

第 11 回科学技術予測調査
科学技術の発展による 2040 年の社会
ー基本シナリオの検討ー

2020 年 6 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術予測センター

【調査研究体制】

赤池伸一	上席フェロー
横尾淑子	科学技術予測センター長
伊藤裕子	科学技術予測センター センター長補佐
浦島邦子	科学技術予測センター センター長補佐
蒲生秀典	科学技術予測センター 特別研究員
河岡将行	科学技術予測センター 特別研究員(2020 年 3 月まで)
黒木優太郎	科学技術予測センター 研究官

【Contributors】

AKAIKE Shinichi	Senior Fellow
YOKOO Yoshiko	Director, Science and Technology Foresight Center
ITO Yuko	Deputy Director, Science and Technology Foresight Center
URASHIMA Kuniko	Deputy Director, Science and Technology Foresight Center
GAMO Hidenori	Visiting Researcher, Science and Technology Foresight Center
KAWAOKA Masayuki	Visiting Researcher, Science and Technology Foresight Center
	(Until March 2020)
KUROGI Yutaro	Research Fellow, Science and Technology Foresight Center

本報告書の引用を行う際には、以下を参考に出典を明記願います。

Please specify reference as the following example when citing this NISTEP RESEARCH MATERIAL.

「第 11 回科学技術予測調査: 科学技術の発展による 2040 年の社会－基本シナリオの検討－」,
NISTEP Research Material, No.291, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <http://doi.org/10.15108/rm291>

* 本報告書は、「第 11 回科学技術予測調査」の各論(区分 2-4)に該当する。

“S&T Foresight 2019: Society in 2040 through the Development of S&T – Conceptual scenarios –,”
NISTEP Research Material, No.291, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <http://doi.org/10.15108/rm291>

第 11 回科学技術予測調査

科学技術の発展による 2040 年の社会 ―基本シナリオの検討―

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センター

要旨

科学技術が発展することにより我が国が目指す社会の姿として、「基本シナリオ」を作成した。基本シナリオとは、第 11 回科学技術予測調査の中で別途検討した科学技術の未来像(702 の科学技術トピック)と社会の未来像(50 の社会像)とを結びつけ、科学技術の発展が望ましい社会の実現に向けて寄与する姿を描いたものである。

50 の社会像を 4 分類した上で、ワークショップにおいて、702 の科学技術トピックと 50 の社会像について、科学と社会の両面から入念な結びつけを行った。検討の結果、4 分類した基本シナリオ案は、「人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会」、「リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会」、「人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による『個性』が拡張した社会」、「カスタマイズと全体最適が共存し、自分らしく生き続けられる社会」と表され、それらは「人間性の再興・再考による柔軟な社会」と集約された。また、4 分類した基本シナリオ案に計 470 の科学技術トピックが結びついた。内訳を見ると、社会起点の検討では健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギーといった、生活の中でイメージしやすい分野の科学技術トピックが 6 割以上社会像と結びついたのに対し、科学技術起点の検討では、2～5 割程度であるものの、分野の偏りなく全分野の科学技術トピックと社会像が結びついた。

なお、本調査は新型コロナウイルス感染症の世界的流行の前に実施されたが、基本シナリオで描いた社会は、感染症リスクとともに生きる時代において加速が予想されるデジタルトランスフォーメーションの要素を多く含み、目指すべき社会の姿として意味を持つと考えられる。社会環境の大きな変化の中で、求められる科学技術や社会システム等について継続的な検討が必要である。

S&T Foresight 2019: Society in 2040 through the Development of S&T

-Conceptual scenarios-

Science and Technology Foresight Center, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

"Conceptual Scenarios" were drawn as the image of the society that Japan should likely realize through the development of S&T. Conceptual Scenarios are combination of the future images of S&T (702 S&T topics) and the future images of society (50 social images) that were separately examined through the S&T Foresight 2019 Survey (the 11th S&T Foresight Survey). Conceptual Scenarios draw how S&T contribute to the realization of a desirable society.

First of all, 50 social images were classified into four categories (the Conceptual Scenarios). The 702 S&T topics and the 50 social images were carefully combined regarding both S&T and social perspectives at a workshop. The four Conceptual Scenarios were derived from the examination through the workshop. They were as follows; a society of coexistence, rethinking

what it means to be human and recognizing diversity; a flexible society in which the real and the virtual are harmonized; a society that enhances individuality through fusing maintenance/recovery of human functions with digital assistance; society in which personal customization and general optimization coexist, allowing individuals to have their own unique lifestyles. Then, they were summarized as flexible society brought about by reviving and rethinking humanity"

In addition, totally 470 S&T topics were linked to the four classified Conceptual Scenarios. From social view point examinations, more than 60 % of S&T topics suitably understood in our daily lives, such as medical care, agriculture, and environmental energy, were able to connect with social images. On the other hand, from S&T view point examinations, 20 to 50% of S&T topics were connected to the social images without any bias among all S&T fields.

Although this survey was conducted before the pandemic of COIVD-19, the social images using the Conceptual Scenarios include many elements of digital transformation that are expected to accelerate in the era under the risk of infectious diseases. Therefore, the Conceptual Scenarios can be valuable for the images of desirable society after COIVD-19. It is necessary to study emerging S&T and social systems continuously under the big change in social environment.

内容

概要	i
----------	---

本編

1. 目的.....	1
2. 方法.....	2
2. 1. 検討の枠組み	2
2. 2. 検討の流れ	3
3. 基本シナリオの検討	5
3. 1. 社会像の整理	5
3. 2. 社会像と科学技術トピックの関連性の検討	19
3. 3. 留意点の検討	30
4. 基本シナリオの作成	40
4. 1. 基本シナリオ概要	40
4. 2. 関連する科学技術	52
5. おわりに.....	58
参考文献	61

資料編

資料 1. 第 11 回科学技術予測調査の概要.....	63
資料 2. ビジョンワークショップ実施概要.....	65
資料 3. 基本シナリオ:小シナリオ一覧.....	67
資料 4. 基本シナリオと結び付いた代表的科学技術トピックの詳細	75

調査体制	81
------------	----

概要

科学技術・学術政策研究所（NISTEP）は、第 6 期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策・戦略の検討に資する基礎的な情報を提供することを目的とし、2017 年から第 11 回科学技術予測調査を実施した。本検討では、これまでに得られた科学技術の未来像（702 の科学技術トピック）と社会の未来像（50 の社会像）を基に、①目指す社会の姿、②それに関連する科学技術、③科学技術と社会の関係における留意点を 1 つのパッケージとした「基本シナリオ」の枠組みを設定し、科学技術の発展が望ましい社会の実現に寄与する姿を生活者の視点から描くことを試みた（図表 a）。

図表 a 基本シナリオの構成

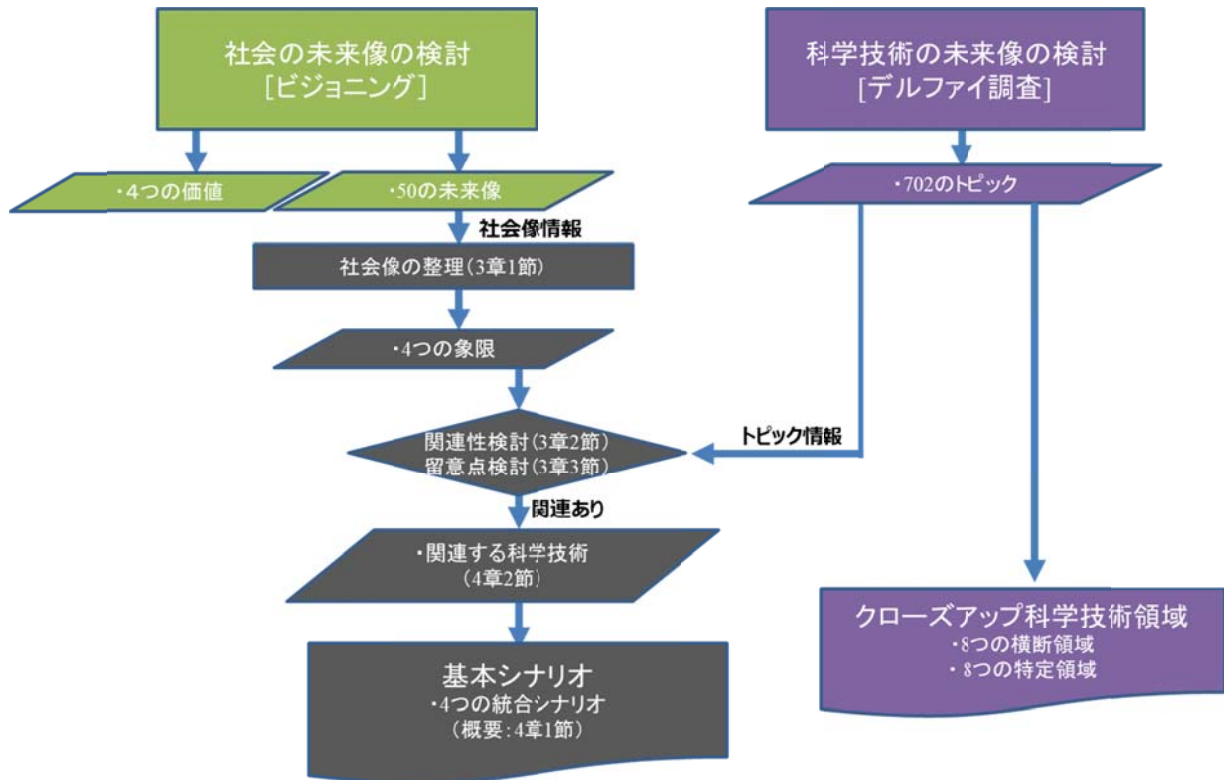


（本編図表 1）

基本シナリオの検討フローを図表 b に示す。まず、二つの軸（個人・社会、無形・有形）を設定して、50 の社会像を 4 象限に分類・整理した。「個人・社会」軸は、社会像検討において個人の在り方や社会の在り方の変化が挙げられたことから、設定した。「無形・有形」軸は、Society 5.0 の取組が進んで形のないものの存在感が高まることを想定して設定した。例えば、「個人・無形」象限は価値観や認識など、「個人・有形」象限は義体や健康など、「社会・無形」象限はデータ、仮想現実や制度・システムなど、「社会・有形」象限は設備・施設や資源などが当てはまる。

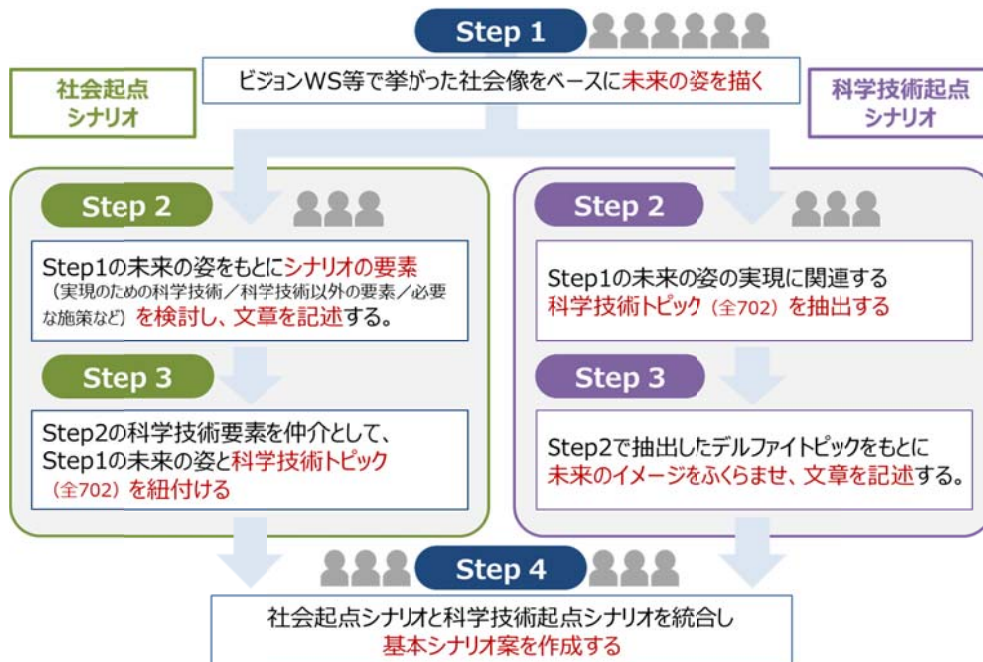
次いで、基本シナリオワークショップを開催し、象限ごとに科学技術起点（関連する科学技術を幅広く抽出し、それにより実現する望ましい社会を描く）と社会起点（望ましい社会を描き、その実現に寄与する科学技術を抽出する）の二方向から検討を行い、社会像と科学技術トピックとの結び付けを行った（図表 c）。あわせて専門家ヒアリングを実施し、科学技術と社会の関係における留意点を整理した。最後に、それまでの検討結果を基本シナリオに取りまとめた。

図表 b 基本シナリオの検討フロー



(本編図表 2)

図表 c 基本シナリオワークショップの検討手順



(本編図表 7)

検討の結果、2040年に目指す社会の姿として、以下の4つが挙げられた。

■ 「人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会」

これは、様々なコミュニケーション手段を通じて感情や体験の共有を図ることにより相互理解を進め、互いの違いを尊重して共生する社会である。関連する科学技術としては、コミュニティ形成支援技術、暮らしのノーマライゼーション化技術、コミュニケーション支援技術等が挙げられる。

■ 「リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会」

これは、データ・知識を蓄積・共有・活用し、仮想空間と現実空間を自在に使いこなして価値創造を行い、諸課題の解決を図るとともに急速な変化に柔軟に対応する社会である。関連する科学技術としては、次世代テレプレゼンス技術、次世代セキュリティ技術、自動運転技術、次世代AI技術、次世代インターフェース技術等が挙げられる。

■ 「人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による『個性』が拡張した社会」

これは、科学技術により人間の心身機能が拡張し、また個人の特徴に合った健康維持・管理により、各人が新しい“個性”を獲得して活躍の幅を広げている社会である。関連する科学技術としては、病態モニタリング技術、仕事代替技術、技能や身体機能の拡張技術などが挙げられる。

■ カスタマイズと全体最適が共存し、自分らしく生き続けられる社会

これは、部分最適と全体最適について新たな均衡点が見出され、個人はストレスなく意識せずに好ましい選択を行う中で資源の適正配置・循環が行われる持続可能な社会である。関連する科学技術としては、次世代エネルギー技術、次世代インフラ技術、全球モニタリング・センシング技術、デジタル製造技術、資源循環支援技術等が挙げられる。

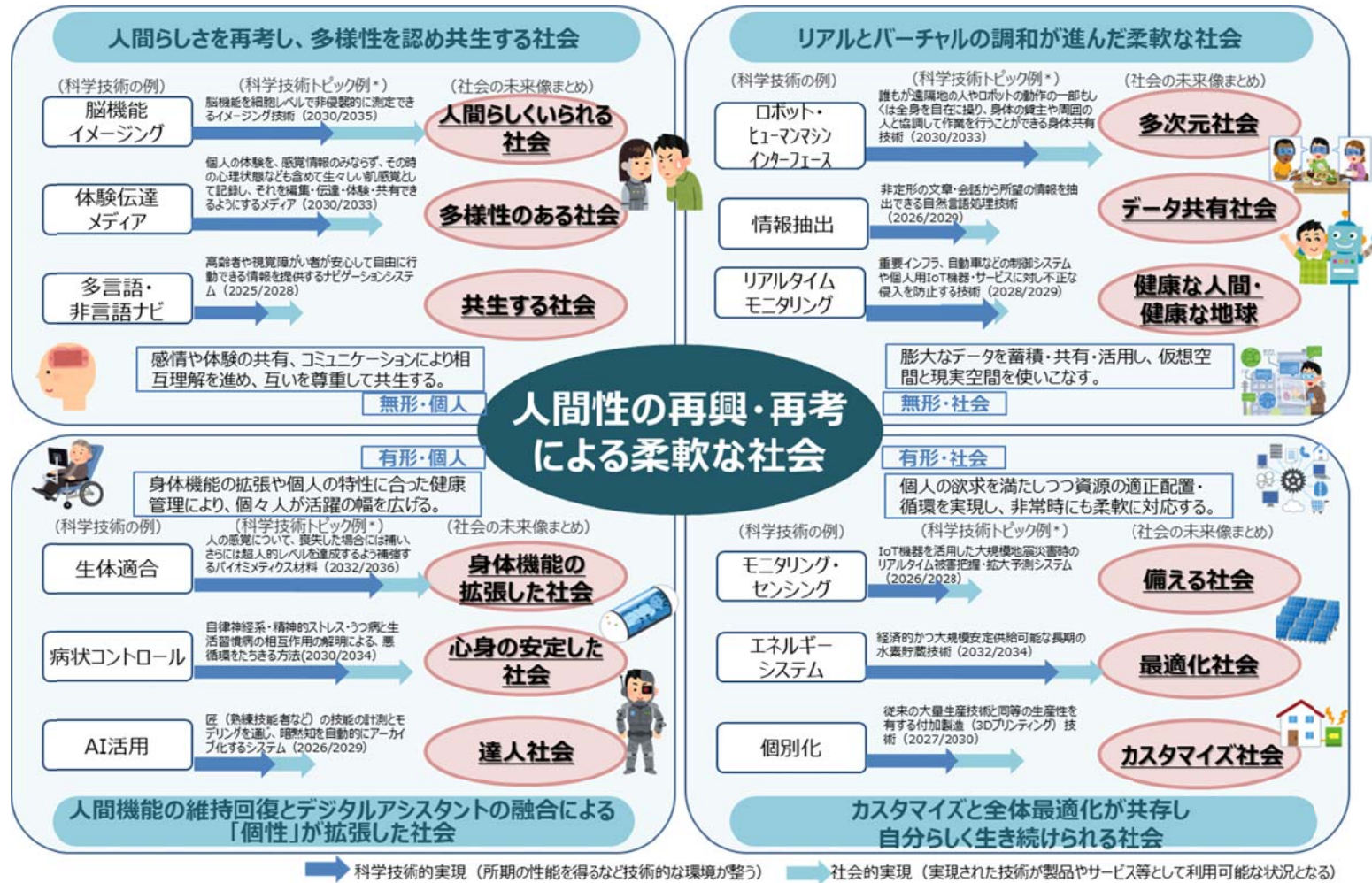
これらをまとめると、「人間はより良い在り方を模索して自分らしく生きる、社会は多様な人間が緩やかにつながり共生する環境を提供する、そして科学技術は、人間や社会の営みに優しく寄り添い支える社会」が浮かび上がった。そこで、2040年の社会を「人間性の再興・再考による柔軟な社会」と総括した。

社会像と科学技術との関係を見ると、702件のうち470件の科学技術トピックが社会像と結び付けられた。内訳を見ると、社会起点の検討では、健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギーといった、生活の中でイメージしやすい分野の科学技術トピックは6割以上が結び付いたのに対し、科学技術起点の検討では、2～5割程度であるものの、分野の偏りなく全分野の科学技術トピックが社会像と結び付いた。

科学技術と社会との関係における留意点については、望ましい社会の実現に科学技術が寄与するためには倫理的・法的・社会的課題への対応が必須であり、人文・社会科学専門家も含めて多様な関係者による議論を行い、社会的合意を形成する必要があることが示された。

本調査は新型コロナウイルス感染症の世界的流行の前に実施されたものである。しかし、ここで描かれた「人間性の再興・再考による柔軟な社会」は、今後加速が予想されるデジタルトランスフォーメーションの要素を多く含んでおり、感染症リスクとともに生きる時代においても目指すべき社会の姿として意味を持つと考えられる。今後、社会環境が大きく変化してゆく中で新たに求められる科学技術や社会システム等について継続的な検討が必要である。

図表 d 基本シナリオの概要



本編

1. 目的

我が国では、1996 年より 5 年毎に策定される科学技術基本計画の下、科学技術・イノベーション政策が推進されている。近年、ICT（情報通信技術）の急速な進展が社会の仕組みや人間の行動様式に大きな変化をもたらし、さらに、社会自体も国際情勢を始め先行きの不透明さを増している。このような中、科学技術の進展とそれが社会にもたらす様々な可能性や不確実性、また社会からの要請を中長期的な視点で幅広く捉え、それらに対応できる政策形成を行う必要がある。

以上を背景に、科学技術・学術政策研究所（NISTEP）では、第 6 期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策・戦略の検討に資する基礎的な情報を提供することを目的として、2017 年から第 11 回科学技術予測調査（資料 1 参照）¹⁾を実施した。

NISTEP では、1971 年から約 5 年ごとに科学技術予測調査を実施してきた。本調査はデルファイ法*を中心としており、初期の調査はシーズ指向型であったが、時代の変遷に伴い複数の手法を取り入れ、ニーズ指向型、課題解決型、社会ビジョン構築型の調査に取り組んできた。具体的には、2005 年の第 8 回調査からシナリオ作成を調査に加え、2015 年の第 10 回調査では、「どうあるべきか」といった未来像を描く、ビジョニングを加えた。ビジョニングの結果得られた社会の未来像と、第 1 回調査から継続的に実施してきたデルファイ調査から得られた科学技術の未来像は直接的に結び付くものではなく、それぞれの結果を結びつけるには別の枠組みが必要であった。

そこで本検討では、第 11 回科学技術予測調査の中で得られた科学技術の未来像と社会の未来像をそれぞれ見比べて両者を結び付けるための枠組みを設定し、科学技術の発展が望ましい社会の実現に寄与する姿を生活者の視点で描くことを試みた。

*デルファイ法とは

デルファイ法とは、同一内容の質問を同一回答者に複数回繰り返すことにより、回答者の意見を収れんさせるアンケート手法である。我が国においては、これを広範な科学技術の将来予測に適用し、アンケートを 2 回繰り返すことにより多数の専門家の平均的見解を得ている。2 回目のアンケートでは、1 回目の集計結果が回答者に示される。回答者は、1 回目の回答の全体分布を見ながら自身の 2 回目の回答を再度検討することができる。通常、一部の回答者は多数意見に賛同して意見を変える傾向があることから、ほとんどの場合、繰り返すにより回答が収れんする。回答の全体分布を見せて回答者に再考を促すことにより、より確信度の高い見通しを得られると考えられている。

2. 方法

2. 1. 検討の枠組み

2. 1. 1. 「基本シナリオ」の定義

科学技術の発展による社会の姿を検討する枠組みとして、「基本シナリオ」を設定した。これは、前述のとおり、科学技術が創造する未来像と、社会の未来像をそれぞれ見比べて両者を結びつけ未来の姿を描いたものである。

一般的に「シナリオ」とは「シナリオプランニング」を指すことが多く、軸や分岐点の設定により複数の独立したケースをあり得る未来として示す。本検討における「基本シナリオ」は、諸要因を条件設定して複数の未来を描くのではなく、目指す社会の姿及びその実現に向けて科学技術の観点から何をなすべきかを記述するもので、「規範的シナリオ」に分類されるものである。本検討では、新興国の台頭、世界の人口増、日本の人口減とさらなる高齢化、地球環境問題、資源問題、AI・ロボット技術の進展など、第11回科学技術予測調査の中で実施した「ホライズン・スキャニング」において収集したトレンドを踏まえて2040年を想定し、その想定範囲内で望ましい社会の姿とその実現のための諸要素を検討した。すなわち、描いたのは、選択肢としての未来像ではなく、全て同時に実現することを目指す未来像である。また、検討に当たっては、世界的規模での戦争や経済社会を覆す規模の天変地異などの事象は起こらないとの前提に立っている。

2. 1. 2. 基本シナリオの構成

基本シナリオは、①目指す社会の姿、②関連する科学技術、③科学技術と社会の関係における留意点から構成される（図表1）。

「目指す社会の姿」とは、2040年をターゲットイヤーとして、社会変化や科学技術発展を一定程度想定した上で、望ましいと考えられる社会の姿を生活者の視点で描いたものである。「関連する科学技術」とは、「目指す社会の姿」の実現に寄与すると考えられる科学技術の事例である。「科学技術と社会の関係における留意点」とは、「目指す社会の姿」の実現に向けて科学技術が何らかの役割を果たすに当たって考慮すべき社会的な事項を指す。

これらの項目の検討材料とするのが、科学技術の未来像と社会の未来像である。科学技術の未来像とは、第11回科学技術予測調査の中で実施した「デルファイ調査」における「科学技術トピック」を指す。デルファイ調査は、2050年までの科学技術発展を展望する調査で、分野別に設けた分科会（7分科会、委員計74名）において実現が期待される研究開発課題として702の科学技術トピックを設定した。詳細は報告書²⁾を参照されたい。

社会の未来像とは、同様に第11回科学技術予測調査の中で実施した「ビジョニング」で抽出した「2040年頃の未来における望ましい社会像」を指す。これは、別途行った地域社会の未来像検討³⁾や国際社会の未来像検討⁴⁾を踏まえ、日本社会の未来像について意見を抽出・集約し

たものである。意見の抽出に当たっては、多様なステークホルダーを交えたビジョンワークショップを実施した。産学官、若手からシニアまで、研究者や政策関係者、自然科学から人文・社会科学や学際分野までの専門家など、多様な関係者約 100 名が一堂に会し、10 グループに分かれて検討を行った。最終的に 50 の社会像と、それらの社会において重要な 4 つの価値が得られた。ビジョンワークショップの実施概要を資料 2 に示す。詳細は、報告書⁵⁾を参照されたい。

図表 1 基本シナリオの構成



2.2. 検討の流れ

基本シナリオの検討フローを図表 2 に示す。まず 50 の社会像を 4 象限に分類・整理し、次いで、象限ごとに社会像と科学技術トピックとの関連性の検討を行うとともに、科学技術と社会との関係における留意点を整理した。最後に、目指す社会の姿、関連する主な科学技術トピック、留意点から成る基本シナリオを取りまとめた。

① 社会像の整理

ビジョニング（社会の未来像検討）において抽出された 50 の社会像について、二つの軸（個人・社会、無形・有形）を設定して 4 象限に分類・整理を行った。

② 社会像と科学技術トピックの関連性の検討

基本シナリオワークショップを開催し、上述①で分類・整理した社会像とデルファイ調査（科学技術の未来像検討）で設定した科学技術トピックの関連性を検討した。検討に当たっては、科学技術起点（関連する科学技術を抽出し、それにより実現する望ましい社会を描く）と社会起点（望ましい社会を描き、その実現に寄与する科学技術を抽出する）の二方向から検討を行った。具体的な手順は以下の通りである。

Step1：社会像（上述①による整理結果）の確認と具体化。

Step2～3：（科学技術起点の検討と社会起点の検討をチームを分けて並行して実施）

〔科学技術起点〕 Step1 を踏まえて関連する科学技術トピックを幅広く抽出し、そ

れにより実現される社会像を検討、小シナリオを作成。

[社会起点] Step 1 を踏まえて社会像を具体化し、それに関連する科学技術トピックを抽出、小シナリオを作成。

Step 4 : 科学技術起点の小シナリオと社会起点の小シナリオを統合し、基本シナリオ案を作成。

③ 科学技術と社会との関係における留意点の整理

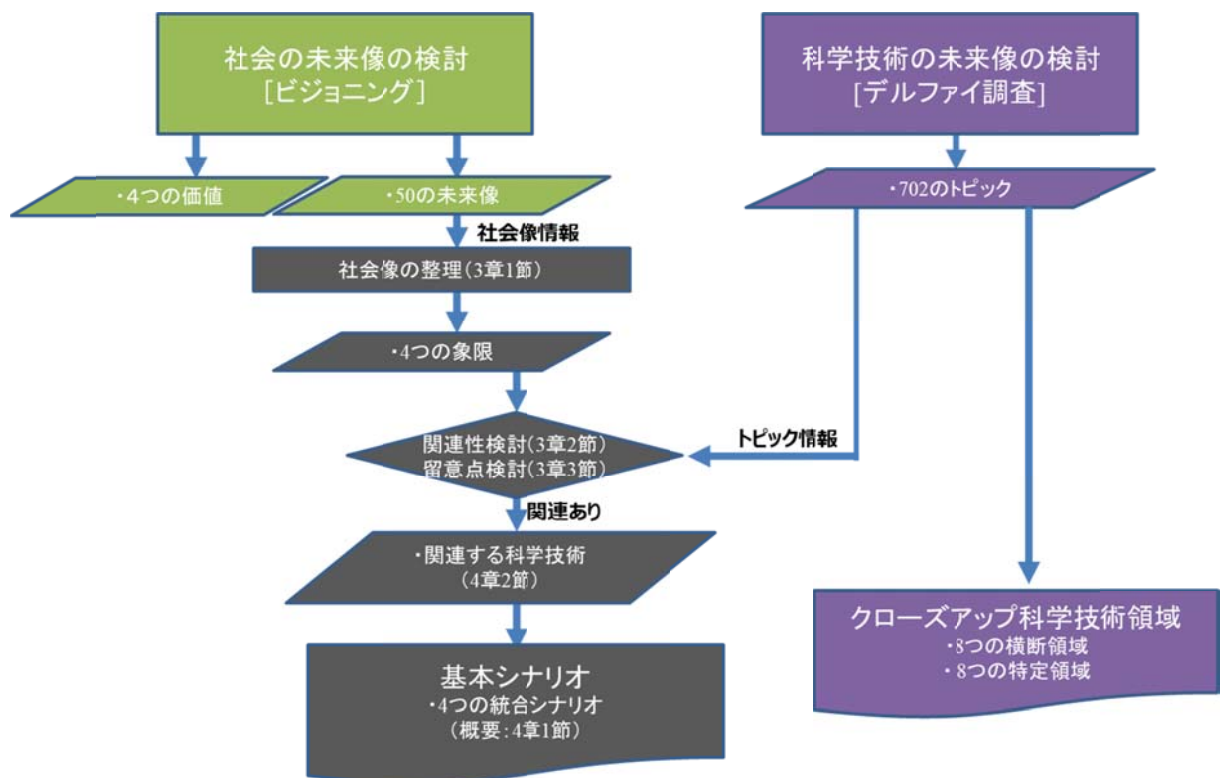
社会像と科学技術トピックの関連性の検討(上述②)の過程で言及された留意点について、社会システム及び人間の在り方の観点から専門家ヒアリングを実施。

④ 基本シナリオの作成

ワークショップ結果(基本シナリオ案)を基に最終検討を行い、基本シナリオを確定。

以降の第3章第1節では、社会像整理の方法と結果について述べる。続く第2節では、社会像と科学技術トピックの関連性検討の方法と結果について、第3節では、科学技術と社会との関係における留意点のヒアリング結果を示す。第4章では、それまでの検討結果を基に作成した基本シナリオの概要を示す。

図表2 基本シナリオの検討フロー



3. 基本シナリオの検討

3. 1. 社会像の整理

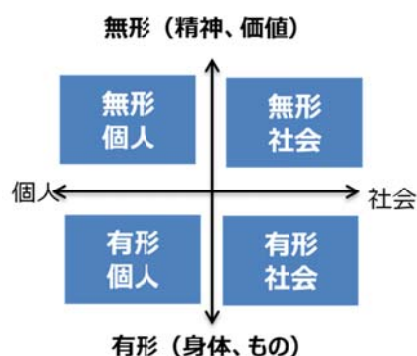
3. 1. 1. 社会像整理の分類軸

基本シナリオを検討するワークショップを効率よく進めるために、50 の社会像を事前に整理を行った。整理のための軸は多数想定されるものの、第 11 回科学技術予測調査のターゲットイヤーが 2040 年である事を踏まえ、「Society 5.0（超スマート社会）が実現した次の社会」を想定し、「個人・社会」「無形・有形」の 2 軸により整理することとした。なお、ここでの軸とは、複数の未来像を描くための条件設定の軸ではなく、社会像を分類するための軸である。「個人・社会」軸については、社会像検討において個人の在り方(Humanity、Curiosity)や社会の在り方(Inclusion、Sustainability) の変化が挙げられたことから、分類軸として設定した。「無形・有形」軸については、上述のように Society 5.0 の取組が進んで仮想空間（サイバー空間）が現実空間（フィジカル空間）と対置されるような独自の社会を形成することなど、形のないものの存在感が高まることを想定し、分類軸として設定した。

「個人」と「社会」の分類については、個人についての社会像は「個人」、それらの個人が生きる社会についての社会像は「社会」に分類することとした。「無形」と「有形」の分類については、精神や価値観など触れられないものは「無形」、身体やモノなど触れられるものは「有形」に分類することとした。

これらの 2 軸（個人と社会、無形と有形）でそれぞれの社会像を分け、4 つの視点（無形・個人、無形・社会、有形・個人、有形・社会）から見た社会像を整理した（図表 3）。例えば「個人の身体」についての未来像は「有形・個人」象限に分類し、「個人の価値観」についての未来像は「無形・個人」に分類した。また、「無形で、触れられない社会」、例えば仮想現実、制度やシステムが中心の社会像については、「無形・社会」に分類し、「有形で、触れられる社会」、例えば設備や地球環境が中心の社会像については「有形・社会」に分類した。ここで、これらの基本シナリオはそれぞれ排他的に選択するものではなく、同時に実現し得る未来像であることに留意願いたい。それぞれの社会像のどこに着目するかによって分類は変化するため、ある社会像が複数の象限に跨る事もある。

図表 3 社会像分類のための 4 つの視点



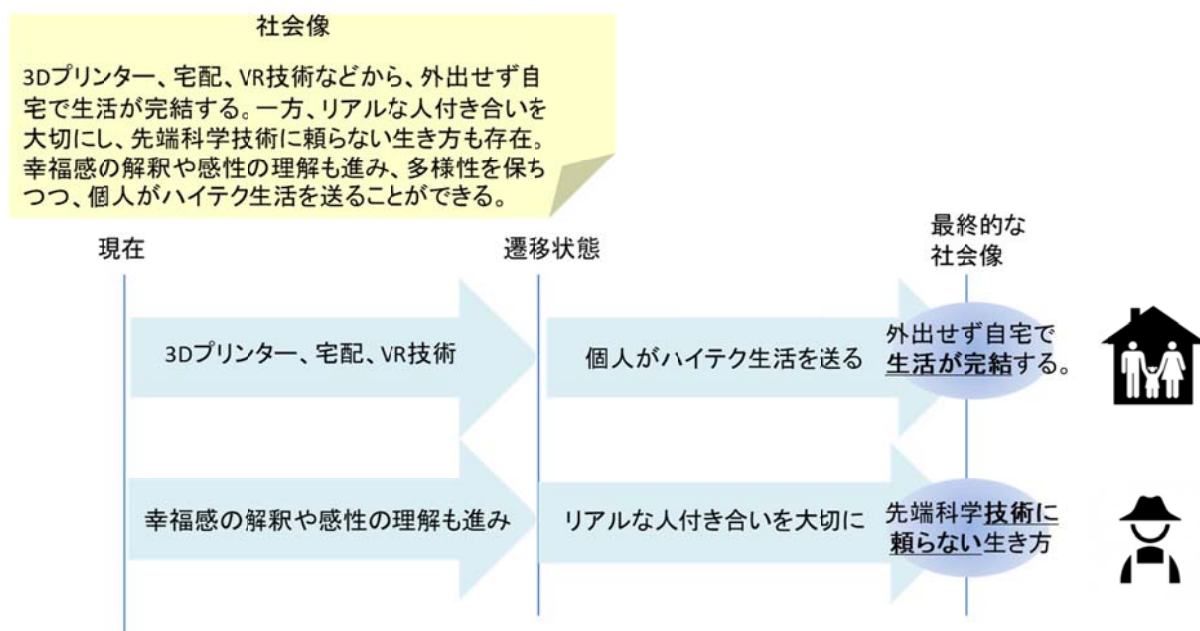
3.1.2. 社会の未来像の分類

具体例として、ビジョンワークショップで得られた社会像は、以下のような「理想の社会像」と「概要」から成る。

理想の社会像	概要
A1:「超生物社会」からの「生物社会」回帰	人間が自然世界で体験する以外の場、つまりバーチャルな世界で経験に基づいて成長する「超生物社会」が実現しているが、一部では「生物社会」への回帰が見られる。「超生物社会」と「生物社会」を行き来して双方に適応する「AND 人間」が増加する。

社会像の概要の文章について上述の2軸に従い、さらに以下のルールに基づいて分類する。分類方法の概念図を図表4に示す。

図表4 分類方法の概念図



- 社会像に「一方」や「一部では」のように、並列で複数の像の記述がある場合は、それぞれについて分類する。
- 遷移状態を経た時間的な前後関係や、原因と結果のような関係がある場合は、より遅い方をビジョンとする。
- 個別の技術については、社会の要素なので分けて考える。
- 個人・無形の象限は、人の心に基づく社会像：価値観、思想、認識、信仰など。
- 個人・有形の象限は、人の体に基づく社会像：義体、健康、寿命、老化など。

- 社会・無形の象限は、特定の個人にフォーカスしない環境で、かつ触れられないものに基づく社会像：仮想現実、制度、システムなど。
- 社会・有形の象限は、特定の個人にフォーカスしない環境で、かつ触れるものに基づく社会像：インフラ、設備、施設、資源など。

例えば A1 の例は仮想空間（サイバー空間）と現実空間（フィジカル空間）の融合について言及した社会像であり、二つの文章が結合している。このような場合には複数の象限に重複して分類される。つまり、A1 の社会像は「無形・社会」「有形・社会」の 2 つの象限に重複して分類される。

また、社会像によっては、複数の経緯を経て最終的な理想の社会像に至るとするものもある。その場合は、最終的な社会像について分類される。

なお、個人・社会の軸について、上述の例であれば「超生物社会」や「生物社会」に実際に生きるの一人ひとりの人間であるが、この社会像は特定の個人に主眼が無い。そのため、このような場合は社会に分類することとするが、あくまで傾向を示すものであり、個人の象限との重複を排除するものではない。

3.1.3. 分類結果

以下に、それぞれの分類結果*を記載する。また、それぞれの分類理由については以下のとおりであるが、先述のとおり、社会像のどの部分に着目するかによって分類は変わりうることに留意願いたい。A～J の英字は、ビジョンワークショップにおけるグループ名である。

*分類には、ビジョンワークショップの一次まとめを用いた。そのため、ビジョンワークショップ報告書⁵⁾の記述と異なる箇所がある。

【Aグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	社会	A1：「超生物社会」からの「生物社会」回帰	人間が自然世界で体験する以外の場、つまりバーチャルな世界で経験に基づいて成長する「超生物社会」が実現しているが、一部では「生物社会」への回帰が見られる。「超生物社会」と「生物社会」を行き来して双方に適応する「AND 人間」が増加する。
有形			
有形	個人	A2：デジタルファブの進展社会	誰でもプロ並みの造形が可能になる。休業期間が短期間化される。
無形	社会	A3：脱空間社会	家電の遠隔操作可能機器の普及が進み、在宅勤務が公的機関や民間企業で勤務形態の区別なく認められている。コストセキュリティ上の問題も解決している。

有形	個人	A4：ぴんぴんコロリ (P2K) 社会	健康診断が安価になり、予防医療としての定期的医療相談が一般に浸透。ライフログの取得が常識となる。健康寿命＝平均寿命となる。
	社会		

A1：「超生物社会」からの「生物社会」回帰

『バーチャルな世界で経験に基づいて成長する「超生物社会」』については、仮想空間における社会像であることから、無形・社会に分類した。同時に、『「生物社会」への回帰』については現実空間についての社会像であることから、有形・社会に分類した。

A2：デジタルファブの進展社会

個人の特技に関する社会像であることから、有形・個人に分類した。なお、ここでは特定の個人の特殊な特技（匠の技）を想定しているため、個人に分類した。

A3：脱空間社会

遠隔操作可能な家電の普及についても言及しているが、最終的に望むのは在宅勤務という制度であるため、無形・社会に分類した。

A4：ぴんぴんコロリ（P2K）社会

病院という施設・設備に関する社会像であるため、有形・社会に分類した。また、個人の寿命（身体機能の維持）に関する社会像のため、有形・個人の分類も追加した。

【Bグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	個人	B1：Humaine 6.0	Society5.0の次として、「人間性が改めて問われる社会」が考えられる。人間は非合理で経路依存的であり、意思決定は偶然に支配される。科学技術がいかに発展しても、社会構造には人間のウェットな部分が大きく影響する。
無形	社会	B2：多重人格社会	バーチャルリアリティにより、同時に複数の場所に本人が存在するような活動が可能になる。人格の存在は、完全にバーチャルな映像であることも、コピーロボットのような物体である場合もある
無形	個人	B3：「楽」な社会	科学技術の進歩により、効率性や生産性が過度にもとめられる。むしろ、楽（らく）であることや、楽しいことが求められる社会。
有形	個人	B4：変換・超運命社会 (遺伝形質の改変)	現在の蓄電・送電技術を変換し、これまで使えなかったもの(空間)も使えるように変換できる科学技術が現れた社会。生まれもった性質(遺伝形質)を超える(改変する)ことが許された社会。
無形	社会		

B1: Humaine 6.0

個人の意思決定に関する社会像のため、無形・個人に分類した。

B2: 多重人格社会

バーチャルリアリティを用いた仮想空間の社会像であるため、無形・社会に分類した。コピーロボットにも言及されているため、有形の社会像も考えられるが、この場合のロボットはあくまでツールとしての媒体であるため、ここでは無形とした。

B3: 「楽」な社会

「楽」という、個人の感情に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

B4: 変換・超運命社会（遺伝形質の改変）

空間の操作に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。遺伝形質の改変については遺伝子という物質の操作であるため、有形・個人に分類した。

【Cグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	社会	C1: 災害 IoT 対策社会	2040 年までの 22 年間に大災害が発生することは現実的。しかし民間企業等の自律的な活動により、災害に対する備えは万全となり、IoT により情報の伝達と情報収集が容易になるため、市民は常に災害に備え、短期間で日常生活に復帰することができる。
有形			
無形	社会	C2: ボーダレス社会	アジアなど近隣諸国と友好関係が進展している。翻訳アプリにより、最小限の外国語学習でコミュニケーション可能になる。一方、外国文化体験の価値が増加する。外国語は翻訳できても、異文化理解は別のアプローチが必要。（例えばバーチャル留学など）
	個人		
有形	社会	C3: 超成熟社会（エネルギー・食料問題解決）	「足るを知る」ことにより、低電力化と食料生産技術の進展によりエネルギー問題、食料問題は解決している。
無形	社会	C3: 超成熟社会（精神文明への転換）	「足るを知る」ことの進展によりエネルギー問題、食料問題は解決している。AI などの活用で余暇が生まれ、社会構成員は総ブルジョワ化。余暇にルネサンス的に文化活動にいそしむ、モノからコト、物質文明から精神文明への転換が図られる。
無形	社会	C4: 総活躍社会	評価、マネジメント管理はデータに基づき人工知能が自動的に行うため、中間管理職は不要となる。高齢者は自分の能力に応じて活躍できる分野で正当な高い評価を得て、希望する仕事ができるような先例の無い社会。

C1：災害 IoT 対策社会

情報伝達に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。また、自然災害に関する社会像もあるため、有形・社会にも分類した。

C2：ボーダレス社会

国際関係に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。また、個人の価値観に関する社会像もあるため無形・個人にも分類した。

C3：超成熟社会(エネルギー・食料問題解決)

食糧問題に対する社会像であるため、有形・社会に分類した。

C4：総活躍社会

人工知能による管理や、人事評価に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

【Dグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	社会	D1：プロシューマ社会・超データエコノミー社会	市民が経済の中核となり、自分で科学技術を活用して課題解決する。科学技術のソーシャルインパクト増大。オープンサイエンスの進展で、科学が課題解決の基盤・プラットフォームとして利用できる。
無形	社会	D2：省エネ・ロバスト社会	電力・熱・エネルギーが業界（例えば、自動車と電力業界）のマルチセクターの連携により、超えて連携され、災害等の不確実性がある中でも省エネルギーかつロバストな社会となる。

D1：プロシューマ社会・超データエコノミー社会

データの取り扱いや経済に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

D2：省エネ・ロバスト社会

セクター連携に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

【E グループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	社会	E1: 時空を超えて繋がる社会	高速ネットワーク、仮想現実、五感ネットワーク等、パーソナルデータログを活用して、遠隔、障害、老い等の時間と空間を超えてつながることができる。“どこでも宴会”（家飲みで SNS でつながる）、“どこでもお祭り”、アバター+ロボットを活用した介護等などが実現。人間の価値観が科学技術で拡張されている。
有形	個人	E2: 人間と機械が融合する社会	人間も AI も成長して融合している。知的活動や感情面においても、機械・AI が人間の役割を担っている。脳神経と外部データを直接接続する脳チップで埋め込み、膨大な情報の瞬時のインプットを可能とし、人間の能力も飛躍的に向上している。
無形	個人	E3: 人間性創造社会	発散→収束ではない思考のフレームが科学技術によって大きく変化。人間の思考や認知感覚に、先進科学技術が目に見えない大きな影響を与えるようになる。人間とは何かという概念が大きく揺らぎ人間性のあり方を問い直さざるを得ない社会になっている。
無形	個人	E4: 安心・満足・健康社会	脳機能の解明や健康状態のモニタリング技術、早期診断・治療技術の進展で高齢者でも自立して生活できるように。“人が幸せで満足度の高い生活”の定義が変わる。データ利用等の法制度の充実や生命倫理の議論が不可欠となる。
有形			
有形	社会	E5: 資源永久循環社会	人口増や経済発展で資源（食料・水・エネルギー）・環境制約が厳しくなり、それを克服するための永久循環技術が開発され、人の意識や価値観も変化し社会に浸透している。
無形	個人		
無形	社会	E6: 想定外を吸収できる社会	世界中のビッグデータを用いた想定外事象の検知・シミュレーションが可能となっている。人間の知見も融合しながら、想定外は起こる前提で長期的視点で対策がなされ、社会がデザインされている。

E1: 時空を超えて繋がる社会

仮想現実等に関する社会のため、無形・社会に分類した。

E2: 人間と機械が融合する社会

人工知能や、それを搭載した脳チップに関する社会像のため、有形・個人に分類した。

E3: 人間性創造社会

人間性のあり方を問う、価値観に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

E4: 安心・満足・健康社会

幸せや満足等、価値観に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。また、脳や健康のモニタリングに関する社会像もあるため、有形・社会にも分類した。

E5：資源永久循環社会

永久循環技術に関しては有形の世界に実装されるため、有形・社会に分類した。また、人の意識や価値観に関する社会像もあるため、無形・個人にも分類した。

E6：想定外を吸収できる社会

シミュレーションや社会デザインに関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

【Fグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
無形	個人	F1：アナログ健康いきがい社会	AI やロボット、デジタル化などの科学技術の進展により、労働負荷の軽減、労働の多様化が進み、趣味やいきがいにかけられるリソースが増える。科学技術の進展により健康で便利な暮らしが進むほど、文化的にはアナログなもの、ライブへの回帰も進む。
有形	社会		
無形	社会	F2：マルチトラック社会	労働や暮らし方の多様化が進む。VR、テレワーク、自動運転などで働く場所や暮らす場所の制約が限りなく小さくなり、また AI やロボットが人間の代替として働くことで、個人でマルチな働き方が可能になる。
有形	個人	F3：インクルーシブ社会	不妊や卵子の老化など出生に関する研究が進み、子供を産むことへの制約が少なくなっている。また外国人や障害者などへのサポートツールが充実し、誰にとっても公平に暮らしやすい社会となっている。
	社会		

F1：アナログ健康いきがい社会

趣味や生き甲斐のような価値観に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。また、アナログ、ライブな文化に関する社会像もあるため、有形・社会に分類した。

F2：マルチトラック社会

働き方改革に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

F3：インクルーシブ社会

不妊治療に関する社会像であるため、有形・個人に分類した。また、サポートツールに関する社会像については、ツールの仕様でも異なるが、ここでは暮らしの場の実装されているため、有形・社会に分類した。

【Gグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	概要
有形	社会	G1: サステナビリティ海洋資源活用洋上ステーション	太平洋全体を、海洋牧場のように資源管理することで、持続可能な海洋資源利活用を行う。国際宇宙ステーションのように、国際協調で管理できる制度設計を日本主導で行い、その司令塔機能を国際洋上ステーションで行う。
無形	社会	G2: Japan as platform	日本国民ならぬ“日本会員”になれば、アニメや伝統工芸、教育・医療制度など、日本の持つ優良なコンテンツや社会インフラ制度などのサービスを誰でも受けることができる。“日本プレミアム会員”になれば更なる優遇サービスが受けられる。日本そのものが、サービスのプロバイダー、プラットフォームとなり、“会費”という形で税金のように海外からも収入を得られるようになる。
有形	社会	G3: 江戸銭湯社会	3000万人ほどの人口規模から、江戸時代の商業形態や文化が復権。長屋⇒シェアハウス、行商⇒自動運転デリバリーなど。江戸時代にコミュニティの中心であった銭湯のような、匿名でローカルかつF to Fの社交場が重宝される

G1: サステナビリティ海洋資源活用洋上ステーション

海洋資源や洋上ステーションに関する社会像であるため、有形・社会に分類した。

G2: Japan as platform

各種制度やサービスに関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

G3: 江戸銭湯社会

物理的な社交場に関する社会像であるため、有形・社会に分類した。

【Hグループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	全文
無形	個人	H1: 人間性拡張社会	VR、AR、AI など人間の機能拡張により、場所や時間などの制限から自由に。快適に、意識せず健康を維持し、新しい時代に合った生きがいを見出し、死に方も選べるようになっている。一方、例

有形			えば「リアル」「静けさ」「ネットワークから切り離されていること」にも価値が見出され、仮想世界にはない「身体性」をもつ生身の人間の強みも生かされている。
無形	社会	H2：多次元社会	国や人種など既存の境界が実質的に消失し、代わりに多様な属性が混じり合い重なり合う社会となる。人々は仮想（バーチャル国家など）も含めた複数の帰属、職業を持ち、同一性を保ちつつ、多様な形で存在している。日本人の多国籍も認められる。
無形	社会	H3：ネオサステナビリティ社会	資源・エネルギーや食料問題を科学技術と制度の大幅改革により実現、新しい思想で住環境の最適化を図っている。養殖や合成食による食料供給、CO2 排出ゼロ、江戸のようなリサイクルシステム構築、家庭でのエネルギーや水の生産が行われた自給生活が可能となっている。
有形			

H1：人間性拡張社会

個人を VR、AR、AI で仮想世界とつなぐことに関する社会像であるため、無形・個人に分類した。また、人間の機能拡張や生身の人間に関する社会像もあるため、有形・社会にも分類した。

H2：多次元社会

仮想現実や、国籍等の制度に関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

H3：ネオサステナビリティ社会

制度改革についての社会像であるため、無形・社会に分類した。また、自給自足の暮らしについての社会像もあるため、有形・社会にも分類した。

【I グループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	全文
無形	個人 社会	I1：幸福感 6.0	3D プリンタ、宅配、VR 技術などから、外出せず自宅で生活が完結する。一方、リアルな人付き合いを大切にし、先端科学技術に頼らない生き方も存在。幸福感の解釈や感性の理解も進み、多様性を保ちつつ、個人がハイテク生活を送ることができる。
無形	個人	I2：ロボットが人権を持つ社会	様々な性格の人工知能が登場し、家族の一員となるほどロボットの高性能化が進み、ロボットが所有権などの権利を持つ社会になる。その結果、ロボットへの遺産相続や、ロボットとの結婚も行われる。ロボット自身ロボットが権利を主張し始める。
無形	社会	I3：成長指標が変化した社会	20 世紀の経済至上主義的な価値観から脱却し、GDP ではない新しい成長指標に基づく価値観を持った社会が生まれる。例えば、現在と異なり、商品の長寿命化や修理しやす

			さに価値が見出されるといった経済指標が構築されれば新たな展開が考えられる。
有形	個人	I4：寿命の中で幸せに生きられる社会	個別化医療、エビジェネティクスなどの科学技術により高齢化社会がさらに進む。高齢者自身がイノベーションを創出し世界に発信することが起きるかもしれない。決められた寿命の中でいかに幸せに生きるかを追求する。

I1：幸福感 6.0

生き方や幸福感、感性といった個人の価値観に関わる社会像であるため、無形・個人に分類した。また、外出せず自宅で生活が完結する等のハイテク生活にも関わる社会像もあるため、無形・社会にも分類した。

I2：ロボットが人権を持つ社会

ロボットの理解に関する社会像のため、無形・個人に分類した。

I3：成長指標が変化した社会

新しい成長指標に基づく社愛であるため、無形・社会に分類した。

I4：寿命の中で幸せに生きられる社会

人間の長寿命化という個人の体に関係する社会像であるため、有形・個人に分類した。

【J グループの社会像分類】

無形 or 有形	個人 or 社会	理想の社会像	全文
有形	社会	J1：再生可能エネルギーを中心とする分散型発電が最適化されている社会	2040年には、変動する再生可能エネルギーである太陽光発電・風力発電が大量導入され、脱原発も推進される。
有形	個人	J2：超人間社会：身体を意図したように制御し拡張する社会	人間生来の機能を良好に維持すると共に、生来の機能を超越する技術融合を図る。日常生活に不自由をきたしている身体機能は人工物に置き換わられ、正常な部分と融合し、快適な生活が過ごせている。
無形	社会	J3：移動と物流の高度化社会	個人認証によるパーソナル物流装置の発展により、従来のシステムから、個々が直接に即時にやり取りを行う物流システムが完備されている。これにより、各家庭で販売活動が可能となり、また産地と直接取引ができる等の経済の活性化や地方振興などの効果がある。
有形	個人	J4：自分の心・身体・生活・情報を上手に管理する社会	自分の状態を把握できるセンサーが普及し、心身ともに苦痛を伴うような、身体機能低下を向上させる運動や生活習慣の改善が不要になっている。そして心身ともに健康な人が多くなっている。
有形			

無形	社会	J5：言語の壁を越えコミュニケーションが日常的にとれる社会	多言語に対応するシステムが生活の一部に取り込まれ、外国人ともスムーズにコミュニケーションが取れている。
無形	社会	J6：ユビキタス生活社会：国境を感じずに活動できる社会	何処にいても一堂に会しているようなシステム（五感の体験できるシステム）の実現により、地方に居ても東京で仕事ができる、日本に居ても海外の大学で学べる、仕事ができる社会が成立している。
無形	個人	J7：先端科学技術と人間社会との新しい関係が構築される社会	快適かつ安全な生活を実現するための先端科学技術のリスクを人間が享受し、あまり意識することなく機械と共存している。
無形	個人	J8：多様性・寛容さの科学技術支援	歴史・文化等に関するデータの蓄積や AI による分析・可視化が進み、国・地域・コミュニティ・宗教等間の相互理解が進み、その結果多様性をもった寛容な社会が実現する。
無形	個人	J9：大都市と過疎地域、個人と組織、サラリーマンと専業主婦などデバイドからの脱却	いろいろな差が縮まり、不公平感や格差を感じない社会になっているいじめや貧困などもなくなっている。
無形	個人	J10：個人の価値観と多様性に寛容な社会	集団行動ができないような個性(病気も含む)を持った人も阻害されることなく社会に受け込み、多種多様であることが普通になっている社会が実現している。
無形	個人	J11：科学技術の進展による「非科学技術的なもの」(独自の判断)の価値の上昇	「自分で歩く」「自分で考える」ことの価値が、自動運転や AI 等の科学技術の発展により、逆に見直され、むしろ高い価値を持つようになる。そこで、新たなビジネスモデルやライフスタイルが生まれている。
	社会		
無形	個人	J12：野性味社会	科学技術に依存しない社会を内包する社会、科学から離れる社会、一見無駄に見えるものでも価値を持つ社会になっている。自分に誇りを持ち、人と違うことも個性として価値観されている社会が成立している。

J1：再生可能エネルギーを中心とする分散型発電が最適化されている社会

再生可能エネルギーという、エネルギーインフラを伴う社会像であるため、有形・社会に分類した。

J2：超人間社会：身体を意図したように制御し拡張する社会

身体的人工物への置換という、個人の身体に関わる社会像であるため、有形・個人に分類した。

J3：移動と物流の高度化社会

物流そのものというよりは、物流システムの整備や、それに伴う経済活性や地方振興に関わる社会像であるため、無形・社会に分類した。

J4：自分の心・身体・生活・情報を上手に管理する社会

個人の身体および情報に関する社会像であるため、有形・個人、無形・個人に分類した。

J 5：言語の壁を越えコミュニケーションが日常的にとれる社会

多言語対応システムや、コミュニケーションに関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

J 6：ユビキタス生活社会：国境を感じずに活動できる社会

テレプレゼンス等の遠隔システムに関する社会像であるため、無形・社会に分類した。

J 7：先端科学技術と人間社会との新しい関係が構築される社会

機械への意識に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

J 8：多様性・寛容さの科学技術支援

多様性の相互理解に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

J 9：大都市と過疎地域、個人と組織、サラリーマンと専業主婦などデバイドからの脱却

不公平感や格差に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

J 10：個人の価値観と多様性に寛容な社会

個人の個性や価値観に社会像であるため、無形・個人に分類した。

J 11：科学技術の進展による「非科学技術的なもの」（独自の判断）の価値の上昇

価値観に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。また、ビジネスモデルやライフスタイルに関する社会像もあるため、無形・社会にも分類した。

J 12：野性味社会

価値観に関する社会像であるため、無形・個人に分類した。

3. 1. 4. 分類結果の集約

基本シナリオを検討するため、ビジョンワークショップで得られた社会像について、Society 5.0 が実現した社会を念頭に「人」を主眼とする軸を用いて分類を行った。

ここでは2つの軸を用いて理想の社会像を4つの象限に分類したが、これらは決して4つの別個の社会ではない。人間拡張が実現する一方で人間性の再考が求められ、社会インフラや環境・食糧問題が解決する一方で倫理や法制度の充実が求められる。これらはすべて1つの理想の社会像における4つの側面である。2040年においては、科学技術が進展する中、これらの理想を同時に実現する社会が求められる。

それぞれの象限（A、B、C、Dとする）について、社会像の概略と具体例を図表5にまとめた。各象限には社会的背景や課題があり、それぞれの視点（A：無形・個人＝人の考え、B：無形・社会＝仮想世界、C：有形・個人＝人の機能、D：有形・社会＝環境・社会）から、それらの背景や課題を踏まえて理想の未来を描き出している。各象限の社会像の概説は次のとおりである。

A) 無形・個人象限:人間らしさ（価値観・生き方）を再考し多様性を認める社会

多様な人が日本に集まり、共生する社会。活動拠点は分散するが、共通の価値観で繋がる。感情の科学技術が心の健康を支える。また、AI 等を活用して文化的活動や娯楽が活発化する。

B) 無形・社会象限:時間と空間を超えたネットワークにより境界が消失した社会

人やロボットのネットワーク化により、共有と協調が進んだ社会。データ・モノ・スキル等が共有され、家族機能の代替、ロボットの労働代替、世界規模ネットワークでの生産・サービス創造等が行われる。

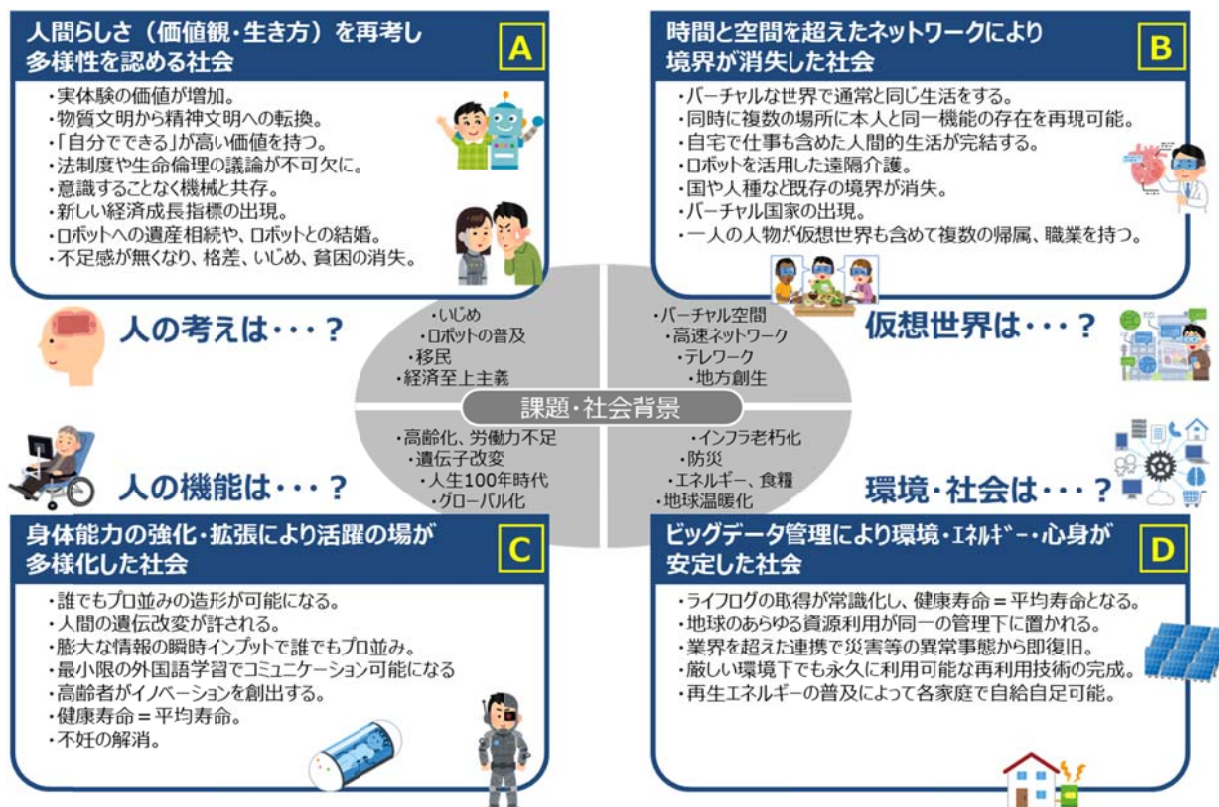
C) 有形・個人象限:身体能力の強化・拡張により活躍の場が多様化した社会

人間の身体能力が飛躍的に向上した社会。再生医療や個別健康管理等により心身面の困難が解消される。また完全デジタル化により、経験や行動の範囲が広がり、誰もが達人になれる。

D) 有形・社会象限:ビッグデータ管理により環境・エネルギー・心身が安定した社会

カスタマイズと全体最適のバランスがとれた持続可能な社会。センシング・モニタリングにより、個人は意識せず好ましい選択を行い、社会は資源制約や災害等に対応する。

図表 5 社会像の分類集約結果



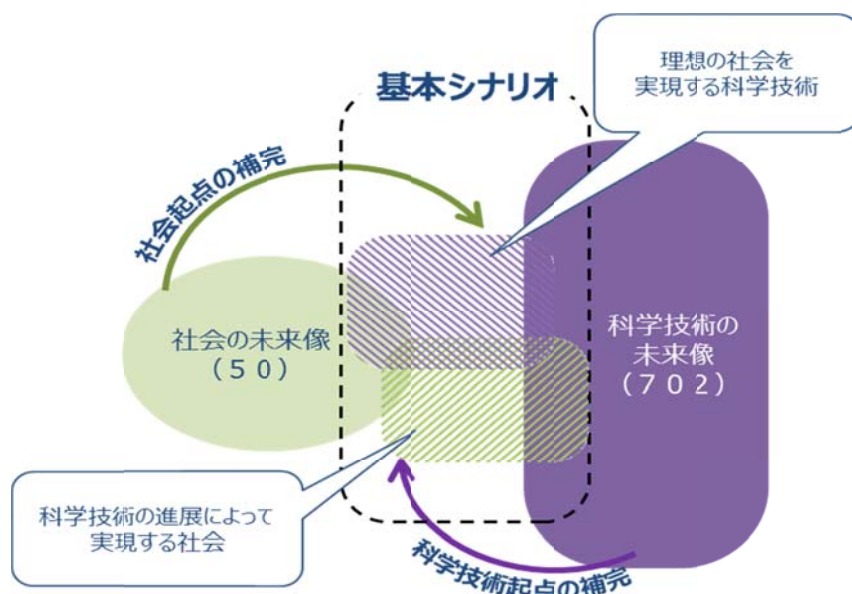
3.2. 社会像と科学技術トピックの関連性の検討

ここまでで社会の未来像については整理されたため、続いて、社会の未来像に対して科学技術の未来像の結び付けを行った。結び付けの検討のために、2019年2月28日に基本シナリオワークショップを開催した。ワークショップでは、「科学技術起点」と「社会起点」の双方向から、象限ごとに社会の未来像と科学技術の関係性の検討を行った（図表6）。

ここで科学技術起点と言うのは、科学技術の進展によって望ましい社会を創造するプロセスを意味している。一方、社会起点と言うのは、望ましい社会を実現するために必要な科学技術を探索するプロセスを意味している。本ワークショップは、科学技術起点（科学技術によって実現する望ましい社会）と、社会起点（望ましい社会を実現する科学技術）の双方向で考えることにより、科学技術の発展がもたらす社会の姿を幅広く描くことを意図した。

ワークショップには、科学技術の専門家であるデルファイ調査の分科会委員やビジョンワークショップの参加者、人文社会科学系の専門家等から22名が参加した。参加者を以下に示す。

図表6 基本シナリオの検討概要



○ワークショップ参加者一覧（50 音順・敬称略、所属はワークショップ実施時点）

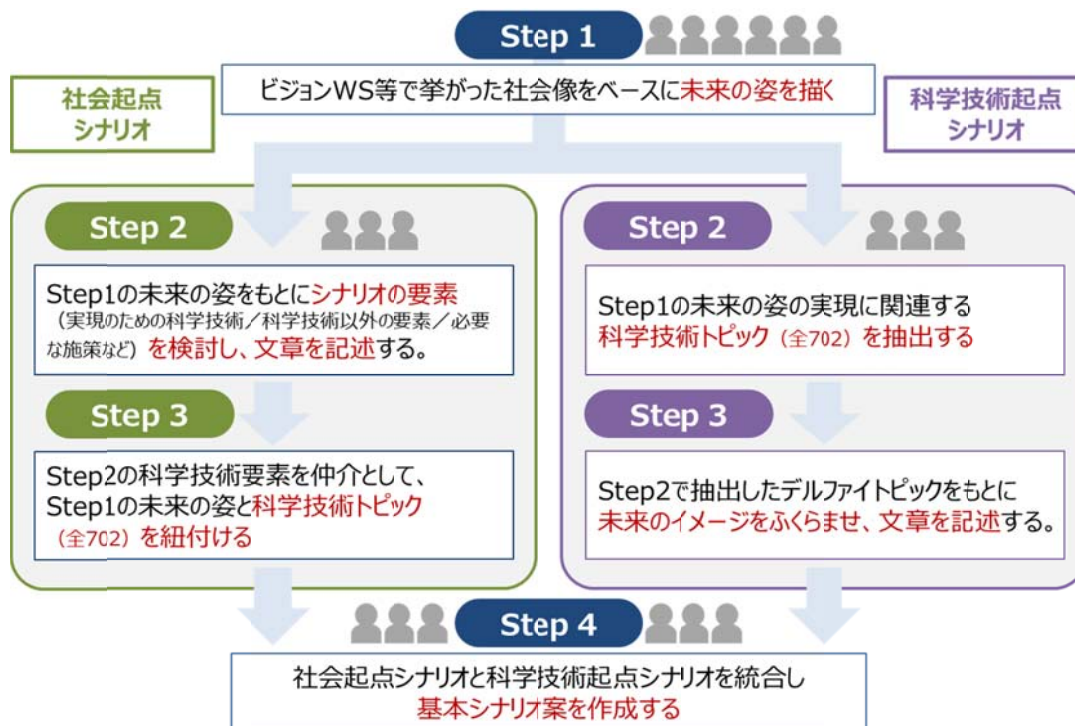
氏名	所属	備考
秋山 ゆかり	株式会社 Leonessa	ビジョン WS 参加
井須 紀文	株式会社 LIXIL	ビジョン WS 参加
小山田 和仁	国立研究開発法人科学技術振興機構	ビジョン WS 参加
神山 祥子	株式会社三菱ケミカルホールディングス	ビジョン WS（当日欠）
川口 慎介	国立研究開発法人海洋研究開発機構	ビジョン WS 参加

坂下 鈴鹿	文部科学省	NISTEP 客員研究官
七丈 直弘	東京工科大学	ビジョン WS 参加 NISTEP 客員研究官
鷲見 芳彦	夢マネジメント	ビジョン WS 参加 NISTEP 客員研究官
竹内 真幸	清水建設株式会社	デルファイ調査委員
武田 哲也	国立研究開発法人防災科学技術研究所	デルファイ調査委員
西川 恒一	株式会社豊田中央研究所	デルファイ調査委員
西出 香	オランダ応用科学研究機構(TNO)	デルファイ調査委員
濱田 健夫	東京大学	デルファイ調査委員
藤井 章博	法政大学	NISTEP 客員研究官
藤野 純一	公益財団法人地球環境戦略研究機関	デルファイ調査委員
藤本 博也	株式会社日立ハイテクノロジーズ	NISTEP 客員研究官
布施 哲人	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	ビジョン WS 参加
古川 英光	山形大学	ビジョン WS 参加 NISTEP 客員研究官
堀田 厚	三菱電機株式会社	ビジョン WS 参加 NISTEP 客員研究官
本間 央之	協和発酵キリン株式会社	ビジョン WS 参加 NISTEP 客員研究官
山田 康秀	浜松医科大学	デルファイ調査委員
横田 慎二	国立研究開発法人産業技術総合研究所	NISTEP 客員研究官
(事務局)		
大竹 裕之	公益財団法人未来工学研究所	
田原 敬一郎	公益財団法人未来工学研究所	
野呂 高樹	公益財団法人未来工学研究所	
山本 智史	公益財団法人未来工学研究所	
伊藤 裕子	科学技術・学術政策研究所	
浦島 邦子	科学技術・学術政策研究所	
蒲生 秀典	科学技術・学術政策研究所	
河岡 将行	科学技術・学術政策研究所	
黒木 優太郎	科学技術・学術政策研究所	
白川 展之	科学技術・学術政策研究所	
林 和弘	科学技術・学術政策研究所	
横尾 淑子	科学技術・学術政策研究所	

3.2.1. 検討手順

ワークショップでは、象限（無形・個人、無形・社会、有形・個人、有形・社会）ごとにグループを分け、以下の4ステップで検討した。（図表7）

図表7 基本シナリオワークショップの手順概要



Step 1：未来の社会像を描く

Step 2～3：科学技術起点チームと社会起点チームに分け、社会像と科学技術の結び付けを行う。

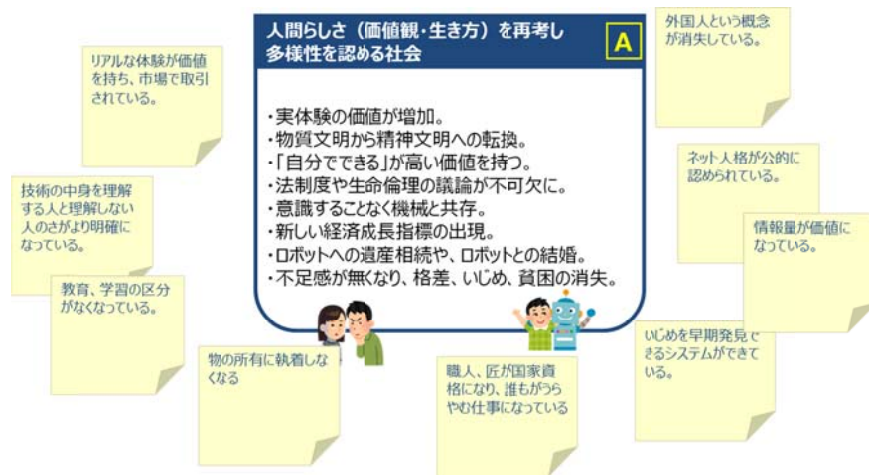
Step 4：各チームのシナリオを統合し、基本シナリオを作成する。

【Step 1】：具体的な未来の社会像を描く

ビジョンワークショップで得られた理想の社会像と事前に4象限で整理されたものを理解・共有するため、自らのグループ（A・B・C・D）に沿って理想の社会像の具体像を追加した。（図表8）

続くStep 2、3では、各グループは二手に分かれ、科学技術の未来像を検討起点とするシナリオを作成するチームと社会の未来像を検討起点とするシナリオを作成するチームに分かれて検討した。

図表 8 Step1 未来の社会像の具体化

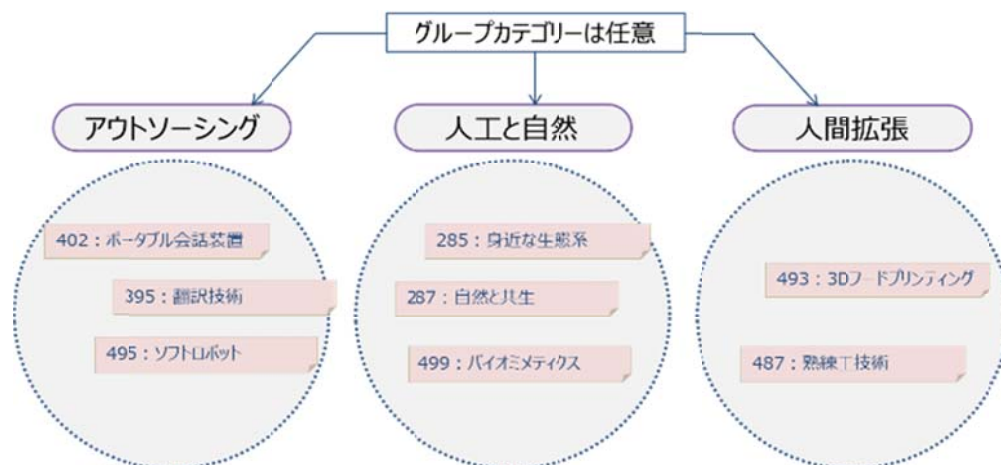


科学技術起点チーム

【Step 2】

Step 1 で得られた未来の姿をもとに、デルファイ調査で得られた 702 の科学技術トピックから、その未来の姿の実現に関連するものを抽出・列挙した。(図表 9

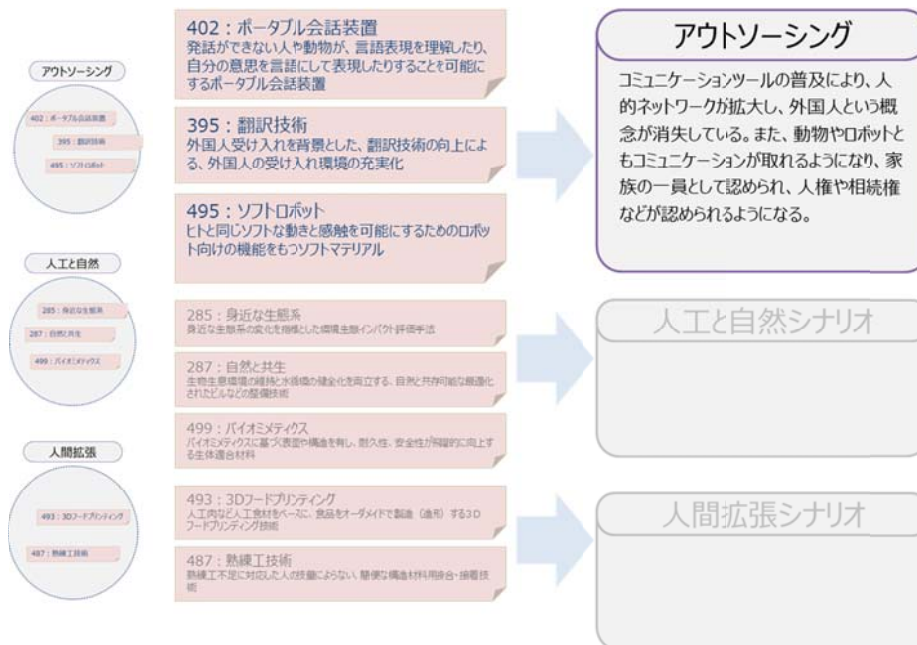
図表 9 科学技術起点 Step2 トピックの紐づけ



【Step 3】

抽出した科学技術トピックを 3 個程度のカテゴリーに分類し、カテゴリーごとに小シナリオを描いた。作成に当たっては、「そのトピックが実現した場合、それに関わる（場合によって既にある）要素技術や応用技術とあわせて何が可能になるのか、どのような社会を実現できるのか」といった観点から検討し、それを文章化した。(図表 10)

図表 10 科学技術起点 Step3 小シナリオ作成

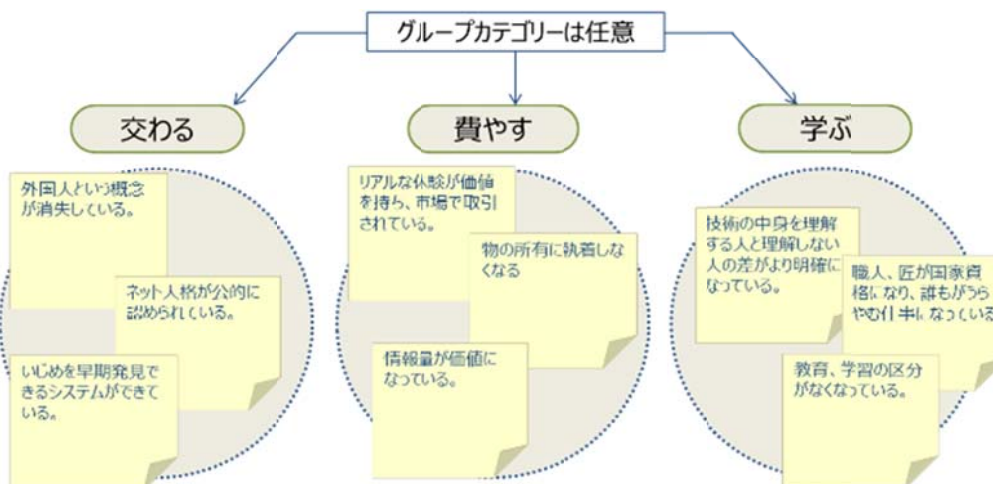


社会起点チーム

【Step 2】

Step 1 で得られた未来の姿を、3 個程度のカテゴリーに分類し、カテゴリーごとに小シナリオを描いた。小シナリオでは、実現のための科学技術や科学技術以外の要素、必要な施策などを検討し、それを文章化した。ここでの科学技術は、デルファイ調査の科学技術トピックは特に意識せず、必要と思われるものを列挙した（図表 11）。

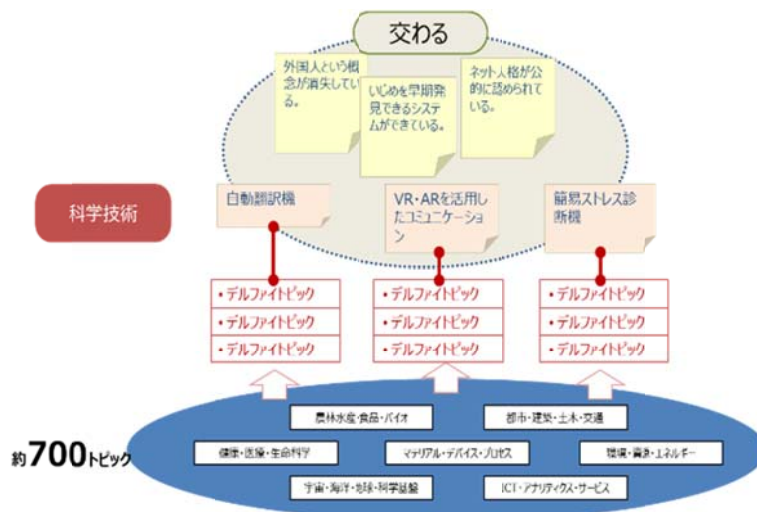
図表 11 社会起点 Step2 小シナリオ作成



【Step 3】

Step 2 で挙げた科学技術をもとに、関連するデルファイ調査の科学技術トピックを選択してもらうことで、最終的に社会像と科学技術トピックの紐付けを行った。また、このチームについては、科学技術を実装する場合の留意点についても挙げてもらった。（図表 12）

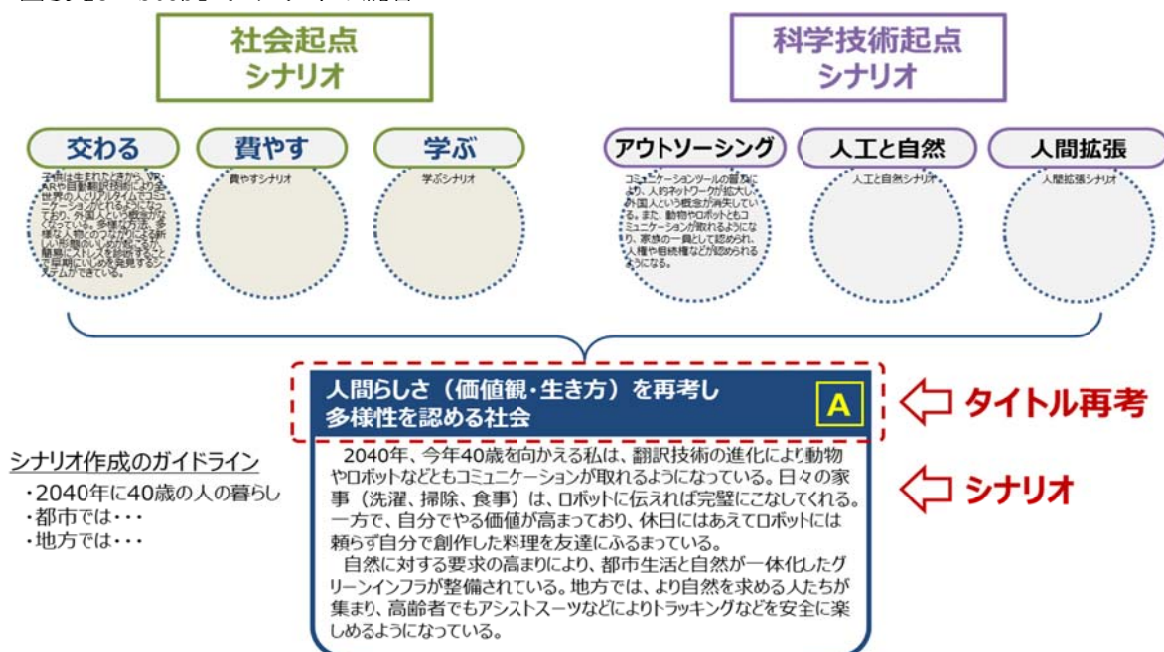
図表 12 社会起点 Step3 トピックの紐づけ



【Step 4】

各グループの科学技術視点チームと社会起点チームが合流して Step 4 の検討を行い、各チームで作成した小シナリオをもとに 1 つのストーリーとしてまとめた（図表 13）。

図表 13 Step4 シナリオの統合



3.2.2. ワークショップの結果

ワークショップの結果、以下の基本シナリオ案が得られた。

- A（無形・個人）．人間らしさ（価値観・生き方）を再考し多様性を認め共生する社会
- B（無形・社会）．リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会
- C（有形・個人）．人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会
- D（有形・社会）．カスタマイズと最適化が共存し、自分らしく生きつづけられる社会

各グループの科学技術起点チームと社会起点チームのそれぞれで挙げた小シナリオタイトルとその小シナリオに紐づく科学技術トピックの数、そして Step4 で両チームが合流して作成したストーリーを図表 14-17 に示す。その後、ワークショップの結果得られた小シナリオや留意点、紐づいたトピックを 4 象限（A・B・C・D）それぞれについて整理した結果を図表 18-21 に示す。統合する前の全ての小シナリオについては、資料 3 を参照のこと。

図表 14 基本シナリオストーリー（象限 A）

【無形・個人】		
人間らしさ（価値観・生き方）を再考し、多様性を認め共生する社会		
検討の視点	小シナリオタイトル	関連トピック数
社会起点	共生	29
社会起点	好きな場所で暮らす	89
科学技術起点	匠のアーカイブ&リモートワーキング	11
科学技術起点	感情の科学技術（脳機能の計測、可視化、伝達）	19
科学技術起点	各種拠点（都市・農地・職場・生活）のシフト&高度化	60
科学技術起点	遊び心を豊かにするバーチャル/グローバルサポート	6
ストーリー		
<p>2040 年、多様な文化や価値観を持つ人々が日本に集まり、認められ、共生している。ある人は朝目がさめたら仕事をし、職場へは空飛ぶ車で出勤する。自分の代わりにロボットが買い物をし、出かけるのは自分の気が向いたときだけ。無人サービスが普及し、ドローンが自宅まで宅配してくれることもある。</p> <p>リモートワーキング技術の進展でオフィスの在り方も多様化し、労働拠点とは離れた場所に人々は住むか、移動せずとも働ける環境ができ、過疎地も含めて好きなところに暮らしている。それぞれの場所に、価値観を共有した人間が集まって次世代コミュニティを作り、経済活動などの従来の観点到縛られない価値観を中心とした一つの都市が形成されている。</p> <p>一方ではコミュニティの分断化や孤立も懸念されており、多様な価値観を持つ人々が共生するために、相互理解を促進する VR 等の技術が発展してきた。データサイエンス・センサー・CT 技術に基づいて、心や感情の小さな変化を測定し、可視化、共有することで、今では精神疾患、ターミナルケアも含めた医療や、家庭の問題も解消している。</p>		

図表 15 基本シナリオストーリー（象限 B）

【有形・個人】		
リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会		
検討の視点	小シナリオタイトル	関連トピック数
社会起点	リアル・バーチャル	19
社会起点	世界の生産	105
社会起点	無料・アバンダンス	23
社会起点	オープン家族	63
科学技術起点	人と健康	14
科学技術起点	ロボットと匠	10
科学技術起点	地球	18
科学技術起点	ICT（通信）基盤	31
ストーリー		
<p>2040 年は、競争のほとんどないゆったりした時間を生きている人が大部分である。その中で、少数の国内の匠が日本しかつくれない工芸品や技術をつくり、日本の競争力の維持に貢献している。今年 40 歳のある人は、結婚はしていないものの、親しい友人と暮らし、ロボットが家事をしてくれたり子供のような存在になったりと、ゆるやかな家族で暮らしている。</p> <p>仕事はフリーランスであり、グローバル企業に勤め、会社では日本のプロジェクトマネージャーとして朝 10 時から午後 2 時まで働いている。残った時間はフリマアプリで物を売ったり、近所の小学校でインドやアフリカの子供たちに向けて遠隔授業で教えたりしている。</p> <p>夜はフリマアプリのポイントで近所の 3 つ星レストランの余剰・廃棄直前の食事を購入して帰宅し、今日の運動量とカロリーから追加のエクササイズをスマートウォッチがアドバイスしてくれたので、運動しながら米国に住む友人とチャットする。</p> <p>国全体では、グローバル競争力の落ち込みが懸念されている。大多数の 40 歳が望む社会の姿が、科学技術で物質的に実現可能な未来の姿とは、大きく異なっている。</p>		

図表 16 基本シナリオストーリー（象限 C）

【有形・社会】		
人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会		
検討の視点	シナリオタイトル	関連トピック数
社会起点	機能を「足したり引いたり」する	11
社会起点	「気持ち」や「心」をコントロールする	7
社会起点	より「健康」になる	17
科学技術起点	外部知能ネットワーク活用	12
科学技術起点	機能の維持・回復（セルフ・メディシン）	19
科学技術起点	2040 年第 1 回シニアオリンピック in 東京	12
科学技術起点	モノづくりの匠・農業の達人	19
ストーリー		

2040 年になり、多くの国民の身体能力は、ゲノム編集、再生医療、もしくはサイボーグ化によって、改善ないしは飛躍的に向上した。いわゆる「障害者」という概念が崩れている。第1回シニアオリンピックが開催され、年齢・性別・国籍などに関係なく多様な人々が関わっている。

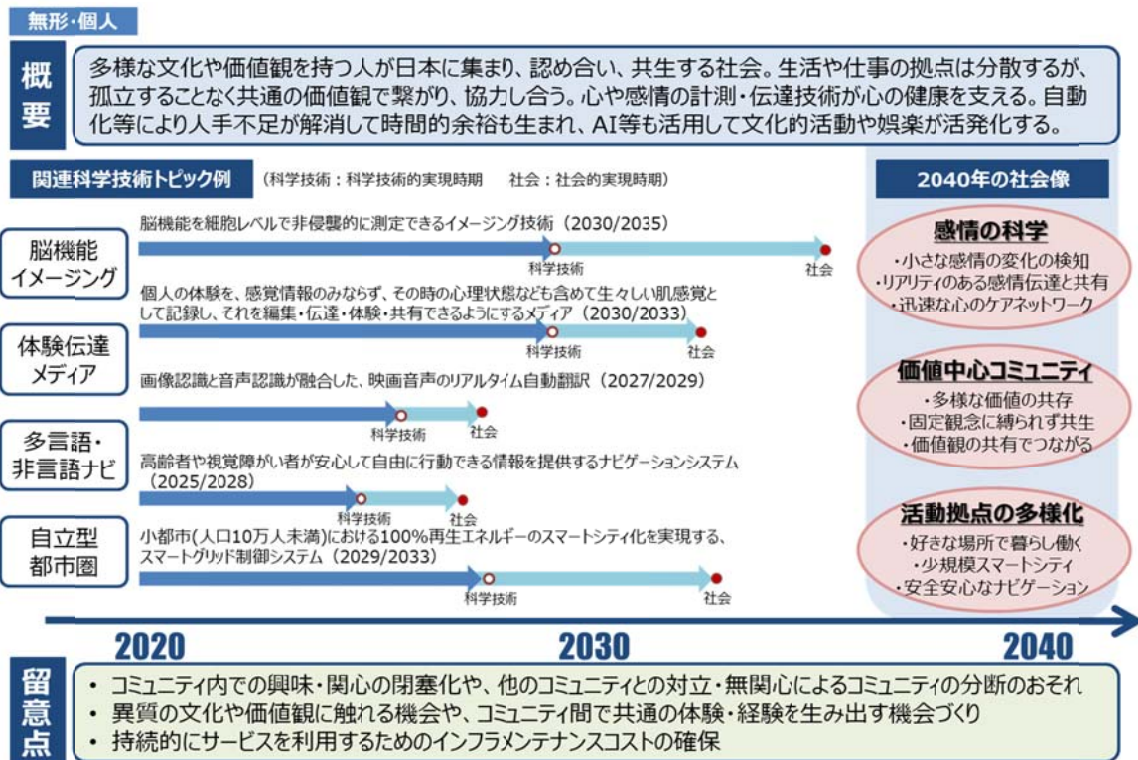
他方、完全にデジタル化され、国や言語の壁を越え、高齢者や障害者であっても的確なコミュニケーションを図ることができる音声言語エンジンが一般化され個々人のデジタルアシスタントとして社会的にも認知されている。

遠方の情報（匂い、温度等）もリアルタイムで把握でき、呼べば何処へでも移動できる自動運転車や支援ロボットが実用化されるなど外部の情報取得や移動方法が拡張された社会が実現している。地方では、遠方の情報がリアルタイムで把握できる外部知能ネットワークを活用しながら、地産地消ものづくりや農業がデータベースや集合知、AI やロボットの活用によって誰でもものづくりの匠や農業の達人ようになる均一化がされている。

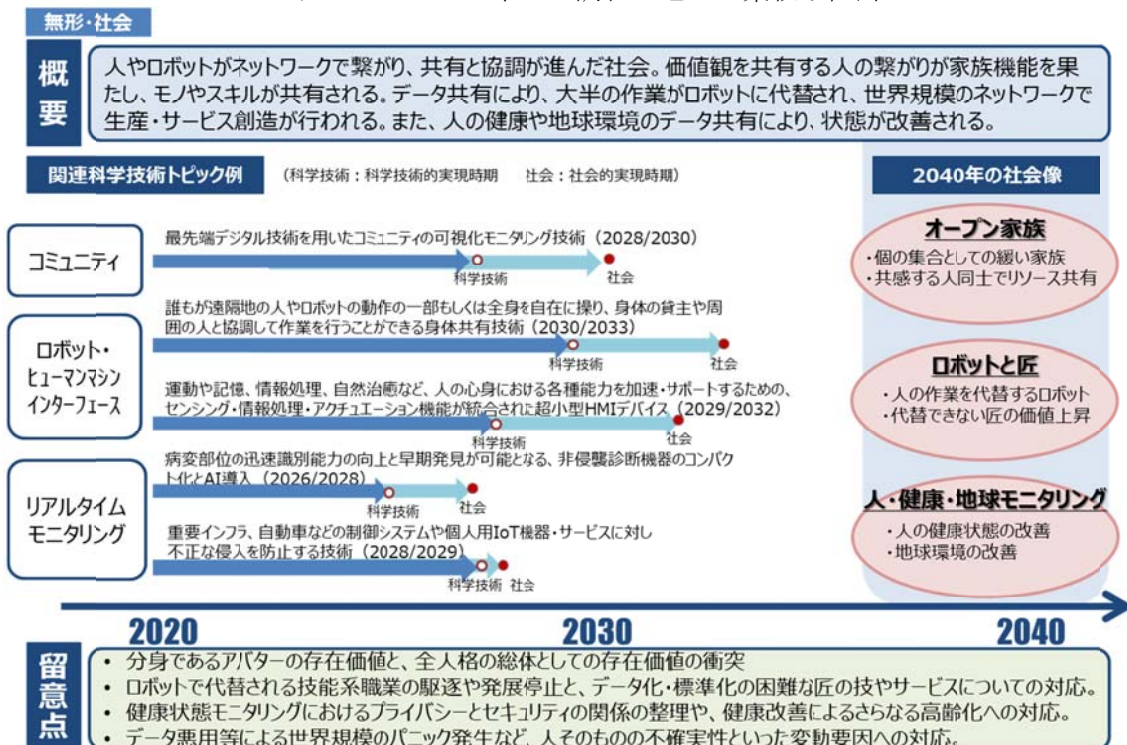
図表 17 基本シナリオストーリー（象限 D）

【有形・社会】		
カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生きつづけられる社会		
検討の視点	小シナリオタイトル	関連トピック数
社会起点	生産と消費活動の冗長的な最適化	98
社会起点	災害から生き残る	13
社会起点	” 運ぶ ” の最適化	5
社会起点	自分が選んでいると思っている暮らし：” カスタマイズ” 社会	4
科学技術起点	おまかせ	23
科学技術起点	カスタマイズ	14
科学技術起点	まえもって	23
ストーリー		
<p>2040 年、人の健康状態から地球環境まで、センシングやモニタリングによる現状把握と予測技術が発展して幅広く意思決定に用いられるようになり、無駄のない資源循環が生まれた。パーソナルファブリケーションや企業の小規模な生産活動により多様なニーズに対応し、在庫ロス減やエネルギー削減も実現した。カスタマイズと全体最適のバランスがとれ、冗長性も必要に応じて担保されている。空間を有効に使い、ものを運ぶ技術も効率化された。また、災害時の最適化を想定した Disaster モードも構築された。</p> <p>人々は、自身がこだわる部分を残しつつ、大部分については情報を提供して科学技術の支援に任せ、苦なく嗜好に合った生活を送る。バーチャル環境等により場所の制約が消滅して都市と地方の差が縮まり、地方暮らしを選ぶ人や大都市と地方に半分ずつ暮らす人が増加した。科学技術の支援によるカスタマイズにより全体的に均質化が進み、社会の活力低下が心配されたが、特異な存在（人と違うこと）への憧れや人が本来持っている探求心のおかげで新たなものが生み出され、持続可能な社会となっている。</p>		

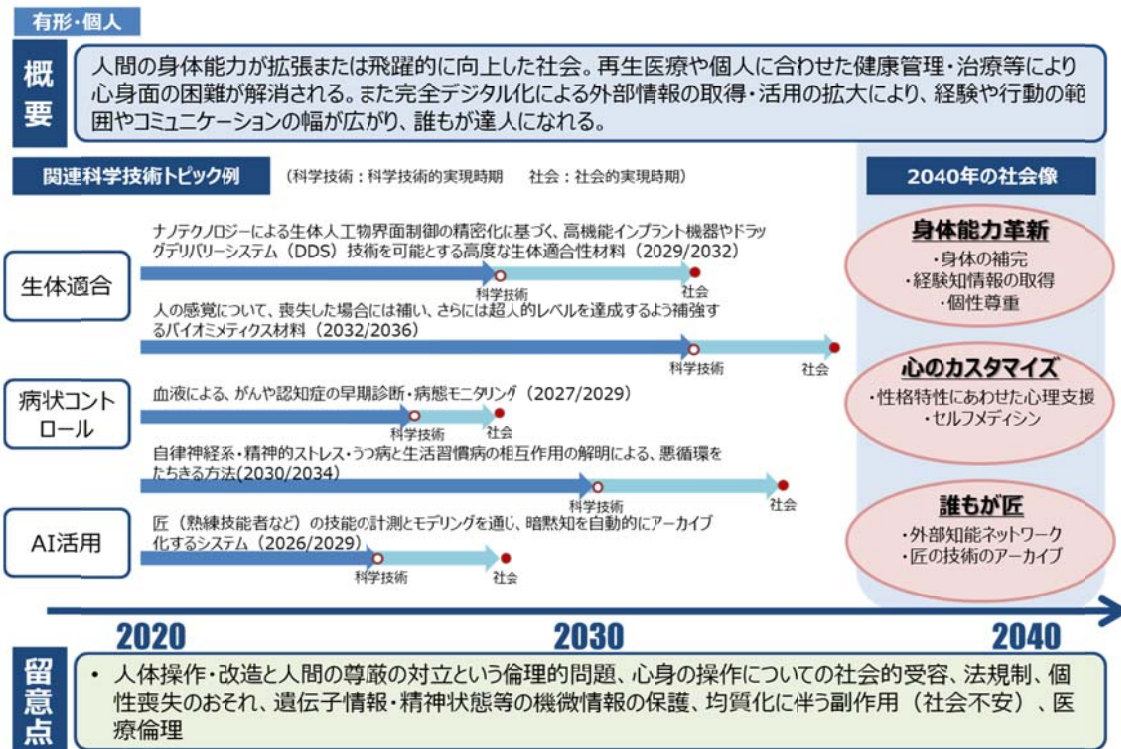
図表 18 基本シナリオ案 A:
人間らしさ（価値観・生き方）を再考し、多様性を認め共生する社会



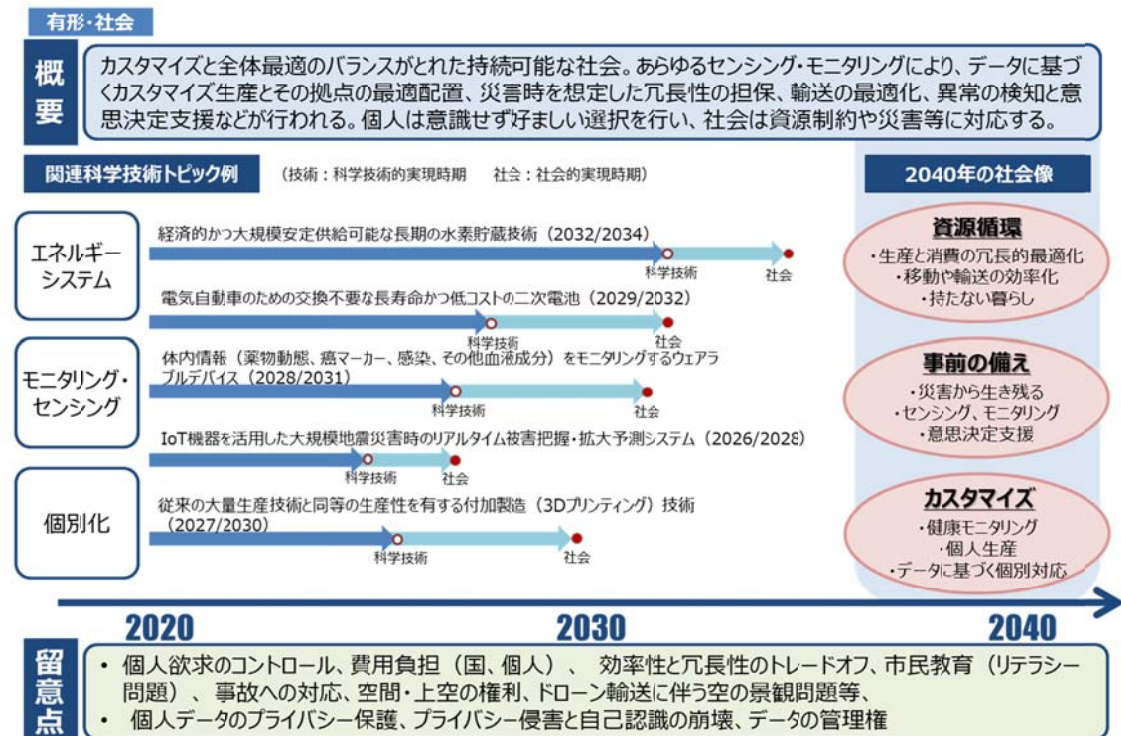
図表 19 基本シナリオ案 B:
リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会



図表 20 基本シナリオ案 C:
人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会



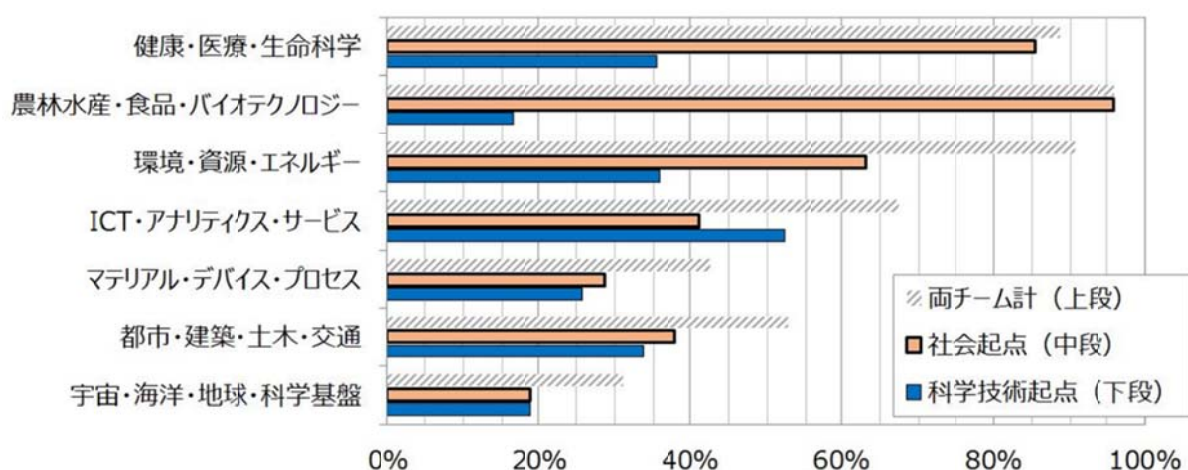
図表 21 基本シナリオ案 D:
カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生きつづけられる社会



ワークショップにおいて社会像と科学技術トピックの関係を検討した結果、702 の科学技術トピックのうち、470 の科学技術トピックが社会像と結び付けられた。デルファイ調査において設定された 7 つの分野（健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギー、ICT・アナリティクス・サービス、マテリアル・デバイス・プロセス、都市・建築・土木・交通、宇宙・海洋・地球・科学基盤）ごとに、結び付けられた科学技術トピックの割合を示したのが図表 22 である。

全体としては半数以上の科学技術トピックが社会像と結び付けられたが、検討の起点別にみると、社会起点の検討では、健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギー分野については 6～9 割が社会像と結びつく結果になった。対して科学技術起点の検討では、5 割を超えるのは ICT・アナリティクス・サービス分野だけであり、特に割合の高い分野は存在せず、おおむね全分野が万遍なく社会像と結び付けられた。

図表 22 紐づいたトピックの集計結果



3. 3. 留意点の検討

基本シナリオの検討においては、科学技術発展がもたらす望ましい社会や、望ましい社会の実現に寄与する科学技術とともに、科学技術が社会で利用されるに当たって留意すべき点についてあわせて議論を行った。これは、科学技術は中立であるが、使い方によって善にも悪にもなり、また正の効果の一方で別の側面で負の効果をもたらす可能性もあるためである。さらには、何をもって善あるいは正というのかについても、必ずしも明確な社会的合意が存在するとは限らない。特に、近年の人工知能を始めとする情報通信関連技術の急速な進展や多様かつ多量なデータの活用などにより、新たなサービスが次々と提供され、社会の仕組みが変わっていく中では、後手に回ることなく、科学技術の進展を想定しつつ、発展の早期の段階から論点抽出・整理と議論を進める必要がある。

基本シナリオワークショップで抽出された実現に向けた留意点をまとめたものが図表 23 である。多種多様なデータが取得・蓄積・利用されることから、個人情報を含むデータをどう管理・利用するのか、個人の権利と公共の利益、リスクとベネフィットなど相反する事柄の価値判断など、様々な検討の視点が挙げられている。また、人体改造や人間関係の変化などの是非に関する項目も挙げられている。

図表 23 ワークショップで抽出された留意点

項目	内容
個人情報の扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・健康状態モニタリングにおけるプライバシーとセキュリティ ・個人データの保護、プライバシー侵害と自己認識の崩壊 ・遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護
心身操作の倫理	<ul style="list-style-type: none"> ・人体操作・改造と人間の尊厳の対立 ・心身操作の社会的受容 ・個性の喪失、平等化の副作用として生じる社会不安
データの管理・利用	<ul style="list-style-type: none"> ・データの悪用等によるパニック発生 ・データの管理権の所在
トレードオフ	<ul style="list-style-type: none"> ・持続的サービス利用のためのインフラのメンテナンスコスト ・費用負担（公か個人か） ・最適化と冗長性のトレードオフ
権利と責任	<ul style="list-style-type: none"> ・個人欲求のコントロール ・市民教育（リテラシー問題） ・空間や上空の権利（ドローン輸送と景観問題等） ・事故発生時の対応
医療倫理	<ul style="list-style-type: none"> ・高度医療提供の結果、高齢化のさらなる進行 ・予防医療に向けた、医療情報のプライバシーとセキュリティ
人間関係の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・人とアバター（自分の分身）との存在意義の衝突 ・コミュニティの閉塞化や分断 ・健康改善によるさらなる高齢化
技能の維持	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットで代替される技能系職業の駆逐や発展停止 ・データ化・標準化の困難な匠の技やサービスの維持

科学技術と社会との関係性の検討は、これまでの科学技術予測調査において、デルファイ調査やシナリオ作成の中で取り込まれてきた。例えば、過去のデルファイ調査においては、科学技術トピックに対しての質問として、問題となる可能性のある事項（第 6 回調査、1997 年）、懸念される問題点（第 7 回調査、2001 年）といった項目が設けられた。第 10 回調査（2015 年）では、倫理性や社会受容の考慮の必要性の程度が問われた。質問項目の選択肢としては、自然環境への影響、安全・安心への影響、価値観・文化への影響が挙げられてきた。また、シナリオ作成においては、第 8 回調査（2005 年）、第 9 回調査（2010 年）、第 10 回調査の中で適宜言及が見られた。

総じて、情報通信関連と遺伝子関連の科学技術を中心として、個人データの取り扱い、生命倫理、費用負担、責任などが、懸念される点として挙げられてきた。これに加え、人間の尊厳や人

間の存在意義など、これまで以上に人間についての根源的な問いかけがなされるようになったのが、今回調査の特徴と言える。

ワークショップでは起こり得る可能性の抽出が検討の中心であったため、実際に何をなすべきかの情報が不足している。そこで、これを補うため、留意点の具体化を目的として有識者へのヒアリングを実施した。また、デルファイ調査の質問項目（実現に向けた政策手段）及び自由記述から、関連する情報を抽出・整理した。

3.3.1. ヒアリング

ワークショップで挙げられた留意点に基づき、ヒアリングを実施した。図表 24 にヒアリング項目を示す。項目は、科学技術の適用の場である社会の構成要素である「人間」と、人間が活動するときの仕組み・枠組みである「社会システム」に分けられる。ICT やデータの存在感が今後さらに増大すると想定されることから、本ヒアリングでは、社会システムを制度等と情報基盤に分けた。

ヒアリング対象者については、調査の整合性を保つ観点から、検討過程における議論を知る第 11 回科学技術予測調査参加者を中心とした。具体的には、調査全般の方針等を議論する科学技術予測調査検討会のメンバー、社会の未来像検討を行ったビジョンワークショップの参加者、科学技術の未来像検討を行ったデルファイ調査分野別分科会の委員など有識者 7 名を対象として、2019 年 5 月 8 日（水）～17 日（金）にヒアリングを実施した。以降に、ヒアリング結果の概要、図表 25 にまとめを記す。

図表 24 ヒアリング項目と留意点

項目		留意点の内容
社会システム (制度等)	制度等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 費用負担 ・ 最適化と冗長性 ・ 権利と責任 ・ 事故発生への対応 ・ コミュニティの分断 ・ さらなる高齢化
社会システム (情報基盤)	情報基盤	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個人情報保護 ・ セキュリティ ・ データ悪用 ・ データの管理権 ・ 技能の維持
人間	人の権利等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自己認識の崩壊 ・ 自身の存在意義 ・ 個性の損失 ・ 人体操作と人間の尊厳

○ヒアリング対象者（敬称略、所属等はヒアリング時点）

江間有紗 東京大学未来ビジョン研究センター 特任講師

大島まり	東京大学情報学環/生産技術研究所 教授
風見正三	宮城大学 理事・副学長・教授
後藤厚宏	情報セキュリティ大学院大学 学長
近藤恵嗣	福田・近藤法律事務所 弁護士
西條辰義	高知工科大学フューチャーデザイン研究所 所長
田中秀幸	東京大学大学院情報学環 学環長

[社会システム（制度等）に関して求められる取組]

- ・ 公平性、透明性、信頼など、前提となる事項について社会的合意を構築する。
公平であるとはどういうことか、信頼を得る科学技術やシステムとはどういうものなのかなど、議論の基となるそもそも論の議論が重要である。
- ・ 社会における様々なリスクについて議論し、社会的合意を構築する。
100%安全はあり得ず、リスクは必ず存在する。また、ある実現を追求すると、別のことが犠牲になるトレードオフも生じる可能性がある。多様な意見を容れつつ、相反する事柄のバランスを考え、どこまで何を許容するのかについて議論する必要がある。国際的には、「安全とは受け入れ不可能なリスクがないこと」と定義されており、社会として受け入れ不可能なリスク・受け入れ可能なリスクについての議論が求められる。
- ・ リスクについて責任の所在を明らかにする。
予防的措置により問題を発生させないことが第一であるが、もしリスクが顕在化して被害が発生した場合、被害者救済の責任を誰が負うのかについて整理する必要がある。社会が受け容れた潜在的なリスクが顕在化したと考えれば、被害者救済も社会の責任となる。
ただし、被害者救済システムの充実、モラルハザードを引き起こし、加害者側の不注意を惹起するかもしれない。その対策として、法により注意義務を定めることのみではなく、保険制度を利用して、保険料の差別化などを通じた市場原理による均衡点を探すことも考えられる。
- ・ 費用負担について、社会的合意を構築する。
新技術の恩恵を受ける費用を誰が負担するのかについて、またそこで生じる格差の可能性についての議論が必要である。例えば、先進的な高度医療の場合、公的負担には限界があることから、負担に関する何らかの基準が設けられることになろう。その場合、自費で高度先進医療を受けたいという要望にどう対応するのか。自費診療であっても、豊かな者だけが高度医療の恩恵を受けるのは不公平との議論が起こる可能性がある。
- ・ ハードロー（法令）と科学技術の間を埋めるため、ソフトロー（指針、規則、協定等）をうまく使いこなす。
法律を変えるには多大な時間を要する。科学技術の急速な発展についていけるよう、ソフトローの充実を議論する必要がある。
- ・ 科学技術の開発側と科学技術を受け入れる社会との間で情報や意見のやり取りを行う。

社会は科学技術を必要としているのか、科学技術が社会に入った時にどのような問題が起こるのかなどについて、科学技術や人文・社会科学の専門家を含む多様な関係者により、早い時期から議論を重ねることが必要である。

- ・ 社会課題対応研究の意義を認識し、研究開発予算を充実させる。
先端研究ばかりでなく、社会課題に対応した研究の重要性を認識し、そのための予算を充実させる。

[社会システム（情報基盤）に関して求められる取組]

- ・ 重要な社会インフラの依存関係を継続的にチェックし、不測の事態に備える。
ネットワーク化の進展、多量データの取得と利用など、インフラの要となる部分に変化し、トラブル発生が想定外の影響を及ぼすこともあり得る。重要なインフラの依存関係とその変化を正しく認識し、弱点の把握と対策に努める必要がある。
- ・ データを有効に利用するためのプラットフォーム構築と社会的理解を進める。
膨大なデータが利用可能となり、これまでの世界を変えている。日本には質の良いデータが豊富に存在するが、散在しており、オープンに使える状態になっていない。膨大なデータを利用することの意味について社会全理解を進め、プラットフォームを構築する必要がある。
- ・ 情報提供に対するフォローの仕組みを構築する。
診断や検査などを始め多様な情報が個人に提供されるようになる。そうした情報を個人がどう受け止め、どう判断すればよいのか、フォローする仕組みを整える必要がある。

[人間（人の権利等）に関して求められる取組]

- ・ 人とは何か、幸福とは何かなど、人間についての哲学的な議論を行う。
科学技術が人間の存在そのものにまで踏み込んできている。対応策だけでなく、哲学的な議論が求められる。たとえば、多様なデータが提供されるようになり、それが人の考えや行動に影響を与えるようになった時、それは本当に自分が決めていると言えるのか、自分が決めるとはということなのか。また、人間が技術をどうハンドリングするか、機械（科学技術）が近づけない人間の領域は何かなどの議論もあろう。
- ・ 社会の利益と個人の権利とのバランスについて、社会的な合意を構築する。
個人の権利が行き過ぎると、社会全体としては不利益を被る可能性がある。社会全体の利益と個人の権利についてどこでバランスをとるのか、個人の自己決定と公的規制の関係についての議論が必要である。例えば、個人情報保護は重要であるから、個人の権利（自身の情報を守る、情報の提供を拒否する）は尊重されなければならないが、それを理由に、社会全体としては利益となる情報システムの構築そのものに反対することは妥当ではない。社会全体の利益を維持しつつ、バランスをとる必要がある。

- ・ 将来からのバックキャストでものごとを考える人材、科学技術が社会で利用される上での留意点等の検討を担う人材を育成する。
科学技術と社会との関係における留意点に対応できる人材が不足している。例えば、科学技術と法律の両方の知見を持って法的課題の検討ができるような人材が求められる。
- ・ 自己決定の価値を認識し、個人の判断が社会的合意につながる仕組みをつくる。
個人が大量・多様な情報を取得し、それを基に判断できる時代になった。しかし、判断には責任が伴う。自分が決めることの価値とそれに伴う責任を認識し、それができるような教育を行うこと、そして個人の判断が社会合意に至るという意識を醸成する。

図表 25 留意点のまとめ

項目	具体的な論点（検討すべき事項）例
個人情報扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会の共通利益と自己決定・選択のバランスについての社会的合意 ・ 個人の自由度をどこまで認めるかの取り決め
心身操作の倫理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 心身操作が生む格差についての議論 ・ 様々なデータが人間の行動に影響を与える中、自己決定とはどういうことかの議論
データの管理・利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 重要インフラの依存関係（弱点）の変化を継続的にチェック ・ 公平性、透明性、信頼など、法規制の前提となる事項の社会的合意 ・ 質のよいデータを作り、共有するプラットフォームの構築 ・ 膨大なデータを有効に利用することに対する社会の理解
トレードオフ	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクとベネフィットのバランスについての社会的合意 ・ 複雑化するトレードオフ関係の整理
権利と責任	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事故の責任所在の明確化 ・ 自己決定/自由競争と責任に関する社会的合意 ・ 個人が情報を基に自分で判断できる教育、個人判断の集積から社会合意に至る仕組み ・ 被害者救済策の検討
医療倫理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 先進的な高度医療の費用負担、保険制度カバー範囲の設定 ・ 診断・検査結果の情報提供に伴うケアの仕組み
人間関係の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多様な価値観による議論を通じた、共有できる物語の形成
技能の維持	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人間が技術をどうハンドリングするか、機械（科学技術）が近づけない人間の領域は何かなどの議論
全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソフトロー（ガイドライン、指針等）の活用により、ハードロー（法令、条約等）と技術の間を埋める ・ 科学技術を受け入れた社会から、科学技術へのフィードバック ・ 社会課題対応研究の意義の認識と予算配分措置 ・ 想定され得る大きな将来課題・問題を前提とした検討 ・ 留意点の対応・対策検討を担う人材育成・確保 ・ 入れ替わりの早い海外（β版を出しダメなら次へ）への対応 ・ 社会の包括的デザイン

科学技術は万能ではない。科学技術ができることとできないこと、発生する可能性のあるリスク、期待される効果が発揮される一方で生じる負の側面、費用負担など様々な要素を考慮し、最適な着地点を見いだす必要がある。どこを均衡点に取り決めるのかは、社会の合意に委ねられる。ヒアリングにおいては、社会的合意の必要性が各所で言及された。従来の価値観やシステムでは消化しきれない課題を洗い出して議論を重ね、最終的には、個人が責任をもって自己決定（判断）した集積が社会的合意に至るような仕組みづくりが求められる。議論の内容については、個別事例の具体的な対策の検討と「人間とは、幸福とは」といった根源的・哲学的な議論とを両輪として進める必要がある。

3.3.2. デルファイ調査結果の分析

今回のデルファイ調査においては、科学技術トピックへの質問項目の一つである「科学技術的／社会的実現に向けて求められる政策手段」の選択肢として、「法規制整備」「ELSI（倫理的・法的・社会的課題）への対応」を設けた。

科学技術トピック全 702 件のうち、回答者の 50%以上が当該選択肢を選択した、対応の必要性が高い科学技術トピックを抽出して件数をまとめたものが、図表 26 である。社会的実現において必要性が高いとされた件数が科学技術的实现において必要性が高いとされた件数の 1.5～3 倍となっており、また、抽出した全ての科学技術トピックについて、科学技術的实现よりも社会的実現において選択した回答者の割合が高い。このことから、法規制整備及び ELSI 対応は社会的実現においてより必要性が高いことがわかる。分野別に見ると、法規制整備については、科学技術的实现及び社会的実現の両方について、ICT・アナリティクス・サービス分野の科学技術トピックが全体の 4～6 割を占める。都市・建築・土木・交通分野は、社会的実現において必要性が高い。ELSI 対応については、科学技術的实现においては健康・医療・生命科学分野が、社会的実現においては健康・医療・生命科学分野及び ICT・アナリティクス・サービス分野の科学技術トピックにおいて必要性が高い。

図表 27 に、基本シナリオ案に紐づけられた 470 件の科学技術トピックのうち、法規制整備、ELSI 対応が必要と回答した者の多かったトピックを示す。法規制に関する内容としては、電子取引、自動化・機械との共存、個人の健康・医療情報、モビリティに関する科学技術トピックが挙がる。ELSI 対応については、ゲノム・遺伝子関連、生命倫理、機械・AI と人間の関係が挙げられている。

図表 26 「法規制整備」、「ELSI 対応」の選択割合が 50%を超えるトピック数

分野	法規制整備		ELSI 対応	
	技術	社会	技術	社会
健康・医療・生命科学	6	14	6	10
農林水産・食品・バイオテクノロジー	2	5	1	3
環境・資源・エネルギー	3	13	0	0
ICT・アナリティクス・サービス	27	42	2	7
マテリアル・デバイス・プロセス	0	5	0	3
都市・建築・土木・交通	9	28	0	4
宇宙・海洋・地球・科学基盤	0	1	0	0
計	47	108	9	27
うち、基本シナリオと紐づけられたトピック件数（カッコ内は割合）	36 (77%)	81 (75%)	9 (100%)	23 (85%)

*技術：科学技術の実現、 社会：社会的実現

図表 27 ワークショップで基本シナリオと紐づけられた科学技術トピックのうち、
「法規制整備」「ELSI 対応」の必要性が高いトピック

*科学技術の実現の必要性と社会的実現の必要性がそれぞれ 50%を超えるトピックのうち、合計の高い上位 10 件を抽出。

法規制整備

分野	トピック	技術	社会
ICT・アナリティクス・サービス	すべての経済取引を電子化する技術（すべての貨幣が電子マネーとなって現金が消滅し、貨幣経済の仕組みが根本から変わる）	77%	81%
都市・建築・土木・交通	都市部でのレベル 4 自動運転（システムが全ての運転操作を行うが、システムの介入要求等に対してドライバーが適切に対応）による移動サービス	61%	85%
都市・建築・土木・交通	都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」	64%	80%
ICT・アナリティクス・サービス	個人の社会活動や企業の経済活動を、ほぼ 100%キャッシュレス（暗号通貨含む）に実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤（金融機関だけでなく、商店、個人まで）	65%	77%
都市・建築・土木・交通	レベル 5 の自動運転（場所の限定なくシステムが全てを操作する）	58%	85%
ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）	68%	71%
健康・医療・生命科学	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、IC チップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	64%	74%
ICT・アナリティクス・サービス	地域における公共交通網の維持や、物流分野の変革を実現する、自動走行、ドローンなど多様な移動手段、およびそれらの管理・運用支援技術	63%	75%
ICT・アナリティクス・サービス	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、無人工場、無人店舗、無人物流倉庫、無人宅配搬送の実現	60%	74%

分野	トピック	技術	社会
都市・建築・土木・交通	車・自転車・歩行者などの移動体のリアルタイム位置情報を格納したダイナミックマップを用い、合流などの交通コンフリクトの円滑な調整、最適な経路誘導、時間や場所に応じた道路利用料金徴収を行うシステム	59%	73%

ELSI 対応

分野	科学技術トピック	技術	社会
健康・医療・生命科学	新生児期からのゲノム情報の活用のための ELSI（倫理的・法的・社会的課題）の解決策	70%	73%
ICT・アナリティクス・サービス	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）	62%	69%
健康・医療・生命科学	動物の胚とヒト幹細胞由来細胞のキメラ胚（動物性集合胚）から作出されるヒト移植用臓器	61%	69%
健康・医療・生命科学	先天性遺伝子疾患を対象とした安全性の高い子宮内遺伝子治療法	58%	71%
健康・医療・生命科学	プレジジョン医療の実現や医療の質向上に資する、IC チップが組み込まれた保険証等による病歴、薬歴、個人ゲノム情報の管理システム	60%	67%
健康・医療・生命科学	次世代ゲノム編集技術による、遺伝子修復治療や単一遺伝病の治療を広汎に実現する遺伝子治療法	55%	72%
ICT・アナリティクス・サービス	ブロックチェーン技術を用いた、出生から現在に至るまでの健康・医療・介護等情報の紐づけデータに基づく、健康維持システム（未病社会を実現）	56%	67%
農林水産・食品・バイオテクノロジー	遺伝子改変技術を利用した異種移植が可能な医用モデルブタ	54%	69%
健康・医療・生命科学	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース（大規模コホート研究の推進に資する）	56%	64%
ICT・アナリティクス・サービス	AI が普及し、大半の業務を自動化することができるようになることで、現役世代の約 30%が働かない社会となる	50%	52%

* 技術：科学技術的实现、 社会：社会的实现

次に、自由記述で見られた留意点を分析する。自由記述の分量は、のべ 10,011 件（「なし」及び「特になし」を除く）、942,432 字である。ここに含まれる名詞、動詞、形容詞の合計 15,088 語のうち、前述の区分（社会システム（制度等）、社会システム（情報基盤）、人間）に関連する 8 語をキーワードとして設定し、それと類似度の高い単語を抽出した結果が図表 28 である。ここでは、自由記述から単語を抽出してそれぞれ 200 次元のベクトル表現とし、キーワードとの類似度（cos 類似度）の高い名詞句を挙げている。「社会（制度等）」区分では、「社会」に関連する語として、受容、合意、哲学などの語が見られ、また「法律」や「規制」に関連する語として、厳格、緩和、デジタルフォレンジックなど、ケースに応じた法的規制の見直しやデジタル化への対応に関する語が見られる。「社会（情報基盤）」区分では、オープン、データベース、ビッグデータ、無人、リアルタイム、ロボット、省力など、今後のデータ活用に関する語

が見られる。「人間」区分では、プライバシー、セキュリティ、便利、公共など、個人の利益と社会の利益についての語が見られ、また、法律、制度、規制、議論の語からは法規制整備や議論の必要性が示唆される。人間という言葉そのものには、幸せや害悪といった、前向き、後ろ向き両方の言葉がみられる。

具体的な記述を見ると、責任の所在について、自動運転などのモビリティ関連を始め、観測データ・シミュレーション等に基づく災害予測・警報、人工知能による判断の適用、医療行為（モニタリングや検査結果のリスク見逃し、遠隔治療・手術等）などについての責任の所在の明確化が挙げられた。ネットワーク化・電子化に関連しては、犯罪の容易化と規模拡大が懸念事項として挙げられた。また、様々なデータや情報に対して、社会が合理的・理性的に判断することの難しさも挙げられた。

図表 28 自由記述に見られる留意点に関する語

区分	キーワード	抽出された類義語（類似度の高い上位 20 語）
社会 (制度等)	社会	根幹、たて、DIY、ユーザーエクスペリエンス、入り口、脆弱、全体、 受容 、未開、政治、動機、受信、側面、 合意 、ウォッチ、要請、実働、 哲学 、障碍、将来
	法律	法的、法規、取り決め、規制、改正、 制定 、 見直し 、 厳格 、罰則、 緩和 、制度、受け身、NIH、倫理、 デジタルフォレンジック 、超人、規定、レガシー、脱税
	規制	厳格 、法律、法規、改正、制度、 緩和 、保護、 見直し 、 プライバシー 、罰則、過失、整備、オイルパーム、各戸、制定、違反、取り決め、ディポジット、取り扱い、傷害
社会 (情報基盤)	データ	公開、モバイルビッグデータ、共有、収集、強大、取得、 オープン 、 データベース 、情報、IFC、母集団、 ビックデータ 、エッジ、AI、ID、chain、ログイン、逸脱、民度、ALMA
	自動	運転、 無人 、フォーキャスト、ログ、 リアルタイム 、 ロボット 、送金、アニメーション、デバッグ、 省力 、警報、防塵、測位、コンバイン、フィルム、携帯、運行、QZS（準天頂衛星システム）、年次、プロトコル
人間	人間	みかける、 肩代わり 、 幸せ 、すべて、 全滅 、正しい、コミュニケーション、本能、考え方、 害悪 、甚大、読み取れる、意味、言語、不協和音、体験、奪い取る、説明、I T、バイアス
	責任	所在、罰則、投票、登記、根底、前提、 プライバシー 、住民、 セキュリティ 、 便利 、 公共 、ナンバー、違反、管制、敏感、排除、補償、選挙、ネット、フェイクニュース
	倫理	対処、 法律 、デジタルフォレンジック、モザイク、対応、個人、関税、金銭、 制度 、法規、問題、法制、 規制 、 議論 、敏感、検疫、介入、野放し、罰則、クリア、選挙

4. 基本シナリオの作成

前章で述べたワークショップ結果である基本シナリオ案及び留意点ヒアリング結果を基に、以下の観点から基本シナリオの最終検討を行った。

- ◆ 内容が類似する「2040 年の社会像」が複数象限に存在するので、それぞれの着眼点を考慮しつつ整理する。
2 軸で仕切られた四つの象限は、排他的ではなく、一つの社会像が着眼点を变えて複数の象限で取り扱われている。これらについて、最も適当と考えられる象限に集約する。
- ◆ 「社会」の姿として示す。
ワークショップで描かれた社会像の中には、社会の姿に関わる科学技術についての記述となっている事例が見られる。これらについて、実現された社会の姿として具体的に記述する。
- ◆ 紐づけられた科学技術を精査する。
「2040 年の社会」と「科学技術トピック」の紐づけは、ワークショップの中で集中的に議論されたテーマや参加者のバックグラウンド等の影響を受けている可能性がある。社会像との関連において注目すべき科学技術について精査し、必要に応じ科学技術トピックの追加や科学技術群の再構成を行う。
- ◆ 求められる政策対応を明確にする。
ワークショップで検討された「実現に向けての留意点」を基に、政策面で必要とされる事項を明確化する。あわせて、紐づけられた科学技術トピックの実現に向けた政策手段（デルファイ調査の専門家アンケート結果）の中で特徴的なものがあれば、追記する。

4. 1. 基本シナリオ概要

基本シナリオ最終検討結果の概要を図表 29 に示す。

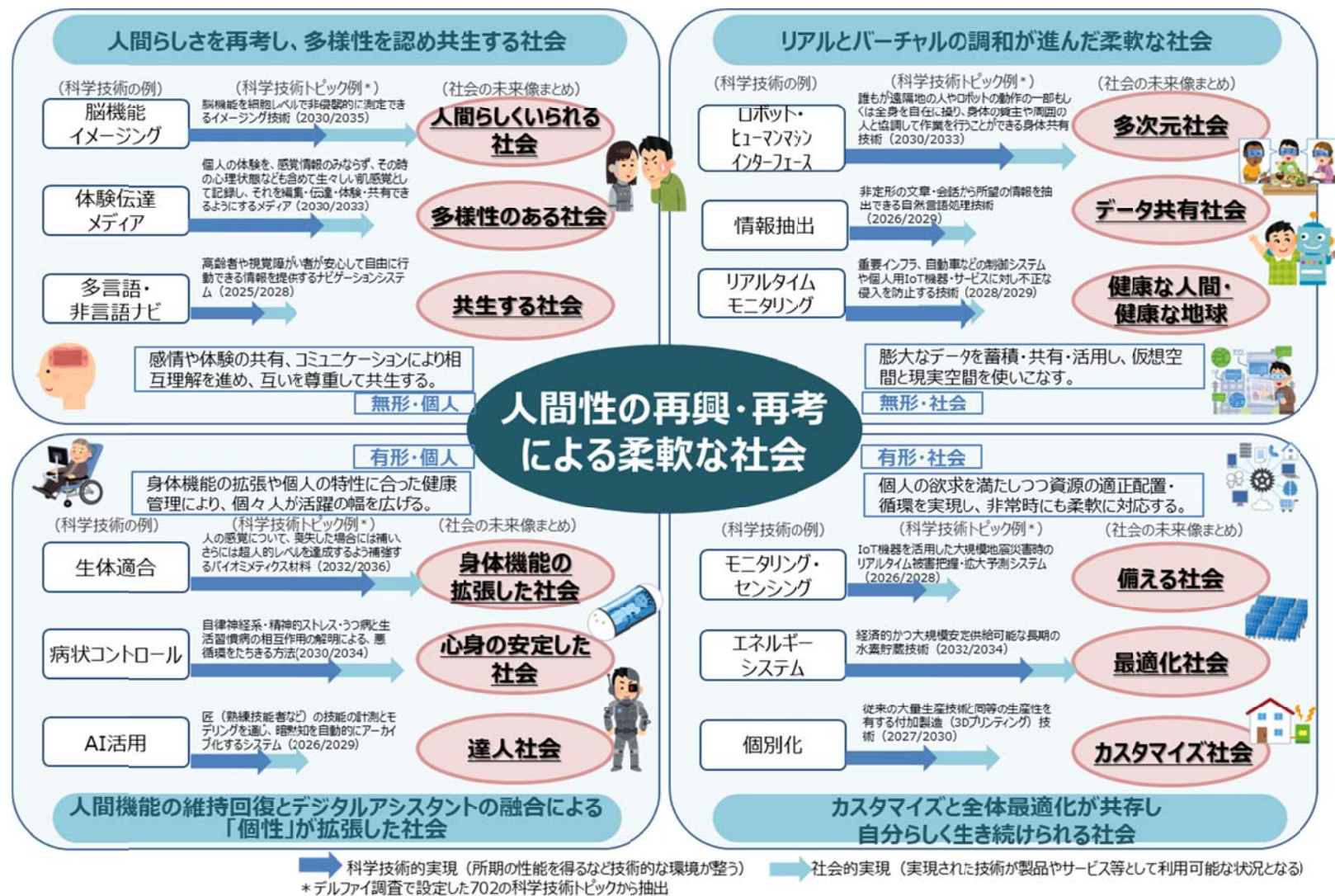
象限 A [無形・個人] では、「人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会」が描かれた。これは、感情や体験の共有、コミュニケーションにより相互理解を進め、互いを尊重して共生する社会である。活動や生活の拠点が分散する中で、人同士が感情や心の動きを可視化して伝えることにより、価値観を共有してつながる様々なコミュニティが形成される。象限 B [無形・社会] では、「リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会」が描かれた。これは、膨大なデータを蓄積・共有・活用し、仮想空間と現実空間を使いこなす社会である。従来の枠組みを超えて、人同士、人とロボット・モノ、ロボット・モノ同士がネットワークでつながり、リソースを共有しつつ協調する。人間・人工物・自然を対象とするセンシング・モニタリングによるデータ共有がそれを支えている。象限 C [有形・個人] では、「人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による“個性”が拡張した社会」が描かれた。これは、身体機能の拡張や個人の特性に合った

健康管理により、個々人が活躍の場を広げる社会である。身体機能の補綴・拡張、個々の状態や性格に合わせた医療や精神的支援、外部化された知能や技能の習得など、科学技術の支援により心身能力が拡張されることで新たな“個性”を獲得し、生活の質向上が図られる。象限D〔有形・社会〕では、「カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会」が描かれた。これは、個人の欲求を満たしつつ、資源の適正配置・循環を実現し、非常時にも柔軟に対応する社会である。センシングやモニタリングによってデータを取得し、この解析を基に個のニーズに即したカスタマイズ、必要不可欠な冗長性を備えた真の最適化、資源循環が適切に行われる。

各象限をまとめると、ロボットなど機械との共存や人間の機能拡張などを背景に、人間の本来持つ可能性と新たに獲得する可能性など人間性について改めて考える方向性、また、センシング・モニタリングなどから得られるデータを基にした社会の新しい仕組みや変化に柔軟に対応して最適な社会を目指す方向性が浮かび上がった。そこで、2040年の社会を「人間性の再興・再考による柔軟な社会」と総括した。これは、「人間はより良い在り方を模索して自分らしく生きる、社会は多様な人間が緩やかにつながり共生する環境を提供する、そして科学技術は、人間や社会の営みに優しく寄り添い支える」社会である。

以降では各象限の全容を述べる。

図表 29：基本シナリオ概要



4.1.1. [象限 A] 人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会

ここで描かれた社会は、様々なコミュニケーション手段を通じて感情や体験の共有を図ることにより相互理解を進め、互いの違いを尊重して共生する社会である。

2040 年は、多様な文化や価値観を持つ様々な国籍の人が日本に集まり、認め合い、“（新しい定義の）日本人”として共生している。人は、自身の求めるところに従い生活や仕事の拠点を選択しているため、地理的には分散しているが、孤立することなくネットワークを通じて共通の価値観でつながり、協力し合っている。多様なバックグラウンドを持つ異なる価値観を持つ人々の間でも、感情や体験の共有によりコミュニケーションが促進され、相互理解が進んでいる。

個人の生活も充実している。脳科学の進展により心や感情の状態把握が可能となり、楽しさの共有はもとより、周りからわかりにくい、あるいは本人も気づかない心の不調が早期発見され、効果を確認しつつ治療が施され、大事に至ることはない。また、自動化・効率化により生まれた時間的余裕と疑似体験などの新しい科学技術によって、文化的活動やエンターテインメントの幅も広がっている。

①2040 年の社会像

【人間らしくいられる社会】

人間らしくいられる社会とは、個人の存在が守られ、充足感を感じられる社会である。法制度など社会的な仕組みとともに、個人がお互いの異なる部分を理解し思いやることが基本となる。個人の体験とその時の感情を共有する、また、本人も気づかない小さな感情の揺れを検知して、自身を客観的に見つめ直したり早期ケアに生かしたりするなど、科学技術を利用して良好な人間関係が維持される。また、時間・空間・身体的特徴など様々な制約を取り払った文化的活動など精神的な活動も充実する。

【多様性のある社会】

多様性のある社会とは、国や地域、宗教、文化といった社会的な属性ばかりでなく、個人の価値観、嗜好、心身の特徴なども含めて多様性に富んだ社会である。様々な特徴を持つ人が社会に受け入れられ、社会とつながっている安心感を持って生活を送る。ハード・ソフト両面のインフラ整備により、住む、働く、学ぶ、遊ぶなど生活の様々な場面で各自の求める生き方を選択できる。

【共生する社会】

共生する社会とは、様々な特徴を持つ個人が、価値観の共有によって地理的制約を超えてつながるとともに、異なる価値観の存在を尊重して共存する社会である。固定観念にとらわれずに新たな関係を構築し、個人がそれぞれの能力を十分に発揮することで不足する部分を補い合う。多様なものの共生が個人の創造性を高め、ひいては社会の活性化がもたらされる。

②関連する主な科学技術

人間が人間らしく、多様性を認め共生する社会を実現するためには、全ての人々が異なる価値観に触れ、国や年代や障害などを越えたコミュニケーションや共感が必要となる。

そのため、言語によらず感情の変化を検知し、そうした感情や体験を共有する技術が求められる。これにより言語の壁は消失し、言葉でのコミュニケーションが困難な場合でも不自由なく相手の価値観に共感することが可能となる。

科学技術の重要キーワードは脳機能イメージング、体験伝達メディア、多言語・非言語ナビ等であり、中心となる科学技術群としては、「価値中心コミュニティ形成支援技術」、「暮らしのノーマライゼーション化技術」、「全生物間コミュニケーション支援技術」が挙げられる。

- 価値中心コミュニティ形成支援技術：個人の幸福（ウェルビーイング）を実現するサービスデザイン、分散ホスピタルシステム、小都市の資源循環など、個人が分散して生活しながらつながり、身体的、精神的、社会的に良好な状態を保つための技術。
- 暮らしのノーマライゼーション化技術：ナビゲーションシステム、AI・ロボット、交通システムなど、様々な特徴を持つ人々が安心して自由に活動できる、多様性のある社会を支える技術。
- 全生物間コミュニケーション支援技術：自動翻訳、体験共有メディア、ポータブル会話装置、脳機能イメージングなど、異なる存在を認め合い共生するための基盤となる相互理解を支援する技術。

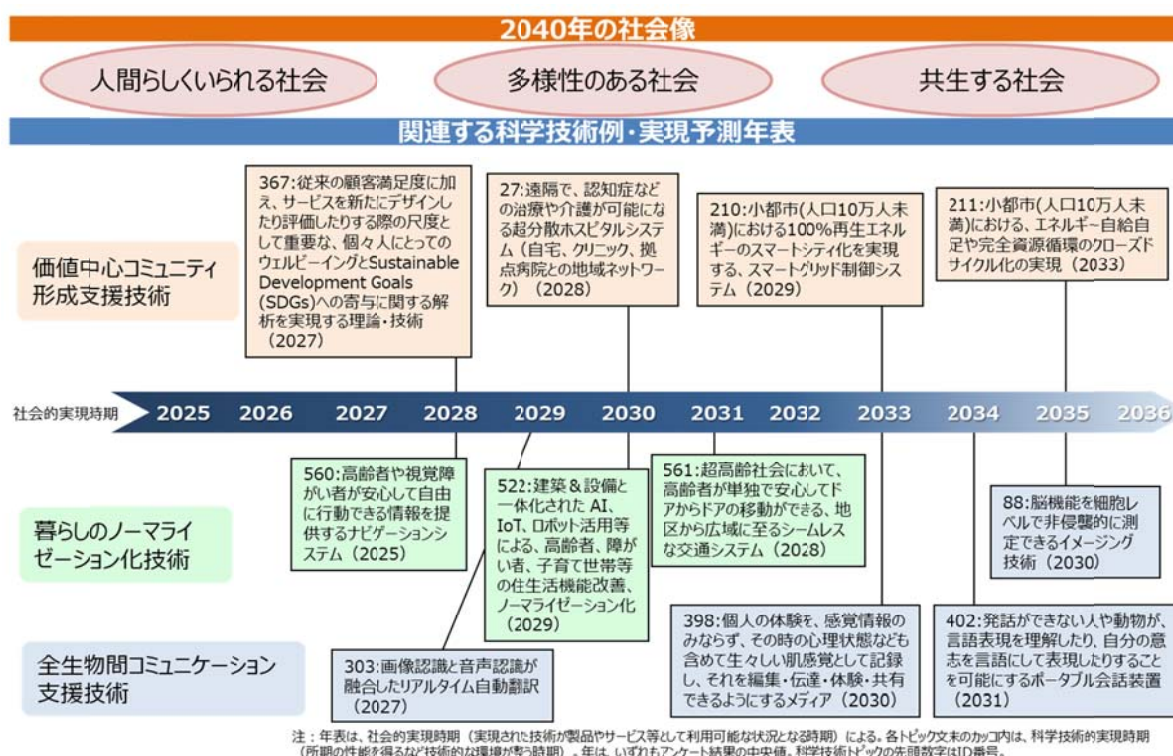
社会像及び関連する科学技術を年表にしたものを図表 30 に示す。

③留意点と政策対応

価値観を共有する新たなコミュニティが発展する一方、コミュニティ間での無関心や対立、社会の分断が懸念される。また、コミュニティ内の同質化による閉塞化、創造性の低下、共感力や想像力の低下も懸念される。

異質の文化や価値観に触れる機会や、コミュニティ間で共通の体験・経験を生み出す機会づくりを行い、価値観を共有するコミュニティと多様な価値観が存在するコミュニティをバランスよく体験し、自身の中に生かしていくことが求められる。

図表 30：社会像及び関連する主な科学技術の実現年表（象限 A）



4. 1. 2. [象限 B] リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会

ここで描かれた社会は、多種多様で大量のデータ・知識を蓄積・共有・活用し、仮想空間と現実空間を自在に使いこなして新たな価値創造を行い、諸課題の解決を図るとともに急速な変化に柔軟に対応する社会である。

2040 年は、人や機械がネットワークでつながり、仮想空間が存在感を増大させている。仮想空間と現実空間がそれぞれの価値を発揮して補い合うことにより、全体として調和のとれた社会になっている。鍵となるのは、無形（データ、技能など）及び有形の財の共有化である。価値観を共有する世界規模のネットワークの中で、データを活用した先進的な生産活動やサービス創造が行われる。生産現場では、人と機械とのインターフェースが改良され、大半の作業はロボットに代替されている。

データの活用は、社会にも大きな効用をもたらしている。個人の健康状態を示すデータの集積は、予防医学の進展に大きく貢献している。また、地球観測データの共有やネットワークを介したモノの共有などは、地球温暖化の進行抑制に貢献している。

①2040 年の社会像

【多次元社会】

多次元社会とは、従来とは異なる仕組みや価値観による新しいつながり方が生まれ、旧来のものと新しいものが共存する社会である。例えば、人のつながりの中心であった血縁や地縁とは異

なる要素によりつながったコミュニティ、例えば、地理的制約を超えた仮想空間でのつながり、データ蓄積による過去とのつながりなどの多様な社会が併存し、人は複数の社会に属している。

【データ共有社会】

データ共有社会とは、人、モノ、自然環境などに関するデータが収集・蓄積され、そのオープン化が進んだ状態、現実空間の営みが仮想空間用に翻訳できる社会である。仮想空間においてデータを共有することにより、人同士、機械などのモノ同士、人とモノが現実空間でつながり、各人・組織の技能、時間、所有物など様々なリソースが共有され、社会全体として効率化が図られる。

【健康な人間・健康な地球】

健康な人間・健康な地球とは、人間から地球まで健康な状態を維持するためにデータ共有のためのネットワークが活用されている社会である。生涯に亘る健康・医療データを個人情報に配慮しつつ活用することにより予防医療が進展、遠隔医療の精度も上がっている。また、地球環境については、観測・モニタリングの高精度化、国際的なデータ共有ネットワークが、状況把握や予測のレベル向上に貢献している。

②関連する主な科学技術

人やロボットなどがネットワーク化されて現実世界と仮想世界が共存・調和し、急速な変化にも柔軟に対応する社会を実現するためには、様々な形態の情報の取得と共有が必要であり、例えば、あらゆる情報をデータ化して蓄積・分析する技術、人と機械とのインターフェース技術などが必要となる。これにより、あたかも自分がそこに存在するかのように振舞えるロボットや、それを通じた共同作業等も可能になる。また、それらを支えるセキュリティによって、ロボットやAI に対する不安感も無く人と機械が共存・調和している。

科学技術の重要キーワードはロボット・ヒューマンマシンインターフェース、情報抽出、リアルタイムモニタリング等であり、中心となる科学技術群としては、「次世代テレプレゼンス技術」、「次世代セキュリティ技術」、「自動運転技術」「次世代 AI 技術」「次世代インターフェース」が挙げられる。

- 次世代テレプレゼンス技術：あたかも自分がそこにいるかのように遠隔地のロボットを自在に操り遠隔地の人と協調して作業するなど、仮想世界を具現化するための技術。
- 次世代セキュリティ技術：自動運転や IoT 機器・サービス等のセキュリティの重要性が高まる中、量子技術等に基づき強固な安全性を与える技術。
- 自動運転技術：人と車が共存・調和するための、自律運航可能な無人運航商船や、レベル 5 の自動運転等の技術。
- 次世代 AI 技術：集約した健康データや技能のデータ等、あらゆる集約したデータを解析し、インフラの予測・制御や政策の意思決定支援など高度な社会ニーズを満たすための汎用 AI 関

連技術。

- 次世代インターフェース：人の心身にかかわるデータをセンシングするだけでなく、情報処理やアクチュエーション機能も統合された超小型 HMI デバイス等、人と機械の間に柔軟に介在する技術。

社会像及び関連する科学技術を年表にしたものを図表 31 に示す。

③留意点と政策対応

データ共有が中心となる社会では、プライバシーとセキュリティについて課題を整理し、社会的合意を得る必要がある。また、データ悪用やデマ等によるパニックの発生など、データの取り扱いばかりでなく人間の行動様式も含めた研究と対策が求められる。さらに、仮想世界の存在感が増大する中で、仮想世界と現実世界をどのように調和させるのかが問われ、教育の場を含め機会をとらえての議論が求められる。

図表 31：社会像及び関連する主な科学技術の実現年表（象限 B）



4.1.3. [象限 C] 人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会

ここで描かれた社会は、科学技術により人間の心身機能が拡張し、また個人の特徴に合った健康維持・管理が行われることにより、各人が新しい“個性”を獲得して活躍の幅を広げている社

会である。

2040 年は、人間の身体能力が飛躍的に向上している。再生医療、生体適合材料、ロボット技術等により失われた機能の回復だけでなく、拡張も可能となり、日常生活や社会活動上の困難が減じている。精神的機能についても、精神疾患の病態解明等が進むことで、心の状態を安定させ、病状を自己コントロールすることが可能になっている。さらに、遺伝的素因、体質、ライフスタイル、性格など個人の特徴に合わせた効果的な健康維持・管理と医療の手段が提供され、個人の健康状態が大幅に改善する。また、デジタル技術による技能のアーカイブ化や修練などにより、熟練技術の伝達と取得が容易になる。こうして、経験・行動範囲やコミュニケーションの幅が広がることで可能性を拡大させ、獲得した新しい“個性”を生かして活躍する。

①2040 年の社会像

【身体機能の拡張した社会】

身体機能の拡張した社会とは、人が、失った機能を回復させ、また、それまで持っていた身体能力を超えた機能を新たに身に着けた社会である。様々な機能喪失・低下を補強することで社会参加やコミュニケーションが促進され、また増強された機能を用いてより効率的、正確、安全、楽な動作が可能となる。

【心身の安定した社会】

心身の安定した社会とは、個人の遺伝的素因、体質、環境、ライフスタイル、さらには性格や嗜好なども含めて、それぞれの特徴に合わせて心身の健康の維持・管理の支援がなされる社会である。ポータブル機器等で把握されたデータを基に個人に合った改善案が複数提案され、心や体の安定した状態を自身で維持・管理できる。

【達人社会】

達人社会とは、共有化された熟練技能を活用し、センサーやロボット等の支援も受けて、誰もが質の高い成果を生み出せる、安全で効率的な生活がもたらされた社会である。例えば、人工衛星からのデータに基づく AI 農業、3D プリンタによるものづくりやリアルタイム定量分析、匠の技能のアーカイブ、などが実現し、人々が活躍の幅を広げている。

②関連する科学技術

人間の機能が拡張または飛躍的向上し、それにより獲得された新しい“個性”が発揮される社会を実現するためには、誰もが心身の望ましい状態を獲得・自己管理できることが必要である。そのためには、身体機能を補う生体適合材料やロボット、個人の特徴に合わせた心身の健康管理や医療、技能アーカイブなどが必要になる。これにより誰もが必要十分な能力を手に入れ、自らの個性を十分に発揮することが出来る。

科学技術の重要キーワードは生体適合、病状コントロール、AI 活用等であり、中心となる科学

技術としては、「次世代病態モニタリング技術」「デジタル製造技術」「全球モニタリング・センシング技術」「資源循環支援技術」が挙げられる。

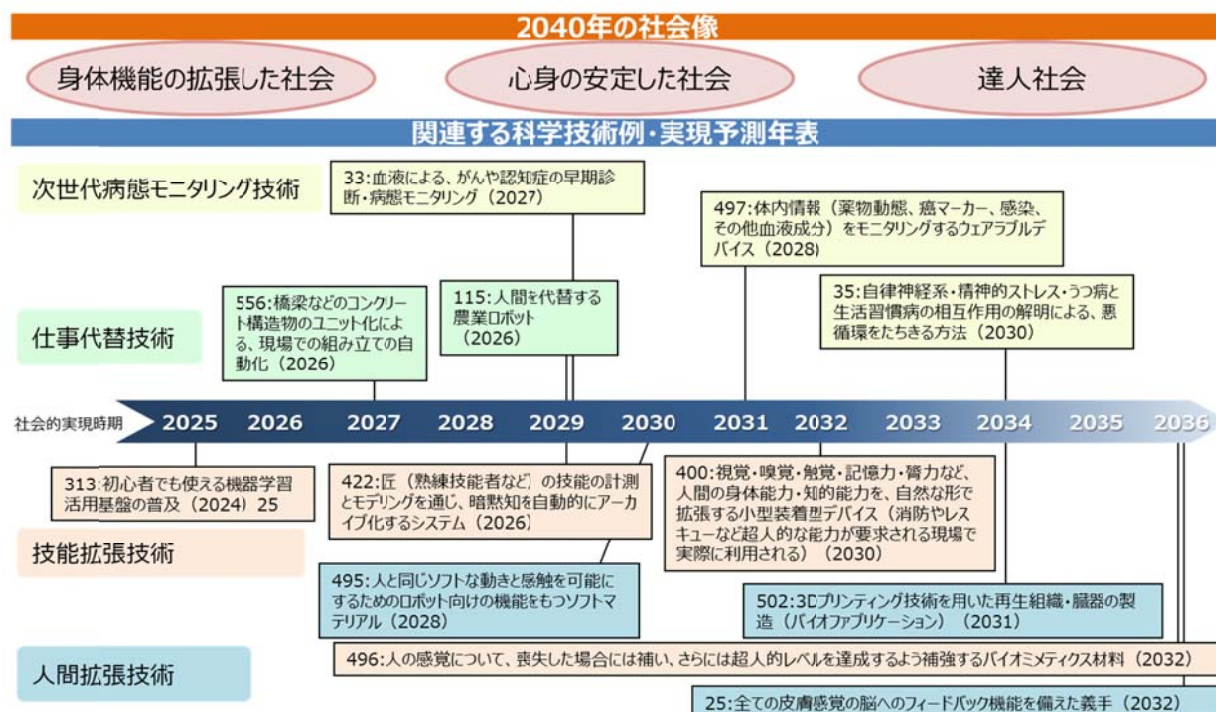
- 次世代健康管理技術：血液による病気の早期診断や、体内埋め込み型の健康管理デバイスなど、簡便で負担なく診断や管理ができる科学技術。
- 技能拡張技術：初心者でも扱える機械学習や、暗黙知をアーカイブするシステムなど、人間の匠の技能を拡張する技術。
- 仕事代替技術：構造物建築の自動化や、人間を代替する農業ロボットなど、これまで人間が行っていた仕事を代替する技術。
- 人間拡張技術：人間の身体の一部を補うだけでなく、身体機能の拡張技術や、それを可能にする材料科学技術。

社会像及び関連する科学技術を年表にしたものを図表 32 に示す。

③留意点と政策対応

人体操作に関して、人体操作・改造と人間の尊厳の対立という倫理的問題や社会的受容の問題が生じる可能性があり、社会的合意形成と法規制整備の議論が必要となる。また、遺伝情報や精神状態に関する情報など機微な情報をどのように保護・管理していくかが大きな課題となる。

図表 32：社会像及び関連する主な科学技術の実現年表（象限 C）



4.1.4. [象限 D] カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

ここで描かれた社会は、部分最適と全体最適について新たな均衡点が見出され、個人はストレスなく意識せずに好ましい選択を行う中で資源の適正配置・循環が行われる持続可能な社会である。

2040 年は、3D プリンタ等により生産拠点の概念が大きく変化し、個人の要求に応じて効率的に生産を行う拠点配置と輸送の最適化がなされている。資源・エネルギー問題や環境問題への対応として、個人間の所有物共有から産業構造まで含めた資源循環システムが機能し、多様なエネルギー源を組み合わせたエネルギー需給システムが稼働している。災害対応も進み、高精度なセンシング・モニタリングデータの解析により、災害時を想定した冗長性に配慮しつつ最適化が図られている。

①2040 年の社会像

【備える社会】

備える社会とは、災害への備えが十分になされ、自然災害から生き残る社会である。継続的な高精度のモニタリングと予測・シミュレーション及び災害時を想定したソフト・ハードのインフラ整備が基盤となって社会を支えている。災害対応インフラは平時も有効活用され、災害発生時には状況把握や被害拡大予測の情報に基づく意思決定支援システムが機能する。

【最適化社会】

最適化社会とは、単に効率化を目指すのではなく、例えば災害からの復元力を持つなど、不確実な未来の振れ幅を一定程度吸収できる余裕を持ち、限りある資源を適正に利用し循環させる社会である。生産と消費の効率化が図られ、必要以上にものを持たない暮らしが定着する。

【カスタマイズ社会】

カスタマイズ社会とは、消費者の細かいニーズに応える環境を整備し、消費者は苦勞せずに意向に沿った選択ができる社会である。大規模施設に依存しない生産拠点の最適配置や個人生産など、消費者の要求に応えつつ在庫や廃棄のロスを減少させた生産活動が行われる。

②関連する科学技術

カスタマイズと全体最適のバランスがとれた持続可能な社会を実現するためには、非常時にも配慮した適正な資源の配置と資源循環が必要となる。そのためには、モニタリング・センシング・予測、小規模生産、消費や行動の情報分析、冗長的なシステム構築などの科学技術が必要となる。これにより、従来の大量生産のコストで各個人が望むカスタマイズ化された製品を手に入れることが出来る。また、フードロスの解消や再生エネルギーの浸透は環境問題も改善可能である。

科学技術の重要キーワードモニタリング・センシング、エネルギーシステム、個別化等であり、中心となる科学技術としては、「次世代エネルギー技術」「デジタル製造技術」「全球モニタリング・

センシング技術」「資源循環支援技術」が挙げられる。

- 次世代エネルギー技術： 再生可能エネルギー利用、水素製造・貯蔵、高性能二次電池など、持続可能な社会に不可欠なエネルギー問題の解決に資する科学技術。
- デジタル製造技術： マス・カスタマイゼーション、3D/4D プリンティング技術など、カスタマイズに応えつつ最適化を達成する科学技術。
- 全球モニタリング・センシング技術： 大気状況観測、災害の予測や被害把握、位置情報把握など、自然現象から人工物まで含め様々な対象の現状把握と予測・シミュレーションを行う科学技術。
- 資源循環支援技術： 循環型でロスの少ない食料生産、人工光合成、レアメタル回収など、ロス削減並びに回収・再利用に関する科学技術。

社会像及び関連する科学技術を年表にしたものを図表 33 に示す

③留意点と政策対応

科学技術では解決されないトレードオフについて、何をもって最適とするのかの社会的合意が必要であり、リスクとベネフィットを客観的に判断できるような教育が求められる。

図表 33：社会像及び関連する主な科学技術の実現年表



4.2. 関連する科学技術

今回の基本シナリオにおいて結びついた科学技術トピックの例を図表 34 に示す。これらの実現時期等のアンケート結果については、資料 4 を参照されたい、上述のように、全 702 トピックの内、全ての科学技術が網羅的に結びついているわけではない点には留意願いたい。

基本シナリオの社会像は、ビジョンワークショップで得られた社会像を基にして作られている。当該ワークショップでは、生活者の立場から望ましい社会像が描かれたため、例えば宇宙デブリや海洋マイクロプラスチック問題の解決など、直接的に自分に関わる姿が想像しにくいものについては挙げられていない。例えば次に示す例のように、サステナビリティのように環境に係る文脈においても、資源・エネルギー・食糧問題等の人間が生活するための社会インフラ中心の記述になっている。

そのため、これらの像に対して科学技術を結び付けた今回の結果を見ると、地球環境問題を始めとする環境関連の科学技術はあまり抽出されていない。今後これらを回避するには、複数の視点を設定して検討するなどの工夫が必要であろう。

H3: ネオサステナビリティ社会	資源・エネルギーや食料問題を科学技術と制度の大幅改革により実現、新しい思想で住環境の最適化を図っている。養殖や合成食による食料供給、CO2 排出ゼロ、江戸のようなリサイクルシステム構築、家庭でのエネルギーや水の生産が行われた自給生活が可能となっている。
------------------	--

図表 34： 基本シナリオと結びついた科学技術トピック例

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	ウェルビーイング	従来の顧客満足度に加え、サービスを新たにデザインしたり評価したりする際の尺度として重要な、個々人にとってのウェルビーイングと Sustainable Development Goals (SDGs) への寄与に関する解析を実現する理論・技術
			遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム(自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク)
		スマートシティ	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ー
			小都市(人口 10 万人未満)における 100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、スマートグリッド制御システム
	暮らしのノーマライゼーション化技術	多言語・非言語ナビ	高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム
			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、地区から広域に至るシームレスな交通システム

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
B	全生物間コ ミュニケー ション支援 技術	ノーマライゼ ーション	建築&設備と一体化された AI、IoT、ロボット活用等による、高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善、ノーマライゼーション化
		脳機能 イメージング	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術 光をほとんどあてずに測定する被写体(生体)にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術
		体験伝達 メディア	個人の体験を、感覚情報のみならず、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それを編集・伝達・体験・共有できるようにするメディア
		多言語・ 非言語ナビ	画像認識と音声認識が融合したリアルタイム自動翻訳 発話ができない人や動物が、言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現したりすることを可能にするポータブル会話装置
	次世代 AI 技術	自動検知	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術
		情報抽出	非定形の文章・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術
		大規模シミュ レーション	社会活動の数理的解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム
	次世代 AI 技術	データ マイニング	文字、音声、画像等の情報から意味を抽出し、主要な情報欠落のない形で要約作成や情報媒体間変換・関連付け(実験結果の図から物理量を読み取る等)を行う知識集約型のデータマイニング技術
		汎用 機械学習	集約されたデータから、目的に合致した機械学習モデルを人手を介さずに組み立てる、汎用的な機械学習アルゴリズム(機械学習モデルの適用限界に関する数理科学的解明を含む)
		予測・制御	フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によるインフラのモニタリング、予測、制御技術
B	次世代 インターフ ェース	ロボット・ ヒューマンマ シンインター フェース	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型 HMI(ヒューマン・マシン・インターフェイス)デバイス
	次世代 セキュリティ 技術	リアルタイム モニタリング	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用 IoT 機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術(不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)
		量子暗号	量子情報通信技術の発展により、ICT システムの安全性の根拠が、既存の暗号技術に基づくものから、量子技術等に基づく新たな安全性のフレームワークへ置換
	次世代 データ活用 技術	ブロック チェーン	教育に AI・ブロックチェーンが導入され、学校の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現 社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ
		量子 コンピュータ	古典ゲート型コンピュータに比べて演算数を 10 桁以上削減できる、ゲート型量子コンピュータの特性を十分に生かすアルゴリズム 核磁気共鳴や超伝導など現在考察されている量子ゲート実現手法のスケラビリティの大幅な改良による、数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ(量子回路)
		オープン データ	都市に関するオープンデータ化を図り、多様な主体が保有するデータを共有・連携して活用できるプラットフォーム

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
B		大規模 データ活用	各機関で年間 1 エクサバイトの割合で生成される自然科学に関する実験データを記録・保存し、これを多くの産学官の研究者が 1Tbps 級のネットワークを通して 10 エクサフロップスを超えるスーパーコンピュータで利用できる環境の構築
			産学官が保有する各種データセット・データベースの内、少なくとも特定の分野(たとえば材料分野)で、データセット・データベース間の書式・様式の違いを人手を介することなく変換し、情報・データを連結することによって、あたかも一つの巨大データセット・データベースとして各種解析ツールから利用できるシステム
		データ流通・共有	あらゆるデータのオントロジーの統一による、世界中のデータ流通や共有コストの劇的減少
		電子地図	ダイナミックな情報、自動的な更新情報の収集も含めた、国土基盤となる電子地図
		電子ブック	すべての書籍が電子ブックとなる(紙による本の消滅)
		プロジェクト管理	BIM データに基づいて、設計～施工～出来形確認まで建築プロジェクト管理し、センサーやロボットにより維持管理する技術
		リアルタイムモニタリング	人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・高時間解像度気象予測と災害リスク評価システム
		量子中継	1000km に渡り量子状態を保つ量子暗号通信ネットワークを実現する量子中継技術
	次世代 テレプレゼ ンス技術	IT リテラシー	すべての国民が IT リテラシーを身につけることによる、誰もがデジタル化の便益を享受できるインクルーシブな社会の実現と IT 人材不足の解消
		遠隔操作	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどと競うことが可能な実空間上での自然な情報提示による AR スポーツ
		ウェブルーミング	ウェブルーミングやショールーミング(実店舗で商品を見て WEB で購入、もしくはその逆)など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術
		電力市場一般化	コミュニティ内や個人間での電力取引を中心とした電力市場の一般化
		ロボット・ヒューマンマシニターフェース	誰もが遠隔地の人やロボットの動作の一部もしくは全身を自在に操り、身体の前主や周囲の人と協調して作業を行うことができる身体共有技術
	自動運転 技術	自動運転	レベル 5 の自動運転(場所の限定なくシステムが全てを操作する) 自律航行可能な無人運航商船
無人農業			自動運転トラクタ等による無人農業、IoT を利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム
技能拡張 技術	生体適合	視覚・嗅覚・触覚・記憶力・膂力など、人間の身体能力・知的能力を、自然な形で拡張する小型装着型デバイス(消防やレスキューなど超人的な能力が要求される現場で実際に利用される)	
		人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオメディクス材料	
	AI 活用	匠(熟練技能者など)の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を自動的にアーカイブ化するシステム	

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
C	仕事代替 技術	機械学習活用	初心者でも使える機器学習活用基盤の普及
		人間代替 ロボット	人間を代替する農業ロボット
			ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴ったりする、建物・インフラ点検を代替するロボット点検化技術
			橋梁などのコンクリート構造物のユニット化による、現場での組み立ての自動化
		AI 活用	機械 (AI、ロボット) と人間の関係について社会的合意に達する (新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する)
			AI による予算執行、多人数の会議の時間と場所の調整、業務に必要な資料の準備、提案書や報告書の作成等の秘書業務代替システム
			ヒトが見聞きしても違和感のないレベルで所望の文章・画像・音などを自動生成する技術
	次世代 病態 モニタリ ング	ウェアラブル デバイス	体内情報 (薬物動態、癌マーカー、感染、その他血液成分) をモニタリングするウェアラブルデバイス
		健康医療 データベース	ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース (大規模コホート研究の推進に資する)
		病状 コントロール	血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング
			自律神経系・精神的ストレス・うつ病と生活習慣病の相互作用の解明による、悪循環をたちきる方法
			記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明
			統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬
			うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法
			依存症 (薬物、アルコール等) に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法
			自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法
			アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法
			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、ウイルスベクター等を用いた神経回路を標的とした治療法
			神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法
			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
		ライフログ センシング	生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム
		体内埋め込み デバイス	生体エネルギーで半永久的に動き続ける体内埋め込み健康管理 (検査・診断・治療) デバイス
	人間拡張	生体適合	全ての皮膚感覚の脳へのフィードバック機能を備えた義手

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
	技術		ナノテクノロジーによる生体人工物界面制御の精密化に基づく、高機能インプラント機器やドラッグデリバリーシステム(DDS)技術を可能とする高度な生体適合性材料
			疾患や加齢により衰えた筋骨格系の簡便で安価な機能補助技術
		バイオフアブリケーション	3D プリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造(バイオフアブリケーション)
		ソフトマテリアル	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル
D	資源循環 支援技術	植物工場	宇宙や極地利用を目指した自動化・無人化循環型植物工場
		人工光合成	CO ₂ の還元による再資源化(燃料や化学原料を合成)をエネルギー効率 20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成
		人工肉・人口食材	人工肉など人工食材をベースに、食品をオーダーメイドで製造(造形)する 3D フードプリント技術
		フードバリューチェーン	食品ロスの低減に向けたフードバリューチェーンのモニタリング・解析技術
		レアメタル回収・利用	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術
	次世代インフラ技術	自己修復材料	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築造物の機能を維持できる構造材料
		ドローン	都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」
	次世代エネルギー技術	エネルギーシステム	50MW 級洋上浮体式風力発電
			経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術
			電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池(寿命 15 年・コスト 0.5 万円/kWh 以下)
			太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造
		コプロダクション	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
	全球モニタリング・センシング	シミュレーション	超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発
			シミュレーションと機械学習を融合した実世界現象予測と実世界システム制御
		切迫度評価	日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうな火山を見い出すための切迫度評価
		統合防災システム	各種観測データやソーシャルメディアデータ等を統合的かつ実時間的に処理し、災害時の被災状況を即時性をもって把握するシステムに基づき、電力、水、通信などの都市インフラ復旧と支援物資物流・人的資源の最適化および避難経路の情報を、自治体、企業をはじめ個人レベルにまで迅速に提供しうる社会統合防災システム
		モニタリング・センシング	IoT 機器を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測システム
		予測技術	マグニチュード 7 以上の内陸地震の発生場所、規模、発生時期(30 年以内)、被害の予測技術
		リアルタイムモニタリング	都市空間のすべての人や車両(鉄道車両、自動車など)の位置情報がリアルタイムに把握可能となる都市全体の効率良い交通管制システム

象 限	科学技術 群	キーワード	科学技術トピック
	全球モニタ リング・ センシング	リアルタイム モニタリング	準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術
		リアルタイム 予測	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測
	デジタル製 造技術	3D/4D プリンティ ング・ 4D マテリアル	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造(3D プリンティング)技術
			形状加工後に自発的に変形・結合することで機能発現やシステム融合を可能にする技術(4D プリンティング・4D マテリアル)
		マス・カスタ マイゼーション	マス・カスタマイゼーションが自動車、衣服、レジャー用品など幅広い分野で普及し、既製品を購入するよりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態が主流となる

5. おわりに

(1) 検討結果の総括

本検討では、2040年に目指す社会の姿と実現が期待される科学技術を統合して、科学技術発展による2040年の社会像を描くことを試みた。

社会ニーズや社会の目指す姿と科学技術との関係性の検討に当たっては、目標とした社会像からのバックキャストとあわせて、科学技術がもたらす新しい価値が潜在的ニーズを掘り起こすなど、社会自体が科学技術によって変化することも考慮する必要がある。そこで、本検討では、望ましい社会像の大枠を設定した上で、社会起点の検討（望ましい社会に関わる要素を具体化し、実現に寄与する科学技術を抽出）と科学技術起点の検討（関連する科学技術を幅広に抽出し、その社会インパクトも含めて望ましい社会を具体化）を並行して行った。

検討の結果、2040年に目指す姿は「人間性の再興・再考による柔軟な社会」と集約された。具体的には、以下に示す四つの社会を実現することを目指すものである。

- ・ 人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会
- ・ リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会
- ・ 人間機能の維持回復とデジタルアシスタントの融合による「個性」が拡張した社会
- ・ カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

これらを実現する科学技術としては、健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギー関連を中心として、社会実装のイメージを描きやすい科学技術が多く結び付けられた。具体的には、健全な心身の維持管理技術、ノーマライゼーション技術、身体機能拡張技術、次世代 ICT 技術、AI、デジタル化技術、モニタリング・センシング技術、次世代エネルギー技術などが挙げられる。

こうした科学技術が望ましい社会の実現に寄与するためには、法制度や規制などの社会的障壁についての適時の検討が必要となる。調査結果からは、科学技術が社会に実装される段階で、法的・倫理的・社会的課題への対応の必要性がより大きくなることが示され、具体的項目としてはプライバシーと生命倫理が多く挙げられた。さらに、科学技術がもたらすであろう社会的インパクトについて、人間の尊厳など哲学的・倫理的な問題、公平性や信頼性など社会システムに関わる問題、リスクとベネフィット、トレードオフなど、議論すべき事柄は多様であることが示された。

(2) 検討工程への示唆

検討工程に関して得られた示唆は以下の通りである。

○科学技術発展がもたらす新しい価値の浸透

社会像の取りまとめに当たっては、ビジョンワークショップで提案された50の社会の未来像について、二つの軸（個人・社会軸と無形・有形軸）を建てて整理を行った。これらの軸は、社会

の未来像の記述を構造化する作業の中で帰納的に見出されたものである。このうち「無形・有形」軸は、Society 5.0（超スマート社会）の取組が進んだ状態を想定し、現実空間と仮想空間が同様の重みをもって議論された結果と考えられる。科学技術発展により個人の価値観や行動様式、また社会の在り方が変容することの認識が示されていると考えられる。

○社会の未来像に関わる科学技術抽出の限界

科学技術トピックの設定は社会の未来像の検討と別建てで行われたが、社会の未来像と結び付けられて抽出された科学技術を見ると、科学技術トピック全 702 件の 67%に当たる 470 件が抽出されている。これは、大半の科学技術トピックが、技術的な可能性のみならず社会的実現（実現された技術が製品やサービス等として利用可能な状況となる、あるいは普及すること）の可能性まで問う、すなわち社会実装を前提として作成されたことが理由と考えられる。

検討方法を比較すると、社会起点の検討において、より多くの科学技術トピックが抽出されたが、共通基盤的な科学技術トピックは抽出されにくかった。一方、科学技術起点の検討では逆の傾向が見られ、抽出された科学技術トピックは少なめであったが、共通基盤的な科学技術トピックも一定程度抽出された。二つの起点から検討を行うことにより、望ましい社会に関連する科学技術を幅広く抽出することができたと考えられる。

しかし、デルファイ調査で設定した 702 の科学技術トピックは各分野の代表的な科学技術の一部にすぎず、望ましい社会の実現に必要なだが取り上げられていない科学技術は種々存在すると考えられる。また本検討で取りまとめた科学技術群について、その実現に寄与する要素技術や一方社会実装に向けて必要となる応用技術など、基礎基盤から社会実装までを一気通貫で見通した時の抜けも多々存在すると考えられる。テーマを絞った深掘り検討により範囲を広げて実現の道筋を検討する必要がある。

また、出発点とした社会の未来像自体が特定の視点を重視したものであった場合は、それと関連性の薄い科学技術は抽出されない。本検討においてシナリオと結び付けられなかった科学技術トピックについても、改めて社会的な視点からの検討が求められる。

○社会的要因検討の必要性

基本シナリオワークショップでは、目指す社会の実現に科学技術が寄与するに当たっての留意点が挙げられ、また、追加的に実施した専門家ヒアリングでは、従来の価値観やシステムでは対応しきれない課題について、新しい社会の仕組みや社会的合意を得るための議論の必要性が指摘された。科学技術が社会に実装されるに当たっての課題は、科学技術の更なる発展によって解決に向かう場合もあれば、人文・社会的なアプローチが求められる場合もある。総論の議論には限界があり、個別の事例ごとに詳細な検討が必要となる。人文・社会科学が科学技術基本計画の範疇に含まれるのを機に、哲学的・根源的な問いから実用上の諸課題まで、幅広い議論が望まれる。

社会の複雑性や不確実性ゆえ、社会ニーズや目指す社会と科学技術との結び付けには不完全さが常に伴う。本検討では、望ましい社会像に関連すると考えられる科学技術の抽出に二つの起点を導入したことにより、より幅広い抽出を行うことができた。しかし、関連する科学技術の一部を特定したに留まっており、望ましい社会の実現に向けて科学技術群が時系列も考慮してどのように関わっていくのか、科学技術以外の要素として求められるものは具体的に何かなど、検討事項は多く残されている。

よりよい社会に向けて科学技術が担える部分は限定的であること、その一方で科学技術が社会を変える可能性が増大していることを認識した上で、各所で実施されている検討結果を持ち寄り、足りない視点を補い合いつつ関係者が議論を重ねることが必要と考えられる。今後こうした議論を充実させるには、多様な分野の専門家によるワークショップを実施するだけでなく、多様なシンクタンクとの連携による検討を重ねる等、あらゆる段階で多様性を求めていく必要がある。

(3) 新型コロナウイルス感染症の世界的流行後の社会変化への対応

本検討は、新型コロナウイルス感染症の世界的流行の前に実施されたものである。しかし、感染拡大により急速に変化しつつある社会環境を概観すると、ここで掲げた「人間性の再興・再考による柔軟な社会」は、感染症リスクとともに生きる時代においても目指すべき社会の姿として意味を持つと考えられる。

基本シナリオにおいて Society 5.0 の取組が進んだ先に描かれたのは、急速な変化に対応できる柔軟性を備え、人間性に根差した誰もが生きやすい社会である。そこには、自分と異なる存在を理解し尊重する排除や偏見のない社会、現実空間と仮想空間のそれぞれの特徴が生かされたデジタル化の進んだ社会、非常時からの復元力も含めて最適化がなされた社会等が含まれている。具体的には、災害等に対する事前・事後の対策、生産・労働・生活拠点の分散化とネットワーク、遠隔医療、遠隔教育、そしてそれらを支える ICT やデータなど、感染症の世界的流行によって加速が予想されるデジタルトランスフォーメーションの要素が多く挙げられている。

今後、社会環境や個人の生活様式が大きく変化してゆく中で、新たに求められる科学技術や社会システム等について、本調査のキーワードである人間性と柔軟性、デジタルトランスフォーメーションの動向等を踏まえて、深掘り調査などにより継続的な検討を行うとともに、次回調査に向けて、頻度は稀だが大きな影響をもたらす事象や不測の事象をどのように扱うかについて検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) 科学技術予測センター、「第 11 回科学技術予測調査 S&T Foresight 2019 総合報告書」、NISTEP REPORT No.183、文部科学省科学技術・学術政策研究所 (2019) : DOI: <https://doi.org/10.15108/nr183>
- 2) 科学技術予測センター、「第 11 回科学技術予測調査 デルファイ調査」、調査資料-292、文部科学省科学技術・学術政策研究所 (2020) : DOI: <https://doi.org/10.15108/rm292>
- 3) 科学技術予測センター、「地域の特徴を生かした未来社会の姿～2035 年の『高齢社会×低炭素社会』～」、調査資料-259、科学技術・学術政策研究所 (2017) : DOI: <https://doi.org/10.15108/rm259>
- 4) 科学技術予測センター、「第 8 回予測国際会議『未来の戦略構築に貢献するための予測』開催報告」、調査資料-275、科学技術・学術政策研究所 (2018) : DOI: <https://doi.org/10.15108/rm275>
- 5) 科学技術予測センター、「第 11 回科学技術予測調査 2040 年に目指す社会の検討（ワークショップ報告）」、調査資料-276、文部科学省科学技術・学術政策研究所 (2018) : DOI: <https://doi.org/10.15108/rm276>

資料編

資料 1. 第 11 回科学技術予測調査の概要

1. 背景と目的

我が国では、1996 年より 5 年ごとに策定される科学技術基本計画の下、科学技術・イノベーション政策・戦略が推進されている。第 2 期及び第 3 期科学技術基本計画における分野の重点化、第 4 期科学技術基本計画における社会課題達成型の重点化を経て、現行の第 5 期科学技術基本計画では、大変革を先導し、「超スマート社会」(Society 5.0) を実現することが目標に掲げられている。

近年の AI (人工知能) を始めとする ICT (情報通信技術) の急速な進展は、社会の仕組みや人間の行動様式に様々な変化をもたらしている。一方、世界においては、パワーバランスの変化、紛争や衝突の発生、地球温暖化の進行など、また国内では、生産年齢人口減と超高齢化の進行の中で、経済情勢、社会保障制度や健康保険制度の破綻のおそれ、地域インフラの維持・管理など、社会の先行きは不透明さを増している。このように科学技術や社会の未来について不確実性が高まる中にあっては、科学技術進展とそれが社会にもたらす様々な可能性、また社会からの要請を中長期的な視点で幅広く捉えた上で、不確実性に柔軟に対応できる科学技術・イノベーション政策・戦略が求められる。

こうした背景を踏まえ、第 6 期科学技術基本計画を始めとする科学技術イノベーション政策・戦略の検討に資する基礎的な情報を提供することを目的として、本調査を実施した。

2. 調査の枠組み

本調査は、科学技術発展による社会の未来像を検討するものである。日本社会を考える上では、産業、労働、社会保障、教育、医療、環境、交通、食料需給、エネルギー需給、外交・安全保障など、また、SDGs や地球環境など、国内・国際の様々な視点があり得る。本調査は、様々な視点による社会の未来像の中で科学技術が関わることが可能な部分に焦点を当てる。未来を展望する期間は 2050 年までの約 30 年間、約 20 年後の 2040 年をターゲットイヤーと設定し、超スマート社会 (Society 5.0) の実現に向けた取組が進んだ状況を想定した。

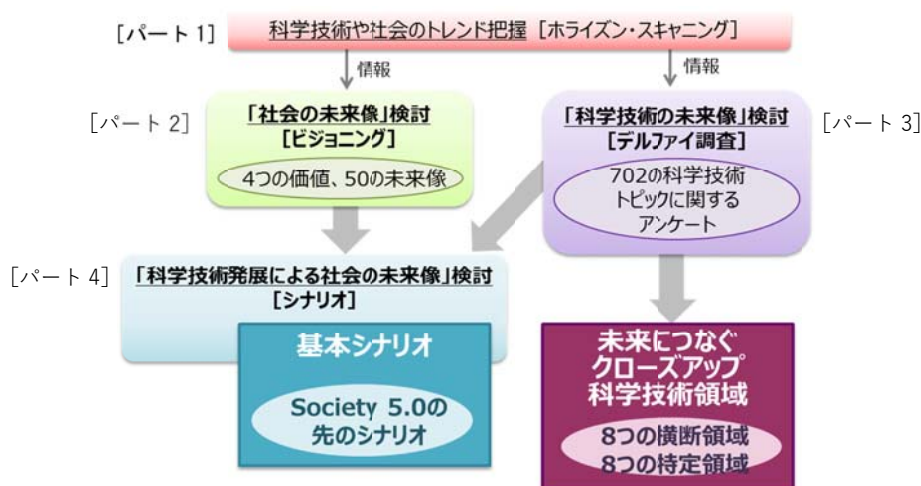
3. 調査の構成

本調査は、下図に示すように、科学技術や社会のトレンド・変化の兆しを把握する「ホライズン・スキニング」(パート 1)、社会の未来像を検討する「ビジョニング」(パート 2)、科学技術の未来像を検討する「デルファイ調査」(パート 3)、科学技術発展による社会の未来像を検討する「シナリオ」(パート 4) の 4 部から構成される。

本調査では、「科学技術がどのように発展し、社会に何をもたらすのか」を考えるフォーキャス

ト、「ありたい社会の実現に向けてどのような科学技術が必要か」を考えるバックキャストの双方向から検討を行い、最後に統合する形をとった。まずパート 1「科学技術や社会のトレンド把握（ホライズン・スキャンニング）」において、科学技術や社会のトレンドを既存資料等から収集・整理した。次いで、パート 2「社会の未来像検討（ビジョニング）」において、パート 1 からの情報等を踏まえ、2040 年に目指す日本社会の未来像についてワークショップ形式で検討した。パート 3「科学技術の未来像検討（デルファイ調査）」では、パート 1 からの情報等を踏まえ、分野別分科会において科学技術トピック（2050 年までの実現が期待される研究開発課題）を設定し、デルファイ法による専門家アンケート*により、多数の専門家の意見を収集した。あわせて、分野の枠にとらわれずに、内容の類似度により科学技術トピックをグループ化し、今後推進すべき科学技術領域を抽出した。最後に、パート 4「科学技術発展による社会の未来像検討（シナリオ）」において、パート 2 で得られた日本社会の未来像、及び、パート 3 で得られた科学技術トピックを統合して「基本シナリオ」を作成した。

*回答を収れんさせるため、同一回答者に同一設問を繰り返すアンケート。本調査では、2 回繰り返し、2 回目は回答者に 1 回目の集計結果を示して再考を求めた。



4. 報告書の構成

本調査の一連の報告書は、調査の構成に沿って以下の通り作成される。表紙裏の書誌情報に該当する区分番号を示す。

区分	番号	内容
総論	1	全体像
各論	2-1	社会の未来像の検討
	2-2	科学技術の未来像の検討：デルファイ調査
	2-3	科学技術の未来像の検討：未来につながるクローズアップ領域
	2-4	科学技術発展による社会の未来像の検討：基本シナリオ
	2-5	科学技術発展による社会の未来像の検討：テーマ別シナリオ
詳細分析・方法論	3-1～	各論に関連した詳細分析や方法論等

資料 2. ビジョンワークショップ実施概要

以下に、ビジョンワークショップに係る内容を一部改変し引用する。詳細については参考文献 5 を参考にされたい。

目的

第 11 回科学技術予測調査のパート 2「ビジョニング」の一環として、ビジョンワークショップを開催した。本ワークショップは、研究開発の方向性を探るための重要な要素である将来社会が目指すべき方向性について、将来の様々な変化の可能性を踏まえ、産学官の多様な視点から検討を行うことを目的とした。

方法

2040 年に目指す社会を描くことを目的として、2018 年 1 月に科学技術に関わる有識者・関係者 96 名が参加するビジョンワークショップを実施した。参加者は 10 のグループに分かれて検討を行った。グループ編成に当たっては、専門分野、産学官区分、性別などの属性に多様性を持たせた。

検討の流れを資料図表 1 に示す。まず、あり得る将来の可能性を共有した上で、参加者は、複数の社会像をセンテンスとして書き出し、これをグループ化して理想の社会像を抽出した。次いで、科学技術関与度と実現可能性の程度に応じて理想の社会像をマッピングし、理想の社会像の実現に寄与する科学技術及び科学技術以外の要素（社会システムなど）を書き出した。最後に、総合討論を行った。

資料図表 1 ワークショップにおける検討の流れ

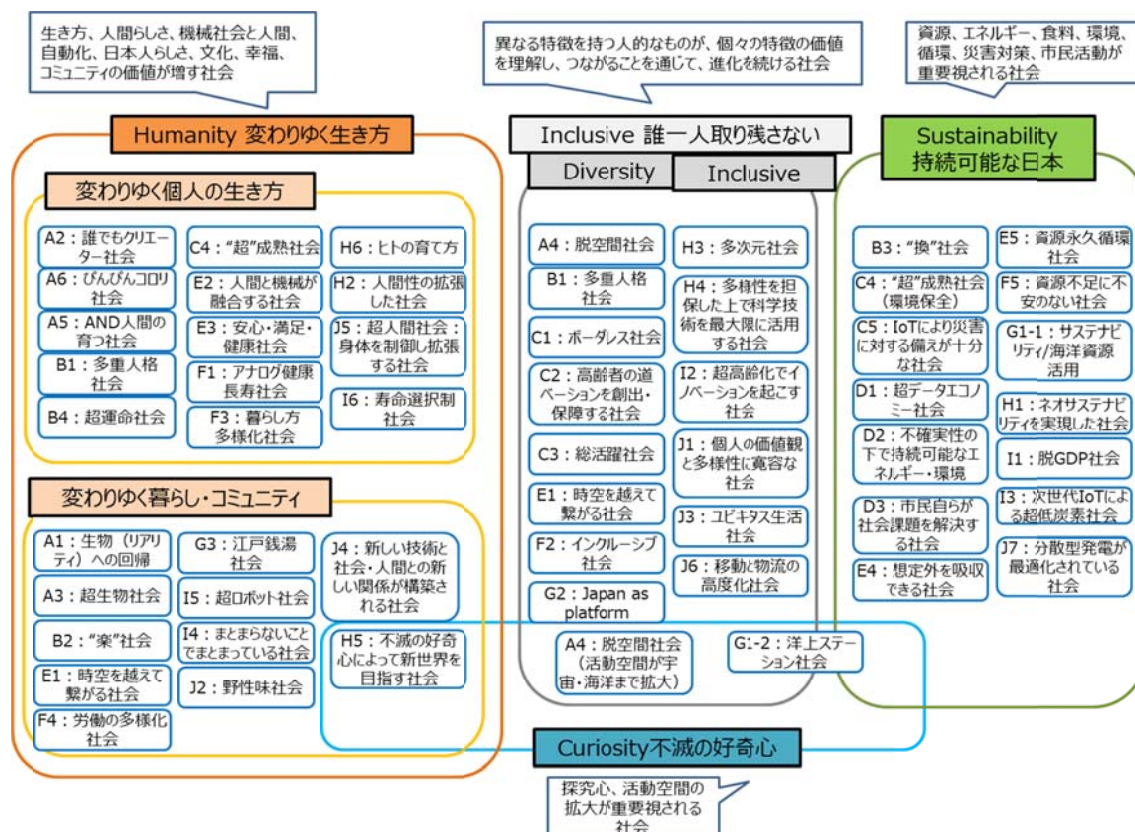


結果と総括

グループ討論から得られた理想の社会像を内容に応じて分類したところ、資料図表 2 に示すように、Humanity、Inclusive、Sustainability、Curiosity のキーワードに集約された。「Humanity」では、人間らしい生き方、社会と人間、自動化、日本人らしさや文化、幸福、コミュニティの価値が高まる社会像が描かれた。「Inclusive」では、異なる特徴を持つ人が個々の特徴やそれぞれの価値観を理解し、つながることを通じて進歩する社会像が描かれた。「Sustainability」では、資源、エネルギー、食料、環境、循環、災害対策、市民活動が重視される社会像が描かれた。「Curiosity」では、探究心とともに、活動空間の拡大が重視される社会像が描かれた。全体的にみると、エネルギーや食料など人間が生きていくために必須の条件が満たされ、すべての人が幸せに生きるため平等の扱いを保証し、より良く生きるための個人とコミュニティの活動が尊重された上に、好奇心によるフロンティア開拓が重視される社会が描かれた。

日本においても持続可能な開発目標(SDGs)の議論が行われ、また、府省のビジョン検討においても本検討と類似する結果が得られている。これらから、幸せな生き方、食料やエネルギーの確保、災害に強い社会という共通ビジョンが見出せる。「不滅の好奇心」は、本検討に特徴的なキーワードである。

資料図表 2 2040 年の日本の理想の社会像(ワークショップ結果の最終まとめ)



資料 3. 基本シナリオ：小シナリオ一覧

【基本シナリオ A】

社会起点

カテゴリー名	共生
科学技術	多様な価値が共生するための科学的知見に基づいた道德教育、共通体験を生み出す VR など
社会実現への懸念事項	コミュニティ内では興味・関心、文化・価値がますます純化し、他のコミュニティに対するヘイトや無関心、コミュニティ間の分断が進む。異質の価値にふれあう機会や、コミュニティ間で共通の体験・経験を生み出す機会が求められるようになっている。
概要	少子高齢化による人口減により、外国人が増加している。社会全体が多様化し、文化、価値観の異なる複数のコミュニティが誕生している。従来の血縁・地縁に縛られない、共有された文化・価値でつながった新しい形の”家族”、コミュニティが生まれ、それぞれの「聖地」で暮らすようになっている。

カテゴリー名	好きな場所で暮らす
科学技術	ロボット、AI など
社会実現への懸念事項	持続的にサービスを利用するためのメンテナンスコストなど
概要	オフィスの仮想化により、好きな場所で暮らすことが可能になり、首都圏一極集中が分散化する。それでもなお人手不足は深刻な問題であるが、ロボットや AI などによる無人サービスが普及し、補完している。これにより、人々に時間的な余裕が生まれ、エンタメ産業や知的活動が活性化、産業構造が劇的に変化している。特に、”リアル”な労働や生身の実体験の価値が相対的に高まっており、それに関わる多様なサービス産業が誕生している。

科学技術起点

カテゴリー名	匠のアーカイブ&リモートワーキング
科学技術	ワーカープロダクティビティモニタリング、空飛ぶ車・ドローン、価値尺度評価化、フィジカルサイバーシームレス結合、A I
ストーリー	私は朝目が覚めたときに準備をして、好きな時間に仕事をし、好きな時間に遊んでいる。買い物等面倒なことは自分の代わりにロボットがしてくれる。ドローンが荷物を届けてくれることもある。

カテゴリー名	感情の科学技術（脳機能の計測、可視化、伝達）
科学技術	ライフコースヘルスケア技術、超小型H N I、バイオミメティクス、脳機能イメージング、体験伝達メディア
ストーリー	データサイエンスの進展によって、心の小さな変化が計測され、可視化さ

	れ、伝達可能になっている。心や感情のケアが技術が進展し、必要なときに適切な相手に迅速にシグナル伝達されることで、うつなどの精神疾患やいじめ、家庭の問題は解決されている。
--	--

カテゴリー名	各種拠点（都市・農地・職場・生活）のシフト&高度化
科学技術	時間や場所に縛られない意思決定システム、自立型都市圏構築技術、自然機能を活かす技術、海洋センサー、海洋ポテンシャル活用技術、ZEH、ZEB
概要	インフラの整備が進み、生活・仕事の拠点が分散、多様化している。職業も複合的になり、意思決定は時間や場所に縛られないため、データが集まる場所に仕事があつまり、都市は地方に移動可能な状況になっている。一方で農業・水産業に従事する者が増え、農業を視覚的仮想技術で支援する環境が整っており、高付加価値の農産物を生産する事が容易になっている。

カテゴリー名	遊び心を豊かにするバーチャル/グローバルサポート
科学技術	バーチャルエージェント、高齢者の安全移動技術、多言語・非言語ナビ
概要	バーチャルエージェントが開発され、AIによって、あたかもそこにガイドさんがいるかのように観光を楽しむことが出来ている。多言語・非言語ナビや、高齢者移動の技術も発達し、年齢・人種を問わず日本を楽しむことが出来るようになり、日本がバケーション人気1位となっている。

【基本シナリオ B】

社会起点

カテゴリー名	リアル・バーチャル
科学技術	脳測定技術、脳科学、五感インターフェース、AR・VR、テレグジステンス、アバター、自動翻訳、ロボット、5G, 6G
社会実現への懸念事項	価値がわかるか？、好きか？判断できるか？、データのバイアス、データの悪用、教育、健康、予防医療、人の知識、自己決定スキル
概要	データやアルゴリズムのオープン化により、誰でも同じものを作るようになったが、価値を評価できる人は限定的。全体としては、創造性・生産性は伸び悩む。

カテゴリー名	世界の生産
科学技術	セキュリティ、プロジェクトマネジメントツール、自然言語処理、大容量通信技術、食物工場（肉・魚・植物）、昆虫
社会実現への懸念事項	徴税権、納税義務
概要	価値観を共有する集団同志がつながって世界規模でものづくり・サービス創造をしている。（スピードが競争力、質が重要）

カテゴリー名	無料・アバンドンス
科学技術	Geo Engineering、蓄電、自然エネルギー、エネルギーハーベスト
社会実現への懸念事項	リソースの保有者は誰か、コスト
概要	”共感する人々がお互いのもつリソース（家、車、スキル）を提供しあい生活を支える。

カテゴリー名	オープン家族
科学技術	深層マッチング技術
社会実現への懸念事項	倫理、法規制
概要	血縁に基づいた伝統的な家族からオープン家族へ変化する。結婚しない個人の集合としての新しい家族が生まれる。ゆるいつながりで伝統的な家族の役割を果たす。例えば、子育てを血のつながりのない友人や隣人で行う。介護を友人同士とするなど。

科学技術起点

カテゴリー名	人と健康
科学技術	ライフスタイルビッグデータ、リアルタイムモニタリングシステム、ヒューマン・マシン・インターフェイス
概要	プライバシーとセキュリティとの関係が整理できれば、常時、人の健康状態がモニタリングされ、いつでもどこでも必要な高度な医療が提供される。これにより、人の健康は確実に改善する。必要に応じて、デバイスを埋め込んで健康を維持する。ただし、更なる高齢化の進行、や少子化による遺伝症の蔓延が懸念される。また、人とアバター（自分やユーザーの分身）の存在意義の戦いは水面下で着実に進行する。

カテゴリー名	ロボットと匠
科学技術	ロボット、標準化、サービス化、無人化、自立移動
概要	大部分の人間の作業は既にロボットに置き換わっている。世界のあらゆる作業のデータは、時間と空間を超えたネットワークで情報共有される。超人的あるいは高度技能を有したロボットが、医療や救助が必要な場面で利用される。人にとって快適でない場所や状況での作業は、ロボットが担っている。また、人にしか出来なかった事を再現性良く機械化し、技能を後世に伝え省人化されている。ただし、それによって技能系職業の駆逐や発展停止が懸念される。一方、本当の匠の技やサービスはデータ化・標準化し難く、今の何倍も重要になり、これらのほんの少しの人々は、ロボットよりも価値を持つようになる。

カテゴリー名	地球
科学技術	リモートセンシング、ネットワーク、リアルタイムモニタリング
概要	異なった基準や精度の国々のデータの寄せ集めでは、地球の正しい姿はわ

	<p>からない。国を超えたネットワーク技術が、高精度モニタリング・リアルタイムオペレーションできれば、地球環境は改善する。地球で何が起きているかをモニタリングするセンサーネットを構築し、食料・資源・災害・公害の状況を把握できるようになる。これにより、あらゆる人的被害が回避される。ただし、データの悪用等により世界規模のパニックが発生する懸念がある。未来社会では、人そのものの不確実性だけが変動要素と考えられる。</p>
--	---

カテゴリー名	ICT（通信）基盤
科学技術	遠隔システム、人工知能、高速情報システム、量子暗号通信ネットワーク
概要	（注）このカテゴリーは、グループB及び他の3シナリオ実現のために必須の共通基盤であり、シナリオはない

【基本シナリオC】

社会起点

カテゴリー名	機能を「足したり引いたり」する
科学技術	脳へデータを送る技術、身体を理想的に整えるシステム、人の神経とサイボーグ部品を簡単につなぐ技術、人体の部品の規格化、3D生体プリンタ、欠落した身体部位を完全に補完する技術、人の個性を分析するシステム
社会実現への懸念事項	人体操作・改造と人間の尊厳の対立という倫理的問題、心身の操作についての社会的受容、法規制、個性の喪失、遺伝子情報等の機微情報の保護、平等化の副作用（社会不安）
概要	<p>身体や精神の機能を付加したり除去したりする技術を「足し引き」の技術と呼ぶ。この[足し引き上手の社会]とでもいうべき未来では、本物の人体と区別のつかない装具、心の隙間を埋める医療技術、他人の様々な経験を経験知情報として購入できるサービスなどが実用化されている。これらの技術やサービスを利用し、個人を物理的又は精神的に「足し引き」することで、人間は人々が理想的であると考えようような風貌や性格のものへと徐々に均質化していく。この均質化により、個人の差異に基づく様々な格差は解消されるかに思えたのだが、今度は「人と同じこと」に価値が見いだされなくなり、「人と違う」すなわち機能拡張等で操作されていない「オリジナル」な個性が価値を持ち（人間のビンテージ化）、尊重されるという回帰現象が起こる。この時には「人と違う」個性や体験を均質化された人々に提供するサービスがブームになるという逆説的な社会現象が生じているかもしれない。</p>

カテゴリー名	「気持ち」や「心」をコントロールする
科学技術	体調によらず安定した能力を発揮することができる技術、精神状態の薬物等によるコントロール、楽しさや成功体験を迫体験できる技術、心の状態を数値として科学的に表現できる技術、感情を抑える技術や薬、ポジティブサイコロジック意識変容システム、ここ人向けに最適化された評価レーティングシステムによって意思決定をアシストする技術

社会実現への懸念事項	人体操作・改造と人間の尊厳の対立という倫理的問題、心身の操作についての社会的受容、法規制、個性の喪失、遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護
概要	「足し引き」社会の中でも特に、気持ちや心の足し引きが重要となってくる。個々人が均質化されていく、あるいはすでに完全に均質化された未来では、人々の精神もまた均質で平安なものとして調整されている。その一方で均質な心の「平安」事態に違和感を覚え、コントロールされた「平安」自体に不安を覚える層が現れる。その結果、心の状態をカスタマイズするサービスが現れ、好評を博している。心の興奮や刺激的な体験もサービスとして購入され、人々は定常状態となった心の「平安」からひと時解放されるのである。

カテゴリー名	より「健康」になる
科学技術	不妊の解消を含む老化防止技術、PTSDの記憶のリセット技術、病気の発症予防や悪化防止を可能にする免疫調節技術、脳の日活動領域を解明し機能させる技術、健康状態をモニターし自己管理する技術
社会実現への懸念事項	心身の操作についての社会的受容、法規制、医療倫理、個性の喪失、遺伝子情報等の機微情報の保護、遺伝子情報・精神状態等の機微情報の保護
概要	人間の遺伝的素因、免疫系等の特徴、動作や心の状態、思考の特徴などの状態（変化値）を把握することができるようになっている。その結果、個人の長に合った理想の状態を作るための健康づくりの方法が様々な提案され実現していくことになる。個々人の性格特性に合わせた心理的支援技術により、楽しい毎日を送ることが容易となり、人々の健康状態は大幅に改善する。逆に健康が損なわれる恐れがあるときには早期に警戒できるシステムが整備されている。健康に対するリスクや健康状態の悪化が生じた場合、計測される数値の変化としてとらえられ、個々人へ迅速にアラートとして知らされる。その際、健康状態の改善策として複数の選択肢が自動的に提示され、自分自身で将来の健康の在り方を選ぶことができるようになっている。

科学技術起点

カテゴリー名	外部知能ネットワーク活用
科学技術	個人データの保護、セキュリティシステムの確立、高齢者・障害者でも的確なコミュニケーションが可能となる技術、音声言語エンジン、個々人のデジタルアシスタント、遠方の情報の転送技術、外部情報の取得、新たな移動方法
概要	“2040年、完全にデジタル化され、常時無意識にネットワークがつながった社会で、個人データを保護しながら利便性を確保したセキュリティシステムが確立している。国や言語の壁を越え、高齢者や障害者であっても的確なコミュニケーションを図ることができる音声言語エンジンが一般化され個々人のデジタルアシスタントとして社会的にも認知されている。遠方の情報（匂い、温度等）もリアルタイムで把握でき、呼べば何処へでも移動できる自動運転車や支援ロボットが実用化されるなど外部の情報取得や移動方法が拡張された社会が実現している。

カテゴリー名	機能の維持・回復（セルフ・メディシン）
概要	再生医療・補助ロボット技術等の進歩により、失われた機能の回復が可能となった。障害者という概念は消失している。認知症はパーキンソン型、アルツハイマー型、血管閉塞型等に分類され、各々に適切な治療が確立した。非侵襲性ポータブル血管イメージング法により、国民は各自の血管老化状態に応じ、生活習慣を変化させている。うつ病等精神疾患の病態解明が進み、各自で行う病状コントロールは容易となった。また、精神状態のモニターも可能である。骨粗しょう症に対する社会の理解が進み（十分なインプリメンテーション）、骨折・転倒による寝たきり老人は激減した。

カテゴリー名	2040 年第 1 回シニアオリンピック in 東京
科学技術	生態系や気象を考慮した 100%自立型再エネ、A I による効率的なシステム、リアルタイム映像配信、自動翻訳、身体サポート超小型デバイス、IoT、ICT、アレルギーを起こさない食品の製造技術、食べるワクチン
概要	このオリンピックの開催には年齢・性別・国籍などに関係なく多様な人々がかかわっている。スタジアムの設計は生態系や気象を考慮した 100%自立型再エネが導入されることになっている。会議は A I による効率的なシステムによって進行されている。会議の映像はリアルタイムで届き、自動翻訳によってスムーズに議事が進行している。会議での議題の一つはこのオリンピックをいかに関係者の残業なく実施できるかということである。また、心身における能力をサポートする超小型デバイスを体内に埋め込まれた選手をどう扱うかということも議題になっており、ディスカッションは長引いているようだ。しかし、もう一つの議題であった IoT、ICT による製品情報によってアレルギーを起こさない食品製造技術を利用した食べるワクチンを配布することは決定できた。

カテゴリー名	モノづくりの匠・農業の達人
科学技術	匠の技術のアーカイブ化・集合知化、3D プリンタ、設計・施工・点検に関するロボット、設計・施工・点検に関するセンサー、バイオマスリファイナリー、AI 農業ロボット、AI を活用したリサイクル技術、作物の品質のリアルタイム定量分析技術
概要	匠の技能がアーカイブされているほか、モノづくりの前例がオープンな場で集合知として活用できることから、安価になった 3D プリンタを用いて、誰でもどこでも匠のモノづくりができる。設計・施工・過去の点検データを用いて、ロボット・センサーが自動・自律的に支援し、点検・診断で品質や安全が保障される。各種の工業製品が可能なバイオマスリファイナリーが活用される。人工衛星で正確な位置・天候情報を持つ A I 農業ロボットが作物の品質・出来具合を生産現場において非破壊・リアルタイムで定量分析するので、誰でも達人のような収穫が得られる。モノづくりや農業からの廃棄物処理では、リユースを促進する革新的解体技術、AI を活用したメンテによる廃棄物処理・リサイクル（エネルギー活用・再資源化）施設の自動運転が行われ、環境や持続性が保障される。

【基本シナリオ D】

社会起点

カテゴリー名	生産と消費活動の冗長的な最適化
科学技術	AI、モニタリング、電力の生産・移送・消費の自動、常時双方向の最適化、小消費電力、個人消費のコントロール技術、データ解析
社会実現への懸念事項	地域差、個人欲求のコントロール、費用負担（国、個人）
概要	カスタマイズ要求に応え、大規模施設に依存しない生産活動（これにより在庫ロスが減少し再利用が促進される） 地方都市での生業の実現 最適生産に関する”拠点”の再定義 社会の基礎材である紙不足が生じ、紙でのやり取りに支障が生じる（現在のPET不足の次なる段階）

カテゴリー名	災害から生き残る
科学技術	チップ、タグ、モーター（もしくは筋肉）、空中通信基地局、電池・蓄電、水インフラのコントロール、保存技術、個人への情報提供と行動誘導、耐久性、7G
社会実現への懸念事項	最適化と冗長性（もしくは復元力）のトレードオフ、地域差、市民としての教育（リテラシー問題）
概要	災害等も踏まえ、”持たない”暮らしが一般化する。 災害時に必要な情報が直ぐにわかる（安否や状態がわかるようになる） 生産と消費において”D(Disaster)モード”が事前に構築され、災害時に最適化される（制度面は災害時の権限移譲の仕組みの整備、技術面はAIによる対応） ネックは電気、電波の確保

カテゴリー名	”運ぶ”の最適化
科学技術	無音プロペラ、ドローン、海線路、無人移動型自動販売機
社会実現への懸念事項	事故（事故への対応）、空間の権利、上空の権利、景観（ドローン輸送に伴う空の景観問題等）
概要	これまでに使われていない”運ぶ”手段が最適化される。例えば、騒音対応がなされた無騒音・新幹線の登場により、高速物流網が構築される等。海線路等の海を新たに活用した”運ぶ”手段の実現。 ドローン等の空中輸送の一般化による、空（空中）の混雑、渋滞問題。

カテゴリー名	自分が選んでいると思っている暮らし：”カスタマイズ”社会
科学技術	表情認識、プライバシー、脳モデル、行動科学、センサー、感性の数値化・指標化
社会実現への懸念事項	個人データのプライバシーの保護、プライバシー侵害と自己認識の崩壊、データの管理権（金を出せば守ることができる権利）
概要	個人の行動、嗜好（たしなみ）を差し出すことが一般化する（差し出す情

	<p>報は、他者との関係性も含む)。これにより、マイナンバーの本来の姿が実現する。</p> <p>個人の情報が検索できることで、家族間、親子間で新たな家庭問題が生じる（子どもの行動を監視するだけでなく、子どもも親の行動、嗜好を把握できるようになる）</p>
--	--

科学技術起点

カテゴリー名	おまかせ
概要	<p>今まで取れなかったデータ・情報や遠隔（リモート）での操作を可能とする技術により、都市やエネルギー・物質・食料生産空間において消費者の求める移動や食事・買い物・医療等の行動が「意識せず（苦勞せず）」に行われるようにする支援（企み）が進められている。</p>

カテゴリー名	カスタマイズ
概要	<p>ビッグデータに基づき、AI、IoT、ロボットを駆使し、個人の様々な細かいニーズに応える社会を実現する。3D プリンティング当を活用したパーソナルファブ리케이션によって、個人特化した食品・医療・化粧品をはじめとして、さらには自分の家の設計から臓器までもがカスタマイズされる。究極的には、五感の感覚体験までカスタマイズされ、移動せずとも旅行からスポーツ競技が可能になる。</p>

カテゴリー名	まえもって
概要	<p>個人の健康状態から地球規模の気象状況まで、様々な情報を常時センシングし、異常を予測し、わかりやすく提示できる。</p> <p>また、その情報をもとに太陽なレベルでの基準を策定し、意思決定を支援する。</p> <p>これらの高度システムは誰でも簡単に扱うことができる。</p>

資料 4. 基本シナリオと結び付いた代表的科学技術トピックの詳細

注：

実現時期（技）：日本を含む世界のどこかで科学技術的に実現する時期

実現時期（社）：日本で社会的に実現する時期

重要度：30 年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度（+2（非常に高い）～-2（非常に低い）として指数化）

国際競争力：現在の日本が置かれた国際競争力の状況（+2（非常に高い）～-2（非常に低い）として指数化）

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	27	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）	2028	2030	1.36	0.37
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	210	小都市（人口 10 万人未満）における 100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、スマートグリッド制御システム	2029	2033	0.94	0.34
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	211	小都市（人口 10 万人未満）における、エネルギー自給自足や完全資源循環のクローズドサイクル化の実現	2033	2035	0.82	0.17
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	367	従来の顧客満足度に加え、サービスを新たにデザインしたり評価したりする際の尺度として重要な、個々人にとってのウェルビーイングと Sustainable Development Goals (SDGs) への寄与に関する解析を実現する理論・技術	2027	2028	0.59	0.02
A	価値中心コミュニティ形成支援技術	62	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ー	2029	2031	1.00	0.32
A	暮らしのノーマライゼーション化技術	522	建築&設備と一体化された AI、IoT、ロボット活用等による、高齢者、障がい者、子育て世帯等の住生活機能改善、ノーマライゼーション化	2029	2030	1.38	0.56
A	暮らしのノーマライゼーション化技術	560	高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム	2025	2028	1.43	0.35
A	暮らしのノーマライゼーション化技術	561	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、地区から広域に至るシームレスな交通システム	2028	2031	1.42	0.19
A	コミュニケーション支援技術	88	脳機能を細胞レベルで非侵襲的に測定できるイメージング技術	2030	2035	0.98	0.39
A	コミュニケーション支援技術	303	画像認識と音声認識が融合したリアルタイム自動翻訳	2027	2029	0.79	0.13

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
A	コミュニケーション支援技術	398	個人の体験を、感覚情報のみならず、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それを編集・伝達・体験・共有できるようにするメディア	2030	2033	0.74	0.34
A	コミュニケーション支援技術	402	発話ができない人や動物が、言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現したりすることを可能にするポータブル会話装置	2031	2034	0.52	0.25
A	コミュニケーション支援技術	470	光をほとんどあてずに測定する被写体（生体）にダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術	2035	2038	0.51	0.33
B	サイバー・フィジカル融合技術	228	コミュニティ内や個人間での電力取引を中心とした電力市場の一般化	2026	2031	0.43	-0.23
B	サイバー・フィジカル融合技術	332	自動運転トラクタ等による無人農業、IoTを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	2026	2027	1.35	0.61
B	サイバー・フィジカル融合技術	358	ウェブルーミングやショールーミング（実店舗で商品を見てWEBで購入、もしくはその逆）など、サイバー空間と実空間を行き来する利用者の行動を統合して解明できる技術	2025	2028	0.76	0.03
B	サイバー・フィジカル融合技術	399	誰もが遠隔地の人やロボットの動作の一部もしくは全身を自在に操り、身体の内蔵主や周囲の人と協調して作業を行うことができる身体共有技術	2030	2033	0.93	0.64
B	サイバー・フィジカル融合技術	405	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどと競うことが可能な実空間上での自然な情報提示によるARスポーツ	2028	2030	0.17	0.31
B	サイバー・フィジカル融合技術	568	レベル5の自動運転（場所の限定なくシステムが全てを操作する）	2030	2034	1.24	0.44
B	サイバー・フィジカル融合技術	573	自律航行可能な無人運航商船	2027	2031	0.74	0.45
B	サイバー・フィジカル融合技術	397	すべての国民がITリテラシーを身につけることによる、誰もがデジタル化の便益を享受できるインクルーシブな社会の実現とIT人材不足の解消	2028	2032	1.13	-0.23
B	次世代AI	305	非定形の文章・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術	2026	2029	1.28	0.03
B	次世代AI	534	フィジカル・サイバー空間のシームレス結合によるインフラのモニタリング、予測、制御技術	2028	2030	0.96	0.25
B	次世代AI	551	設計・施工・過去の点検データに基づき、ロボット・センサーが自動的・自律的に点検・診断し、異常を発見・通知する技術	2028	2029	1.29	0.48
B	次世代AI	655	社会活動の数理解析に基づく社会数理モデルと社会活動データを用いた大規模シミュレーションによって、政策の意志決定を支援するシステム	2030	2034	0.52	-0.22
B	次世代AI	656	文字、音声、画像等の情報から意味を抽出し、主要な情報欠落のない形での要約作成や情報媒体間変換・関連付け（実験結果の図から物理量を読み取る等）を行う知識集約型のデータマイニング技術	2027	2030	0.79	0.15

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
B	次世代 AI	657	集約されたデータから、目的に合致した機械学習モデルを人手を介さずに組み立てる、汎用的な機械学習アルゴリズム(機械学習モデルの適用限界に関する数理科学的解明を含む)	2029	2032	0.90	0.08
B	次世代インターフェース	459	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型 HMI (ヒューマン・マシンインターフェイス) デバイス	2029	2032	1.20	0.48
B	次世代セキュリティ技術	350	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用 IoT 機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術 (不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術)	2028	2029	1.56	0.24
B	次世代セキュリティ技術	356	量子情報通信技術の発展により、ICT システムの安全性の根拠が、既存の暗号技術に基づくものから、量子技術等に基づく新たな安全性のフレームワークへ置換	2031	2035	0.94	0.34
B	次世代データ活用技術	327	あらゆるデータのオントロジーの統一による、世界中のデータ流通や共有コストの劇的減少	2030	2033	0.60	-0.22
B	次世代データ活用技術	542	都市に関するオープンデータ化を図り、多様な主体が保有するデータを共有・連携して活用できるプラットフォーム	2026	2029	1.17	0.03
B	次世代データ活用技術	552	ダイナミックな情報、自動的な更新情報の収集も含めた、国土基盤となる電子地図	2027	2030	1.12	0.41
B	次世代データ活用技術	558	BIM データに基づいて、設計～施工～出来形確認まで建築プロジェクト管理し、センサーやロボットにより維持管理する技術	2027	2029	1.14	0.46
B	次世代データ活用技術	647	各機関で年間 1 エクサバイトの割合で生成される自然科学に関する実験データを記録・保存し、これを多くの産学官の研究者が 1Tbps 級のネットワークを通して 10 エクサフロップスを超えるスーパーコンピュータで利用できる環境の構築	2028	2030	0.92	0.30
B	次世代データ活用技術	648	古典ゲート型コンピュータに比べて演算数を 10 桁以上削減できる、ゲート型量子コンピュータの特性を十分に生かすアルゴリズム	2031	2036	0.81	0.08
B	次世代データ活用技術	654	産学官が保有する各種データセット・データベースの内、少なくとも特定の分野 (たとえば材料分野) で、データセット・データベース間の書式・様式の違いを人手を介することなく変換し、情報・データを連結することによって、あたかも一つの巨大データセット・データベースとして各種解析ツールから利用できるシステム	2028	2030	0.76	-0.06
B	次世代データ活用技術	695	1000km に渡り量子状態を保つ量子暗号通信ネットワークを実現する量子中継技術	2029	2034	1.17	0.63
B	次世代データ活用技術	146	人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・高時間解像度気象予測と災害リスク評価システム	2028	2030	1.33	0.80
B	次世代データ活用技術	301	すべての書籍が電子ブックとなる (紙による本の消滅)	2028	2032	0.30	-0.12
B	次世代データ活用技術	393	教育に AI・ブロックチェーンが導入され、学校の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現	2028	2032	0.83	-0.32
C	?	334	人が直接触れるデジタルデバイスの通信がすべて無線通信化され、通信ケーブルが消滅	2028	2030	0.63	0.44
C	技能拡張	313	初心者でも使える機器学習活用基盤の普及	2024	2025	0.77	-0.07

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
C	技能拡張	422	匠（熟練技能者など）の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を自動的にアーカイブ化するシステム	2026	2029	1.16	0.50
C	次世代病態 モニタリン グ	33	血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング	2027	2029	1.46	0.61
C	次世代病態 モニタリン グ	35	自律神経系・精神的ストレス・うつ病と生活習慣病の相互作用の解明による、悪循環をたちきる方法	2030	2034	1.16	0.10
C	次世代病態 モニタリン グ	53	記憶・学習、認知・情動等の脳機能および意識、社会性、創造性等の高次精神機能における神経基盤の全容解明	2037	2041	1.27	0.30
C	次世代病態 モニタリン グ	54	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰を可能にする新規治療薬	2035	2039	0.93	0.15
C	次世代病態 モニタリン グ	55	うつ病・双極性障害の細胞レベルの脳病態分類に基づく、即効性で再発のない新規治療法	2036	2039	1.18	0.18
C	次世代病態 モニタリン グ	56	依存症（薬物、アルコール等）に共通な脳病態の解明に基づく、予防法・再発防止法	2034	2037	0.77	-0.05
C	次世代病態 モニタリン グ	57	自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法	2034	2037	1.06	0.08
C	次世代病態 モニタリン グ	58	アルツハイマー病等の神経変性疾患の発症前バイオマーカーに基づく、発症予防および治療に有効な疾患修飾療法	2032	2035	1.55	0.54
C	次世代病態 モニタリン グ	59	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、ウイルスベクター等を用いた神経回路を標的とした治療法	2033	2037	0.67	0.21
C	次世代病態 モニタリン グ	60	神経疾患患者にみられる精神症状や睡眠障害の発症機構の解明による、新規治療法	2034	2037	0.89	0.39
C	次世代病態 モニタリン グ	61	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	2034	2038	0.95	-0.07
C	次世代病態 モニタリン グ	497	体内情報（薬物動態、癌マーカー、感染、その他血液成分）をモニタリングするウェアラブルデバイス	2028	2031	1.32	0.58
C	人間拡張技 術	25	全ての皮膚感覚の脳へのフィードバック機能を備えた義手	2032	2036	0.61	0.28
C	人間拡張技 術	32	ナノテクノロジーによる生体人工物界面制御の精密化に基づく、高機能インプラント機器やドラッグデリバリーシステム（DDS）技術を可能とする高度な生体適合性材料	2029	2032	0.83	0.53
C	人間拡張技 術	400	視覚・嗅覚・触覚・記憶力・膂力など、人間の身体能力・知的能力を、自然な形で拡張する小型装着型デバイス（消防やレスキューなど超人的な能力が要求される現場で実際に利用される）	2030	2032	1.03	0.55

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
C	人間拡張技術	495	人と同じソフトな動きと感触を可能にするためのロボット向けの機能をもつソフトマテリアル	2028	2030	0.95	0.75
C	人間拡張技術	496	人の感覚について、喪失した場合には補い、さらには超人的レベルを達成するよう補強するバイオミメティクス材料	2032	2036	0.97	0.42
C	人間拡張技術	502	3D プリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）	2031	2034	1.06	0.47
C	人間代替技術	115	人間を代替する農業ロボット	2026	2029	1.35	0.59
C	人間代替技術	380	機械（AI、ロボット）と人間の関係について社会的合意に達する（新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する）	2035	2035	0.95	-0.08
C	人間代替技術	556	橋梁などのコンクリート構造物のユニット化による、現場での組み立ての自動化	2026	2027	0.84	0.56
C	人間代替技術	328	ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴ったりする、建物・インフラ点検を代替するロボット点検化技術	2025	2027	1.50	0.73
D	？	318	核磁気共鳴や超伝導など現在考察されている量子ゲート実現手法のスケラビリティの大幅な改良による、数百ビットのコヒーレンスが保たれるゲート型量子コンピュータ（量子回路）	2033	2035	0.82	0.25
D	？	321	社会基盤としてブロックチェーンが広く用いられたときに最適なコンピュータアーキテクチャ	2027	2029	0.71	0.00
D	？	570	都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」	2029	2033	0.47	-0.17
D	資源循環支援技術	111	宇宙や極地利用を目指した自動化・無人化循環型植物工場	2032	2037	0.36	0.20
D	資源循環支援技術	122	食品ロスの低減に向けたフードバリューチェーンのモニタリング・解析技術	2027	2028	1.16	0.37
D	資源循環支援技術	242	小型電子機器類、廃棄物・下水污泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	2028	2031	1.27	0.86
D	資源循環支援技術	479	CO ₂ の還元による再資源化（燃料や化学原料を合成）をエネルギー効率 20%以上で可能とする、光還元触媒および人工光合成	2036	2039	1.07	0.65
D	資源循環支援技術	493	人工肉など人工食材をベースに、食品をオーダーメイドで製造（造形）する 3D フードプリント技術	2028	2030	0.12	0.17
D	次世代エネルギー技術	195	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	2029	2032	0.86	0.25
D	次世代エネルギー技術	201	50MW 級洋上浮体式風力発電	2028	2032	0.77	-0.05
D	次世代エネルギー技術	217	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	2032	2034	1.10	0.72
D	次世代エネルギー技術	227	電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池（寿命 15 年・コスト 0.5 万円/kWh 以下）	2029	2032	1.48	0.98
D	次世代エネルギー技術	229	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造	2027	2031	1.18	0.67

象 限	科学技術群	ID	科学技術トピック	実現 時期 (技)	実現 時期 (社)	重要 度	国際 競争 力
D	全球モニタリング・センシング技術	307	超大規模な組合せ最適化問題・非凸最適化問題の数理構造の解明と実時間近似解法の開発	2029	2031	0.82	0.20
D	全球モニタリング・センシング技術	309	シミュレーションと機械学習を融合した実世界現象予測と実世界システム制御	2028	2030	1.20	0.17
D	全球モニタリング・センシング技術	331	都市空間のすべての人や車両（鉄道車両、自動車など）の位置情報がリアルタイムに把握可能となる都市全体の効率良い交通管制システム	2027	2030	1.18	0.57
D	全球モニタリング・センシング技術	483	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築物の機能を維持できる構造材料	2033	2035	1.02	0.59
D	全球モニタリング・センシング技術	517	準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	2028	2029	1.26	0.78
D	全球モニタリング・センシング技術	539	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土構造物のリアルタイム被害予測	2027	2029	1.38	0.91
D	全球モニタリング・センシング技術	594	IoT 機器を活用した大規模地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測システム	2026	2028	1.48	0.85
D	全球モニタリング・センシング技術	629	日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうな火山を見い出すための切迫度評価	2031	2033	1.51	0.91
D	全球モニタリング・センシング技術	632	マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、発生時期（30年以内）、被害の予測技術	2037	2036	1.17	0.83
D	全球モニタリング・センシング技術	652	各種観測データやソーシャルメディアデータ等を統合的かつ実時間的に処理し、災害時の被災状況を即時性をもって把握するシステムに基づき、電力、水、通信などの都市インフラ復旧と支援物資物流・人的資源の最適化および避難経路の情報を、自治体、企業をはじめ個人レベルにまで迅速に提供しうる社会統合防災システム	2029	2030	1.18	0.54
D	デジタル製造技術	377	マス・カスタマイゼーションが自動車、衣服、レジャー用品など幅広い分野で普及し、既製品を購入するよりも自分のニーズに合ったものを個別に発注して購入する形態が主流となる	2029	2031	0.70	0.18
D	デジタル製造技術	419	形状加工後に自発的に変形・結合することで機能発現やシステム融合を可能にする技術（4D プリンティング・4D マテリアル）	2030	2033	0.66	0.20
D	デジタル製造技術	425	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造（3D プリンティング）技術	2027	2030	0.96	0.33

調査体制

文部科学省科学技術・学術政策研究所

〔調査分担〕

赤池伸一	上席フェロー	全体統括
横尾淑子	科学技術予測センター長	調査設計、WS グループ担当、 留意点検討、取りまとめ
伊藤裕子	科学技術予測センター センター長補佐	調査設計、WS グループ担当
浦島邦子	科学技術予測センター センター長補佐	調査設計、WS グループ担当、 留意点検討
蒲生秀典	科学技術予測センター 特別研究員	調査設計、WS グループ担当
黒木優太郎	科学技術予測センター 研究官	調査設計、社会の未来像分析、 WS グループ担当、留意点検討、 取りまとめ
河岡将行	科学技術予測センター 特別研究員 (2020 年 3 月まで)	調査設計、WS 運営、取りまとめ

〔執筆分担〕

黒木優太郎	概要、本編（3.2 節を除く）、資料編
河岡将行	3.2 節、4.1 節（分担）
横尾淑子	3.3 節（分担）、4.1 節（分担）、5 章（分担）

調査資料-291

第 11 回科学技術予測調査
科学技術発展による 2040 年の社会－基本シナリオの検討－

2020 年 6 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術予測センター

〒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

S&T Foresight 2019:
Society in 2040 through the Development of S&T -Conceptual scenarios-

June 2020

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

<https://doi.org/10.15108/rm291>



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