

ソサエティ 5.0 を支える人と人工物システム・サービスの計算情報科学基盤創成

① 計画の概要

日本の成長戦略である Society5.0 を実現するために、情報科学と設計科学・計算科学を融合し、さらに人・社会をシステムモデルに取り込んだ新たな計算情報科学基盤を創成する（図 1 参照）。

1) デザイン思考、モデルベース開発や最適設計を含む設計科学と、マルチ・フィジクスや高精度シミュレーションに加えデータ同化や機械学習を含めた計算科学、IoT 基盤の情報通信技術やプラットフォーム環境構築を含む情報科学、行動経済学における人の限定合理性や劣確実性、公共サービスの政策評価を行うマルチ・エージェント・シミュレーションを融合した、計算情報科学基盤の研究開発を促進する。

2) サイバー・フィジカル・システム (CPS) によって人や機械・人工物から膨大なデータを収集・蓄積分析するために、計測データや物理モデルに加え人・社会システムの不確かさを含めたデジタルツインを構築する。公共インフラ、人の健康・安心・安全に関わるビッグデータを社会基盤として整備、インフラ老朽化、人口減少や地方過疎化、都市部の交通・物流等の課題を解決するスマート・サービスの社会実装を行う。

3) Society5.0 によって実現される新しい社会基盤は、地球規模の課題である持続性に対する先行的解決策を提示する。公共インフラや人の健康・安心・安全に関わる取り組みは、先進国のみならず新興国が抱える課題解決に対し大きな貢献が期待できる。人口が急増する新興国へ、CPS による社会インフラ基盤整備の実績を水平展開する国際的協定の枠組みを構築する。

4) 上述の計算情報科学基盤の創成と展開を推進する新たな人材育成の枠組みを構築する。これは産業界と学术界、さらに政策を担う中央・地方機関を跨る新たな協創環境であり、具体的には産官学を跨るクロスアポイントメント制度の創設と、計算情報科学基盤の研究開発と同時に社会実装を実施できる枠組みとする。

② 学術的な意義

(1) Society5.0 の基本アーキテクチャである CPS における社会システムのデジタルツインを構築する理論的、実践的枠組みを明らかにすること。人間・社会系、自然環境、人工物システム等が相互作用しながら動く現実社会を定量的にシミュレートし、現実の人や機械・人工物から収集される膨大なデータと比較しながら、最適化社会の施策実現を行う科学的なアプローチを確立することは世界的にも初めての試みであり、社会システムの統合モデルであるデジタルツインの構築を通して、従来個別独立に研究対象とされてきた異なる学術分野や現象の相互作用に焦点をあてた新学術分野を創成する。物理系現象と社会系現象の相互作用を検討することを通して、社会系におけるマルチソーシャル、マルチスケール概念と方法論に関する研究を進める。

(2) CPS 上の現実社会とデジタルツインの双方に含まれる不確かさの定量化 (Uncertainty Quantification) を行うこと。計測データや物理モデルに関するモノの不確かさに加え、スマート・サービスの対象である人や社会の不確かさもコトの不確かさとして研究対象とする。人や社会の限定合理性を取り扱う計算科学的手法に関しても、新たな学術分野の創成が期待できる。

(3) 物理法則による計算科学とデータ駆動型の深層学習の融合として、高精度シミュレーションの膨大なパラメトリック計算結果を多層ニューラルネットによる回帰で精度を維持しながら高速な代理モデル (Surrogate Model) に変換するために、「富岳」で採用された異なる数値精度の計算環境を統合利用するソフトウェア技術開発や、CPS 上で行う公共ビッグデータの総合的学習によって得られる学習済ニューラルネットをエッジ側で推論制御に利用する転移学習においても、日本は世界をリードできる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

ドイツが中心となり Industry4.0 の国家戦略として製造業における CPS 構成によるスマート工場の実現と機器・設備間の接続プロトコル標準化を実現し先行してきたが、最近では Platform Industry4.0 としてスマート・サービスやスマート・プロダクツを含めたより包括的な活動に進化している。米国では Industrial Internet Consortium が IT 企業を中心に構成され、NIST を中心に CPS の情報セキュリティに関する基準化を進めている。しかし、CPS 上のデジタルツインの構築に関しては、個別の機器・システムごとに実施され、且つ対象となる人・社会の不確かさを含めたモデル化を行う事例は皆無である。

日本においても Society5.0 の策定後にそれを実現する提案がされている。例えば、JST・研究開発戦略センターの戦略プロポーザル「革新的デジタルツ

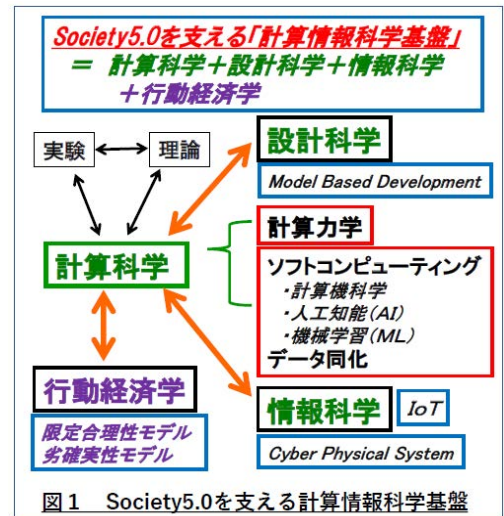


図 1 Society5.0を支える計算情報科学基盤

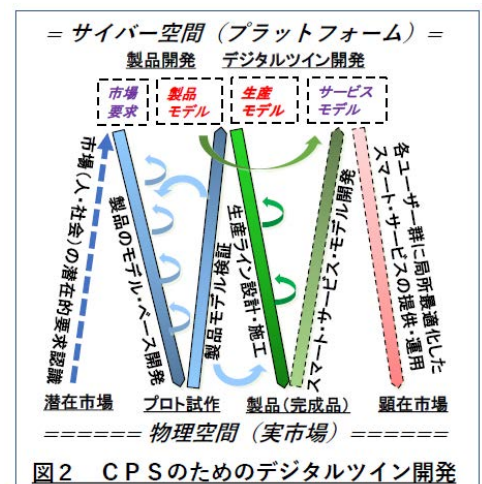


図 2 CPSのためのデジタルツイン開発

イン」では、多様な基盤技術の統合化により複合現象のモデリングを実現しモノづくりのデジタル化を実現することを目指しているが、スマート・サービスの対象としての人や社会をモデルに取り込むものではない。

④ 実施機関と実施体制

東京大学大学院工学系研究科及び同大学院情報理工学系研究科に、Society5.0を支える計算情報科学基盤創成の中核拠点を設立し、両研究科の研究者に加え東京大学大学院人文社会学研究科、経済学研究科、同公共政策大学院や京都大学経済学部、慶応大学経済学部、産業技術総合研究所の研究者を連携研究者として配置する。さらに、日本計算力学連合、日本計算工学会、日本応用数理学会、日本シミュレーション学会、人工知能学会、日本機械学会に加えて、NPO法人CAE懇話会とその全国6地域懇話会に所属する全国の研究者・技術者、及び日立製作所、ダイキン工業や東京大学発ベンチャーの研究者や技術者、また、MIT、UCB、ICL、ETH、KTH、清華大学、ソウル国立大学、シンガポール国立大学、インド工科大学、等の海外大学の研究者に、客員研究員として参画頂く。実行組織としては、拠点長、副拠点長のもとに、参画研究者らを、(1)物理系A(自然環境)ユニット、(2)物理系B(人工物・人工システム系)ユニット、(3)デザイン・人間系ユニット、(4)社会系ユニット、(5)連携プロトコルユニット、(6)プラットフォーム構築ユニット、(7)データプロセッシングユニット、(8)人工知能ユニット、(9)都市建築・設備ユニット、(10)行動経済学ユニットのもとに束ねる。また、ユニット長連絡会議を設け、常に、全ユニットが分散・協働・連携しながら、研究開発が進むようにする。

⑤ 所要経費

2020-2026年度：42億円(初期投資：8.4億円、運営費：31.8億円、国際シンポジウム開催費：1.8億円)

2020年度組織整備費：8.4億円

(中核拠点整備費：5億円、人件費：3千万円、研究費：1億円、システム開発委託費：2億円、旅費：1千万円)

2021-2026年度定常経費：31.8億円(毎年5.3億円×6年)

運営費：年間5.3億円(設備運営費：6千万円、人件費：8千万円、研究費：1億円、システム開発委託費：2億円、システム検証費：6千万円、旅費：3千万円)

2021, 2023年度：国際シンポジウム開催費(日本開催)：1億円(5千万円×2回)

2025年度：国際シンポジウム開催費(海外開催)：8千万円

⑥ 年次計画

2020年度から22年度まで

1) 東京大学大学院工学系研究科及び同情報理工学系研究科に研究開発中核拠点を整備し、そのもとに大学・民間研究機関、学協会などの研究開発ネットワークを構築する。

2) 計算情報科学基盤の主要構成要素(設計科学系、計算科学系、情報科学系、行動経済学系のシステムモデル)と、CPS処理のプラットフォーム及び仮想的データ生成基盤のプロトタイプを構築し、研究開発を開始する。連携プロトコルは適用対象に依存しない汎用性を実現するが、他のサブシステムについては公共施設の建築・設備を具体的なターゲットとする。

3) CPSにより統合される現実社会とデジタルツインの双方に含まれる不確かさの定量化に取り組む。計測データや物理モデルに関する不確かさの定量化と、スマート・サービスの対象である人や社会の不確かさを定量化する。人や社会の限定合理性や劣確実性を取り扱う計算科学的手法に関して、新たに研究開発する。

2022年度から24年度まで

4) 公共インフラ・エネルギーインフラ、人の健康・安心・安全に関わるビッグデータを、社会的基盤として整備に着手する。特定地域のエネルギー・インフラや公共交通インフラの公共データと、地域社会の人の健康・安心・安全に関わるデータを総合的に管理する枠組みを設計し、上記公共インフラや地域社会の人のデータの蓄積と分析、さらに構築されたCPS上のデジタルツインを利用して、特定地域を想定した仮想的な社会実装を実施し、その成果に基づき社会的合意形成に取り組む。

2024年度から26年度後半まで

5) 計算情報科学基盤の確立により、日本において複数の地域社会における社会実装を実行する。

6) さらに、アジア地域の複数都市におけるCPSによるスマート・サービスの提供を試行する。

7) 2021、23、25年度に国際シンポジウムを開催し、合わせて外部研究者による評価を受ける。

⑦ 社会的価値

課題先進国としての日本の状況を大きく変えるためにSociety5.0の概念は広く産業界にも受け入れられつつあり、特に製造業ではモノづくりのデジタル化のために生産ラインのデジタルツイン構築が進められている。③でも述べた如く日本における革新的デジタルツインの構築は、製品開発・製造に関わるものが主体であるが、スマート・サービスに関しては主としてITプラットフォーム・アプリを用いたものであり、新しい事業スタイルとして特にシェアリング・サービスの世界的展開が進んでいる。日本の製造業の世界における地位をより向上するためには、製品を販売するモノ売りから、CPSを前提としたコネクテッド・プロダクツとしての機能設計と、コト売りとして提供すべきスマート・サービスの設計・開発を進める必要がある。

一方で日本の公共設備(特に橋梁や道路)は老朽化が進んでおり、昨今多発する地震や暴風雨などによる被害が危惧されており、自然災害に対する防災・減災対応のための設備改修の優先順位付けや、巨大地震時に想定される津波における避難経路の最適化なども、国民の安全に対する重要な施策となる。

⑧ 本計画に関する連絡先

平野 徹(ダイキン情報システム、NPO法人CAE懇話会)