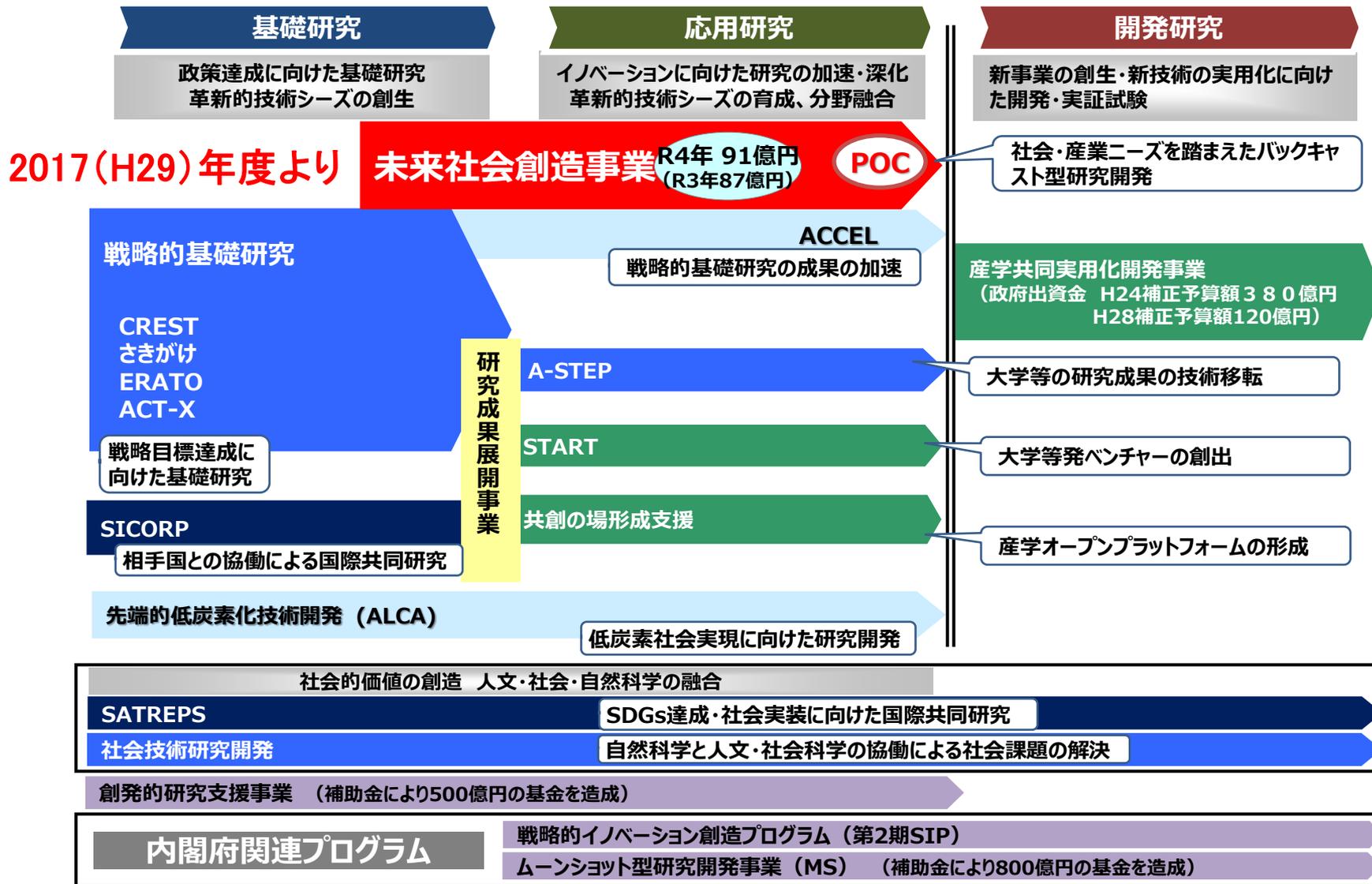


JST未来社会創造事業における サイバー・フィジカル融合研究 - 「超スマート社会の実現」領域 -

2022年度人工知能学会全国大会(第36回)
企画セッションKS-03
AI・シミュレーション融合研究の展望と戦略

大阪大学 産業科学研究所 教授
科学技術振興機構 未来社会創造事業
「超スマート社会の実現」領域 テーママネージャー
鷺尾 隆

JSTの研究開発事業と未来事業の位置づけ



※薄青：終了予定事業

紫：内閣府プログラムSIPは運交金を移し替えにより、MS、創発は基金造成により実施

「未来社会創造事業」の概要

科学技術により「社会・産業が望む新たな価値」を実現する研究開発プログラム

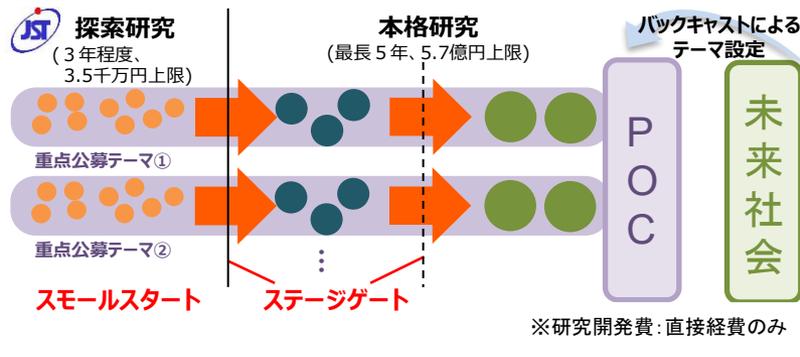
経済・社会的にインパクトのある目標を定め、基礎研究段階から実用化が可能かどうか見極められる段階（概念実証：POC）に至るまでの研究開発を実施します。

※POC (Proof of Concept/概念実証)
実用化が可能かどうか見極められる段階であり、例えば以下を想定。
・民間企業やコンソーシアム等が研究開発を引き取ることができる
・NEDO事業等の開発フェーズに移行することができる

【事業概要・イメージ】

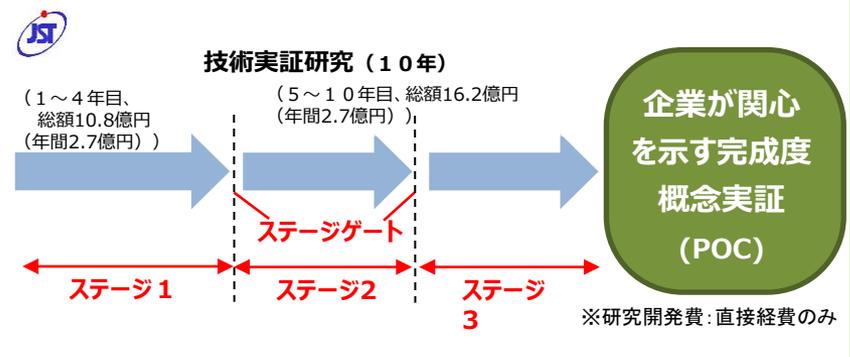
探索加速型

国が定める領域を踏まえ、JSTが情報収集・分析及び公募等を経て重点公募テーマを決定。斬新なアイデアを絶え間なく取り入れる仕組みを導入した研究開発を実施。

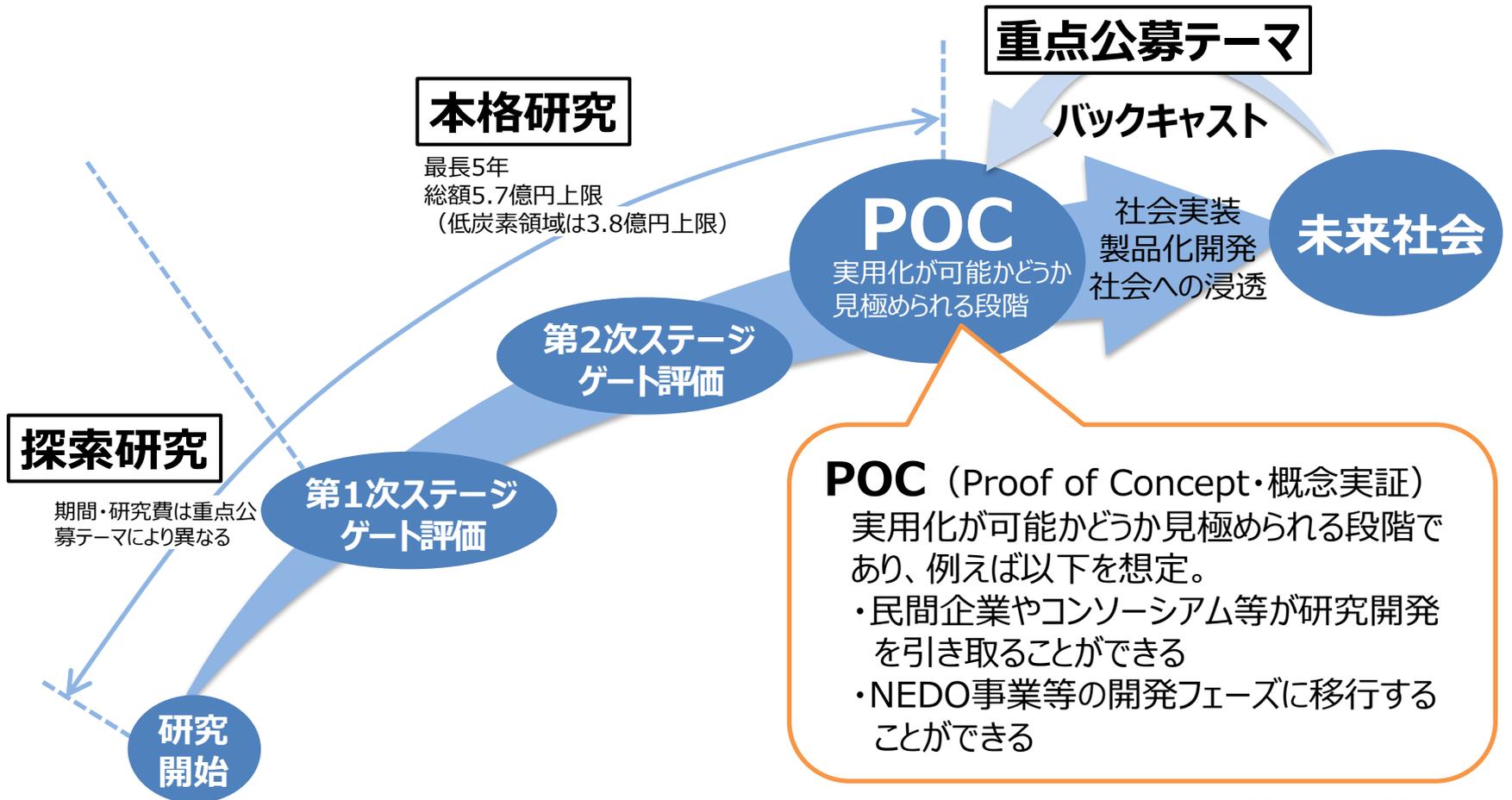


大規模プロジェクト型

科学技術イノベーションに関する情報を収集・分析し、現在の技術体系を変え、将来の基盤技術となる技術テーマを国が決定。当該技術に係る研究開発に集中的に投資。



採択後の研究開発の流れ



※研究開発費は直接経費のみ表示

- 社会の求める価値を具体化:**バックキャスト型の研究開発**を行う。
- 優れた実現構想と価値実現に向けた**POC設定を期待:**
社会・産業上の「今まさに解決に着手すべきと考える」事柄として設定。 4

「超スマート社会の実現」領域について

運営統括



前田 章

元 株式会社日立製作所 ICT事業統括本部 技師長

※テーママネージャー（技術面から領域運営を管理・補佐）
鷺尾 隆 大阪大学 産業科学研究所 教授

「超スマート社会」「Society5.0」とは何か？

「スマート社会」「Society4.0=情報化社会」との差分は、

**サイバー空間における情報処理だけでなく、
実世界の「モノ」との相互作用による価値創造**

にあるものと考えます。



「超スマート社会の実現」領域の考え方

○「超スマート社会の実現」領域の方針

- ・「Society5.0」の本質は「サイバー空間（クラウド世界）とフィジカル空間（実世界）の高度な融合にあります。
- ・サイバー空間ではIoTによって実世界の情報が大量に収集され、分野を超えて活用が進みます。さらに「高度な融合」では、実世界のモノにソフトウェアが組み込まれて高機能化（スマート化）し、それらが連携協調する「機能のインターネット化」「サービスのインターネット化」が進みます。
- ・本領域ではこのような世界を実現するために、次の2つの技術を柱に研究開発を推進します。

(1) 上記機能・サービスの連携をうながし、新たなサービス・ビジネスの継続的創出を支えるサービスプラットフォーム

(2) 「高度な融合」の実現に向けて、実世界で適用する際に顕在化する様々な課題を解決したAI技術



「超スマート社会の実現」領域における重点公募テーマ

サービス
プラットフォーム
(2017-18)

「サイバー世界とフィジカル世界を高度に融合する」ために

- ・実世界のモノにソフトウェアが組み込まれて高機能化
- ・モノが「つながって」(=IoT)連携協調
- ・全体システムの自動化・自律化を実現

モデリングと
AIの連携
(2018)

サイバーとフィジカルで両者が密接に連携する=「結ぶ」ため、
対象の状態推定・最適化・制御などをリアルタイムに実行する

- ・モデリング・シミュレーション技術とAI技術の融合・統合

AI技術の革新
(2019)

AI技術を実世界で適用する際に顕在化する様々な課題を解決する

- ・AIの説明可能性や信頼性の保証、リアルタイム性・高速化

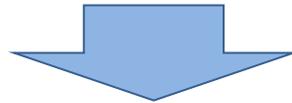
異分野共創
型AI・シミュ
レーション技術
(2020)

AI技術の革新に加えて、社会構造や人の行動原理を考慮したAI・シミュレーション技術を確立しそれを実装までつなげる

採択実績

探索研究: **多くがAIとシミュレーションの融合に係る研究**

- H29(2017)年度, H30(2018)年度 重点公募テーマ
多種・多様なコンポーネントを連携・協調させ、新たなサービスの創生を可能とするサービスプラットフォームの構築 **9件**
- H30(2018)年度 重点公募テーマ
サイバー世界とフィジカル世界を結ぶモデリングとAI **9件**
- R1(2019)年度 重点公募テーマ
サイバーとフィジカルの高度な融合に向けたAI技術の革新 **6件**
- R2(2020)年度 重点公募テーマ
異分野共創型のAI・シミュレーション技術を駆使した健全な社会の構築 **7件**



本格研究

- R2(2020)年度 機械学習を用いたシステムの高品質化・実用化を加速する“Engineerable AI”技術の開発
国立情報学研究所 石川 冬樹
- R3(2021)年度 製造業に革新をもたらすスマートロボット技術の開発
慶應義塾大学 大西 公平

「超スマート社会の実現」領域における AI・シミュレーション融合を用いた サイバー・フィジカル融合 代表的研究例の紹介

本格研究

サイバー世界とフィジカル世界を結ぶモデリングとAI

機械学習を用いたシステムの高品質化・実用化を加速する“Engineerable AI”技術の開発

研究開発代表者：石川 冬樹 国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 准教授

共同研究機関：東京工業大学、大阪大学、九州大学、早稲田大学



目的：

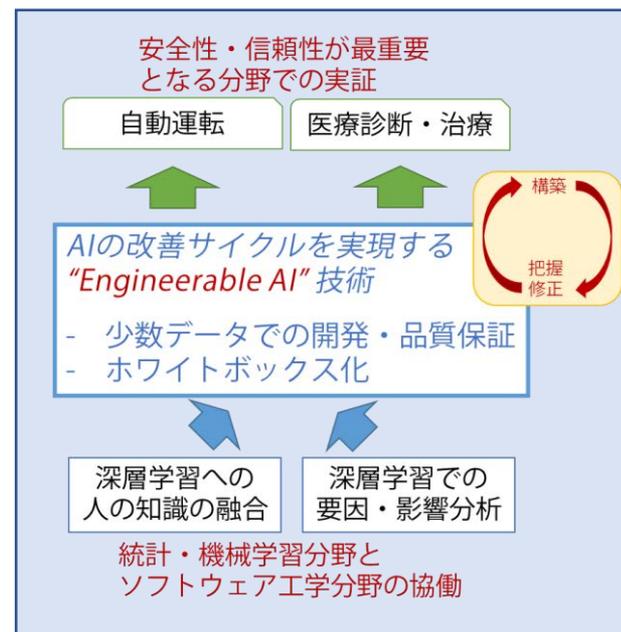
深層学習を用いるAIシステムに対し、構築、分析や検査、修正を継続的に反復し、安全性や信頼性を効果的・効率的に向上・保証するための“Engineerable AI”技術を確立し、自動運転および医療診断・治療においてその有効性を示す。

研究概要：

機械学習の利点は、データセット全体からファジーなゴール全体を帰納的・経験的に実現できることである。しかし、大量データから機能全体を大まかに導くというアプローチ上、レアなニーズ・状況に対応したり、多数の状態に対する性能限界を把握・修正したりすることができない。このことは、交通・医療など安全性・信頼性が最重要である領域において、AIの展開を困難にしている。

本研究開発では“Engineerable AI”というビジョンを提唱し、AIシステムの開発・品質保証・運用を安定化・効率化することで、その高品質化・実用化を加速する。具体的には、大量データを用いた学習・反復修正に基づく従来AIに対し、深層学習に人の知識を交え反映しAIを構築する技術や、品質に影響する要因を抽出・分析しての保証や修正を行う技術に取り組む。

本研究開発は統計・機械学習分野とソフトウェア工学分野の研究者が密に連携して行い、自動運転および医療診断・治療においてその有効性を実証する。



本格研究

サイバー世界とフィジカル世界を結ぶモデリングとAI

製造業に革新をもたらすスマートロボット技術の開発

研究開発代表者：大西 公平

慶應義塾大学 新川崎先端研究教育連携スクエア 特任教授

共同研究機関：京都大学、国際電気通信基礎技術研究所、産業技術総合研究所、
横浜国立大学、奈良先端科学技術大学院大学、日本電気株式会社



目的：

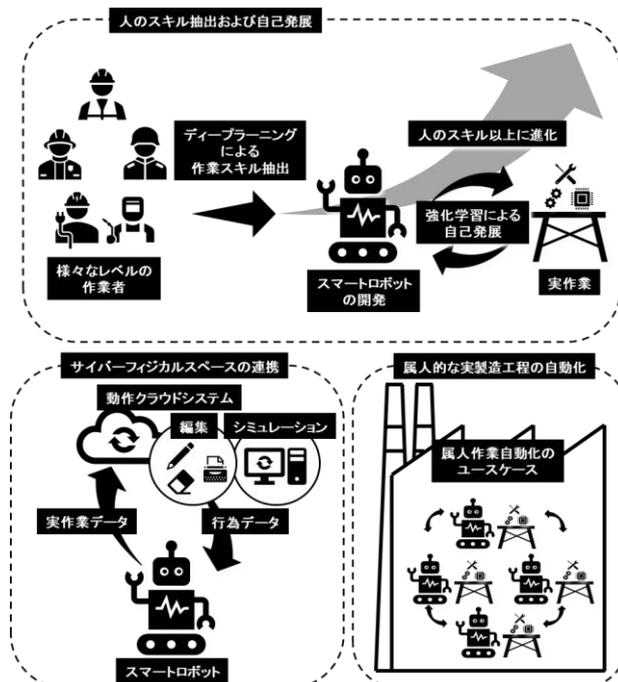
作業者の持つスキルの抽出、その学習と進化により、サイバー空間とフィジカル空間を結合させることが可能なスマートロボットを開発し、属人作業を人工的に実現することで、強力なSociety5.0の構築を目指す。

研究概要：

熟練作業者の動作記憶に含まれるスキルを抽出しロボットに移植できれば、既存の産業用ロボットでは不可能であった非定型作業（対象の特性の変化に柔軟に適應する作業）を含む自動化の範囲が拡張できる。そのために解決すべき課題は大きく以下の3つである。

- ① 熟練者のスキルをロボットが獲得すること（スキルを教わる）
- ② 獲得したスキルに含まれる熟練者のノウハウを活用して、作業対象に適應した柔軟な動作を実現すること（スキルを使う）
- ③ 想定外や未知状態などあらゆる状況に対応する能力を高めること（スキルを進化させる）

上記課題はロボットに力触覚を与えることが可能なリアルハプティクス技術とAI技術の高度な融合によるロボットのスマート化で解決可能であり、製造業に新しいキー技術をもたらす。本研究開発ではこれらの課題を具体的な開発内容にブレイクダウンし、企業と協力しながら実際の製造システムで実証する。



ロボットのスマート化で目指す形

探索研究

異分野共創型のAI・シミュレーション技術を駆使した健全な社会の構築

社会政策立案に向けたマルチスケールABSS手法

研究開発代表者： 貝原俊也 神戸大学 大学院システム情報学研究科 教授

共同研究機関： 京都大学, 千葉商科大学, 早稲田大学, 関西大学, 岩手県立大学, 芝浦工業大学, 筑波大学, ヤフー



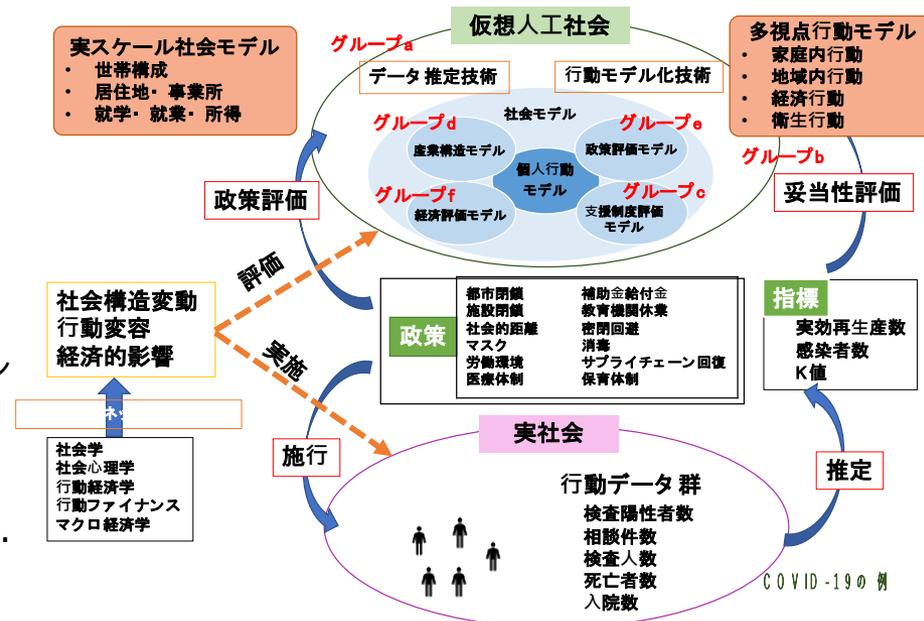
目的：

超スマート社会実現を視野に、ミクロな個人行動からマクロな社会政策までを対象として、科学的根拠に基づいた評価を可能とするマルチスケールエージェントベース社会シミュレーション(ABSS)手法を確立し実用化を目指す。

研究概要：

まず探索研究において喫緊の社会的課題である新型コロナウイルス感染症問題を取り上げ、感染拡大防止モデルと経済活動モデルをマルチスケールで統合したABSSによるバランスのとれた政策立案の実現と検証を行う。ここで開発する技術は、右図に示すように、フィジカル空間（実社会）におけるエージェントのプロフィールの仮想データを人口統計に基づいて推定するデータ推定技術と、さまざまな政策評価や指標の妥当性評価のためのエージェントの行動モデル化技術である。これにより実スケールの社会シミュレーションが可能となり、また多様なステークホルダが含まれる社会システムの多視点行動モデルの評価が実現される。なお、ここで対象とする実社会としてはあらゆる社会システムが適用可能であり、超スマート社会を構成する様々な社会システム全般への展開を図る予定である。

<https://sakamoto212.wixsite.com/abss>



代替データと理論モデルの融合による新たな経済観測

研究開発代表者： 和泉 潔 東京大学大学院工学系研究科 教授

共同研究機関： 一橋大学、慶應義塾大学



目的：

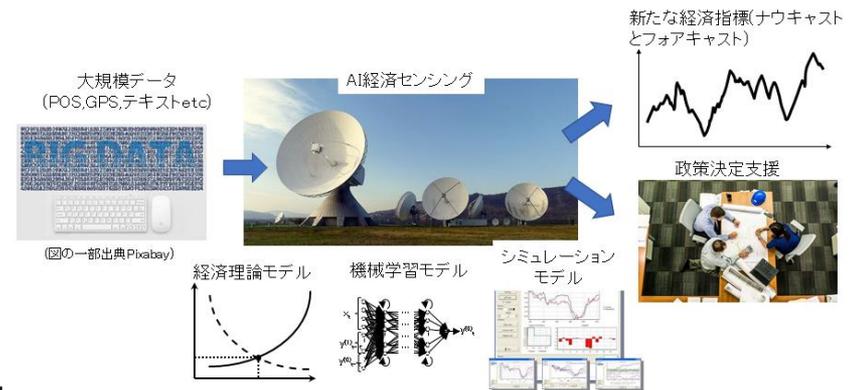
いかなる社会的情勢にあっても経済状況を指標化および可視化し、政策判断の材料を提供するための大規模データ解析および経済理論的分析、社会シミュレーションの統合技術を確立する。

研究概要：

人工知能技術による多様なデータから、経済指標提供サービスの持続的
社会実装に必要な2つの技術課題、(A)多層経済データの統合分析
技術・(B)人工知能技術による経済分析のサービス提供基盤技術に
ついて、開発手法により提案される新たな経済指標の有効性を実証して
いくものである。代替データ解析による経済分析に関して既存の経済統計
と同様な信頼性の基準を提供することができれば、経済現場における人
工知能技術活用の拡大が減速することを防ぐことができる。本課題で開
発した手法とその応用を提供することにより、優れた人工知能技術を有す
る企業が経済情報サービス等のフィンテック分野に参入することを促進す
ることができる。また、開発された技術は、経済分野のみならず、他の社会現
象にも適用可能な手法として提供を行う予定である。

AI経済センシング

- 代替データを含む大規模データ解析による経済状況のナウキャスト
- 経済理論モデル+データマイニングによるフォアキャストと政策決定支援



探索研究

多種・多様なコンポーネントを連携・協調させ、新たなサービスの創生を可能とするサービスプラットフォームの構築

超スマートシティ・サービスマネジメント・プラットフォームの構築

研究開発代表者：林 泰弘 早稲田大学 理工学術院 教授

共同研究機関：東京大学、大阪大学、宇都宮大学
宇都宮市、東京電力パワーグリッド株式会社



目的：

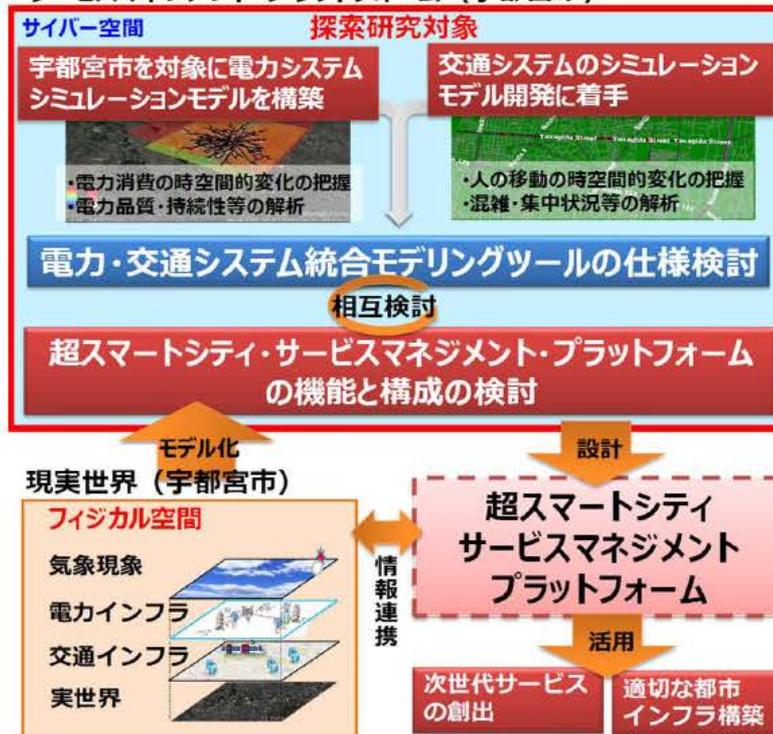
持続可能な超スマート社会に向け、電力、交通の2大インフラの低炭素化視点での統合と、安心・安全で活力ある街の構築に寄与する様々なサービス提供の仕組みを連携させる超スマートシティ・サービスマネジメント・プラットフォームの構築を目指す。

研究概要：

探索研究では、宇都宮市をモデルとして、LRTを含めた交通システムと電力システムの一体的モデリング手法の開発を進める。

電力と交通を連携させることで、公共交通機関への電力供給の最適化、消費行動の促進サービス、交通のピークカットサービス、都市デザインや災害時の誘導支援など様々なサービスへの展開が期待される。

サービスマネジメント・プラットフォーム（宇都宮市）



社会シミュレーション・分析技術によるモビリティサービス設計

研究開発代表者：野田五十樹 北海道大学 大学院情報科学研究院 教授

共同研究機関：国立大学法人 東京大学、国立大学法人 名古屋大学

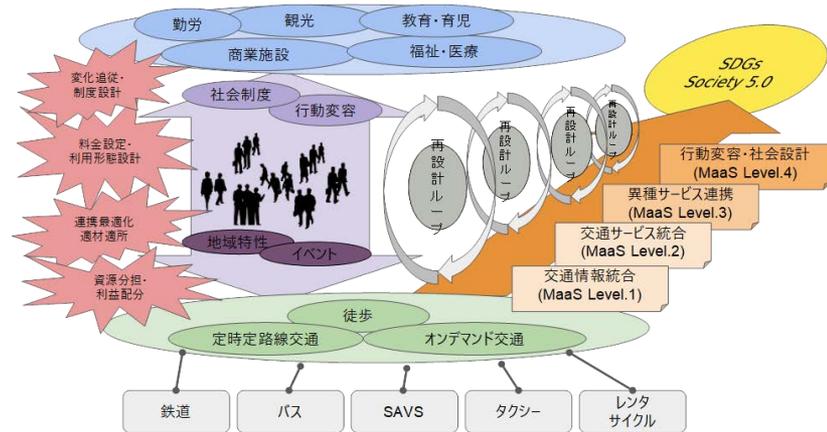


目的：

デジタルツイン時代に対応したモビリティサービスの持続的な社会実装を可能とするためのマルチエージェント社会シミュレーション・モデリング技術を確立することを目指す。

研究概要：

人口減少・交通難民などの問題が解決されたスマート社会実現のためには、レベル4のMaaS (Mobility As A Service)などの高度に統合されたモビリティサービスの持続的な実現が必須である。このために本プロジェクトでは統合されたモビリティサービスの実サービス運用データからの利用形態のモデリング技術とそれをもとにしたシミュレーションによるサービス設計技術を組み合わせ、多面的に繰り返し回していくアジャイル的な再設計サイクルを確立していく。特に、ゲーム理論とマルチエージェント社会シミュレーションによるサービスのマネジメントデザイン技術、高次元パラメータ最適化技術を中心としたモデリング技術、およびそれらを支える大規模計算機環境でのシミュレーション管理技術を高度化し、MaaSレベル4実現のための多面的再設計ループを可能とする枠組みを構築し、実サービス実現により有効性を実証していく。さらに、モビリティサービスを中心とする社会システムの政策決定支援やそのためのシナリオ分析などを可能とする技術の確立を目指す。



自然と調和する自律制御社会のための気象情報インフラ構築

研究開発代表者： 大西 領 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター グループリーダー

共同研究機関： 千葉大学

協力・連携機関： 名古屋工業大学、名古屋大学、中央大学、電力中央研究所、関東学院大学、
日本ドローンコンソーシアム



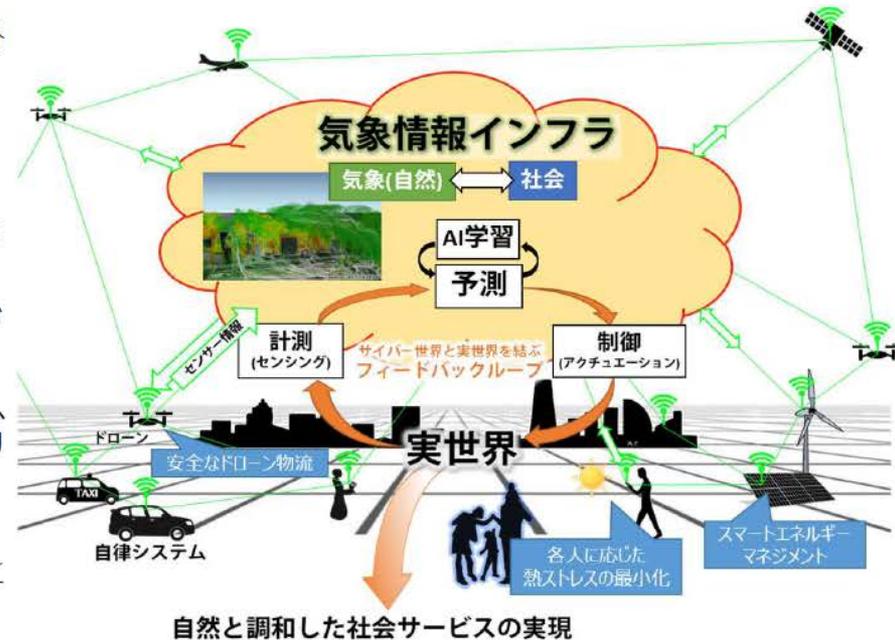
目的：

気象と社会経済活動を同時に扱う気象情報インフラに立脚し、想定外と呼ばれる気象関連の災害や被害などが起こらない安全安心、かつ、快適で自然と調和した持続可能な未来都市を実現する。

研究概要：

未来都市では、様々な種類の自動・自律システムが気象と社会・経済のリアルタイム予測情報にアクセスしながら協調連携する世界が想定され、安全安心、かつ、自然と調和した社会が持続的に維持されることが望まれる。

このような未来都市の実現を目指し、本課題では、ヒト・モノが集中し、気象と社会経済活動が密接にリンクする密集ビル街区を対象に、モデリングとAIの融合新技術によってサイバー世界に超高精細気象情報インフラを構築する。さらに、構築したインフラをベースに、計測、予測と制御（サービス）から構成されるスマートなサイバー空間を実現し、実世界との間に情報のやり取りを通じたフィードバックループを適切に構成することにより、自然と調和した自律制御社会が実現可能であることを実証する。



モデリングとAIの融合研究の展望

2つの研究コミュニティ間の連携をより強化することが必要。

AI・機械学習技術にとっては

- 対象の構造・因果関係などに関する事前知識を活用することによる学習性能が向上できるのではないか
- 逆に学習済みのネットワークからモデル的な構造を抽出することによって説明機能や追加学習が可能になるのではないか

モデリング・シミュレーション技術にとっては

- 単なるモデルパラメータの学習にとどまらず、モデル構造をビッグデータから学習することはできないか
- 最新の深層学習手法など適用することでモデル開発を高度化するなどの新しい研究アプローチが可能になるのではないか



JST未来社会創造事業「超スマート社会の実現」領域の成果が事例となり

- 高度サイバー・フィジカル・システム実現のための新しい技術分野が拓かれる。
- その実装を通じて社会を変革して行く。

と期待される。