

戦略プロポーザル

進化的社会システムデザイン

～自然科学と社会科学の連携協調による
持続可能な社会の実現～

STRATEGIC PROPOSAL

Evolutional Social System Design

– Realizing Sustainable Society by Collaboration between
Natural Sciences and Social Sciences –

研究開発戦略センター(CRDS)は、国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場に立つて行う公的シンクタンクの一つで、文部科学省を主務省とする国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)に属しています。

CRDS は、科学技術分野全体像の把握(俯瞰)、社会的期待の分析、国内外の動向調査や国際比較を踏まえて、さまざまな分野の専門家や政策立案者との対話を通じて、「戦略プロポーザル」を作成します。

「戦略プロポーザル」は、今後国として重点的に取り組むべき研究開発の戦略や、科学技術イノベーション政策上の重要課題についての提案をまとめたものとして、政策立案者や関連研究者へ配布し、広く公表します。

公的な科学技術研究は、個々の研究領域の振興だけでなく、それらの統合によって社会的な期待に応えることが重要です。「戦略プロポーザル」が国の政策立案に活用され、科学技術イノベーションの実現や社会的な課題の解決に寄与することを期待しています。

さらに詳細は、下記ウェブサイトをご覧ください。
<https://www.jst.go.jp/crds/>

エグゼクティブサマリー

本プロポーザルは、法制度や倫理的課題を考慮しながら社会システムを設計・構築し継続的に進化させるフレームワークと、その確立に必要な研究開発を提案する。進化的社会システムのデザインフレームワークは、現在の社会システムを計測しデータを集め、そのデータを分析して要件を明らかにし、要件に基づき社会システムを設計・構築して社会に提供し、新しくなった社会システムをまた計測する、というスパイラル状のデザインプロセスによって社会システムを進化させるものである。本プロポーザルでは4つの研究開発課題と、社会課題を解決するために実証実験を実施する際の「コーディネータ」の役割を重要な課題として挙げている。

- ①計測に関する研究開発課題：「統合的利活用のための、社会システムデータの解釈・カタログ化」

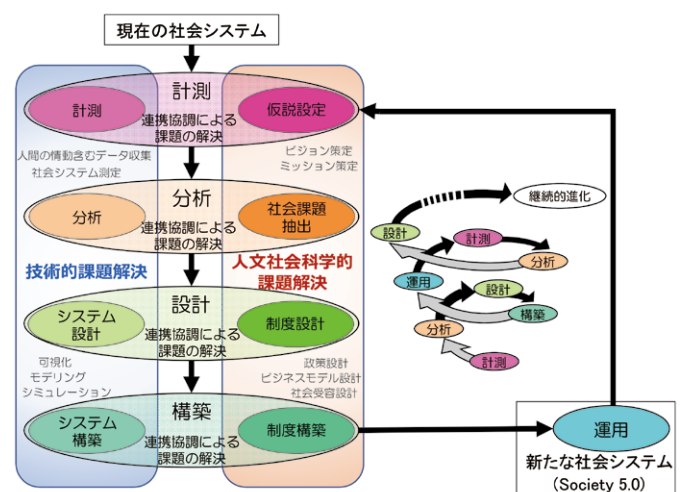
IoT やスマートフォンなどによって集められる社会からのデータを解釈し、カタログ化するための研究開発である。データ収集のためのプラットフォームや、データを円滑に流通させ利用するための技術的開発と法制度の整備が必要である。

- ②分析に関連した研究開発課題：「社会的規範や、法律・経済・技術の制約を考慮した、目指す社会システムをデザインするための要件定義」

集めて解釈したデータの情報をもとに理解される現在の社会と、ありたい姿としての社会とのギャップを埋める方策を、社会的な規範や法律、経済的あるいは技術的な制約の下で実現する、要件定義としてまとめる技術である。社会に関わる広範な制約や条件をもとに要件定義をまとめる必要があるため、自然科学、人文科学、社会科学の連携が必要である。

- ③設計・構築に関する研究開発課題：「人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築」

要件定義をもとに社会システムを構築する際に、社会をシミュレーションし、より最適な社会システムを実現するための研究開発である。社会システムのデザインに使える精度の社会システムシミュレーションが必要であり、適切な社会のモデルが必要になる。モデルの構築には社会やコミュニティにおける人間の行動や人間間の関係の理論や、社会制度に関する理論が必要であるが、現在の社会科学が獲得している理論では十分な精度を持っていない可能性がある。ビッグデータを活用し、社会科学の理論が進展することで、社会システムデザインに必要な高い精度の社会モデルが構築できると期待できる。また、モデルの高度化だけでなく、データ収集で集めたデータのデータ同化や、ディープラーニングによる学習などを利用することでも



進化的社会システムデザインのフレームワーク

シミュレーションの高精度化が可能と考えられる。

④社会への提供に関連した研究開発課題:「リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理」

社会システムの運用は法令の規制の下でなされる必要がある。社会システムが法令を順守していることをリアルタイムに確認することで、安心して社会システムを利用できる。社会システムを利用することで生み出されるリアルタイムデータと機械可読化されたルールを使って自動的かつリアルタイムにチェックする技術の研究開発である。自然言語で記述された法令や制度を機械で扱えるようにする技術や、自動で判断する技術の開発が求められる。

⑤施策推進における「コーディネータ」

社会システムを社会で運用していくためには、実証実験が欠かせない。実証実験には産学官の全体に通暁して、産学官それぞれの要請に基づいて適切なチームビルディングを行い、市民とのコミュニケーションができる、コーディネータと呼ばれる人／組織が必要である。コーディネータには非常に広範な知識や技能が必要なため、組織的にコーディネータの機能を果たす必要がある。

コーディネータ組織を設立し、交通システム、医療システムなど、具体的な社会システムをデザインするプロジェクトを推進することで、このフレームワークの有効性を確認すると同時に、「社会システムデータの解釈・カタログ化」、「目指す社会システムをデザインするための要件定義」、「人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築」、「リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理」という個別の研究課題テーマを深化させていくことが望ましい。実証実験においては、市民、国や地方自治体、大学等のアカデミア、産業界の参加が必要なことから、さまざまな省庁への政策提案、産業界への提言、学会活動の推進などを進め、法制度の設計、国内への水平展開、国連サミットで採択された持続可能な開発目標（SDGs）に対応した社会システムの海外輸出というように推進、展開していくことが望まれる。

計算機、インターネット、スマートフォン、モノのインターネット（IoT）、人工知能（AI）といった ICT 技術は社会システムを実現する技術として、現在の社会に広まっている。社会状況に応じた課題を解決するために、第 5 期科学技術基本計画が掲げる「Society 5.0」では、経済発展と社会問題の解決を両立し、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送れる社会を実現することを目指している。そこでは、IoT や AI といった最新の情報技術を活用することが期待されている。しかし、ICT 技術を活用することで利便性が増す一方、社会システムは複雑さを増す。そのため、複雑な社会システムを適切に設計するフレームワークが求められる。また、社会システムを運用すると、利用者の行動が変化して既存の社会システムではうまく対応できない新たな課題が発生するため、社会システムを社会の変化に応じて進化させる仕組みも必要になる。本プロポーザルで提案するフレームワークに沿った研究開発を進めることで、見通しよく、エビデンスベースで社会の期待を把握し、効果を定量的に検証した上で、安心して使える社会システムを実現し、進化させることが可能になると期待される。社会課題先進国であるわが国が、世界に先駆けて本フレームワークに基づく社会システムデザインを推進していくことが重要である。

Executive Summary

In this proposal, we propose a framework to design, build and continuously evolve social systems while considering legal and ethical issues, and we also propose research and development to establish the framework. It is a design framework for evolutionary social system consisting of a spiral process of measuring and analyzing current society, clarifying requirements, designing and constructing a new social system, providing it to the society, then observing the new society again. We listed four research and development issues. Adding that we listed the importance of a “coordinator” who carries out demonstration experiments to solve social issues.

- i) R & D issues on measurement: “Interpretation and cataloging of social system data for integrated utilization”

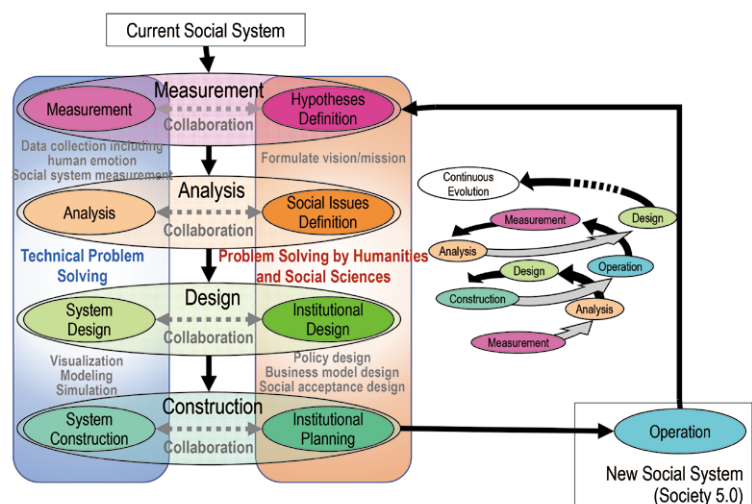
This is a technology to interpret and catalog data from the society collected by IoT devices or smartphones. In addition, it is necessary to develop a platform for data collection and to have a technology and a legal system for smooth distribution and use of data.

- ii) R & D issues related to analysis: “Requirement definition considering restrictions on social norms and laws, economics, and technologies”

This is a technology to summarize the strategy as a requirement definition to be achieved under social norms and laws as well as economic or technical constraints. We can consider a strategy to fill the gap between the present society which is understood by interpreting the collected data and the society we want to be. It is necessary to cooperate with the natural science, the humanities, and the social science because summarizing the requirement definition requires a wide range of constraints and conditions related to society.

- iii) R & D issues related to design and construction: “Design and construction of social systems by integration of humanities and social sciences and information sciences”

This is a technology to realize a more optimal social system by simulating the society based on the requirements definition. In order to design and construct social systems, we need a simulator and a social model that have enough precision for design. The theory of human behavior in society or community, the relationship between humans and the theory of social systems are



Design framework for evolutionary social system

necessary for the construction of models. But the theories acquired by the current social sciences may not have sufficient accuracy. By utilizing big data and evolving theories of social science, we can expect to build a model of society with the precision necessary for social system design. In addition, it will be possible to improve the accuracy of simulation by not only sophistication of the model but also data assimilation using collected data and machine learning like deep learning algorithm.

- iv) R & D issues related to provision to society: "Operation management that enables real-time data collection and regulatory compliance confirmation"

The operation of social systems needs to be done under laws and regulations. By confirming in real time that the social system complies with laws and regulations, the social system can be used with confidence. This is a technology that checks automatically and in real time using real-time data generated by the use of social systems and machine-readable rules. There is a need to develop technologies that allow machines to handle laws and regulations written in natural language, as well as technology that makes automatic judgments.

- v) "Coordinator" in implementing a demonstration experiment

In order to operate social systems in society, demonstration experiments are indispensable. The demonstration experiment requires a person/organization called a "coordinator" who can communicate with the citizens by conducting appropriate team building based on each industry-academia-government request. They also have general knowledge of industry, academia and government.

From the perspective of policy promotion, it is desirable to establish a coordinator organization and promote projects to design concrete social systems such as transportation systems or medical systems, and to confirm the effectiveness of this framework. At the same time, it is also hoped to deepen individual research subjects such as "Interpretation and cataloging of social system data", "Requirement definition for designing a target social system", "Design and construction of social systems by integration of humanities and social sciences and information sciences" and "Operation management that enables real-time collection and regulatory compliance confirmation". Since demonstration experiments require the participation of citizens, national and local governments, academia such as universities, and industry, we are going to promote policy proposals to various ministries, recommendations to industry, and academic activities. It is preferable to promote and develop a new legal system, horizontal development in the country, and export of social systems corresponding to the Sustainable Development Goals (SDGs) adopted by the UN Summit.

ICT technologies such as computers, the Internet, smartphones, and the Internet of Things (IoT) and Artificial intelligence (AI) are widespread in today's society as technologies to realize social systems. The "Society 5.0", incorporated in the 5th Science and Technology Basic Plan, is trying to solve problems according to the social situation by realizing a society in which everyone can live a comfortable and energetic quality of

life by achieving both economic growth and social problems resolution. It is hoped that the latest information technology such as IoT and AI will be used there. However, the use of ICT technology makes social systems more complex while making them more convenient. A framework is required to properly design a complex social system. In addition, as the social system is operated, it is necessary to evolve the social system in response to changes in society, because new issues that cannot be addressed in existing social systems arise due to changes in user behavior. By advancing research and development in line with this frameworks, it is expected that it will be possible to realize and evolve social systems. We can use them with peace of mind because we understand the expectations of society on an evidence-based manner and we quantitatively verify the effects. It is important that Japan, an advanced country with social issues, be the first in the world to promote social system design based on this framework.

目 次

エグゼクティブサマリー	i
Executive Summary	iii
1. 研究開発の内容	1
2. 研究開発を実施する意義	3
2-1. 現状認識および問題点	3
2-2. 社会・経済的効果	5
2-3. 科学技術上の効果	7
3. 具体的な研究開発課題	8
3-1. 統合的利活用のための、社会システムデータの解釈・カタログ化	8
3-2. 目指す社会システムをデザインするための要件定義	9
3-3. 人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築	9
3-4. リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理	10
4. 研究開発の推進方法および時間軸	12
付録1. 検討の経緯	16
付録2. 国内外の状況	19
付録3. 専門用語説明	25
付録4. 参考文献	27

1. 研究開発の内容

進化的社会システムデザインとは、技術的課題解決に基づくシステム構築と、法制度的課題解決に基づく法制度構築が相互に連携することによって、社会システムを継続的に進化させることを目指したデザインフレームワークに関わる研究開発である。ここでいう社会システムは第5期科学技術基本計画で実現を目指す Society 5.0 における社会システムを意図している。Society 5.0 の社会では、モノのインターネット（IoT）や人工知能（AI）といった最新技術を使って、経済発展と社会問題の解決を両立し、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送れるようになると掲げている。このような社会を実現する社会システムのデザインに必要なのは、デザインフレームワークである。本プロポーザルでは情報学、自然科学、人文学、社会科学が連携・協調して研究開発を行えるようなフレームワークとして、図1のような社会システムデザインのプロセスを提案する。

これは社会を観察し、分析し、社会システムを設計・構築して、社会に提供する、という一連のプロセスをスパイラルのように繰り返すことで、社会システムを進化させようとするものである。このプロセスの各段階に対応した、以下の4つの研究開発課題を提案する。

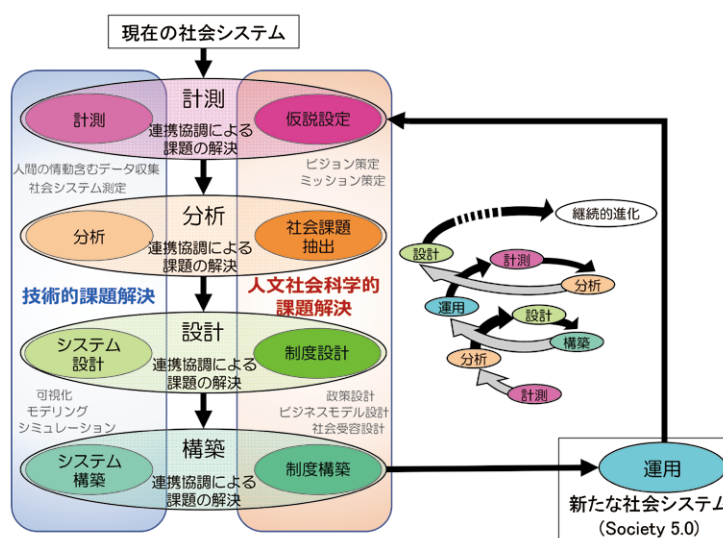


図1 進化的社会システムデザインのフレームワーク

- ①社会のデータ収集に ICT を活用する「統合的利活用のための、社会システムデータの解釈・カタログ化」

社会システムを進化させるためには、社会システムに対する社会の潜在的期待を発見する必要がある。IoT センサーの研究開発と共に、データを集めるデータベースプラットフォームの研究開発や、集めたデータの意味を理解するための、データの解釈やカタログ化が必要である。さらに集めたデータを流通・活用するための技術的課題や法制度的課題がある。

- ②集めたデータを分析して、社会の規範や法律、技術的制約などを考慮して要件を明確化する「社会的規範や、法律・経済・技術の制約を考慮した、目指す社会システムをデザインするための要件定義」

社会の潜在的期待を発見した後は、目指す社会と現状のギャップに対して、社会的な規範、法律、経済的な制約、技術的な制約を考慮して、社会システムに対する要件を定義していかなければならない。

- ③人文社会科学の知見を入れた社会シミュレーションを使うことで、社会システムの設計・構築時に効果の事前確認を可能にする、「人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築」

社会システムの構築にあたっては、社会システムを社会に導入したときの影響をあらかじめシミュレートしておくことが望ましい。そのためには、多様な個人、コミュニティ、社会をモデル化しなければならず、人文・社会科学の知見がとりわけ重要になる。シミュレーションの技術としてはマルチエージェントシミュレーションがあるが、現実と整合的な結果を得るためのデータ同化や、実際のデータに基づく学習といった AI 技術の開発、さらには法令や倫理のモデルへの組み込みが必要となる。

④社会に適用したときに法令との適合を自動かつリアルタイムに確認することで法の順守を容易にする「リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理」

規制の順守を促すため、構築した社会システムが法令の規制に沿った動作をしているかどうかをリアルタイムに確認できるようにすることが必要である。

本プロポーザルの推進方策として、交通システム、医療システムなど、具体的な社会システムをデザインするプロジェクトを推進して、このフレームワークの有効性を確認することが求められる。実証実験には、国や地方自治体、大学等のアカデミア、産業界の参加が必要であり、さまざまな省庁への政策提案、産業界への提言、学会活動の推進などを行うべきである。さらに、コーディネータを育成し、そのバックアップオフィスを作って、実証実験を推進することが必要である。さらなる発展として、法制度の設計、国内への水平展開、国連サミットで採択された持続可能な開発目標（SDGs）に対応した社会システムの海外輸出などが考えられる。

なお、本プロポーザルは社会システムデザインのフレームワークの提案が主であり、社会システムデザインの全体像を提示しているものの、さらに具体的な提案が必要であると認識している。今後、社会システムデザインに関する具体的な研究開発のプロポーザルの作成を予定している。

2. 研究開発を実施する意義

2-1. 現状認識および問題点

計算機、インターネット、スマートフォン、モノのインターネット（IoT）、人工知能（AI）といった ICT 技術は社会システムを実現する技術として、社会に広まっている。社会状況に応じた課題を解決するために、第 5 期科学技術基本計画に盛り込まれた「Society 5.0」では、IoT や AI といった最新の情報技術を活用することで、経済発展と社会問題の解決を両立し、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができる社会の実現を目指している。しかし、以下のような問題がある。

- ・ 社会システムに ICT 技術を活用することで、利便性が増す一方、人々を結びつけるネットワークが複雑になるなど、社会の複雑さも増す。それにもかかわらず、そのとき利用できる技術をとにかく利用するというやり方で社会システムへの先端技術の導入をしているため、社会の複雑さに対応しきれていない。
- ・ 個々の社会システムが独立に実装されているため、社会全体としての最適化を図ることができていない。
- ・ 新たな社会システムを運用したことによって利用者の行動が変化し、既存の社会システムではうまく対応できない新たな課題が発生する。
- ・ 個人情報保護法や改正著作権法のような、本来は新たな社会システムの導入と同時に必要であった法律が、後追いで制定される。

先端技術の社会導入の先例として 2010 年頃活発になった、スマートシティがある。日本では、再生可能エネルギーを効率よく使い環境負荷を抑える次世代環境都市が、エネルギー環境問題を解決するソリューションとしてさまざまな実証実験で取り上げられ、スマートメータの導入などがなされた。関西文化学術研究都市や柏の葉スマートシティなどのモデル都市が街づくりを進めているが、活発な実証実験が終了した後は、スマートシティという言葉を目にする機会は減った。一方、米国、欧州ではスマートシティを中心とした動きが IoT などの技術の進展、環境への意識の向上などにより再活発化している。社会基盤実

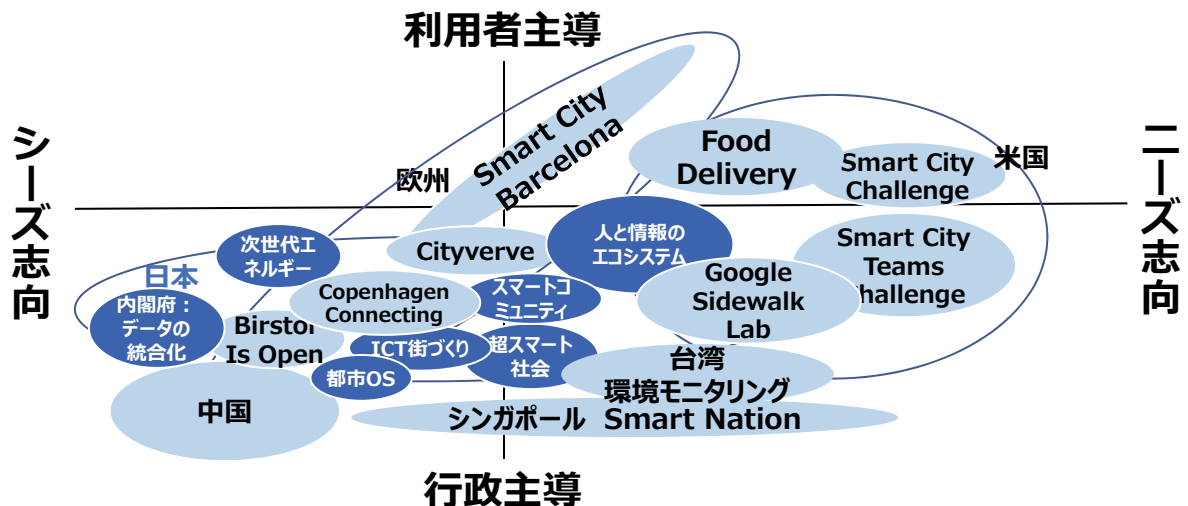


図 2 各国のスマートシティプロジェクトの現状

現に向けた研究開発が必要な SDGs との関連もあり、わが国においても、再び重要な取り組みになってきている。スマートシティに関連したプロジェクトをシーズ志向かニーズ志向か、利用者主導か行政主導か、という軸でまとめたものが図 2 である。

この図から、以下の特徴が見てとれる。

日本：スマートシティに限らず、実証フェーズの施策を複数実施

米国：交通、食物、流通といった具体的なソリューション実証

欧州：技術導入を主目的とした政府によるトップダウンから、市民の課題解決を主目的とした市民によるボトムアップへ

シンガポール、中国：国の強いリーダーシップで IT 技術を取り込み実用化

先端技術の導入だけを目的としたスマートシティの実現は実証実験レベルで終了することが多い。一方、継続してスマートシティに取り組む例では、例えばバルセロナで見られるように、市民のニーズを汲み取り、市民の課題解決を目的としたスマートシティ構築が目立っている。わが国においても、平成 30 年 8 月に国土交通省都市局が策定した「スマートシティの実現に向けて【中間とりまとめ】」に、今後目指すべきスマートシティのコンセプトとして、

- ・ 技術オリエンテッドから課題オリエンテッドへ
- ・ 個別最適から全体最適へ
- ・ 公共主体から公民連携へ

といった、バルセロナと同様な項目を挙げている。

2015 年 6 月に、Google は新会社「Sidewalk Labs」の設立を発表した。Sidewalk Labs は、人々を中心とした都市デザインと先端技術を組み合わせることで、持続性があり、手頃な価格で暮らせ、機動性があり、経済的機会が均等な都市を実現することをミッションとしている。2017 年に Sidewalk Labs は、カナダが進めるトロント東部ウォーターフロント地区に新たなコミュニティを作るプロジェクトに参画することを発表した。都市の抱えるエネルギー、ゴミ処理、健康管理、住居不足、交通といった課題を技術で解決して、住民、労働者、観光客の Quality of Life を向上させる計画である。そのために、都市プラットフォームを構築して、都市で生み出されるさまざまなデータを利用するとしている。

IBM や CISCO といったモノづくりの企業が新技術を適用する事例としてスマートシティに取り組んでいた時代から、Google のようなサービスにフォーカスした企業がユーザーとのやり取りの中からサービスに必要な技術（例えば自動運転車）を開発し、スマートシティに取り組む時代へと変化してきている。

一方、人工知能技術が進み社会導入が一部始まっている状況で ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) の議論が活発になったり、自動運転車の一部の機能が実現された状況で、法規制の問題を検討したりするなど、社会に先端技術が導入され社会システムが変革されるときへの対応が後手に回っているという現状がある。社会システムデザインのプロセスが確立されておらず、プロセスを具体化していくために必要な研究開発課題の取り組みも体系化されていないことが原因のひとつである。

2-2. 社会・経済的效果

社会システムのデザインという多分野の連携による実践を通じて、人文社会科学などの観察型研究に、データ収集、分析など情報技術の活用を図ることができるようになる。また、工学などの構成型研究には社会学、心理学といった人文・社会科学の知見活用を図ることができるようになる。全体が連携して協力することで、社会への働きかけを実践することが可能になる。本プロポーザルが掲げるデータ収集、要件定義、デザイン、運用・管理の研究開発を進め、社会課題解決のための実証実験推進体制を整えることで、エビデンスに基づき、定量的に効果を検証して、安心して使える社会システムを実現できる。さらに、実データに基づく精度の高い設計を行うことによって、市民参加による満足度と納得度の向上がもたらされ、目標に対して適切なアプローチを取ることによって、経済効果がもたらされる。本提案と一部重なる IoT 推進による経済効果を試算したものとして、2016 年 12 月に総務省が発表した、「地域 IoT 実装推進ロードマップ」及び「ロードマップの実現に向けた第一次提言」[1] がある。その試算によると、2020 年度時点における地域 IoT 実装に関連する経済効果として、地域実装がもたらす効果の経済波及効果は 4.9 兆円、雇用創出効果は 45 万人としている。ICT 分野に及ぼす効果としては、ICT 投資増加額が 1.1 兆円、ICT 雇用創出効果が 5 万人と試算している。経済波及効果が大きい 3 つの分野として、医療・介護・健康、地域ビジネス、観光を挙げている。ICT 投資が最も増加する分野は農林水産業である。こうした経済効果をもたらしするためには、技術開発だけでなく、社会システムデザインの観点に基づく取り組みが必要である。本プロポーザルが提案する社会システムデザインのフレームワークと研究開発実施により、政府が試算する経済効果の創出に貢献することが可能となる。さらに、社会システムデザインによって、市民参加に深さと広がりをもたらしことができ、経済効果だけではなく社会的効果を期待できる。

オーストラリアのサンシャインコーストで試算されているスマートシティの効果と経済効果を表 1 に示す。表に挙げた以外にも、監視カメラ、街灯、電力、交通、掲示板、教育、イノベーションハブ、などのソリューションが挙げられており、幅広い分野で経済効果が見込まれている。

表 1 サンシャインコーストのスマートシティ事例

ソリューション	主たる効果	10 年間の経済効果予測
駐車場	空いている場所を探す手間、時間削減 支払い、管理の簡素化 違反取り締まり効率化、	28.8 ～ 32 億円
行政サービス	スマホや Web によるアクセス利便性向上 サービスコスト削減 住民参加促進 行政判断の材料となるデータの生成	24 ～ 32 億円
医療	高品質の医療提供 治療効果改善 コスト削減 遠隔治療による医師の効率向上	6.4 ～ 9.8 億円
ゴミ処理	ゴミ処理コスト削減 清潔な都市環境の提供	1.6 ～ 2.4 億円
上水道	水漏れの発見と修理の迅速化 薬品使用量削減 水質向上 水利用状況の見える化による利用量削減 水道メータの検針作業効率化	1.2 ～ 64 億円

※ <https://d1j8a4bqwzee3.cloudfront.net/7media/Corporate/Documents/Smart%20Cities/smartcityframeworkintrobrochure.pdf?la=en> (2019年7月30日時点) による。1 オーストラリアドル = 80 円で計算。

日建設計総合研究所は、位置情報を使った具体的な事例として、平常時の携帯 GPS (Global Positioning System) 位置情報や Wi-Fi ログによる人流解析、災害発生時の携帯 GPS 位置情報による滞留状況解析、安全安心見守りでのカメラやビーコンの利用、購買ポイントデータによる地域経済効果の確認、街区のエネルギーマネジメントによる再生可能エネルギー利用率アップや省エネルギー効果、などを挙げている。さまざまなデータに基づき、都市経営情報プラットフォーム上で KPI (Key Performance Indicator) を設定して、エリアマネジメント組織が PDCA (Plan Do Check Action) サイクルを回すことで、市民や利用者の QOL (Quality Of Life) の向上に寄与することができるとしている [2]。

2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」に記載された持続可能な開発目標 (SDGs) に対しても、ICT が提供するさまざまな機能が、複数のターゲットを経由して、ゴールの達成に寄与する (図 3)。

ICT が寄与するゴールの中で、社会システムデザインが特に関係する課題は以下である。

- ゴール 3：すべての人に健康と福祉を
- ゴール 8：働きがいも経済成長も
- ゴール 9：産業と技術革新の基盤をつくろう
- ゴール 10：人や国の不平等をなくそう
- ゴール 11：住み続けられるまちづくりを

SDGs に含まれる多くの社会課題を解決するために先端技術を活用した社会システムをデザインする場合、本プロポーザルで提案するフレームワークや研究開発が有効である。

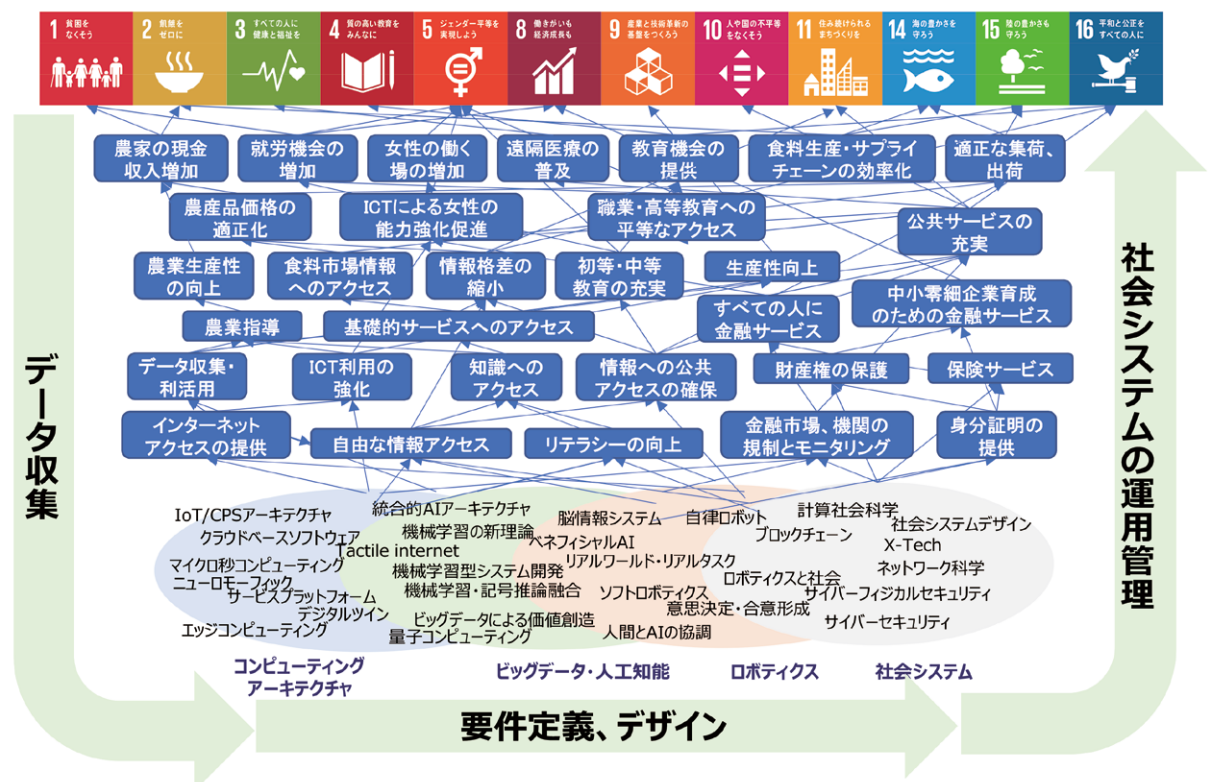


図 3 SDGs と情報科学技術の関連

2-3. 科学技術上の効果

これまで情報学の分野では、情報学とのつながりの中で文理融合が進展してきたが、それぞれの研究領域で個別に進展する形だった（図4）。これを、社会システムデザインという複合領域で、協働せざるを得ない環境において研究開発を進めることによって、より緊密な文理融合が成立し、文理の共進化が期待できる。

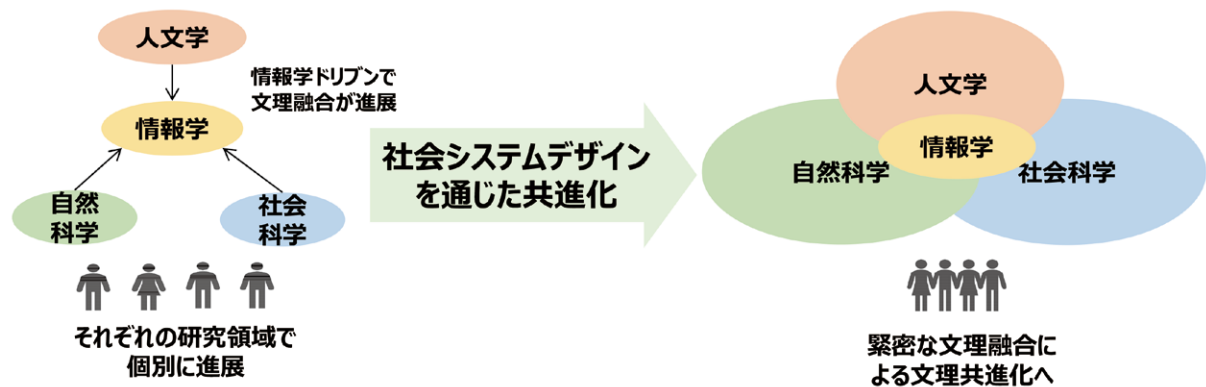


図4 社会システムデザインによる研究領域の拡大

また、社会科学は個人だけでなく集団や社会を観察して構成する行動経済学へと発展し、人文学は芸術や文学の新たな経済的価値を創造し、自然科学の領域では複雑ネットワーク論が進展する、というように、新たな学問分野や科学技術領域の創出が期待できる。例えば、社会科学のひとつである社会学の研究者が、社会システムシミュレーションを研究ツールとして使いこなせるようになれば、自ら仮説を立て、シミュレーションを行えるようになる。より複雑な問題に対して、さまざまな理論を組み合わせることでシミュレーションすることが可能になり、エビデンスに基づく政策提言も可能になるであろう。それによって、社会学者が地域活性化やまちづくりなどの地域貢献に向かうことになり、社会に実践的に社会学者が関わるようになる。

Society 5.0に関連して、2018年4月8日に開催された応用哲学会第10回年次研究大会において、「Society 5.0を応用哲学する：ITシステムと社会規範」と題するワークショップが開かれており、新たな学問の広がりへの兆しが見られる。

3. 具体的な研究開発課題

社会システムデザインのフレームワークにおいて必要となる以下の4つの研究開発課題について述べる。(図1参照)

- ①社会を計測する際の、「統合的利活用のための、社会システムデータの解釈・カタログ化」
- ②データを分析する際の、「社会的規範や法律・経済・技術の制約を考慮した、目指す社会システムをデザインするための要件定義」
- ③要件定義にもとづきシステムを設計・構築する際の、「人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築」
- ④構築した社会システムを社会に実装する際の、「リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理」

3-1. 統合的利活用のための、社会システムデータの解釈・カタログ化

社会の状態を把握するために、データが重要であることはいうまでもない。利用が拡大しているIoTでは図5のように、センサーからのデータは無線や有線の通信手段を使ってセンサーデータ収集プラットフォームに集められる。一般にセンサーデータ収集プラットフォームはクラウドに作られる。また、センサーデータだけでなく、スマートフォンなどのモバイルデバイスからの情報も同じようにセンサーデータ収集プラットフォームに集められる。集まる非構造化データを管理するプラッ

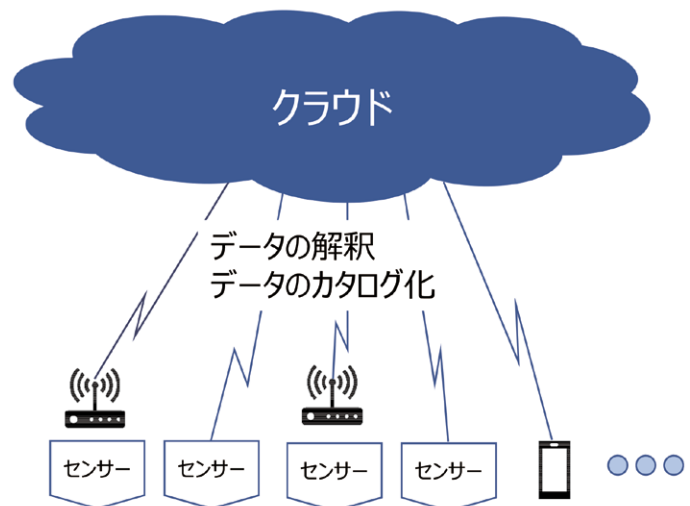


図5 データ収集プラットフォーム

トフォームとしてのデータベースはさまざまな開発がされている。例えば、Society 5.0の実現に向けた、新たな価値・サービス創出の基となるデータベースの整備が進められている。また、内閣府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）では、防災のためのデータベースとして、SIP4D（府省庁連携防災情報共有システム）を開発したり、社会インフラのためのデータベースとして、インフラデータ統合管理基盤を開発したりする、というようにアプリケーションごとにデータベースが整備されている。SIPでもSIP4Dとインフラデータ統合管理基盤の統合が検討されているように、実世界のデータは統一されたインターフェースで取り出せるようになっている方が便利である。防災を考えると分かるように、通常の状態を把握する必要が発生するので、実世界のデータベースは時系列データも取り出せるようにすべきである。オープンデータとして活用できる社会データについては、公共機関が一元的にデータベースを整備して提供することが望ましい。

また、社会システムデザインにとっては、データの持つ意味が重要である。そのデータ

がどのようなデータか、どのような意味を持っているのか、どのように組み合わせればよいのか、を明確にする必要がある。そのためには、データの解釈やカタログ化を、情報技術だけでなく、人文・社会科学の知見を取り入れながら進めなければならない。

データの利活用に向けては、日本経済団体連合会が2017年12月12日に出した、「Society 5.0を実現するデータ活用推進戦略」でも示されるように、データの入手、データの利用、ビジネスとしての持続性、社会への受容性が必要である。データを流通させる仕組みや、法制度の整備が求められる。

3-2. 目指す社会システムをデザインするための要件定義

社会システムが目指す姿とデータから見える現実との間のギャップから社会システムに対する要件定義を行う。ギャップを正確に把握するには、データ収集でデータの意味を正しくとらえる必要がある。ギャップを把握した後は、そのギャップを埋めるために、どのように社会システムを構成すればよいか、という要件定義を作成することになる。ICTシステムやソフトウェアを開発する際には、実装すべき機能や満たすべき性能を明確にする作業として要件定義を行うが、社会システムデザインにおいては、機能や性能だけでなく、図6に示したように、社会的な規範、法律の制約、経済的な制約、技術的な制約を考慮し、法制度を含めて社会システムの要件を定義としてまとめる技術の開発が必要である。要件定義とは社会を理解することにほかならない。

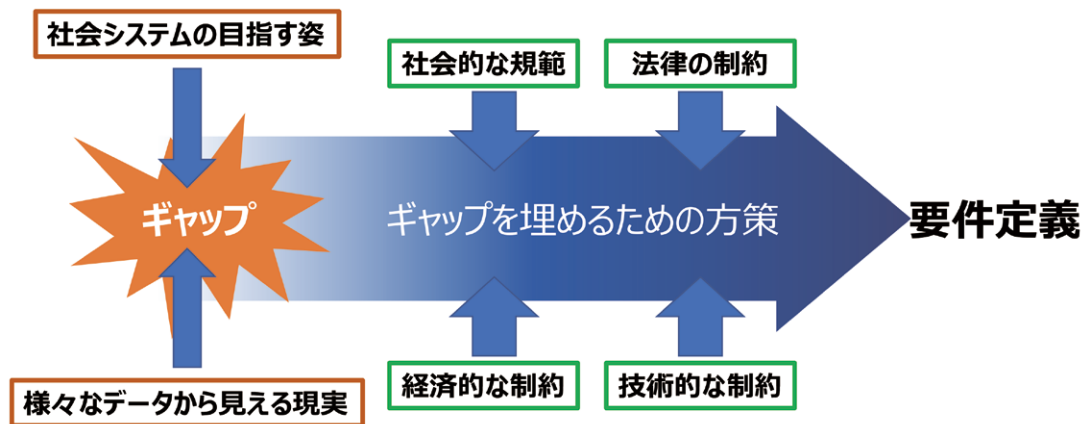


図6 社会システムデザインにおける要件定義

3-3. 人文社会科学分野と情報科学分野の融合による社会システムの設計・構築

社会システムを設計・構築するには、認知科学、社会心理学といった人文社会科学分野における人間行動に関する知見の蓄積と、機械学習やマルチエージェントシミュレーションといった技術によって、社会をモデル化し、シミュレーションすることが重要であり、図7に示すようなシミュレーションを利用したデザイ

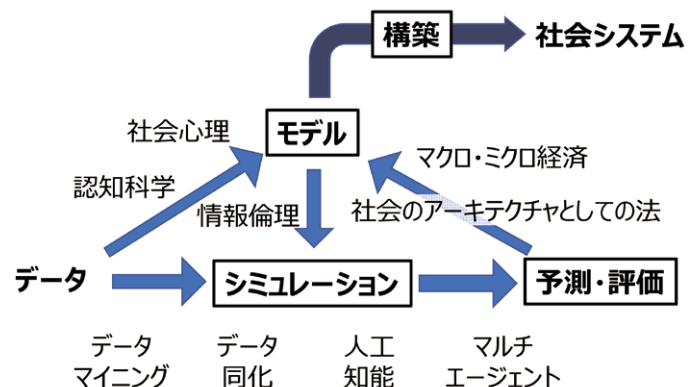


図7 シミュレーションによるデザイン

ンが可能になりつつある。社会システムシミュレーションは個人レベルの行動を忠実にシミュレーションし、人間と人間、あるいは人間と環境のインタラクションの規模を大きくすることで、個人、コミュニティ、社会、さらにその間の相互作用までシミュレーションする。従来は社会を理解するために社会システムシミュレーションを利用するというように分析的に使われてきているが、経済産業省の平成 20 年度技術戦略マップローリング事業で作成された、分野横断型科学技術アカデミック・ロードマップ報告書 [3] によると、社会システムを分析する手法としてのマルチエージェントシミュレーションから、社会システムの設計・分析・評価に積極的に利用されるマルチエージェントシミュレーションへの発展が期待されている。シミュレーションへの要請として、以下の 5 点が挙げられている。

- ・ 現実と整合的な結果が得られること
- ・ 既存の数理理論では説明が困難な現象を示せること
- ・ シミュレーション結果に満足できること
- ・ 結果の妥当性を評価できること
- ・ 既存の数理理論で説明困難な課題に対して接近できること

この報告書には当時の社会システムシミュレーションによって、興味深い現象が観察されたことが記載されている。社会を複雑系のシステムとしてモデル化し、その動きを模擬して創発的な活動が生まれる様子を観察することができるが、社会システムデザインに利用するにあたってはさらに、社会システムを構築する時点でその社会システムを導入したときどういった効果があるか、をシミュレーションしたい。一般に、社会システムは簡単に変更することが難しい。したがって、負の影響を社会に及ぼすような社会システムを導入してしまうと、修正に時間とコストがかかってしまう。実際に導入する前に、シミュレーションによって問題がないことを確認したり、社会システムのパラメータを最適もしくはそれに近い設定にすることが望ましい。また、社会制度設計の問題点を把握したり、最適な制度、あるいは関係者の合意形成が可能な制度を設計したりするのにも社会システムシミュレーションを利用できるようにしたい。このようなシミュレーションを可能にするための研究課題としては、以下に示した項目がある。

- ・ 法や倫理をシミュレーションパラメータとして組み込む
- ・ ビッグデータを使って、モデルを学習する
- ・ ビッグデータを使って、データ同化を行う
- ・ 大規模かつ高速なマルチエージェントシステムを開発する

社会システムをデザインするためだけでなく、従来の社会科学研究で課題であった、悪影響のある社会実験はできない、パラメータを変えながら繰り返し実験をすることが不可能である、時系列的なダイナミクスが欠如している、個人の異質性の抑制ができない、空間的要素が欠如している、といった点に対して、社会システムシミュレーションが解決の一助となると考えられる。

3-4. リアルタイムのデータ収集、規制適合確認を可能にする運用管理

金融の分野では、FinTech の一領域で、様々な規制に効率的・効果的に対応できるようにする技術として RegTech（レグテック）と呼ばれる技術が開発されている。リーマン・ショック以降の規制強化に伴う金融機関のコンプライアンス関連のコストを抑制したいと

いうことが背景にある。

この概念を社会システムデザインにも適用することが可能である（図8）。デザインした社会システムを社会に実装して生み出されるリアルタイムのデータをチェックして、規制に適合しているかどうかを自動で判断する技術である。自動的に規制適合の確認を行うことで、規制の順守が容易になる。自動的な確認を可能にするには、社会システムから収集されたデータから判断を自動的にできるように、法律や規則を機械可読かつ理解可能なルールにしておかなければならない。法律はすでに電子化されているが、それを計算機で処理可能なルールにするための、自然言語処理技術等の情報処理技術が必要である。この技術は、法令の論理構造を自然言語処理によって明らかにすることで、矛盾のない法令を制定するための支援ツールの作成にも寄与する。同様な研究として、文部科学省 21 世紀 COE プログラム「検証進化可能電子社会」があり、その成果として法令工学が提唱されたが、非常に難しい問題であるという認識がなされている。すべての法令を扱えるようにするのは困難かもしれないが、金融規制に限る、というように関連する領域を区切ることによって実現可能な機能もあると考えられる。社会システム関連領域に限定した上で、法令工学のように、法令を計算機で処理可能なフォーマットに変換する研究開発が望まれる。

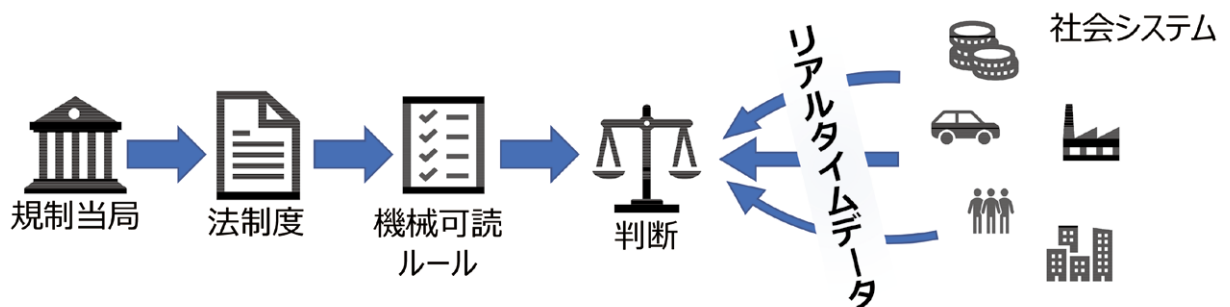


図8 運用管理

4. 研究開発の推進方法および時間軸

研究開発の推進と時間軸のイメージを図9に示す。様々な社会システムをデザインし、そこで得られた知見を積み上げていくことが、社会システムの進化には必要となる。本プロポーザルで提案したフレームワークを、地域の交通システム、地域の行政サービス、病院システムといったコミュニティレベルの社会システムに個別に適用し、実証実験を進めつつ、社会システムに固有の基礎研究、応用研究の研究開発を進めると同時に、社会システムデザインに共通のコーディネータ人材の育成、組織の構築を具体化していくことが求められる。また、社会システムに共通な研究課題のプロジェクト化といった政策提案を政策立案者に提案すると同時に、個別の社会システムについて、関係する学会や産業界に実証実験の提案を行うことが必要である。実証実験は、海外との共同実験とすることも検討すべきである。

地域社会問題解決のために社会システムをデザインする場合、いきなり本番適用をするのではなく、実証実験を積み重ねて改良していく DevOps 的アプローチが有効だが、実証実験だけで終わってしまわないように、以下の観点に留意する必要がある。

- ・自治体の首長および企画部門の人、IT がわかる SIer をメンバーに含める
- ・若くやる気のあるメンバーを含める
- ・当初から社会学者が参画する
- ・金融機関、地域ファンドなどの活用を含め、資産が収益を生む構造を設計し、必要な資金が継続的に確保される仕組みを作る
- ・どこでやりたいかを限定し、何をやりたいかを考え、次に法制度や技術を考える
- ・社会課題に一般論はなく、地域の特性に応じてさまざまな社会課題がある

必要な資金が継続的に確保される仕組みを作るためにも、早い段階から、産業界との連携を模索する必要がある。経団連から提言や報告書が多数発行されていたり、産業競争力懇談会の推進テーマに「社会計測による地域未来の社会基盤づくり～オープンラボ拠点形成と社会実践～」が挙げられたりするなど、産業界側にも連携の素地が生まれている。

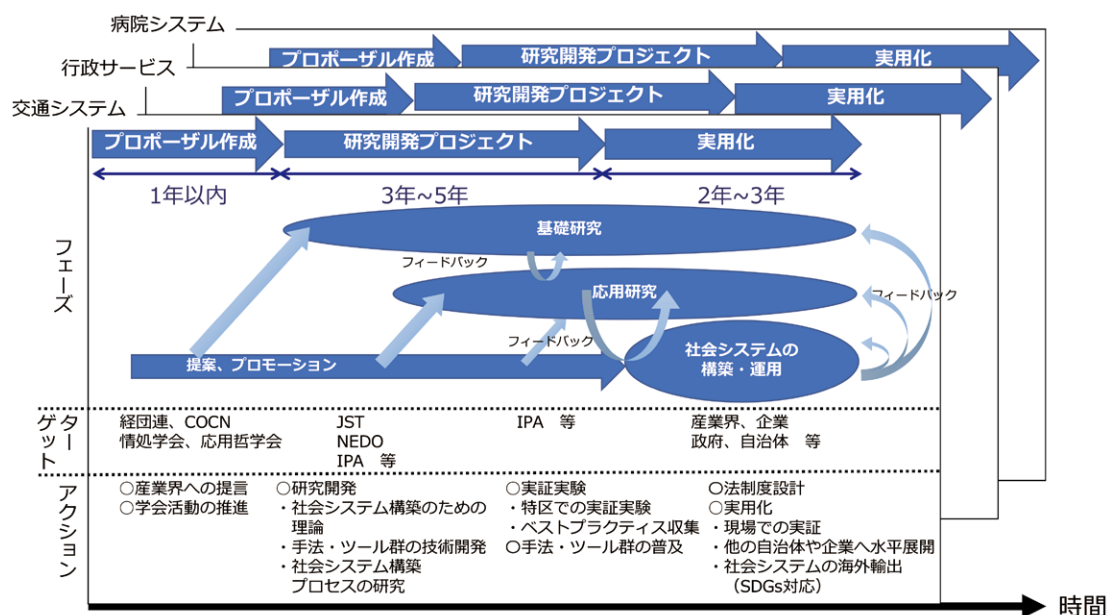


図9 推進方法と時間軸

また、社会システムシミュレーションを使って設計・構築するとはいえ、社会システムを社会実装する場合には、事前の実証実験を行うべきである。実証実験推進体制のイメージを図10に示す。実証実験には社会システム構築のための理論や手法を理解した上で、研究開発と現場とをつなぐコーディネータの存在が非常に重要である。本プロポーザルの検討過程で開催したワークショップ（付録1参照）では、コーディネータに関する話題が議論の中心となった。そこで議論されたコーディネータとは、

実証実験のチームビルディングを行う役割を担う人材または組織である。産学官民の全体に知見・経験を有し、コミュニケーション能力が高く、どこでどのような研究が行われているかを知り、さらに市民とのコミュニケーションを通じて現場を理解し、問題を明確化し、解決すべき研究開発について理解しているコーディネータがいれば、実証実験がスムーズに実施できる。しかしながら、このような人材・組織は不足している。必要な資質を備えた個人が見つければよいが、これらのスキルをすべて備えた個人を育成しようとしても大変難しい。個人だけに頼るのではなく、組織的な対応が求められる。

実証実験の対象が小さなコミュニティであれば、個人によるコーディネーションも比較的容易だが、地方自治体や、国といった大きなコミュニティに社会システムを実装するには、多数の市民にとっての価値を提示し、多数の市民の納得を得ることが重要である。これは、CRDSが2017年度に発行した戦略プロポーザル「複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」[4]にある、意思決定・合意形成に他ならない。利用者である市民のコミュニティが、社会システムの価値について合意する仕組みを作る必要がある。たとえば、webを利用して、住民が参加して価値を決めていく仕組みや、議論や決定を常に参照可能にすることで納得性を得るような仕組みである。この仕組みの実現に向けた研究開発に関して、さらなる検討が必要である。

さらに、社会を対象とした実証実験にはリスクが伴うので、そのリスク管理が重要となる。人を対象とした実験として参考になるのは、医学における治験である。治験においては倫理的配慮が方法論を構成している。社会システムの実証実験も倫理的配慮が必要である。治験では、リスクの限度の基準を実験の前に設定し、治験を停止する複数の手続きも事前に決めている。そして、治験のプロセスを通じて、事前に決められた基準を超えていないかのチェックを行う。これに倣うならば、社会実証実験においても、社会を構成する多数のステークホルダー参加のもと、リスク限界基準や停止手続きの制度を実験実施以前に設計、決定しておく必要がある。実験中は常に状態を把握し、事前に決定しておいたリスク限界基準を超えた場合は、事前に決めておいた手続きに沿って、実験を停止しなければならない。このような倫理的配慮もコーディネータが担う機能のひとつである。

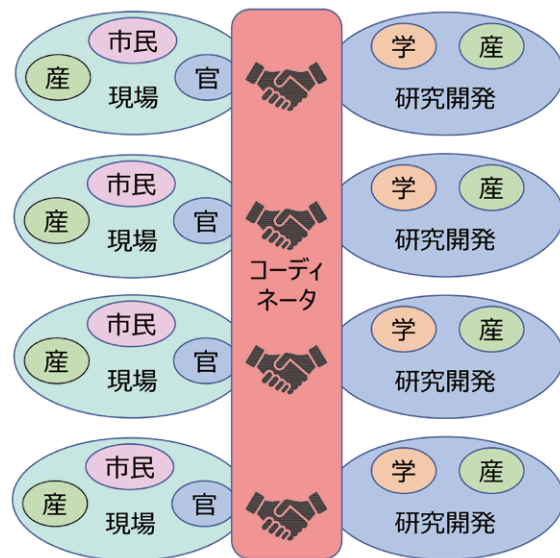


図10 社会課題解決のための実証実験推進体制

【コラム】コーディネータに類似した既存の組織

本プロポーザルで提案しているコーディネータに似た機能を有する組織として、特定非営利活動法人のミラツクがある。ミラツクは「既にある未来の可能性を実現」することをテーマに、異なるセクター、異なる地域、異なる職種など、領域を越えた協力を生み出し、イノベーションを通じて社会進化を加速させることをビジョンとする組織である。経済産業省、地方自治体と共に、コンセプトメイキングのためのリサーチやワークショップを行っている。また、大阪大学コミュニケーションデザインセンターや、慶應大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科と共同研究プロジェクトも進めている。リサーチやワークショップにとどまらず、現場まで出向く活動が加われば、本プロポーザルで想定するコーディネータに近い。

また、プロポーザルの検討過程で開催したワークショップでは、すでに大学にある URA (University Research Administrator) がコーディネータに近いのではないか、という意見もあった。URA は、大学において、研究者に研究活動以外の業務で過度の負担が生じないように、研究開発内容について一定の理解を有しつつ、研究資金の調達・管理、知財の管理・活用等をマネジメントする人材である。文部科学省は、以下のようなさまざまな施策を実施している。

- ・ リサーチ・アドミニストレーションシステムの整備
- ・ リサーチ・アドミニストレーターの業務に必要な実務能力を明確化・体系化した指標であるスキル標準の作成
- ・ 作成したスキル標準および研修・教育プログラムを活用した研修会やシンポジウムの実施
- ・ 多様化する URA の業務内容、URA システム、URA ネットワークの調査・分析およびシンポジウムの開催
- ・ ワークショップ形式による、URA システムの強化および自立化に向けた諸課題の抽出、調査・分析およびシンポジウムの開催
- ・ URA の事例集の作成
- ・ 活動に資するデータベース、質保証等についての調査

文部科学省が考える URA の業務は、以下である。

- ・ 研究戦略推進支援（政策情報等の調査分析、研究力の調査分析、研究戦略策定）
- ・ プレ・アワード（研究プロジェクト企画立案支援、外部資金情報収集、研究プロジェクト企画のための内部折衝活動、研究プロジェクト実施のための対外折衝・調整、申請資料作成支援）
- ・ ポスト・アワード（研究プロジェクト実施のための対外折衝・調整、プロジェクトの進捗管理、プロジェクトの予算管理、プロジェクト評価対応関連、報告書作成）
- ・ 関連部門（教育プロジェクト支援、国際連携支援、産学連携支援、知財関連、研究機関としての発信力強化推進、イベント開催関連、安全管理関連、倫理・コンプライアンス関連）

研究プロジェクト実施のための対外折衝・調整は本プロポーザルが示すコーディネータの業務に近い。しかし、これは例にすぎないため、各大学で、それぞれの大学の状況に応じた取り組みがなされている。現状では、URA は競争的資金獲得のための窓口となることが多い。

各大学の URA の連携を促す仕組みがあると、本プロポーザルのコーディネータの機能に近くなるが、現在は資金獲得のための仕組みという面が強いため、大学間の連携は十分には意識されていないようである。

JST では研究成果展開事業として、産学連携を推進するためのマッチングプランナーと呼ばれる人材を有している。マッチングプランナーは企業、研究者、コーディネータ等橋渡し人材に対して、以下のサポートを行っている。

- ・ 企業ニーズに合致する大学シーズの探索
- ・ 企業と大学の橋渡しの手伝い
- ・ 産学連携情報の紹介
- ・ 各種支援プログラムの提案
- ・ プログラムへの申請相談
- ・ 採択課題のフォローアップ支援
- ・ 計画書や報告書の作成サポート
- ・ JST 内外の他プログラムへの橋渡し
- ・ 研究成果の活用可能性のある新たな企業等とのマッチング
- ・ 抽出された新たな課題に対する解決策や連携先の提案
- ・ 研究成果の広報機会の提供

開発期間中から事業化に向けた調整・進捗管理などを行うことで、事業化に向けた取り組みを促進する。例えば国・地方公共団体・非営利団体・公的機関・大学等・企業に所属しているコーディネータ、リサーチ・アドミニストレーターの他、事業化を目指す企業担当者が該当する。マッチングプランナーとそれを支援する JST という組織が、本プロポーザルが提案するコーディネータとそれを支援する組織に対応していると考えることができる。

付録 1. 検討の経緯

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）では、2016年度の戦略スコープ策定委員会において、調査を進めることを決定した。その後、CRDSシステム・情報科学技術ユニットにおいて、本プロポーザルを作成するにあたっての予備調査を進めた。その調査結果を踏まえて2017年のCRDS運営会議において、戦略プロポーザルの作成を進めることを決定し、検討チームを発足させた。これ以降、本テーマの研究開発状況や研究課題・方向性について、識者へのインタビューやセミナー、ワークショップを開催し検討を進め、戦略プロポーザルとして取りまとめるに至った。

以下に、インタビュー、セミナー、ワークショップの概要を含め、検討の経緯を記す。

（1）インタビュー

本プロポーザル作成にあたり、研究開発の方向性、研究課題、実施体制等について、関連する研究や活動をされている以下の識者にインタビューを行った。

（並びは 50 音順、敬称略、所属・役職はインタビュー実施当時のもの）

新井圭太	近畿大学 経済学部 総合経済政策学科 准教授
依田高典	京都大学経済学研究科 教授
井上友二	トヨタ IT 開発センター 会長
大谷卓史	吉備国際大学アニメーション文化学部 准教授
神里達博	千葉大学高等教育研究機構 教授
栗原聡	電気通信大学情報システム学研究科 教授
國領二郎	慶應義塾大学総合政策学部 教授
坂井豊貴	慶應義塾大学経済学部 教授
梶山泰生	京都大学経営管理大学院 教授
出口康夫	京都大学文学研究科 教授
寺本振透	九州大学法学研究院 国際関係法学部門 教授
西村勇哉	NPO 法人ミラック 代表理事
林幸雄	北陸先端科学技術大学院学大学 教授
平川秀幸	大阪大学 CO デザインセンター 教授
平野治	H20 総合研究所 代表取締役
安浦寛人	九州大学 理事・副学長
横山禎徳	東京大学エグゼクティブ・マネジメント・プログラム 企画推進責任者
和住麻矢	ポラリス・セクレタリーズ・オフィス 代表取締役

（2）セミナー

上記インタビューに加えて、以下の有識者については、セミナーを開催した。

（並びは 50 音順、敬称略、所属・役職はセミナー開催当時のもの）

1. 川除隆広 日建設計総合研究所 上席研究員
「ICT とビッグデータ活用による都市エリアマネジメントの動向と方向性について」

2. 佐藤彰洋 京都大学情報学研究科 特定准教授
「データ分析を社会のシミュレーションに利用する」
3. 田中絵麻 マルチメディア振興センター情報通信研究部 主席研究員
「ICT エコシステムからみる米国における AI・IoT 応用事例の特徴
－自動運転・コネクテッドカーにかかる制度構築の動向から－」
4. 中山健夫 京都大学医学研究科 教授
「先端医科学〈ゲノム疫学・Electronic Health Record〉は「新たなコミュニティ」を可能とするか？」
5. 西村秀和 慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科 教授
「社会システムのデザインとマネジメントについて」

インタビュー及び、セミナーを通じて得られた意見を図 11 のとおりまとめている。

ここでは、得られた意見を「技術」、「共創」、「制度」、「進め方」、「基本となる考え方」の 4 項目で整理した。本プロポーザル作成にあたり、この結果を念頭に置き検討を進めた。

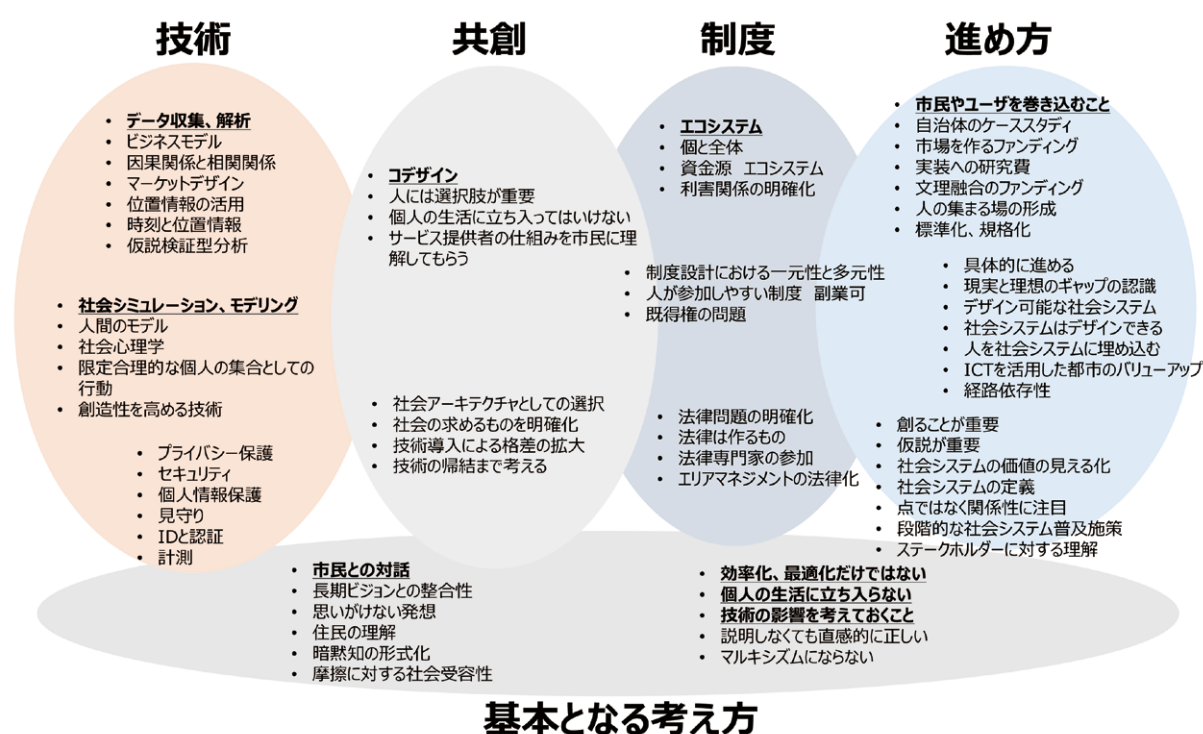


図 11 インタビュー・セミナーでの意見のまとめ

(3) ワークショップ

本プロポーザル作成にあたり、下位のとおりワークショップを開催した。その詳細については、別途ワークショップ報告書 CRDS-FY2018-WR-10 として取りまとめ、公開している。

URL : <https://www.jst.go.jp/crds/report/report05/CRDS-FY2018-WR-10.html> (2019年7月30日時点)

科学技術未来戦略ワークショップ「相互進化型社会システムデザイン」

【開催日時】 2018 年 11 月 1 日（木） 13:00 ～ 18:00

【開催場所】 JST 東京本部別館 2 階セミナー室

【プログラム】 (所属、肩書きは開催時点)

総合司会：高島洋典（JST-CRDS フェロー）

13:00 ～ 13:15 開催挨拶

木村康則（JST-CRDS 上席フェロー）

13:15 ～ 13:45 趣旨説明（問題意識・論点等の説明）

青木孝（JST-CRDS フェロー）

13:45 ～ 14:15 「参加型社会システムデザインのためのデータ利活用基盤とデータコミュニティ」

佐藤彰洋（科学技術振興機構 さきがけ研究員）

14:15 ～ 14:45 「豊岡市におけるセミデマンドバスの地域社会実験の取り組み」

新井圭太（近畿大学 経済学部 総合経済政策学科 准教授）

15:00 ～ 15:30 「ICT とビッグデータ活用による都市エリアマネジメントの今後の方向性」

川除隆広（日建設計総合研究所 上席研究員）

15:30 ～ 16:00 「社会システムを理解・制御・デザインするための方法論」

栗原聡（慶應義塾大学 理工学部 管理工学科 教授）

16:00 ～ 16:30 「価値と社会のダイナミズム」

出口康夫（京都大学文学研究科 教授）

16:30 ～ 17:30 発表の論点のまとめ、コメンテーターからのコメント

田中絵麻（マルチメディア振興センター情報通信研究部 主席研究員）

井上友二（トヨタ IT 開発センター 顧問）

安浦寛人（九州大学 理事・副学長）

黒田昌裕（JST CRDS 上席フェロー）

藤山知彦（JST CRDS 上席フェロー）

17:30 ～ 18:00 全体討議

付録2. 国内外の状況

(1) 国内の施策

文部科学省 社会システム・サービス最適化のためのサイバーフィジカルIT 統合基盤の研究 (2012年～2106年)

文部科学省の研究開発事業「次世代IT 基盤構築のための研究開発」の中で実施された施策。実世界（フィジカル）から得られるさまざまなデータを情報空間（サイバー）に集約して分析し、その結果を実世界に適切にフィードバックするサイバーフィジカルシステム（CPS）に関する研究を実施。

CPSの研究と共に、その成果に基づいた実際のフィールドにおける実証実験まで行った。

具体的には北海道札幌市におけるスマート除排雪や、大阪府の大阪駅周辺地区にて都市スマート化のためのモデリング・シミュレーション/テストベッド構築などが進められた。

経済産業省 IoT 推進ラボ (2015年～)、地方版IoT 推進ラボ (2016年～)

『日本再興戦略』改訂2015－未来への投資・生産性革命－に基づき、2015年、IoT・ビッグデータ・人工知能時代に対応し、企業・業種の枠を超えて産官学で利活用を促進することを目的に、IoT 推進コンソーシアムが設立された。

IoT 推進ラボはこのIoT 推進コンソーシアムに属する組織。新たなIoT ビジネスモデルの創出やIoT プラットフォーマーの発掘・育成を図り、新たな成長の原動力としていくため、短期プロジェクト支援やビジネスマッチングに加え、中長期プロジェクト支援や地方、グローバル連携にも活動を拡大し、それぞれの活動を有機的に連携させることを活動の概要に据えている。具体的には、①資金支援、②規制支援（規制見直し、ルール形成）、③企業連携支援を行うとしている。（「IoT 推進ラボについて」2017年3月22日経済産業省商務情報政策局）

さらに2016年には地方版IoT 推進ラボが設立された。IoT 推進ラボの取り組みを地方にも広げ、地域におけるIoT プロジェクト創出のための取り組みを支援するべく、経済産業省とIoT 推進ラボの連名で「地方版IoT 推進ラボ」の選定を行い、希望に応じて以下の支援を行うとしている。なお、地方版IoT 推進ラボでは資金的な支援はない。

- ①「地方版IoT 推進ラボ」マークの使用権付与
- ②メルマガ、ラボイベント等によるIoT 推進ラボ会員への広報
- ③地域のプロジェクト・企業等の実現・発展に資するメンターの派遣

現在、地域ラボ数は93に上っており、シェアリングエコノミー、ものづくり、農業、水産業といった地域の取り組みからハッカソンやIoTに関するセミナーなどのイベントが開催されている。

総務省 IoT サービス創出支援事業（2015 年～）

第 4 次産業革命の実現に向け、IoT サービスの創出・展開にあたって克服すべき課題を特定し、その課題に資する参照モデル（リファレンスモデル）を構築するとともに、必要なルール整備等につなげることを目的とした事業。

地方自治体、大学、ユーザ企業等から成る地域の主体が、家庭、食など生活に身近な分野における IoT サービスの実証に取り組み、克服すべき課題を特定し、その解決に資する参照モデルを構築するとともに、データ利活用の促進等に必要なルールの明確化を行う。対象分野は年度ごとに若干異なるが、都市（スマートシティ）、家庭（スマートホーム）、防災などが対象となっている。

総務省データ利活用型スマートシティ推進事業（2017 年～）

「官民データ活用推進基本法」、「ICT 街づくり推進会議スマートシティ検討 WG 第一次取りまとめ」及び「まち・ひと・しごと創生総合戦略 2017 改訂版」を踏まえ、都市や地域の機能やサービスを効率化・高度化し、生活の利便性や快適性を向上させるとともに、人々が安心・安全に暮らせる街づくりを目的として、複数分野のデータを収集し分析等を行う基盤（プラットフォーム）を整備するとともに、ベンチャー企業などの多様な主体が参画するための体制整備等を行う事業を公募。

地方自治体における、見守り（防犯）、防災、観光、交通等のデータプラットフォームを構築するとともに、サービスの提供を行う取り組みが進められている。

国土交通省 コンパクトシティに関する取り組み（2014 年～）

人口減少・高齢化が進む中、特に地方都市においては、地域の活力を維持するとともに、医療・福祉・商業等の生活機能を確保し、高齢者が安心して暮らせるよう、地域公共交通と連携して、コンパクトなまちづくりを進めることが重要との考えに基づき、平成 26 年 8 月に都市再生特別措置法の一部改正法、11 月に地域公共交通活性化再生法の一部改正法がそれぞれ施行され、生活拠点などに、福祉・医療等の施設や住宅を誘導し、集約する制度（立地適正化計画制度）や、地方公共団体が中心となり、まちづくりと連携して面的な公共交通ネットワークを再構築するための新たな仕組みを設けた。都市全体の構造を見渡しながら、住宅および医療・福祉・商業その他の居住に関連する施設の誘導と、それと連携した地域公共交通ネットワークの再編を行うことにより、コンパクトシティ＋ネットワークの実現を図るとのこと。コンパクトシティの形成に関連する支援施策として、地域公共交通、都市再生・中心市街地活性化、健康・医療・福祉、公共施設再編など地域における幅広い分野が対象になっている。

JST（2010 年～）

JST では RISTEX（戦略的創造研究推進事業 社会技術研究開発）において、以下の関連するプロジェクトが進められた。

○「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」（2010 ～ 2017 年）

－ 土居 範久 プログラム総括（慶應義塾大学名誉教授）

- ・「IT が可能にする新しい社会サービスのデザイン」研究開発プロジェクト
(研究代表者：中島秀之 公立はこだて未来大学学長)

また、以下の領域において、情報技術と人間とがなじんでいる社会を目指すために、情報技術がもたらすメリットと負のリスクを特定し、技術や制度へ反映していく相互作用を形成することを狙いとして、以下のプロジェクトが進められている。

○人と情報のエコシステム領域（2016 年～）

- － 國領 二郎 領域総括（慶應義塾大学総合政策学部教授）
- ・「法・経済・経営と AI・ロボット技術の対話による将来の社会制度の共創」研究開発プロジェクト
(研究代表者：新保 史生 慶應義塾大学総合政策学部教授)
- ・「多様な価値への気づきを支援するシステムとその研究体制の構築」研究開発プロジェクト
(研究代表者：江間 有沙 東京大学教養学部附属教養教育高度化機構特任講師)
- ・「自律機械と市民をつなぐ責任概念の策定」研究開発プロジェクト
(研究代表者：松浦 和也 東洋大学文学部准教授)

（2）海外の施策

米国

Global City Teams Challenge (GCTC) (2014 年～)

米国 NIST（National Institute of Standards and Technology：国立標準技術研究所）主導で 2014 年 9 月から実施されている取り組み。現在は Smart and Secure Cities and Communities Challenge (SC3) を実施中。

長期目標として、IoT や CPS といった先端技術を使って、相互利用可能で、安全で、標準に準拠したソリューションを生み出して配備するための、複製可能、スケーラブル、かつ持続可能なモデルの確立と実証、ならびにそれが都市やコミュニティにもたらす計量可能な便益の実証を掲げている。

本 Challenge のプロセスは、以下のとおり。

- 目標を共有する自治体でチームを結成
- それぞれのチームは共通のニーズと達成指標を提示
- 自治体のチームと産業界・学界からなるイノベーターチームがペアを組んでソリューションを開発（アクションクラスター）
- 同じ分野のアクションクラスターを複数まとめ、スーパークラスターを結成。
- (交通、公共安全、エネルギー・水・環境、都市情報、公共 WiFi など)

2017 年には世界各国から 120 以上の自治体に参加しており、日本からはさいたま市、白浜市、千曲市などが参加。

Smart City Challenge (2015 年～ 2017 年)

米国 DOT (Department of Transportation: 運輸省) が 2015 年から開始した取り組み。交通・運輸分野の新しい技術の応用アイデアを都市間で競うコンペティション。米国の都市を対象に募集したところ、78 都市が応募。

2016 年 4 月に以下の 7 都市をファイナリストとして選出し、それぞれに 10 万ドルの資金を提供。

- ・ テキサス州オースティン (低所得者向け交通サービスの導入)
- ・ オハイオ州コロンバス (低所得者家庭の乳児の死亡率改善等を目指した、交通システム改善)
- ・ コロラド州デンバー (大気汚染や騒音改善等を目指した、市民の移動手段の導入)
- ・ ミズーリ州カンザスシティ (都市データ不足改善等を目指した、交通データ分析システムの導入)
- ・ ペンシルバニア州ピッツバーグ (大気汚染改善を目指した、センサーや電気自動車の導入)
- ・ オレゴン州ポートランド (住民間の技術格差改善を目指した、スマートシティ技術普及活動)
- ・ カリフォルニア州サンフランシスコ (渋滞改善を目指した、コネクテッド・インフラの実現)

その後 7 都市に対する選定を行い、2016 年 6 月、オハイオ州コロンバスを優勝者として選出した。優勝したコロンバス市には、4,000 万ドルを提供している。

Cityverve (2015 年～ 2018 年)

英国の IoT City Demonstrator として、マンチェスタが 2015 年から以下の 4 つの領域での実証実験を開始した。

1. 輸送・交通

- ・ Talkative Bus System: バス停が位置関連情報を提供、乗客の存在を運転手に通知
- ・ City Concierge: ユーザの状況 (車いす等) に応じて道案内
- ・ Road Safety: センサー情報をドライバ、歩行者、自転車に通知して安全確保
- ・ Sensing Trams: トラムにセンサーを付けて、トラムの運行状況を提供
- ・ Smart Traffic Monitoring: カメラを使って渋滞状況をチェック
- ・ Smart Parking: 公共交通機関の利用を促すような駐車場案内

2. 文化・公共部門

- ・ Local Communities Platform: 旅行者と居住者のためのプラットフォーム
- ・ Community Forums: 多数のフォーラムを主催
- ・ Art and Cultural Installations: IoT の価値をアートとして見える化
- ・ Gamification of Citizen Centric Areas: ゲーム要素を取り入れ人の行動を誘導

3. 医療・健康

- ・ Chronic Condition Management: COPD 患者の自己チェック
- ・ Community Wellness: 市民の健康増進
- ・ Neighbourhood Support Teams: 介護サポート

4. エネルギー・環境

- ・ Building Retrofit: 旧来のシステムを接続して活用
- ・ Smart Facilities Management: 建築制限、ワークスペース最適化、清掃を支援
- ・ Next Generation Building Management System: 蓄電設備でピーク電力削減
- ・ Air Quality Monitoring: 大気の状態監視

Bristol Is Open (2015 年～)

ブリストル市とブリストル大学のジョイントベンチャーとして 2015 年 4 月から開始された取り組み。デジタル技術を利用して、オープンでプログラム可能な都市を作り、市民参加を促進させることを目的としている。

光ファイバー網、無線通信網、センサーメッシュネットワークでデータを収集し、集められたデータは匿名化されてオープンデータ化する。このオープンデータを使ってさまざまな実験が実施されている。

ブリストル市は 2017 年に英国 No.1 の Smart City に選出されている。

スペイン Smart City Barcelona (2000 年～)

2000 年からバルセロナにおいて、知識集約型の新産業とイノベーションを創出するための大規模なスマートシティプロジェクトが開始された。Wi-Fi を都市の ICT 基盤として、ICT、IoT を活用して公共サービスの効率化や都市課題の解決を図るため、現在 22 プログラムの下で 200 のプロジェクトが進行している。

領域としては、ICT、交通・運輸、水資源、エネルギー、廃棄物、自然、建造物、公共空間、オープンガバメント、教育サービス等が対象となっている。

ここで実施されている具体的なスマートサービスの事例は以下のとおり。

- ・ スマート街灯: LED (Light Emitting Diode) を使い、個別制御の点灯によって省エネ化をするとともに、周囲の温湿度、騒音などの情報を収集
- ・ ゴミ収集システム: 地下のバキュームでゴミを収集
- ・ スマート交通: バスの接近を表示するバス停を設置。電源には太陽光発電を利用
- ・ スマートウオーター: ICT の活用によるスマート下水、スマート灌漑、噴水のリモートコントロールの実施
- ・ スマートパーキング: 駐車可能な地点情報をリアルタイムで提供するとともに、スマートフォンで料金を支払える

CISCO の試算によると、2000 年～2010 年の間に 56,000 の新たな雇用を創出し、年間 89 億ユーロの価値（取引）増加がされたとのこと。2014 年には、欧州委員会から最もイノベーションを推進する都市「iCapital」に選ばれた。

シンガポール Smart Nation (2014 年～)

2014 年から開始されたシンガポールの国を挙げた取り組み。シームレスな技術によって、人々が意味のある充実した生活を送る国を実現するため、以下 5 つの領域に注力。

- ①拡張されたモビリティ、②より良い家庭と環境、③改善された公共サービス、
- ④より良い健康長寿、⑤競争力のある経済

2017 年に Smart Nation 政策を強力に推進するために政府組織を改編し 5 つのプロジェクトを戦略的に推進している。

- a. National Digital Identity framework
- b. e-Payments
- c. Smart Nation Sensor Platform
- d. Smart Urban Mobility
- e. Moments of Life

中国 (2010 年頃～)

2010 年頃、都市化がもたらす諸問題が健在化していた地方政府が、問題解決のために「スマートープラネット」の影響をうけてスマートシティの取り組みを開始。

2011 年から、上海、寧波、広州で開始され、2012 年からは北京、天津、江蘇省、湖北省、遼寧省、湖南省に拡大。2013 年に習近平政権がイノベーションによる経済成長を打ち出し、単なる都市開発のようなスマートシティ計画を規制し、これ以降、政府の指導に沿ったアクションプランが以下の地域で計画されている。

2013 年 深圳、温州市

2014 年 江蘇省、上海市、福建省

2015 年 河南省、天津市、重慶市

2016 年 瀋陽市

2017 年 雄安新区 (国が最も優れたリソースを導入)

また、国家イノベーション駆動発展戦略綱要 2016 ～ 2020 の 10 個の重点領域のひとつにスマートシティを挙げている。EU とはスマートシティ標準化の研究開発において協力を進めている。

付録3. 専門用語説明

●非構造化データ

関係モデルをベースとして記憶されるデータに対して、数値、文書、画像、音声、動画のように構造定義を持たないデータ。テキスト分析をしてメタデータによるタグ付けをするなどして構造化するが、データマイニング、テキストマイニング、パターン認識など、非構造化されたままでも取り扱う技術や、データベース化する技術が開発されている。

●オープンデータ

インターネットなどを通じて誰でも自由に入手し、利用、再利用、配布が可能なデータ。政府や自治体などの行政機関が持つ公共データが多い。ビッグデータ活用によって、オープンデータを使った新たなサービスやビジネスチャンスが生まれ、経済の活性化につながるとして期待されている。

●要件定義

システムやソフトウェアの開発において、利用者の要求をもとに、システムやソフトウェアが実装すべき機能や満たすべき性能を明確にする作業。

●マルチエージェントシミュレーション

一定のルールのもとで自律的に行動する主体としてのエージェントを定義して、個々のエージェントとエージェント間の相互作用をシミュレーションすること。鳥の群れ、高速道路、社会といった複雑系をシミュレーションする技術。

●データ同化

数値モデルの再現性を高めるために、モデルに実際の観測値を入力して、現実に近い結果がでるようにすること。主に気象分野において開発された技術であるが、シミュレーション一般に適用可能であり、シミュレーションの大規模化、高精度化に寄与する。

●FinTech

金融（Finance）と技術（Technology）を組み合わせた造語。金融サービスと情報技術を結びつけ革新的なサービスを生み出す。スマートフォンを使った送金や、ビットコインなどの仮想通貨が代表的な事例。

●RegTech

規制（Regulation）と技術（Technology）を組み合わせた造語。Fintechの一領域で、情報技術を使って、金融規制への対応を効率的に行い、コストを削減する。

● DevOps

開発（Development）と運用（Operations）を組み合わせた造語。ソフトウェア開発手法のひとつで、開発担当者と運用担当者が連携して協力する開発手法。小さな変更を頻繁にリリースするアジャイルソフトウェアの開発においては、開発担当者と運用担当者の連携を密にする必要があり、アジャイル開発が広まるにつれて、DevOps という手法が広まった。

● SIer

システムインテグレータ（Systems Integrator）のこと。サブシステムを集めてひとつのシステムにまとめ上げ、それぞれの機能が正しく働くように完成させるシステムインテグレーションを行う企業。

付録4. 参考文献

- [1] 総務省、「地域 IoT 実装推進ロードマップについて」2016:7-8.
http://www.soumu.go.jp/main_content/000453148.pdf (2019年7月30日時点)

- [2] 川除隆広、『ICTエリアマネジメントが都市を創る—街をバリューアップするビッグデータの利活用』(東京: 工作舎、2019).

- [3] 横断型基幹科学技術研究団体連合、「分野横断型科学技術アカデミック・ロードマップ 報告書」平成 21 年 3 月.
[http://www.trafst.jp/reference/ARMreport\(WEB\).pdf](http://www.trafst.jp/reference/ARMreport(WEB).pdf) (2019年7月30日時点)

- [4] 科学技術振興機構研究開発戦略センター、「戦略プロポーザル: 複雑社会における意思決定・合意形成を支える情報科学技術」(CRDS-FY2017-SP-03 2018 年 3 月).
<https://www.jst.go.jp/crds/report/report01/CRDS-FY2017-SP-03.html> (2019年7月30日時点)

■作成メンバー■

木村 康則	上席フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	
青木 孝	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	
青山 幸太	副調査役	(社会技術研究開発センター)	
池末 成明	主任調査員	(イノベーション人材育成室)	
尾山 宏次	フェロー	(CRDS 環境・エネルギーユニット)	
高島 洋典	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	
瀧戸 彩花	調査員	(「科学と社会」推進部)	
坂内 悟	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	
日紫喜 豊	フェロー	(CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット)	～ 2018 年 3 月
廣田 勝巳	調査役	(社会技術研究開発センター)	～ 2018 年 3 月
藤井 新一郎	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	～ 2018 年 3 月
前田 知子	フェロー	(CRDS 科学技術イノベーション政策ユニット)	2018 年 10 月～
南 裕一	副調査役	(低炭素社会戦略センター)	～ 2018 年 9 月
茂木 強	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	
山田 直史	フェロー	(CRDS システム・情報科学技術ユニット)	～ 2018 年 3 月
	主査	(プログラム戦略推進室)	2018 年 4 月～

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

CRDS-FY2019-SP-01

戦略プロポーザル

進化的社会システムデザイン

～自然科学と社会科学の連携協調による持続可能な社会の実現～

STRATEGIC PROPOSAL

Evolutional Social System Design

- Realizing Sustainable Society by Collaboration between
Natural Sciences and Social Sciences -

令和元年 7 月 July 2019

ISBN 978-4-88890-645-6

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
システム・情報科学技術ユニット

Systems and Information Science and Technology Unit,
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's 五番町

電 話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/>

©2019 JST/CRDS

許可無く複写／複製をすることを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission.

Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC

CT CTCGCC AATTAATA

TAA TAATC

TTGCAATTGGA CCCC

AATTCC AAAA GGCCTTAA CCTAC

ATAAGA CTCTAACT CTCGCC

AA TAATC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT CTAAT A TCTAT

CTCGCC AATTAATA

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT

CTCGCC AATTAATA

TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC

AAT A TCTATAAGA CTCTAACT

ATTAATC A AAGA C CT

GA C CTAAC T CTCAGACC

0011 1110 000

00 11 001010 1

0011 1110 000

0100 11100 11100 101010000111

001100 110010

0001 0011 11110 000101

ISBN 978-4-88890-645-6

