

ほらいずん

基本シナリオ

— 科学技術の発展により目指す社会の姿 —

科学技術予測センター 研究官 黒木 優太郎、特別研究員 河岡 将行

.....

【概要】

本稿は特に、第11回科学技術予測調査における「基本シナリオ」について述べる。ここで基本シナリオとは、別途実施されたデルファイ調査における科学技術の未来像（702の科学技術トピック）と、同じく別途実施されたビジョンワークショップから得られた社会の未来像（50の社会像）を結びつけ、科学技術発展がもたらす未来の社会を描くものである。

基本シナリオの作成に当たってはワークショップを実施し、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。その結果、4つの基本シナリオ案に470のトピックが結びついた。また、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、生活に身近で社会課題に近い分野の科学技術が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、割合は全分野おおむね5割以下であるものの、分野の偏りなく科学技術と社会像が結びついた。その後、専門家による検討等を経て、最終的に4つの基本シナリオを作成した。

キーワード：科学技術予測，ワークショップ，シナリオ

.....

1. はじめに

科学技術・学術政策研究所（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おり、2017年から第11回科学技術予測調査を実施中である。今回調査の特徴の一つは、多様なステークホルダーの参画によって様々な専門性や立ち位置を交差させた議論を行い、複雑な科学技術と社会の関係を捉えていることである。本稿で述べる基本シナリオとは、科学技術の未来像と社会の未来像を結びつけ、科学技術発展がもたらす未来の社会を描いたものである。

ここで言う科学技術の未来像とは、具体的には別途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。本デルファイ調査は、2040年をターゲッ

トイヤーとし、2050年までの科学技術発展の30年間を展望する調査である。分野別に設けた分科会（7分科会、委員計74名）にて発展の方向性を検討し、702の科学技術トピックを設定した。詳細は本調査の速報版を参照されたい¹。

社会の未来像とは、2040年頃の未来における望ましい社会像を指し、地域社会・日本社会・国際社会などの観点から意見を集約した。検討に当たっては、多様なステークホルダーを交えたワークショップ（以降、WS）を実施した。これまでに、ビジョンWS（約100名）、地域WS（6回、延べ約340名）、国際WS（14か国約60名）を実施してきた。特にビジョンWSは約100名の大規模WSであり、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。詳細は、報告書を参照されたい²。

注1 科学技術予測センター「第11回科学技術予測調査 ST Foresight 2019（速報版）－「人間性の再興・再考による柔軟な社会」を目指して－」，文部科学省科学技術・学術政策研究所。DOI：http://doi.org/10.15108/stfc.foresight11.101

本稿では特に、これら科学技術の未来像と社会の未来像を紐付ける「基本シナリオ」について、その設定に至る背景と具体的な手法、得られた結果について述べる。

2. 基本シナリオの背景

初期の NISTEP の予測活動はシーズ型であったが、時代の変遷に伴い複数の手法を取り入れ、ニーズ指向型、課題解決型へと変化し、現在は社会ビジョン構築型の予測活動を行っている。2005 年の第 8 回調査からは、シナリオ・プランニングを調査に取り入れ、2015 年の第 10 回調査からは、「どうあるべきか」といった未来像を描く、ビジョニングを取り入れた。その一方で、これらの取組の結果と、第 1 回調査から絶えず続けてきたデルファイ調査から見いだされる科学技術の未来像は直接的に結びつくものではなく、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、これまでに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、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大きな枠組みを設け、これを基本シナリオとした (図表 1)。日本の未来の多様性を考慮し、基本シナリオは 1 つには定めておらず、後述するが今回は結果的に 4 つの基本シナリオに整理されている。また、NISTEP の科学技術予測調査において予測される科学技術や社会像は全て望ましいものであるが、何の考慮もなく目指せば良いような、いわゆる「バラ色」にはならぬよう、その推進における留意点も含めた。

3. 基本シナリオ WS の検討手順

基本シナリオを検討するに当たり、702 の科学技

図表 1 基本シナリオの概要



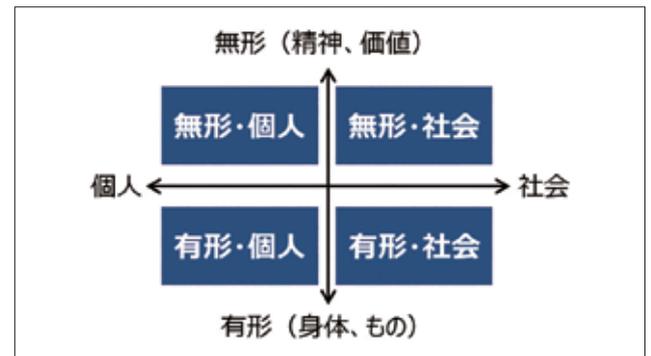
術トピックと 50 の社会像を WS で紐付けることとしたが、50 の社会像はそのままでは具体性が高く、事前に 50 の社会像の整理を行った。それぞれの社会像の特徴を精査したところ、大きな傾向として、①人の考え、②人の機能、③仮想世界、④環境・社会について述べている傾向が見いだされた。そこでこれらの社会像を大きく 2 軸 (個人と社会、無形と有形) で分け、4 つの視点 (無形・個人、無形・社会、有形・個人、有形・社会) として整理した (図表 2)。

2019 年 2 月 28 日に開催した基本シナリオ WS には、デルファイ調査の分科会委員やビジョン WS の参加者、人文社会科学系の専門家等から 22 名が参加し、上述の 4 つの視点で科学技術トピックと社会像の紐付けを行った。

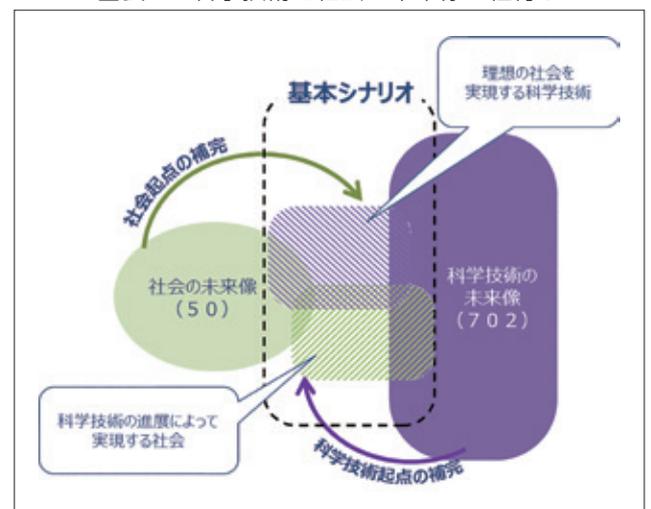
【検討手順】

4 つの視点ごとの紐付けは、「科学技術起点」と「社会起点」の双方向で行った (図表 3)。これは、科学技術起点 (科学技術によって実現する社会) と、社会

図表 2 50 の社会像から得られた 4 視点



図表 3 科学技術と社会の未来像の紐付け



注 2 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)」、NISTEP RESEARCH MATERIAL, No.276, 文部科学省科学技術・学術政策研究所。DOI : <http://doi.org/10.15108/rm276>

起点（理想の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目的としている。

WSでは、4つの視点ごとにグループを分け、グループ別に図表4に示すような手順で検討した。

ステップ1では、事前に整理された社会像をベースに望ましい未来の姿を描いた。

ステップ2、3では各グループは更に二手に分かれ、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するチームに分かれて検討した。

科学技術起点チームでは、ステップ2で、ステップ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。続くステップ3で、「そのトピックが実現するとして、それに関わる（場合によって既にある）要素技術があれば、いったい何ができるだろう」「どんな社会になるだろう」といった検討をし、それを文章化した。

社会起点チームでは、ステップ2として、ステップ1で得られた未来の姿をもとに、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。続くステップ3で、ステップ2で挙げた科学技術に関する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。

最後に、両チームが合流して1つのシナリオとしてまとめ、WS全体としては合計4つの視点に基づいた基本シナリオ案を得た。

4. WSの検討結果

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シナリオタイトルとそのシナリオに紐づく科学技術トピックの数、そして両チームが合流して作成したシナリオを図表5に示す。702の科学技術トピックのうち、470もの科学技術トピックが何らかの形で引用され、社会像と結びついた。

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）のうち、引用された科学技術トピックの割合を図表6に示す。

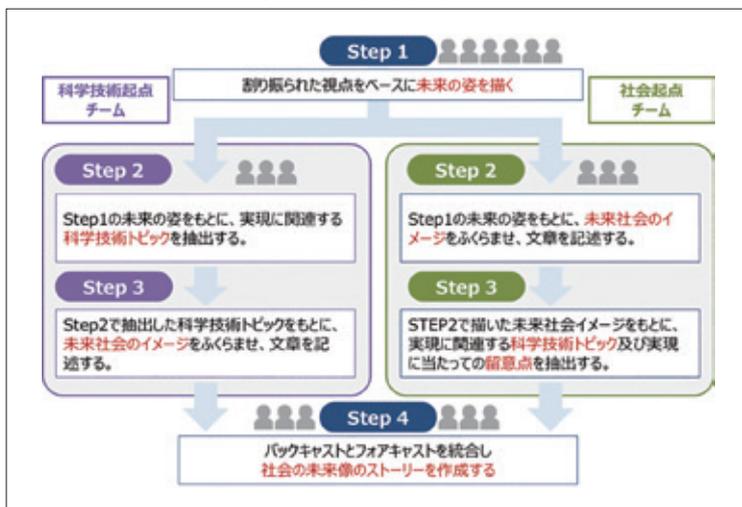
全体としては半数以上のトピックが社会像と結びついたが、検討チーム別にみると、社会起点チームでは、健康・医療・生命科学、農林水産・食品・バイオテクノロジー、環境・資源・エネルギー分野については6～9割が社会像と結びつく結果になった。対して科学技術起点チームでは、割合の高い分野はなく、5割を超えるのはICT・アナリティクス・サービス分野だけであるが、おおむね全分野が万遍なく社会像と結びついた。

5. 基本シナリオの策定

WSによって、「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」についての検討結果が得られた。その後、専門家による検討等を経て、最終的に4つの基本シナリオとしてまとめた（図表7、8）。これらの基本シナリオには、AI、ロボット、センシング等の科学技術が含まれるほか、脳機能イメージング技術や外部知能ネットワークなど、より具体的な科学技術を活用した社会像が描かれている。これらは、主に科学技術を起点としたチームから出ており、双方向での議論が効果的であったと言える。社会像がある程度具体化したことで、科学技術と社会の関係における留意点も具体性が高まっている。今後、基本シナリオの詳細について別途報告書を作成し公表する。

なお、社会像と直接結びつくか否かは、基礎か応用か等も大きく関わるため、基盤的な科学技術は当然結びつきにくく、「引用されている・いない」「重要である・ない」「社会に役立つ・役立たない」ではない点は留意されたい。

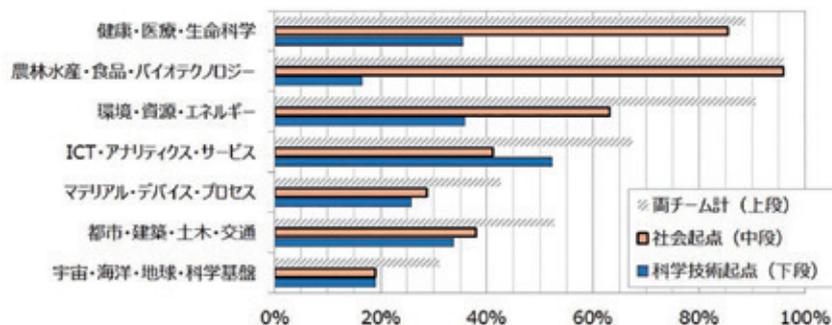
図表4 WSでの検討手順



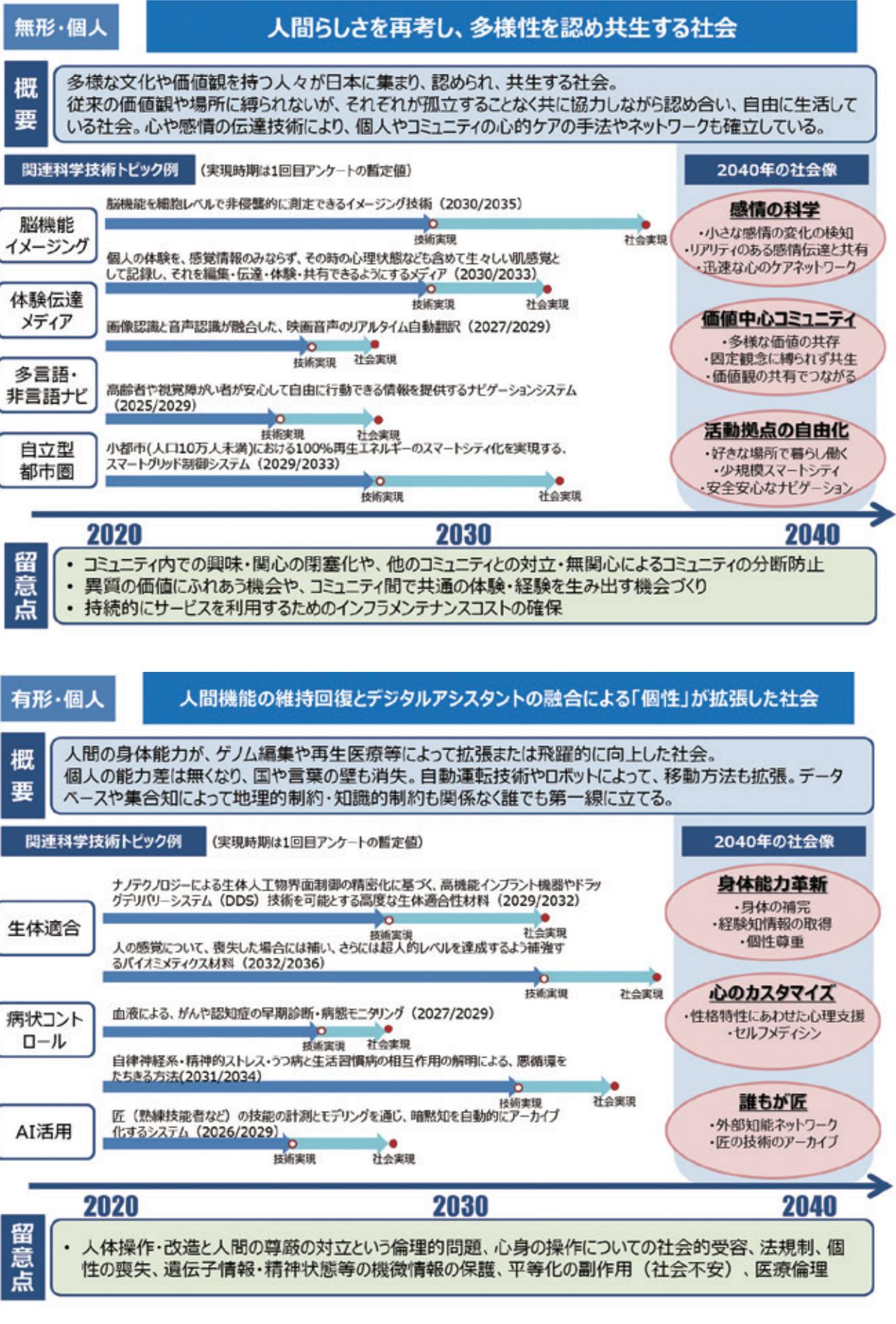
図表 5 各グループの検討結果

		無形・個人 人間らしさを再考し、多様性を認め共生する社会				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			
社会起点	シナリオ タイトル	共生	好きな場所で暮らす			リアル・バーチャル	世界の生産	無料・アバンドンス	オープン家族
	関連する トピック数		29	89		19	105	23	63
科学技術起点	シナリオ タイトル	匠のアーカイブ&リモートワーキング	感情の科学技術 (脳機能の計測、可視化、伝達)	各種拠点(都市・農地・職場・生活)のシフト&高度化	遊び心を豊かにするバーチャル/グローバルサポート	人と健康	ロボットと匠	地球	ICT(通信)基盤
	関連する トピック数	11	19	60	6	14	10	18	31
シナリオ		<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で暮らしている。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に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>				<p>2040年は、競争のほとんどないゆつ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。</p> <p>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。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買ったり、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ている。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>			
		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				有形・社会 カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会			
社会起点	シナリオ タイトル	機能を「足したり引いたり」する	「気持ち」や「心」をコントロールする	より「健康」になる		生産と消費活動の冗長的な最適化	災害から生き残る	“運ぶ”の最適化	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
	関連する トピック数	11	7	17		98	13	5	4
科学技術起点	シナリオ タイトル	外部知能ネットワーク活用	機能の維持・回復(セルフ・メディスン)	2040年第1回シニアオリンピックin東京	モノづくりの匠・農業の達人	おまかせ	カスタマイズ	まえて	
	関連する トピック数	12	19	12	19	23	14	23	
シナリオ		<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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のようになる均一化がされている。</p>				<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。パーソナルアプ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ずつ暮らす人が増加した。</p> <p>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 6 各分野における科学技術トピックの引用率



図表7 基本シナリオ（無形・個人、有形・個人）



図表 8 基本シナリオ (無形・社会、有形・社会)

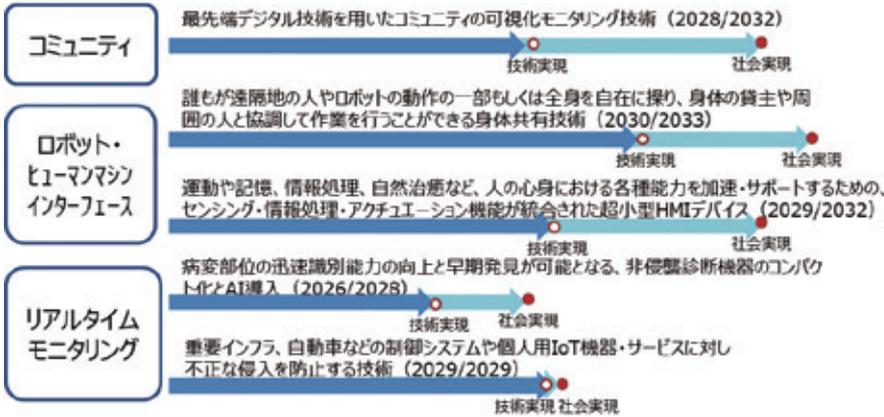
無形・社会

リアルとバーチャルの調和が進んだ柔軟な社会

概要

人とロボットがゆるく繋がり、競争と協調のバランスがとれた社会。個の集合体が伝統的な家族の役割をし、バーチャルとの調和により、グローバルな環境での仕事や遠隔地での活動が可能となる。人の健康は向上する。国際競争力には、日本独自の工芸品や技術が貢献している。

関連科学技術トピック例 (実現時期は1回目アンケートの暫定値)



2040年の社会像

オープン家族

- ・個の集合としての緩い家族
- ・共感する人同士でリソース共有

ロボットと匠

- ・人の作業を代替するロボット
- ・代替できない匠の価値上昇

人・健康・地球モニタリング

- ・人の健康状態の改善
- ・地球環境の改善

留意点

- ・人とアバター (自分の分身) との存在意義の衝突についての対応。
- ・ロボットで代替される技能系職業の駆逐や発展停止と、データ化・標準化の困難な匠の技やサービスについての対応。
- ・健康状態のモニタリングにおけるプライバシーとセキュリティの関係の整理や、健康改善によるさらなる高齢化への対応。
- ・データの悪用等による世界規模のパニック発生など、人そのものの不確かさといった変動要因への対応。

有形・社会

カスタマイズと全体最適化が共存し、自分らしく生き続けられる社会

概要

健康状態から地球環境まで、あらゆるセンシングやモニタリングにより、個人も社会も最適化が可能な社会。カスタマイズと全体最適のバランスが保たれ、資源・エネルギー制約に対応するとともに、災害等の不測の事態にも的確に対応。均質化が進む中で異質に価値を見出し、新たな価値創造を行う持続可能社会。

関連科学技術トピック例 (実現時期は1回目アンケートの暫定値)



2040年の社会像

資源循環

- ・生産と消費の冗長的最適化
- ・移動や輸送の効率化
- ・持たない暮らし

事前の備え

- ・災害から生き残る
- ・センシング、モニタリング
- ・意思決定支援

カスタマイズ

- ・健康モニタリング
- ・個人生産
- ・データに基づく個別対応

留意点

- ・個人欲求のコントロール、費用負担 (国、個人)、最適化と冗長性のトレードオフ、市民教育 (リテラシー問題)、事故への対応、空間・上空の権利、ドローン輸送に伴う空の景観問題等、
- ・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