

第10回科学技術予測調査
国際的視点からのシナリオプランニング

2015年9月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター

NISTEP REPORT No.164

The 10th Science and Technology Foresight
Scenario Planning from the viewpoint of globalization

September 2015

Science and Technology Foresight Center
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

本報告書の引用を行う際には、出典を明記願います。

第 10 回科学技術予測調査 国際的視点からのシナリオプランニング

文部科学省 科学技術・学術政策研究所科学技術動向研究センター

要旨

本調査では、先に実施された「将来社会ビジョンの検討」、「分野別科学技術予測」の結果を踏まえ、「リーダーシップ」、「国際協調・協働」、「自律性」の3つの国際的視点を設定し、2030年の社会の姿及びその社会の実現を目指すに当たっての戦略と留意点について検討した。

リーダーシップの視点では、我が国の強みを活かし国際競争力を確保するために、ものづくり力をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオを作成した。そしてその実現のためには、政府・自治体による情報利活用基盤構築・運用に関わる制度設計や方針決定、研究機関によるデータ解析、セキュリティ、シミュレーション等の研究開発の推進が重要であることが導き出された。国際協調・協働の視点では、我が国の強みを基盤としつつ、グローバルな課題である気候変動や感染症などの課題解決に当たり、我が国が主要な役割を果たす姿を提示した。そしてその実現に向け、国際的活動やそのシステム構築の支援、ステークホルダー間の調整など、政府が果たすべき役割が重要であることが示された。そして自律性の視点からは我が国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処するための、脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオを作成した。

The 10th Science and Technology Foresight: Scenario Planning from the Viewpoint of Globalization

Science and Technology Foresight Center, National Institute of Science and Technology Policy, MEXT

ABSTRACT

This report was consist of the viewpoint of Globalization which is "Leadership", "International Cooperation", and "Autonomy" that based on the previous result of two reports; "Study of a Social Vision in the future" and "Science and Technology Foresight by Field". Especially, it also include clarify of the strategy and importance for describe the society with the expected technical achievements to realize the future in 2030. From the viewpoint of "Leadership" indicated that a unified information gathering and the analysis based on the power of Manufacturing are used to take the advantage of the strengths of Japan and to secure global competitiveness. For the achievement, it derives the importance of promotion of research and development of data analysis, security and simulations by research organizations, and institutional design and policy decisions related to information utilization infrastructure construction and operation by national and local governments. From the viewpoint of "International Cooperation", the scenario indicated that Japan will be a major role to solve the global problems such as Climate Change and infectious disease using the Japan's strengths. For the achievement, it clarified the importance of the government regulations; support of international activities, system constructions, and adjustments among stakeholders. And, from the viewpoint of "Autonomy", the scenario indicated the vitality of Japan is maintained by using the big data of brain to autonomously deal with the issues relating to Japan's survival foundation.

目次

概要	S-1
1. 調査の目的と方法	1
1.1. 調査の位置付け及び目的	1
1.2. 調査の方法	2
2. テーマ別シナリオ.....	9
2.1. [ものづくり] 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム ...	11
2.2. [サービス、ICT] ICTを活用した交通のクラウド化と新サービス創出	23
2.3. [サービス、ICT] サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス	30
2.4. [サービス、ICT] ICTを活用した技能継承の実現	37
2.5. [健康・医療情報、脳とこころ] 健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化	43
2.6. [地域資源、農と食] 地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持	54
2.7. [レジリエントな社会インフラ] 大規模災害や少子高齢化等に対応する レジリエントな社会インフラ	64
2.8. [エネルギー・環境・資源] 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源..	73
3. 統合シナリオ	83
3.1. 論点の整理	83
3.2. 国際的視点からのビジョン及び科学技術の関連付け	84
3.3. シナリオの作成	91
3.4. リーダーシップ	92
3.5. 国際協調・協働.....	97
3.6. 自律性	102
4. まとめ.....	107
付録1 「将来社会ビジョンに関する検討」の概要	111
付録2 「分野別科学技術予測」の概要	136
付録3 協力専門家リスト.....	147

概要

1. 調査の位置付け

科学技術・学術政策研究所は、2013年度から「第10回科学技術予測調査」(以降、「予測調査」)を実施した。予測調査は、①将来社会ビジョンの検討、②分野別科学技術予測、③シナリオプランニングの3部から構成され、本調査は予測調査全工程の最終段階に該当する。グローバル化の更なる進展を想定して国際的視点を取り入れ、先に実施した上述①及び②の結果を踏まえた上で、2030年の社会の姿及びその社会の実現を目指すに当たってのシナリオを検討した。

① パート1:「将来社会ビジョンの検討」

人口構成及び産業構造の変化を軸として、グローバル化やコネクティブ化(人やものが繋がる)の進展する中での将来社会の姿や価値観の変化について検討を行った。

具体的には、まず、雑誌記事データベース等から社会のトレンドを抽出し、社会変化の項目を構造化した。次いでワークショップを開催し、構造化の検証、社会変化項目のインパクト評価、及び、その対応策の検討を行った。これらを基に、将来ビジョンを構築した。

② パート2:「分野別科学技術予測」

実現が期待される科学技術を抽出し、それらの重要度、国際競争力、実現可能性等に関する専門家の見解をアンケートにより収集した。

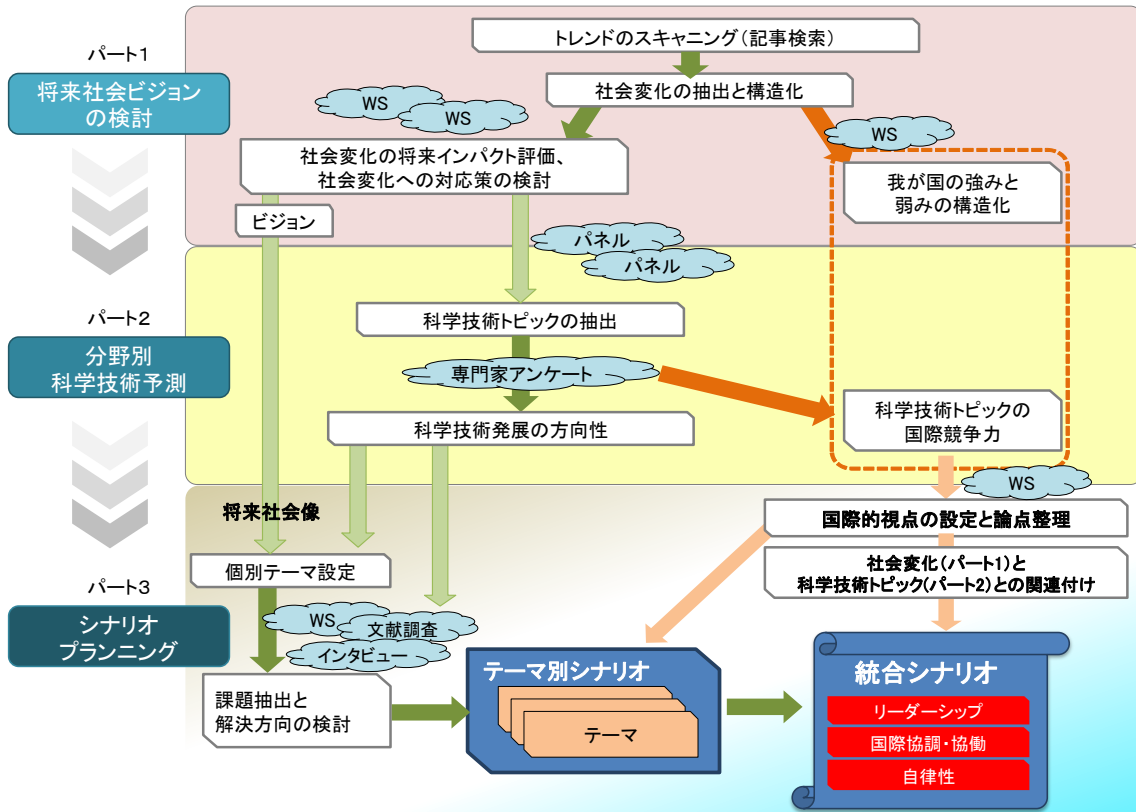
具体的には、まず、パート1で検討した社会変化への対応策を踏まえ、調査分野別に委員会を設置して科学技術トピックを検討した。次いで、関連学協会会員等の専門家を対象としたアンケートにより科学技術トピックに関する見解を収集し、科学技術発展の方向性を分析した。

③ パート3:「シナリオプランニング」(本調査)

パート1及びパート2の結果も踏まえ、個別テーマについて方向性の検討を行った上で、それらを統合して国際的視点からのシナリオを作成した。

具体的には、まず、個別テーマについて課題抽出と解決方向の検討を行い、これらを国際的視点に沿って再構成してテーマ別シナリオを作成した。次いで、テーマ別シナリオを基礎情報として用い、国際的視点からの三つの統合シナリオをとりまとめた。

図表 S-1 検討のプロセス



2. シナリオの作成

(1) 国際的視点及び個別テーマの設定

本調査においては、強み・弱みの認識を基盤とした世界の中での我が国の位置付け・役割から国際的視点を設定し、統合シナリオを作成した。設定した視点は、リーダーシップ(我が国の強みを活かし、国際競争力を確保する)、国際協調・協働(我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によりグローバルな課題の解決を図る)、自律性(我が国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処する)の3視点である。併せて、これら三つの統合シナリオ作成に資する検討を行うため、「将来社会ビジョンの検討」(パート1)及び「分野別科学技術予測」(パート2)の結果を参照し、個別テーマを設定した。

(2) 本調査における「シナリオ」

本調査で作成するシナリオは、2030年の社会、その実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び戦略推進上の留意点から構成される。「2030年の社会」とは、ありたい未来(to be)と現状の延長線(as is)の間に位置付けられるあり得る未来である。シナリオプランニングにおいては、軸や分岐点の設定により複数の独立したケースを選択肢として示すのが一般的であるが、本調査で示すシナリオはいずれか一つを排他的に選択して実施するのではなく、利用可能なリソースの制約等を考慮しつつ、対応する局面に応じた適切なバランスの下に各シナリオの実現を図っていくことを想定している。

3. 統合シナリオ

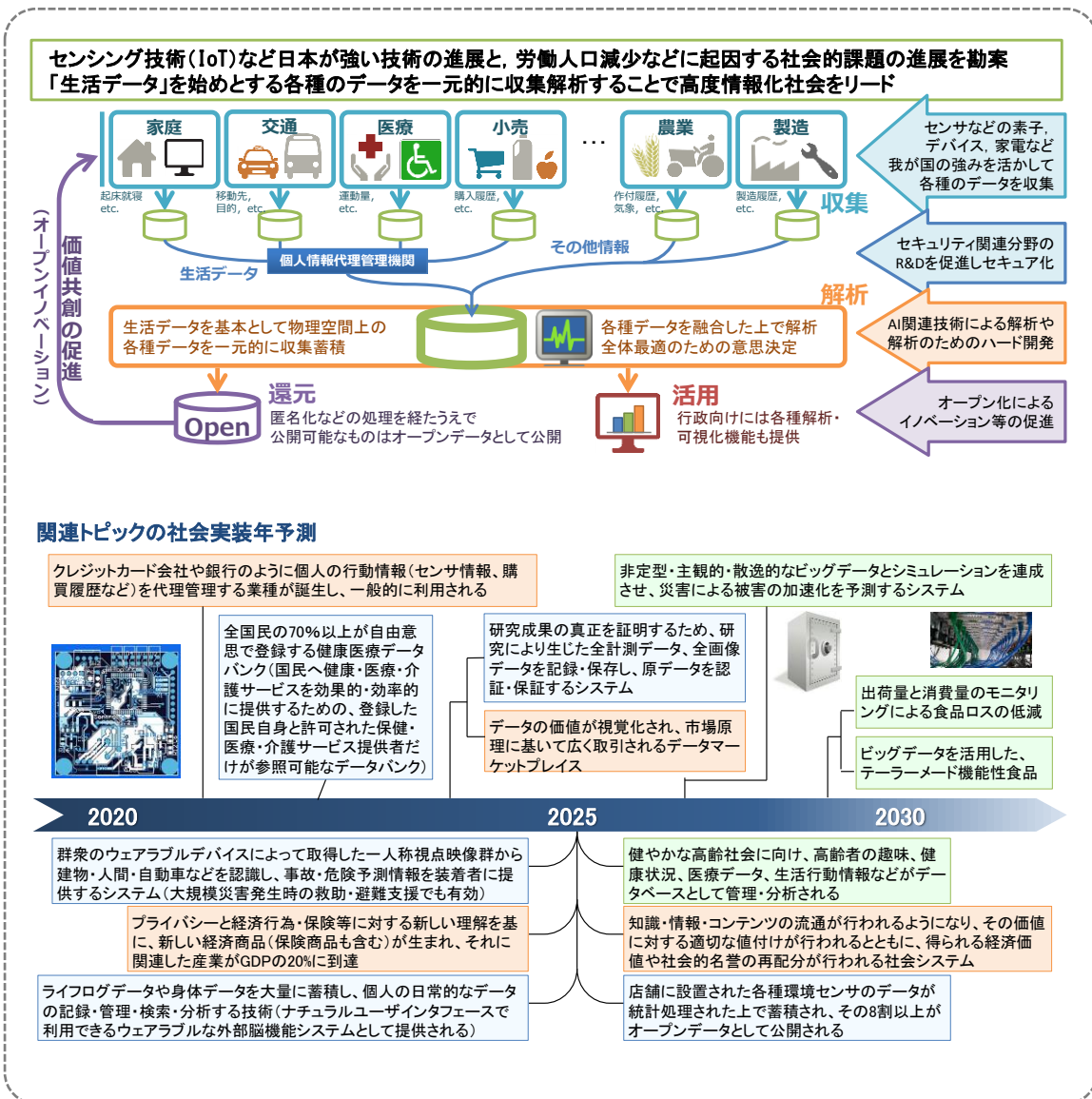
国際的視点からの統合シナリオとして、以下の3シナリオを作成した。

① 視点1: リーダーシップ [我が国の強みを活かし国際競争力を確保する]

「ものづくり力」をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオ

我が国は、ハードは強いものの、ソフト、特に大量データの活用やシステム化に弱く、担う人材も不足しているとの専門家の認識が「分野別科学技術予測」(パート2)で示された。そこで、デバイス技術等のハード面の強みを活かし、生活データを一元的に収集・解析し、倫理上の問題も解決・克服した上で、新産業を開拓し、国際的なリーダーシップを取る姿をシナリオに描いた。この実現に向けては、政府・自治体による情報利活用基盤構築・運用に関わる制度設計や方針決定、大学・公的研究機関によるデータ解析、セキュリティ、シミュレーション等の研究開発の推進が重要と考えられる。

図表 S-2 リーダーシップシナリオの例示及び関連科学技術トピックの社会実装年予測

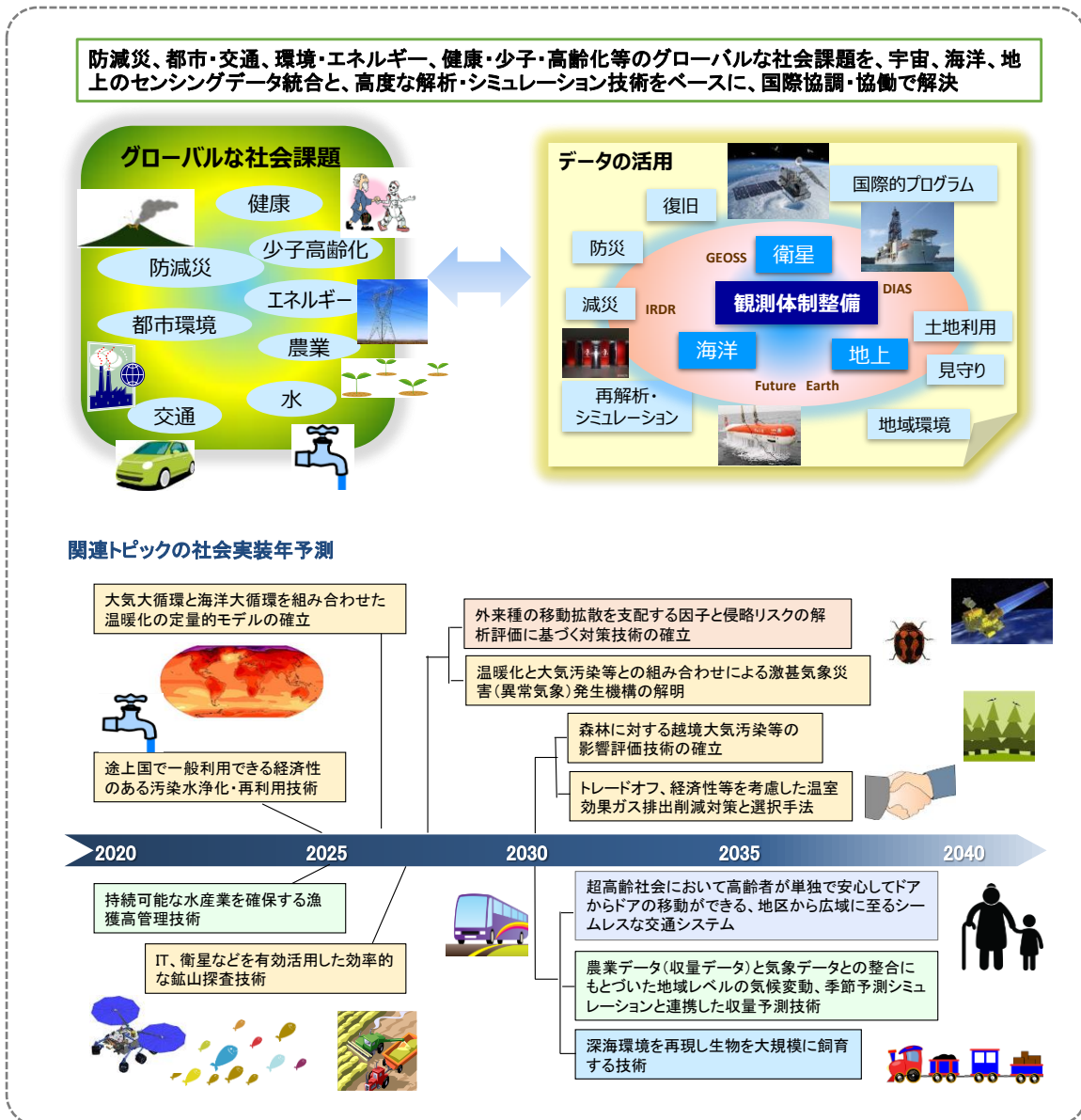


② 視点 2: 国際協調・協働 [我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によりグローバルな課題の解決を図る]

グローバル課題解決のための国際協調・協働シナリオ

気候変動や感染症などのグローバル課題に対して、地上・海洋観測等を通じ、国際的な取組の中で主要な役割を果たす姿、技術的・地理的条件による強み(海洋資源管理、持続可能な農業、防減災、水処理等)を活かした貢献の姿、食料・食品関連技術と ICT との融合による食の未来設計と安全への貢献の姿を描いた。その中でも、衛星、海洋、地上のデータを統合し、解析・シミュレーションによりグローバルな社会課題を解決する分野は、我が国が国際貢献をするに当たって最も得意とする分野の一つと考えられる。この実現に向け、国際的活動やそのシステム構築・普及の支援、法的整備、ステークホルダー間の調整など、政府が果たすべき役割が重要と考えられる他、大学における人材育成・キャリアパスの構築が期待される。

図表 S-3 国際協調・協働シナリオの例示及び関連科学技術トピックの社会実装年予測

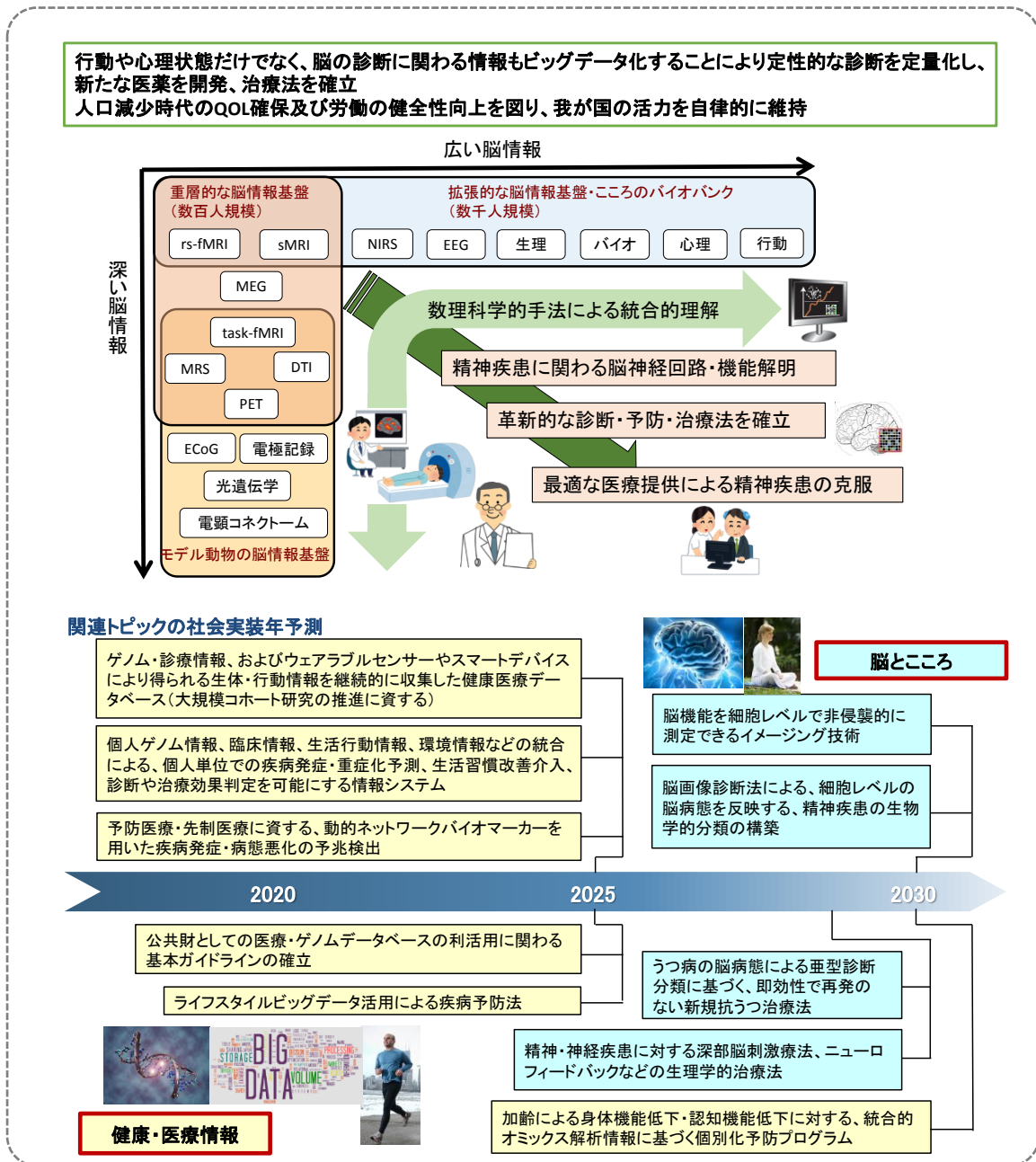


③ 視点 3: 自律性 [我が国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処する]

脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオ

少子高齢化、都市インフラ老朽化等の課題先進国である我が国が、先んじて課題解決を図るべく、生活の質(QOL)の維持・向上、安全の確保に取り組み、活力を維持する姿を描いた。精神疾患を有する人の社会活動復帰、中山間地の再生、インフラ更新を含む都市機能や景観の維持・向上などの課題を取り上げた。特に、精神疾患の克服は QOL の維持、人口減少時代の労働の健全化にとっても非常に重要な要素である。この実現に向け、制度・ガイドライン整備、ビジネスモデル構築、マネジメント人材の育成など、科学技術イノベーションの実装を進める上での環境整備が重要と考えられる。

図表 S-4 自律性シナリオの例示及び関連科学技術トピックの社会実装年予測



【参考1】 テーマ別シナリオ

【ものづくり】 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム

1. 検討の背景及び方向性

新興国の台頭により工業製品のコモディティ化が進み、今後少子高齢化による労働人口の減少が予測される我が国において、これまで国際競争力をけん引してきた「ものづくり」産業を取り巻く環境は大きく変化している。先進国では、産業競争力を強化するために、インダストリー4.0 やインダストリアル・インターネットなどが提案され、ICT(情報通信技術)、IoT(モノのインターネット)、あるいはロボット、3Dプリンタを活用した新しいものづくり(先進製造)の研究開発が活発化している。

今回の調査では、我が国の産業の国際競争力を強化し将来に向け持続的な発展を実現していくための「ものづくり」の重要な方向性として、「個人や社会の多様なニーズへの対応」による、個人の生活の質(QOL)向上と、国内外で顕在化し得る社会課題解決への貢献を取り上げた。

テクノロジーの高度化のみでは個人や社会の多様なニーズに十分に対応できなくなった「ものづくり」は、今後 ICT を活用し、サービスと融合した日本の強みを生かしたプラットフォームを構築することが、国際競争力を維持、強化するために不可欠となる。本シナリオでは、ICT、ものづくり、サービスの各専門家から成る合同ワークショップにおける議論を基に、2030 年をターゲットとした国際戦略を考慮した将来像を検討し、今後の方向性と推進すべき戦略を抽出した。

2. 2030 年の社会

○視点 1:リーダーシップ 「個人や社会の多様なニーズに応え、国際競争力を備えた、新しいものづくりが実現した社会」

個人の好み、地域や社会の多様なニーズに細やかに応える製品サービスが行き届き、個人の生活の質(QOL)は格段に向上している。これを実現した、国際規格の先進製造システムと日本の保有するものづくりとサービスのノウハウをデータベース化し融合した日本独自の製品サービスは、成熟した海外市場でも需要が年々増大しており、日本の国際競争力を牽引している。

○視点 2:国際協調・協働 「エネルギーの有効利用と、環境に優しい国際社会の構築にもものづくりが貢献する社会」

環境に優しいクリーンエネルギーデバイス、モビリティ、交通・物流システムなどの製品サービスが国内の都市部を中心に普及し、この省エネ型都市モデルは世界に注目され、広く海外に展開されている。これを支える基礎研究センターには、世界中から研究者が集まり、人材育成の国際貢献をしている。

○視点 3:自律性 「人の行動ニーズに適した高度な支援機器や使用環境整備にもものづくりが貢献する社会」

我が国では人と物のインタフェースとして、3D デザイン&ファブシステムやウェアラブルテクノロジーの研究開発を早期に進めたことで、高齢者・要介護者をサポートするウェアラブル機器が普及し、高齢者や介護世代の負担を軽減している。煩雑作業をこなすロボットも工場や現場に普及し、家事ロボットのある家庭も増えている。食料など地域特性を生かした特産物生産では、デジタルファブ拠点を活用し、用途に適した支援機器が開発され利用されている。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域ファブ拠点への支援 ● グローカルものづくり・サービスネットワークの支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 再生可能エネルギー、省エネルギー機器の普及施策 ● 直流送電、直流スマートグリッドの普及施策 ● 国際貢献企業の支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 障害者、高齢者向け支援機器等の普及施策 ● 地域ファブ拠点への支援(一次産業工業化、サービス化支援)
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● オープンソースシステムの管理、運営 ● 人の価値観、感情、サービスの定量化システムの研究開発 ● 先進製造、プロダクト・サービス・システム等の研究開発 ● 先進製造システム国際標準化支援 ● マテリアル/プロセス・インフォマティクスの構築 ● 付加製造技術、デジタルファブシステムの研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 革新的太陽電池、蓄電池、燃料電池、パワーデバイスの研究 ● 次世代モビリティ、交通、物流システムの研究開発 ● ウェアラブルデバイスの研究 ● サイバーセキュリティ技術の研究開発 ● 産学協働研究システムの運営支援 ● 国際基礎研究拠点、システムの整備、運営支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3D-CAD&ファブシステムの研究開発 ● 人工知能ロボットの研究開発 ● 在宅勤務、遠隔医療、遠隔教育等のシステムの研究開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● IoT デバイス・システム開発、ビッグデータの収集・解析・利用 ● 先進製造システム国際標準化への積極的参画 ● 多品種少量生産、マスカスタマイゼーション生産技術開発 ● 3D プリント材料の研究開発 ● デジタルファブアプリケーションビジネスモデルの構築と実践 	<ul style="list-style-type: none"> ● 次世代モビリティ、交通、物流システムの開発 ● 生活モニタリングデータの収集、解析、利用 ● ウェアラブルデバイス、デジタルサイネージの研究開発 ● 革新的太陽電池、蓄電池、燃料電池、パワーデバイス、エネルギー機器の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウェアラブル機器用の汎用3D-CADの開発 ● 産業用、家庭用ロボットの開発 ● ウェアラブル機器、スマート衣料の研究開発 ● 在宅勤務、遠隔医療、遠隔教育等のシステムの研究開発 ● テレワーク等の推進
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● グローカルものづくり・サービスネットワークの構築 ● 先進製造システム国際標準化への参画支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境エネルギー関連機器の国際標準化等への参画支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウェアラブル機器の国際標準化等への参画支援
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学連携の場の提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学連携の場の提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学連携の場の提供
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタルファブアプリケーションの先駆的試行、実践 ● ものづくり基盤技術(材料創成、計算、計測等)の研究 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境エネルギー関連材料、デバイス、ウェアラブルテクノロジーの基礎研究 ● シミュレーション、インフォマティクス人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウェアラブル機器、ロボットの基盤技術(材料、デバイス、インターフェース等)の研究開発 ● デジタルファブアプリケーションの先駆的試行、実践
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタルファブアプリケーションの実践教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタルファブアプリケーションの実践教育 ● 環境に関する初中等教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタルファブアプリケーションの実践教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● ベンチャーや中小企業のグローバルネットワーク構築支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際貢献企業の支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● ウェアラブル機器等の購入のための金融商品開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● パーソナルファブアプリケーションの実践 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球温暖化対策への貢献 	<ul style="list-style-type: none"> ● 介護や家事ロボットの導入による負担軽減
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 先進製造システム及びインフォマティクス構築に向けた日本の戦略の明確化 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 従来型ではない基礎研究推進、産学連携推進の実効的な仕組みの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3Dモデリング及びウェアラブル技術、関連材料開発の着実な推進

[サービス、ICT] ICT を活用した交通のクラウド化と新サービス創出

1. 検討の背景及び方向性

我が国の少子高齢傾向は今後も継続することが予測されており、人口減少、特に被介護者の増加と労働人口の減少が喫緊の課題となっている。現状においても人口減少の影響により特に地方において路線バスなど従来型公共交通機関が補助金を持ってしても維持困難となりつつある。

これらの背景から「交通の利便性」を向上させることで、仮想的なコンパクトシティ化を達成する。同時に、“移動すること”の意味をサービス工学的に見直すことで、交通を基盤に複数のサービスを融合した新しい未来を展望する。これらのサービスは、ICT によってしか切り拓けない新たなサービスであり、かつ、システムが一元的に様々な情報を把握できることで全体最適を目指すものである。我が国が強みを持つ自動車産業や ITS (Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム)の研究プロジェクト成果、さらに自動車に関しない生活サービスを一体的に取り扱う点に特徴を有する。

2. 2030 年の社会

各テーマを通じて、公共交通のあり方を大幅に見直し、様々な交通機関がクラウド的に連携することで、ミニマムには「どうやって行くか」を考えなくても良いサービス(Mobility as a Service: MaaS)を提案している。さらに「移動」は基本的に「何らかの目的」を達するための手段であることから“交通”を単なる移動手段として捉えるのではなく、“サービス連携基盤”として運用するサービスの提案を行っている。

コアとなるアイデアはデマンド(いつ、どこから、どこへ行きたいという要望)とバスやタクシーなどの位置情報をシステムで一元的に収集・処理することで公共交通をオンデマンド化することにある。ポイントは「デマンドおよび車両の一元把握」にあり、これにより、全体最適に近い無駄のない運行ができるようになるとともに、外出を容易にすることで街の仮想的なコンパクトシティ化も実現する。

各シナリオでは、“自律”をミニマムプラン(最小限の投資を行った例)、“リーダーシップ”を理想的プラン(十分な投資がなされ、社会的な受け入れも順調に行われた例)、“国際協調・協働”をその中間程度で、かつ国際的に展開するプランとして記述した。従って、上述したサービスが原始的なものか、高度なものか、オープン指向を強調しているかしていないか、といった形での書き分けを行った。

○視点 1:リーダーシップ 「交通のクラウド化を通じたサイバーフィジカルシステム・スマートコンパクトシティ」

MaaS を通じて交通をベースに異種サービスが融合したスマートコンパクトシティを実現

○視点 2:国際協調・協働 「サービス輸出を通じたデータ囲い込みによるサービスエコシステム」

MaaS システムの輸出を通じて貢献しつつ、他国の生活データを囲い込み次のサービスを開発

○視点 3:自律性 「外出難民・買い物難民の解消、魅力・活力ある地方の創生」

MaaS を通じて、気軽に外出できる環境を整備し、仮想的なコンパクトシティ化で地域を活性化

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 事故・遅延発生時などの保障に関する制度検討、バス・タクシー事業制度の改正、既存事業者等への賃金保障、運用団体の設置と規則策定、その他制度の策定・改正
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● MaaS 運用システム基盤の確立、遅延その他サービスレベルに関する各種数値検証、運行アルゴリズムの開発・更新、サービス間連携アルゴリズムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● MaaS 運行事業団体の設立
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動車メーカーのコンソーシアム設立、事業者コンソーシアム設立 ● ステークホルダー間の調整(主に事業者周り)
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 行動データ収集利活用に関する倫理規定の策定 ● ステークホルダー間の調整(主に利用者者周り)
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の核として MaaS の導入前シミュレーション等各種調査
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● MaaS に対する啓蒙・普及、利用者リテラシーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● MaaS による経済効果見積もりと、それに基づく新規事業者への投資、国の MaaS 補助金用債券等の金融商品販売・促進、各種保険の拡充
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 公共交通利用形態の変化への受容、サービス改善に対する積極的関与、先進サービス事例のもつ不便性の受容
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自動車メーカーのビジネスモデル変更(自動運転化、リース主体、他社との差別化) ■ 運行事業者の反発(賃金保証など) ■ 利用者の生活スタイル変化(時刻表に合わせた生活からデマンドに合わせた生活に) ■ 道路交通法その他関連法案の省庁連携型での改正 ■ 行動データ収集管理のための代理機関設立と社会受容 ■ 外交戦略としてのサービスデザイン、ビジネスモデルの策定 ■ 利用者を上手く巻き込むようなサービスデザイン ■ 複数省庁横断・連携型の制度改革、運用 ■ 利用者側の意識改革

※ 本テーマでは、視点(リーダーシップ、国際協調・協働、自律性)ごとに戦略の深度・範囲に差異は見られるが、基本的なフレームは同一である。

【サービス、ICT】 サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス

1. 検討の背景及び方向性

我が国においては2020年の東京オリンピックをマイルストーンとして、“観光立国”にも注力している。しかしながら、現状では地域を越えた一体的な動線把握や他地域との相互送客といった取り組みは十分に行われておらず、個々の「地域」における観光施策は十分であっても、「地域間」や「国全体」のパッケージングが不十分で、相乗効果を得られていない。他に視点を移すと、我が国は台風や地震などの災害への備え(防災・減災)を怠ることができない。その一方、これら災害は基本的に突発的事象で、かつ発生すると対応には多大なリソースを要するという困難性があり、効果的な備えについては多くの課題を有している。

ここでは有事を意識しつつ平時にも見栄えを変えて提供できるサービスを考える。これにより、有事の際にシステムのバッテリーが切れていて使えない、老朽化していて使いづらい、搭載している情報や仕様が古い、各種のコストがかさむ、といった諸問題を回避する。本シナリオにおいては平時のサービスドメインとして「観光」を例に取り上げ、あり得る未来像を概観した。

2. 2030年の社会

コアとなるアイデア・技術は「CPS(Cyber Physical Systems)」で、IoT (Internet of Things、モノのインターネット)などを通じて行動履歴を含む個人ごとの生活に密着した様々なデータ(生活データ)を収集し、この情報を利活用して平時・有事に有用なサービスとして運用する。たとえば、平時には行動履歴から観光用の企画立案を行ったり、地域をまたいだ相互送客サービスや観光ナビゲーションサービスなどに活用したりする。非常時は行動履歴から孤立地域の要救助者数を見積もったり、避難所ナビゲーションサービスを提供したりする。ポイントは、情報をベースに「価値」の見直し・融合を行うことで、災害という予見が困難で平時の金銭・人員等各種リソースの割り当てが困難なサービスをよりオープンで利便性の高いものに変換できる点にある。

各シナリオでは、“自律”をミニマムプラン(最小限の投資を行った例)、“リーダーシップ”を理想的プラン(十分な投資がなされ、社会的な受け入れも順調に行われた例)、“国際協調・協働”をその中間程度で、かつ国際的に展開するプランとして記述した。従って、上述したサービスが原始的なものか、高度なものか、オープン指向を強調しているかしていないか、といった形での書き分けを行った。

○視点1:リーダーシップ「行動データ利活用による高度観光・防減災サイバーフィジカルシステム」

行動データの利活用によって高度観光・防減災を実現するCPS

○視点2:国際協調・協働「防減災情報クラウドによる国際災害救援プラットフォームの実現と提供」

防減災情報クラウドによる国際災害救援プラットフォームの実現と提供

○視点3:自律性「サービス連携を通じた持続可能な防減災サービスエコシステム」

サービス連携を通じた持続可能な防減災サービスエコシステム

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● ICT を用いた観光・防減災に関する制度設計、パーソナルデータの収集と利活用に関する諸制度の対応強化(情報漏洩時の管理責任等に関する手当を含む) ● 国際協力の枠組みにおけるリーダーシップの発揮、防減災サービスエコシステム実現に向けた制度設計、国際協力の枠組みの設置
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 個人情報保護、行動履歴など時系列データ解析、災害時向けの高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置、などに関する事業化を目標とした応用研究
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害時の情報公開用 API(Application Programming Interface)整備と定期的なコンペティション開催観光情報・防減災情報の標準に準拠した公開、関連サービスの事業化、防減災クラウドのサービス事業化
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光情報利活用コンサルなど事業設立と事業者団体の設立、国際チャーター制度の確立 ● 防減災に活用可能なデータの公的利用へのオープン化
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 観光情報学の発展・普及と、観光ドメインにおける個人情報倫理規定設置防減災システムインフラの管理・運営、大規模行動情報を活かした地域振興 R&D
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● データ読解・利活用能力の涵養、個人情報保護、行動履歴など時系列データ解析、災害時向けの高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置、などに関する基礎研究、リアルタイム・リモートセンシング、サービスデザインに関する基礎研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報リテラシー教育、プライバシー教育、ICTを活用する観光ソムリエ、地域防減災リーダーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 金融・信用情報システムに類する個人(行動)情報管理・運用システム構築、行動情報漏洩保険などの金融商品開発、事業化に向けたリスクマネーの供給 ● 防減災対応インフラへの優先的投資、高度防減災技術に対応した保険商品の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 行動情報の利活用に関する受容、国際防減災活動への参画 ● 地域の防減災活動への利用、観光情報の活用による地域活性化
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 共通の形式で一元的に情報が集まっていないこと、避難場所のキャパシティや備蓄品の情報などが電子化されていないこと、など情報整備、非常時の情報運用ルール ■ 行政側の強制力を伴う地域間連携推進、利用者の収集されたデータを読み取って経営施策に反映できるリテラシー、先進事例として注目されていること(リーダーシップシナリオの諸条件達成)、他国の行動データをどのように扱うかについて国際的な枠組の設置 ■ 目的外利用の制限やデータの確証破壊、スマートフォンなど情報インフラが十分で無い環境での運用、行動データのフォーマットが異なる場合の変換機構、アプリケーションなどのローカライズ、利用者を上手く巻き込むようなサービスデザイン、複数省庁横断・連携型の制度改革・運用、利用者側の意識改革

※ 本テーマでは、国際的視点(リーダーシップ、国際協調・協働、自律性)ごとに戦略の深度・範囲に差異は見られるが、基本的なフレームは同一である。

[サービス、ICT] ICTを活用した技能継承の実現

1. 検討の背景及び方向性

日本の魅力の源泉には、アニメ、漫画、ファッション等のポップカルチャーや、歴史の中で培われた伝統的な芸術・技能、そして先端技術を生活空間で活用することを目標とした製品等がある。これらのコンテンツの魅力は属人的な職能によって労働集約的な形態で生み出されている場合が多いが、技能者の高齢化や継承困難性により、中長期的視点からは課題も多い。

一方で、ICT 関連技術の進展により、従来取得困難であると考えられていたノウハウを形式化するための手法や、得られた情報を基にスキル評価やスキルの再現を行うための手法が開発されつつある。これらの技術を活用することで、日本のコンテンツ力の継承と発展が可能になると考えられる。

また、コンテンツ力の継承と発展に活用されるICT技術は、国際的課題である災害対策に対しても活用可能であるなど、多方面に好影響を与える潜在力を有している。

2. 2030年の社会

○視点 1: リーダーシップ 「コンテンツ関連技能のスマート化によるクリエイティブ経済の発展」

芸術・工芸制作原理の解明が進むことでノウハウが形式化され、制作支援・技能継承支援が行いやすくなり、人材の量的拡大と他分野へのスピルオーバーが進む。

新映像表現の発展は、人間の知覚(視覚、触覚等)の特徴の深い理解に基づき、よりダイナミックかつ繊細な表現の提案が可能となった。リアルタイムレンダリングとディスプレイデバイスの活用によって、新しい体験が提供される。

○視点 2: 国際協調・協働 「超高精細映像、センシング技術、ロボット技術の災害対応利用」

地震や水害などのように建造物の損壊が激しい環境下で、生存者救命と二次被害の防止を行うためには、現場の正確かつ迅速な状況把握が求められる。日本を中心として、文化財のデジタル化が進められており、その経験から広域3Dレーザースキャナの利用ノウハウが蓄積されている。ドローンやロボットによる能動的センシング、超音波診断、小型放射光装置等を併用することで、迅速に状況把握が可能となり、各種判断が行えるようになる。

○視点 3: 自律性 「グローバルな人材の確保・集積を通じた技能継承・発展による地域産業社会の実現」

ノウハウ等の暗黙知の把握と継承が容易となったことで、日本各地の町工場や伝統工芸品制作技能の継承が実現された。自動通訳機の普及により多言語コミュニケーションが容易となり、外国人が日本の地方に居住し、上記技能の継承を受ける事例も増加した。技能者の量的拡大により、従来町工場や伝統工芸では困難であった大量個別生産が可能となった。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能継承の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 超高精細映像に関する研究開発の推進 ● インタフェース技術、テレプレゼンス技術に関する研究開発の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域独特の技能の指定とそのノウハウ体系化に向けた支援
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能者のスキルのアーカイブ化 ● 技能継承に関する社会実装研究の推進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害対応を前提とした運用技術の開発 ● ロボット技術のディペンダビリティの強化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域独特の技能のアーカイブ化とノウハウの推定
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能を基にした製造物の販売強化 ● 技能と先端技術の融合による新製品の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 超高精細映像を用いた ● 伝統技能と先端技術の融合による新製品の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 得られたノウハウを基にした教育プログラムの作成
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 企業間での技能競技会(コンペ)の開催、事業者間でのノウハウ共有に向けた場の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間情報の災害利用に関する標準の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能者の活用による新事業開発
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能の解明に向けた研究組織の立ち上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ● センシング技術に関する技能の標準化 ● 空間情報の災害時の活用に関する標準化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 伝統技能と先端技術の融合による新製品の開発
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能の解明に向けた研究の推進 ● 技能のノウハウと先端製造技術の両者を備えた新人材の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● スキャンの高度化(大規模スキャン技術、都市規模の3Dモデルを点群から迅速に再構成する技術) ● 災害応用可能な診断基礎技術の開発、 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能継承に関する経験の共有
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能の継承 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間情報取扱い技能者の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能におけるノウハウの解明に向けた研究組織の立ち上げ
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 新コンテンツ創造に対するリスクマネーの提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空間情報活用ビジネスへの投資 ● 災害関連ソーシャル企業への資金提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技能におけるノウハウの解明に向けた研究の推進
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会生活における新コンテンツの活用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害発生時のボランティア参加 	<ul style="list-style-type: none"> ● 獲得された技能ノウハウと先端技術の融合による新技術の創出
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 技能者のスキルの詳細な観察から観測された情報から重要度が高い情報を抽出し、構造化するためのAI技術 ■ ノウハウのうち、形式化可能な部分と形式化不可能な部分の峻別と、後者の育成方法の明確化 ■ 技能者のスキルをアーカイブするための標準的手法、抽出されたノウハウを表現するための標準的手法 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 災害環境下で活用可能な程度まで技術の頑強性を高める災害環境下でのネットワーク構築技術 ■ 空間情報活用技術の深化、空間情報活用技術者の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 技能継承に関する実務家を各地に配置あるいは派遣する制度の確立 ■ 地域の起業家精神を高めるための方策 ■ 海外との交流の促進

[健康・医療情報、脳とこころ] 健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化

1. 検討の背景及び方向性

我が国は、高齢化率において世界の先頭を走り続け、未曾有の社会への対応に迫られている。そこで本テーマでは、超高齢社会における労働力確保の観点から、生涯の健康管理と、健康寿命損失の主要原因の一つとなっている精神神経疾患に焦点を当てた。

これらの社会課題の解決のために、健康・医療情報及び脳のビッグデータを利活用する。そのためには、人材育成や倫理的配慮を伴う多分野にまたがる研究の推進が必要となる。これらの取組を通じて、我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案し、新たなイノベーションを起こす。

また、国際協調・協働が必要な、新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究も取り上げた。

2. 2030年の社会

○視点1:リーダーシップ「健康・医療ビッグデータの利活用により超高齢社会のモデルとして世界をリードする日本」

医療・ヘルスケアの進歩と高齢社会対策の強化により、“高齢者”という言葉にはもはや“支えられる世代”という昔前の意味合いはなくなった。元々高かった高齢者の労働力率も更に高まっている。そして高齢者の様々な形での社会参加は、健康増進にますます貢献するという好循環が巡っている。超高齢状態での社会の発展に貢献している医薬品や医療・介護機器等の様々な技術や居住環境は、世界に向けて発信され、日本経済の柱となっている。

多種多様な健康関連情報を生涯にわたって追跡する疫学研究である「大規模長期縦断研究」が、医学のみならず、教育、経済等多様な研究の基盤となり、健康関連ビッグデータの活用と橋渡し研究が、公共政策の策定と健康産業の創生に寄与し、医療の効率化にも貢献している。

さらに、高齢者に特化した疫学研究と生活場面での介入研究の成果により、高齢者の「機能的健康度」の伸びが続いている。認知的フレイル(虚弱)及び身体的フレイルに対して、産学官民が連携して種々な介入研究を行えるリビングラボが成果を生み出し、産業の振興につながっている。

日本人の長寿要因の一つとしてのソーシャルキャピタル(家庭や職場及び地域社会における人と人とのつながりといった社会資本)を高める社会実験が行われ、その効果が検証された。ソーシャルキャピタルの豊富なコミュニティは、世界の高齢者富裕層も引き付けている。

○視点2:国際協調・協働「新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究における国際協力」

数回の接種で生涯感染予防が可能なワクチンにより、インフルエンザの流行は大きく減ったが、地球温暖化の影響と交通手段の発達により、新興・再興感染症の流行はたまに発生している。

海外渡航者は、感染の有無や感染症の特性等を迅速に検知・判定する超軽量センサにより、帰国時に検査を受ける。未知の病原体の分離・同定も迅速になされている。

網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出は国際的に機能しており正確である。人への影響について、定量的に予測・評価されている。新興感染症に対しても、リアルタイムシミュレーションシステムを使って戦略(医療的・非医療的介入)立案が支援されている。

新規病原体に対して迅速に中和抗体を作製して、大量生産する技術により、深刻な事態に陥ることとはなくなっている。ワクチンや治療薬は、国際協力により必要な地域に迅速に供給されている。

難病・希少疾患では、患者数の少なさを克服するべく、疫学や臨床研究での国際協調が進んだ。患者登録の共通プラットフォームが運営され、難治性疾患特異的ゲノムデータベースの構築と発症機序の解析がなされている。これにより、予防法・治療法の開発が多くなされている。

○視点3: 自律性「超知識社会・超情報化社会における脳とこころの健全化」

社会・経済・ICTの急速な変化に対処できない人が不適応に追い込まれ、うつ病により就労困難、自殺等に至るのを未然に防ぐ仕組みが定着している。メンタルヘルスの問題は大きな社会的負担であったが、大きく様変わりした。日本の幸福度のランキングは、最上位の部類となっている。

個人に対しては、ストレス防御支援技術及び精神疾患のリハビリテーションシステムの構築がなされている。社会へのアプローチとして、意図的にストレスをかけてストレス耐性を育てる教育システム及びストレスの低い社会システムの構築がなされている。多様性に対する許容度を育む教育は、ユニークな人々を包含する組織の構築につながり、イノベーションに貢献している。

それでもうつ病はありふれた疾患であることには変わらないが、治療が極めて効果的になった。神経回路・分子病態に基づく精神疾患の生物学的分類が構築されており、個人の脳活動の特性に対応した治療法・予防法が選択される。即効性で再発のない抗うつ治療法により、多くはすぐに社会活動に復帰できる。さらに、深部脳刺激療法等の生理学的治療法も普及しつつある。

これらは、脳ビッグデータが基盤となって開発された。多様な計測技術によって得られた脳情報が、詳細な臨床評価とともに集積され、モデル動物の脳情報とも有機的に統合された。個人内の「深い脳情報」を、簡易な計測技術で大人数から得た「広い脳情報」と対応付けて、統合的な解析がなされた。脳ビッグデータは、医療以外にも社会・教育等多様な領域で活用が進んでいる。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	● 大規模長期縦断研究の基盤構築とその拠点形成等	● ゲノムを含む健康医療個人情報保護の規制・制度の確立等	● 雇用制度、教育、倫理面に係る制度整備等
公的研究機関	● 多種多様な健康関連ビッグデータのデータセットの構築等	● 感染症流行予測・警報発出システムの構築等	● 脳ビッグデータの基盤構築、脳情報の集積等
企業	● 医薬品・医療機器開発等	● 迅速な抗体作製・大量生産等	● 小型脳計測装置開発等
業界プラットフォーム組織	● 健康医療情報のデータ標準化、データ活用環境の向上	● グローバルヘルスにおける国際貢献(途上国への治療薬の無償又は安価での提供等)	● オフィス内のストレスを軽減するためのガイドライン等の策定、脳計測データの標準化等
学・協会	● 機能的健康度の基準値作成等	● 診療ガイドライン更新・作成等	● 精神疾患の亜型診断分類
大学	● 関連人材の育成等	● 予防法・治療法の研究開発等	● 深部脳刺激療法の研究等
その他人材育成機関	● 機能的健康度を維持・増進する生活の在り方の教育等	● データベース取扱いに関する研究倫理教育等	● ストレス耐性を育てる教育の実践等
金融・投資機関	● 関連研究開発を行う企業への金融支援	● 関連技術を開発するベンチャー企業への投資拡大等	● 関連技術を開発するベンチャー企業への投資拡大等
市民・NPO	● 機能的健康度を維持・増進するコミュニティの形成等	● 医療情報取扱いへの理解等	● ストレス耐性を育てる教育システムの受容等
戦略推進上の留意点	■ 医療個人情報利活用やブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の社会受容	■ 医療個人情報利活用の社会受容	■ 医療個人情報利活用やブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の社会受容

〔地域資源・農と食〕 地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持

1. 検討の背景及び方向性

食と農林水産、地域に関する社会課題のトピックについて、国際的には地球温暖化と世界人口の増大、国内的には高齢化と少人口社会を前提として我が国に必要な技術、行うべき研究を検討し、農業の ICT 化、地域活性化、サステナビリティ、人材育成をキーワードとしてシナリオを作成した。

2. 2030 年の社会

○視点 1: リーダーシップ 「スマート農林水産業の実践と和食のグローバル化」

ICT の活用による農林水産業のスマート化が世界各国で進展している。水産分野では、マグロやウナギの完全養殖が国際展開されている。また、各種ビッグデータの活用により、食料需要の予測精度が向上し食品廃棄が大きく減少した。同時に、食料生産が流通システムと連動した結果、生産から加工を経て消費者まで届く時間が短縮され、特に暑熱環境での輸送中の品質低下や腐敗による廃棄も劇的に減少した。一方、WASHOKU はグローバル化し、食による健康長寿という文化の世界的普及をもたらした。

○視点 2: 国際協調・協働 「全地球的生態系サービスの維持」

サステナブルな農林水産業が世界各国で組織的に実践されるようになった。農業における水の利用量も最小限に抑えられるようになった。化学肥料や農薬の成分検出センサは高精度化し、ネットワーク化されることで、食材流通の全経路でトレーサビリティが確保され、関連情報は世界各国で共有されている。海洋資源に関しては、国際的な協調の下、信頼度の高い資源量評価システムが構築され、漁業の効率も飛躍的に向上したほか、海洋環境と窒素やリン循環に配慮した養殖システムが構築されている。

○視点 3: 自律性 「食料及びエネルギー資源の生産地として活力のある中山間地域」

国際的なニーズ予測や高度な保蔵・流通技術を活用し、我が国で生産される食品が海外市場で広く販売されている。農林水産物の取引についても従来の対面型の“競り”方式から電子商取引へと完全に移行している。山林は、その防災・水源保持機能と環境維持機能への理解、木材の再生可能エネルギー資源としての認識が深まったために、投資も増加した。その結果、維持管理にかかる経済状況は大幅に改善した。温暖化率予測に基づいた戦略的な植林が行われ、森林管理にも ICT が導入されて、木材バイオマスは有効活用されている。また、再生可能エネルギーの利用が拡大するにつれ、山林以外の樹木もエネルギーに活用するマーケットが生成された。一方、水産分野では、養殖飼料用の天然魚の減少により植物由来の飼料が必要となったため、飼料作物栽培が内陸各地で行われるようになり、多くの土地で用途のある植物栽培が行われるようになった。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業 ICT インフラ整備 ● 人工衛星データ等の国際共同利用の仕組みづくり ● 種の保護や捕獲に向けた国際的な合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● サステナブル農業推進のための国際協調枠組み構築。 ● 行政データの公開 ● 海洋資源関連データの共有に関する国際的合意 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生鮮食料品の国際規格への対応支援、ブランドの保全 ● 山林の健全な保持育成の仕組みづくり ● 農林水産物の電子商取引
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業ビッグデータプラットフォーム構築 ● 農業 ICT システムの国際規格対応 	<ul style="list-style-type: none"> ● サステナブル農業の評価方法開発 ● 水産資源量評価手法の開発 ● 疾患、害虫への対応手法開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 山林から沿岸までの環境モニタネットワークの構築 ● ロボット等新たな森林管理手法のリスクアセスメント
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業の ICT 化全体を行うパッケージ商品の開発 ● 世界各地の食品消費量予測 ● 養殖から流通、販売まで一貫で取り扱う事業 	<ul style="list-style-type: none"> ● サステナブル農業の積極的実践を可能にする事業の実施 ● 食品のトレーサビリティが確保されたマーケットの構築 ● 海洋資源予報ビジネス 	<ul style="list-style-type: none"> ● 農作物、水産物のニーズ調査、生産から流通・加工・販売まで手掛ける事業 ● 山林ビジネス
業界団体	<ul style="list-style-type: none"> ● 農産物や水産物のブランド確立に向けた国際展開 	<ul style="list-style-type: none"> ● 漁業協定の徹底 ● 水産情報ネットワークの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の産物のブランド創出と認定
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 病害情報の収集と情報提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● サステナブル農業の評価基準の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 山林の資産価値評価
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報工学の知見の蓄積 ● 農業 ICT 人材の育成 ● 養殖技術の洗練化、飼料の開発 ● 保存、流通技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌細菌に関する研究 ● 農作物の各種センサの開発 ● 水産資源量評価手法の開発 ● 地球温暖化やサステナブル農業によって生じる疾患、害虫への対応手法開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際戦略立案人材、中山間地域における経済活動をマネジメントする人材の育成 ● 環境モニタリング手法開発 ● 樹木伐採技術の開発 ● 中山間地の経済モデル構築
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究者と農業者、関連事業者の橋渡し 	<ul style="list-style-type: none"> ● サステナブル農業への理解促進事業 	<ul style="list-style-type: none"> ● ICT 教育の普及、国際戦略立案人材の育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業事業者の ICT インフラ導入への投資 	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報プラットフォームへの投資 ● 海洋資源量予報ビジネスへの投資 	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林ファンド商品の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 食による健康維持のための合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生態系サービスの重要性の理解 ● データベースへの情報提供 	<ul style="list-style-type: none"> ● 山林管理の仕組みづくり
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 養殖産業の拡大に伴う海洋生態系への影響 ■ 気象予測の正確性の限界 ■ 農業 ICT インフラ維持コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ■ サステナブル農業にかかるコスト ■ 高環境負荷農業から低環境負荷農業への移行時に生じる食料生産量の不足 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中山間地域への投機的投資 ■ 山林管理及び山林価値評価人材の不足

[レジリエントな社会インフラ] 大規模災害や少子高齢化等に対応するレジリエントな社会インフラ

1. 検討の背景

東日本大震災を教訓として、南海トラフ巨大地震等の大規模災害による首都機能の消失や、少子高齢化による労働人口の減少、地方消滅が起きた場合のインフラ老朽化等のリスクへの対応策を検討した。注目される方向性としては、東日本大震災からの教訓に基づく大規模自然災害への対応や国家安全保障を見据えた国土監視体制の整備、少子高齢社会に対応したインフラの長寿命化と都市機能の分散化が挙げられている。

2. 2030年の社会

○視点1: リーダーシップ「防減災教育の徹底と簡便で効率的な社会インフラ管理の実現」

2011年の東日本大震災からの教訓に基づき、地震・火山噴火・津波等の大規模災害に備えて進められた、住民が安全で安心して生活できる街づくりのための活動が、日本発の施策として、世界各国で展開されている。日本国内では、災害が発生する度に幅広い知見の蓄積と分析が効率よく行われている一方、インフラの維持管理に莫大な費用が掛かることへの対策として、社会資本の実態を踏まえた構造物の耐久性の向上技術や点検・監視技術の研究開発と社会実装が日本全国で進められている。同時に建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持向上が図られ、情報通信技術やロボット技術を活用した情報化施工、無人化施工が進んだことにより、少人数で効率の良い工事が可能となって工期も大幅に短縮されている。

○視点2: 国際協調・協働「災害時と平時の両方でメリットを与える観測情報提供ネットワークの実現」

国際的な枠組みにより、世界的な観測情報提供ネットワークが整備されたので、大規模な自然災害による死者や行方不明者の数は以前と比較すると激減している。この新しい情報提供ネットワークには、世界の人工衛星のほか、全球規模に展開された地上や海洋の複数の観測システムで取得したデータが流通している。データは基本的にオープンなので、ネットワークにつながっていれば誰でも参照できる。また、膨大なデータは即時に加工され、そのまま使える情報として提供されている。流通しているデータは多様であり、その利用は災害対策に留まらず、様々な分野での利用が進んでいる。

○視点3: 自律性「高齢者に優しいモビリティと地域創生の実現」

少子化は否応なく進んで高齢社会にはなったが、モビリティの発展がそれに対応している。それに加えて、少子化が進む過程でスマートシュリンクによるコンパクトシティ化が進んでいる。大企業の本社が地方に移転すること等により、就労環境も充実し、若者の都心流入も少なくなっている。政府の立法・行政・司法など、首都機能の一部移転も進んで東京一極集中も解消し、大規模災害による首都機能喪失のリスクもあまり問題視されていない。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会インフラ統合管理システムの整備 ● 非常時向け物資の備蓄・消費サイクルの定着化 ● 観測地点の拡大 ● 法整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学官におけるデータ提供と整備 ● 観測データ基盤構築に向けた国際協力の推進 ● データ利用に係る法環境の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大企業の地方への誘致 ● 首都機能の一部移転あるいは冗長化 ● モビリティ共有化への施策 ● 都市の再開発に向けた法環境の整備(空き家対策) ● 運転免許制度の変更
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 構造物の耐久性の向上や点検・監視技術の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各種観測システムの整備と国内外関係機関との連携・協力 ● データ提供とアプリケーション開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートシュリンクやコンパクトシティ化実現への具体的方策の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 免震・耐震化技術の向上と普及 ● 建設生産システムの安全性や生産性の維持向上 ● 情報化施工、無人化施工の実現と普及 	<ul style="list-style-type: none"> ● 観測システム運営に係るビジネスモデルの検討 ● 大容量データから意味のある情報を抽出するアプリケーションの商品化 ● データ提供と解析評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方への本社移転 ● 各種モビリティの開発と商品化
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 免震・耐震化技術の向上と普及 ● 建設生産システムの安全性や生産性の維持向上 ● 情報化施工、無人化施工の実現と普及 	<ul style="list-style-type: none"> ● システム間インタフェースの標準化 	<ul style="list-style-type: none"> ● モビリティ共有化への合意形成
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学官における情報共有システムの構築 ● 観測地点の拡大 ● 災害の予報と情報伝達に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大容量データから意味のある情報を抽出するアプリケーションの開発 ● データ提供 ● 防災・減災・情報リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動運転と安全性の確保に関する研究開発
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害発生メカニズムの解明 ● 災害予報に関する研究 ● 情報化施工、無人化施工に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大容量データの解析とアプリケーションの開発 ● データ提供 ● 防災・減災・情報リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動運転と安全性の確保に関する研究開発
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 防災・減災リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 防災・減災・情報リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 各種モビリティに対応した交通安全教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 火災・地震保険の再検討 ● 災害等非常時の判断(避難指示等)の是非に対する保険の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害等非常時の判断(避難指示等)の是非に対する保険の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● インフラ整備への投資 ● 郊外と都市の不動産の交換をより促すサービスの開発 ● 自動運転、高齢者モビリティ関連の保険の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 被災時の手順確認(防災訓練) ● 防災・減災リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● データ提供 ● 防災・減災・情報リテラシー教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の特色を生かした魅力的な街づくり。 ● コンパクトシティ化に向けたリテラシーの向上
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 重点施策の選択とそれを補うリテラシー教育 ■ 建設作業員の減少 ■ 災害発生時の対応の不十分さ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国際協力の維持 ■ データのオープン化と提供の促進(一方で安全保障上の法規制の動きがあるので、それとのバランス) ■ APIの策定(あるいは標準化) ■ データ解析の不備 	<ul style="list-style-type: none"> ■ コンパクトシティの先行モデルとなる地方都市の選択 ■ 既存インフラの有効利用 ■ 移転すべき首都機能の選定 ■ 南海トラフ巨大地震で同時被災しない地域の選定 ■ 自動運転の是非 ■ モビリティの共有化によるマーケットの縮小

[エネルギー・環境・資源] 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源

1. 検討の背景と方向性

我が国は人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化などにより、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性が増大している。そこでエネルギーのベストミックスと、気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー、資源、環境について検討した。エネルギーを生産から消費、流通・変換・貯蔵・輸送として設定し、特に 2020 年までに実現を目指している水素を優先的に取り上げた。環境分野は、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性、そして技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントも、評価からコミュニケーションを含めて検討した。資源は鉱物資源のほか、未利用の廃熱や地域資源である地熱、水処理関連技術を取り上げた。

2. 2030 年の社会

○視点 1: リーダーシップ「温暖化問題解決に貢献する、世界をリードする技術開発の推進」

日本のものづくり産業が技術の簡易化やコスト削減への対応などによって競争力を維持しつつ、温暖化問題解決に貢献するさまざまな技術開発は実現化が進み、環境とエネルギー関連技術に関して我が国は世界をリードしている。日本が持つモニタリング、発生メカニズムの解明などといった地球観測技術は、気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術、環境や生態系におけるリスク要因の解明と適切な対策にも適用され、世界の環境問題解決に貢献している。

○視点 2: 国際協調・協働「地球規模問題への対応と世界の発展への貢献」

地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術や、熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術などに関しては、途上国では以前のように日本からの経済的支援を受けることはなくなったが、技術開発については日本と共同で ASEAN 各国において自国を中心として展開されている。そして世界の水ビジネスを通じて我が国は世界の貧困撲滅に貢献している。

○視点 3: 自律性「全体最適化を考慮したシステムの実現」

インフラの全体最適化を考慮したシステムの実現は、地方活性化や災害対応にも大きな影響を及ぼした。自然との調和を図りつつ海外展開することを目指して自助努力し続ける、地方都市を中心とした地域向け農業に関する様々な開発も進展している。事業採算性をクリアするための個々の要素技術の全体最適化のためのソフトウェア開発や、統合システムの展開を基本に進められている。こうした取組は、国内のみを対象としたものではなく、移民や人に代わるロボットなどの視点も含めて検討されている。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	リーダーシップ	国際協調・協働	自律性
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーのベストミックスに関する法的支援 ● 環境に関わる税制の見直し ● 国際展開支援 ● 船舶法の見直し ● 廃棄物回収率向上支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際法の見直しの提案 ● 途上国支援の見直し ● 人口減少や高齢化への対処 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一体型の開発体制の構築 ● 戦略的な方向性の明確化 ● 全体最適化検討の場の設定 ● 人材・組織・制度の国際化への対応 ● オープンガバメント等の検討
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートコミュニティ研究や社会システム研究 ● 生態系におけるリスク要因の解明 ● モニタリングシステムの普及 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際水質評価基準への貢献 ● リスク情報の総合マネジメント ● 温室効果ガス排出対策と選択手法の開発 ● 国際枠組みにおける気候変動関連データ基盤整備 ● 資源探査 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際協力の推進 ● 導入・展開に向けた、要素技術の全体最適化システムの開発 ● 気候変動への対応 ● 自然との調和を図りつつ海外展開するシステムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 省エネ・省資源関連研究 ● 途上国へも実装可能なマネジメントの開発と展開 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たな市場創造戦略等 ● 経済性のある汚染水浄化・再利用技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 人材・組織・制度の国際化 ● 高生産性農業の実現 ● 省力・低コスト栽培の育種
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 生物多様性を考慮した原材料の利用と仕組みづくり ● 他業界との連携 	<ul style="list-style-type: none"> ● リスクマネジメント手法の開発 ● 越境大気汚染等の影響評価 ● 統合的水管理技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● オープンガバメント等の検討 ● 栽培の最適化システム ● クールな農場経営
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 産学連携による人材育成 ● エネルギーと環境の最適バランスを検討する学会間の連携 	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーマネジメントに精通した人材の育成 ● 災害救助ロボットの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球温暖化対応を考慮したエネルギー関連施策と技術開発 ● 農業従事者育成
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーのベストミックス研究 ● 異常気象発生機構の解明 ● 学内連携による人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会システムも含んだエネルギーや環境関連技術の開発と人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球温暖化対応を考慮したエネルギー関連研究開発 ● マネジメント教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等教育からの環境教育の義務化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等教育からのリスクマネジメント教育 ● コンセンサス形成に向けた取組 	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー、環境教育の普及
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 新 FIT 制度設立 ● 排出権取引に関する支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たな投資スキーム ● 海外への直接投資 (Foreign Direct Investment) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業採算性をクリアする必要性
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物回収への協力 ● 温暖化に関する正しい知識の蓄積 	<ul style="list-style-type: none"> ● リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー、環境教育の普及
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 税収入減による FIT 制度の継続困難化 ■ 外来種の増加による環境破壊 ■ 都市集中によるエネルギーピーク ■ 技術移転によるものづくりの弱体化 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国際枠組みの変化、特に ASEAN や APEC における変化 ■ 越境環境汚染被害の増加 ■ 地方経済の衰退 ■ 気候変動の悪化による世界各国での水不足 ■ 研究者数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 移民政策 ■ リスクマネジメント ■ 中央行政の地方移転 ■ 気候変動の悪化 ■ 労働人口減少

【参考2】 国際的視点からの統合シナリオ

視点 1: リーダーシップ

「ものづくり力」をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオ

1. 検討の背景及び方向性

我が国の少子高齢傾向は今後も継続することが予測されており、人口減少、特に被介護者の増加と労働人口の減少が喫緊の課題となっている。結果として、我が国の潜在成長率は今後 1%弱で推移してゆくといった複数の結果が得られている。国際情勢としても「個人のパワーの拡大」「力の拡散」「人口問題」などに起因して経済、軍事など各方面での不安定化が予見されており、これを見通した戦略的対応が求められている。

これらの背景から経済を含むソフトパワーの観点で我が国の取るべき戦略を「日本版“情報の傘”」としてまとめた。これは、ICT の分野において、「金融ドメインにおけるスイス・シンガポール」のようなあり方を目指すもので、「ものづくり」で培われてきた我が国の強みを活かしつつ、パブリック・ディプロマシー、安全保障など各種課題の総合的解決を目指す。具体的には、生活データなど今後 (IoT (Internet of Things、モノのインターネット) / IoE (Internet of Everything)) を通じて主に物理空間上から集まってくる大量データの蓄積と解析・可視化、公開の基盤をある程度の透明性を確保した上で構築・運用する。これにより集積されたデータを活用してオープンイノベーションを促進し、持続的な経済成長を目指す。あわせて我が国の基礎力涵養、国際貢献も行う。

2. 2030 年の社会

ここでは、前節にて述べたとおり、今後、情報価値がますます向上するとともに囲い込みも進展するという前提のもと、IoT、CPS (Cyber Physical Systems) を念頭に、主に物理空間上から得られる生活データを一元的に収集・解析することで可能になる未来社会像について記述した。

具体的には、我が国の強みである「ものづくり」、特にセンサ素子から家電に至るまでのフルスタックの「ものづくり力」をベースに、生活環境にセンシングデバイスを投入することで生活データの収集を行うことを想定している。その上で収集した各種データについて人工知能技術を活用して融合・解析することで、様々なサービスに展開することを目指す。例えば行政に向けては、納税の確認をはじめ、従来の政府統計やそれらを連携させた解析・可視化基盤が提供されたり、匿名化・統計処理が施されたデータをオープンデータ化することでオープンイノベーションを促したりする。

これらの仕組みは我が国のみ閉じるものではなく、特に新興国に対しては一種のクラウド・サービスとして提供する。これは米国が軍事ドメインにおいて提供する「情報の傘」を生活場面において提供しようとするもので、我が国は「情報の傘」を通じて様々な情報をセキュアかつ、運用・解析などについては透明性を確保した形で提供する。イメージとしては「金融ドメインにおけるスイス・シンガポール」のような立ち位置をめざし、パブリック・ディプロマシーとして「安全・安心」を確立することで、国際社会におけるプレゼンスを獲得しようとするものである。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	● 情報収集に関わる国民的合意の形成、基盤構築・運用に関わる制度設計、情報利活用方針の策定、開発・収集・管理機関の設立
公的研究機関	● 個人情報保護、内外の不正アクセスを検知・遮断する手法、行動履歴など時系列データ解析、異種データ融合手法、大規模シミュレーションなどの応用研究
企業	● 基幹システム用高信頼性ハードウェア・ソフトウェアの開発、各種製品へのセンシングデバイス埋め込み、センシングデータを活かした高付加価値サービスの開発
業界プラットフォーム組織	● 生活データに関する業界標準の策定・組み込みの推進、特定メーカー・業界に閉じない ALL Japan Maker での取り組み推進
学・協会	● 生活データの適切な利活用に関するガイドラインの作成と監視、外部公開用オープン・データプラットフォームの運営・管理
大学	● 素材開発、セキュリティ、データ解析、データ活用などに関する基礎研究、生活データの利活用に関する倫理・社会的影響などに関する基礎研究
その他人材育成機関	● 情報リテラシー教育、プライバシー教育、データサイエンスリテラシー教育、サービスデザイン教育
金融・投資機関	● 個人情報代理運用機関の設立、情報資産運用商品の企画・開発、情報流出保険制度の開発、情報システムへの投資促進に関する特例制度
市民・NPO	● 行動情報の利活用に関する受容、適切な情報利活用についての監視・規制
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 個人情報の収集・利活用に関する理解 ■ 安全性・透明性・戦略性を持った情報利活用方針の策定

視点 2: 国際協調・協働

グローバル課題解決のための国際協調・協働シナリオ

1. 検討の背景及び方向性

世界各国が協力して取り組むべきグローバルな重要課題として、気候変動や生態系保全などといった環境問題や、世界的に懸念されている食料、エネルギーが挙げられる。特に人口減や高齢化等、日本が世界に先駆けて直面している社会課題を背景として対処すべき課題のうち、我が国の科学技術面での強みを積極的に、創造的に活用しつつ、グローバルな課題解決に貢献するものや、教育等ソフト面の取組によって国際貢献している姿を描いた。

2. 2030年の社会

➤ 気候変動や感染症など、国際社会において共通した問題への取組

異常気象発生機構の解明や、越境大気汚染等の影響評価技術の確立、生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術、食料・水・災害リスク管理における全球規模に展開された地上や海洋の複数の観測システムによって、日本は防災や気候などの長期的な観測に寄与している。そして日本は技術提供のみならず、環境教育や病原微生物等の連続モニタリング技術、途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術などの実現により、国際貢献している。

➤ 日本発の技術が世界に普及し、レジリエント社会の構築に貢献している

世界各国で発生する自然災害にも、様々な面で日本が積極的に国際貢献している。災害発生現場では、災害救助ロボットが利用され、個人携帯端末を活用したナビゲーションシステムの導入によって避難活動がスムーズに行われている。発災後即時対応はもとより、時間の経過に応じた対応に必要な情報の収集と選定、研究開発成果の実用化に向けた現場の意見の取り込み、などといったソフトからのアプローチや、シミュレーションと現実のギャップの認識、そして災害は同じことが起きないことを肝に銘じる教育などの施策が、世界各国の減災に役立っている。

➤ 食の未来設計と多様化する食の安全へのニーズへの貢献

短・中期気象予報と作物モデルの統合による農作物の生育予測・診断システム、及び収量データと気象データとの整合にもとづいた地域レベルの気候変動、季節予測シミュレーションと連携した収量予測技術が普及し始め、改善に向かっている。そして持続可能な水産業を確保する漁獲高管理技術、各地域における細かな気象データ、農産物の成分のモニタリング結果などの膨大な情報提供があったことも、改善に大きく貢献した。IoT等により流通の全ての経路でトレーサビリティが確保され、ロジスティクス上で発生する廃棄食料の削減には、トレースが可能なシステムと、出荷量と消費量のモニタリングが貢献している。多くの情報は世界各国で共有できるようデータベース化され、オープンに活用できる研究開発プラットフォームが展開され始めた。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● IPCC など気候変動に関する活動支援 ● ステークホルダー間の調整 ● エネルギーのベストミックスに関する法的支援 ● 最適バランス化されたエネルギー供給システムの普及支援 ● 省エネ製品の国際展開のための施策 ● 船舶の国際法の見直し ● 国際チャーター制度の確立 ● 日本での医療、介護に関わる外国人を受け入れる法制度の整備 ● 国際間の情報収集制度の確立と収集データ品質の統一化
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● スマートコミュニティ研究や社会システム研究 ● モニタリングシステムの普及 ● 低炭素社会の実現に向けた社会制度の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 途上国へも実装可能なマネジメントの開発と展開 ● 生態系サービスを考慮したビジネス展開 ● 遠隔治療の普及 ● データの相互運用性を確保する共通プラットフォームの構築
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● 生物多様性を考慮した原材料の利用と仕組みづくり ● 他業界との連携 ● 研究開発倫理規定の策定
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーと環境の最適バランスを検討する学会間の連携
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 学内連携による人材育成、他学科との共同研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等教育からの環境教育の義務化 ● リテラシー教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 排出権取引に関する支援 ● ファンドの設立 ● 地域リーダーの育成
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● リスクの許容と理解 ● 異文化の理解 ● 温暖化に関する正しい知識の蓄積
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候変動への対応 ■ 国際法の改定 ■ 宗教問題 ■ 個人情報保護 ■ 生態系サービスへの取り組み ■ ネットワーク社会の浸透に伴う対人関係に問題のある人の増加

視点 3: 自律性

脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオ

1. 検討の背景及び方向性

我が国では今後も少子高齢化が進み、人口の減少とこれに伴う労働力の不足が予想されるなかで、安定的な経済成長を担保するサービスや製品における国際的な競争力を引き続き維持するため、科学技術の水準を高く保つことが必要である。同時に、伝統的・文化的な背景に基づく日本の価値を自ら高め、国際的に魅力的な国であることは、国際協調で解決すべき問題における対話の場で国際社会からの信頼を得やすくなる要件ともなり得るものと考えられる。

伝統、文化、科学技術を育むための基盤となる生活や社会環境を整え、その根底にある我が国の自然環境や都市機能を維持することは、我が国の活力を維持し国土や国民を守る上で重要であり、結果として日本のブランドイメージを高めることに繋がる。

このような視点からのシナリオの作成にあたり、「生活と仕事の好循環が達成された生活の質(QOL)の高い社会」、「自然環境と食料生産が調和した活力のある中山間地域」、及び「東京等の大都市の機能と景観の維持」に着目した。

2. 2030年の社会

➤ 生活と仕事の好循環が達成された生活の質(QOL)の高い社会

ICTを活用した治療、組織マネジメントの新技术及び脳ビッグデータの活用による治療等のメンタルヘルスにおける画期的なイノベーションにより、人間関係の複雑化による精神的な疾患のため就労機会から離脱していた働き盛りの人々の社会活動への復帰が容易となり、我が国の活力の維持に貢献している。

また、都市・地域・コミュニティでは集団への帰属の状況が変化する中で、ソーシャルメディアのデータの分析により個人や集団の状況をリアルタイムに把握し、犯罪予測や消費者の購買行動予測など、適切な助言やリスクの提示を行うシステムがプライバシー管理技術の進展により社会に浸透している。

➤ 自然環境と食料生産が調和した活力のある中山間地域

荒廃の進んだ中山間地域の山林は、地球温暖化対策、生態系の保全、自然災害の軽減、水資源の保持等の視点からその価値が再認識されている。中山間地域で自然環境の維持を目的に植林され伐採される樹木は、再生可能エネルギー源となる。また植物工場として利用することで中山間地域が食料生産の拠点となり、併せて豊かな自然環境は観光資源にもなっている。

➤ 自動化技術の活用による都市機能・景観の維持

東京やスマートシュリンクによるコンパクト化の進んだ都市は依然として相応の人口を抱え、また歴史的な発展過程で建設された文化遺産等も多く海外からの観光客も多い。社会インフラの老朽化に対応し、都市景観を維持しつつ、ICTやロボット技術を活用した情報化施工や無人化施工等建設生産システムの改善によるインフラの維持が図られている。

3. 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 雇用制度、教育等に係る制度整備 ● 自然環境保全を統合的に進めるための制度整備 ● 都市等の再開発に向けた制度整備
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ● ビッグデータの基盤整備 ● 自然環境モニタネットワークの構築 ● スマートシュリンクやコンパクトシティ化に向けた方策の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> ● 個々の能力を生かす組織マネジメントの構築 ● 中山間地域でのビジネスモデルの構築 ● 地方への本社移転
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ● オフィス内ストレス軽減のガイドライン策定 ● 地域産物のブランド化創出と認定 ● 無人化施工等に向けた規格・ガイドラインの策定
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ● 診療ガイドラインの更新・作成 ● 山林の資産価値評価 ● インフラの自動検査等におけるガイドラインの策定
大学	<ul style="list-style-type: none"> ● 組織マネジメント等の研究領域の創生と人材育成 ● 中山間地域における経済活動をマネジメントする人材の育成 ● 建設生産システムの安全性や生産性についての研究開発
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 組織内ストレス解消に向けて医師を補完する専門職の育成 ● ICT 教育の普及
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● インフラ整備への投資
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会実装に向けた理解増進の推進
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■ 医療個人情報の利活用 ■ 専門性の高いメンテナンス要員の確保 ■ 複雑なシステム障害への復旧対応 ■ 交通、情報トラフィックの集中に耐えうるリソースの確保 ■ 社会受容

1. 調査の目的と方法

1.1. 調査の位置付け及び目的

我が国では、1995年に制定された科学技術基本法の下、長期的展望を視野に入れた科学技術戦略が「科学技術基本計画」として5年ごとに策定され、科学技術の推進が図られてきた。経済の低迷、国際競争の激化、地球規模問題の深刻化等を背景に、2000年代後半から従来にない枠組みで新たな価値を生み出そうというイノベーション創出への期待が高まり、2006年度からの第3期科学技術基本計画においては「科学の発展と絶えざるイノベーションの創出」との言及がなされた。また、2008年の研究開発力強化法では、研究開発能力の強化及び研究開発等の効率的推進は、「我が国における科学技術の水準の向上及びイノベーションの創出を図ることを旨として、行われなければならない」ことが、基本理念として掲げられた。そして、2011年度からの第4期科学技術基本計画においては、基本方針の一つとして「科学技術とイノベーション政策の一体的展開」が掲げられ、この基本方針の下、イノベーションを総合的に推進することを目的とした「科学技術イノベーション総合戦略」の策定が、2013年より毎年行われている。

こうした科学技術政策から科学技術イノベーション政策への展開は、科学技術予測の在り方にも大きな影響を与えた。すなわち、社会や科学技術の変化の兆候をどのようにして捉えるのか、そうした変化はどのようなイノベーションにつながるのかという問いへの対応が、科学技術予測に求められるようになった。これまで焦点が当てられてきた社会・経済ニーズへの対応、すなわち顕在化あるいは既に認識されている課題の解決に資する科学技術に加えて、潜在的な社会課題や科学技術の進展がもたらす社会変化の可能性も考慮することが期待されている。

我が国では、1971年からいわゆる科学技術予測調査が実施されており、科学技術・学術政策研究所は、1992年の第5回調査以来、将来の科学技術発展の方向性に関する大規模調査を5年ごとに実施してきた。それまで技術の実現時期の予測が中心であった調査を拡充させ、近年は社会・経済ニーズの明確化や目指すべき将来社会の実現に向けたシナリオ作成などの複数手法を併用し、社会課題解決を中心に据えた調査を実施してきた。しかし、社会課題からのバックキャストにより科学技術発展の方向性を捉える場合、思考が想定範囲内に留まり、科学技術がもたらすかもしれない新たな可能性や問題点にまで考えが至らないおそれがある。例えば、昨今のICTの急速な発展とそれに伴う社会の様々な場面での変化は、技術シーズの発展を背景に需要側の発想が加味されて新たな価値を生み出している典型的な事例と言える。一方でこうした変化は、個人情報取り扱い、情報漏洩、ネット犯罪など新たな社会課題を生み出した。併せて、膨大なデータを蓄積・分析するためのハード及びソフト技術、認証技術など、新たな技術的課題も顕在化した。科学技術と社会課題の関係は、双方のマッチングという相対する関係、あるいは、社会課題から科学技術への展開といった一方通行の関係ばかりでなく、相互に影響を与えつつ科学技術・社会の双方が発展していくという関係も生まれている。

そこで、今般の第10回科学技術予測調査(以降、「予測調査」)においては、今後想定される社

会の変化を取り込んで将来像を描き(将来社会ビジョンの検討)、それを将来必須となる科学技術トピックの抽出と評価(分野別科学技術予測)に反映させること、さらに、こうした社会の変化や科学技術の発展の方向性を繋ぐ形で将来社会の姿を描くこと(シナリオプランニング)を試みた。また、予測調査全般にわたる俯瞰的なテーマ・視点として、「世界の中の日本」を掲げ、グローバル化の更なる進展が想定される中での我が国の位置づけや役割の検討を行った。

将来の確実あるいは不確実な社会変化や科学技術進展の可能性を考慮し、将来ビジョンから科学技術の発展、それらの結果を踏まえたシナリオ作成を順次実施し、さらに国際的視点からの検討を中心に据えたことが今般の予測調査の特徴である。

本調査(シナリオプランニング)は、世界の中での我が国の位置づけ・役割の観点から将来社会の姿を示し、その実現に向けた戦略及び留意点を明らかにすることを目的として実施した。

パート1[ビジョン]: 将来社会ビジョンに関する検討

人口構成及び産業構造の変化を軸とし、コネクタ化(人やモノが繋がる)の進展も踏まえ、将来社会の姿や価値観の変化について、ワークショップを開催して検討を行う。

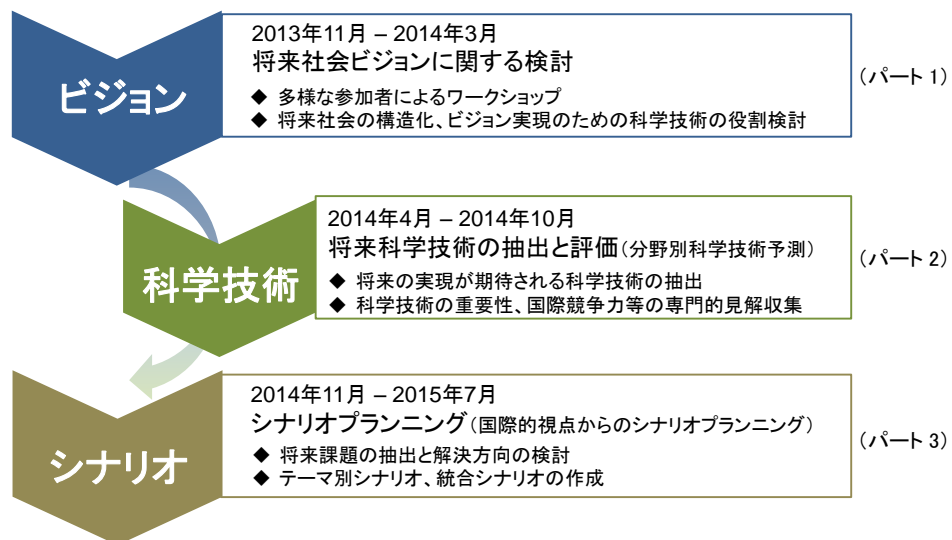
パート2[科学技術]: 科学技術の抽出と評価(分野別科学技術予測)

実現が期待される科学技術を抽出し、それらの重要度、国際競争力、実現可能性等に関する専門家の見解をウェブアンケートにより収集する。

パート3[シナリオ]: シナリオプランニング(国際的視点からのシナリオプランニング)

上述のパート1及び2の結果を踏まえ、個別テーマごとに専門家の見解を基に将来課題の抽出及び解決方向を検討した上で、国際的視点からの統合シナリオを作成する。

図表1 調査の全体像

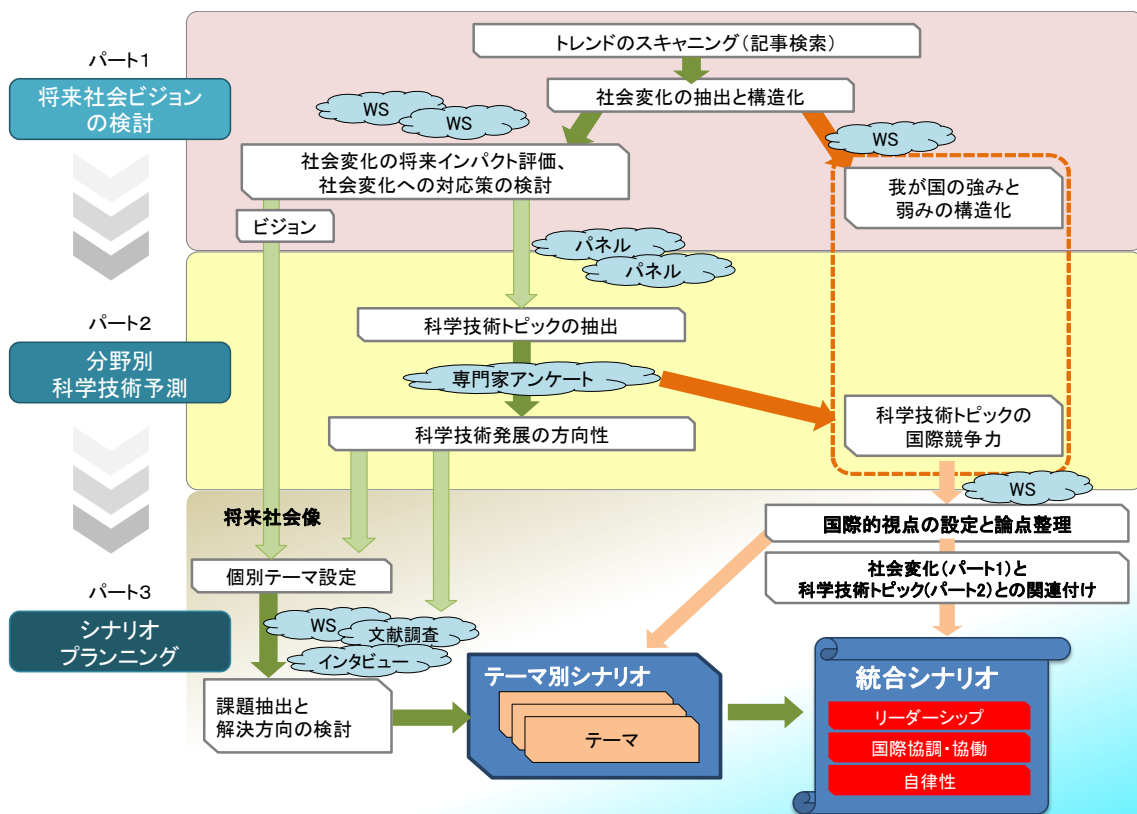


1.2. 調査の方法

本調査では、まず、①科学技術と国際関係に関わる関連政策上の議論等を参考に、国際的視点を設定した。これと並行して、②国際的視点からの統合シナリオ検討の基礎とする情報の収集・

分析のため、「将来社会ビジョンの検討」及び「分野別科学技術予測」の結果を踏まえて個別テーマを設定し、将来に向けた課題抽出と解決方向の検討を行った。次いで、③個別テーマの検討結果(上述の②)を国際的視点(上述の①)に沿って再構成し、テーマ別シナリオを作成した。最後に、④テーマ別シナリオでは扱わなかった内容も含めて主要項目の整理を行い、テーマ別シナリオの要素と合わせて俯瞰し、国際的視点からの統合シナリオを作成した。検討のプロセスを図表 2 に示す。

図表 2 検討のプロセス



1.2.1. 国際的視点の設定

予測調査全般にわたる俯瞰テーマ「世界の中の日本」に沿って、国際的な視点、すなわち世界の中での我が国の位置付けや役割に関する視点の設定を行った。

科学技術に関して国際関係を考える上でまず挙げられるのは、国際協調及び国際競争である。これらに関しては、前回の第9回調査(2010年)において分科会を設けて検討を行っている。その際の国際協調に関する議論において、我が国の強みを基盤とした協力と弱みを補完する協力が挙げられる一方、国際競争に関する議論においては、経済規模を追求するのではなく、地球規模の課題にどこまで責任を持って対応するかという知的リーダーシップへの移行が指摘された。すなわち、協調と競争は対立概念ではなく、我が国の持つ強みや弱みの表出方法の違いであること、及び、強みと弱みを認識した上で、国際的なルール作りの能力を持ち、そのルールの下でいかに存在感を持つかが鍵であることが示唆された。

このように、国際的視点からの検討を行う上では、現在から将来にわたる我が国の強みと弱みの認識が基盤となる。そこで、「将来社会ビジョンの検討」においてワークショップを開催し、新興国の台頭など世界が変化する中での我が国の強みと弱みの潮流の構造化を行った。また、「分野別科学技術予測」においては、個別科学技術トピックの国際競争力評価を行い、重要度の高い領域の競争力について分析を行った。

一方、国際競争の枠組みにも国際協調の枠組みにも直結しておらず、また我が国の強みや弱みに限定されない、しかし国際的視点からも国として取り組むべき課題が存在する。例えば、外務省の「科学技術外交のあり方に関する有識者懇談会」*では、国際協調や国際競争に関わる「積極的平和外交」、「経済外交の強化」、「地球儀俯瞰外交」とともに、科学技術先進国としてのブランドイメージを維持する「パブリック・ディプロマシー」が挙げられている。また、第5期科学技術基本計画の検討**においては、目指すべき姿として、国際競争に関わる「国際産業競争力があり、将来に渡って持続的な成長と社会の発展を実現できる国」や国際協調に関わる「大規模な自然災害や気候変動など地球規模の問題解決に先導的に取り組み、世界の発展に貢献する国」とともに、「安全・安心かつ豊かで質の高い生活を実感できる国」が挙げられている。課題先進国と言われる我が国が、科学技術力に立脚しつつ質の高い生活を確保することは、後々同様の課題を抱えることが想定される諸外国との関係において国際競争にも国際協調にも繋がるものと考えられる。

そこで、本調査においては、リーダーシップ、国際協調・協働に自律性を加えた3点を国際的視点として設定した。図表3に示すように、「リーダーシップ」とは我が国の強みを活かし、国際競争力を確保すること、「国際協調・協働」とは我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によりグローバルな課題の解決を図ること、「自律性」とは課題先進国である我が国が先行して国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処することを指す。

*「科学技術外交のあり方に関する有識者懇談会報告書」、外務省（2015年5月）

**「資料8-1 今後の見通しとあるべき姿について」、総合科学技術・イノベーション会議第1回基本計画専門調査会（2014年12月）

図表3 国際的視点からの統合テーマ

統合テーマ	内容	我が国の強みと弱み
リーダーシップ	国際競争力の確保	強みの発揮
国際協調・協働	グローバル課題や特定国・地域課題の解決への貢献	強みを基盤とした主導 (学びによる弱みの克服)
自律性	国の存続基盤 安全、質の高い生活	—

1.2.2. 個別シナリオテーマの設定

科学技術イノベーション関連施策、「将来社会ビジョンの検討」から導かれた将来社会像、及び「分野別科学技術予測」から得られた科学技術発展の方向性を参照し、個別シナリオテーマを設定した。

(1) 社会変化と将来社会像

将来シナリオの検討において、現状の延長線、あるいは現時点のニーズへの対応の議論が中

心となってしまうことが少なくない。そこで本調査では、起こり得る社会の変化を取り込んだ将来社会像を個別テーマ設定の出発点とした。具体的には、「将来社会ビジョンの検討」において特定した、将来大きなインパクトをもたらす可能性がある社会変化の項目を整理し、コネクタ化、知識化、健康長寿、地域の持続可能性、ものづくり、レジリエンスに関連した6つの将来社会像を設定した。

図表 4 将来社会像と起こり得る変化

将来社会像	将来大きなインパクトをもたらす可能性がある社会変化の項目
コネクタ化社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ スキルのオープン化・標準化・可視化 ・ 個人における財の所有の変化/専有から共有(シェア)へ ・ コネクタ化による負の側面の解消 ・ コネクタ化する社会での「信頼」
知識社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大量なユーザー行動把握のビジネス化 ・ 労働によって生み出される価値の向上 ・ サービス産業の生産性の追求 ・ サービスシステム(イノベーション)
健康長寿社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な労働者や生活者がストレスなく活動できる社会の実現 ・ 家庭が担っていた社会機能の強化・代替・補完 ・ 介護サービスの質・生産性の向上
持続可能な地域社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝子改良動植物や交配・肥料改善による収量拡大 ・ ロジスティクス上で発生する廃棄食料の削減 ・ 食育/消費者教育/フードロス/外食 ・ 多様化する食の安全へのニーズへの対応
ものづくり社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な労働者や生活者がストレスなく活動できる社会の実現 ・ 産業構造変化に合わせ、労働需給のミスマッチ解消/若手雇用ミスマッチ ・ 社会人教育/社会人力/若者の就労機会の増強(人材育成、ワークシフト)
レジリエントな社会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防災対応 ・ 過疎化への対応、分散自立型インフラ ・ メガシティへの対応

(2) 科学技術発展の方向性

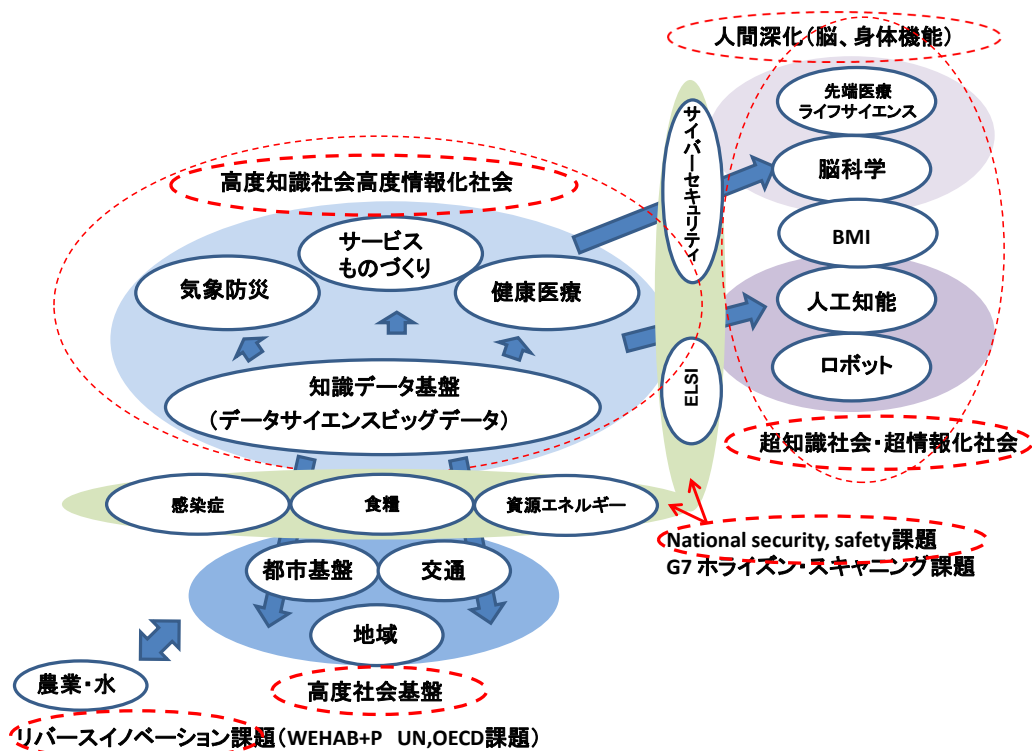
「分野別科学技術予測」からは、今後の社会に大きくインパクトを与えるであろう、次に示すような事項が導き出された。

- ・ オープン化、データサイエンス、ビッグデータ応用(気象・防災、サービス・ものづくり、健康・医療等)
- ・ 脳科学、人工知能・ロボット、意思決定支援
- ・ ナショナルセキュリティ・セイフティ(食料、水、資源・エネルギー、サイバーセキュリティ、感染症、都市基盤)

膨大なデータに基づく情報が、気象、防災・減災、サービス・ものづくり、健康・医療、社会インフラなど様々な領域で活用される状況を描くことができる。そしてさらに、人工知能の進展が想定される。また、食料や水、資源・エネルギー、新興・再興感染症問題をはじめとする広義の安全保障も科学技術が挑戦すべき大きな課題の一つである。こうした方向性を、個別シナリオテーマ設定に反

映させた。

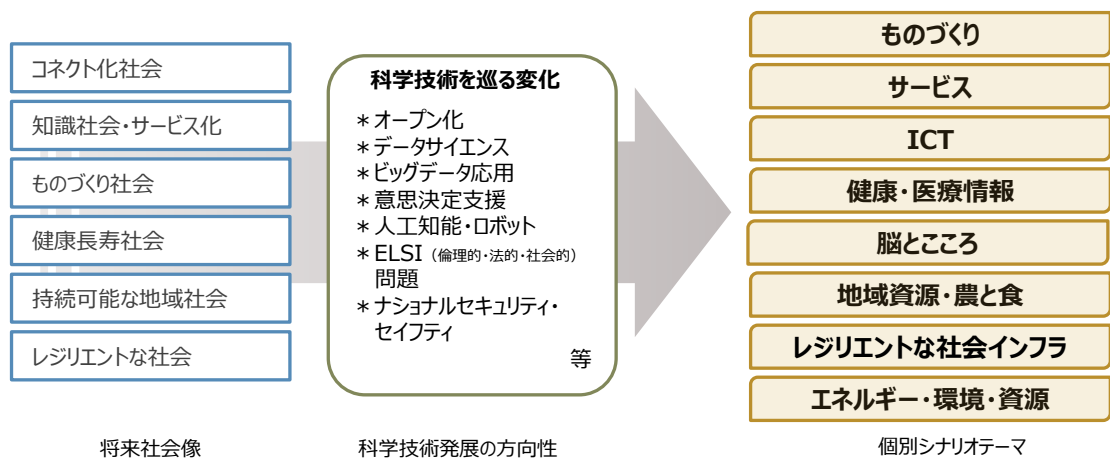
図表 5 科学技術発展の方向性



(3) 個別シナリオテーマの設定

上述の(1)及び(2)の検討を経て、図表 6 に示すように、「ものづくり」、「サービス」、「ICT」、「健康・医療情報」、「脳とこころ」、「地域資源・農と食」、「レジリエントな社会インフラ」、「エネルギー・環境・資源」の 8 テーマを設定した。

図表 6 個別シナリオテーマ



1.2.3. シナリオの作成

本調査では、国際的視点からの統合シナリオを作成することとし、その前プロセスとして、統合シナリオの基礎情報となるテーマ別シナリオの検討を行った。なお検討に当たっては、「将来社会ビジョンの検討」(パート1)で示された三つのビジョン、「生産性向上と雇用創出を実現する社会」、「国際競争力のある産業構造への転換が行われる社会」、「経済学的効用を超えた新たな関係性を持つ社会」の具体化を図った。

本調査で作成するシナリオは、2030年の社会、その実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び戦略推進上の留意点から構成される。「2030年の社会」とは、ありたい未来(to be)と現状の延長線(as is)の間に位置付けられるあり得る未来である。シナリオプランニングにおいては、軸や分岐点の設定により複数の独立したケースを選択肢として示するのが一般的であるが、本調査で示すシナリオはいずれか一つを排他的に選択して実施するのではなく、利用可能なリソースの制約等を考慮しつつ、対応する局面に応じた適切なバランスの下に各シナリオの実現を図っていくことを想定している。

(1) テーマ別シナリオの作成

テーマ別シナリオの作成に当たっては、テーマごとに有識者・専門家から成るワークショップを開催して議論を行うとともに、産学官の専門家へのインタビュー及び文献調査を実施した。これらの情報を基にシナリオの要素となる項目の抽出と整理を行い、シナリオプランニングに向けた課題抽出と解決方向をとりまとめた。次いで、この内容を再構成する形で検討を進め、1.2.1に示した国際的視点に沿ってシナリオを作成した。

なお、テーマ間の関連性の深さに鑑み、「ものづくり」「サービス」「ICT」の3テーマについては合同でワークショップを開催した。またシナリオ検討に当たっては、「サービス」と「ICT」、「健康・医療情報」と「脳とこころ」を合体させて一つのシナリオとする一方、「サービス、ICT」についてはサブテーマを設けた。最終的に作成されたテーマ別シナリオは計8本である。

(2) 国際的視点からの統合シナリオの作成

「将来社会ビジョンの検討」の結果、「分野別科学技術予測」の結果、及び、上述のテーマ別シナリオを俯瞰し、世界の中の我が国の位置付け及び役割に焦点を当てた統合シナリオを作成した。

具体的には、まず、「将来社会ビジョンの検討」におけるワークショップでの論点まとめ(付録1参照)及び「分野別科学技術予測」の個別科学技術トピックと、国際的視点(リーダーシップ、国際協調・協働、自律性)との関連性を検討した。次いで、この検討結果から得られる視点、及び、テーマ別シナリオからの情報を俯瞰し、国際的視点ごとの統合シナリオを作成した。なお、統合シナリオ検討に当たっては、「世界の中の日本」ワークショップにおいて提示された論点を考慮した。

2. テーマ別シナリオ

テーマ別シナリオの検討に当たっては、個別テーマごとに取り上げる内容を具体的に表現した題名を掲げた。テーマ「サービス、ICT」については、テーマの下に3つのサブテーマを設けた。また、国際的視点ごとのシナリオについてもその内容を端的に表す題名を付した。国際的視点とは、リーダーシップ(我が国の強みを活かし、国際競争力を確保する)、国際協調・協働(我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によりグローバルな課題の解決を図る)、自律性(我が国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処する)の3点である。

各シナリオは、2030年の社会、その実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び戦略推進上の留意点から構成される。「2030年の社会」とは、ありたい未来(to be)と現状の延長線(as is)の間に位置付けられるあり得る未来である。

なお、ここに示すシナリオはいずれか一つを排他的に選択して実施するのではなく、利用可能なリソースの制約等を考慮しつつ、対応する局面に応じた適切なバランスの下に各シナリオの実現を図っていくことを想定している。

[ものづくり] 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム

ICT及びサービスとの高度な融合による「未来の産業創造と社会変革」に寄与する新しいものづくりプラットフォームの検討を行う。

リーダーシップ: 個人や社会の多様なニーズに応え、国際競争力を備えた、新しいものづくりが実現した社会

国際協調・協働: エネルギーの有効利用と、環境に優しい国際社会の構築にものづくりが貢献する社会

自律性: 人の行動ニーズに適した高度な支援機器や使用環境整備にものづくりが貢献する社会

[サービス、ICT] ICTの活用による未来共創型サービス

様々な要素を構成してユーザーの要望に応える新しい価値・サービスを共創するサービスイノベーションの検討を行う。

ICTを活用した交通のクラウド化と新サービス創出

リーダーシップ: 交通のクラウド化を通じたサイバーフィジカルシステム・スマートコンパクトシティ

国際協調・協働: サービス輸出を通じたデータ囲い込みによるサービスエコシステム

自律性: 外出難民・買い物難民の解消、魅力・活力ある地方の創生

サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス

リーダーシップ: 行動データ利活用による高度観光・防減災サイバーフィジカルシステム

国際協調・協働： 防減災情報クラウドによる国際災害救援プラットフォームの実現と提供
自律性： サービス連携を通じたサステナブルな防減災サービスエコシステム

ICTを活用した技能継承の実現

リーダーシップ： コンテンツ関連技能のスマート化によるクリエイティブ経済の発展
国際協調・協働： 超高精細映像、センシング技術、ロボット技術の災害対応利用
自律性： グローバルな人材の確保・集積を通じた技能継承・発展による地域産業社会の実現

[健康・医療情報、脳とこころ] **健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化**

超高齢社会における労働力の持続的な確保に向けた疾病対策としての健康・医療情報の利活用、脳とこころの健全化と機能拡張、感染症対策について検討を行う。

リーダーシップ： 健康・医療ビッグデータの利活用により超高齢社会のモデルとして世界をリードする日本

国際協調・協働： 新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究における国際協力

自律性： 超知識社会・超情報化社会における脳とこころの健全化

[地域資源・農と食] **地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持**

分野融合的な取組に焦点を当て、「食、サステナビリティ、人材育成」を軸とした検討を行う。

リーダーシップ： スマート農林水産業の実践と和食のグローバル化

国際協調・協働： 全地球的生態系サービスの維持

自律性： 食料およびエネルギー資源の生産地として活力のある中山間地域

[レジリエントな社会インフラ] **大規模災害や少子高齢化等に対応するレジリエントな社会インフラ**

大規模自然災害への対応、国土監視、社会インフラ統合管理の観点から検討を行う。

リーダーシップ： 防減災教育の徹底と簡便で効率的な社会インフラ管理の実現

国際協調・協働： 災害時と平時の両方でメリットを与える情報提供ネットワークの実現

自律性： 高齢者に優しいモビリティと地域創生の実現

[エネルギー・環境・資源] **持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源**

エネルギーのベストミックスと気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー・環境・資源について検討を行う。

リーダーシップ： 温暖化問題解決に貢献する、世界をリードする技術開発の推進

国際協調・協働： 地球規模問題への対応と世界の発展への貢献

自律性： 全体最適化を考慮したシステムの実現

2.1. [ものづくり]

未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム

2.1.1. 検討の背景

新興国の台頭により工業製品のコモディティー化が進み、今後少子高齢化による労働人口の減少が予測される我が国において、これまで国際競争力をけん引してきた「ものづくり」産業を取り巻く環境は大きく変化している。先進国では、産業競争力を強化するために、インダストリー 4.0 やインダストリアル・インターネットなどが提案され、ICT(情報通信技術)、IoT(モノのインターネット)、あるいはロボット、3D プリンタを活用した新しいものづくり(先進製造)の研究開発が活発化している。

今回の調査では、我が国の産業の国際競争力を強化し将来に向け持続的な発展を実現していくための「ものづくり」の重要な方向性として、「個人や社会の多様なニーズへの対応」による、個人の QOL(生活の質)向上と、国内外で顕在化し得る社会課題解決への貢献を取り上げた。

テクノロジーの高度化のみでは個人や社会の多様なニーズに十分に対応できなくなった「ものづくり」は、今後 ICT を活用し、サービスと融合した日本の強みを生かしたプラットフォームを構築することが、国際競争力を維持、強化するために不可欠となる。本シナリオでは、ICT、ものづくり、サービスの各専門家から成る合同ワークショップにおける議論を基に、2030 年をターゲットとした国際戦略を考慮した将来像を検討し、今後の方向性と推進すべき戦略を抽出した。

2.1.2. 注目される方向性

- A) 個人や社会の多様なニーズに応え、国際競争力を備えた、新しい「ものづくり」が実現
サービスとの高度融合による高付加価値化と、ICT の高度利用による高効率生産・流通・販売、サービス、システムの構築によって、国内外の個人や社会の多様なニーズに対応した国際競争力のある「ものづくり」が実現する。
- B) エネルギーの有効利用と、環境に優しい国際社会の構築への「ものづくり」の貢献
低環境負荷のモビリティ、再生可能エネルギーと省エネルギーを支える材料・デバイス等の国際競争力の高い技術をベースに、ICT の高度利用によるシステム化、および材料創成・シミュレーション・計測の基礎研究推進により、環境に優しい国際社会の構築に「ものづくり」が貢献する。
- C) 人の行動ニーズに適した高度な支援機器や使用環境整備への「ものづくり」の貢献
ICT との高度融合によって、多様な生活シーンに求められる煩雑作業動作を可能とする機器(広義のロボット)の研究開発と使用環境の整備により、少子高齢化や食料問題など、日本をはじめ今後各国で顕在化し得る社会課題の解決に「ものづくり」が貢献する。

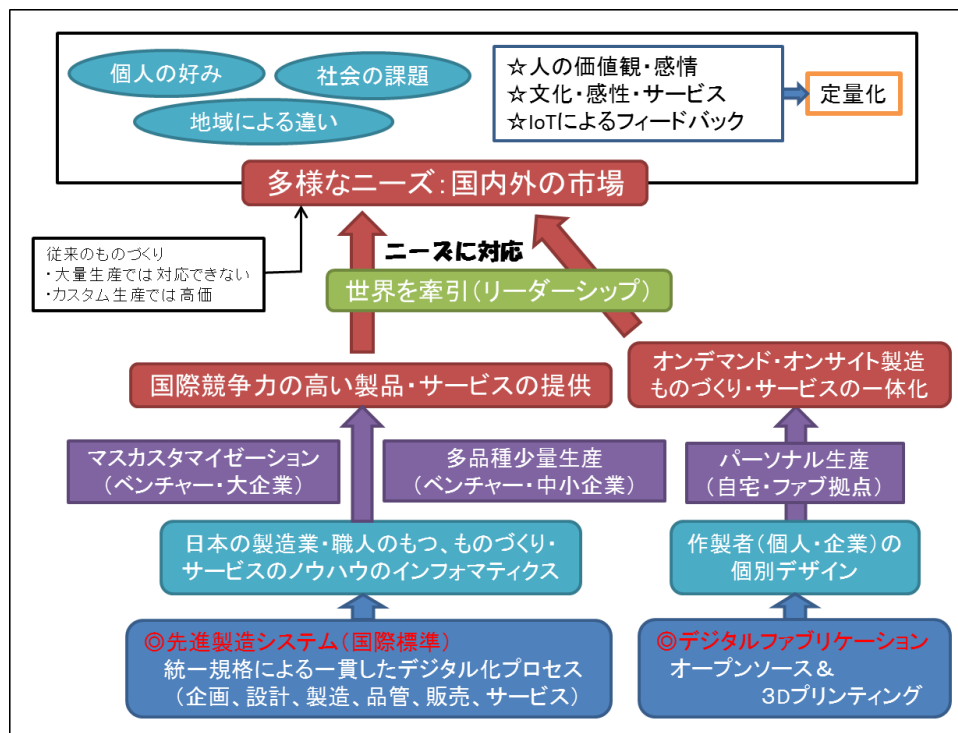
2.1.3. リーダーシップシナリオ

「個人や社会の多様なニーズに応え、国際競争力を備えた、新しいものづくりが実現した社会」

(1) 2030年の社会

2030年、個人の好み、地域や社会の多様なニーズに細やかに応える製品サービスが行き届き、個人のQOLは格段に向上している。これを実現した、国際規格の先進製造システムと日本の保有するものづくりとサービスのノウハウをデータベース化し融合した日本独自の製品サービスは、成熟した海外市場でも需要が年々増大しており、日本の国際競争力を牽引している。

図表7 リーダーシップシナリオの概要(ものづくり)



定量化された多様なニーズに対応

軽量で柔軟なデバイスが開発され、違和感のないウェアラブル機器やIoTネットワークが広く普及している。これらのモノや人から集められたビッグデータを利用して、個人や社会のニーズを満たすモノやサービスが的確に提供される仕組みが機能している。また、人の価値観や感情を計測・解析することも可能となった。先進製造システムや製造とサービスの融合の研究開発に早期に取り組み、個人や社会の多様なニーズに十分に対応できたことで日本人の価値観は変化し、最近では自己満足の領域を超え、社会への貢献により評価される自分に価値を見出している。

QOLの向上

人の価値観や感情、さらにはサービスの定量化が可能となったことで、人の感性に訴える製品サービスシステムの研究開発が進展し、パーソナルユースのグッズの他、家庭、オフィス、工場、公共スペースなどでそれぞれのシチュエーションにあった、五感ディスプレイやハイレゾ音響などを用

いた仕事効率化環境や癒し空間などが普及している。また、文化の価値やそれを支える職人・芸人の技のノウハウの定量化も進んでいる。これらの製品・サービスのノウハウはデータ化されインフォマティクスとして蓄積、知財化した上で広く利用されている。これは、日本の技術や文化の継承のための人材育成にも役立っている。

日本の特徴を活かした先進製造システム

インダストリー4.0 やインダストリアル・インターネットなどの概念を基に国際標準化された統一システムフォーマットによって、製品設計から販売までの一貫したデジタル化プロセスが構築されたことで、日本の工業製品は高い国際競争力を取り戻している。これには、製造業や職人が保有する材料や製造プロセスの日本独自のノウハウをデータベース化し、さらにそれをマテリアル／プロセス・インフォマティクスとして活用する、日本としての戦略を明確にしたプラットフォームの構築も大きく貢献している。このような新しい生産システムは、色の好みやオプション装着の有無などの顧客ごとのニーズに対応し、個々に異なる仕様の製品を同じラインで製造するマスカスタマイゼーション(変種大量)生産を可能にし、多くの製品に広がっている。また高精度化・高速度化し使用できる材料が急速に増えた3次元積層造形(付加製造;3Dプリンティング)技術を適用することで、個々人で形状が異なる例えばステントや義足、ウェアラブル機器などの生体適合製品も、世界中から受注した個々に異なる形状や機能をもつ製品を集約し大量に低コストで生産し、世界各地に自動配送、量産品価格で入手できるようになった。あるいは構造計算上最適でありながら、内部構造が複雑で金型では成形できなかったエンジンなどの部品の製造ができるようになり、飛行機や自動車などのモビリティのエネルギー効率が格段に向上している。装置の部品などは、センサで寿命を事前に検知し、3次元デジタルデータを基に各現場で必要なときに製造してセルフメンテナンスを行っている。このようなスマート工場は、各地方都市近郊の再生可能エネルギー拠点地域に回帰し、ロボット利用で労働力不足を補いつつも、地方の雇用と経済を支えている。

一方、潜在的な個人や社会のニーズは認識されつつも、量産が難しく低コスト生産が出来ず、ニーズに応えられなかった、あるいは、掘り起こせなかった市場にも、新しい生産システムの導入によって低コスト多品種少量生産が実現し、低価格での製品サービスの提供が、個人や企業・自治体に対して可能となった。その担い手は、各地に点在するそれぞれの分野で強みを持つベンチャーや中小企業で、それらは大企業・商社・金融・自治体を含めたネットワークによって繋がり協業するシステムが出来ており、国内外のニーズ・シーズの情報交換や知財化、海外への輸出なども行っている。

量産品、カスタム品を問わず日本の工業製品は、IoTを活用した製品の使用状況モニタリングデータの収集・解析によって、アフターケアやリサイクルなどへ対応したサービスが、手厚く的確に行われ、日本製に対する国内外の消費者の満足度は高い。

デジタルファブリケーションが進展

3次元積層造形技術は、デジタルデータを基に、オンサイト、オンデマンドで2次元の印刷物と同様に、3次元構造物を作製できることが特徴で、産業利用が進んだことで、3Dプリンタの高性能化と低価格化が進み、一般家庭にも普及してきている。個人や家庭用の小物や部材は、オープンソースサイトを利用し、自分の好みの色や形状に自作する家庭も増えている。各地域には駅や学

校などの公共施設やホームセンターなどにファブ拠点があり、自宅では作製できない大物や高度なデバイスの作製に地域の人々がやってくる。最近では、小学生の頃から出入りしていた人たちが大学生や社会人になり、高度な 3D デザイン技術、新規のデバイス、特異なデザインなどオリジナル技術を売りに起業し、新たな製品サービスのビジネスを展開している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 地域ファブ拠点への支援 • グローカルものづくり・サービスネットワークの支援
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> • オープンソースシステムの管理・運営 • 人の価値観、感情、サービスの定量化システムに関する研究開発 • 先進製造、プロダクト・サービス・システム(PSS)等の研究開発 • 先進製造システム国際標準化支援 • マテリアル／プロセス・インフォマティクスの構築 • 付加製造技術、デジタルファブリケーションシステムの研究開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> • IoT デバイス、システムの研究開発、ビッグデータの収集、解析、利用 • マテリアル／プロセス・インフォマティクスの構築への協力 • 先進製造システム国際標準化への積極的参画 • 多品種少量生産、マスカスタマイゼーション生産技術開発 • 付加製造装置(3D プリンタ)、材料の研究開発 • デジタルファブリケーションビジネスモデルの構築と実践
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> • グローカルものづくり・サービスネットワークの構築 • 先進製造システム国際標準化への企業の参画支援
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> • 産学連携の場の提供 • 新規アイデアを有する人材の発掘支援
大学	<ul style="list-style-type: none"> • デジタルファブリケーションの先駆的試行、実践 • ものづくり基盤技術(材料創成、計算、計測等)の研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • デジタルファブリケーションの実践教育 • 知財戦略策定や国際標準化交渉等に係る実践教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • ベンチャーや中小企業のグローバルネットワーク構築支援、起業支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • 価値観の変革(個人から社会へ) • ファブ拠点への積極参加、パーソナルファブリケーションの実践

(3) 戦略推進上の留意点

- 先進製造システム国際標準化に向けた日本の戦略の明確化
- マテリアル／プロセス・インフォマティクスやそのデータベースツールの開発、拠点環境整備に関する、日本としての戦略の明確化と、実効的な産学独の協力体制の構築
- デジタルファブリケーション実践教育と人材育成システムの早期構築

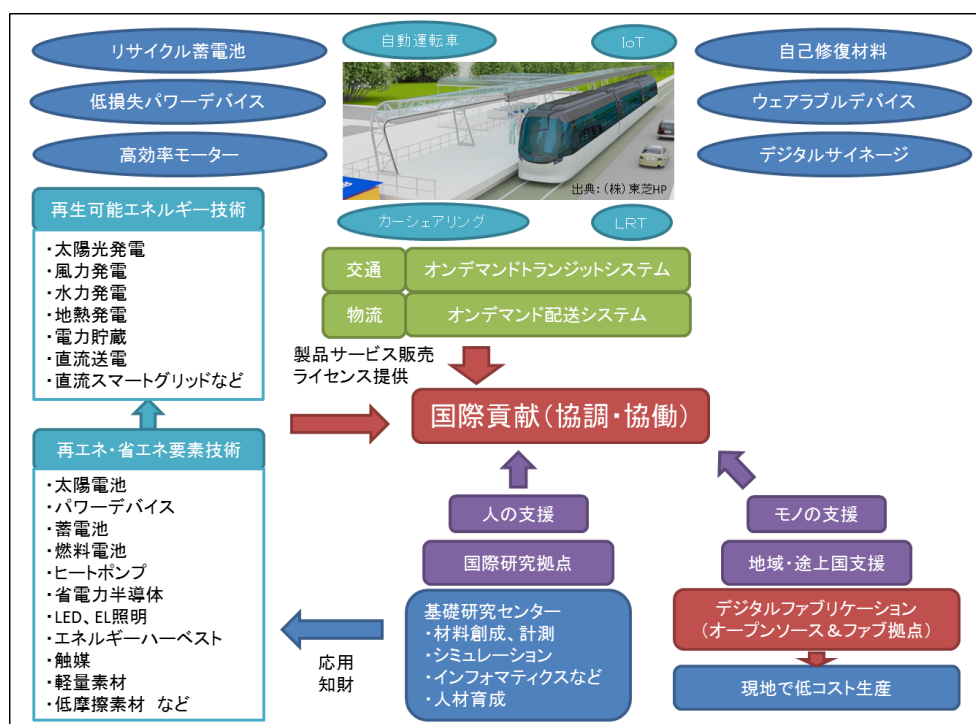
2.1.4. 国際協調・協働シナリオ

「エネルギーの有効利用と、環境に優しい国際社会の構築にものづくりが貢献する社会」

(1) 2030年の社会

2030年、環境に優しいクリーンエネルギーデバイス、モビリティ、交通・物流システムなどの製品サービスが国内の都市部を中心に普及し、この省エネ型都市モデルは世界に注目され、広く海外に展開されている。これを支える基礎研究センターには、世界中から研究者が集まり、人材育成の国際貢献をしている。国内の研究機関や企業は、発展途上国・地域に対しデジタルファブ拠点を通じ、低価格あるいは無償でのデバイス機器の提供を行い、世界から高い評価を受けている。

図表 8 国際協調・協働シナリオの概要(ものづくり)



高効率な都市交通・物流システム

都市部では、リサイクル可能な高性能蓄電池、低損失パワーデバイス、高効率モーターを備えた LRT(次世代路面電車システム)が架線のない専用軌道を行き交い、都市交通の中核を担っている。路線バスや個人用のモビリティの多くは自動運転電動車で、道路に設けられた専用線を走る。カーシェアリングが主流で、オンデマンドでの利用及び公共交通とのトランジットの管理システムが構築されている。物流はほぼ無人化され、食料も含め IoT 対応タグ管理によるオンデマンド配送システムが構築され、移動には温湿度管理が容易で人の往来の邪魔にならない地下空間が利用されている。IoT やウェアラブル機器の普及によりセンサネットワークが構築され、生活モニタリングデータ(ビックデータ)を収集・解析することで、交通・物流の効率的な運用がなされている。道路などの公共インフラの多くは、IoT 対応センサや新素材による自己診断・修復機能を搭載しており、災

害を未然に防ぐシステムが機能する。また、2020年東京オリンピックの際に整備された、デジタルサイネージやウェアラブル機器を利用した、住民の他、旅行者にも対応した多言語による情報伝達システムが各都市に普及しており、防災や災害時にも有効に機能している。このようなICT依存社会においては、サイバーセキュリティが重要となるが、量子暗号の実用化によって安全に運用されている。

環境負荷の少ないエネルギーシステム

電動モビリティやICTの利用が拡大する中、電力源として国内各地域で得られる太陽光、風力、水力、地熱による再生可能エネルギーの利用が政府目標を上回り拡大している。電力は地域で消費される他、都市部に直流送電される。高効率パワーデバイスの普及や直流スマートグリッドも整いはじめ、電力損失はほとんどなく利用されている。多くの太陽光や風力の発電施設では、蓄電池やエネルギー変換により電力は貯蔵され、需要に合わせて効率的に利用される。これらの地域には需要の増大するデータセンターの他、スーパーコンピュータ施設なども誘致されている。これらの施設で使用するメモリやプロセッサなどの半導体素子やそのシステムの低消費電力化の研究開発では日本が世界を牽引し、その技術は民生用の半導体機器にも適用されている。一方、事業所、自治体、学校、そしてマンションや家庭には、大幅に高効率化・軽量化が進んだ太陽電池と蓄電池、あるいは高効率ヒートポンプやコジェネレーションシステムが普及し、再エネの利用と省エネが定着している。

産学連携・国際基礎研究拠点が機能

このような社会の実現には、革新的な太陽電池、二次電池、燃料電池、触媒、パワーデバイス、省電力半導体デバイス、エネルギーハーベスト、軽量素材などのデバイスやシステムの研究開発が必須であったが、地球温暖化問題が深刻化する中、国際社会への貢献を意識した社会ニーズに産学独が協働で対応した結果、世界に先駆け開発し早期に社会実装することができた。日本の省エネ型都市モデルは世界に注目されており、これらのシステムは広く海外に展開され国際貢献している。

これらの技術は進化を続けており、常に先端技術の研究開発レベルを維持し世界を牽引するためには、材料、デバイス、システムに関する基礎研究を長期ビジョンに基づいて持続的に進める必要がある。日本には、これらの基礎研究を担う国際研究拠点が整備され、世界中から研究者が集まっている。特に、実用材料を扱うシミュレーションやインフォマティクスの研究は、以前は日本の国際競争力は低かったが、国際研究拠点の構築により、人材育成もなされ、今では実験研究と併せて世界最先端のレベルに達している。製品の輸出だけでなく、この研究拠点において国内外の最先端材料・デバイス研究者を育成し、人的な国際貢献も行っており、世界からの評価も高い。

オープンソースによる地域・途上国支援

エネルギーや環境に係わるデバイスや機器は、必ずしも最先端技術でなくとも、個人や地方あるいは途上国などで利用できる場合もある。大学・公共研究機関・企業がデバイスや機器などの素材や設計図をオープンソースとしてWeb上に公開し、フリーであるいは安価で利用できるようになっている。利用者は、国内外の地域に普及したファブ拠点で、3Dプリンタなどを用いて簡便な太陽

電池や蓄電池、センシングデバイスや簡易水処理機器などを現地で作製し、地球環境保全に役立てている。日本の研究機関や企業も積極的にオープンソースを提供して、地域や発展途上国の発展に寄与し国内外から高い評価を得ている。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー、省エネルギー機器の普及施策 直流送電、直流スマートグリッドの普及施策 地球温暖化など国際貢献企業の支援
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 革新的な太陽電池、蓄電池、燃料電池、パワーデバイスの研究 次世代モビリティ・交通・物流システムの研究開発 ウェアラブルデバイスに関する研究開発 サイバーセキュリティ、量子暗号技術の研究開発 産学協働研究システムの運営支援 国際研究拠点、システムの整備、運営支援
企業	<ul style="list-style-type: none"> 次世代モビリティ・交通・物流システムの研究開発 生活モニタリングデータの収集、解析、利用 ウェアラブルデバイス、デジタルサイネージの研究開発及び用途開発 革新的な太陽電池、蓄電池、燃料電池、パワーデバイスの研究開発 再生可能エネルギー機器、設備の研究開発
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 環境エネルギー関連機器の国際標準化等への参画支援
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 産学連携の場の提供
大学	<ul style="list-style-type: none"> 環境エネルギー関連材料、デバイスの基礎研究 ウェアラブルテクノロジーに関する基礎研究 シミュレーション、インフォマティクス人材育成
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> デジタルファブリケーションの実践教育 環境エネルギーの基盤テクノロジーの教育 環境に関する初中等教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化など国際貢献企業の支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化対策への貢献

(3) 戦略推進上の留意点

- 従来型ではない基礎研究推進、産学連携推進の実効的な仕組みの構築
- シミュレーション、インフォマティクス人材育成を最重視したプログラムの実施
- 次世代モビリティ普及のための効果的な施策
- 環境エネルギー基盤技術(材料・プロセス・デバイス)推進施策の強化

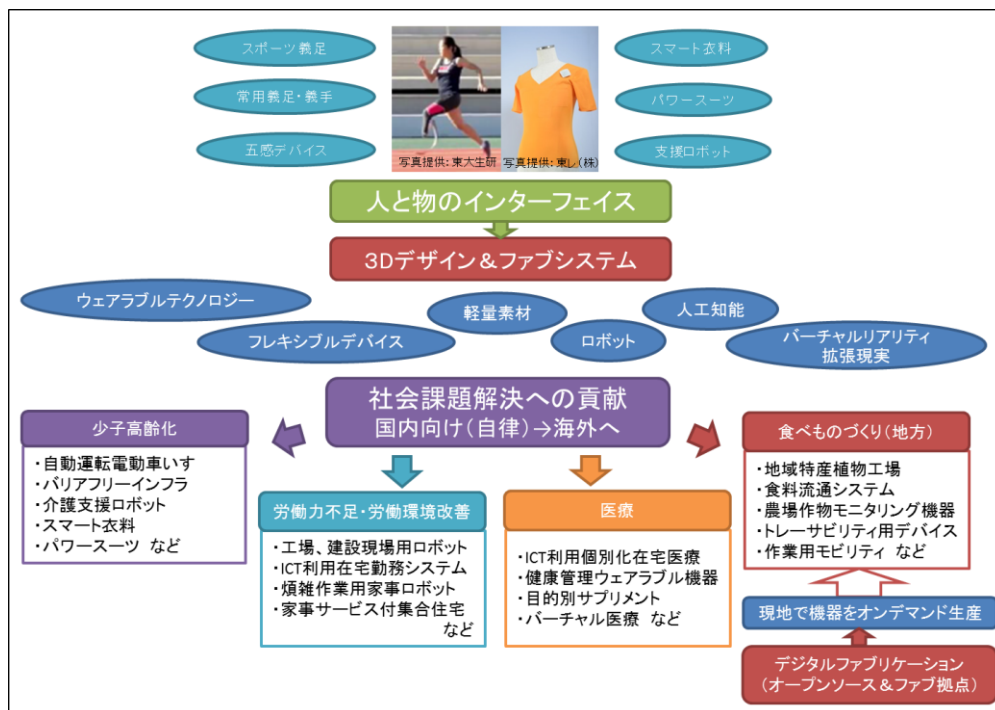
2.1.5. 自律性シナリオ

「人の行動ニーズに適した高度な支援機器や使用環境整備にもものづくりが貢献する社会」

(1) 2030 年の社会

2030 年、少子高齢化とそれに伴う労働人口の減少が着実に進行している。日本では人と物のインタフェースとして、3D デザイン&ファブシステムやウェアラブルテクノロジーの研究開発を早期に進めたことで、高齢者・要介護者をサポートするウェアラブル機器が普及し、高齢者や介護世代の負担を軽減している。煩雑作業をこなすロボットも工場や現場に普及し、最近では家事ロボットのある家庭も増えてきた。食料も多くが植物工場で生産されているが、一方で地域特性を生かした特産物生産では、デジタルファブ拠点を活用し用途に適した支援機器が開発され利用されている。

図表 9 自律性シナリオの概要(ものづくり)



人と物のインタフェース技術の進化

2020 年の東京パラリンピックに向けて精力的に開発された、機能的で美しいデザインのスポーツ義足の作製技術はその後発展を遂げ、現在、障害者のみならず、要介護者や一般の高齢者にもパワースーツなどに応用され広く利用されている。その要素技術が日本で開発された「3D デザイン&ファブシステム」である。義足職人の持つ技術と、試行錯誤の開発過程のノウハウをデータ化し開発した 3D-CAD(コンピュータ支援設計)は、専門家でなくとも利用できる汎用ソフトウェアとなっており、さらに高強度の 3 次元造形用材料が開発されたことで広く普及した。このようなシステムは、義足以外の生体適合性を求められるウェアラブル機器やスマート衣料などのマンマシンインタフェースの設計・製造へとその用途を拡大している。また、人が身につける様々なウェアラブル

機器やロボットなどの支援機器の普及には、軽量で高強度の炭素系の素材の開発が不可欠であった。さらに軽量フレキシブルデバイスとして、シリコン並みの移動度が得られるようになった有機半導体デバイスが、簡便な印刷プロセスでフレキシブル基材上に形成できるようになったことも、IoT やウェアラブル機器が広く普及する要因となった。

少子高齢化社会のサポート

少子高齢化が進む日本では、高齢者・要介護者向けの支援機器やサービスが世界に先駆け普及している。介護施設では、個人用の自動運転電動車椅子が走行可能なバリアフリー環境が整備されており、多様な介護場面に適した支援ロボットがそれぞれ配置され、介護者の負担を軽減している。要介護者は違和感のないウェアラブルセンサ群が内蔵された衣類を着ており、健康状態を常時把握できる。家庭では、最近普及してきた人工知能を搭載し煩雑作業をこなす人型ロボットが、高齢者や要介護者のケアに活躍している。また、高齢者をサポートする軽量素材を用いたウェアラブル機器やパワースーツなどのスマート衣料も市場を拡大している。さらに、ICT 環境の整備、ウェアラブル機器の普及で、在宅での個別化医療環境が整備されている。一方、介護世代をサポートするニーズに合ったサプリメントの開発も活発化し、多忙あるいは不摂生でも健康維持が出来るサプリメントの市場は世界的に拡大し、大きな収益を上げている。

労働力不足、労働環境の改善

労働人口の減少で共働き家庭が増える中、家事サービス付集合住宅や、ICTとVR(仮想現実)や AR(拡張現実)あるいは五感ディスプレイを利用した在宅勤務システムが普及している。また、煩雑作業をこなす家事ロボットも導入され始めている。このような煩雑作業ロボットは、一足早く工場や建設現場でも普及しており、これまでの 3K 労働の多くが置き換わり、労働環境は大幅に改善されている。

食料生産の効率化

ものづくりの一次産業(食べものづくり)への貢献も最近では広く定着しており、各地域の特性を生かした農産物を植物工場で大量に低コストで生産し流通するシステムが構築されている。農林水産業と隣接する各地域には、ファブ拠点があり、そこで作物などを育成する際のモニタリング機器や、トレーサビリティ用途の簡便なデバイスを、ネット上のオープンソースを入手し、現場に合った形状・機能を備えた機器などを作製し利用されている。その中のユーザー発案型の開発品には、あぜ道を走行できるモビリティもあり、世界中に利用が広がっている。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 障害者、高齢者向け支援機器等の普及のための制度整備 地域ファブ拠点への支援(一次産業工業化・サービス化支援)
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 3D-CAD&ファブシステムの研究開発 人工知能ロボットの研究開発 在宅勤務・遠隔医療・遠隔教育等のシステムの研究開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> ウェアラブル機器汎用 3D-CAD の開発

実施主体	戦略
	<ul style="list-style-type: none"> • 産業用、家庭用ロボットの研究開発 • ウェアラブル機器、衣料の研究開発 • 在宅勤務・遠隔医療・遠隔教育等のシステム機器の研究開発 • テレワーク等の推進
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> • ウェアラブル機器の国際標準化参画支援
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> • 産学連携の場の提供
大学	<ul style="list-style-type: none"> • ウェアラブル機器、ロボットの基盤技術(材料、デバイス、アクチュエータ、インタフェース等)の研究開発 • デジタルファブ리케이션の先駆的試行、実践
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • デジタルファブ리케이션の実践教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • ウェアラブル機器等の購入のための金融商品開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • 介護ロボット、家事ロボットの導入による負担軽減

(3) 戦略推進上の留意点

- 3D モデリング技術開発および材料開発の着実な推進
- ロボット用軽量素材、デバイス開発、低コスト生産技術開発の着実な推進
- 公共機関や企業等のワークライフバランスへの積極的対応

2.1.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）

未来の産業創造と社会変革に向けた 新しいものづくりプラットフォーム

概要

- 経済・人口・地域の各側面から、「ものづくり」に深く関わる2030年の社会課題を検討
- これらの社会課題を解決する2つの方向性について検討

<p>経済</p> <p>(制約事項として) エネルギー・環境・資源・新興国</p> <ul style="list-style-type: none"> ○新興国の台頭 (コモディティー化、国際競争力の低下) <ul style="list-style-type: none"> ・生産性の向上、生産性の定義の再構築 ・高付加価値化 (ブランディング、感性、文化、ハピネス重視) ・企業の価値観の転換 ・消費ニーズ多様化への対応 (中小企業刷新、地域活性化) 	<p>人口</p> <ul style="list-style-type: none"> ①労働人口減少 <ul style="list-style-type: none"> ・生産性の向上 ・シニア、女性人材の活用 ・仕事マッチング、モチベーションの向上 ②少子高齢化 <ul style="list-style-type: none"> ・介護負担の低減 ・健康管理、維持 ・在宅医療 ③家庭が担っていた社会機能の崩壊 <ul style="list-style-type: none"> ・職住近接、家事サービス付集合住宅 ・地域&職場コミュニティの構築、融合 	<p>地域</p> <ul style="list-style-type: none"> *生活と労働の場が比較的近接している、人口20万人程度の都市を想定 ①大企業の撤退等による仕事の減少 <ul style="list-style-type: none"> ・一次産業の工業化 (植物工場等) ②地域特有の多種多様な課題 <ul style="list-style-type: none"> ・地域ものづくりコミュニティ (ファブラボ等) ・多品種少量生産ソリューション ・農産物の収穫などの労働の間接支援 ・高齢者モビリティ (あぜ道走行等) ・生活支援 (細かい作業用ロボット) ・インフラ老朽化対策 (自己修復、アップデート機能搭載)
---	--	---

注目される方向性

- 多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、新しい「ものづくり」
- 人の行動ニーズに適した高度な支援機器や作業環境の整備への「ものづくり」の貢献

多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、 新しいものづくり

- ・ サービス、デザインとの高度融合による高付加価値化と、低コスト生産・流通・販売システム、人に優しい生産環境構築によって、国内外で多様化するニーズに対応した国際競争力のあるものづくりが実現

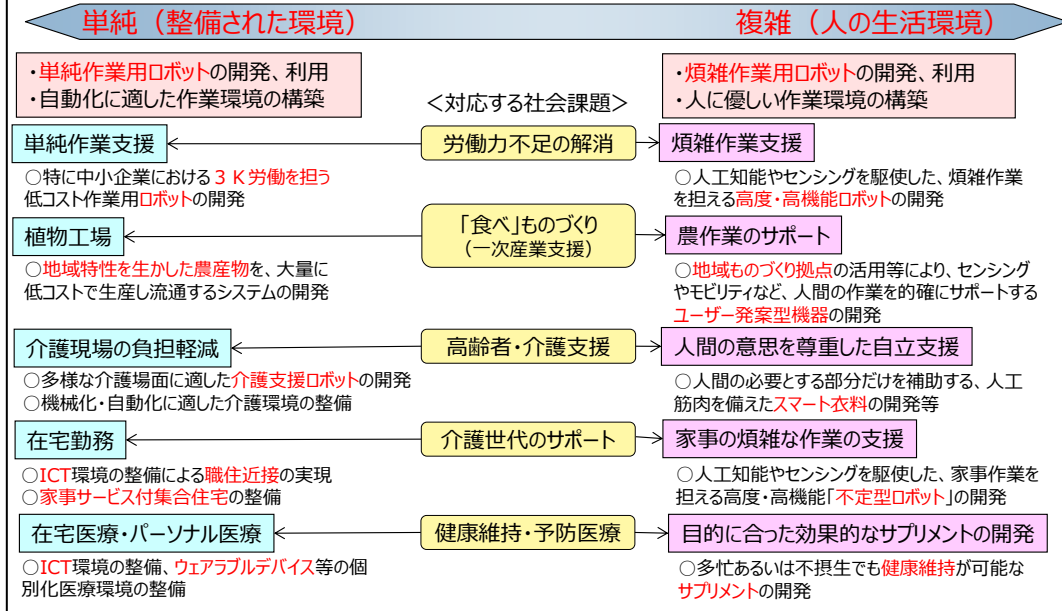
高付加価値化

高度化

<p>QOLの向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ○感性、文化を取り入れた製品開発 ○サービス価値を付与した製品開発 ○ブランディング 	<p>3Dデザイン&ファブシステム (人と物のインターフェース構築)</p> <ul style="list-style-type: none"> ☆2つのデザインの融合 <ul style="list-style-type: none"> ・エスティックデザイン (意匠性) (ex.かっこいい) ・ファンクショナルデザイン (機能性) (ex.使いやすい) ☆2つの「物」のインターフェイス <ul style="list-style-type: none"> ・自然物 (ex.人体) ・人工物 (ex.機械) <p>(例) 常用&スポーツ義足；職人技・専門家知見のデータ化、人間の静止時の形態だけでなく、動的形態・歪みも3D計測しデータ作成、汎用化する</p>	<p>マスカスタマイゼーション (多品種大量生産)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○集約された大規模工場で、仕様の異なる製品を、一貫して生産・品管・出荷する技術、システム、サービスの研究開発
<p>多品種少量生産</p> <ul style="list-style-type: none"> ○多様なニーズへの対応；ベンチャーや中小企業が担い手となり、国内地域・海外に展開できるシステムの開発 	<p>ものづくり基盤技術の高度化</p> <ul style="list-style-type: none"> ○マテリアル/プロセス・インフォマティクスが確立し、構造材・触媒などの多元系の材料設計技術、システムの研究開発 ○付加製造 (三次元造形) 技術が高速化、高精度化し、大半の構造材料に適用され最適構造・機能の実現のための研究開発 	<p>人に優しいものづくり環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ICTの整備により設計・管理部門の在宅勤務を実現するシステムの開発 ○工場 (主に中小企業) や建設現場の3K環境を改善する作業ロボットの研究開発
<p>デジタルファブリケーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ○オンサイト、オンデマンド、パーソナル生産技術・サービスシステムの研究開発、構築 →消費者目線、国内外地域ニーズへの対応、サービスとの融合・一体化 	<p>○高度3D計測、汎用CAD構築技術、高耐久性素材の研究開発と、それを担う人材育成システムの構築</p> <p>→低価格で個人に提供可能となる</p>	

人の行動ニーズに適した高度な支援機器や 作業環境整備へのものづくりの貢献

- ICTとの高度融合によって多様な生活シーンに求められる、煩雑作業動作を可能とする機器（広義のロボット）の研究開発と使用環境の整備により、各国で顕在化する社会課題の解決に貢献



「多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、 新しいものづくり」の関連トピック

デジタルアプリケーション (3Dプリント)



コンシューマプロダクトにおける保守部品のオンデマンド生産

⇒ 重要度は比較的高く、国際競争力は比較的低いと評価

匠（熟練技能者など）の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知のアーカイブ化、技能継承を行うシステム

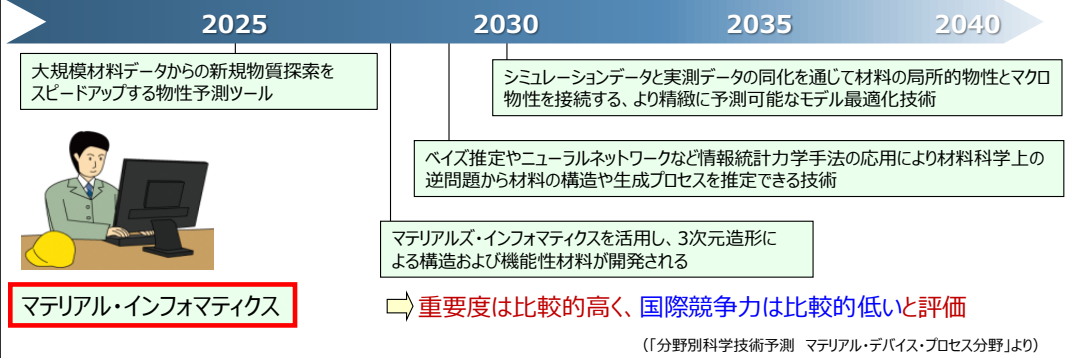
大量生産品と同等の精度・品質を持った部品・製品のパーソナル生産

形の異なる部品のマスカスタマイゼーション生産（変種大量生産/10万個規模）

鋳型を使わず液体から直接立体形状固体を造形する革新的生産技術

付加製造（アディティブ・マニュファクチャリング）によるメタマテリアルのコンシューマプロダクトへの適用

バイオプリンティングによる再生臓器の製造



2.2. [サービス、ICT] ICT を活用した交通のクラウド化と新サービス創出

2.2.1. 検討の背景

我が国の少子高齢傾向は今後も継続することが予測されており、人口減少、特に被介護者の増加と労働人口の減少への対応が喫緊の課題となっている。現状においても人口減少の影響により特に地方において路線バスなど従来型公共交通機関が補助金を持ってしても維持困難となりつつある。そのため路線の見直しや本数の低減などを行っているが、その結果利便性が低下し、使用しづらいために利用顧客が更に減少、結果として外出難民・買物難民といった新たな問題を生み出すという状況も一部で発生している。

これらの背景から「交通の利便性」を向上させることで、仮想的なコンパクトシティ化を達成する。同時に、“移動すること”の意味をサービス工学的に見直すことで、交通を基盤に複数のサービスを融合した新しい未来を展望する。

これらのサービスは、ICTによって大幅な飛躍が見込める新たなサービスであり、かつ、システムが一元的に様々な情報を把握できることで全体最適を目指すものである。

我が国が強みを持つ自動車産業や ITS (Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム)の研究プロジェクト成果、さらに自動車に閉じない生活サービスを一体的に取り扱う点に特徴を有する。

2.2.2. 注目される方向性

- A) 少子高齢化などに伴う路線バス公共交通の維持困難、公共交通衰退による都市の活度・魅力低下、経済衰退等の課題に対応
- ・ 買物難民、外出難民、市街地活性度の低下など回遊性の低下が生み出す諸問題
 - ・ 物理的な意味でのコンパクトシティには移住政策など多くの課題
- B) バス・タクシー・電車など従来交通機関の枠を越えた交通機関の創出により交通をクラウド化、さらに、病院予約や物流などと連携した新サービスを創出
- ・ 交通を通じたサービス連携と新サービス創出
 - ・ サービスがサービスを呼び、街の活性度も向上させる(サービス)エコシステムの実現

2.2.3. リーダーシップシナリオ

「交通のクラウド化を通じたサイバーフィジカルシステム・スマートコンパクトシティ」

(1) 2030年の社会

交通をクラウド化することで従来の路線・時刻固定型の公共交通機関の枠にとらわれない柔軟な運行を可能とする。同時に利用者が“移動”という機能に求める意味(価値)を再検討し、交通を通じて異種サービスを融合させ、これを通じて無理・無駄の少ないエコシステムの構築を行う。

交通のクラウド化(Mobility as a Service: MaaS)は、情報産業における SaaS (Software as a Service) を交通に当てはめた概念である。SaaS 以前、ユーザーはソフトウェアを購入してきて自前の計算機にインストールし、それを利用するという形態を取ってきた。しかしユーザーはソフトウェ

アの提供する機能にのみ興味があるのであって、そのソフトウェア自体が欲しいのではない。そこで SaaS ではソフトウェアはネットワークの向こうにある雲(クラウドサーバ)にあり、ユーザーはそのソフトウェアがどこにあって、どのように管理運用しているかを気にすることなく、ソフトウェアが提供する機能のみを利用することができる。

同様に MaaS では利用者は「どこからどこへ行きたい」もう少し踏み込んで「**をするためにどこに行きたい」という要望のみを持っていけばよく、そのために「どうやって/どういった手段でそこへ行くか」は考える必要がない。システムに対して要望を入力すると、システムの側で最適な交通機関を手配し、場合によっては移動する目的であった何らかのサービスとの連携まで行ってくれる。

具体的な例で言えば、「病院に行って薬を受け取り、その後スーパーに行って食料を購入し、帰ってきたい」とする。MaaS が提供されている世界ではそれらのデマンドをシステムに対して入力すると、最適な移動手段と目的達成の支援が行われる。デマンドが入力された時点で各利用者に最も迷惑がかからず、目的も無理なく果たせる乗り合いバスやタクシーなどの車両を見つけ出され、自宅や最寄りの集合地点にすぐに迎えに来てくれる。さらにシステムが病院への到着時間を見積もって自動的に到着時間頃の診察予約を入れ、遅延が発生しそうな場合にはほかの患者を自動的に繰り上げて予約時間を入れ替えるといった動作まで行ってくれる。診察が終わりかけると今度はスーパーに移動するために最適な車両を探索して病院に手配してくれる。今回はスーパーで商品を見て回りたいニーズは余りなく特定の食料を買いただけであったので、その旨をシステムへ入力しており、かつ、病院に来る車両の順路上に目的のスーパーがあったため、車両が食料を代理で受け取ってきてくれ、病院からは自宅に直接帰ることができた。

このように MaaS は経路自由で乗り合いも許容する一種の乗り合いタクシーのような交通機関(デマンドバス)を軸に、異種サービスを連携させる基盤として機能する。

デマンドバスはその特徴からオリンピックやコンサートなど非定常的な大規模イベントなどにも柔軟に対応でき、かつ渋滞路を避けた運行も可能となる。また経路の指定などは人工知能を通じて実現することで固定路線の方が良さそうときには固定路線のように、余裕がありタクシー的に運用した方が良さそうであればタクシー的にも動作するし、ユーザーの呼出しに応じて稼働するため時刻表にとらわれることなく移動ができる。さらに、自動運転車両であるか、人間が運行する車両であるかも余り問わない柔軟性と、人だけでなく貨物の輸送まで行うことのできる柔軟性とを有する。これらの特徴から空の車両が無駄に街中を走り回ることもなく、二酸化炭素排出やエネルギーロスなどにも効果的である。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 事故・遅延発生時などの保障に関する制度検討、バス・タクシー事業制度の改正、既存事業者等への賃金保障、運用団体の設置と規則策定、その他制度の策定・改正
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS 運用システム基盤の確立、遅延その他サービスレベルに関する各種数値検証、運行アルゴリズムの開発・更新、サービス間連携アルゴリズムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> MaaS 運行事業団体の設立

実施主体	戦略
業界プラットフォーム 組織	<ul style="list-style-type: none"> 自動車メーカーのコンソーシアム設立、事業者コンソーシアム設立 ステークホルダー間の調整(主に事業者周り)
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 行動データ収集利活用に関する倫理規定の策定 ステークホルダー間の調整(主に利用者周り)
大学	<ul style="list-style-type: none"> 地域の核として MaaS の導入前シミュレーション等各種調査
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS に対する啓発・普及、利用者リテラシーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS による経済効果見積もりと、それに基づく新規事業者への投資、国の MaaS 補助金用債券等の金融商品販売・促進、各種保険の拡充
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通利用形態の変化への受容、サービス改善に対する積極的関与、先進サービス事例の持つ不便性の受容

(3) 戦略推進上の留意点

- 自動車メーカーのビジネスモデル変更(自動運転化、リース主体、他社との差別化)
- 運行事業者の反発(貸金保証など)
- 利用者の生活スタイル変化(時刻表に合わせた生活からデマンドに合わせた生活に)
- 道路交通法その他関連法案の省庁連携型での改正
- 行動データ収集管理のための代理機関設立と社会受容

2.2.4. 国際協調・協働シナリオ

「サービス輸出を通じたデータ囲い込みによるサービスエコシステム」

(1) 2030 年の社会

国内においては 2020 年頃から一部の特区において MaaS の運行が進められており、「移動の際の選択肢」としては違和感がないものになっている。さらに MaaS を通じた連携サービスの数が増えてきたこともあり、徐々にではあるが生活基盤としての地位を確立しつつある。

MaaS は集中制御型であることのメリットとして、全体最適を目指すことができ、結果として渋滞の削減はもとより、無駄な燃料の削減と CO₂ 排出量削減などを無理なく実現できるシステムであることが挙げられる。また、技術的には最低限、車両に通信可能な GPS(Global Positioning System、全地球測位システム)端末が搭載されていれば実現できるため、既存車両の置き換えや大幅な初期投資を行うことなく実現可能なシステムであることも挙げられる。

2030 年、新興国では我が国とは逆に人口増加や CO₂ 排出量の増加に悩んでおり、何らかの抜本的手当が必要となっている。一方で我が国では、労働集約型から知識集約型へと産業の軸足を移しつつあり、ここでは「データ」を商品として扱っている。20 世紀で言えば金融界におけるシンガポール的な位置を占めつつある。

こういった背景の元、我が国では特定新興国へのベーシックな(サービス融合機能を除く)MaaS システム無償提供の取組みを行っている。

ここでは、MaaS システムそのものを提供するのではなく、MaaS の API (Application

Programming Interface)利用を無償とする形態を取っており、国ごとに道路網に関する基礎データと車両の位置やデマンドのデータを、API を通じて我が国のシステムに投入することで、適切な配車を行ったり、状況を可視化するコンソール画面が提供されたりする。さらに有償でサービス融合の API も利用可能となっている。

この仕組みにより、新興国は実績ある交通システムを容易に自国に導入でき、その結果として石油等エネルギー資源輸入量の低減、風・水力発電等で得たエネルギーの他用途活用、CO₂ 排出量削減などを労無く達成することができる。その一方で我が国は他国における移動データを大量に得ることができる。これらのデータは道路計画のコンサルティング、ショッピングモールの出店計画などはもとより、我が国がサービス輸出を行う上で重要な基礎データとして活用ことができ、高い資産価値を有するものである。さらに、新興国がより高品質な MaaS を求める場合には我が国の ITS が必要となるため新興国の成長に伴って継続的な外貨の獲得をのぞめる。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 事故・遅延発生時などの保障に関する制度検討、バス・タクシー事業制度の改正、既存事業者等への賃金保障、運用団体の設置と規則策定、その他制度の策定・改正
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS 運用システム基盤の確立、遅延その他サービスレベルに関する各種数値検証、運行アルゴリズムの開発・更新、サービス間連携アルゴリズムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> MaaS 運行事業団体の設立
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 自動車メーカーのコンソーシアム設立、事業者コンソーシアム設立 ステークホルダー間の調整(主に事業者周り)
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 行動データ収集利活用に関する倫理規定の策定 ステークホルダー間の調整(主に利用者周り)
大学	<ul style="list-style-type: none"> 地域の核として MaaS の導入前シミュレーション等各種調査
その他人材育成季刊	<ul style="list-style-type: none"> MaaS に対する啓発・普及、利用者リテラシーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS による経済効果見積りと、それに基づく新規事業者への投資、国の MaaS 補助金用債券等の金融商品販売・促進、各種保険の拡充
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 公共交通利用形態の変化への受容、サービス改善に対する積極的関与、先進サービス事例の持つ不便性の受容

(3) 戦略推進上の留意点

- 本サービスエコシステムが先進事例として注目されていること(リーダーシップシナリオの諸条件達成)
- MaaS のパッケージングとビジネスモデルに関するビジョンの策定
- 行動データ収集管理のための代理機関設立と社会受容
- 外交戦略としてのサービスデザイン、ビジネスモデルの策定

2.2.5. 自律性シナリオ

「外出難民・買物難民の解消、魅力・活力ある地方の創生」

(1) 2030年の社会

地方における人口減少が進む一方で、“移住”を決断する世帯はそれほど多くない。一方で高齢化も進展している。自動運転技術の発達により自律運転自動車も市販され始めたものの、いまだ特殊例であり、安全性に対する感覚的懐疑感もあって庶民が気軽に購入して利用できるレベルのものではない。高齢者にとってのライフラインは2030年にあっても公共交通が主軸である。

ただし、“公共交通”の中身は20世紀とは大きく様変わりしている。MaaSの導入により「バス」や「タクシー」といった区分けは曖昧になり、交通以外のサービスとの連携も行うより柔軟な交通サービスとして再編された。これにより、地域内での居住地・商業地は広範囲に点在していても、仮想的にはコンパクト化をしておき、「買物難民」や商店街のゴースタウン化は避けられている。

20世紀型の郊外大規模ショッピングモールもにぎわってはいるが、変わった雰囲気や、変わった商品、変わった立地などを売りとしてニッチを狙う個人商店もそれなりのにぎわいを見せている。特に立地については「いまだけ・そこだけ」といった趣が強くネットを通じてオンライン購入という種類のものではないものが多く、「地域」と切り離して論ずることが難しいため、地方回帰のドライバーとして期待されている。

MaaSの実現に際して、当初は既存の交通事業者などから多くの不満・不安の声があり、利用者の側も「時刻表に合わせて行動する」「タクシーは基本乗り合いをしないもの」といった先入観や利用方法への不慣れなどの声が寄せられた。しかしながら、もともと地方の公共交通機関は補助金主体で保持されてきたことや、公共交通機関がなくなると外出難民化することなどの背景もあって最終的には受け入れざるを得ない状況となり、結果としてMaaSの受容が進んできた。

現状は既存のバス・タクシー、最新のシェア型自律運転自動車などにMaaS用のタブレット端末を搭載させて運用するミニマム運用で、ようやく「交通機関としてのMaaS」が普及してきたところである。交通を基盤とした異種サービス連携はまだこれからの段階だが、それでも仮想コンパクトの目標は達せられ、衰退の速度や補助金投入額の低減に寄与している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

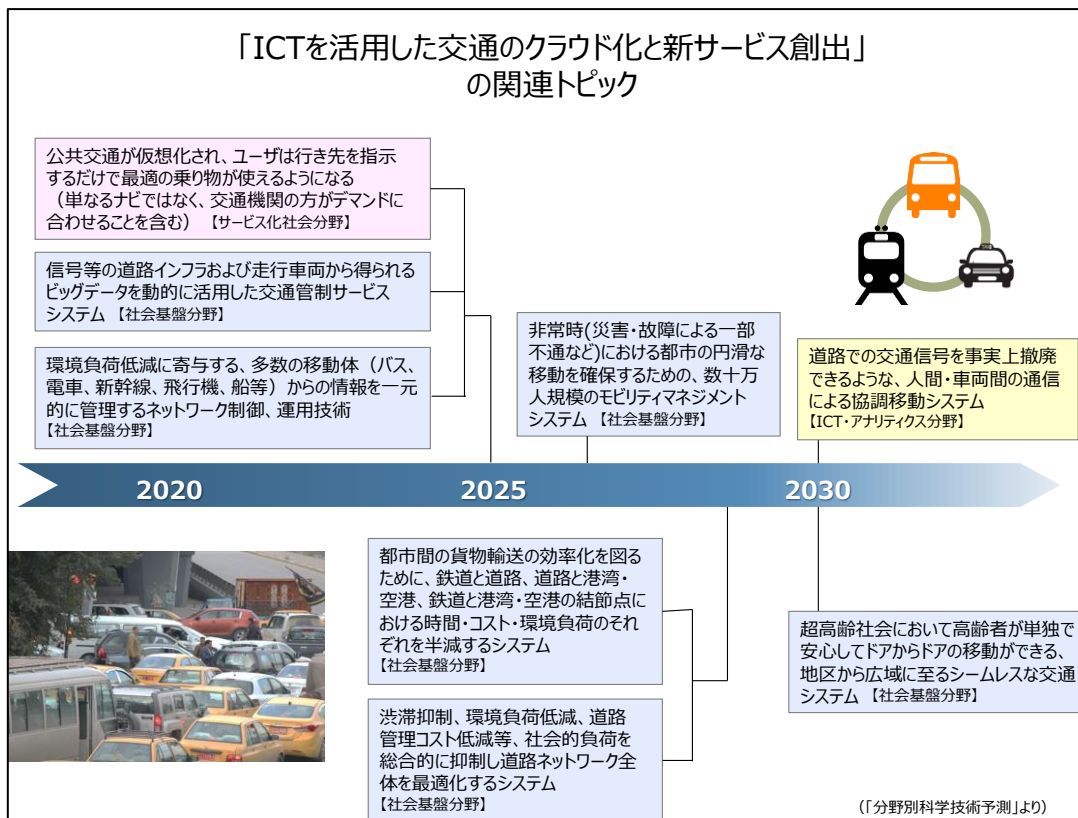
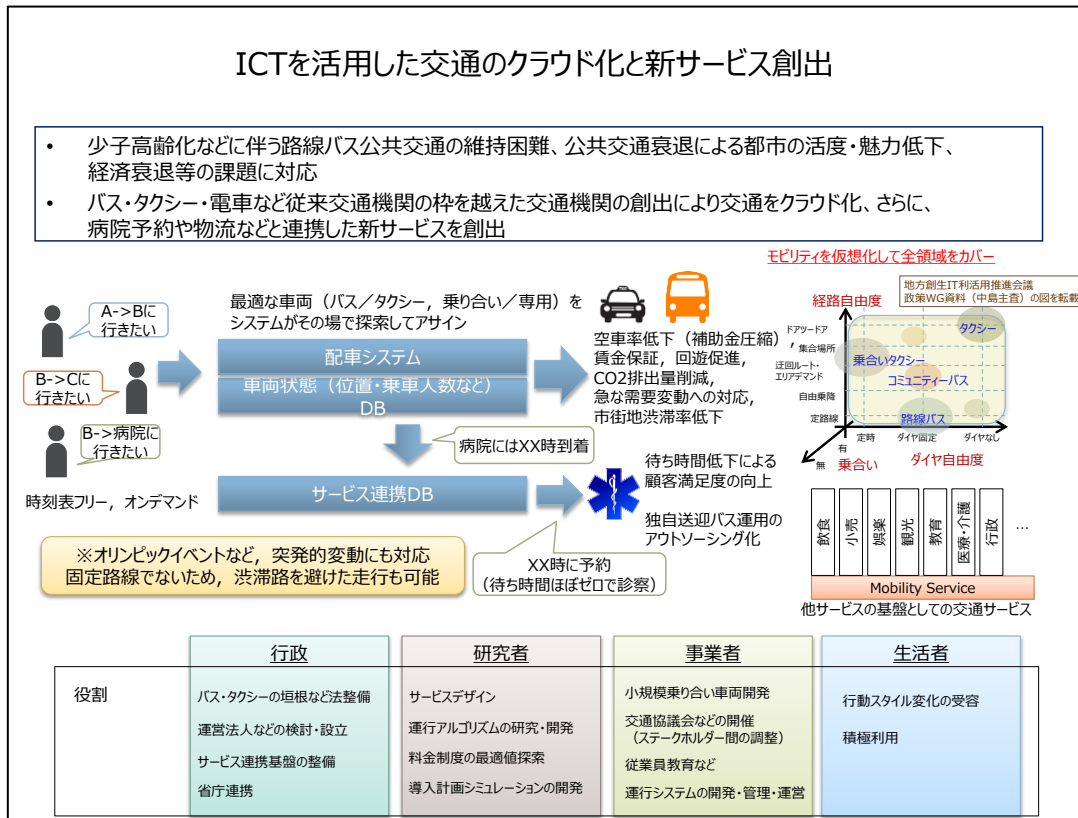
実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 事故・遅延発生時などの保障に関する制度検討、バス・タクシー事業制度の改正、既存事業者等への賃金保障、運用団体の設置と規則策定、その他制度の策定・改正
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> MaaS運用システム基盤の確立、遅延その他サービスレベルに関する各種数値検証、運行アルゴリズムの開発・更新、サービス間連携アルゴリズムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> MaaS運行事業団体の設立
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 自動車メーカーのコンソーシアム設立、事業者コンソーシアム設立 ステークホルダー間の調整(主に事業者周り)
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 行動データ収集利活用に関する倫理規定の策定

実施主体	戦略
	<ul style="list-style-type: none"> • ステークホルダー間の調整(主に利用者周り)
大学	<ul style="list-style-type: none"> • 地域の核として MaaS の導入前シミュレーション等各種調査
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • MaaS に対する啓発・普及、利用者リテラシーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • MaaS による経済効果見積もりと、それに基づく新規事業者への投資、国の MaaS 補助金用債券等の金融商品販売・促進、各種保険の拡充
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • 公共交通利用形態の変化への受容、サービス改善に対する積極的関与、先進サービス事例の持つ不便性の受容

(3) 戦略推進上の留意点

- 利用者をうまく巻き込むようなサービスデザイン
- 複数省庁横断・連携型の制度改革、運用
- 利用者側、サービス提供側双方の意識改革

2.2.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）



2.3. [サービス、ICT]

サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス

2.3.1. 検討の背景

我が国においては2020年の東京オリンピックをマイルストーンとして、“観光立国”にも注力している。しかしながら、現状では地域を越えた一体的な動線把握や他地域との相互送客といった取組は十分に行われておらず、状況把握や連携に不十分な面があり、個々の「地域」における観光施策は十分であっても、「地域間」や「国全体」のパッケージングが不十分で、相乗効果を得られていない。

ほかに視点を移すと、我が国は台風や地震などの自然災害を避けて通ることのできない地理的条件を有しており、防災・減災など災害への備えを怠ることができない。その一方、これら災害は基本的にいつ、どこで発生するかは予測が困難で、かつ一旦発生すると対応には多大なリソースを要するという困難性があり、災害への効果的な備えについては多くの課題を有している。

ここでは有事を意識しつつ平時にも見栄えを変えて提供できるサービスを考える。これにより、例えば有事の際にシステムのバッテリーが切れていて使えない、老朽化していて使いづらい、搭載している情報や仕様が古い、各種のコストがかさむ、といった諸問題を回避する。本シナリオにおいては平時のサービスドメインとして「観光」を例に取り上げ、あり得る未来像を概観した。

2.3.2. 注目される方向性

- A) 観光などの分野では行政区を越えた顧客の行動把握や相互送客などの連携が不十分、防減災分野ではICTインフラのメンテナンスや定常的更新、運用訓練が困難、等の課題に対応
- ・ システム・サービスの分断、無駄のある冗長化
 - ・ 勘と経験に基づく施策立案・運用
- B) 観光などサービス業での活用を念頭にしたサービスデータ収集管理基盤を構築し、平時は観光などに利用しつつ、有時は防減災に活用
- ・ サービス連携、データ融合などの分析・定量データに基づく政策立案・運用
 - ・ 平時と有事のシームレスな運用による(サービス)エコシステムの実現

2.3.3. リーダーシップシナリオ

「行動データ利活用による高度観光・防減災サイバーフィジカルシステム」

(1) 2030年の社会

スマートフォンやウェアラブルセンサ、各種環境センサを通じた生活情報と環境情報を収集管理する仕組み(サービスデータ収集管理基盤)と、そこに集積される各種個人情報プライバシー等も考慮しながら代理管理する機関(以降代理機関とする)の設立を通じ、収集端末(各種センサ類)及び収集されたデータをふだんは観光等のサービスに活用しながら、非常時には一定の処理を加えた上でデータを公開し、防災・減災に利活用する。

過去においても、防災・減災のための様々なシステムが提案・運用されてきたが、これらのシス

テムは「災害場面」に特化したものであったために、それらシステムが実際に必要となる非常時や年に数回行われる訓練の際にしか使われることがなかった。結果として、ハードウェアの面では電池が切れていたり、食料の賞味期限が過ぎて廃棄することになったりといった無駄が生じていた。さらに問題なのは、装置の使い方がよく分からない、データを公開しても仕様が古すぎたり、多様な参加者の目による十分な検討が行われていなかったりといったことから利用し難く不十分な物になっている、といった状況が発生していた。

平時においても非常時においても、意思決定や改善活動を行う上で、OODA（監視（Observe）、情勢判断（Orient）、意思決定（Decide）、行動（Act））、PDCA（計画（Plan）、実行（Do）、評価（Check）、改善（Act））の手法自体は同様で、情報システムの設計・機能自体に大きく異なることはない。そこで、ふだんは通常のサービス改善のためにデータを収集、活用しながら、同じ仕組みを非常時にも利用できるようにしておくことで、装置等のメンテナンス、情報システムの仕様更新も無理なく行う仕組みが検討された。まずは観光のドメインを対象に災害時の転用も意識したパイロットシステムの運用が進められている。

平時より統計処理されたデータを通じて、どういった地域から、どういった経路を経て、どこにどの程度の顧客が宿泊しているのか、どのお土産店のどういった商品がよく売れているのか、宿泊後他の観光地にも立ち寄っているのか、といった地域をマネジメントするための基礎データが分析・可視化されており旅館組合や地方自治体が活用している。一般の事業者については、店舗間、地域間などでそれぞれのサービスを相互に紹介し、収集された行動データと紐付けがなされ、観光行動の連動が見られた場合には、紹介先での購買額のうちいくらかを紹介元の店舗・地域にも分配するといった仕組みも用意されており、より積極的な観光行動を促進するための基盤として利用されている。観光客個人についても、ローカル観光アプリをスマートフォン等の携帯端末にインストールすると、代理機関で収集・分析された類似属性（年齢、性別と言ったデモグラフィック属性に限らず、音楽のし好性や行動の類似性など総合的な類似性）に基づいてその地域におけるおすすめ観光情報などが表示されたり、有償のオプションツアーに申込みができたりといったサービスが展開されている。

非常時にはこれらの仕組みがそのまま、各地域の流動的被災者数の把握に転用され、支援物資の手配をはじめとする、救援活動の基礎的データとして活用される。また、携帯端末キャリアとの連携により、通信が可能な状況に限っては、個人ユーザーに対しても被災時は自動的に携帯端末の地図アプリ上で最適な避難場所へのナビゲートがなされる。このとき裏側では前述した救援活動の基礎的データ等と避難場所のキャパシティ、実際の避難状況などを加味しながら最適な1次避難場所、2次避難場所への誘導を行い、減災に寄与する。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> ICTを用いた観光・防減災に関する制度設計、パーソナルデータの収集と利活用に関する諸制度の対応強化（情報漏洩時の管理責任等に関する手当を含む）
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報保護、行動履歴など時系列データ解析、災害時向けの高

実施主体	戦略
	速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置、などに関する事業化を目標とした応用研究
企業	<ul style="list-style-type: none"> 災害時の情報公開用 API(Application Programming Interface)整備と定期的なコンペティション開催観光情報・防減災情報の標準に準拠した公開、関連サービスの事業化
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 観光情報利活用コンサルなど事業設立と事業者団体の設立
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 観光情報学の発展・普及と、観光ドメインにおける個人情報倫理規定設置 防減災システムインフラの管理・運営、大規模行動情報を活かした地域振興 R&D
大学	<ul style="list-style-type: none"> データ読解・利活用能力の醸成、個人情報保護、行動履歴など時系列データ解析、災害時向けの高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置、などに関する基礎研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 情報リテラシー教育、プライバシー教育 ICTを活用する観光ソムリエ、地域防減災リーダーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 金融・信用情報システムに類する個人(行動)情報管理・運用システム構築、行動情報漏洩保険などの金融商品開発、事業化に向けたリスクマネーの供給
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 行動情報の利活用に関する受容 地域の防減災活動への利用、観光情報の活用による地域活性化

(3) 戦略推進上の留意点

- 共通の形式で一元的に情報が集まっていないこと、避難場所のキャパシティや備蓄品の情報などが電子化されていないことなどを解決するための情報整備
- 非常時の情報運用ルール
- 観光協会など基本的に旅館のオーナーなどを主体とする組織の主体的な連携を促す行政の指導など
- 利用者の収集されたデータを読み取って経営施策に反映できるリテラシー

2.3.4. 国際協調・協働シナリオ

「防減災情報クラウドによる国際災害救援プラットフォームの実現と提供」

(1) 2030年の社会

災害は地域や時間を問わない。ハードとソフトの両面で豊富な防減災リソースと経験を有する我が国は防減災のエキスパートであり、高い防災能力を通じた国際貢献でプレゼンスを発揮する。なおハード面は「レジリエントな社会インフラ」の稿で扱うため、ここではソフト面に限って記述する。

特に情報システムを通じた防減災等有事用のシステムの平時運用、若しくは平時用システムの有事運用について、我が国の技術は先んじており、行動データのフォーマットなどもデファクトを取得し標準化においてイニシアチブを発揮している。このシステムは他国での災害時にも活用でき、

特に自前でシステム運用が難しい国からは災害時に携帯端末の位置履歴などに基づく行動DB(Database、データベース)をつなぐだけで、日本側で衛星データ等も活用したデータの解析から避難物資の最適配分計画まで算出して提供することができる(言語などローカライズの問題から救護者支援が主体)。これらのサービスはクラウドで提供されているため、行動DBが生きていてネット接続できればスマートフォンのデバイス程度でも結果を見ることができ、日本の救助部隊が現地入りした際には、これらの情報はそのまま救助部隊が利用するシステムの基幹として機能する。また、過去の災害で得られた情報もそのまま蓄積されており、防滅災知識DBとしても活用される。

この「行動データ共有」は、感染症のパンデミックについても有効に作用する。例えば、通常自然災害であれば基本的に直接は個人とつながらないような配慮の元に利用されるが、パンデミック時には個人ID(Identification)付きの情報群で各国が連携解析することで、感染経路などを早急にたどり、防疫などの対策を行うこともできる。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 防滅災情報クラウドを運用・活用するための制度設計、国際協力の枠組みにおけるリーダーシップの発揮
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報保護手法、行動履歴など時系列データ解析技術、災害時向けの各種高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置技術などに関する応用研究
企業	<ul style="list-style-type: none"> 災害時の情報公開用API整備と定期的なコンペティション開催 防滅災クラウドのサービス事業化
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 国際災害チャーター制度の確立 防滅災に活用可能なデータの公的利用へのオープン化
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 観光情報学の発展・普及と、観光ドメインにおける個人情報倫理規定設置防滅災システムインフラの管理・運営、大規模行動情報を活かした地域振興R&D
大学	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム・リモートセンシング、サービスデザインに関する基礎研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 情報リテラシー教育、プライバシー教育 防滅災リーダーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 防滅災対応インフラへの優先的投資、高度防滅災技術に対応した保険商品の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 行動情報の利活用に関する受容、国際防滅災活動への参画

(3) 戦略推進上の留意点

- 先進事例として注目されていること(リーダーシップシナリオの諸条件を達成など)
- 他国の行動データをどのように扱うかについて国際的な枠組みの設置
- 目的外利用の制限やデータの確証破壊
- スマートフォンなど情報インフラが十分でない環境での運用
- 行動データのフォーマットの標準化

■ アプリケーションなどサービス運用上のローカライズ

2.3.5. 自律性シナリオ

「サービス連携を通じたサステナブルな防減災サービスエコシステム」

(1) 2030年の社会

我が国は、定期的な自然災害を避けて通れない一方で、少子高齢化・人口減少によりインフラ面でのメンテナンスなども行き届かない箇所が出てきており、有事が想定される場合の早めの避難や被害を軽減させる減災の重要性はますます増加している。

一方、衛星データの高精細化は進み、道路は ITS (Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム) 関連技術の進展により、既に様々なセンサを敷設、最近では山林にも様々なセンサが設置されている。これらの情報に基づいて避難勧告の精度は向上している。警報は拙速が旨であるため誤報も度々生じるがスマートフォン等手元の端末で状況が把握でき、暇つぶしもできるため 20 世紀頃の避難のことを考えるとストレスは少ない。

以上の状況を統括するシステムは大規模なものではあるが、ふだんは観光はじめほかのサービスのために使われていて、災害時以外にも活用されている。サーバは日本国内の複数地域と海外のデータセンターに分散設置されるなどアベイラビリティを確保しており、地方行政機関や観光協会、一般市民がそのインフラを意識したり、メンテナンスしたりする必要は全くない。

観光客の行動データは統計化・匿名化された上でオープンデータ化され地域経済分析システム(リーサス、RESAS : Regional Economy (and) Society Analyzing System)などにも反映されている。これにより最近では観光客の動線を分析して隣町のお祭りとタイアップした観光イベントを計画したり、街中スタンプラリーを企画したりといった活性化に取り組んでいる。企画の成果をきちんと数字で追えるため「やりきり」にならず、地域振興のモチベーション向上につながっている。

データ資産価値が広く認知されるに伴って「地域」に関する知識・データの整備についても一つの動きが出始めている。観光のドメインでは地域の民話や伝承、神楽などの伝統芸能といった文化的なものや暗黙知を多分に含むようなレベルのものをマルチメディアで収集記録する動きが出始めている。より「データ」に近いレベルでは催事などのイベントの情報もまずは防減災システムを含む統括システムへ入力されるようになっており、これが地域間の相互送客などにも生かされている。防災拠点ごとの資材備蓄状況などのデータも共通フォーマットで入力・適時更新されている。これらのデータフォーマットは共通語彙基盤に基づいて定義されており、可用性の高いオープンデータとなっている。このようにして、平時と有事の情報を蓄積・活用し、各種サービスを実現するエコシステムが稼働している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

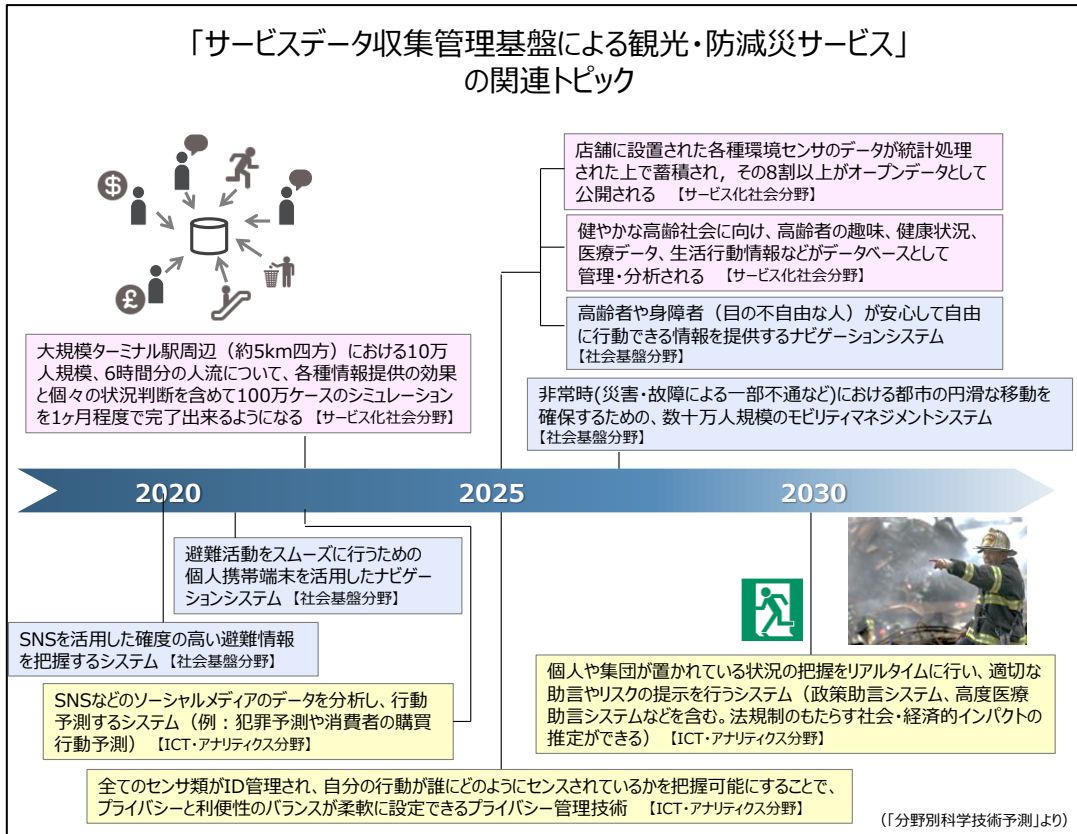
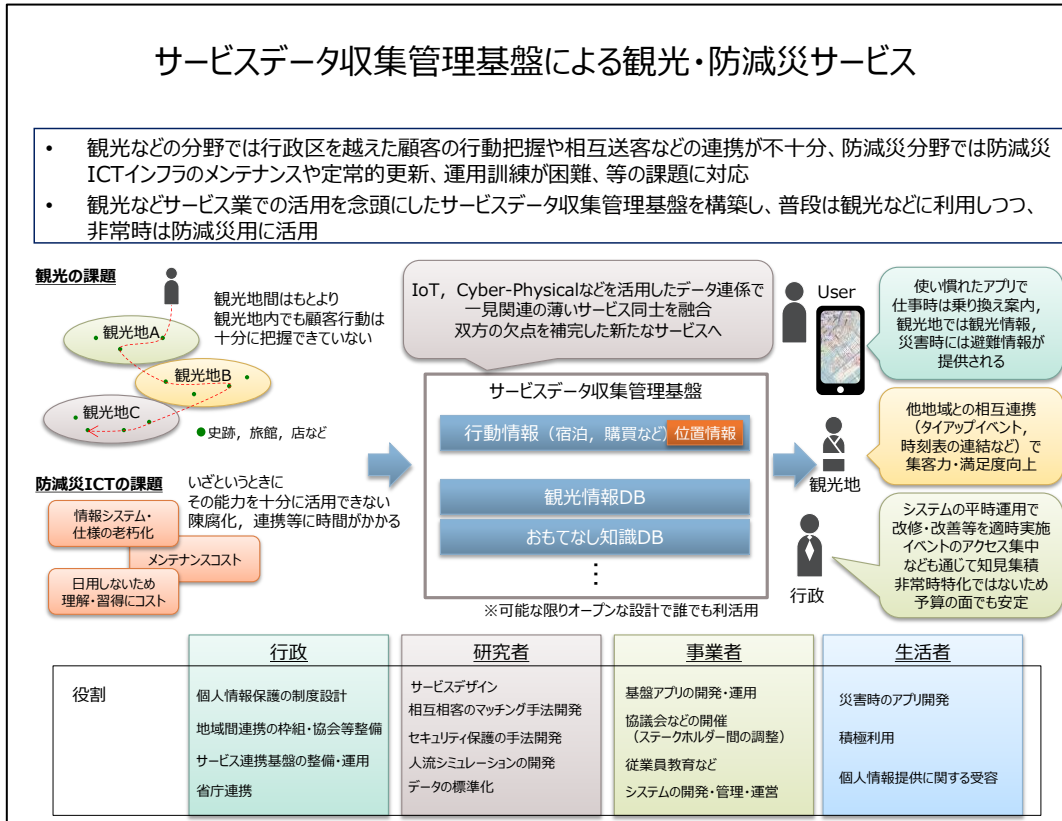
実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 防減災サービスエコシステム実現に向けた制度設計、国際協力の枠組みの設置
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報保護手法、行動履歴など時系列データ解析技術、災害時向けの各種高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資

実施主体	戦略
	最適配置技術、などに関する応用研究
企業	<ul style="list-style-type: none"> 災害時の情報公開用 API 整備と定期的なコンペティション開催
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 国際チャーター制度の確立
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 個人の行動情報を用いた研究開発倫理規定の策定
大学	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報保護手法、行動履歴など時系列データ解析技術、災害時向けの各種高速・大規模シミュレーション、避難誘導・支援物資最適配置技術などに関する基礎研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 情報リテラシー教育、プライバシー教育地域観光リーダー、地域防減災リーダーの育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 防減災サービスエコシステムへの優先的投資、高度防減災技術に対応した保険商品の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 行動情報の利活用に関する受容

(3) 戦略推進上の留意点

- 利用者をうまく巻き込むようなサービスデザイン
- 複数省庁横断・連携型の制度改革、運用
- 利用者側サービス提供側双方の意識改革

2.3.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討結果）



2.4. [サービス、ICT]

ICT を活用した技能継承の実現

2.4.1. 検討の背景

日本を訪れる外国人観光客は加速的に増加しており、海外でも日本文化に対する関心は高まっている。日本の魅力の源泉には、アニメ、漫画、ファッション等のポップカルチャーや、歴史の中で培われた伝統的な芸術・技能、そして先端技術を生生活空間で活用することを目標とした製品等がある。これらの魅力はいわばソフトパワーとして外交上も重要視されるに至り、国内外での収益を上げるための成長戦略の中核にも位置付けられている。

これらのコンテンツの魅力は属人的な職能によって労働集約的な形態で生み出されている場合が多いが、技能者の高齢化や継承困難性により、中長期的視点からの課題も多い。

一方で、ICT 関連技術の進展により、従来取得困難であると考えられていたノウハウを形式化するための手法や、得られた情報を基にスキル評価やスキルの再現を行うための手法が開発されつつある。これらの技術を活用することで、日本のコンテンツ力の継承と発展が可能になると考えられる。

また、コンテンツ力の継承と発展に活用されるICTは、国際的課題である災害対策に対しても活用可能であるなど、多方面に好影響を与える潜在力を有している。

2.4.2. 注目される方向性

A) インタフェース技術の進展による全身体的行為・五感情報の獲得

脳科学の進展により人間の認知基礎過程の理解に基づいたインタフェースが実現されようとしている。そのようなインタフェースによって取得可能な高精度な身体活動情報に基づき、従来取得困難であると考えられていた伝統技能の技を形成する全身体的行為の獲得が可能になると予想される。

また、視覚・聴覚以外に、触覚、嗅覚、味覚に関しても表現が可能な五感ディスプレイの研究開発も進み、非侵襲型デバイスによる、上記五感の取得も可能になりつつある。脳理解に基づく感覚メカニズムの解明に基づき五感デバイスを活用することにより、新しいインタフェースが実現される。

B) 超高精細ディスプレイ技術の進展

近い将来 8K 映像が標準的に利用されるようになり、研究レベルでは 8K を超えたマルチスケール・高精細映像技術が開発されるようになる。高精細映像技術の進展により、単に写実的であるだけでなく、「みずみずしさ」「初々しさ」といった質感を実感に近い形で伝達することが可能となる。このような映像技術と日本文化の特徴であるコンテンツ技術が統合することにより、新表現が生み出される。

C) 情報通信とロボットの融合によるインクルーシブ技術の深化

日本では歴史的にロボット関連技術(センサー、AI、アクチュエータ)の研究が世界的に高い水準にあり、その技術を結集させ高水準なヒューマノイドが生み出されている。このような

技術的背景から、その社会実装が進んでおり、ロボットを生活空間に導入して補助をさせる方向性が見えてきた。また、災害対応ロボット技術は東日本大震災の経験を踏まえ、急速に研究が進んでいる。今後は、ヒューマノイド技術と災害対応ロボット技術及び背景の情報通信技術が融合し、人間単独では実施困難な作業を遂行するより包括的なシステムの実現が期待される。

2.4.3. リーダーシップシナリオ

「コンテンツ関連技能のスマート化によるクリエイティブ経済の発展」

(1) 2030年の社会

日本は歴史的にも独自の表現技術による世界に類を見ない芸術作品を制作してきた。日本の芸術品・工芸品は世界のクリエイティブ人材を触発し続け、日本の魅力の源泉の一つとなっている。

世界中に根強いファンを持つ日本のアニメーション表現は、従来、CGを使用しない手書きのみによって行う制作が中心であったが、優秀なクリエイティブ人材の量が制約条件となっていた。しかし、アニメーション表現に特徴的な表現を数理的なモデリングによって行うコンピューターグラフィックス理論が実現したため、手書きのアニメーションの質感を保ちつつも、より大量の高精細な映像制作を行うことが可能となった。また、コンピュータの支援を受けたクリエイティブ人材の創意工夫により、より高度な表現が実現され、新たな映像表現が日々生み出され続けている。

アニメーションだけでなく、他の技芸のノウハウも、原理の解明が進むにつれ、制作支援・技能継承支援が行いやすくなり、人材の量的拡大と他分野へのスピルオーバーが進む。

新映像表現の発展は、錯覚学を中心とした新しい科学の進展によって裏付けられている。これまで最高水準のクリエイターのみが経験的に体得した表現技術は、人間の知覚（視覚、触覚等）の特徴の深い理解に基づき、コンピュータ上の創作システム上で再現可能となった。そのようなシステムを用いて、クリエイターが更なる創意工夫を行うことにより、よりダイナミックかつ繊細な表現の提案が可能となった。さらに、そのようにして編み出された新表現のメカニズムは分析され、システムに対してフィードバックされるという好循環が形成されている。

また、日本的な映像表現は先端科学技術との融合により、制作の現場だけでなく、住空間を含めたより広範な領域で活用されるようになってきている。大型パネルで映像表示されることで形成される室内環境は、居住者の生理状態のセンシングによってダイナミックに変わる。また、ライブ会場のようなエンターテインメント空間においても、リアルタイムレンダリングとディスプレイデバイスの活用によって、新しい体験が可能となる。同様の体験を、室内空間においても、あたかもライブ会場にいるかのように体験することが可能である。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 技能継承の推進

実施主体	戦略
公的研究機関	• 技能者のスキルのアーカイブ化・技能継承に関する社会実装研究の推進
企業	• 技能を基にした製造物の販売強化・技能と先端技術の融合による新製品の開発
業界プラットフォーム組織	• 企業間での技能競技会(コンペ)の開催、事業者間でのノウハウ共有に向けた場の設置
学・協会	• 技能の解明に向けた研究組織の立ち上げ
大学	• 技能の解明に向けた研究の推進 • 技能のノウハウと先端製造技術の両者を備えた新人材の育成
その他人材育成機関	• 技能の継承
金融・投資機関	• 新コンテンツ創造に対するリスクマネーの提供
市民・NPO	• 社会生活における新コンテンツの活用

(3) 戦略推進上の留意点

- 技能者のスキルの仔細な観察から観測された情報から重要度が高い情報を抽出し、構造化するためのAI技術
- ノウハウのうち、形式化可能な部分と形式化不可能な部分のしゅん別と、後者の育成方法の明確化
- 技能者のスキルをアーカイブするための標準的手法、抽出されたノウハウを表現するための標準的手法

2.4.4. 国際協調・協働シナリオ

「超高精細映像、センシング技術、ロボット技術の災害対応利用」

(1) 2030年の社会

世界全体は気候変動を要因とした深刻な国際的災害(国際激甚災害)の増加、経済システムのグローバル化による負の側面と格差の拡大に起因する不安定化により、従来予想されなかった人的災害・自然災害が頻発している。また、技術の進展により生じたトランスサイエンス的な社会課題も多く存在する。このような課題の解決に向け、国際社会は一丸となりプロアクティブに対応していくことが求められている。

地震や水害などのように建造物の損壊が激しい環境下で、生存者救命と二次被害の防止を行うためには、現場の正確かつ迅速な状況把握が求められる。日本を中心として、文化財のデジタル化が進められており、その経験から広域3Dレーザースキャナの利用ノウハウが蓄積されている。ドローンやロボットによる能動的センシング、超音波診断、小型放射光装置等を併用することで、迅速に状況把握が可能となる。また、被災地と災害対策本部との間を高精細映像(8K/16K)で接続することにより、現場の正確な把握に基づいた各種判断が行えるようになる。

レスキュー対応においては、レスキューロボットと救助隊員が連携しながらミッションを達成することが普通となった。特に危険性が高い場合には、あたかも救助隊員の分身のように動けるテレイド

ジスタンス機能を有するレスキューロボットによって救助活動が実施される。

被災後、復旧が進むまでの間、被災者が従来の地域コミュニティと断絶するケースが多い。そのような環境は、特に高齢者には大きなストレスとなり深刻な健康被害の併発に至るケースもありうる。そこで、テレグジスタンス装置や身代わりロボットにより、ネットワークを通じたバーチャルなコミュニティを実現するためのシステムが活躍する。

災害対応の過程では膨大なデータ(ビッグデータ)が取得される。その情報は、当該災害への迅速な対応のみならず、アーカイブされ、今後の災害対策立案や災害対応従事者のスキル育成のために分析、保管される。五感ディスプレイデバイスを装着し、実際の災害のデータに基づくシミュレーションを繰り返すことで、災害対応従事者のスキルが向上する。また、災害対応で培われた判断力・行動力は他の社会活動に対しても貢献することが期待され、災害対応経験者を核として日本各地の経済活動、地域活動が活性化する。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 超高精細映像に関する研究開発の推進 インタフェース技術、テレグジスタンス技術に関する研究開発の推進
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 災害対応を前提とした運用技術の開発 ロボット技術のディペンダビリティの強化
企業	<ul style="list-style-type: none"> 超高精細映像を用いた 伝統技能と先端技術の融合による新製品の開発
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 空間情報の災害利用に関する標準の策定
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> センシング技術に関する技能の標準化 空間情報の災害時の活用に関する標準化
大学	<ul style="list-style-type: none"> スキャンニングの高度化(大規模スキャン技術、都市規模の3Dモデルを点群から迅速に再構成する技術) 災害応用可能な診断基礎技術の開発、
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 空間情報取扱い技能者の育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 空間情報活用ビジネスへの投資 災害関連ソーシャル企業への資金提供
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 災害発生時のボランティア参画

(3) 戦略推進上の留意点

- 災害環境下で活用可能な程度まで関連技術の頑強性を高める
- 災害環境下でのネットワーク構築技術
- 空間情報活用技術の深化、空間情報活用技術者の育成

2.4.5. 自律性シナリオ

「グローバルな人材の確保・集積を通じた技能継承・発展による地域産業社会の実現」

(1) 2030年の社会

従来移転困難と考えられていた町工場の職人技やコンテンツ制作技能者が持つノウハウは、センシングデバイスとインタフェース(ハプティックディスプレイ装置等)が発展した結果、定量的かつ客観的に把握することが可能となった。把握されたデータを基に、機械学習アルゴリズム等を利用することでノウハウの形式化が可能となった。また、得られたノウハウを基に技能習得システムが構築され、習熟度適応型学習の活用により、早期に習熟度が向上するようになった。

このように、ノウハウ等の暗黙知の把握と継承が容易となったことで、日本各地の工業試験所や大学が地域の技能のアーカイブと継承を行うための機関として機能するようになった。日本各地で継承者不足を理由とした伝統の断絶は皆無となり、全ての町工場や工芸品制作に代表される地域独特の技芸が後世に残されるようになった。

また、自動通訳機の普及により多言語コミュニケーションが容易となっているため、日本の伝統や技芸に関心を持った外国人が日本の各地に居住し、上記技能の継承を受ける事例も増加した。技能者の量的拡大により、従来町工場や伝統工芸では困難であった大量個別生産が可能となるなど地域の経済活動にも大きな好影響を与えている。

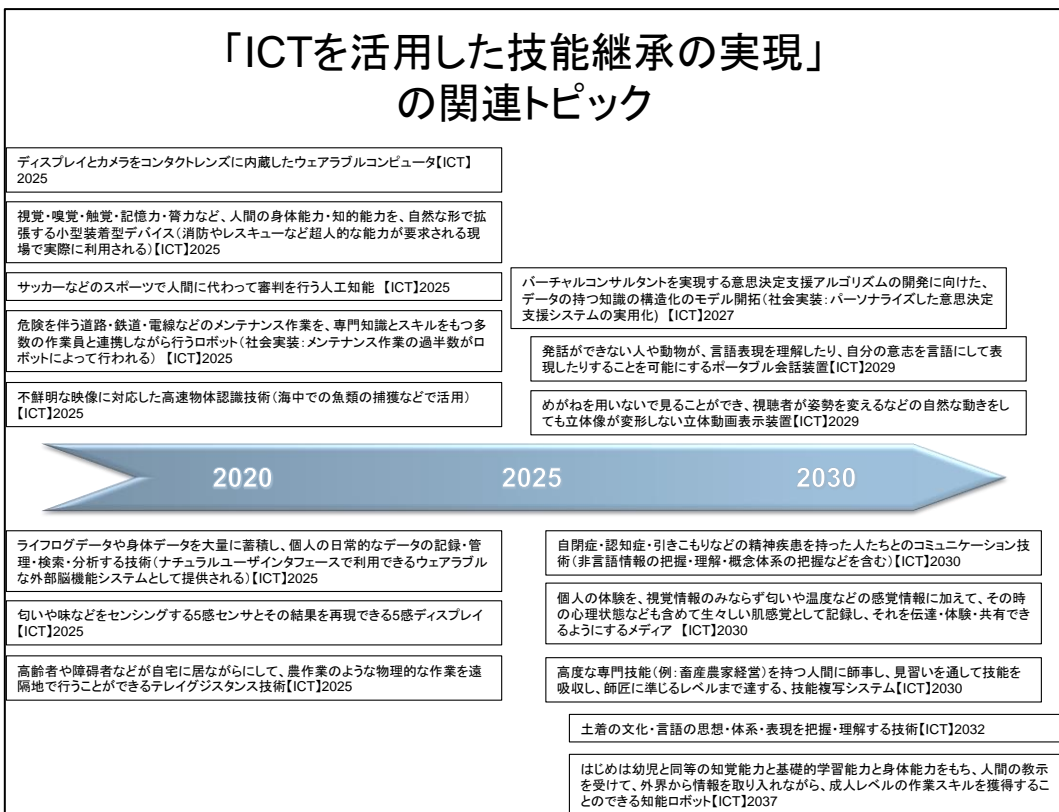
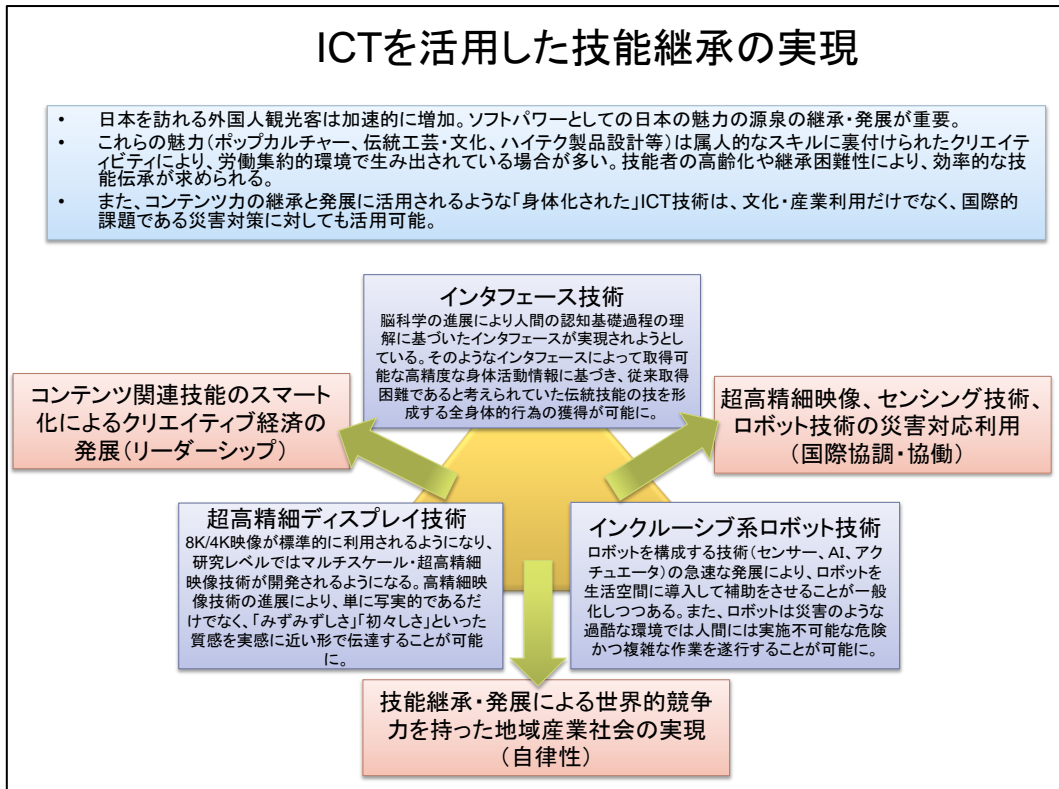
(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	• 地域独特の技能の指定とそのノウハウ体系化に向けた支援
公的研究機関	• 地域独特の技能のアーカイブ化とノウハウの推定 • 得られたノウハウを基にした教育プログラムの作成
企業	• 技能者の活用による新事業開発 • 伝統技能と先端技術の融合による新製品の開発
業界プラットフォーム組織	• 技能継承に関する経験の共有
学・協会	• 技能におけるノウハウの解明に向けた研究組織の立ち上げ
大学	• 技能におけるノウハウの解明に向けた研究の推進 • 獲得された技能ノウハウと先端技術の融合による新技術の創出
その他人材育成機関	• 技能者育成の強化
金融・投資機関	• 継承された技能を基にした新事業へのリスクマネーの提供
市民・NPO	• 技能者育成に向けた社会受容

(3) 戦略推進上の留意点

- 技能継承に関する実務家を各地に配置あるいは派遣する制度の確立
- 地域の起業家精神を高めるための方策
- 文化・価値観等の多様性の受容

2.4.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）



2.5. [健康・医療情報、脳とこころ]

健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化

2.5.1. 検討の背景

本テーマは、「将来社会ビジョンの検討」において抽出された「世界の中の日本」「人口構成」「知識産業」の3テーマの中で重要とされた論点を念頭に、「分野別科学技術予測」の「健康・医療・生命科学」分野における社会的課題から構成したものである。

我が国は、高齢化率において世界の先頭を走り続け、未曾有の社会への対応に迫られている。そこで本テーマでは、超高齢社会における労働力確保の観点から、生涯の健康管理と、がんや循環器疾患と並んで健康寿命損失の主要原因となっている精神神経疾患に焦点を当てた。

生涯の健康管理や精神神経疾患に関する社会課題の解決のために、健康・医療情報及び脳のビッグデータを利活用する。そのためには、人材育成や倫理的配慮を伴う多分野にまたがる研究の推進が必要となる。疫学、生物統計学、情報科学、研究倫理学の分野の人材は不足しており、特に育成の必要性が高い。これらの取組を通じて、世界で最も長寿化の進んだ我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案し、新たなイノベーションを起こす。

また、国際協調・協働が必要な分野として、新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究も取り上げた。

2.5.2. 注目される方向性

A) 超高齢社会における労働力の持続的な確保に向けた疾病対策

- ①大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究による政策策定と産業創生
- ②機能的健康度を指標とする健康管理・医療
 - ・高齢者に特化した長期縦断研究による機能的健康度の基準値作成及びその活用システム
- ③地域のソーシャルキャピタルを高める新しい社会技術の開発

B) 脳とこころの健全化と機能拡張

- ①脳ビッグデータの活用による精神疾患の新たな診断・治療・予防
- ②ICTの発展に伴う急速な社会変化により増加が懸念される精神疾患への対処

C) 新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究における国際協力

- ①感染症の流行予測・警報発出システム、対策立案支援システム
- ②希少疾患登録システムの構築と創薬への展開

2.5.3. リーダーシップシナリオ

「健康・医療ビッグデータの利活用により超高齢社会のモデルとして世界をリードする日本」

(1) 2030年の社会

我が国の高齢化率(65歳以上人口割合)は世界の先頭を走り続け約32%に達したが、医療・ヘルスケアの進歩と高齢社会対策の抜本的強化により、“高齢者”という言葉にはもはや“支えられる

世代”という一昔前の意味合いはなくなった。元々他の先進諸国と比較して高かった高齢者の労働力率も更に高まっている。そして高齢者の様々な形での社会参加は、健康増進にますます貢献するという好循環が巡っている。超高齢状態での社会の発展に貢献している医薬品や医療・介護機器等の様々な技術や居住環境は、世界に向けて発信され、日本経済の柱となっている。

《大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究による政策策定と産業創生》

多種多様な健康関連情報を出生前から生涯にわたって追跡する疫学研究である大規模長期縦断研究(出生コホート/ライフコースリサーチ)が行われている。これは、医学のみならず、教育、経済等多様な研究の基盤となり、日本の政策基盤としても機能している。健康関連ビッグデータの活用と橋渡し研究(T1:基礎から臨床へ、T2:臨床から公衆衛生へ)が、公共政策の策定と健康産業の創生に寄与している。

国民もエビデンスに基づく政策形成を受容しており、社会経済的要因と健康の関連等の研究成果は健康政策や教育政策等にも実装されている。

健康関連ビッグデータから生まれる仮説と、橋渡し研究が格段に容易になったおかげで、医薬品・医療機器の開発も盛んになり、ベンチャー企業の参加も大幅に増加した。特に、日常のヘルスケアにおけるベンチャー企業の寄与は大きく、健康な生活習慣の維持や医療との連携に欠かせない携帯端末を利用するモバイルヘルスの分野で顕著だ。多種類の検査が可能なモバイル機器は、医療費の削減にも大きく貢献している。

《機能的健康度を指標とする高齢者の健康管理・医療》

大規模長期縦断研究に加えて、高齢者に特化した疫学研究と生活場面での介入研究の成果により、高齢者の機能的健康度(心身機能や社会機能)の伸びは現在も続いている。

年齢・性別や機能障害のパターンごとに、機能的健康度に関連したリスク要因及び防御要因についてのエビデンスが得られてきた。また、軽度認知障害のような認知的フレイル(虚弱)及びサルコペニア(骨格筋力低下)のような身体的フレイルに対して、産学官民が連携して種々な介入研究を行えるリビングラボが成果を生み出し、世界で大人気のコンパニオンロボットや、世界で定番となっている介護補助システム、高齢者住宅の開発にもつながっている。

《地域のソーシャルキャピタル(社会資本)を高める新しい社会技術の開発》

日本人が長寿である要因の一つとしての家庭や職場及び地域社会における人と人とのつながりといったソーシャルキャピタルの見える化が実現され、ソーシャルキャピタルを高める社会実験が行われてその効果が検証された。高齢者のための医療環境・生活環境が整い、ソーシャルキャピタルの豊富なコミュニティは、アジアをはじめとした世界の高齢者富裕層も引き付けている。リアルタイム音声翻訳装置の助けもあって、外国人でも不自由なく快適に生活している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 研究、政策基盤としての大規模長期縦断研究の基盤構築とその拠点形成(保健医療マイナンバーの活用、一元的に運営するデータ管理・データ活用の拠点形成等) • 健康医療情報利活用の基本ガイドラインの確立 • ブレイン・マシン・インターフェース/ブレイン・コンピュータ・インタ

実施主体	戦略
	<ul style="list-style-type: none"> 一フェース(BMI/BCI)技術の倫理ガイドラインの確立 ソーシャルキャピタルの見える化とソーシャルキャピタルを高める社会実験のための研究プログラム構築 日本での医療・介護や高齢者生活を希望する外国人を受け入れる法制度整備
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 経済活動も含めた多種多様な健康関連ビッグデータのデータセットの構築(保管データの活用を含む) 橋渡し研究の疫学と産業創生(T1、T2における疫学の充実、医薬品・医療機器の開発、公共政策及び産業創生) 機能的健康度を指標とする健康管理・医療を目指した高齢者疫学研究拠点の形成 産学官民が連携して高齢者を対象に種々な介入研究を行えるリビングラボの拠点形成
企業	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ ビッグデータ解析手法(情報セキュリティ技術を含む) ◇ 健康関連ビッグデータや橋渡し研究基盤を利活用した医薬品・医療機器、日常のヘルスケアに資する機器・システム ◇ 高齢者の機能的健康に資する製品(ロボット、介護補助システム、住宅・設備を含む) ◇ 海外の高齢者を対象とした医療リゾート、ツアー商品の開発 ◇ リアルタイム音声翻訳装置
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 健康医療情報のデータ標準化 データ利活用環境の向上
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 疫学、生物統計学、情報科学、研究倫理学の人材の認定制度 機能的健康度の基準値の作成
大学	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ ビッグデータ解析手法(学際的な研究チーム、高い研究ガバナンスによる質の高い研究、情報セキュリティ技術を含む) ◇ 認知的フレイルや身体的フレイルの予防法・治療法 疫学、生物統計学、情報科学、研究倫理学の人材育成(複数の専門性を身につけた新たな人材、現役研究者のトレーニング) 研究倫理教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 大規模長期縦断研究の教育と参加 機能的健康度を維持・増進する生活の在り方の教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 日常のヘルスケアに資する機器・システムや高齢者向け機器・システムの研究開発を行う企業への金融支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 大規模長期縦断研究への理解 健康医療情報取り扱いへの理解 機能的健康度を維持・増進する生活の在り方の学習 機能的健康度を維持・増進するコミュニティの形成

(3) 戦略推進上の留意点

- 医療個人情報利活用や BMI/BCI の社会受容

2.5.4. 国際協調・協働シナリオ

「新興・再興感染症対策や難病・希少疾患研究における国際協力」

(1) 2030年の社会

《新興・再興感染症対策》

ウイルス抗原の変異があっても、数回の接種で生涯感染予防が可能なインフルエンザワクチンにより、インフルエンザの流行は10年前に比べ大きく減った。しかし、地球温暖化による生態系の変化と交通手段の発達により、新興・再興感染症の流行はたまに発生している。

海外渡航者は、帰国する機内あるいは空港では、特定の感染症への感染の有無や感染者の他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する超軽量センサにより、検査を受ける。病原体データベースは充実しており、未知の病原体の分離・同定も迅速になされている。

また、医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出は国際的に機能しており正確である。人への影響(世界的流行を引き起こす可能性、病原性)について、環境・病原体・宿主等因子を総合的に勘案し定量的に予測・評価されている。また、ワクチン・薬剤等の迅速な開発が困難な新興感染症に対しても、リアルタイムシミュレーションシステムを使って戦略(医療的な介入及び注意喚起・行動変容を促すこと等の非医療的な介入)立案が支援されている。

通常は感染が発覚した場合も、新規病原体に対して迅速に中和抗体を作製して、大量生産する技術により、深刻な事態に陥ることはなくなっている。予防ワクチンや治療薬は、国際協力により必要な地域に迅速に供給されている。特に感染症においては、情けは人の為ならず(外国を助けることは自国への感染や経済面での悪影響を防ぐ)ということで、資金がない発展途上国にも無償または安価で提供が行われている。

《難病・希少疾患研究》

難病・希少疾患では、患者数の少なさを克服するべく、疫学や臨床研究での国際協調が進んだ。患者登録の共通プラットフォームが運営され、難治性疾患特異的ゲノムデータベースの構築と発症機序の解析がなされている。オープン電子健康記録により、患者個別の全ゲノム解析情報と患者の医療情報(家族歴、身体所見、検査・画像所見、治療反応性等)について医療機関を超えて共有化させることで、臨床症状の視点から捉えられた疾患をゲノムレベルで比較検討がなされている。

これにより、ドラッグ・リポジショニングや遺伝子治療等の予防法・治療法の開発が多くなされている。その基盤となる個人医療情報保護の規制・制度やセキュリティ技術も確立している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

《新興・再興感染症対策》

実施主体	戦略
政府・自治体	• 国際連携の枠組み構築
公的研究機関	• 未知病原体の分離・同定のための病原体データベース構築 • 医療データやウェブデータ等を活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システムの構築

実施主体	戦略
	<ul style="list-style-type: none"> 新興感染症が及ぼす人への影響(世界的流行を引き起こす可能性、病原性)について、環境・病原体・宿主等因子を総合的に勘案し定量的に予測・評価するシステムの構築 ワクチン・薬剤等の迅速な開発が困難な新興感染症に対する戦略(医療的な介入及び注意喚起・行動変容を促すこと等の非医療的な介入)の立案を支援するリアルタイムシミュレーションシステム
企業	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ ウィルス抗原変異等の影響なく、数回の接種で生涯感染予防が可能なインフルエンザワクチン ◇ 特定の感染症への感染の有無や感染者の他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する、汚染区域や航空機内等でも使用可能な超軽量センサ ◇ 新規病原体に対する迅速な中和抗体の作製・大量生産 迅速大量供給システムの構築(生産体制、物流)
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> グローバルヘルスにおける国際貢献(発展途上国への治療薬の無償または安価での提供等)
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 診療ガイドライン更新・作成 国際保健衛生活動(赤十字等)の技術高度化
大学	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 感染症の感染・重症化機序及び検査法・予防法・治療法
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> データベース取扱いに関する研究倫理教育 国内外で危険度の高い感染症の検査や治療補助に対応可能な人材の育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ベンチャー企業(感染症検査法、ワクチン等)への投資拡大 感染症予防ビジネスへの積極的投資・仕組み構築
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 医療情報取り扱いへの理解 感染症に対する正しい知識の普及 国際保健衛生活動へのボランティア参加

《難病・希少疾患研究》

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 国際連携の枠組み構築 ゲノムを含む個人の健康医療情報保護の規制・制度の確立 難病・希少疾患データベースの利活用の範囲をどこまで拡大(国外の研究機関、製薬メーカー等)できるのか、利活用によって得られた利益の扱い等、制度面からの検証 難病・希少疾患の国際分類(ICD10、orphan number、omics等)、診断に求められる医療データセットについて、臨床治験を視野に入れた項目、単位等の標準化

実施主体	戦略
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 難病・希少疾患患者登録共通プラットフォームの構築 次世代シーケンサーを用いた難治性疾患特異的ゲノムデータベースの構築と発症機序の解析法開発 難病・希少疾患患者個別の全ゲノム解析情報と患者の医療情報（家族歴、身体所見、検査・画像所見、治療反応性等）について医療機関を超えて共有するためのオープン EHR の構築 登録された患者個人を保護し、かつ利活用ができるための個人認証システムの開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 難病・希少疾患治療薬開発 ◇ 情報技術（データ解析、セキュリティ）
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> ドラッグ・リポジショニングへの協力（化合物、情報）
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 診療ガイドライン更新・作成
大学	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 情報技術（データ解析、セキュリティ） ◇ 難病・希少疾患の疫学、発症機序、バイオマーカー、予防法・治療法（ドラッグ・リポジショニング、遺伝子治療等） データベース取扱いに関する研究倫理教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> データベース取扱いに関する研究倫理教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 難病・希少疾患研究・医療への寄付の仕組み構築
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 医療情報取扱いへの理解

(3) 戦略推進上の留意点

■ 医療個人情報利活用の社会受容

2.5.5. 自律性シナリオ

「超知識社会・超情報化社会における脳とこころの健全化」

(1) 2030 年の社会

《精神的ストレスへの対処》

社会・経済・ICT の急速な変化に対処できない人が不適応に追い込まれ、うつ病により就労困難、自殺等に至るのを未然に防ぐ仕組みが定着している。かつては、メンタルヘルスの問題は、生産性低下・病欠・失職を引き起こす大きな社会的負担であったが、大きな様変わりだ。

個人に対しては、ICT を環境調整支援に活用したストレス防御支援技術（バーチャルリアリティ等）及び精神疾患のリハビリテーションシステムの構築がなされている。また、社会へのアプローチとして、環境デザイン等で意図的にストレスをかけてストレス耐性を育てる教育システム、及び人間関係等におけるストレスの低い社会システムの構築がなされている。多様性に対する許容度を育む教育は、発想や行動が型にはまりにくくピラミッド型組織では評価が低くなりがちなユニークな人々を包含する組織の構築につながり、社会にイノベーションを起こし活性化させるという点にお

いても貢献している。また、働く個人相互がストレスを感じない、個々の能力・特性に応じた自由な働き方のできる組織マネジメントが基本となった。

仕事と生活の好循環が広く浸透することで、かつて先進諸国の中で最下位の部類であった各種調査での日本の幸福度のランキングは、最上位の部類となっている。

《脳ビッグデータにより開発された精神疾患の新規診断法・治療法・予防法の普及》

ストレスへの対処は一定程度成功したと言えるが、それでもうつ病はありふれた疾患であることには変わらない。しかしながら、一昔前にくらべると、うつ病等精神疾患患者の状況は格段に改善され、治療が極めて効果的になった。

現在では神経回路-分子病態に基づく精神疾患の生物学的分類が構築されており、亜型診断分類に基づいて、個人の脳活動の特性に対応した治療法・予防法が選択されるようになった。即効性で再発のない抗うつ治療法により、多くはすぐに社会活動に復帰できるようになった。薬剤では難治性の精神疾患に対しても、深部脳刺激療法・ニューロフィードバック等の生理学的治療法が普及しつつある。

これらは、精神疾患患者及び健常者の脳ビッグデータが基盤となって開発された。多様な(マルチモーダル)計測技術によって得られた脳情報が、詳細な臨床評価とともに集積され、モデル動物の脳情報とも有機的に統合された。さらに、それら「深い脳情報(個人内の脳ビッグデータ)」を、簡易な計測技術で大人数から得た「広い脳情報(集団の脳ビッグデータ)」と対応付けて、数理科学的手法により統合的な解析がなされた。新規化合物の人における有効性や安全性もコンピュータでシミュレーションされている。脳ビッグデータは、医療以外にも社会・教育等多様な領域で活用が進んでいる。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 革新的な学際的プロジェクト推進のための評価軸・人事制度構築 • 精神疾患のための環境調整支援技術を現在の薬と同じように処方するための専門職、機関、制度の検討 • 雇用制度、教育等に係る制度整備 • 精神医学、脳機能解析学、ゲノム解析学、計算神経科学、ビッグデータ科学、医用工学、モデル動物学、創薬科学等の研究者が連携する脳ビッグデータ研究プログラムの構築 • 医療個人情報・脳ビッグデータの悪用防止等倫理面の制度整備 • 精神疾患治療・予防用の医薬品・医療機器の安全性・依存性への対策のための制度整備 • ブレイン・マシン・インターフェース/ブレイン・コンピュータ・インターフェース(BMI/BCI)技術の倫理ガイドラインの確立
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> • 脳ビッグデータの基盤構築 • マルチモーダル計測(rs-fMRI、sMRI、task-fMRI、PET、MRS、DTI、EEG、MEG等*)による脳情報の集積(臨床評価とともに) • モデル動物の脳情報基盤の構築 • 小型脳活動計測装置を用いた大人数からの脳情報集積

実施主体	戦略
企業	<ul style="list-style-type: none"> • ユニークな人々を包含する組織の構築 • 働く個人相互がストレスを感じない、個々の能力・特性に応じた働き方ができる組織マネジメント • 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ 普及可能な小型脳計測装置(NIRS、EEG 等*) ◇ 脳ビッグデータに基づく医薬品・医療機器 ◇ 新規抗うつ薬(即効性、再発予防) ◇ 精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバック等の生理学的治療法のための機器
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> • オフィス内のストレスを軽減するためのガイドライン等の策定 • 脳計測データの標準化
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> • 神経回路-分子病態に基づく精神疾患の亜型診断分類
大学	<ul style="list-style-type: none"> • 研究開発： <ul style="list-style-type: none"> ◇ ICTを活用した個人のストレス防御支援技術及びリハビリテーションシステムの構築 ◇ ストレス耐性を育てる教育システム(多様性に対する許容度を育む教育等) ◇ ストレスの低い社会システム(組織マネジメント等)研究領域(人文・理工・医の融合領域)の創設と人材の育成 ◇ 情動等の脳機能解明に基づく、いじめや不登校への対処法 ◇ マルチモーダル計測(rs-fMRI、sMRI、task-fMRI、PET、MRS、DTI、EEG、MEG 等*)による脳情報の収集(臨床評価とともに) ◇ モデル動物の脳情報基盤の構築及び人の研究成果との統合 ◇ 精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバック等の生理学的治療法 ◇ 小型脳活動計測装置を用いた大人数からの脳情報収集 ◇ 脳ビッグデータの数理科学的解析法 • データベース取扱いに関する研究倫理教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • 組織内のストレス解消に向けて医師を補完する専門職の養成 • ストレス耐性を育てる教育の実践 • データベース取扱いに関する研究倫理教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • ストレスの低いシステムの導入にインセンティブを与えるような金融商品開発 • ベンチャー企業(脳情報計測装置、その要素技術)への投資拡大
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • ストレス耐性を育てる教育システムの受容 • 脳情報取扱いへの理解

* rs-fMRI: resting state functional magnetic resonance imaging(安静時機能的磁気共鳴画像法)、sMRI: structural MRI(構造的MRI)、task-fMRI(タスク実行時機能的MRI)、PET: positron emission tomography(陽電子放射断層撮像法)、MRS: magnetic resonance spectroscopy(磁気共鳴分光法)、DTI: diffusion tensor imaging(拡散テンソル画像)、EEG: electroencephalography(脳波)、MEG: magnetoencephalography(脳磁図)、NIRS: near infrared spectroscopy(近赤外分光法)

(3) 戦略推進上の留意点

- 医療個人情報利活用や BMI/BCI の社会受容

2.5.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）

健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化

概要

- 超高齢社会における労働力確保の観点から、**生涯の健康管理**、及び、我が国の疾病による社会負担の大きさにおいてがんを抜いてトップにある**精神神経疾患**に焦点を当てる。
- これらの社会課題の解決のために、**健康・医療情報及び脳のビッグデータ**を利活用する。世界で最も長寿化の進んだ我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案し、新たなイノベーションを起こす。
- そのためには、人材育成や倫理的配慮を伴う**多分野にまたがる研究**の推進が必要となる。

注目される方向性

超高齢社会における労働力の持続的な確保に向けた疾病対策

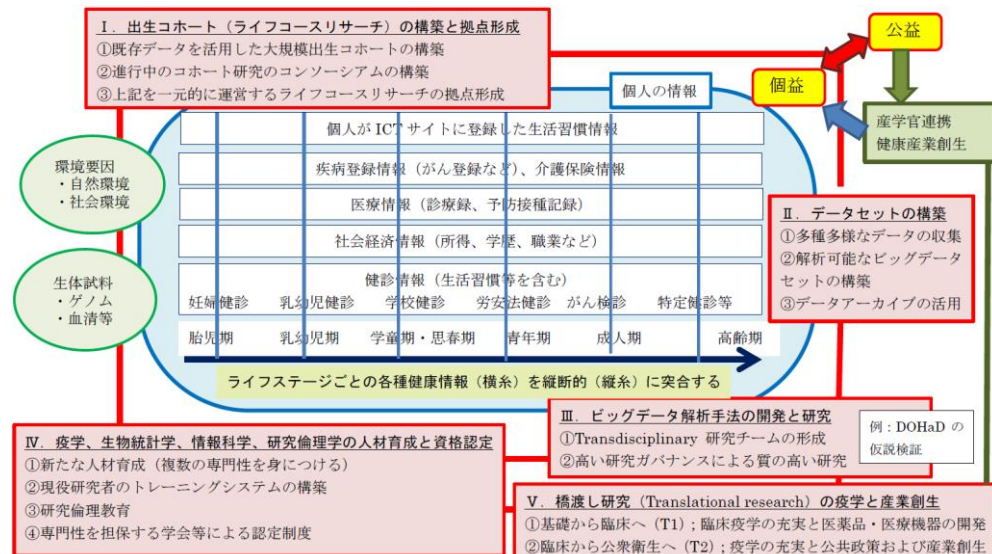
- 大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究による政策策定と産業創生
- 機能的健康度を指標とする健康管理・医療 – 高齢者に特化した長期縦断研究による機能的健康度の基準値作成及びその活用システム –
- 地域のソーシャルキャピタルの活用

脳とこころの健全化と機能拡張

- 脳ビッグデータの活用による精神疾患の新たな診断・治療・予防
- ICTの発展に伴う急速な社会変化により増加が懸念される精神疾患への対処

大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究による政策策定と産業創生

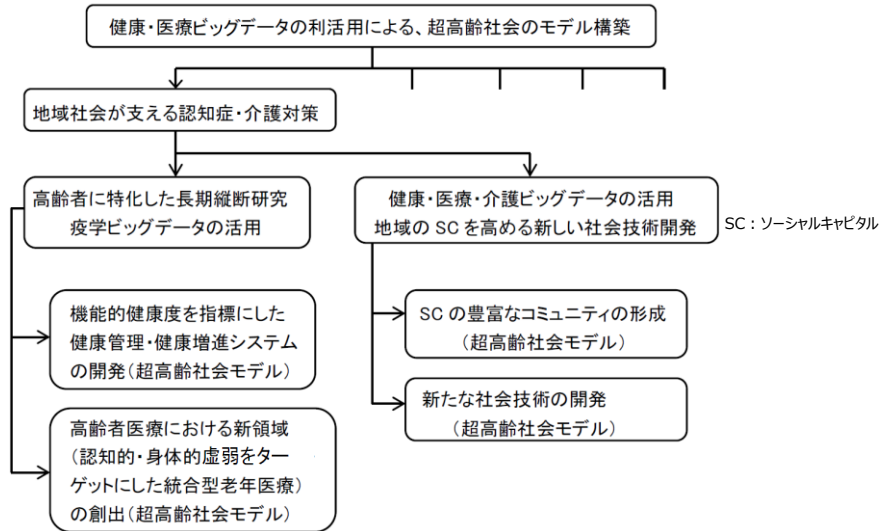
- ・ 我が国のライフコースリサーチを構築し、研究成果を健康政策に実装する
- ・ 研究及び政策基盤としての大規模長期縦断研究と人材育成が鍵となる



（「健康・医療情報」フォーサイトワークショップ（2015/3/11開催）資料より）

機能的健康度を指標とする健康管理・医療、地域のソーシャルキャピタルの活用

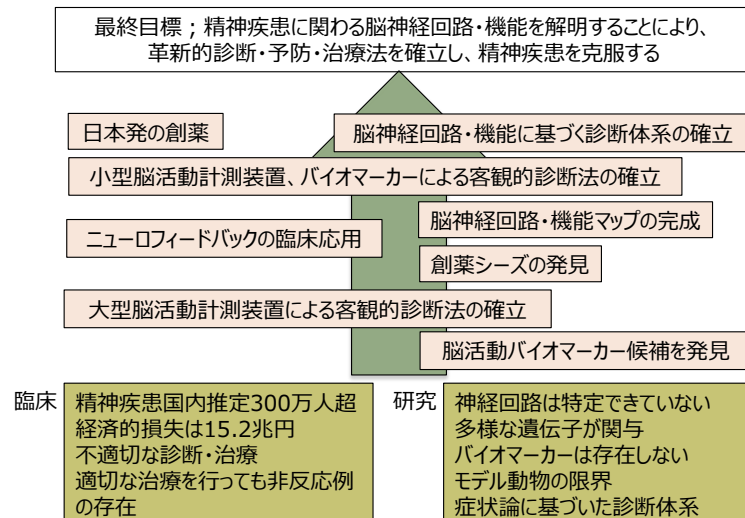
- 高齢者に特化した長期縦断研究による機能的健康度の基準値を作成、利活用するシステムを構築
→ 最も長寿化の進んだ我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案、新たなイノベーションを起こす



(「健康・医療情報」フォーサイトワークショップ (2015/3/11開催) 資料より)

「脳ビッグデータ」の活用による精神疾患の新たな診断・治療・予防

- 精神医学、脳機能解析学、ゲノム解析学、計算神経科学、ビッグデータ科学、医用工学、モデル動物学、創薬科学などが連携
- 医薬品・医療機器の安全性・依存性への対策、及び、個人情報・“脳ビッグデータ”の悪用防止対策など倫理的配慮が不可欠



(「脳とこころ」フォーサイトワークショップ資料(2015/3/20開催)より)

ICTの発展に伴う急速な社会変化により増加が懸念される精神疾患への対処

- 急速な社会変化は、今後精神疾患をさらに増加させる可能性がある。現在の治療は、社会復帰を考えた時に様々な問題を抱えており、精神疾患を患者個人の問題とするだけで解決することには限界が見える。
- ICTは、使い方によっては精神疾患患者の生活支援技術として、また、ストレスの低い社会の実現にも活用出来る可能性を秘めている。
- 1つが個人、もう1つが社会へのアプローチとなり、この2つが両輪となる事で、精神疾患の増加を食い止めるだけでなく、それを減らす事が可能になる。
- 革新的研究の推進において、新しい評価軸と時限のプロジェクトに対応出来る魅力的な人事制度を抱えた機関の検討も合わせて必要。

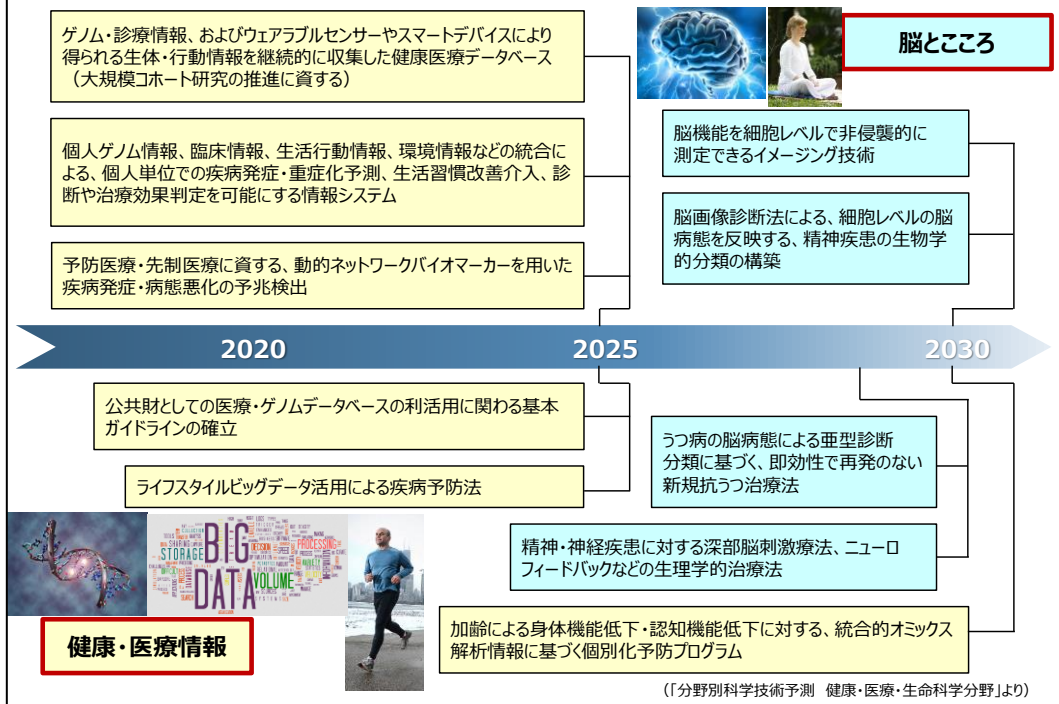
○ICTを活用した個人のストレス防御支援技術およびリハビリテーションシステムの構築

- ストレスを生む様々な情報について、ICTを活用して制限をかける。
 - ✓ AR（拡張現実）やVR（仮想現実）技術を活用し、個人にとって最適な刺激強度やモダリティの環境を実現
 - ✓ 様々な課題解決の最適解を提案するなど、情報を処理する速度もICTを活用することで向上
- 精神疾患のための環境調整支援技術を開発し、現在の薬と同じように処方するための専門職、機関、制度などを検討

○ストレス耐性を育てる教育とストレスの低い社会システムの構築

- 安全・安心社会、またユニバーサルデザイン社会の推進により、社会では安全・便利さ・使い易さが標準となり、そこからはみ出す者や人が排除される構造が生まれている。社会や学校において、人為的にストレスをかけて、多様性に対する許容度を育む教育についての研究が重要
- 社会にイノベーションを起こし活性化させるという点においても、ユニークな人々を包含する組織をいかに構築できるかが鍵となり、そのためには会社で働く個人相互がストレスを感じない、個々の能力に応じた自由な働き方のできる組織マネジメント研究が重要

「健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化」の関連トピック



2.6. [地域資源、農と食]

地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持

2.6.1. 検討の背景

本章は、「第10回科学技術予測調査」の「農林水産・食品・バイオテクノロジー」分野における社会的課題について、「科学技術予測に資する将来社会ビジョンの検討」で抽出された「食」「人口構成」「都市・地域・コミュニティ」の3テーマの中で重要とされた論点を考慮して構成したものである。具体的には、食と農林水産、地域に関する社会課題のトピックについて、国際的には地球温暖化と世界人口の増大、国内的には高齢化と少人口社会を前提として、我が国に必要な技術、行うべき研究および政策を検討した。農業のICT化はもとより、長期的視点に立ち、「地域活性化、サステナビリティ、人材育成」に注目した。付加価値の高い食品の生産、生産性向上と生態系サービスの持続的確保および地域の活性化を目指す。

2.6.2. 注目される方向性

A) 地域資源を活用した豊かな食

競争力のある農林水産物と、スマートな流通で日本発の「安全でおいしい」食を世界へ

① 高付加価値農林水産物の生産

地域の特産として、高付加価値の機能性農林水産物を戦略的に生産

② 食品流通・保蔵の高度化

食品加工、調理、保存、輸送にかかるエネルギーコストを低減し、IoT/IoE を活用してロジスティクスを最適化、食料のムダを減少

③ 味覚のサイエンス

世界各国の文化に基づく「おいしさ」をデータベース化し、我が国の農林水産物・食品および食産業を戦略的に海外展開

B) 高い生産性と地域の持続的活力

サステナブルかつ高効率な農林水産業の実現と、地域にヒトを呼び込むしくみを構築

① 農地の高度利用

サステナブルかつ高効率の農業技術開発と、土地活用の最適化、耕作放棄地の活用

② 海洋資源の維持管理

養殖のコスト削減と高付加価値化による養殖水産物の普及

③ サステナブル農林水産業の経済モデル

生態調和型農業体系の構築と、エビデンスに基づく地域経済モデルの構築

C) 地域を支える人材育成

ICT、インフラ、経済、経営などさまざまな分野の知見をもち、地域をつなぐ人材の育成

① 地域の農林水産物の海外マーケティングやアグリツーリズムなどの戦略を立案する国際戦略立案人材

② 農林水産業のICT化を地域で担うICT活用人材

- ③ 研究者、農業者、農業経営事業体、行政等のあいだをつなぐ場をつくり、地域の合意形成に導くような、地域を「つなぐ」人材

2.6.3. リーダーシップシナリオ

「スマート農林水産業の実践と和食のグローバル化」

(1) 2030年の社会

世界各国でさまざまなセンサとIoTが活用された結果、農林水産業のさまざまなフェーズでICT化が進んだ。農業分野については、圃場の状態や気候に関する各種センサと、農作物の状態・品質を非破壊でモニターする装置などから集まるデータに基づいた水利施設等の制御、時期に応じた営農指導システムに加え、収量・品質の予測から購入予約受付を行うシステムが世界各国で稼働している。営農指導システムは、篤農家によるいわゆる「匠の知恵」をベースに構築された人工知能が司令塔となっている商品もあり、その使用による成功や失敗の事例は公開され、そういったシステムの信頼性の指標化に用いられるほか、人工知能の学習用のデータとしてフィードバックされたり、価格に反映されたりする。

森林管理にもICTは導入され、各種センサと、ドローンの活用により森林の状態のモニタリングが可能になったおかげで獣害は減少した。果樹栽培についても、非破壊で樹液成分が推定できるようになり、最適な管理が可能になった。

畜産分野においては、飼育環境のモニタリングや非侵襲センサによる動物の状態モニタリングが可能になったほか、排泄物等の成分分析が高速化された。その結果、気候の温暖化や、ヒトや物のグローバル化により対応しなければならない感染症の種類は増えたにもかかわらず、その被害は最小限に食い止められている。

水産分野においては植物由来の安価な飼料が普及し、養殖技術も洗練され、完全養殖のクロマグロやウナギも妥当な価格で販売されている。世界中で消費されるマグロは、完全養殖のノウハウごと海外に輸出され、世界各地で完全養殖ビジネスが行われている。

これらいわゆるスマート農林水産業を支える技術要素(センサ類、データ分析システムなど)については、世界各国がしのぎを削って開発を進め、バラエティに富んだ商品(サービスを含む)が出回ったが、我が国もその中であって、一定の存在感を示している。

また、各種ビッグデータの活用により、世界各地での食料需要の予測も精度が向上したため、食料の需要にもとづいた生産量の調整が可能になり、賞味期限切れなどによる食品廃棄が大きく減少した。同時に、食料生産が流通システムとも連動された結果、生産から加工、消費者まで届く時間が短縮され、特に暑熱地域での輸送中の品質低下や腐敗による廃棄も劇的に減少した。

一方、WASHOKUはグローバル化し、各地域の食材を使用してその地域の食嗜好を反映した味付けになったが、多種類の食材を使用し、栄養バランスのとれた美しい料理というエッセンスは維持されている。この背景には、各地の文化と、味覚嗜好のデータベースを活用した食産業の海外展開があった。このようなWASHOKUのグローバル化は、食による健康長寿という文化の世界的普及をもたらした。その結果、中高年者の生活習慣病罹患率は世界的に低下し、その治療のための医療費は世界各国で減少している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 農業 ICT インフラ整備 (センサ、人工衛星、通信インフラなど) 人工衛星データ等の国際共同利用の仕組みづくり 養殖事業の海外進出支援 種の保護や捕獲量制限に向けた国際的な合意形成
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 農業ビッグデータプラットフォーム構築 農業 ICT システムの国際規格対応
企業	<ul style="list-style-type: none"> 世界各地の気候や作物に対応したセンサ類の開発、センサ設置やビッグデータ解析など農業の ICT 化全体を行うパッケージ商品の開発 世界各地の食品消費量予測 養殖魚飼料の開発と、養殖から流通、販売まで一貫で取り扱う事業
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 農産物や水産物のブランド確立に向けた国際展開
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> スマート農業や完全養殖水産業での病害情報の収集と情報提供
大学	<ul style="list-style-type: none"> AI(Agricultural Informatics)やマリン IT など IoT (Internet of Things) /IoE (Internet of Everything) を活用した情報工学の知見の蓄積 農業 ICT 人材の育成 養殖技術の洗練化、飼料の開発 保存、流通技術の開発
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 研究者と農業者、関連事業者の橋渡し
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 農業事業者の ICT インフラ導入への投資 養殖事業者育成のための投資 (養殖ベンチャー) 和食事業者の海外進出支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 食材の有効利用、食文化、食による健康維持のための合意形成

(3) 戦略推進上の留意点

- 養殖産業の拡大に伴う海洋生態系への影響
- 気象予測の正確性の限界
- 農業 ICT インフラ維持コスト
- 養殖飼料の不足
- 食文化の相互理解と尊重
-

2.6.4. 国際協調・協働シナリオ

「全地球的生態系サービスの維持」

(1) 2030 年の社会

「生態系サービスの持続的確保」の概念が世界の多くの地域で共感を得て、農林水産業に従事する事業者等において環境負荷の低い、サステナブルな農林水産業が組織的に実践されるようになった。これは、世界的に農地の面積の増加がほとんど望めない状況において進む土壌の劣化を

食い止めるために、化学肥料や農薬への依存率を下げることからはじめられた。この取組が国際的な規模で本格的に推進された背景には、土壌細菌の活用技術や微量成分の検出技術、温暖化率の予測に基づいた農産物の育種技術の改善などの技術的進歩がある。また、効率的なかんがい施設の普及により、水の利用量も最小限に抑えられるようになった。化学肥料や農薬の成分検出センサによって、サステナブルな手段で生産された食品とそうでない食品は容易に判別され、IoT 等により消費者の手元に届くまでの流通の全ての経路でトレーサビリティが確保されている。

これらの取組に関する多くの情報は、世界各国で共有されるようデータベース化され、オープンに活用できる研究開発プラットフォームとなったが、その過程には研究者だけでなく、個人農業者あるいは農業事業者による各地域における細かな気象データとそれに対応する害虫の発生や土壌微生物の分布と、農産物の成分のモニタリング結果などの膨大な情報提供があった。

海洋資源については、信頼性の高い資源量評価システムが構築され、移動する魚群の把握が可能になったことから、2010 年ころに比べて格段に効率的な漁業が行われている。これは、防災用に設置されたブイや船舶に取り付けられたセンサからのデータや、人工衛星からの気象データ等が国際的に統合され、海洋資源情報ネットワークが構築されたおかげである。

生態系サービスの概念は、養殖業でも重視され、陸上、海上いずれの養殖も、窒素やリン循環に配慮した養殖システムとなっている。世界各国の都市付近を中心として普及した植物工場においても、養殖と植物工場を組み合わせたアクアポニックス施設としている所は多い。このような施設では、排水のリサイクルや不可食部分をバイオマスとして発電した電気を利用するなどの取組が進められている。

これら生態系サービスの維持に貢献し、環境への影響を考慮した農林水産業者は、独立機関による審査をへてクラスごとに認定されている。

また、「養殖」は陸上、沿岸とも何らかの施設内で魚を飼育するものであるが、近年、大型の回遊魚を中心に「放牧」に近い養殖の手法も試みられている。これは、稚魚にあらかじめ無害な GPS センサをとりつけて放流し、自由に回遊させて自然の中で成長させたのち位置を特定して捕獲に行く、というものである。全ての稚魚にセンサをつけなくても、ある程度の数の個体の位置がわかれば、魚群のいる場所が特定できる。稚魚の時点で他の魚に捕食されてしまう個体もあるし、周囲を囲っているわけではないので、センサ取り付けを行った養殖業者より先に他の漁業者に捕獲されてしまう場合もあるが、生育の過程は「天然もの」と同じであるため、飼料が必要なく、排泄物による環境汚染も無視できるのが利点である。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> サステナブル農業推進のための国際協調枠組み構築。拠出金の分担や関税措置を含む国際的合意 行政データの公開 化学肥料や農薬の流通に関する国際的合意 海洋資源関連データの共有に関する国際的合意 漁業協定の徹底
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 農業情報の国際的なプラットフォーム構築(人工衛星、防災設備等)

実施主体	戦略
	のデータ活用) ・ サステナブル農業の評価方法開発 ・ 水産資源量評価手法の開発 ・ 水産情報ネットワークの構築 ・ 窒素、リン分布の国際的不均衡解消のための研究開発 ・ 地球温暖化やサステナブル農業によって生じる疾患、害虫への対応手法開発
企業	・ サステナブル農業の積極的実践を可能にする事業の実施(有機肥料開発、天然物由来の害虫駆除事業など) ・ 食品のトレーサビリティが確保されたマーケットの構築 ・ 海洋資源予報ビジネス ・ 食品産業によるサステナブル農林水産物の活用
業界プラットフォーム組織	・ 漁業協定の徹底 ・ 水産情報ネットワークの構築
学・協会	・ サステナブル農業の評価基準の策定
大学	・ 土壌細菌に関する研究 ・ 各種センサ等の開発(農薬検出を含む) ・ サステナブル農業の評価方法開発 ・ 水産資源量評価手法の開発 ・ 地球温暖化やサステナブル農業によって生じる疾患、害虫への対応手法開発
その他人材育成機関	・ サステナブル農業への理解促進事業
金融・投資機関	・ 世界共有のインフラとなる農業情報プラットフォームへの投資 ・ 海洋資源量予報ビジネスへの投資
市民・NPO	・ 化学肥料や農薬の使用量を減らすことの重要性の理解 ・ サステナブル農業の認定各自の植物の生育条件と収量などをデータベースへの情報提供

(3) 戦略推進上の留意点

- サステナブル農業にかかるコストへの不寛容
- 既存の農薬・(化学)肥料産業界との調整
- 高環境負荷農業から低環境負荷農業への移行時に生じる食料生産量の不足
- 漁業協定の利害調整

2.6.5. 自律性シナリオ

「食料およびエネルギー資源の生産地として活力のある中山間地域」

(1)2030年の社会

2030年には我が国で生産されたさまざまな生鮮食料品や加工食品が世界各国へ輸出されている。これは、国際的なマーケットニーズの動向予測が可能になり、それに応じた高品質な農作物や養殖魚類の生産と、高度な保蔵・流通技術を活用し、生産から販売まで一貫して管理する企業の活躍によって、効率的な食料生産がシステム化された結果である。同時に、農林水産物の取引に

についても従来の“競り”方式からシステムベースの電子商取引に移行し、地域間での作物の融通取引とそれによる利益率向上、フードロスの低下に一定の効果が見られている。山林は防災・水源保持機能と、そこから流れ出る河川の流域から沿岸まで広い地域の環境の維持機能への理解が深まったこと、木材の再生可能エネルギー資源としての認識が浸透したことにより、その資産価値が数値化され、投資家からはアセットクラスとしても注目されるようになった。樹木の伐採では、一種のロボットが伐採・輸送に活用され、人工林が伐採された跡には、炭酸ガス吸収量が多く、将来の温暖化率予測にもとづいて選ばれた樹木が、可能な限り育成コストを削減できるよう戦略的に植林されている。世界的な水不足から、水資源も注目されているが、その輸出を含む販売量は必要な水量の推定に基づき、厳密に管理されており、水源としての山林維持の重要性も注目されている。

中山間地域では、地域で生産された再生可能エネルギーを用いて植物工場を運用し、高付加価値農作物の栽培を行う例もみられる。生産された農作物はその付加価値に応じてブランド化されて一般に販売される。また、新たに育種された薬効成分を多く含む植物を栽培し、医薬品として加工する工場もあり、人口は少ないながらも医薬品製造拠点となっている。こういった地域では、ICT医療やICT教育が普及しており、季節に応じた雇用を求めて移動する多地域居住者も一定数存在している。

このような地域では、各地の水や特産物の国際的な販売戦略や、アセットクラスとしての山林、さらに地域通貨などのしくみを組み合わせた地域ごとの経済モデルが提案・実証されている。

一方、養殖業では、飼料用の天然魚の減少により植物由来の養殖魚飼料が必要となったため、飼料供給から販売まで一貫して行う養殖システム事業者による飼料作物栽培が行われるようになった。また、再生可能エネルギーの利用が拡大するにつれ、山林だけでなく市街地の樹木をエネルギーに活用するマーケットも形成されたため、都市部を含む多くの土地に樹木が植えられた結果、日本全国で被緑率が上昇した。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 生鮮食料品の国際規格への対応支援、ブランドの保全 水源から沿岸までの環境保全の源としての山林の健全な保持育成の仕組みづくり(森林、中山間地域、湖沼河川と沿岸水域の総合的な保全、土地利用に関する法整備を含む) 農林水産物のシステムベースの電子商取引への変換
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 食品保存、流通技術の開発 中山間地域における持続可能な林業の経済モデル構築 山林から沿岸までの環境モニタネットワークの構築 ロボット等新たな森林管理手法の開発とそのリスクアセスメント
企業	<ul style="list-style-type: none"> 農作物、水産物のニーズ調査、生産から流通・加工・販売まで手掛ける事業 山林ビジネス(木材流通、エネルギー、観光) ICT医療ビジネスの実践
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 地域の産物のブランド創出と認定

実施主体	戦略
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> • 山林の資産価値評価
大学	<ul style="list-style-type: none"> • 国際戦略立案人材の育成 • 中山間地域における経済活動をマネジメントする人材の育成 • 山林から沿岸までの環境モニタリング手法開発 • 傾斜地における低コスト・安全な樹木伐採技術の開発 • 山間地の経済モデル構築 • 農産物の機能性モニタリング手段の開発 • 中山間地域における持続可能な林業の経済モデル構築 • 食品保存、流通技術の開発 • ロボット等新たな森林管理手法の開発とそのリスクアセスメント
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 教育の普及、国際戦略立案人材の育成
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 医療・教育への投資 • 森林ファンド商品の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • 山林を防災・水源保持・環境保全インフラとして維持するコストへの理解 • 山林管理の仕組みづくり(ボランティア活動などを通じた理解増進) • 山林の価値評価認定の普及に向けた活動

(3) 戦略推進上の留意点

- 中山間地域への投機的投資
- 山林管理及び山林価値評価人材の不足
- 中山間地域の高齢化と人口流出

2.6.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）

食と地域資源

概要

- **食と農林水産、地域に関する社会課題**について、地域の人口減、世界人口の増加、気候変動等を考慮して議論したのち、必要な技術、行うべき研究を検討。
- 「今後10年程度を見通した5年間の科学技術政策を具体化する」科学技術基本計画検討に資するため、より長期的視点に立ち、「**地域活性化、サステナビリティ、人材育成**」に注目。
- 付加価値の高い食品の生産およびその生産性向上と生態系サービスが持続的に確保される**地域の活性化**を目指す。

注目される方向性











地域の資源を活用した豊かな食

競争力のある農林水産物を生産し、スマートな流通によって、日本発の「おいしい」食を世界へ

<p>高付加価値農林水産物の生産</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 戦略的な機能性農林水産物の作出 ◆ 地域の特産となる高品質な農作物の生産とブランド化 • 養殖による水産物の品質設計や薬効成分等の機能をもつ農作物の施設栽培など戦略的な機能性農林水産物の育種・栽培・養殖技術の開発 • 機能性成分の可視化技術および食品ブランドの定量化手法を開発 • 各種センサなどICTにより作物の状態をモニタリングし、品質をデザイン
<p>食品流通・保蔵の高度化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 食品加工、調理、保存、輸送にかかるエネルギーコストを低減 ◆ ロジスティクスを最適化、食料のムダを減少 • IoTを活用し、農林水産の生産から加工、流通まで一貫した管理 • 新たなポストハーベスト技術、誘電分光、水科学などを応用した、短期常温・高品質保蔵技術および食品加工技術の開発
<p>味覚のサイエンス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 我が国の農林水産物・食品および食産業を戦略的に海外展開 ◆ 各国の食文化の理解に基づく東京オリンピック・パラリンピックでの「おもてなし」 • 「味覚センサ」「香りセンサ」による成分分析・品質管理に加えて認知脳科学、神経科学、食文化史・文化人類学、比較言語学などを活用して、世界各国の文化的・歴史的背景に基づく「美味しさ」、「食嗜好」を解明

高い生産性と地域の持続的活力

サステナブルかつ高効率な農林水産業の実現と、地域にヒトを呼び込むしくみを構築

農地の高度利用



- ◆ サステナブルかつ高効率の農業技術開発
- ◆ 土地活用の最適化、耕作放棄地の活用

- ・ 地下部可視化技術やゲノム解析技術に基づいた土壌微生物活用技術の開発
- ・ 植物の物理的性質に注目した光診断技術等による非破壊での生育状況診断技術開発
- ・ 土壌環境のモニタリング、地下水位の最適制御技術などによる栽培作物の最適化手法開発

海洋資源の維持管理



- ◆ 養殖のコスト低下と高付加価値化による養殖水産物の普及

- ・ 草資源・牧草由来養殖用飼料等による環境影響が少なく低コストな養殖技術の開発
- ・ 未利用資源の高付加価値化
- ・ 海洋資源探査、モニタリング技術による海洋資源量の推定と適正管理技術の開発

サステナブル農林水産業の経済モデル



- ◆ 生態調和型農業体系の構築
- ◆ エビデンスに基づく地域経済モデルの構築

- ・ サステナブル農業の定量評価・指標化手法の開発
- ・ 再生可能エネルギーの活用、グリーンツーリズム、医療や教育のICT化、地域における新たな兼業の形態などについての実証実験に基づく経済モデルの構築

地域を支える人材育成

ICT、インフラ、経済、経営など農業以外にもさまざまな分野の知見をもち、地域をつなぐ人材の育成

地域を「つなぐ」人材



- ◆ 研究者、農業者、農業経営事業者、行政等のあいだをつなぐ場をつくり、地域の合意形成に導く

- ・ 地域の大学、農業試験場の研究者と生産者、農業のほか観光や医療などの事業者等が協調できるプラットフォームの構築
- ・ 森林の活用、地域のエネルギー等の課題について、ステークホルダー間の調整を行い、合意形成に貢献

国際戦略立案人材



- ◆ 地域の農林水産物の海外マーケティングやアグリツーリズムなどの戦略を立案する

- ・ 各種国際標準、知財関連の知識・スキルをもち、地域の特色や強みを十分に理解して世界に発信

ICT活用人材



- ◆ 農林水産業のICT化を地域で担う

- ・ 農林水産に関する知識をもち、各種センサからの情報収集、生産物に対するIoT管理、衛星データ等を活用し、生産管理、品質管理などを実践

「食と地域資源」の関連トピック

競争力のある農林水産物を生産し、スマートな流通によって、日本発の「おいしい」食を世界へ

家庭内在庫状況推定および顧客嗜好推定に基づく、
食材、日用雑貨の自動宅配サービスが実現する
【サービス化社会分野】

匂いや味などをセンシングする5感センサーとその結果を
再現できる5感ディスプレイ 【ICT・アナリティクス分野】

省力・低コスト栽培が可能な作物の育種（GMO*を
含む）【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】 *遺伝子組み換え作物



深海環境を再現し生物を大規模に飼育する技術
【宇宙・海洋・地球・科学基盤分野】



人工衛星及び海洋・海中センサー等により地下資源・
海洋資源等を発見するための観測・データ処理
システム 【宇宙・海洋・地球・科学基盤分野】

2025

2030

2035

テレオペレーションの高度化により離島などの遠隔
地でも医療等のサービスを受けることができるように
なる 【サービス化社会分野】

高齢者や障害者などが自宅に居ながらして、
農作業のような物理的な作業を遠隔地で行うこと
ができるテレグシタンス技術
【ICT・アナリティクス分野】

持続可能な水産業を確保する漁獲高管理技術
【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】



開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、
自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価
技術 【環境・資源・エネルギー分野】

農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の
環境負荷を総合的に管理する市場経済的
手法（生物多様性ミティゲーション・バンキング
やオフセット・バンキング*など）の開発
【環境・資源・エネルギー分野】

*環境への影響の代償・緩和に
より多様性が向上した場合、フラ
ス分を蓄積、償還すること。

サステナブルかつ高効率な農林水産業の実現と、地域にヒトを呼び込むしくみを構築

（「分野別科学技術予測」より）

2.7. [レジリエントな社会インフラ]

大規模災害や少子高齢化等に対応するレジリエントな社会インフラ

2.7.1. 検討の背景

東日本大震災からの教訓に基づき、大規模自然災害に対応するレジリエントな社会インフラの整備が急務となっている。想定されるリスクは、南海トラフ巨大地震等の大規模災害による首都機能の消失だけでなく、少子高齢化による労働人口の減少や地方消滅が起きた場合のインフラ老朽化への影響等多岐に渡る。

これらのリスクに対応するため、インフラの長寿命化や首都機能の分散化に着目しつつ、社会インフラ統合管理システムの構築による技術研究開発成果のスムーズな社会実装と、スマートシュリンクによるコンパクトシティ化(生活水準の確保)についての検討を行った。また、これに併せて、広く国家安全の確保のため、観測データを効率的に収集するだけでなく、大規模自然災害のほか、気候変動、防災・減災、水、食料問題、生態系保全等の地球規模の課題解決に利用する社会インフラの構築についても併せて検討した。

2.7.2. 注目される方向性

A) 東日本大震災からの教訓に基づく大規模自然災害への対応

住民が安全で安心して生活できる「街づくり」のための、ハード(施設整備、施設の機能向上、応急復旧対策等)およびソフト(地域毎のハザードマップの整備、避難に資する情報提供、防災訓練等)の両面についての技術開発と成果の社会実装を実現する。

B) 国家安全保障を見据えた国土監視体制の整備

地震・火山・津波等の大規模災害や地球環境の変化を正確に把握し、災害時と平時の両方でメリットを与える観測ネットワークの構築や、状況に応じてインフラを的確に制御するための社会インフラ統合管理システムの整備を行う。

C) 少子高齢社会に対応したインフラの長寿命化と都市機能の分散化

少子高齢化や人口減少に対応して、人・モノ・サービスの交流の基盤である交通・輸送システムについては、その安全性・信頼性・効率性の確保と共に、高齢者向けのモビリティや徒歩での生活圏を意識した上で、技術研究開発を進める。また維持管理・更新費用の推計等を基にした社会資本の実態を踏まえ、構造物の耐久性向上技術や点検・監視技術の研究開発と社会実装を進め、インフラの長寿命化とメンテナンスの効率化を図る。建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持・向上のため、情報通信技術やロボット技術等を活用し自動化を進める。そして地域をスマートシュリンクによってコンパクトシティ化し、首都機能の一部を移転することにより大規模災害に対するリスクを低減する。

2.7.3. リーダーシップシナリオ

「防災・減災教育の徹底と簡便で効率的な社会インフラ管理の実現」

(1) 2030年の社会

2011年の東日本大震災からの教訓に基づき、いつ起きてもおかしくない地震・火山噴火・津波等の大規模災害に備えて進められた日本の施策が、住民が安心して生活できる街づくりとして、世界各国で展開されている。建物の免震・耐震化の促進や、堤防・避難場所の整備等の「ハード」だけでなく、地域毎のハザードマップの定期的な更新や、被災時に必要な情報の入手方法の確認、避難訓練等の「ソフト」の重要性が、世界的に評価された結果である。

日本国内では、災害が発生する度に防災・減災に関するノウハウの蓄積が効率よく行われている。防災・減災関連技術の実用化に向けた現場の意見の取り込み方や、市民の避難行動規範がまとめられるとともに、被災状況を始めとする発災後の迅速な対応に必要な情報の収集と選定の手順が標準化され、被災現場を支援するしくみが整備されている。また、被災シミュレーションと現実のギャップを認識し、災害に決まったパターンはないと肝に銘じることを謳った、防災・減災教育が子供からお年寄りまで繰り返し実施されている。合わせて、インフラ情報化によって懸念された情報漏洩や不当な情報操作等のリスクへの対策、災害予報が外れて不利益が発生した場合に対応する新しい災害保険制度や被災地域の再開発を円滑に進めるための法整備、そして前述の「ハード」と「ソフト」を両輪とする防災・減災マネジメント手法の普及が進んだ。

一方、インフラの維持管理に莫大な費用が掛かることへの対策として、社会資本の実態を踏まえた構造物の耐久性の向上技術や点検・監視技術の研究開発と社会実装が日本全国で進められた。その結果、免震・耐震化に加えて長寿命化が進み、社会インフラ統合管理システムも整備され、今では必要最小限のリソースで効率的なインフラのメンテナンスができるようになってきている。少子高齢化や人口減少で、とにかく人手や時間のかかる建設作業をどう進めるかも課題だったが、建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持向上が図られ、情報通信技術やロボット技術を活用した無人施工の自動化が進んだことにより、少人数で効率の良い工事が可能となって工期も大幅に短縮され、以前のように工事で道路が規制されることは深夜でさえほとんどなくなった。

上記の防災・減災に向けた街づくりのための活動と社会インフラ統合管理システムは、それを支える関連技術とともにパッケージとして世界各国で採用され、日本の優れた技術の成果として注目されている。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 堤防、避難場所の整備やハザードマップの定期的な更新といったソフト面からの減災のための社会インフラ統合管理システムの整備 • 非常時向け物資の備蓄・消費サイクルの定着化 • 観測地点の拡大 • 法整備
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> • 構造物の耐久性の向上や点検・監視技術の研究開発

実施主体	戦略
企業	<ul style="list-style-type: none"> 免震・耐震技術の向上と普及 建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持向上 情報施工、無人施工の実現と普及
業界プラットフォーム 組織	<ul style="list-style-type: none"> 免震・耐震化技術の向上と普及 建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持向上 自動施工、無人施工の実現と普及
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 産学官における情報共有システムの構築 観測地点の拡大 災害の予報と情報伝達に関する研究
大学	<ul style="list-style-type: none"> 災害発生メカニズムの解明 災害予報に関する研究 情報施工、無人施工に関する研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 防災・減災リテラシー教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 火災・地震保険の再検討 災害等非常時の判断(避難指示等)の是非に対する保険の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 被災時の手順確認(防災訓練) 防災・減災リテラシー教育

(3) 戦略推進上の留意点

- 重点施策の選択とそれを補うリテラシー教育
- 建設、メンテナンス作業員の減少
- 災害発生時の対応の不十分さ
- 緊急時の情報伝達と組織運営(平時の信頼関係)

2.7.4. 国際協調・協働シナリオ

「災害時と平時の両方でメリットを与える情報提供ネットワークの実現」

(1) 2030年の社会

2030年。国際的な枠組みにより、世界的な観測情報提供ネットワークが整備されたので、大規模な自然災害による死者や行方不明者の数は以前と比較すると激減した。災害発生時は、被災状況や各種警報、避難経路等、十分に高解像度の観測データから抽出した情報が手元のスマートフォンで参照可能になっている。不確かな情報にはタグが付けられ、皆が同じ情報を参照できるので、現場の混乱も少ない。これらの情報を元に、避難場所への効率的な移動や、災害物資の輸送、被災者の救助や復旧にもいち早く対応できる体制が整えられている。通話の集中による輻輳も解消し、安否の確認も確実に出来るようになった。日本では、国内で頻発する災害を通じて得た防災・減災のノウハウを蓄積しており、これらの情報と組み合わせた取り組みは、世界各国の手本となることで国際貢献に寄与している。

この新しい観測情報提供ネットワークには、世界の人工衛星のほか、全球規模に展開された地上や海洋の複数の観測システムで取得したデータが流通している。これらの観測システムは、様々な研究機関やNPOによりそれぞれ個別の目的を持って構築されたものであったが、互いのネット

ワークを有機的に結びつけたことで一つの大きな観測システムとして機能している。

データは基本的にオープンなので、ネットワークにつながっていれば誰でも参照できる。また、膨大なデータは即時に加工され、そのまま使える情報として提供されている。一方で、これらの情報をいわゆるビッグデータと組み合わせて、公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける災害時の様々リスクへの対策も試みられている。

流通しているデータは多様であり、その利用分野は災害対策に留まらない。アプリケーションによって必要な時に必要なデータを参照する仕組みにより、様々な分野での利用が進んでいる。例えば、気候研究者には温室効果ガスの全球分布や気候の長期トレンド、疫学者には病虫害の発生予測マップ、農業事業者には農作物の収量予測等の情報が日常的に提供されている。観光客向けの現地のリアルタイムな情報提供も一般的になった。最近はこのアプリケーションの開発に参入する企業(あるいは個人)もずいぶん増えたようだ。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 産学官におけるデータ提供と整備 観測データ基盤構築に向けた国際協力の推進 データ利用に関する法環境の整備
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 各種観測システムの整備と国内外関係機関との連携・協力 データ提供とアプリケーション開発
企業	<ul style="list-style-type: none"> 観測システム運営に係るビジネスモデルの検討 ビッグデータ等大容量データから意味のある情報を抽出するアプリケーションの商品化 データ提供と解析評価
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> システム間インタフェースの標準化
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> ビッグデータ等大容量データから意味のある情報を抽出するアプリケーションの開発 データ提供 防災・減災・情報リテラシー教育
大学	<ul style="list-style-type: none"> ビッグデータ等大容量データの解析とアプリケーションの開発 データ提供 防災・減災・情報リテラシー教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 防災・減災・情報リテラシー教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 災害等非常時の判断(避難指示等)の是非に対する保険の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> データ提供 防災・減災・情報リテラシー教育

(3) 戦略推進上の留意点

- 国際協力の維持
- データのオープン化と提供の促進(一方で安全保障上の法規制の動きがあるので、それとのバランス)

- API(Application Programming Interface)の策定(あるいは標準化)
- データ解析の不備

2.7.5. 自律性シナリオ

「高齢者に優しいモビリティと地域創生の実現」

(1) 2030年の社会

少子化は否応なく進んで高齢社会にはなったが、まず、モビリティの発展がそれに対応した。年を取り、視力が落ちたり体の反応が鈍くなったりして運転免許の更新が出来なくても、自動運転と安全性の確保に関する技術革新が進み、自動車はもはや自分で運転する必要もない。車に乗りたいときは手元のスマートフォンで呼び出すと自分に一番近い所にいる車が迎えに来る。15年前のタクシーと違うのは、それが無人の自走車であるということである。目的地を入力すれば、自動的に最適なコースを選んでくれる。安全運転が徹底しているので事故は激減し、事故が起きた際もできるだけそのダメージが小さくなるようにコントロールされている。自走車運行管理システムによるコース取りの最適化と合わせ、車を所有する人が減って走っている車の絶対数が減ったので、渋滞もほとんど起こらない。一方で、モビリティの共有化は新たなコミュニケーションの場を生み出している。運転の必要がない車内は格好のコミュニケーションの場であり、個々のモビリティ同士が情報を共有することで、同一カ所への集合も容易になった。もちろん今でも車の愛好家は健在で、自分の車を自分で運転している人はそれなりにいる。でも、それはもう趣味の領域であり、娯楽・スポーツの一環として運転ライセンスが管理されている。

それに加えて、少子化が進む過程でスマートシュリンクによるコンパクトシティ化が進んだ。今では商業スペースも行政機関や病院、学校、文化施設等の公共公益施設も住宅地に密接する中心市街地に集まっている。おかげで、生活自体は住んでいる街の中だけで事足りるし、大抵の場所には歩いて行ける。実際のところ、自動車や電車は旅行等で遠出するとき以外は使わないですんでしまう。

著名な大企業の本社が地方に移転し、就労環境が充実したことで、都心へ転居する若い人はほとんどいなくなった。政府の立法・行政・司法等、首都機能の一部移転も進んで東京一極集中も解消し、大規模災害による首都機能喪失のリスクもあまり問題視されなくなった。それでも人口は減り続けたが、街は小さいながら活気づいている。郊外から市街中心部への転居が奨励・支援され、住む場所がコンパクトにまとめられた結果、隣近所に空き家はほとんどなくなり、以前のように孤立した感じはない。無人化した郊外は緑地化されるか、あるいはIoT等を活用した効率的な農林産業の再開発が行われている。どこにも似た街ができるのではなく、それぞれの地方の地勢・風土・文化に応じた個性ある街と産業が形成されている。地元住民による魅力的な街づくりが観光資源となり、街の活力に大きく貢献する例も多い。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 大企業の地方への誘致 首都機能の一部(国会等)移転あるいは冗長化 モビリティ共有化への施策 都市の再開発に向けた法環境の整備(空き家対策) 運転免許制度の変更
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> スマートシュリンクやコンパクトシティ化実現への具体的方策の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> 地方への本社移転 各種モビリティの開発と商品化
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> モビリティ共有化への合意形成
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転と安全性の確保に関する研究開発
大学	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転と安全性の確保に関する研究開発
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 各種モビリティに対応した交通安全教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> インフラ整備への投資 郊外と都市の不動産の交換をより促すサービスの開発 自動運転、高齢者モビリティ関連の保険の開発
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 地域の特色を生かした魅力的な街づくり コンパクトシティ化に向けたリテラシーの向上

(3) 戦略推進上の留意点

- コンパクトシティの先行モデルとなる地方都市の選択
- 既存インフラの有効利用
- 移転すべき首都機能の選定(例えば国会)
- 南海トラフ巨大地震で同時被災しない地域の選定
- 自動運転の是非
- 自動運転車両の保守・管理
- モビリティの共有化によるマーケットの縮小
- 管理システムのトラブル対策

2.7.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）


レジリエントな社会インフラ

概要


- 東日本大震災からの教訓に基づく国家安全と大規模自然災害に対応するレジリエントなインフラ整備について検討。
- 観測情報を効率的に収集し活用する社会インフラの構築により、気候変動、防災・減災、水、食料問題、生態系保全などの地球規模の課題解決に資する検討を行う。
- 南海トラフ巨大地震等の大規模災害の発生と都市消失の可能性や、少子高齢化による労働人口の減少、地方消滅の可能性などに対応するインフラ整備を検討する。
- インフラの長寿命化や都市機能の分散化に注目しつつ、社会インフラ統合管理システムの構築により、技術研究開発成果のスムーズな社会実装とスマートシユリンクによるコンパクトシティ化(生活水準の確保)を実現するレジリエントな社会を目指す。

注目される方向性


東日本大震災からの教訓に基づく
大規模自然災害への対応



国家安全保障を見据えた
国土監視体制の整備



少子高齢社会に対応したインフラの
長寿命化と都市機能の分散化




東日本大震災からの教訓に基づく大規模自然災害への対応

東日本大震災からの教訓に学び、住民が安全で安心して生活できる「まちづくり」のための、ハード（施設整備、施設の機能向上、応急復旧対策等）及びソフト（地域毎のハザードマップの整備、避難に資する情報提供、防災訓練等）の両面についての技術開発と成果の社会実装を実現する

災害対応現場を支援するしくみ作り

- ・ 発災後即時対応に必要な情報の収集と選定
- ・ 研究開発成果の実用化に向けた現場の意見の取り込み
- ・ 被災現場の評価手法の検討
- ・ シミュレーションと現実のギャップの認識
- ・ 災害は同じことが起きないことを肝に銘じる教育



災害

防災

発生時

事後

国際貢献

情報収集

シミュレーション

評価手法

法改正

情報発信

防滅災のための研究

見守り

教育



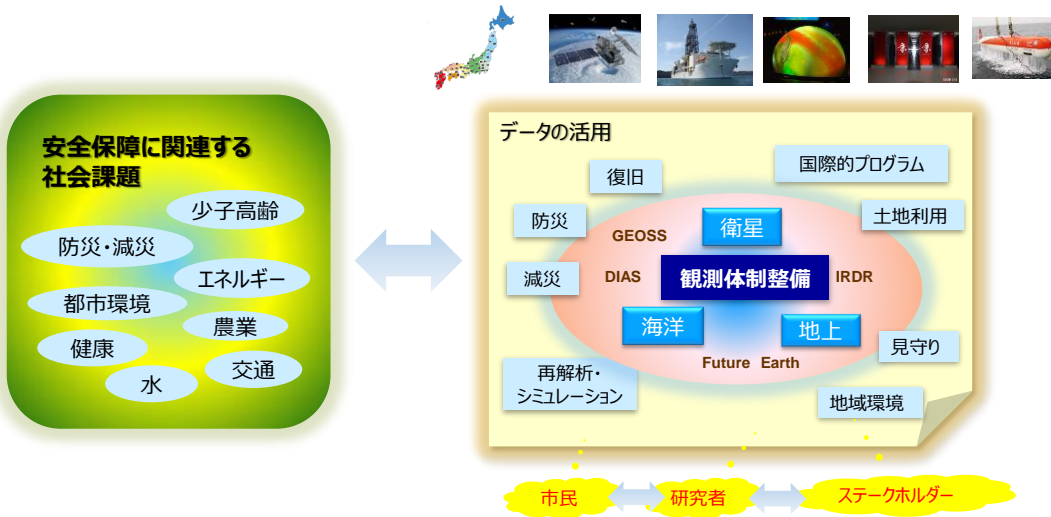
利害調整支援の必要性

- ・ インフラ情報化によるリスク拡大への対策
- ・ 災害予報が外れた場合の責任問題の回避
- ・ 復興に向けた法律環境整備
- ・ ハードとソフトが融合した環境におけるマネジメント教育



安全保障を見据えたデータ活用による国土監視体制の整備

- 地震・火山・津波等の大規模災害や地球環境の変化を正確に把握し、災害時と平時の両方でメリットを与える**観測ネットワークの構築**
- 状況に応じてインフラを的確に制御するための**社会インフラ統合管理システム**の整備
- 中央省庁、地方自治体などのステークホルダーや住民との**情報共有及び連携**

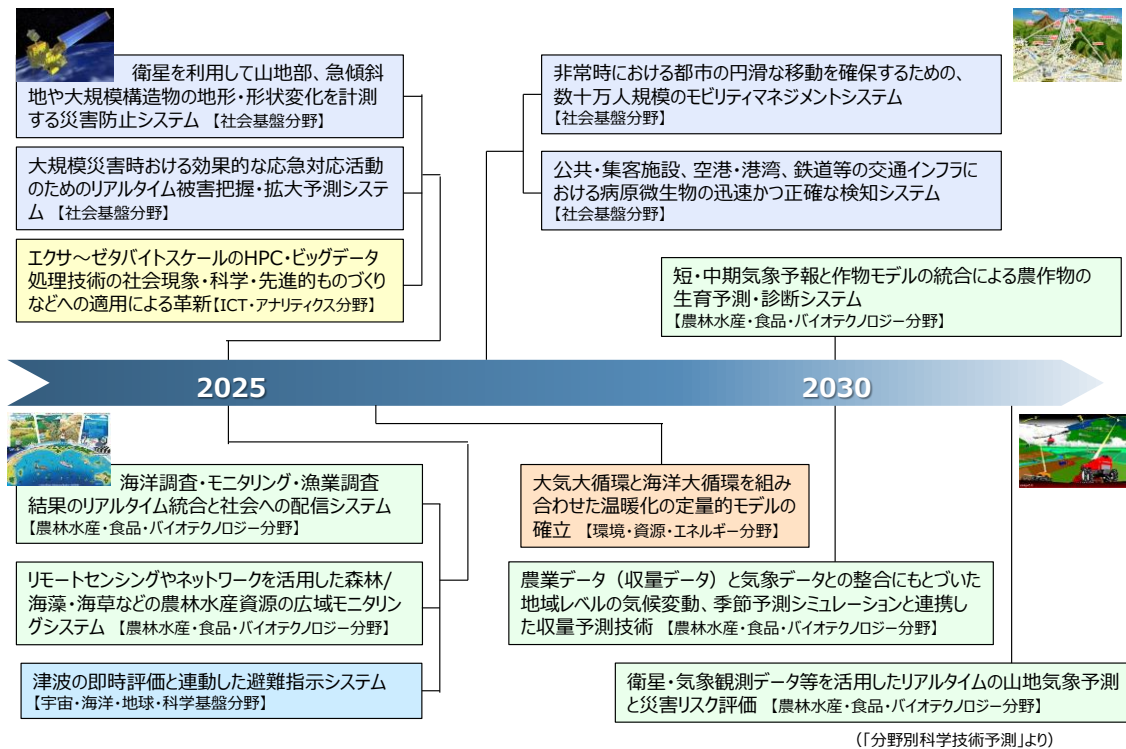


少子高齢社会に対応したインフラの長寿命化と都市機能の分散化

- 維持管理・更新費用の推計等を基にした社会資本の実態を踏まえ、構造物の耐久性向上技術や点検・監視技術の研究開発と社会実装を進め、**インフラの長寿命化とメンテナンスの効率化**を図る。
- 人・モノ・サービスの交流の基盤である**交通・輸送システム**については、その安全性・信頼性・効率性の確保と共に、**高齢者向けのモビリティ**や徒歩での生活圏を意識した上で、技術研究開発を進める。
- 少子高齢化や人口減少に対応して、建設生産システムの**安全性や生産性（作業効率）の維持・向上**を図るため、情報通信技術やロボット技術等を活用した**情報化施工、無人化施工**等による建設生産システムの改善を推進する。
- 地域を（スマートシュリンクから**コンパクトシティ**へ）活性化し、政府の立法・行政・司法機能の一部を移転することにより、首都機能を分散させ、大規模災害に対するリスクを低減する。



「レジリエントな社会インフラ」の関連トピック



2.8. [エネルギー・環境・資源]

持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源

2.8.1. 検討の背景

東日本大震災以来、我が国のエネルギー政策は、これまで以上に多くの解決すべき課題を抱えている。気候変動問題解決に貢献するためには、原子力と再生可能エネルギーの推進を優先政策としてきたが、原発事故以来、エネルギー政策の見直しが各方面でなされている。化石燃料枯渇や温室効果ガス排出量の増加、エネルギー資源の問題も、我が国のみならず、世界各国が協力して取り組むべきグローバルな重要課題である。さらに、特に我が国は人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化等により、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性が増大している。そこでエネルギーのベストミックスと気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー、資源、環境について検討した。

エネルギーを生産から消費、流通・変換・貯蔵・輸送として設定し、特に 2020 年までに実現を目指している水素を優先的に取り上げた。

環境分野は、人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化等により、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性について注目した。そして、技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントも評価からコミュニケーションを含めて検討することにした。

資源は鉱物資源のほか、未利用の廃熱や水に関しても、リサイクル・リユースの観点から検討した。また地域資源である地熱、世界トップレベルの水処理関連技術も淡水化などの造水から、家庭や工場からの排水の処理まで注目した。

2.8.2. 注目される方向性

A) エネルギー：生産から消費、流通・変換・貯蔵・輸送

生産から消費にわたるライフ・サイクル・アセスメント(LCA: Life Cycle Assessment)(流通・変換・貯蔵・輸送を含む)に考慮したエネルギーのベストミックスに関して検討した。

B) 環境：地球温暖化、保全、解析・予測、創成、リスクマネジメントとして、グローバルから地域特性も含めた問題解決に資する技術

地球温暖化対策、保全、解析・予測、環境創成、それらすべてに関連するリスクマネジメント、そしてグローバルから地域特性も含めた問題解決に資する技術について検討した。

C) 資源：鉱物資源から未利用の地熱、リサイクル・リユースおよび水

鉱物資源や未利用の熱、水をリサイクル・リユースし有効活用できる技術を中心に検討した。

2.8.3. リーダーシップシナリオ

「温暖化問題解決に貢献する、世界をリードする技術開発の推進」

(1) 2030 年の社会

2030 年、日本はエネルギーのベストミックスに関して世界のリーダー的存在となった。それは資源配分と人材戦略により技術的レベルを維持し、資源配分と内外連携・協力などによって社会の認知、普及に努めた省エネ技術の高度進展によるものである。固定価格買取(FIT)制度は、ICTによって最適なバランスがコントロールされたエネルギー供給システムと連動して全国展開されている。2014 年の科学技術予測調査で明示された、技術開発や社会実装における不確実性が高かった宇宙太陽発電システムや核融合発電は、基礎研究と要素技術が進展し、安全確保のためのルール作りと、経済性と雇用の試算が発表され、実現に向けた取組みがなされている。また、高効率電力変換、エネルギー貯蔵・輸送、高エネルギー密度電池、スマートグリッド・分散電源、高断熱材料など、多くの材料関係の技術は日本がリードしている。ハイブリッドシステムの更なる効率化と二次電池性能の向上によって、エネルギー効率が 50%の自動車や、一回の充電で航続距離が 500km 以上の電気自動車が実用化し、世界に普及している。廃棄されるパソコンやスマホなどからの金などの有価物回収も、技術の進展によりほぼ 100%資源化されるようになった。レアメタル品位の低い特殊鋼などの使用済製品からも有用金属を経済的に分離、回収する技術によって、海外からの鉱物資源輸入量は激減した。それでも必要な食料や資源は、CO₂ 排出量を半減及び NO_x 排出量を 2015 年に比べ 20%程度に低減したクリーンシップによって輸入され、代わりに日本の高度処理技術によって、農業に使用できる中水を輸出して外貨を獲得している。またエネルギーや資源を回収可能な下水処理技術は国内ではほぼ 100%普及し、こうした資源回収マネジメント技術は途上国へも多く実装され、展開が進められている。そして新興国を中心とした経済発展・都市化が進む海外市場からの収益はますます拡大し、途上国でも実現できる技術やシステム開発は国主導で進められ、これまでの研究蓄積、課題への対処経験を途上国で展開して、日本の存在価値を高めている。このように、日本のものづくり産業が技術の簡易化やコスト削減への対応などによって競争力を維持しつつ、温暖化問題解決に貢献するさまざまな技術開発は実現化が進み、環境とエネルギー関連技術に関して我が国は世界をリードしている。

2011 年の東日本大震災がきっかけとなった、放射性物質のモニタリング技術は、日本の原発技術とともに新興国での CO₂ 削減に寄与する原子力発電の新設に貢献している。大気汚染等や温暖化による激甚気象現象(異常気象)発生機構の解明が進み、防災、減災の計画には人文・社会科学系との連携により、国内だけではなく、海外にも展開可能な統合的手法が広がりを見せている。

こうした低炭素社会の実現に向けた、社会経済的な制度構築に関する科学技術面からの検討が功を奏して、IPCC 第 5 次評価報告書に掲げられた 2°C 目標の達成は、現実的なものに近づいている。特に日本が持つモニタリング技術や、発生メカニズムの解明などといった科学的知見は、気候変動を緩和し、自然災害を低減するための技術や、環境や生態系におけるリスク要因を解明し、避けられない環境の変化への適応に向けた対策にも適用され、世界の環境問題解決に貢献している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーのベストミックスに関する法的支援 最適バランス化されたエネルギー供給システムの普及支援 FIT 制度の再検討 省エネ製品の国際展開のための施策 環境に関わる税制の見直し船舶の国際法の見直し 廃棄物回収における収率向上への支援
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> スマートコミュニティ研究や社会システム研究 生態系におけるリスク要因の解明 モニタリングシステムの普及 低炭素社会の実現に向けた社会制度の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ・省資源関連研究 途上国へも実装可能なマネジメントの開発と展開
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 生物多様性を考慮した原材料の利用と仕組みづくり他業界との連携
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 産学連携による人材育成 エネルギーと環境の最適バランスを検討する学会間の連携
大学	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーのベストミックスに関する研究 異常気象発生機構の解明 学内連携による人材育成、他学科との共同研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 初等教育からの環境教育の義務化
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 新 FIT 制度設立排出権取引に関する支援 排出権取引に関する支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物回収への協力 異文化への理解 温暖化に関する正しい知識の蓄積

(3) 戦略推進上の留意点

- 税収入減による FIT 制度の継続困難化
- 外来種の増加による環境破壊
- 都市集中によるエネルギーピーク
- 技術移転によるものづくりの弱体化

2.8.4. 国際協調・協働シナリオ

「地球規模問題への対応と世界の発展への貢献」

(1) 2030 年の社会

2030 年、変化し続ける世界の中で、日本は 2020 年から台頭している ASEAN との関係や資源獲得競争に直面している。そしてアジアのさまざまな状況への対応には、資源配分と国際連携が必要であることが広く議論されている。こうした課題への対応策の議論では、フォーサイトによって作成された多国間協力のシナリオに基づいて検討され、平和的解決に向けて科学技術予測調査

で得られたさまざまなデータがエビデンスとして利用されている。そして実用化に資する経済性を考慮した国・研究機関・企業との連携や、社会実装(社会受容性の向上)のためのシステムの構築、また技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントに関しては、評価からコミュニケーションまで含めて、産業基盤を担う人材の育成施策が中心に検討されている。リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成の重要性はますます増し、リスク情報の“伝達”から“対処”、“行動”変容の導出、社会の変化に応じた生活様式の変化、エネルギーのベストミックスと気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー、環境、資源に関しては、ASEAN や APEC を中心とした国際組織が中心になって検討している。特に、人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化などにより、生活環境の変化への対応も含めて、自然環境保全に取り組む必要性について集中的に議論がされている。

大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立、地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術、生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術、熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術などに関しては、途上国では以前のように日本からの経済的支援を受けることはなくなったが、技術開発については日本と共同で ASEAN 各国がそれぞれの問題解決に対応している。例えば、途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術や森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立などが一例である。また、水資源の確保に向けた国際的展開はますます重要性を増している。エネルギー効率が 50%以上向上した逆浸透膜浄水技術や、水循環システム、水質評価技術、そして上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術の普及などの世界の水ビジネスに関して、さまざまな世界トップレベルの水処理技術を通じて、我が国は世界の貧困層解消に貢献している。

日本全国に太陽熱等を利用した水素製造、未利用の廃熱や地域資源である地熱を活用した 1MW クラス中低温地熱資源利用発電が普及し、自然エネルギーによる発電が国内全体の 30% となっている。そして、日本が開発した CO₂ 回収技術とともに、褐炭などの低品位化石燃料を利用する CO₂ 回収型ガス化複合発電が世界に広がり、ASEAN では、バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクションといった技術のみならず、トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法によって、CO₂ 削減に取り組んでいる。また、沿岸・海洋での潮流エネルギー資源利用発電や 10MW 級洋上浮体式風力発電は APEC 各国に広がりを見せている。

世界で発生する災害には、日本がいち早く多方面から協力できる体制が完備されている。また食料・水・災害リスク管理のための監視体制や、静止衛星による陸域・沿岸域を空間分解能 30m で常時観測する技術、災害現場で生存者を識別できる災害救助ロボット、都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術などによって、我が国は世界の減災に貢献している。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 国際法の見直しの提案 • 途上国支援の見直し

実施主体	戦略
	<ul style="list-style-type: none"> 人口減少や高齢化への対処
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 途上国支援開国際水質評価基準への貢献 リスク情報の伝達から対処までの総合マネジメント トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法 国際枠組みにおける気候変動関連会議へ提供するデータ基盤の整備 資源探査
企業	<ul style="list-style-type: none"> 新たな市場創造戦略等 経済性のある汚染水浄化・再利用技術開発
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 評価からコミュニケーションまで実施可能なリスクマネジメント手法の開発 越境大気汚染等の影響評価技術の確立 都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーマネジメントに精通した人材の育成 災害救助ロボットの開発
大学	<ul style="list-style-type: none"> 社会システムも含んだエネルギーや環境関連技術の開発と人材育成
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 子供の頃からのリスクマネジメント教育 コンセンサス形成に向けた取り組み
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 新たな投資スキーム 海外への直接投資 (Foreign Direct Investment)
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成

(3) 戦略推進上の留意点

- 国際枠組みの変化、特に ASEAN や APEC における変化
- 越境環境汚染被害の増加
- 地方経済の衰退
- 気候変動の悪化による世界各国での水不足
- 研究者・専門家の減少

2.8.5. 自律性シナリオ

「全体最適化を考慮したシステムの実現」

(1) 2030 年の社会

2030 年、日本では長期展望に立ったナショナル・セキュリティを基本とした取り組みが各方面で繰り広げられている。特に企業における人材・組織・制度の国際化は、日本のおもてなし(ホスピタリティ)も含めて、超高齢化社会への挑戦と官民連携(オープンガバメント等)により進められている。国家存立基盤には、国際協力の推進と日本の独自性の両面から技術開発が必要で、特に地球温暖化を考慮した施策が不可欠であることは昔と変わらない。

2020年の東京オリンピック・パラリンピックで実現した、レジリエント社会に向けたインフラの再構築が全国で展開されている。節電やエネルギーのベストミックスは、地方の主要産業のひとつとして普及している。インフラの全体最適化を考慮したシステムの実現は、地方活性化や災害対応にも大きな影響を及ぼした。例えば、エネルギーや食料などといった生活に必要な資源の供給と需要のバランス、地下水位制御システム、省力・低コスト栽培が可能な作物の育種技術、及び ICT の統合により多様な作物の輪作と、高生産性穀物生産が実現した。また、気候変動に柔軟に対応可能な露地栽培と施設栽培の最適化システムや、避けられない地球温暖化を利用して、日本で熱帯・亜熱帯果樹の経済栽培が可能になるような栽培・流通技術も普及し始めている。そして自然との調和をはかりつつ海外展開することを目指して自助努力し続ける、地方都市を中心とした地域向け農業に関するさまざまな開発も進展している。地方の多くの農家は後継者不足により個人経営から企業化され、温度や施肥などがコントロールされた農場では、天候を気にすることなく安定した野菜の供給が可能となっている。一方で都会でも、レストランの店内に展開する植物工場の普及で、農業は身近で実務的であるという認識が浸透している。農業は高齢化で担い手不足が深刻な状況であったが、今では「Cool な職業」という認識で希望者数は増加しており、ASEAN 各国から日本全国に来日し、スマート農業を学ぶために滞在している。そして、耳に容易に装着できる翻訳機によって多言語に対応でき、日本の農業従事者は海外にも事業を展開し、国際協力に貢献していると同時に国内の食料自給率の向上にも寄与している。

消費、流通・変換・貯蔵・輸送といったエネルギー関連テーマにおける重要な技術の推進と本格的な導入・展開に向けては、事業採算性をクリアするための個々の要素技術の全体最適化のためのソフトウェア開発や、統合システムの展開を基本に進められている。ICT 技術の進展によってエネルギーの有効活用と効率向上、および法令、技術標準との整合性も考慮され、スマートなエネルギーシステムが各地に実現している。長期展望に立った政策的支援の必要性は、今も時々議論され、2014年に提案された SIP(Cross-ministerial strategic innovation promotion program) で検討していたエネルギー関連技術プロジェクトと一体型の開発体制の構築、当該関連技術の戦略的な方向性(政策立案、選択)の明確化についても、地方活性化や超高齢社会も考慮しつつ、継続して検討されている。こうした取り組みは、国内のみを対象としたものではなく、移民や人に代わるロボットなどの視点も含めて検討されている。

(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 技術の社会実装に向けての法令、技術標準との整合性 • エネルギー関連技術プロジェクトと一体型の開発体制の構築 • 当該関連技術の戦略的な方向性(政策立案、選択)の明確化 • インフラの全体最適化検討の場の設定 • 人材・組織・制度の国際化への対応 • 官民連携 (オープンガバメント等)の検討

実施主体	戦略
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 国際協力の推進 導入・展開に向けた、要素技術の全体最適化システムの開発 気候変動への対応 全体最適化を考慮したインフラシステムの検討 自然との調和をはかりつつ海外展開するシステムの開発 研究者交流
企業	<ul style="list-style-type: none"> 人材・組織・制度の国際化 高生産性農業の実現 省力・低コスト栽培が可能な作物の育種
業界プラットフォーム 組織	<ul style="list-style-type: none"> 官民連携（オープンガバメント等）の検討 露地栽培と施設栽培の最適化システム 温度や施肥などがコントロールされた農場経営
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化対応を考慮したエネルギー関連施策と技術開発 農業従事者育成
大学	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化対応を考慮したエネルギー関連研究開発 マネジメント教育
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー、環境教育の普及 研究者交流支援
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 事業採算性をサポートする制度づくり ふるさと支援
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー、環境教育の普及 環境整備への取り組み

(3) 戦略推進上の留意点

- 移民政策
- リスクマネジメント
- 中央行政の地方移転
- 気候変動の悪化
- 労働人口減少

2.8.6. 資料（課題抽出と解決方向の検討）

持続可能な未来構築に貢献する エネルギー・環境・資源

概要

- エネルギーの**ベストミックス**と**気候変動**問題解決に貢献するためのエネルギー、環境、資源について検討。
- 特に2020年までに実現を目指している**水素**を優先的に取り上げた。
- 環境分野は人口減少や高齢化、グローバル化による**社会の変化**などにより、**生活環境の変化**への対応も含めて、**自然環境保全**に取り組む必要性について注目。
- 資源は**未利用の廃熱**や**地域資源**である**地熱**、世界トップレベルの**水処理**技術にも注目。
- 技術だけでは解決が困難な課題に対応する**リスクマネジメント**も評価からコミュニケーションを含めて検討。

注目される方向性

エネルギー

生産から消費にわたるLCA(流通・変換・貯蔵・輸送を含む)に考慮したエネルギーのベストミックス

資源

鉱物資源や未利用の熱、水をリサイクル・リユースし有効活用

環境

地球温暖化対策、保全、解析・予測、環境創成、それらすべてに関連するリスクマネジメント、そしてグローバルから地域特性も含めた問題解決に資する技術



エネルギー：全体最適化を考慮したシステムの実現

解決すべき課題

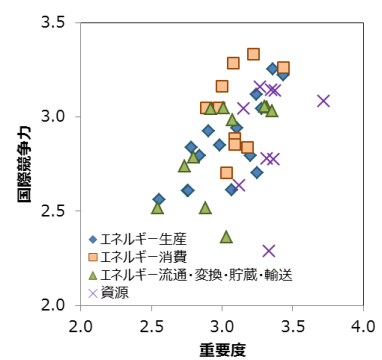
エネルギー生産、消費、流通・変換・貯蔵・輸送

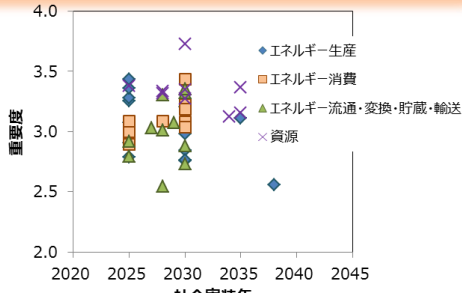
- ・ 事業採算性をクリアする必要性
- ・ 地球温暖化対応を考慮した施策が不可欠
- ・ 本格的な導入・展開に向けた、個々の要素技術の全体最適化のシステム
- ・ ソフトウェア開発も含めたICT技術の駆使によるエネルギーの有効活用と効率向上
- ・ 技術の社会実装に向けて、法令、技術標準との整合性が重要な技術

資源

- ・ ナショナル・セキュリティを基本とした取り組み
- ・ 国際協力の推進と日本の独自性の両面からの技術開発

重要度と国際競争力はほぼ相関関係あり





政策への期待

- ・ 長期展望に立った政策的支援の必要性
- ・ SIPで推進されているエネルギー関連技術プロジェクトと一体型の開発体制の構築
- ・ 当該関連技術の戦略的な方向性（政策立案、選択）の明確化

SIP: 戦略的イノベーション創造プログラム

環境：温暖化解決に貢献する世界をリードする技術開発の推進

解決すべき課題

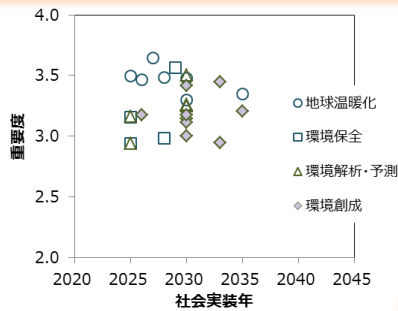
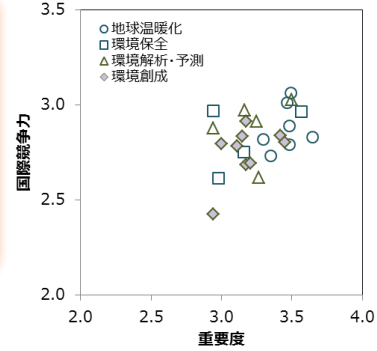
地球温暖化

- ・ モニタリング、発生メカニズム、影響関連の技術
- ・ 豪雨、土砂災害の防止に係る技術（局所的災害への対応）

環境保全、環境解析・予測、環境創成

- ・ 放射性物質からの確実な除染技術
- ・ 環境や生態系におけるリスク要因の解明と適切な対策
- ・ 途上国でも実現できる技術・システム開発
- ・ （技術の）簡易化やコスト削減への対応
- ・ 気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術
- ・ 技術開発や社会実装における不確実性の改善
- ・ 水銀除去、アオコ・赤潮の回避

重要度と国際競争力はあまり相関関係がない



政策への期待

- ・ IPCC第5次評価報告書：2℃目標の達成
- ・ 低炭素社会の実現に向けた社会経済的な制度構築に関する科学技術面からの検討
- ・ 研究蓄積、課題への対処経験を途上国で展開
- ・ 技術の実現に向けての資源配分と人材戦略、社会実装への資源配分と内外連携・協力
- ・ 人文・社会科学系との連携により他地域にも展開可能な統合的手法による課題解決

資源：地球規模問題への対応と世界の発展への貢献

解決すべき課題

水

- ・ 今後10年程度で技術の実現時期を迎え、連続的に進化していくことから資源配分と国際連携が必要
- ・ 水資源の確保に向けた国際的展開

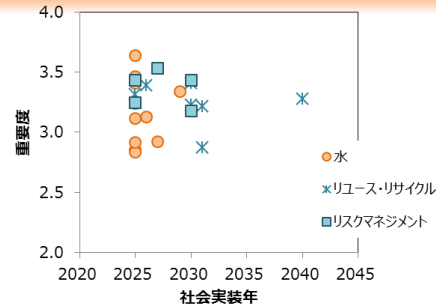
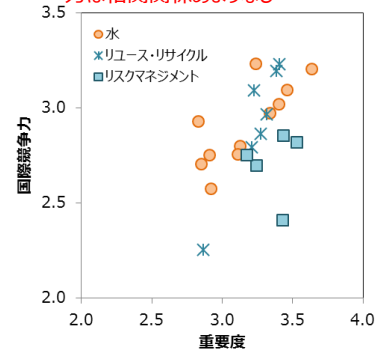
リユース・リサイクル

- ・ 実用化に資する経済性を考慮した国・研究機関・企業との連携
- ・ 社会実装(社会受容性の向上)のためのシステムおよび仕組み作り

リスクマネジメント

- ・ リスク情報の“伝達”から“対処”、“行動”変容の導出
- ・ 科学技術がもたらすベネフィットとリスクの分析

リスクマネジメントの重要度と国際競争力は相関関係あまりなし



政策への期待

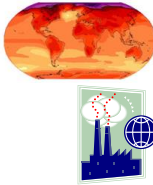
- ・ 水の循環利用、水質評価技術等で、世界のビジネスを先導していくこと（支援）
- ・ 将来の産業基盤を担う人材の育成施策（例：放射性廃棄物、レアメタルリサイクル）
- ・ リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成の重要性

「持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源」の関連トピック

環境問題

⇒ 重要度は高い、国際競争力と相関なし

途上国で一般利用できる経済性のある
汚染水浄化・再利用技術



温暖化と大気汚染等との
組み合わせによる激甚
気象災害（異常気象）
発生機構の解明

森林に対する越境大気汚染
等の影響評価技術の確立



外来種の移動拡散を支配する因子と侵略
リスクの解析評価に基づく対策技術の確立



トレードオフ、経済性等を考慮した温室
効果ガス排出削減対策と選択手法



2025

2030

2035

2040

低線量放射線リスクに関する
合意形成手法の確立



IT、衛星などを有効活用した効率
的な鉱山探査技術

小都市(人口10万人未満)における、エネルギー自給自足、
完全資源循環のクローズドサイクル化の実現（燃料電池、
バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合）

エネルギー効率が50%の自動車エンジン



MW規模の系統連系安定化用長寿命二次
電池（サイクル寿命：20年以上、コスト1.5
万円/kWh以下）



高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の
使用により核変換して廃棄物量を激減させる技術

エネルギーシステム

⇒ 重要度、国際競争力ともに高いと評価

(「分野別科学技術予測 環境・資源・エネルギー分野」より)

3. 統合シナリオ

3.1. 論点の整理

国際的視点からのシナリオ作成に先立ち、論点整理を行った。まず、検討の基礎情報となる我が国の強みと弱みについて、「将来社会ビジョンの検討」及び「分野別科学技術予測」の結果を基に整理した。次いで、「世界の中の日本」ワークショップにおける議論を基に論点抽出を行った。

3.1.1. 日本の強みと弱み

「将来社会ビジョンの検討」においては、我が国の強みとして配慮気質（おもてなし）、職人気質（作り込みへのこだわり）などが挙げられた。また、地理的条件から強みを持つ領域として、災害対策や省エネルギー・省資源が挙げられた。一方、将来に向けた大きな潮流と考えられるオープンプラットフォーム構築に最大の弱みがあると指摘され、併せて、リスクマネジメント、システム化、イレギュラーな事象への臨機応変の対応に弱いこと、などが挙げられた。

「分野別科学技術予測」では、大量データの利活用（ビッグデータ、健康・医療情報、シミュレーション等）、製造業のサービス化、人工知能など、社会に大きな変化をもたらすと予想される領域の国際競争力が相対的に低く評価され、また重要性の認識も低い例が見られた。

3.1.2. 日本の位置づけ・役割

上述の国際競争力から見た我が国の強み・弱みを踏まえつつ、(1)我が国の強みを活かし、国際競争力を確保する「リーダーシップ」の視点、(2)我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によってグローバル課題の解決を図る「国際協調・協働」の視点、(3)我が国の社会・生活の存続基盤に関わる課題に自律的に対処するための「自律性」の視点に立ち、世界の中での我が国の位置づけや役割を議論するワークショップを開催した。ワークショップにおいて提示された論点は以下の通りである。

(1) 「リーダーシップ」に関する論点

○「日本の提案力」の強化

場所や国籍によらず、「日本の提案力」として動員することを考えるべきであり、そのためには、若いうちから世界のネットワークに入り込む環境を整える必要がある。また、国内で実施が難しい研究の海外での実施、日本を実験フィールドとして提供した共同研究、国際的拠点設置と優秀な研究者招へい、グローバル企業の活用等も選択肢となり得る。

○課題先進国として成功事例の展開

課題先進国として成功事例を世界に展開することを考えるべきである。高齢社会が最も早く出現する我が国の取組の成否を各国が注目しており、機器もパッケージにした早期診断システムの展開などが一例として考えられる。しかし、こうした価値を生み出すシステム構築のできる人材が圧倒的に不足しており、俯瞰的な視野を持つ人材の育成が急務である。

○我が国のレベルの高い領域の推進

我が国の強みを生かし、レベルが高い領域を世界に打ち出すことが重要である。例えば、インフラ技術、省エネルギー・省資源技術、再生医療などが考えられる。

(2) 「国際協調・協働」に関する論点

○我が国の貢献が期待される領域の特定

諸外国から期待される領域において貢献する姿勢が重要である。例えば、災害関連領域は、我が国の技術力や人的資源が役立つ場の一つであり、その他の領域としては、気候変動、感染症対策、難病・希少疾患対策、水の供給と管理、エネルギー生産などが挙げられる。

○潜在的な需要への対応、各国事情の考慮

国際的な潜在需要の在処を確実に捉え、必要な研究開発を進める必要がある。また、社会実装に当たっては、対象地域・国の事情に合わせた国際協調・協働が必要である。

○科学技術発展と人間の関係の考慮

人の行動や健康状態をモニターできる時代がやがて到来する。そのとき国際レジームをどうするのか、技術変化を許容しつつ我々の価値や規範をどう守るのか、一番高度な政治のレベルで問題提起、議論する必要がある。

(3) 自律性に関する視点

○社会・生活の基盤

物心両面において安全で安定した生活を保障することが肝要である。グローバル化、ICT 発展がもたらす変化、我が国の地理的条件等を背景として、サイバーセキュリティ、危険物(爆薬、麻薬、病原微生物等)検知、リスク対応、食料や資源の確保、防災・減災などへの注力が求められる。

○技術のガバナンス

技術は中立であり、使い方次第で社会に様々な影響をもたらす。想定外の使われ方をする技術、また、軍用にも民生用にもなる可能性を持つ技術も少なくない。社会における高い便益が想定されるにもかかわらず、悪用、誤用、軍事転用の可能性があるという理由だけで研究開発自体を停滞させることのないよう、国際的な場でガバナンスの在り方を議論すべきである。

3.2. 国際的視点からのビジョン及び科学技術の関連付け

「将来社会ビジョンの検討」における論点、及び「分野別科学技術予測」で取り上げた科学技術トピックについて、国際的視点から横断的に整理を行った。

まず、「将来社会ビジョンの検討」における論点を、三つの国際的視点(リーダーシップ、国際協調・協働、自律性)のうち最も関係が深いと考えられる視点に割り振った。次に、割り振った論点に関連する「分野別科学技術予測」のトピックを貼り付け、要素関連図を作成した。

図表 10 将来社会ビジョン検討の論点及び科学技術トピックの整理

(1) 「リーダーシップ」の視点







(2) 「国際協調・協働」の視点



(3) 「自律性」の視点



自律 (2/2)



3.3. シナリオの作成

三つの国際的視点(リーダーシップ、国際協調・協働、自律性)について、3 調査(将来社会ビジョンの検討、分野別科学技術予測、本調査のテーマ別シナリオ)の結果を俯瞰した統合シナリオを作成した。国際的視点とは、リーダーシップ(我が国の強みを活かし、国際競争力を確保する)、国際協調・協働(我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によりグローバルな課題の解決を図る)、自律性(我が国の存続基盤に関わる課題に自律的に対処する)の3点である

各シナリオは、2030年の社会、その実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び戦略推進上の留意点から構成される。「2030年の社会」とは、ありたい未来(to be)と現状の延長線(as is)の間に位置付けられるあり得る未来である。シナリオプランニングにおいては、軸や分岐点の設定により複数の独立したケースを選択肢として示すのが一般的であるが、本調査で示すシナリオはいずれか一つを排他的に選択して実施するのではなく、利用可能なリソースの制約等を考慮しつつ、対応する局面に応じた適切なバランスの下に各シナリオの実現を図っていくことを想定している。

[リーダーシップ]

「ものづくり力」をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオ

方向性：国際社会でリーダーシップをとり、未来を生き延びるための課題への対応
少子高齢化や労働力不足などの社会課題への対応

[国際協調・協働]

グローバル課題解決のための国際協調・協働シナリオ

方向性：気候変動や感染症など、国際社会において共通した問題への取組
科学技術を通じて国際貢献している姿

[自律性]

脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオ

方向性：生活と仕事との好循環が達成された生活の質(QOL)の高い社会
自然環境と食料生産が調和した活力のある中山間地域
自動化技術の活用による都市機能・景観の維持

3.4. リーダーシップ

「ものづくり力」をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオ」

3.4.1. 検討の背景

我が国の少子高齢傾向は今後も継続することが予測されており、人口減少、特に被介護者の増加と労働人口の減少が喫緊の課題となっている。結果として、我が国の潜在成長率は今後 1%弱で推移してゆくといった複数の結果が得られている。

国際情勢としても「個人のパワーの拡大」「力の拡散」「人口問題」などに起因して経済、軍事、など各方面での不安定化が予測されており、これを見通した戦略が求められている。

これらの背景から経済を含むソフトパワーの観点から我が国の取るべき戦略を「日本版“情報の傘”」としてまとめた。これは、ICT の分野において、「金融ドメインにおけるスイス・シンガポール」のようなあり方をめざすもので、「ものづくり」で培われてきた我が国の強みを活かしつつ、パブリック・ディプロマシー、安全保障など各種課題の総合的解決を目指す。

具体的には、生活データなど今後 (IoT (Internet of Things、モノのインターネット) / IoE (Internet of Everything)) を通じて主に物理空間上から) 集まってくる大量データの蓄積と解析・可視化、公開の基盤をある程度の透明性を確保した上で構築・運用する。これにより集積されたデータを活用してオープンイノベーションを促進し、持続的な経済成長を目指す。あわせて我が国の基礎力涵養、国際貢献も行う。

3.4.2. 注目される方向性

A) 国際社会でリーダーシップをとり、未来を生き延びるための課題への対応

- データ構築と解析
- 情報や人材育成に対応した制度設計
- 長期視点での戦略立案と、評価のフレーム設計
- サービスデザイン人材、ビジョナリストの育成・環境整備

B) 少子高齢化や労働力不足などの社会課題への対応

- ロボットやサービス工学を活用した生産性の向上と労働負荷の低減
- 今後の成長力を牽引するハードからソフトに至る ICT への投資と人材育成
- データ収集・解析基盤の整備

3.4.3. シナリオ

(1) 2030 年の社会

● 日本版“情報の傘”による情報の収集・解析基盤を国主導で構築運用

データ量の増加と収集対象の増加に伴って、データの持つ資産価値は年々増加している。機械学習ベースの人工知能技術の発展もほとんどが「大量データ」に基づくもので、21 世紀における「産業の米」といえる。結果として、あらゆるデータが社会インフラとして、収集・分析されている。

21世紀初頭、主に情報空間上での情報獲得競争において我が国は後塵を拝し、様々なサービスを通じて多くの情報が自然に・知らないうちに外資系企業に蓄積される形となった。しかし、2030年の現在、特に我が国では「日本版情報の傘」(以下「傘」と略す)として、情報の収集・解析基盤を国主導で構築運用し、国際的にも利用可能な基盤として稼働をさせている。我が国の「傘」と米国で進められてきた“情報の傘”の差異はドメインが軍事に限られないこと、透明性が高いことなどにあり、一種のクラウド・サービスと言える。

米国の“情報の傘”は軍事ドメインにおいて“核の傘”に変わるものとして提供されたもので、各国の提供する膨大な各種の情報からノイズを取り除き、軍事上有用な情報を抽出して渡す、といったものであった。一方「傘」は、物理空間上での情報を情報空間に吸い上げて活用するCPS(Cyber Physical Systems)の世界で得られる「生活データ」を、情報漏えいの危険性を十分に考慮・配慮した状態で、安全に記録・解析するものである。「傘」は主に生活データの蓄積・解析・可視化の機能を提供する。物理空間で得られる生活データは、情報空間以上に「人」に密着した情報が得られる点で価値が高い。つまり、「傘」はドメインを生活場面に、主たる利用者は政府・行政機関に設定したものである。一方で導入当初はクラウド・サービスとしての性質が色濃いことから、既にサービスとして成熟し、世界規模で安定した運用とサービス開発をしていたクラウド・サービスなどの民業圧迫の問題も発生してしまった。ただ、マイナンバーなど国家の機関に関わるデータを民間企業、特に外国籍の企業に託することについての問題への対応策として、我が国として独自に運用することの必要性と、メインユーザが行政で、行政ネットワーク内での情報解析・可視化基盤が前提であり、その上で空いたリソースを国立研究機関などにも解放するという仕組みから、現在では民間向けのクラウド・サービスとは競合せずに、オープンデータは利用されている。また、素材となる情報は家電製品を始めとする各種センサによってもたらされており、個人情報の代理機関などを経て収集されることから、民間との協力がむしろ進展している。結果として「傘」の実現により、政府・行政機関、特定研究機関向けには生活データの解析・可視化機能までがセットで提供され、納税額の確認や政府統計の作成といった行政の効率化は以前に比べて格段に進展した。民間でも代理機関の承認を得れば、第三者も承認レベルに応じた詳細データへのアクセス・解析が可能であり、サービス提供などに活用されている。さらに匿名化・統計化などの処置を経たデータは、オープンデータとして一般にも提供するシステムとしてオープンイノベーションにも寄与している。

このように、国など特定の組織によって生活データが収集・管理されることについてプライバシーやセキュリティなど各側面から議論がでているものの、データが生み出す個人レベルから国家レベルまでの価値の大きさにより、提供・分析・活用は各国で進みつつあり、収集管理の流れ自体は加速する一方となっている。例えば、ドイツは“Industry4.0”というブランディングで工場など企業内・企業間(B2B)の情報を標準化し、収集、分析、活用することを提唱し、米国ではIoT・IoEなどで主に生活場面(B2C)の情報を集積し、これと従来から蓄積している検索やSNS投稿などのデータを掛け合わせて分析、活用している。

- **世界モデルとなった「ものづくり国家」- 異種サービス間の連携や新サービスの創出**

2030年、我が国は「ものづくり国家」として、世界でも優位にたっている。

我が国は 2015 年以降、個別ニーズに対応したニッチな生活家電製品の製造を、3D プリンタを駆使して国内で盛んに行うようになった。そして製品の開発から製造、廃棄まで対応したソフトウェアの開発なども、ビッグデータを利用して、ノウハウのない個人もある程度はできるようになった。

製造現場では、作った製品が、誰に、どのように使われているか、が詳細にわかるようになったことで製造業のあり方も大きく変わりつつある。いわゆる“機能”から“価値”への転換にともなう製造業のサービス化が進展している。

さらにセンシングデバイスなどの面で日本は優位を保っていたことから、家電製品を通じてきめ細かいセンシングが可能となった。その結果として、国内メーカーはアライアンスで生活データの標準化、暗号化などの仕組みを一体的に進めることができ、生活家電を通じてセンシングデバイス群を自然に、利用者にとって無理なく普及させることにつながった。そして、こうした家電製品の利用は、高齢化社会の「安全・安心」対策として、世界のモデルとなっている。

● 収集された個人情報に単一の事業者やサービスを越えて利活用する仕組み

我が国では情報関連法で後れを取っていた感もあったが、マイナンバー制度と関連して個人情報の代理管理機関を設置したため、関連する各種の法案が省庁連携的に整理・整備された。つまり、単一の事業者やサービスを越えて利活用する仕組みが整備され、生活データの収集と利活用に関して優位を得られるほぼ唯一の機会を手に入れることとなった。これらのチャンスが上手く組み合わさった結果として「傘」が実現した。

もちろん、個人情報が一元的に集約されることについて、プライバシーやセキュリティ面での様々な不安の声は未だに根強い。そこで、これらデータの集積のためにデータ自体を税金と見なして、データ収集に同意することにより所得税を一定額免除する仕組みが提供されたり、データの不正アクセスなどについても複数の独立した人工知能により常時監視したり、といった対策が取られている。

これらの制度や技術はその必要性から産学をあげての、また文理融合での研究開発も促進している。たとえば、制度の面では法学を始め社会学や倫理学、心理学などいわゆる人文社会系分野を中心に議論が進んでいる。ただし、研究のスタンスは“わかるため(Analysis)”から“活用するため(Synthesis)”へと比重を移しており、研究の様相も変わってきつつある。

運用面に関しては、ハードはもちろん、データの保存、解析、暗号化、大規模化、高速化、省エネルギー化など、デバイスレベルからアプリケーションレベルまで、基礎から応用までの工学系知識が不可欠で、研究開発はもちろん、高大連携など長期的観点での教育制度など将来を見越した施策が採られている。

また、生活場面のデータが個人情報の代理管理機関に預託され運用されることで、異種サービス間の連携や新サービスの創出も進んでいる。たとえば、食品の購入履歴や運動量に基づく健康指導がなされたり(人データ連携)、自宅に常備しているが滅多に使わない脚立などを安価かつ気軽にレンタルできるパーソナルシェアサービスが提供されたり(モノデータ連携)、といった先進事例も生み出されつつある。これらのデータはほぼ有価証券と同等であり、データ取引によって外貨の獲得も行っている。たとえば特定商品の利用傾向などが匿名化・統計化などの処理を経た上で

メーカー等へ販売されている。少子高齢傾向が進展している我が国にとって、データ取引など知識集約型サービス業は最重要の産業となっている。

こうした取り組みは、金融界におけるスイスのように「日本に情報を預ければ安心」といったパブリック・ディプロマシーを通じ、シンガポールのように「情報取引のハブ」「情報取引を通じた知識集約型労働国家」としての立ち位置を確立しつつあると言える。

● 「データ経営 2.0」的な取り組み

様々なドメインで「データ経営 2.0」的な取り組みが加速している。特にデータを一元的に把握できることによる全体最適（神の視点からの最適化）と、細かいデータ収集を通じた個人・個別の最適（虫の視点からの最適化）のベストミックスがなされている点に特徴がある。

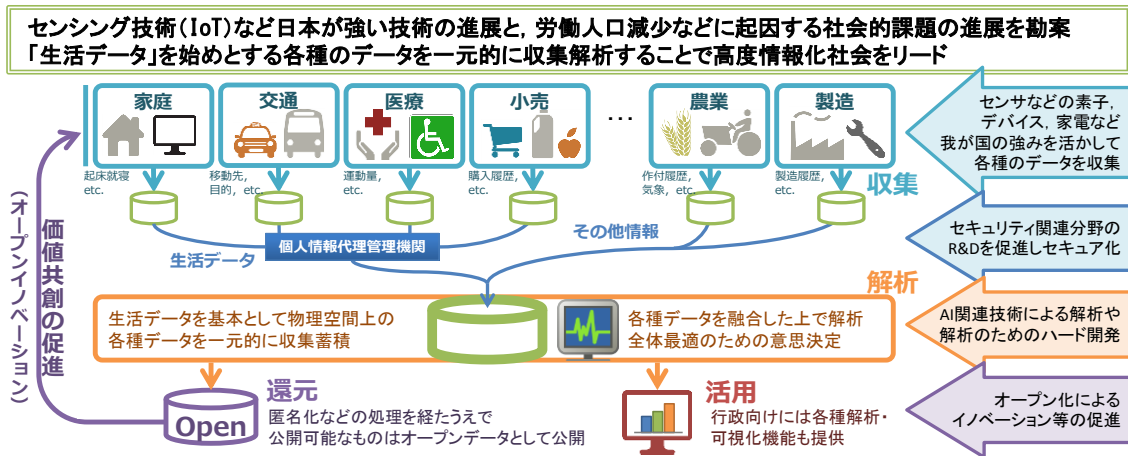
例えば、医療分野では生活データが密に取得できるようになったことで、集団検診制度はなくなりつつある。その一方で、病気の兆候検出精度などは上がっており健康寿命の延伸、介護負担軽減に寄与している。健康保険も、生活データに応じた柔軟な設定がなされるなどしている。

農業分野では、個別の圃場で計測された土壌や作物のデータはもちろん、衛星観測から得られる気象データなどマイクロ・マクロのデータがかけ合わさって、作物育成支援がなされており、初学者でも一定品質の作物を作成できるようになっている。また作物のトレーサビリティも確保され、同時に、必要作物の融通取引などの取引システムと繋がって金銭的にもフードロスの観点でも最適性がある程度確保できている。

防災に関しても、大きな進展を見せた。例えば、橋梁やビルなどのインフラのセンシングデータも一元的に収集・処理されているため、異常検知などは容易になりつつある。また、人の詳細な行動データに基づいた避難シミュレーションなどが行われており、最適な避難計画の策定に寄与している。また、災害発生時も普段の行動データから孤立地区の人数見積もりが行われたり、最適な支援物資配分が行われたりしている。最適支援物資配分の仕組みは農作物の融通取引基盤などを援用しており有事・平時を問わない柔軟な運用となっている。

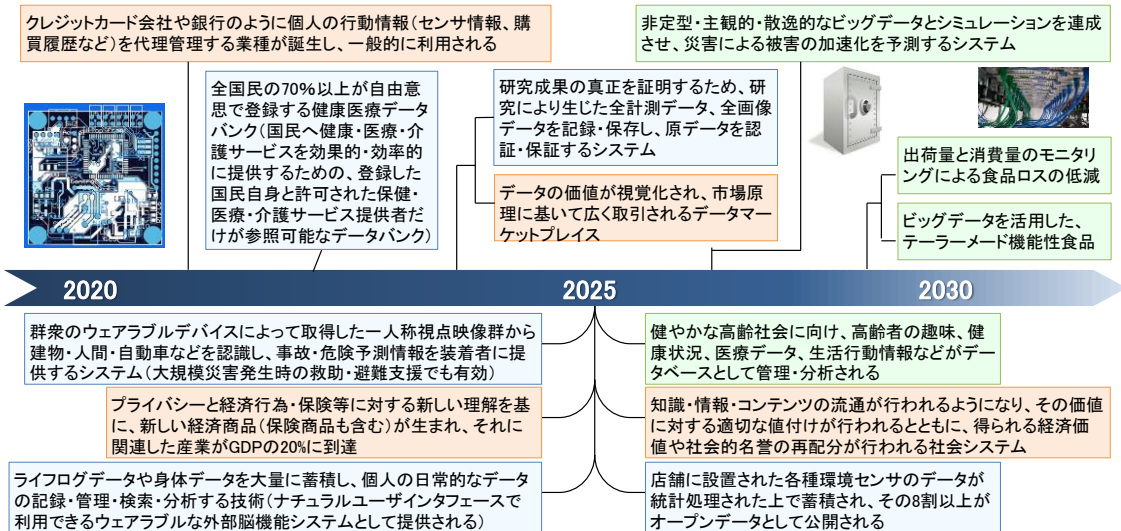
エネルギーは特に平常状態を保つことに重点が置かれている。HEMS（Home Energy Management System）、CEMS（Community Energy Management System）、スマートグリッド、など様々な単位で最適配分が行われており、機械学習等を用いて、いつ、どこで、何に、どのくらいのエネルギーが必要か、といった需要の先読みなども可能になっている。これにより過剰な余剰電力の発電が押さえられるなど、環境負荷の低減に寄与している。

図表 11 リーダーシップシナリオの例示



図表 12 関連科学技術トピックの社会実装年予測(リーダーシップ)

関連トピックの社会実装年予測



(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> 情報収集に関わる国民的合意の形成、基盤構築・運用に関わる制度設計、情報利活用方針の策定、開発・収集・管理機関の設立
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報保護、内外の不正アクセスを検知・遮断する手法、行動履歴など時系列データ解析、異種データ融合手法、大規模シミュレーションなどの応用研究
企業	<ul style="list-style-type: none"> 基幹システム用高信頼性ハードウェア・ソフトウェアの開発、各種製品へのセンシングデバイス埋め込み、センシングデータを活かした高付加価値サービスの開発

実施主体	戦略
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 生活データに関する業界標準の策定・組み込みの推進、特定メーカー・業界に閉じない ALL Japan Maker での取り組み推進
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> 生活データの適切な利活用に関するガイドラインの作成と監視、外部公開用オープン・データプラットフォームの運営・管理
大学	<ul style="list-style-type: none"> セキュリティ、データ解析、データ活用などに関する基礎研究、生活データの利活用に関する倫理・社会的影響などに関する基礎研究
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> 情報リテラシー教育、プライバシー教育、データサイエンス・リテラシー教育、サービスデザイン教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報代理運用機関の設立、情報資産運用商品の企画・開発、情報流出保険制度の開発、情報システムへの投資促進に関する特例制度
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> 行動情報の利活用に関する受容、適切な情報利活用についての監視・規制、
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報の収集・利活用に関する理解 安全性・透明性・戦略性を持った情報利活用方針の策定

3.5. 国際協調・協働

「グローバル課題解決のための国際協調・協働シナリオ」

3.5.1. 検討の背景

我が国の未来を想像する上で、人口減少や高齢化はほぼ確実に進むことが見込まれ、社会構造の変化のみならず、生活環境の変化への対応も含めて、グローバルな視点で俯瞰する必要がある。2020年にはオリンピックが開催されることから、インフラ整備も急ピッチで進められるが、それには道路や建物といったハード面だけではなく、ソフト面から、例えば ICT の進展などによる技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントといった面からの社会変化への対応が必要であることが予想されている。

世界各国が協力して取り組むべきグローバルな重要課題として、気候変動や生態系保全などといった環境問題や、世界的に懸念されている食料問題、そしてすべてにおいて必要不可欠なエネルギー問題が、その例として挙げられる。国際社会において、気候変動への対応は各方面で進められているものの、経済的問題や国の政策などにより、国によって大きな差が見られる。また、我が国では特にエネルギーのベストミックスが重要事項であり、鉱物資源の輸入と、自国の資源である自然エネルギーを最大限に活かした施策が求められる。感染症、災害、サイバーセキュリティ、大気汚染、海や川も含む水汚染、生態系などの環境に関する課題は、自国のみで解決できるものではなく、問題解決には国際協力が必須である。

3.5.2. 注目される方向性

温暖化の進行、資源枯渇問題、世界人口増や食料難、日本の人口減、高齢化等の社会課題を背景として実現すべき課題のうち、以下に挙げることを特に考慮してシナリオを検討した。

A) 気候変動や感染症など、国際社会において共通した問題への取組

- 科学技術面での強みを積極的、創造的に活用し、我が国が指導力を発揮
- 科学技術外交を通じて、オープンでリベラル、平和で豊かな世界を築いていく姿勢を明確化
- リソース不足や思惑の違いにより、関係各国の足並みが揃わない、合意不成立等の可能性はあるが、ここでは協調・協働が成った姿をシナリオ化

B) 科学技術を通じて国際貢献している姿

- 日本発の技術が国際的な枠組みの構築によって実現し、日本がその枠組みの中で主要な役割を果たしている、あるいは日本がその恩恵を受けている状況
- パブリック・ディプロマシー(政府対政府ではなく、広報や文化交流を通じて、民間とも連携しながら、外国の国民や世論に直接働きかける外交活動)の推進に資する内容
- ソフトパワー(その国が持つ価値観や文化の魅力で相手を敬服させ、魅了することによって自分の望む方向に動かす力)による世界における日本の地位向上に資する内容

3.5.3. シナリオ

(1) 2030年の社会

● 日本が主導して環境問題に取り組み国際貢献している

多国間協力のシナリオ・未来の「大国」との関係・資源獲得競争といった、国際社会問題を解決する手段として、IT や衛星などを有効活用した効率的な鉱山探査技術は、我が国だけではなく、多国間協力の下進められている。

特に、環境・気候変動への対応策として、温暖化と大気汚染等との組み合わせによる激甚気象災害(異常気象)発生機構の解明や、森林に対する越境大気汚染等の影響評価技術の確立、生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術、大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立、地球温暖化が農林水産資源に与える影響評価に基づく資源変動予測・管理技術、熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術などが、その中心的役割を果たしている。東・東南アジアで特に懸念される、食料・水・災害リスク管理には、静止衛星による陸域・沿岸域を空間分解能 30m で常時観測する技術が利用されている。こうした全球規模に展開された地上や海洋の複数の観測システムは、防災や気候などの長期的な観測にも役立っている。

我が国だけではなく、海に面した国々では海洋エネルギー資源利用発電が普及し、例えば 10MW 級洋上浮体式風力発電が APEC 各国で導入、設置されはじめている。トレードオフ、経済性等を考慮した温室効果ガス排出削減対策と選択手法が考慮された結果、1MW クラス中低温地熱資源利用や、バイオマスからのエネルギーと有用物質のコプロダクションも途上国で容易に導入されることにつながった。以前から検討されていた褐炭などの低品位化石燃料を利用する CO₂ 回

収型ガス化複合発電や、太陽熱等を利用した水素製造も低炭素社会構築に貢献している。

都市洪水、高潮、地盤沈下等の人口密集地における統合的水管理技術も、途上国では必要であるが、いまだ普及率が低い。こうした課題解決のために日本は技術提供のみならず、環境教育も含めたトータルな水資源利活用ソリューションサービスとして支援し、貢献している。他にも、公害問題や公衆衛生問題の解決には、エネルギー効率を 50%以上向上した逆浸透膜浄水技術や、上水供給における有害微量化学物質、病原微生物等の連続モニタリング技術、途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術などの実現により、日本が国際貢献している。

● 日本発の技術が世界に普及し、レジリエント社会の構築に貢献

超高齢化社会への挑戦・官民連携(オープンガバメント等)の可能性、健やかな高齢社会に向け、高齢者の趣味、健康状況、医療データ、生活行動情報などがデータベースとして管理・分析されることは、すでに日本国内では普及している。超高齢社会において高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができることや、地区から広域に至るシームレスな交通システムは、今では世界のモデルとなっている。

2020 年の東京オリンピック・パラリンピック等に向けた取り組みで構築された感染症への対応として、新規病原体に対して迅速に中和抗体を作製して大量生産する技術や、新興感染症が及ぼすヒトへの影響(世界的流行を引き起こす可能性、病原性)について、環境・病原体・宿主等因子を総合的に勘案し定量的に予測・評価するシステムが開発され、世界の主要国で本技術が使用されている。これには病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術が大きく寄与している。人だけではなく、外来種の移動拡散を支配する因子と侵略リスクの解析評価に基づく対策技術の確立が実現したことで、世界各地では生態系サービスや経済に重大なインパクトを与える環境問題が改善に向かっている。こうした技術は食料収量向上にも寄与し、途上国での地域活性化に貢献している。

世界各国で発生する自然災害にも、さまざまな面で日本が積極的に国際貢献している。例えば災害発生現場では、生存者を識別し、救助できる災害救助ロボットが利用され、個人携帯端末を活用したナビゲーションシステムの導入によって避難活動がスムーズに行なわれている。また市民の避難行動規範、被災現場の評価手法の検討、災害対応現場を支援するしくみ作りや、発災後即時対応に必要な情報の収集と選定、研究開発成果の実用化に向けた現場の意見の取り込み、などといったソフトからのアプローチや、シミュレーションと現実のギャップの認識、そして災害は同じことが起きないことを肝に銘じる防減災教育などの施策が、世界各国の減災に役立っている。

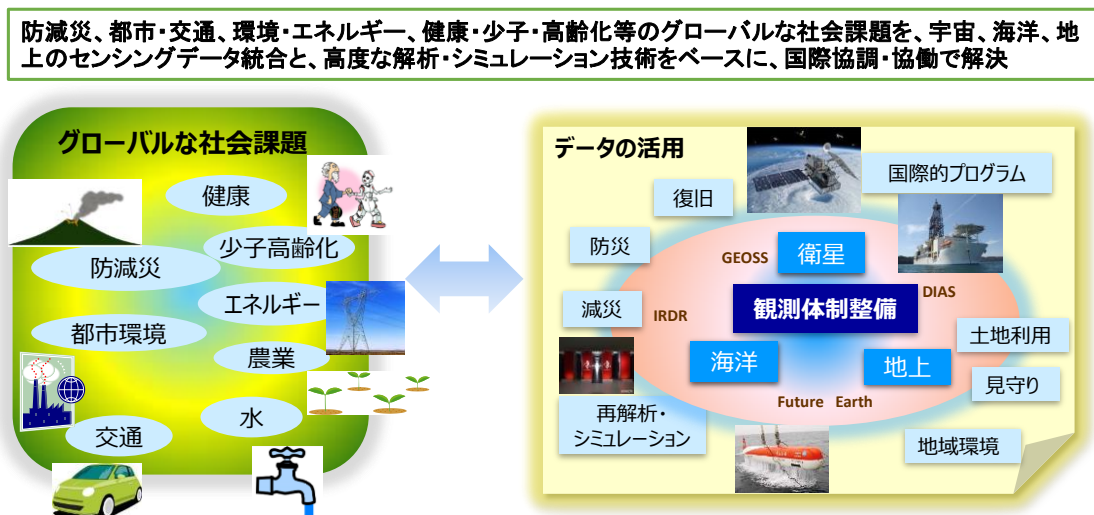
● 食の未来設計と多様化する食の安全へのニーズへの貢献

農法の改善による節水やオーガニック化が、国際協力の元、途上国でも進んでいる一方で、農地面積の増加がほとんど望めない状況で食料収量をさらに増加させることが課題となっている。国土が限られた我が国ではこの問題が深刻化し、国際的な規模で本格的に検討を行った結果、短・中期気象予報と作物モデルの統合による農作物の生育予測・診断システム、および収量データと気象データとの整合にもとづいた地域レベルの気候変動、季節予測シミュレーションと連携した収

量予測技術が普及し始め、改善に向かっている。そして土壌細菌の活用技術や微量成分の検出技術、温暖化率の予測に基づいた農産物の育種技術の改善などの技術的進歩も功を奏している。また効率的なかんがい施設の普及により、水の利用量も最小限に抑えられるようになったことから、砂漠(乾燥地帯)等のかつての耕作不適環境で作物の収穫が期待できるようになり、遺伝子改良動植物や交配・肥料改善によって収量も拡大した。さらに、環境中の有害化学物質や放射性物質のモニタリングと作物への移行機構の解明、および安全性基準策定や、深海環境を再現し生物を大規模に飼育する技術、そして持続可能な水産業を確保する漁獲高管理技術なども、食に関連する環境問題改善に大きく寄与している。各地域における細かな気象データと、それに対応する害虫の発生や土壌微生物の分布と、農産物の成分のモニタリング結果などの膨大な情報提供があったことも、改善に大きく貢献した。

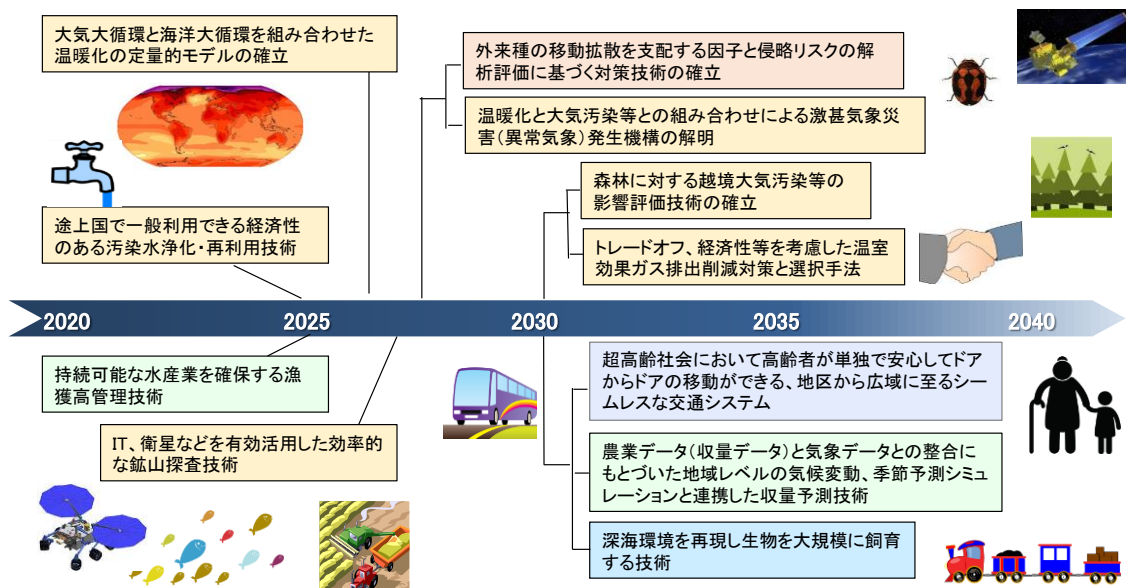
食の安全への取り組みも国際協力の下、推進されている。化学肥料や農薬の成分検出センサによって、持続可能な手段で生産された食品とそうでない食品は容易に判別され、IoT を活用したセンサ網の整備により消費者の手元に届くまでの流通の全ての経路でトレーサビリティが確保されている。ロジスティクス上で発生する廃棄食糧の削減には、インターモーダル輸送において温度・衝撃・成分変化などを自動的に計測し、生産・輸送・保管・使用・廃棄に至るトレースが可能なシステムと、出荷量と消費量のモニタリングによって食品ロスが大幅に減少することとなった。以上で述べられた、多量で多様な情報は世界各国で共有できるようデータベース化され、オープンに活用できる研究開発プラットフォームが構築されている。このプラットフォーム自体が国際協調のもと管理運営されており、新たな知見を効率よくまた素早く得やすい研究開発環境も整い始めた。日本はその調査データの信頼性と、プラットフォーム上でのきめ細やかな情報サービスを提供する仕組みづくりにおいて一目置かれている。

図表 13 国際協調・協働シナリオの例示



図表 14 関連科学技術トピックの社会実装年予測(国際協調・協働)

関連トピックの社会実装年予測



(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> IPCC など気候変動に関する活動支援 ステークホルダー間の調整 エネルギーのベストミックスに関する法的支援 最適バランス化されたエネルギー供給システムの普及支援 省エネ製品の国際展開のための施策 船舶の国際法の見直し 国際チャーター制度の確立 インターモーダル輸送を実現するための支援 日本での医療、介護に関わる外国人を受け入れる法制度の整備 国際間の情報収集制度、各国の調査データの共有・利活用制度の確立
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> スマートコミュニティ研究や社会システム研究 モニタリングシステムの普及 低炭素社会の実現に向けた社会制度の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> 途上国へも実装可能なマネジメントの開発と展開 生態系サービスを考慮したビジネス展開 遠隔治療の普及
業界プラットフォーム組織	<ul style="list-style-type: none"> 生物多様性を考慮した原材料の利用と仕組みづくり 他業界との連携 研究開発倫理規定の策定
学・協会	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーと環境の最適バランスを検討する学会間の連携 多国間の学会の連携、情報共有による技術課題等の認識
大学	<ul style="list-style-type: none"> 学内連携による人材育成、他学科との共同研究 国際的な人材流動性を高め、日本の研究開発力をブランド化する

実施主体	戦略
	キャリアパスの構築
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • 初等教育からの環境教育の義務化 • 環境や防減災に関するリテラシー教育
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • 排出権取引に関する支援 • ファンドの設立 • 地域リーダーの育成
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • リスクの許容と理解 • 異文化の理解 • 温暖化に関する正しい知識の蓄積
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> • 気候変動への対応 • 国際法の改定 • 宗教問題 • 個人情報保護 • 生態系サービスへの取り組み • ネットワーク社会の浸透に伴う対人関係に問題のある人の増加 • 農業のグローバル化による企業のコングロマリット化、市場の寡占化の加速

3.6. 自律性

「脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオ」

3.6.1. 検討の背景

我が国では、今後も少子高齢化が進み人口の減少とこれに伴う労働力の不足が予想される。このような状況の中で安定的な経済成長を維持するための方策、並びに地球環境やエネルギー等の国際的な協調で問題を解決する方策が必要であるとともに、我が国の経済・社会的活動の基盤となる国土や国民を守るための方策も継続して検討する必要がある。すなわち、国の活力を維持するための自助努力である。

安定的な経済成長のためにはサービスや製品における国際的な競争力が必要であり、科学技術の水準を高く保つことが必要である。同時に伝統的・文化的な背景に基づく日本の価値を自ら高め、海外から見て魅力的な国であり続けることが必要である。また、国際的に魅力的な国であることは、国際協調で解決すべき問題における対話の場では国際社会からの信頼を得やすくなる要件となりえるものと考えられる。

このように日本としてのブランドイメージを高めるためには、引き続き伝統、文化、科学技術を育むための基盤となる生活や社会環境を整えることが必要であり、また生活や社会環境の基盤の根底にある我が国の自然環境や都市機能を維持することが重要である。

3.6.2. 注目される方向性

A) 生活と仕事との好循環が達成された生活の質の高い社会

- メンタルヘルスに配慮した社会システムの構築による働き盛り世代の健康維持
 - 都市・地域・コミュニティにおける集団への帰属の変化
- B) 自然環境と食料生産が調和した活力のある中山間地域
- 人口の減少で放置されていた中山間地域が有する環境価値の再認識
- C) 自動化技術の活用による都市機能・景観の維持
- 労働力人口の減少下での大都市の社会インフラと魅力ある街並みの維持

3.6.3. シナリオ

(1) 2030年の社会

● 生活と仕事との好循環が達成された生活の質(QOL)の高い社会

21世紀初頭では、社会の急速な変化やこれに伴う人間関係の複雑化により学校、職場、地域社会に対応できない人が精神的に追い込まれ、就労困難等により医療費等の社会保障費が増大し、同時に労働力がさらに不足するという社会的な損失となっていた。

そこで、自然減となる労働力の補完のためにロボット等を導入しつつ、働き盛りの人々が精神的な疾病によって就労機会から離脱することを防ぐ社会システムを構築した。これは、我が国の活力の維持に大きく貢献している。そうした社会の変化は、国際社会でも大きな話題となっており、世界各国の都市・地域・コミュニティ単位で、集団への帰属の変化(脱家族・脱終身雇用を支える仕組み)が重要課題として連日関連ニュースが報道されている。

そして知識・技能・伝統の次世代への継承のためにデータベースによる支援が取入れられているものの、若年や壮年労働力へのコミュニケーションを伴う知の継承は依然として重要である。メンタルヘルスにおける画期的なイノベーションによりこのような状況は改善の兆しを呈している。

また、精神的なストレスへの対処法としてICTが環境調整支援に活用され、バーチャルリアリティ等を利用したストレス防御支援技術やリハビリテーションシステムが治療法として用いられている。ストレスへの対処とともに、脳ビッグデータを利用する新規診断方法・治療法・予防法の普及も進展した。個人の脳活動の特性に対応した治療法や予防法が選択されるようになり、即効性で再発のない薬物治療が確立したことで患者の多くは早期に社会活動への復帰ができるようになっている。

一方で、組織や社会におけるイノベーションでは、環境デザイン等を活用し意図的にストレスを負荷しストレス耐性を育てるようなシステム等が構築されている。また、働く個人相互がストレスを感じることがないような、個人の能力・特性に応じた働き方のできる組織マネジメントが取入れられている。こうした個人情報に付随する全てのセンサ類はID管理されている。このように自分の行動が誰にどのようにセンスされているかを把握可能にすることで、プライバシーと利便性のバランスが柔軟に設定できるプライバシー管理技術が進展し、SNSなどのソーシャルメディアのデータを分析することで、犯罪予測や消費者の購買行動予測が進んだ。こうしたシステムが普及したことにより、世界各国で社会変化が起こったのは、自国はもちろんのこと、国際協力で構築された情報管理技術の進展も大きい要因である。個人や集団が置かれている状況の把握をリアルタイムに行い、適切な助言やリスクの提示を行うシステムが展開されており、法規制のもたらす社会・経済的インパクトの推定ができる事業(製造業からサービス業まで)における資源のシェア化は、我が国では当然のこ

ととして社会に浸透している。サービスの現場であらゆる機器をネットワークで繋ぐ M2M (Machine to Machine) プラットフォームが、オープンかつ低コストで利用可能になっている。

● 自然環境と食料生産が調和した活力ある中山間地域

高齢化が進展し、我が国の国土面積の約 7 割を占め、農業において重要な位置づけにある中山間地域の多くは荒廃が進んだ。しかし、地球温暖化への積極的な対応や自然災害の軽減などの視点から中山間地域における山林の機能に高い関心が寄せられている。山林は水資源の保持という極めて重要な役割があり、中山間地域を水源とする河川とその流域、そして下流の沿岸までの広い地域が潜在的に有する環境維持機能は国土の保全の視点で重要である。このため、中山間地域は資産としての価値が再認識されるようになった。

労働力が減少しているため、樹木の伐採・輸送にはロボット等が用いられており、水資源の保全を目的とした人工林の植林も行われ景観にも配慮した中山間地域の再開発が進められ、自然災害の軽減や河川流域と河口や沿岸部の生態系の保全にも貢献している。

伐採した樹木は、地産地消の枠組みでは安定的に供給される再生可能エネルギー源となり、地球温暖化対策にも貢献している。このエネルギーと放棄された耕作地を利用して、ロボット技術等を活用した植物工場による食料生産の拠点として中山間地域が活用されている。生産する食料は地域ごとに幅のある選択が可能であり、付加価値に応じたブランド化により販売されている。このような投資が進み、さらに中山間地域は豊かな自然環境の中にあることから都市に住む人たちにとって自然との触れ合いのための重要な観光資源ともなっている。景観に配慮したインフラの整備も進み、生産された食料は省力化された輸送システムにより他地域にも流通している。

● 自動化技術の活用による都市機能・景観の維持

少子化の進行の過程で、多くの都市はスマートシュリンクによるコンパクト化が進んだ。また首都機能の一部移転や企業の本社機能の地方移転も進んだことから、東京等の大都市への一極集中は著しく緩和されている。一方で、コンパクトシティ化は、地勢、風土、文化に応じた新たな個性ある町と産業を形成し、同時にそれぞれの町では新たな観光資源も形成されている。

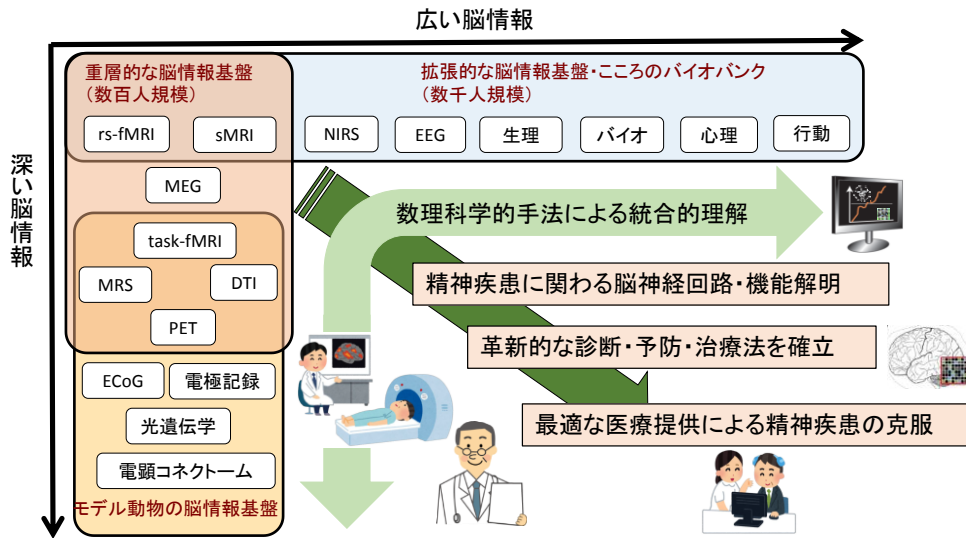
かつての大都市やスマートシュリンクによりコンパクト化の進んだ都市では、大規模な混雑や交通渋滞は以前に比べ大幅に減少しているが、依然として相応の人口を抱えている。大都市であった時代に作られた社会インフラの必要箇所を利用して都市機能を維持し、引き続き相応の規模で経済・社会活動が行われている。また、歴史的な発展過程で建設された文化遺産等も多く海外からの観光客も多い。こうした都市固有の問題である社会インフラの老朽化に対応し、都市景観を維持しつつ、ICT やロボット技術を活用した情報化施工や無人化施工等建設生産システムの改善によるインフラの維持が図られている。

労働力が減少しているため、老朽化したインフラの管理は遠隔操作による監視あるいはロボットによる調査に依存するところが大きい。モニタリング技術が著しく向上したことから補修すべき箇所の特定は容易になっている。一方、最も労働集約的であるのは実際にインフラを補修しあるいは交換する過程である。このためには、建設生産システムの安全性と生産性の向上を図るため、ICT あ

るいはロボット技術を活用した情報化施工や無人化施工等による建設生産システムの改善を引き続き推進していく必要が生じている。

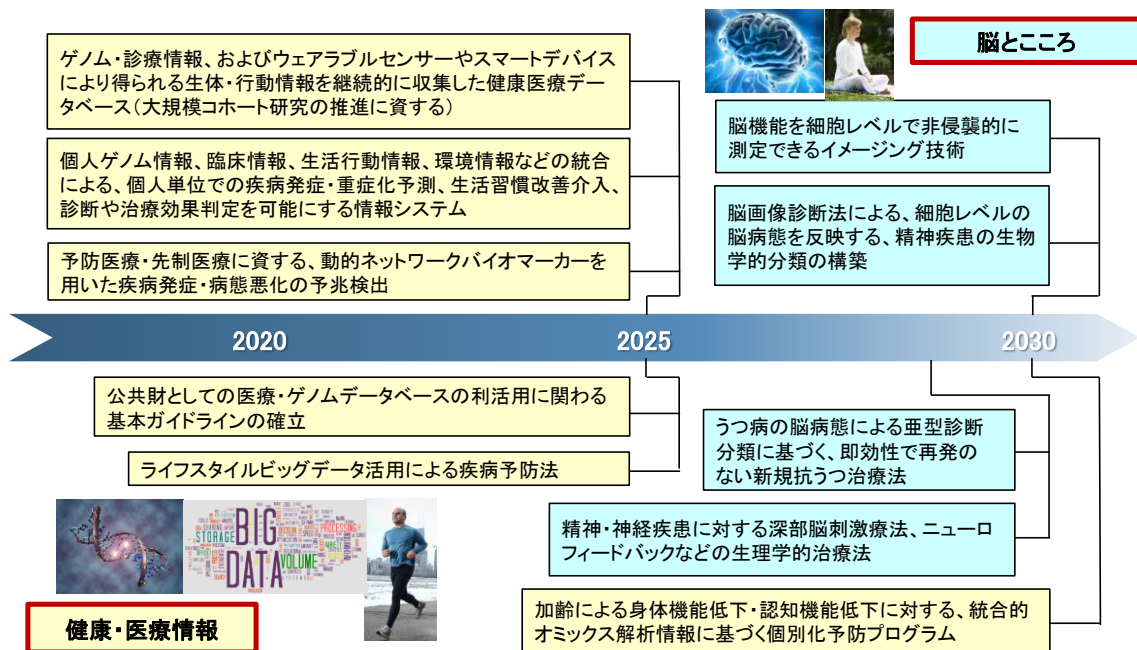
図表 15 自律シナリオの例示

行動や心理状態だけでなく、脳の診断に関わる情報もビッグデータ化することにより定性的な診断を定量化し、新たな医薬を開発、治療法を確立
人口減少時代のQOL確保及び労働の健全性向上を図り、我が国の活力を自律的に維持



行動や心理状態だけでなく、脳の診断に関わる情報もビッグデータ化することにより定性的な診断を定量化し、新たな医薬を開発、治療法を確立
人口減少時代のQoLの確保、労働の健全性を高め、我が国の活力を自律的に維持

図表 16 関連科学技術トピックの社会実装年予測(自律性)



(2) 実現を目指すに当たっての各主体の戦略、及び、戦略推進上の留意点

実施主体	戦略
政府・自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 雇用制度、教育等に係る制度整備 • 自然環境保全を統合的に進めるための制度整備 • 都市等の再開発に向けた制度整備
公的研究機関	<ul style="list-style-type: none"> • ビッグデータの基盤整備 • 自然環境モニタネットワークの構築 • スマートシュリンクやコンパクトシティ化に向けた方策の検討
企業	<ul style="list-style-type: none"> • 個々の能力を生かす組織マネジメントの構築 • 中山間地域でのビジネスモデルの構築 • 地方への本社移転
業界プラットフォーム 組織	<ul style="list-style-type: none"> • オフィス内ストレス軽減のガイドライン策定 • 地域産物のブランド化創出と認定 • 無人化施工等に向けた規格・ガイドラインの策定
学協会	<ul style="list-style-type: none"> • 診療ガイドラインの更新・作成 • 山林の資産価値評価 • インフラの自動検査等におけるガイドラインの策定
大学	<ul style="list-style-type: none"> • 組織マネジメント等の研究領域の創生と人材育成 • 中山間地域における経済活動をマネジメントする人材の育成 • 建設生産システムの安全性や生産性についての研究開発
その他人材育成機関	<ul style="list-style-type: none"> • 組織内ストレス解消に向けて医師を補完する専門職の育成 • ICT教育の普及
金融・投資機関	<ul style="list-style-type: none"> • インフラ整備への投資
市民・NPO	<ul style="list-style-type: none"> • 社会実装に向けた理解増進の推進
戦略推進上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> • 医療個人情報利活用 • 専門性の高いメンテナンス要員の確保 • 複雑なシステム障害への復旧対応 • 交通、情報トラフィックの集中に耐えうるリソースの確保 • 社会受容

4. まとめ

(1) 第10回科学技術予測調査に関して

1971年の第1回技術予測調査から5年毎に行われた調査も45年目を迎え、第10回の科学技術予測調査として本報告書をまとめた。特にグローバル化のさらなる進展を想定して国際的視点を取り入れ、2030年の将来社会の姿、技術の実現時期、実現を目指すに当たってのシナリオを作成した。なお、今回の調査は次に示す3部で構成されるが、本報告書はパート3の部分である。

パート1:「将来社会ビジョンの検討」

人口構成及び産業構造の変化を軸とし、コネクタ化(人やモノがつながる)の進展も踏まえ、将来社会の姿や価値観の変化について検討を行った。雑誌記事などのデータベースから社会変化のトレンドを抽出し、構造化してまとめた。そして社会科学に精通する専門家によるワークショップを開催し、構造化の検証、社会変化項目のインパクト評価、及び、社会変化への対応策の検討を行い、将来ビジョンを構築した。

パート2:「分野別科学技術予測」(デルファイ調査)

これは、従来から実施しているデルファイ調査に該当する。将来社会に必要な実現が期待される技術を抽出し、それらの重要度、国際競争力、実現時期、実現をけん引する要因、実現可能性等に関する専門家の見解をアンケートにより収集した。

パート3:「シナリオプランニング」(本調査)

パート1の定性的調査で得られた将来ビジョンと、パート2の定量的調査で得られた技術の将来展望を踏まえ、両方の結果を統合する形で8つのテーマ別シナリオと、この8つを俯瞰する形で3つの統合シナリオを作成した。

(2) 本報告書の構成と概要について

シナリオ作成に際して、最初にまず、世界の中での我が国の位置づけや役割を議論するワークショップを開催した。本ワークショップにおいて提示された論点は以下の通りである。

- 我が国の強みを活かし、国際競争力を確保する「リーダーシップ」の視点
- 我が国の強みを基盤としつつ、国際協力によってグローバル課題の解決を図る「国際協調・協働」の視点
- 我が国の社会・生活の存続基盤に関わる課題に自律的に対処するための「自律性」の視点

そしてワークショップでの議論を踏まえ、将来ビジョンとデルファイ調査結果をベースに、次の8つの個別テーマのシナリオを、「リーダーシップ」、「国際強調・協同」、「自律性」に分け、それぞれの2030年の社会を描き、実現に向けた戦略および戦略推進上の留意点を、ステークホルダー別にまとめた。

- ・ [ものづくり] 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム
- ・ [サービス、ICT] ICT を活用した交通のクラウド化と新サービス創出
- ・ [サービス、ICT] サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス
- ・ [サービス、ICT] ICT を活用した技能継承の実現
- ・ [健康・医療情報、脳とこころ] 健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化
- ・ [食と地域資源] 地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持
- ・ [レジリエントな社会インフラ] 大規模災害や少子高齢化等に対応するレジリエントな社会インフラ
- ・ [エネルギー・環境・資源] 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源

これらの 8 シナリオを横断的に俯瞰した「統合シナリオ」をテーマ別シナリオと同様に、それぞれの 2030 年の社会を描き、実現に向けた戦略および戦略推進上の留意点を、ステークホルダー別に次に示す 3 つにまとめた。

- リーダーシップ: 「ものづくり力」をベースとした一元的情報収集・分析によるリーダーシップシナリオ
 - 方向性: 国際社会でリーダーシップをとり、未来を生き延びるための課題への対応、少子高齢化や労働力不足などの社会課題への対応
- 国際協調・協働: グローバル課題解決のための国際協調・協働シナリオ
 - 方向性: 気候変動や感染症など、国際社会において共通した問題への取り組み、科学技術を通じて国際貢献している姿
- 自律性: 脳ビッグデータの活用等で我が国の活力を維持する自律シナリオ
 - 方向性: 生活と仕事との好循環が達成された生活の質(QOL)の高い社会、自然環境と食料生産が調和した活力のある中山間地域、自動化技術の活用による都市機能・景観の維持

(3) 新たなる手法の導入

技術予測調査を始めてからの 50 年に満たない期間でも多くの変化があり、今回の第 10 回科学技術予測調査においてもそれらに対応すべく、新しい試みを導入した。その一つが調査の全面的な ICT 化と、調査分析結果のリアルタイム化である。従来の紙による郵送で実施したアンケートを、Web を導入することにより、調査母集団の飛躍的な拡大と回答者の多様化(20 代~30 代回答者の増加)が見られた。またデータ解析、統計解析の高度化によって統計分布の微小な差異を把握できるようになり、情報の多様性を維持したまま分析ができるようになった。即時性も高まったことから、回答者のばらつきなどにも対応することが可能となった。

また、今回の調査には、国内の学協会にも参加、協力を仰ぎ、ワークショップでの議論やアンケートの回答などに際して、将来ビジョンの共有化や、会員への積極的参加などにご尽力いただいた。

ICT化により定量性が一段と高まるのと同時に、定性的な検討手法も大幅に導入した。今回の調査では、デルファイ調査の定量性をICT化で非常に高めたのと対照的に、ビジョン調査及びシナリオプランニングではワークショップ手法を多用し、定性的な意見集約の手法の高度化も試みた。ビジョンワークショップでは社会の変化の把握に重点を置き、シナリオプランニングではその社会変化を前提として技術と組み合わせてどのような社会を構築していくのか、という点に重点を置いた。今回の経験を活かして、次回の調査では更なる回答数の向上と、分析の効率化を目指す。

(4) 今後の科学技術予測調査について

1971年に調査を開始して以来、予測を巡る論点にはいくつかの大きな変化があり、1980年代には市場の要素を考慮した予測が行われ、1990年代後半には社会ニーズを考慮した予測が行われるようになった。2000年代に入ると社会からの流れがより加速され、社会課題を解決するための科学技術という側面が強くなり、バックキャスト型の考えが主流となった。さらに2010年代に入るとイノベーションが強調されるようになり、社会への出口を見据える方向性が明確に求められるようになった。

一方、科学技術政策の意思決定においては、1970年代の高度成長期の科学技術に求められた一義的な方向性(より大きく、より強く、より速く等)から、多様性の許容(感性、幸福等精神的効用)や、倫理課題やグローバル課題解決等、より大きな枠組みでの役割、責任等も考慮する必要性も高まるなど、意思決定において考慮すべき要因も格段に増大したのも事実である。

そして科学技術そのものも技術限界に直面する事が多くなり、発展の方向性が多様化しつつある。特にイノベーションの概念からは、社会課題の解決のために最先端の科学技術は必ずしも必要ではなく、既存技術の組み合わせやリバースイノベーションのようにむしろ必要なものに機能を削ぎ落とした発想が重要となる。このように、科学技術を巡る状況、科学技術政策を巡る状況はより一層変化が激しくなっている。従来は定常的に進展する科学技術を中心に予測してきたが、イノベーションを深慮すると、破壊的な変化に対応する技術も予測する必要性が高まる。特に災害の脅威(気象、地震、津波等)や、薬剤耐性、感染症リスク等、非連続的で予期せぬ事象への対応も求められるようになってきている。さらに人的な要素が強いサイバーセキュリティや、一般市民も交えたリスクマネジメントに対する要求も高まっている。

以上のような状況を踏まえると、従来の科学技術基本計画策定にあわせた5年に一度の大規模調査という設計コンセプトを変え、毎年何らかの形で予測をローリングしていく必要がある。社会の微小な変化の兆候(weak signal)や、予期せぬ事象(wild card)が、将来社会に影響を及ぼすことは明白であり、捉えておく必要がある。こうした取り組みは非常に困難ではあるが、今回実施したような異分野メンバーによるワークショップを開催することにより、多面的に変化の兆候を把握することが可能となってきている。今後、予測調査を実施する際には、未来社会へインパクトを与えるであろうweak signalとwild cardを把握する調査が必須であり、その上で技術開発の方向性を思慮する必要がある。

付録1 「将来社会ビジョンに関する検討」の概要

概要

今後30年の長期に亘る経済社会像を俯瞰し、その変化において生じる社会課題の解決に対応する科学技術領域や科学技術と社会システムの複合領域の抽出を行うため、2030～2050年に向けた社会ビジョンの検討を行った。

従来のような技術シーズの積み上げやボトムアップ型ではなく、将来の社会像からのバックキャストアプローチにより、①社会科学②人文科学③自然科学の視点から多面的に社会課題についての検討を行った。その検討においては、各領域に対して多大な知見を持つ専門家・実務家を中心に、異分野のメンバーも加えたワークショップを実施した。世界的な潮流や課題先進国としての日本の進むべき方向性を踏まえ、本質的社会課題から導かれる将来社会像を検討した。

1. 検討の背景

日本の科学技術イノベーションの方向性を検討するには、経済社会におけるマクロな変化を着実に捉え、世界の中における日本の現状と問題点を認識する必要がある。

そのために日本の置かれている現状をまずはグローバルな観点から客観的に捉え、確実に起きるマクロな変化(人口動態の変化によって起きる事象、産業構造の変化によって起きる事象)を前提として、さらに不確実性の高い変化を議論し、将来像を想定して社会課題を抽出し、ビジョンを構築するプロセスを取った。

世界の中の日本 生産性と国際競争力、付加価値創造の変化

スイスの国際経営開発研究所(IMD)が発表する世界競争力ランキングにおいて、日本は2008年22位、2009年17位、2010年27位、2011年26位、2012年27位、2013年24位、2014年21位、2015年27位と20位台半ばの位置にある。日本が今後、世界ランキングの一桁を目指すなら、2015年で上位の米国、香港、シンガポール、スイスといった国がライバルとなる。そのような上位国は決して製造業を捨てたわけではない。例えば、米国は日本よりも製造業の比率が高く、香港には時計産業があり、シンガポールも貿易や金融だけでなく半導体の大規模アブドリーもある。また、スイスも金融、保険が強いが、医薬品、食品、は鉄鋼業も強い。

日本は、1989～1993年には国際競争力ランキングが1位であり、その5年間では、全要素生産性(資本や労働以外の生産性を示す指標)も世界ナンバーワンの地位にあった。生産性は、付加価値を経営資源で割ったものであることから、生産性を上げるには投入された経営資源を下げるか、付加価値を上げるアプローチが必要となる。

1970～1980年代の日本経済の高度成長は製造業によって達成されており、高い歩留りや品質によって着実に経営資源を下げることで高い生産性を確保してきた。しかし国際競争力が高まると為替レートも上がり、労働コストも増大することから、経営資源を下げるだけのアプローチのみでは限界に達することとなる。そのため 1994 年からは再び米国に国際競争力ランキングにおいても、全要素生産性においても抜かれることになるが、米国の復活の要因は 1990 年代に非常に高い競争力を持つ企業が台頭したことによる。その代表格の企業である Intel 社や Microsoft 社は、生産を新興国に移管して経営資源の投入を下げたのではなく、徹底してイノベーションにより付加価値を向上させて生産性を向上する戦略を取ってきた。この付加価値の向上を実現する手段として、サービスという視点が出てくる。

G7 に属する先進国ではサービス産業割合は軒並み GDP 比においても就業人口比においても 70% を超えているが、これはペティ・クラークの法則と言われ、経済規模の拡大に伴って産業構造が第一次産業、第二次産業、第三次産業へと変化していく経験則に従っていることを意味する。日本は「ものづくり日本」の名のもと製造業割合が高いように思われているが、ペティ・クラークの法則の例外ではなく、やはりサービス産業割合が 70% に達する一方、製造業割合は 20% 台に留まり、今後もその格差は一段と拡大していくことから、そのような将来の産業構造に合ったビジョンの構築と、社会課題解決が求められている。

国際貿易の状況を交易条件指数(輸出物価指数/輸入物価指数)で見ると、日本は原材料などの輸入物価指数の上昇に対し、輸出物価指数が上がらない。材料を買って加工し輸出する際に付加価値とともに輸出物価指数を上げることができない。この乖離が大きくなり、交易条件が悪化する状態となっている。これに対して、欧米では輸入物価指数が上がっても、輸出物価指数を上げることに成功している。

特に日本と同様に長年製造業が中心だったドイツは輸出が大幅に拡大している。また、交易条件も良好な値を維持している。その大きな要因の一つとして、就業者に占める管理職や専門・技術職といった高度人材シェアの高まりがある。「ものづくり」だけでなく、コンサルティングやシステム・ソリューション、サービスという形で価値を提供している。特に輸出に占めるサービスの割合が上がっており、それが日本と対極的な状況となっている。日本においてもサービス産業割合は増大しているが、国内にサービスが限定されてしまうと単に富が左から右へ移動するだけで GDP は増大しない。輸出により事業拡大していくようなサービスを考えることが重要である。

日本の業種別の海外生産比率を見ても、輸送機器や電気・精密機器はほとんどが海外生産にシフトしている。そして、機械、非鉄金属、化学なども海外に出ている。最後に残る産業は、医薬品や化粧品、食品等の分野だが、そこではモノを売るわけではなく、何らかの形で付加価値を付けていくことになる。

このように経済システムの大きな変化は、従来のアセットやストックを中心とした規模の経済原理が主であった製造業の世界から、サービスや情報、データ分析といったフロー中心の経済原理にシフトしてきている。モノの割合が相対的に下がり、原価低減に支配された産業構造から、医療・医

薬や農業・食品化粧品といった原価の何倍もの付加価値を創造できる産業へのシフトを起こすことが重要である。

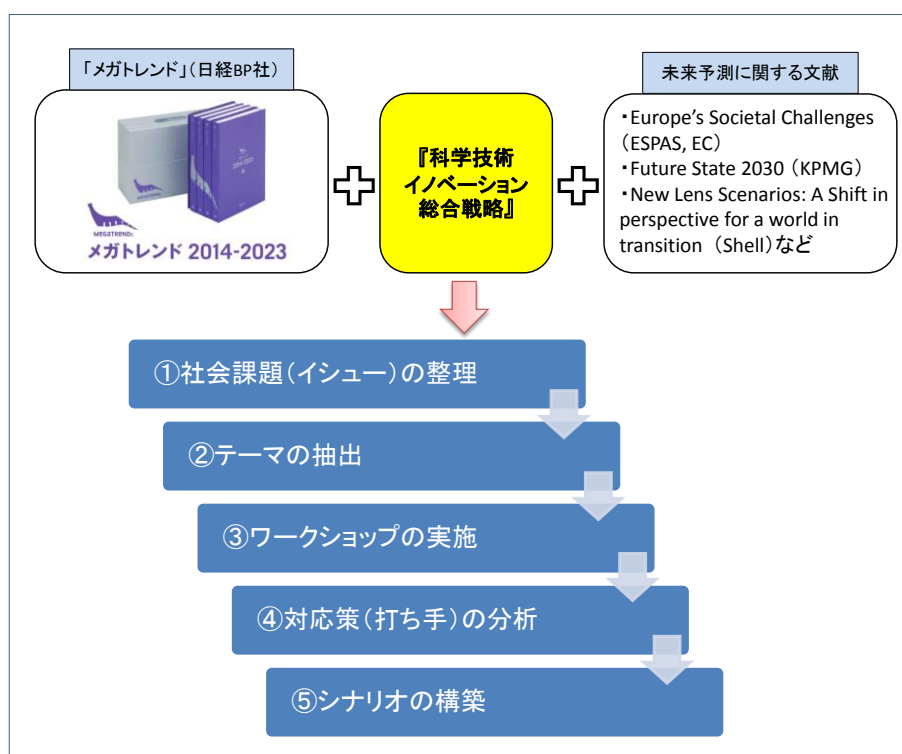
ICT の発展、IoT、人工知能の発展による生産性の向上は、一方で雇用の減少や、人間の精神的な効用の減少、セキュリティリスク等をもたらす可能性もある。そして人口動態の変化(少子化、高齢化、過疎化等)も併せて社会の変化に伴う様々な社会課題を解決しなくてはならない必要性にも迫られる。

以上のような問題意識を背景に、将来の社会像の検討と、社会課題の抽出をワークショップを中心に行うこととした。

2. ビジョン構築の全体フレーム

調査プロセスは、①社会課題(イシュー)の整理、②テーマの抽出、③ワークショップの実施、④対応策(打ち手)の分析、⑤ビジョン構築の五つのステップから成る(図表 A1-1)。

図表 A1-1 調査プロセスの概要



① 社会課題(イシュー)の整理

第1ステップは、未来に関する文献や統計データ等から導出される社会課題(イシュー)の整理である。まず、世の中の変化に影響をもたらす50テーマのメガトレンドを提示(図表 A1-2)、それぞれの社会課題を過去の新聞記事データベースから構造化した社会変化のトレンドの

内容を軸に、「科学技術イノベーション総合戦略」の方向性を加味し、海外の調査機関や民間企業がまとめた未来予測関連のデータなども補完することで、解決すべき社会課題と未来像の全体観を構成した。

図表 A1-2 「メガトレンド」で提示する 50 のメガトレンド

メガトレンド 2014-2023 目次	
序章	
1. 主役交代のメカニズム	
2. 「成熟のライフサイクル」とは	
3. 市場原理の拡大がもたらすこと	
4. 技術の不可逆な進歩が世界を動かす	
5. 三つの科学で具現化する未来のかたち	
第1章	
先進国の本格的老衰： 成熟がもたらす新市場	
1. シニア労働活用	
2. シニア支援	
3. 女性の社会進出	
4. 家族の老衰化	
5. 賢況品市場の変化	
6. 幼児教育市場の変化	
7. ベトナム市場の拡大	
8. 老朽インフラ対策	
9. 世代間格差対策	
10. 移住ビジネス	
11. 観光ビジネス	
12. 教育ビジネス	
13. オランダ型農業立国	
14. 衛星・宇宙ビジネス	
15. 軍事技術の強化と輸出解禁	
16. アナログ技術への回帰	
17. 癒し機能への欲求	
18. 女性化とユニセックス化	
19. 「ジモティー」「ランキー」化する若者	
第2章	
新興国の成長ラッシュ： 日本企業躍進の起爆剤	
20. 都市インフラ輸出の拡大	
21. 昭和系日本農材の再活用	
22. リバース・イノベーション	
第3章	
成長ラッシュの弊： 速すぎる変化がもたらす負の現象	
23. 空気や水の汚染防止・浄化技術	
24. 「食の安全」問題	
25. 多剤耐性菌対策	
26. ユースバルジとBOPビジネス	
第4章	
市場の強大化： 国家機能にも及ぶその影響	
27. 世界的な特区競争	
28. 開発-製造-消費のグローバル化	
29. 官民の境界線薄化、民間委託	
第5章	
消費が美德だった時代の終焉： サステナブルな価値観の台頭	
30. エネルギー効率向上	
31. 天災対策	
32. シュールガスによる掘り戻し	
33. 食料不足-食糧強化	
34. 資源枯渇対策	
第6章	
ポスト工業化社会の実像： 人の心を算出する機能の商用化	
35. 脱形作り消費品化	
36. 保守運用ビジネス	
37. 保険・金融サービス	
38. フラット開発へのシフト	
39. マーケティング手法の劇的進化	
第7章	
リアルとバーチャルの相互連動： 脳から都市までスマート化が加速	
40. ARと自動運転	
41. おもてなしサービス	
42. 「脳波」コミュニケーション	
43. デジタル・ニューファクトリー	
第8章	
会社も働き方も変わる： 一所一生活態からオンデマンド機能提供型へ	
44. 民主主義2.0	
44.1. 職のギョル化と「ノマド化	
45. 免責ビジネスプラットフォーム設計	
46. IT化でシェア&フラット化する価値観	
第9章	
超人化する人類： 生態と進化の人工操作への挑戦	
47.1. 生物機能利用	
47.2. 遺伝子組換え生物利用	
48. 人体強化(生物系技術)	
49. 人体強化(非生物系技術)	
50. 脳力開発	
第10章	
50のメガトレンドがもたらす 各産業分野の変化	
1. 自動車・輸送機器	
2. 電子・電気・機械	
3. IT・メディア・コンテンツ	
4. 医療・美容・健康	
5. 衣料・インテリア・雑貨	
6. 素形材・化学	
7. 農業・食料	
8. インフラ・建築・エネルギー	
9. 流通・サービス	
10. 金融・保険・不動産	
終章	
1. メガトレンドとは何か	
2. メガトレンドのソーシャルマッピング	
3. 学際ソーシャルマップとの融合	

※目次の内容・構成は変更になる場合があります。

② テーマの抽出

第2ステップは、テーマの抽出である。構造化された社会課題(イシュー・ツリー)を基に、2030~2050年に向けて社会に大きな変化をもたらす俯瞰的なテーマを設定した。さらに、世界の潮流、日本の競争力、科学技術の進展の視点を踏まえ、テーマごとに優先度の高い社会課題を整理した。このテーマが、次のステップとなるワークショップのテーマであり、社会課題およびその対応策(打ち手)がワークショップで参加者が議論する論点である。テーマの具体的な抽出プロセスについては後述する。

③ ワークショップの実施

第3ステップは、ワークショップの実施である。第2ステップで設定したテーマのそれぞれにおいて、その領域に知見のある有識者を集め、討議および評価を行った。参加者は、学術関係者に偏らないようにビジネスの視点で議論できる企業関係者も意識的に加え、メンバーのバランスを考慮した。ワークショップの議論では、テーマごとに構成した社会課題(イシュー・ツリー)のレビューとその社会課題を解決するための対応策(打ち手)について意見を出し合った。また、評価では論点ごとに実現時期、現実化の可能性や影響の大きさについて点数付けをした。

④ 対応策(打ち手)の分析

第4ステップは、ワークショップの結果を踏まえた社会課題への対応策(打ち手)の分析である。各ワークショップにおいて、複数のテーマで共通の内容を抽出し、それらの共通項を束ねた上位の理念や考え方を「メタタグ」として導出した。

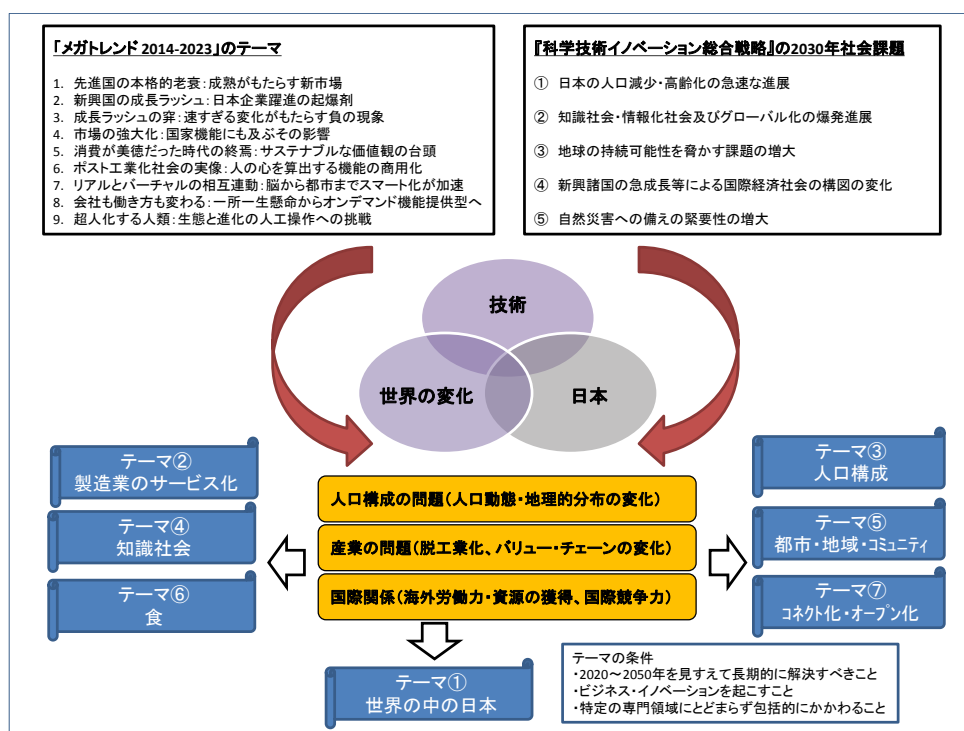
⑤ ビジョン構築

第5ステップは、2030～2050年を想定した将来社会像の構築である。第4ステップで得た本質論としてのメタタグを基に将来像を描き、豊かな経済社会を実現するための要素(雇用の創出、外貨の獲得、精神的効用等)の論点で日本が将来に向けて課題解決すべきこと、科学技術イノベーションの面から貢献すべきことを提示した。

3. テーマ抽出のプロセス

具体的なテーマ抽出プロセスを下記に示す(図表 A1-3)。将来の社会ビジョンを実現する上での社会課題を導き出すために、去の新聞記事データベースから構造化した社会変化のトレンドと、総合学術会議で策定された『科学技術イノベーション総合戦略』から、(a) 世界の変化、(b) 日本の競争力、(c) 科学技術との関連性に影響を及ぼす共通項を挙げた。

図表 A1-3 テーマ抽出のプロセス



そこで得られた社会課題は、(1) 人口構成の問題(2) 産業構造の問題、(3) 国際関係の三つである。これらを、2030～2050年を見ずして長期的に解決すべきこと、新産業を創造するイノベーシ

ョンを起こすこと、特定の専門領域にとどまらず俯瞰的、横断的にかかわること、を条件とし議論すべきテーマを再構成した。この結果、ワークショップで議論する具体的なテーマとして、以下の七つが導出された。

- ① 世界の中の日本
- ② 製造業のサービス化
- ③ 人口構成
- ④ 知識社会
- ⑤ 都市・地域・コミュニティ
- ⑥ 食
- ⑦ コネクタ化・オープン化

2030 年から 2050 年に向けて社会変化の前提として、まずマクロ経済的に確実に起こる前提条件を設定した。その一つは人口動態における変化で、移民を受け容れない限りは確実に高齢化が進展し、人口減少が生じる。その人口減少下で豊かな経済社会の実現を目指すならば、一人あたりの生産性の向上、付加価値の向上が必要となる。また、個々の労働やライフスタイルのみならず、高齢化に伴う様々な社会課題への対応、過疎化の克服等も含む都市、地域、コミュニティの社会課題への対応も求められる。

また、もう一つは産業構造の変化で、先進国は軒並みサービス産業割合が 70%を超える状況となっているが(ペティ・クラークの法則と呼ばれる経験則。産業構造は経済発展の過程において第一次産業、第二次産業、第三次産業へと変化する)、日本もサービス産業割合が GDP 比においても就業人口比においても 70%を超え、製造業のサービス化(PSS:Product Service Systems)や、情報やデータを中心とした知識産業化の社会課題にも対応しなくてはならない状況が訪れている。

そして以上のような確実に起こる社会変化と、急速に発展する ICT 技術によっておこる社会変化であるネットワーク化をベースとしたコネクタ化、オープン化による影響も考慮し、具体的なテーマ抽出を行った。

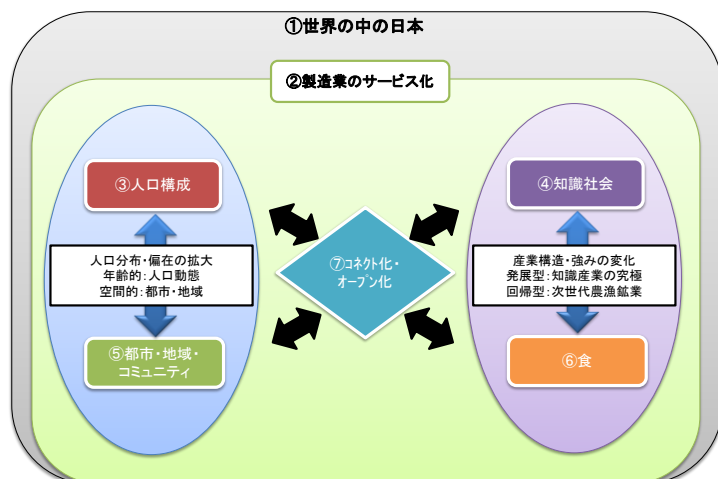
そして、全体を俯瞰的、横断的に把握するために国際的な視点を加え、国際競争力(リーダーシップ)、国際協調(協働)、日本の存立基盤の確立(自律)の論点の議論を行い、後に続く技術予測、シナリオプランニングでの検討の柱とし、科学技術外交等への展開も視野に入れた構成とした(図表 A1-4)。

各テーマで想定した主な具体的なトピックは以下の通りである。

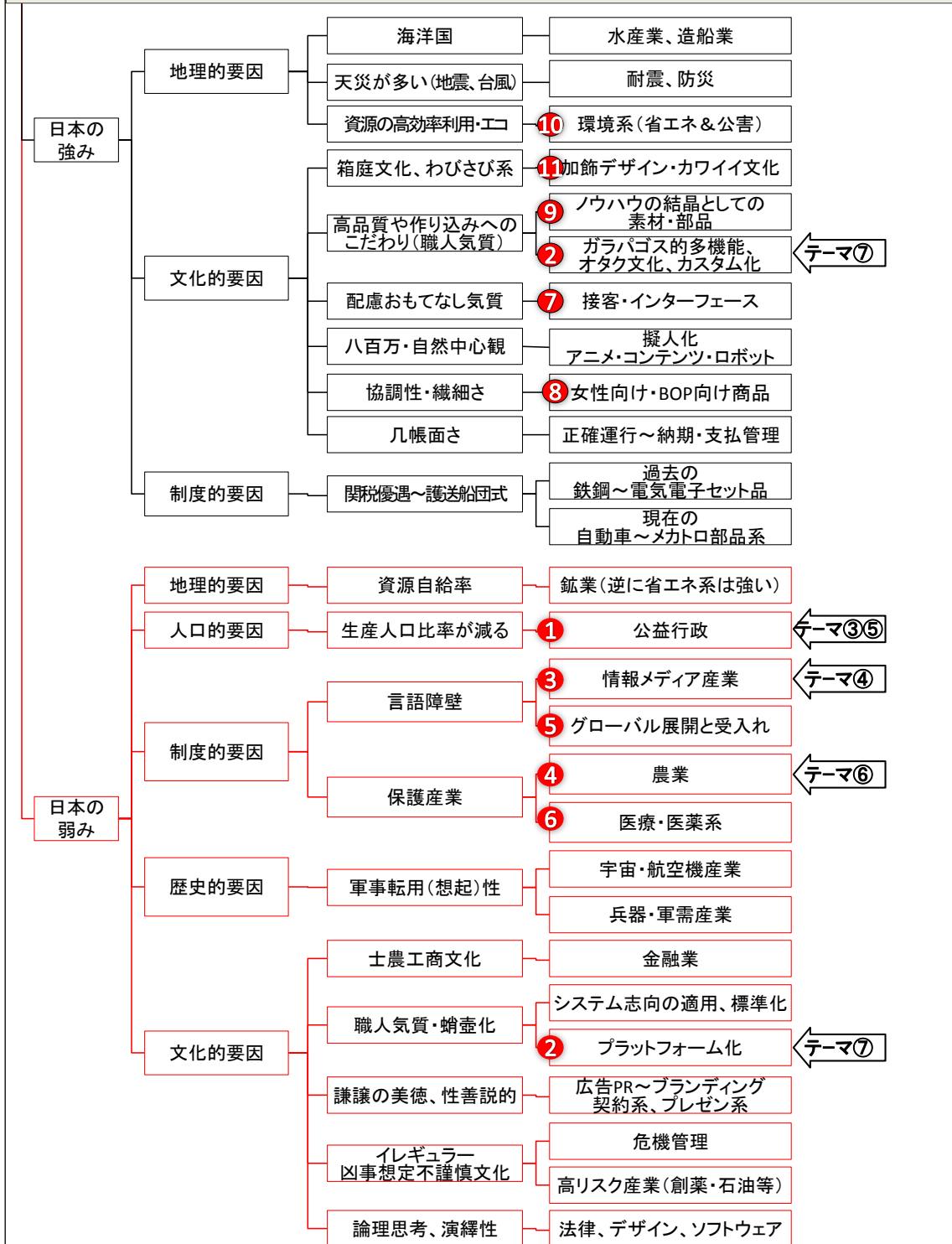
- ① **世界の中の日本**:グローバルな変化と日本経済との関係、サプライチェーンやバリューチェーンの変化(開発～製造～消費のグローバル化)、エネルギー(再生可能エネルギー)、シェールガス、次世代海洋資源開発技術など
- ② **製造業のサービス化**:PSS(Product Service Systems)、サービスイノベーション、長期契約モデル、米 General Electric 社のジェット・エンジン、コマツのブルドーザ、サービス産業の生産性向上など
- ③ **人口構成**:高齢化、長寿化、労働人口の減少、社会保険負担率の上昇、シニア労働力、シニア支援、家族、高齢者消費、世代間格差、身体・臓器機能の代替・補完、働く人々の健康づくり、在宅医療・介護関連機器、新興国の高齢化、NGO、女性労働力など

- ④ **知識社会**:教育ビジネス、癒し、脳力開発、クラウド、サービス科学、ディープ・ラーニング、ビッグデータ(次世代インフラ)、保険・金融、マーケティング、保守など
- ⑤ **都市・地域・コミュニティ**:ジモティ、特区競争、メガシティ、スマートインフラ、地域のイノベーション・システム、コミュニティ活性化地域の産学官の連携など
- ⑥ **食**:植物工場、遺伝子組み換え作物、水、オランダ型農業立国、食糧不足対策、ゲノム情報を活用した農水技術、医学と農の連携、精密農業、次世代漁業・畜産など
- ⑦ **コネクタ化・オープン化**:オープンソース・市場、バリューチェーン、サプライチェーン、物流、ネットワーク、バタフライ効果、消費文化、政治の変化を踏まえた「働き方」「社会」「企業」「組織」の変化など
- ⑧ 以下、①～⑦の各テーマで構造化したイシュー・ツリーおよびイシュー・ツリーから導出されたワークショップでの論点を示す。

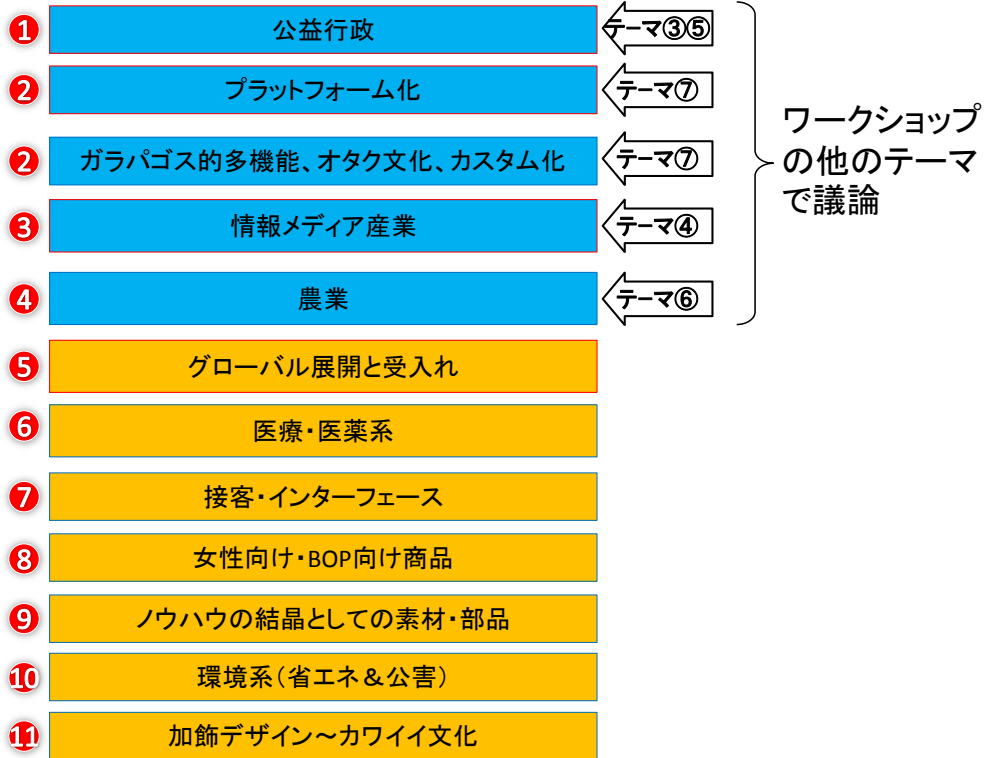
図表 A1-4 各テーマの位置付け、関連性



テーマ①世界の中の日本 イシュー・ツリー



テーマ①世界の中の日本 論点

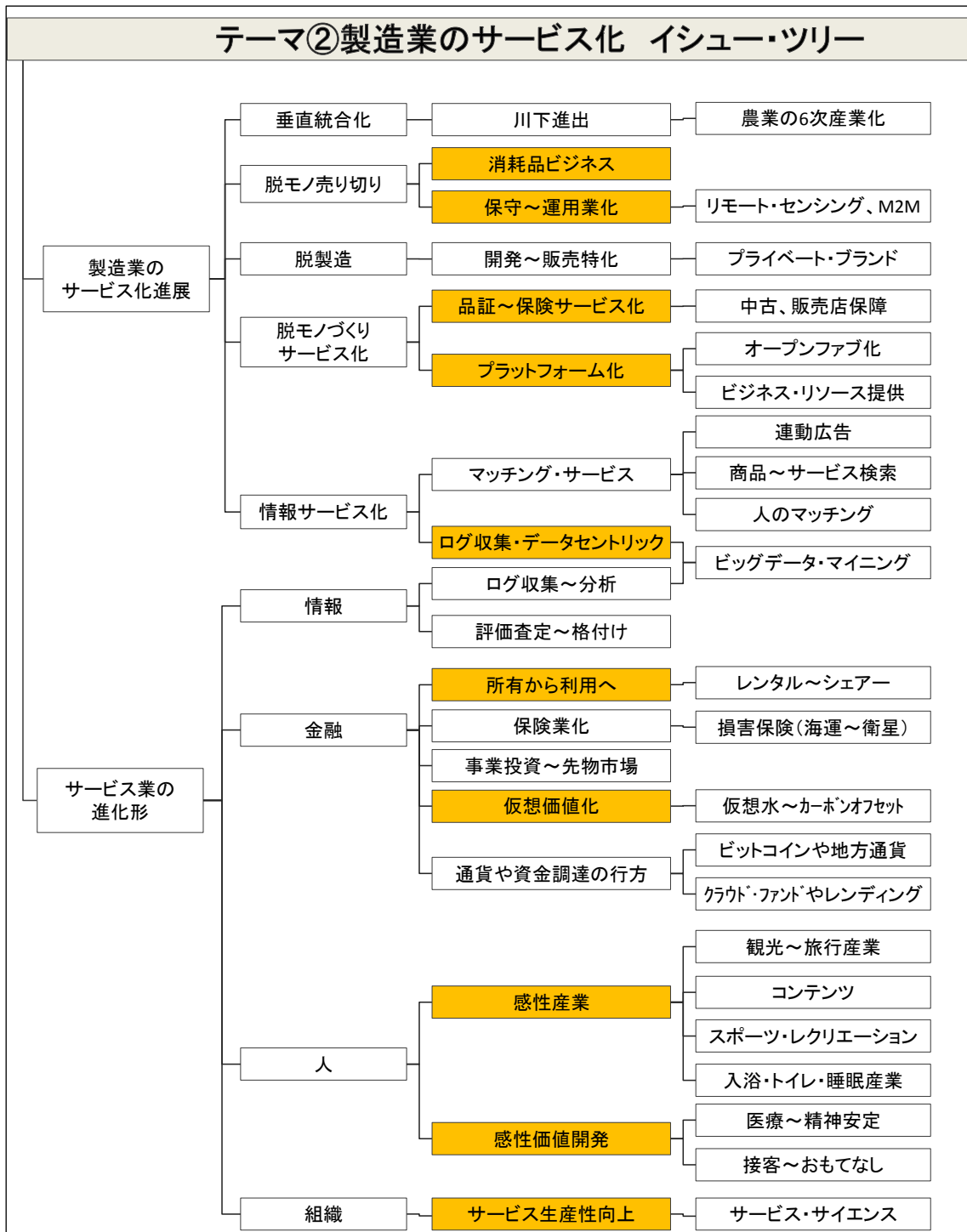


論点のまとめ

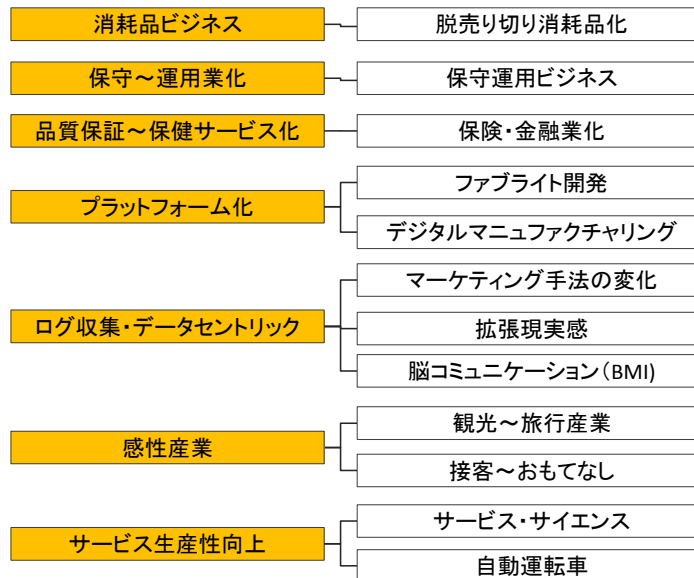
- ① 産業構造の未来 ～グローバル化した国際社会で勝ち抜くために～
 - ・1次産業の付加価値向上(6次化等) ・製造(Manufacturing)の変革
 - ・情報メディア産業 ・医薬品産業 ・オープン化・プラットフォーム化
 - ・国際化(人材・組織・制度) ・おもてなし(ホスピタリティ)
- ② 公的部門の未来 ～レジリエント社会に向けた再構築～
 - ・2020年(東京オリンピック・パラリンピック等)に向けた取り組み
 - ・超高齢化社会への挑戦 ・官民連携(オープンガバメント等)の可能性
 - ・地方活性化 ・災害対応
- ③ 世界における日本の位置付け ～多極化し、変化し続ける世界の中で～
 - ・多国間協力のシナリオ ・未来の「大国」との関係 ・資源獲得競争
- ④ 最新技術の影響力・・・ICT技術、ライフサイエンス、AI、コンピューティング

- 優先度の高い内容
- 優先度の低い内容

テーマ②製造業のサービス化 イシュー・ツリー



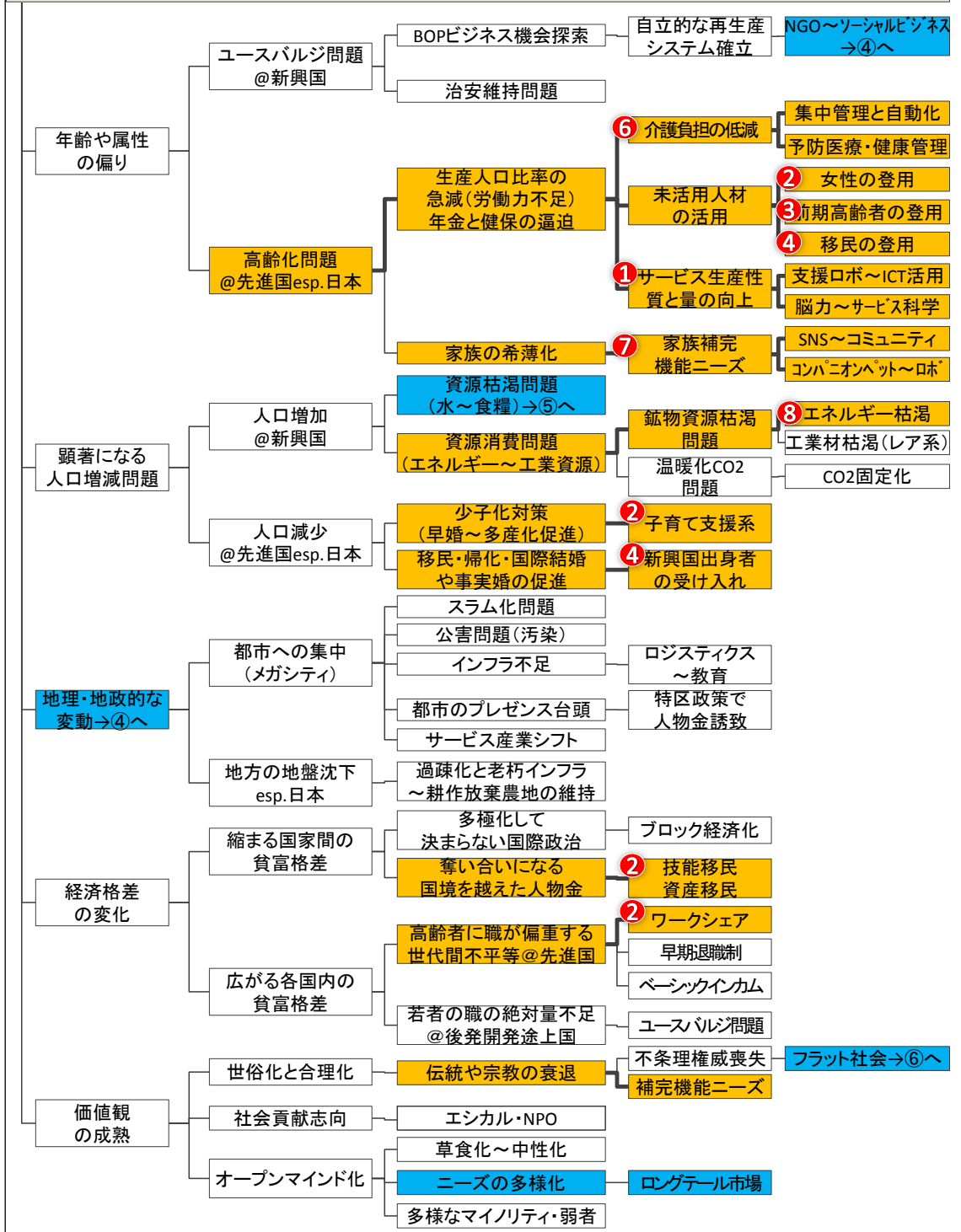
テーマ②製造業のサービス化 論点



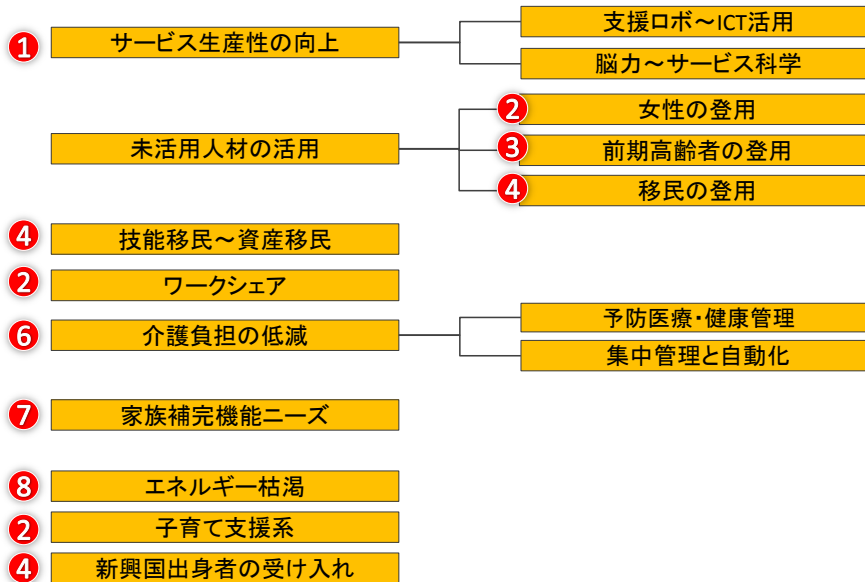
論点のまとめ

1. プロダクトの機能境界の再編による収益可能性(消耗品ビジネス)
2. 保守運用によるサービス提供を可能とする条件、サービスの高付加価値化
3. 保険・金融手法のプロダクト・サービスへの導入
4. 製品開発体制の変化(メーカーからリテール、そしてユーザーへ)
5. IoT (internet of things)、センサー・ネットワークの進化と新サービス
6. 感性に訴えるサービスの構築
7. 新技術によるサービス生産性の抜本的向上

テーマ③人口構成 イシュー・ツリー



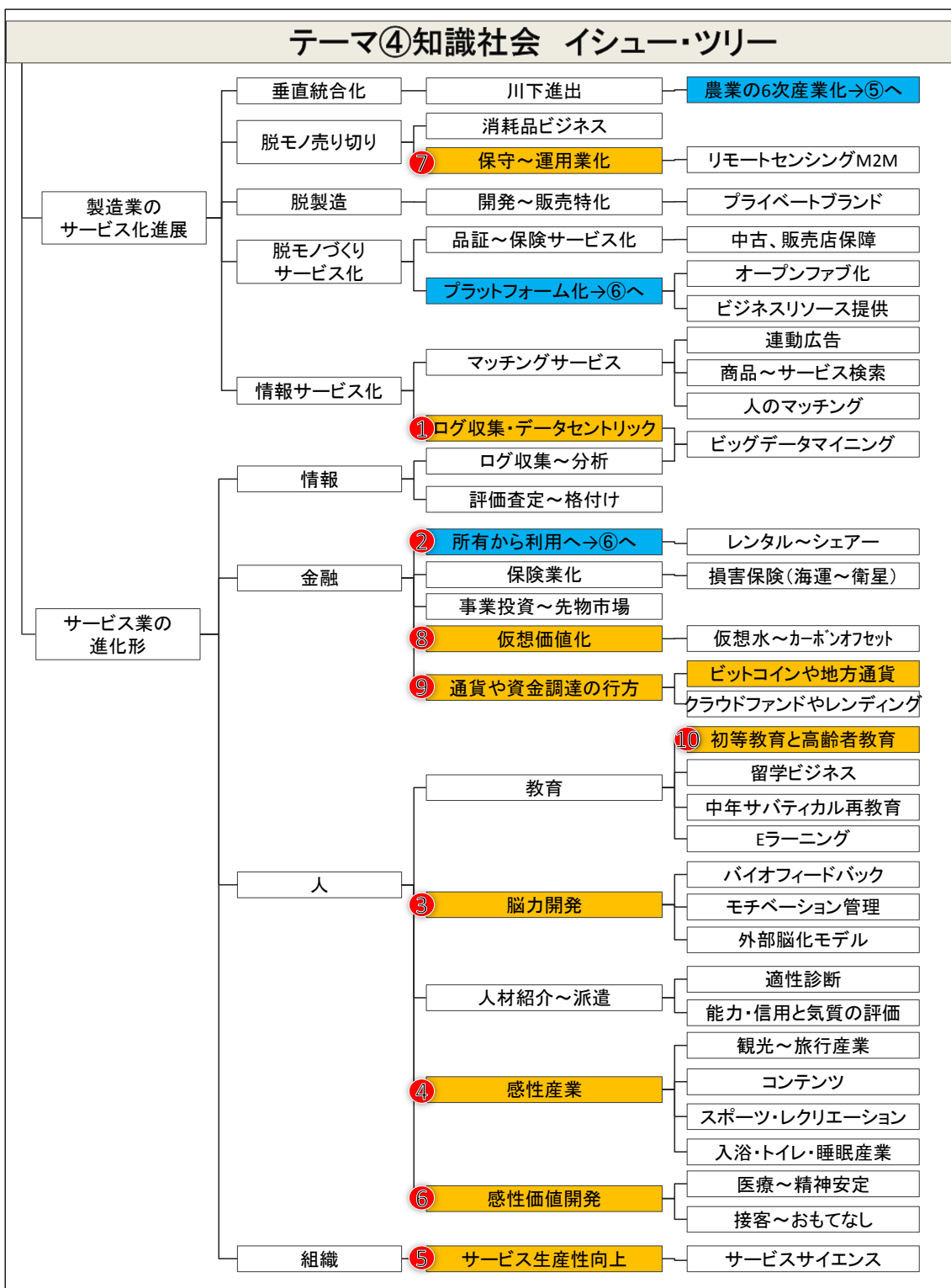
テーマ③人口構成 論点



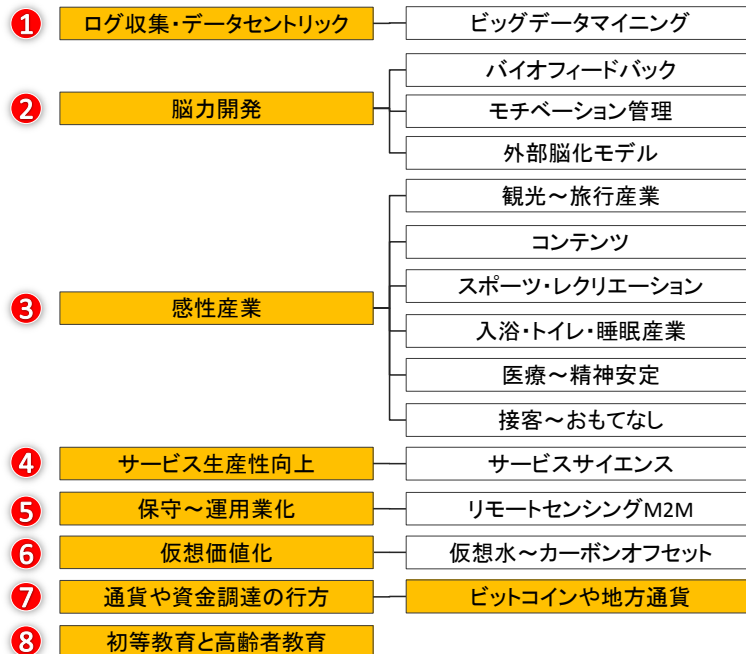
論点のまとめ

1. 労働ニーズの変化に対して
 - ・ 産業構成の変化に合わせ、労働需給のミスマッチの解消
 - ・ 労働によって生み出される価値の向上
 - ・ 多様な人材(女性・外国人・高齢者・障がい者など)の就労推進
 - ・ 多様な労働者や生活者がストレスなく活動できる社会の実現
2. 介護負担低減に向けた方策
 - ・ 介護サービスの質・生産性の向上
 - ・ 予防医療の推進
3. 若者の就労機会の増強(人材育成、ワークシフト)
4. 家庭が担っていた社会機能の強化・代替・補完
5. 合理化していく社会と希薄化する伝統とのギャップ

テーマ④知識社会 イシュー・ツリー



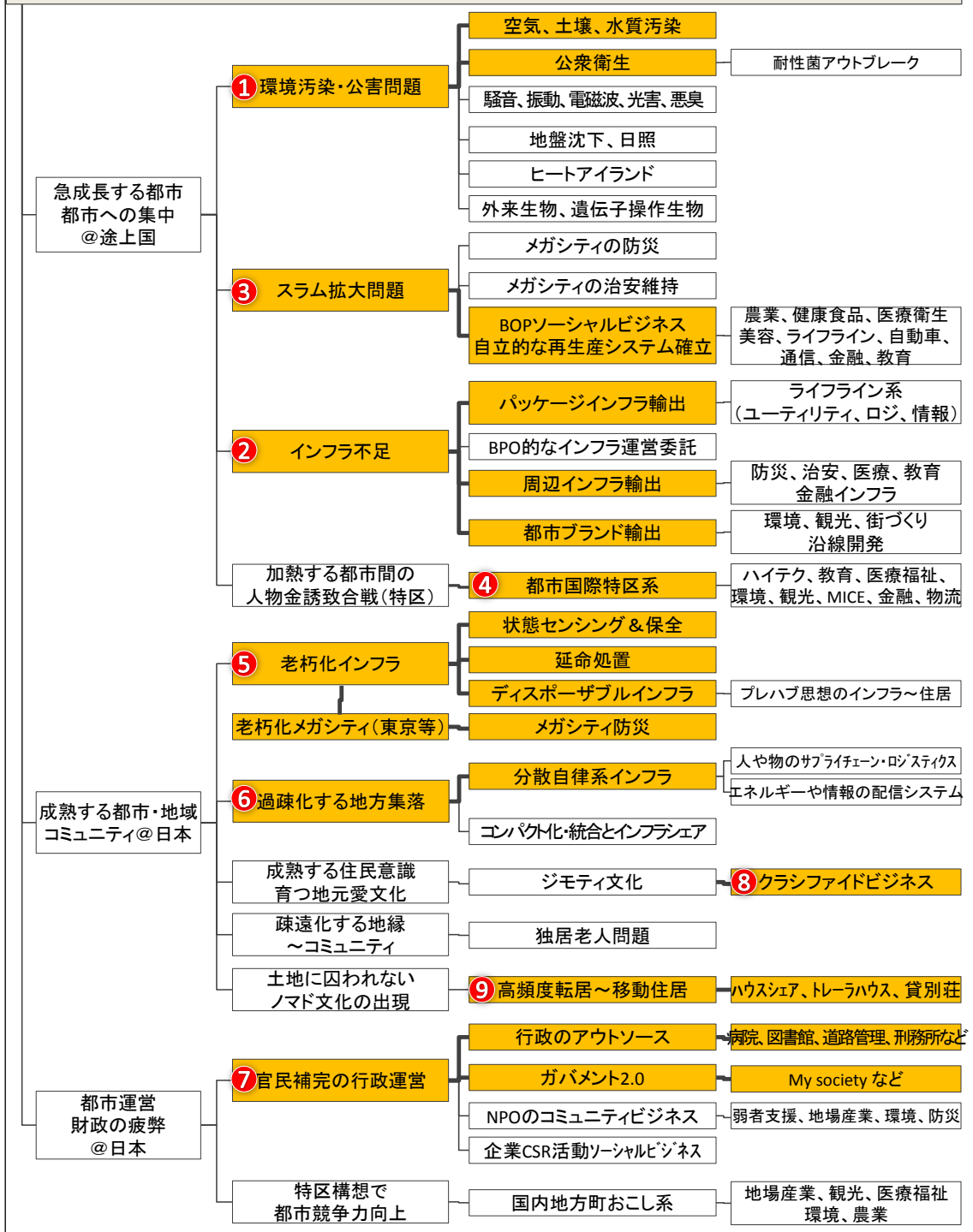
テーマ④知識社会 論点



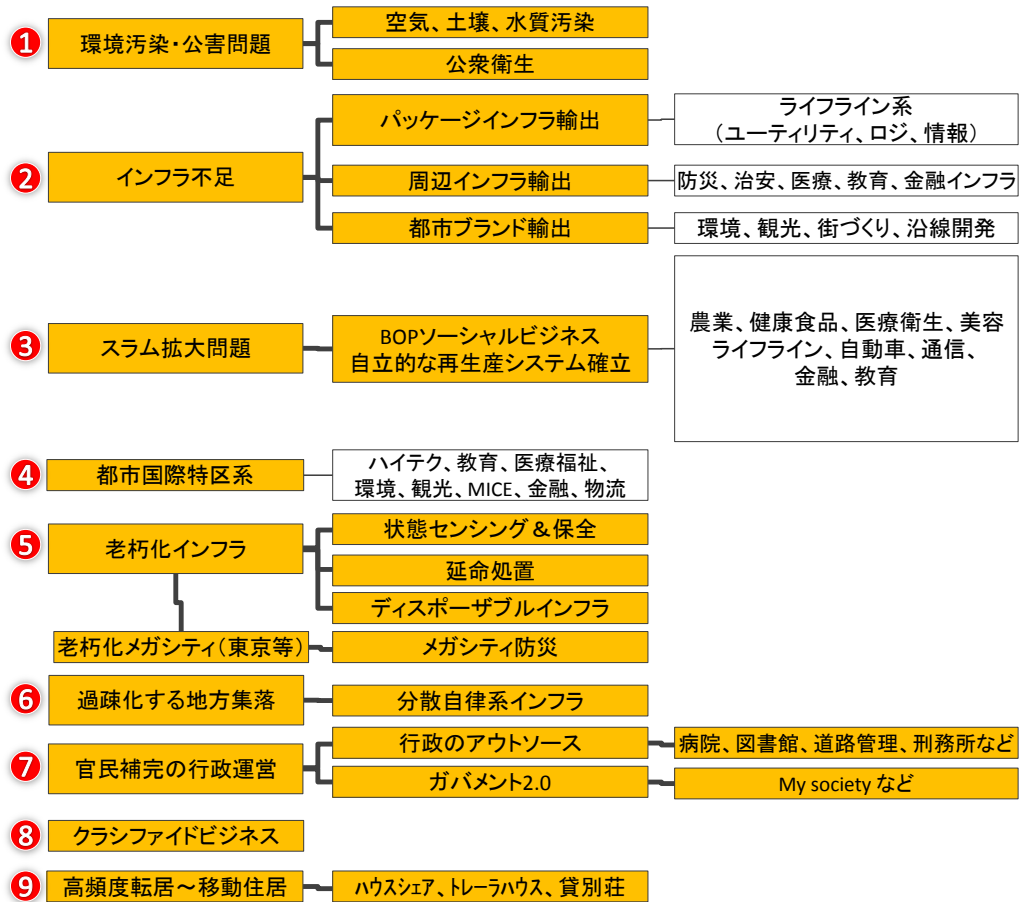
論点のまとめ

1. 大量なユーザー行動把握のビジネス化
2. 心理状態把握によるモチベーションの向上
3. 感性に訴求する産業の発展
4. サービス産業の生産性の追求
5. 暗黙的なユーザー個人のニーズを吸い上げる手法
6. 情報や知識に価値を与えるための手法
7. IT化が可能とする地域通貨や次世代型電子貨幣(ビットコイン等)
8. 早期教育と、生涯学習を通じた知識労働者の質向上

テーマ⑤都市・地域・コミュニティ イシュー・ツリー



テーマ⑤都市・地域・コミュニティ 論点



論点のまとめ

1. 求められる新しいインフラ
 - ・ メガシティへの対応
 - ・ 過疎化への対応、分散自律型インフラ
 - ・ 官民連携
 - ・ 防災対応
2. インフラ保全
3. 魅力的な都市設計 (MICE: Meeting / Incentive / Convention / Exhibition、各種特区)
4. 社会の変化に応じた生活文化の変化 (ジモティ等)
5. 定住に拘らないノマド文化の出現により変化する住職環境
6. 経済発展・都市化が進む海外市場からの収益拡大
 - ・ 公害問題や公衆衛生問題の解決
 - ・ インフラ輸出
 - ・ ボリュームゾーン・ビジネス

テーマ⑥食 イシュー・ツリー



テーマ⑥食 論点

- ① 遺伝子操作植物(耐性、耐乾燥、耐害虫性)
- ② 生産工程の合理化(工業生産手法)
- ③ 安全性
 - 安全(アレルギー、農薬、抗生物質飼料)
 - 精神的忌避(ハラールなど)対策
- ④ 高級野菜～果実、高級肉～魚、花卉開発
- ⑤ 日本食ブームで海外店舗展開
- ⑥ 仮想水～フードマイレージ課金制度
- ⑦ 菜食文化～ホワイトミート
- ⑧ フードロス対応
- ⑨ 機能強化・改善食材
- ⑩ 節水農法
- ⑪ 冷凍食品～菓子類、飲料・酒類の輸出拡大
- ⑫ 調理家電～食材宅配～レシピサイト

論点のまとめ

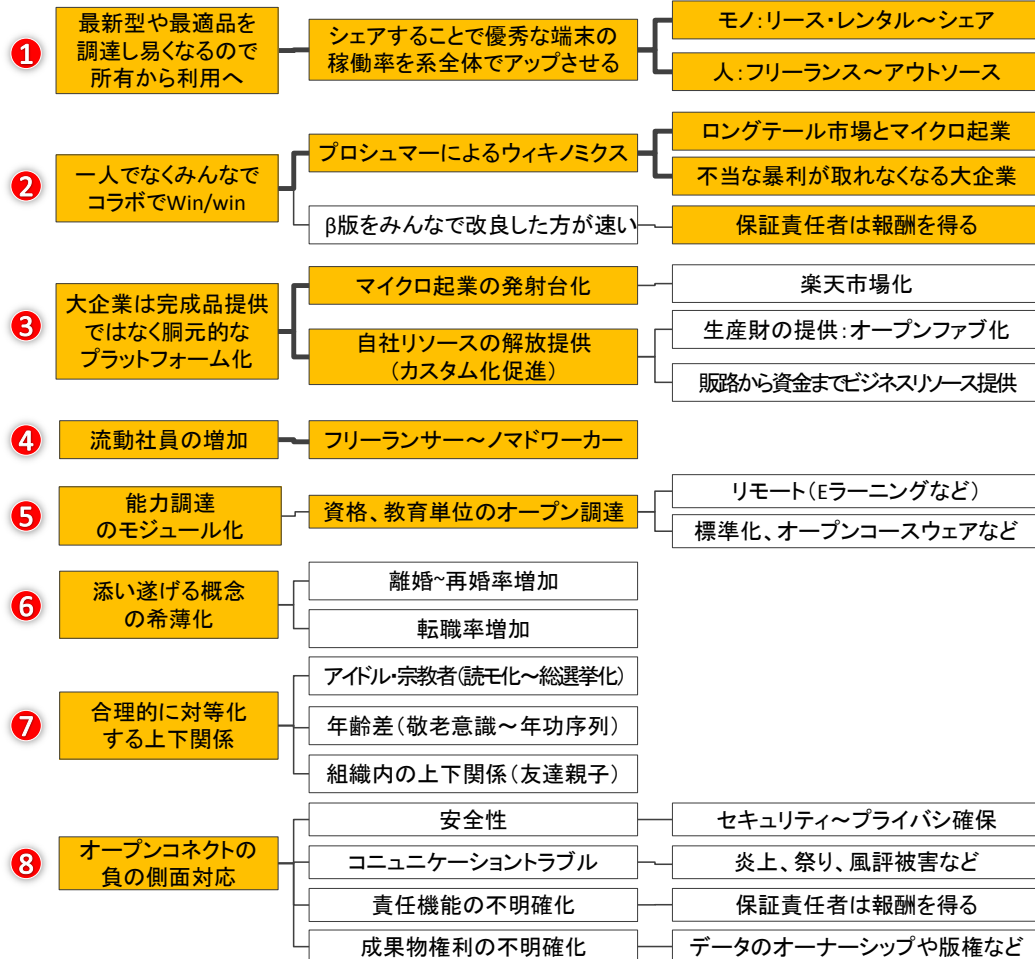
1. 遺伝子改良動植物や交配・肥料改善による収量拡大
2. 次世代型食品製造(マーケット志向・流通効率の向上)
3. 多様化する食の安全へのニーズへの対応
4. 商品開発とマーケティングによる一次産品のブランド化
5. 日本食の世界ブランド価値の最大化
6. 地産地消に向けた食材活用とロジスティクス
7. 脱肉食時代を見越した食の未来設計
8. ロジスティクス上で発生する廃棄食糧の削減
9. 健康増進や美容に向けた食物や加工品
10. 農法の改善による節水やオーガニック化
11. 日本製の加工食材の海外展開加速
12. 家庭内調理の革新による食の価値向上

テーマ⑦コネクティ化・オープン化 イシュー・ツリー

人物金 & 情報の移動性の高まり、伝送網の太い系



テーマ⑦コネクタ化・オープン化 論点



論点のまとめ

1. 生産消費者(プロシューマー)の台頭と組織・社会の変化
2. 労働者のノマド化(フリーランス就業形態)の可能性
3. スキルのオープン化・標準化・可視化
4. 集団への帰属の変化(脱終身雇用を支える仕組み)
5. 個人における財の所有の変化(専有から共有(シェア)へ)
6. 事業(製造業～サービス業)における資源のシェア化
7. コネクタ化する社会での「信頼」
8. ネットワークの未来(電力消費の増大、トラヒックの増大、安全保障)
9. コネクタ化による負の側面の解消
(安全の担保、ミスコミュニケーションの防止、責任所在や権利帰属など)

4. 課題解決手法(打ち手)の分析

2030～2045 年に向けた日本の科学技術政策の方向性を論じるために、マクロ環境およびビジネス・イノベーションの視点で現状の日本が抱える問題点を抽出し、議論のテーマを設定した。それが今回実施したワークショップのテーマ、すなわち①世界の中の日本、②製造業のサービス化、③人口構成、④知識社会、⑤都市・地域・コミュニティ、⑥食、⑦コネクタ化・オープン化の七つである。各テーマは、話題のカバー範囲が若干重なっているものの、いずれも並列に存在する。従って、課題に対応する対応策(打ち手)は、ワークショップごとで大きく異なることが予想された。

ところがワークショップの討議内容を分析した結果、さまざまな参加者によって発言された対応策の多くは、ワークショップ全体で見ると上位の理念や考え方が共通していた。今回、この理念や考え方を「メタタグ」と定義した(図表 A1-5)。

メタタグの抽出方法は以下の通り。まず、各ワークショップで行われた議論をテキスト化し、その中から課題に対する対応策(打ち手)を抜き出したロングリストを作成した。次に、抜き出したロングリストを集約し、ショートリストの作成を行った。

こうしたショートリスト化の作業の後に、メタタグの候補となるキーワードを分類して集合化する作業を行った。その集合に付けたタイトル(要約文)がメタタグとなる。抽出したメタタグは以下の 11 個である。

図表 A1-5 ワークショップの討議結果から得た 11 のメタタグ

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. バリアフリーな関係構築2. 不確実性の再現3. 冗長なプラットフォーム4. 人の生涯価値向上5. 人の機能拡張6. 魅力の再発見7. ボリュームゾーンにおける費用対効果の追求8. ニーズとソリューションの可視化/マッチング9. 社会課題発見機能の構築10. 教育の再構築11. サービス化 |
|---|

ワークショップとメタタグの関係

図表 A1-6 に、11 のメタタグをキー・ファクタとして、各ワークショップの内容を横断的に再整理した結果を示す。以降、11 個のメタタグの概要を解説する。

図 A1-6 ワークショップごとに見たメタタグの対応表

ワークショップ	①世界の中の日本	②製造業のサービス化	③人口構成	④知識社会	⑤都市・地域・コミュニティ	⑥食	⑦コネクティビティ・オープン化
1 バリアフリーな関係構築	○	×	○	○	○	×	×
言語のバリアフリー	○	×	×	○	×	×	×
高齢者/障害者のバリアフリー	×	×	○	×	×	×	×
外国人のバリアフリー	○	×	×	×	○	×	×
女性のバリアフリー	×	×	○	×	×	×	×
2 不確実性の再現	○	×	×	○	×	×	○
複雑性、多様性、創造性の実現	○	×	×	○	×	×	×
レジリエント/ロバストな社会の実現	×	×	×	○	×	×	○
3 冗長なプラットフォーム	○	○	○	×	○	×	○
拡張性	○	○	○	×	×	×	○
MRO	○	○	×	×	○	×	○
オープン化(プロシューマ)	○	○	×	×	×	×	×
4 人の生涯価値向上	○	○	○	○	×	×	○
人の商品化	○	○	○	○	×	×	○
生涯教育	○	×	○	○	×	×	○
早期能力診断	○	×	○	○	×	×	○
5 人の機能拡張	○	○	○	○	×	○	×
健康増進	×	○	×	×	×	○	×
能力補強	×	×	○	○	×	×	×
脳センシング	○	×	×	○	×	×	×
6 魅力の再発見	○	×	○	×	○	○	○
日本の基礎技術	○	×	○	×	×	○	×
伝統工芸	○	×	×	×	○	○	×
おもてなし文化	○	×	×	×	○	×	×
7 ボリュームゾーンにおける費用対効果の追求	×	×	×	×	○	×	×
最新技術	×	×	○	×	○	○	×
集積化による効率向上	×	×	○	×	○	×	×
8 ニーズとソリューションの可視化/マッチング	×	○	○	○	×	○	○
可視化	×	○	×	○	×	○	○
ビッグデータ	×	○	×	○	×	○	○
情報マッチング	×	○	○	○	×	×	×
9 社会課題発見機能の構築(NPO)	×	×	○	×	×	○	×
NPO	×	×	○	×	×	○	×
10 教育の再構築	○	○	×	○	×	○	○
高等教育	○	×	○	○	×	×	○
初等教育	○	×	×	○	×	×	×
社会人(生涯)教育	○	○	○	○	×	○	×
11 サービス化	○	○	×	○	○	○	○
プロダクトの計測取得情報を使ったサービス	○	○	×	×	×	×	○
モノを起点とした周辺サービス	×	○	×	○	○	○	×
参入障壁の低い生態系構築	×	○	×	×	×	×	×
顧客視点で情報収集	×	○	×	○	×	○	×
感性ファクトの扱いと人材育成	×	○	×	×	×	×	×

5. 将来社会ビジョンの構築

先に検討を行ったマクロレベルの社会課題、(1) 人口構成の課題 (2) 産業構造の課題、(3) 関係性の課題 (コネクティビティ・オープン化) と、抽出したメタタグを再度整理し、2030～2050年を想定した社会ビジョンを作成した。

3つのマクロレベルの社会課題に関しては、より具体的な課題設定とし、人口構成の課題については「生産性向上と雇用創出」、産業構造の課題については、「国際競争力のある産業構造への転換」(外貨獲得)、関係性の課題 (コネクティビティ・オープン化) については、「経済学的効用を超えた新しい関係性を持つ社会システムの構築」(幸福の追求) という三つの視点で構成した。

図 A1-7 メタタグと三つの視点との関係

	雇用創出	外貨獲得	幸福の追求
1. バリアフリーな関係構築	●(外国人雇用)	●(日本の可視化)	●(接点を増やす)
2. 不確実性の実現			●(多様性/創造性の確保)
3. 冗長なプラットフォーム	●(参入性の向上)	●(高付加価値化)	
4. 人の生涯価値向上	●(能力の向上)		●(適性判断)
5. 人の機能拡張			●(長寿、健康)
6. 魅力の再発見		●(異分野交流、創発価値)	
7. ボリュームゾーンにおける費用対効果の追求		●(リバースイノベーションに負けない)	
8. ニーズとソリューションの可視化/マッチング		●(ビジネス機会の増大)	
9. 社会課題発見機能の構築			●(参画感、貢献感)
10. 教育の再構築	●(チャレンジ精神の育成)		
11. サービス化	●(サービス産業)	●(ライフタイムバリューへ)	

ビジョン 1:生産性向上と雇用創出を実現する社会

大企業と中小企業/プロシューマ(生産消費者)の間に、新しいシステムが誕生する。大企業は、半完成品や製造技術、メンテナンス技術などをオープン化し、「冗長なプラットフォーム」を提供したり、「サービス化」を実現したりするようになる。中小企業やプロシューマは、それらを利用して新しいビジネスに取り組むようになる。大企業が胴元となり、参入障壁が低い生態系(エコシステム)を形成する。

このシステムを使えば、大企業の中で日の目を見ずに埋もれていたアイデアを実用化することが可能になる。それはアイデアを持った人を中心にスピニングアウトさせ、大企業が提供するプラットフォームを使ってニッチ市場向けビジネスを展開できるようになるからである。多くの中小企業が活躍できるようになれば市場規模は大きくなり、雇用を増やすことが可能となる。

モノづくりの製造現場では、より一層の自動化、機械化が進む。ロボットの導入が相次ぎ、人間が関与する作業は減少の一途をたどる。その一方で、サービスの現場では、依然として人間が活躍している。ロボットでは対応できない。人間の持つ自由度がどうしても必要になるからである。ただし、2015年頃と比べると、生産性、効率性は大幅に高まっている。人とのインタフェースをサイエンスし、サービス業務の集積化や、多能工の能力を備える人材の利用などが進む。さらに日本の「おもてなし」文化がマニュアル化されて、世界全体に広まる。

人材のクラウド・ソーシングが始まれば、最適な人材をいかに集めるかがカギになる。そのような人材をいかに集めるか。そのとき必要になるのが、能力(スキル)や信用度の可視化技術である。

競争は激しく、常に学び続けることが求められる未来。働く環境は、より厳しくなる。しかし、悪いことばかりではない。「バリアフリーな関係構築」が進んでいるため、様々な可能性が広がるからである。自動翻訳機が実用化されているため、言語の障壁はなくなる。女性や高齢者、障害者などのバリアフリーも実現されているため、自分の生活に合った働き方を選択できるようになる。さらに、早期能力診断が導入されるようになる。未来は、働く環境は厳しくなるものの、仕事の選択肢は大幅に広がる社会となる。

ビジョン 2:国際競争力のある産業構造への転換が行われる社会

高い国際競争力を以て外貨獲得を行うためには、二つの領域を攻略する必要がある、一つはボリュームゾーンで、大量生産のモノづくりの領域である。ここを押さえて、十分な経済規模を死守する。もう一つは、ロングテールと呼ばれている領域で、いわゆる少量多品種のモノづくりの領域である。ここで利益と雇用の確保に加えて、新しいビジネスの機会を創出する。

ボリュームゾーンにおいては、ある一定水準の性能で安価の製品を大量生産すべく、日本の科学技術を投入する。食品のイミテーション技術や、アナログ技術、検査技術などが勝敗を分けることになる。

一方、ロングテールの領域では、拡張性の高い製品や修理可能な製品を開発することなどで、エンドユーザーに対して高い付加価値を提供する。さらに、エンドユーザーとの関係を長期間確保して価値を提供するライフタイム・バリューを実現できるようになる。

日本国内には、世界のマーケットにおいて認識されていない優れた製品や技術が数多く眠っている。従来は、こうした製品や技術に関わる組織の人数は少なく、海外に情報を発信することは困難であった。2050年までには各国の言語に対応した自動翻訳機が実用化される。これを使えば、ホームページを簡単に外国語化することが可能になる。海外への電話での営業活動も簡単になるほか、ソーシャル・ネットワークでの売り込みも可能になる。

また、多様でエッジの立った価値観や専門分野を持つ集団が様々な角度から眺めることで潜在的に隠れていた商品やサービスの価値を引き出す「魅力の再発見」につながる。ICTの発達はこのメカニズムを推進し、商品やサービスの価値を最大化し、事業機会を広げる。

サービス面では、「おもてなし」が強力なツールとなる。現状では、おもてなしをマニュアル化することは難しい。しかし将来は、ICT技術の進展や人工知能の進展により日本特有のきめ細かなサービス手法を曖昧なまま自動生成してマニュアル化することが可能になり、様々なサービスの現場に適用できるようになる。以上のような産業構造の転換が国際競争における価値の源泉となり、国際競争力のある産業構造への転換へとつながる。

ビジョン 3: 経済学的効用を超えた新たな関係性を持つ社会

2030～2050年の間には、現在の経済学的効用からの統治機構の矛盾点が顕在化してくる。企業は生産性向上、効率化を追求した結果、利益は増えるものの、雇用は減少するという矛盾を招く。その影響を受けて税収が減少し、従来の構造の経済社会は行き詰まる可能性がある。そうした社会から予定調和的に登場するのが非営利団体(NPO: non-profit organization)や非政府組織(NGO: non-governmental organization)などによるソーシャル・ビジネスである。矛盾した社会はストレスがかかる。ソーシャル・ビジネスは、その矛盾を軽減する役割を果たす。ソーシャル・ビジネスは富を再配分するのではなく、負担を再配分する機能を担い、ストレスを減少させる。

ソーシャル・ビジネスに取り組むことで、社会への参画感と貢献感が得られる。これを達成する方法として、「社会問題発見機能の実現」における対応策(打ち手)が位置づけられる。具体例としては、米国で浸透している「リビングラボ」が挙げられる。消費者が集まり、製品の問題点を見つけ出し、その企業に提言するという組織である。このような組織に参加して活動することで、参画と貢献を実感できるようになる。経済学的効用とは異なった、精神的効用、認知行動学的効用の価値観が確立されていく。

成熟した国だからこそ、コネクタ社会、ネット社会におけるビッグデータの取り扱いが未熟だと日本は画一化された社会へと向かってしまう危険性が高い。画一化された世界では、精神的効用、認知行動学的効用に基づく人間の高次欲求の充足による幸福感を得にくい。これを阻止する役割を果たすのが、「不確実性の再現」である。これを実践することで、多様な価値観を許容する世界を実現でき、そこに暮らす人々の精神的効用を満たすことができるようになる。

これらの実現には、人間の脳機能の系統的な解明と、より深い理解が不可欠であり、さらにはそれをICTの最先端技術や、意思決定をも含む人工知能技術等に展開し、人間の高次欲求をも充足する社会へと展開していく必要がある。

付録2 「分野別科学技術予測」の概要

本調査は、1971年公表の第1回技術予測調査から数えて10回目となる分野別科学技術予測である。その目的は、将来社会において重要になると考えられる科学技術に関して専門家の見解を広く収集し、科学技術によるイノベーション創出についての示唆を得ることである。

本調査では、今後30年程度の将来社会の姿を展望して重要と考えられる科学技術について、その重要性、国際競争力、実現可能性、推進方策等に関する専門家の見解を収集する。

1. 調査対象

本調査では、以下に示す8分野を調査対象として設定した。特徴は、膨大なデータの価値が注目されていることを受け、データサイエンスの視点を各分野で取り入れたことである。また、近年のサービス化及び情報化の潮流、並びに、インダストリー4.0に代表されるものづくりの新しい潮流を受け、サービス化社会を主題とする分野を新設した。

- ① ICT・アナリティクス分野
- ② 健康・医療・生命科学分野
- ③ 農林水産・食品・バイオテクノロジー分野
- ④ 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野
- ⑤ 環境・資源・エネルギー分野
- ⑥ マテリアル・デバイス・プロセス分野
- ⑦ 社会基盤分野
- ⑧ サービス化社会分野

調査対象は、「分野－細目－科学技術トピック」という階層構造を持つ。分野別に専門家10名程度からなる委員会を設置し、過去の予測調査における設定トピックや前年度に実施した将来社会ビジョン調査の結果も参照しつつ、1細目10～20件程度、1分野100～150件程度を目処として科学技術トピック(以降、「トピック」という)を設定した。各分野の細目数及びトピック数を図表A2-1に示す。

図表 A2-1 各分野の細目数及びトピック数

分野	細目数	トピック数
ICT・アナリティクス [ICT]	12細目 [人工知能、ビジョン・言語処理、デジタルメディア・データベース、ハードウェア・アーキテクチャ、インタラクション、ネットワーク、ソフトウェア、HPC、理論、サイバーセキュリティ、ビッグデータ・CPS・IoT、ICTと社会]	114
健康・医療・生命科学 [健康医療]	10細目 [医薬、医療機器・技術、再生医療、コモンディーズ・外傷・生殖補助医療、難病・希少疾患、精神・神経疾患、新興・再興感染症、健康・医療情報・疫学・ゲノム情報、生命科学基盤技術、その他]	171

分野	細目数	トピック数
農林水産・食品・バイオテクノロジー [農林水産]	17 細目 [農:高度生産、作物開発、疾病防除、バイオマス利用、環境保全/食品:高度生産、流通・加工、食品安全、食品機能性/水産:資源保全、育種・生産、環境保全/林:高度生産、バイオマス利用、環境保全/共通:情報サービス、その他]	132
宇宙・海洋・地球・科学基盤 [未踏]	10 細目 [宇宙、海洋、地球、地球観測・予測、加速器・素粒子・原子核、ビーム応用(放射光)、ビーム応用(中性子・ミュオン・荷電粒子等)、計算科学・シミュレーション、数理科学・ビッグデータ、計測基盤]	136
環境・資源・エネルギー [環境エネルギー]	11 細目 [エネルギー生産、エネルギー消費、エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送、資源、リユース・リサイクル、水、地球温暖化、環境保全、環境解析・予測、環境創成、リスクマネジメント]	93
マテリアル・デバイス・プロセス [マテリアル]	7 細目 [新しい物質・材料・機能の創成、アドバンスト・マニファクチャリング、モデリング・シミュレーション、先端材料・デバイスの計測・解析手法、応用デバイス・システム(ICT・ナノテク分野、環境・エネルギー分野、インフラ分野)]	92
社会基盤 [社会基盤]	7 細目 [国土開発・保全、都市・建築・環境、インフラ保守・メンテナンス、交通・物流インフラ、車・鉄道・船舶・航空、防災・減災技術、防災・減災情報]	93
サービス化社会 [サービス]	10 細目 [経営・政策、知識マネジメント、製品サービスシステム(PSS)、社会設計・シミュレーション、サービスセンシング、サービスデザイン、サービスロボット、サービス理論、アナリティクス、人文系基礎研究]	101
全分野計	84 細目	932

2. 方法

2014年9月にウェブアンケートを実施し、専門家の見解を収集した。回答者は、科学技術・学術政策研究所が持つ専門家ネットワークに属する専門調査員、関連学協会会員、関連研究機関の研究者、及び、分野別委員会から推薦された専門家、計 4,309 名である。設問を図表 A2-2 に示す。

図表 A2-2 アンケートの設問

[研究開発特性]

項目	定義	選択肢
重要度	科学技術と社会の両面からみた総合的な重要度	
不確実性	研究開発において確率的要素が多く、失敗の許容・複数手法の検討が必要であること	非常に高い/高い/低い/非常に低い、から一つ選択
非連続性	研究開発の成果が現在の延長ではなく、市場破壊的・革新的であること	*回答を数値化し、スコアを算出(非常に高い:4点、高い:3点、低い:2点、非常に低い:1点)
倫理性	研究開発において倫理性の考慮、社会受容の考慮が必要であること	
国際競争力	日本が外国に比べて国際競争力を有すること	

[実現可能性]

項目	定義	選択肢
技術的实现	技術的な実現予測時期(日本を含む世界のどこかでの実現)	実現済み/実現する/実現しない/分からない、から一つ選択
社会実装	日本社会での適用、あるいは日本が主体となって行う国際社会での適用時期	「実現する」を選択した場合、実現年(2015~2050年)を回答

[重点施策]

項目	選択肢
技術的実現のため最も重点を置くべき施策	人材戦略／資源配分／内外の連携・協力／環境整備
社会実装のため最も重点を置くべき施策	備／その他、から一つ選択

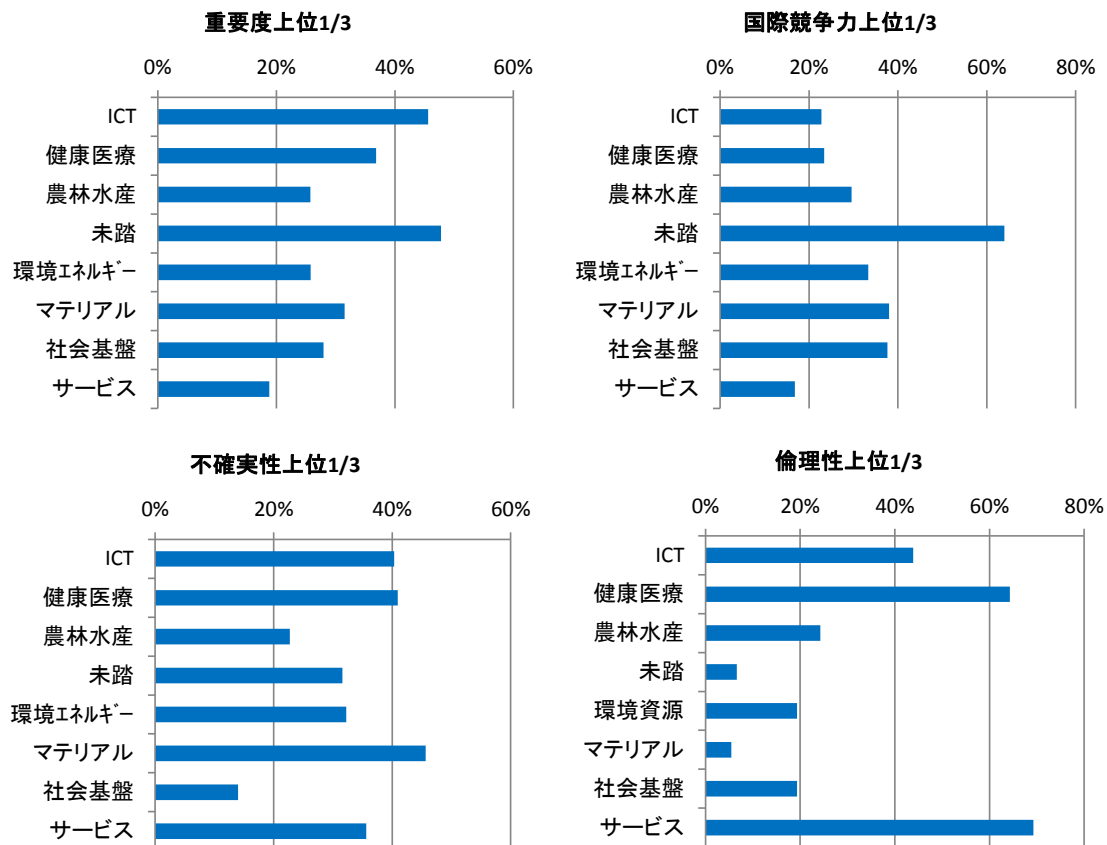
3. 全体結果

(1) 研究開発特性

各特性の回答から算出した指数の上位 1/3 に含まれるトピックを抽出し、分野分類を行った。

ICT・アナリティクス分野は、重要度の高いトピックが多いが、国際競争力は他分野と比べて低い。また、不確実性が高く、倫理面の配慮が必要である。健康・医療・生命科学分野は、国際競争力が他分野と比べて低く、また、不確実性が高く倫理面の配慮も必要なトピックが多い。マテリアル・デバイス・プロセス分野は、不確実性及び非連続性が高いトピックが多い。サービス化社会分野は、倫理面の配慮が必要なトピックが多い。

図表 A2-3 各項目上位 1/3 に含まれるトピックが各分野内で占める割合



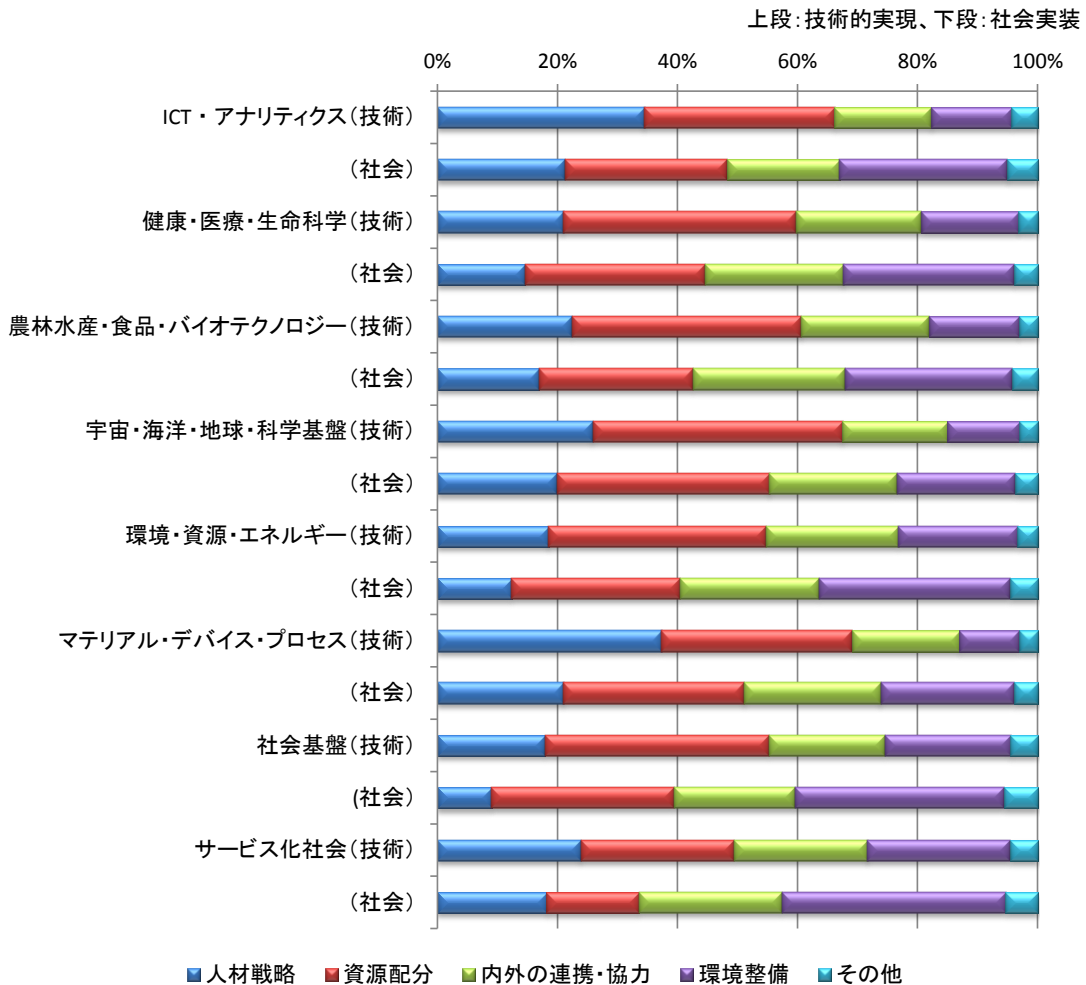
(2) 実現可能性

トピックの実現予測時期を見ると、技術的実現については2020年と2025年に、社会実装については2025年と2030年にピークが見られる。分野の特徴を見ると、ICT・アナリティクス分野、社会基盤分野、及びサービス化社会分野において早い実現が予測されたトピックが多く、環境・資源・エネルギー分野及びマテリアル・デバイス・プロセス分野のトピックの実現は、遅めに予測されている。

(3) 重点施策

技術的実現のための重点施策を見ると、ほとんどの分野において「資源配分」が最も多く選択されており、次いで、「人材戦略」又は「内外の連携・協力」の順となっている。ICT・アナリティクス分野及びマテリアル・デバイス・プロセス分野においては、技術的実現に向けて「人材戦略」が最も重要とされている。一方、社会実装のための重点施策では、すべての分野において、「人材戦略」及び「資源配分」の割合が技術的実現の場合よりも減少し、代わって「環境整備」の割合が増加する。

図表 A2-4 重点施策

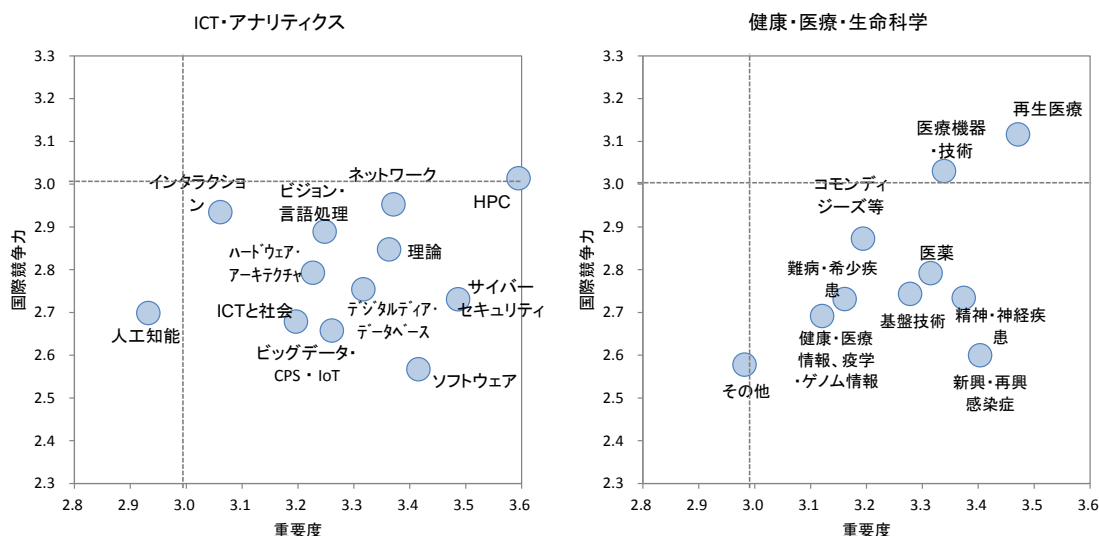


(4) 総合分析

重要度が高いと評価されたにもかかわらず国際競争力が相対的に低い細目として注目されるのは、「ソフトウェア」、「サイバーセキュリティ」(ICT・アナリティクス分野)、「新興・再興感染症」(健康・医療・生命科学分野)、「リスクマネジメント」(環境・資源・エネルギー分野)、「製品・サービスシステム(PSS)」(サービス化社会分野)である。

また、その潜在可能性から注目されているビッグデータ・データアナリシスに関わる細目、「ビッグデータ・CPS・IoT」(ICT・アナリティクス分野)、「健康・医療情報、疫学・ゲノム情報」(健康・医療・生命科学分野)、「アナリティクス」(サービス化社会分野)や人工知能に関わる細目「人工知能」(ICT・アナリティクス分野)については、国際競争力が低めであるばかりでなく、重要度もあまり高く評価されていない。

図表 A2-5 重要度と国際競争力 (ICT・アナリティクス分野、健康・医療・生命科学分野)



重要度の高い上位 1/3 に含まれる 312 トピックを対象として、国際競争力、不確実性、非連続性の観点から類型化を行った(図表 A2-6)。

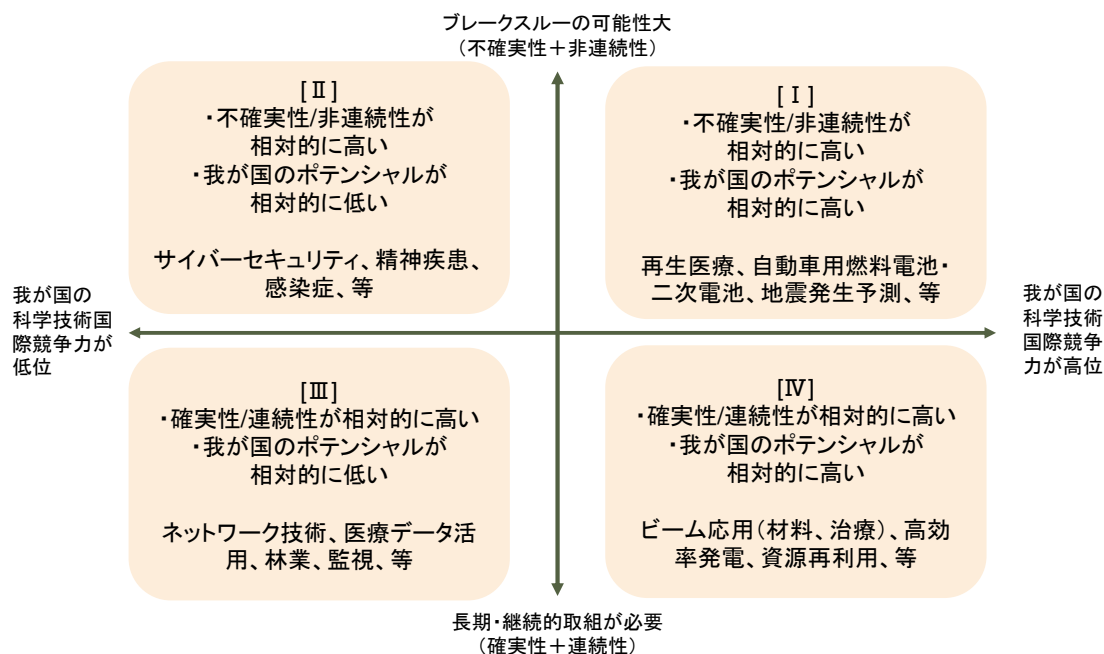
カテゴリⅠは、研究開発投資リスクを許容する支援システムにより、我が国において画期的な成果が生まれる可能性がある領域と言える。例として、再生医療、自動車用燃料電池・二次電池、地震発生予測等が挙げられる。

カテゴリⅡは、研究開発投資のリスクを許容した支援が求められる領域と言える。また我が国のポテンシャルが相対的に低いことを考慮した上での推進方策が求められる。例として、サイバーセキュリティ、精神疾患、感染症等が挙げられる。

カテゴリⅢには、長期的視点で着実に進めていくべきトピックが分類され、カテゴリⅡと同様、我が国のポテンシャルが相対的に低いことから、戦略性を持って進めていく必要があると言える。例として、ネットワーク技術、健康・医療データ活用、林業、監視等が挙げられる。

カテゴリⅣは、カテゴリⅢと同様、長期的視点で着実に進めていくべきトピックが含まれ、我が国のポテンシャルは相対的に高いことから、継続的な支援を行うことにより相応の成果が見込める領域と言える。例として、ビーム応用(材料、治療)、高効率発電、資源再利用等が挙げられる。

図表 A2-6 重要トピックの類型化



4. 各分野の概要

(1) ICT・アナリティクス

分野細目の設定に当たっては、まず、米国計算機学会(ACM)や情報処理学会等の学術団体が設定した研究分野を参考にして基礎的な研究分野を設定した。さらに、上記の研究分野分類ではまだ取り上げられていないが、今後急速に重要性が高まると期待される分野を付け加えることとした。その結果、(a) 計算機の必須構成要素である「ハードウェア」、「ソフトウェア」及び必須処理対象に対応する「デジタルメディア・データベース」、(b) 計算機同士あるいは計算機と人間・社会をつなぐ「ネットワーク」、「インタラクション」、(c) 現時点で人間の知能に優位性がある分野を中心に計算機の能力向上を目指す「人工知能」、「ビジョン・言語処理」、(d) 極めて大規模あるいは高度に複雑な計算・データ・システムに焦点をあてた「HPC」、「ビッグデータ・CPS・IoT」、(e) 社会との関係を考え、良い意味での ICT のブレーキ役も果たす「サイバーセキュリティ」、「ICT と社会」、そして、(f) インパクトが大きな研究の基盤となる「理論」の計 12 細目である。

アンケートの結果、総じて重要度が高い、または非常に高いと評価された課題が多かった。重要度に関して回答者の平均点が高かった上位 10 課題を分類すると、HPC やビッグデータに関するもの 5 件、セキュリティ・プライバシーに関するもの 2 件、医療・介護・高齢者支援に関するもの 2 件、防災・減災に関するもの 1 件であった。HPC やビッグデータにより新たなフロンティアを開拓すると

ともに、我が国で特に問題となっている超高齢社会や災害などに備え、安全・安心な社会を実現することが求められていると考えられる。

技術的実現のための重点施策に関しては、全般的に「人材戦略」、「資源配分」の回答比率が高かった。特に、「理論」と「ソフトウェア」は「人材戦略」の比率が高く、「ネットワーク」は「資源配分」の比率が高い。一方、社会的実装の段階になると「環境整備」の比率が増えてくる。特に高いのは「ビッグデータ・CPS・IoT」である。社会に深く浸透するタイプの技術は、価値が極めて高い可能性がある反面、既存の制度等との不整合が生じやすく「環境整備」が大きな問題となるものと考えられる。研究の領域やフェーズによってかなり違った施策が必要となることが、アンケート結果からうかがえる。

実現・実装の時期に関しては、約 95%の課題の平均値として 2025 年までには技術的に実現され、2030 年までには社会的に実装されるとの回答があった。なお、これらの平均値は「実現しない」や「わからない」という回答を除いて計算されており、「実現しない」や「わからない」の回答比率が高い課題も少なからず存在する。2050 年頃までの予測を行うことを想定して課題を作成したが、予想に反して実現時期の早いものが多かった。ICT は特にイノベーションの加速化が進展している分野であることから、10～15 年以上先のことは専門家に聞いても確信をもって判断をすることが困難であることを反映していると考えられる。

(2) 健康・医療・生命科学

本分野の細目の設定に当たっては、平成 26 年 7 月 22 日に閣議決定された『健康・医療戦略』で重点化されている研究開発領域を基本とした。健康・医療戦略で重点化されている「がん」については、他の主要疾病等と合わせて拡張し、「コモンディゼーズ、外傷、生殖補助医療」とした。加えて、研究開発を支える上で重要な「生命科学基盤技術」、及び ELSI(倫理的・法的・社会的問題)等を含む「その他」の細目を設けた。

細目間の関係は、疾患の軸としての「コモンディゼーズ、外傷、生殖補助医療」「難病・希少疾患」「精神・神経疾患」「新興・再興感染症」の 4 細目に対し、解決手段の軸としての「医薬」「医療機器・技術」「再生医療」「健康・医療情報、疫学・ゲノム情報」「生命科学基盤技術」「その他」の 6 細目が交わる。

回答結果の全体的な傾向として、細目内のトピック平均を細目間で比較すると、重要度と国際競争力の双方について、「再生医療」がともに最も高かった。文部科学省、厚生労働省、経済産業省が進めてきたプログラムでの取組が、高い国際競争力につながっていると専門家が考えていることが推測できる。一方、「再生医療」に次いで重要度が高かった「新興・再興感染症」については、「その他」を除くと国際競争力が最も低いと考えられていた。近年、感染症対策は国際的な公衆衛生上の課題として重要視されていることから、我が国でも感染症疾患の制御に向けた研究開発の一層の推進が必要だと考えられる。

トピックの技術的実現のため最も重点を置くべき施策として、「コモンディゼーズ、外傷、生殖補助医療」を筆頭に、資源配分が最も高い割合で選ばれた。しかし、トピックによるばらつきが大きく、

トピックごとに他の施策(人材戦略、内外の連携、環境整備)の重要性を見極めていくことが求められていると言える。

(3) 農林水産・食品・バイオテクノロジー

農林水産・食品・バイオテクノロジー分野は、本分野への社会的注目が高まっていることを受け、多くのトピックを抽出・設定した。以前の調査で用いられたトピックに加え、農業の 6 次産業化、ICT 技術の活用等最近の課題を反映したトピックも盛り込んだ。

重要度が高く、国際競争力が低いと評価されているトピックには、森林に関するトピックが比較的多く含まれていた。戦後に植林され、成長した樹木の「収穫」技術と、収穫後の森林造成技術の開発は、我が国の林業従事者の高齢化ともあいまって喫緊の課題と認識されていると考えられる。研究開発方策立案に当たり、短期的な競争力の低さにとらわれない長期的な視点が求められる。

重要度が高いと評価されたトピックには、地球温暖化による環境の変化への対応策として、頻発する災害のリスク管理や、病虫害の増加を含む耕作不適環境でも収穫が期待できる作物の開発に関するものが多い。同様に、省力・低コスト栽培が可能な作物の育種や遺伝子組み換え技術等、将来に懸念される食糧不足に対応したトピックも重要度の評価が高い。マイワシ・マグロ等主要漁業資源の確保が現実の重要課題となっていることは周知のとおりであり、沿岸域における漁業の再生を図るための放射性物質除去技術も、早期の実現が望まれながらなかなか実現していないトピックといえる。また、資源保護と関連して、データを活用した環境の評価に関するトピックも重要度が高いという評価を受けた。

(4) 宇宙・海洋・地球・科学基盤

本分野の関連では、これまでの調査において宇宙、海洋、地球関連の科学技術を中心に引き上げてきた。今回調査においては、国が推進の主体となるものであり、かつ、イノベーション、科学技術発展、国民の安全確保の実現に向けた科学的な基盤を担う科学技術を扱うことを基本方針として、範囲の検討を行った。その結果、上述の従来細目、並びに、ビーム応用、計算科学・シミュレーション、数理科学・ビッグデータ、計測基盤を内容とする「科学基盤」細目を本分野の対象として設定することとした。

本分野は、全般的に、重要度、国際競争力とも高く評価され、また、重要度が高いトピックは国際競争力も高いとされる傾向が見られる。重要度及び国際競争力が特に高いと評価されたのは、ビーム応用関連のトピックである。その他、火山、地震、洪水など、災害の予測・シミュレーション技術も同様に重要度並びに国際競争力が高い評価とされたが、地震発生予測は不確実性が高いとされ、「実現しない」との回答も多かった。

一方、重要度は高いが国際競争力が相対的に低いと評価されたのは、海洋観測・探査関連トピックである。その他、安全で低コストの宇宙利用、大量データ利用技術も同様の傾向が見られる。

技術実現に向けて政府に求められる施策としては、全般的に「資源配分」が最も重要とされ、特に、海洋関連及び加速器関連において顕著である。次いで重要とされたのは、宇宙関連では「内

外連携・協力」、その他は「人材戦略」である。

(5) 環境・資源・エネルギー

環境・資源・エネルギー分野は、日常生活から産業を支える基盤の全てに関連し、内容も多岐にわたっている。世界人口の増加、産業の発展に伴いエネルギー、資源の需要は増加し、環境への負荷が大きくなることが予想される。持続的な社会の発展を念頭に、科学技術一辺倒ではなく、コンセンサスを得るための基礎データの収集、コミュニケーション技法、制度・法律の整備なども視野に入れトピックを設定した。

なお本調査では、人の身体に直接関係するものは「健康・医療」、農林水産物や個別の生物については「農林水産・食品・バイオテクノロジー」、具体的な個別の機器については「マテリアル・デバイス・プロセス」で扱うなど、関連性を考慮しつつトピックを各分野に割り振った。

重要度の高いトピックは、鉱物資源、水資源、汚染の除去、異常気象に関するものであった。特に地球温暖化関連のトピックが注目された。

エネルギー生産に関しては、大規模プラントでの生産とともに、再生可能エネルギーから、次世代の水素エネルギーの生産・利用に関しての注目度が高い。さらに、中・小規模で地域の状況に合わせたエネルギー生産に関して、賛否両論はあるものの関心の高さが伺えた。エネルギー消費に関しては、省エネ技術など我が国のエネルギーマネジメント技術の高さを踏まえて、重要度及び国際競争力が高いと認識されている。

資源に関しては、途上国での水の利・活用に関心が高く、鉱物資源の採取・採掘には、不確実性、非連続性が高いとの回答が多かった。

環境に関しては、気象災害の減災に寄与すると思われる観測・予測技術への関心とともに、放射線物質の除染、ウィルスの侵入やテロ対策のための微量物質の迅速検出などのトピックで重要度が高く、期待度の高さが伺える。技術的には2025年頃までには実現し、短期間で社会実装されるとの予測が多い。反面、気候変動の要因は複雑であることから、不確実性、非連続性が高いとの回答が多いことも特徴である。

(6) マテリアル・デバイス・プロセス

マテリアル・デバイス・プロセス分野は、環境・エネルギー、ライフサイエンス、インフラ等の社会課題解決のための分野横断的な基幹科学技術として位置づけられる。当分野における科学技術トピックは、コア(新材料創成、プロセス開発)、ツール(理論・計算、計測・解析)、応用(デバイス・システム)として、基礎から応用へシームレスに体系化できる。今回の調査では、各フェーズにおける主要トピックを網羅的に取り上げるとともに、デジタルファブリケーションやインフォマティクスなど、当分野の最近の課題に関するトピックも盛り込んでいる。なお本調査では、ターゲットが比較的明確な医療・バイオ等への応用に関しては、他分野(健康・医療、バイオテクノロジー等)で扱うこととした。

重要度が高いとされたのは、「応用デバイス・システム」の二次電池・太陽電池・燃料電池に関する

るトピック、並びに、高性能かつ低消費電力の LSI やメモリ関連のトピックであり、いずれも環境・エネルギーに関する社会課題解決に直結したトピック群である。また、コアやツールに属するトピック群に比較し、ICT・ナノテク、環境・エネルギー、インフラの各分野に対応する「応用デバイス・システム」のトピックは、全般的に重要度が高く、かつ国際競争力も高いと評価されており、我が国の強みを生かす重点化の方向性として注目される。一方、ツールとなる「モデリング・シミュレーション」は、重要度は高いが、国際競争力が低いとされたトピックが多数を占めている。これらについては、重点施策として技術実現・社会実装ともに、人材戦略が重要とする割合が非常に高く、我が国としての強化の方向性が示唆されている。2025年までに、全92トピック中90%が技術的实现、26%が社会実装され、2030年までには、全てのトピックが技術的に実現し、87%が社会実装されるとの結果となっている。

(7) 社会基盤

社会基盤には、その分野特性から社会情勢が色濃く表れた結果となり、重要度に関しては廃炉に関する技術に大きな注目が集まり、インフラのメンテナンスに関する技術、災害予測、災害救助に関する技術、航空関連の技術群が続いた。

予測年で見ると、自動運転自動車関連、避難行動を支援する情報インフラに関連する技術の実現が2020年前後に集まり、航空関連のトピックに関しては2030年以降の遅い実現予測となった(トピック60、31、61)。航空関連のトピックについては、不確実性と非連続性も高いとされた。

また、日本が国際競争力を持つとされたトピックとして、環境に配慮した鉄道や船舶の技術、災害救助に続いて、道路インフラにおけるセンサ関連技術が続き、国際競争力が低いとされたトピックには、農業関連の技術が挙げられた。

(8) サービス化社会

欧州などで盛んに研究されている製造サービスシステム(Product-Service Systems: PSS)の議論、イノバートアメリカで取り上げられ脚光を浴びたサービス科学の議論などを踏まえ、今回新設した分野である。有形物の「製造」の製造・使用プロセスを対象とする考察に端を発し、無形物である「サービス」も含め、様々な主体の間で交換される価値や、そのプロセス、構成方法などを取り扱う分野であり、21世紀におけるシステムの科学ともいえる。

予測調査のフレームでは、これまで“科学技術予測調査”では取り扱われてこなかった、経済系のトピックや、人文系のトピックも取り扱う点などに特徴がある。特に、細目「経営・政策」及び「知識マネジメント」は回答者数も多く、政策を含めた“マネジメントの工学的支援”への期待・意気込みの高さが伺える。

重要度と国際競争力の観点では、「サービスロボット」をはじめ、「社会設計・シミュレーション」、「サービスセンシング」に関するトピックは重要度・国際競争力両面で高いポイントを得ており、継続的な支援によって今後も我が国が優位を保持続けられる可能性が見える。

一方、「製造サービスシステム(PSS)」は重要度が高い一方で、国際競争力は低いと評価されて

いる。回答者の自由コメントの中には、「欧州の Horizon2020 などではサービス・PSS 分野に手厚い予算が割り振られている現状を鑑み、我が国が最低限の国際競争力を維持する上でも積極的支援が必要ではないか」といった趣旨のコメントも見られた。

また、分野の歴史が浅いため研究者層の厚みが薄い、といった指摘も見られ、個別のトピック・細目の評価もさることながら、分野自体の振興を求める意見も多く見られた。

付録3 協力専門家リスト

1. ワークショップ参加者

○会合開催

テーマ		参加者数	第1回	第2回
1	ものづくり	10名	3/10 10:00-12:00 @ GRIPS (政策研究大学院大学)	3/10 12:30-15:00 @ GRIPS
	サービス			
	ICT			
2	健康・医療情報	6名	3/11 13:00-15:00 @ NISTEP	3/23 15:30-16:30 @ 聖路加国際病院
3	脳とこころ	4名	3/20 13:00-14:30 @ NISTEP	3/20 14:40-16:10 @ NISTEP
4	食と地域資源	8名	3/19 10:00-12:00 @ GRIPS	3/19 12:30-15:00 @ GRIPS
5	レジリエントな社会 インフラ	4名	3/20 13:00-15:00 @ GRIPS	3/20 15:20-16:20 @ GRIPS
6	エネルギー・環境・資源	6名	2/17 10:00-12:30 @ NISTEP	—
7	世界の中の日本	10名	5/28 9:00~12:00 @ NISTEP	—

○参加者リスト

(所属は、①～⑥2015年3月現在、⑦2015年5月現在)

① ものづくり、サービス、ICT

座長	下村 芳樹	首都大学東京 システムデザイン学部 教授
	内平 直志	北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 教授
	越塚 登	東京大学大学院 情報学環 教授
	竹中 毅	独立行政法人産業技術総合研究所 サービス工学研究センター 主任研究員
	田中 浩也	慶應義塾大学 環境情報学部 准教授
	戸谷 圭子	明治大学大学院 グローバル・ビジネス研究科 教授
	長瀬 公一	東レ株式会社 研究・開発企画部 主席部員
	新野 俊樹	東京大学 生産技術研究所 教授
	檜山 敦	東京大学大学院 情報理工学系研究科 特任講師
	堀 浩一	東京大学大学院 工学系研究科 教授

② 健康・医療情報

座長	福井 次矢	聖路加国際病院 院長
	伊藤 久美	GE ヘルスケア・ジャパン マーケティング本部 本部長
	金谷 泰宏	国立保健医療科学院 健康危機管理研究部 部長
	新開 省二	東京都健康長寿医療センター研究所 社会参加と地域保健研究チーム チームリーダー
	田中 二郎	株式会社麻生 飯塚病院名誉院長
(代理)	橋本 新平	株式会社麻生 顧問
	山縣 然太郎	山梨大学大学院総合研究部 医学域 基礎医学系 社会医学講座 教授

③ 脳とこころ

座長	樋口 輝彦	独立行政法人国立精神・神経医療研究センター 総長
	伊藤 久美	GE ヘルスケア・ジャパン マーケティング本部 本部長
	須原 哲也	独立行政法人放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター分子神経イメージング研究 プログラム プログラムリーダー
	中邑 賢龍	東京大学先端科学技術研究センター 教授
	山脇 成人	広島大学大学院医歯薬保健学研究院 教授

④ 地域資源、農と食

座長	亀岡 孝治	三重大学大学院 生物資源学研究科 教授
	秋山 秀樹	独立行政法人水産総合研究センター 研究推進部 部長
	加藤 鐵夫	一般社団法人日本森林技術協会 理事長
	小山 修	国際農林水産業研究センター
	高野 誠	独立行政法人農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究センター長
	鳥居 邦夫	株式会社鳥居食情報調節研究所 代表取締役社長
	二宮 正土	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
	堀江 武	独立行政法人農業・食品産業技術研究機構 特別顧問

⑤ レジリエントな社会インフラ

座長	藤田 光一	国土交通省 国土技術政策総合研究所 研究総務官
	天野 玲子	独立行政法人防災科学技術研究所 減災研究推進センター 審議役
	大塚 友美	トヨタ自動車株式会社 商品・事業企画部 未来プロジェクト室
	奥村 文直	公益財団法人鉄道総合技術研究所 理事

⑥ エネルギー・環境・資源

座長	矢部 彰	独立行政法人産業技術総合研究所
----	------	-----------------

	環境・エネルギー分野研究統括 理事
秋田 調	一般財団法人電力中央研究所 理事
入江 一友	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 研究理事
須藤 亮	株式会社東芝 顧問
宝田 恭之	群馬大学大学院 理工学府環境創生部門 教授
藤江 幸一	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授

⑦ 世界の中の日本

座長 白石 隆	政策研究大学院大学 学長
伊藤 久美	GE ヘルスケア・ジャパン チーフマーケティングオフィサー
佐藤 行雄	公益財団法人日本国際問題研究所 副会長、元国連大使
島 裕	株式会社日本政策投資銀行 技術事業化支援センター センター長
角南 篤	政策研究大学院大学 教授
引原 毅	外務省 軍縮不拡散・科学部長(大使)
船木 謙一	株式会社日立製作所 テクノロジーイノベーション統括本部 生産イノベーションセンタ センタ長
松原 美之	東京理科大学 国際火災科学研究科教授
森川 正之	独立行政法人経済産業研究所 理事・副所長
山田 康秀	国立研究開発法人日本医療研究開発機構 戦略推進部研究企画課 調査役

2. インタビュー

(所属は、インタビュー実施時点)

ものづくり	芦野 俊宏	東洋大学 国際地域学部国際地域学科 教授
	安藤 寿浩	独立行政法人物質・材料研究機構 先端的共通技術部門 先端材料プロセスユニット カーボン複合材料グループ グループリーダー
	金丸 正剛	独立行政法人産業技術総合研究所 情報通信・エレクトロニクス分野/ナノテクノロジー・ 材料・製造分野 研究総括
	久保 百司	東北大学大学院 工学研究科 附属エネルギー安全科学国際研究センター 教授
	近藤 寛	慶應義塾大学 理工学部 教授
	高見 知秀	広島大学大学院 理学研究科数理分子生命理学専攻 クロマチン動態数理研究拠点 特任教授
	竹谷 純一	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
	古川 英光	山形大学大学院 理工学研究科機械システム工学専攻 教授
	持丸 正明	独立行政法人産業技術総合研究所 サービス工学研究センター長

サービス	新井 民夫	芝浦工業大学 教育イノベーション推進センター 教授 サービス学会 会長
	上田 完次	兵庫県立工業技術センター 所長
	柴田 吉隆	株式会社日立製作所 デザイン本部 主任デザイナー
	永井 由佳里	北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 教授・研究科長
	中島 正人	科学技術振興機構 社会技術研究開発センター アソシエイトフェロー
	持丸 正明	独立行政法人産業技術総合研究所 サービス工学研究センター長
脳とこころ	美馬 のゆり	公立はこだて未来大学 システム情報科学部 教授
地域資源	岡田 智之	株式会社三井物産戦略研究所新事業開発部 グリーンイノベーション室 プロジェクトマネージャー
	福井 宣之	サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社 取締役・研究部長
エネルギー・ 環境	東 垣	独立行政法人海洋研究開発機構 執行役
	伊藤 康	千葉商科大学 人間社会学部 教授
	川本 克也	岡山大学大学院 環境生命科学研究科 教授、 環境管理センター長
	高村 典子	独立行政法人国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター長
	畠山 史郎	東京農工大学大学院 農学研究院 教授
	藤野 純一	独立行政法人国立環境研究所 社会環境システム研究センター 主任研究員
	吉田 正寛	JX 日鉱日石リサーチ株式会社 副社長

3. 学会・大学との連携

(所属は、ワークショップ開催時点)

石油学会・日本エネルギー学会との共同ワークショップ(2014年12月開催)参加者

内田 充	一般財団法人石油エネルギー技術センター 技術企画部
菊地 隆司	東京大学 大学院工学系研究科化学システム工学専攻
隈部 和弘	岐阜大学 工学部化学・生命工学科物質化学コース
銭 衛華	東京農工大学 大学院工学研究院応用化学部門
高木 英行	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 エネルギー貯蔵材料グループ
高野 政秀	出光興産株式会社 製造技術部
伏見 千尋	東京農工大学 大学院工学研究院応用化学部門
細貝 聡	独立行政法人産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 クリーンガスグループ
柳川 真一朗	JX日鉱日石エネルギー株式会社 中央技術研究所

横井 俊之 東京工業大学 資源化学研究所 触媒化学部門

信州大学 COI アクア・イノベーション拠点との共同ワークショップ(2015年3月開催)参加者

林 宣伶 (イム・ソニョン)	信州大学 アクア・イノベーション拠点
上田 新次郎	株式会社日立製作所 インフラシステム社 技術最高顧問
圓佛 伊智朗	株式会社日立製作所 本社 研究開発グループ 日立研究所 材料研究センタ プロセスエンジニアリング研究部
大西 真人	株式会社日立製作所 インフラシステム社 技術開発本部 松戸開発センタ 企画部
小嶋 典夫	信州大学 学術研究院(工学系)
上川 秀哉	トクラス株式会社技術開発センター
後藤 正弘	株式会社日立製作所 インフラシステム社 技術開発本部 松戸開発センタ 水環境システム部
小森 研司	信州大学 アクア・イノベーション拠点
杉原 伸宏	信州大学 学術研究院(工学系(産学官・社会連携推進機構 URA センター))
田中 厚志	信州大学 学術研究院(工学系)
土田 拓	信州大学 アクア・イノベーション拠点
土井 達也	信州大学 産学官・社会連携推進機構
長瀬 公一	東レ株式会社 研究開発企画部
辺見 昌弘	東レ株式会社 理事
吉田 輝久	信州大学 アクア・イノベーション拠点

調査担当

文部科学省科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター

[統括]

小笠原 敦 センター長

[シナリオ担当]

		[テーマ別]	[統合]	
梅沢 加寿夫	特別研究員	(社会インフラ)	(国際協調・協働)	
浦島 邦子	上席研究官	(エネルギー環境)	(国際協調・協働)	
重茂 浩美	上席研究官	(健康医療)		[2015年3月まで]
柿崎 文彦	主任研究官		(自律性)	[2015年4月から]
蒲生 秀典	特別研究員	(ものづくり)	(リーダーシップ)	
小柴 等	研究員	(サービス)	(リーダーシップ)	
七丈 直弘	上席研究官	(ICT)	(リーダーシップ)	
相馬 りか	上席研究官	(地域資源)	(自律性)	
林 和弘	上席研究官	(社会インフラ)	(自律性)	
本間 央之	特別研究員	(健康医療)	(リーダーシップ)	
村田 純一	特別研究員	(エネルギー環境)	(国際協調・協働)	
横尾 淑子	上席研究官		(国際協調・協働)	

委託先

公益財団法人未来工学研究所

大竹 裕之 政策調査分析センター 主任研究員
山田 美由紀 政策調査分析センター 主任研究員
野呂 高樹 政策調査分析センター 主任研究員
三重野 寛太郎 政策調査分析センター 主任研究員
大川 晋司 政策調査分析センター 特別研究員

NISTEP REPORT No.164

第 10 回科学技術予測調査
国際的視点からのシナリオプランニング

2015 年 9 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター

〒100-0013

東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第 7 号館 東館 16 階

TEL:03-3581-0605 FAX:03-3503-3996