

デジタル時空間拡張の実現に向けた 技術革新と持続的価値共創

略称:革新的デジタル時空間拡張

2026年4月

研究総括 本村 陽一

(産業技術総合研究所 人工知能研究センター 首席研究員)



科学技術振興機構

自己紹介

本村 陽一 博士(工学)



【経歴】

1993年：電気通信大学 大学院電気通信学研究科 博士前期課程修了

1993年：通産省工技院 電子技術総合研究所 情報科学部 情報数理研究室
研究員

1999年：アムステルダム大学(UvA) 招聘研究員

2000年：電子技術総合研究所 情報科学部 情報数理研究室 主任研究官

2003年：産業技術総合研究所(産総研)デジタルヒューマン研究センター 主任研究員

2008年：産総研サービス工学研究センター 大規模データモデリング研究チーム長

2011年：産総研サービス工学研究センター 副研究センター長

2015年：産総研人工知能研究センター 副研究センター長、確率モデリング研究チーム長

2016年～現在：産総研人工知能研究センター 首席研究員、

東京科学大特定教授、神戸大学客員教授、

人工知能学会 副会長、産総研人工知能技術コンソーシアム会長

R8戦略目標「デジタル時空間拡張」

デジタル時空間拡張

趣旨

- デジタルツイン※は、従来の設計・運用最適化ツールとしてのみならず、近年ではフィジカルAIやAI for Science等の潮流の下、高精度シミュレーションや仮想実験を可能とする基盤としての重要性を増しており、基礎研究から産業技術まで幅広い領域で競争力を左右する技術となりつつある。
※ 現実世界を仮想空間上で表現し、物理空間との相互接続によって様々な付加価値を提供するシステム
- 一方、仮想と物理間の相互作用を通じた意思決定支援に足るだけの忠実度は、計算が実行可能なスケールでは未だ十分に実現されていない。この根本的かつ共通的な問題は、仮想表現が扱わなければならない空間及び時間スケールの膨大な範囲やその複雑性にある。
- 仮想表現の時空間的拡張等を通じた次世代のデジタルツインの開発及び社会実装に向けた研究開発を推進し、新たな知の創出や科学・産業領域における生産性向上、国土強靱化や持続可能な社会の実現、フロンティア開拓等に貢献する。

達成目標

1 仮想表現の拡張と即応性の向上

- 力学モデルとデータ駆動の融合による現実の記述



- ミクロからマクロを横断する階層の接続・統合による空間スケールの拡張

- 過去から未来を含んだ長期的変化の推定による時間スケールの拡張

デジタルツイン

2 現実世界との相互作用と信頼性の向上



- デジタルツインの社会受容と実装
意思決定支援
AI for Science等

- 現実への介入や探索によるデジタルツインの自己最適化

3 データモデルやインターフェース等の共通化

- 縦割りでの開発のみならず、ドメイン間の接続や将来的な社会需要・技術進展に応じた機能拡張に柔軟に対応可能な基盤を構築



共通規格の推進

縦串と横串を意識した領域運営

将来像

- 潜在構造のモデリング
- 実社会への介入と定着（視覚的な最適化ツールからの脱却）
- 共通基盤の標準化と次世代の育成

研究領域の概要

領域名：デジタル時空間拡張の実現に向けた技術革新と持続的価値共創 (略称) 革新的デジタル時空間拡張

本研究領域では、次世代計算科学とAI等のデータ駆動科学、数理・生命・人間・社会科学および都市工学やロボティクスなど多様なドメインの専門知の融合により、仮想表現の時空間的拡張と仮想・現実間の探索・介入・相互フィードバックを通じて、デジタル時空間拡張の基盤を構築し、それを活用した価値共創やコミュニティを拡大する標準化や次世代育成も行うことで、その技術革新と持続的な価値創出を目指します。

近年、フィジカルAIやAI for Science等の潮流の中で、現実世界をデジタル空間上で表現(仮想表現)し、物理空間との相互接続によって付加価値を提供する「デジタルツイン」の重要性が高まっています。一方で、仮想表現が扱おうとする現実世界は複雑かつ多様な空間・時間スケールを有しており、価値提供(意思決定の支援)に足るだけの忠実度や即応性は十分達成できていません。これらの課題に対して、本領域ではAI・シミュレーション・数理科学、及び多様な対象ドメインの研究者が協働することで、現実世界のデータに基づくデジタル基盤技術の革新と、それを活用した価値創出サイクルの持続的進化を見据えた課題解決型の研究を推進します。

具体的には、(1)仮想表現の拡張と即応性の向上、(2)現実世界との相互作用と信頼性・有効性の向上、(3)データ・モデル・インターフェースの共通プラットフォーム構築に係る研究開発を推進します。

研究領域の背景

● デジタルツインの発展と新たな期待

- ✓ デジタルツインはこれまで、産業・工業分野における設計支援や運用最適化を中心に発展してきた。
- ✓ 近年は、Physical AI や AI for Science の進展により、高精度シミュレーションや仮想実験によるデータ生成基盤としての役割が拡大している。
- ✓ ロボット、医療、都市、防災、地球科学、社会科学など、多様な分野で応用が広がり、次世代の基盤技術としての期待が高まっている。

● 直面する本質的課題

- ✓ 現実世界は、・多様な空間スケール(マイクロ～マクロ)・多様な時間スケール(リアルタイム～長期変動)を同時に含む極めて複雑な対象である。
- ✓ 多くの既存システムでは、忠実度・即応性・信頼性が十分でなく、意思決定支援に耐える水準に達していない。
- ✓ この克服には、マルチスケール化、計算効率化、因果的理解、探索・介入を含む新たな研究アプローチが不可欠である。

研究開発の目標

- 次世代計算科学とAI等のデータ駆動科学との多様なドメインの専門知の融合
- 仮想表現の時空間的拡張と仮想・現実間の探索・介入・相互フィードバック

デジタル時空間拡張基盤技術の研究開発
共通化、標準化、次世代人材の育成による技術革新と価値創出

モデル

アルゴリズム

(1) 仮想表現の拡張と即応性の向上

(2) 現実世界との相互作用と信頼性・有効性の向上

プラットフォーム

(3) データ・モデル・インターフェースの共通プラットフォーム構築に係る研究開発

実世界との相互作用

研究課題例 (1/3)

(1) 仮想表現の拡張と即応性の向上

ミクロからマクロに至る空間階層や、リアルタイム更新から長期予測に至る時間階層を統合し、多様な現象を時間発展的に記述しメタレベルでも俯瞰できる仮想表現の拡張と即応性の向上を目指すモデリングとシミュレーション技術を研究する。

- ミクロからマクロを横断する空間階層の連続的な接続・統合による空間スケールの拡張
- 過去から未来を含んだ長期的変化の推定による時間スケールの拡張
- 意味的互換性を確保した上での多様なモデルの組み合わせによる現実の多様な現象を多様な視座で計算・予測・制御できるモデリング技術
- 膨大な計算の効率化・高速化を通じたリアルタイム・ニアリアルタイムでの表現
- 背後にある潜在的な意味、因果的構造のシミュレーション技術

<関連する技術キーワード>

非言語(マルチモーダル)基盤モデル、表現学習 (Disentanglement)、マルチフィデリティ・メタ学習、潜在構造モデリング、ベイズモデリング 等

研究課題例 (2/3)

(2) 現実世界との相互作用と信頼性・有効性の向上

現実世界のデータを反映し、現実世界を模擬する仮想空間を更新するとともに、仮想空間で得られる予測や確率・因果的推論を現実世界の探索・介入に反映する双方向のフィードバックを確立し、信頼性・即応性・有効性を高める計算技術进行研究する。

- 物理空間と仮想空間における相互のフィードバック、対話的システム
- 現実への介入や探索によるデジタルツインの自己最適化、モデル予測制御
- 透明性、因果的妥当性の確保やリスク推定
- 価値創出を通じたデジタル情報基盤の有効性と社会受容性の向上

<関連する技術キーワード>

データ同化、確率・因果的推論、モデル予測制御、マルチエージェント、社会シミュレーション、
ヒューマン・イン・ザ・ループ、ベイズ最適化 等

研究課題例 (3/3)

(3) データ・モデル・インターフェースの共通プラットフォーム構築に係る研究開発

標準的に扱うデータ・モデル・インターフェース等の共通化を進めるとともに、実証研究を通じて、デジタル情報基盤上での成果の再利用・連携、価値共創を容易にする共通基盤(共通プラットフォーム)に係る研究開発を実施。将来の社会需要や技術進展、産業界の要請、社会課題ニーズに応じて柔軟に拡張可能な枠組みを構築する。

- 標準的に扱うデータ、モデル、インターフェース、API等の共通化や実証研究
- デジタル情報基盤上での成果の再利用・連携や、価値共創を容易にする共通基盤の整備
- それらの効果検証や機能拡張する仕組みづくり

<関連する技術キーワード>

バリデーション(検証)技術、協調計算、メカニズムデザイン、サービスプラットフォーム、自己組織化、集合知、分散協調、コミュニティマネジメント 等

CREST研究領域のイメージ

目標

デジタル時空間拡張基盤技術の研究開発
共通化、標準化、次世代人材の育成による技術革新と価値創出

モデル

(1) 仮想表現の拡張と即応性の向上

アルゴリズム

(2) 現実世界との相互作用と信頼性・有効性の向上

技術革新

プラットフォーム

(3) データ・モデル・インターフェースの共通プラットフォーム構築に係る研究開発

人材育成

実世界との相互作用

持続的価値共創

具体的な実証フィールド、課題解決、連携

領域アドバイザー

公開可能となりましたら随時お知らせします。

※最新情報はHPをご参照ください。

想定する研究の進め方

- AI・シミュレーション・現実世界への適用を中心とする専門性を有する PI の下で、**数理モデリング、予測・制御、確率・因果的推論、生命・人間・社会・サービス科学、データ・情報基盤、対象ドメイン**などが協働し、持続的な価値創出と次世代人在育成を見据えた課題解決を具体的な実証フィールドで取り組む研究体制を期待します。
- 各チームが、**(1)仮想表現の拡張と即応性の向上、(2)現実世界との双方向的な相互作用と信頼性・有効性の向上、(3)データ・モデル・インターフェースの共通プラットフォーム構築**という三方向を踏まえ、複数スケール・複数ドメインを統合的に扱えるこれからのデジタル基盤を創出する研究の推進を支援します。
- 領域全体として分野横断的な連携を促し、標準的なデータ、モデルやインターフェース・プロトコルの共通化を通じたツール群やAPI、計算モジュール群の共有プラットフォーム化とそれを具体的な実証フィールドで活用できるリファレンスモデル(参照モデル)やプロトタイプ^①の公開を進め、**チーム間の成果物の共有や相互利用、多分野の研究領域や産業界との連携、社会実装、次世代人材育成を促進**します。
- 関連する他の研究領域や事業、研究拠点・学会等、国内外のコミュニティとの連携を推進し、**社会・産業・諸分野との積極的な交流・融合**を期待します。これらの活動を通じて本分野における日本の国際的プレゼンス向上を目指します。

研究費と研究期間

- ・研究期間: **5.5年間(2026年10月から2032年3月末まで)**
- ・予算規模(上限): **総額 3億円(間接経費を除く)**

※申請の金額に対して、精査等により調整を行う場合あり

応募に当たっての留意点

- AI・シミュレーション・数理科学・行動科学・対象ドメイン等の研究者が協働するチーム型研究を対象とします。
 - ✓ 例示した三つの方向性の複数の要素を統合することで相乗効果を発揮する研究提案をとくに期待します。
 - ✓ いずれかに重点化し、成果を外部のチームに提供することで相乗効果を発揮する提案でも構いません。
- 分野横断性を踏まえ、複数ドメインの連携やスケールをつなぐ構造、基盤として拡張する仕組みについても積極的に検討してください。
- 実社会での活用に向けては、とくに産業界・自治体等の最終需要者との連携を提案段階から具体的に計画し、研究期間中に検証することを期待します。
 - ✓ 応募にあたっては、実世界への介入・フィードバックループの実現・発展に向けた構想を明記してください。

ご清聴ありがとうございました！

研究提案をお待ちしています