

Back Number

本論文は

世界経済評論 2024年7/8月号

(2024年7月発行)

掲載の記事です



世界経済評論

定期購読のご案内

年間購読料

1,320円×6冊=7,920円

6,600円

税込

17%

送料無料

OFF

富士山マガジンサービス限定特典

※通巻682号以降

定期購読
期間中

デジタル版バックナンバー読み放題!!



世界経済評論 定期購読



☎0120-223-223

[24時間・年中無休]

お支払い方法

Webでお申込みの場合はクレジットカード・銀行振込・コンビニ払いからお選びいただけます。
お電話でお申込みの場合は銀行振込・コンビニ払いのみとなります。

Fujisan.co.jp
雑誌のオンライン販売

社会シミュレーションと 政策意思決定への適用



千葉商科大学総合研究センター所長・副学長 寺野 隆雄

てらの たかお 1952年生まれ。東京大学情報工学修士課程修了後、電力中央研究所、筑波大学、東京工業大学の教授を経て、2024年より現職。筑波大学・東京工業大学名誉教授、工学博士。社会シミュレーション、知識システム、進化計算などに興味をもつ。情報系、経営系諸学会の理事、学会誌・論文編集委員（長）等を歴任。

社会経済の発展にはデジタル技術の適用が不可欠であるという認識が共通のものとなって久しい。しかしながら、我が国においては、デジタル社会に向けたDX（デジタルトランスフォーメーション）という掛け声は大きいものの、これを政策意思決定に利用するという動きは鈍い。本稿では、この理由を理解するために、我が国のデジタル政府へのアプローチの現状とエストニアを中心とする先進的な電子政府への取り組みの現状を紹介する。そして、この現状を打開するアプローチとして、デジタル社会への政策意思決定へむけた社会シミュレーション技術の重要性について論ずる。筆者は現在、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の支援のもと、研究プロジェクトを実施中である。このプロジェクトの特長は、社会実験をコンピュータ上のシミュレーションで実施するとともに、その過程を、政策意思決定に対峙するステークホルダーと共用しようというものである。筆者等は、このようなデジタル社会実験の実現と普及とを目指している。

はじめに

研究者・教育者の職に私が就いてから50年に近い。私は、学生のころにメインフレームの大型コンピュータに触れ、情報工学とシステム科学に進むことに決めたのが、その始まりであった。そのうちに、インターネットが普及し、Eビジネスが盛んになりデジタル社会に近づいてきた。しかし、まったく世の中が変わってしまったと感じるのは、この4年間である。COVID-19の流行は、一部の都市で始まったパンデミックが瞬く間に世界中に広がる恐ろしさを見せし、ウクライナの悲劇の一因は人々

を幸福にするはずのインターネットが政治的に利用されたせいでもある。また、良い面と悪い面とがあるが、この2年足らずの間に、誰でも利用できるChat-GPTをはじめとする生成AIの急速な普及も我々の生活を一変させてしまった。

それならば、我々が望んだデジタル社会は実現したのだろうか？ これに関連して、日本のめざすべき未来社会のあり方を提唱する「Society5.0」が発表されたのは、2016年「第5期科学技術基本計画」の中であった。この概念は、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、

人間中心の社会を意図していた。そして、最近の説明では、社会改革には、自然科学だけでなく人文・社会科学も含む「総合知」の活用が重要な役割を果たすと主張されている^[1]。この中心となる司令塔が「デジタル庁」というわけである。

現在デジタル庁の政策はいささか混乱している。しかし、「デジタル社会の実現に必要な政策」を議論するうえで、「電子政府」はいかなる形をとるべきか、そして、今後の政策意思決定にはどのような道具立てが必要になるかを考えなくてはならない。本稿では、最近の我々の「社会シミュレーション」に関する研究を紹介しつつ、複雑きわまりない政策意思決定への ICT を利用した接近法について議論する。

I デジタル政府の現状とエストニアの描く理想形

1. 我が国の現状

デジタル政府の評価については、早稲田大学電子政府・自治体研究所が18年にわたって調査している「デジタル政府ランキング」レポート^[2]や、国際連合経済社会局が取りまとめている E-Government Survey^[3]などがよく知られている。最近のデータによると2023年レポート^[2]では我が国の順位は11位、2022年レポート^[3]では EDGI（電子政府開発指標）という指標において我が国の順位は14位とあまり振るわない。特に報告 [2] においては、以下のような痛烈な指摘がなされている：

- ・国民視点のデジタル化、並びに行財政改革推進に十分な進捗がみられない。
- ・デジタル庁はコロナ、健保のデジタル化などで対応トラブルが見られ、成果が不十分であ

る。

- ・デジタル・ガバナンスの強化、中央官庁の縦割り行政の打破、自治体間デジタル格差、国民中心のデジタル化の実装、高度デジタル人材の育成、が引き続き課題である。

いずれにせよ、今後の我が国には、電子政府を実現し、行政業務や会計業務の高度化と効率化が必要不可欠である。著者は、この成功例としてエストニアの電子政府政策に注目したい。

2. エストニアの電子政府

エストニアは、フィンランドとバルト海を挟んでおり、ロシアとも国境を接している人口130万人の小国である（図1）。ソビエト連邦時代はその共和国のひとつであり、1991年に独立を果たした。しかし、ロシア系住民の反発などにより、2007年にロシアからの大規模なサイバー攻撃を受け、政府機能が大きなダメージを受けた。この影響もあり、エストニアでは、情報セキュリティを担保した電子政府の仕組みが大きく発展することになった。

健全な社会経済活動を推進するためには、ICT を利活用して業務を高度化・効率化していくこと、オープンで自由な取引を保証していくこと、その一方で情報セキュリティを確実に維持していくことの三点が重要である。この実現手段のひとつは、中央政府による徹底的な情報管理ではあるが、それとは真逆なやり方で、近年、高度な電子政府を実現しようとしているのがエストニアである。この三点について簡単に説明しよう。

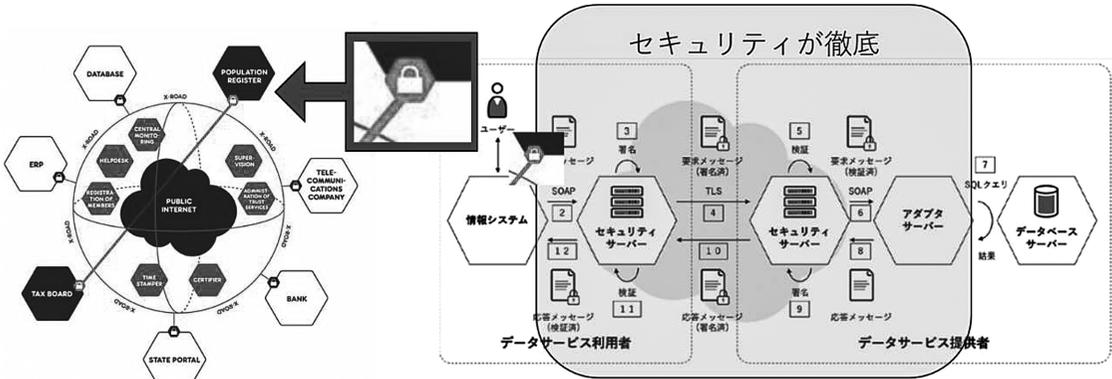
第一に、ICT の利活用の面では、市民は固有の ID を保持しており、あらゆる行政サービスにおいて、一回の情報入力で手続きが終了することが可能となっている。たとえば、我が国

図 1 エストニアと周辺国の状況



出所：[4]より取得したもの

図 2 セキュアかつオープンな技術基盤としての X-Road システム



X-Roadの仕組み (e-Estoniaのサイトから)

X-Roadにおけるデータ連携の流れ (松本・武田：スマートタウンを実現するデータ交換基盤“PlanetCross”. UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 第138号, DEC. 2018, pp.233-245)

出所：[4][5]に基づき作成

で行っているような確定申告時に書類を集めなおすような作業や選挙時における投票所への訪問のような作業は、まったく不要となっている。この考え方は Once-Only という原則にし

たがっており、データの収集は一度のみ実施されデータの重複や官僚的な縦割りの利用は排除されている。

第二に、自由な取引きを保証する仕組みとし

て、e-Citizen という制度を導入しており、誰もが、電子的にエストニア国民となることが可能となっている。その結果、EU 内での起業などがきわめて容易にできるようになっており、ブレエグジットに対応するために、英国人の e-Citizen が非常に増加しているとの報告もある。そのため、すべての組織は共通のオープンプラットフォームを利用している。また、市民は自らの個人情報を閲覧する権利を持ち、それらが政府によってどのように利用されているのかを監視することが可能となっている。

第三のセキュリティの面では、セキュアかつオープンなデータ交換を実現する技術基盤として、X-Road というシステムを積極的に導入している。これにより、データサービスの提供と利用とが非常にスムーズに実現できるようになっている（図 2 を参照）。

さらに、政府が管理すべき基本的なデータは「データ大使館」の名称のもとに、エストニア外にも整合性のとれた形で保存されている。さらに、X-Road システムはオープンソフトウェアとしてソースコードが公開されているにもかかわらず、他国からのデジタル政府へのハッキングを許しておらず、ヨーロッパを中心に各国で利用が進行している状況にある。

3. デジタル技術と市民の意向とのギャップについて

上述した説明は、エストニアのウェブサイトの情報ならびに、著者等の現地インタビューの結果に基づいている。これらのデジタル政府のシステム開発にあたっては、我が国ではとかく問題となっている個人 ID カードの統一の利用と縦割りでないオープンなプラットフォームが主要な役割をはたしていることは間違いないと

いえよう。しかしながら、これらのデジタル政府の仕組みは、技術主導のみでは決して実現できない。実際、エストニアのデジタル政府もその理想どおりには進展していないという報告もある。

技術が主導したプロジェクトとしては、世界各地で試行されてきたスマートシティプロジェクトがある。これらの多くは成功していない。たとえば Google あるいは親会社の Alphabet が先導したトロントの Sidewalk Toronto は 2020 年 5 月に COVID-19 の影響を理由に中止されている。データの利活用を前提としたプロジェクトではあったものの、行政と地域がデータ利活用に関する価値の共有を醸成することに重きを置かなかったことが大きな原因である。また、トヨタが主導した Woven City（ウーブンシティ）プロジェクトも住民の意向が反映されていないことが課題とされている。

II 政策意思決定における社会シミュレーションの役割

以上述べてきた内容に基づき、以下では政策意思決定における社会シミュレーションの役割について論ずる。この内容は文献 [5] に基づいている。

1. 社会シミュレーションの必要性

従来の社会経済に関する意思決定の研究分野では、典型的な手法は、歴史的な事実注目して文献を調査するという事例分析による接近法か、もしくは、対象をモデル化し数理的・統計的に扱う接近法が中心であった。たとえば物理学と統計的な分析法を金融の問題に適用したものが金融工学である。金融工学では、したがっ

て、自然界に存在する物理的現象と同様に、市場は所与のものと仮定されている。しかし、この仮定は一般に成立しない。市場は、それを構成する個々の人間の意思と行動に基づいて構成されるものであり、また、市場での取引きの法則は、自然現象とは異なり、市場を構成する人間の意思によって設計されるものだからである。

一方、科学研究の成果は、他の研究者たちに理解可能な形で伝達されること、かつ、実験を伴うものであればそれが再現できることが要請される。しかし、社会経済問題においては、このような要請に応えることは難しい。そこで、複雑な社会経済現象の分析・設計に伴う困難を克服する手段として、シミュレーションの方法が重要となる。工学分野の設計問題においてシミュレーションという技法の果たす役割は非常に大きい。ありえないケースが考慮できる、精度が格段に上がるなど利点はいくらかでも挙げることができる。同様に、意思決定におけるシミュレーションの適用は、コンピュータを利用して社会現象に潜む原理や原則を知るとともに、社会の仕組みをよりよく設計するための手段となりうる。

ここで、我々のもつ対象とする人工物に対する理解が十分深ければ、社会シミュレーションという手法は必要ないかもしれない。しかし、我々が頭の中で想定できるケースは非常に少ないし、後で考えれば自明なことであってもシミュレーション結果を見なければ思いつかないことも多い。これが社会経済問題にシミュレーションの方法を利用する第一の意義である。

もう一つ重要な意義は、一般に社会経済現象においては、得られる解は複数存在することで

ある。そうなると複数の解のうちどれを採用するかという意味決定問題が発生する。社会経済問題の解釈と設計にはさまざまな解が必要なのである。

その第一の理由は、社会問題には物理学のような第一原理は存在せず、たとえ厳密な数理モデルを開発したとしても、モデルのパラメータいかんによっては結果がまったく異なるものになってしまうことにある。第二の理由としては、現実の現象には不確定要素が多く、しかも対象の理解や管理に人間の意思決定要素がはいるために、どのような結果でも導きうるものがあげられる。第三には、内部に非常に豊かな心理状態をもつ個々の人間（ミクロな存在）は、マクロなレベルで出現する社会現象を観測し、自らの状態を変化させることである。これが、物理現象には存在しない、社会現象に特徴的なミクロ・マクロ間の相互作用である。

シミュレーションという手法を社会経済現象に適用しようとする場合、「将来の予測はできるのか」「予測は当たるのか」という質問を受けることが多い。しかし、社会シミュレーションを予測の手法として位置付けるのは間違いである。社会経済分野における諸現象の予測については、予測の自己破壊と予測の自己成就というふたつのまったく異なる状況が存在する。もし予測が否定的なものであった場合、当事者はその予測が実現しないように行動するし、逆に予測が肯定的なものであった場合は、当事者はその予測が実現するように努力するからである。

たとえば、ニュートンはロンドンの取引市場で大きな損失を被ったときに、「私は天体の動きは予測できるが、人民の狂気を予測することはできない」と述べたと伝えられている。やっ

てみなければ理解できない事象が社会経済問題は数多く存在する。

2. 社会シミュレーションとエージェント・ベース・モデリング

社会シミュレーションの手法の中で近年、重要となっているのがエージェントを用いるアプローチである。エージェント・ベース・モデリングでは、「エージェント」と呼ぶ内部状態と意思決定・問題解決能力、ならびに通信機能を備えた複数の主体によるボトムアップなモデル化を試みる。そしてこのインタラクションに基づく創発的な現象やシナリオを分析しようとする。

その特徴は、第一にミクロ的な観点においてエージェントが（個別の）内部状態を持ち、自律的に行動・適応し、情報交換と問題解決に携わる点、第二にその結果として対象システムのマクロ的な性質が創発する点、第三にエージェントとエージェントを囲む環境とがミクロ・マクロリンクを形成し、互いに影響を及ぼしあいながら、システムの状態が変化していく点にある。

図3に示すような、エージェント間のミクロレベルのインタラクションで創発するマクロ

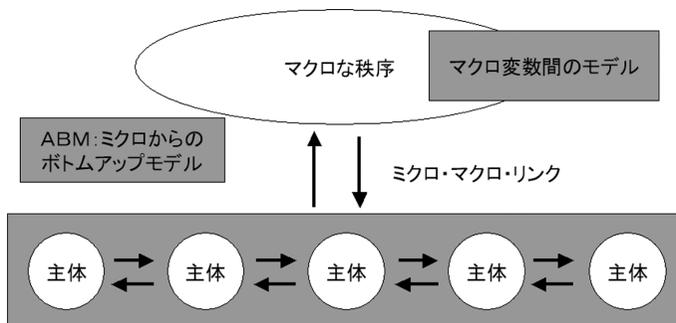
な現象、ならびに、それがトップダウンにエージェントに影響を与えることになる。たとえば、株式の取引を行うに人々をエージェントとみなそう。すると、個々の取引きというミクロな行動によって、金融市場の価格の変化というマクロな現象が創発することになる。さらに、金融市場の価格というマクロな情報が個々のエージェントの意思決定に大きな影響を与える。このように、ミクロな現象とマクロな現象がからみあって非常に複雑な動きをするのが現実の社会である。

このようなからみあいをミクロ・マクロ・リンクという。図3に示すような、エージェント間のミクロレベルのインタラクションで創発するマクロな現象、ならびに、それがトップダウンにエージェントに影響を与えるというミクロ・マクロ・リンクの現象の分析に有用である。

3. 社会シミュレーションの位置づけ

社会や組織の問題にシミュレーションを用いる研究は古くから行われている。もっとも古い研究に、Cyert, March による“Behavioral Theory of the Firm”（「組織の行動理論」）がある。また、社会におけるマクロレベルの変数の変化に注目するシステムダイナミクスのような

図3 エージェント・ベース・モデルの一般的な構造



なトップダウンの技法も存在する。これがローマクラブの「成長の限界」の研究に用いられたことは良く知られている。

しかし、これらのシミュレーション研究が社会システム研究の主流になることはなかった。モデルが現実離れしていると思われたためである。社会シミュレーション研究は1990年代初めに、ほぼ同時期に世界各国で復活した。その理由は次の三点にまとめられる。

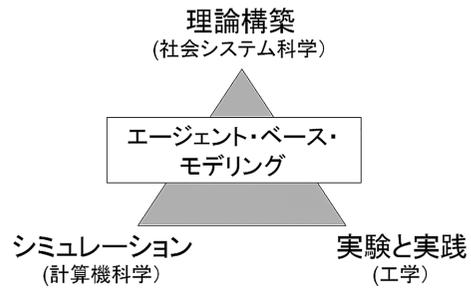
第一に、背景として、人類活動の世界規模での展開とインターネットをはじめとする技術の急速な発展普及とに伴って、世界規模で人々の意識・行動の変化が、社会制度に追いつかない現象が頻発していることである。

第二に、人工知能技術の進展により、シミュレーションの実現が容易になったことである。エージェントを用いる社会シミュレーションでは、社会・組織・個人をエージェントとして捉え、それらの相互競争・競合・協調を通して、ボトムアップにシステムを構成する過程と構造の性質とを精査する。従来は、この種の研究には長い時間と膨大な試行錯誤が必要であった。

第三はハードウェアの進歩である。我々が対象とする変動し続ける社会経済現象は、システムの規模の観点からはメゾ・スケールである。すなわち、エージェント数としては、数十から数千万、最大で百億の範囲に、時間的なスケールからは数時間、数日から千年程度の範囲である。これより、定量的に規模の大きい問題には情報統計力学的な接近が、規模の小さい問題には認知科学的あるいは実験経済的な接近が有効である。

これら既存の方法を補完する手法として、社会シミュレーションが存在する。社会シミュレーションの研究は、本質的に学際的・学問横

図4 社会シミュレーション研究の三角形



断的であり、理論、シミュレーション、実験と実践の三つのアプローチを融合することが重要である（図4）。

筆者は、エージェント・ベース・モデリングは、数学的に記述された法則と、言葉で記述した事例・ケースの中間に位置することに注目したい。そして、モデルがコンピュータ・コードとして実行可能であるがゆえに、再現や追試が容易なことと、モデルがコンピュータ言語として記述しているがゆえに、人々の間で伝達性・理解性が高いことに大きな特長があると考え

る。この考え方を実装しようというのが筆者等が取り組んでいる「デジタル社会実験」のプロジェクトである。

III デジタル社会実験を実現するために

本節の内容は、文献 [6] ならびにウェブサイト [7] などの情報に基づいている。

1. 政策意思決定に利用するための要請

複雑な現代の政策意思決定の問題を扱うには、空間スケールとしては、個人や家庭の行動単位からエネルギー問題など全世界にまで及ぶ問題を扱う必要がある。また、時間スケールと

しては、感染症対策のように一日単位の問題から都市計画のように数十年にわたる問題も存在する。健全な社会を実現するには、市民・行政者・政治家を含む多種多様な当事者が、これらの問題を自分ごととして理解し、意思決定につなげていかなければならない。「Society5.0」を実現しようとする我が国の取り組みや、公共政策における新公共政策 NPG (New Public Governance) の考え方を絵空事としないためにも新しいシステム科学の方法論が必要である。

実際、これらに関する意思決定には以下のような難しさが存在する。

- (1) 長期間にわたって間違いを起こさず確実に利用できることが要請される土木建築物のようなシステムと、COVID-19 対策のような間違いが発生したらすぐにそれに対応できるような即応的なシステムの両方が必要とされる。ソフトウェアシステムで例えれば、前者は、ウォーターフォールモデルで開発されるような基幹システムであり、後者はバグをできるだけ早く見出す必要がある接触者アプリのようなシステムである。
- (2) システムの実現には、通常、社会実験が必要となるが、物理的なシステムと異なり、技術社会システムには適切な測定技術や装置が存在しないために、実物規模で非常にコストのかかる実験か、もしくは、実効性の少ないごく小規模な実験しか実施できない。また、実験結果の評価も難しい。
- (3) 当事者が多種多様であるために、システムの実現にあたって事前アセスメントが必要である。また、どのような結果が得られても、当事者間で様々なコンフリクトに遭遇することになる。複数の解を妥当性のある根拠とともに提示しなければならず、その結果を自分ご

ととして納得してもらうためには、当事者間のコミュニケーションの支援が不可欠である。

- (4) システムの効果が明らかになるまでのタイムスパンが非常に長くなる可能性がある。将来の人口の変化に対応しなければならない都市計画や道路計画、社会保険制度などの問題はこの例である。

このような困難さに対する我々のアプローチは、工学分野で普及が著しいデジタルエンジニアリングの手法を技術社会システムに導入し、リアルスケールのデジタル社会実験を低コストで実行できるようにしようとするものである。これにより「測定しデザインする」「モデルを作って評価する」「当事者が自分ごととして参画する」といった社会問題に対応する適切なアプローチを確立することができると思われる。

2. デジタル実験実現のための基本技術

デジタルエンジニアリングの成功は、ICT や IoT などのコンピュータ・通信技術の進歩により、測定技術が進歩したこと、モデル化技術が進歩しリアルスケールで正確なモデルが容易に実現できるようになったこと、計算精度や表現方法が進歩し実物規模のモデルなしでも結果の妥当性が担保されるようになったことによる。デジタル社会実験の方法論を確立するために我々が必要と考える基本技術は、これによって以下三点が重要と考えている。

(1) データ駆動デザイン技術

デジタル社会実験を実施する上で大量かつ正確なデータはかせない。これには、ソーシャルメディア情報やスマホ、カーナビなどの移動情報、経済・景気の動向などの世の中に大量にあふれているビッグデータの分析と利活用は重

要である。しかし、今後の感染症の流行や人口動態の長期的変化などを知って、政策意思決定に利用しようとするこれら既存データのみでは不十分である。そこで我々は、国勢調査や生活情報に関する複数の統計データならびに国土地理院の基盤地図情報をもとに、地域ごとに全国民の合成人口データの開発と多様化を進めている。これは、個人のプライバシー情報を侵害することなしに実現した我が国の世帯の現状と将来を反映する実データと解釈することも可能である。これらは地域を対象とした精密な社会シミュレーションを実施する際に欠かせない技術である。また、複数のシナリオを得るために、100通りの異なるデータセットを準備している。なお、合成人口データを現実と近づけるためには大規模な多目的最適化が必要不可欠であり、スーパーコンピュータ利用技術の側面も強い。

(2) モデル駆動デザイン技術

デジタル社会実験で使うエージェント・シミュレーションには適切なエージェント行動モデルと大規模な社会モデルが必要である。さらに、これらのモデルは妥当な時間内に適切な計算資源制約のもとで実行する必要がある。対象問題に応じた実規模シミュレーションを行うことで、そのシミュレーション結果をひとり一人の個人レベルまでブレイクダウンすることが可能となり、その想定シナリオを自分ごととして納得することができるようになる。これによって個々人の行動把握や行動変容への働きかけにつなげることができる。現在のところ、我々のデジタルツインジャパン（D2J: Digital Twin Japan）は、日本の全人口を扱える1億2千万人規模の大規模エージェントベースシミュレ

ーションを単一CPUでリアルスケールに実行できるソフトウェア基盤となっている。さらに、シミュレーション結果の時間的推移を知るためには、大規模なデータ同化・モデル同化・最適化技術が必要である。

(3) コミュニケーション駆動デザイン技術

上述した二つの技術を当事者間で利活用するためには、特定の社会的課題に焦点を当てて、モデリング過程の5ステージ（データ収集、モデル定義、モデル構築、妥当性評価、モデル利用）において、データ収集から行動モデリング、そして社会シミュレーションの可視化による当事者とのコミュニケーションを促進する共創的な方法として確立する必要がある。これには、当事者が意思決定プロセスに関与する参加型アプローチが重要となる。しかし、上述した5つのステージへの一貫性を持った技術はない。デジタル社会実験でのコミュニケーション技術として、当事者間の対話を通じてモデリングを逐次改善する方法が提案されており、ゲーミング手法と融合したエージェントモデルへの適用が課題となっている。コミュニケーション駆動デザインでは、共感と共創および可視化に関わる問題を扱う。そのために Multi-methodology と呼ばれる方法論を利用する。これは、フェーズとコンテキストの組み合わせからコミュニケーションのための介入を行う方法である。フェーズとしては、デジタル実験の前フェーズ、デジタル実験実施フェーズ、デジタル実験後の政策実施フェーズがある。コンテキストとしては、コミュニケーションを行う主体による分類として、当事者間、当事者と研究分析者間、研究者間、当事者と外部主体間の4タイプがあります。3フェーズ×4コンテキスト

図5 デジタル社会実験のフレームワーク

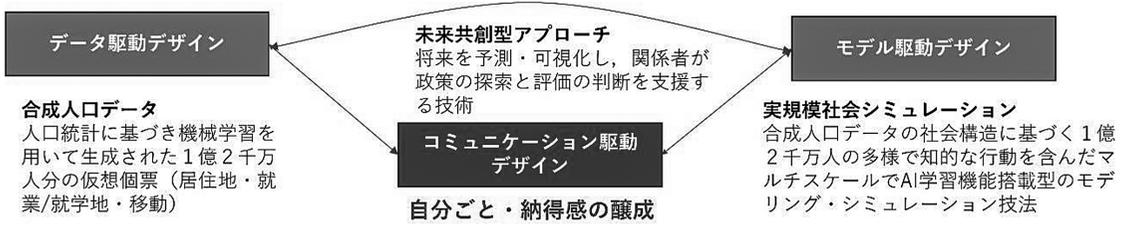
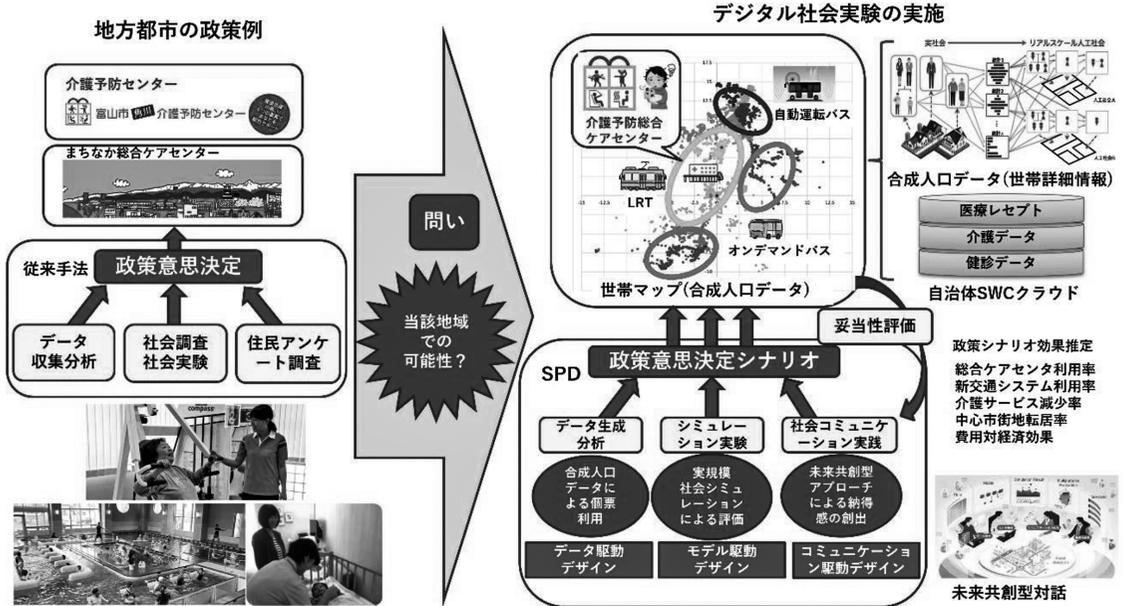


図6 デジタル社会実験の都市問題適用へのアプローチ



タイプの組み合わせを取り扱う。

これらの概念を統合したデジタル社会実験のフレームワークは図5にまとめられる。

筆者等は、このフレームワークに基づき、現在、特定の地方都市を対象に具体的な政策意思決定問題の解明と解決に取り組んでいる最中である（図6）。これらについては、随時ウェブサイト [7] などに情報を提供している。

おわりに

本稿では、デジタル社会における政策意思決定の現状と課題を述べ、それに対応するための新たなアプローチとしてデジタル社会実験による社会シミュレーションの方法論について論じた。このような筆者等のアプローチは実現可能性が低いと思われる方も多いと思う。しかしながら、あまり知られてはいないが、COVID-19の対策立案にあたっては、内閣府にAIシミュ

レーショングループという学際的な研究組織が立ち上がり、ワクチン接種の方法、オリンピック開催の是非など、緊急を要する対応策に関してさまざまな社会シミュレーションの方法が模索されていた。これらの内容についてはウェブサイト [8] に報告がある。この活動について、知り合いの研究者は、「これは政策立案者と学際的な研究者が共同して社会問題に対応した我が国では初めてのケースである」と発言している。現在は、シミュレーションを積極的に利用して政策意思決定を実施することが可能な時代となっているのである。

【参考文献】

[1] 内閣府：Society 5.0., <https://www8.cao.go.jp/cstp/socie>

ty5_0/index.html (2024年5月閲覧)

- [2] 早稲田大学電子政府・自治体研究所 第18回世界デジタル政府ランキング2023., https://idg-waseda.jp/pdf/2023_Digital_Government_Ranking_Report_Japanese.pdf (2024年5月閲覧)
- [3] United Nations: E-Government Survey 2022 -The Future of Digital Government- <https://desapublications.un.org/sites/default/files/publications/2022-09/Report%20without%20annexes.pdf> (2024年5月閲覧)
- [4] エストニア電子政府情報: <https://e-estonia.com/facts-and-figures/> (2024年5月閲覧)
- [5] 寺野隆雄：なぜ社会システム分析にエージェント・ベース・モデリングが必要か, 横幹, Vol. 4, No.2, pp.56-62, 2010.
- [6] 寺野隆雄, 喜多一, 貝原俊也, 高橋真吾：デジタル社会実験の実現に挑むリアルスケール社会シミュレーション, 計測と制御, Vol. 62, No.1, pp.4-8, 2023.1.
- [7] JST 未来社会創造事業人間中心の社会共創デザインを可能とするデジタル社会実験基盤技術の開発, <https://www.jst.go.jp/mirai/jp/program/super-smart/JPMJMI23B1.html> (2024年5月閲覧)
- [8] 内閣府 COVID-19 AI & Simulation Project <https://www.covid19-ai.jp/ja-jp/> (2024年5月閲覧)

一般財団法人 国際貿易投資研究所の調査研究報告書
「調査研究シリーズ」のご案内

一般財団法人 国際貿易投資研究所の報告書の全文をダウンロードすることができます。(<https://www.iti.or.jp/>)

台湾リスクと半導体産業の今後

ITI 調査研究シリーズ 151号, 2024年3月刊, 令和5年度(一財)貿易・産業協力振興財団助成事業

第1章 台湾リスクと半導体産業の今後

朝元照雄 (九州産業大学名誉教授, 研究会委員長)

第2章 半導体産業の発展における TSMC の組織間関係の構築・変化

楊 英賢 (台湾・国立嘉義大学管理学院・企業管理学系専任教授)

第3章 マクロ的な視点からみる台湾の半導体産業

劉 慶瑞 (台湾・輔仁大学副教授)

第4章 半導体有事とラピダスの成功可能性

林 倬史 (立教大学名誉教授)

第5章 グローバルサプライチェーンの中の台湾半導体産業

伊藤博敏 (独立行政法人日本貿易振興機構(ジェトロ) 調査部国際経済課長)

一般財団法人 国際貿易投資研究所 (ITI)

TEL : 03(5148)2601 / FAX : 03(5148)2677

〒104-0045 東京都中央区築地1丁目4番5号 第37興和ビル3階

E-Mail : jimukyoku@iti.or.jp URL : <https://iti.or.jp/>