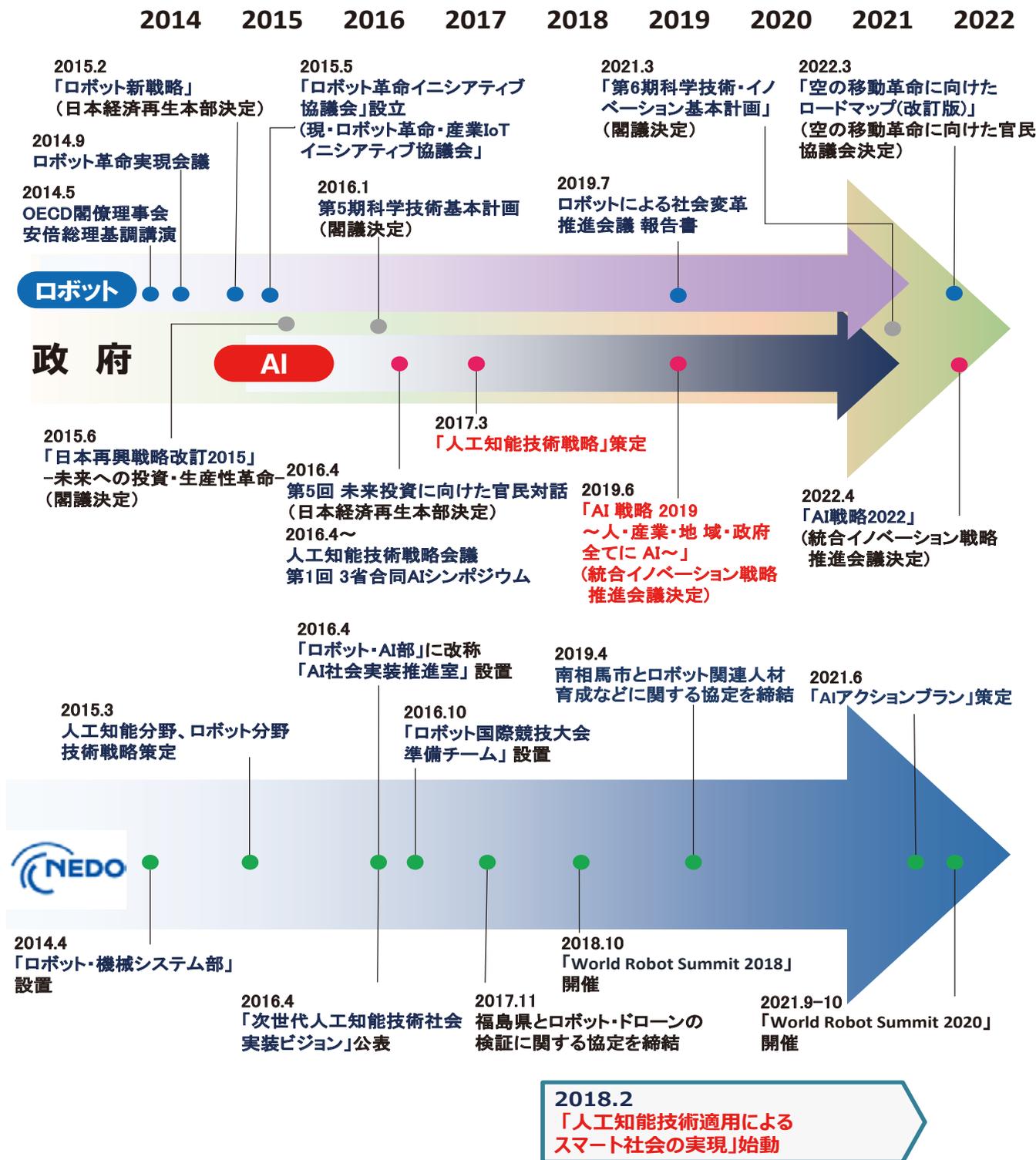
プロジェクトの位置づけ

各テーマにとっては、社会実装に向けたカタパルトの機能を担うプロジェクト



プロジェクトの概要

■ 国の政策とNEDOロボット・AI部の歩み



プロジェクトの概要

■ 他事業との関係

FY2015 FY2016 FY2017 FY2018 FY2019 FY2020 FY2021 FY2022

次世代人工知能・ロボット中核技術開発

<2018年度>

次世代PJからの移行テーマ
研究開発項目③から2テーマ
研究開発項目⑦から6テーマ
+ 新規採択テーマでスタート

<2020年度>

さらに次世代PJからテーマを移行
研究開発項目⑦から3テーマ
研究開発項目⑧から4テーマ

人工知能技術適用によるスマート社会の実現

<移行元>

次世代人工知能・ロボット中核技術開発（次世代PJ）
研究開発項目③次世代人工知能共通基盤技術研究開発
研究開発項目⑦次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発
研究開発項目⑧次世代人工知能技術の日米共同研究開発

■ テーマ一覧

研究開発項目	移行 / 採択	移行元 PJ	No.	テーマ名
① 人工知能技術の社会実装に関する研究開発	2018年度移行テーマ	次世代 PJ 研究開発項目 ⑦	1	高齢者の日常的リスクを低減するA I 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発
			2	ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発
			3	健康増進行動を誘発させる実社会埋込型A I による行動インタラクション技術の研究開発
			4	物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のためのサービス工学×A I に関する研究開発
			5	空間移動時のA I 融合高精度物体認識システムの研究開発
			6	A I 活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発
		次世代 PJ 研究開発項目 ③	7	生活現象モデリングタスク（介護現場）
			8	地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化
	2018年度採択テーマ	新規採択	9	A I による植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発
			10	農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発
			11	MyData に基づく人工知能開発運用プラットフォームの構築
			12	人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
			13	IoT・AI 支援型健康・介護サービスシステムの開発と社会実装研究
			14	安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築
2020年度移行テーマ	次世代 PJ 研究開発項目 ⑦	15	新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発	
		16	サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発	
		17	人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	
② 人工知能技術の社会実装に関する日米共同研究開発	2020年度移行テーマ	次世代 PJ 研究開発項目 ⑧	18	データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発
			19	人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発
			20	健康長寿を楽しむスマートソサエティ ～主体性のあるスキルアップを促進する AI スマートコーチング技術の開発～
			21	判断根拠を言語化する人工知能の研究開発

プロジェクトの目指すもの

本プロジェクトは、「①人工知能技術の社会実装に関する研究開発」と「②人工知能技術の社会実装に関する日米共同研究開発」の2つから構成されています。

2018年プロジェクト開始時は、先行する「次世代人工知能開発・ロボット中核技術開発」プロジェクト（以下「次世代PJ」と記載）より出口戦略の重視等により実用化を加速が見込まれる8テーマの移行とともに公募により選定した6テーマにより開始しました。さらに、2020年次世代PJより3つのテーマと大学を中心とした研究機関と米国の大学や研究機関の卓越した研究者と連携しながら社会実装を目指す日米共同研究開発から4テーマを加えました。これまで2019年ステージゲート、2020年中間評価を実施し、実施テーマの統合、進捗に応じた見直しを行いながら2022年度には11テーマの研究開発を推進しています。

各実施者の研究開発資源を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）をNEDOが選定。産業技術総合研究所フェロー・人工知能研究センター長 辻井潤一氏と株式会社経営共創基盤 共同経営者 マネージングディレクター 川上登福氏の両プロジェクトリーダーの下で、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ています。

また、本プロジェクトでは、AI技術の社会実装を目指したプロジェクトであることから、開発成果の出口戦略を意識し、社会実装シナリオに作ることを目標に研究開発を推進しました。開発技術の社会実装を加速するため、最終的にそれらの成果を引き継いでシステム化やビジネス化を目指す企業の存在や、ベンチャー設立などによる事業化検討が不可欠になります。このため外部有識者のアドバイスを受け、透明性、公平性を確保する「技術推進委員会」を設置しています。

学術的な専門家だけでなく、さまざまな事業分野の企業の専門家等、多方面からの専門的知見を聴取し、意思決定やマネジメントの参考にしながらプロジェクトを推進しています。

本プロジェクトが目指すのは、人工知能技術（AI）を活用し、さまざまな社会課題の解決につながる技術を開発し、それを社会実装する先行事例を一つでも多く示すことであり、将来の次の世代へ「もっと豊かな『あたりまえ』」を作っていくことと考えています。

Next Standard

次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

いつもの暮らしが、
より過ごしやすく、より快適な日常へと変化する。
すべての人がもっと豊かに暮らせる社会の実現ために、
人工知能技術を活用して様々な分野で、
しあわせの可能性を追求していく。
毎日の暮らしが自然と豊かになっていく。
いままでの「あたりまえ」を変えていく。

「生産性」
自分らしい幸せを実現できる
パーソナライズな社会

- データコラボレーション革新による生産性向上を目指す次世代人工知能技術の研究開発
- AIによる種別工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発
- 農作物におけるスマートフードチェーン自動化開発

「健康・医療・介護」
いつもの暮らしに
新たな可能性を引き出せる社会

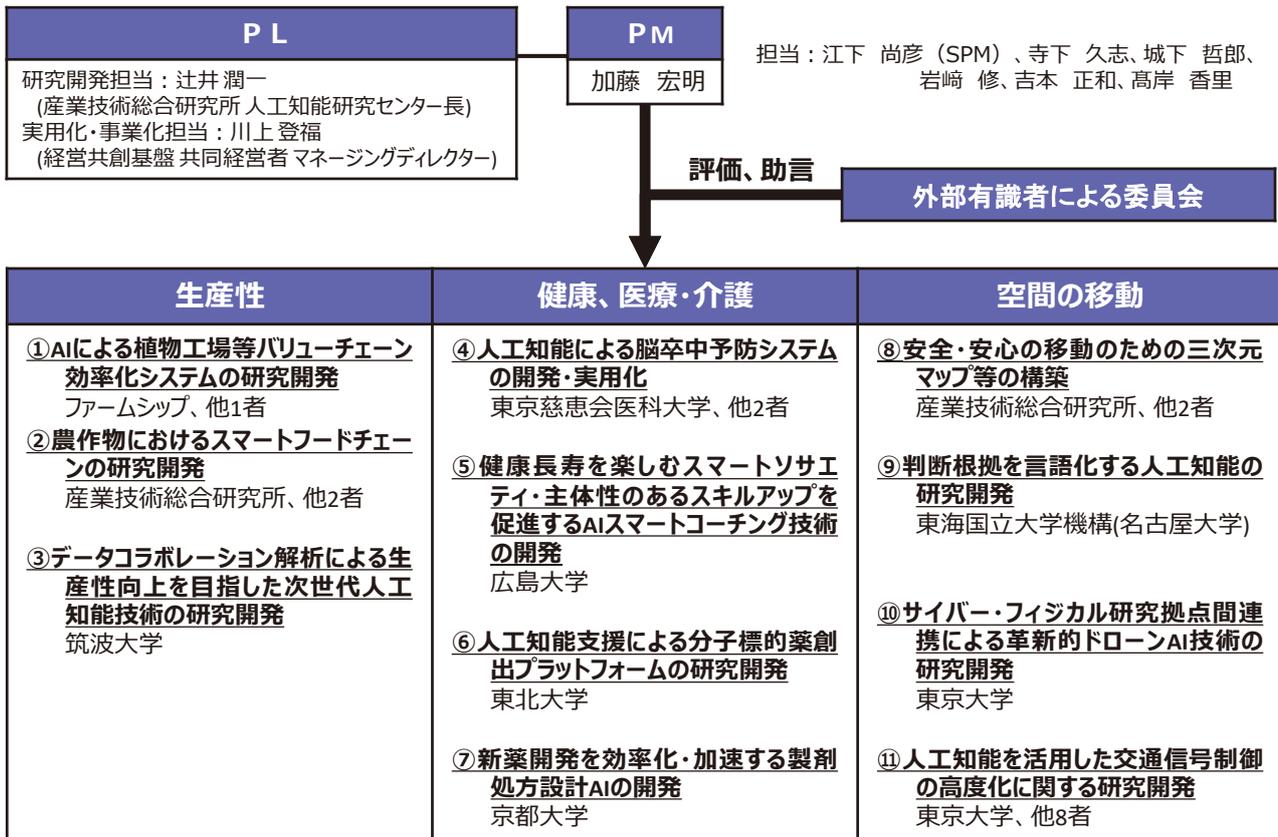
- 人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
- 健康寿命を伸ばしスマート/サステイナブルなスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発
- 人工知能支援による分子レベル診断プラットフォームの研究開発
- 新薬開発を効率化・加速する製薬方法設計AIの開発

「空間の移動」
「らしさ」を尊重し、
多様な暮らしにフィットする社会

- 安全・安心の移動のための3次元マップ等の構築
- サイバー・フィジカル研究拠点連携による革新的ドローンAI技術の研究開発
- 判断精度を高度化する人工知能の研究開発
- 人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発

プロジェクトの実施体制

■ 研究開発テーマと実施体制（2022年度）



■ 外部有識者による委員会

	氏名	所属
コア委員	浦本 直彦	三菱ケミカルグループ株式会社 委員長
	篠田 浩一	国立大学法人東京工業大学
	武田 晴夫	株式会社日立製作所
	西尾 信彦	立命館大学
	浦川 伸一	損害保険ジャパン株式会社
	江藤 学	国立大学法人一橋大学
	萩谷 昌己	国立大学法人東京大学
	江村 克己	日本電気株式会社
	澤谷 由里子	名古屋商科大学ビジネススクール
専門委員	五島 清国	公益財団法人テクノエイド協会
	木立 真直	中央大学
	岡本 茂雄	株式会社ノバケア
	田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社
	鈴木 友人	東北大学ナレッジキャスト株式会社
	日高 洋祐	株式会社 MaaS Tech Japan
	三輪 泰史	株式会社日本総合研究所
	池野 文昭	Stanford University, Stanford Byers Center for BioDesign
	清水 忍	東海国立大学機構 名古屋大学 医学部付属病院

生産性分野の概要

生産性分野の研究開発で目指すもの

- 生産システムの自動化・最適化、サービス産業の効率化・最適化、物・サービスとニーズとのマッチングによるハイパーカスタマイゼーションを実現し、ものづくり・流通サービスの融合を進め、エネルギー・食料などを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」の構築です。
- 「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」の構築です。

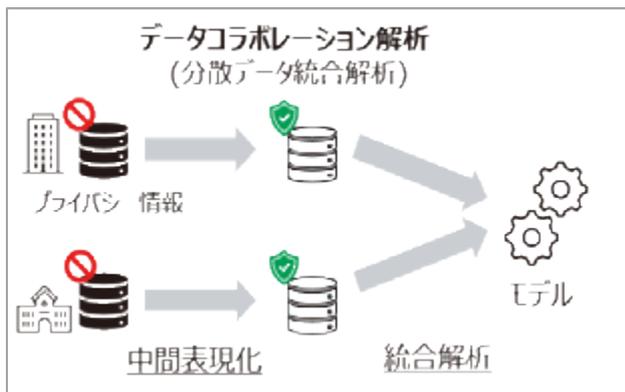
参考：「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」（人工知能技術戦略会議 2017年3月31日）

Next Standard

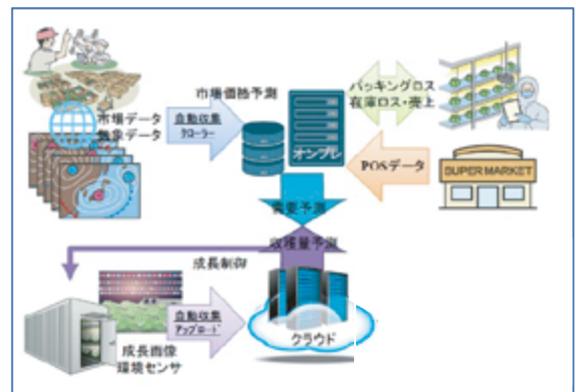
次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

『生産性』
自分らしい幸せを実現できる
パーソナライズな社会

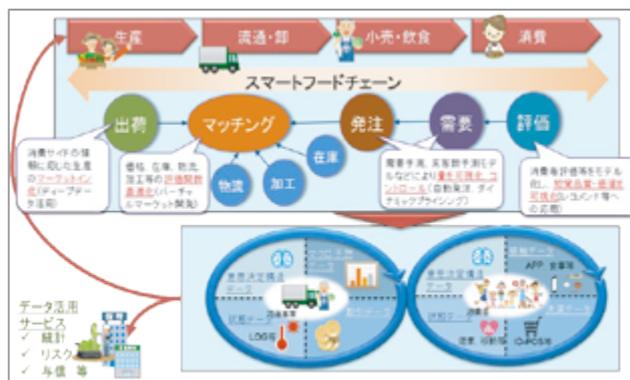
- ・データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発
- ・AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発
- ・農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発



データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発



AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発



農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発

健康、医療・介護分野の研究開発で目指すもの

- 世界で最初に急激な高齢化社会を迎えている日本における、医療・介護の膨大な情報のビッグデータ化と、AI を利用した「世界の医療技術先進国・介護技術先進国」の構築です。
- 予防医療の高度化により病気にならないヘルスケアを実現する「健康長寿産業大国」の構築です。具体的には、2030 年には人工の 40%以上が高齢者となる中で 80 歳でも就業を希望する高齢者が元気で働いている社会の実現や、個人としての満足度を上げるだけでなく社会保障費の軽減を図ると同時に労働人口の減少という課題への対応です。

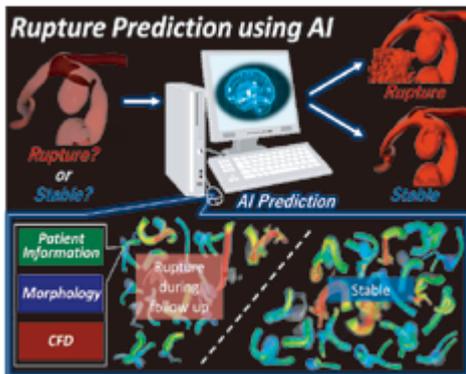
参考：「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」（人工知能技術戦略会議 2017 年 3 月 31 日）

Next Standard

次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

「健康・医療・介護」
いつもの暮らしに
新たな可能性を引き出せる社会

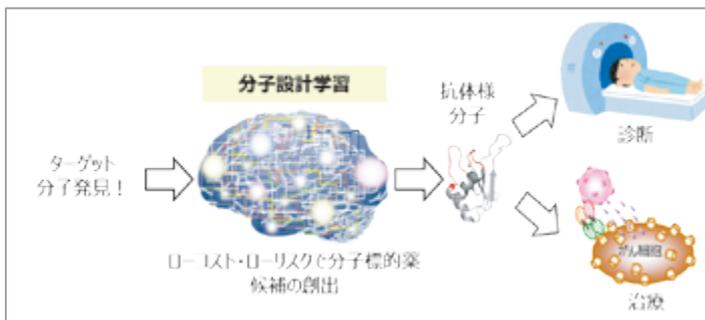
- ・人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
- ・健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する AI スマートコーチング技術の開発
- ・人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発
- ・新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発



人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化



健康長寿を楽しむスマートソサエティ
～主体性のあるスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発～



人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発



新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計AIの開発

空間の移動分野の概要

空間の移動分野の研究開発で目指すもの

- 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・空間にします。
- 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会の構築です。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し、人的要因による事故の減少や、「移動」に伴う社会コストの最小化も実現します。
- 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、バーチャル移動の完成による、移動そのものの価値が生まれる社会の実現です。

参考：「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」（人工知能技術戦略会議 2017年3月31日）

Next Standard

次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

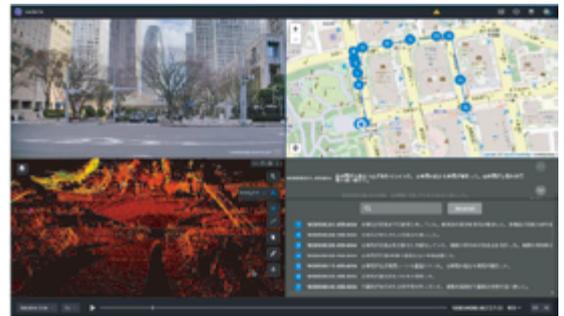
「空間の移動」

「らしさ」を尊重し、
多様な暮らしにフィットする社会

- ・安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築
- ・サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローンAI技術の研究開発
- ・判断根拠を言語化する人工知能の研究開発
- ・人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発



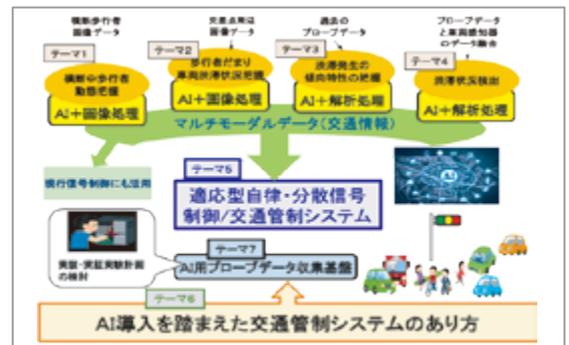
安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築



判断根拠を言語化する人工知能の研究開発



サイバー・フィジカル研究拠点間連携による
革新的ドローンAI技術の研究開発



人工知能を活用した交通信号制御の
高度化に関する研究開発

■ステージゲート

革新性の高い研究開発では、社会情勢などの変化も含めると、研究開発の初期段階からどの技術がイノベーションの鍵となる技術か見極めることは極めて困難です。そのため NEDO では、継続したイノベーションの実現のためのマネジメント体系であるステージゲートプロセスを採用しています。まず初期段階である「先導研究」において、幅広く選定したテーマに対し、限られたコストと時間で、早い段階から社会実装をにらんだ実現可能性の研究と本格研究開発の計画づくりを行います。先導研究の終了時期に実施する「ステージゲート」評価により、次のステージである「研究開発」に進めるか評価し意思決定します。

期間：2018～2022年度（5年間）

総事業費：76.6億円（PRIZMの4.8億円含む）（委託）

<研究開発スケジュール・評価時期・予算規模>

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
研究開発項目 ①						
研究開発項目 ②						
評価時期			中間評価			事後評価
予算 (億円)	15.9 (PRIZMの 4.8億含む)	10.3	18.2	16.7	15.4	

■外部有識者による技術推進委員会の実施

本プロジェクトで研究開発された技術が「呼び水」となり社会実装を加速するためには、最終的にこれらの成果を引き継いでシステム化やサービス提供のための新たな技術開発や設備投資、それを旨とする企業の存在が不可欠となります。このため、外部有識者のアドバイスを受け、透明性・公平性を確保する「技術推進委員会」を設置しています。学術的な専門家だけでなく企業の専門家にも加わっていただき、多方面からの専門的知見を聴取、意思決定やマネジメントの参考にしながらプロジェクトを推進しています。また、研究成果の理想の状態を追求するのではなく、ビジネス展開を念頭に置いた出口戦略、社会実装に向けたシナリオを、プロジェクト実施中に検討することで、産業界への応用に向けた技術課題や目標を修正し、社会実装を加速します。

■ 広報手段の活用

研究成果のニュースリリースや NEDO ホームページを通じた動画公開など広報手段を活用し、研究の目指す姿や研究内容、成果を幅広く公開する取り組みを実施。これにより新聞、TV やネットニュースへの露出を増やすとともに、研究成果の社会実装に向けたパートナー企業とのマッチングを推進しました。

- 研究成果のニュースリリース発信
- NEDO チャンネルにプロジェクトと 11 テーマの PR 動画を公開 (2022 年 2 月)
- NEDO チャンネル「NEDO LABO TALK」 Vol.1 にてプロジェクト紹介動画公開 (2022 年 7 月 8 日)
- NEDO チャンネル「NEDO LABO TALK」 Vol.2 にてプロジェクト紹介動画公開 (2022 年 7 月 21 日)
- 日刊工業新聞に「スマ実」プロジェクト紹介記事掲載 (2022 年 6 月 7 日)
- FocusNEDO 88 号に「スマ実」紹介記事掲載 (2023 年 2 月)
- 日刊工業新聞に「スマ実」成果に関する取材記事掲載 (2023 年 5 月 4 日)

■ 企業とのビジネスマッチング推進

研究開発成果とその研究の先にある解決すべき社会課題を共有し、課題解決や事業化を目指す企業とのマッチングのため、研究成果発表やビジネスセミナーを開催し企業マッチングの機会創出に努めています。

- プロジェクト成果の発表及び企業等とのビジネスマッチング
日時：2020 年 1 月 16 日～17 日
会場：ルミネゼロ「NEDO AI&ROBOT NEXT シンポジウム～人を見守る人工知能、人と協働するロボットの実現に向けて～」
- プロジェクト成果の展示及び企業等とのビジネスマッチング
日時：2022 年 3 月 9 日～12 日
会場：東京ビッグサイト 国際ロボット展 国際ロボット展「AI ドローン」、「ロボット用センサー（3D マップ）」
- プロジェクト成果の発表及び企業等とのビジネスマッチング、新聞紙上での開催記事掲載
日時：2022 年 6 月 16 日
会場：JA 共済ビル カンファレンスホール（永田町）、日刊工業新聞紙上に特集記事掲載「IoT センシングに向けた～中核技術開発」成果報告会、「植物工場」、「判断根拠」成果発表
- プロジェクト成果の発表及び企業等とのビジネスマッチング、セミナー
日時：2022 年 9 月 9 日
会場：SSK セミナールーム ビジネスセミナー「AI 社会実装の最前線と新たなトレンド」 「スマ実紹介」、「有機半導体センサーネットワーク（植物工場）」、「判断根拠」
- プロジェクト成果の展示及び企業等とのビジネスマッチング
日時：2022 年 10 月 18 日～21 日
会場：幕張メッセ イベントホール CEATEC 2022「判断根拠」研究成果展示
- プロジェクト成果の発表及び企業等とのビジネスマッチング
日時：2023 年 2 月 16 日～17 日
会場：ベルサール御成門タワー「AI NEXT FORUM 2023 ～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～」



NEDO チャンネルにプロジェクトと 11 テーマの PR 動画を公開

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLZH3AKTCrVsXNJtm2MLPYDfNov2S0IAcL>



人工知能技術適用によるスマート社会の実現

<https://www.youtube.com/watch?v=QXIOT2A0L5g>

「NEDO LABO TALKS」～世界をひろげる、小さなお話～ AI がかなえる豊かなくらし



前編 3D マップ、判断根拠、
交通信号制御

<https://www.youtube.com/watch?v=ej1rV8o93zo>



後編 AIドローン、植物工場、
スマートフードチェーン、脳卒中予防

<https://www.youtube.com/watch?v=F7DalCBot8Y>



データコラボレーション解析による生産性
向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発

<https://www.youtube.com/watch?v=zwkF5UQ2KNU>



AI による植物工場等バリューチェーン
効率化システムの研究開発

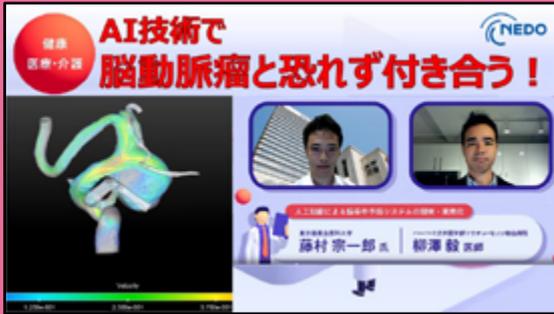
<https://www.youtube.com/watch?v=my7anuciB0U>



農作物におけるスマートフードチェーンの
研究開発

<https://www.youtube.com/watch?v=0MU496r-pzU>

健康・医療・介護分野



人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
<https://www.youtube.com/watch?v=EjrxQOQXkFo>



健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発
<https://www.youtube.com/watch?v=-B2wvwmX9Rg>



人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発
<https://www.youtube.com/watch?v=LHm21DISoP4>



新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発
<https://www.youtube.com/watch?v=gI1IseGTazw>

空間の移動分野



安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築
https://www.youtube.com/watch?v=Aphd1_s2CKw



サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発
<https://www.youtube.com/watch?v=nWoxj2dK6PA>



判断根拠を言語化する人工知能の研究開発
<https://www.youtube.com/watch?v=YL67xSrkn-q>



人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発
<https://www.youtube.com/watch?v=qIs-Dmx8XQ>

■ NEDO ニュースリリース

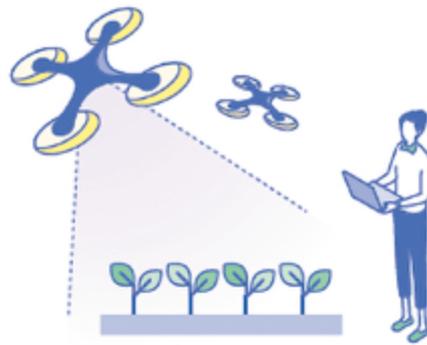
日付	事業者	タイトル	テーマ
2019年11月19日	株式会社ファームシップ、 豊橋技術科学大学、 パイマテリアルデザイン株式会社	AIを活用した野菜の市場価格の予測アルゴリズムを開発 —大田市場のレタスの市場価格予測配信サービスを11月下旬から開始—	植物工場
2021年03月24日	株式会社ファームシップ、 豊橋技術科学大学	AIを活用した野菜5品目の市場価格を予測するサービスを開始 —高精度の予測を毎週無償で提供。生産性と収益性の向上を目指す—	植物工場
2022年03月14日	一般社団法人UTMS協会	自律・分散型AI信号制御による「軽やかな交通管制システム」の実証 実験を開始 —Society 5.0時代に求められる交通管制システムの確立を目指す—	信号制御
2022年04月14日	株式会社ファームシップ	AIでレタスの生育状況を推定する実証試験に成功 —生育異常の早期発見や適切な選別により植物工場の生産性を向上—	植物工場
2022年04月25日	一般社団法人UTMS協会、 住友電気工業株式会社	AIによる渋滞予測を活用した信号制御の実証実験に成功 —全国の交通管制システムへのAI導入に向けた検討へ—	信号制御
2022年05月18日	東京大学、 イームズロボティクス株式会社、 佐川急便株式会社	自律運航AIを搭載したドローンを用いて荷物配送を行う実証実験 —レベル4環境下の物流現場で、ドローンが利用される社会を目指す—	ドローンAI
2023年03月07日	株式会社ファームシップ パイマテリアルデザイン株式会社	人工知能（AI）を活用したハウレンソウ苗移植時の良苗判定技術を開発 —移植後の生育も含めた苗の良否判定により植物工場の収穫量を17%増大—	植物工場
2023年04月17日	国立大学法人東京大学 株式会社ファームシップ	フィルム状有機半導体センサーを開発、水耕栽培液肥の安定的な計測技術を確立 —液肥を一定濃度に制御した水耕栽培設備で、レタスの栽培実験に成功—	植物工場

■ 事業者発表 (NEDO 名入り)

日付	事業者	タイトル	テーマ
2021年05月18日	損害保険ジャパン株式会社 アイサンテクノロジー株式会社 株式会社ティアフォー	安心・安全な自動運転走行を支援するインシリアテックソリューション 「自動運転向けデジタルリスクアセスメント」の開発	判断根拠
2021年06月28日	農研機構	(研究成果) 青果物のおいしさを非破壊的に計測 —人が感じる食味・食感を直接AI学習させた光センサーを開発—	スマートフード
2022年01月06日	日本電気株式会社	NEC、5GやAI、4Kカメラ映像などの先進技術を活用し、交差点の交通状況測定やインシデント検知に向けた実証実験を開始	信号制御
2022年01月11日	株式会社NTTデータ	秘密分散技術を用いた複数金融機関のデータ統合の有効性検証を実施	データコロボ
2022年02月04日	損害保険ジャパン株式会社 株式会社ティアフォー アイサンテクノロジー株式会社	【国内初】レベル4 自動運転サービス向け「自動運転システム提供者専用保険」の開発	判断根拠
2022年03月15日	株式会社Goals	スタートアップ企業Goals、NEDO が産総研へ委託したプロジェクトに協力	スマートフード
2022年03月29日	株式会社ファームシップ 豊橋技術科学大学	人工知能(AI)を活用した野菜5品目の市場価格予測の精度を向上	植物工場
2022年09月07日	株式会社ファームシップ	青果物の売上を予測する無償サービス開始のお知らせ	植物工場
2022年10月18日	奈良文化財研究所 産業技術総合研究所	全国文化財情報デジタルツインプラットフォームの構築 —デジタル技術で埋蔵文化財を記録・可視化し、歴史を未来へつなげる—	3Dマップ
2022年11月30日	損害保険ジャパン株式会社 名古屋大学	【国内初】レベル4 自動運転サービス向け「アフターサービスパッケージ」の提供開始 新たに「AI技術を活用した自動運転デジタルリスクアセスメント」を試験提供 自動運転の導入を「安心・安全・備え」のパッケージで継続的にサポート	判断根拠
2023年06月08日	国立大学法人筑波大学	複数の機関が保有するデータをより安全に統合解析するAI技術を開発	DC解析

AI 社会実装促進

人工知能技術適用によるスマート社会の実現



Project Manager



加藤 宏明 KATO Hiroaki
NEDO ロボット・AI部 主査

多様なAI技術の活用事例を 超スマート社会の呼び水に

便利なサービスや豊かさを 当たり前前に享受できる社会へ

少子高齢化による生産年齢人口の減少が進む日本では、国際競争力の維持・向上や、生産性向上、高齢者の健康向上や医療・介護に係るコスト低減等、さまざまな社会課題があります。これらを解決する有効なアプローチとして、AI技術の早急な社会実装が大きく期待されています。NEDOは2018年から、これまでに蓄積してきたAI技術を実装したスマート社会の実現に向けたプロジェクトを開始しました。このプロジェクトでは「次の時代へ、もっと豊かな『あたりまえ』を。」をスローガンに掲げています。

加藤PMは、「プロジェクトが始まった当初は、AIを活用

した事例は多くありませんでした。AIはあくまでも人間の手助けをするツールであり、AIをどんな分野でどう使うかを考えることが重要です。本事業では、研究開発から社会実装まで一元的に取り組むことで、AI技術活用の先行事例を積み上げてきました」と説明します。

具体的には、国の「人工知能技術戦略」（2017年3月公表）の中で掲げられた「生産性」「健康、医療・介護」「空間の移動」の三つの重点分野において、11のテーマで研究開発に取り組んでいます。例えば、「生産性」では「植物工場のバリューチェーンの効率化システムの開発」や「フードチェーンの最適化によるフードロス削減」、「健康、医療・介護」では「脳動脈瘤破裂リスクを判定するAIシステム」や「新薬開発を効率化する製剤処方設計AI」の開発、また「空間の移動」では、現実とサイバー空間を融合した「三次元マップの構築」や「AIドローン技術」等があります。次ページで紹介する「AIを活用した交通信号制御」の技術開発は、歩行者やドライバーが直面する、ストレスのない移動や交通渋滞といった身近な課題を解決するものとして期待されています。

加藤PMは、「研究開発から社会実装されるまでにはさまざまな課題がありますが、その橋渡しとなるのがNEDOプロジェクトの役割です。今後は、これらの事例がAI技術の社会実装を進める『呼び水』となり、多様な分野に応用されることで、新しいサービスの創出や豊かな社会の実現に役立ってほしいと思います」と語りました。

Next Standard

次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

生産性	健康／医療・介護	空間の移動
データコラレーション解析 植物工場等バリューチェーン スマートフードチェーン	脳卒中予防システム スマートコーチング 分子標的薬創出プラットフォーム 製剤処方設計AI	移動のための三次元マップ AIドローン 判断支援の言語化 交通信号制御

AI社会実装を目指す三つの重点分野。

Project 人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発

交通状況を判断し、AIが信号を自律制御



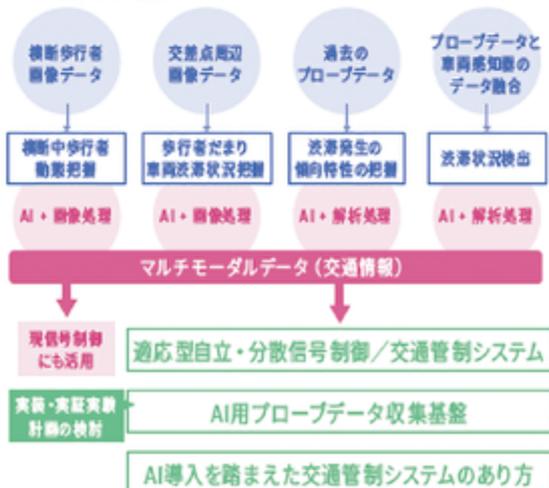
AIとセンシング技術で信号を制御し、渋滞解消と低コスト化を目指す

日本の道路は、交通信号機と中央の交通管制センターを通信回線でつなぎ、高度に制御されています。しかし、車両感知器や有線の通信回路、大規模な中央制御装置等が必要で、その維持管理に膨大なコストがかかることが課題となっています。また、信号機が中央の交通管制センターと接続されていないため、十分に有効な交通制御ができない地域も多いのが実情です。

これらの課題を解決するため、NEDOと東京大学、一般社団法人UTMS協会を中心としたチームは、AIを活用した自律・分散型の信号制御による新たな交通管制システムの開発に取り組んでいます。

プロジェクトでは、交差点に設置したレーダーや画像情報から歩行者や車両の動態を、プローブ情報（車の走行情報）

プロジェクトの概要



から過去の渋滞状況等を把握し、これらを組み合わせてAIが交通情報の分析を行う「データ生成技術」を開発。また、AIを搭載した信号機にこれらの情報を入力し、最適な交通信号制御を行う「適応型自律・分散型信号制御システム」の開発に成功しました。2022年3月からは、静岡市の12カ所の交差点において実証実験を実施しました。その結果、AIを用いたセンサーデータ生成、およびAIを用いた新たな信号制御アルゴリズムにより、良好な制御性能が得られることが実証できました。さらに、このシステムを導入すると、現状より平均旅行時間を約20%短縮でき、年間約550万tのCO₂排出量の削減が見込めます。

本事業のプロジェクトリーダーを務める東京大学の大口敬教授は「車が来ていないのに赤信号で待たされる、といった経験は誰にでもあると思います。AIやセンシング技術を活用し、安心・安全にストレスなく移動できることが当たり前の社会を作る、それがこのプロジェクトの狙い。今回の事例を基に、本事業で築いたネットワークを生かし、全国に普及していきたいですね」と意気込みを語りました。



高岸 香里
NEDO ロボット-AI部
主査

大口 敬 氏
東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 教授
次世代モビリティ研究センター（ITSセンター）センター員
モビリティ・イノベーション連携研究機構
大学院工学系研究科社会基盤学専攻 博士（工学）

※ focus NEDO 第 88 号 P9 掲載から転載



NEDO の AI 関連 4 プロジェクトの各研究テーマの成果報告会を開催

後援：経済産業省、人工知能学会、日本ディープラーニング協会、人工知能研究開発ネットワーク
「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトからは全 11 テーマが参加

■ 2月16日基調講演で辻井 PL が語られる

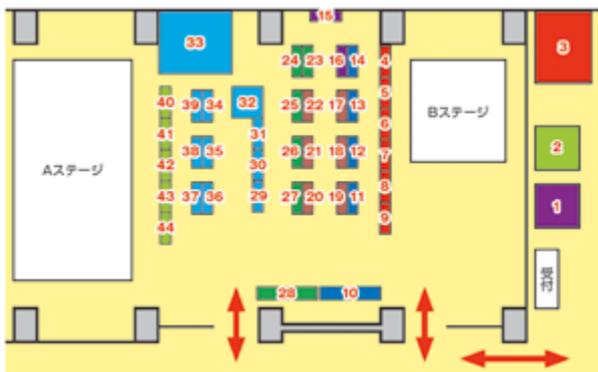


オンライン配信も並行実施

■ トークセッション 2 で加藤宏明 PM はじめ NEDO 各プロジェクトの PM が語る

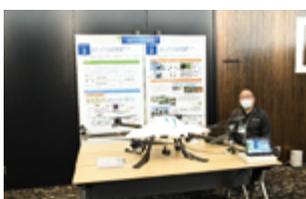


■ 会場レイアウトと各テーマのブース位置



ブース	テーマ名	ジャンル
2	サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発	社会インフラ
19	データ相関解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発	生産性向上・高効率化
23	AI による植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発	ものづくり
28	農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発	生産性向上
29	新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発	医療・ヘルスケア
33	健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する AI スマートコーチング技術の開発	身体性
34	人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化	
38	人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発	
39	安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築	社会インフラ
40	判断根拠を言語化する人工知能の研究開発	
41	人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	

■ 各テーマの説明風景



2



19



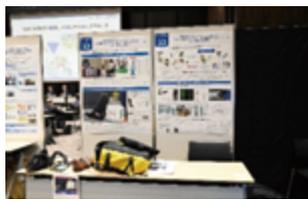
23



28



29



33



34



38



39



40



41

■ 機器等の特設展示



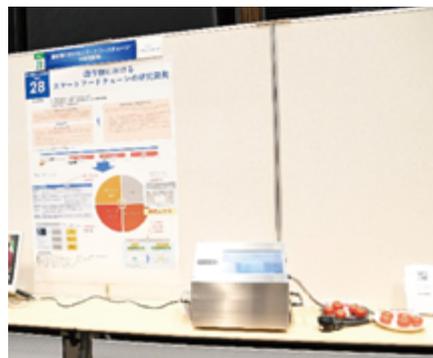
2

サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発



33

健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する AI スマートコーチング技術の開発



28

農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発

各研究テーマページの見方

【研究の概要】

研究の概要を記載しています。

- 背景と狙い
- 取り組み内容とAI技術適用
- 成果物と期待される効果

【テーマ名】

研究のテーマ名を記載しています。

【研究体制】

研究体制を記載しています。

- 委託先/再委託先
- 研究開発責任者
- 委託期間

【研究の訴求項目】

研究の訴求項目の内容について記載しています。

【テーマ名】

研究のテーマ名を記載しています。

分散データ統合解析のためのAI技術

背景と狙い
企業や行政では個別に保有するデータを解析（個別解析）して生産性やサービスの向上に活用しています。しかし、複数の種類のデータを集約しての解析（集中解析）ができれば、データ取込み量や解析の複雑性の面で従来よりも解析結果が得られます。このためデータサイエンスの活用を促進する必要があります。

狙い
本研究開発では、プライバシーを守りながら統合解析を行う手法であるデータマシニング解析の技術開発を行います。これにより、医療や金融などの様々な分野で高度な解析の問題を得意な分散データから新しい知見の発見や価値を生み出すことが可能になります。

取り組み内容とAI技術適用

成果物と期待される効果

連携機関と関連業績
連携機関の選定：
• 産学・特別連携
産学へも7つの産学への展開
• 医療統計解析
• 行政の業務効率化へ活用
産学連携の促進
• 産学連携推進の作成
他多数の成果
• 産学連携交付金（見込済）
• 国際会議2件
• 特許6件出願
(2022年9月時点)

産学連携の推進
ユーザー、サービス、運用支援、研究開発 (MathDesign社と共同研究)

コンソーシアムの構築
2021年度末学内関係機関、AI+産学連携推進チーム、産学連携推進委員会、産学連携推進委員会、産学連携推進委員会、産学連携推進委員会
(2022年12月時点)

テーマ名：データマシニング解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発

委託先：国立大学法人筑波大学
再委託先：株式会社エス・ワイ・データ
研究開発責任者：藤井 謙一（筑波大学法人研究推進課）
委託期間：2018年5月～2023年3月

22

技術概要

コンセプト
データマシニング解析は次の3つのアイデアとプライバシーを守りながらの統合解析を可能にします。
◆ 不可逆な次元圧縮によるデータの匿名化(中間表現化)
◆ 中間ごとに異なる次元圧縮手段の適用
◆ 共有した中間表現のデータマシニング解析への変換

不可逆な次元圧縮(中間表現化)
元のデータの完全な復元はできない

中間ごとに異なる次元圧縮手段
中間期間が元のデータを推測することはできない

共有した中間表現のデータマシニング解析への変換
統合的な匿名空間の作成技術を使用

構築したモデルを元の機関に共有することで新しい発見・予測・分析が可能になる

データマシニング解析の特長として次が挙げられます。
• 産学と特許協力がもたらす分散する資源を活用した高度な統合解析が可能である
• 特許申請だけでなく知財・権利モデルも構築できる
• 生存時間分析、統計的因果推論など
• 個人情報保護の法的問題（匿名性の確保）も回避できる
• 中間表現の作成手段（開示）を構築することで可能

統合解析に対する柔軟性
データマシニング解析と統合する技術として次の3つが挙げられます。
• 適合学習：モデルの学習環境を適応する手法
• 深層学習：自然言語処理や画像認識による高度な解析
• 他種分析：データ分析だけでなく統計学、機械学習の両方の観点から分析を行う
データマシニング解析の活用により、このようにしてデータマシニング解析のコストを削減し、構築したモデルの自由な活用が促されています。また、オープンデータを用いた評価実験では、少数機関の場合、データマシニング解析の効果が適合学習よりも高程度の予測精度を確保した。

【テーマ名】	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術
分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術	分散データ統合解析のためのAI技術

テーマ名：データマシニング解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発

23

第1章 生産性分野

小目次

- 分散データ統合解析のための AI 技術 26
データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発 / (大)筑波大学

- AI で植物工場等バリューチェーンのロス削減と
高効率化を実現 30
AI による植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発 / (株)ファームシップ、(大)東京大学

- 青果の需給マッチング最適化とデータ活用による
エコシステム創出 34
農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、
(一財)日本気象協会

- パーソナルデータを本人主導で活用していくため
PLR の実運用を促進 38
MyData に基づく人工知能開発運用プラットフォームの構築 / (大)東京大学、
(学)名古屋石田学園星城大学、(学)慶應義塾、(株)エングラフィア、(公財)未来工学研究所

分散データ統合解析のための AI 技術

背景と狙い

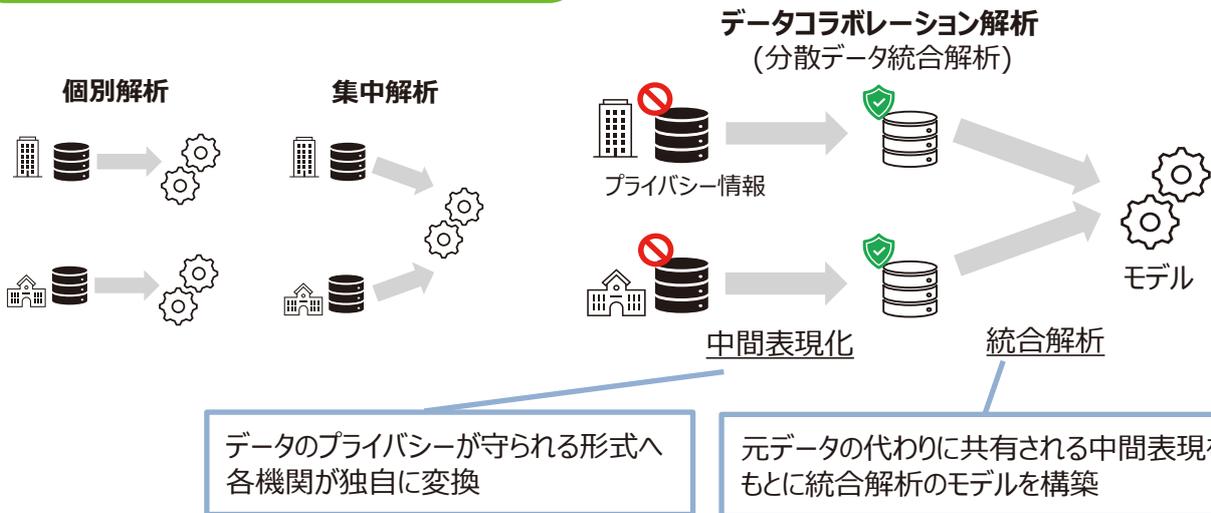
背景

企業や行政では個別に保有するデータを解析（個別解析）して生産性やサービスの向上に活用しています。もし、複数の機関のデータを集約しての解析（集中解析）ができれば、データ数の不足や偏りが解消され、より信頼できる解析結果が得られます。これにはデータのプライバシーの問題を解決する必要があります。

狙い

本研究開発では、プライバシーを守りつつ統合解析を行う手法である「データコラボレーション解析」の技術開発を行います。これにより、医療や金融など様々な分野で秘匿情報の問題で活用できなかったデータから新しい知見の発見や高精度な予測をすることが可能になります。

取り組み内容とAI技術適用



「分散データ統合装置、分散データ統合解析装置、分散データ統合方法、及びプログラム」(特許7209378、PCT/JP2019/049551)

成果物と期待される効果

技術開発と実証実験

基盤技術の確立

- 標本・特徴量分散

医療・ヘルスケア分野への応用

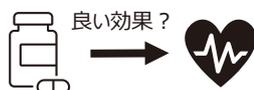
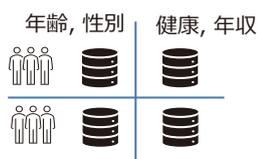
- 医療統計解析
- 行政の医療政策へ活用

金融分野への応用

- 中間表現解析
- 営業支援情報の作成

他多数の成果

- 査読論文49件(見込含)
 - 国際会議27件
 - 特許6件出願
- (2022年9月時点)



基盤ソフトウェアの開発

ユーザー、サービサー、運用支援用、研究者向け (MathDesign社と共同研究)



コンソーシアムの普及



20の筑波大学内関連組織、7の国立研究開発法人・国立大学法人、48の企業

AI・情報銀行データ利活用分科会 24の団体

(2022年12月時点)

テーマ名：データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発

委託先：国立大学法人筑波大学

再委託先：株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

研究開発責任者：櫻井鉄也（国立大学法人筑波大学）

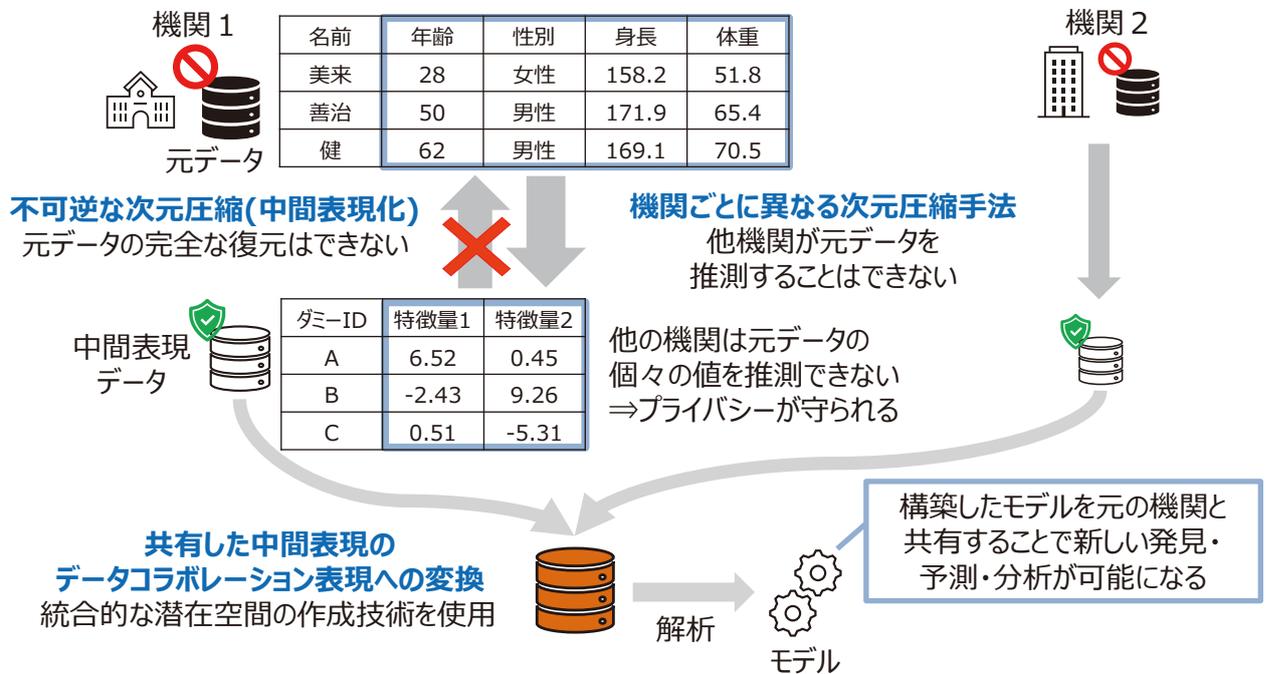
委託期間：2018年5月～2023年3月

技術概要

コンセプト

データコラボレーション解析は次の3つのアイデアでプライバシーを守りながらの統合解析を可能にします。

- ◆ 不可逆な次元圧縮によるデータの変換(中間表現化)
- ◆ 機関ごとに異なる次元圧縮手法の適用
- ◆ 共有した中間表現のデータコラボレーション表現への変換



データコラボレーション解析の特徴として次が挙げられます。

- 標本と特徴量とともに分散する複雑な状況での統合解析も実現できる
- 機械学習だけでなく統計解析モデルも構築できる
 - ✓ 生存時間分析、統計的因果推論など
- 個人情報の法律的問題（容易照合性）を回避できる¹
 - ✓ 中間表現の作成手法（関数）を破棄することで可能

競合技術に対する優位性

データコラボレーション解析と競合する技術として次の3つがあります。

- 連合学習：モデルの更新情報を通信する手法
- 準同型暗号：四則演算可能な暗号化による秘密計算
- 秘密分散：データを分散させる秘密計算

データコラボレーション解析は、これらに対して計算コストや通信コストの低さ、構築モデルの自由度の高さで優れています。また、オープンデータを用いた評価実験²では、少数機関の場合、データコラボレーション解析のほうが連合学習よりも高精度の予測モデルを得ました。

【学習時】	計算コストの低さ	通信コストの低さ	構築モデルの自由度の高さ	モデルの精度
データコラボレーション解析	○ (数値計算のみ)	○ (逐次通信不要)	○ (ユーザー毎に異なりうる)	△~○ (次元圧縮)
連合学習	○ (数値計算のみ)	× (逐次通信)	× (全ユーザー共通)	○
準同型暗号	× (暗号計算)	○ (逐次通信不要)	× (全ユーザー共通)	△ (近似計算)
秘密分散	△	× (通信量大)	× (全ユーザー共通)	△ (近似計算)

1. A. Imakura, T. Sakurai, Y. Okada, T. Fujii, T. Sakamoto, and H. Abe, Non-readily Identifiable Data Collaboration Analysis for Multiple Datasets including Personal Information, *arXiv preprint arXiv:2208.14611*.
2. A. Bogdanova, A. Nakai, Y. Okada, A. Imakura, and T. Sakurai, Federated Learning System without Model Sharing through Integration of Dimensional Reduced Data Representations, *Proceedings of FL-IJCAI 2020*, January, Japan, 7 pages, January 2021.

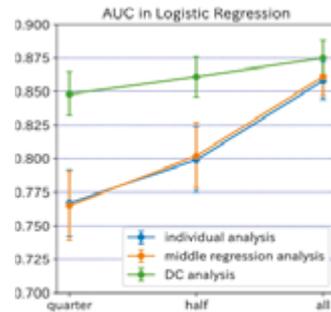
医療・ヘルスケアの品質を向上させるためのビッグデータの活用が求められています。一方で、主に診断データに含まれる権利やプライバシーなどの問題から集中解析は困難です。

本研究開発では、データコラボレーション解析を応用・発展させ、分散する医療データから新たな知見の発見や高精度な予測モデルを構築する手法を提案しました。

糖尿病予測モデルの構築³

糖尿病患者の急増が世界的に問題になっています。本研究開発では、糖尿病の高精度な予測モデルの構築手法を提案する研究を行いました。提案手法で構築したモデルを利用することで適切な予防・治療計画を立てることが可能になります。

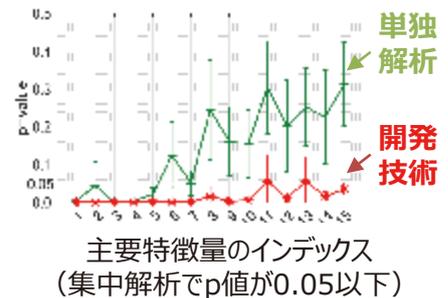
- 自治体と特定機能病院のデータに対する性能評価
データコラボレーション解析を用いることで、自治体と特定機能病院の実データから糖尿病の高精度予測モデルが構築できた。
市民のウェルビーイングを高める政策立案や医学的知見の検証に貢献。



生存時間分析への応用⁴

死亡や疾病発症などのイベント発生までの時間について解析を行う生存時間分析は医療データ解析における重要な解析タスクです。特に、多変量解析であるCox比例ハザードモデルによる解析ではイベント発生に寄与する主要因子の特定につながる重要な役割を果たします。本研究課題で開発した技術により、複数機関のデータ統合解析により、より高度な主要因子推定が可能となります。

- データコラボレーションCox比例ハザードモデル (DC-COX) の開発
複数機関の生データを共有することなく、安全かつ高精度にCox比例ハザードモデルの解析を実現する技術を開発した。
- eICUデータセットでの性能評価
eICUデータセットを用いた実験により、特にp値を用いた主要因子推定において、高い性能を発揮する結果が得られた。
(右図：開発技術は集中解析と同じ主要因子の特定に成功)

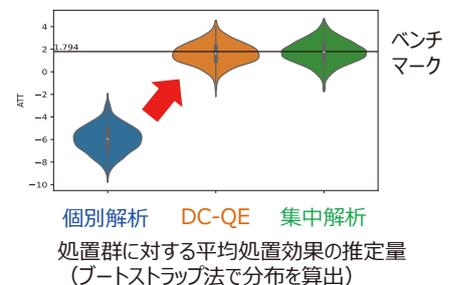


傾向スコア分析への応用⁵

投薬や手術などの医療処置が患者の健康状態にどのような効果を与えるのかを推定することは医学的に大変重要です。処置効果の推定によく用いられる手法として傾向スコア分析があります。

本研究開発では、データコラボレーション解析を応用し、分散データに対する傾向スコア分析を行う手法の提案と評価を行いました。提案技術によって、大規模データを元にした処置効果の高精度な推定が可能になります。

- データコラボレーション準実験法 (DC-QE) の開発
分散する非実験 (観察) データから安全かつ高精度な傾向スコア分析を行う手法を開発した。
- Dehejia & Wahba (1999) のオープンデータによる性能評価
DC-QEは、個別解析を圧倒し、集中解析に匹敵するほどベンチマーク (ランダム化比較試験で推定された処置効果) に近い推定精度を得た。



3. G. Uchitachimoto, N. Sukegawa, M. Kojima, R. Kagawa, T. Oyama, Y. Okada, A. Imakura, and T. Sakurai, Data collaboration analysis in predicting diabetes from a small amount of health checkup data. *Scientific Reports*, 13(1), 11820, 2023.
4. A. Imakura, R. Tsunoda, R. Kagawa, K. Yamagata, and T. Sakurai, DC-COX: Data collaboration Cox proportional hazards model for privacy-preserving survival analysis on multiple parties, *Journal of Biomedical Informatics*, November 2022.
5. Y. Kawamata, R. Motai, Y. Okada, A. Imakura, and T. Sakurai, Collaborative Causal Inference on Distributed Data, *arXiv preprint arXiv:2208.07898*.

近年、金融機関においては、AI技術による既存業務の効率化やDX化の取り組みが進められています。しかし、AI知識を有する人材が不足する金融機関にとってそれらの実現は困難です。更に、金融機関の機密データには大きな利用制限があります。

本研究開発では、データコラボレーション解析を応用・発展させ、金融機関データの機密を守りつつ統合解析を行う手法を提案しました。

長期借入金の予測モデルの構築

金融機関の業務の一つは資金を必要とする企業への融資です。もし、企業の資金ニーズを予測するモデルが得られれば、融資を効率的に行えるようになります。企業の資金ニーズは長期借入金の増減から読み取れます。

本研究開発では、協力金融機関提供の財務諸表データを利用し、企業の財務諸表から長期借入金の増減を予測するモデルの構築手法を提案しました。提案手法を用いることで金融機関は、機密データの内容を外部に漏らさず、更に、AI技術の深い知識がなくても高精度モデルを手に入れられます。

- **個別金融機関に対する中間表現解析の性能評価**
一つの金融機関だけのデータコラボレーション解析（中間表現解析）でも十分な精度の予測モデルが構築できた。
- **複数の地域金融機関を想定するデータコラボレーション解析の性能評価**
サンプル数の蓄積が浅い地域金融機関で個別解析よりも高い予測精度のモデルが得られた。



更に本研究開発では、作成モデルを見過ごし検出AIとして活用する案を協力金融機関へ提示しました。高精度AIが「長期借入金が増えるに違いない」と予想した取引先が、直近の決算で長期借入金が増えていない場合、「見過ごし」の可能性があります。これらの取引先への訪問は効率的な融資につながるかもしれません。

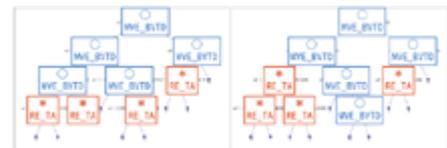
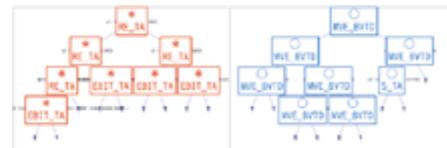


解釈可能なデータコラボレーション解析⁶

金融機関の業務でAIモデルを用いる場合、その判断根拠の説明が求められます。一般的にAIモデルは、高い精度を持つ一方で、その意思決定の解釈が人間には困難です。

本研究開発では、データコラボレーション解析において解釈可能なモデルを構築する手法の提案と評価を行いました。提案手法によって、高精度かつ顧客へ説明可能な予測モデルが得られます。

- **解釈可能なデータコラボレーション解析(ICDA)の開発**
複数機関へ分散するデータの特徴量から解釈可能モデルを構築する手法を開発した。
- **顧客の信用格付データに対する解釈可能モデルの構築**
特徴量が複数機関に分散する状況においてもICDAは、すべての特徴量を考慮する解釈可能モデル(決定木)が作成できた。(CreditRating_Historical.dat, MATLAB)



解釈可能なデータコラボレーション解析
個別解析1と2の両特徴量を考慮する決定木

6. A. Imakura, H. Inaba, Y. Okada, and T. Sakurai, Interpretable Collaborative Data Analysis on Distributed Data, *Expert Systems with Applications*, Vol.177, pp.1-10, September 2021.

AIで植物工場等バリューチェーンのロス削減と高効率化を実現

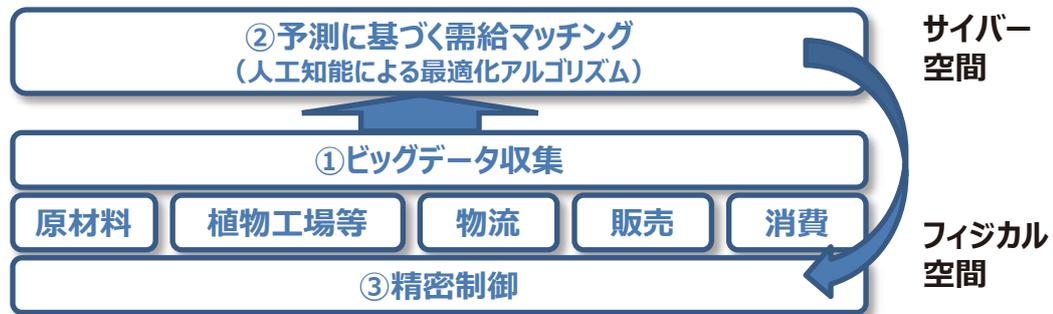
背景と狙い

日本の農業就業者の平均年齢が毎年上がる一方で、就業者数は減少しています。異常気象や自然災害の影響も大きく、農業を取り巻く環境は厳しい状況です。また、食料の国内自給率を高める取り組みが様々な形で行われているにもかかわらず、生産量は年々減っているのが実態です。

本研究開発では、AIやIoTを使って、バリューチェーン全体を最適化・効率化することによって、業界全体の生産性と収益性の向上を目指します。まず、天候などの外部要因の影響が少ない植物工場を起点に研究を進め、その後、施設園芸や露地での高度な栽培へも適用することで、広く社会実装していくことを目指します。

取り組み内容とAI技術適用

従来、播種・生長・収穫、保管・物流、販売等、それぞれのプロセスで、様々なデータ収集や効率化が行われてきましたが、プロセス毎の最適化にとどまっており、全体最適化の取り組みができていないのが実態です。本テーマでは、各プロセスで情報収集し、これを基にAIによる需要・生産予測でマッチングを行い、全体を精密制御することで、効率を向上させるシステムを開発しています。



成果物と期待される効果

以下の3つのユニットから全体システムを構築します。

- ①ビッグデータ収集：農業～流通の現場データを収集するシステムを整備し、種・資材の調達から、栽培、流通、消費者ニーズに至るまでの生産～消費にかかる有効なビッグデータを収集します。
- ②需給マッチング：収集したビッグデータを、AI技術により解析することで、野菜等農産物の生産量と需要量を予測し、迅速かつ的確な需給のマッチングを行います。
- ③各プロセス制御：需給マッチングに基づき、栽培物の生長制御や、物流整合など、バリューチェーン全体の各プロセスを効率的に精密制御します。

現場の無駄を2割削減し、全体効率を2割向上させる効果を実現します。
また、この仕組みを活かし、輸出競争力のある新ビジネスを創出します。

テーマ名：AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発
委託先：株式会社ファームシップ、国立大学法人東京大学
再委託先：国立大学法人豊橋技術科学大学、バイマテリアルデザイン株式会社
研究開発責任者：北島 正裕（株式会社ファームシップ）
委託期間：2018年8月～2023年3月

野菜の卸売価格予測システム

農産物の価格は、気象や災害、盆・正月といった時節の影響などで変動し、生産者は廃棄ロスや機会ロスといった影響を受けます。腕の良い生産者は、広く情報を集め、無駄を避けるために、長年の経験や勘に基づき需要を予測します。我々は、この匠の予測を誰でも手軽に利用できることを目指し、AIによって農産物価格を予測するシステムを開発しています。

農産物は、圃場での種まきから収穫までの気象状況で、供給量が変わります。需要は、社会の状況や消費地の気象によって変化します。これら供給と需要の関係から価格が決まりますが、それを実践するのが卸売市場です。ここで定められた卸売価格に比例し、

農家の売上や店頭での小売価格が定まります。東京卸売市場の2016～2020年の、レタスの供給量と卸売価格との関係を図1に示します。供給が減れば卸売価格は上がり、供給が増えれば下がる、おおむね反比例の関係があります。細かく見ると、同じ供給量でも価格がばらついており、需給関係以外の要因が影響していることがうかがえます。2017年12月（赤マルのプロット）は、全体傾向より高めの価格です。これは、正月に備えた年末需要の影響です。社会現象で価格が動いた例です。こういった様々な要因で、卸売価格は決まります。

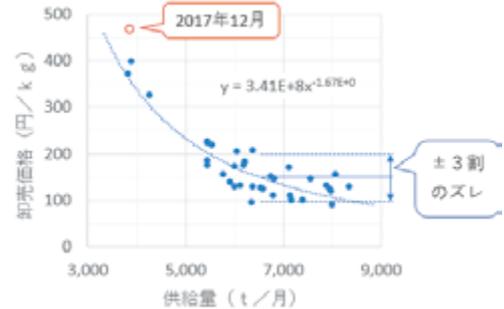


図1. レタス供給量と卸売価格の関係

我々は、このように動く卸売価格のメカニズムの解析から、AIで東京卸売市場の野菜価格を予測するシステムを開発しています。どのようなデータを予測の基礎にするかで、予測精度は大きく左右されます。

我々はAI分析を進めるなかで、過去の天候と卸売価格を分析の元データとして採用しました。生産地の天候によって出荷量変動するのは自明でしょう。生産地データは、東京に出荷される量が多い産地を選択しました。天候データは、日照や雨量に関連するものを選択しました。需要地の天候によって野菜の売れ行きは変わるので、東京の天候もデータとしています。つぎに卸売価格ですが、予測品目だけでなく、代替性のある品目も採用しています。期間は標準的な栽培期間である3か月程度を目安にしました。予測に用いるビッグデータは、官公庁公開データから収集するシステムを構築しました。気象データは、温度、降水量以外に、湿度、風、日照、風、雪など、多くのものが提供されています。卸売価格は、レタス、ほうれん草などの葉菜類、トマト、いちごなどの果菜類、さつまいも、じゃがいもなどの根菜類など、産地や市場別に公開されています。予測の精度を高めるには、どんなデータを選択するかが重要です。例えば、台風や異常気象は大きな影響を与えます。気圧は天候を代表する数値のため、大きな要因になります。レタスの価格は、キャベツの価格にも影響を受けるなど、他品目の影響も大きいです。盆や正月などの時節、オリンピックなどのイベント、緊急事態宣言や蔓延防止など新型コロナによる制限、週明けや連休明けなど市場休み後の値上がりなど、様々な要因が考えられます。何をどう予測に組み込むか、こういった要因を分析することで、予測アルゴリズムを構築しました。その結果としてレタスの例を図2に示します。かなりの精度で予測できています。

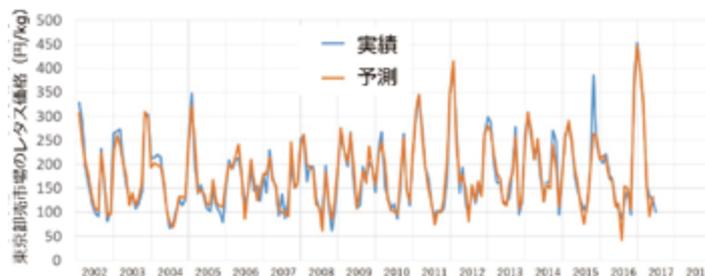


図2. レタスの東京卸売価格の実績と予測結果

この卸売価格予測から受注を見込み、作物の生長を制御して、いつも必要な時期に必要な野菜を供給できることが理想です。我々は、次に紹介する重量予測や栽培効率化システムと組み合わせ、そのような農産物バリューチェーンの実現を目指し、他システムとの統合や、様々な改良を進めています。卸売価格予測については、有償サービスを開始しました。

野菜栽培時の重量予測システム

植物工場野菜は、均一に生長し、いつも生産量は一定と思われがちです。たしかに露地野菜に比べ、天候の影響を受けず、圃場のばらつきも少なく、均一に育つ要因は揃っています。しかし、植物工場野菜の生産量は、収穫しないとわからないのが実態です。我々が目指す需要と生産のマッチングには、刻々と変化する需要に対し、生産の過不足を把握し、生長を制御する必要があります。そこで、我々は、栽培途中の野菜重量と生長を予測するシステムの開発に取り組んでいます。

我々は、野菜の収穫を待たずに、栽培途中の野菜が並んだ画像から一気に重量を予測する方法を開発しました。以下に、重量予測の方法を説明します。

①野菜画像の取得

栽培途中段階の多数の野菜が並んでいる状態で、上からカメラで撮影します。

②画像から野菜の個体抽出及び種別判定

撮影した画像からAIで野菜個体の抽出と種別の判定を行います。ここで使用するAIは畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network: CNN) を利用したオブジェクト検出AIで、事前に植物工場野菜の画像を学習データとして使用して学習済みのものです。多数の野菜をまとめて撮影した画像からオブジェクト検出AIで個体抽出を行ったサンプルを図1に示します。

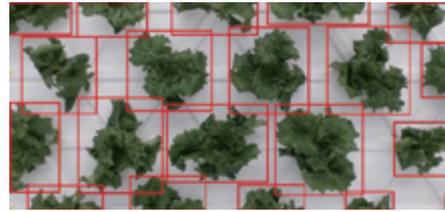


図1. 個体抽出サンプルの例

③個体画像を正方形にリサイズ

オブジェクト検出AIで抽出された個体を画像から切り出して正方形にリサイズを行います。これは畳み込みニューラルネットワークを利用したAIが、正方形の画像しか許容しないためです。実際に変換した例を図2に示します。この正方形リサイズにより、重量予測に重要な面積情報が失われてしまいます。我々は、次に示す重量面積密度算出という方法を導入することで、これを克服しました。

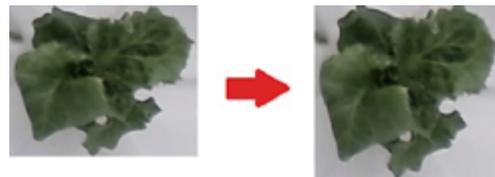


図2. 正方形へのリサイズの例

④リサイズした画像と種別から重量面積密度を予測

画像データに面積の情報を残すためには縦横比を変えるのではなく、空白をパディングすることで正方形にするという方法もあります。しかし、AIが許容するのは固定サイズの画像データであるため、空白パディングで調整する場合、考える最大の野菜基準の正方形にする必要があります。そのため、画像データが大きくなり、重量予測性能が低下してしまいます。この問題を解決するため、単位ピクセルあたりの重量密度（重量面積密度）を予測しました。

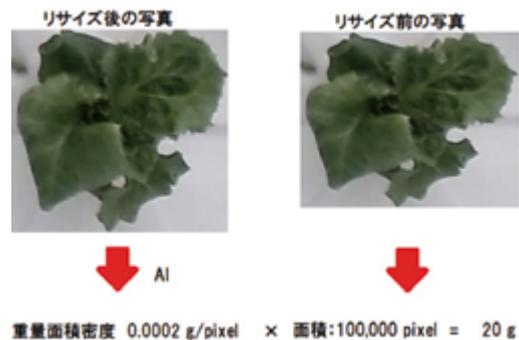


図3. 予測重量計算の例

⑤予測重量面積密度と面積から重量を計算

図3に、重量算出例を示します。個体の画像からAIで予測した重量面積密度に対して個体の面積（ピクセル数）を掛けることで予測重量を算出します。

この方法で画像から重量予測した結果と、野菜の重量を実際に計測した結果とを比較したところ、相関係数0.88と良い相関結果を得ました。複数の工場野菜を同時にかつ、非接触・非破壊で重量を高精度で予測できるようになり、栽培途中で生長状況の確認が行うことができるようになりました。今後は、この情報を元に将来の重量を予測し、環境条件を制御することで、収穫重量を需要にマッチさせる技術開発を進めます。

野菜の栽培効率最適化システム

植物工場の長所は、生長環境を自由に制御できるところです。季節にかかわらず生産できるのはもちろん、自然では起こりえない環境を作り出し、早く生長させ売上を高められます。播種から収穫までの期間は、露地野菜では13週間程度です。植物工場では5週間程度に短縮しています。我々は、さらなる短縮化を実現すべく、栽培条件を検討し、栽培効率を最適化するシステムの開発に取り組んでいます。

環境制御実験装置として、人工気象器が知られています。しかし、環境制御の幅が狭く、生長の計測ができません。我々は、栽培効率最適化を実現するため、より高機能なシステム開発を進めることとしました。環境制御する項目は、植物工場で一般的な、照度、CO₂濃度、温度、湿度、風速、液肥循環速度としました。生長の計測は、重量、光合成量（CO₂吸収or蛍光）、蒸散、画像による寸法、によって行います。

装置には、環境制御のためのLED照明、CO₂バルブ、ヒータ、ペルチェ素子、加湿器、ファン、スターラが取り付けられています。また、センサとして、CO₂、温度、湿度、野菜の重量を測定するためのロードセルを装備しています。各種デバイスやセンサの制御・計測には、機能充分で安価なRaspberry Piを用いました。装置の制御や計測は、サーバを介してどこからでも行うことができます。装置概観と構成を図1、2に示します。

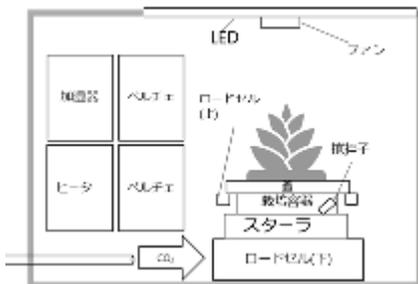


図1. 装置の構成

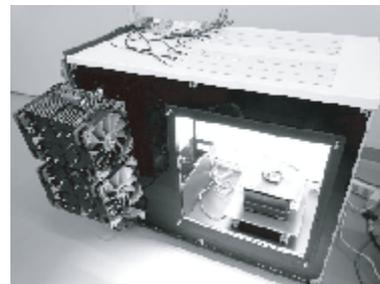


図2. 装置の外観

制御デバイスにはヒータやペルチェ素子のようにON/OFFするだけの物と、LEDやファンのように強度を制御したい物があります。前者はリレーで、後者はPWMモジュールによるデューティ比によって制御しています。PWM制御は、Raspberry Piと通信できるPCA9685を使用しています。センサにはCO₂・温度・湿度をまとめて測ることができるCozIRを使用しています。Raspberry Piと容易にシリアル通信でき、キャリブレーションも容易です。CO₂センサは安価なNDIR方式を用いています。CozIRに限った話ではないですが、光学式CO₂センサは水蒸気に影響を受けやすい。そのため、事前に湿度の影響を計測し、湿度補正を行っています。野菜重量の測定には、ロードセルを用いています。計測装置は水耕栽培を前提としていますが、重量を測定する際に植物重量の増加と液肥の減少量が相殺してしまうため、栽培容器の植物が乗る蓋と液肥の入っている容器を分離させることによって、植物体と液肥の重量を個別に計測できるようにしています。

本装置によるフリルレタス栽培の例を示します。照度と光合成速度の関係を図3に示します。光合成の源は光であり、照度が高まると光合成は増加し、一定以上では飽和するのが一般的です。この計測では400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ を超えたところで、飽和の兆候がみられました。レタス重量あたりの光合成速度は重量が大きくなると減少するという現象も観察されました。風の有無と蒸散量の関係性を図4に示します。蒸散量が不足するとチップバーンが発生しやすくなると言われています。蒸散量は植物体に当たる風速によって増加することが定量的にわかり、こういった障害への対策にも役立ちます。

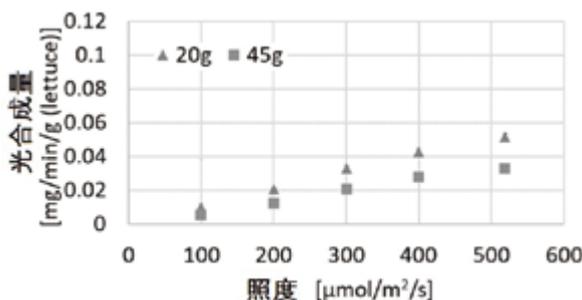


図3. 光量と光合成の関係

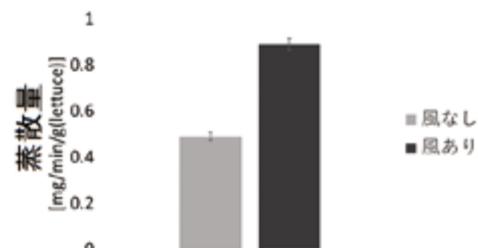


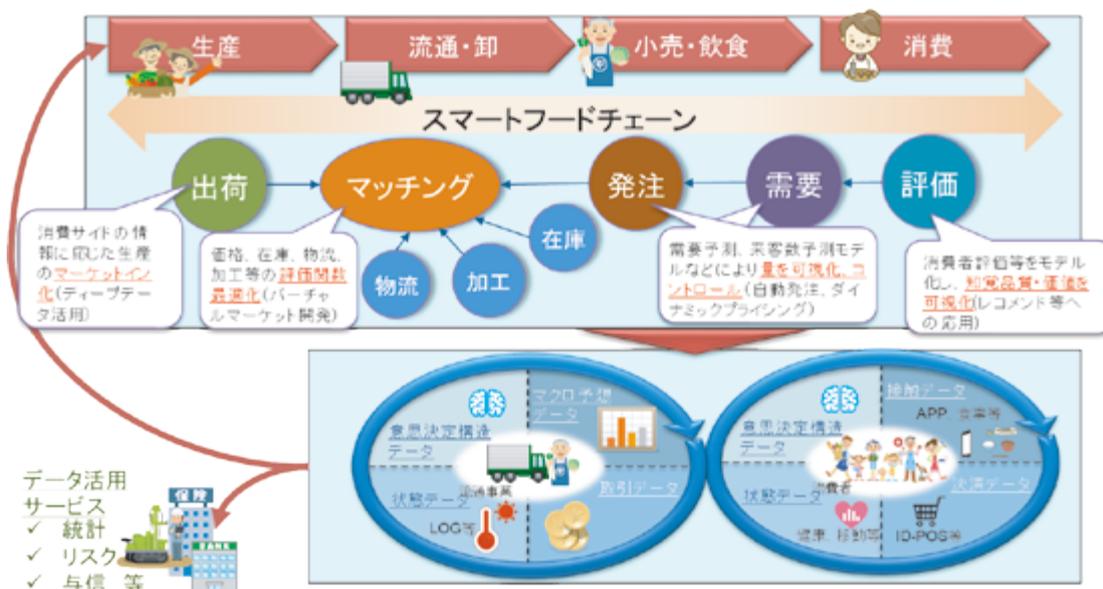
図4. 風と蒸散量の関係

青果の需給マッチング最適化とデータ活用によるエコシステム創出

背景と狙い

青果流通において、予約取引では商条件が安定する一方、供給を担保するために過剰生産が発生し、現物取引では一旦出荷すると生産者が価格決定に関与できず不利益を被るといった問題があります。加えて、既知の指標(糖度等)だけでは、美味しさ等消費者付加価値を十分に表現しきれていません。本研究開発は、付加価値向上とサプライチェーン生産性の両方に着目したデータ連携を行い、「系全体としてプラットフォーム化」することで、新たなサービス導入を促進し、産業全体の生産性を飛躍的に高めることを目指します

取り組み内容とAI技術適用



生産性

成果物と期待される効果

<成果物>

- 店舗タイプ別来客数予測モデル
- (生鮮食品用) 品種別需要予測学習済みモデル
- バーチャルマーケットプロトタイプ
- 消費者の評価関数学習済みモデル

<社会実装例>

- 需要予測データ配布サービス
※2021年より先行サービス開始予定
- (生鮮食品用) 発注支援アルゴリズムAPI提供サービス
- 仲卸向け受発注マッチングサービス (SaaS)
- BtoC (EC) 向けレコメンドAPI提供サービス
- (メーカー等) 企業向けデータ提供サービス

テーマ名：農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構、一般財団法人日本気象協会

再委託先：国立大学法人岐阜大学、学校法人新潟総合学園新潟食料農業大学

研究開発責任者：本村 陽一 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)

委託期間：2018年8月～2023年3月

気象予測を活用した生鮮食品のAI自動発注モデル

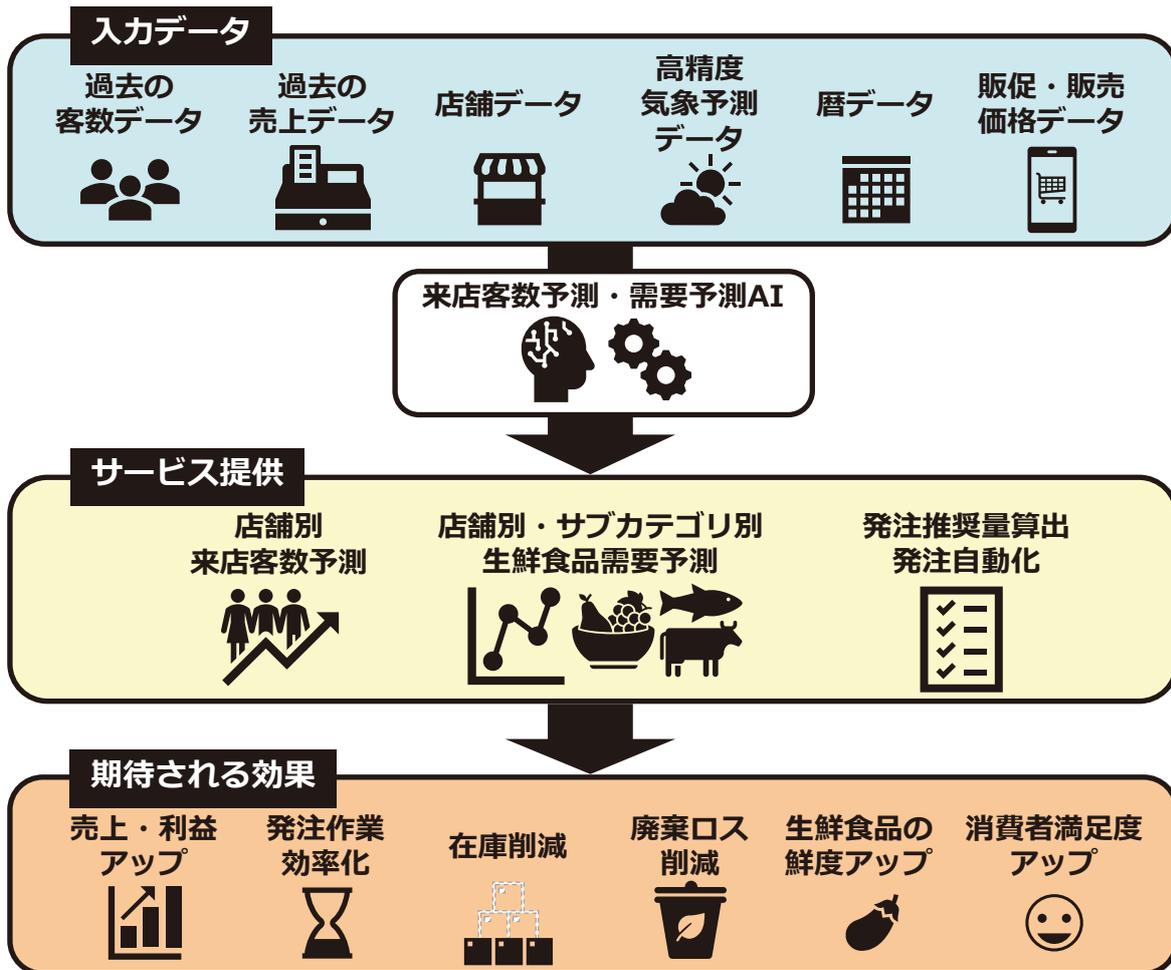
食のスマートフードチェーンを構築し、流通現場での生産性向上や消費者満足度向上による売上向上を実現するためには、消費者や小売・加工事業者における需要予測が必要となります。なかでも、消費期限が短く、鮮度管理が重要な生鮮食品では、需要を適切に予測し発注数量を決定しないと、欠品・品切れ、過剰在庫の発生とそれに伴う鮮度悪化・値引きの頻発といった問題が発生してしまいます。また、生鮮食品は天候の影響を強く受けることで相場価格や消費者需要の変動も大きいこと、1/2カットで販売されるなど販売管理単位が複雑なために店舗独自コードが使用されることがあるなどの理由により、需要予測や最適な発注数量を決定することが難しいと言われていました。

そこで、過去の売上データ、店舗データだけでなく、未来の気象予測や販売価格、来店客数予測データも活用することで、1カ月先までの気象予測等を反映した高精度需要予測AIモデルを開発しました。キャベツやはくさい、トマトなど品目別、店舗別、日別に需要量を予測し、その日の仕入れ可能な産地、卸の情報をもとに「発注推奨量」を算出することで、発注の自動化が可能な状況としました。

また、需要・販売数量への影響が大きい来店客数についても予測するAIモデルを開発し、実証実験では日々の来店客数予測の精度が95%以上という結果が得られています。

これらの来店客数予測や生鮮食品需要予測、発注推奨量に基づいた発注自動化サービスをご活用いただくことで、小売等の現場における発注作業効率化による人手不足の解消につながります。また、高精度な需要予測により発注数量が最適化されるため、在庫削減や廃棄ロス削減、鮮度アップにつながり、消費者満足度のアップとともに、小売業等における売上・利益のアップにつながることを期待されます。

サービスイメージと期待される効果



生産不確実性、腐敗性を有する農産物を、 安定的かつ効率的に流通させる

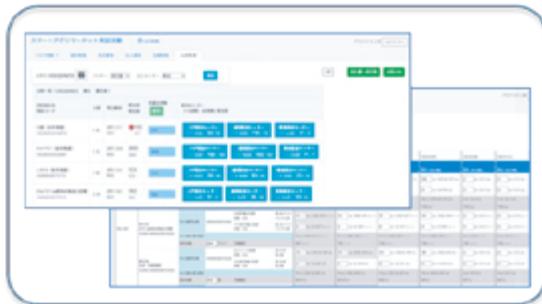
農業競争力強化支援法の施行、卸売市場法及び食品流通構造改善促進法の改正

「生産者が経営安定に向けて、多様な流通ルートから有利なルートを選択できる環境を整備する。」
「流通業務自体の最適化・効率化を図ると共に、生産者・実需者等のニーズに迅速・的確に対応するため、情報通信技術等の技術を積極的に導入する。」

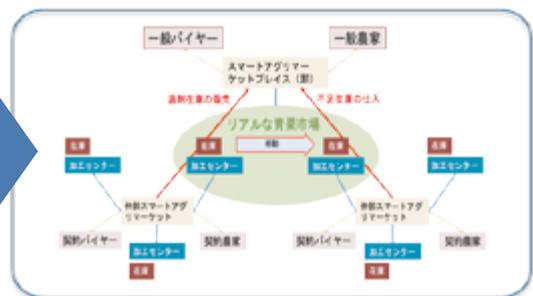
市場流通の変革



スマートアグリマーケット



今後の展開



青果市場における個々の卸、仲卸会社の生産性改善

実証実験成果 日々の作業時間：7時間→1時間

スマートアグリマーケットの連携による
農産物サプライチェーンの実現

取引機会の拡大

適正価格の実現

食料需給の安定化

需要を可視化するモデリング技術



食の生産・流通・消費を最適化するスマートフードチェーンの構築には、多様化する消費者の需要を可視化する技術が必要とされています。量的データは、POSデータで把握できますが、「なぜ、買ったのか？」は、メーカーの経験と勘によるところが大きいです。本研究では、生鮮食品に対する人の嗜好性に着目したセグメンテーション、およびモデル化を通じて、購買理由を推定・活用することで、消費者ニーズの把握を通じた低価格以外の価値訴求が期待できます。



アンケートによる
セグメンテーション、モデル化

例示

SDG'sに関心のある意識高い層

健康・美容に関心が
高い層

本物志向、かつ、
コスト重視の層

ビジネス活用

外食等のレコメ
(マーケティング)

ふるさと納税
(生産地支援)

転職
(地方への就職)

×



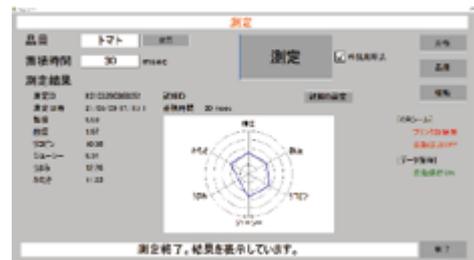
生産性

人が感じるおいしさをAIで予測・数値化する光センサー

食の生産・流通・消費を最適化するスマートフードチェーンの構築には、食品が持つ様々な品質をデータ化する技術が必要とされています。なかでも「おいしさ」は消費者が最も重視する品質の一つですが、これまでは実際に人が食べて評価を行う**官能評価**に頼るしかありませんでした。そこで人が食べて感じる「食味」や「食感」を、AI技術で**光センサー（近赤外糖度計）**に学習させることによって、果実の客観的評価に成功しました。トマトを対象とした試作機では、果実を光センサーの上に置くだけで、「うまみ」「ジューシー感」「かたさ」などのおいしさの特徴を、糖度やリコピン含有量等と一緒に瞬時に表示します。消費者の細かなニーズに合わせた流通サービスの提供など、おいしさデータを活用した新たな「食のビジネスモデル創出」が期待できます。



おいしさをAIで予測・数値化する光センサー外観



センサー出力イメージ

背景と狙い

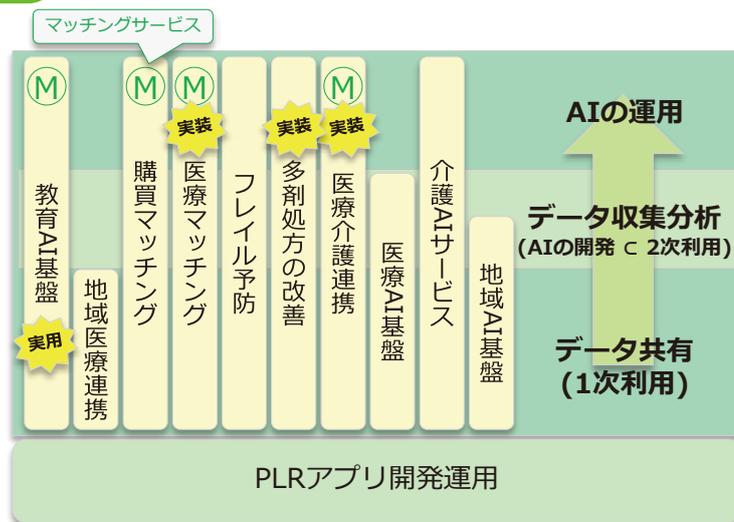
パーソナルデータ(PD)の生み出す価値は、PDの管理運用を本人(のパーソナルAIエージェント)に集約することによって最大化します。集約(名寄せ)されたPDを本人のためにフル活用するとともに多くの個人のPDを本人同意のみに基づいて簡単に収集・分析して商品・サービスやAIの開発に活用できるわけです。また、PDの管理者を原則として本人のみとすることにより、PDの漏洩や不正使用のリスクと管理コストが劇的に低減します。

そこで、分散PDS(データの管理者が本人だけであるようなパーソナルデータ管理の仕組み)である**PLR (personal life repository)**の利用を広めることにより、**パーソナルデータを本人(のAI)が管理運用する環境を整備し、これらの問題を解決するとともに、AIの開発と実運用を促進します。**

取り組み内容とAI技術適用

右図のように、PLRアプリの改良・拡張を進めつつ、それらを複数のユースケースで活用してパーソナルデータを本人が運用することで、そのデータを一次利用(本人向けサービスでの利用)と二次利用(多人数のデータの統計分析等)に活用します。

また、**各個人のパーソナルデータが表わす本人のニーズと多様な商品・サービスとのマッチング**等の目的に協調フィルタリングやニューラルネット等のAI技術を適用します。

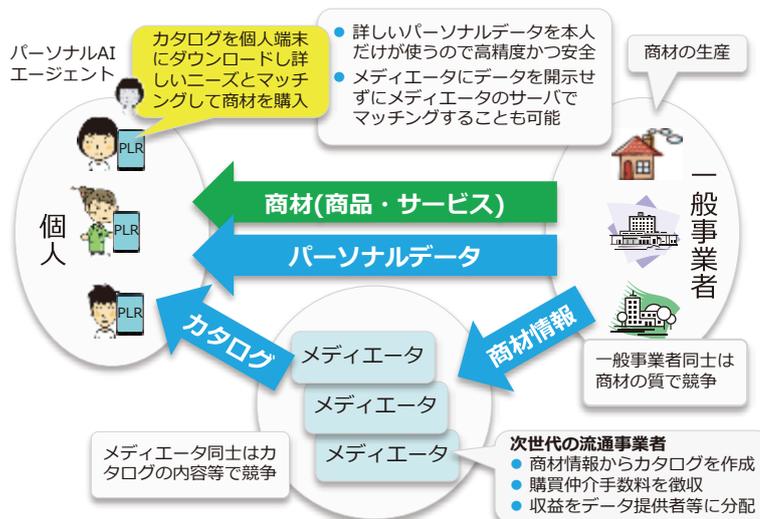


成果物と期待される効果

PLRに基づくeポートフォリオを埼玉県で実運用中であり、高校生12万人が利用の予定です。

他にも上図のようにAIの実装とPLRの普及を進めています。

パーソナルデータとマッチングした個人向け商品・サービスの購買を仲介して**GDPの20%の価値を生むメディエータ事業**を創出し、産業や学術の振興と個人の幸福の増進に貢献します。



テーマ名：MyData に基づく人工知能開発運用プラットフォームの構築

委託先：国立大学法人東京大学、学校法人名古屋石田学園星城大学、学校法人慶應義塾、株式会社エングラフィア、公益財団法人未来工学研究所

再委託先：イオン株式会社、株式会社メディカルノート

研究開発責任者：橋田 浩一（国立大学法人東京大学）

委託期間：2018年8月～2021年3月

第2章 健康、医療・介護分野

小目次

- 脳血流解析情報と医療情報に対する学習をもとに
脳動脈瘤破裂を予測 40
人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化 / (学) 慈恵大学東京慈恵会医科大学、
(学) 東京理科大学、(株)マックスネット
- AI を活用した日常生活動作 (ADL) スコア推定
と人工筋リハ機器開発 44
健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する
AI スマートコーチング技術の開発 / (大) 広島大学
- 人工知能技術を用いてタンパク質を設計：
診断・治療医薬の設計アシスト 48
人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発 / (大) 東北大学
- 医薬品開発を効率化する製剤処方設計 AI 52
新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発 / (大) 京都大学
- 舌の筋電データから舌の活動能力を診断するシステム 58
高齢者の日常的リスクを低減する A I 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所、(大) 東京大学、セイコーインスツル(株)
- データに基づくロボット介護機器の評価や導入を促進 59
ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所、パナソニック(株)、キング通信工業(株)
- 個人の心理特性に応じて健康増進を図る
行動インタラクション技術 60
健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による行動インタラクション技術の研究開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所、美津濃(株)、(株)竹中工務店、(大) 東京大学
- データ知識構造化支援システム v1.0 61
生活現象モデリングタスク (介護現場) / 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- 個人の心理特性に応じて健康増進を図る
行動インタラクション技術 62
IoT・AI 支援型健康・介護サービスシステムの開発と社会実装研究 / 国立研究開発法人産業技術総合研究所、
国立研究開発法人理化学研究所、(大) 東京大学、(学) 立命館、(学) 明治大学、
(地独) 東京都健康長寿医療センター、国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター、
パナソニック(株)、キング通信工業(株)、美津濃(株)、(株)竹中工務店、セイコーインスツル(株)、foo.log (株)

背景と狙い

血管が詰まったり、破れたりして発生する病気を総称する脳卒中の中でも、**脳動脈瘤の破裂によって発生するくも膜下出血は、発症すると高確率で死亡や後遺症を残すなど、重篤な状態に陥ることが多い病気です。**脳動脈瘤破裂のメカニズムは解明されておらず、現状では破裂を予測できませんが、数値流体力学 (CFD: Computational Fluid Dynamics)解析により取得した脳血流解析情報や脳動脈瘤の形態学的情報 (Morphology)等からなる工学情報、及び患者さんの医療情報 (Patient Information)に対する学習をもとに破裂を予測できるようになる可能性があります。本研究開発では**脳動脈瘤に対する工学情報の取得、並びに工学情報と医療情報から脳動脈瘤破裂リスクを判定可能なAI解析が可能で、臨床現場でも使用可能な一体型システム**の構築を行います。これにより、個々の脳動脈瘤に対して破裂リスクと合併症発症リスクに基づいた適切な治療計画の立案を行えるようになる可能性があります。

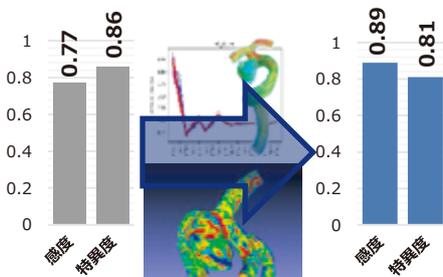
取り組み内容とAI技術適用

3国5機関による多施設共同研究により、これまで診断治療した脳動脈瘤10,000例以上について患者さんの医療情報の収集を行いました。さらに、破裂予測が比較的困難であるとされる中型サイズの脳動脈瘤に対しては、計582症例 (経過観察中破裂症例: 41症例、未破裂症例: 541症例)について、患者さんの医療情報に加え、工学情報の収集を行いました。**収集した情報に対して機械学習を行い、脳動脈瘤の破裂リスクを予測可能な分類器を構築しました。**併せて、これら情報の収集、AI解析をGUI形式で行えるシステムを構築しました。

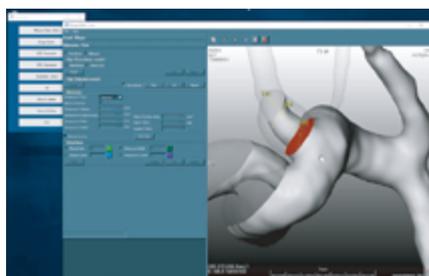


成果物と期待される効果

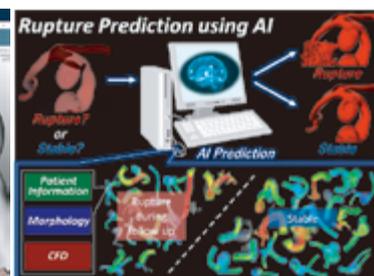
医療情報のみをAIの学習に用いて解析を行った結果、破裂予測において感度0.77、特異度0.86を得ました。また、中型サイズの脳動脈瘤では医療情報に加え、工学情報も含めて学習を行ったところ、感度0.89、特異度0.81となりました。特に、**中型サイズの脳動脈瘤に対する破裂リスクの予測では、医療情報のみの場合と比較して、医療情報と工学情報を合わせたデータに対して学習を行ったほうが、判別の精度が高くなりました。**また、これら解析を簡単な操作で行えるソフトウェアや結果をわかりやすく参照可能な“脳動脈瘤レポート”を構築しました。**将来的にこの予測システムを活用して、個々の脳動脈瘤の破裂リスクと合併症発症リスクに応じた適切な診断治療を行えるようになることが想定されます。**



工学情報の考慮による予測精度の向上



GUIにより操作可能なソフトウェア



個々の脳動脈瘤の破裂リスクを予測

テーマ名：人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化

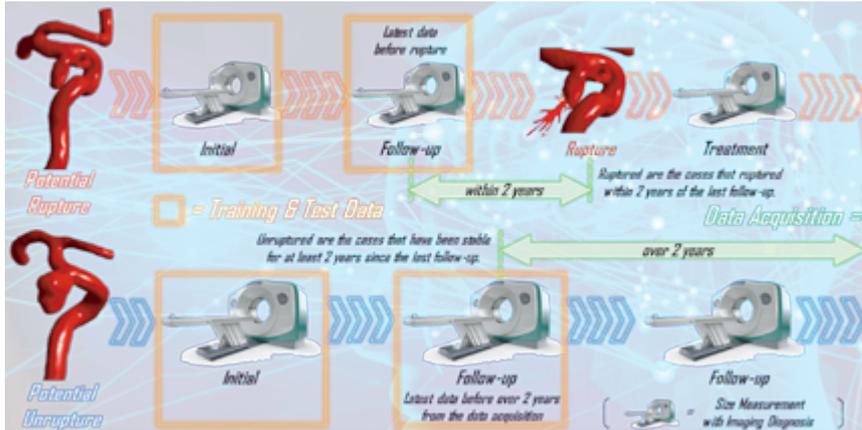
委託先：学校法人慈恵大学東京慈恵会医科大学、学校法人東京理科大学、株式会社マックスネット

研究開発責任者：高尾 洋之 (学校法人慈恵大学東京慈恵会医科大学)

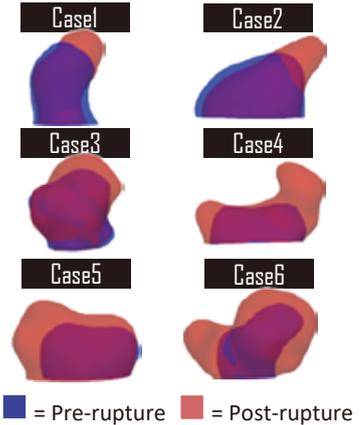
委託期間：2018年10月～2023年3月

経過観察中に破裂した脳動脈瘤のデータを収集して学習に活用

脳動脈瘤の破裂リスクの予測は、当然ではありますが、破裂前に出来ていなければなりません。つまり、破裂前の未破裂脳動脈瘤が有する破裂リスクを予測可能なAIを構築するためには、「経過観察中に破裂した脳動脈瘤で、なおかつ破裂前に画像診断装置による検査を行っていた症例」に関する情報を収集して、未破裂のままであった脳動脈瘤に関する情報とともに学習データとして取り込む必要があります。これは、脳動脈瘤は破裂によって形状や血流の状態が変化する可能性が明らかとなっているためです。しかしながら、脳動脈瘤は未破裂の場合、自覚症状が無いことが多く、発見された場合には外科的治療を施すことが多いため、経過観察中に破裂した脳動脈瘤に関する情報の収集は、多くの症例を治療する医療機関でも極めて困難なものです。本研究では3カ国5機関の多施設共同による計10,000件以上に及ぶ脳動脈瘤症例のデータベースを構築することで、経過観察中に破裂した脳動脈瘤計139件分に関する情報を収集することに成功しました。このような通常では収集困難な件数から得られた情報に対してAIによる学習を行うことで破裂リスク予測を可能にしています。



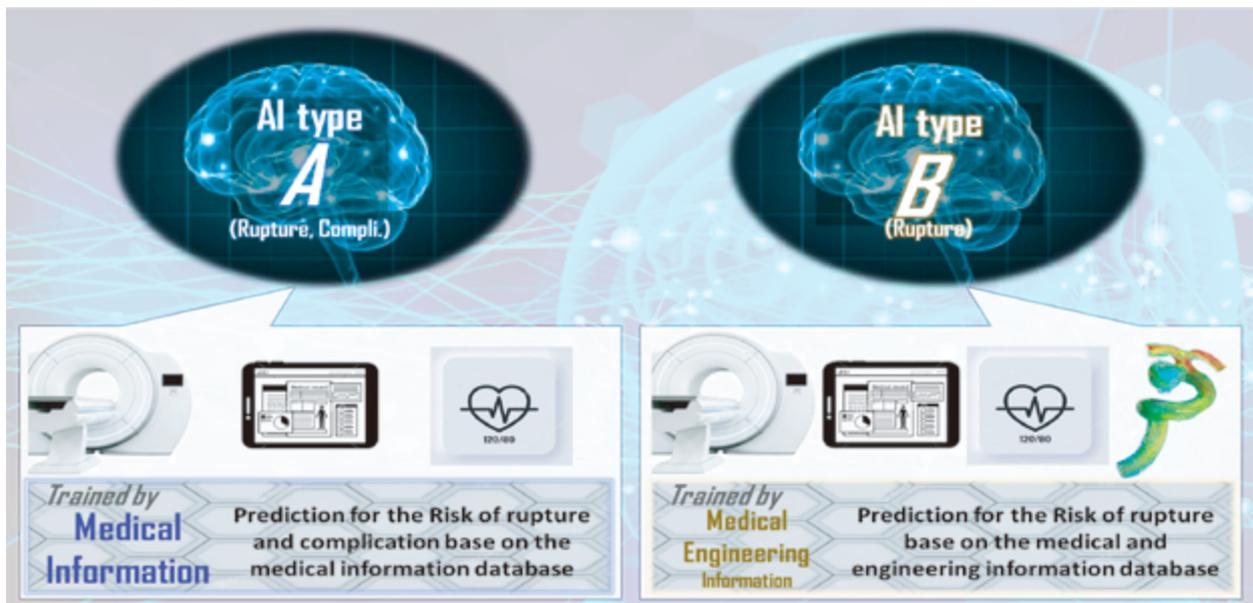
経過観察中に破裂した脳動脈瘤と未破裂脳動脈瘤に関するデータ収集のイメージ



破裂による脳動脈瘤形状変化の例

利用可能な情報に応じて2種類のAIを開発

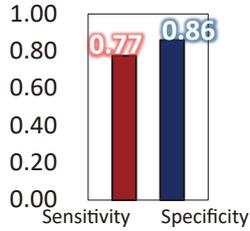
脳動脈瘤の破裂には、高血圧等の既往歴や脳動脈瘤のサイズなどが関与していると言われてきましたが、このような患者さんの医療情報や脳動脈瘤の形態情報に加えて、近年では脳血流による影響も破裂に関与していることが明らかとなっています。脳血流はCFD解析により取得することが可能ですが、そのための三次元画像を用いたり、解析に時間がかかるなどの手間が発生するのも事実です。そこで本研究では医療情報のみから破裂リスク予測が可能なAIと、医療情報と脳血流情報も含めた工学情報からより詳細な破裂リスク予測が可能なAIの2種類を開発しています。利用シーンに応じてAIを使い分けるといったことが可能になると想定されています。



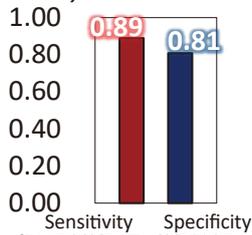
テーマ名：人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化

脳動脈瘤破裂リスク予測が可能なAIを構築

本研究において構築した脳動脈瘤ビッグデータベースに対する学習の結果、医療情報のみを学習データとして用いるAIでは破裂予測における感度0.77、特異度0.86を達成しました。また、破裂に寄与する因子を相対的な貢献度とともに明らかにすることが可能になり、これまでに破裂リスク因子として報告されていた脳動脈瘤サイズと合わせて、脳動脈瘤の経時的な変化を示した“rate parameter”が破裂リスク予測に重要であると明らかになりました。一方、CFD解析等に基づく工学情報を医療情報と共に学習したAIでは破裂予測における感度0.89、特異度0.81を達成し、予測精度の向上が期待される結果となりました。特に破裂リスク予測の難しい中型サイズの脳動脈瘤においてCFD解析の有用性が高まるものと期待されます。

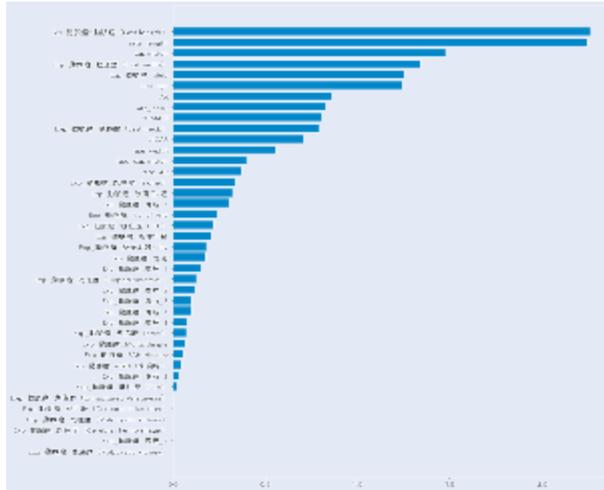


(A) 医療情報のみ活用

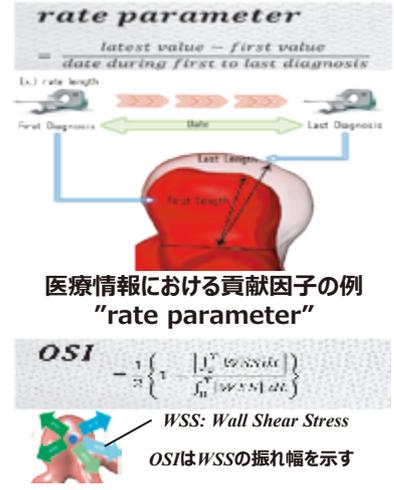


(B) 医療情報と工学情報を活用

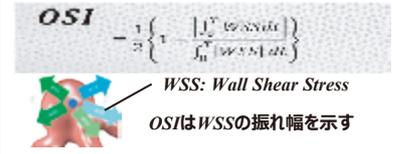
破裂リスク予測の感度・特異度



破裂に寄与する因子の相対的な貢献度 (医療情報のみ活用)



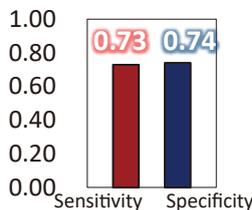
医療情報における貢献因子の例 “rate parameter”



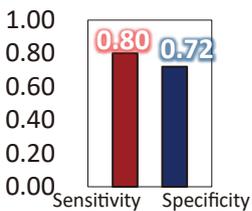
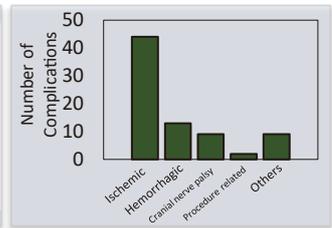
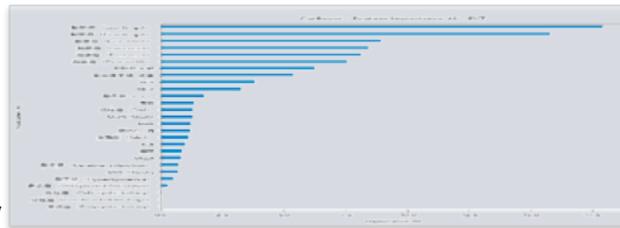
工学情報における貢献因子の例 “OSI”

外科的治療における合併症発症リスク予測も視野に入れてAIを開発

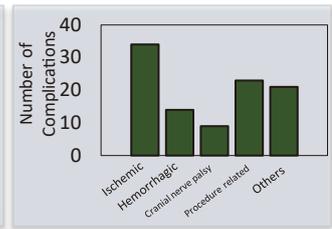
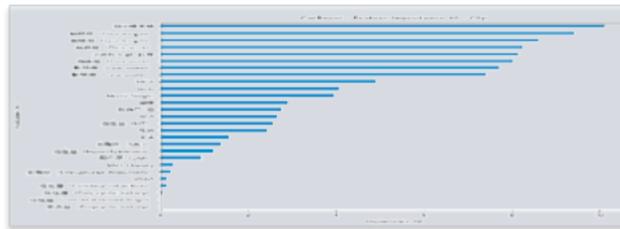
本研究において構築した脳動脈瘤ビッグデータベースには外科的治療を行った脳動脈瘤に関するデータも含まれています。外科的治療にもリスクは伴い、治療に伴う合併症によって障害等が残ってしまう患者さんも一定数発生してしまうのが課題でした。そこで、脳動脈瘤破裂リスク予測と合わせて、脳動脈瘤に対して脳血管内治療や開頭クリッピング術といった外科的治療を行った場合における合併症発症リスクを予測可能なAIについても開発を行いました。これまでのところ、脳血管内治療実施時における合併症発症リスク予測は感度0.73、特異度0.74、開頭クリッピング実施時における合併症発症リスク予測は感度0.80、特異度0.72を得られています。このAIが完成することで、脳動脈瘤の破裂リスクが判明し、外科的治療が必要であるとされた場合でも、適切な外科的治療により治療を受けられるようになることが期待されます。



脳血管内治療実施時における合併症発症リスク予測の感度・特異度と貢献因子、及び合併症の種別

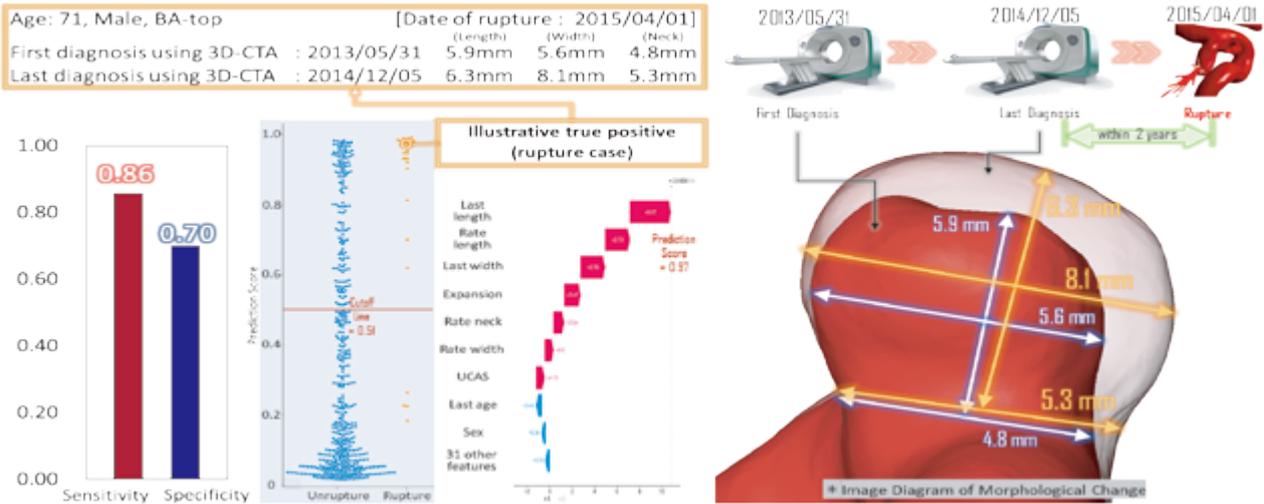


開頭クリッピング実施時における合併症発症リスク予測の感度・特異度と貢献因子、及び合併症の種別



開発したAIによる脳動脈瘤破裂リスク予測の検証

本研究において開発した脳動脈瘤破裂リスクを予測可能なAIが、実際に破裂リスクの高い脳動脈瘤を判別可能なのかについて検証を行いました。検証方法の一例として、データベースにおいて最も症例数が多かった東京慈恵会医科大学の症例において医療情報のみを用いて破裂リスク予測のためのAIを構築し、済生会熊本病院で収集した症例に対して破裂リスク予測を行いました。その結果、感度0.86、特異度0.70となり、未知のデータに対しても一定の精度で破裂リスク予測を行える可能性が示されました。下図の例では、最終受診時の2014年12月5日時点のデータを用いてAIによる破裂リスク予測を行ったところ、破裂する可能性が高いとの結果が得られていましたが、実際に2015年4月1日に破裂してしまいました。本AIの開発によってこのような症例に対して事前に外科的治療を行うことにより、くも膜下出血の発症を防ぐことができるものと期待されます。



開発したAIによる脳動脈瘤破裂リスク予測の検証一例

解析結果をわかりやすく伝えるための“脳動脈瘤レポート”

AI解析の結果を臨床医・患者さんに対して見やすく、わかりやすい形態で伝えられるように、専門のデザイナーによって“脳動脈瘤レポート”を構築しました。これから治療しようとする脳動脈瘤がどのような状態にあるのかを簡単に理解出来るよう目指して構築されています。



“脳動脈瘤レポート”における各種リスクの表示具体例

背景と狙い

効果的・効率的なリハビリやトレーニングのためには、個人スキルの把握、スキルに応じた難易度の設定、モチベーション維持の仕組みが組み込まれたトレーニング支援技術が必要です。

そこで本研究開発では、「意識させない計測」「運動能力の推定とデータ蓄積」「トレーニング難易度への反映」をループさせる、AIを使った新しいデータヘルスケアの仕組みを構築することで、施設だけでなく、遠隔や自宅におけるリハビリやトレーニングの質向上と医療介護費の削減を目指すとともに、主体性のあるスキルアップをサポートして健康長寿を楽しむスマートソサエティの実現を目指します。

取り組み内容とAI技術適用

特別な動作をさせたり、時間をかけたりさせないステルス計測、統計的手法や機械学習などを活用した運動力推定とデータ蓄積、ユーザの能力に合わせて負荷や難易度を自動設定することによるモチベーション維持促進、柔軟・軽量・安価な人工筋を活用したリハビリ機器開発を通じて、健康・医療・介護における負担軽減と次世代ヘルスケアのマーケット開拓に取り組んでいます。



成果物と期待される効果

次の技術開発を通じて、AI技術を活用した次世代ヘルスケアの開拓を目指します。

- ① 日常生活動作（ADL）アノテーション支援システムとデジタルヒューマンモデルを活用した歩行・移動に関するADLスコア推定システムの開発
- ②モチベーション維持・促進の工夫が導入されたリハビリ支援システムの開発
- ③ 低圧駆動型空気圧ゲル人工筋を活用したリハビリ支援機器の開発



テーマ名：健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発

委託先：国立大学法人広島大学

再委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人神戸大学、ダイヤ工業株式会社、株式会社システムフレンド

研究開発責任者：栗田雄一（国立大学法人広島大学）

委託期間：2018年5月～2023年3月

日常生活動作（ADL）指標の推定技術の開発

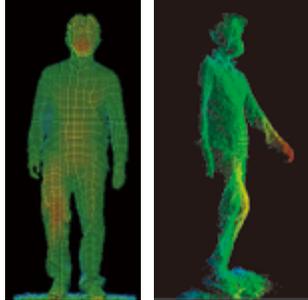
■非接触・マーカースセンサーによる動作計測技術



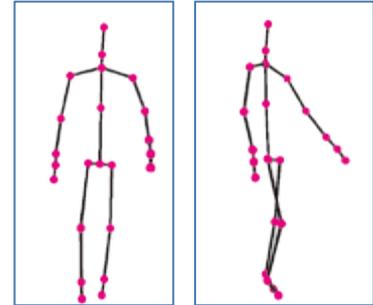
非接触・マーカースで3次元モーションキャプチャーを実現する技術により、動作計測の被験者負担を徹底的に低減



RGBカメラ



深度カメラ：3D情報

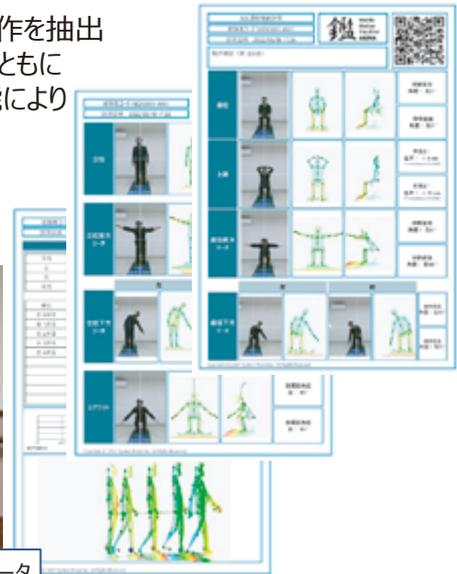


特徴点3D座標抽出

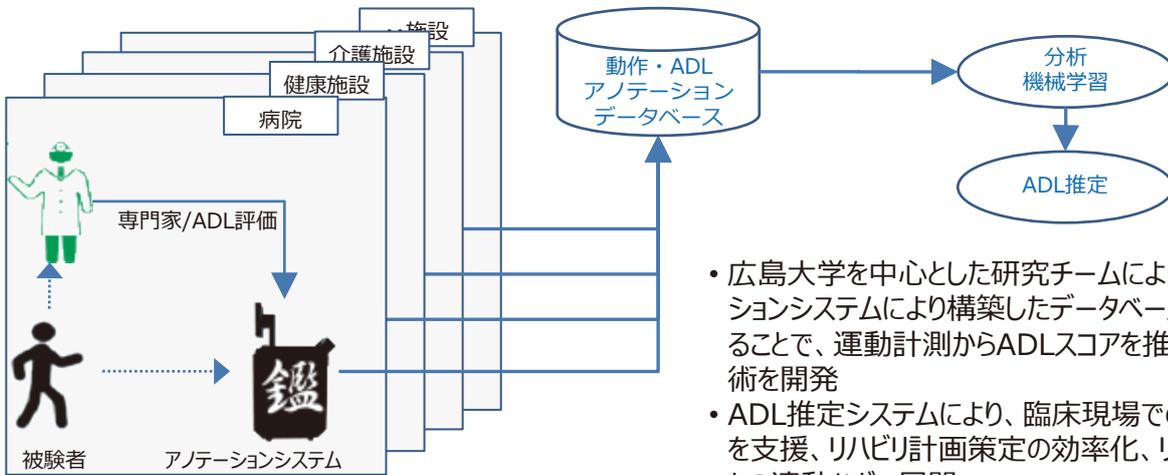
■動作データとADL評価（FIM・BI・WHO-DAS）とのアノテーションシステム開発



ADLと関連が深いと考えられる11種の動作を抽出
非接触・マーカース動作計測技術とともに
動画での計測内容説明など支援機能により
高齢者、患者を含む被験者の
臨床現場のスタッフによる
動作計測を実現
大量データ収集が可能



■病院等の臨床現場でアノテーション・データベース構築・ADLスコアを推定

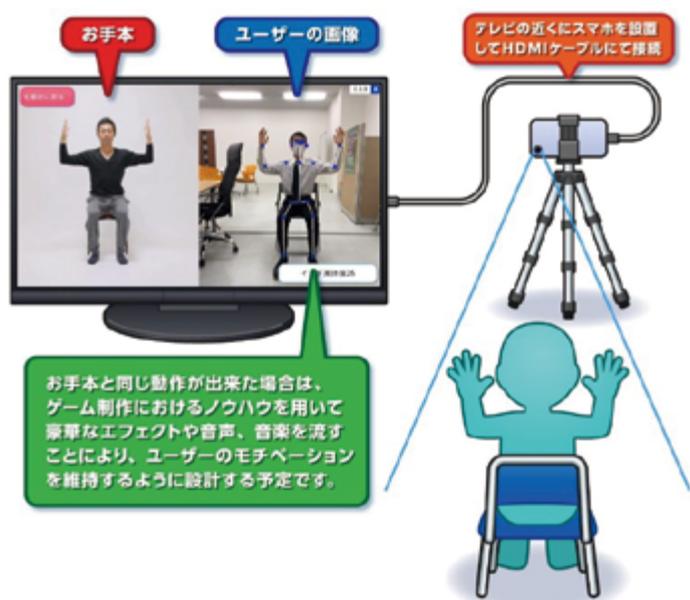


スマホを使ったリハビリゲームの開発



非接触姿勢計測に基づく リハビリトレーニングのためのスマホアプリ

- ・ ユーザは画面に映し出されたお手本となる体操を真似して体を動かすだけ
- ・ アプリ機能でユーザの運動を計測して正しく動作しているかを判定しスコア化
- ・ 広島大学を中心とした研究チームが開発した、運動スコアに基づきトレーニング内容を最適化するアルゴリズム、視覚効果とトレーニング最適化によるモチベーション維持の仕組みを搭載
- ・ ADL評価システムとのリンクにより在宅での質の高いリハビリサービス提供へ展開



番号	名称	所属
1	山本 隆太	広島大学
2	山本 隆太	広島大学
3	山本 隆太	広島大学
4	山本 隆太	広島大学
5	山本 隆太	広島大学
6	山本 隆太	広島大学
7	山本 隆太	広島大学
8	山本 隆太	広島大学
9	山本 隆太	広島大学
10	山本 隆太	広島大学
11	山本 隆太	広島大学
12	山本 隆太	広島大学
13	山本 隆太	広島大学
14	山本 隆太	広島大学
15	山本 隆太	広島大学
16	山本 隆太	広島大学
17	山本 隆太	広島大学
18	山本 隆太	広島大学
19	山本 隆太	広島大学
20	山本 隆太	広島大学
21	山本 隆太	広島大学
22	山本 隆太	広島大学
23	山本 隆太	広島大学
24	山本 隆太	広島大学
25	山本 隆太	広島大学
26	山本 隆太	広島大学
27	山本 隆太	広島大学
28	山本 隆太	広島大学
29	山本 隆太	広島大学
30	山本 隆太	広島大学
31	山本 隆太	広島大学
32	山本 隆太	広島大学
33	山本 隆太	広島大学
34	山本 隆太	広島大学
35	山本 隆太	広島大学
36	山本 隆太	広島大学
37	山本 隆太	広島大学
38	山本 隆太	広島大学
39	山本 隆太	広島大学
40	山本 隆太	広島大学
41	山本 隆太	広島大学
42	山本 隆太	広島大学
43	山本 隆太	広島大学
44	山本 隆太	広島大学
45	山本 隆太	広島大学
46	山本 隆太	広島大学
47	山本 隆太	広島大学
48	山本 隆太	広島大学
49	山本 隆太	広島大学
50	山本 隆太	広島大学

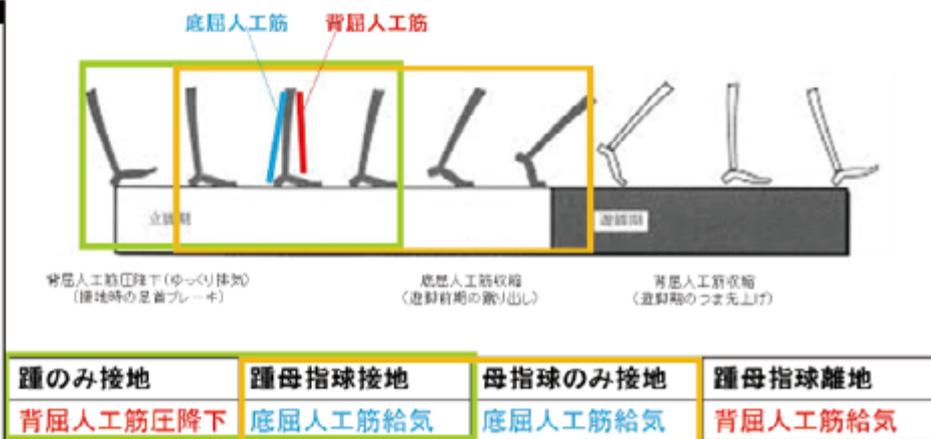
50を超える体操を広島大学病院監修のもと作成し、ユーザの運動能力に合わせて提示



脳卒中片麻痺患者歩行リハビリのため足首動作支援ブーツ Power Assist Boots

- 患者が歩行補助ロボットに依存するのではなく、身体機能向上をサポートし麻痺側の正常な振出を補助
- 下肢訓練の増量（脳卒中治療ガイドライン：グレードA）、高頻度の反復運動（促通反復療法）、麻痺側振り出し促通
- 低圧域での駆動性の良い空気圧人工筋を活用し、軽量、柔軟で着脱しやすい構造
- 広島大学との共同研究により得られた支援タイミングの切り替えアルゴリズムにより、ユーザの身体能力に合わせた支援が可能
- センサの値を読み取り、アプリでどの人工筋を動作するかを決定
- ADL評価、リハビリアプリとのリンクによるデータ駆動リハビリ機器へ展開

健康、医療・介護



背景と狙い

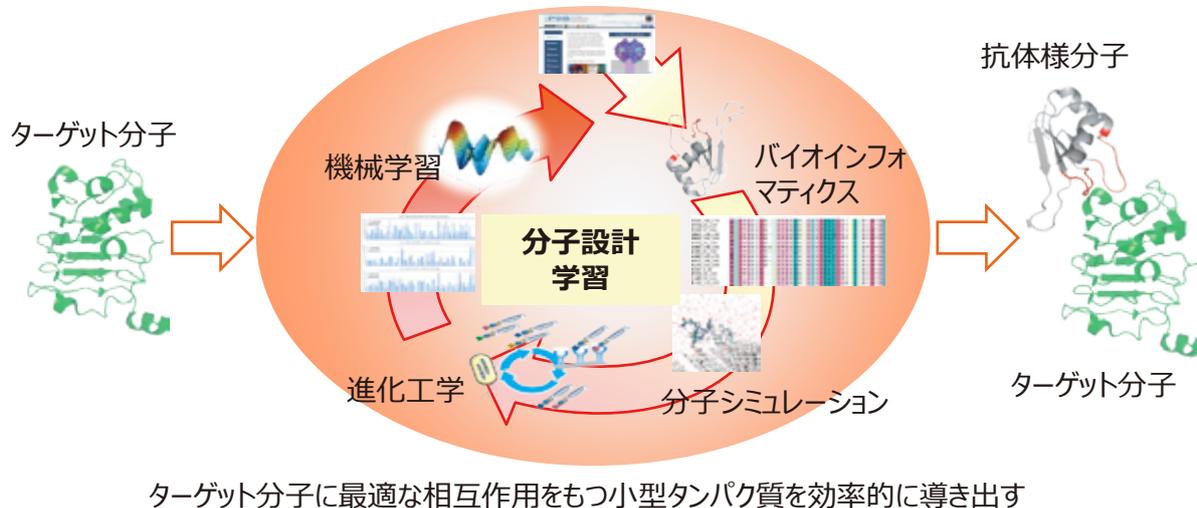
様々な分野で活躍しているタンパク質は20種類のアミノ酸が脱水縮合したポリマーであり、アミノ酸配列が取り得る「場合の数(配列空間)」が膨大で、労力・時間・コストをかけても目的機能をもつアミノ酸配列を見つけることが難しいのが現状です。

本研究開発では、タンパク質をベースとした分子標的薬の開発を中心に、人工知能技術を利用することによって、幅広い機能タンパク質を迅速・確実に設計できる技術を開発します。そして、生体実験までに費やす労力・時間・コストを低減させることで、機能タンパク質の利用拡大を目指します。

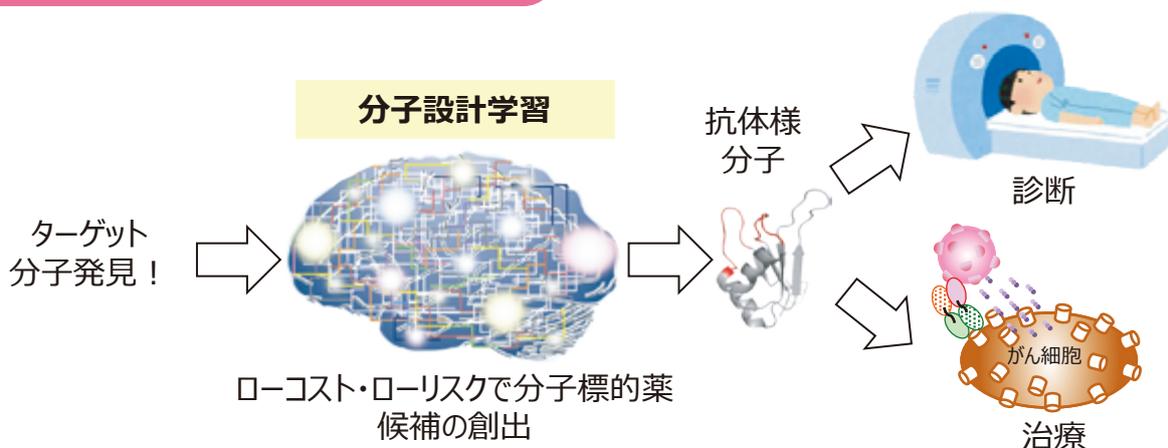
取り組み内容とAI技術適用

「機械学習を組み入れた進化工学的操作」を開発し、標的分子にあった抗体様分子の迅速な探索・機能化を実現することで、タンパク質ベースの分子標的薬を効率的に創るプラットフォームを構築します。

具体的には、まず骨格(足場)タンパク質として①目的機能を発現できそうな立体構造で配列空間を制限し、次にアミノ酸配列の改変(変異)として②どの場所に機能を持たせるかで改変するアミノ酸の箇所の指定で配列空間を制限し、さらにそこで③配列空間中の探索をする技術を確認します。



成果物と期待される効果



テーマ名：人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発

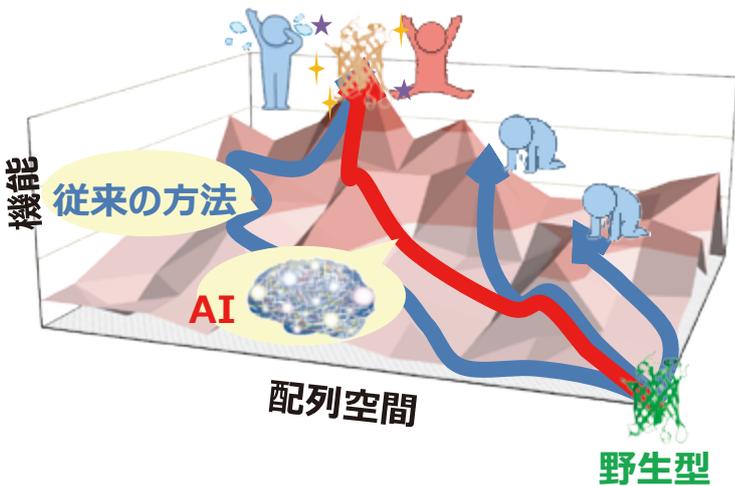
委託先：国立大学法人東北大学

再委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所，国立大学法人東京大学、学校法人北里研究所

研究開発責任者：梅津光央(東北大学)

委託期間：2018年5月～2023年3月

**AIを使って道先案内地図をつくり、
最小限の投資で山頂へたどり着きます！**



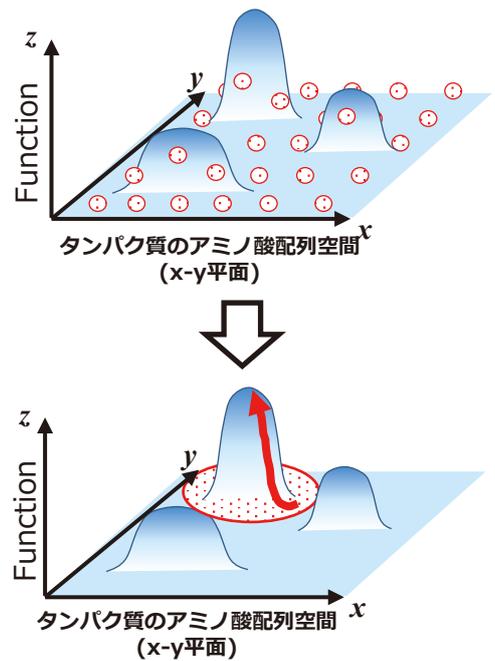
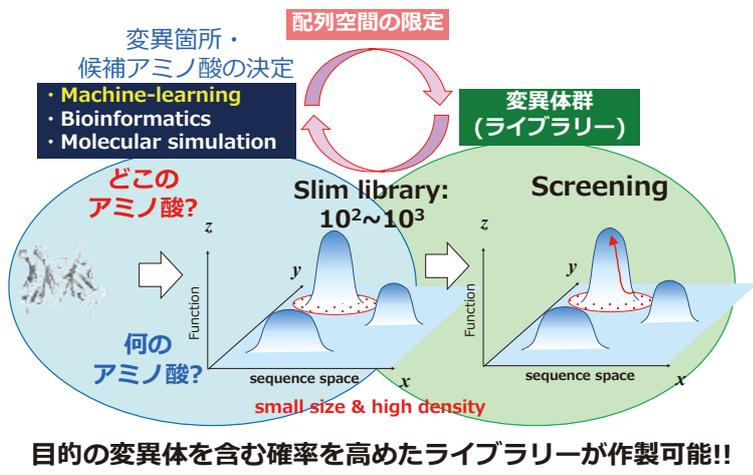
タンパク質へ変異導入し作製した変異体群のライブラリーから選択圧をかけて目的機能をもつタンパク質を取得する進化分子工学は、現在のタンパク質研究には欠かせない技術です。しかし、実際に満足する機能をもつタンパク質を見つけられる確率は低く、ライブラリー規模の増加とともにそれなりの設備と資金を必要することが多いです。

その中で私たちは、変異体ライブラリーの作製に人工知能技術のひとつである機械学習を利用して、機能陽性な変異体を高密度に含む小規模なライブラリー(スマートホットライブラリー)を設計することで、汎用性が高く効率的かつ確実に目的タンパク質へと進化できる進化分子工学を開発しました。

**AI支援な進化分子工学で
有望アミノ酸配列を網羅的にGET！**

人工知能技術の一つである機械学習を利用することによって、陽性変異体の存在確率を高めかつ小規模なライブラリー(スマートホットライブラリー)を設計し、大規模なスクリーニングを必要としないタンパク質進化工学プロセスを開発しました。この手法では、まず、対象となる配列空間の中で、できるだけまばらに存在する変異体群の配列と機能の相関データを取得するします。そして、その相関データを学習データとして機械学習を行い、配列空間中の全変異体に対する機能順位をつけ、その上位変異体群をスマートホットライブラリーとして、また機能評価と機械学習を繰り返していくことで最適解をもつ変異体へ近づいていきます。

**ライブラリーデザインサイクル
機械学習・情報科学・分子シミュレーションを
利用して配列空間を絞り込む**

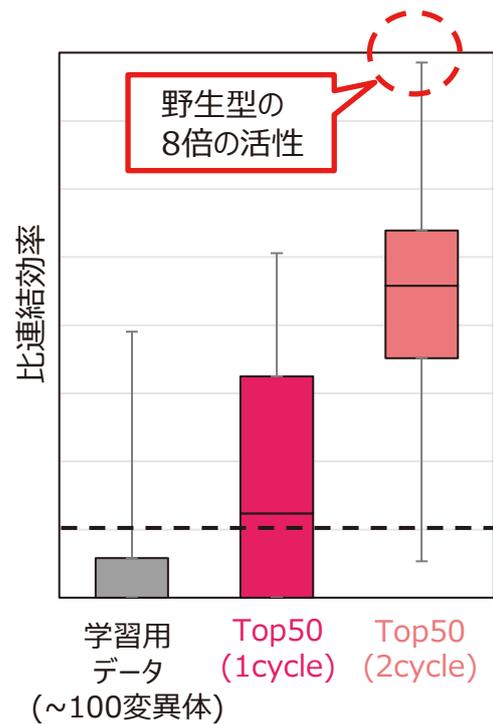


目的の変異体を含む確率を高めたライブラリーが作製可能!!

健康、
医療・
介護

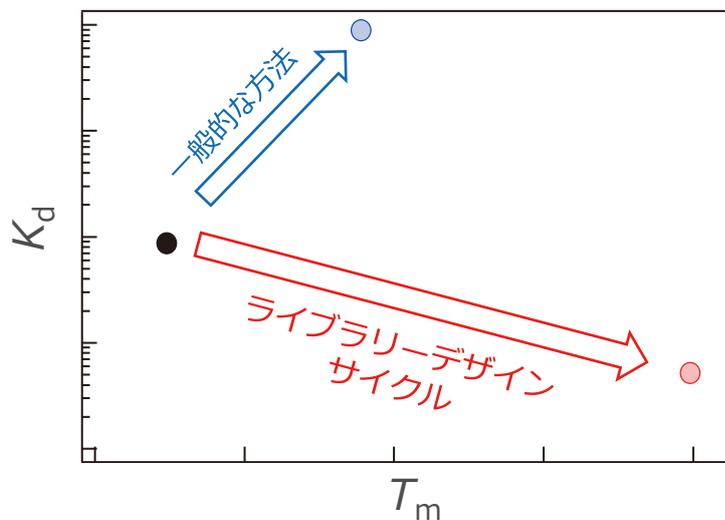
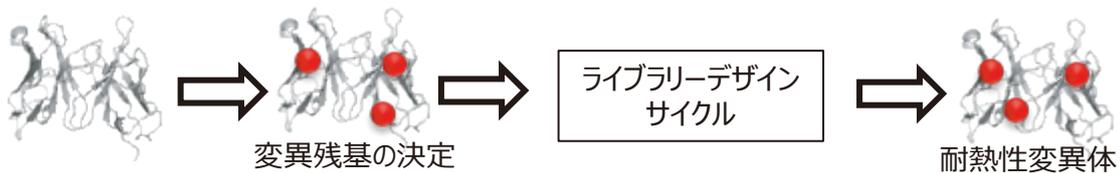
酵素の活性向上

- 変異箇所の決定
- ① 学習データ：~100分子の変異体
 - ② 機械学習：陽性変異体群の提案
(予測機能ランキングの作成)
 - ③ Top50提案変異体群の作製とスクリーニング



酵素活性を8倍向上

抗体への利用



抗体の標的結合機能を低下させずに構造安定性を向上

抗体の特長となる抗体様分子の開発

抗体

Antigen-binding site

長所

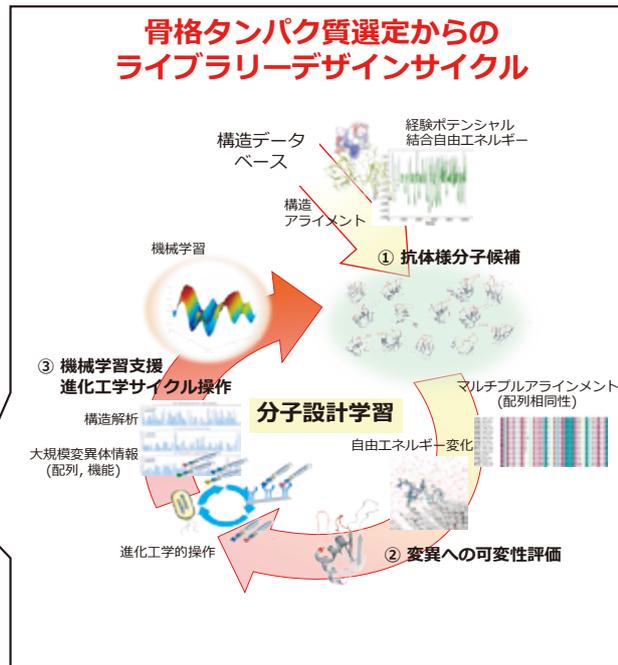
- ・高い標的親和性
- ・少ない副作用
- ・免疫を使って創出

短所

- ・巨大分子：150 K
- ・製造コストが高い
- ・微細構造の組織へ浸透困難

抗体様分子

- ・分子量：10 K
- ・微生物生産が可能
- ・微細構造へ浸透可能
- ・融合タンパク質、ADCが創りやすい



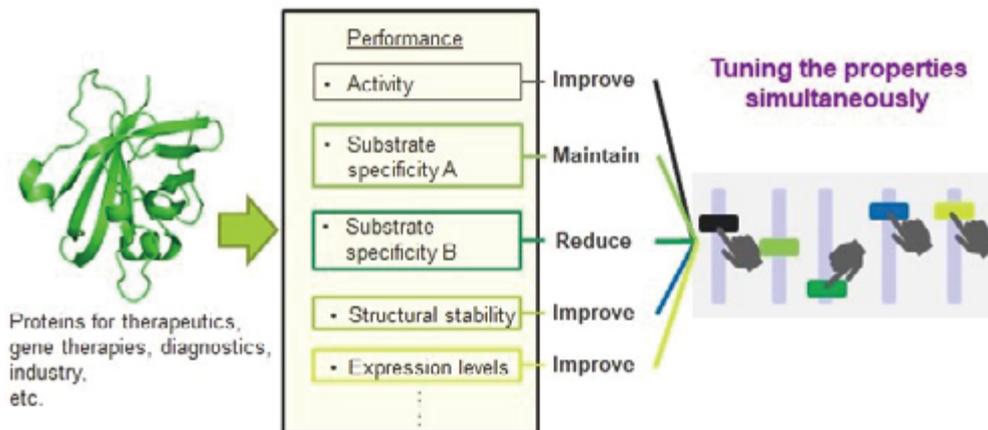
全く機能のないタンパク質に分子標的機能を創出

機能タンパク質創出事業への展開

スタートアップ企業レボルカを中核とした機能タンパク質開発事業のビジネスエコシステムの構築を目指す



ライブラリーデザインサイクルからaiProtein技術へ
—複数の機能・物性を同時最適化—



健康、医療・介護

医薬品開発を効率化する製剤処方設計 AI

背景と狙い

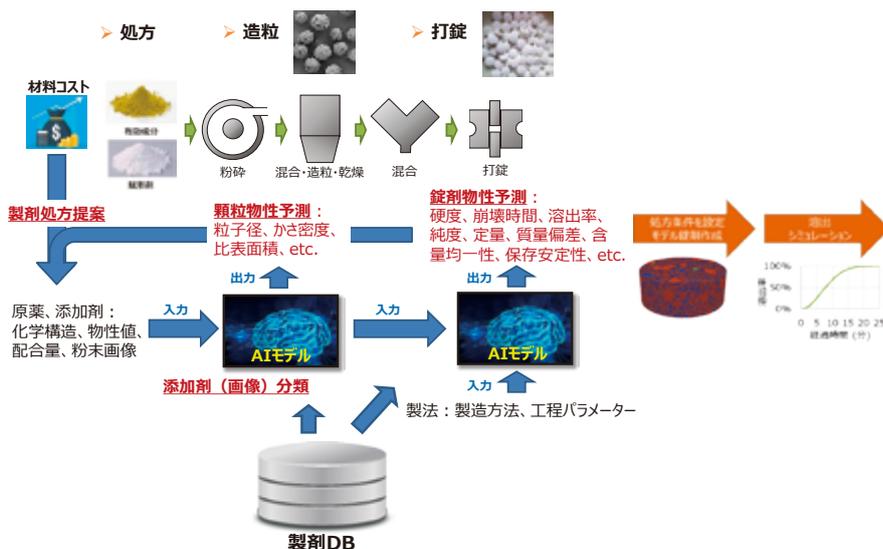
製薬産業が抱える課題として、創薬プロセス後期の開発コストが膨大（約1,000億円）であり、後期プロセスにおける失敗数は比較的少ないが、失敗すると経営に致命的な打撃を与えてしまうリスクがあります。後期プロセスにおける医薬品化合物の処方設計は、**原薬（有効成分）の有効性、安全性、品質・生産効率を高次にバランスさせる作業であり、従来は研究者の知識、経験知に依存してきました。**

そこで本研究開発では、**AIによる合理的な製剤処方設計を実現し、製薬会社等の産業界が各種AI、DBを利用することを目指し、非常に多岐に渡る項目を考慮する必要がありますが、現場研究開発者の勘と経験に依存している製剤プロセスの高度化に貢献することを目指します。**

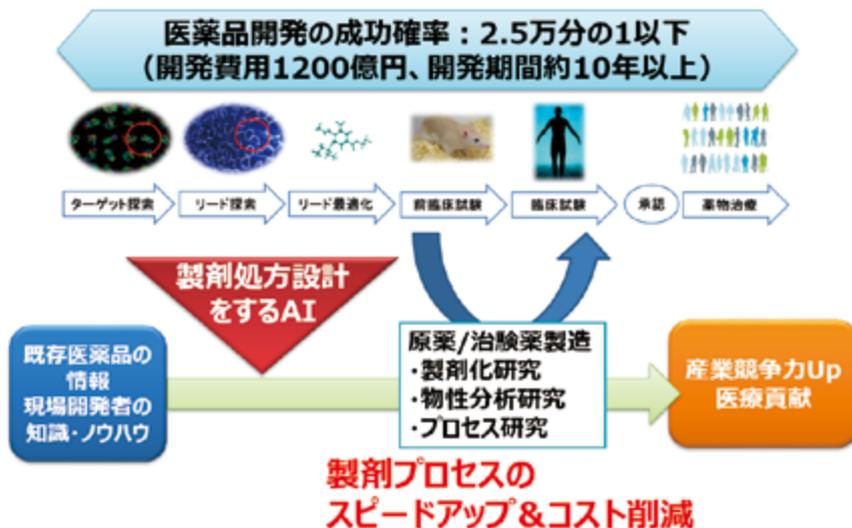
取り組み内容とAI技術適用

医薬品の有効性、安全性、品質・生産効率などの**多目的最適化**を行い、最適な処方を予測するAIを開発するとともに、**解釈可能なAIを開発することで経験知に依存してきた設計プロセスを形式知化**します。

効率的に学習データを生成・構築する技術、マルチモーダル・マルチタスク型の機械学習アルゴリズムと能動学習フレームの開発、**解釈可能なAIモデルによる暗黙知の可視化技術の開発を行うことで、医薬品開発の加速に資する製剤処方設計AIを開発**します。



成果物と期待される効果



テーマ名：新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発

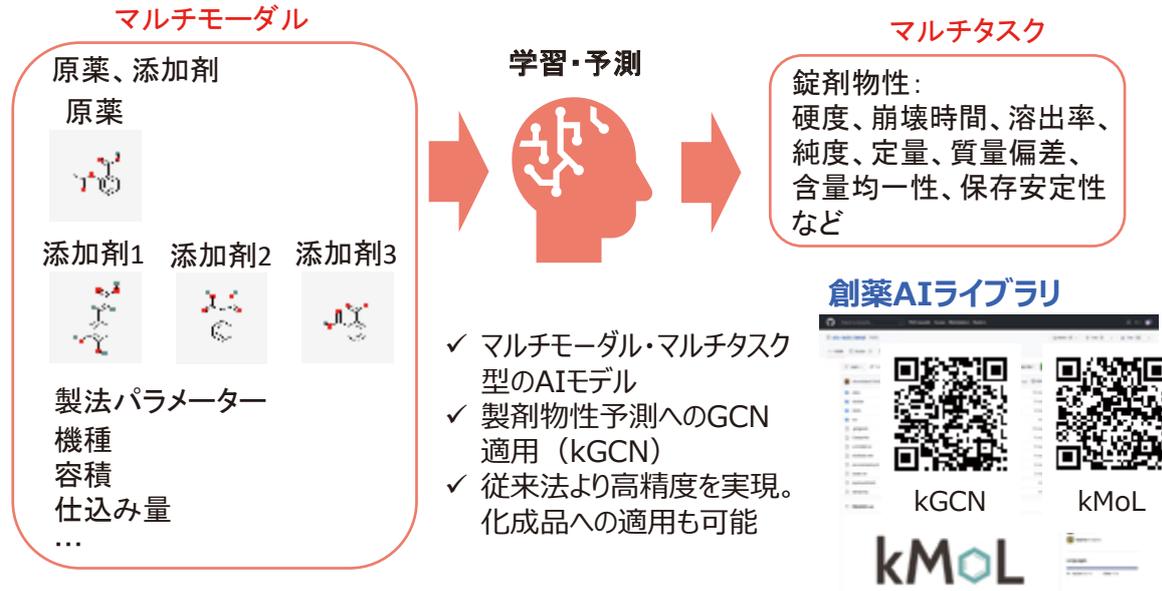
委託先：国立大学法人京都大学

再委託先：国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者：奥野恭史（国立大学法人京都大学）

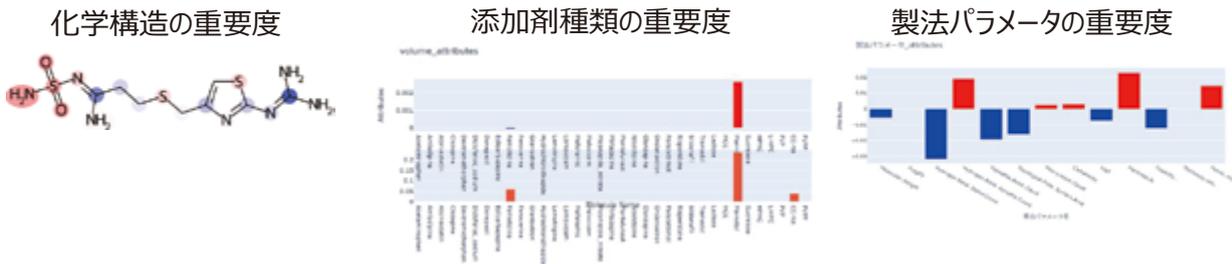
委託期間：2018年6月～2023年3月

製剤・化成品領域で利用できる予測モデル

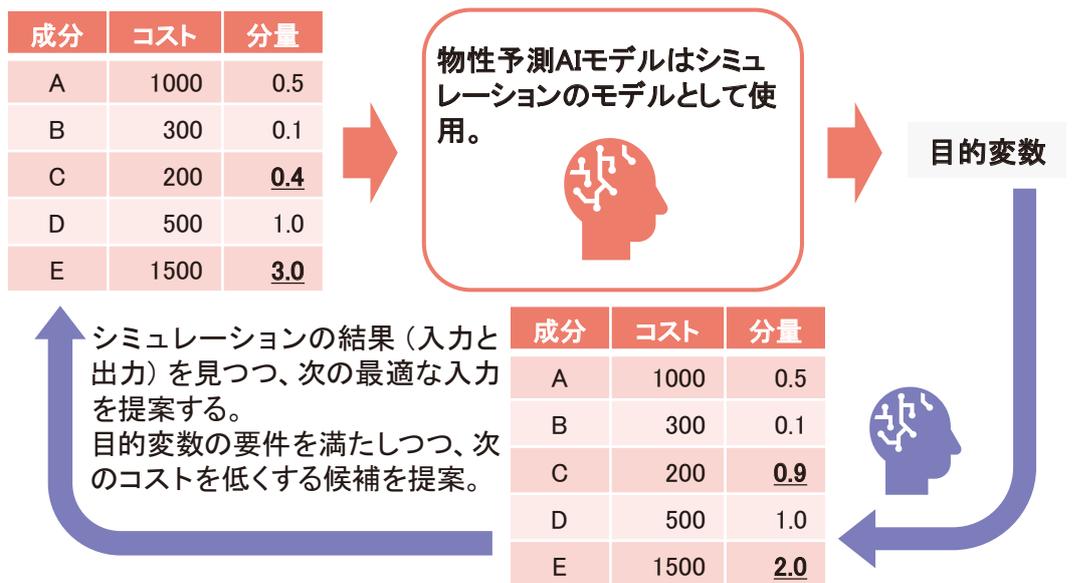


経験知・暗黙知の可視化技術

複数種類の入力を持つマルチモーダルニューラルネットワークの予測に与える各入力の重要度の可視化

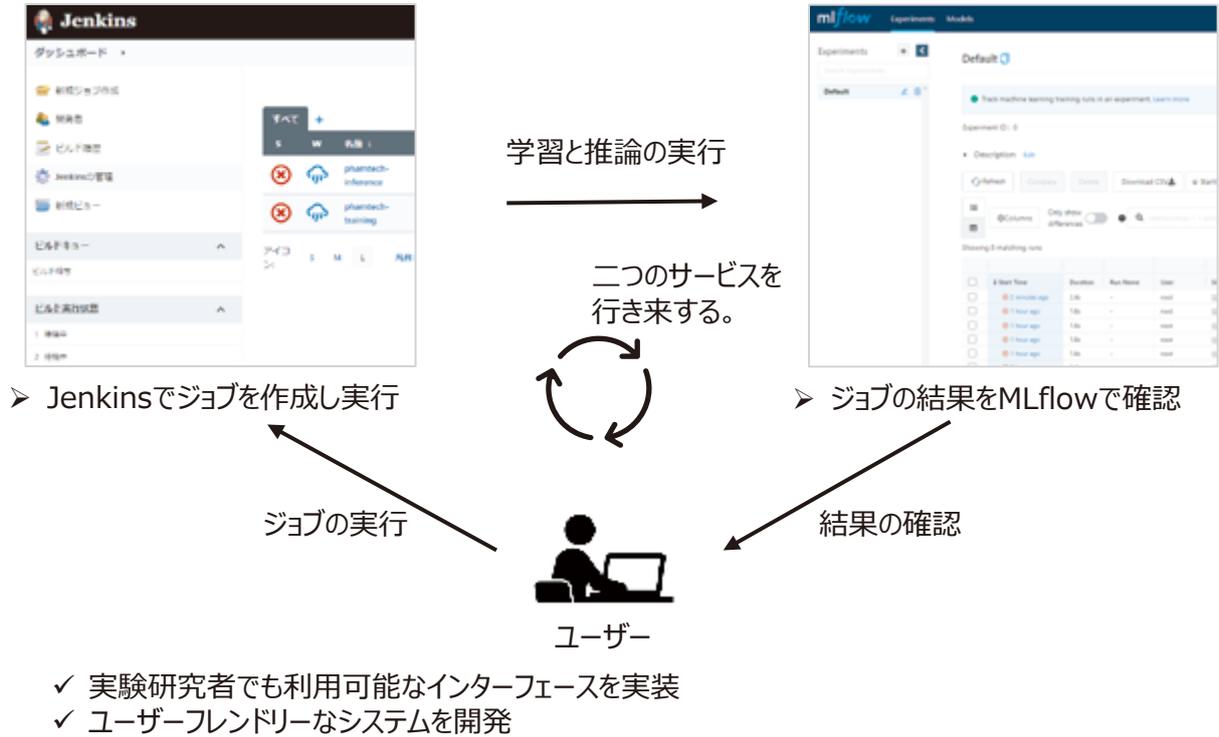


最適物性を保ちつつ、材料コストを下げる処方提案



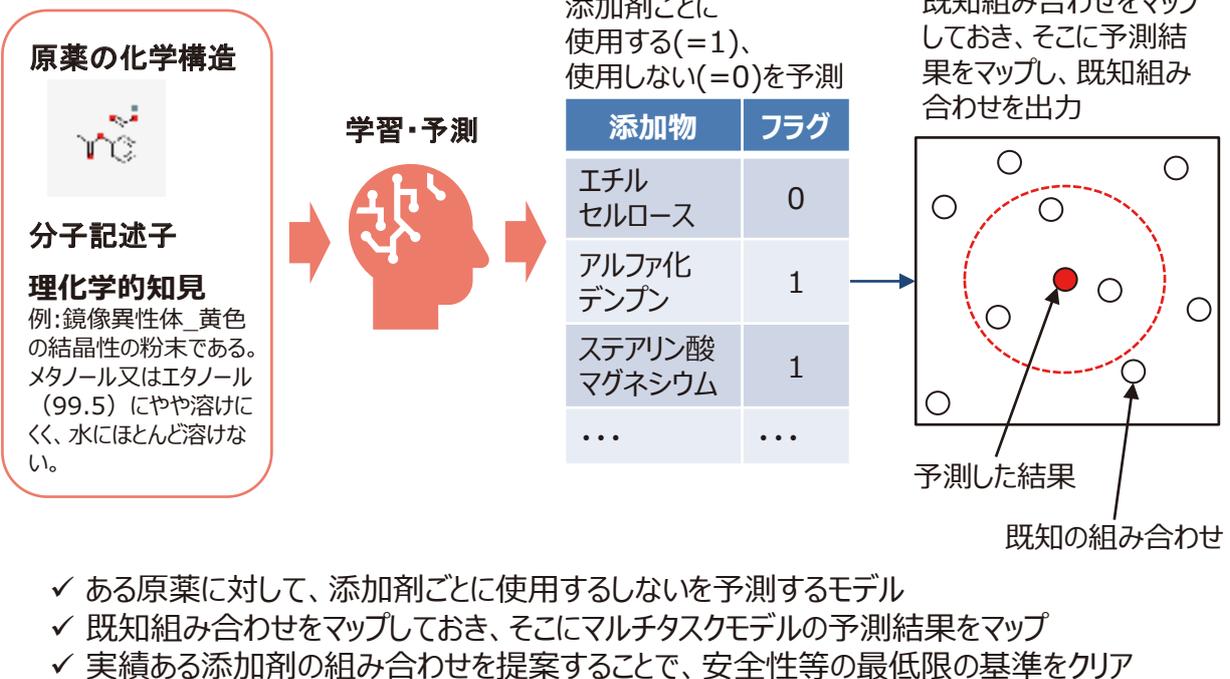
物性予測AIモデルのユーザーインターフェース

Web/GUIで容易にAIモデル構築と予測が可能



処方提案AIモデルの構築

原薬の情報から製剤に適した添加物の組み合わせを推薦するモデルを開発



製薬企業保有情報の構造化

複数企業に対応できる共通ファイルフォーマットの定義

1. 処方情報ファイル

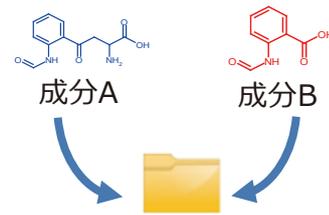
	成分A	成分B	成分C	成分D	成分E	成分F	成分G
処方1	0.6	0.2	0	0.2	0	0	0
処方2	0.6	0.1	0	0.3	0	0	0
処方3	0.6	0	0	0.4	0	0	0
処方4	0.6	0	0.2	0.2	0	0	0
処方5	0.6	0	0.2	0	0.2	0	0
処方6	0.6	0	0.1	0.3	0	0	0
処方7	0.6	0	0.1	0.2	0.1	0	0
処方8	0.6	0	0	0	0	0.2	0.2
処方9	0.6	0	0	0	0	0.1	0.3
処方10	0.6	0	0	0	0	0	0.4

2. 製造パラメータファイル

	製造スケール※	ブレード回転数(rpm)	練合時間(min)	打錠圧(kN)
処方1	1	300	6	14
処方2	1	300	6	15
処方3	2	150	6	14
処方4	2	300	6	14
処方5	1	300	6	14
処方6	1	150	5	16
処方7	2	300	6	14
処方8	2	150	6	14
処方9	1	300	6	11
処方10	1	300	6	14

3. 成分物性情報ファイル

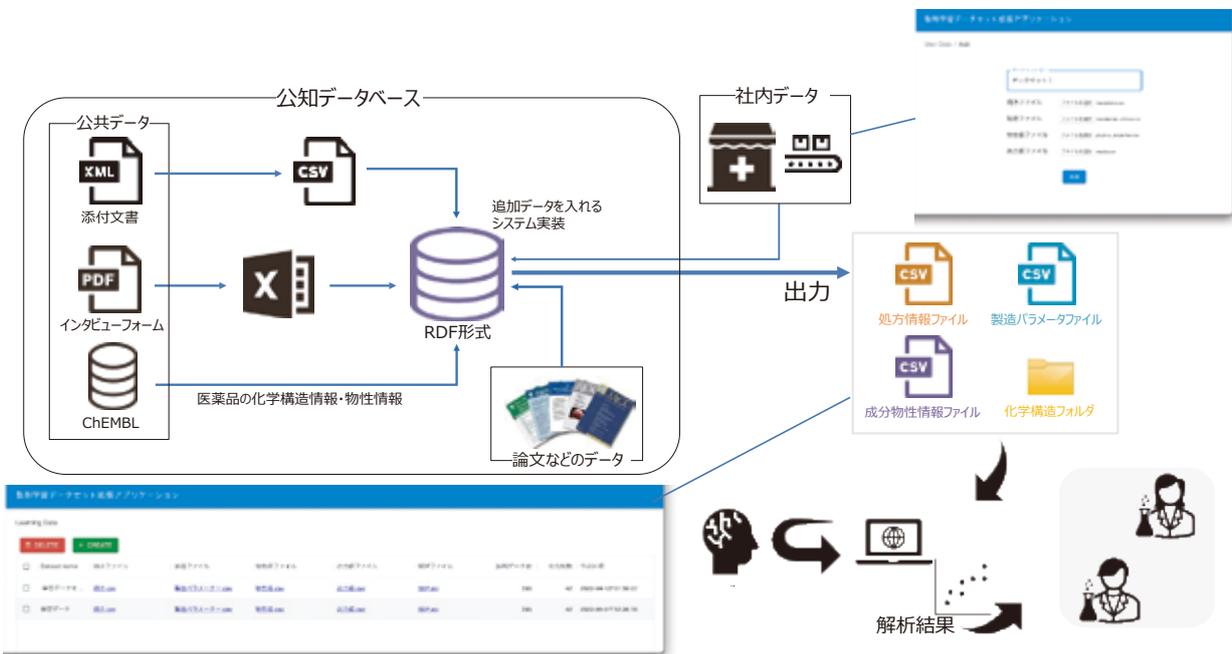
	分子量	ClogP	logS	pKa	DiffCoef	MlogP	S+logP	S+logD	RuleOf5
成分A	294.309	-1.2538	0.003091	2.115	0.76	-2446	-2.245	-3.826	0
成分B	294.309	-2.55045	0.03521	3.816	0.722	-2.077	-1.574	-3.488	1
成分C	294.309	-1.88605	-2.414	11.636	0.633	-0.619	-0.194	-0.194	1
成分D	374.347	2.6445	-3.837	8.066	0.842	1.555	3.022	2.996	0
成分E	480.472	-1.88605	-2.414	11.636	0.633	-0.619	-0.194	-0.194	1
成分F	268.271	2.6445	-3.837	8.066	0.842	1.555	3.022	2.996	0
成分G	372.375	-1.2538	0.003091	2.115	0.76	-2446	-2.245	-3.826	0



4. 化学構造フォルダ

- ✓ ファイル形式はエクセルファイル等で作成可能なテーブル形式にしてコードスキルがない方でも作成容易な入力形式

実験データの登録・AI用ファイル出力システム



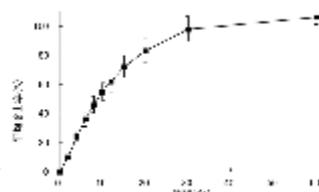
- ✓ 共通ファイルフォーマットをベースに、論文等の公知データや、社内での実験データを容易に格納できるシステムを実装
- ✓ スタンドアロンで実行できるため、社内でデータベースを構築できる
- ✓ データベースの統計値等の情報を可視化システム搭載
- ✓ 錠剤物性予測AIモデルに用いる入力ファイル形式で出力可能

健康、医療・介護

溶出プロファイルシミュレーション

処方に対する溶出シミュレーションを実施し、
溶出プロファイルの予測を実現

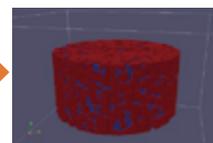
原薬特有の性質の実験測定



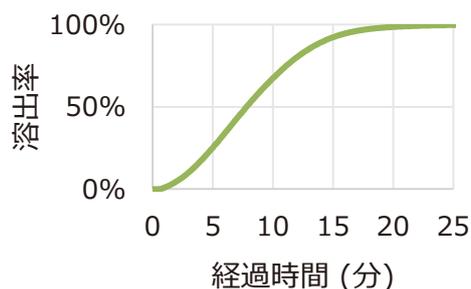
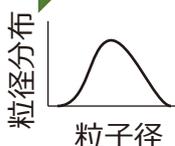
入力データ
・ 原薬
・ 添加剤リスト

DBまたは少数実験に
基づきモデル錠剤作成

溶出シミュレーション



既知添加剤データベース



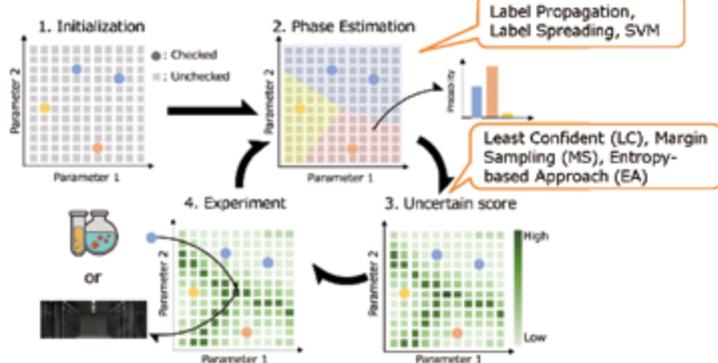
目標溶出時間を達成するために
添加剤の量などを調整

	取得済 パラメータ		取得済 粒径分布 μm		
	種類	数値	d_{10}	d_{50}	d_{90}
マンニトール	賦形剤	$c_1=20$	36	80	150
コーンスターチ	崩壊剤	$c_1=255$	8	15	30
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

能動学習による必要最小限の実験データからの効率的学習

実験回数20%削減、量子化学計算時間86%削減に成功

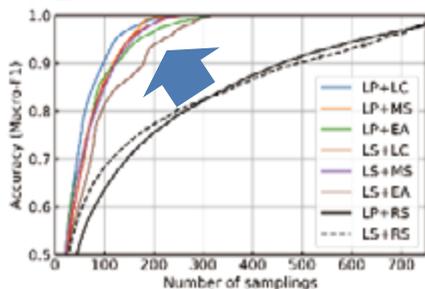
実験回数・計算時間を効率化する
能動学習・ベイズ最適化アプリ



最適化アプリ

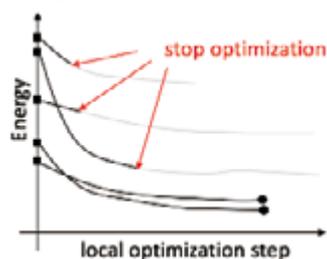
実験 × AI

能動学習の導入により実験回数20%の削減に成功



シミュレーション × AI

バンディット（強化学習）の導入により
量子化学計算時間86.2%の削減に成功



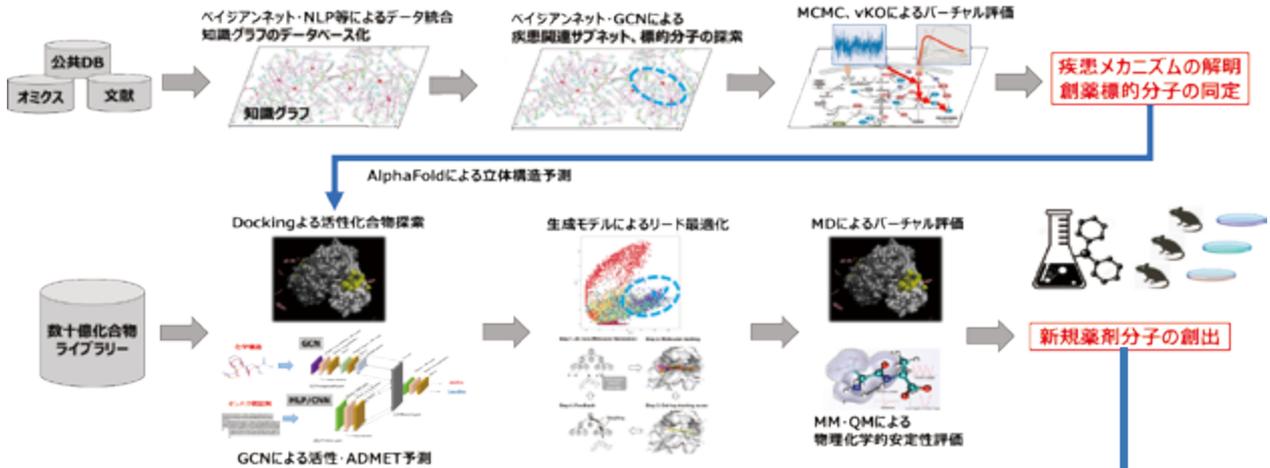
創薬DXプラットフォームの構築

創薬ターゲット探索 → リード化合物創出 → 製剤処方設計 に至るAIフローの構築

- 創薬プロセスのAIフローの自動化により、創薬の超効率化を実現

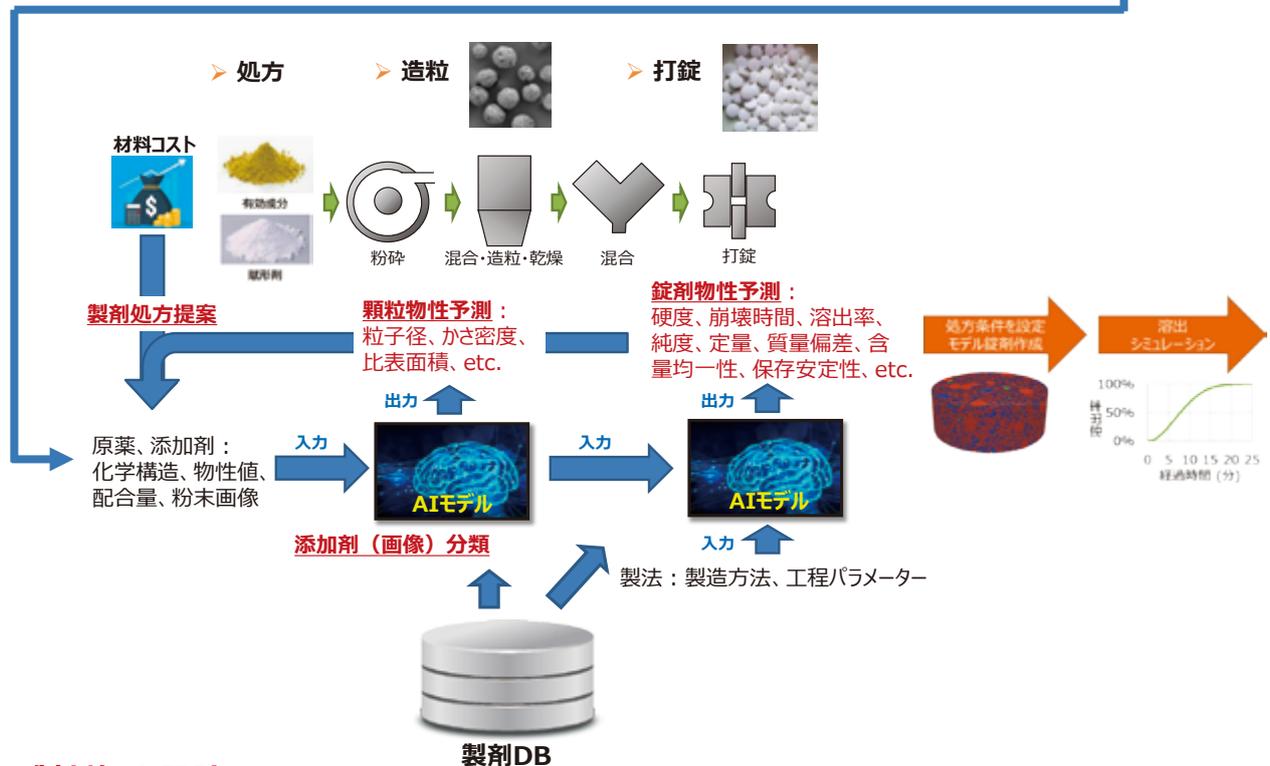
創薬ターゲット探索：

疾患名・患者サンプルデータ等を入力して、疾患メカニズムや標的タンパクを推定するHPC/AIフロー



リード化合物創出：

標的タンパク質名を入力して、リード化合物を推定するHPC/AIフロー



製剤処方設計：

リード化合物（原薬）を入力して、製剤処方を提案するフロー

健康、医療・介護

データに基づくロボット介護機器の評価や導入を促進

背景と狙い

高齢者のQoL向上と介護者の負担軽減を目的としたロボット介護機器の研究開発が数多く実施されていますが、介護現場への導入は試行錯誤の状態です。本研究開発では、センサや通信機能を持つIoT化されたロボット介護機器を研究開発し、高齢者の生活を支援しながら、同時に生活センシングできるようにします。計測された生活データをクラウドに蓄積し、AI技術で分析することで、データに基づく適切な「ロボットを用いた支援サービス」を設計、提供する技術を研究開発します。

取り組み内容とAI技術適用

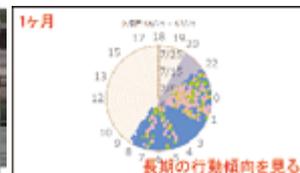


IoT化された様々なロボット介護機器による生活支援 + 生活センシング

- 利用ログや生活データを記録できるIoTロボット介護機器の開発
- 介護施設等での実証データ収集、データの分析・可視化



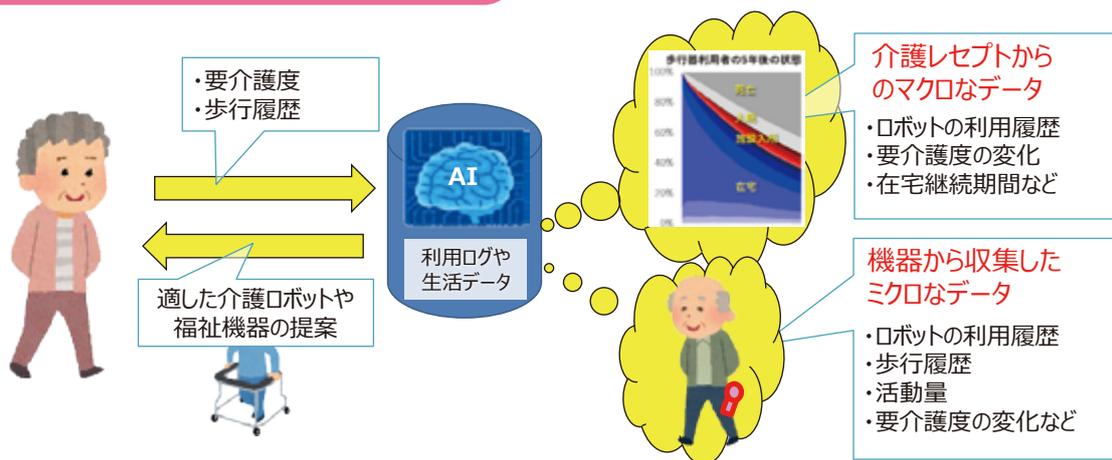
歩行アシストロボットのログからの歩行パターン、歩行環境の推定



見守りセンサのログからの睡眠パターンの把握

- 介護レセプトを用いたロボット支援機器や福祉機器の利用分析

成果物と期待される効果



介護ロボットの導入シミュレーションを実現し、高齢者の健康維持、自立生活、介護負担軽減に有効な介護ロボット導入法の提案に活用します。

テーマ名：ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、パナソニック株式会社、キング通信工業株式会社

再委託先：国立大学法人筑波大学、学校法人花田学園東京有明医療大学

研究開発責任者：松本 吉央 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)

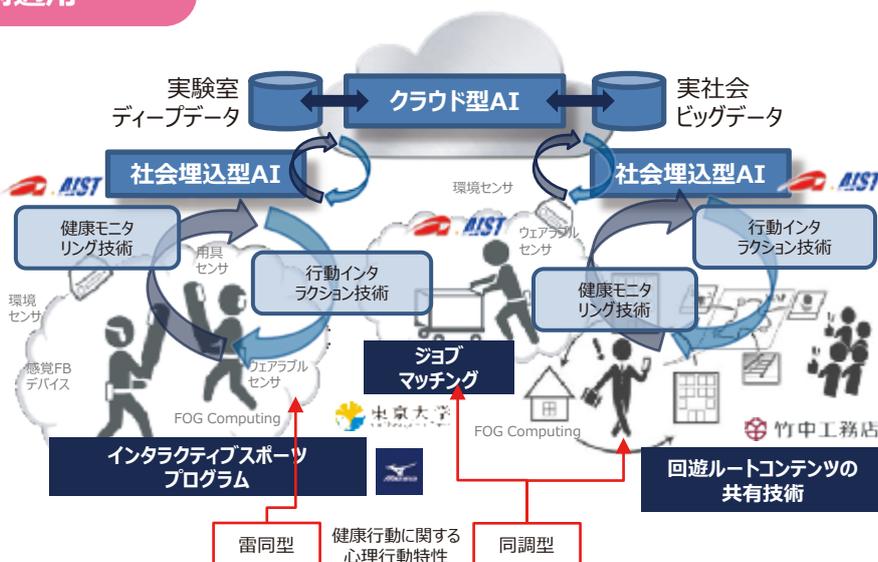
委託期間：2018年4月～2019年2月

背景と狙い

健康維持・増進に資する身体的活動を継続していない人が7割です（厚生労働省調べ）。医学誌The Lancetに2016年に発表された論文によれば、世界における運動不足による経済損失は年間7兆円に上り、GDP比率で換算すると、運動不足による日本の経済損失高は年間4480億円となります。身体的活動を継続していない7割の人で健康維持・増進のための身体的活動が定着すれば、長期的な医療費削減に繋がるだけでなく、新しい健康サービスの市場創出も期待できます。本研究開発では、健康モニタリング技術で得られるデータをAI技術でモデル化し、**身体活動を継続させるための行動インタラクション技術**を開発し、「**個人の心理特性に応じた動機づけで身体活動を継続させる**」システムを試作・検証します。

取り組み内容とAI技術適用

数問のアンケートで心理行動特性（雷同型・同調型）を判定できるツールを開発し、共体験を動機づけとする雷同型には「**チーム共感度を計測しフィードバックする技術**」に基づく**インタラクティブスポーツプログラム**を、社会での役割を動機づけとする同調型には「**適度な身体負担の仕事を紹介する**ジョブマッチング****」「**近隣回遊ルートを紹介・利用する**コンテンツ共有サービス****」を開発し、その有効性を検証しました。



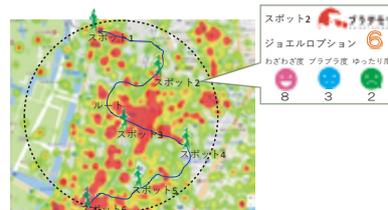
健康、医療・介護

成果物と期待される効果

参加者の笑顔の伝搬度合いから共感度を評価し、それをトレーナーにフィードバックすることでチームの共感を増強させる**チームエクササイズ支援サービス**



残存身体機能をほどよく使って健康維持し、かつ社会的役割を認識できる**ジョブマッチングサービス**



ちょっと空いた時間で近隣散歩を薦める**情報提供サービス**



テーマ名：健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による行動インタラクション技術の研究開発
 委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、美津濃株式会社、株式会社竹中工務店、
 国立大学法人東京大学人工物工学研究センター・先端科学技術研究センター
 研究開発責任者：持丸 正明（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
 委託期間：2018年4月～2019年2月

データ知識構造化支援システム v.1.0

背景と狙い

超高齢化社会を迎え、効率化が求められる介護現場において、様々な介護者（例えば、介護士、看護師、医師、理学療法士、作業療法士、音楽療法士、心理士、地域ボランティア、被介護者の家族等）の人材育成とパフォーマンス向上の工学的な支援技術がなく、経験と勘と精神力で介護しているという現実的な課題があります。

本研究開発では、**介護者やこころのケアの専門家の知識と経験を構造化**し、人工知能で支援する技術体系を開発することにより、**介護者の人材育成効率化とパフォーマンス向上**を実現することに貢献します。

取り組み内容とAI技術適用

介護者自身が介護知識や心のケアを目的指向で構造化し、行為の目的を階層的に構築することで、多様な状況での応用能力が向上させる。また、各行為に関するデータをリンクすることで、行為の重要性やリスクを把握、データ分析も可能になります。

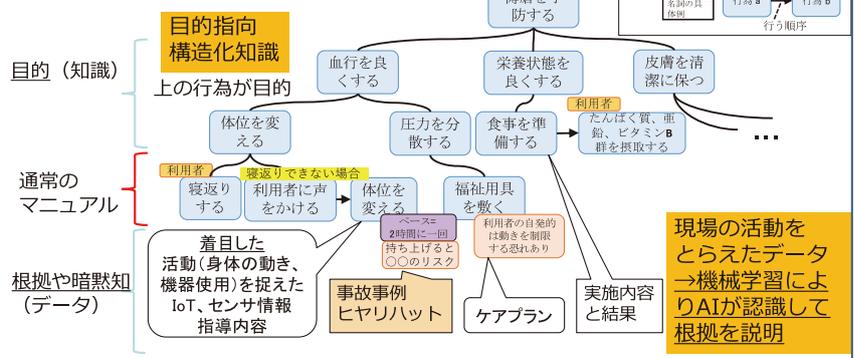


介護の構造化マニュアルの例を計算機解釈可能な形式で公開中
<https://git.io/fN6xS>

現場主体の知識構造化

データと知識を融合、構造化

- 行為の目的知識を理解 → 状況適応力向上
- 根拠データにより納得 → 行動変容へ



成果物と期待される効果

専門家集団が共同で構造化知識（介護行為（排泄、入浴など）約2000ノード）を構築し、現場活用開始。人工知能に基づく、**こころのケア（認知行動療法）のeラーニング開発**。

例）介護行為に関する知識構造化（移乗介助の場合）



データ知識構造化支援システム v.1.0



想いと体験の共有：目的を語ることで、その行為を行う想いや熱意が表出され、その行為の根拠を語ることで、身に迫る体験が共有される。
 →知識が得られる、意識が変わる、見方が変わる、行動が変わる。

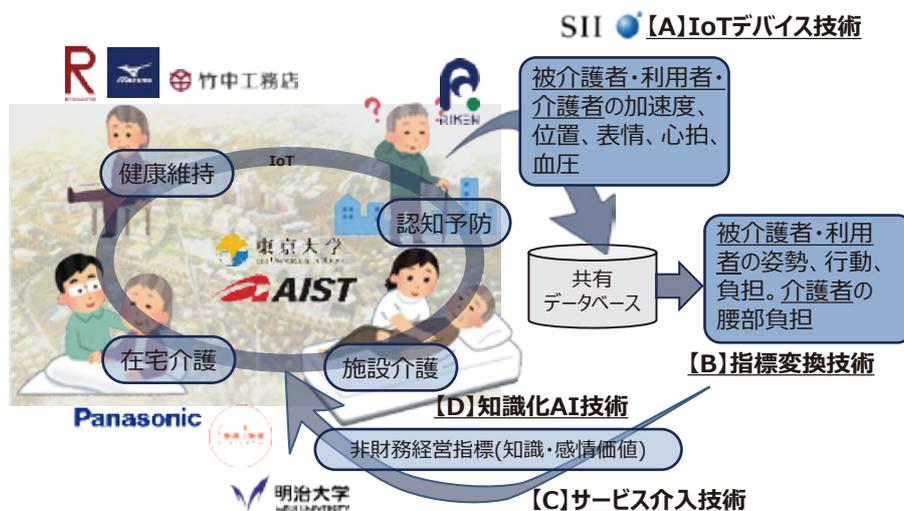
テーマ名：生活現象モデリングタスク（介護現場）
 委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所
 再委託先：国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター
 研究開発責任者：西村 拓一（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
 委託期間：2018年4月～2020年2月

背景と狙い

被介護者の増大と、介護労働力の不足に資するため、本研究開発では、従来、健康維持に資する活動を行ってこなかった心理セグメントに対してIoTを活用した効果的なサービス技術を開発することで、高齢化に伴う被介護者の増大を抑えることを目指します。また、介護者の身体負担を低減しながら被介護者の生活機能を支えるロボット介護支援システム、また、介護並びに認知症予防介入（共想法）のプロセスを知識構造化する技術の開発と適用で介護サービスの生産性向上を実現することを目指します。さらに、これらの技術に基づくサービスビジネスの実現を支えるIoTによる非財務経営指標の可視化とIoTデバイスとサービスを繋ぐデジタルプラットフォームの整備を行います。

取り組み内容とAI技術適用

【A】ウェアラブル型センサ、およびロボット介護機器から得られるデータから【B】介護・健康サービス利用者の状態を知り、【C】利用者の心理行動属性も考慮したサービスの介入技術を開発しました。さらに【D】介護プロセス知識を構造化し、サービスの効率化を実現しました。加えて、サービスを通じて生み出される非財務経営指標の可視化技術を開発。柏の葉地区などでの社会実証試験で試作したシステムの有効性を検証しました。



成果物と期待される効果

中高年の一般利用者から、要介護1～2の一般利用者に至るまで、ウェアラブルな加速度センサや歩行支援のロボット歩行器で歩行状態をセンシングし、そのデータからAI技術を用いて歩行型を判定し、歩行経路とともに提示して、日常歩行の継続を支援するサービスへの応用が期待されます。



テーマ名：IoT・AI 支援型健康・介護サービスシステムの開発と社会実装研究

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人理化学研究所、国立大学法人東京大学（人工物工学研究センター、先端科学技術研究センター、大学院新領域創成科学研究科）、学校法人立命館、学校法人明治大学、地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター、国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター、パナソニック株式会社、キング通信工業株式会社、美津濃株式会社、株式会社竹中工務店、セイコーインスツル株式会社、foo.log 株式会社

再委託先：国立大学法人筑波大学、学校法人花田学園東京有明医療大学、国立大学法人東京大学（高齢社会総合研究機構）、茨城県立医療大学

研究開発責任者：持丸 正明（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

委託期間：2018年8月～2020年2月

第3章 空間の移動分野

小目次

- 屋外～屋内をカバーする時空間情報基盤上で
人やモノの「移動」を統合的に支援 …… 64
安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築 / 国立研究開発法人産業技術総合研究所、
(大)東京大学、パナソニックホールディングス(株)
- AI 技術を搭載した「落ちない / 落ちても安全」なドローンの実現 …… 70
サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発 / (大)東京大学
- AI の判断根拠を言語で説明する …… 74
判断根拠を言語化する人工知能の研究開発 / (大)東海国立大学機構
- 自律・分散型 AI 信号制御による軽やかな交通管制システムを
公道で実証 …… 78
人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 / (大)東京大学、(学)慶應義塾、
(大)千葉大学、(大)東北大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、日本無線(株)、
日本電気(株)、住友電気工業(株)、(一社)UTMS 協会
- 多様で高品質なデータに基づく
労働環境と付加価値の設計支援 …… 84
物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のためのサービス工学× AI に関する研究開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所、(大)筑波大学、(大)東京大学
- 実環境で、外乱の影響を受けずに何がどこにあるかを
高精度に認識 …… 85
空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発 / (大)東京大学、(大)電気通信大学、
国立研究開発法人産業技術総合研究所、オリンパス(株)、(株)デンソー、(一財)マイクロマシンセンター
- 高齢者の安全な移動のための電動車椅子アシスト技術 …… 86
AI 活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所
- 大規模な地理空間情報を統合・解析する基盤の構築 …… 87
地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化 /
国立研究開発法人産業技術総合研究所

背景と狙い

自動運転やi-Construction等、広くサイバーフィジカルシステムの発展に伴い、**三次元+時間の時空間情報を扱うサービスプラットフォームへの要求**が高まっています。しかし、これらは**自動運転、建設といった個別領域での解決に留まっており**、アプリケーション間でのデータ共有や利活用に向けた継続的な情報の更新と管理の枠組みが十分に整っていません。

本研究開発では、国際標準に従って、時空間情報のサービス基盤を構築し、**屋内～道路に渡る様々な三次元データ及びその上での移動体データをシームレスに統合・管理**できるようにします。また、**実際のデータとサービスを提供**することで、ユーザを巻き込んだ**エコシステム化**を狙います。

取り組み内容とAI技術適用

■ 基盤：①時空間情報プラットフォーム（基盤）の構築+②高精度認識：

取り組み内容：

- ・ 異種の三次元空間データや移動体データの統合的センシング～管理手法の研究開発
- ・ 赤外+可視光センサを用いた高精度認識技術の研究開発

AI技術適用：

- ・ 地物や移動体の認識技術
- ・ 地物や移動の意味の抽出
- ・ データ統合
- ・ 複数センサ情報の認識によるガラスや人の高精度認識技術

■ 応用：人流(③-1)やモビリティ(③-2/3)等のツール・サービスの実現：

取り組み内容：

- ・ 大規模シミュレーションによる移動に伴うセンシング
- ・ リアルタイム認識の研究開発

AI技術適用：

- ・ 大規模シミュレーション技術
- ・ リアルタイム認識技術。



成果物と期待される効果

■ 成果物：データやツールを揃え、サービスを構築しやすい時空間情報基盤

基盤①：

- ・ 3次元形状/移動体情報へのデータアクセス等のAPI
- ・ データ公開サイト

ツール②③：各種時空間情報処理ツール

サービス③：

- ・ 自律移動や混雑緩和
- ・ ナビゲーション
- ・ 人の移動データに基づくコロナ感染シミュレーション

■ 期待される効果：

- ・ 三次元情報に基づいたサービスの生産性向上
- ・ 横展開性の向上
- ・ シームレスな移動の支援
- ・ スマートシティの情報基盤の提供



テーマ名：安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学（先端科学技術研究センター）、パナソニックホールディングス株式会社

再委託先：国立大学法人東京大学（空間情報科学研究センター及び新領域創成科学研究科）、国立大学法人九州工業大学

研究開発責任者：小島 功（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

委託期間：2018年10月～2023年3月

① 産業技術総合研究所

■ PntML: 大規模 3次元地図のための並列バッチ処理基盤

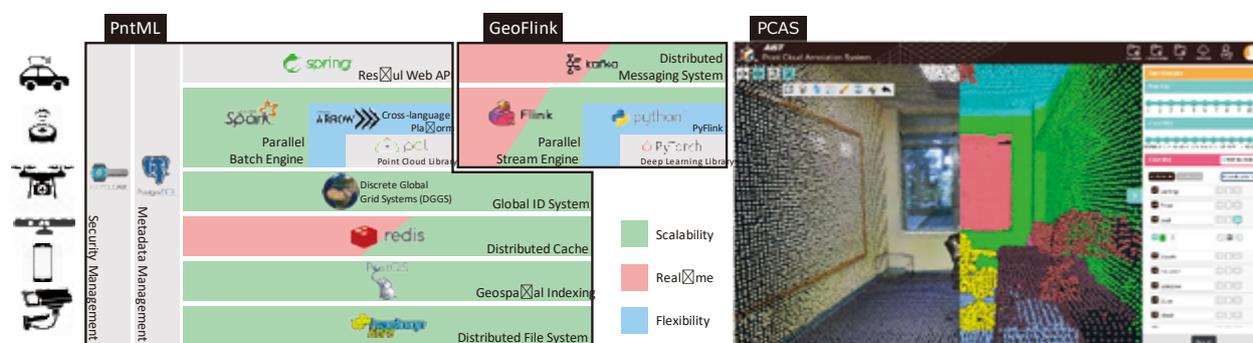
- 点群等の大規模なデータに対する並列処理エンジンを用いたスケーラブルな格納・検索・処理
- グローバル座標を1mmオーダーで表現した長い識別子の効率的なエンコード・デコード
- 偏りのある点群データでも効率的にファイルアクセスするためのファイルサイズの均衡化
- 高度な点群処理を提供する点群ライブラリ (PCL) の並列分散処理フレームワーク

■ GeoFlink: 大規模移動軌跡ストリーム処理基盤

- 大規模な移動データに対する並列ストリーム処理エンジンを用いたスケーラブルなストリーム処理
- グリッド型 (格子状) 索引を用いた不要データの枝刈りによる効率的なストリーム処理
- 一連の処理の流れを記述できるワークフローによる柔軟性・拡張性・効率化

■ PCAS: 点群アノテーションシステム

- 点群データに対する視覚的・直感的なアノテーションを提供するWeb GUI ツール
- 点群の意味情報付与において深層学習を用いた全自動アノテーションとして最先端手法をサポート
- ブラシや3Dモデルを用いた手動選択や統計的手法による自動選択などの多様な点群選択



■ 応用 : PntML/GeoFlinkと連携したロボットの広域自律走行

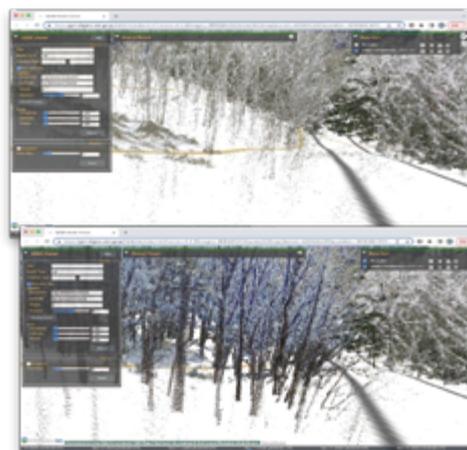
- 指定範囲をロボット用に変換・送信【PntML】
 - 自己位置推定用メモリルックアップテーブル変換
 - 経路探索用占有格子地図変換
- 歩行者情報の利活用【GeoFlink】
 - 各種センサ・ロボット観測人流データを集約
 - 密度分布の現況・予測出力, 経路計画に利用

■ 3次元データセットの整備及び公開サイトによる可視化～提供

- つくば/お台場/柏の葉などの産総研所在地を中心とした3次元データセット
- 3D tilesのような国際標準を活用することで、多様な3次元データセットをWEBブラウザ上で容易登録・検索・閲覧・処理 (https://gsrt.digiarc.aist.go.jp/3ddb_demo/tdv/index.html)



事例1 地下の埋蔵文化財 (奈良文化財研究所)



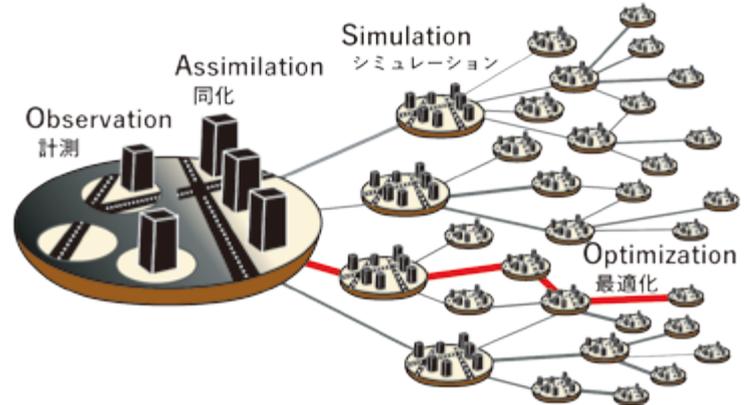
事例2 UAV (上) /地上 (下) の点群統合 (森林総合研究所)

三次元マップに基づく応用（人流解析）

③-1 産業技術総合研究所

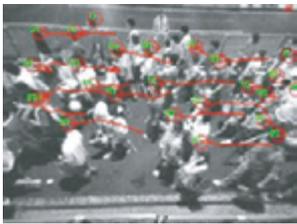
■ 背景と狙い

一部の計測された人流データから現状の全体の状態を推定し（データ同化）、さまざまな未来をシミュレーションすることで、混雑が少ないとか、目的地にたどり着く時間が短いなどの指標を最適化することでより良い介入方法を明らかにする。



■ 成果物と期待される効果

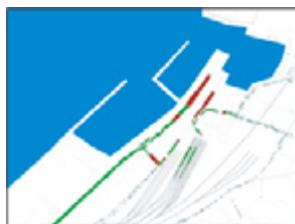
(1) 人流計測技術（カメラやLiDAR）



祭り / 花火大会



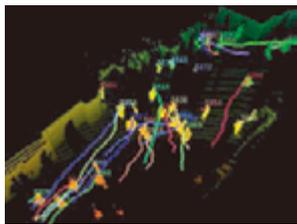
劇場



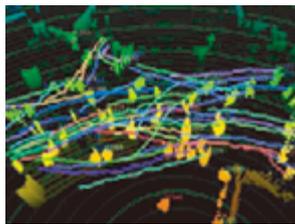
祭り / 花火大会



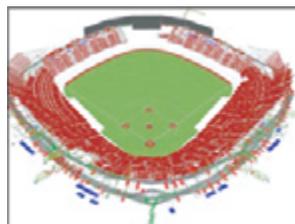
劇場



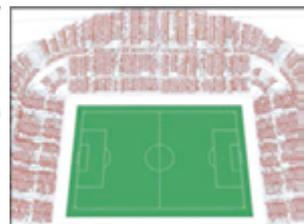
野球場



サッカースタジアム

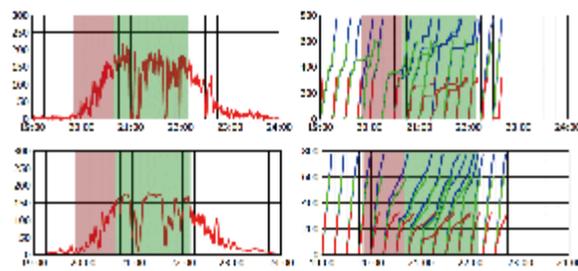


野球場



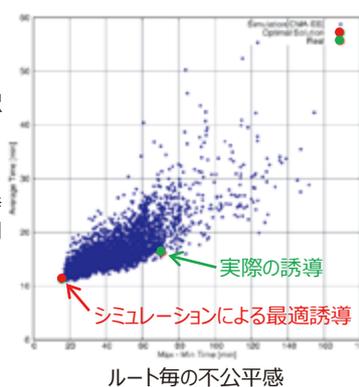
サッカースタジアム

(3) データ同化技術



実際の計測結果（上）とシミュレーションでの再現（データ同化）結果（下）

(4) 人流最適化技術



信号制御を最適化することでルートごとの不公平感が少なくかつ会場から駅までの移動時間が短くなるような誘導を実現

■ 成果物と期待される効果

人流計測、シミュレーション、同化、最適化技術を提供することで快適な街や大規模施設のコンサルが可能。混雑が少なく移動時間が短い誘導方法や安全な避難誘導計画の立案、コロナ禍の大規模イベントにおいて接触の少ない退場方法の検討を実現。



東京ドームに結果を提示

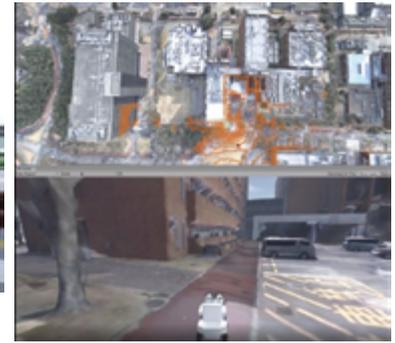
①、③ - 1/2 産業技術総合研究所

■ 3次元マップを活用した自律走行モビリティのシミュレーション技術

現地で実証する前に、サイバー空間で技術テストが実施できる。

期待される効果：

- 実際に走行させる前に走行性を評価できる。
- 安全に走行できるか、危険はないかなどリスクアセスメントできる。

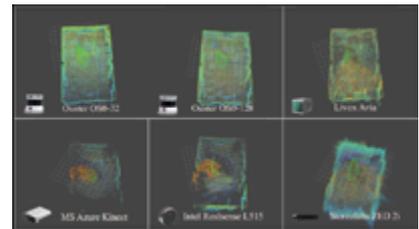


■ 3次元マップを活用した応用支援・地図作成支援ツール

- LiDARによる高精度な地図生成
- カメラのみによるVisual Localization など

期待される効果：

- 安価なセンサで手軽に正しい3次元地図ができる。
- 天候や照明変化に頑健なカメラだけの位置推定ができる。

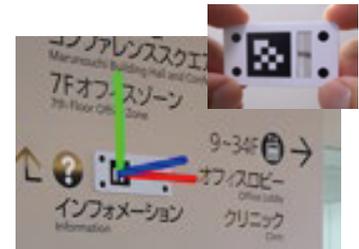


市販センサ、汎用PCの組み合わせでリアルタイム地図生成

3次元地図とカメラ画像のみで高精度自己位置推定を実現
(屋外でも適用可能なことを確認済)

■ 高精度マーカと1台のカメラによる3次元位置・姿勢精密測位システム

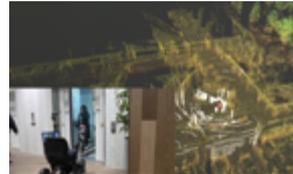
- 高精度平面型マーカと、それを撮影した画像から測位を行うソフトウェア
- カメラ1台で誤差10cm, 1°の3次元・6自由度測位を実現。電力不要
- 測位処理はクラウド上でもオンボード(通信不要)上でも可能
- 慣性センサによる歩行者自律航法(PDR)との融合により、マーカがない区間も測位を継続可能
- 首掛け型ウェアラブルデバイスを用い、ハンズフリー・通信無しでの歩行者の3次元精密測位を実現



■ 実証実験：柏の葉・お台場・各種イベント等での継続的な実験による技術実証



混雑イベントでの自律移動実証



自律移動実証 (柏の葉)



屋内外/複数台の自律移動/遠隔監視 (お台場)

■ 応用事例：3次元マップに基づくオンライン見学システムによる見学行動の分析

- 遠隔地から体験できるVRコンテンツを作成
- 見学者の行動の蓄積と分析により、コンテンツ設計へ活用できることを実証

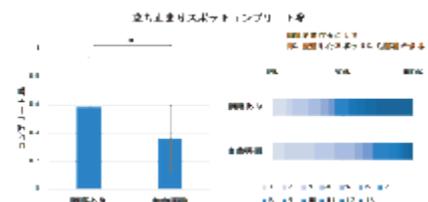
(HCGシンポジウム2022特集テーマセッション賞受賞 <https://www.hcg-ieice.org/hcg-symposium/2022/award/>)



立ち止まりスポット (360度画像+コンテンツ)



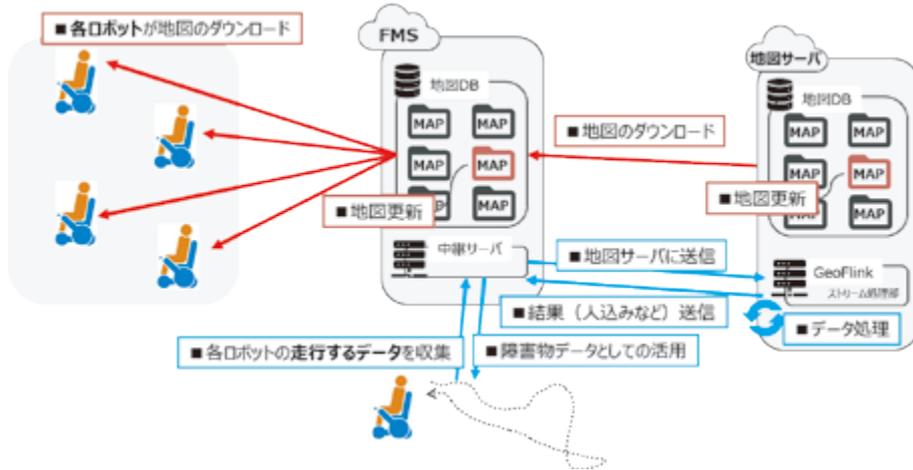
ドラッグ操作で見まわし



時空間情報プラットフォームを活用した自律移動関連技術

③-3 パナソニックホールディングス株式会社

- 時空間情報プラットフォーム（地図サーバ）と自律移動モビリティとを有機的に接続するFMS
 - ・ 時空間情報プラットフォームの地理空間情報を活用し、ロボットを効率的に管理・制御
 - ・ 走行するロボットが取得するデータを時空間情報プラットフォームに収集し、時空間情報プラットフォームへデータを蓄積・活用
- 時空間情報プラットフォーム（地図サーバ）と接続されて自律移動可能なモビリティ
 - ・ アップロード/ダウンロード機能に対応した自律移動モビリティ
- 時空間情報プラットフォーム（地図サーバ）、FMS、自律移動モビリティを活用した歩行者空間活用
 - ・ 地図サーバの更新に合わせた、歩行者空間（主に屋内～建物周辺）での活用を想定したシナリオ構築



搭乗者と周辺歩行者の快適性を考慮した低速移動体の自律移動方略

③-2 東京大学(新領域創成科学研究科)

- 歩行者で混雑する歩行空間を、安全で**快適に自律移動できる**挙動生成モデルとそのパラメータ **快適性を向上させる自律移動方略のポイント**
 - ・ 搭乗者のパーソナルスペース(PS)への周辺歩行者の侵入率(図1)の考慮
 - ・ 周辺歩行者とのインタラクションを考慮した経路計画を可能にする**Middle Path**(図2)の採用

挙動生成モデル (評価関数)	Middle Path	$G_{\text{middle}} = \beta_{\text{goal}} L_{\text{goal}} + \beta'_{\text{inv}} L_{\text{inv}}$
	Local Path	$G_{\text{local}} = \beta'_{\text{goal}} L_{\text{goal}} + \beta'_{\text{inv}} L_{\text{inv}}$
		ゴールに向かう距離 PSへの侵入率
挙動生成パラメータ		$\beta_{\text{inv}}, \beta'_{\text{inv}} (\beta_{\text{goal}} = \beta'_{\text{goal}} = 1)$

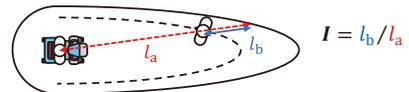


図1 搭乗者のPSへの周辺歩行者の侵入率Iの定義



図2 Middle Pathの概念図

アピールポイント

- ・ バーチャルリアリティ(VR)を活用したシミュレータシステム(図3)を構築し、自律移動時の**搭乗者の快適性を定量的に評価**
- ・ 自律移動中の搭乗者の快適性だけでなく、**周辺歩行者の快適性を考慮**
(従来研究の多くは、搭乗者の快適性のみに注目)
- ・ **三次元マップや人流データから把握できる移動環境の差異(e.g., 通路幅, 歩行者密度, 歩行者流)に適用可能な挙動生成モデルとパラメータの範囲を検討**
(従来研究の多くは、一定環境を想定し、適用可能なパラメータの範囲について検討していない)



図3 VRと電動自転車の実車を活用したシミュレータシステム

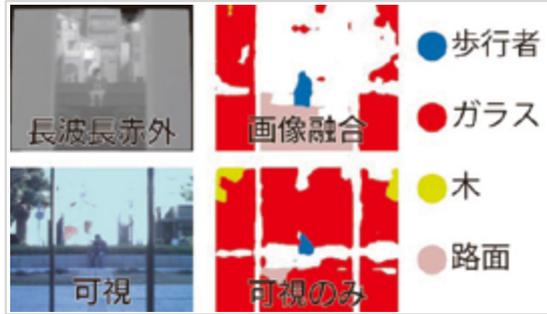
②赤外+可視光センサを用いた高精度認識技術

② 東京大学先端科学技術研究センター

- 可視画像と長波長赤外（LWIR）画像を一つの視点から同じ視野で撮影できる同軸カメラにおいて世界最小・最軽量を実現
 - ・ 可視画像とLWIR画像を同時に撮影
 - ・ 同軸であるため撮影後の位置合せ処理不要



- 特徴の異なる可視画像とLWIR画像の融合によりガラスなどの透明物の存在を推定
 - ・ 可視光で透明な物質であっても長波長赤外では不透明なことを利用
 - ・ 自動ドアの開閉認識に応用可能



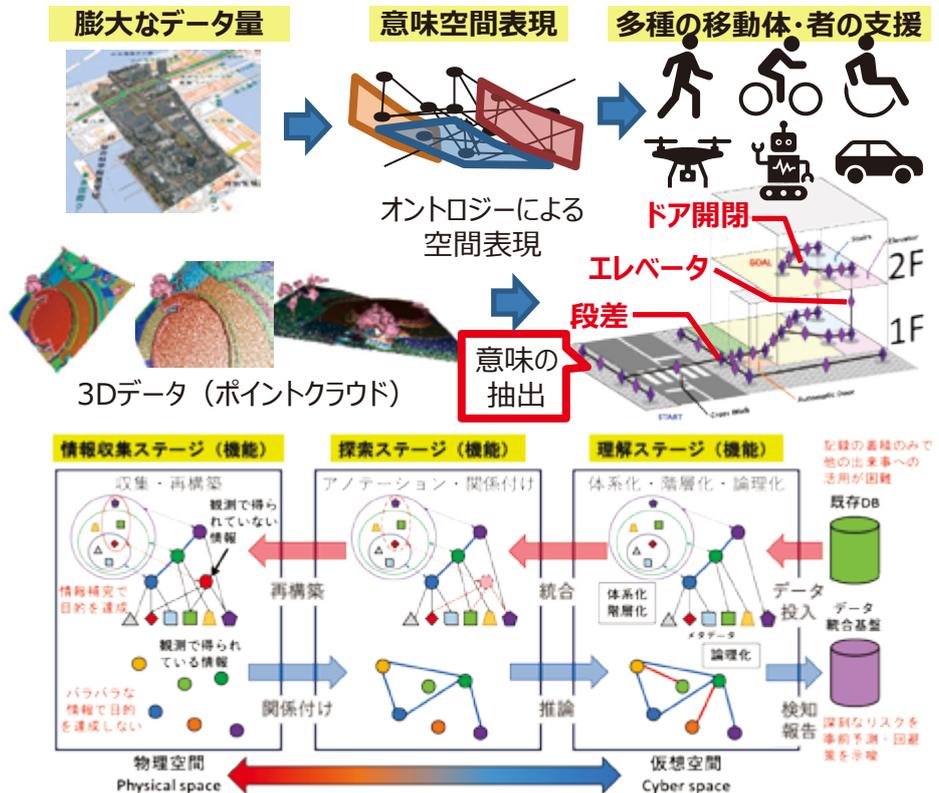
- 移動ロボットに認識機能を付与
 - ・ コンパクトな同軸カメラであるため車輪型・脚型など様々なロボットに搭載可能
 - ・ 従来センサでは難しかったガラスなどの認識機能により移動の安全・安心に寄与



シームレスなDoor-to-Door移動を実現するセマンティックAI

①-4 九州工業大学

- 物理情報ではカバーできない移動体・者への「いつ、だれが、どこから、どこまで、行けるのか？」意味情報の提供
- 断片化したPOIやメタデータの単純接続では担保できない**安全・安心**（車椅子、ベビーカー、身体障害などの制約・条件と環境・サービスを照合する）で、**確実な**（3D移動空間上に破れや漏れがない）移動支援
- 複数移動体・者の空間上の**相互作用**（衝突などのリスク回避）の**調停・合意形成**の自動化



空間の移動

AI 技術を搭載した「落ちない / 落ちても安全」なドローンの実現

背景と狙い

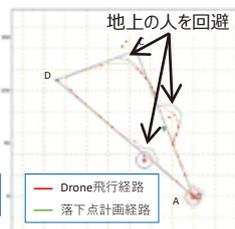
都市部での荷物配送など、第三者上空飛行を実現する次世代ドローンの目標が2022年に設定され、機体の信頼性のほかに**操縦者が行ってきた高度なトラブルシューティング機能**の実装が必要となります。

本研究開発では、革新的ドローンAI技術を3つのフェーズに分け、サイバー・フィジカル研究拠点間連携による段階的な研究開発の中で、利活用事業と連携したPoCによる逐次評価を行います。

- ▶フェーズⅠ：物体認識の枠組みによる**人・車両の認識により安全を確保する「自律運航AI技術」**
- ▶フェーズⅡ：機器故障に起因する**異常を検知・判断する「故障診断AI技術」**
- ▶フェーズⅢ：機器故障時に環境認識により**無人地帯を選択して安全着陸する「緊急着陸AI技術」**

取り組み内容とAI技術適用

【自律運航AI技術】 高高度(～100m)から地上の人・車両を認識し、**リアルタイムに回避ルートを生成しながら安全に飛行を継続するAI技術、突風等の外乱やパイロートの揺動に対しても頑健に姿勢を保持できる姿勢安定化制御技術**を開発しています。



【故障診断AI技術】 フライトログデータに対して事前に統計的解析を行い、機体異常に関連する複数の入力センサ情報を特定。特徴抽出にAI手法 (LSTM)、識別にロジスティック回帰を用いることで**機体異常の早期検出を可能とするAIフレームワークを開発**しています。

【緊急着陸AI技術】 機体の異常を検出した際に**安全に着陸可能な領域を推定する、セマンティックセグメンテーションを用いたAI手法を開発**しています。

成果物と期待される効果

出口戦略として、機能とユースケースの分析を実施しています。本研究開発で開発される技術の適用先として、物流、警備、設備点検(私有地、公共地)、農業、災害現場を想定して研究開発を進めています。

	本技術にもとづく自律飛行ドローンの機能				
	事前に設定した経路の自動飛行は実用化されているが、自律的に経路を修正する機能を追加	飛行中に視野に入った情報から、人や障害物を認識して自動で回避	建物の傍や悪天候でも機体を制御する機能	機器故障に起因する異常を検知・判断する	機器故障時に環境認識により無人地帯を選択して安全着陸する
	経路自律生成	障害物検知・回避	外乱下の姿勢制御	故障検知	緊急・安全着陸
物流	◎	◎	◎	◎	◎
警備	○	○	◎	○	
設備点検(私有地)	○	◎	◎	◎	◎
設備点検(公共地)	○	◎	◎	◎	
農業		○	◎		
災害	○	◎	◎	◎	○

テーマ名：サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発

委託先：国立大学法人東京大学

再委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社日立システムズ、イームズロボティクス株式会社

研究開発責任者：土屋武司(国立大学法人東京大学)

委託期間：2018年6月～2023年3月

AI搭載ドローンの開発



アーム折り畳み時



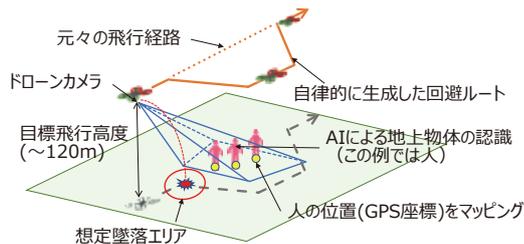
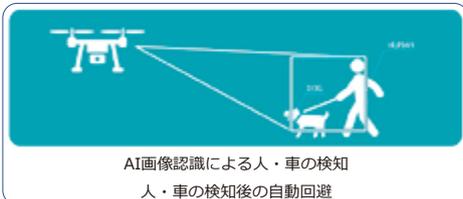
- ・AIを搭載し、物流用途で安全に自律飛行が行える機体を開発。製品化を目指す
- ・空気抵抗を考慮した設計により一定速度での飛行時に5%の飛行距離の延長が可能に
- ・型式認証1種取得を目指す

【仕様】

軸間	1500mm
全長	1388mm
重量	9kg
最大離陸重量	24.9kg
飛行時間	17分
飛行距離	24km



無人航空機レベル4 飛行の安全に貢献



人上空回避の仕組み

100mの高度から地上の人・車両をAIで認識し、自律的にその上空を回避しながら飛行を継続可能な自律運航AI技術、LTE通信を利用した超遠隔モニタリング・操作IFを開発

1. ジンバルカメラを用いて飛行経路上を走査し、人・車両等を事前にAIで検出。想定墜落エリアに人が存在する場合には自動的に回避ルートを生成し安全に飛行を継続
2. 着陸地点近くの着陸パッドをAIが認識し、人の有無を確認しながら着陸パッド位置に自動で着陸
3. LTE通信を利用して、リアルタイムの機体映像表示、地図・ルート表示、高度・速度グラフ表示、機体状態表示、インタラクティブ操作が可能な遠隔モニタリングシステムを開発



開発したAI搭載ドローン(物流用)



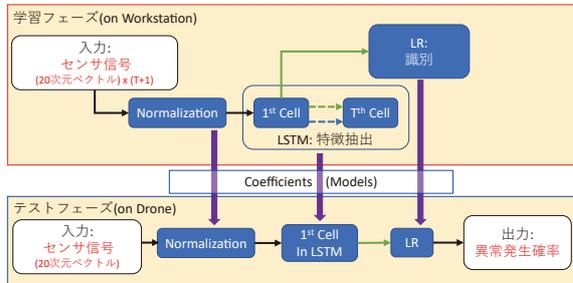
地図データ©2022 Google,
画像©2022 Maxar Technologies
AIドローン遠隔モニタリングシステム



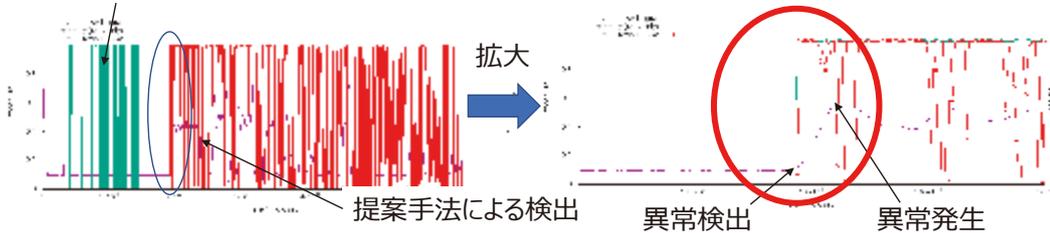
着陸パッドの認識と自動着陸

故障診断AI技術の研究開発

LSTM(Long Short-Term Memory)をベースとした**故障診断AIシステムを開発**している。飛行ログデータ(20次元)をLSTMで特徴抽出し、ロジスティック回帰で識別を行う故障診断システムを構築しており、従来手法と比較して誤検出が少なく、また異常発生よりもわずかに前に異常を検出することができる。現在、**ドローンアナライザー**(大分県産業科学技術センター、ciRobotics株式会社)を用いた飛行ログデータ取得による故障検知AIの学習、学習済み故障検知AIをドローンアナライザ上の機体に搭載し、模擬故障時の検知性能の評価を進めている。



重回帰分析のみの場合の誤検出



緊急救着陸AI技術の研究開発

緊急救着陸が必要になった場合の安全着陸技術として、**1) AIを用いた安全着陸領域推定手法**、及び**2) 緊急救着陸可能領域への安全自動着陸技術**の研究開発を進めている。

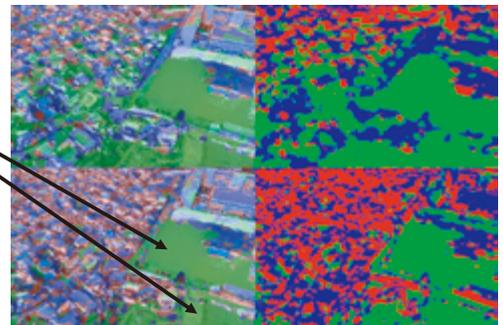
1)においては、セマンティックセグメンテーションにて、ドローンが安全に着陸できる水平領域を推定するAIを開発している。日本の風景画像における学習データ不足に対して、3D地図より水平平面を自動抽出することにより、大量の学習データの生成を可能にした。

2)については、物流等で事前に複数の緊急救着陸可能領域が設定されている場合や、1)で安全着陸領域が推定された場合において、機体故障など緊急状態が検知された際に自動で近い安全着陸領域を選択し、さらに領域内において人のいない空白場所に自動で着陸する技術を実現した。

学校のグラウンド、空き地を水平面 (Horizontal)として推定



Small



Input + HVO

HVO
(Horizontal, Vertical, Others)

セマンティックセグメンテーションを用いた安全着陸領域の推定

これまでに実施した実証試験と概要

■ 南城市総合防災訓練 緊急物資輸送試験



災害対策本部（城市役所）
・人、車検知状況を
モニタ表示



2021年11月2日に沖縄県南城市において、マグチュード9の地震を想定した南城市総合防災訓練に合わせて、南部東道路における車両多重事故想定現場へのAIドローンによる緊急物資輸送試験を実施した。

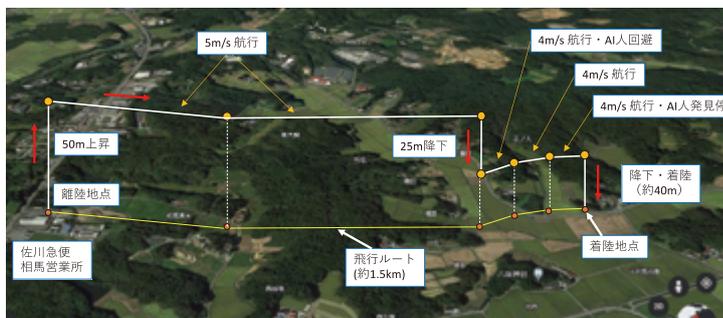
■ 橋梁点検におけるAIドローンの活用実証試験

2022年1月28日に福島ロボットテストフィールド 試験用橋梁施設において、開発した自律運航AIの機能(人・車・着陸地点の認識及び人上空自律回避、自動着陸等)を橋梁点検に活用した場合の公開実証試験を実施した。

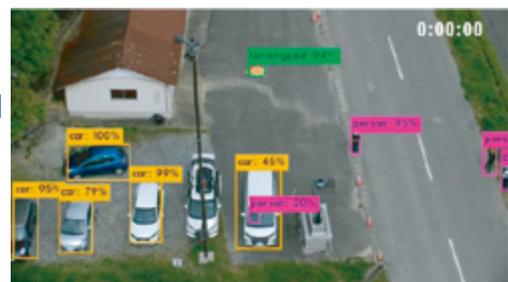


■ 物流配送におけるAIドローンの活用実証試験

2022年5月11日に南相馬市において、少人数で低コストかつ簡単に運用できるドローン物流の実現を目指し、必要最小限の補助者や監視者（将来的には補助者無し）のみの運用を可能にしたAIドローンによる物流実証実験を佐川急便株式会社と共同で実施した。往路では佐川急便相馬営業所で広報誌等の市の刊行物を模した荷物をドローンに搭載し、柚木公会堂まで約7分間(約1.5km)の飛行をしながら、AI機能による人物検知・ホバリング停止、着陸地点における着陸パッドへの自動着陸を実証した。



TerraMetrics Data S10, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO©2022 Google



着陸地点におけるAI認識の様子

AIの判断根拠を言語で説明する

背景と狙い

自動運転のように安全性が問われる応用分野にAIを活用するためには、**AIを用いることで生じるリスクを正しく評価する必要があります**。AIがブラックボックス（判断根拠が不明）であると多くの試験を行う以外にリスクを評価することは難しいですが、AIの判断根拠が言語化できれば事前にリスクを評価することが可能になります。そこで本研究開発では、判断根拠を言語化する技術開発を行います。

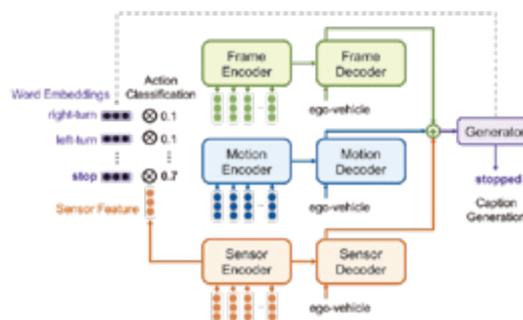
取り組み内容とAI技術適用

「利用者とAIが判断根拠を共有する技術」の開発では、自動運転を対象としたAIの判断根拠の言語化技術を開発し、**AIの判断根拠を言語化することで、AIの安心感・説得力を増し、AI活用の場を広げることを**目指しています。マルチセンサーの時系列信号である走行信号に内在する環境・車両・運転の相互関係を言語に変換するために、機械翻訳システムに利用されるトランスフォーマーのような注意機構を持つエンコーダー/デコーダー技術を適用しています。

実験性能

実験設定	BLEU-4	ROUGE-L	CIDEr	平均文長 (語数)
学習：一般道 テスト：一般道	0.868	0.881	2.330	14.1
学習：一般道 テスト：西新宿（自動）	0.176	0.433	0.062	11.9
学習：一般道・西新宿 テスト：西新宿（自動）	0.680	0.683	0.883	28.8

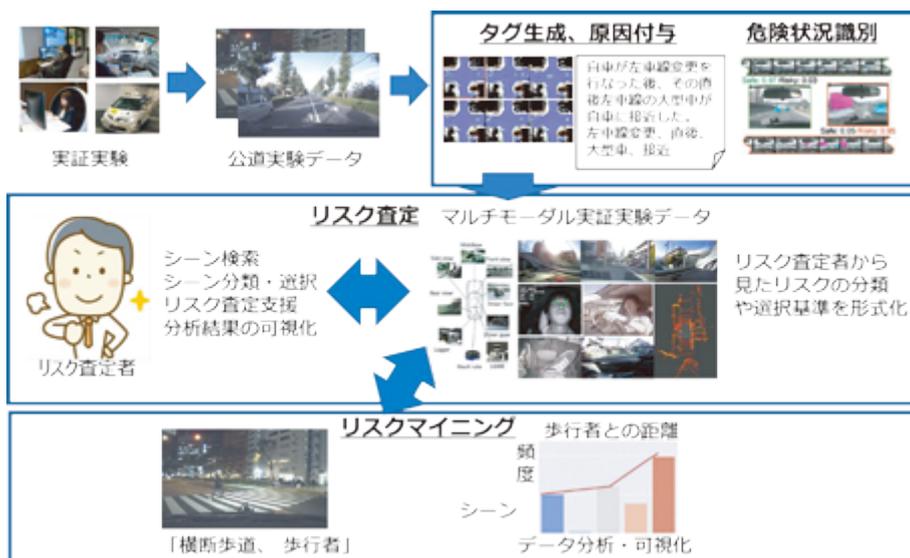
- **BLEU**： 機械翻訳の評価において、最も広く用いられている自動評価尺度
参照訳（正解）と翻訳結果を比較してどれだけ類似しているか、翻訳の精度を評価
- **ROUGE**： 要約生成等のモデルの評価に広く利用される評価指標
人間の作成した要約とシステムが作成した要約との一致度を測る指標
- **CIDEr**： 画像に対するキャプションの生成モデルに対する評価指標
キャプション生成とは入力画像に対して説明文を生成するタスクのことで、
正解キャプションと生成キャプションから生成キャプションに対する評価値を算出



状況説明文を生成するネットワーク

成果物と期待される効果

自動運転に予見される危険を言語化し、**類似の状況を検索したり分類・可視化することで、リスク査定者を支援し、実証実験や本格サービスを支援することで、自動運転の普及を加速します。**



テーマ名：判断根拠を言語化する人工知能の研究開発

委託先：国立大学法人東海国立大学機構

再委託先：損害保険ジャパン株式会社、株式会社 Human Dataware Lab.、名古屋鉄道株式会社、株式会社日立物流、ミナミホールディングス株式会社

研究開発責任者：武田一哉（名古屋大学）

委託期間：2018年5月～2023年3月

●日米協調研究の成果

- 対面での研究報告会（ワークショップ）の開催：
日時：2022年6月28,29日
会場：テキサス州立大学ダラス校（UTD）
内容：教師無し表現学習の応用を中心に議論。
- オンライン研究報告会の定期開催：
チームメンバー間で進捗を共有する研究報告会を開催し、ネットワーク構造の最適化DFSTの活用などの示唆を得た。（四半期ごとに開催）
- 国際ワークショップの開催：
IEEE ITS Society 主催のIntelligent Vehicle symposium（IV2021）に併設して、ワークショップ（IV Workshop on Explainable AI for AD）を開催し、関連分野の研究者と議論した。



2022年6月28,29日UTDワークショップ

- ジョンスホプキンス大学、カーネギーメロン大学（JHU、CMU）：
✓ 系列処理用のオープンソース ESPnet の共同開発（4.4k start@Github）
✓ 国際ベンチマーク DCASE-task 4（特定信号検出）で21チーム中トップ、国際ベンチマーク DCASE-task 2（異常信号検出）で40チーム中5位（HDL）、国際ベンチマーク DCASE-task 6（信号言語化）で13チーム中7位



- テキサス州立大学ダラス校（UTD）：
✓ 車内音響信号コーパスの共同開発（米国30種類の車両で収録）
✓ 書籍の共同出版（2022予定）

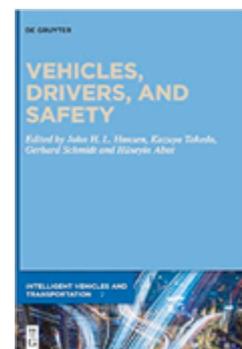


- オハイオ州立大学（OSU）：
✓ OSU/TDAI Fall Forum シンポジウムにて研究発表
✓ Dr. Anish Aroraら共同研究の打診。



●共同研究成果発表（論文・書籍・国際会議）

- OSU: 6件
✓ Yurtsever, Ekim, et al. "A survey of autonomous driving: Common practices and emerging technologies." IEEE Access 8 (2020): 58443-58469 (680ref/2yrs) .
✓ Naren Bao, et al. "Data-driven Risk-Sensitive Control for Personalized Lane Change Maneuvers," in IEEE Access, Jan. 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3163267 (Thesis) .
- JHU:18件
✓ Lei Zhou, Liang Ding, Kevin Duh, Shinji Watanabe, Ryohei Sasano, Koichi Takeda: "Self-Guided Curriculum Learning for Neural Machine Translation," IWSLT 2021
- UTD: 2件
✓ John H.L. Hansen, Kazuya Takeda, Gerhard Schmidt and Huseyin Abut (eds.), "Vehicle, Drivers and Safety." De Gruyter (2020), 同署のvol3 を共同編集集中

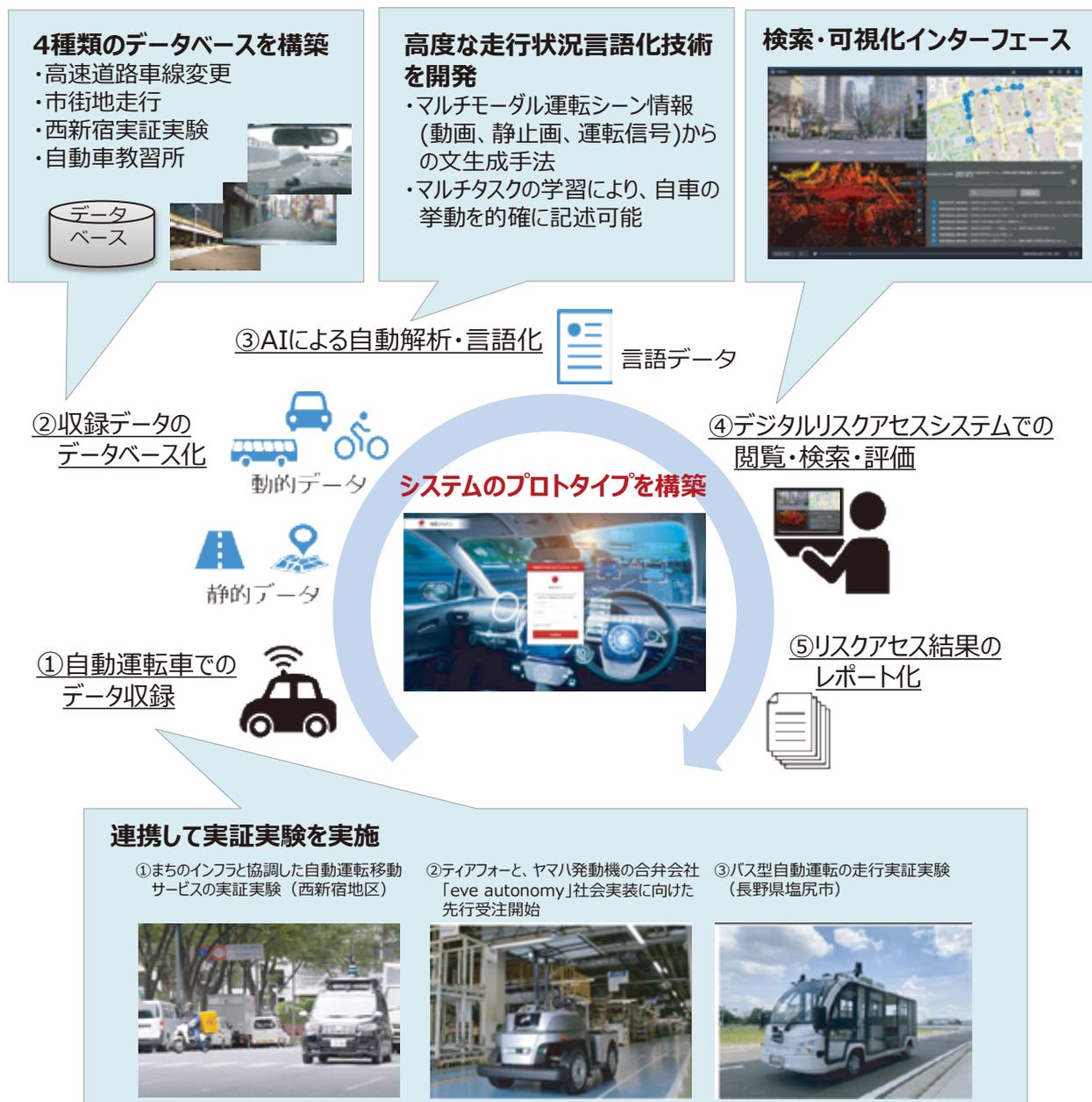


●デジタルリスクアセスメント事業

自動運転に予見される危険を言語化し、類似の状況を検索したり分類・可視化することで、リスク査定者を支援します。今後本格化する自動運転の普及において自動運転の実証実験や本格サービスを支援する、デジタルリスクアセスメントシステムのプロトタイプを構築し、安心して安全な自動運転社会を実現します。

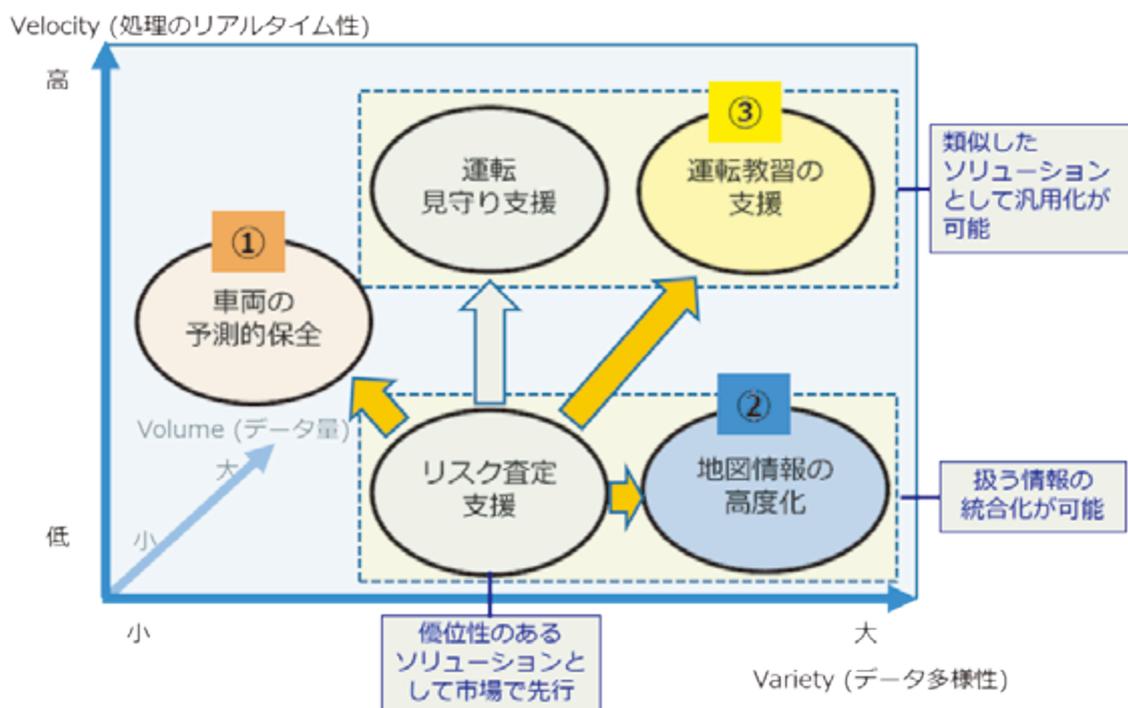


●デジタルリスクアセスメントのワークフロー（試験導入）



今後の展開

- 自動運転の社会受容性向上にも貢献できると考えています。
- 自動運転の社会実装を支えるためには、「環境を理解し経路を生成するAIの安全性」だけでなく、様々な観点でリスクへの対応が必要です。デジタルリスク査定支援を中心に他の3領域の応用に向けた技術開発を推進しています。
 - ① 車両の予測的保全（車両の運用保全）
 - ② 地図情報の高度化（インフラ保全）
 - ③ 運転教習の支援（遠隔監視、運転者の運転能力）



① 車両の予測的保全

車両の故障の予兆を言語化し、突発的な故障を防ぐことのできる予防保全技術への応用を目指しデータセットを作成



② 地図情報の高度化

白線のかすれなど危険となりうる環境事例を自動判断し言語化・検索を実現可能な技術を確認するためのデータセットを作成



③ 運転教習の支援

自動車教習において言語化技術を利用し、教習時の危険状況を言語化、受講者にフィードバックする技術を構築



自動運転社会でもリスクの要因は不変、総合的なリスクマネジメントが不可欠

技術のリスク

(車両・道路・人)

制度

(法・効率・環境負荷)

経済的担保

(リスクマネジメント)

背景と狙い

日本の道路では、中央の交通管制センターと端末交通信号機が通信回線で接続されている**集中制御方式の交通管制システム**によって**高度な交通制御**が実現されますが、車両感知器、信号制御機、有線の通信回線、大規模な中央制御装置など**維持管理コストが膨大**です。また、中央と接続されていない**非集中制御方式の交通信号機も多数**存在し、十分に有効な交通制御ができない箇所も多数あります。

本研究開発では、画像などを用いた**IoTセンサ**や、車両や携帯機器などの位置情報にもとづく**プローブ**などにAI技術を適用して交通信号制御に活用できる**情報を生成**し、またAI技術を用いて**適応型の自律・分散交通管制方式を確立**し、低コストで高度な「**軽やかな交通管制システム**」を実現することを目的としています。

取り組み内容とAI技術適用

AI技術を用いたデータ生成技術開発

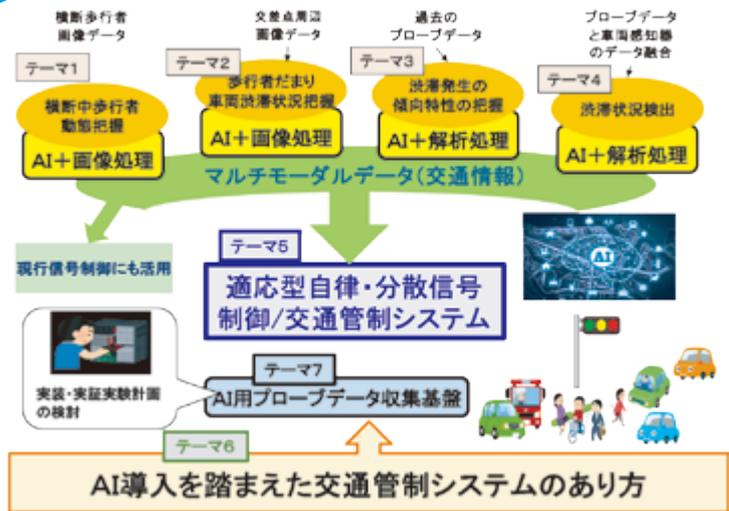
- ・横断中歩行者の動態把握
- ・歩行者だまりや車両渋滞状況を把握
- ・過去プローブデータにより渋滞発生の傾向特性を把握
- ・プローブと車両感知器の**データ融合**で渋滞状況を検出

適応型自律・分散信号制御システムの開発

- ・強化学習による広域制御**パラメータ獲得**とその最適化
- ・センサー未設置区間の**交通流を動的に予測**
- ・個別**交差点制御**を最適化

実道路を用いた開発システムの実証と実導入・普及策の検討

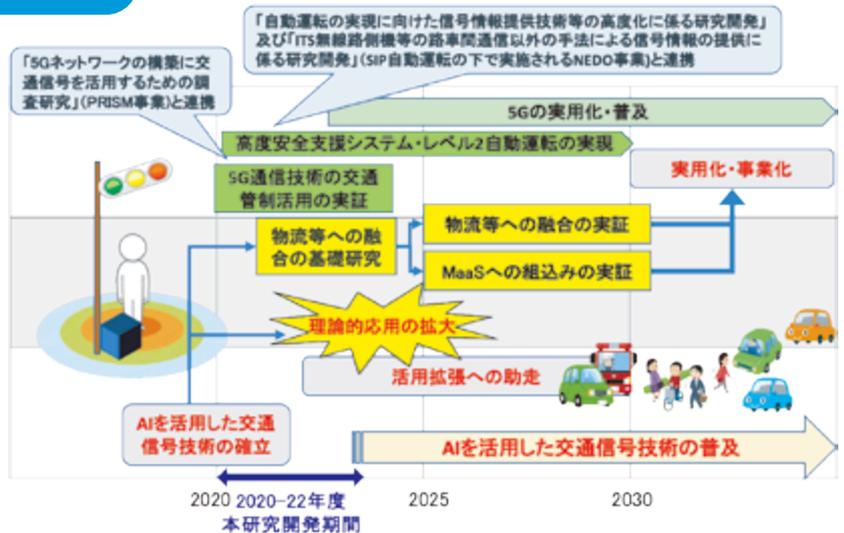
- ・現行交通管制システムへの開発技術の**適用**
- ・**実道路交通環境**における**実証実験**を実施
- ・開発システムの**実導入・普及策**を検討



成果物と期待される効果

本研究開発により、AI技術活用による**低コストで高度な交通信号技術**を確立するとともに、内閣府SIP(自動運転)や、PRISM (5G交通信号)とも連動して、自動運転や高速大容量通信の**Society5.0**時代に相応しい道路交通管制システムへ既存システムを脱皮させます。

全国で渋滞を軽減し、システムの**維持管理コストを低減**させ、低成長社会でも**サステナブルで安全・安心な道路交通社会**、さらに物流や公共交通をサービス**統合**させたMaaSの実現に貢献します。



テーマ名：人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発

委託先：国立大学法人東京大学、学校法人慶應義塾、国立大学法人千葉大学、国立大学法人東北大学、国立大学法人北海道大学、日本無線株式会社、日本電気株式会社、住友電気工業株式会社、一般社団法人 UTMS 協会

研究開発責任者：大口 敬 (国立大学法人東京大学)

委託期間：2018年6月～2023年3月

テーマ1 センサフュージョン型センサ端末の開発

テーマ1では、A Iを用いた画像認識技術と、位置・速度を計測するレーダをセンサフュージョン技術により組み合わせた横断歩行者監視センサ端末を開発しました。

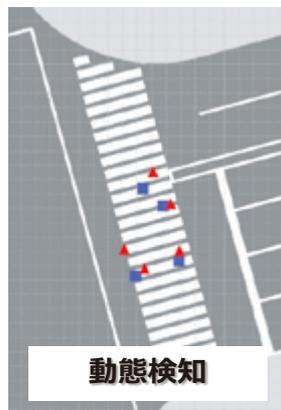
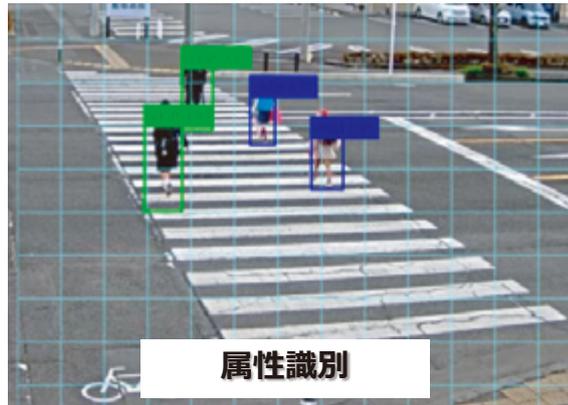
一般的に、画像認識技術を用いたセンシングは、降雨や明るさ等の撮影環境による影響が大きいこと、あるいは精度の高い位置計測が期待できないことに課題があります。そこで、本テーマではA Iによる画像認識センサ技術と測位センサ（レーダ）とを組み合わせたセンサフュージョン技術を開発し、撮影環境が悪化した場合の横断者検出を可能にしました。また、横断者の属性（「大人」「子ども」「杖」など）の分類と精度の高い位置計測が同時に行えることで、多角的な情報収集を可能にしました。

レーダセンサを用いた横断者の動態検知（横断者カウント、位置・速度検出、横断時間予測）については、目標とする95%の横断者検知性能が得られました。

また、夜間や雨天の影響で横断者の属性分類が行えない時もレーダセンサにより横断者の位置、速度を取得できることを確認しました。

本研究により、横断中の人数のみならず、横断者の位置と属性のほか、横断完了予測時間といった多角的な情報を出力できることが可能となり、横断者の安全に配慮しながら、自律分散型信号制御の高度化に活用できる交通情報の取得が可能となりました。

今後は、精度評価や改善を進め、横断歩行者監視センサ端末の製品化を目指していきます。また、高速道路の逆走探知システムなどの監視用途にも展開するとともに、施設監視や侵入者検知など幅広い用途への応用も検討していきます。



横断者数 5 人
横断完了予測時間 12 秒
平均横断者速度 5.6 km/h

attribute	x (m)	y (m)	speed (km/h)	Image-x (m)	Image-y (m)	Cluster-x (m)	Cluster-y (m)
adult	0.5	15.8	5.5	1.1	15.3	0.5	16.2
child	-1.9	17.0	5.5	-1.9	16.3	-2.0	17.2
child	-1.3	20.3	5.5	-0.8	20.2	-1.3	20.4
adult	-0.1	22.5	6.4	0.6	21.4	-0.4	23.0

横断者情報
(センサーフュージョン結果)

テーマ2 映像解析による歩行者・自動車の停滞状況把握技術の開発

技術的成果

交差点に設置したカメラの映像より、横断歩道前の歩行者（歩行者だまり）人数、および交差点進入路の車線ごとの車両滞留数を種（大型車・普通車）別に計測します。物体検出と追跡の組み合わせにより、相互隠蔽する物体を高精度で計測することが可能です。これにより、自律分散信号制御における信号サイクルごとの灯色時間決定の高度化に寄与します。

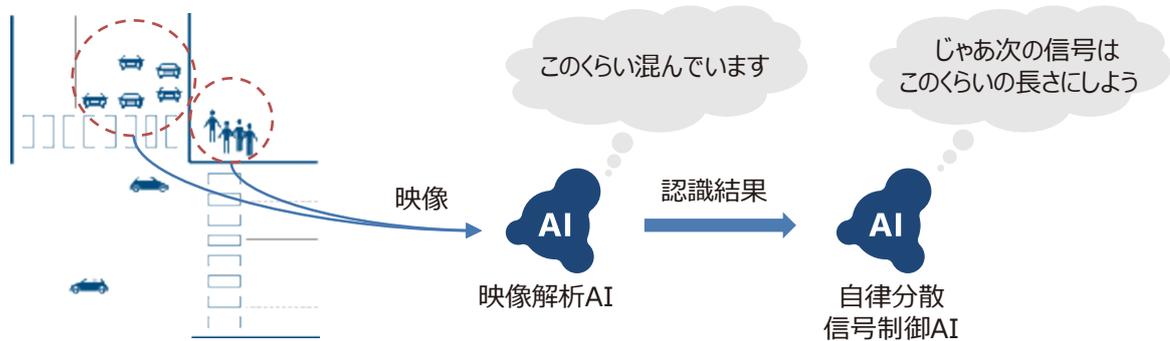
歩行者認識結果例



車両認識結果例



社会実装イメージ

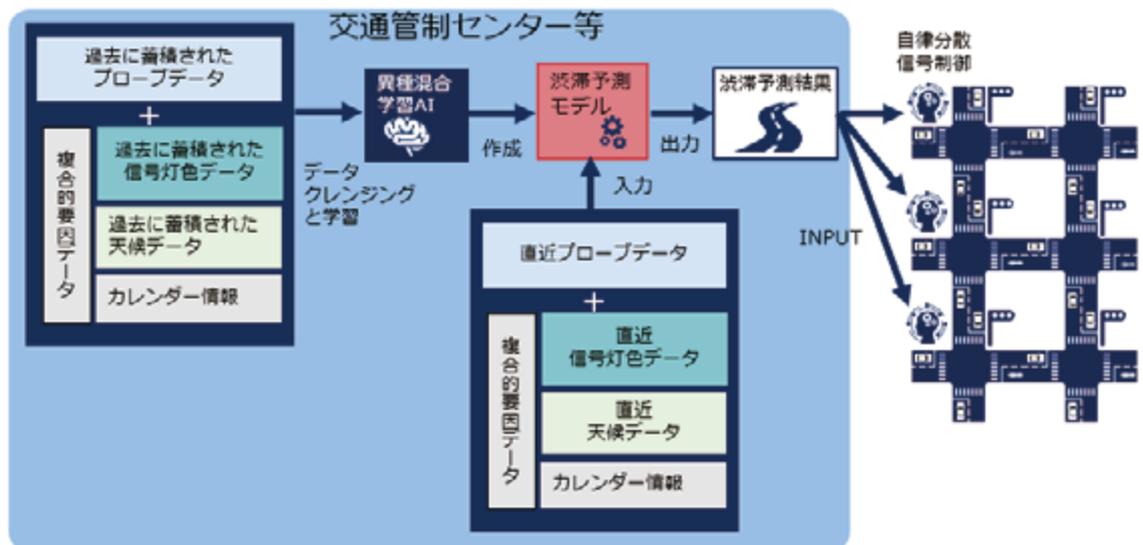


テーマ3 AIを活用したプローブ情報による渋滞予測法の開発

技術的成果

車両から送信されるプローブデータに加えて、信号灯色データ、天候データ、カレンダーデータといった渋滞に影響を及ぼすと推定される説明変数を組み入れた渋滞予測モデルを作成し、複合的な要因を考慮した渋滞予測を実現します。これにより、自律分散信号制御範囲やその周辺域での交通渋滞予測が可能となり、自律分散信号制御を補間するINPUTデータとして寄与します。

社会実装イメージ



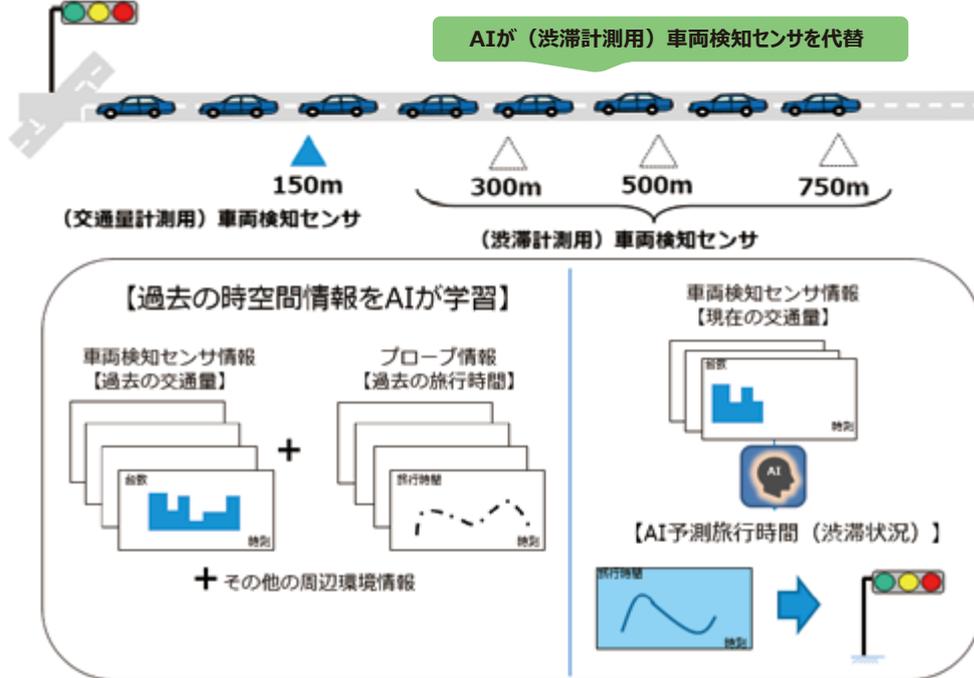
テーマ名：人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発

テーマ4 プローブデータと車両感知器のデータ融合

「AI技術を活用して、プローブ情報とセンサ情報の融合に基づく、信号制御の高度化を図るための研究開発」

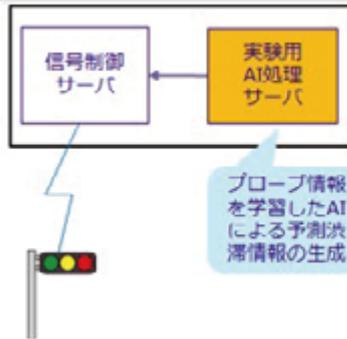
目的と期待効果

信号制御に用いられている渋滞計測用の車両検知センサをAIが代替することにより、車両検知センサ数を削減、低コストで効率的な信号制御を実現する

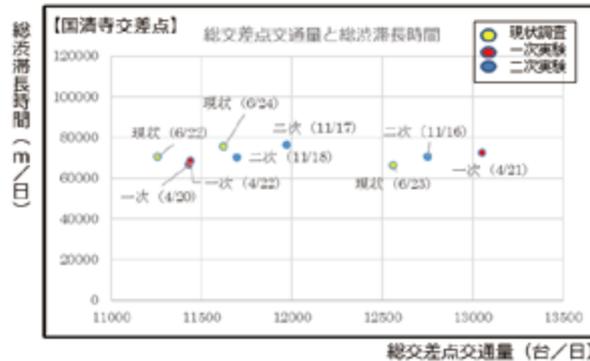


実証実験結果

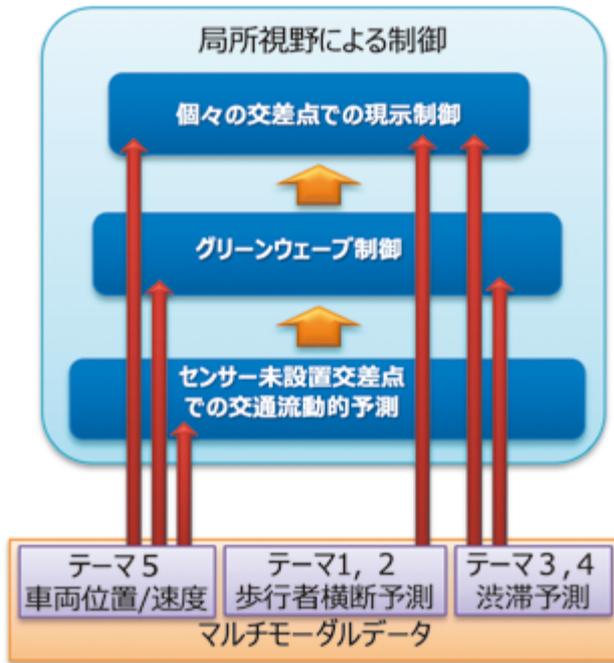
岡山県警察本部交通管制センター



岡山市内で実施したフィールド実証実験結果より、車両検知センサを半減しても、従来と同等の信号制御性能が確認できた。

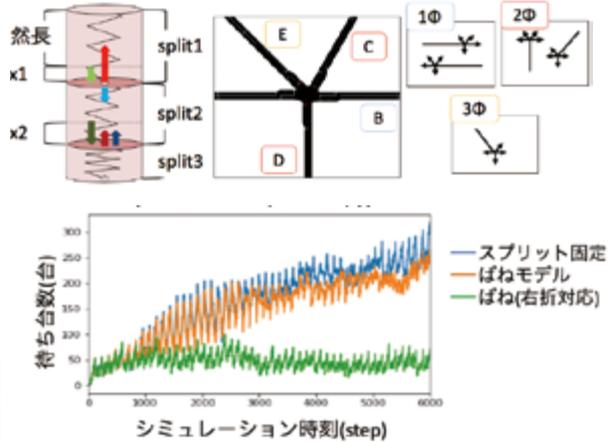


テーマ5 自律分散型交通信号機制御システムの構築



個々の交差点での現示制御

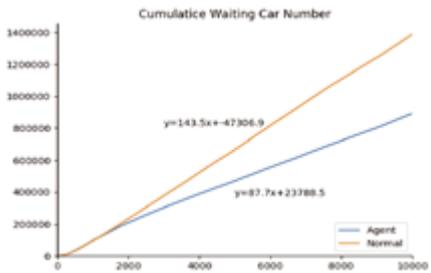
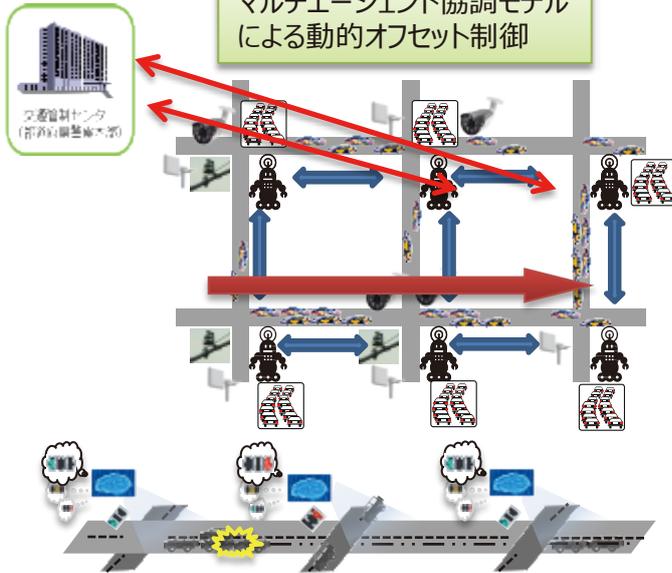
力学モデルによるスプリット制御複雑な交差点形状や右折専用レーンにも対応



右折レーンに対応することで、状況により10%から70%の効率化をシミュレーションにて確認

グリーンウェーブ制御

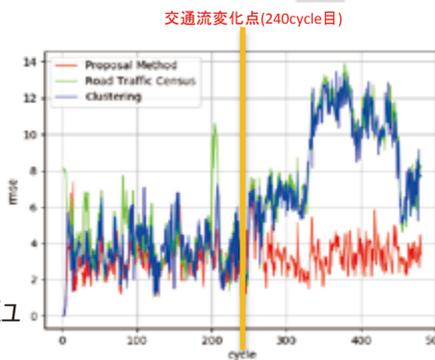
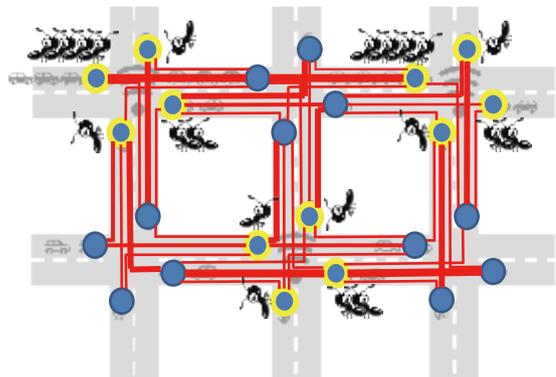
マルチエージェント協調モデルによる動的オフセット制御



動的な連携と解除を可能とすることで、シミュレーションにて30%以上の効率化を確認

センサー未設置交差点での交通流動的予測

群知能アルゴリズムによる交通情報補間システム



群知能型の最適化手法を応用した、近隣の交通量からのセンサー未設置交差点での交通量を推定方法を提案

交通流の動的変化に対応した補間が可能であることを確認

空間の移動

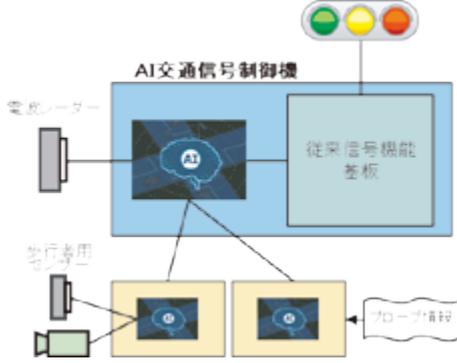
実道路による実証実験・社会実装に向けて

実道路による実証実験

2022年3月から、警察庁と静岡県警察本部の協力のもと、静岡県下12カ所の交差点で実道路における実証実験を実施しています。

実証実験では、従来の高度な集中制御方式の交通管制システムと同等以上の「軽やかな交通管制システム」を低コストで実現することを目標とし、交差点での信号制御性能や平均旅行時間の短縮、横断歩道などでの歩行者の把握検証を行い、現状の信号機に比べて15~20%程度の平均旅行時間短縮による時間便益の向上とCO2削減への貢献が期待されています。

本事業により、自動運転や高速大容量通信の実現をはじめとするSociety 5.0時代に求められる交通管制システムの確立を目指します。



【AIを搭載した交通信号制御機】

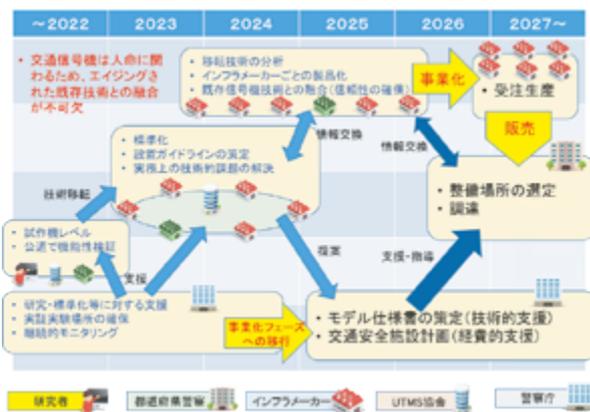
〔従来の交通信号制御機を改修し、新開発のAIユニットを追加した構成〕



【AI交通信号機の設置状況】

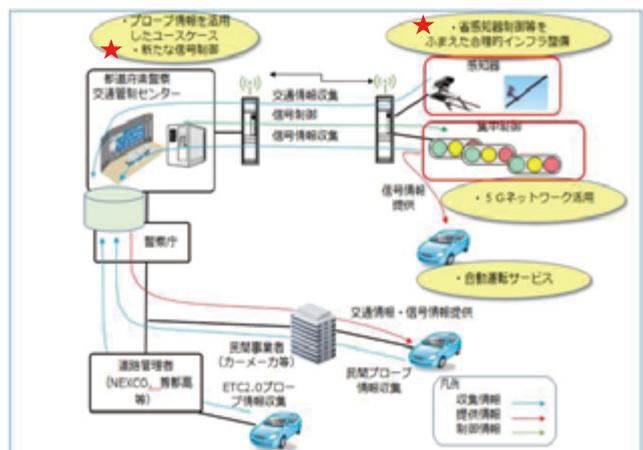
社会実装に向けて

- AIを活用した交通信号技術の普及と事業化
本研究開発によるAI技術活用による交通信号技術の標準化作業を通じて、交通信号メーカー等への技術の移転、生産性の向上及びシステム設置・維持コストの低減を図り、分散協調型の交通信号制御機の普及を図ります。



【実用化に向けたロードマップ】

- 新たな交通管制システムのイメージ
本研究開発の成果であるAIを活用した信号制御技術が、新たな交通管制システムのプラットフォームとして位置づけられることを目指します。



★本事業の成果の活用

【2025年頃の交通管制関連システムイメージ※】

※ 警察庁「今後の交通管制の在り方に関する調査研究」2021年度成果報告書

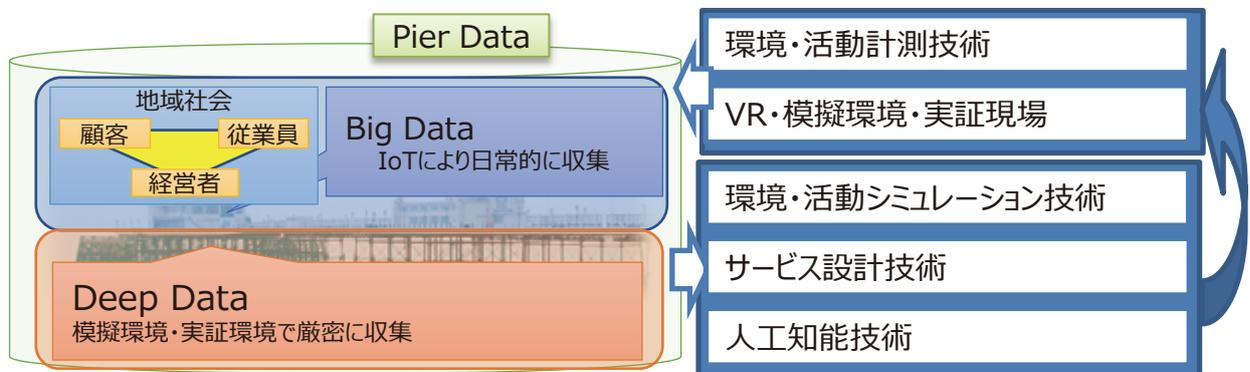
背景と狙い

労働人口の減少と物流ニーズの爆発的な増加により、現代社会の基盤となっている物流サービスが危機的な状況にあることから、物流現場の効率的な運営と新たな付加価値の設計による物流サービスの再設計が喫緊の課題です。

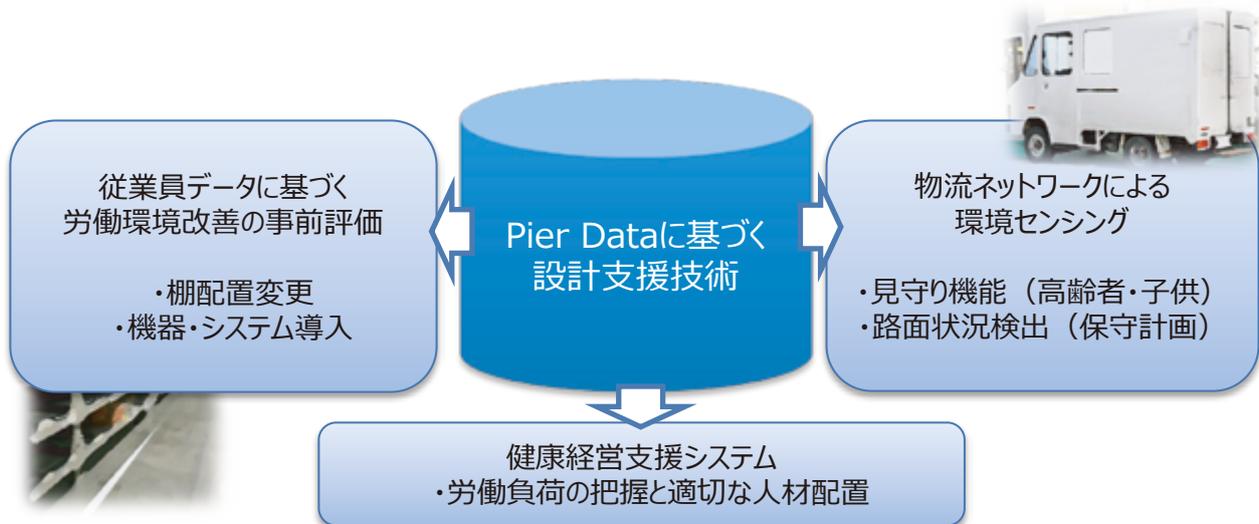
物流サービスプロセスの定量的な把握と、その分析結果に基づくバリューチェーンの設計支援を目的とし、物流現場の業務データとして得られる「ビッグデータ」と、詳細な人間データである「ディープデータ」を体系的に整備することで、物流サービスプロセスのモデル化に活用する「ピアデータ」の構築を目指しました。

取り組み内容とAI技術適用

本研究開発では実用的な学習結果を得る上で不可欠なデータベース構築のための計測技術、物流サービス現場の労働環境改善を通じたQuality of Workingと生産性の向上と新サービスの設計を支援するシミュレーション技術・サービス設計技術を実証し、AIによる学習基盤となるピアデータを構築しました。



成果物と期待される効果



テーマ名：物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のためのサービス工学×AIに関する研究開発
委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人筑波大学、国立大学法人東京大学
研究開発責任者：大隈 隆史 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)
委託期間：2018年4月～2019年2月

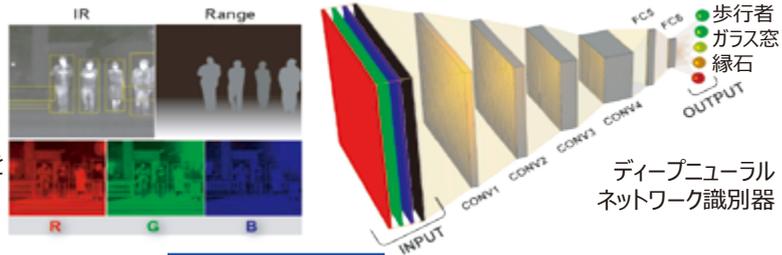
背景と狙い

搬送ロボットやパーソナルモビリティ等、空間を自律移動するロボットの普及が期待されており、それらのロボットに搭載できる**正確・堅牢・高速な物体認識システム**が求められています。本研究開発では、様々な外乱のある実環境において、どこに何があるかの認識精度を従来にないレベルに高める革新技術の先導研究として、プラズモニックワイドバンドイメージャと高感度分子慣性ジャイロの**革新センサ**、およびその信号を入力とする**次世代人工知能**の研究開発に取り組みました。

取り組み内容とAI技術適用

革新センサ情報に基づいた次世代人工知能

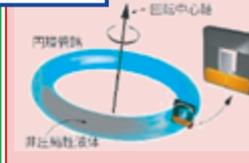
AIの検討は既存素子のカメラを同光軸構成に配置した特殊カメラを用いた



プラズモニックワイドバンドイメージャ



革新センサ



高精度分子慣性ジャイロ

- ・3軸広帯域
- ・高感度かつ加速度の影響なし

革新センサ活用AIをワイドバンドイメージャ・高精度ジャイロと一体開発

成果物と期待される効果

革新センサ情報に基づいた次世代人工知能

- ・夜間の歩行者認識率を向上
- ・ガラス扉の開閉の認識に成功

プラズモニックワイドバンドイメージャ

- ・シリコン中赤外検出素子を試作・検証

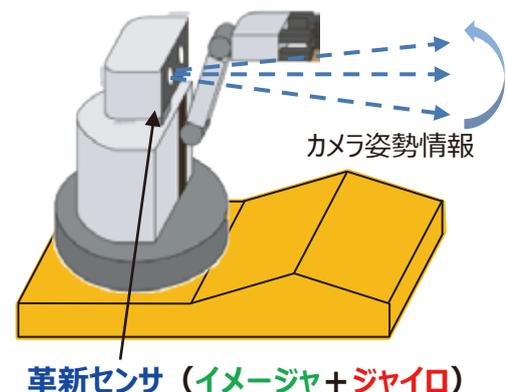
高精度分子慣性ジャイロ

- ・液体の慣性を利用したジャイロを試作・検証

空間移動ロボットへの応用で期待される効果

- ①可視から中赤外までの同一光軸多波長画像により、人や透明物を認識
- ②衝撃振動外乱下でも、絶対座標をリアルタイムにズレなく計測認識

革新センサ活用AI 同軸多波長画像情報



テーマ名：空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発

委託先：国立大学法人東京大学、国立大学法人電気通信大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、オリンパス株式会社、株式会社デンソー、一般財団法人マイクロマシンセンター

研究開発責任者：下山 勲 (国立大学法人東京大学)

委託期間：2018年4月～2019年2月

高齢者の安全な移動のための電動車椅子アシスト技術

背景と狙い

電動車いす等の高齢者個人移動支援機器では、操縦ミスによる事故が近年数多く報告されています。そこで本研究開発では、複雑な走行環境（下り段差・階段、側溝等）や、歩行者共存環境での走行等、自動車とは異なるハザードに対する安全技術の確立を目的としています。外界センサデータ（画像、レンジデータ等）、ゲームエンジンで生成した多数の歩行者に対する**仮想的な回避行動データ**をAIが学習し、現在のセンサ情報処理では認識困難なハザードを**安価なカメラのみで認識・回避**する技術を構築します。

取り組み内容とAI技術適用

- ・実環境計測によるシミュレーションデータ作成と学習



カメラ画像と3次元情報をセットに学習することで、カメラ画像だけから走行可能領域を推定



歩行者のいる仮想空間中において、レンジセンサによる自動走行を模擬し、人にぶつからない回避行動を、強化学習によって獲得



- ・高精度マーカによるシームレス測位

カメラのみによる高精度な自己位置と姿勢の推定



成果物と期待される効果



カメラ画像による安全走行可能領域認識



歩行者回避行動生成

テーマ名：AI 活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発
委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所
研究開発責任者：阪野 貴彦（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
委託期間：2018年4月～2019年2月

大規模な地理空間情報を統合・解析する基盤の構築

背景と狙い

工場などの限定された環境においては、現実（フィジカル）空間の物体の配置や内部情報などを仮想（サイバー）空間にコピーしたDigital Twinの構築が進められています。しかし人間の生活空間や、自動運転車／ロボットなどが活動する一般空間においては、実空間で起きる出来事を詳細に記述できるIT基盤技術は存在しません。

本研究開発では、一般的な環境を網羅する大規模な三次元データを、**フォーマットや座標系の違いを超えて統合**することで **Digital Twinを地球規模に拡大**します。

取り組み内容とAI技術適用

フィジカルな実空間を

- ・農地、森林、海洋などの遠隔地
- ・自動運転の対象となる道路周辺
- ・建築物の内部や地下街といった屋内

の3つの領域に分類し、それぞれを統合することで地球全体を網羅できるマルチスケールの Digital Twin を構築する。このDigital Twin 上に置かれた画像や点群の時系列データにAI技術を適用することで、地物の自動判別や変化イベントの抽出を行い、フィジカルな実空間を移動する**エージェント**に**つ**ての意味を持った**三次元地図**を生成します。



成果物と期待される効果

成果物：

- ・人工衛星や航空機で取得された大規模なデータから地物を自動判別するための教師データおよび標準的な深層学習パッケージに対応したモジュール
- ・様々なフォーマット／座標系の三次元データを統合・解析できる三次元データプラットフォーム

期待される効果：

- ・電動車椅子／ドローンなどの自律移動を強化学習によって実現するためのサイバー環境整備



テーマ名：地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化
委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所
再委託先：国立大学法人九州工業大学、国立大学法人名古屋大学
研究開発責任者：中村 良介（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
委託期間：2018年4月～ 2020年2月

【プロジェクトマネージャー】

小川 泰嗣

(2018年4月～2019年4月)

坂元 清志

(2019年5月～2021年4月)

上森 大誠

(2021年5月～2021年12月)

加藤 宏明

(2022年1月～現在)

Next Standard

次の時代へ、もっと豊かな「あたりまえ」を。

いつもの暮らしが、
より過ごしやすく、より快適な日常へと変化する。
すべての人がもっと豊かに暮らせる社会の実現ために、
人工知能技術を活用して様々な分野で、
しあわせの可能性を追求していく。
毎日の暮らしが自然と豊かになっていく。
いままでの「あたりまえ」を変えていく。

『生産性』

自分らしい幸せを実現できる
パーソナライズな社会

- ・データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発
- ・AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発
- ・農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発

『健康・医療・介護』

いつもの暮らしに
新たな可能性を引き出せる社会

- ・人工知能による脳卒中予防システムの開発・実用化
- ・健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進するAIスマートコーチング技術の開発
- ・人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発
- ・新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計AIの開発

『空間の移動』

『らしさ』を尊重し、
多様な暮らしにフィットする社会

- ・安全・安心の移動のための三次元マップ等の構築
- ・サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローンAI技術の研究開発
- ・判断根拠を言語化する人工知能の研究開発
- ・人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発

本ハンドブックの電子版(PDF)はこちらからご利用いただけます。
https://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_00045.html



序 章

第1章 生産性分野

第2章 健康、医療・介護分野

第3章 空間の移動分野