

第 11 回科学技術予測調査における  
バックキャストとフォーキャストの比較分析

Comparative Analysis of Backcast and Forecast  
in S&T Foresight 2019

2020 年 8 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

横尾淑子 黒木優太郎

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からの御意見を頂くことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、必ずしも機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

The DISCUSSION PAPER series is published for discussion within the National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP) as well as receiving comments from the community.

It should be noticed that the opinions in this DISCUSSION PAPER are the sole responsibility of the author(s) and do not necessarily reflect the official views of NISTEP.

**【執筆者】**

横尾淑子	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長
黒木優太郎	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 研究官

**【Authors】**

YOKOO Yoshiko	Director, Science and Technology Foresight Center, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
KUROGI Yutaro	Research Fellow, Science and Technology Foresight Center, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

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 paper.

横尾淑子・黒木優太郎 (2020) 「第 11 回科学技術予測調査におけるバックキャストとフォーキャストの比較分析」, *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.188, 文部科学省科学技術・学術政策研究所.

DOI: <http://doi.org/10.15108/dp188>

YOKOO Yoshiko and KUROGI Yutaro (2020) “Comparative Analysis of Backcast and Forecast in S&T Foresight 2019 (The 11th S&T Foresight),” *NISTEP DISCUSSION PAPER*, No.188, National Institute of Science and Technology Policy, Tokyo.

DOI: <http://doi.org/10.15108/dp188>

## 第 11 回科学技術予測調査におけるバックキャストとフォーキャストの比較分析

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・学術政策研究所は、11 回目となる科学技術予測調査を実施した。これは、社会の未来像と科学技術の未来像を検討し、最後にそれらを統合して科学技術の発展による社会の未来像を描く調査である。本稿では、社会の未来像及び科学技術の未来像について、検討の方向性（バックキャストとフォーキャスト）による差異を比較分析した。

社会の未来像については、人口減・高齢化や災害など一般に広く認識されている社会課題を解決する姿が共通して挙げられた。差異を見ると、バックキャストでは精神的充足や従来の価値の再発見など科学技術のみでは実現し得ない事項や、社会システム整備の重要性が示され、フォーキャストでは科学技術による新しい価値の創造が描かれた。

科学技術の未来像については、一般に広く認識されている社会課題に関連する科学技術やマスコミ等で取り上げられることの多い ICT 関連技術等が共通して挙げられた。差異を見ると、社会実装のイメージを描きにくい基盤的科学技術はバックキャストからは抽出されにくかった。

## Comparative Analysis of Backcast and Forecast in S&T Foresight 2019 (The 11th Foresight)

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

### ABSTRACT

National Institute of Science and Technology Policy conducted the 11th Science and Technology Foresight Survey. This is a survey that examines the future image of society and the future image of science and technology (S&T), and finally integrates them to draw the future image of society due to the development of S&T. In this report, we compared and analyzed the future image of society and the future image of S&T obtained in the survey by comparing the differences depending on the directions (backcast and forecast).

Regarding the future image of society, it was commonly pointed out that the image solves widely recognized social issues such as population decline, aging, and disasters. Looking at the differences, backcasts showed the issues which were hardly achieved by S&T alone, such as mental satisfaction and rediscovery of conventional values, and the importance of social system, while forecasts showed creation of new values by S&T.

Regarding the future image of S&T, S&T related to widely recognized social issues and ICT-related technologies, etc., which are often taken up by mass media were pointed out commonly through the both directions. Looking at the differences, the basic S&T that hardly draws the image of social implementation was difficult to extract from the backcast.



# 目次

概要 .....	i
----------	---

## 本編

1. 背景と目的.....	1
2. 方法.....	3
2.1. 第11回科学技術予測調査の構成.....	3
2.2. 第11回科学技術予測調査におけるバックキャストとフォーキャスト.....	4
3. 抽出された未来像の比較 .....	7
3.1. 社会の未来像.....	7
3.2. 科学技術の未来像 .....	13
4. 基本シナリオとクローズアップ領域の比較.....	20
5. おわりに .....	29
参考文献 .....	32

## 付録

付録1 社会の未来像検討結果 .....	33
付録2 未来につなぐクローズアップ科学技術領域の概要 .....	38
付録3 基本シナリオ及び小シナリオ(28の社会像) .....	42

## 概要

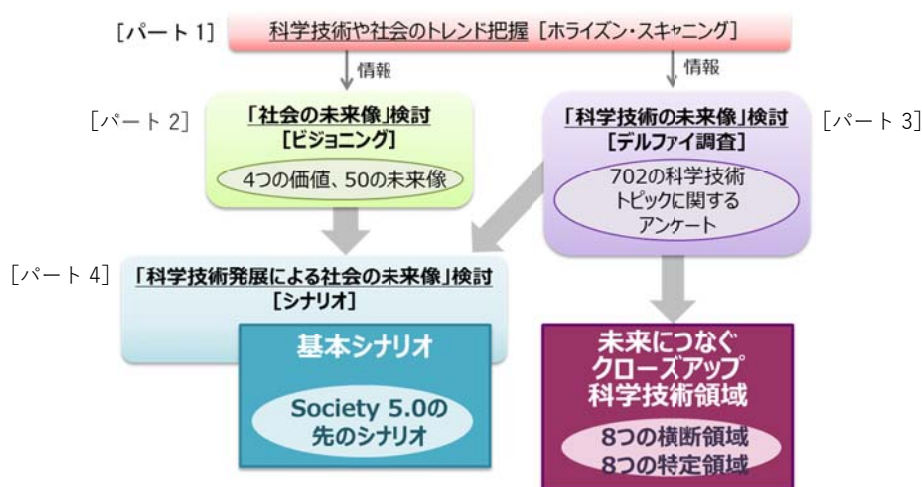
### 1. 目的

近年、科学技術の社会的インパクトがさらに増大し、社会の要請に科学技術がどう関わることができるのかとともに、科学技術が社会に何をもたらすのかを並行して検討する必要性が高まった。そこで、第11回科学技術予測調査は、目指す社会の未来像から科学技術の未来像を検討する方向性(バックキャスト)、及び、科学技術の未来像から社会の未来像を検討する方向性(フォーキャスト)の二方向から検討を行い、それらを統合する調査設計とした。本分析では、二方向からの検討を通じてどのような広がりが見られたかを明らかにし、検討の有用性を検証する。

### 2. 方法

第11回科学技術予測調査は、概要図表1に示すように、科学技術や社会のトレンド把握[ホライズン・スキニング](パート1)、社会の未来像検討[ビジョニング](パート2)、科学技術の未来像検討[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検討[シナリオ](パート4)の4部から構成される。

概要図表1 第11回科学技術予測調査の構成



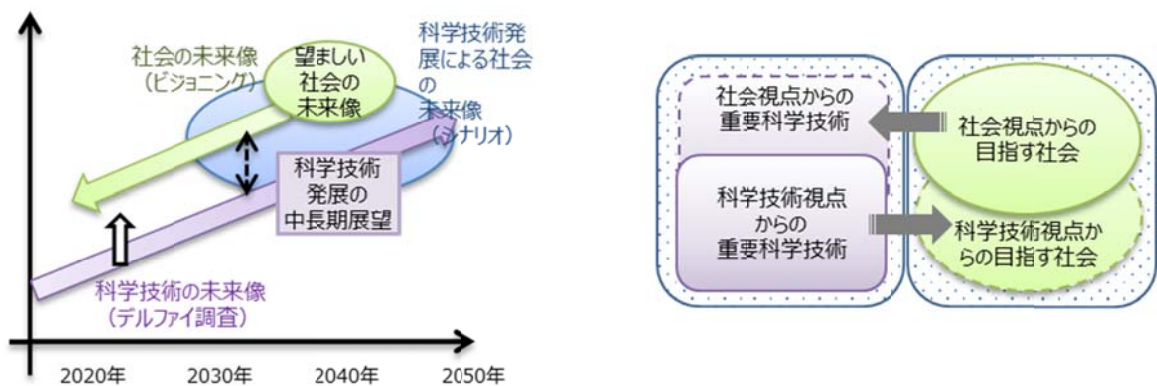
本調査では、「将来有望な科学技術がどのように発展し、どのような社会を実現させるのか」と、現在を出発点として科学技術の未来を描き、それがどのような未来社会につながるのかを考えることをフォーキャスト、「目指す社会の実現に向けてどのような科学技術が必要か」と、未来を出発点として望ましい社会の姿を描き、その実現に向けた科学技術的手段を考えることをバックキャストと呼ぶこととする。

本調査では、概要図表2に示したように、社会の未来像、科学技術の未来像の各々について、バックキャスト(ビジョニング、パート2)で得られた未来像とフォーキャスト(デルファイ調査、パート3)

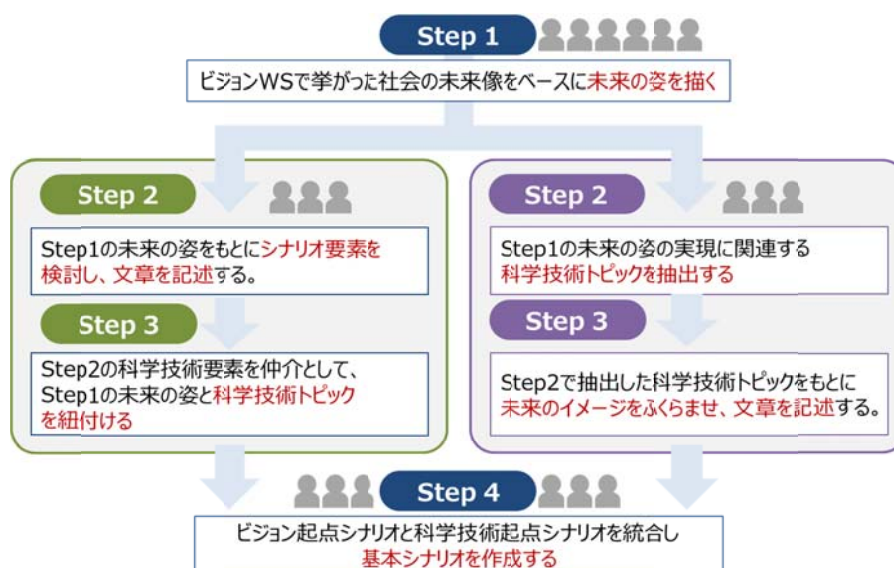
で得られた未来像が存在する。一方パート 4 は、最初に目指す社会の姿を共有した後、科学技術起点の検討(概要図表 3 の右側。幅広に関連する科学技術トピックを抽出し、それを基に社会像を具体化。)と社会起点の検討(概要図表 3 の左側。共有した目指す社会の姿を具体化し、その実現に寄与する科学技術トピックを抽出。)を並行して行ったため、両起点の結果を比較することができる。

本分析では、①バックキャスト(ビジョニング)による検討結果とフォーキャスト(デルファイ調査)による検討結果の比較、②「科学技術発展による社会の未来像検討」における、社会起点の検討と科学技術起点の検討の比較、を行う。あわせて、バックキャストを主とした「基本シナリオ」(パート 4 の検討結果)とフォーキャストによる「クローズアップ領域」(パート3の発展的検討)の結果を比較する。

概要図表 2 フォーキャストの未来像とバックキャストの未来像



概要図表 3 基本シナリオ検討の流れ



### 3. 結果

#### (1) 社会の未来像

バックキャストとフォーキャストの二方向の検討から得られた社会の未来像を比較した結果、人口減・超高齢化や災害など将来にわたり重要性が高いと広く認識されている課題への対応が挙げられ、社会が向かうべき方向性には共通点が多いことがわかった。

差異を見ると、バックキャストからは、精神的充足や科学技術による新しい行動様式と従来の行動様式の価値との共存など科学技術のみでは実現し得ない事項や、社会的要素の重要性などが示された。また、科学技術起点の検討では、従来の限界を超えて新たな価値がもたらされた創造的な社会像が具体的・個別的に提案された。

#### (2) 科学技術の未来像

前述の社会の未来像と同様に、将来にわたり重要性が高いと広く認識されている課題への対応に関する科学技術が、バックキャスト、フォーキャストの双方から抽出された。

差異を見ると、バックキャストからは、マスメディアで取り上げられるなど社会において認知度の高い科学技術は抽出されたが、社会実装の具体的なイメージを描きにくい基盤的な科学技術は抽出されにくかった。一方フォーキャストでは、基盤的な科学技術の重要度評価は、社会課題や社会ニーズに直接関わる科学技術と比較して相対的に低かった。科学技術起点の検討では、基盤的科学技術を一定程度抽出することができた。

#### (3) 基本シナリオとクローズアップ領域

バックキャストを主とした「基本シナリオ」とフォーキャストによる「クローズアップ科学技術領域」を比較したところ、上述(1)及び(2)と同様の傾向が見られた。

具体的には、社会の未来像については、基盤的領域など一部を除き、健康や持続可能性など社会課題・目標と結び付けられ、共通点が多かった。科学技術については、クローズアップ領域の基盤的領域において基本シナリオとの合致度が低い傾向が見られた。データ活用・AI技術・ロボット技術など社会的認知度が高い科学技術は抽出されやすいが、基盤的科学技術は基本シナリオでは言及されにくい。

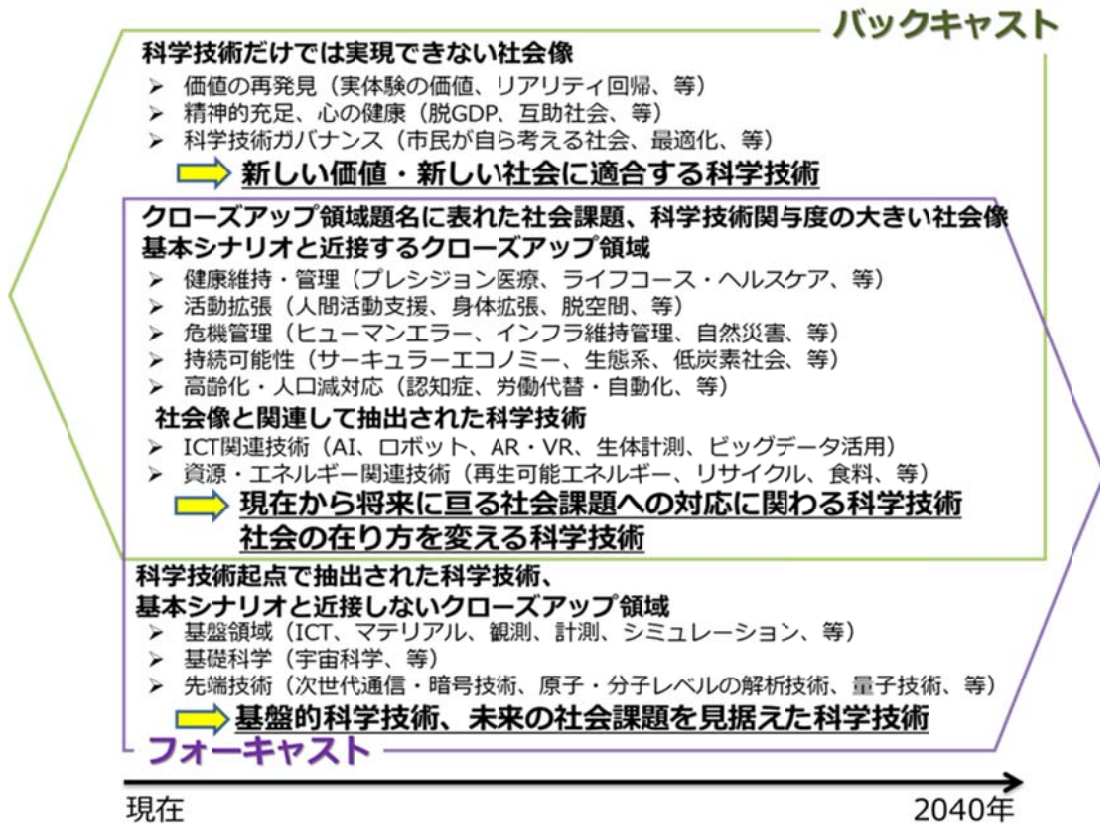
#### (4) バックキャスト及びフォーキャストから見える科学技術

これまでの分析結果を科学技術の観点からまとめたのが概要図表4である。

2040年には、バックキャストから得られた精神的充足を追求する社会像や科学技術だけでは実現できない社会像に適合する科学技術が求められる。また、バックキャスト及びフォーキャストの両方向から共通して抽出された、現在から将来に亘る社会課題に対応する科学技術も、継続して必要性が高い。加えて、バックキャストからは抽出されにくい基盤的な科学技術については、現在は予見できない未来の社会課題解決を支える科学技術となり得るとの認識を持って振興することが求められる。



概要図表4 バックキャストとフォーキャストから見える科学技術



#### 4. おわりに

バックキャストとフォーキャストにより抽出される社会や科学技術の未来像には、共通点を多く持ちながらもそれぞれ特徴が見られた。方向性の異なる検討を通じて未来像を広く捉えられるようになったことから、二方向の検討は有用であったと考えられる。

本分析の結果から、社会で認識されている諸課題の深刻化に関しては、検討の方向性(バックキャスト、フォーキャスト)に依らず、様々な可能性が検討されると考えられる。

考慮すべきは、基盤的・基礎的な科学技術、及び科学技術だけでは実現にできない社会像である。前者については、将来的な可能性を含めて重要性を認識し、長期的視点で推進する必要がある。また、基盤的・基礎的な科学技術と社会とを結び付ける工夫、社会から見た分かりやすさの工夫も求められる。後者については、科学技術の可能性と限界を見極めつつ、新たな領域に挑戦するとともに、人文・社会科学の視点も入れた幅広い議論が求められる。

# 本編

## 1. 背景と目的

我が国では、1971年から約5年ごとに「科学技術予測調査」<sup>[1]</sup>が実施されており、第5回調査(1992年)から科学技術・学術政策研究所が実施主体となっている。科学技術と社会との関係については、2015年までの計10回の調査の中で様々な形で検討が行われてきた。1970～1990年代には、「科学技術により、社会はより望ましい方向に発展する」という大前提の下で社会発展のための技術開発が主に調査対象とされた。1990年代後半になると、科学技術の社会実装に伴う負の影響への懸念について言及されるようになり、2000年代に入ると、社会・経済ニーズ、社会課題解決、バックキャストなど、社会が前面に打ち出されるようになった。

こうした流れは、第1回調査から継続的に実施されているデルファイ調査<sup>\*[2]</sup>の設計にも表れている。例えば、社会的側面に関する質問項目を見ると、第1回調査(1971年)から第5回調査までは、「阻害要因」「制約」「非実現の理由」など、科学技術の実現の障壁という位置づけで、社会的要因(倫理、道徳、政治、文化、社会制度等)の項目が設けられた。第6回調査(1997年)及び第7回調査(2001年)では、「懸念される問題点」(選択肢: 自然環境への影響、安全への影響、倫理・文化・社会への影響)として、科学技術の負の影響を取り上げた質問項目が設けられた。前回の第10回調査(2015年)では、各科学技術トピックに対して「倫理性の考慮を必要とするか」という中立的な問いが設けられた。今回の第11回調査では、実現に向けた政策手段の選択肢の一つに、「倫理的・法的・社会的課題(ELSI)への対応」が設けられた。これは、かつてのように障壁や懸念として、つまり科学技術と社会を対立させて捉えるのではなく、社会の多様な関係者による議論と合意を基に、科学技術を適切に活用して社会をより望ましい姿に近づけようという、科学技術と社会が共に進むという姿勢の表れとも解釈できる。

一方、社会課題や社会目標への言及は、分野横断的なテーマを設定する形で、第5回調査から見られるようになった。第5回調査では、基礎研究や先端科学技術の振興と並んで、「環境問題との関わりが重視される領域」がテーマに設定された。第6回調査では、「共通基盤技術」と並んで、「高齢化対策」「安全対策」「環境保全・リサイクル」のテーマが取り上げられた。第7回調査からは、社会・経済ニーズの検討や社会ビジョン検討がデルファイ調査とは別建てで実施されるようになり、第9回調査(2010年)からは社会課題をテーマとしたシナリオ作成が加わった。

近年は、科学技術の急速な進展とその社会的インパクトの増大を背景に、新しい科学技術に焦点を当てた検討が各所<sup>[3]</sup>で実施されるようになった。潜在可能性の高い科学技術を定性的・定量的手法によりいち早く見出し、それらの社会的・経済的インパクト、自国の強み、社会への普及に当たっての課題を早い段階から検討する取組が見られる。

このように、科学技術予測調査においては、社会が何を求めている、それに科学技術がどう関わることができるのかを検討するとともに、これからの科学技術が社会に何をもたらすかという潜在的

インパクト、そして社会はどう対応すべきなのかを並行して検討する必要がある。そこで第 11 回科学技術予測調査は、目指す社会の未来像から科学技術の未来像を検討する方向性(バックキャスト)、及び、科学技術の未来像から社会の未来像を検討する方向性(フォーキャスト)の二方向から検討を行い、それらを統合する調査設計とした。

本分析では、二方向から検討した結果を比較することにより、どのような広がりが見られたかを明らかにし、検討の有用性を検証する。

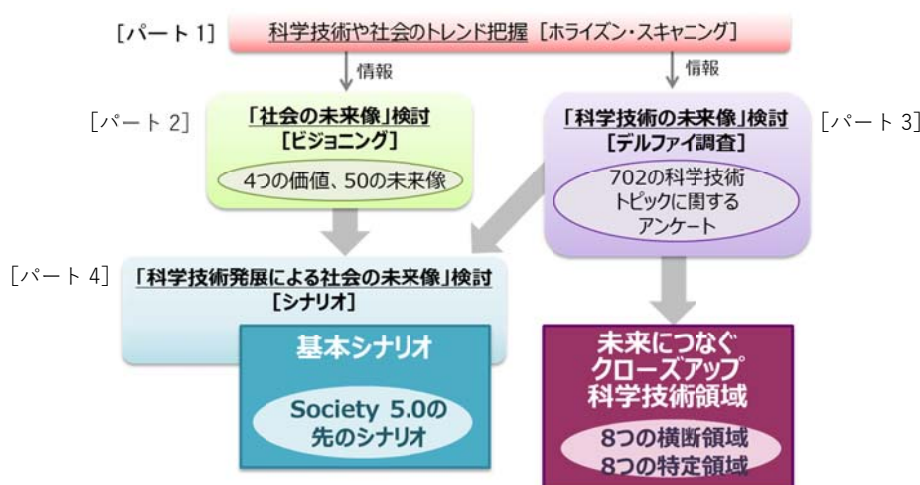
- \* 今後 30 年間の実現が期待される研究開発課題を科学技術トピックとして設定し、今後の見通し等について多数の専門家の評価を収集するアンケート調査。デルファイ法により、回答を収れんさせるため、同一回答者に同一設問を繰り返す。本調査では、2 回繰り返し、2 回目は回答者に 1 回目の集計結果を示して再考を求めた。

## 2. 方法

### 2.1. 第 11 回科学技術予測調査の構成

第 11 回科学技術予測調査<sup>[4]</sup>の構成を図表 1 に示す。本調査は、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・スキャンニング] (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。

図表 1 第 11 回科学技術予測調査の構成



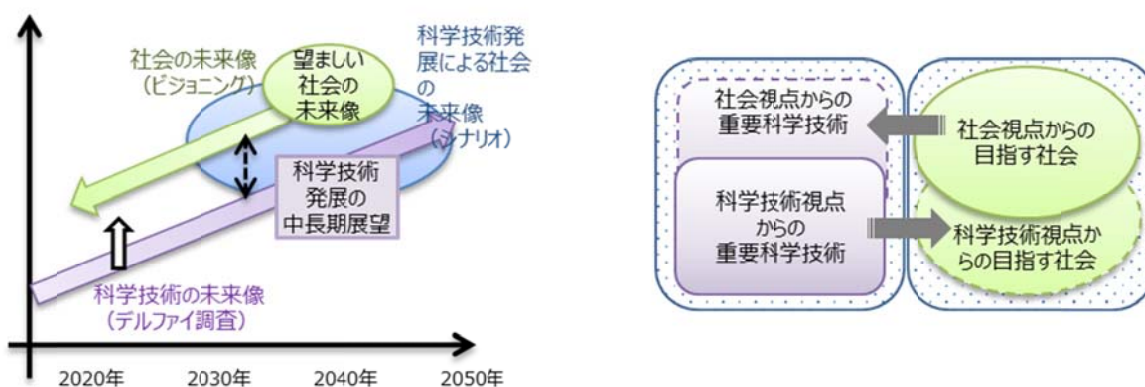
まずパート 1「科学技術や社会のトレンド把握[ホライズン・スキャンニング]」<sup>[5]</sup>において、科学技術や社会のトレンドに関する情報を既存資料やインターネット上から収集、整理した。次いで、パート 2「社会の未来像検討[ビジョニング]」<sup>[6]</sup>において、パート 1 からの情報も踏まえ、2040 年に目指す日本社会の未来像についてワークショップ形式で検討を行い、50 の社会の未来像と 4 つの価値を抽出した。パート 2 と並行して実施したパート 3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」<sup>[7]</sup>では、パート 1 からの情報も踏まえ、7 つの分野別分科会 (専門家 74 名から構成) 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) 702 件を設定し、デルファイ法による専門家アンケート\*により、5352 名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推進すべき領域を見出すため、AI 関連技術及び専門家判断によって、内容の類似度により科学技術トピックをグループ化し、「未来につながるクローズアップ科学技術領域」<sup>[8]</sup> (以降、クローズアップ領域) として、分野横断・融合のポテンシャルの高い 8 領域、及び、分野横断性は低いが同様に推進すべきと考えられる、特定分野に軸足を置く 8 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]」<sup>[9]</sup>において、パート 2 で得られた日本社会の 50 の未来像、及び、パート 3 で得られた 702 の科学技術トピックを統合して「基本シナリオ」を作成した。

## 2.2. 第 11 回科学技術予測調査におけるバックキャストとフォーキャスト

バックキャストとは、未来のある時点を出発点として現在に立ち戻り、今なすべきことを考える方向性であり、フォーキャストとは、現在を出発点として未来へと外挿する方向性である。本調査では、これに科学技術と社会の関係性を組み入れ、「目指す社会の実現に向けてどのような科学技術が必要か」と、未来を出発点として望ましい社会の姿を描き、その実現に向けた科学技術的手段を考えることをバックキャスト、「将来有望な科学技術がどのように発展し、どのような社会を実現させるのか」と、現在を出発点として科学技術の未来を描き、それがどのような未来社会につながるのかを考えることをフォーキャストと呼ぶこととする。

本調査では、バックキャストとフォーキャストの二方向から検討を行ったため、社会の未来像、科学技術の未来像の各々について、バックキャストで得られた未来像とフォーキャストで得られた未来像が存在する(図表 2)。なお、フォーキャストによる社会の未来像については、検討工程には組み込まれていないが、科学技術の未来を検討する中で社会の未来像が見出されたため、これを分析対象とする。

図表 2 フォーキャストの未来像とバックキャストの未来像

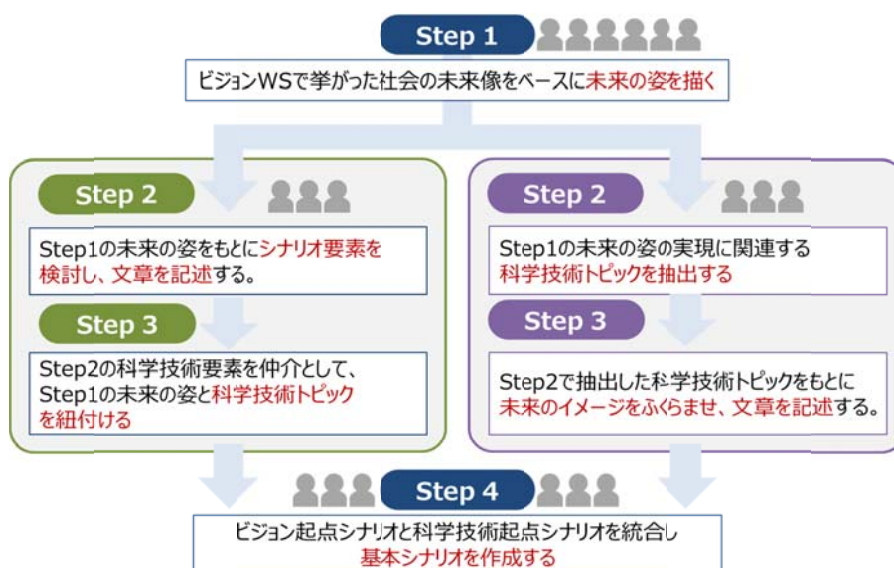


	社会の未来像	科学技術の未来像
バックキャスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 の未来像 [ビジョニング(パート2)結果]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 の未来像の実現に関連する科学技術の例 [ビジョニング(パート2)の一環で実施したワークショップにて抽出]</li> </ul>
フォーキャスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>クローズアップ領域の名称に掲げられた社会目標・課題 [デルファイ調査(パート3)の発展的検討として実施したクローズアップ領域検討結果]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術トピックの専門家アンケート結果 [デルファイ調査(パート3)結果]</li> <li>クローズアップ領域の名称に掲げられた科学技術領域 [デルファイ調査(パート3)の発展的検討として実施したクローズアップ領域検討結果]</li> </ul>

パート2「社会の未来像検討[ビジョニング]」はバックキャストによる検討である。2018年1月に開催したビジョンワークショップでは、本検討の主目的である目指す社会の姿を抽出・整理した後、それらを実現するための科学技術の抽出と関与度の検討を併せて行った。一方、パート3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」はフォーキャストによる検討である。科学技術がもたらす未来社会の検討は行っていないが、設定した科学技術トピックを分野の枠を超えてグループ化を行ったクローズアップ領域検討において、社会目標で括られた領域が抽出されている。このように、いずれのプロセスからも、社会の未来像及び科学技術の未来像に相当すると考えられる情報を抽出することができている。

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]」は、ビジョニングで抽出した社会像とデルファイ調査で設定した科学技術トピックとの関係性を検討したもので、大きな流れとしては目指す社会の姿を出発点としたバックキャストの検討である。しかし、図表3に示すように、途中で科学技術を起点として社会について考える工程を設けた。図表の左側は社会起点の検討として、目指す姿から科学技術を抽出している。一方右側は科学技術起点の検討を示し、関連する科学技術がもたらす様々な可能性(目指す姿とは直に結びつかないものを含む)の検討を行うものである。

図表 3 ワークショップでの検討の流れ



	社会の未来像		科学技術の未来像
社会起点の検討 (上図の左側)	未来の姿(ステップ1結果)を具体化した社会像を検討(ステップ2結果)	➡	具体化した社会像(ステップ2結果)と科学技術トピックの紐づけ(ステップ3結果)
科学技術起点の検討(上図の右側)	抽出された科学技術トピック(ステップ2結果)を基に社会像を検討(ステップ3結果)	⬅	未来の姿(ステップ1結果)と関連すると考えられる科学技術トピックの抽出(ステップ2結果)



具体的には、まずステップ 1 で目指す社会の姿を共有した。続くステップ 2 及び 3 では、ステップ 1 で共有した目指す社会の姿を具体化し、その実現に寄与する科学技術トピックを特定する検討(図表 3 左側))と、幅広に関連する科学技術トピックを抽出し、それを基に社会像を具体化する検討(図表 3 右側))を並行して行った。バックキャストの流れの中で、途中の工程において科学技術の検討と社会の検討の順番を入れ替え、科学技術からの発想の取り入れを試みた。

ワークショップでは、無形・有形、個人・社会の 2 軸により 4 象限を生成し、象限ごとに検討を行った。途中のステップ 2 及び 3 では、各象限を担当したグループを分割して科学技術起点の検討と社会起点の検討を行い、最後のステップ 4 で統合を図った。したがって、社会の未来像、科学技術の未来像のいずれにおいても、社会起点からの抽出結果と科学技術起点からの抽出結果を比較することができる。

以降の第 3 章では、社会の未来像及び科学技術の未来像について、まず、バックキャストによる検討結果(パート 2「社会の未来像検討[ビジョニング]」)とフォーキャストによる検討結果(パート 3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」)を比較する。続いて、パート 4「科学技術発展による社会の未来像検討」について、社会起点の検討結果と科学技術起点の検討結果を比較する。第 4 章では、バックキャストを主とした「基本シナリオ」(パート 4 の検討結果)とフォーキャストによる「クローズアップ領域」(パート 3 の発展的検討)の結果を比較する。

### 3. 抽出された未来像の比較

#### 3.1. 社会の未来像

##### (1) バックキャストとフォーキャストの比較

バックキャストによる社会の未来像は、パート2「社会の未来像検討[ビジョニング]」で抽出された50の社会の未来像(付録1参照)であり、フォーキャストによる社会の未来像は、パート3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」で設定した科学技術トピックを類似度によりグループ化した「クローズアップ領域(付録2参照)」の領域名に見られる社会の目標・課題である。クローズアップ領域名を見ると、社会・経済変化対応、ヘルスケア、人間活動の支援・拡張、ヒューマンエラー防止、持続可能な社会、自然災害など、社会の目標や解決すべき課題が掲げられている領域が多い。これらを、フォーキャストによる社会の未来像と位置付けることとする。

バックキャストとフォーキャストによる社会の未来像を対照させたのが、図表4である。クローズアップ領域名に表れたほとんどの社会目標・課題について、50の社会の未来像の中から類似する未来像の例を挙げることができる。バックキャストで描かれた社会の未来像の一部は、フォーキャストから導かれた社会の未来像と類似しており、健康、持続可能性、災害など、現在及び将来にわたっての重要課題と認識されている事項が挙がっている。

図表4 クローズアップ領域に見える社会の目標・課題

目標・課題	【バックキャスト】 社会の未来像検討(パート2)で挙げられた社会の未来像の例	【フォーキャスト】 クローズアップ領域名(パート3の発展的検討)
社会変化対応	想定外を吸収できる社会	社会・経済の成長と変化に適応する社会 課題解決技術
健康維持・管理	びんぴんコロリ社会 安心・満足・健康社会 アナログ健康長寿社会 寿命選択制社会	プレジジョン医療をめざした次世代バイオ モニタリングとバイオエンジニアリング ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予 防・治療法
活動拡張	人間性の拡張した社会 超人間社会:身体を制御し拡張する社会 “換”社会 超運命社会 超ロボット社会 時空を超えて繋がる社会	人間社会に受け込みあらゆる人間活動を 支援・拡張するロボット技術
安全性		交通に関するヒューマンエラー防止技術
持続可能性	不確実性の下で持続可能なエネルギー・ 環境 資源不足に不安のない社会 資源永久循環社会 ネオサステナビリティを実現した社会 次世代IoTによる超低炭素社会 移動と物流の高度化社会	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学 技術 生態系と調和した持続的な農林水産業シ ステム 持続可能な社会の推進に向けたエネル ギー技術
災害対応	IoTにより災害に対する備えが十分な社会	自然災害に関する先進的観測・予測技術



社会の未来像を検討したワークショップでは、社会の未来像に対する科学技術の関与度について併せて検討を行っている。そこで、関与度が大きいまたは小さいとされた未来像（関与度の軸を大・中・小に3分割し、そのうち大または小に含まれる未来像）の例を抽出した（図表5）。関与度の大きい未来像はフォーキャストにおいても言及されやすく、関与度の小さい未来像はフォーキャストにおいて言及されにくいと想定し、関与度別の社会の未来像とクローズアップ領域名に見える社会目標・課題を比較することとした。

科学技術関与度の大きい社会の未来像（バックキャスト）としては、ネットワーク化・仮想化の進展に伴う時空間の超越、身体拡張、資源・エネルギー問題対応、災害対応などが挙げられている。図表4に示したクローズアップ領域名（フォーキャスト）と関連する社会像も見受けられるが、特に時空間の超越が生み出す活動拡張の具体的な姿が多く描かれている。クローズアップ領域名（フォーキャスト）がどちらかと言えば課題解決指向であるのに対し、50の社会の未来像（バックキャスト）では新しい社会が大胆に描かれる傾向にある。

一方科学技術関与度の小さい未来像を見ると、「市民自らが社会課題を解決する社会」や「脱GDP社会」など市民が主体的により良い社会を追求する姿や、「野性味社会」や「江戸銭湯社会」など従来社会が持っていた価値の再発見や新しい形での実現が挙げられている。こうした未来像は、クローズアップ領域名（フォーサイト）には見当たらない。ただし、こうした未来像の具体的な記述には科学技術要素が織り込まれており、科学技術を排除するものではなく、科学技術の進展がもたらす社会変化や新しい機能を前提とした上で社会の方向性が示されている。

興味深いのは、環境・資源・エネルギーの観点からの持続可能性に関する未来像である。これは、図表4のクローズアップ領域名にあるように、フォーキャストの検討において主要テーマの一つと認識されるとともに、バックキャストである社会の未来像の中にも多く挙げられている。関連する社会の未来像を科学技術関与度から見ると、関与度が大きい未来像（次世代IoTによる低炭素社会など）にも、関与度が小さい未来像（不確実性の下で持続可能なエネルギー・資源）にも未来像が見られる。環境・資源・エネルギーの観点からの持続可能性は、バックキャストでもフォーキャストでも重要な社会課題・目標として共通して認識されているが、科学技術の関与については、科学技術に期待する見方とともに、科学技術だけでは如何ともしがたく社会的な取組が必要との見方の両方が示されている。

以上をまとめると、バックキャストとフォーキャストにおいて、目指す社会の方向性には、持続可能性、人間活動支援、健康など共通項が見られた。相違点を見ると、科学技術の進展により新しい可能性が広がる中で、豊かさや幸福感など人間の内面にまで踏み込んだ未来像についてはバックキャストにおいてのみ言及された。また、自然回帰や自然との調和、実体験の価値、科学技術のガバナンスなど、科学技術とどのように付き合うかについての判断・選択に関わる未来像もバックキャストにおいてのみ抽出された。さらに、仮想空間の拡大など科学技術がもたらす新しい社会の姿についてもバックキャストによって描かれており、社会や人の行動様式にすでに変化をもたらし始めているICT関連技術の影響が広く認識されている。

図表 5 科学技術関与度が大きい／小さいとされた社会の未来像の例

科学技術関与度が大きいとされた社会の未来像の例

未来像	概要
脱空間社会	職場や地域のしがらみから解放され、空間的・時間的な自由度が高まっている。物理的ボーダレスとなり、公共機能を民間組織が担っている。また、宇宙空間にも活動域が広がる。
AND 人間の育つ社会	リアルとバーチャルの両方の体験を有する AND 人間が育つ。生き方を描ける力の養成が重視される。学校教育では単純記憶から抽出力や思考力が問われる。リカレント教育が一般化する。
“換”社会	重労働の多くがロボットにより省力化される。バーチャル空間では1人の人間が複数エージェントとして活動して省力化される。人間の内面や主観に配慮した、人間に寄り添った製品が生み出される。
超運命社会	身体拡張によりハンディキャップを克服するとともに、寿命という定めにも挑戦する。
“超”成熟社会	技術が生活や産業のあり方を革新し、社会の姿・仕組みと人の行動様式が大きく変わる。利便性や生産性の向上と環境保全との両立が容易になる。単純重労働からの解放、健康寿命の延伸、自由時間の拡大も起こる。
IoTにより災害に対する備えが十分な社会	高度化する ICT を防災面に応用して効果的な対策を取ることで、災害に対する備え・安全性が向上する。
超データエコノミー	ローコストなソフトウェアとそれによるローコストのデータ流通サービスを実現することを通じて、ヒト・モノ・コト・エネルギーのインテグレーションを実現する。データを流通させるためのレギュラトリーサイエンスを整備した上で、グローバルな経済関係をつくる。
時空を超えて繋がる社会	高速ネットワーク、仮想現実、触覚や臭覚など五感を伝えることで、遠く離れた人同士がリアリティをもってつながる。個人のパーソナルデータログを活用し、物理的なハンディキャップを超えて仮想的な存在を再現する。
労働の多様化社会	AI、ロボット、ICT 等により、在宅勤務が主流になる。テレビ電話やネット会議・VR会議などの普及で、仕事のために人が移動しなくて良くなる。
資源不足に不安のない社会	物質循環＋インフラ管理をベースとした再編成が行われる。また、水、エネルギー、都市の一体的再構築などが輸出ビジネスになっている。リサイクル産業のデジタル化が進み、ものづくり産業と一体化する。農作業のロボット化、工業化により、農業人口の減少を補って食料自給率が上がる。
サステナビリティ/海洋資源活用・洋上ステーション社会	太平洋に面する日本が、平和的な手段で海洋資源及び海洋空間の利活用に積極的かつ国際協動的に取り組む。
多次元社会	バーチャル国家が多数生まれ、人は複数の帰属先やペルソナ、アイデンティティを持つようになる。リアルの成長余地がなくなり、仮想成長を体験するVRサービスが盛んになる。
不滅の好奇心によって新世界を目指す社会	漫画で見たような世界が実現している。月で資源開発・エネルギー産生、太平洋外洋牧場など、宇宙・深海・バーチャルに関する大航海時代が到来。
超高齢化でイノベーションを起こす社会	高齢化を逆手に取り、イノベーションの起爆剤とする。例えば、個別化医療の完成、エビジェネティクス工学の進歩による癌の克服、人工子宮、高齢者が起業等を通じて経済を牽引、などが想定される。
次世代 IoT による低炭素社会	高度に発展したIoTにより、モノの耐久性が著しく向上し、環境負荷が極限まで低減。モノの使用者は部品の補修や交換を行う、または使用頻度自体を減少させるといった長寿命化の手段を講じる。
超ロボット社会	ロボット技術が高度に進展し、もはやロボットと人間を外形的にも内面的にも区別することが不可能となり、ロボットに人権が認められる。

未来像	概要
分散型電源最適化されている社会	再生可能エネルギーの大量導入など、個人宅で環境に配慮した発電が行われ、個別発電の最適化が図られている。
超人間社会：身体を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が図られる。自分の状態を把握でき、苦痛を伴う運動や生活習慣改善が不要になっている。

#### 科学技術関与度が小さいとされた社会の未来像の例

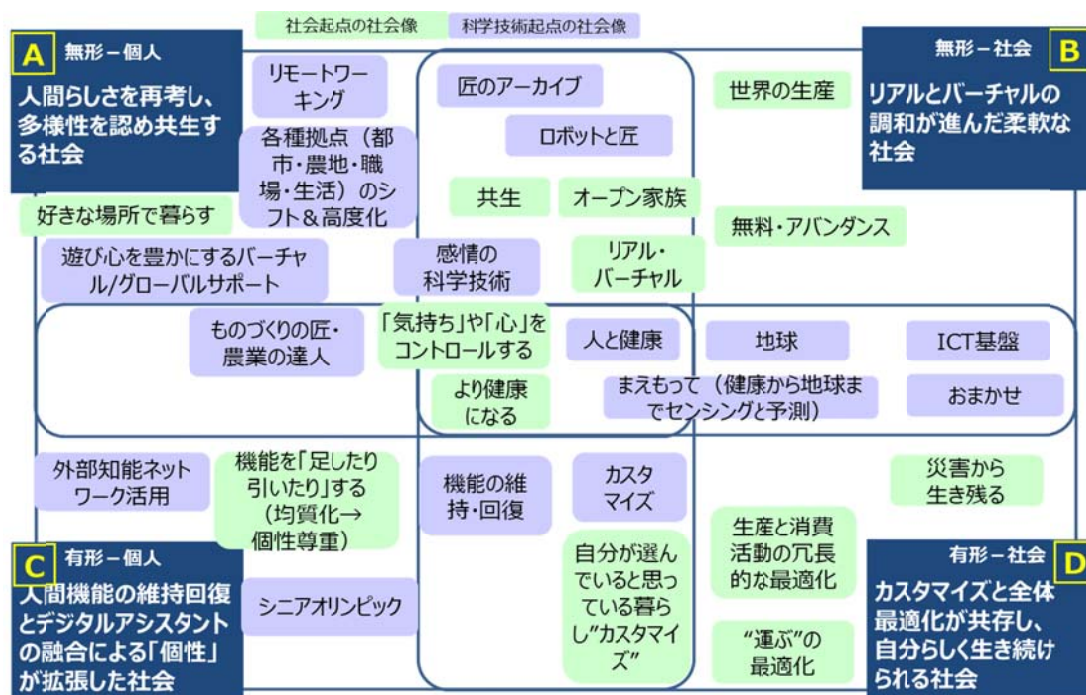
未来像	概要
生物(リアリティ)への回帰	AIの進展の中でリアルの価値が高まるとともに、地域の自立、地域資源の見直し、自然回帰が改めて注目される。
多重人格社会	バーチャル空間の拡張を通じて人格が複数存在するようになり、それらを使い分ける社会となる。また、所属する国や組織も複数になる。
“楽”社会	重労働の多くがロボットにより省力化される。バーチャル空間では1人の人間が複数エージェントとして活動して省力化される。人間の内面や主観に配慮した、人間に寄り添った製品が生み出される。
ボーダレス社会	言葉の壁がなくなり、国境が曖昧になる。その一方で、文化の壁はより明確になる。移民やロボットの普及が人口減の対応に本格的に寄与する。
高齢者のモチベーションを創出保障する社会	“未病”の概念が一般化する。健康で長い人生と急速な社会変化を受けて、学び直しの重要性が高まり、高齢者の働く意欲と能力が活かされる。
市民自らが社会課題を解決する社会	科学技術がどの方向に向かうのかなど、市民自らが考える社会となる。一方、科学技術の専門家は技術が市民に対して果たして有用なのかどうか、ニーズにどれだけ応えているのかの評価を行う。マルチステークホルダーのガバナンスを確立する。
不確実性の下で持続可能なエネルギー・資源	全体を俯瞰し、全体最適化を図る。脱炭素化や資源効率性を高める循環型社会のため、セクター間連携や異業種連携などが行われる。資源効率性を高める循環型社会の実現を目指す。
想定外を吸収できる社会	シミュレーション技術などにより意思決定の支援を受けながら、想定外は起こり得る前提で予め長期的視点で対策を考え講じていく。
インクルーシブ社会	出生から現在までのデータが集積され、データが履歴書に代わる。また外国人が国内で大量に働くようになるが、自動翻訳で会話ができる。卵子の凍結保存や出生前診断の倫理的課題解決が図られている。
江戸銭湯社会	「匿名性」と「地域(現地)性」が両立する稀有な空間としての銭湯と、「顔の見える関係」「広い意味での家族としてのコミュニティ」が互助社会として成立し、シェアリングエコミーが実現している。
ヒトの育て方	自由な勉強が出来る。AIと共存するための教育や様々な変化に対応できる教育もなされている。地域の大学がより身近な存在となり、知識の再分配が図られている。
脱 GDP 社会	GDPを豊かさの指標とする考え方の転換が図られる。例えば幸福度指数など個人の内面にまで踏み込んだ指標が市民権を得る。大量消費のサイクルから抜け出し、CO2 排出量の削減を達成する。多様な幸福感の形成を支援するデジタル経由の価値の流通システムが登場する。
寿命選択社会	生体計測技術の進歩や遺伝子への工学的操作により、人が自らの自由意思で自らの寿命を事前に選択し、それに従い生涯を全う出来るようになる。
野性味社会	人の野性を生かす、自然と調和する社会となる。自分で歩いたり考えたりすることが高い価値を持つ。

(2) 社会起点と科学技術起点との比較

ここでは、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]」における起点(社会起点／科学技術起点)による差異を考察する。基本シナリオ検討のためのワークショップでは、象限・起点ごとに2～4程度、計28の小シナリオ(付録3参照)が作成された。各小シナリオテーマを内容の類似性に沿って配置したのが図表6である。最初のステップ1で未来の姿を共有しているため、二つの起点による検討結果の間で共通点が多く見られる。また、異なる象限においても類似するテーマが取り上げられている。

これらの共通項目を抽出して整理したのが図表7である。両起点の検討で共通して抽出された項目は、心身の健康、技能、個別化、分散化である。社会起点の検討から抽出された特徴的な項目は価値観の共有と共生であり、個別化や分散化を指向する中でもつながりを求める方向性が窺える。均質化については、均質化が進み社会に不安や停滞が生じた結果として個別化(個性尊重)に至る、各自の嗜好に応じた自由な選択のつもりが実は誘導されている可能性があるなど、均質化と個別化の間の複雑な関係性が指摘され、自己決定に関する根源的な問いが投げかけられた。一方、科学技術起点の検討からは、ネットワーク化やデータの収集・活用が進んだ姿が挙げられた。さらに、旧来の限界の突破、新しい産業を興す創造的な活動など、科学技術を積極的に活用して新しい可能性を開拓する姿が挙げられた。

図表6 シナリオワークショップで作成された小シナリオ



図表 7 小シナリオの共通項目

起点	項目	シナリオワークショップで作成された小シナリオ
社会・科学技術	健康	より健康になる/人と健康/機能の維持・回復
	こころ	感情の科学技術/「気持ち」や「心」をコントロールする
	技能	リアル・バーチャル(誰でも同じものを作れる)/匠のアーカイブ/ロボットと匠/ものづくりの匠・農業の達人
	個別化	カスタマイズ/機能を「足したり引いたり」する
	分散化	好きな場所で暮らす/リモートワーキング/各種拠点(都市・農地・職場・生活)のシフト&高度化
社会	共生・共有	共生/オープン家族/無料・アバンダンス(共感する人同士でリソース共有)/世界の生産(価値共有に基づく生産)
	最適化	生産と消費活動の冗長的な最適化/“運ぶ”の最適化
	均質化	機能を「足したり引いたりする(均質化→個性尊重)/「気持ち」や「心」をコントロールする(均質化した平安への不安)/自分が選んでいると思っている暮らし“カスタマイズ”
科学技術	ネットワーク	ICT 基盤/外部知能ネットワーク活用
	データ活用	地球/まえて(健康から地球までセンシングと予測)/おまかせ
	科学技術の積極的活用	シニアオリンピック/遊び心を豊かにするバーチャル・グローバルサポート

### (3) まとめ

バックキャスト・社会起点の検討による社会の未来像とフォーキャスト・科学技術起点の検討による社会の未来像を比較したところ、社会が向かうべき方向性(目標)には以下の共通点と差異が見られた。

共通点を見ると、一般に広く認知され、現在から将来にわたる社会課題・目標については、バックキャスト・社会起点の検討で挙げられるのは無論のこと、フォーキャスト・科学技術起点の検討においても共通して抽出された。それらは、健康、安全、持続可能性、災害対応などであり、科学技術が様々な形で貢献することが可能な社会目標・課題と言える。ただし、持続可能性については、科学技術の貢献を一定程度認めつつも、社会的要素の影響がさらに大きいとする見方も示された。

差異を見ると、バックキャスト・社会起点の検討から抽出された社会の未来像としては、豊かさや幸福などの精神的充足や、自己決定権など人間の権利に言及した社会が描かれた。また、科学技術をどのように利用して質の高い生活を実現するのか、例えば、科学技術発展による行動変容がもたらす新しい価値と旧来の価値との共存あるいは対立、科学技術のもたらす社会的影響など、科学技術の社会受容に関わる論点が浮かび上がった。さらに、科学技術の活用について社会側が判断・選択権を持つことの重要性、科学技術がその機能を十分に発揮するために必要な社会側の準備についても示唆された。仮想空間での活動拡大など、科学技術がもたらす新しい社会についても言及された。

フォーキャストによる社会の未来像としては、上述の共通点に挙げた事項が抽出され、科学技術がもたらす新しい社会については、科学技術の記述に留まった。また、科学技術起点の検討から抽出された社会の未来像については、データ活用や新しいエンターテインメントなど、科学技術によ

り従来の限界を超え新しい価値がもたらされた社会が、バックキャストによる場合よりも幅広く具体的に描かれた。

### 3.2. 科学技術の未来像

#### (1) バックキャストとフォーキャストの比較

バックキャストによる科学技術の未来像は、パート2「社会の未来像検討[ビジョニング]」のワークショップで抽出された科学技術であり、フォーキャストによる科学技術の未来像は、パート3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」で設定された科学技術トピック及びそれらの専門家評価(アンケート結果)、並びに、クローズアップ領域である。

バックキャストの検討からは、50の社会の未来像に関連する科学技術として、図表8にあるように、AI、ロボット、AR・VR、ビッグデータなど、近年のICTの進展に関連するキーワード、及び資源・エネルギー関連のキーワードが多く挙げられた。ワークショップでの社会像提案に含まれる単語を抽出・クラスタリングした結果(図表9)を見ると、健康やエネルギー・資源などの社会課題や人間・文化・日本・価値などの社会的要素と並んで、「ロボット・AI」、「情報・データ」を中心としたクラスターが形成され、また、「人間」を中心とするクラスターにはバーチャル・VRの語が見られるなど、ロボット、AI、情報・データなどの科学技術がバックキャストの中で強く意識されていたことが窺える。

図表8 バックキャストで提案された科学技術の例

区分	提案例
AI、ロボット	AI(ゲノム医療、画像診断支援、診断・治療支援、介護、認知症、衣料品開発)、生活・社会の各シーンで役立つAI、人間の利益に資するAI、共生型AI、AI創薬、外挿可能な機械学習、アシスト技術(軽労化)、サービスロボット、身体機能拡張技術
AR、VR	遠隔労働/就労、VR/ARで味覚改善、教育技術、テレイグジスタンス、VRタイムマシン技術、五感仮想化、アバターを通じてつながる、VR会議システム、自分とは異なる価値観を上手に理解する手法(VRなど)
モビリティ	自動走行車/電車、3D道路(自動車、ドローン)、自動運転、パーソナルモビリティ、パーソナル高速移動技術(ヒトを運ぶドローン)
再生可能エネルギー	太陽光発電、熱発電、地中熱、地熱発電、風力発電、人工光合成、高効率太陽光、安価な再生可能エネルギー貯蔵
エネルギー	超高効率発電デバイス、送電、エネルギー保存/貯蔵、長期(半年~1年以上)保存可能な蓄電池、輸送技術、省エネルギー技術、エネルギー変換技術、次世代電力系統安定化技術、低消費電力ICT、小規模発電装置とスマートグリッド、宇宙からの送エネルギー
資源リサイクル	資源代替リサイクル技術、リサイクル技術(エネルギー・食品含む)、資源リサイクル、物理的・科学的・生物学的手法の高度化とデータ管理
食料	合成食料(肉)、魚の完全養殖、無人農場、食肉工場、食品リサイクル技術とユニバーサルフードプリンタ、細胞農業
ビッグデータ	IoT人間もつながっている“IoX”“IoH”、IoT、センサネットワーク、生活Big Data、インフラビッグデータ(河川、土)、生体モニタリングビッグデータ、ビッグデータシミュレーション、センシング計測
生体計測	生体埋め込みデバイス、慢性疾患をモニターするセンサ/解析技術/悪化の検知技術、生体モニタリング診断、行動変容支援システム、フィジカル・メンタルセンサ

出所:参考文献6の資料2を基に整理

図表 9 社会像提案のグループ化



次に、デルファイ調査において実施した科学技術トピックに関する専門家アンケート結果を見る。各分野において重要度が高いと評価された上位 5 件の科学技術トピックを見ると、高齢化・認知症 (7 件)、災害対応(6 件)、インフラの安全性(4 件)など、今後深刻化が予測される社会課題に対応する科学技術が上位に挙げられている(図表 10)。

バックキャストからは、分野に偏りはあるものの、マスメディアで取り上げられるなど広く社会で注目されている新しい科学技術が挙がり、一方フォーキャストでは、社会課題・ニーズに対応する科学技術の重要性が高く評価された。これらのことから、バックキャストであってもフォーキャストであっても、社会において認知度の高い事項に関する科学技術が注目されやすいことがわかる。ただし、バックキャストでは認知度の高い新しい科学技術が注目され、フォーキャストでは認知度の高い社会課題に関わる科学技術が重視されていることは興味深く、科学技術と社会との関係性が深まっていることの表れかもしれない。

図表 10 フォーキャストにおいて重要とされた科学技術トピック

区分	科学技術トピックの例	分野*と順位
高齢化・認知症	老化に伴う運動機能低下の予防・治療法	健康医療 1 位
	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	健康医療 2 位
	血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング	健康医療 4 位
	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)	健康医療 5 位
	自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術	ICT4 位



区分	科学技術トピックの例	分野*と順位
	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	都市建築 4 位
	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	都市建築 5 位
災害対応	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	農水バイオ 2 位
	土砂災害等を未然に防ぐ森林管理技術	農水バイオ 4 位
	線状降水帯・ゲリラ豪雨による都市洪水、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	環境エネ 2 位
	詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術	都市建築 2 位
	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	都市建築 3 位
	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出すための切迫度評価	宇宙海洋地球 1 位
	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術	宇宙海洋地球 2 位
インフラの安全性	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)	ICT2 位
	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	ICT3 位
	インフラ構造物の内部の劣化状況をリアルタイムに診断する技術	マテリアル 4 位
	インフラの点検・診断の信頼性向上や負担軽減を図るために、現場で利用可能な非破壊検査技術	都市建築 1 位
電池	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)	環境エネ 1 位
	系統連系安定化のための長寿命かつ低コストの MW 規模二次電池(寿命:20 年以上、コスト 1.5 万円/kWh 以下)	環境エネ 3 位
	エネルギー密度 1kWh/kg 以上、出力密度 1kW/kg 以上(自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が 500km に相当)の性能をもつ高容量高出力電池	マテリアル 1 位
労働力	人間を代替する農業ロボット	農水バイオ 1 位
	農業の生産性、人手不足・担い手不足の解消を抜本的に改善する AI、IoT、ロボット等技術	ICT1 位
	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数 cm 程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術(原子時計の性能向上を含む)う	宇宙海洋地球 5 位

\*健康医療:健康・2 医療・生命科学、農水バイオ:農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境エネ:環境・資源・エネルギー、マテリアル:マテリアル・デバイス・プロセス、都市建築:都市・建築・土木・交通、宇宙海洋地球:宇宙・海洋・地球・科学基盤

出所:参考文献4の付録 2 より抜粋

## (2) 社会起点と科学技術起点との比較

ここでは、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]」における起点(社会起点／科学技術起点)による相違を考察する。2 軸により分割された象限ごとに社会起点と科学技術起点の検討を行ったシナリオワークショップにおいて、社会の未来像の実現に関連する科学技術トピックとして計 470 件(全 702 件の 67%)が抽出された。この内訳を見ると、図表 11 にあるように、健康・



医療・生命科学分野、農林水産・食品・バイオテクノロジー分野、環境・資源・エネルギー分野の 3 分野は、当該分野の科学技術トピックの 9 割程度が抽出された一方、ICT・アナリティクス・サービス分野、マテリアル・デバイス・プロセス分野、都市・建築・土木・交通分野、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野といった科学技術あるいは社会の共通基盤的な分野では、抽出された科学技術トピックが 3～4 割程度に留まる。

社会起点と科学技術起点の検討による特徴を見ると、科学技術トピックの抽出割合の高い 3 分野では、社会起点からの抽出(科学技術起点からも併せて抽出された科学技術トピックを含む)が抽出トピックの 7 割以上を占める。一方それ以外の 4 分野では、社会起点からの抽出と科学技術起点からの抽出が同程度である。科学技術起点からの検討を取り入れたことにより、特に基盤的な分野の科学技術トピックの抽出が充実したことがわかる。

図表 11 社会の未来像と紐づけられた科学技術トピックの内訳

分野(カッコ内は総トピック数)	起点別の抽出トピック数				抽出割合 (対総件数)
	社会	社会& 科学技術	科学技術	計	
健康・医療・生命科学(96)	51	31	3	85	89%
農林水産・食品・バイオテクノロジー(97)	77	16	—	93	96%
環境・資源・エネルギー(106)	58	9	29	96	91%
ICT・アナリティクス・サービス(107)	16	28	28	72	67%
マテリアル・デバイス・プロセス(101)	17	12	14	43	43%
都市・建築・土木・交通(95)	18	18	14	50	53%
宇宙・海洋・地球・科学基盤(100)	12	7	12	31	31%
計(702)	249	121	100	470	67%

抽出された科学技術トピック数が少なかった 4 分野について、専門家アンケート結果を比較したのが図表 12 である。

重要度について、小シナリオとの結び付けにおいて抽出された科学技術トピックは、抽出されなかった(非抽出)トピックと比べて重要度指数の平均値が高く、(1)で述べた重要度の高い科学技術トピックが明白な社会ニーズ・課題に結び付いていることと整合している。国際競争力については、ICT・アナリティクス・サービス分野のみ抽出されたトピックの方が抽出されなかったトピックより競争力が相対的に高い結果となったが、絶対的評価は決して高くない。都市・建築・土木・交通分野及び宇宙・海洋・地球・科学基盤分野においては、抽出されたトピックの方が相対的に低い結果であった。実現予測時期については違いが見られない。

図表 12 抽出されたトピックの特徴

分野	重要度指数*1		国際競争力指数*1		科学技術的实现*2		社会的实现*3	
	抽出	非抽出	抽出	非抽出	抽出	非抽出	抽出	非抽出
ICT・アナリティクス・サービス	0.91	0.78	0.18	-0.02	2028	2028	2030	2031
マテリアル・デバイス・プロセス	0.95	0.87	0.50	0.51	2030	2030	2032	2032
都市・建築・土木・交通	0.95	0.92	0.43	0.55	2028	2028	2031	2030
宇宙・海洋・地球・科学基盤	0.94	0.83	0.46	0.63	2030	2030	2032	2031

\*1 非常に高い(+2)、高い(+1)、どちらでもない(0)、低い(-1)、非常に低い(-2)として回答を指数化。平均値を四捨五入。

\*2 研究室段階で技術開発の見通しがつく時期など、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期。平均値を四捨五入。

\*3 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時期。平均値を四捨五入。

抽出された科学技術トピックが基本シナリオの 8 区分(4 象限×2 起点)のどこに属するかを見たのが図表 13 である。社会起点で抽出されたトピックの 8 割、科学技術起点で抽出されたトピックの 9 割と、ほとんどが 8 区分のうち 1 区分のみに属する。科学技術起点の検討で抽出された共通基盤的な科学技術は、その性格上多くの区分と関連する可能性があると考えられるが、社会像を出発点としたため結び付けが難しかったと推察される。

社会起点と科学技術起点の双方から抽出された科学技術トピックは、その約半数が 3 区分以上に属している。4 区分以上に属する科学技術トピックを見ると、健康・医療・生命科学分野(6 件)、ICT・アナリティクス・サービス分野(6 件)、マテリアル・デバイス・プロセス分野(5 件)となっており、基盤的分野については、社会に実装された姿をイメージしやすい科学技術トピックが様々な未来像の中で表れている。

図表 13 複数の区分に属する科学技術トピック

属する区分数	社会起点抽出	社会&科学技術視点抽出	科学技術起点抽出
1	195 (78%)	—	90 (90%)
2	52 (21%)	55 (45%)	10 (10%)
3	2 (1%)	44 (36%)	—
4~6	—	22 (18%)	—
総計	249 (100%)	121 (100%)	100 (100%)

4~6 区分に属する科学技術トピック

分野	科学技術トピック	区分数
健康・医療・生命科学	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	5
	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)	4
	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	4

分野	科学技術トピック	区分数
	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、悪循環を打ちきる方法	4
	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	4
	医療・介護施設及び在宅における安全を保障する行動識別センサーを活用したモニタリングシステム	4
ICT・アナリティクス・サービス	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	6
	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、身体の貸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	5
	画像認識と音声認識が融合した、映画音声のリアルタイム自動翻訳	4
	当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及	4
	個人データを保護しながら、安心な電子投票や電子カルテ共有を実現するために、プライバシー情報を漏らさずに機微な個人データを活用する技術(安全性レベルの標準化を含む)	4
	カメラレスモーションキャプチャにより、いつでもどこでも自身の感覚フィードバックの量や質を調整し、無意識のうちに身体動作を変化させられるバーチャルエンボディメント	4
マテリアル・デバイス・プロセス	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	5
	IoT・ICTによる製品情報を活用した、コンシューマー製品のマスカスタマイゼーションとそのビジネスモデル	4
	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	4
	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・インターフェース)デバイス	4
	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	4
宇宙・海洋・地球・科学基盤	自動車の自動運転や農業の無人化・自動化等を可能とするため、人工衛星により、リアルタイムに誤差数 cm 程度の正確な位置情報を提供する高精度精密測位技術(原子時計の性能向上を含む)	4
	水深6000mまでの海洋内部を長期間(1~3か月間)調査可能な完全無人自動システム	4
農林水産・食品・バイオテクノロジー	人間を代替する農業ロボット	5
環境・資源・エネルギー	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	4
都市・建築・土木・交通	オフィスワーカーの健康快適性向上と業務効率化・働き方改革を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術	4

### (3) まとめ

バックキャスト・社会起点の検討とフォーキャスト・科学技術起点の検討の二方向の検討により得られた科学技術の未来像を比較した。

バックキャスト・社会起点の検討からは、社会課題・目標として認識されている事柄に関連する科学技術やマスメディア等で取り上げられることの多い科学技術など、社会において認知度の高い科学技術が抽出された一方、社会実装の具体的なイメージを描きにくい基盤的な科学技術は抽出されにくかった。

フォーキャストでは、社会課題解決や社会目標達成への寄与が明確な科学技術トピックの重要性が専門家から高く評価されており、社会への寄与が優先度評価の基準とされている。また、科学技術起点の検討では、社会起点の検討で不十分であった基盤的な科学技術との結び付けについて、一定程度の科学技術トピックを抽出することができたが、社会実装イメージの湧きやすい基盤的な科学技術トピックが複数回抽出されるなど、社会との結び付けやすさが抽出のポイントとなった。

これらのことより、社会課題解決や社会目標達成など社会との関係性が明確な科学技術については、バックキャスト・フォーキャストいずれの方向性でも関連する科学技術に言及できることが分かった。

一方、共通基盤的な科学技術の抽出には留意が必要である。こうした科学技術は、社会目標達成や社会課題解決に間接的に寄与する場合でも、バックキャストからは抽出されにくい。また、フォーキャストでも、社会課題や社会ニーズに直接関わる科学技術と比較して専門家の重要度評価は決して高いとは言えない。科学技術の未来像を考えるに当たっては、社会課題解決の科学技術を支える基盤的な科学技術への言及が十分になされるような工夫が必要である。

また、第 11 回科学技術予測調査では、対象を 702 の科学技術トピックに絞り込んだため、当然のことながら基礎・基盤技術から社会実装技術に至るまでの一連の科学技術群を相互の関連性を持って知ることはできない。これらについては、特定テーマを設定してのシナリオ検討等に委ねる必要がある。

## 4. 基本シナリオとクローズアップ領域の比較

基本シナリオでは、パート2「社会の未来像検討[ビジョニング]」で抽出された50の社会の未来像と、その実現に寄与すると考えられる科学技術トピック(パート3「科学技術の未来像検討[デルファイ調査]」で設定した702の科学技術トピックから抽出)を結び付けて社会の未来像を提示した。検討工程の途中で科学技術起点の検討を取り入れたものの、「目指す社会の姿」を出発点としており、大きな流れとしてはバックキャストの検討である。一方クローズアップ領域は、科学技術の視点から設定した科学技術トピックを文言上の類似度からクラスタリングしたフォーキャストの検討であり、社会課題・目標をテーマに設定してまとめたものではない。ここでは、この二つの結果の関係を考察する。

### (1) 社会課題・目標

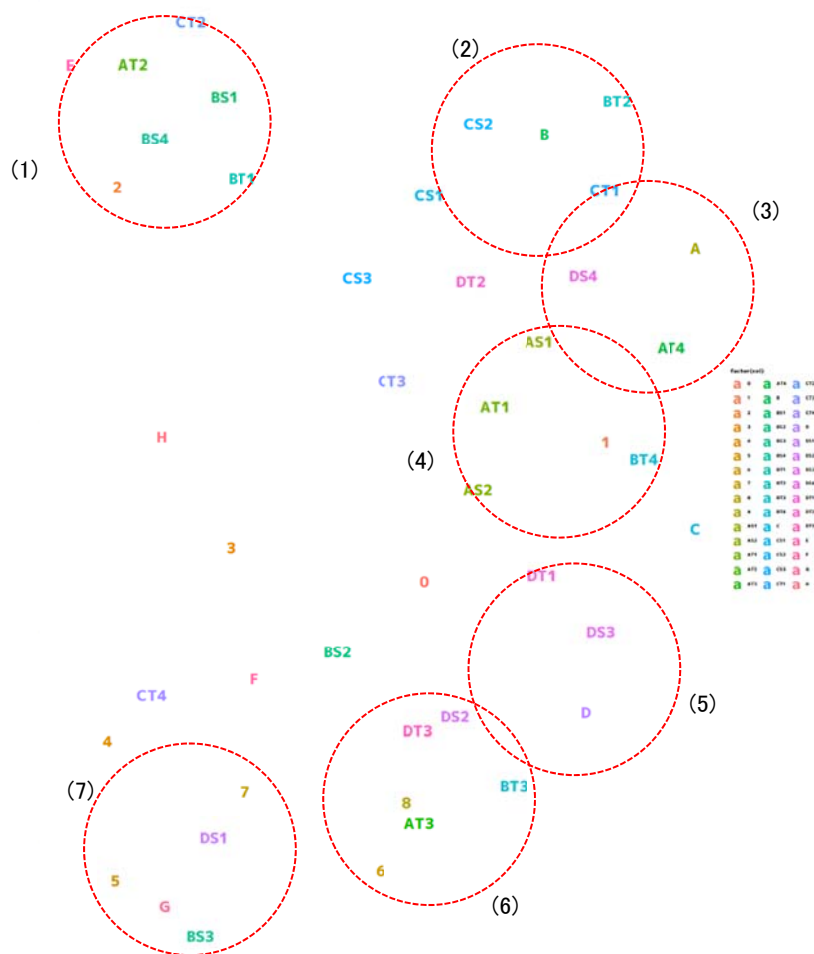
クローズアップ領域は科学技術トピックの集合であり、一方基本シナリオの基とした小シナリオ(28の社会像)には関連する科学技術トピックが紐づけられている。そこで、科学技術トピックを仲介としてクローズアップ領域と小シナリオの関係を示したのが図表14である。まず、自然言語処理により算出した科学技術トピックの特徴量を用いて小シナリオ及びクローズアップ領域の特徴量を算出、類似するものを近傍に配置して二次元図に落とし込んだ。小シナリオには解決すべき社会課題・目標が描かれているため、この関係付けによりクローズアップ領域に社会課題・目標を関連付けることを考えた。

グループ(1)は領域2及び領域Eから成る群で、5つの小シナリオが近傍に位置する。これは、心と体の健康に関する群と言える。クローズアップ領域では明示されていないが、小シナリオでは、感情・感覚の伝達や新しい人間関係など、人と人とのつながりに関する要素が含まれる。グループ(2)は領域Bから成り、4つの小シナリオが近傍にある。ロボット等による代替も含め人間の心身機能をカスタマイズし、より望ましい状態を獲得することを目指す群である。クローズアップ領域では、災害時支援など社会的な活動まで及ぶこと、一方小シナリオでは人の心の問題まで及ぶことと、各々の特徴がみられる。グループ(3)は領域Aから成り、個人データ等を活用して自分の好みに合った生活や楽しみを享受し、充足感や充実感を得る群である。クローズアップ領域ではデータ活用・流通という基盤技術として示され、小シナリオでは社会に応用された姿が挙げられている。グループ(4)は領域1から成る群で、ICTを基盤として、地理的制約や既存の枠組みから解放されて個人が選択を行う群である。クローズアップ領域ではビッグデータ活用の基盤となる科学技術と多様な応用先が挙げられ、小シナリオでは生活者の視点から、分散と共生に焦点が当てられている。グループ(5)は領域Dから成り、人間及びモノの移動の最適化を目指す群である。クローズアップ領域では安全性に焦点が当てられているが、小シナリオでは分散化が進む中での人や物の流れの最適化が焦点となっている。グループ(6)は領域6及び領域8から成り、モニタリングと予測を通じて地球環境を把握、自然災害への対応を高度化し、人間を守ることを目指す群である。クローズアップ領域と小シナリオの内容に類似性が高いが、小シナリオではモニタリングや予測に留まらず、危機管理まで含まれている。グループ(7)は領域5、領域7、領域Gから成り、データ活用により新しいものづくりを実現し持続可能な社会を目指す群である。クローズアップ領域と小シナリオの内容は類似

するが、小シナリオでは最適化の観点から持続可能性が捉えられている。

領域 3「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、領域 C「次世代通信・暗号技術」、及び領域 H「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」の近傍には、類似する小シナリオが存在しない。

図表 14 クローズアップ領域と小シナリオとの関係



No	クローズアップ領域	基本シナリオの小シナリオ	社会課題／目標
1	2: プレジジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング E: ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	AT2: 感情の科学技術（心の動きの計測・可視化により、感情のケアの進展） BS1: リアル・バーチャル（データオープン化により誰でも同じものづくり） BS4: オープン家族（血縁と異なるゆるいつながり） BT1: 人と健康（健康モニタリング、いつでもどこでも高度医療） CT2: 機能の維持・回復（セルフ・メディシン）（失われた機能の回復、精神疾患の自己コントロール）	心身の健康管理 人と人とのつながり

No	クローズアップ領域	基本シナリオの小シナリオ	社会課題／目標
2	B: 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	BT2: ロボットと匠（作業データをネットワーク共有、ロボットによる人間代替） CS1: 機能を「足したり引いたり」する（体や心の機能を足し引きし、理想に近づく） CS2: 「気持ち」や「心」をコントロールする（心の状態のカスタマイズ） CT1: 外部知能ネットワーク活用（完全デジタル化、ネットワーク社会の中で利便性を享受）	心身機能の拡張、精神的安定、人間活動支援
3	A: 新たなデータ流通・利活用システム	AT4: 遊び心を豊かにするバーチャル/グローバルサポート（バーチャル観光も含む国内観光の発展） CT1: 外部知能ネットワーク活用（完全デジタル化、ネットワーク社会の中で利便性を享受） DS4: 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（個人の嗜好・行動情報に基づく生活）	ネットワークを活用した QoL 向上
4	1: 社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	AS1: 共生（社会が多様化、新しいコミュニティの誕生） AS2: 好きな場所で暮らす（分散化、ロボットや AI による人手不足解消） AT1: 匠のアーカイブ&リモートワーキング（好きな時間に好きな場所で仕事） BT4: ICT 基盤	分散と共生
5	D: 交通に関するヒューマンエラー防止技術	DS3: “運ぶ”の最適化（新しい輸送手段の実現） DT1: おまかせ（データ・情報や遠隔技術により苦勞せず求める消費行動を実現）	移動・輸送の最適化
6	6: 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術 8: 自然災害に関する先進的観測・予測技術	AT3: 各種拠点のシフト&高度化（拠点分散・多様化、職業の複合化、農業・水産業従事者増） BT3: 地球（国際ネットワークで高精度モニタリング・リアルタイムオペレーション） DS2: 災害から生き残る（生産と消費の D(Disaster) モードを構築、災害時に最適化） DT3: まえもって（人の健康から気象まで常時センシング・予測）	危機管理
7	5: ICT を革新する電子・量子デバイス 7: サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術 G: 持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	BS3: 無料・アバンダンス（共感する人々がお互いのリソースを共有） DS1: 生産と消費活動の冗長的な最適化（最適生産に関する”拠点”の再定義）	持続可能な社会

## (2) 科学技術トピック

ここでは、クローズアップ領域及び基本シナリオのそれぞれに含まれる科学技術トピックの相違を検討する。

まず、各クローズアップ領域に含まれる科学技術トピックの中に、基本シナリオ検討で抽出された科学技術トピックがどの程度存在するかを示したのが図表 15 である。例えば、領域 1 には 152 件の科学技術トピックが含まれるが、このうち 113 件は基本シナリオ検討で抽出されている。クローズアップ領域のうち横断・融合のポテンシャルの高い 8 領域は、「人間・社会」、「地球・環境」、「科学技術基盤」のいずれかに分類されているが、このうち「人間・社会」区分または「地球・環境」区分に分類される領域については、領域 8「自然災害に関する先進的観測・予測技術」を除き 70% を超

える合致率である。「科学技術基盤」区分については幅が見られ、領域 3「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」及び領域 4「新規構造・機能の材料と製造システムの創成」では、40～50%の合致率であるが、領域 5「ICT を革新する電子・量子デバイス」では20%を下回る。特定領域に軸足を置く 8 領域については、全般的に合致率が高い。これは、基本シナリオの小シナリオと科学技術トピックとの結び付け作業において、細目(分野の下に設けた区分)を単位とした選択が行われる例があったことが一因と推察される。領域 C「次世代通信・暗号技術」(55%)、領域 H「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」(13%)は合致率が低めとなっている。

次に、クローズアップ領域の代表科学技術トピック(1 領域 10 件または 5 件)が基本シナリオ検討で抽出された科学技術トピックの中にどの程度含まれているかを見ると、全体では 150 件中 102 件(68%)が取り上げられている。合致率が 8 割以上の領域は、領域 4「新規構造・機能の材料と製造システムの創成」、領域 7「サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術」、領域 B「人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術」、領域 D「交通に関するヒューマンエラー防止技術」、領域 E「ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法」、領域 F「生態系と調和した持続的な農林水産業システム」、領域 G「持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術」の 7 領域である。このうち、領域 4 及び領域 B は各シナリオに分散しているのに対し、その他の領域は特定のシナリオと深く結びついている。例えば、領域 7 及び領域 G はシナリオ D と科学技術トピックが共通し、領域 E 及び領域 F はシナリオ B と科学技術トピックが共通している。

領域 3「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、領域 5「ICT を革新する電子・量子デバイス」、領域 8「自然災害に関する先進的観測・予測技術」、及び領域 H「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」の 4 領域は、基本シナリオ検討で抽出された科学技術トピックと合致するのが半数に満たない。特に領域 5 と領域 H は合致するトピックが少ない。

図表 15 クローズアップ領域に含まれる科学技術トピックと基本シナリオに紐づけられた科学技術トピックとの対照

A. クローズアップ領域ごとの合致状況

区分	クローズアップ領域	総トピック*1 数に対する割合	代表トピック*2 数に対する割合
人間・社会	1 社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	113/152 (74%)	6/10 (60%)
人間・社会	2 プレシジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	42/53 (79%)	7/10 (70%)
基盤	3 先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	36/89 (40%)	4/10 (40%)
基盤	4 新規構造・機能の材料と製造システムの創成	43/87 (49%)	8/10 (80%)
基盤	5 ICT を革新する電子・量子デバイス	3/19 (16%)	1/10 (10%)
地球・環境	6 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術	50/70 (71%)	6/10 (60%)
地球・環境	7 サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	46/52 (88%)	9/10 (90%)
地球・環境	8 自然災害に関する先進的観測・予測技術	8/22 (36%)	4/10 (40%)



区分	クローズアップ領域	総トピック*1数に対する割合	代表トピック*2数に対する割合
	A 新たなデータ流通・利活用システム	17/21 (81%)	7/10 (70%)
	B 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	12/12 (100%)	10/10 (100%)
	C 次世代通信・暗号技術	11/20 (55%)	5/10 (50%)
	D 交通に関するヒューマンエラー防止技術	6/8 (75%)	4/5 (90%)
	E ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	28/29 (97%)	10/10 (100%)
	F 生態系と調和した持続的な農林水産業システム	37/40 (93%)	10/10 (100%)
	G 持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	14/15 (93%)	10/10 (100%)
	H 宇宙と人類の起源を解く基礎科学	1/8 (13%)	1/5 (20%)

\*1 AI 関連技術により類似する科学技術をクラスタリング、次いで専門家判断によりクラスターの分割・統合等を行った結果、各領域に含まれるトピック数

\*2 総トピック(\*1)の中から、当該領域を代表すると考えられる科学技術トピック 10 件(元々のクラスターが小さい領域 D 及び H は 5 件)を抽出

## B. 基本シナリオ象限ごとの合致状況(代表トピック)

シナリオ象限	合致トピック数*3	各象限に含まれるクローズアップ領域代表トピックの数															
		1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D	E	F	G	H
A	36	3	2	1	4	1	3	1	2	3	6		3	5		1	1
B	59	3	6	2	3	1	1	3		5	6	5	1	9	10	4	
C	21	2	1	1	1					3	9			4			
D	40		1	1	4		2	8	3	1	4	1	2		3	10	
計	102	6	7	4	8	1	6	9	4	7	10	5	4	10	10	10	1
トピック数計		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	5

\*3 各象限に含まれるトピックには重複がある。合致トピック延べ数(A~D 計)は 156 件、合致トピック数(実数)は 102 件。

基本シナリオについても、クローズアップ領域と同様に、ワークショップ及び追加検討によって抽出した科学技術トピックの中から各象限 15~30 件程度を代表トピックとして抽出している。それぞれの代表科学技術トピック(クローズアップ領域 150 件、基本シナリオ 92 件)について共通するトピックを抽出すると、図表 16 に示す 35 件が該当し、ICT・アナリティクス・サービス分野が 10 件、マテリアル・デバイス・プロセス分野が 8 件と、基盤的性格を持つ 2 分野で半数を占めた。クローズアップ領域別では、領域 B が 6 件と最も多く、次いで領域 4 の 5 件となる。シナリオ別では、シナリオ D が 13 件と最も多い。代表するキーワード(図表 17)を見ると、大規模データの活用(モニタリング・センシング、予測・シミュレーション)、ロボット、AI など、目には見えずともある程度一般に広まりニーズの高い技術については基本シナリオにおいて抽出された一方、量子通信、量子インターネットの開発や宇宙の起源解明のように、より基礎的で具体的な技術については小シナリオの社会課題・目標との結び付けが難しかったことがわかる。

図表 16 共通する代表科学技術トピック

領域	シナリオ	分野	トピック	
B	C	健康・医療・生命科学	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	
E	C		血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング	
E	C		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	
E	C		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	
B	C	農林水産・食品・バイオテクノロジー	人間を代替する農業ロボット	
7	D	環境・資源・エネルギー	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	
G	D		50MW 級洋上浮体式風力発電	
4	D		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)	
7	D		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	
A	B	ICT・アナリティクス・サービス	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	
5	D		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ール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)	
1	D		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	
A	B		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	
C	C		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	
1	B		教育に AI・ブロックチェーンが導入され、学校法人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	
1	B		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	
B	B		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、身体の貸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	
B	C		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)	
B	A		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	
4	D		マテリアル・デバイス・プロセス	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)
B	B			運動や記憶、情報処理、自然治癒など、ヒト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
2	A			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
7	D	CO <sub>2</sub> 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		
4	D	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築構造物の機能を維持できる構造材料		

領域	シナリオ	分野	トピック
4	D		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フードプリンティング技術
4	C		ヒト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
2	C		3D プリンティング技術を用いた再生組織・臓器の製造(バイオフィアブリケーション)
1	B	都市・建築・土木・交通	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
8	D		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
A	B		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
D	B		自律航行可能な無人運航商船
8	D	宇宙・海洋・地球・科学基盤	日本国内の全活火山に対し、次に噴火しそうな、もしくはしそうでない火山を見い出すための切迫度評価
8	D		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
5	B		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
A	B		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

図表 17 代表キーワードの比較

\*基本シナリオとクローズアップ領域で共通するキーワードは太字

基本シナリオにおける科学技術上のキーワード

シナリオ	基本シナリオにおける科学技術上のキーワード
A	ウェルビーイング、スマートシティ、ノーマライゼーション、脳機能 <b>イメージング</b> 、体験伝達メディア、多言語・非言語ナビ
B	自動検知、情報抽出、大規模 <b>シミュレーション</b> 、データマイニング、汎用、機械学習、 <b>予測</b> ・制御、 <b>ロボット</b> ・ <b>ヒューマンマシンインターフェース</b> 、量子暗号、 <b>ブロックチェーン</b> 、量子コンピュータ、オープンデータ、 <b>大規模データ</b> 活用、データ流通・共有、電子地図、電子ブック、プロジェクト管理、 <b>リアルタイムモニタリング</b> 、量子中継、ITリテラシー、遠隔操作、ウェブルーミング、電力市場一般化、自動運転、無人農業
C	生体適合、AI活用、機械学習活用、人間代替、 <b>ロボット</b> 、ウェアラブルデバイス、健康医療、データベース、病状コントロール、ライフログセンシング、体内埋め込みデバイス
D	植物工場、人工光合成、人工肉・人工食材、 <b>フードバリューチェーン</b> 、 <b>レアメタル回収</b> ・利用、 <b>自己修復材料</b> 、ドローン、エネルギーシステム、コプロダクション、 <b>シミュレーション</b> 、 <b>切迫度評価</b> 、統合防災システム、 <b>モニタリング</b> ・ <b>センシング</b> 、 <b>予測技術</b> 、 <b>リアルタイムモニタリング</b> 、 <b>リアルタイム予測</b> 、 <b>3D/4D プリンティング</b> ・ <b>4D マテリアル</b> 、マスカスタマイゼーション

クローズアップ領域における科学技術上のキーワード

クローズアップ領域	科学技術上のキーワード
1 社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	IoT、AI、 <b>ビッグデータ</b> 、 <b>ブロックチェーン</b> 、サービス・ソリューション、数理科学、モデル、 <b>シミュレーション</b>

クローズアップ領域	科学技術上のキーワード
2 プレジジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	医薬、再生医療、幹細胞、細胞医療、遺伝子治療、 <b>リアルタイムモニタリング</b> 、計測、 <b>イメージング</b> 、量子、バイオアプリケーション
3 先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	テーラーメイド医薬品・化粧品、放射光計測技術、その場観測、ハイブリッドコンピュータシステム、プロセスシミュレーション、超高解像度顕微鏡、量子シミュレータ、量子もつれ光、ハイスループット表現型計測システム、生育予測・診断システム
4 新規構造・機能の材料と製造システムの創成	<b>4D プリンティング</b> ・ <b>4D マテリアル</b> 、マルチマテリアル、マルチスケールシミュレーション、 <b>自己修復材料</b> 、フードプリンティング、ソフトマテリアル、バイオメテックス、二次電池、 <b>レアメタル回収</b> 、インターモーダル
5 ICT を革新する電子・量子デバイス	パワー半導体、量子コヒーレンス、有機トランジスタ、単一スピン情報素子、低消費電力 AI チップ、量子センサ、ゲート型量子コンピュータ、量子ニューラルネットワーク、アルゴリズム
6 宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術	地球環境、資源、衛星、観測、リモート <b>センシング</b> 、 <b>モニタリング</b> 、モデル、 <b>予測</b>
7 サークュラーエコノミー推進に向けた科学技術	サーキュラーエコノミー、再資源化、再生可能エネルギー、水素、CO2、廃棄物、バイオマス
8 自然災害に関する先進的観測・予測技術	火山 <b>切迫度評価</b> 、年代測定精度、地震・被害 <b>予測</b> 、広域応力場測定、破堤察知、河道設計、国土 変化予測、 <b>リアルタイム被害予測</b> 、デジタルツイン
A 新たなデータ流通・利活用システム	IoT、AI、 <b>ビッグデータ</b> 、自然言語処理、画像処理、個人データ
B 人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	<b>ロボット</b> 、 <b>ヒューマン・マシン・インターフェース</b> 、 <b>センシング</b> ・情報処理・アクチュエーション機能
C 次世代通信・暗号技術	有無線移動通信技術、大容量通信、光通信、小型近距離無線通信、非干渉収容、完全無線通信化、量子通信、単一光子、量子メモリ、量子インターネット
D 交通に関するヒューマンエラー防止技術	無人運転・運航・操縦、危険予知・警告・回避、通信、IoT
E ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	非感染性疾患、予知・予防、早期診断、DOHaD、遺伝・環境因子、バイオマーカー、エピゲノム、動的ネットワーク、precision medicine
F 生態系と調和した持続的な農林水産業システム	生態調和型(環境保全型)生産システム、データ駆動型、地域コミュニティ、ネオドメスティケーション、完全循環型 <b>フードバリューチェーン</b> 、フードランジッション
G 持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	水素製造、浮体式風力発電、海洋エネルギー、直流送電、超電導送電ケーブル、非接触充電、超電導フライホイール、エネルギー貯蔵、高出力電池、スマートグリッド
H 宇宙と人類の起源を解く基礎科学	銀河・銀河系の形成と進化、量子重力理論、物質・反物質の非対称性、 <b>ダークマター</b> 、重元素合成 の進化過程

### (3) まとめ

バックキャストを主とした「基本シナリオ」とフォーキャストによる「クローズアップ領域」を比較した結果、以下のことが明らかとなった。

社会課題・目標については、ほとんどのクローズアップ領域について、基本シナリオの小シナリオで示された社会課題・目標と結び付けることができ、共通する社会課題・目標への言及が見られ

ることがわかった。しかし、対象とする範囲や方向性には特徴が見られ、図表 18 に示すように、基本シナリオでは、社会のシステムや人間関係など科学技術以外も含んだ姿が提示されたのに対し、クローズアップ領域では、科学技術発展を踏まえたより具体的・個別的な目標が示された。

図表 18 社会課題・目標の特徴

課題・目標	基本シナリオ	クローズアップ領域
健康維持	感情など心の健康、人と人とのつながりなど、社会の人間関係を含む	身体健康が中心
活動支援	日常生活支援	災害対応など社会における活動も含む
社会課題解決	生活の在り方(分散と共生)に特化	社会の多様な課題への適用
移動・輸送	最適化	安全性
危機管理	モニタリング・予測に基づく社会システム	モニタリング・予測
持続可能な社会	物や情報の共有、持続可能な生産と消費	エネルギー、資源

また、バックキャスト・フォーキャストという検討の方向性の違いとは別の問題であるが、基本シナリオは生活者視点が主であったため、社会課題の多様性や社会活動への言及が少ない傾向が見られた。バックキャストにおいては、バックキャストの際の立ち位置により描かれる像が異なることに留意が必要である。

科学技術について見ると、基本シナリオに紐づけられた科学技術トピックとクローズアップ領域の科学技術トピックの合致度について、クローズアップ領域の基盤的領域は基本シナリオとの共通性が低い傾向が見られた。ビッグデータ活用や AI 技術のように、ある程度一般にイメージが浸透した技術については共通して抽出されたが、量子通信、量子インターネットの開発や宇宙科学のように、より基礎的・先端的な科学技術については基本シナリオでは抽出されなかった。

合致度が最も高いクローズアップ領域は、領域 B「人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術」である。この領域の科学技術トピックはすべて、基本シナリオの中で取り上げられ、かつ 4 象限のシナリオのいずれにも含まれており、社会の様々な場面でロボット技術の活用が想定されている。続いて合致度が高いのは、領域 7「サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術」、領域 E「ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法」、領域 F「生態系と調和した持続可能な農林水産業システム」、領域 G「持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術」であり、持続可能性や健康といったテーマで括ることができる領域である。

一方、合致度が低かった領域は、領域 5「ICT を革新する電子・量子デバイス」、領域 H「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」である。

## 5. おわりに

第 11 回科学技術予測調査では、社会からのバックキャストと科学技術からのフォーキャスト、また基本シナリオ作成における社会起点の検討と科学技術起点の検討を組み合わせ、社会の未来像及び科学技術の未来像について検討を行った。

### (1) 比較結果

#### ○社会の未来像について

社会の未来像の検討においては、バックキャスト・社会起点の検討とフォーキャスト・科学技術起点の検討において共通する未来像が見られ、社会が向かうべき方向性に共通点が多いことがわかった。それらは、例えば、人口減及び超高齢化、災害、健康など、現在から将来にわたる重要な社会課題・目標として一般に認識されている事項に関するものである。

差異を見ると、バックキャスト・社会起点の検討においては、豊かさや幸福感など精神的充足に言及した社会像が描かれた。また、マスメディア等で取り上げられることの多い ICT 関連技術がもたらす、仮想空間に活動が拡大した新しい社会像・新しい価値の創造が描かれる一方で、従来の行動様式の価値の再発見も描かれ、新しさの中での古さ、いわば「新しい古さ」を追求する方向性も挙げられた。地球環境・資源関連では、課題解決・目標達成に向けて科学技術の寄与に期待しつつも、それ以上に社会的な要素が実現の鍵となるとの認識も見られた。

一方科学技術起点の検討では、科学技術により従来の限界を超えて新たな価値がもたらされた創造的な社会像がより具体的・個別的に提案された。

#### ○科学技術の未来像について

科学技術の未来像検討においては、前述の社会の未来像と同様に、現在から将来にわたる社会課題・目標に関連する科学技術が、バックキャスト・社会起点の検討、フォーキャスト・科学技術起点の検討の双方から抽出された。これらの科学技術に対する科学技術専門家の重要度評価は高く、こうした社会課題対応型の科学技術については、検討の方向性によらず議論がなされる状況にあると考えられる。

差異を見ると、マスメディアで取り上げられるなど社会において認知度の高い科学技術はバックキャスト・社会起点の検討により抽出されやすかったが、社会実装の具体的なイメージを描きにくい、基盤的・基礎的な科学技術については抽出が十分でなかった。しかし、基本シナリオ作成では、バックキャストの流れの中で、途中で科学技術起点の検討の工程を入れることにより、基盤的科学技術を一定程度抽出することができた。

フォーキャストでは、基盤的な科学技術もトピックとして設定されたが、それらの重要度は社会課題や社会ニーズに直接関わる科学技術と比較して相対的に低かった。

#### ○基本シナリオとクローズアップ領域

バックキャストを主とした基本シナリオとフォーキャストの検討を行ったクローズアップ領域を比較したところ、社会の未来像及び科学技術の未来像について、上述と同様の傾向が見られた。

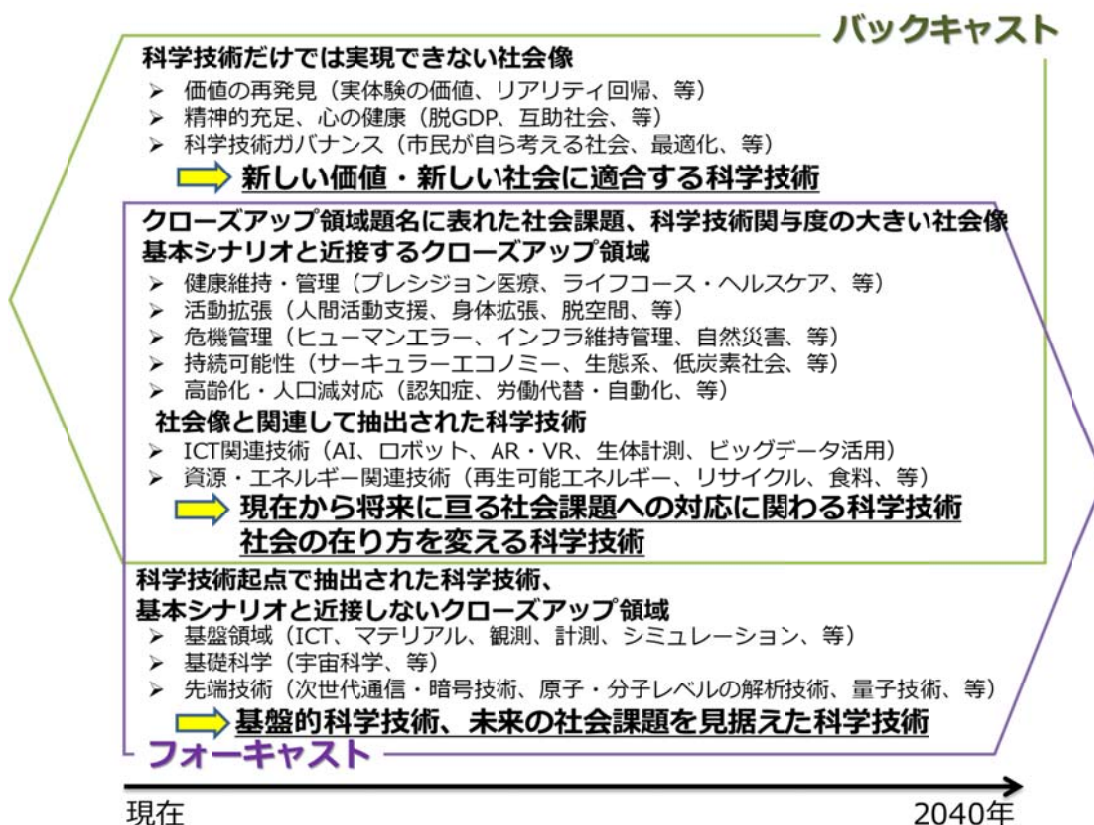
基盤的領域など一部を除き、ほとんどのクローズアップ領域は、基本シナリオに描かれた社会課題・目標、すなわち健康や持続可能性などと結び付けられた。内容を見ると、クローズアップ領域では、具体的・個別的な目標が挙げられたのに対し、基本シナリオでは社会のシステムも含めた姿として描かれた。

科学技術については、クローズアップ領域の基盤的領域において基本シナリオとの合致度が低い傾向が見られた。領域 3「先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術」、領域 5「ICT を革新する電子・量子デバイス」、領域 C「次世代通信・暗号技術」、及び領域 H「宇宙と人類の起源を解く基礎科学」などである。データ活用や AI など社会的認知度の高い科学技術は言及されやすいが、量子技術や宇宙科学など基盤的・基礎的な科学技術は基本シナリオでは言及されにくい。一方、ロボット技術については、すべての象限のシナリオで登場するなど、認識と期待が高いことが示された。

(2) バックキャスト及びフォーキャストから見える科学技術

これまでの分析結果を科学技術の観点からまとめると、図表 19 のとおりである。

図表 19 バックキャストとフォーキャストから見える科学技術



まず、実体験の価値、人と人とのつながり、科学技術のガバナンスなど、科学技術だけでは実現できない、あるいは精神的充足を追求する社会像が得られた。これらの社会においても科学技術の存在感は大きく、2040年には、このような新しい価値観や行動様式を持った新しい社会に適合



する科学技術が求められる。持続可能性のように科学技術への期待と共に社会的要素の重要性が指摘された事項については、科学技術と社会的要素を合わせた検討が求められる。

また、バックキャスト及びフォーキャストの両方向から抽出された、現在から将来にわたる社会課題・目標に関連する科学技術についても、2040年に向けて継続してその進展が期待される。

加えて重要となるのは、社会像の具体的なイメージを描きにくい基盤的な科学技術である。これらは社会の中で直接触れる機会はほとんどなく、バックキャストからは抽出されにくい。しかしそれらは、バックキャストにより得られた2040年に求められる価値観のうちの一つである「不滅の好奇心」を満たす科学技術であること、そして現在は予見できない未来の社会課題解決を支える科学技術となり得るとの認識を持って振興することが求められる。

### (3) まとめ

バックキャストとフォーキャストの二方向から検討を行ったところ、抽出される社会や科学技術の未来像には共通点を多く含みながらもそれぞれ特徴が見られた。方向性の異なる検討を通じて未来像を広く捉えられるようになったことから、二方向の検討は有用であったと考えられる。

フォーキャストの議論の中にも自ずとバックキャストの思考が織り込まれており、社会で認識されている諸課題の深刻化に対しては共通して言及があった。これについては、検討の方向性に依らず、様々な可能性が検討されるものと考えられる。ただし、目指す社会像の実現を目指すのであれば、要素技術や周辺技術なども含めて関連する科学技術を群として捉え、必要な研究開発が適切な時期に実施されるよう時系列を考慮し、詳細な検討が必要である。また、社会的な要素についても、社会実装のための環境整備、制度整備、合意形成等を適時に進める必要がある。

考慮すべきは、社会課題解決や目標達成への寄与を支える基盤的・基礎的な科学技術、及び科学技術だけでは実現できない社会像の存在である。調査設計や推進方策の検討に当たっては、これらは、検討の方向性によっては抽出されないおそれがあるため、検討の過程で見落とされないよう留意する必要がある。前者については、社会課題との直接的なつながりは見えなくても、将来的な可能性を含めて重要性を認識し、長期的視点で推進する必要がある。あわせて、基盤的・基礎的な科学技術と社会とを結び付ける工夫、社会から見た分かりやすさの工夫も求められる。後者については、科学技術の可能性と限界を見極めつつ、新たな領域に挑戦するとともに、人文・社会科学の視点も入れた幅広い議論が求められる。さらに、バックキャストであっても、その立ち位置・視点によって描かれる社会の未来像の方向性は異なり、必要とされる科学技術にも違いが出てくることにも留意が必要である。

2040年の社会において目指すべき姿を実現するためには、バックキャストとフォーキャストそれぞれの特徴を踏まえ、多様な視点を組み合わせた検討と総合的な判断が求められる。また、本調査では社会像と科学技術の関連付けに留まったが、テーマを絞った上で、本調査で取り上げていない事項も含めて未来像の実現のために必要な科学技術的要素及び社会的要素の抽出と関係性の整理を行い、実現に向けた道筋を検討することが今後の課題である。



## 参考文献

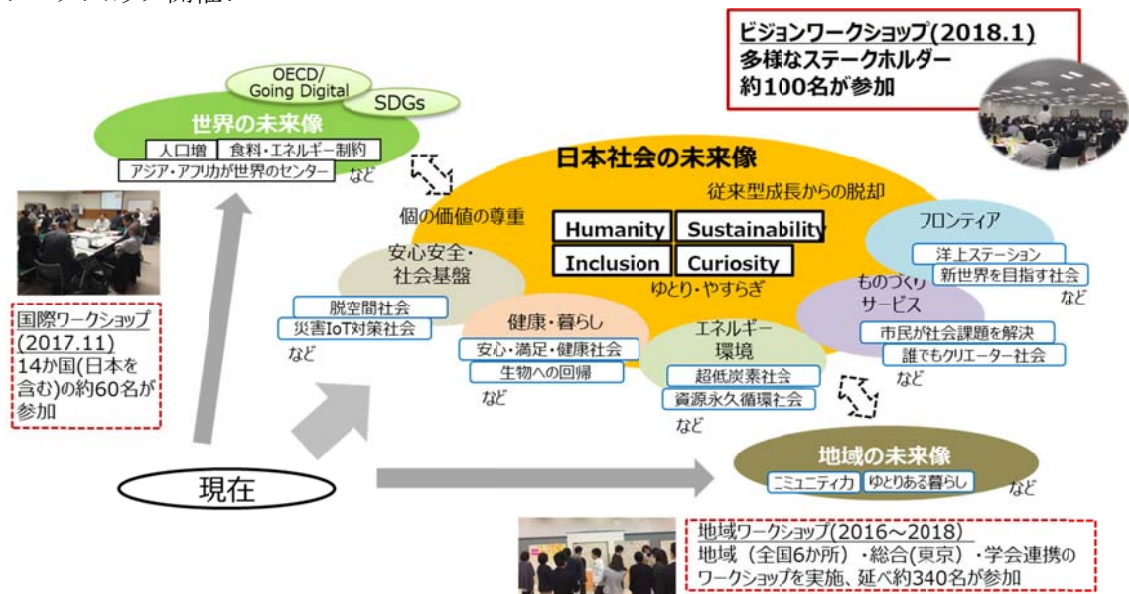
- [1] 科学技術・学術政策研究所 研究領域「科学技術予測・科学技術動向」  
<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-foresight-and-science-and-technology-trends>
- [2] デルファイ調査検索: <https://www.nistep.go.jp/research/scisip/delphisearch>
- [3] 例えば、Radical Innovation Breakthrough (欧州委員会、2019年)、Top 10 Emerging Technologies (世界経済フォーラム、2013年から毎年) など
- [4] 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>
- [5] 科学技術予測センター、「第11回科学技術予測調査 科学技術や社会のトレンド把握」、Discussion Paper No.183、文部科学省科学技術・学術政策研究所(2020):  
DOI: <https://doi.org/10.15108/dp183>
- [6] 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 <http://doi.org/10.15108/rm276>
- [7] 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>
- [8] 重茂浩美・蒲生秀典・小柴等、「第11回科学技術予測調査 2050年の未来につなぐクローズアップ科学技術領域—AI 関連技術とエキスパートジャッジの組み合わせによる抽出・分析—」、調査資料-290、文部科学省科学技術・学術政策研究所(2020):  
DOI <https://doi.org/10.15108/rm290>
- [9] 科学技術予測センター、「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—」、調査資料-291、文部科学省科学技術・学術政策研究所(2020):  
DOI <https://doi.org/10.15108/rm291>

# 付録

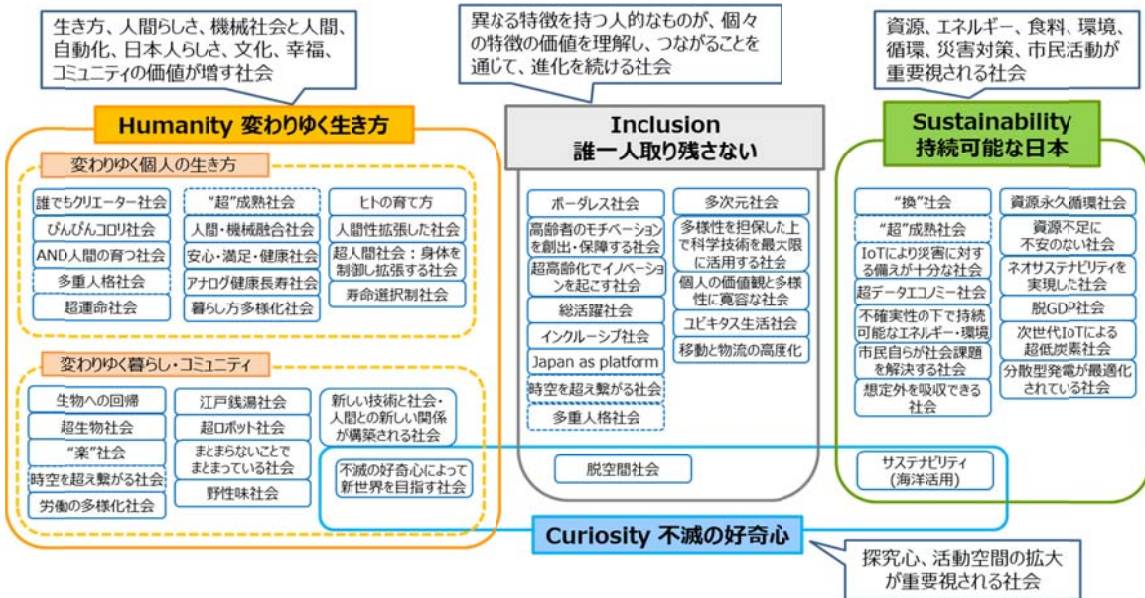
## 付録1 社会の未来像検討結果

産学官の有識者・関係者約 100 名によるビジョンワークショップを開催、その結果を基に、2040 年に目指す姿として 50 の社会の未来像と 4 つの価値を抽出した。詳細は、参考文献 6 を参照のこと。

ワークショップ開催:



結果:



## Humanity

社会の未来像	概要
誰でもクリエイター社会	複数の仕事をこなし、限界削減費用ゼロのサービスと最低限の生活を営む。データ等のやりとりで個人が欲しいものをリーズナブルに製造する。
びんびんコロリ社会	個人に対応した医療やウェアラブル健康センサにより、予防的な医療が進展する。それにより健康寿命が延伸し、入院や病死の概念がなくなる。
AND 人間の育つ社会	リアルとバーチャルの両方の体験を有するAND人間が育つ。生き方を描ける力の養成が重視される。学校教育では単純記憶から抽出力や思考力が問われる。リカレント教育が一般化する。
多重人格社会	バーチャル空間の拡張を通じて人格が複数存在するようになり、それらを使い分ける社会となる。また、所属する国や組織も複数になる。
超運命社会	身体拡張によりハンディキャップを克服するとともに、寿命という定めにも挑戦する。
”超”成熟社会	技術が生活や産業のあり方を革新し、社会の姿・仕組みと人の行動様式が大きく変わる。利便性や生産性の向上と環境保全との両立が容易になる。単純重労働からの解放、健康寿命の延伸、自由時間の拡大も起こる。
人間と機械が融合する社会	膨大な情報を瞬時にインプットするため、脳神経と外部データを直接接続するI/Fやデータそのものを脳にチップで埋め込むなど、人間の能力を飛躍的に向上させる。また、知的活動や感情面において機械が人間の役割をスムーズに行うようになる。
安心・満足・健康社会	健康でいられる時間を少しでも長くするよう、予防医学の視点からのアプローチが必要となる。脳機能の解明、健康状態のモニタリング技術、早期診断、治療技術の発達で自立して暮らせる人が増える。社会保障制度やデータ等の情報を取り扱う法制度が整備されていく。
アナログ健康長寿社会	長い人生の時間の使い方として対人ゲームが流行り、世代を越えた小さいコミュニティが受け皿となる。健康管理は自宅健康診断で行われ、健康な人にはインセンティブが与えられる。
暮らし方多様化社会	職業も居住地も多様化する。暮らし方によって都市に住む人と地方に住む人が分かれる。また、都市と田舎を行き来する人も増加する。人生二毛作時代となり、マルチトラック社会となる。
ヒトの育て方	自由な勉強が出来る。AIと共存するための教育や様々な変化に対応できる教育もなされている。地域の大学がより身近な存在となり、知識の再分配が図られている。
人間性の拡張した社会	技術により身体機能の拡張・代替ができるようになり、データを集めて知識化できる人や組織に富や資源が集中する。一方、「リアル」、「静けさ」、「切り離されていること」に価値が出ている。VR・AR・AIをベースとした新しい生きがい社会が生まれ、自由を獲得することを最上位の目的とする。
超人間社会: 身体を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が図られる。自分の状態を把握でき、苦痛を伴う運動や生活習慣改善が不要になっている。
寿命選択制社会	生体計測技術の進歩や遺伝子への工学的操作により、人が自らの自由意思で自らの寿命を事前に選択し、それに従い生涯を全う出来るようになる。
生物(リアリティ)への回帰	AIの進展の中でリアルの価値が高まるとともに、地域の自立、地域資源の見直し、自然回帰が改めて注目される。
超生物社会	“AI格”が付与されるが、人間>AIの関係性は確保される。VR/AR空間での生活時間が拡大する。
“楽”社会	重労働の多くがロボットにより省力化される。バーチャル空間では1人の人間が複数エージェントとして活動して省力化される。人間の内面や主観に配慮した、人間に寄り添った製品が生み出される。
時空を超えて繋がる社会	高速ネットワーク、仮想現実、触覚や臭覚など五感を伝えることで、遠く離れた人同士がリアリティをもってつながる。個人のパーソナルデータログを活用し、物理的なハンディキャップを超えて仮想的な存在を再現する。

社会の未来像	概要
労働の多様化社会	AI、ロボット、ICT等により、在宅勤務が主流になる。テレビ電話やネット会議・VR会議などの普及で、仕事のために人が移動しなくて良くなる。
江戸銭湯社会	「匿名性」と「地域(現地)性」が両立する稀有な空間としての銭湯と、「顔の見える関係」「広い意味での家族としてのコミュニティ」が互助社会として成立し、シェアリングエコノミーが実現している。
超ロボット社会	ロボット技術が高度に進展し、もはやロボットと人間を外形的にも内面的にも区別することが不可能となり、ロボットに人権が認められる。
まとまらないことでまとまっている社会	自分の価値観に合う生き方を追求するものの、社会全体としては調和がとれた社会が成立する。この新しい価値観を日本から世界に発信する。
野性味社会	人の野性を生かす、自然と調和する社会となる。自分で歩いたり考えたりすることが高い価値を持つ。
新しい技術と社会・人間との新しい関係が構築される社会	技術と人間との新たな関係が構築される。新技術の利便性とリスクが浸透し、意識することなく機械と共存している。

## Inclusion

社会の未来像	概要
ボーダレス社会	言葉の壁がなくなり、国境が曖昧になる。その一方で、文化の壁はより明確になる。移民やロボットの普及が人口減の対応に本格的に寄与する。
高齢者のモチベーションを創出・保障する社会	“未病”の概念が一般化する。健康で長い人生と急速な社会変化を受けて、学び直しの重要性が高まり、高齢者の働く意欲と能力が生かされる。
超高齢化でイノベーションを起こす社会	高齢化を逆手に取り、イノベーションの起爆剤とする。例えば、個別化医療の完成、エピジェネティクス工学の進歩による癌の克服、人工子宮、高齢者が起業等を通じて経済を牽引、などが想定される。
総活躍社会	モノからコトへのシフト、サービスデザイン、地域の価値が見直され、創造的な仕事に従事する人材が増加する。また、仕事の成果や貢献度が正しく評価される。
インクルーシブ社会	出生から現在までのデータが集積され、データが履歴書に代わる。また外国人が国内で大量に働くようになるが、自動翻訳で会話ができる。卵子の凍結保存や出生前診断の倫理的課題解決が図られている。
Japan as Platform 社会	帰属意識やユーザーメリットをコンテンツとして提供する形で日本の魅力をサービス化する。そしてグローバルなファンから少額投資(拡張された納税)を受け入れるプラットフォーム制度が成立する。
時空を超えて繋がる社会(再掲)	高速ネットワーク、仮想現実、触覚や臭覚など五感を伝えることで、遠く離れた人同士がリアリティをもってつながる。個人のパーソナルデータログを活用し、物理的なハンディキャップを超えて仮想的な存在を再現する。
多重人格社会(再掲)	バーチャル空間の拡張を通じて人格が複数存在するようになり、それらを使い分ける社会となる。また、所属する国や組織も複数になる。
多次元社会	バーチャル国家が多数生まれ、人は複数の帰属先やペルソナ、アイデンティティを持つようになる。リアルな成長余地がなくなり、仮想成長を体験するVRサービスが盛んになる。
多様性を担保した上で科学技術を最大限に活用する社会	自動走行車、誰もが健康を維持増進するサービスなどにより、女性や高齢者も無理せず働くことが出来るが、死のマネジメントが必要な社会にもなっている。また、AIより人間が優れた部分が残る、AIと共生する。
個人の価値観と多様性に寛容な社会	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。
ユビキタス生活社会	地方に居ても都市で仕事、日本に居ても海外で学ぶなど、ボーダレスに活動できる。個人は分散しているがその距離は縮まっている。

社会の未来像	概要
移動と物流の高度化社会	パーソナル物流システムが完備される。都市と地方の区別など様々なデパイドが消滅し、不公平や格差を感じない社会になっている。

## Sustainability

社会の未来像	概要
“換”社会	資源をどれだけ高い変換効率で生産に結び付けるかを競い合う社会となる。また、地上での様々な活動が海中や空中など他の空間にも拡大する。
”超”成熟社会(再掲)	技術が生活や産業のあり方を革新し、社会の姿・仕組みと人の行動様式が大きく変わる。利便性や生産性の向上と環境保全との両立が容易になる。単純重労働からの解放、健康寿命の延伸、自由時間の拡大も起こる。
IoTにより災害に対する備えが十分な社会	高度化するICTを防災面に応用して効果的な対策を取ることで、災害に対する備え・安全性が向上する。
超データエコミー	ローコストなソフトウェアとそれによるローコストのデータ流通サービスを実現することを通じて、ヒト・モノ・コト・エネルギーのインテグレーションを実現する。データを流通させるためのレギュラトリーサイエンスを整備した上で、グローバルな経済関係をつくる。
不確実性の下で持続可能なエネルギー・環境	全体を俯瞰し、全体最適化を図る。脱炭素化や資源効率性を高める循環型社会のため、セクター間連携や異業種連携などが行われる。資源効率性を高める循環型社会の実現を目指す。
市民自らが社会課題を解決する社会	科学技術がどの方向に向かうのかなど、市民自らが考える社会となる。一方、科学技術の専門家は技術が市民に対して果たして有用なのかどうか、ニーズにどれだけ応えているのかの評価を行う。マルチステークホルダーのガバナンスを確立する。
想定外を吸収できる社会	シミュレーション技術などにより意思決定の支援を受けながら、想定外は起こり得る前提で予め長期的視点で対策を考え講じていく。
資源永久循環社会	人口増と経済発展により、資源環境制約が厳しくなり、それらを克服し永久に循環する技術が求められる。意識や価値観の変化も生じ、社会に浸透する。
資源不足に不安のない社会	物質循環＋インフラ管理をベースとした再編成が行われる。また、水、エネルギー、都市の一体的再構築などが輸出ビジネスになっている。リサイクル産業のデジタル化が進み、ものづくり産業と一体化する。農作業のロボット化、工業化により、農業人口の減少を補って食料自給率が上がる。
ネオサステナビリティを実現した社会	温暖化ガスを排出しないエネルギー産生が出来る。また、すべての海産物が養殖可能になるとともに、合成食により栄養と環境負荷のバランスが取れる。社会インフラは個人がどこでも作り移動させることが出来る。これらにより、江戸のような究極のリサイクル社会が誕生する。
脱GDP社会	GDPを豊かさの指標とする考え方の転換が図られる。例えば幸福度指数など個人の内面にまで踏み込んだ指標が市民権を得る。大量消費のサイクルから抜け出し、CO <sub>2</sub> 排出量の削減を達成する。多様な幸福感の形成を支援するデジタル経由の価値の流通システムが登場する。
次世代IoTによる超低炭素社会	高度に発展したIoTにより、モノの耐久性が著しく向上し、環境負荷が極限まで低減。モノの利用者は部品の補修や交換を行う、または使用頻度自体を減少させるといった長寿命化の手段を講じる。
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の大量導入など、個人宅で環境に配慮した発電が行われ、個別発電の最適化が図られている。

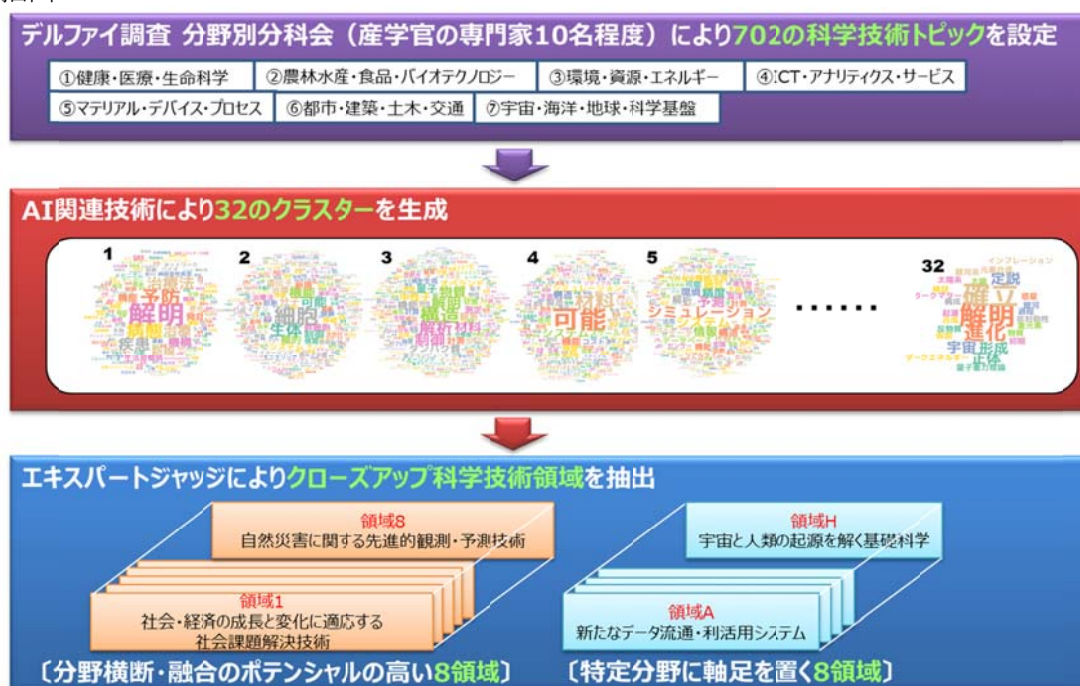
## Curiosity

社会の未来像	概要
不滅の好奇心によって新世界を目指す社会	漫画で見たような世界が実現している。月で資源開発・エネルギー産生、太平洋外洋牧場など、宇宙・深海・バーチャルに関する大航海時代が到来。
脱空間社会	職場や地域のしがらみから解放され、空間的・時間的な自由度が高まっている。物理的ボーダレスとなり、公共機能を民間組織が担っている。また、宇宙空間にも活動域が広がる。
サステナビリティ／海洋資源活用・洋上ステーション社会	太平洋に面する日本が、平和的な手段で海洋資源及び海洋空間の利活用に積極的かつ国際協調的に取り組む。

## 付録2 未来につながるクローズアップ科学技術領域の概要

科学技術の視点から今後推進すべきと考えられる分野横断的な研究開発領域を抽出することを目的として、デルファイ調査の702科学技術トピックに対して、自然言語処理によりトピック間の類似度を分析してクラスタリング、専門家による評価・再構築を経て選定した。特徴は、AI関連技術を活用した機械的処理と、エキスパートジャッジ(科学技術予測調査検討会)とを組合せて検討したことである。詳細は、参考文献8を参照のこと。

抽出フロー:



### 分野横断・融合のポテンシャルの高い領域

	領域名	概要
1	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	より多様化・複雑化する社会現象(ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ)に対し、情報処理技術と数理科学を駆使してモデル化・シミュレーションすることにより理解し、その制御につなげる科学技術領域
2	プレジジョン医療をめざした次世代バイオモニタリングとバイオエンジニアリング	遺伝子、環境、ライフスタイルに関する個人ごとの違いを考慮するプレジジョン医療をめざした、ヒト生体での多様な相互作用を総合的に理解するバイオモニタリングと、その結果に基づき医療技術を開発するバイオエンジニアリングから成る科学技術領域
3	先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術	これまで見えなかったものの観測や観察を可能とする先端計測と、シミュレーション・インフォマティクス・AIなどの情報科学を融合することで、科学的解明や創薬・触媒・材料・農作物などの幅広い実用分野での技術開発につなげる科学技術領域



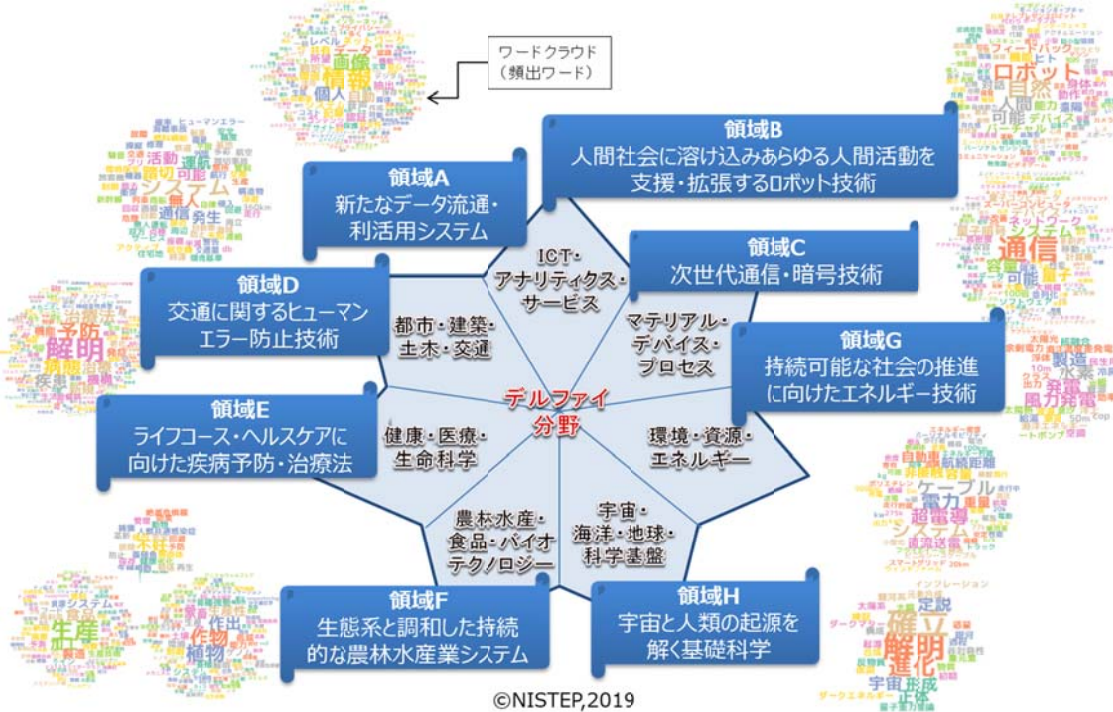
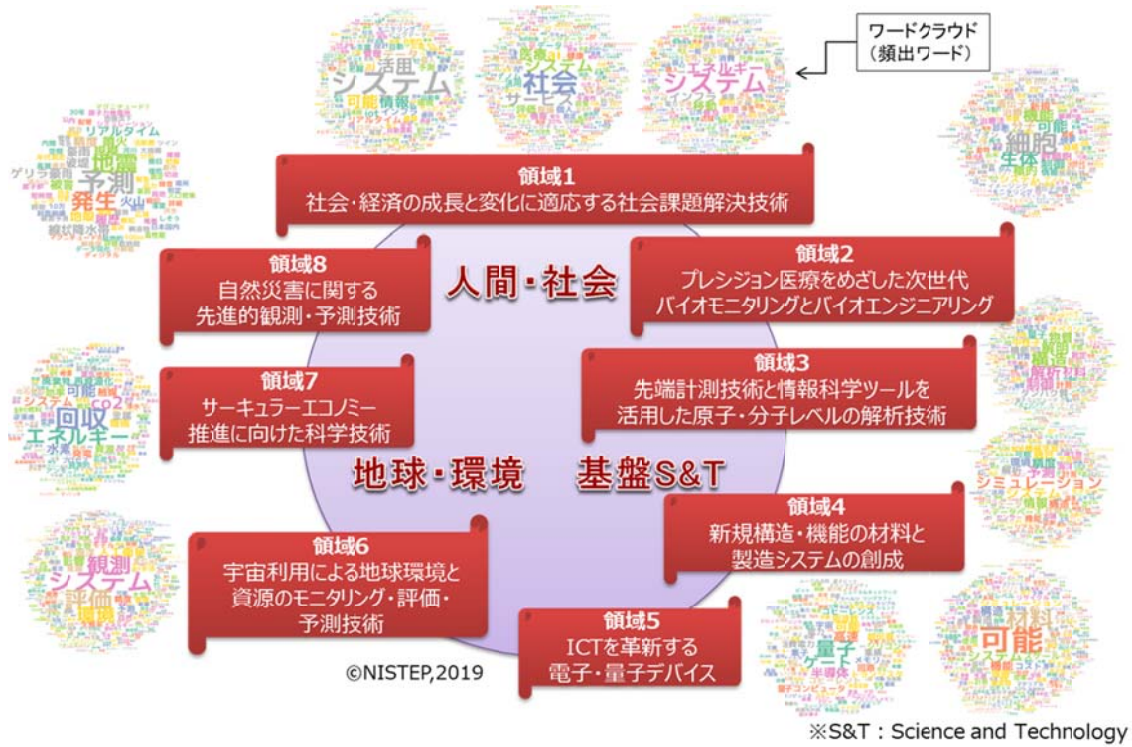
	領域名	概要
4	新規構造・機能の材料と製造システムの創成	地球・環境に関わる社会課題の解決や人間の QOL 向上など、将来社会の個人や社会の多様なニーズに応え、マス・カスタマイゼーションを可能とする先進製造・流通システムによって、新たな価値創造をもたらすことが期待される、ものづくりの基盤となる要素技術からなる科学技術領域
5	ICT を革新する電子・量子デバイス	人間と機械の関係の深化・融合の基盤となるヒューマン・マシン・インターフェースや IoT におけるセンシング、環境負荷の少ない高度 ICT システムを支える高効率・高速デバイスなどの新たな材料・機能を有する電子デバイス、さらには、膨大な情報処理能力を有し、生体などを高精度・非侵襲で計測・センシングができると期待される量子デバイスに関わる科学技術領域
6	宇宙利用による地球環境と資源のモニタリング・評価・予測技術	宇宙と地上から広範に地球を観ることにより、地球環境や資源に関する理解を深め、その変動を予測する能力を高めて、エネルギー・資源の探索・管理や自然災害などに対する危機管理につなげる科学技術領域
7	サーキュラーエコノミー推進に向けた科学技術	消費された資源を回収して再生・再利用し続けることで経済成長を実現する新たな経済モデル「サーキュラーエコノミー」の推進に向けた、再生可能エネルギー、廃棄物の削減・リサイクル、シェアリングなどの多様な技術・システムに関わる科学技術領域
8	自然災害に関する先進的観測・予測技術	近年わが国で多発する地震・火山噴火・豪雨など自然災害の原因を究明する基礎研究、それら災害の発生予測技術、国土の保全・設計に関わる科学技術が含まれ、誰一人取り残さない災害被害の回避につなげるための科学技術領域

特定分野に軸足を置く領域

	領域名	概要
A	新たなデータ流通・利活用システム	産業・医療・教育に関わるデータ、個人情報や研究データといった多種多様で大量のデータについて、その保護と利活用とのバランスを図りつつ、収集・共有・分析・活用する科学技術領域
B	人間社会に溶け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	自律化、情報端末化、ネットワーク化するロボットを人間社会に溶け込ませて活用することにより、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を支援・拡張する科学技術領域
C	次世代通信・暗号技術	データ利用が増大する将来社会に向け、生活および産業全般に及ぶインフラとして不可欠となる、高速・大容量データが利用可能な無線・有線および移動体に関する次世代の通信技術、広範な分野でのデータ利用におけるセキュリティを支える高度な暗号技術からなる科学技術領域
D	交通に関するヒューマンエラー防止技術	陸空海の交通において、人間の負担を軽減しながら安全・効率的かつ交通容量を拡大するための、ICT による交通システムの知能化に基づく車両・航空機・船舶等の移動体の無人運転・操縦・運航に関する科学技術領域



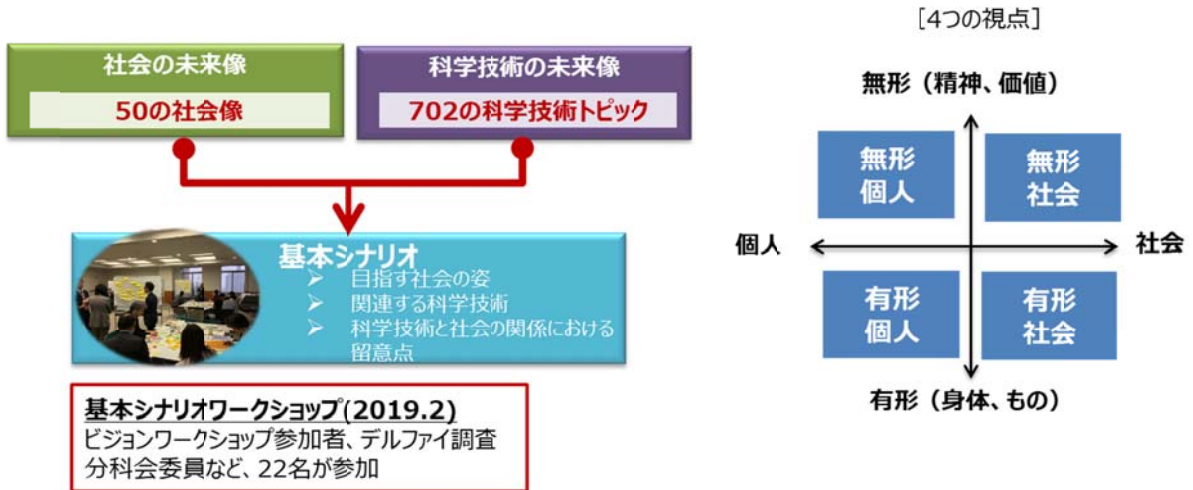
	領域名	概要
E	ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・治療法	健康寿命の延伸をめざした生涯にわたる健康支援(ライフコース・ヘルスケア)のために、ヒトの胎児期から乳幼児期、就学期、就労期、高齢期までを連続的にとらえ、各年齢ステージでの疾病の適切な予防・治療を施すというライフコース・アプローチの概念に基づいた、疾病に関する遺伝的要因、環境要因、社会的要因の研究、老化・機能低下のメカニズム研究、加齢性疾患の予防・診断・治療法開発に関する科学技術領域
F	生態系と調和した持続的な農林水産業システム	生態系が人類に提供する便益としての生態系サービスの持続的・効果的利用による、データ駆動型アプローチと、地域コミュニティ・地域リソースとの関係に基づく農林水産業の発展に向けた科学技術領域
G	持続可能な社会の推進に向けたエネルギー技術	持続可能な社会を構築するために、生活や産業の基盤となる将来のエネルギー技術として、CO2を排出する化石燃料から脱却し、再生可能エネルギーへの転換に不可欠となるエネルギーの要素技術に関する科学技術領域
H	宇宙と人類の起源を解く基礎科学	21世紀に入り急速に発展した宇宙物理学において、未だ謎となっている宇宙に関わる種々の現象や存在について基礎科学的な解明を目指す科学技術領域



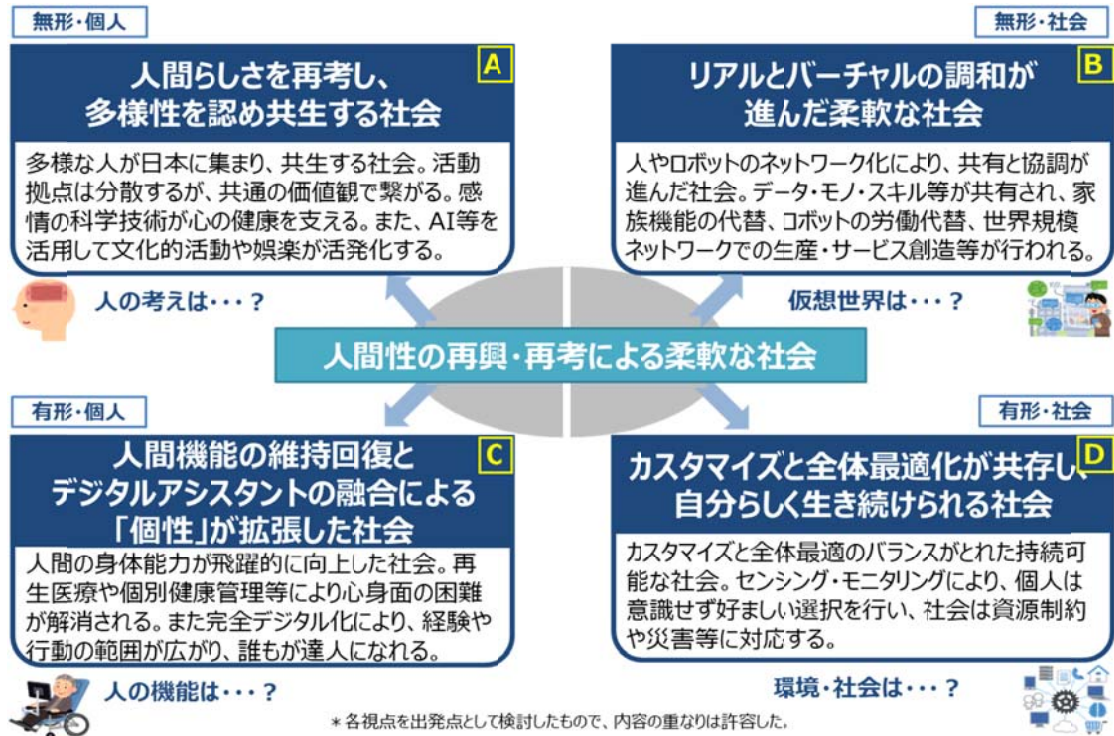
### 付録3 基本シナリオ及び小シナリオ(28の社会像)

科学技術発展により目指す社会の姿を描くため、社会の未来像(ビジョンワークショップで抽出した50の社会の未来像)と科学技術の未来像(デルファイ調査で設定した702の科学技術トピック)を結びつける基本シナリオワークショップを開催した。詳細は、参考文献9を参照のこと。

基本シナリオの構成:



目指す社会の姿:



小シナリオ:

[A] 無形×個人

起点	未来社会	概要
社会	共生	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く。
	好きな場所で暮らす	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	匠のアーカイブ&リモートワーキング	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。
	感情の科学技術(脳機能の計測、可視化、伝達)	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。
	各種拠点(都市・農地・職場・生活)のシフト&高度化	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。
	遊び心を豊かにするバーチャル/グローバルサポート	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、日本がパッケージ人気1位となっている。

[B] 無形×社会

起点	未来社会	概要
社会	リアル・バーチャル	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れるようになったが、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。
	世界の生産	価値観を共有する集団同志がつながって世界規模でのものづくり・サービス創造をしている。(スピードが競争力、質が重要)
	無料・アバンダンス	”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。
	オープン家族	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	人と健康	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。

起点	未来社会	概要
	ロボットと匠	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。
	地球	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。地球で何が生じ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。
	ICT(通信)基盤	このカテゴリは、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。

[C] 有形×個人

起点	未来社会	概要
社会	機能を「足したり引いたり」する	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。
	「気持ち」や「心」をコントロールする	「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」自体に不安を感じる層が現れる。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。



起点	未来社会	概要
	より「健康」になる	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く。その結果、個人の特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に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く。
科学技術	外部知能ネットワーク活用	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確か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。
	機能の維持・回復(セルフ・メディシン)	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(十分なインプレメンテーション)、骨折・転倒による寝たきり老人は激減した。
	2040年第1回シニアオリンピック in 東京	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AI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。
	モノづくりの匠・農業の達人	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AI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。

[D] 有形×社会

起点	未来社会	概要
社会	生産と消費活動の冗長的な最適化	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)。
	災害から生き残る	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
	”運ぶ”の最適化	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。
	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	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。 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)
科学技術	おまかせ	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。
	カスタマイズ	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リケーションによって、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。
	まえもって	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。 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。 これらの高度システムは誰でも簡単に取り扱うことができる。

## 調査研究体制

分析及び原稿執筆

横尾淑子

黒木優太郎

科学技術予測センター長

科学技術予測センター 研究官

データ分析協力

小柴 等

第2 調査研究グループ 上席研究官



DISCUSSION PAPER No.188

第11回科学技術予測調査におけるバックキャストとフォーキャストの比較分析

2020年8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  
横尾淑子, 黒木優太郎

〒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

Comparative Analysis of Backcasting and Forecasting based on S&T Foresight 2019 (The 11th Foresight)

August 2020

YOKOO Yoshiko and KUROGI Yutaro

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

<http://doi.org/10.15108/dp188>



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