

令和4年度 文部科学省 科学技術調査資料作成委託調査

人文・社会科学を含む異分野融合による 研究開発戦略の立案に資する社会課題調査 分析業務

〈委託業務成果報告書〉

令和5年1月



公益財団法人

未来工学研究所

INSTITUTE FOR FUTURE ENGINEERING

本報告書は、文部科学省の科学技術調査資料作成委託事業による委託業務として、公益財団法人未来工学研究所が実施した令和4年度「人文・社会科学を含む異分野融合による研究開発戦略の立案に資する社会課題調査分析業務」の成果を取りまとめたものです。

目次

人文・社会科学を含む異分野融合による 研究開発戦略の立案に資する社会課題調査分析業務（委託業務成果報告書）	1
1. はじめに	1
1.1. 委託業務の目的.....	1
1.2. 委託業務の内容.....	1
1.2.1. 業務概要.....	1
1.2.2. 社会課題の細分化による体系図の作成.....	2
1.2.3. 最新の科学技術と体系図とを結び付けた情報基盤整備に係る補助	2
1.3. 委託業務の実施体制.....	3
1.3.1. 検討のプロセス.....	3
1.3.2. 実施体制.....	5
2. テーマ別の将来社会課題情報の更新.....	6
2.1. 対象テーマに係る予測情報の更新概要.....	6
2.1.1. 「働き方・WORK」に係る予測情報.....	7
2.1.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」に係る予測情報	8
2.1.3. 「食料資源の安定供給・確保」に係る予測情報.....	9
2.1.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」に係る予測情報	10
2.1.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」に係る予測情報.....	10
2.2. 将来社会問題俯瞰図の更新.....	11
3. ミッションの体系化（体系図の作成）	14
3.1. 概要	14
3.2. ミッションの体系化に向けた対話プロセス（市民との対話）における検討	14
3.2.1. 「働き方・WORK」に係る意見.....	14
3.2.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」に係る意見	17
3.2.3. 「食料資源の安定供給・確保」に係る意見.....	19
3.2.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」に係る意見.....	22
3.2.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」に係る意見.....	24
3.3. テーマ別ミッションの体系化（体系図）	27
3.3.1. 「働き方・WORK」の体系	27
3.3.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」の体系	33
3.3.3. 食料資源の安定供給・確保の体系.....	39
3.3.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」の体系.....	45
3.3.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」の体系.....	52
4. 体系図を用いた研究開発戦略立案検討の補助.....	58

4.1.	体系図への最新科学技術動向情報の突合	58
4.1.1.	働き方・WORK	58
4.1.2.	人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	59
4.1.3.	食料資源の安定供給・確保	60
4.1.4.	自然資源の確保・代替・安定供給	61
4.1.5.	サイバー社会の脆弱性への対応	63
4.2.	バックキャスト型ーフォアキャスト型の紐づけによる領域探索に係る課題	64
4.2.1.	概要	64
4.2.2.	ミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定のプロセスの検証	65
4.2.3.	「将来社会」を見据えた研究開発戦略、研究開発領域の設定における課題	66
4.2.4.	体系図・その他の意見	67
4.2.5.	その他の意見（専門家ヒアリングからの関連意見）	67
5.	おわりに	69
5.1.	ミッションの体系化（体系図）に向けた取り組み	69
5.2.	バックキャストーフォアキャスト型の紐づけによる研究開発領域探索の改善	70
	参考資料	72
	参考資料 1 将来社会課題ステートメントの追加リスト	74
	参考資料 2 テーマ別の解決すべき課題（体系図）	116
	参考資料 3 将来社会課題に関連する情報	129

1. はじめに

1.1. 委託業務の目的

科学技術・イノベーション政策は、人間や社会の望ましい未来像を描き、その未来像の下で展開していくことが必要であり、人間や社会のあり方を研究対象とする人文・社会科学と、自然科学との異分野融合が求められる。

異分野融合による研究開発の推進に向けては、最新の科学技術動向を把握することに加え、人間や社会の望ましい未来像を実現するための社会課題を抽出・細分化し、これらを適切に結びつけた情報基盤の整備が重要となる。また、その情報基盤は、社会の多様な価値観や刻々と変化する社会情勢に柔軟に対応するとともに、社会的妥当性を担保する必要がある。

このため本委託では、人文・社会科学を含む異分野融合による研究開発戦略の立案に向けた情報基盤の整備に向けて、社会情勢や社会的妥当性に留意しながら、複数の社会課題の体系的な調査分析業務を実施した。

1.2. 委託業務の内容

1.2.1. 業務概要

2021年度に文部科学省で実施した「研究開発戦略立案に資する将来社会問題等にかかる調査分析業務」では、国内外の未来洞察文献などを元に、将来社会問題の「俯瞰図」¹を作成し、5つの中分類²を対象に体系図（ミッションの体系化：解決課題区分、解決すべき課題の設定）を作成した。

本業務では、「俯瞰図」から、①働き方・WORK（AI・ロボット・ICTで変わる働くことの意味）、②人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応（超高齢化社会における「現役」概念の変容）、③食料資源の安定供給・確保（みんなで食べ続けるための食のあり方）、④自然資源の確保・代替・安定供給（限りある資源を限りなく使い続ける智慧）、⑤サイバー社会の脆弱性への対応（光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る）の5つの中分類を対象に体系図を作成し、関連する最新科学技術との結び付けを図った。調査の実施にあたっては、SciREX 事業・共進化実現プログラム『「将来社会」を見据えた研

¹ 「俯瞰図」は、10分類（経済、社会、都市と地方、エネルギー、人口、食料・自然資源、技術進歩／接続性、気候変動・環境、地政学（ガバナンス）、規範の変化）で構成され、分類の下、中分類（24）－領域（51）－問題群（96）－将来社会問題ステートメント（605）で構成される。

² 体系図は、中分類レベルを対象に作成。2021年度は、①健康・闊達・寿命延伸（テクノロジーが変える医療と身体）、②レジリエントな都市・地方（しなやかな都市・彩り豊かな地域）、③エネルギー社会（本格化する再生可能エネルギー）、④デジタル社会環境（すみずみまでデジタル化する社会）、⑤気候変動・地球環境問題（世界の再構築を迫る地球環境問題）の5つの中分類を対象に体系図を作成した。

究開発戦略の策定における官・学の共創』プロジェクト（代表者：平川秀幸〈大阪大学 教授〉）が実施した市民ワークショップ、社会課題専門家ワークショップ、及び専門家アンケート（科学技術・学術政策研究所科学技術専門家ネットワークに対して実施）の議論・解析に参画し、ミッションを体系的に整理し、体系図に取りまとめた。

作成した体系図は、文部科学省で作成した最新の科学技術に関する情報を突合した研究開発戦略立案の検討を補助した。また、将来社会課題と科学技術領域の探索や突合について大学機関、資金配分機関、公的シンクタンクの関係者を対象にグループインタビューを実施し、ミッション誘発型の研究開発戦略テーマの設定プロセスの検証や類似の取組における課題の意見交換を行った。

以下、業務項目別の概要を示す。

1.2.2. 社会課題の細分化による体系図の作成

本業務では、5つの社会課題（働き方・WORK、人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応、食料資源の安定供給・確保、自然資源の確保・代替・安定供給、サイバー社会の脆弱性への対応）を対象に、社会課題の細分化を行い、社会課題から領域、解決課題区分、解決すべき課題の整理を図った。

社会課題の細分化にあたっては、将来動向に係る情報収集（文献調査）を実施するとともに、文部科学省が参画する『「将来社会」を見据えた研究開発戦略の策定における官・学の共創』プロジェクト（SciREX 事業・共進化実現プログラム）が主催するワークショップや専門家アンケートなどから情報収集を行い、不確実性や将来の変化への柔軟な対応、社会的妥当性を担保し、ミッションの体系的な細分化（ミッションの体系化）を行った。

ミッションの体系化にあたっては、将来社会課題やそれに関連するミッションを体系的かつ俯瞰的に可視化することと、技術との突合を考慮しやすいツリー構造での体系化を図った。

1.2.3. 最新の科学技術と体系図とを結び付けた情報基盤整備に係る補助

文部科学省で実施する最新の科学技術と、体系図を結び付けた情報基盤の整備を行う。具体的には、体系図で整理した個々の将来社会課題とそれに紐づくミッション（解決すべき課題）に対して、関連する最新の科学技術（研究シーズ）を突合するための検討を行った。SciREX 事業で実施した社会課題専門家ワークショップの結果を踏まえ、将来社会課題テーマの有識者を対象にヒアリング調査を実施した。

また、最新の科学技術と体系図を結び付けた情報基盤の検証として、将来社会課題と科学技術領域の探索や突合について大学機関、資金配分機関、公的シンクタンクの関係者を対象にグループインタビューを実施し、ミッション誘発型の研究開発戦略テーマの設定プロセスの検証や類似の取組における課題などの意見交換を行った。

1.3. 委託業務の実施体制

1.3.1. 検討のプロセス

本委託業務の検討プロセスは、図 1 のとおりである。

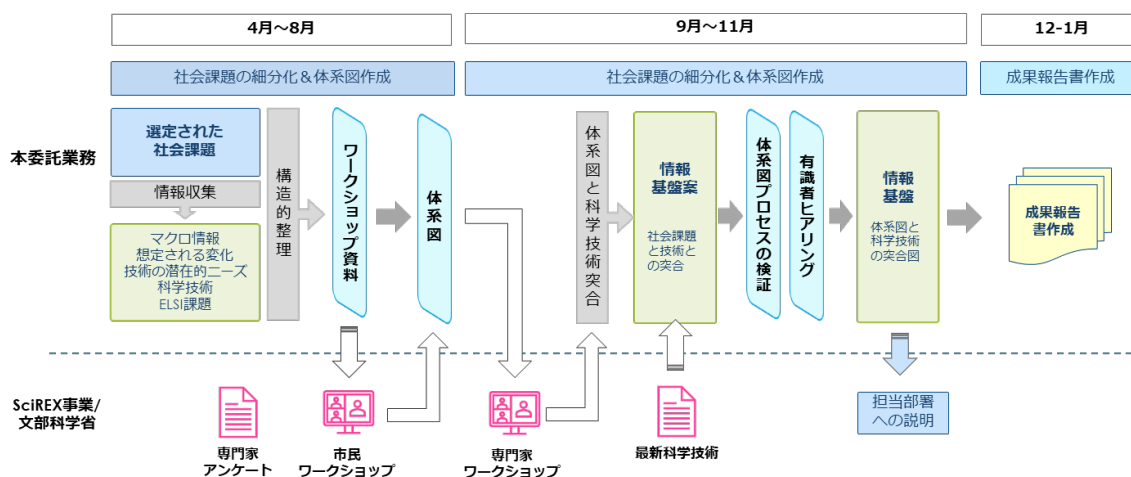


図 1 検討プロセス

注) SciREX 事業・共進化実現プログラムのワークショップは、市民ワークショップを 6 月下旬、専門家ワークショップを 10 月に開催された。

まず、5 つの中分類（テーマ）の俯瞰図の更新を図るため、テーマに関連する国内外の将来社会課題を洞察した各種報告書を用いて、将来社会問題ステートメントの拡充を図った。2021 年度の「研究開発戦略立案に資する将来社会問題等にかかる調査分析業務」で作成した俯瞰図情報（分類－中分類（テーマ）－領域－問題群－ステートメント）をベースに、対象テーマの領域、問題群の括り直しを行った。これらのテーマ別の俯瞰図情報は、SciREX 事業・共進化実現プログラムで実施した専門家アンケート（対象：科学技術・学術政策研究所科学技術専門家ネットワーク）、市民ワークショップ（2022 年 6 月 24～26 日にかけて市民を対象にオンライン開催）の検討基礎情報として活用した。なお、市民ワークショップでは、将来像に対する期待、懸念、疑問に係る意見を収集し、主に社会的側面の課題を抽出した。また、専門家アンケートでは、各テーマの将来像に対する同意度、重要と考える社会課題（自由記述）、関連するキーワード、回答者自身の研究領域からの貢献性、課題解決に資する技術シーズや概念・考え方に係る意見などを収集した。専門家アンケート結果は、各テーマの将来像（将来の状態）に同意する回答者の意見から、領域別に関連キーワードを抽出した。

専門家アンケート、市民ワークショップでの検討結果を踏まえ、「領域」、「解決課題区分」、「解決すべき課題」からなる体系図案を作成した。体系図案の構成は、各テーマの「解決すべき課題」（専門家アンケート結果、市民ワークショップの意見を元に整理したもの）

の関係性を踏まえ、「解決課題区分」を構成し、これら「解決課題区分」と、未来洞察情報より構築した「領域」との突き合わせを行い、体系図案の「領域」を設定した。

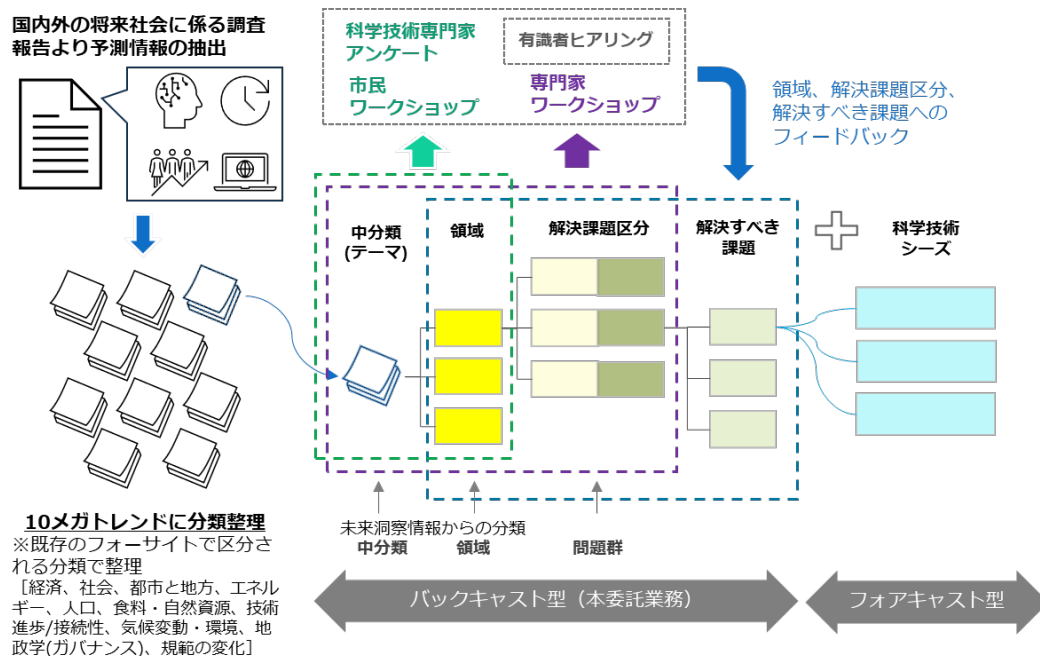


図 2 体系図の構成

体系図案については、「社会課題専門家ワークショップ」(2022年10月開催)で検討され、課題設定としての適切性(事実誤認、抜け落ちている視点の補完)、共通化・統合化可能な課題の検討(課題間の関係性、包含性)、今後重要性が高まる項目(課題間の優先度)についての対話が実施された。専門家ワークショップにおいて意見が十分に得られていないテーマ(自然資源の確保・代替・安定供給)については、当該テーマの社会課題の専門家を対象にヒアリング調査を実施し、体系図の作成にあたっての情報の補完を図った。これらの結果を踏まえ、体系図(ミッションの体系化)を作成した。

2021年度調査からの一連のミッション誘発型の研究開発領域の探索に向けた情報基盤整備の取り組み(科学技術と体系図との突合)について、今後の改善点を把握するため、大学機関、資金配分機関、公的シンクタンクで研究開発領域の探索などの業務に従事する関係者を対象にグループインタビューを実施した。グループインタビューでは、本調査を含むミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定とプロセスの検証とともに、類似の「将来社会」を見据えた研究開発戦略・領域の探索や設定に係る課題に関する意見交換を行った。また、本調査で作成した体系図の活用に係る意見を収集した。

これらを踏まえ、将来社会課題の体系化と、各テーマの解決すべき課題を整理した業務成果を本報告としてとりまとめた。

1.3.2. 実施体制

本委託業務は、「社会課題の細分化による体系図の作成」、「最新科学技術と体系図とを結び付けた情報基盤整備に係る補助」からなる。業務の実施にあたっては、以下のメンバーで実施した。

表 1 実施メンバー

氏名	所属・役職(未来工学研究所)
大竹 裕之	政策調査分析センター 主任研究員
田原 敬一郎	政策調査分析センター 主任研究員
小沼 良直	政策調査分析センター 主席研究員
野呂 高樹	政策調査分析センター 主任研究員
山本 智史	政策調査分析センター 研究員

2. テーマ別の将来社会課題情報の更新

2.1. 対象テーマに係る予測情報の更新概要

本調査では、①働き方・WORK、②人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応、③食料資源の安定供給・確保、④自然資源の確保・代替・安定供給、⑤サイバー社会の脆弱性への対応の5つの中分類（テーマ）を対象に、将来像（領域－問題群－ステートメント）に係る情報基盤を構築した。

情報基盤の構築にあたり、2021年度調査で作成した俯瞰図では、本調査で対象のテーマによって、未来洞察文献からの予測情報（ステートメント）が限られており、市民ワークショップに提示する将来社会像案を構成する要素が少ないケースが見られた。このため、テーマに関する国内外の将来社会課題を洞察した文献調査を実施し、将来社会課題に係るステートメントを再度抽出し、領域－問題群を再構成、拡充を図った。

【予測情報の参照元（未来洞察文献）】

- EC(2020) 「2020 Strategic Foresight Report; Charting The Course Towards A More Resilient Europe
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Assisted Living 1)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (Bioeconomy 2)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Continuous Cyberwar 4)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Ubiquitous expert systems 5)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Human Organ Replacement 8)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Material Resource Efficiency 11)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Reframing Work 15)
- EC(2018) 「Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union’ s future research and innovation policies」 (BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18)
- EPRS(2021) 「Towards a more resilient Europe post-coronavirus」
- ESPAS(2019) 「GLOBAL TRENDS TO 2030」
- Policy Horizons Canada(2021) 「Foresight on COVID-19: Possible shifts and implications」
- JST(2021) 「「来るだろう未来」から「つくりたい未来」へ」
- NIC(2021) 「GlobalTrends_2040」
- OECD(2019) 「FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES」
- OECD(2012) 「環境アウトルック 2050: 行動を起こさないことの代償（概要版）」
- OECD(2019) 「Global Material Resources Outlook to 2060」
- UN_WATER (<https://www.unwater.org/water-facts/>)
- 世界銀行 「WATER RESOURCES MANAGEMENT」
- FAO(2018) 「The future Alternative - pathways to 2050 of food and agriculture」
- UK Foresight(2016) 「Future of an Ageing Population」

- ・ US-DNI(2013)「Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States」
- ・ PwC(2017)「Workforce of the future 2030」
- ・ 厚生労働省(2016)「働き方の未来 2035」
- ・ 国土交通省(2021)「国土の長期展望（最終とりまとめ）」
- ・ 総務省（2018）「未来をつかむTECH戦略」～とりまとめ（案）」
- ・ 文部科学省(2018)「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）」
- ・ 三菱総合研究所(2019)「未来社会構想 2050」
- ・ みずほフィナンシャルグループ(2017)「2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～」
- ・ IGES(2019)「世界資源アウトルック 2019_政策決定者向け要約」
- ・ TRENDMICRO(2021)「PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ」

2.1.1. 「働き方・WORK」に係る予測情報

働き方・WORK（1.3）は、後述する俯瞰図では、「経済」分類に位置する。当該テーマの領域は、『機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化』（1301）、『労働形態の多様化と職業意識の変化』（1302）、『労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進』（1303）からなる。

『機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化』領域は、「労働の機械化・自動化の浸透」、「求められる職能や人間の役割の変化」の2つの問題群からなる。

『労働形態の多様化と職業意識の変化』領域は、「労働における空間的・時間的制約からの解放」、「労働形態の多様化」、「職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化」の3つの問題群からなる。

『労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進』領域は、「労働市場の変化」、「包摂的な社会参画の促進」、「労働環境や社会保障制度の再構築」の3つの問題群からなる。

表 2 テーマ「働き方・WORK」カテゴリー一覧³

中分類	領域	問題群	ステートメント数
1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	10
		130102: 求められる職能や人間の役割の変化	12
	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	6
		130202: 労働形態の多様化	5
		130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	8
	1303: 労働市場の変化と包	130301: 労働市場の変化	15

³ 2021年度調査の「働き方・WORK」テーマは、「1301：職場・働き方の柔軟性の拡大と機械化・自動化の浸透」、「1302：デジタル化に伴う働き手の多様化（グローバルな雇用：言語障壁の解消）」、「1303：労働能力の変化（クリエイティブ性の必要性）」で構成した。

中分類	領域	問題群	ステートメント数
	摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	7
		130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	7

2.1.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」に係る予測情報

人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応（5.2）は、後述する俯瞰図では、「人口」分類に位置する。当該テーマの領域は、『超高齢化社会の到来』（5201）、『少子高齢化による社会の重心変化』（5202）、『「現役」世代の拡大』（5203）、『社会保障の不安定化』（5204）からなる。

『超高齢化社会の到来』領域は、「長寿・少子高齢化」、「超高齢期の人生設計」、「長寿サービスの革新」の3つの問題群からなる（2021年度調査時の「長寿・少子高齢化」、「既存の生産年齢人口の形骸化（生産年齢の拡大）」の2つの問題群で構成）。

『少子高齢化による社会の重心変化』領域は、「高齢者の位置づけの見直し」、「高齢社会の居住形態（適応）」、「現役世代への資産等の移転延伸による弊害」、「家族形態の変化」の4つの問題群からなる。

『「現役」世代の拡大』領域は、「生産人口の質の維持」、「健康な現役の延伸」、の2つの問題群からなる。

『社会保障の不安定化』領域は、「社会保障の脆弱性の高まり」の1つの問題群で構成した。

表 3 テーマ「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」カテゴリー一覧⁴

中分類	領域	問題群	ステートメント数
5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	10
		520102: 超高齢期の人生設計	3
		520103: 長寿サービスの革新	8
	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	11
		520202: 高齢社会の居住形態（適応）	9
		520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	5
		520204: 家族形態の変化	6
	5203: 「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	20
		520302: 健康な現役の延伸	5

⁴ 2021年度調査の「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」テーマは、「5201: 長寿・少子高齢化・生産年齢人口（現役）の拡大」、「5202: 社会保障の脆弱性と概念の変化（年金から健康維持と介護へ）」で構成した。

中分類	領域	問題群	ステートメント数
	5204：社会保障の不安定化	520401：社会保障の脆弱性の高まり	3

2.1.3. 「食料資源の安定供給・確保」に係る予測情報

食料資源の安定供給・確保（6.1）は、後述する俯瞰図では「食料・自然資源」分類に位置する。当該分類のうち、自然資源の確保・代替・安定供給（6.2）も対象テーマの一つである。当該テーマの領域は、『食料需給の高まりと市場の不安定化（新たな食料供給）』（6101）、『食の生産システムの高度化・フードテックの活用』（6102）、『持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）』（6103）、『人口を満たす食料需要・栄養摂取』（6104）からなる。

『食料需給の高まりと市場の不安定化（新たな食料供給）』領域は、「食料生産能力向上のための新規食料生産」の問題群で構成した。

『食の生産システムの高度化・フードテックの活用』領域は、「持続的な海洋・漁獲資源の確保」、「人工的な食料生産の進展」の2つの問題群からなる。

『持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）』領域は、「環境に配慮した生産環境の確保・維持」、「生産者のインセンティブ」の2つの問題群からなる。

『人口を満たす食料需要・栄養摂取』領域は、「食の世界的確保、廃棄物低減」の問題群を設定した。

表 4 「食料資源の安定供給・確保」カテゴリー一覧⁵

中分類	領域	問題群	ステートメント数
6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化（新たな食料供給）	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	10
	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610201: 持続的な海洋・漁獲資源の確保	4
		610202: 人工的な食料生産の進展	8
	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	8
		610302: 生産者のインセンティブ	5
	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	14

⁵ 2021年度調査の「食料資源の安定供給・確保」テーマでは、「6101: 食料安全保障の確保（食の確保）」の1領域を設定した。

2.1.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」に係る予測情報

自然資源の確保・代替・安定供給（6.2）は、前述のとおり「食料・自然資源」分類に位置する。当該テーマの領域は、『自然資源の持続的なアクセス・調達』（6201）、『水の確保（生存資源の確保）』（6202）、『気候変動・地政学的環境変化と自然資源』（6203）からなる。

『自然資源の持続的なアクセス・調達』領域は、「自然資源からの有用物の調達」、「自然資源のリサイクル」の2つの問題群からなる。

『水の確保（生存資源の確保）』領域は、「生存基盤としての水（淡水）の確保」の1つの問題群で構成される。

『気候変動・地政学的環境変化と自然資源』領域は、「気候変動と水・資源の利用可能性」、「地政学的環境変化と水・資源の利用可能性」の2つの問題群からなる。

表 5 テーマ「自然資源の確保・代替・安定供給」カテゴリー一覧⁶

中分類	領域	問題群	ステートメント数
6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	31
		620102: 自然資源のリサイクル	3
	6202: 水の確保(生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	22
	6203: 気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301: 気候変動と水・資源の利用可能性	7
		620302: 地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	5

2.1.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」に係る予測情報

サイバー社会の脆弱性への対応（7.1）は、後述する俯瞰図では、「技術進歩／接続性」分類に位置する。当該テーマの領域は、『技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床』（7101）、『新たな健康被害の発生と社会的リスク』（7102）、『意思の操作・誘導と批判的思考力の剥奪』（7103）、『新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考』（7104）、『サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築』（7105）からなる。

『技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床』領域は、「犯罪技術の高度化」、「サイバー犯罪の拡大」、「サイバー犯罪による被害の甚大化」、「技術進展による新たな脅威」の4つの問題群からなる。

『新たな健康被害の発生と社会的リスク』領域は、「新たな健康被害の発生」、「新たな

⁶ 2021年度調査の「自然資源の確保・代替・安定供給」テーマでは、「6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達」、「6202: 生存資源の確保（水の確保）」の2つの領域を設定した。

健康被害をもたらす社会的リスク」の2つの問題群からなる。

『意思の操作・誘導と批判的思考力の剥奪』領域は、「意志の操作・誘導」、「批判的思考力の剥奪」の2つの問題群からなる。

『新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考』領域は、「新たな社会的分断や格差の発生」、「技術観・倫理の再構築」の2つの問題群からなる。

『サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築』領域は、「サイバーセキュリティ対策における政府の役割と国際協調」、「サイバーセキュリティ対策の再構築」、「プライバシー問題の複雑化とガバナンス」の3つの問題群からなる。

表 6 「技術進歩／接続性」分類の整理カテゴリー一覧⁷

中分類	領域	問題群	ステートメント数
7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710101: 犯罪技術の高度化	3
		710102: サイバー犯罪の拡大	7
		710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	9
		710104: 技術進展による新たな脅威	5
	7102: 新たな健康被害の発生と社会的リスク	710201: 新たな健康被害の発生	2
		710202: 新たな健康被害をもたらす社会的リスク	2
	7103: 意思の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710301: 意思の操作・誘導	3
		710302: 批判的思考力の剥奪	2
	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710401: 新たな社会的分断や格差の発生	4
		710402: 技術観・倫理の再構築	2
	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710501: サイバーセキュリティ対策における政府の役割と国際協調	2
		710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	6
		710503: プライバシー問題の複雑化とガバナンス	2

2.2. 将来社会問題俯瞰図の更新

2021年度作成した俯瞰図は、10分類、24中分類（テーマ）、51領域で構成していた。本調査の対象テーマの予測情報の追加により、領域数は、働き方・WORK（増減0）、人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応（増減+2）、食料資源の安定供給・確保（増減+3）、自然資源の確保・代替・安定供給（増減+1）、サイバー社会の脆弱性への対応

⁷ 2021年度調査の「サイバー社会の脆弱性への対応」テーマでは、「7101: サイバー社会の脆弱性への対応（治安確保）」の1つの領域を設定した

応（増減+4）となり、61 領域で構成した（図 3）。

俯瞰図（分類・中分類・領域）…予測情報を元に作成

◇テーマ（中分類）
 ・灰色…2021年度体系図の対象
 ・黄色…本調査体系図の対象

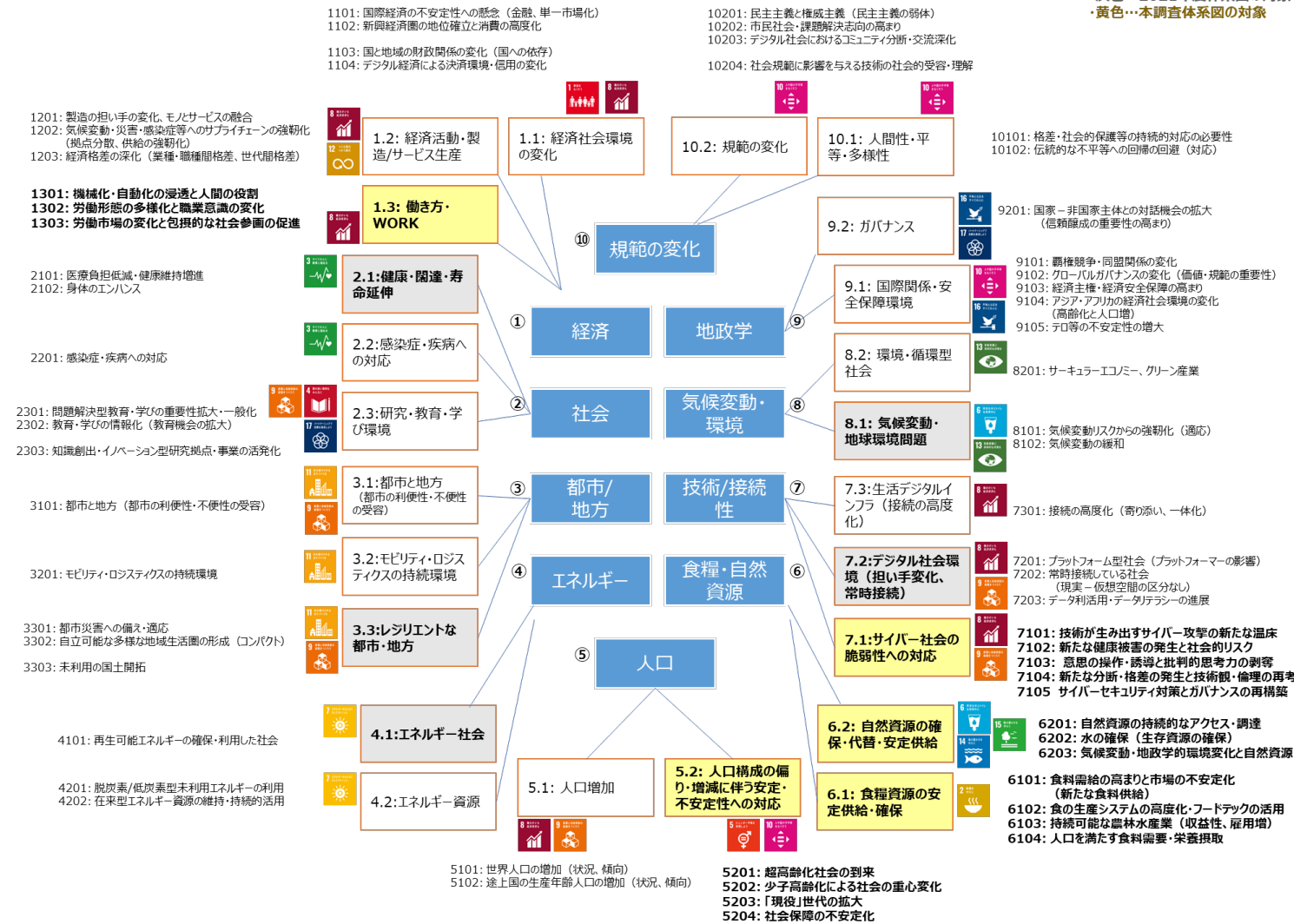


図 3 将来社会問題の俯瞰図

3. ミッションの体系化（体系図の作成）

3.1. 概要

2021 年度に作成した将来社会問題の俯瞰図を元に、今後の研究開発による社会問題の解決の期待が見込まれる 5 つのテーマを対象に、ミッションの体系化（体系図）を作成した。

【ミッション体系化の対象テーマ】

- 働き方・WORK（AI・ロボット・ICT で変わる働くことの意味）
- 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応（超高齢化社会における「現役」概念の変容）
- 食料資源の安定供給・確保（みんなで食べ続けるための食のあり方）
- 自然資源の確保・代替・安定供給（限りある資源を限りなく使い続ける智慧）
- サイバー社会の脆弱性への対応（光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る）

ミッションの体系化にあたっては、SciREX 事業・共進化実現プログラム『「将来社会」を見据えた研究開発戦略の策定における官・学の共創』プロジェクトが実施した市民ワークショップ、社会課題専門家ワークショップの議論、及び専門家アンケート（科学技術・学術政策研究所科学技術専門家ネットワークに対して実施）の議論・解析に参画し、最新の社会情勢、社会的妥当性に留意し、具体的に取り組むべき「ミッション」へと体系的に細分化を行った。

3.2. ミッションの体系化に向けた対話プロセス（市民との対話）における検討

SciREX 事業で実施した市民ワークショップでは、国内外の未来洞察報告書から抽出した未来予測情報（将来社会課題）を基に、テーマ別に未来に対する期待、懸念、疑問に係る対話を実施し、テーマに関する基本的な問いを議論した。

市民ワークショップで生まれた意見については、関心のある未来を「変化」、「帰結」、「再帰的事象」で問題の構造的な整理を図った。また、市民ワークショップでは、一般的な論点として、科学技術的側面の論点であるか、社会的側面の論点であるかの整理を行った。以下、市民ワークショップの議論の概要を示す。

3.2.1. 「働き方・WORK」に係る意見

市民ワークショップにて提示した本テーマの将来社会の姿（国内外の未来洞察文献の

予測情報の整理した姿) は下記の内容である。

◇未来洞察文献を踏まえた当該テーマの将来像

定型的な仕事を中心に AI やロボットへの代替が進み、仕事や会社のあり方が大きく変化する。一方、判断を必要とする仕事や例外的な事象に対応する仕事(監督業務)は人間が行うことになる。コンピューター化が進みにくい職種(経営管理職、専門職)では、知見・技能、創造・判断力などの高度化要求が高まる。今後特に重要となってくるのは、実践的、職業的な生涯教育、あるいは職業訓練の提供である。

また、AI、ロボット、ICT などにより、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り、個人が、自分の意思で働く場所と時間を選べるようになる。デジタル化の進展に伴い、どこからでも、誰とでもつながることができ、人材の流動性は高まる。職業意識や組織への帰属意識が変化し、ワーク・ライフ・バランスがより重視されるようになる。

これらに伴い、労働市場も変化する。多様な人材が活躍できる労働環境の整備が求められる一方で、社会保障制度は再構築を迫られる。

◇各領域の将来の姿

● 機械化・自動化の浸透と労働の変化

- 労働の機械化・自動化の浸透により、人間に求められる職能や人間の役割も変わっていく。
- 技術の進歩と人間を減らすイノベーションへの投資や低価格化の進展は、労働の機械化・自動化の浸透をもたらす。その結果、労働力不足の解消の一方で、いくつかの職業・雇用が消失する可能性がある。職業・雇用の消失だけでなく、新たな雇用の創出も想定される。
- AI、ロボット、ICT などによる技術の進歩に伴う環境の変化は、技術により代替される業務が増え、人間に求められる仕事の内容も変化している。

● 労働形態の多様化と職業意識の変化

- 労働における空間的・時間的制約からの解放により、労働形態の多様化、職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化が生じ、働き方が変わっている。
- AI、ロボット、ICT、VR/AR により在宅勤務が主流化し、東京一極集中からの変化や退職者の雇用延伸の可能性が生じ、労働における空間的・時間的制約から解放される。
- 経済活動におけるデジタル経済圏の興隆、作業ロボット化や IT 化の進展、プロジェクトの塊としての企業の登場により、仕事内容に応じた組織間の移動(企業組織の垣根の曖昧化)、働く時間と場所の選択肢の拡大が生じる。これらは、正規/非正規の概念の変容や兼業・副業・複業の常態化、組織への帰属意識の希薄化が進展する。前

者には、実践的・職業的な生涯教育・職業訓練の充実が、後者には SNS などを通じた職種・専門に基づくコミュニティの形成が期待される。これらにより、自由時間の増大、豊かさの尺度の多様化、自立した個人の多様な価値観に基づき自由に働く社会が到来する。

- 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進
 - 国際的な人材の流動性の高まりと、包摂的な社会参画が促進されている。
 - デジタル経済圏の拡大(グローバル時代の到来)、自動翻訳などの言葉の壁を超える技術の普及、世界規模で専門的に管理されたヒューマンクラウドの発展は、人材の流動性が高まり、国際的な同一労働・同一賃金、国を超えた人材獲得競争が激化する。その結果、グローバルビジネスに対応したビジネス環境・機能の充実が求められている。
 - 子育て環境の改善、人材教育の充実、バリアフリー、自由時間の確保(仕事用電子メールの切断)、ベーシックインカムなどの社会的取り組みの促進や、コミュニケーションや遠隔操作に係る技術の進展により、包摂的な社会参画の促進されている。

働き方(AI・ロボット・ICTで変わる働くことの意味)についての市民との対話からは、「変化」として、AI、ロボット、ICTの発展、テレビ電話やネット会議・VR会議などの普及、在宅勤務の主流化、現場仕事の減少、翻訳技術の進歩、デジタル化の進展によりどこからでも相手とつながれるなどの意見が見られた。これら「変化」に対する「帰結」の意見では、人間に求められる仕事の確立、人間はより創造的な仕事を中心、各個人が自分の意思で働く場所と時間を選べること、働き方の多様化、新たなライフスタイルの定着、副業やフリーランスの一般化などの意見が見られた。これらの変化・帰結を踏まえた「再帰的事象」に係る意見として、失われる雇用と新たに生まれる雇用、人材の流動化の高まり、デジタル移民の拡大、女性・高齢者・外国人・障害者の社会参加の容易化などの意見が見られた。

表 7 テーマ「働き方・WORK」に係る市民の意見

市民ワークショップ	
変化	AI、ロボット、ICTの発展 テレビ電話やネット会議・VR会議などの普及 在宅勤務が主流になる 現場仕事の減少 翻訳技術の進歩 デジタル化の進展により、どこからでも相手とつながれる

市民ワークショップ	
帰結	人間に求められる仕事の確立 人間はより創造的な仕事を中心 各個人が、自分の意思で働く場所と時間を選べる 働き方の多様化、新たなライフスタイルの定着 副業やフリーランスの一般化
再帰的事象	失われる雇用と新たに生まれる雇用 人材の流動化の高まり デジタル移民の拡大 女性、高齢者、外国人、障害者の社会参加が容易になる

3.2.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」に係る意見

市民ワークショップにて提示した本テーマの将来社会の姿（国内外の未来洞察文献の予測情報の整理した姿）は下記の内容である。

◇未来洞察文献を踏まえた当該テーマの将来像

到来が予想される超高齢化社会では、高齢者の心身の健康維持が重要な課題となるが、同時に進行する少子高齢化により、高齢者も積極的に生産活動に関わることが求められるようになる。高齢者の社会経済活動への参加は、学び直しなどの機会をもたらし、経済的側面のみならず、健康的側面にも良好な影響を与えることが期待される。

また、超高齢者の単独世帯が増えるなど家族形態が変化し、子育て・介護など伝統的な家族で行われていた世代間の役割分担が変化していく。同時に高齢者のニーズに合わせた住まい・暮らし方が求められるようになり、都市部での居住ニーズが拡大する。一方、世代間の資源移転・権限移譲の先延ばしが起こり、若者世代への負担や世代間不平などに対する不満感が増す。

こうした「現役」の概念の変化により、従来の生産年齢人口が形骸化し、人々は人生設計の見直しに迫られることになるが、社会保障制度の必要性は高まる一方で、財源の不安定化・脆弱化が進み、社会的・経済的自立がより求められるようになる。

◇各領域の将来の姿

● 超高齢化社会の到来

- 80歳以上の人々が増加し、2060年の日本は80歳以上の人口が約18%を占め、平均寿命120歳社会を見据えるようになる。
- 超高齢化社会に伴い、医療・介護サービスの需要増とともに、社会的孤立の回避や超高齢化社会に適した新たな人生設計(学び直し、貯蓄と仕事の再構築)が行われ、超

高齢期においても社会で活躍できるようになる。

- 少子高齢化による社会の重心変化
 - 日本のみならず、高齢者の割合は全世界的に伸長し、中国では今後 20 年で 65 歳以上人口が約 3 億 5000 万人近くに達するとされる。社会における高齢者の割合の増加は、生産年齢人口が減少し、働き手としての高齢者への期待が高まっている。また、家族形態にも変化がもたらされ、世代間の責任分担が曖昧化していく(子育てを支援できる高齢者が高齢者の再社会進出により限られてくる一方、子どものいない高齢者に対するケアは地域社会に依存する構造が高まる)。併せて、高齢者ニーズに適した暮らし(介護負担の軽減、都市居住ニーズの拡大)が進展している。
 - これらの社会の重心変化は、現役の高齢者世代と比べ、若い世代の老後の不平などが懸念され、現役世代の負担が増えている。また、世代間の資源配分・権限移譲が先延ばしされ、不動産などの資産の取得する年代が高年齢化している。
- 「現役」世代の拡大
 - 生産年齢人口の大幅な減少(例えば、全人口の半分程度)と、高齢者の雇用維持・確保が求められ、高齢者の働く意欲を喚起することや能力を再活用していくことが求められる。
 - 併せて、高齢者が働きやすい労働環境の整備が進む。具体的には、熟練した労働者としての知識・ネットワーク(無形資産)の活用、新たな業務ニーズに対応できる能力の獲得、健康や介護(家庭内介護を含む)への不安などの高齢者事情に対応した柔軟な働き方、学び直し・再教育(あらゆる年齢層を対象)、遠隔勤務技術に代表される健康技術やロボット技術の活用である。
 - これらにより、社会としての生産性の維持や、個人にとっては働きがい・生きがい・人生の回復力の実現が図られる。
- 社会保障の不安定化
 - 健康や介護に係る政府支出の増加により、少子高齢化の進展に伴う社会保障整備の必要性が増大している。併せて、エネルギー価格の下落、株価下落、その他座礁資産、政府のロイヤリティ低下などによる年金投資の不安定化により、社会保障財源の不安定化が進展していく。
 - これらにより、個人投資や公的および私的年金制度からの支払は削減される可能性がある。

人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応(超高齢化社会における「現役」概念の変容)についての市民との対話からは、「変化」として、高齢者のやりがいの促進、介護現場の人材不足、高齢者雇用の促進、高齢者への学びの場の提供、超高齢化/健康寿命の延伸などの意見が見られた。これら「変化」に対する「帰結」の意見では、高齢者しかできないことの認識、高齢者対象サービスの拡充、知見・経験の伝達機会の延伸、高齢

者の労働負担、高齢者間の格差（健康、活躍）などの意見が見られた。これらの変化・帰結を踏まえた「再帰的事象」に係る意見として、年齢差別の減少、認知症予防／健康寿命への不安、社会保障費の支出圧力の緩和、世代間の資金・資産分配の低下、高齢者の現役化に係るリスク（労災）などの意見が見られた。

表 8 テーマ「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」
に係る市民の意見

	市民ワークショップ
変化	高齢者のやりがいの促進 介護現場の人材不足 高齢者雇用の促進 高齢者への学びの場の提供 超高齢化／健康寿命の延伸
帰結	高齢者しかできないことの認識 高齢者対象サービスの拡充 知見・経験の伝達機会の延伸 高齢者の労働負担 高齢者間の格差（健康、活躍）
再帰的事象	年齢差別の減少 認知症予防／健康寿命への不安 社会保障費の支出圧力の緩和 世代間の資金・資産分配の低下 高齢者の現役化に係るリスク（労災）

3.2.3. 「食料資源の安定供給・確保」に係る意見

市民ワークショップにて提示した本テーマの将来社会の姿（国内外の未来洞察文献の予測情報の整理した姿）は下記の内容である。

◇未来洞察文献を踏まえた当該テーマの将来像

世界人口の増加、特に新興国の所得向上により食料需要は大幅に拡大する。また、属性や居住地によって消費パターンや仕事、生活環境が異なり、食料需要も多様化する。耕地面積の拡大などにより農業生産量は増加するものの、食料需要の増加を賄うことができず、食料価格の高騰化・市場の不安定化が進む。

2050年の世界では「タンパク質危機」が大きな問題となっており、新たな食料供給源の開拓、フードテックの深化を含む人工的な食料生産の進展、海洋・漁獲資源の確保・管理などへの期

待が高まっている。

一方で、温暖化ガス排出源としての農畜産部門の割合は高く、持続可能な食料生産がより強く求められる。また、消費者の環境志向による食肉消費量の削減や、食料廃棄物・フードロスの削減など、持続可能な食料消費に向けた努力も続く。レジリエンスを踏まえつつ、生産と消費の近接化への対応も求められる。食をめぐるウェルビーイングについては、QOL の向上や栄養不足人口の増加、加工食品の摂取増などによる肥満や非伝染生疾患の増加が世界的な課題となっている。

◇各領域の将来の姿

● 食料需要の高まりと市場の不安定化

- 世界的な人口増加、新興国の所得向上により、食料需要は大幅に増加する。また、属性や居住地により消費パターンや生活環境の異なりに伴う食料需要が多様化していく。
- これらに対して、農業生産量は増加するものの、食料需要を賄うことができない(世界の農業部門の総生産は 2050 年までに約 50%増加するが(2012 年比)、地域格差は拡大することが見込まれている。家畜生産では 46%増、穀物生産は約 30%増)。
- その結果、食料価格は高騰するとともに、農業市場の不安定化(低・中所得の農業セクターの規模縮小、非熟練農業賃金の大幅上昇、危機への対応力不足)がもたらされる可能性がある(農産物価格は 13%上昇、食料価格は実質的に 2 倍)。

● 食の生産システムの高度化・フードテックの活用

- 2050 年には、世界的な「タンパク質危機」が到来する。このため、食料供給源の開拓(無土壌農業、合成的にデザインされたバクテリアの活用、多年生作物の活用)、人工的な食料生産(培養肉、3D プリント・実験室の食料生産、人工光合成による食料生産)、海洋・漁獲資源の確保(水産養殖、藻類の活用)などが進む。
- これらにより、食料生産システムの高度化が実現される。全ての海産物は養殖可能になり、合成食により栄養と環境負荷のバランスを取ることができる。また、平和的な手段により海洋資源、海洋空間の利活用が進み、積極的かつ国際協調的な取組が進展する。

● 持続可能な農林水産業(持続可能な食)

- 温室効果ガスの排出源として農業、畜産の対応が求められるとともに、地球温暖化影響への対処と都市化(都市農業、天水作物生産に適した地域の拡大)、消費者嗜好の変化(食肉消費量など)、食料廃棄物削減への対処が求められている。
- 食料の持続可能な生産と消費の実現に向けて、現在確立している食品産業の業界自体の見直しが図られ、フードロスやたんぱく質の不足、環境汚染への対処が進むことが期待される。持続可能な食事も進展している。環境面では、海洋生物、炭素隔離、再生可能エネルギー、沿岸保護など、海洋活用が期待される。

- 人工を満たす食料需要・栄養摂取(食と健康、食をめぐるウェルビーイング)
 - 高所得国の 1 人当たり 1 日エネルギー消費量は 2050 年までに飽和レベルに至る。低・中所得国は早い段階で大幅に拡大し、2050 年以降の 1 人当たり 1 日エネルギー量は下降する。これは、人口増加と食料価格の上昇によるものとされる。これにより、栄養不足人口は、2050 年までに約 7 億 3700 万人まで増加する。
 - 高所得国では、加工食品の消費量が増加し、低・中所得国では、所得の低さに起因し、より高品質で栄養価の高い食品への切り替えが失敗し、社会全体として不健康的な食環境が進展する。これにより、過体重、肥満とともに、食事に関連する悲観生成疾患が過去のパターンに沿って、世界中で増加している。

食料資源の安定供給・確保(みんなで食べ続けるための食のあり方)についての市民との対話からは、「変化」として、新技術の活用、スマート農業の発展、食生活の見直し、地球環境への配慮、グローバルレベルでの協力などの意見が見られた。これら「変化」に対する「帰結」の意見では、日本の自給率向上、生産者の所得向上、生産農地の拡大、一次産業への従事者の身体への負担軽減、栄養不足や生活習慣病等の回避などの意見が見られた。これらの変化・帰結を踏まえた「再帰的事象」に係る意見として、食料や水源地などを巡る紛争、貧富の拡大、食品の安全性の担保、栄養の確保と食事の楽しみのバランス取り、地球温暖化など気候変動への対応などの意見が見られた。

表 9 テーマ「食料資源の安定供給・確保」に係る市民の意見

	市民ワークショップ
変化	新技術の活用 スマート農業の発展 食生活の見直し 地球環境への配慮 グローバルレベルでの協力
帰結	日本の自給率向上 生産者の所得向上 生産農地の拡大 一次産業への従事者の身体への負担軽減 栄養不足や生活習慣病などの回避
再帰的事象	食料や水源地などを巡る紛争 貧富の拡大 食品の安全性の担保 栄養の確保と食事の楽しみのバランス取り 地球温暖化など気候変動への対応

3.2.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」に係る意見

市民ワークショップにて提示した本テーマの将来社会の姿（国内外の未来洞察文献の予測情報の整理した姿）は下記の内容である。

◇未来洞察文献を踏まえた当該テーマの将来像

気候変動により洪水、水不足、河川・湖沼環境の悪化など水資源リスクが高まる。また、人口増加・経済成長などによる材料・資材需要の高まりから、希少鉱物・天然資源の需要が高まるが、それらを保有する国の政治的不安定により、地政学リスクも大きくなる。人口増加、都市化、経済成長などによる需要の増大に伴い、生存資源としての安全な水の確保が重要な課題となる。

また、新興国を中心として、衛生環境の改善や水環境悪化による疾患の蔓延が引き続き課題となる。さらに、特にデジタル化やグリーンエコノミーの進展により、一人当たりの資源使用量が大幅に増加し、資源供給システムへの負荷・鉱物資源の不足・価格高騰化をもたらす。

一方で、資源・鉱物などの利用に係る生態毒性や、材料・資材の加工・廃棄による環境影響が社会的課題となり、リサイクル・循環型システムの構築など、鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用がより深刻な社会課題となる。

◇各領域の将来の姿

- 気候変動・地政学的環境変化と自然資源(気候変動リスクと自然資源)
 - 気候変動により、森林破壊、湿地の消失、海面上昇などにより、水資源リスクの影響が高まるとされる(2050年に、洪水リスクの対象が16億人、水不足に見舞われる人口は約30億人)。温暖化影響により、有害な藻類が発生し、その毒素により、海洋哺乳類や鳥類が影響を受け、人間も水飲用不可の可能性がある。このため、温暖化の軽減策の実施とともに、湖沼環境の長期の管理体制の構築、汚染除去や無害化のための研究開発が求められる。
 - また、気候変動に与える影響として、自然資源を利用する資材・材料管理がある。温室効果ガスの全排出量に占める資材・材料管理の割合は、約2/3に上り、資源効率性を高め、資源使用から環境負荷の低減が必要になる。
- 気候変動・地政学的環境変化と自然資源(地政学リスクと自然資源)
 - 代替性とリサイクル率の低い重要鉱物については、供給リスクが増大していく。需要鉱物の生産が政治的に不安定な国(中国、ロシア)にシフトしていくことが背景にある。このため、需要鉱物のリサイクルの推進とともに、重要鉱物に依存しない技術の開発が求められる。
 - 他方、資源・鉱物の需要は増大する。インドやサハラ以南のアフリカでは建設資材の

使用量が増加し、中国では鉱物使用量が高止まりの状態が続く。資源ストレスは激しくなり、国際協調の枠組みなどの構築が期待される。

- 水の確保(生存資源の確保)
 - 人口増加、経済成長、都市化、気候変動により、水需要の高まりと市場の混乱が予測される。2050年に水需要は約55%増加するとされ、製造業(工業用水)で400%、発電用水で140%、生活用水で130%増の見込みである(2000年比)。
 - これにより、地下水の枯渇が農業や都市水供給に影響を与え、水供給不足の深刻化と環境リスクが増加する(栄養素汚染:富栄養化、水生生物多様性の破壊)。このため、水への依存度が低い再生可能エネルギーへのシフトや、農業における生産・加工・流通などの全体効率化による節水が求められる。
 - また、2050年になっても上水道を利用できない人口は世界全体で約2億4000万人以上、基本的な衛生施設を利用できない人口は14億人に上る。このため、引き続き、安全な水の確保も問題とされ、使用目的に応じた処理による水消費量の削減、廃水からの汚物除去や再利用による下水処理量の削減が求められる。食料生産を効率的に増強する遺伝子工学技術が期待される。
- 自然資源の持続的なアクセス・調達(鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用)
 - 人口増加、経済成長、デジタル化により、全世界で消費される鉱物量は、2050年までに3倍になるとされる。建設・インフラ(非金属鉱物)、IT産業(希少金属)、新興技術・グリーン産業(電気自動車、風力発電に使用する希少金属)などで鉱物需要が増加する。これらは、鉱物資源の不足と価格高騰をもたらす。このため、世界中の物質資源の状況をリアルタイムに可視化・監視することや、新しい精製技術により新たな埋蔵量の開拓、より効率的な技術で生産プロセスにおける材料使用の削減、物理的制約を克服するための探査・採掘・加工技術の能力向上、海洋資源の商業化に向けた探査技術の研究開発、レアメタルへのリスクマネーの支援強化、海外研拠確保とベースメタルのリサイクル促進などが期待される。
 - また、資源・資材・材料需要の増加は、鉱物資源の抽出・利用時(人間、生態系への毒性影響など)と、材料・資材の加工・廃棄時(温室効果ガス排出、土壌・水・大気汚染、人間や水生・陸生生態系への有害な影響)において環境影響をもたらす。このため、天然資源への依存度の低下と、自給力の向上が期待される。具体的には、有害性の少ない再生可能資源や持続可能な消費パターンへの移行、低コストにリサイクルできる仕組みの構築、真に循環する生産・消費ネットワークの実現などである。

自然資源の確保・代替・安定供給(限りある資源を限りなく使い続ける智慧)についての市民との対話からは、「変化」として、低環境影響エネルギーへの代替、持続可能な消費パターン、資源リサイクル技術、淡水化技術など、水確保の意見が見られた。これら「変化」に対する「帰結」の意見では、資源・気候変動・地政学的リスクの緩和、循環社会、

国際協調などの意見が見られた。これらの変化・帰結を踏まえた「再帰的事象」に係る意見として、環境保全技術のリスク、新たな資源ナショナリズム、環境格差の再拡大などの意見が見られた。

表 10 テーマ「自然資源の確保・代替・安定供給」に係る市民の意見

市民ワークショップ	
変化	低環境影響エネルギーへの代替 持続可能な消費パターン 資源リサイクル技術 淡水化技術による水確保
帰結	資源・気候変動・地政学的リスクの緩和 循環社会 国際協調
再帰的事象	環境保全技術のリスク 新たな資源ナショナリズム 環境格差の再拡大

3.2.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」に係る意見

市民ワークショップにて提示した本テーマの将来社会の姿（国内外の未来洞察文献の予測情報の整理した姿）は下記の内容である。

◇未来洞察文献を踏まえた当該テーマの将来像

到来が予想されるサイバー社会では、技術を介して、モノとモノが、ヒトとモノが、あるいはヒト同士がますますつながりを強めていく。

一方、技術の進展は、持つ者と持たざる者、技術に追従できる者とできない者との間に新たな分断をもたらすことや、サイバー攻撃の温床を生み出すなど、これまでにない形や規模で経済活動の停滞や社会の不安定化をもたらすことも懸念されている。

また、AI やアルゴリズムなどにより、個人の意志や行動が望ましくない形で誘導、操作され、没入型テクノロジーによって、新たな健康被害や訴訟などのリスクを増大させる可能性もある。

あらゆるものがつながることで生じるこうした不具合に対し、従来型のサイバーセキュリティ対策は無力化する恐れがある。

◇各領域の将来の姿

- 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床

- AI 搭載ツールの普及、5G/6G の進化(遅延のない大容量通信、多様なモノ同士の大規模接続)、デジタルインフラの需要(国民 ID の採用、教育・健康・行政サービスの利用)の増加は、AI の学習に使用されるデータの不正な操作・攻撃や、重要インフラへの攻撃が懸念される。前者は、人々や物体に対してより直接的な影響を及ぼす可能性があるとともに、製造や物流、輸送、医療、教育、小売、さらに家庭環境の場面において混乱をもたらす可能性がある。また、後者では、位置情報に基づき効率的な標的の絞り込みが可能になるとともに、資金力のある国家や企業による悪用が懸念される。
- 新たな健康被害と社会的リスク
 - 想定される技術進歩に、脳を含む人体とインターネットの接続と没入型テクノロジー(VR など)の高度な導入がある。
 - 脳を含む人体とインターネットの接続は、人体の生理機能に妨害や損傷が引き起こされる可能性や神経系に関連する問題の発生など、人体に埋め込まれたセンサーに対する脅威が懸念される。
 - また、没入型テクノロジー(VR など)の導入により、不適切なコンテンツの提供が原因で心理的危害や精神的な苦痛が発生するなど、心理面、感情面への影響とリスクが懸念される。
 - このように、身体と技術の融合が進んだ世界に潜む危険性への対処が求められる。
- 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪
 - 想定される技術進歩に、没入型テクノロジー、情報合成技術(より本物らしく、より人間らしく見える)、個人に最適化された情報の提示がある。
 - これらの技術の導入は、印象操作や偽情報に悪用される危険性と、信念を変える力が高まっていく可能性がある。このため、市民の批判的思考力を向上させたり、「客観的事実よりも感情に訴えかける情報の方が強く世論を動かしていくような情勢(ポスト真実)」が危険であることについての認識を促したりするための、前例のない取組が必要とされる。また、技術的に正当性を判断するツールがさらに重要になる。
- 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考
 - 技術により、国家間、世代間、技術に対する親和性の違いによる分断が懸念される。国家間の分断では、自国の国家的優位を保つため、先端技術などを他国に公開しないようになることや、真にオープンな市場やグローバルなインターネットの可能性を永久に閉ざすことが進展する可能性がある。世代間の分断では、デジタル機器の扱いに慣れた若年層と、そうでない高齢者層で享受できるサービスに格差や身体拡張などによる高齢者の医療面における侵害リスク上昇などが挙げられる。技術に対する親和性の違いによる分断では、個人データの収集と監視が強化されることへの不満が、治安の悪化を招く可能性があることと、新興テクノロジーへの抵抗は物理的破壊という形で現れることが考えられる。
 - このため、技術開発におけるプライバシー、環境問題、人権などを重視する姿勢が重

要になる。

● サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築

- デジタル経済圏の拡大とデジタル空間での犯罪の増加や、各国の手違いによって人間の介入しないサイバー攻撃を互いに仕掛ける可能性など、国際協調による取組、政府の役割が増加していく。
- AI によるサイバー攻撃／防御モデルの登場や、状況に応じアイデンティティを改変する機会の増加など、高速で実行されるサイバー攻撃に対して、迅速な特定がますます困難になっていく。このため、サイバー攻撃に対する予防、検知、封じ込め、復旧などの体系的な取組が必要になる。
- データ収集は、頻繁に幅広く行われ、プライバシーが侵害される度合いが増加し、既存のデータ保護体制の見直しや、ユビキタス監視から市民を保護するための法制度の検討に迫られる。また、生成されるデータ量に関する懸念が拡大し、個人用アーカイブサービスなどがプライバシー管理市場の分野として登場するとともに、データの処理と保管に関する規則のあり方についての検討が進む。

サイバー社会の脆弱性への対応（光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る）についての市民との対話からは、「変化」として、科学技術の発展、デジタル経済圏の拡大などの意見が見られた。これら「変化」に対する「帰結」の意見では、機会の拡大、身体的制約の超越、効率性・利便性、在宅医療・遠隔医療、サイバー攻撃、産業構造の変化などの意見が見られた。これらの変化・帰結を踏まえた「再帰的事象」に係る意見として、管理社会、分断・格差の助長、社会的規範の変容、自由意志の阻害、国家間格差などの意見が見られた。

表 11 テーマ「サイバー社会の脆弱性への対応」に係る市民の意見

	市民ワークショップ
変化	科学技術の発展 デジタル経済圏の拡大
帰結	機会の拡大 身体的制約の超越 効率性・利便性 在宅医療・遠隔医療 サイバー攻撃 産業構造の変化
再帰的事象	管理社会 分断・格差の助長 社会的規範の変容

	市民ワークショップ
	自由意志の阻害 国家間格差

3.3. テーマ別ミッションの体系化（体系図）

市民ワークショップと社会課題専門家ワークショップの対話で得られた意見、専門家アンケート結果を踏まえ、テーマ別の体系図を作成した（ミッションの体系化）。

体系図の作成にあたっては、市民ワークショップや専門家アンケートの結果を踏まえ、解決すべき課題を抽出し、解決課題区分を設定した。また、社会課題専門家ワークショップ⁸での意見を踏まえ、領域－解決課題区分－解決すべき課題の見直しを図った。

体系図は、将来社会課題やそれに関連するミッションを体系的かつ俯瞰的に可視化することと、科学技術との突合を考慮しやすい、ツリー構造での体系化を図った。

以下、各テーマ別の体系図を示す。

3.3.1. 「働き方・WORK」の体系

テーマ：働き方・WORK（AI・ロボット・ICT で変わる働くことの意味）

(1) テーマについて

① テーマ概要

定型的な仕事や現在多くの高齢者が就く 3K 職などを中心に AI やロボットへの代替が進む一方で、判断を必要とする仕事や例外的な事象に対応する仕事（監督業務）は人間が行うことになる。コンピューター化が進みにくい職種（経営管理職、専門職）では、知見・技能、創造・判断力などの高度化要求が高まるなど、人間側に求められる役割が変わっていく。

AI やロボットの普及とともに、仕事や会社のあり方が大きく変化し、産業のくくりがない新しいビジネスが生まれ、よりボーダレスになっていく。これに伴い、企業組織が人を抱え込む「正社員」のようなスタイルや、必要とされるスキルの変化が迫られる。日本型雇用システムは限界を迎え、雇用から自営、専門人材へと雇用や労働市場も変換を迫られる。実践的、職業的な生涯教育は引き続き必要になるが、職業訓練の提供における環境も変化する。

テレワークやデジタル化の進展は、女性・高齢者や障害者の活躍を支えつつ、個人が自

⁸ 社会課題専門家ワークショップでは、体系図案を元に、課題設定の適切性、共通化・統合化課題の有無、今後重要性の高まる項目等を検討した。

分の意思で働く場所と時間を選べるようになる。また、どこからでも、誰とでもつながることができるようになり、海外人材を含む人材の流動性の高まりや企業を取り込むような形での発展を目指す企業が増えていく。併せて、職業意識や組織への帰属意識が変化し、ワーク・ライフ・バランスがより重視されるようになる。

AIやロボットを活用することで、年齢（シニア）・性別・障害などの境界線や企業組織の内と外との垣根は曖昧になり、多様な人材が活躍できる労働環境の整備が求められる。一方で、社会変化に合う形での社会保障制度の再構築が迫られる。

② テーマの将来像

本テーマについて、社会を変化させる事象、変化の帰結、これら帰結を踏まえた再帰的事象について、市民を交えた議論では、下記の問題意識が示された。

表 12 市民が意識する将来像（働き方・WORK）

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
テレビ電話やネット会議・VR会議などの普及や翻訳技術の進歩、デジタル化の進展により、どこからでも相手とつながれる。現場仕事が減少し、在宅勤務が主流になる。また言葉の壁もなくなる。	AI、ロボット、ICT の発展による人間に求められる仕事が変わる。定型業務はロボットやAIが処理し、人間はより創造的な仕事に取り組む。各個人が、自分の意思で働く場所と時間を選べるようになる。地方においても都市や海外とつながることができる。働き方が多様化し、ライフスタイルも変化する。副業やフリーランスが増加する。	人間に求められる仕事が変わることにより、失われる雇用もあれば、新たに生まれる雇用もある。仕事の場所や時間に制約がなくなることから、人材の流動化が高まる。デジタル空間で他国の知識労働を行う「デジタル移民」も拡大する。働き方の多様化により、女性、高齢者、外国人、障害者の社会参加が容易になる。

③ 論点（対応すべき問題群と追求すべき新たな価値）

「働き方」社会の背景にある価値観として、創造的な仕事への欲求、人間でしかできない仕事を大切に思う気持ち、多様性の重視、人間の感性の重視、人と人との触れ合いの重視、趣味などプライベートな時間の重視、心の豊かさやリラックスできることの重視などが挙げられる。

本テーマは、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」、「日本型雇用システムの変容・変換」、「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」からなる。これらの社会の展開にあたっては、下記の点を考慮する必要がある。

- 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化：労働場面でのAI、ロボット、ICTとの新たな関わりが必要である。論点として、AIとともに働く“新しい働き方”や効率化のためのAIのあり方（何を学習させるか）、ブルーカラーロボットとホワイトカラーロボットで変わる働き方、ICTの利活用に係る教育の重要性などが挙げられる。

- 日本型雇用システムの変容・変換：新しい働き方の到来とともに、日本型雇用システムの変化を考慮する必要がある。データを利活用した生産やデータ産業化など、従来の産業の枠組みの変化に対応する必要がある。これらの変化は、産業のボーダレス化、新技術による効率化とそれによる知的生産性向上による働き方の変化をもたらすと同時に、これら変化に対応できる教育体制が必要となる。働き続ける環境下においては、「生きがい」の再定義なども必要となる。
- 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進：非従業員の重要性の広がりなど、企業の中での働き手の変化してきている。高齢者の活躍に焦点を当てつつ、高度人材を確保するための環境が重要になる。

(2) 領域の概要

本テーマは、市民ワークショップ、専門家アンケート、社会課題専門家ワークショップを踏まえ、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」、「日本型雇用システムの変容・変換」、「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」の3つの領域で構成される⁹。各領域の概要について、以下のとおりである。

「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」では、定型的な仕事を中心に、AI やロボットへの代替が進み、仕事や会社が大きく変化する。シニアの求人が多い3K 職も、AI やロボットの導入により省力化する。広告、マーケティングを筆頭に、教育や金融、医療、さらには、法律、人事など多岐に渡る分野でAI の導入が加速する。データの蓄積が進み分析が行われるようになると、人の能力を超えた機械化・自動化が進み、事業のサイクルが短命化し、AI により代替される職種も増えていく。一方で機械化・自動化の進展の速度は産業や職種により異なり、段階を踏んでいく部分と、自動化を望まない分野も残る。人間の仕事としては人々のニーズを捉えるサービス開発、商品開発などがメインとなり、創造的な仕事に従事する人材が増加する。AI を活用した人事評価が浸透することが想定され、AI を活用する上での倫理指針や利活用教育がより重要になる。

「日本型雇用システムの変容・変換」では、AI やロボットの普及とともに、仕事や会社のあり方が大きく変化する。企業組織が人を抱え込む「正社員」のようなスタイルや、必要とされるスキルの変化が迫られる。日本型雇用システムは限界を迎え、雇用から自営、専門人材へと雇用や労働市場も変換を迫られる。実践的、職業的な生涯教育は引き続き必要になるが、日本型雇用システムの変容により職業訓練の提供における環境も変化する。高齢者も巻き込んだ生涯教育・訓練機会の提供が課題となる。テレワークやデジタル化の進展は、空間的・時間的制約から解放し、女性・高齢者や障害者の活躍を支えつつ、自分

⁹ 予測情報の整理段階までは、本テーマは、①機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化、②労働形態の多様化と職業意識の変化、③労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進で構成。「労働形態の多様化と職業意識の変化」に係る領域は、市民・社会課題専門家との対話の結果、「日本型雇用システムの変容・変換」として再設定した。

の意思で働く場所と時間を選ぶことができる。これは、地方に居住しても都市と同様にクリエイティブな仕事ができるようになる。会社に縛られないボーダレスな働き方が実現する。また、労働者が自営型の存在に変化し、プラットフォームエコノミー社会への依存が高まると、個人情報保護がより喫緊の課題となる。

「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」では、産業のくくりがない新しいビジネスが生まれ、ボーダレスになっていく。例えば自動車産業や農業などのデジタル化が進み、従来の主製品以外の割合が多くなるなど、産業の枠組みが変わっていく。デジタル空間でできる仕事が増え、さらに言語の壁がなくなったとき、海外人材や企業を取り込むような形での発展を目指す企業が増える。デジタル空間では、先進国と新興国の労働者間の競争が激化する。人材の流動性が高まることになり、優秀な人材は国を問わず最も高く評価されるところに移動することになる。年齢、国籍、障害の有無などに関わらず、多様性が認められ、一人一人が活躍することができる社会が実現される。変化に対する適合能力や知的想像力を身に付け、企業から個人へと考え方を変えるとシニアでも女性でも活躍できる。同時に、職業意識や組織への帰属意識が変化し、ワーク・ライフ・バランスがより重視されるようになる。

社会課題専門家ワークショップでは、今後重要性が高まる項目として、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」では、AIの活用・許容する意識改革、シニアのリスキリング（新しい職業に就くため／現職で必要とされるスキルの大幅な変化に適応するために必要なスキルの獲得）、AIの倫理指針の検討と実働などを挙げた。「日本型雇用システムの変容・変換」では、グローバル人材拡大への対応、フリーランス増加や正社員の見直しなど雇用形態の変化、働き手（存在）の変化（企業人から個人へ）などである。また、「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」では、参入障壁を破る方の整備、年齢・性別・障害などの枠を超えた柔軟な働き方、多様な働き方への対応、企業内教育のあり方を挙げた。

(3) 体系図

本テーマの体系図は、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」、「日本型雇用システムの変容・変換」、「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」の3つの領域で構成した。

「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」領域は、「人間に求められる役割・職能の変化」、「労働の機械化・自動化の浸透」、「AI倫理指針の検討と実施」の3つの解決課題区分で整理した。「人間に求められる役割・職能の変化」区分の技術的側面の課題は、基本的な問題に対応できるAI、人材不足を代替するロボット、新規雇用を創出可能な機械化・自動化を挙げ、社会的側面の課題では創造的な仕事の労働力向上、創造的な人材の育成環境などを挙げた。「労働の機械化・自動化の浸透」区分の技術的側面の課題では、

介護などの過酷な仕事の負担を軽減する技術、遠隔見守りシステム、文書の自動生成、AI予測、ヒューマンインタフェース、Physics Informed AI、AI beyond physicsなどの技術を挙げた。「AI倫理指針の検討と実施」区分では、技術的側面と社会的側面の両方に関わる問題として、AIの開発と利用に関する指針の検討と実施を挙げた。

「日本型雇用システムの変容・変換」領域は、「AI活用等の労働形態の多様化、職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化」、「空間的・時間的制約からの解放」、「多様な人材が活躍できる環境を整える」、「個人情報保護に関する基盤の整備」の4つの解決課題区分で整理した。「AI活用等の労働形態の多様化、職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化」区分の技術的側面の課題として、ブレイン・マシン・インタフェース、サイバネテック・アバター、メタバースなどの研究開発とともに、電算機モデルとしての脳機能の解明、精神活動・こと・幸福感の解明などが期待されている。社会的側面の課題では、労働形態の多様化、働く場所の非固定化、同一賃金の実現、フリーランスの増加（正社員スタイルの変化）を挙げた。「空間的・時間的制約からの解放」区分の技術的側面の課題では、前項と同じくサイバネテック・アバター、メタバースのほか、電子決済の進展などが期待され、社会的側面の課題では、職業選択の多様化による包括的な支援、仕事とプライベートのメリハリ、地域に縛られない多様な働き方、地方から都会への転入不要を挙げた。「多様な人材が活躍できる環境を整える」区分の技術的側面の課題は、自然言語処理、音声対話、メタバースなどであり、社会的側面の課題では、育児や介護との両立による女性の働きやすい環境の整備などを挙げた。「個人情報保護に関する基盤の整備」区分では、技術的側面と社会的側面の両方に関わる問題として、人材の流動化の加速に伴う個人情報の保護の重要性を挙げた。

「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」領域は、「国際的な人材の流動性の高まり」、「包摂的な社会参画の促進」、「産業別格差の是正、対価の見直し」の3つの解決課題区分で整理した。「国際的な人材の流動性の高まり」区分の技術的側面の課題では、自然減処理、音声対話、メタバースなどの研究開発が期待され、社会的側面の課題では、雇用の流動化の推進を挙げた。「包摂的な社会参画の促進」区分の技術的側面の課題では、メタバース、ヒューマンインタフェースなどの研究開発とともに、精神活動・こと・幸福感の解明も期待され、社会的側面の課題では、障害や病気を持つ者や高齢者が働きやすくなる環境を挙げた。「産業別格差の是正、対価の見直し」区分の技術的側面の課題に係る意見は抽出できなかったものの、社会的側面の課題については、国際的な同一賃金が進むことによる貧富の差の解消や信頼関係をベースとした報酬や対価の考え方などを挙げた。また、新たなシステムを導入できる企業とできない企業が職種なども存在するため、新たな格差への解消を期待した。

以下、本テーマの体系図を示す。

社会課題(テーマ)

領域

解決課題区分

解決すべき課題

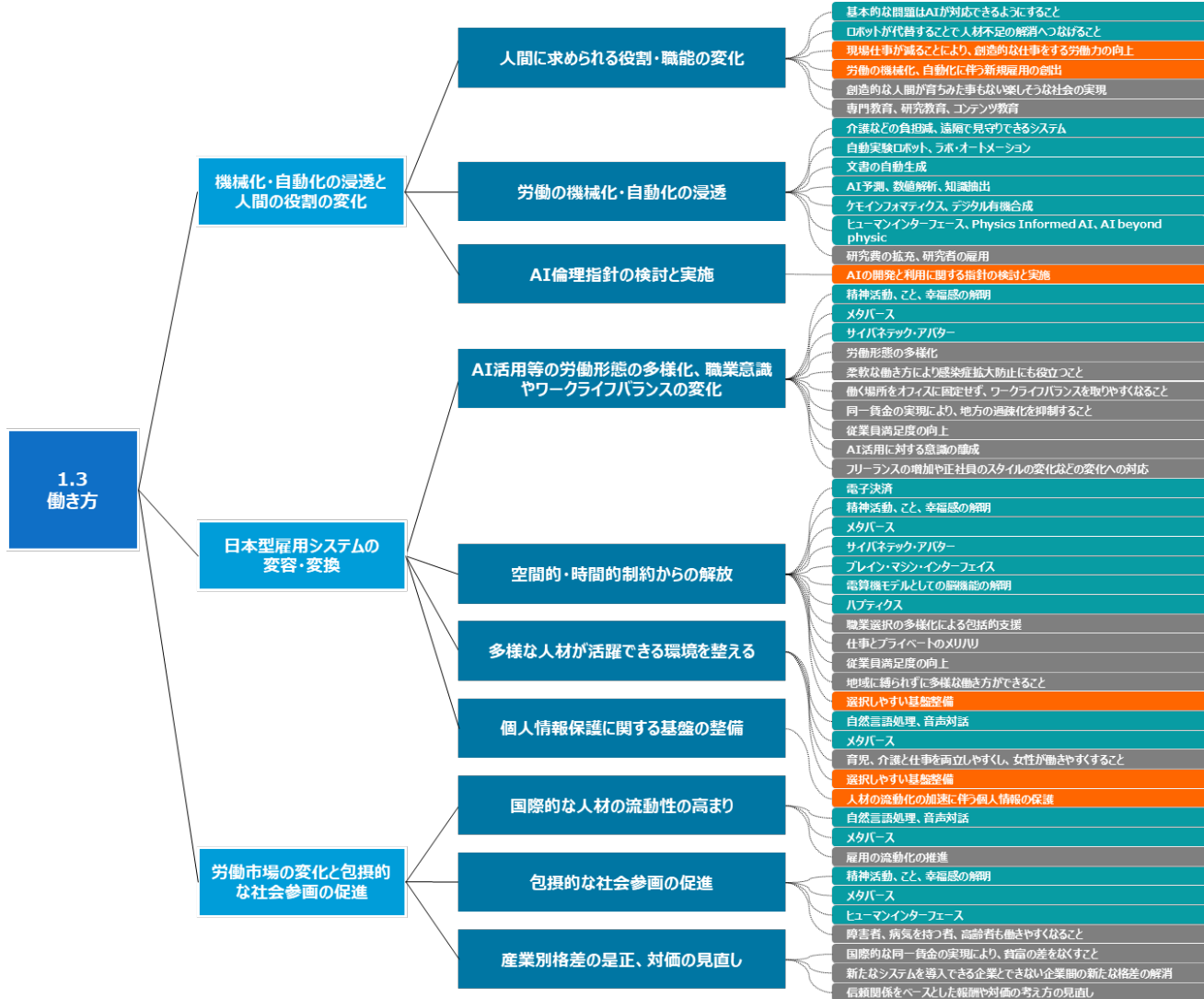


図 4 働き方・WORK (AI・ロボット・ICT で変わる働くことの意味) の体系図

注) 解決すべき課題の色分け: 緑色=科学技術的側面、灰色=社会的側面、橙色=科学技術及び社会的側面の両方

3.3.2. 「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」の体系

テーマ： 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応
 (超高齢化社会における「現役」概念の変容)

(1) テーマについて

① テーマ概要

到来が予想される超高齢化社会では、高齢者の心身の健康維持が重要な課題となるが、同時に進行する少子高齢化により、高齢者も積極的に生産活動に関わることが求められるようになる。高齢者の社会経済活動への参加は、学び直しなどの機会をもたらし、経済的側面のみならず、健康的側面にも良好な影響を与えることが期待される。また、超高齢者の単独世帯が増えるなど家族形態が変化し、子育て・介護など伝統的な家族で行われていた世代間の役割分担が変化していく。同時に高齢者のニーズに合わせた住まい・暮らし方が求められるようになり、都市部での居住ニーズが拡大する。一方、世代間の資源移転・権限移譲の先延ばしが起こり、若者世代への負担や世代間不平などに対する不満感が増す。

こうした「現役」の概念の変化により、従来の生産年齢人口が形骸化し、人々は人生設計の見直しに迫られることになるが、社会保障制度の必要性は高まる一方で、財源の不安定化・脆弱化が進み、社会的・経済的自立がより求められるようになる。

② テーマの将来像

本テーマについて、社会を変化させる事象、変化の帰結、これら帰結を踏まえた再帰的事象について、市民を交えた議論では、下記の問題意識が示された。

表 13 市民が意識する将来像（人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応）

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
少子高齢化の進展は、経済活動を担う人材のみならず、介護などを担う人材の不足をもたらす。健康寿命は将来にわたりどの程度延伸されるか不確実であるが、人材不足に対して、健康で闊達な高齢者の生きがい、やりがいの場の提供が求められ、高齢者の雇用は進展する。これは、経験のある高齢者の知恵を活用できる機会である。他方、高齢者の雇用が魅力的なものであるよう、学びの場、	高齢化の進展は、高齢者を対象としたサービスが拡大する。高齢者の生きがい、やりがいの帰結として、高齢期においても社会で働きつづけることができ、社会として高齢者が必要とされる社会となる。高齢である故に知りえる体験を語り継ぐ時間ができ、高齢者しかできないことも認識されている。他方、高齢者の中には、若年層とともに働くことができる能力を持つ者と持たない者が生じる。見通す	高齢者が闊達に生きることができ、社会の到来により期待されることは、現役世代が拡充することで、社会保障費の支出にゆとりが生まれることや、健康面で認知症やアルコール依存症などの問題が低減することである。他方、現役世代の高齢者の拡充は、若年層との軋轢の拡大が懸念されるほか、高齢者の労働災害事案の増加などが懸念され、高齢者を雇用する側にも気をつける要素が出てく

社会を変化させうる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
健康であり続けるための対策の展開が期待される。	ことが困難な問題は、社会保障制度や社会福祉が、将来の高齢者にとり、どのような状況になっているかである。財政上、厳しい環境に直面することが懸念される。	る。見通すことが難しい点は、健康寿命の延伸が真の健康状態の延伸をもたらすか、また現役世代の延伸によるストレス増加なども懸念する点である。

③ 論点（対応すべき問題群と追求すべき新たな価値）

「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」社会の背景にある価値観として、「人間にとって「健康」とは何か？」の観点から、体の健康と心の健康の両面があり、どちらかだけでは健康ではないことや、技術だけでは捉えづらい面もあること（技術の進歩と技術以外で問題を解決することとの間で、矛盾を抱えながら考えていくことが重要）、健康は自分で作るものであること、何が健康か（健康だと思える状態）は自分で決めるものであることなどが挙げられる。

本テーマは、「超高齢化社会の到来」、「社会の重心変化」、「『現役』世代の拡大」、「社会保障の不安定化」からなる。これらの社会の展開にあたっては、下記の点を考慮する必要がある。

- 人口減少に伴う社会の重心変化に関しては、生産年齢人口の減少への対応や高齢者の能力活用など、現役世代の拡大・拡張が迫られる。また、働き手の労働力の拠出は、ギグワークなどのプラットフォームを介したかたちで行われてきているため、これらのプラットフォームエコノミーへの対応が必要であり、法の整備やデータ、プライバシーの保護が重要となる。
- 『現役』世代の拡大においては、現シニア世代の「働き方」と、次世代シニアの「働き方」への対応で論点は異なる。前者については、AI ソリューションを使えないシニアの働き方であり、後者は働き続ける社会の到来における「生きがい」の再定義である。併せて、超高齢化社会では、世代間格差が拡大していくことが予想されることから、格差拡大への対応が必要となる。
- 新たな雇用システムに対応できる人材教育も重要となる。

(2) 領域の概要

本テーマは、市民ワークショップ、専門家アンケート、社会課題専門家ワークショップを踏まえ、「超高齢化社会の到来」、「社会保障の不安定化」、「社会の重心変化」、「『現役』世代の拡大」の4つの領域で構成される¹⁰。各領域の概要について、以下のとおりであ

¹⁰ 予測情報の整理段階までは、本テーマは、①超高齢化社会、②少子高齢化による社会の重心変化、③生産年齢人口（現役）の拡大、④社会保障の脆弱性と概念の変化で構成。市民・社会課題専門家との対話の結果、領域名を再整理した。

る。

「超高齢化社会の到来」では、120歳社会（2060年の我が国の80歳以上の人口は18%に）を視野に入りつつ、80歳以上の人々が増加し、超高齢化社会が到来する。超高齢化社会では、医療・介護サービスの需要が増加するとともに、社会的孤立を回避することが求められる。併せて、超高齢化社会に適した人生設計ができるよう、学び直し、貯蓄と仕事が必要である。これらにより、高齢者においては、超高齢期の社会での活躍が期待される。高齢者がいつまでも働きたい、社会で活躍し続けたいと思うのは、日本の特殊性であり、経済を支える主体として期待される。高齢者が個人差なく、豊かな暮らしを送るためにデジタル技術の支えが必要になる。

「社会保障の不安定化」では、少子高齢化の進展に伴い、社会保障を整備することが求められる。同時に、エネルギー価格下落、株価下落、その他座礁資産、政府のロイヤリティの低下などによる、社会保障財源が不安定化することが懸念される。これらの状況がネガティブに推移すると、個人投資や公的及び私的年金制度からの支払は削減される可能性がある。また、世代間のバランスが欠けることにより、社会保障の不安定化を招く。

「社会の重心変化」では、社会における高齢者の割合が増加し、移民の流入があっても高齢化圧力は大きくなる。高齢者の増加は、生産年齢人口の減少と働き手としての高齢者への期待が増す。別の側面では、社会の高齢化は、世代間の責任分担があいまいになる。例えば、家族内で担ってきた育児・介護が成立しにくくなり、子どものいない高齢者のケア問題が地域課題となる。このため、高齢者ニーズ（介護負担の軽減、介護資源へのアクセス、都市居住）に適した暮らしが期待される。これらの問題は、現役世代の負担増や世代間の資源配分の先延ばしを引き起こす。ボーダレスな働き方が進展していく中で、企業単位から個人単位に働き方の主体が移っていく。柔軟な働き方、暮らし方が許容される。

「現役」世代の拡大」では、生産年齢人口の大幅な減少は、社会にとり、働き手としての高齢者の雇用維持・確保が迫られる。高齢者の働く意欲を喚起し、その能力を適切に発揮するための取組・環境整備が不可欠である。労働者としての知識・ネットワークの活用から、新たな業務ニーズに対応するための学び直し・再教育、高齢者特有の問題である健康維持、介護との両立などを支える技術の活用が挙げられる。これらにより、社会として生産性を維持しつつ、働きがい・生きがいを担保し、人生の回復力の向上が期待される。現シニア世代と、次世代シニア世代で「働き方」への対応が異なる。次世代シニアにとり、働き続けるために「生きがい」の再定義が必要になる。

社会課題専門家ワークショップでは、今後重要性が高まる項目として、「社会保障の不安定化」では、社会保障制度の整備を挙げた。「社会の重心変化」では、世代間格差の対応、プラットフォーム、法の整備、データ保護、プライバシー保護、年齢・性別・障害の枠を超えた柔軟な働き方などを挙げた。また、「現役」世代の拡大」では、AIソリューション対応教育（リスキリング）、働きがい・生きがいの再定義を挙げた。

(3) 体系図

本テーマの体系図は、「超高齢化社会の到来」、「社会保障の不安定化」、「社会の重心変化」、「現役」世代の拡大」の4つの領域で構成した。

「超高齢化社会の到来」領域は、「寿命延伸」、「医療・介護サービスへの需要増加」、「社会的孤立化」、「家族形態の変化」、「人生設計・高齢者に適した暮らし」の5つの解決課題区分で整理した。「寿命延伸」区分の技術的側面の課題は、検査技術、パンデミックに対応した研究開発及び制度開発、ニューロン／エピゲノムの分析・制御などが期待され、社会的側面の課題では収入源の確保を挙げた。また、パンデミックに対応した研究開発及び制度開発が技術と社会の両側面で求められている。「医療・介護サービスへの需要増加」区分の技術的側面の課題では、運動機能、神経科学、最適制御などに関する研究開発、人口モデルの研究開発を期待した。社会的側面の課題では、高齢者向けサービスの拡充を挙げた。「社会的孤立化」区分では、研究開技術的側面と社会的側面の両方に関わる課題として、意欲・気力・体力の継続、老後ストレス、視力の確保などに関する研究開発や制度開発が期待されている。「家族形態の変化」では、社会的側面の課題として、家族の繋がりの再検討や独居老人などへの対応、未婚の原因への対策を挙げた。「人生設計・高齢者に適した暮らし」では、研究開技術的側面と社会的側面の両方に関わる課題として、健康状態の変化の早期発見・検査やフレイル予防／健康管理のための研究開発、制度開発などが期待されている。また、社会的側面の課題として、健康状態格差（健康で働ける人と健康で働けない人：認知症予防、アルコール依存他）への対応が求められている。

「社会保障の不安定化」領域は、「社会保障整備の必要性の高まり」、「社会保障財政基盤の脆弱性の高まり」の2つの解決課題区分で整理した。当該領域の2区分とも社会的側面の課題が取り上げられ、「社会保障整備の必要性の高まり」区分では、社会保障制度の設計、政策のコミュニケーション、公共経済学を挙げるとともに、知識がないままの資産運用の適・不適などを挙げた。「社会保障財政基盤の脆弱性の高まり」区分では、社会保障費や介護保険、生命保険などの制度の持続性（年金、生活保護）を挙げた。

「社会の重心変化」領域は、「生産年齢人口の現象（新たな働き手）」、「世代間の資源移転・権限移譲の先延ばし・若者の自立支援」の2つの解決課題区分で整理した。「生産年齢人口の現象（新たな働き手）」区分の技術的側面の課題は、遠隔制御、仮想化、メタバース、テレワーク（高齢者活用）などを挙げた。社会的側面の課題では、高齢者雇用と見込み労働者の雇用対策の重要性の比較、高齢者雇用の需給バランス、雇用における年齢差別・性差別の解消と高齢者雇用による変化、働く高齢者の増加による若年層負担軽減・ワンオペ解消などを挙げた。「世代間の資源移転・権限移譲の先延ばし・若者の自立支援」区分の社会的側面の課題では、現役延長による高齢者保有資産の活用機会の減少、寿命延伸による子などへの資産相続時期の先送り（親に頼れない・頼らない）とともに、若年層の雇用機会の低下、働く場での高齢者と若年者の世代格差・馴染まないなどへの対処が求

められている。

「現役」世代の拡大」領域は、「高齢者の能力活用と労働環境整備」、「生産性の維持」、「働きがい・生きがい・現役の定義の変化」の3つの解決課題区分で整理した。「高齢者の能力活用と労働環境整備」区分では、技術的側面及び社会的側面の両方に係る課題として、AIソリューション対応教育（リスキリング）を挙げた。また、社会的側面のみの課題として、高齢者の学びの場の提供、学校内・企業内教育（新たな雇用システムへの対応）の展開、先人の知恵／高齢者が保有する能力の活用、高齢者の経験・知見の引継ぎ時間の確保、高齢者の未経験の仕事に対する抵抗感の低減、凝り固まった考えの強要、若い人の関わり機会の担保を挙げた。「生産性の維持」区分の技術的側面の課題では、加齢による脳機能低下への対応技術やストレス軽減、メンタルヘルスのための研究開発を期待した。社会的側面の課題では、高齢者の労災事案の増加（雇用リスク、雇用の消極化要因）への対応とともに、健康維持・増進／健康観察や高齢労働負荷（現役強制）、離職予防など、高齢労働者自体への支援やケアを期待した。「働きがい・生きがい・現役の定義の変化」区分では、社会的側面の課題として、生涯雇用、目的ややりがいの担保・創出・促進や、自己責任を基本にした生き方などを挙げた。

以下、本テーマの体系図を示す。

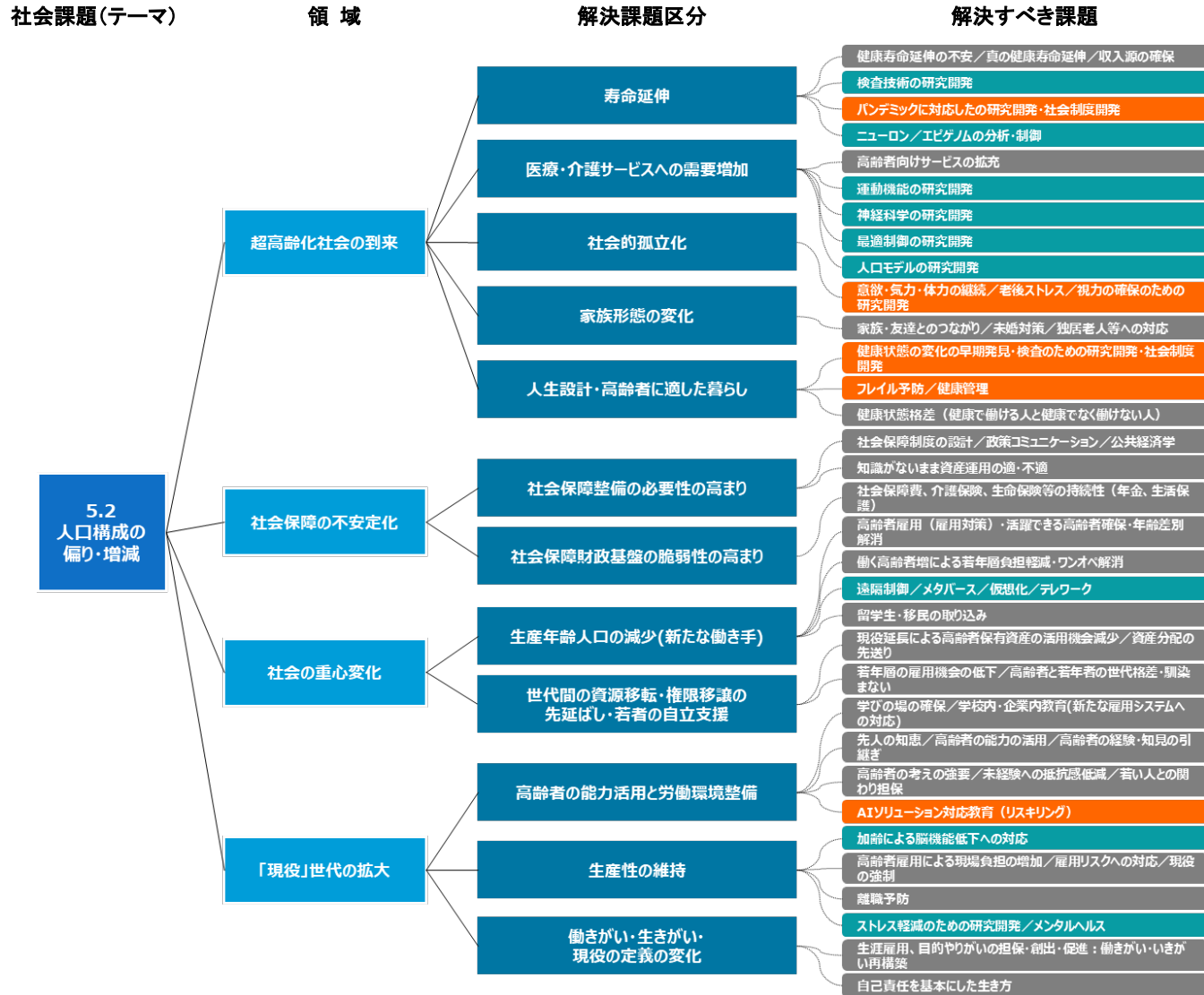


図 5 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応 (超高齢化社会における「現役」概念の変容) の体系図
注) 解決すべき課題の色分け: 緑色=科学技術的側面、灰色=社会的側面、橙色=科学技術及び社会的側面の両方

3.3.3. 食料資源の安定供給・確保の体系

テーマ： 食料資源の安定供給・確保(みんなで食べ続けるための食のあり方)

(1) テーマについて

① テーマ概要

世界人口の増加、特に新興国の所得向上により食料需要は大幅に拡大する。また、属性や居住地によって消費パターンや仕事、生活環境が異なり、食料需要も多様化する。耕地面積の拡大などにより農業生産量は増加するものの、食料需要の増加を賄うことができず、食料価格の高騰化・市場の不安定化が進む。

2050年の世界では「タンパク質危機」が大きな問題となっており、新たな食料供給源の開拓、フードテックの深化を含む人工的な食料生産の進展、海洋・漁獲資源の確保・管理などへの期待が高まっている。

一方で、温暖化ガス排出源としての農畜産部門の割合は高く、持続可能な食料生産がより強く求められる。また、消費者の環境志向による食肉消費量の削減や、食料廃棄物・フードロスの削減など、持続可能な食料消費に向けた努力も続く。レジリエンスを踏まえつつ、生産と消費の近接化への対応も求められる。食をめぐるウェルビーイングについては、QOLの向上や栄養不足人口の増加、加工食品の摂取増などによる肥満や非伝染生疾患の増加が世界的な課題となっている。

② テーマの将来像

本テーマについて、社会を変化させる事象、変化の帰結、これら帰結を踏まえた再帰的事象について、市民を交えた議論では、下記の問題意識が示された。

表 14 市民が意識する将来像（食料資源の安定供給・確保）

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
光合成の人工化など新技術の活用・スマート農業の発展や、食生活の見直し、グローバルレベルでの協力である。これらにより、生産者の高齢化と担い手不足の解消や、栄養価が高い合成食などを作ることで、肥満・栄養不足への対応などが期待できる。	日本の自給率向上や生産者の所得向上、生産農地の拡大、一次産業への従事者の身体への負担軽減、栄養不足や生活習慣病などの回避がある。様々な農業・養殖業ができることで一次産業への従事者が増え、日本の自給率が増える。ただし、遺伝子組み換え作物などへの安全性や、大型法人ではないと発展出来ないのではという懸念もある。	食料や水源地などを巡っての紛争や貧富の拡大、食品の安全性の担保、栄養の確保と食事の楽しみのバランス取り、地球温暖化など気候変動への対応をもたらす。ただし、大量生産のデメリットや、食料危機がいち早くきてしまいそうな国や土地はどこかなど、不明な点も多い。

③ 論点（対応すべき問題群と追求すべき新たな価値）

「食料資源の安定供給・確保」社会の背景にある価値観として、食をめぐる新技術を使って生産された食べ物で、口にするのに強い抵抗を感じるものとして、人工培養肉や遺伝子組み換えの養殖魚や作物、人工的な光で作られた野菜、聞きなれない添加物が入っている物などが挙げられる。

本テーマは、「食料需要の高まりと市場の不安定化」、「食料生産システムの高度化・フードテックの活用」、「持続可能な食」、「食をめぐるウェルビーイング」からなる。これらの社会の展開にあたっては、下記の点を考慮する必要がある。

- 「食料需要の高まりと市場の不安定化」に関しては、担い手の多様化、異業種の参入や企業間の連携が挙げられる。また、食料の安定供給（輸入）などの食料安全保障に関わる規定、協定がもたらす不安定要因に対処することが必要である。
- 「食料生産システムの高度化・フードテックの活用」では、フードテックの深化が挙げられる。工学×デジタル×ロボティクスが関わる課題領域であり、バイオマニュファクチャリングなどの高度な技術の適用やデータ管理の仕組みづくりが必要となる。新しい技術の理解のみならず、データやプライバシーの保護も重要な課題となり、技術を社会の中で適応させていくための消費者を含む利害関係者との十分なコミュニケーションが求められる。
- 「持続可能な食」においては、生産と消費の近接化が挙げられる。生産と消費の近接化では、首都圏と地方のバランスの変化、地域活性化、働き方なども考慮する必要がある。
- 「食をめぐるウェルビーイング」では、フードシステムの維持、柔軟な発想を持つ学校教育・生産者教育、QOLを高める食のあり方などが必要となる。

(2) 領域の概要

本テーマは、市民ワークショップ、専門家アンケート、社会課題専門家ワークショップを踏まえ、「食料需要の高まりと市場の不安定化」、「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」、「持続可能な食」、「食をめぐるウェルビーイング」の4つの領域で構成される¹¹。各領域の概要について、以下のとおりである。

「食料需要の高まりと市場の不安定化」では、世界的人口増や新興国の所得向上により、食料需要は大幅に拡大し、属性や居住地によって消費パターンや仕事、生活環境が異なり、

¹¹ 予測情報の整理段階までは、本テーマは、①新たな食料供給源への対応、②食料生産システムの高度化、③農業の収益性の向上・農業の雇用増加、④人口に対する食料需要・栄養摂取への対応で構成。市民・社会課題専門家との対話の結果、食料資源の対象は、農業に限らず、林業、水産業等も広く関わるため、「食」に関わる領域名を再整理した。また、人口に対する食料需要・栄養摂取に係る内容は、ウェルビーイング（Well-being）と深く関わるため、領域名を再設定した。

食料需要が多様化。農業生産量は増加するものの、地域格差も大きく食料需要を賄うことができない。そのため、食料価格の高騰や、低・中所得国（中国を除く）における農業セクターの規模縮小と非熟練農業賃金の大幅上昇及び、ショックや危機に対する農業の対応力不足など、農業市場の不安定化への対応が求められる。

「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」では、世界的な「タンパク質危機」が到来し、無土壌農業や多年生作物の活用などの食料供給源の開拓や、フードテックの深化を含む培養肉・3D プリント・人工光合成などによる人工的な食料生産、水産養殖・藻類の活用などによる海洋・漁獲資源の確保・管理が必要となる。全ての海産物を養殖可能にするとともに、合成食により栄養と環境負荷のバランスが取れ、平和的な手段で海洋の資源や空間の利活用に積極的かつ国際協調的に取り組むなど、食料生産システムの高度化の実現が求められる。

「持続可能な食」では、温室効果ガス（GHG）排出源としての農畜産の影響が大きく、排出量の大部分は、低・中所得国（中国を除く）に由来する。また、耕地面積の確保も展開され、食肉など消費者嗜好の変化もあり、食料廃棄物・フードロスの削減が進む。食料の持続可能な生産と消費の実現に向けて、現在確立している食品産業の業界自体を見直しての企業連携や、環境的に持続可能な食事を促進する取組（食事ガイドラインの作成など）の推進が求められる。レジリエンスを踏まえつつ、生産と消費の近接化への対応も求められる。

「食をめぐるウェルビーイング」では、高所得国や低・中所得国ともにエネルギー消費量に変化が起り、高所得国では加工食品の消費量増加が、低・中所得国では所得の低さに起因する、より高品質で栄養価の高い食品への切り替えの失敗により不健康的な食環境がもたらされる。人口の増加と低栄養の有病率（PoU）の微増により、栄養不足人口は増加する見込みであり、また、過体重や肥満、食事に関連する非感染性疾患は、過去のパターンに従って世界中で増加するため、対応が求められる。また、QOL の向上のための柔軟な発想を持つ学校教育・生産者教育や、QOL を高める食のあり方の検討も求められる。

社会課題専門家ワークショップでは、今後重要性が高まる項目として、「食料需要の高まりと市場の不安定化」では、イノベーション革命による未経験者の参入、農学的生産から工学的生産の変化、新ビジネスの誕生、新社会システムの策定などを挙げた。「食料生産システムの高度化・フードテックの活用」では、データ管理、データ保護、プライバシー保護、バイオマニュファクチュアリング、サイエンスコミュニケーションなどを挙げた。「持続可能な食」では、都市部での生産、ソフトとハードのバックアップ体制の強化、インフラ整備（生産側の負荷軽減）、Ownership の変化への対応、地域特産品や地域食文化の維持などを挙げた。また、「食をめぐるウェルビーイング」では、フードシステム、教育、QOL を高める食研究などを挙げた。

(3) 体系図

本テーマの体系図は、「食料需要の高まりと市場の不安定化」、「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」、「持続可能な食」、「食をめぐるウェルビーイング」の4つの領域で構成した。

「食料需要の高まりと市場の不安定化」領域は、「食料需要の拡大と多様化への対応」、「食料価格の高騰と市場の不安定化への対応」の2つの解決課題区分で整理した。両区分に跨る技術的側面の課題として、計算食料科学、計算水産学、計算畜産学の振興が挙げられる。また、「食料需要の拡大と多様化への対応」区分の技術的側面、社会的側面の両方に係る課題として、スマート農業の振興（光合成の人工化、無土壌化の開発など）が期待されている。「食料価格の高騰と市場の不安定化への対応」区分の社会的側面の課題では、競争戦略、非価格競争、コモディティー化の弊害への対応を挙げた。

「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」領域は、「新たな食料供給源の開拓」、「人工的な食料生産の進展」、「海洋・漁獲資源の確保・管理」の3つの解決課題区分で整理した。「新たな食料供給源の開拓」区分の技術的側面の課題では、水・食料・エネルギー連環（ネクサス）、ゲノム編集育種などの研究開発を挙げた。社会的側面の課題では、生物多様性の農業活用や農業生態系の多様化への対処が求められた。また、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、未利用資源の食料化を挙げた。「人工的な食料生産の進展」区分の技術的側面の課題では、培養肉、代替タンパク質、植物保護科学などの研究開発のほか、前述の「新たな食料供給源の開拓」区分と同様にゲノム編集育種の研究開発などを挙げた。社会的側面の課題では、フードエシックス、環境倫理、動物倫理と、データやプライバシーの保護を挙げた。「海洋・漁獲資源の確保・管理」区分の技術的側面の課題では、海水浄化、漁場・環境評価、新規養殖魚開発、寄生虫対策、生物資源管理などを挙げた。社会的側面の課題では、漁獲管理、富栄養化への対応や、海洋や海底の利用に関する国際協力などが期待される。

「持続可能な食」領域は、「生産と消費の近接化」、「持続可能な食料生産」、「持続可能な食料消費」の3つの解決課題区分で整理した。「生産と消費の近接化」区分では、技術的及び社会的側面に係る課題として、サーキュラーエコノミーや持続可能な水資源利用の実現を挙げた。「持続可能な食料生産」区分の技術的側面の課題では、スピードブリーディング（速成育種）の適用、アミノ酸バランス飼料、無土壌化などの開発、精密計測や分光計測などの研究開発、食の生産のためのテラフォーミングと倫理、オートメーション化による生産者自身の身体への負担軽減など、多岐にわたる。また、社会的側面の課題では、食の生産のためのテラフォーミングと倫理のほか、耕作放棄地、未利用公共牧場の活用などを挙げた。「持続可能な食料消費」区分の技術的側面の課題では、鮮度保持などに係るパッケージング技術、鮮度保持、シェルフライフ延長のほか、人間活動・気候変動予測の手法・ツール開発などを挙げた。社会的側面の課題では、植物食文化やフードエシッ

クスの進展が期待される。

「食をめぐるウェルビーイング」領域は、「栄養不足への対応」、「非感染性疾患の増加への対応」、「QOLの向上」の3つの解決課題区分で整理した。「栄養不足への対応」区分の技術的側面の課題では、分子育種、NBT（新しい育種技術）、バイオスティミュラント、植物保護科学、水生生物の生態学的知見、昆虫食の開発などを挙げた。社会的側面の課題では、フードロス対策や栄養障害の二重不可への対処を挙げた。「非感染性疾患の増加への対応」区分の技術的側面の課題では、バイオメテイクス、バイオセンサー、機能性生体指標などの研究開発のほか、社会的側面にも係る課題として、飽食や潜在的欠乏への対処が期待される。「QOLの向上」区分では、技術的及び社会的側面に係る課題として、QOLを高めるための食研究を挙げ、社会的側面のみの課題として、柔軟な発想を持つ学校教育、生産者教育を必要とした。

以下、本テーマの体系図を示す。

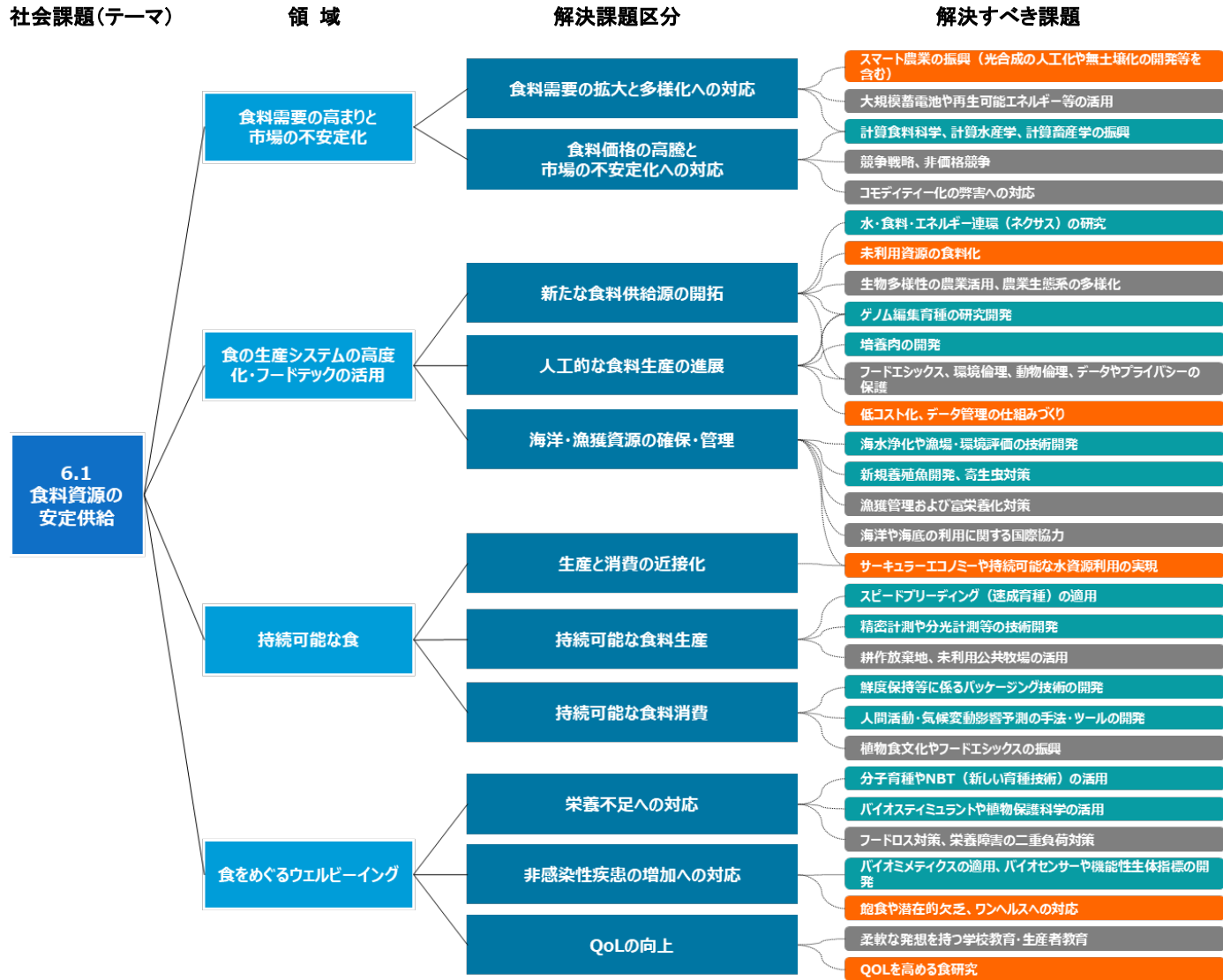


図 6 食料資源の安定供給・確保（みんなで食べ続けるための食のあり方）の体系図
注）解決すべき課題の色分け：緑色＝科学技術的側面、灰色＝社会的側面、橙色＝科学技術及び社会的側面の両方

3.3.4. 「自然資源の確保・代替・安定供給」の体系

テーマ： 自然資源の確保・代替・安定供給(限りある資源を限りなく使い続ける智慧)

(1) テーマについて

① テーマ概要

気候変動により洪水、水不足、河川・湖沼環境の悪化など水資源リスクが高まる。また、人口増加・経済成長などによる材料・資材需要の高まりから、希少鉱物・天然資源の需要が高まるが、それらを保有する国の政治的不安定により、地政学リスクも大きくなる。人口増加、都市化、経済成長などによる需要の増大に伴い、生存資源としての安全な水の確保が重要な課題となる。

また、新興国を中心として、衛生環境の改善や水環境悪化による疾患の蔓延が引き続き課題となる。さらに、特にデジタル化やグリーンエコノミーの進展により、一人当たりの資源使用量が大幅に増加し、資源供給システムへの負荷・鉱物資源の不足・価格高騰化をもたらす。

一方で、資源・鉱物などの利用に係る生態毒性や、材料・資材の加工・廃棄による環境影響が社会的課題となり、リサイクル・循環型システムの構築など、鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用がより深刻な社会課題となる。

② テーマの将来像

本テーマについて、社会を変化させる事象、変化の帰結、これら帰結を踏まえた再帰的事象について、市民を交えた議論では、下記の問題意識が示された。

表 15 市民が意識する将来像（自然資源の確保・代替・安定供給）

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
気候変動や環境汚染などへの影響の少ないエネルギーへの代替、資源リサイクル技術、市民の意識変革を伴う持続可能な消費パターンへの移行、淡水化技術など水確保技術の進展である。物質資源の可視化システムによる需給予測の精緻化が資源環境の悪化を防ぎ、都市鉱山からの資源獲得はレアメタル不足を緩和する。	資源リスク、気候変動リスク、地政学リスク全般の緩和である。レアメタルの再利用、有効活用、非依存技術により地政学的リスクが減少すれば国際間の平和構築に資する可能性がある。途上国での環境対策や資源循環・水資源確保が軌道に乗れば、危機の克服の道筋が見えてくるかもしれない。ただし、リサイクルの実効性や安全性の不透明さ、環境対策の国際間・地域間格差は予期せぬ結果をもたらしかねないとの意見もある。レア	リサイクルや新資源開発自体がもたらす予測できなかった新たな気候変動・環境汚染リスクの発生が懸念される。技術開発に必要な未知の新たな希少資源が再び資源ナショナリズムを煽り、国際間の緊張を高める可能性がある。環境対策技術のコストが低下しなければ、それらの実装に伴う国際・地域間格差を生じ、新たな人道危機をもたらすかもしれない。

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
	メタルの使用削減など当面の環境対策がIT技術の画期的な飛躍を阻害しないかとの懸念もある。	

③ 論点（対応すべき問題群と追求すべき新たな価値）

「自然資源の確保・代替・安定供給」社会の背景にある価値観として、過剰なサービスや大量の選択肢があることを当然とする大量消費社会の帰結への不安感がある。限りある資源を有効に使うことで持続可能な未来を作っていくため、自ら情報を得て主体的に判断し、省資源・省エネルギーに資する行動へと繋げていく必要がある。一方で、効率の悪いリサイクルなどによってかえって環境の悪化を招いたりすることのないよう、対策の総合的なバランスにも注意を向ける必要がある。天然資源のみに頼らずに済むような研究開発が進み、リサイクルや国際協調によるレアメタル問題の解決が図られれば国際平和がもたらされることも期待できる。

本テーマは、「環境（気候変動）・地政学リスクと自然環境」、「水の確保（生存のための資源）」、「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」、「国際的な資源環境管理と平和構築」からなる。これらの社会の展開にあたっては、下記の点を考慮する必要がある。

- 「環境（気候変動）・地政学リスクと自然環境」では、土地利用、土地被覆の視点が大切であり、土地を水、食料を得るために使うか、資源開発やエネルギーを産出するために人工的に土地を利用するか、自然植生として残すかなど、横断的な検討要素となる。将来的には、人口分布の変化、農地、森林、再生可能エネルギーのための土地利用の副作用を把握することが重要である。
- 「水の確保（生存のための資源）」では、淡水の重要性、希少性が高まるにつれ、水の先物取引市場などの保険的な市場が生まれつつある。水資源の定量化が求められる。また、安定供給の基盤である水に関わる各種インフラの維持管理も重要である。
- 「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」では、重要鉱物は資源産出国のリスク、自国の産業構造、経済依存度などから検討される。カーボンニュートラルを目指す動きが加速しており、同じ金属資源の開発において、CO₂排出量が多い金属と、少ない金属とでは市場価値が異なる時代が到来する。これは、資源供給要素の新たな側面を提供する。他方、カーボンニュートラルの移行期においては、天然鉱物資源の開発も併行するため、従来の資源開発に係る問題の解決は引き続き重要である。
- 「国際的な資源環境管理と平和構築」では、自然資源を利用していく上で、レピュテーションリスクを重視する割合が高まっている。自然資源開発の違法性をモニタリングし環境修復を図ることが重要であり、開発の持続性を担保するには、地域の住民、文化、宗教、芸術に係る理解も伴う。

(2) 領域の概要

本テーマは、市民ワークショップ、専門家アンケート、社会課題専門家ワークショップを踏まえ、「環境(気候変動)・地政学リスクと自然資源」、「水の確保(生存のための資源)」、「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」、「国際的な資源環境管理と平和構築」の4つの領域で構成される¹²。各領域の概要について、以下のとおりである。

「環境(気候変動)・地政学リスクと自然資源」では、温暖化の軽減策の実施、湖沼環境の長期の管理態勢の構築、汚染除去や無害化の研究開発が急務となる。再生可能エネルギーの導入は急務であり、途上国への積極的な技術移転も求められる。資源効率性を高め、資源使用からの環境負荷の低減策も必要となる。環境対策の負の側面も無視はできない。将来的には、自然資源の利用にあたり、人口分布の変化や農地・森林の利用状況、そしてカーボンニュートラルの進展に伴う再生可能エネルギーの開発状況を土地利用面から把握し、利用変化による副作用を把握することが重要になる。

「水の確保(生存のための資源)」では、人口増加、経済成長、都市化、気候変動は水需要の高まりと市場の混乱をもたらす。国際的な水資源の移動にも注目し、正義と公平に基づいた水市場を構築しなければならない。水への依存度が低い再生可能エネルギーへのシフト、農業における生産・加工・流通などの全体効率化による節水が必要となる。水の関する都市インフラ自体の発想転換も求められる。一方で水不足でも収穫が可能な農産品など、食料生産を効率的に増強する遺伝子工学技術への期待が高まる。淡水の重要性、希少性は高まり、水資源の定量化が社会的に期待される。一方で、水の供給は、自然環境条件のみに依存するものではなく、水インフラの整備を通じて安定供給環境を構築してきた。これらインフラのスマートな維持管理も重要である。

「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」では、鉱物資源の不足と価格高騰が生じるなど、資源ストレスは激化する。物理的制約を克服するための探査、採掘、加工技術の能力向上が必要となる。資源探査のフロンティアは海洋・深海にとどまらず宇宙空間にまで拡大するかもしれない。足元では、天然資源への依存度低下と自給力の向上、環境保全のため、有害性が少ない再生可能な資源・持続可能な消費パターンへの移行、低コストにリサイクルできる仕組みの構築、真に循環する生産・消費ネットワークの実現が求められる。金属の商取引では、トレーサビリティを確保する方向にあり、リサイクル性や天然資源開発の低炭素性が重要となる。一方で、カーボンニュートラルへの加速的な移行は、再生可能エネルギー機器、蓄電池の供給にあたり、リサイクル資源のみでは対応が難しい。天然資源開発の課題にも対処することが求められる。

「国際的な資源環境管理と平和構築」では、資源ナショナリズムと結びついた地政学的

¹² 予測情報の整理段階までは、本テーマは、①自然資源の持続的なアクセス・調達、②生存資源の確保(水の確保)、③気候変動・地政学的環境変化と自然資源で構成。市民・社会課題専門家との対話の結果、領域名を再整理するとともに、環境(気候変動)と鉱物資源に関わるものを分けて再設定した。

危機の高まりは深刻ではあるが、技術革新が主導して国際間の資源ストレスを緩和することができれば、平和構築の糸口が掴めるかもしれない。地域的に非偏在で量的に豊富な資源のみを用いた新たな重要技術の開発はそれを可能にする。宇宙や海洋など新たな資源フロンティアの適切な国際管理も重要である。すでに破壊された環境の修復の取り組みや、環境対策技術の実装面における国際的な格差解消も求められる。資源開発にあたっては、開発の違法性をモニタリングし環境修復を図ることが重要である。また、開発の持続性を担保するには、地域の住民、文化、宗教、芸術に係る理解がこれまで以上に必要となる。

社会課題専門家ワークショップでは、今後重要性が高まる項目として、「水の確保（生存のための資源）」では、統合的な水資源管理、Socio-hydrology（共進化：社会と水循環の相互作用）、供給を止めずに施設の補修・更新技術、森林施業による地下水涵養量増減の科学的定量化技術などを挙げた。「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」では、資源開発の残存課題への対応（カーボンニュートラルの加速度的な進展に伴い天然資源開発の増加と重金属・粉じん・水質汚濁・生態系保全に係る影響の把握）、鉱山開発地域とのWin-Winの信頼関係の構築などを挙げた。また、「国際的な資源環境管理と平和構築」では、レピュテーションリスク、衛星画像の活用、地域理解（人文知）を挙げた。

(3) 体系図

本テーマの体系図は、「環境（気候変動）・地政学リスクと自然資源」、「水の確保（生存のための資源）」、「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」、「国際的な資源環境管理と平和構築」の4つの領域で構成した。

「環境（気候変動）・地政学リスクと自然資源」領域は、「温暖化の軽減策の実施」、「汚染除去や無害化の研究開発、資源使用からの環境負荷低減策」の2つの解決課題区分で整理した。「温暖化の軽減策の実施」区分の技術的側面の課題では、再生可能エネルギー、核融合、二酸化炭素固定化、生物環境影響評価、生分解性プラスチックなどを挙げた。社会的側面の課題では、土地利用（人工的、自然植生、再エネのための土地利用の選択）や再生可能エネルギー導入の格差への対処が求められる。また、技術的及び社会的側面に係る課題には、気候変動の影響評価がある。「汚染除去や無害化の研究開発、資源使用からの環境負荷低減策」区分の技術的側面の課題では、シミュレーション・AI予測、人工資源などを挙げた。社会的側面の課題では、サプライチェーン分析を挙げた。また、技術的及び社会的側面に係る課題として、生物環境影響評価や生分解性プラスチックの普及、生態系修復などへの対応を挙げた。

「水の確保（生存のための資源）」領域は、「安全な水の確保、水への依存度が低い再生可能エネルギーへのシフト」、「生産・加工・流通の全体効率化による節水、都市の節水」の2つの解決課題区分で整理した。「安全な水の確保、水への依存度が低い再生可能エネ

ルギーへのシフト」区分の技術的側面の課題では、水浄化・創水、水蒸気凝結、小規模分散型水インフラ、化学物質の設計・製造段階での物性予測による水源汚染防止、水資源の定量化（モニタリング）などを挙げた。社会的側面の課題では、水市場のマーケットデザインの最適化による水不足の解消や先物市場などを挙げた。また、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、統合的水資源管理を挙げた。「生産・加工・流通の全体効率化による節水、都市の節水」区分の技術的側面の課題では、物性予測、地下水の水涵養量の科学的解明、インフラ維持／小規模分散型水循環システムの確立、配水のスマート化、ウォーターフットプリントなどを挙げた。社会的側面の課題では、Socio-hydrology、水資源の多い肉や乳製品などのバーチャルウォーターの考慮、水資源の悪化を考慮した価格設定への対応が求められる。

「鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用」領域は、「探査、採掘、加工技術の能力向上」、「有害性が少ない再生可能な資源・持続可能な消費への移行」、「重要鉱物のリサイクル推進、重要鉱物非依存技術の開発」の3つの解決課題区分で整理した。「探査、採掘、加工技術の能力向上」区分の技術的側面の課題では、地球外資源、海洋資源の利用、低負荷の鉱物資源探査、スマートマイニング、原子核反応による元素創造、地球外資源の探究、再エネ機器に使用される天然鉱物資源の採掘などを挙げた。また、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、蓄電池・バッテリーの安定供給を挙げた。「有害性が少ない再生可能な資源・持続可能な消費への移行」区分の技術的側面の課題では、新材料開発を含む既存素材の高機能化、新物質生成、マテリアルズインフォマティクスなどを挙げた。技術的及び社会的側面の両方に係る課題では、金属トレーサビリティ／デジタル・プロダクト・パスポートへの対応を挙げた。社会的側面の課題では、循環社会の実現に向けた法整備や市民への啓発、行動変容などを挙げた。「重要鉱物のリサイクル推進、重要鉱物非依存技術の開発」区分の技術的側面の課題では、レアメタル不使用のバッテリー開発、溶液状態の有用元素の回収技術、都市鉱山の利用や高品質リサイクルなどを挙げた。技術的及び社会的側面の両方に係る課題では、循環社会の実現に向けて循環経済に資する材料、デバイス・システムの開発などを挙げた。

「国際的な資源環境管理と平和構築」領域は、「自然資源の開発に係る国際・地域紛争回避の取り組み」、「環境保全・環境修復」の2つの解決課題区分で整理した。「自然資源の開発に係る国際・地域紛争回避の取り組み」区分では、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、衛星などを活用した自然資源開発の監視（Reputation リスクへの対応）、地域的に偏在せず豊富な元素のみを用いた技術開発を目指す元素戦略を挙げた。社会的側面の課題では、資源開発における地域住民との Win-Win 関係の構築（合意形成）や宇宙空間などの希少資源、貴金属採掘の新たなフロンティアの国際管理（レアメタルの再利用、有効活用による平和構築）、戦争影響などを挙げた。「環境保全・環境修復」区分の技術的側面の課題では、パッシブトリートメント（持続的な鉱排水処理）を挙げた。技術的及び社会的側面の両方に係る課題では、環境保全と修復に関する国際間・地域間格差の解

消や Social LCA（地域の文化、宗教、芸術を含めた理解：データ蓄積）を、社会的側面の課題では、鉱山開発跡地における環境修復（森林再生、環境教育、技術支援）を挙げた。

以下、本テーマの体系図を示す。

社会課題(テーマ)

領域

解決課題区分

解決すべき課題

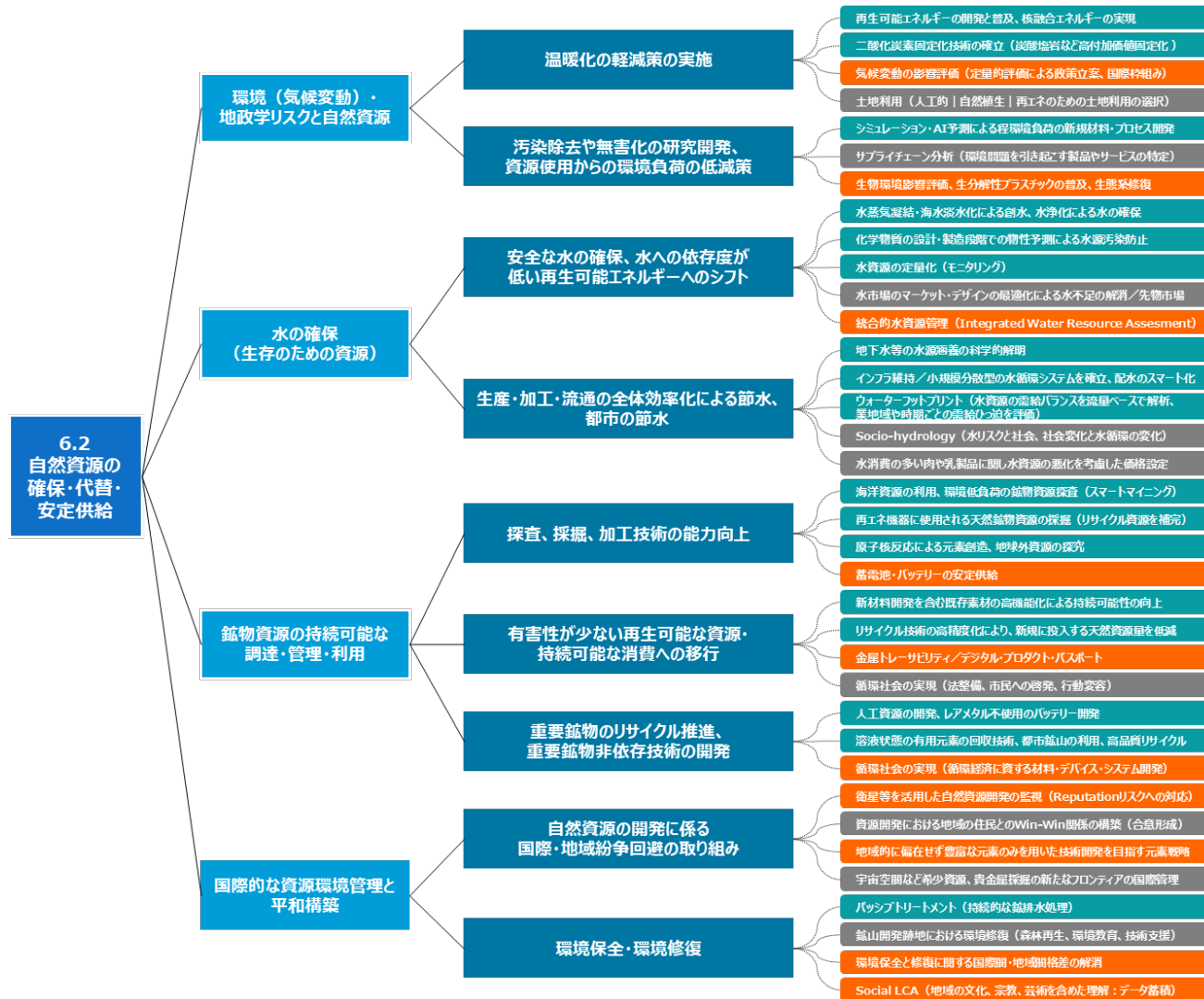


図 7 自然資源の確保・代替・安定供給(限りある資源を限りなく使い続ける智慧)の体系図
 注) 解決すべき課題の色分け: 緑色=科学技術的側面、灰色=社会的側面、橙色=科学技術及び社会的側面の両方

3.3.5. 「サイバー社会の脆弱性への対応」の体系

テーマ：サイバー社会の脆弱性への対応(光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る)

(1) テーマについて

① テーマ概要

到来が予想されるサイバー社会では、技術を介して、モノとモノが、ヒトとモノが、あるいはヒト同士がますますつながりを強めていく。

一方、技術の進展は、持つ者と持たざる者、技術に追従できる者とできない者などの間に新たな分断をもたらし、サイバー攻撃の温床を生み出すなど、これまでにない形や規模で経済活動の停滞や社会の不安定化をもたらすことも懸念されている。

また、AI やアルゴリズムなどにより、個人の意志や行動が望ましくない形で誘導、操作され、没入型テクノロジーによって、新たな健康被害や訴訟などのリスクを増大させる可能性もある。

あらゆるものがつながることで生じるこうした不具合に対し、従来型のサイバーセキュリティ対策は無力化する恐れがある。データがもたらす価値を最大限に引き出すため、プライバシーやセキュリティ、知的財産権に関する信頼を確保しながら、人権や法の支配など民主主義的価値を損うことなく、トラストを確保するという難しい舵取りが求められる。また、データ処理の透明性を確保することは重要で、エクस्पラインナビリティ(専門家集団内の説明責任)とアカウントビリティ(利用者に対する説明責任)の両面が必要である。

② テーマの将来像

本テーマについて、社会を変化させうる事象、変化の帰結、これら帰結を踏まえた再帰的事象について、市民を交えた議論では、下記の問題意識が示された。

表 16 市民が意識する将来像 (サイバー社会の脆弱性への対応)

社会を変化させうる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
AI(自動化、デジタルペルソナ、代理行為)、5G/ 6G(低遅延)、IoT(サプライチェーンの人体への拡張)、XR(メタバース、没入感増大)などの技術的側面に加え、デジタル経済圏の拡大に伴うデジタルインフラの需要増などの社会的側面があげられる。	モノとモノが、ヒトとモノが、あるいはヒト同士がますますつながりを強めていく。在宅医療や遠隔医療も当たり前となり、生活における利便性や仕事の効率性も向上する。人は空間的・時間的制約や心身の衰えといった制約から解放され、自己実現の機会が増大することも期待される。産業構造にも大きな変化	人としての自由意志が損われることや、新たな社会的分断・格差が生み出されることが懸念される。各国がデジタル覇権を争う中で、真にオープンな市場やグローバルなインターネットの可能性を閉ざしてしまい、国家間の分断・格差を生じさせる恐れもある。また、高速で実行されるサイバー攻撃に対し、迅速

社会を変化させる事象	変化の帰結	帰結を踏まえた再帰的事象
	<p>をもたらすだろう。一方、デジタル経済圏の拡大は、デジタル空間での犯罪増加や、巧妙化、大規模化をもたらす可能性がある。</p>	<p>な特定がますます困難になり、攻撃に対する予防、検知、封じ込め、復旧などの体系的取組が求められるようになる。犯罪の取り締まりや国際連携などにおける政府の役割も増え、関連兵器への規制に関する多国間合意が必要になるなど、従来のサイバーセキュリティ対策とガバナンスは見直しに迫られる。こうした中において、プライバシー、環境問題、人権、法の支配などの民主主義的価値を守っていくことがますます重要となっていく。</p>

③ 論点（対応すべき問題群と追求すべき新たな価値）

「サイバー社会の脆弱性への対応」社会の背景にある価値観として、「サイバー社会が作り出す光と、生み出される闇は、どちらの割合が大きいと感じるか？」との質問に対し、市民ワークショップの参加者8名中4名が「光」と答え、医療費増大、人口減、労働力不足などの課題解決、個々人のOQL向上、行政のコスト削減への期待をあげていた。

「闇」と答えた3名からは、影響力の不均衡、人体への悪影響、人言らしさの喪失といった懸念があげられた。

本テーマは、「サイバー攻撃の新たな温床」、「新たな健康被害と社会的リスク」、「意思・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」、「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」、「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」からなる。これらに対し、専門家からは人権や法の支配など民主主義的価値を基本において考えるべきとされた。これらの社会の展開にあたっては、下記の点を考慮する必要がある。

- 「サイバー攻撃の新たな温床」に関し、重要インフラを守るという発想ではなく、サービスを守るという視点が重要。
- 「新たな健康被害と社会的リスク」に関わる論点では、スマホ依存やデジタルドラッグなど精神面に与える影響も考慮すべき。また、バイオメトリクス（生体認証）などの新たな技術に対し、活用倫理のあり方について検討を深めるべき。
- 「意思・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」に関して、行動の操作につながった場合、同じ人間が再生され、多様性が損われる。また、個人の選択の自由だけではなく、それにともなう責任帰属やリスク管理の問題もあわせて検討することが必要。
- 「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」に関わる論点では、倫理だけではなく、社会や法を加えた ELSI の観点で捉えるべき。また、経営者層に情報弱者がい

た場合、個人の不利益を超えた問題が生じる可能性がある。誰一人取り残さないためには国家レベルの支援体制の構築が必要。

- 「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」に関して、DFFT（信頼性のある自由なデータ流通）にはユニバーサルなメッセージ性がある。また、将来の脅威に備えるマチュリティレベル（成熟度レベル）を上げる必要があり、それを動かすエンジンとしてガバナンスを捉えるといった網羅的なフレームワークが必要。

(2) 領域の概要

本テーマは、市民ワークショップ、専門家アンケート、社会課題専門家ワークショップを踏まえ、「サイバー攻撃の新たな温床」、「新たな健康被害と社会的リスク」、「意志・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」、「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」、「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」の5つの領域で構成される。各領域の概要について、以下のとおりである。

「サイバー攻撃の新たな温床」では、到来が予想されるサイバー社会では、AI や5G/6Gなどの技術を介して、モノとモノが、ヒトとモノが、あるいはヒト同士がますますつながりを強めていく。一方、AI の学習に使用されるデータの不正な操作・攻撃により、これまでにない形や規模で経済活動への混乱や、人々や物体に対するより直接的な影響をもたらす可能性も指摘される。また、資金力のある国家や企業による技術の悪用も懸念され、重要インフラがサイバー攻撃の新たな標的になりうる。

「新たな健康被害と社会的リスク」では、脳を含む人体とインターネットの接続に対し、医療・福祉分野などでの活用が期待される一方で、人体に埋め込まれたセンサーに対する脅威も懸念される。また、没入型テクノロジー（VR など）の高度導入には、エンターテインメント業界をはじめ様々な恩恵も期待されるが、心理面、感情面への影響と、それに付随する訴訟などの社会的リスクが生じる恐れがある。

「意志・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」では、没入型テクノロジー、より本物らしく、より人間らしく見えるよう情報を合成する技術、個人に最適化された情報を提示するアルゴリズムなどの技術進歩は、印象操作や偽情報に悪用される危険性、信念や行動をも不当に変えてしまう危険性を増大させる。こうした想定される事態に対し、前例のない取り組みや技術的に正当性を判断するツールがさらに重要になる。

「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」では、技術進歩は、持つ者と持たざる者、技術に追随できる者とできない者との間に様々な分断や格差を生み出す可能性がある。これは、国家間のデジタル覇権争いといったものから、デジタル機器の扱いに慣れた若年層とそうでない高齢者層との間で生じるサービス格差といった問題にまで及ぶ。一方、技術開発における、プライバシー、環境問題、人権がより重視されるようになる。

「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」では、デジタル経済圏の拡大と

デジタル空間での犯罪の増加は、犯罪の取り締まりや国際連携などにおける政府の役割を増加させる。高速で実行されるサイバー攻撃に対し、迅速な特定がますます困難になりつつあり、サイバーセキュリティ対策の再構築が必要となる。関連兵器への規制に関する多国間合意も求められるようになるだろう。生体認証などの技術進歩に伴い、ますます複雑化していくプライバシー問題のガバナンスも見直しを迫られる。こうした課題に対し、国際的に協調しつつ国内で有効な独自ルールの構築も求められる中、人権や法の支配など民主主義的価値を損うことなく、信頼性のある自由なデータ流通をいかに確保できるかが鍵となる。

社会課題専門家ワークショップでは、今後重要性が高まる項目として、「サイバー攻撃の新たな温床」では、経済活動（サプライチェーン、サービス）への脅威の対処、緊急時／平時の対応などを挙げた。「新たな健康被害と社会的リスク」では、バイオメトリクス（生体認証）などの健康被害、新技術の活用倫理を挙げた。「意志・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」では、多様性の維持（認知戦への対応）、新技術に対するガバナンスを、「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」では、ELSI、情報弱者への支援、リスク管理・アセスメントなどを挙げた。また、「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」では、学校教育・企業内教育、エンフォースメントに伴うガバナンス、ユーザブルセキュリティ、サイバーハイジーンとサイバーカルチャー、トラスト（DFFT）などを挙げた。

(3) 体系図

本テーマの体系図は、「サイバー攻撃の新たな温床」、「新たな健康被害と社会的リスク」、「意志・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」、「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」、「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」の5つの領域で構成した。

「サイバー攻撃の新たな温床」領域は、「AI の学習に使用されるデータの適正な操作や防衛」、「重要インフラの安全性の確保」の2つの解決課題区分で整理した。「AI の学習に使用されるデータの適正な操作や防衛」区分の技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、異常検知システムの高度化が挙げられる。「重要インフラの安全性の確保」では、技術的側面の課題として、通信衛星環境の理解を挙げた。

「新たな健康被害と社会的リスク」領域は、「人体に埋め込まれたセンサーの安全な活用」、「没入型テクノロジーと健康」の2つの解決課題区分で整理した。「人体に埋め込まれたセンサーの安全な活用」区分の技術的側面の課題では、安全なサイバー・フィジカル・システム、身体的制約の超越などを挙げた。「没入型テクノロジーと健康」区分の技術的側面の課題では、サイバー・フィジカル空間における感情と生理機構の解明を挙げた。社会的側面の課題では、技術依存への対応が求められる。

「意志・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪」領域は、「印象操作や偽情報問題への対応」、「批判的思考力の涵養」の2つの解決課題区分で整理した。「印象操作や偽情報問題への対応」区分の技術的側面の課題では、技術的に正当性を判断するツールの開発、サイバー空間におけるヒトの行動理解を挙げた。また、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、人間の創造性に与える影響の解明と対策、情報偏向の実態解明と対策などを挙げた。「批判的思考力の涵養」区分では、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、自由意志の解明と能力開発などを挙げた。

「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」領域は、「デジタル覇権とオープンな市場」、「誰ひとり取り残さない技術開発」の2つの解決課題区分で整理した。「デジタル覇権とオープンな市場」区分では、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、デュアルユース研究の推進を挙げ、社会的側面に係る課題としてオープンな市場を維持するためのリスク管理とアセスメントを挙げた。また、「誰ひとり取り残さない技術開発」区分の技術的側面の課題では、こころの理想状況実現支援システムを挙げ、技術的及び社会的側面の両方に係る課題では、分断を克服するための対話システム／新たなインタフェースの実現、情報弱者への支援、自己実現機会の拡大などを挙げた。

「サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築」領域は、「サイバーセキュリティ対策の再構築」、「複雑化するプライバシー問題のガバナンスの再構築」の2つの解決課題区分で整理した。「サイバーセキュリティ対策の再構築」区分の技術的側面の課題では、生体防御機構のネットセキュリティへの応用、フォトニック集積回路、自動最適設計技術、量子暗号・量子通信技術、個人認証システムの高度化などを挙げた。技術的及び社会的側面の両方に跨る課題では、セキュリティ教育／教育支援システムが求められている。また、社会的側面の課題では、国家間の協調・ルール形成と国内で有効な独自ルールの構築、DFFT（信頼性ある自由なデータ流通）の実現に向けた検討、人権・法・民主主義的価値観の問い直しなどを挙げた。「複雑化するプライバシー問題のガバナンスの再構築」区分では、技術的及び社会的側面の両方に係る課題として、分散型ネットワーク時代のデータ保護・管理システム、バイオメトリクス（生体認証）にかかるプライバシー問題の検討などを挙げた。

以下、本テーマの体系図を示す。

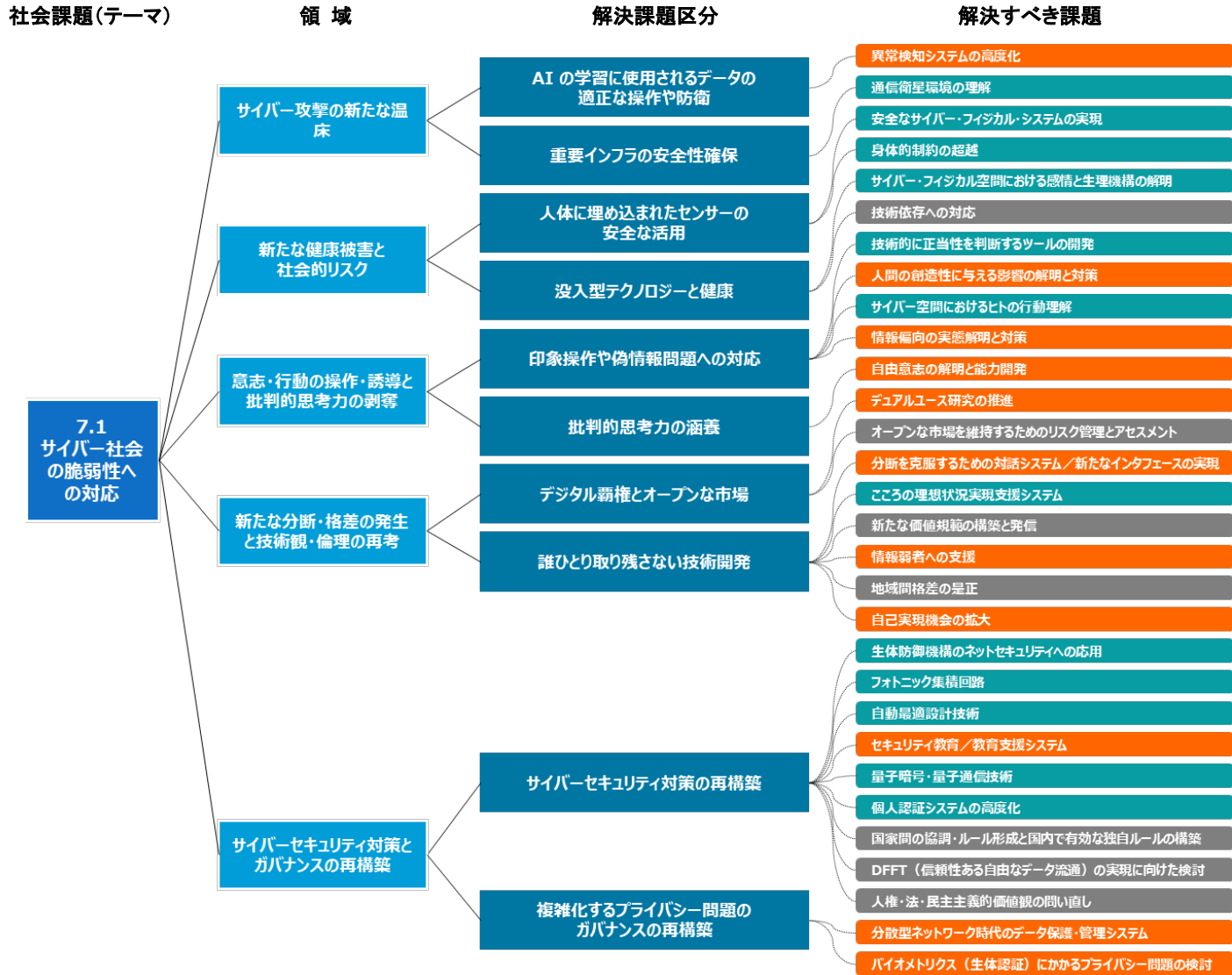


図 8 サイバー社会の脆弱性への対応(光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る)の体系図
 注) 解決すべき課題の色分け: 緑色=科学技術的側面、灰色=社会的側面、橙色=科学技術及び社会的側面の両方

4. 体系図を用いた研究開発戦略立案検討の補助

4.1. 体系図への最新科学技術動向情報の突合

体系図にて整理された個々の将来社会課題など及びそれに紐づくミッションに対して、関連する最新の科学技術情報（研究シーズ）を突合するための検討作業を行った。

4.1.1. 働き方・WORK

体系図と科学技術との突合関係について、技術シーズ A-1 は、AI、ロボット、遠隔見守り、文書自動生成、ヒューマンインタフェース、サイバネテック・アバター、ブレイン・マシン・インタフェース、自然言語処理・音声対話などに関わる。技術シーズ D-1 は、人間に求められる役割・職能変化、労働の機械化・自動化の浸透に係る技術（AI、ロボット）と関わるほか、メタバースやサイバネテック・アバターと関わる特徴がある。技術シーズ C-1 は、メタバース、サイバネテック・アバターとともにブレイン・マシン・インタフェース、ヒューマンインタフェースと関わる。

体系図の領域・区分からの技術との関連性では、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」領域の社会課題の解決には、技術シーズ A-1 が横断的に関わる。「日本型雇用システムの変容・変換」領域の「空間的・時間的制約からの解放」区分の技術は、技術シーズ C-1 が挙げられる。それ以外では、技術シーズ A-1 や D-1 は、本テーマで設定した3領域に広く関わる特徴がある。一方で、「機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化」領域の「AI 倫理指針の検討と実施」区分や「労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進」領域の「産業別格差の是正、対価の見直し」区分では、現状では技術シーズとの関係性が結ばれていない。既存技術を含めた科学技術の寄与が期待される。

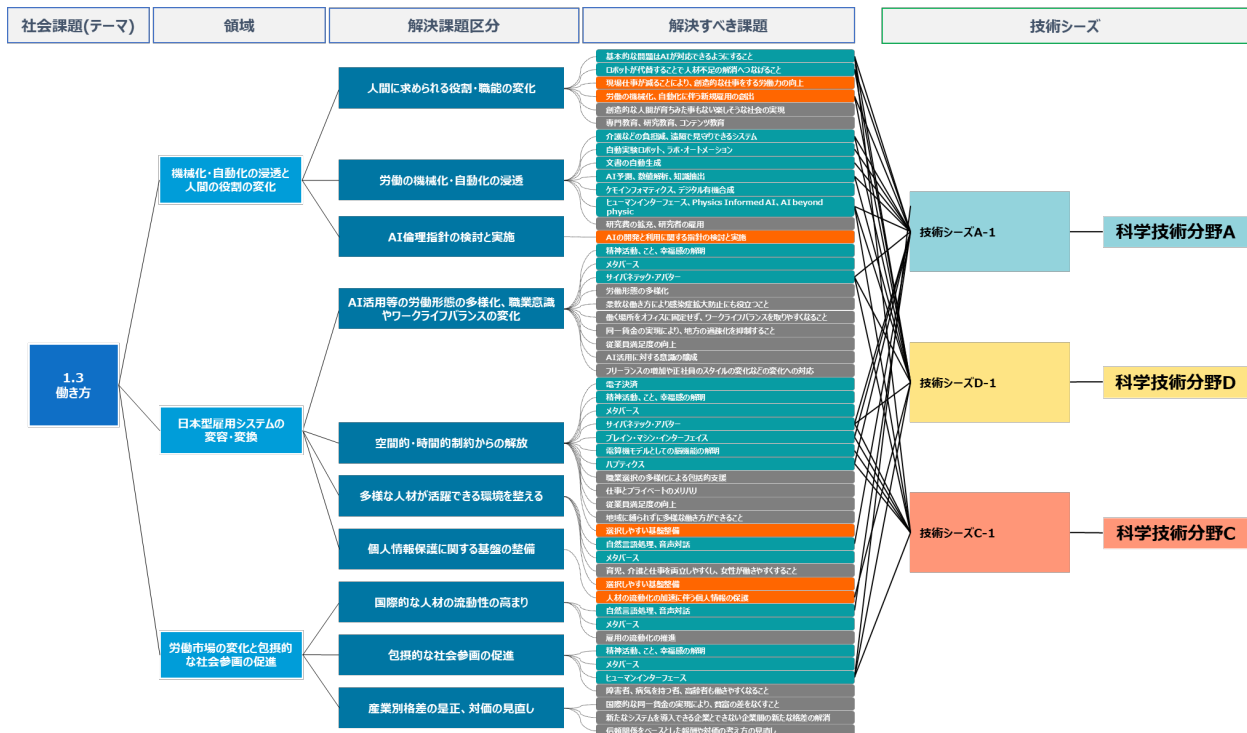


図 9 体系図と技術シーズとの突合イメージ (働き方・WORK)

4.1.2. 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応

体系図と科学技術との突合関係について、技術シーズ B-1 は、兼さ技術、運動機能、健康状態の変化の早期発見・検査のための研究開発・社会制度開発と関わる。技術シーズ C-2 は、AI、ロボット、遠隔見守り、文書自動生成、ヒューマンインタフェース、サイバネテック・アバター、ブレイン・マシン・インタフェース、自然言語処理・音声対話などと関わる。技術シーズ A-2 は、B-2 と同様に検査技術、健康状態の変化の早期発見・検査のための研究開発・社会制度開発に関わるとともに、AI ソリューション対応教育（リスキリング）と関わる技術シーズである。

体系図の領域・区分からの技術との関連性では、「超高齢化社会の到来」領域の社会課題の解決には、技術シーズ B-1、技術 C-2、技術シーズ A-2 が広く関わる。また、「現役世代の拡大」領域の社会課題においても、技術 C-2、技術シーズ A-2 の一部の技術が関わる。一方で、「社会保障の不安定化」領域や「社会の重心変化」領域は、解決課題に技術的側面の課題がほとんど含まれていないことから、技術シーズとの関係性が結ばれていない。既存技術を含めた技術と社会制度面での課題解決への貢献が期待される。

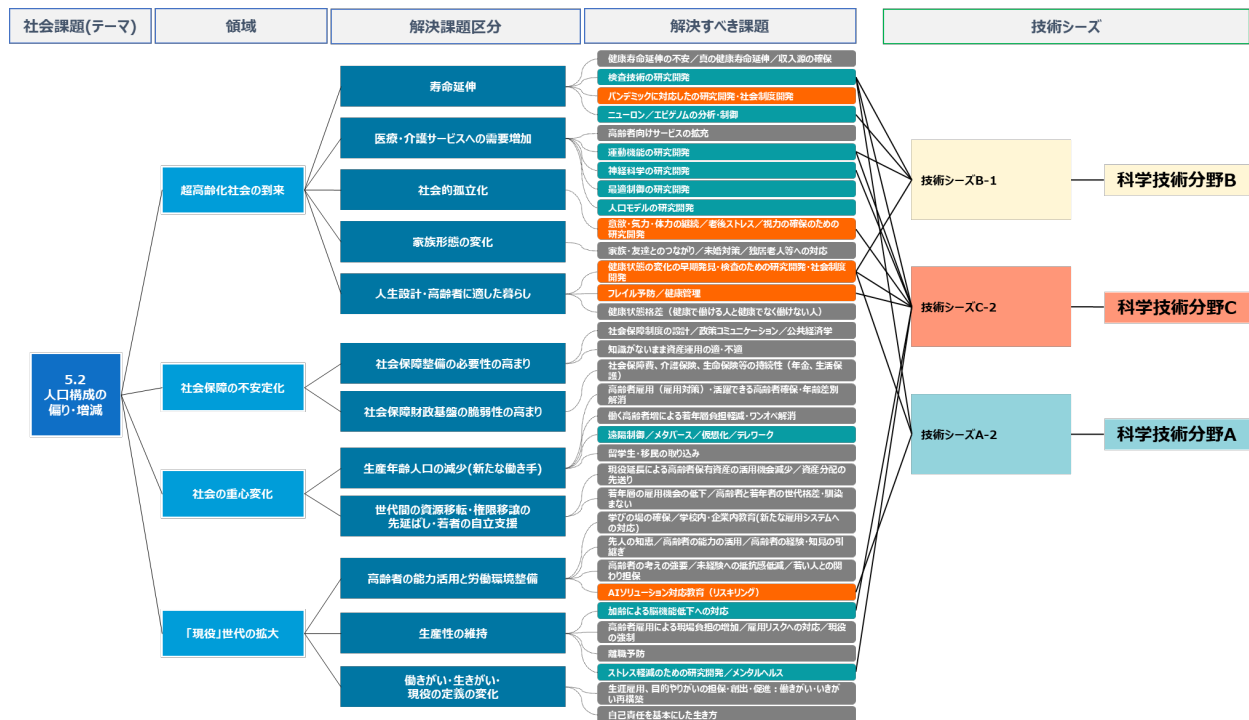


図 10 体系図と技術シーズとの突合いイメージ
(人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応)

4.1.3. 食料資源の安定供給・確保

体系図と科学技術との突合関係について、技術シーズ A-3 は、ゲノム編集育種、培養肉の開発、スピードブリーディング (速成育種)、精密計測や分光計測、バイオミメティクスの適用バイオセンサーや機能性生体指標の開発と関わる。技術シーズ F-1 は、環境配慮型の技術と関わり、スマート農業、計算食料科学・計算水産学・計算畜産学、水・食料・エネルギー連環 (ネクサス)、未利用資源の食料化、培養肉開発、海水浄化や漁場・環境評価の技術開発、漁獲管理及び富栄養化対策、精密計測・分光計測、人間活動・気候変動影響予測の手法・ツール開発、バイオミメティクスの適用、バイオセンサーや機能性生体指標の開発などと広く関わる。技術シーズ B-2 は、ゲノム育種、培養肉、スピードブリーディング、分子育種や NBT (新しい育種技術)、バイオスティミュラントや植物保護科学の活用などと関わる。技術シーズ E-1 については、鮮度保持などに係るパッケージング技術、分子育種や NBT、バイオミメティクスの適用、バイオセンサーや機能性生体指標の開発と関わる。

体系図の領域・区分からの技術との関連性では、「食料需要の高まりと市場の不安定化」領域の「食料需要の拡大と多様化への対応」区分や「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」領域の「新たな食料供給源の開拓」、「海洋・漁獲資源の確保・管理」区分

などを中心に技術シーズ F-1 が関わる。また、「食の生産システムの高度化・フードテックの活用」領域、「食をめぐるウェルビーイング」領域は、技術シーズ A-3 が関わる。「持続可能な食」領域の「持続可能な食料生産」区分では、スピードブリーフィングや精密計測、分光計測技術で、複数の技術シーズに跨る。一方で、「食をめぐるウェルビーイング」領域のうち、「非感染性疾患の増加への対応」、「QOL の向上」区分では、技術的及び社会的側面の両方に係る課題があるが、これらとフォアキャスト型の技術シーズとの関係は見られない。総合的な知見を要する課題であるため、人文社会科学を含めたアプローチが期待される。

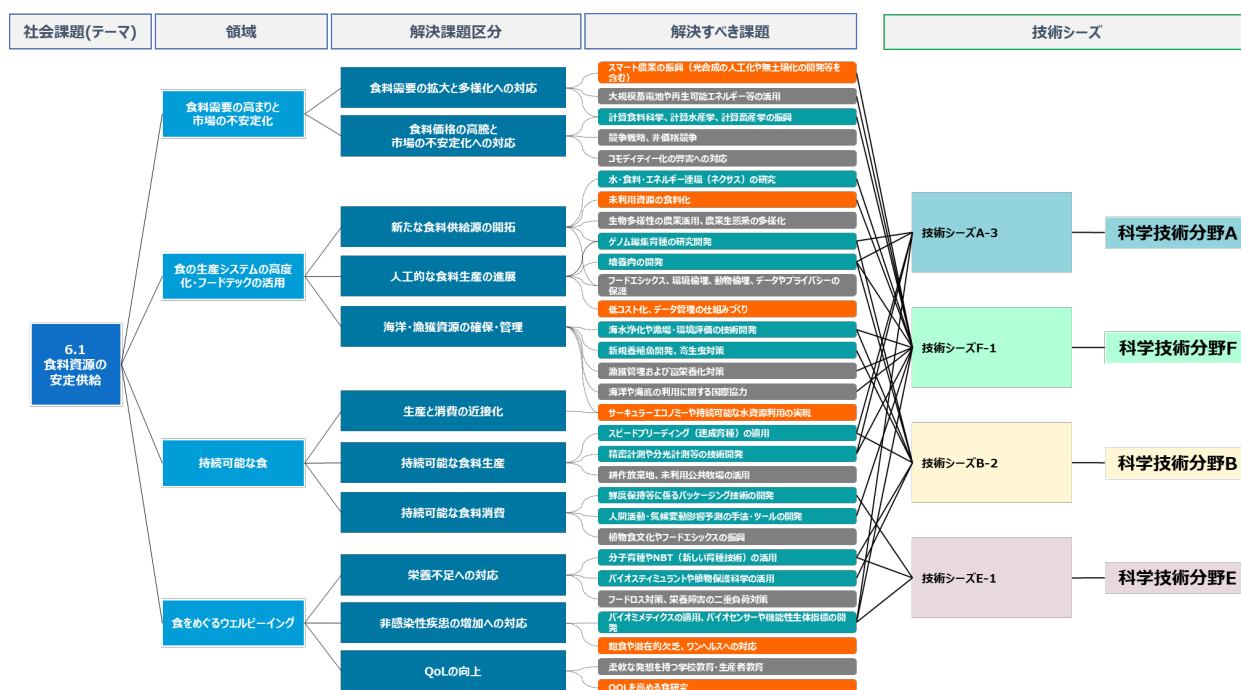


図 11 体系図と技術シーズとの突合イメージ (食料資源の安定供給・確保)

4.1.4. 自然資源の確保・代替・安定供給

体系図と科学技術との突合関係について、技術シーズ F-2 は、再生可能エネルギー、二酸化炭素固定化技術、水資源の定量化、蓄電池・バッテリーの安定供給、金属トレーサビリティ/デジタル・プロダクト・パスポート、人工資源の開発、レアメタル不使用バッテリーの開発、溶液状態の有用元素の回収、都市鉱山、高品質リサイクル、循環社会の実現 (循環経済に資する材料・デバイス・システム開発)、衛星等を活用した自然資源開発の監視、環境に係る先端的な技術と幅広く関わる。技術シーズ A-4 は、シミュレーション・AI 予測による環境負荷軽減型の新規材料・プロセス開発、生物環境影響評価、生分解性プラスチック、生態系修復、海洋資源の利用、環境低負荷の鉱物資源探査 (スマートマイ

ニング)、再エネ機器に使用される天然鉱物資源の採掘(リサイクル資源の補充)、原子核反応による元素創造、地球外資源の探究、衛星等を活用した自然資源開発の監視、パッシブトリートメント(持続的な鉱排水処理)などの技術が関わる。技術シーズ E-2 では、シミュレーション・AI 予測、化学物質の設計・製造段階での物性予測による水源汚染の防止、水資源の定量化(モニタリング)、蓄電池・バッテリーの安定供給、新材料開発を含む既存素材の高機能化による持続可能性の向上、リサイクル技術の高精度化により新規に投入する天然資源量の低減、人工資源の開発、レアメタル不使用バッテリー、循環社会の実現など、リサイクルや材料開発に係る技術と幅広く関わる。技術シーズ B-3 では、新材料開発を含む既存素材の高機能化による持続可能性の向上やリサイクル技術の高精度化により新規に投入する天然資源量の低減、鉱山開発跡地における環境修復と関わる。

体系図の領域・区分からの技術との関連性では、どの領域においても技術シーズとの対応関係が見られるが、「国際的な資源環境管理と平和構築」領域の「自然資源の開発に係る国際・地域紛争回避の取り組み」区分では、衛星等を活用した資源開発の監視が技術シーズ F-2 に関係するものの、他の解決課題との関連づけは見られない。同様に、同領域の「環境保全・環境修復」区分の解決課題のうち、技術的及び社会的側面の両方にまたがる課題(環境保全と修復に関する国際間・地域間格差の解消、Social LCA)などは重要な課題であり、今後、社会的側面も含めた研究開発の展開が期待される。

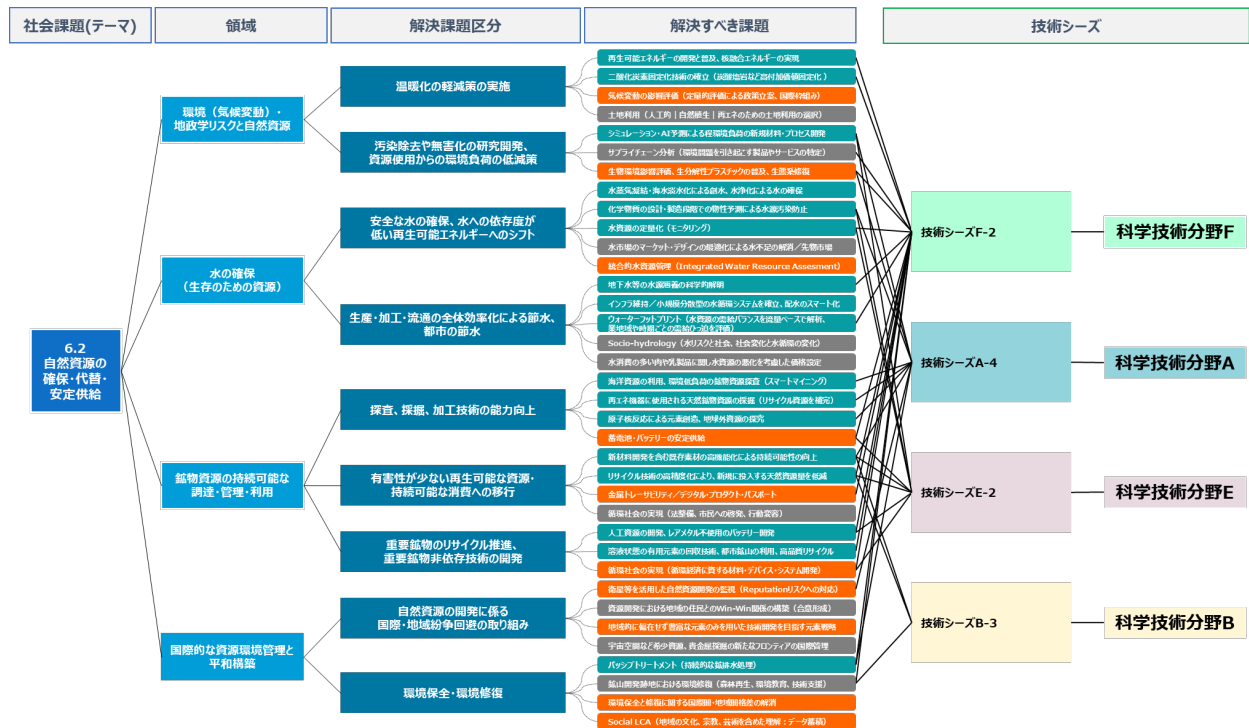


図 12 体系図と技術シーズとの突合イメージ(自然資源の確保・代替・安定供給)

4.1.5. サイバー社会の脆弱性への対応

体系図と科学技術との突合関係について、技術シーズ A-5 は、異常検知システムの高度化と関係する技術である。技術シーズ C-3 は、サイバー・フィジカル空間における感情と生理機構の解明、サイバー空間におけるヒトの行動の理解、自由意志の解明と能力開発、分断を克服するための対話システム／新たなインタフェース、こころの理想状況実現支援システムなど、サイバー空間での活動に必要とされる技術と多く関わる。技術シーズ D-2 は、異常検知システム、安全なサイバー・フィジカル・システム、身体制約の超越、サイバー・フィジカル空間における感情と生理機構の解明、サイバー空間におけるヒトの行動の理解、情報弱者への支援、生体防御機構のネットセキュリティへの応用、量子暗号・量子通信技術、個人認証システムの高度化、分散型ネットワーク時代のデータ保護・管理システム、バイオメトリックス（生体認証）にかかるプライバシー問題の検討など、サイバー環境の基盤となる技術と幅広く関わる。技術シーズ E-3 については、フォトニック集積回路と関わり、焦点が絞られた技術シーズである。

体系図の領域・区分からの技術との関連性では、どの領域においても技術シーズとの対応関係が見られる。区分レベルでは、「新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考」領域の「デジタル覇権とオープンな市場」区分の解決課題（デュアルユース研究の推進、オープンな市場を維持するためのリスク管理とアセスメント）では、技術シーズとの関連が見られない。当該区分には、概念的な要素が多いが、社会的側面の課題が拡大していく可能性もあり、セキュリティのあり方とともに注視していく必要がある。

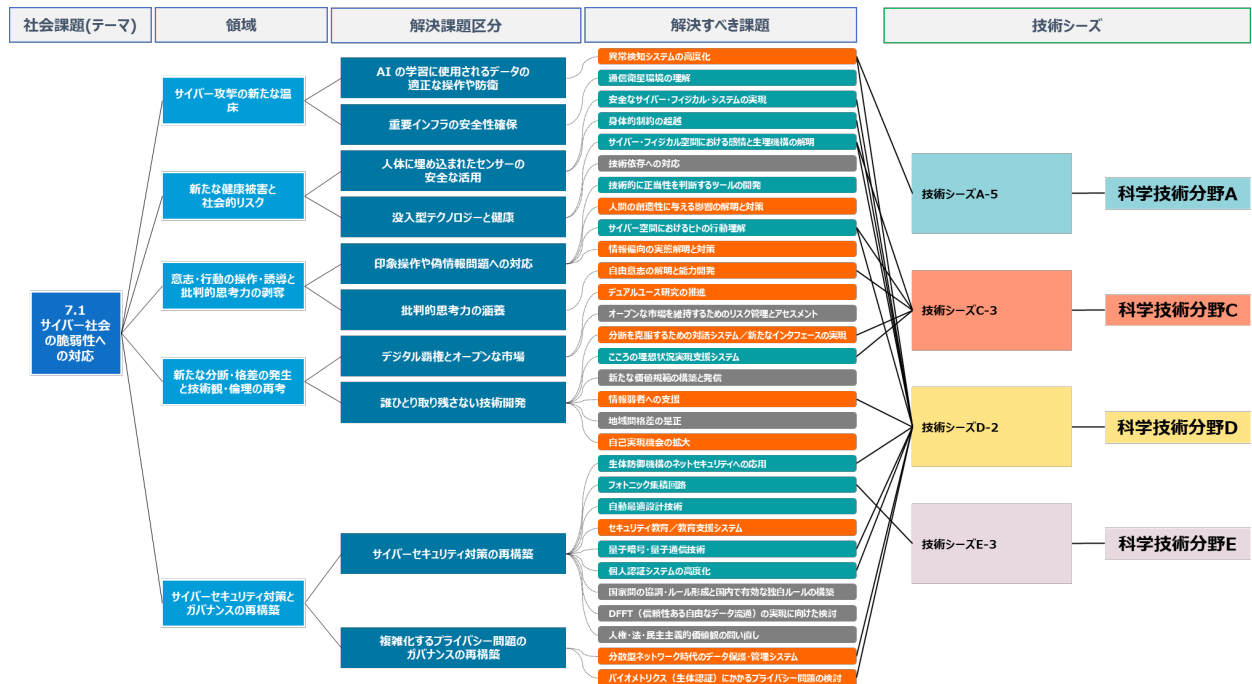


図 13 体系図と技術シーズとの突合イメージ（サイバー社会の脆弱性への対応）

4.2. バックキャスト型ーフォアキャスト型の紐づけによる領域探索に係る課題

4.2.1. 概要

本業務では、最新の科学技術と体系図を結び付けた情報基盤の検証として、将来社会課題と科学技術領域の探索や突合について大学機関、資金配分機関、公的シンクタンクの関係者を対象にグループインタビューを実施し、ミッション誘発型の研究開発戦略テーマの設定プロセスの検証や類似の取組における課題などの意見交換を行った。

グループインタビューでは、従来の最新の科学技術動向を踏まえて方向を考える「フォアキャスト型」と、将来のありたい姿から具体的に取組むべき課題を見出す「バックキャスト型」の両面を考慮し、注目すべき研究ターゲットを提示する取組について、インタビュー参加の各機関の取組経験から、①ミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定とプロセスの検証、②類似の「将来社会」を見据えた研究開発戦略・領域設定の課題、③体系図そのものに関する意見などを伺った。

表 17 インタビュー項目

項目	質問例
ミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定のプロセスの検証	<ul style="list-style-type: none"> ○全体プロセス <ul style="list-style-type: none"> ・ プロセスで、想定される課題と、課題への対処、工夫した方が良い点 ○未来洞察情報の活用、テーマ設定、多様な関与者からの意見収集について <ul style="list-style-type: none"> ・ 未来洞察情報を活用する際の留意点、工夫 ・ 多様な関与者から将来社会について意見を伺う粒度と、研究開発領域をつなげるための粒度に関する考え方、異なる粒度のものを扱うための方法(段階的に合わせていく、キーワードを抽出して合わせていくなど) ・ 将来社会を検討するための時間軸、想定する研究開発領域の時間軸の差への対処や工夫 ・ 市民ワークショップで得られた情報の扱い(他のプロセスと並列 and/or 比重をかけて扱うか) ・ 科学技術専門家から得られる科学技術以外の情報の取り扱いの考え方(バイアスの問題)
類似の「将来社会」を見据えた研究開発戦略、研究開発領域の設定における課題	<ul style="list-style-type: none"> ○これまでの類似の研究開発領域の探索などのプロセスにおける知見や経験から、課題や課題対処の工夫、アイデア <ul style="list-style-type: none"> ・ 将来社会課題の設定について(テーマ設定のための参照情報、テーマ設定、テーマ粒度ほか) ・ 将来社会課題と科学技術のマッチングに係る課題(将来社会課題、科学技術領域の考えるプロセス、有効だった取り組み) ・ 検討プロセスで直面した課題への対処、継続している課題 ・ その他

項目	質問例
体系図(社会課題と科学技術シーズのマッチング)	<ul style="list-style-type: none"> ○関係性を結んだ際に、追加的にあった方がよい情報 (バックキャスト側で追加した方がよい要素、フォーキャスト側で追加した方がよい要素) ○関係性が結ばれていないバックキャスト側の課題の扱い (研究開発ストリームでは、将来社会課題の解決に必要な課題要素として研究開発領域を設定する際に検討すべき要素(余白)として想定) ○その他意見 (追加して検討しても良いと思われる事項、今後の課題)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ○共通した課題、悩み(共有したいこと) <ul style="list-style-type: none"> ・ 例:課題解決のために必要と思っている取り組み ・ 例:予算、時間的制約、検討難度から、取り組むことができていないこと

以下、グループインタビューの意見交換内容を示す。

4.2.2. ミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定のプロセスの検証

◇未来洞察文献の活用について

- ・ 未来洞察文献(報告書)は、バックキャスト指向の情報であるか。未来洞察文献のうち、“***Trend”に類するものは、フォアキャスト指向の内容が多い。
- ・ バックキャスト型で将来社会課題を把握する取組を行う際に、未来洞察文献を活用する場合は、この点に留意する必要があるが、バックキャスト指向の既存文献はあまりないのが実情である。
- ・ バックキャスト型の未来洞察文献の情報は、未来洞察の前提とする社会環境(社会の価値観など)に依存する内容が多い。また、不確かな未来を予見しているものもある。

◇テーマ、課題領域の粒度について

- ・ 粒度の設定が難しい。あいまいな粒度では、結果を直接的に活かすことはできない。
- ・ 粒度の詳細度を上げると、登場人物(例:研究開発の担い手、成果の受け取り手)を検討することが求められ、当初の将来社会課題に寄与する研究開発領域の範囲が、狭くなる可能性がある。
- ・ バックキャスト指向で整理した情報は、技術がどのようにアプローチすればよいかを検討するための参照情報として考えると有用かもしれない。検討結果を、技術領域の探索に焦点を当てた場合は、バックキャスト指向で構築する将来社会課題の厳密性はあまり問わないかもしれない。

◇バックキャストとフォアキャストのつなぎ目について

- ・ バックキャストとフォアキャストのつなぎ目に位置する研究開発は、スタートアップなどの民間が担う可能性がある領域と考えることができる。

◇時間軸について

- ・ バックキャスト、フォアキャストの時間軸によりマッチング領域から見えてくるものは異なる。
- ・ 体系図では、バックキャスト型の参照情報は、2040年頃を対象とした未来洞察文献を対象としており、時間軸は概ね一定である。他方、フォアキャスト型の検討は、現在取り組まれている研究課題のキーワードとなる。このため、時間軸を補正するため、専門家アンケートを実施し、将来社会像及び注目領域に寄与する研究テーマを抽出している。

4.2.3. 「将来社会」を見据えた研究開発戦略、研究開発領域の設定における課題

◇バックキャストとフォアキャストの検討のあり方

- ・ 過去に、研究開発領域の探索にて、フォアキャスト、バックキャストの先行的な取組事例を検討したが、成功事例と呼べるものは見当たらない。バックキャストについては、自ら取り組む必要があると認識した。
- ・ バックキャスト型の新規事業の探索では、10年後のビジョンを作るため、ありたい未来からの議論を行い、3つ程度のテーマを深掘りした。デジタルツールを活用することで、多くの未来のヒント（“未来のかけら”）を得ることができた。
- ・ バックキャスト型、フォアキャスト型の取組は、スパイラル的に取組むことが望ましい（バックキャスト型→フォアキャスト型→バックキャスト型に展開するなど）。

◇社会課題と科学技術の粒度について

- ・ 科学技術予測で扱う課題の粒度は、上位施策（方向性）の検討で扱うには、一定の課題群が求められ、行政の諸施策の検討にはさらに詳細化したものが求められる。
- ・ 社会課題を前提とした科学技術も粒度が詳細になりがちであるが、重要な点は、ゲームチェンジャーはどの領域かであり、社会課題と科学技術シーズの突合部分、もしくは突合していない部分を見ていく必要がある。突合していない部分を、科学技術による寄与の空白部分として示すことも重要である。

◇新興・融合領域の探索について

- ・ 以前、新興技術の研究開発領域探索に係るワークショップにて、“男性でも妊娠可能な技術が開発された場合”の議論が行われた。議論の中では、研究開発成果を社会に

展開した場合、新卒一括採用など、社会慣習とされるカルチャーを変えることが必要に至った。新興・融合領域の探索にあたっては、成果の社会展開を考慮し、既存の社会の慣習や仕組みとの関わりについても認識しておく必要がある。

- ・ エバンジェリストと共に、社会課題に寄与する新興・融合領域の科学技術の価値を追求する取組が必要である（社会にきづいてもらう努力）。
- ・ ワークショップで予め検討したテーマに、後付けで科学技術と対応関係を図ることは難しい。両者を横断する仕掛けが重要である。

◇マッチングがうまくいかないとする理由

- ・ 社会課題と科学技術のマッチング結果の納得感、十分感が残る（情報の十分性）。
- ・ マネタイズなど、マッチング結果の受取手の不十分さ（戦略的観点）がある。
- ・ 論理的な課題がある。
- ・ ワークショップの結果に一定の正解を求めようとする姿勢。セレンディピティを組み込む必要がある。

4.2.4. 体系図・その他の意見

- ・ 新興・融合領域を探索する目的から突合している部分は、ハイテクとつながっている。
- ・ 社会課題側と突合できていない部分は、ローテクやミドルテクとつながっている可能性がある。
- ・ 社会課題の解決は、ハイテク、ローテク、ミドルテクを問わない。必ずしもハイテクで達成されるものではない。
- ・ ローテクを発展させた科学技術をどのように考えるか、社会課題解決に寄与する新興・融合領域の科学技術を検討する必要がある。
- ・ 研究者の視点では、課題解決に寄与する科学技術がローテクである場合、研究の魅力（論文などをベースとした研究者の評価）が低くなる。
- ・ 基礎研究からアプローチできない領域は、民間が関わる部分として整理して提示することも考えられる。

4.2.5. その他の意見（専門家ヒアリングからの関連意見）

◇領域探索と体系図の活用

- ・ 将来の社会課題解決に資する研究開発領域を構想していく上で、体系図をより活用していくことは重要である。将来社会課題を広く公開していくことによる研究者の反応は、期待するほど大きいものではない。自身の研究を推進していくにあたり、社会課題の解決に気にしない研究者は、体系図の存在を気にしない。

- 将来の社会課題解決に資する研究開発領域を探索するには、社会テーマレベル（例えば、格差の解決や、国際紛争に寄与する科学技術）に関する懸賞的公募プログラムを設定することで、懸賞に応募した研究テーマの全てではないが、一部において良いテーマを発掘することができるかもしれない。
- 将来の社会課題に対するニーズの細分化の結果、ある技術を活かせると議論しがちであるが、社会課題は複雑なものである。“思いつき”型の提案プログラムと、良い提案が進展した際の本研究開発パッケージングが期待される。

◇総合知、文理融合型の研究開発の展開

- 人文・社会科学の研究者と、自然科学の研究者が1つのプロジェクトを共同で研究することは簡単ではない。各学問分野で見る視点、目標、やり方（アプローチ）が異なる。このため、融合するように、普段からコミュニケーションを図り、他の学問分野ではあるが、研究発表をしあうなどの知識を混ぜる取り組みが必要である。また、文理融合研究を展開していくには、一定の期間を有することを考慮する必要がある。短期的には、文理が混ざらないかもしれないが、中長期的には混ざったものになるよう、根気強い取組が大切である。

◇新興・融合領域として捉える視点

- 新興・融合領域の研究開発としても、採択評価に関わる者、領域総括の選定に関わる者の視点が既存のディシプリンの枠組みでテーマを狭めてしまうケースがある。
- 近年、論文では、成果の社会実装の姿などを示すため、グラフィック・アブストラクトを求めるケースが増えてきている。これらに適切なスキルを持つのは、研究者とは限らない。文化・芸術面の知識のある方との協働が必要になっている。海外の学会などでは、市民との対話のセッションにて、アーティストが参加するケースもある。アートには、言語に含まれないところをコミュニケーションに含めていく能力がある。科学技術コミュニティ以外の新たなコミュニティとの関係構築が必要である。

5. おわりに

5.1. ミッションの体系化（体系図）に向けた取り組み

本調査では、「働き方」、「人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応」、「食料資源の安定供給・確保」、「自然資源の確保・代替・安定供給」、「サイバー社会の脆弱性への対応」の5つのテーマを対象に、ミッションの体系化（体系図）を作成した。

5つのテーマについては、2021年度の「研究開発戦略立案に資する将来社会問題等にかかる調査分析」で作成した俯瞰図よりテーマを選定したものである。

体系図の作成にあたり、バックキャスト型の取り組みとして、市民ワークショップや科学技術専門家への将来の社会課題に係る情報のインプットを行った。国内外の公的機関、民間機関で公表される未来洞察文献は、定期的なサイクルで公表されるものから、将来社会に対する予兆、**Weak signal** として、時事的に公表されるものまで幅広い。また、対象テーマによっては、将来社会課題に係る予測情報のステートメント数は異なる。このため、本調査では、対象テーマに係る未来洞察文献を追加し、情報の付加を図った。

体系図の元となる俯瞰図の分類（10分類）は、メガトレンド（蓋然性の高い項目）に依拠しているため、大きな枠組みの変更を伴うものではないが、中分類（テーマ）に相当する部分については、現実社会の変動による影響を受ける可能性がある（例えば、2021年度調査以降、新型コロナウイルス感染症に対して世界的な**With** コロナへの移行やロシアのウクライナ侵攻など、従来、未来予測で対象外としている事象が生じている）。このため、次年度以降のテーマの検討にあたっては、今年度と同様にテーマ別の予測情報を付加することや、中分類（テーマ）レベルの再整理も考慮に入れる必要がある。

国内外の未来洞察文献から抽出する将来の予測情報については、本調査では2040年頃をターゲットとした文献を参照した。他方、対象テーマによっては、時間軸を合わせることが難しい場合もある（本調査のテーマでは、働き方・**WORK**、サイバー社会の脆弱性への対応）。この場合は、バックキャスト側の情報収集プロセスで、情報自体にターゲット年を付記することや専門家による補足情報を収集することが考えられる。予測情報の取り扱いについては、時間軸のみならず、対象テーマが日本固有の（現時点）課題の影響を大きく受ける場合、予測情報の参照先（情報源）の制約を受ける。例えば、国外の予測情報のうち、日本にも適用されうる予測情報で十分であるかといった課題である。予測情報以外にも、バックキャスト型の検討プロセスで補完することも考えられる（市民ワークショップで将来の方向性に関する意見を得るなど）。グローバル化が進む中で、将来にわたり日本固有の仕組みが残る（もしくは将来時点においても移行過程にある）課題を扱う場合には、予測情報以外の情報収集（慣習、規範の変化に関する情報）も併せて必要になる。予め、対象テーマ自体の事前考察が必要である。

体系図の作成面では、市民ワークショップから得られる意見と、科学技術専門家から得られる科学技術の対応づけについては、改善できる部分である。本調査では、予測情報か

ら得られた将来社会像を起点に、並行して、市民からの意見、科学技術専門家からの意見を収集する構造で実施した。両者から得られた情報は、専門家ワークショップで総合化しているが、バックキャスト型指向の観点からは、科学技術専門家からの科学技術のアイデアを踏まえた市民からの意見や、市民からの意見を踏まえた科学技術専門家からの科学技術アイデアを収集することも考えられる。

5.2. バックキャストーフォアキャスト型の紐づけによる研究開発領域探索の改善

バックキャストーフォアキャスト型の紐づけによる研究開発領域探索の一連のプロセスについては、類似の研究開発領域探索に係る専門家、実務者からは、改善に向けた提案をいただいた。今後の改善に向けたアイデアについては、以下のとおりである。

① ミッション誘発型の研究開発戦略のテーマ設定のプロセス

未来洞察文献の活用にあたっては、フォアキャスト指向、バックキャスト指向で区分し、調査で活用する段階においても分けて検討していくことが必要であるとの意見が見られた。テーマや課題領域の粒度では、社会課題の粒度を詳細なもので設定すると、突合する研究開発領域の範囲が狭くなる可能性があり、技術領域探索のための社会課題の粒度を意識する必要があるとした。バックキャストとフォアキャストのつなぎ目については、公的セクターが関わる研究開発領域とは限らない。スタートアップなどの民間が関わる範囲も考慮できると、体系図の検討精度をあげることができるとの意見が見られた。時間軸については、バックキャストとフォアキャストの検討の時間軸のギャップは、引き続き考慮する必要がある。

② 研究開発戦略、研究開発領域の設定における課題

バックキャストとフォアキャストの検討のあり方については、バックキャスト型、フォアキャスト型の検討結果の突合で終わるのではなく、突合結果をバックキャスト型で再検討することが考えられる。社会課題と科学技術の粒度では、ゲームチェンジャーとなる科学技術を探索する上で、社会課題と科学技術が突合していない空白部分も検討することは重要であるとした。新興・融合領域の探索については、将来の社会課題に寄与する新興・融合領域の科学技術を考える上では、規範などもあわせて考えていくことが必要である。マッチングがうまくいかない場合においては、プロセスの適切性を追求する必要がある。

③ 体系図の利活用

体系図は、新興・融合領域の探索以外の活用方法も考えられる。発想支援材料として、社会課題に寄与する科学技術の探索などに利活用できる。

参考資料

参考資料 1 将来社会課題ステートメントの追加リスト

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130001	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	人工知能とロボットの使用により、現在の仕事の30%が消滅する(2016年に存在した仕事)	BHMA_Reframing Work 15
130002	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	自動化と労働:今後15年から20年の間に、自動化によって既存の仕事の9%がなくなり、約3分の1が激変する可能性がある。	NIC_2021_Global Trends_2040
130003	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	自動化と雇用:世界経済フォーラム調査では、2025年までに自動化によって9,700万人の新規雇用が創出され、8,500万人の既存雇用が失われると予測される。	NIC_2021_Global Trends_2040
130004	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	自動化と雇用:今後20年間で、新技術によって創出される雇用の数は、破壊される数を上回る可能性が高い。	NIC_2021_Global Trends_2040
130005	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	2050年、定型的な仕事を中心にAIやロボットへの代替が進み、仕事や会社のあり方が大きく変化する。	未来社会構想2050
130006	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	IoT・AI・ロボット等の普及に伴い事務職中心にコンピューター化が進展	2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～
130007	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	「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に本格的に寄与する。	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)2018年9月
130008	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	ロボットを人間よりも頑強な労働者と見なす人もいる。企業やその他の機関は、技術を採用し、生産バリューチェーンから人間を減らすイノベーションに資金を提供するためのより強力なビジネスケースを作成する可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada
130009	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	人工知能を使用したシステム(手頃な価格)が法律上および財務上の助言を提供するため、法律・財務機関で働く銀行員や弁護士、その他の従業員の50%以上に代わるサービスとなる	BHMA_Ubiqitous expert systems 5
130010	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130101: 労働の機械化・自動化の浸透	EUが技術の進歩と自動化に遅れをとっている労働市場の混乱	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130011	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	AI が今後、使われるようになる分野は、大人の AI としては、広告、マーケティングを筆頭に、教育や金融、医療、さらには、法律、人事など多岐に渡る。人間の仕事を全部代替するのではなく、定型的な業務でかつ、多少の間違いが許容されるような類の業務に関しては代替されるが、それ以外は人間を支援するという形で使われることになる。	厚生労働省「働き方の未来 2035」2016 年
130012	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	警備・防犯、農業、物流、あるいは建築や土木、そして、日常生活における調理や掃除といった領域で変革が起こると考えられる。この場合は、認識を含めた作業全体を代替することになり、実際の作業自体を人ではなく機械が行うことになるが、警備における異常検知後のアクションや医療画像におけるガン検出後の判断など、大域的な判断を必要とする仕事や例外的な事象に対応する仕事（監督業務）は人間が行うことになる。	厚生労働省「働き方の未来 2035」2016 年
130013	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	代替可能性の高い仕事としては、専門的な知識を必要とするものの定型的な業務である仕事であり、認識や動作の習熟を必要とするものの大域的な判断を必要としないような仕事に関しては、労働の形態が大きく変わる可能性がある。しかしながら、人間にしかできない新しいタイプの仕事が登場してくるはずであり、それは主に人間の人間性に基づくような仕事であると考えられる。	厚生労働省「働き方の未来 2035」2016 年
130014	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	今後、重要になる仕事の 1 つは「ヒューマンタッチ」の仕事である。人間は人間がサービスしてくれることに対して大きな満足を得る。これは長い進化の過程で社会的な動物として培われてきた本能による部分が大きいので、技術によってそう簡単には変わることではないだろう。産業構造に占めるサービス業の割合はますます増えているが、それらがさらに進むと考えられる。小売における接客に関しては、例えば、低価格での提供を主とする業態においてはロボットや機械が対応し、一方で、付加価値の高い業態においては人間が対応するというような分離が考えられる。	厚生労働省「働き方の未来 2035」2016 年
130015	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	AI やロボットにより中間的な仕事が代替され得るということは、逆に言えば企業の経営や企画にかかわるような仕事を人間がやる必要が高まるということである。その点では、起業は重要な人間の仕事の一つだろう。そのほか、人間の仕事としては人々のニーズを捉えるサービス開発、商品開発といったところがメインになり、それをロボットや AI を使って提供するという企業の形態が多くなるのではないかと考えられる。しかも、スピードを有したコンパクトな組織になるだろう。	厚生労働省「働き方の未来 2035」2016 年

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130016	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	技術革新の進展によって、2035年にはいつまでも元気で働き活躍できる現役長寿が普通になるだろう。就労希望の少ない過酷な仕事や後継者育成が困難な熟練工の分野にはAIロボットが貢献し、社会的課題を解決するだろう。掃除や調理などの家事や介護のロボット化は家庭と仕事の両立を容易にし、かかるコストも最小化可能になる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016年
130017	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	人々はデジタル化した行政と巨大化したプラットフォームによって、中央集権的に管理・監視されている。また、経済合理性や効率性を追い求めた結果、AIへの過度な依存から脱せなくなっている。	JST「来るだろう未来」から「つくりたい未来」へ」2021年
130018	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	情報システムとリアルな社会生活の両面で、自律分散型の社会が築かれている。人々は「人」中心の社会を志向し、人に寄り添うシステムや技術が、社会生活を支えている。	JST「来るだろう未来」から「つくりたい未来」へ」2021年
130019	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	「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。	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)2018年9月
130020	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	EUの「トップ500」企業の半数は、従業員に有給労働時間の10%を費やしてもらい、個人プロジェクト(クリエイティブ作品、コミュニティサービスなど)の企画・立案をしてもらう	BHMA_Reframing Work 15
130021	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	技術革新のスピードが速いことを考えると、専門的な能力は、環境の変化に合わせて変化させていく必要があり、一つの職業に「就職」をしても、「転職」は柔軟に行える社会になっている必要がある。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016年
130022	経済	1.3: 働き方・WORK	1301: 機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	130102: 求められる職能や人間の役割の変化	コンピューター化が進みにくい職種(経営管理職、専門職)では、知見・技能、創造・判断力等の高度化要求が高まる。専門家の技能を最大限生かせる雇用形態にシフト(ジョブ型雇用・兼業前提)するほか、自社社員以外の人材活用が進む(事業や企画内容に応じて都度雇用≒ギグ・エコノミー化の進展)。企業にとっては内外専門家を如何に活用し、新しいビジネスを創出していくかが競争力の優劣を分けることに	2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～
130023	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	在宅勤務のオプションは、二次的な影響を与える可能性があります。たとえば、間もなく退職する人は、自宅で仕事を続けることができれば、労働力にとどまることを好むかもしれない	Foresight on COVID-19_Canada

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130024	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	高度なテレプレゼンスにより、労働者が離れた場所から物理的なタスクを実行できるようになる	Foresight on COVID-19_Canada
130025	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	「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。	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)2018年9月
130026	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	働き方改革が進み、遠隔からの勤務や複業・兼業はもはや当たり前で「テレワーク」という言葉はもう使われない。こうした多様な働き方をサポートするツールとして、家にもカフェにも、スイッチ一つで複数の職場が切り替わる『職場スイッチ』が普及している。サトミの住む街は、「日本一働きやすいまち」を旗印に掲げ、希望する住民に職場スイッチを提供することで、複数の仕事を抱えている人たちの移住受け入れに成功している。	総務省「未来をつかむTECH戦略」～とりまとめ(案)～2018年
130027	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	現在、VRやARは実用段階にあり、医療分野、教育分野や設計イメージの共有、商品説明、試着などビジネスの世界でも活用されつつあり、今後はさらに発展し、コンパクトな使いやすい形状に進化するだろう。ARを用いたゲームの熱狂ぶりは、そのインパクトの大きさを物語っている。MRの進化は会議のあり方を大きく変え、遠隔にいる同僚があたかも同じ会議室にいるようになり、テレワークの制約やリアルなコミュニケーションとの区別もつかなくなる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016年
130028	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130201: 労働における空間的・時間的制約からの解放	働き方の変化やITの活用により、どこでも仕事ができるので、自然豊かな環境で職住近接かつ保育や介護の施設にも近接した形で働くことが選択できるようになることで、東京一極集中が変化していく可能性もある。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130029	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130202: 労働形態の多様化	ヨーロッパの労働力の40%以上がフリーランサーである(※選択または必要に応じて)	BHMA_Reframing Work 15
130030	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130202: 労働形態の多様化	組織に所属することの意味が今とは変わり、複数の組織に多層的に所属することも出てくる。また、プロジェクトの中には、非営利なもの、社会貢献を目指すものや自己実現を中心としたものもある。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130031	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130202: 労働形態の多様化	働く人は仕事内容に応じて、一日のうちに働く時間を自由に選択するため、フルタイムで働いた人だけが正規の働き方という考え方が成立しなくなる。同様に、それより短い時間働く人は、フルタイマーではないパートタイマーという分類も意味がないものになる。さらに兼業や副業、あるいは複業は当たり前のこととなる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130032	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130202: 労働形態の多様化	2035年の企業は、極端に言えば、ミッションや目的が明確なプロジェクトの塊となり、多くの人は、プロジェクト期間内はその企業に所属するが、プロジェクトが終了するとともに、別の企業に所属するという形で、人が事業内容の変化に合わせて、柔軟に企業の内外を移動する形になっていく。その結果、企業組織の内と外との垣根は曖昧になり、企業組織が人を抱え込む「正社員」のようなスタイルは変化を迫られる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130033	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130202: 労働形態の多様化	「誰でもクリエイター社会(AND 社会の到来)」: リアルとAIによる労働の格差が問題となる可能性を持つものの、複数の業にて働くことが可能となり、限界削減費用ゼロのサービスと最低限の生活を営むことができ、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ことができるようになっている。	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)2018年9月
130034	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	自立した個人が多様な価値観をもって自由に働く社会では、働く人の企業への帰属意識は薄れ、疑似コミュニティとして機能することは難しくなっていく。同じ企業で働いているという帰属意識よりも、同じ職種や専門領域で働いているという共通意識の方がより強くなり、SNSなどで疑似コミュニティを作っていくことになるだろう。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130035	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	今後特に、重要となってくるのは、働く場所を変えたり、新たな働き場所を探すための実践的、職業的な生涯教育、あるいは職業訓練の提供である。これまで、職業教育は主として人材を採用した企業が担うのが通例だった。しかし、企業組織がプロジェクト型に変容していくと考えれば、この役割を企業のみで期待するのは、かなり困難になるだろう。また、健康寿命が延びていくと期待される中では、一つの企業に一生留まる人は、少なくなると考えられ、キャリアアップ、キャリアチェンジのための充実した職業教育が、個人の側からも一層求められることになる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016年

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130036	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	技術によって変わる人生:個人の人生も大きく変わる。さまざまなイノベーションの実装に伴って、経済活動の半分以上はデジタル経済圏に関わるものになり、家事の自動化や通勤時間が減ることで自由時間が増える。さらに ライフサイエンスの進歩に伴って、健康寿命も延伸される。これらにより人生の豊かさは向上するとともに、人々の豊かさの尺度も多様化していく。	未来社会構想2050
130037	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	物理的な作業の大半は 2035 年までにはロボットがこなすようになっていない。こうした変化は決して、人々がいつでもどこでも「働かされる」事ではない。2035 年には、各個人が、自分の意思で働く場所と時間を選べる時代、自分のライフスタイルが自分で選べる時代に变化している事こそが重要である。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130038	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	IT の進展によって、働く場所の制約がなくなると、地方において、豊かな自然を満喫しながら、都市に住むのと同じようにクリエイティブな仕事ができるようになっていだろう。実践的な高等教育で身に着けたスキルを活かして、子育て・仕事・介護・趣味などのバランスを取りながら、地域に根差した豊かな人生を送ることも可能になる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130039	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	2050 年、デジタル技術の恩恵により、人々は今よりも多くの自由な時間を獲得することになる。趣味・旅行・社会参加など自由な時間をどう過ごし、人々が今以上の充実感を得ていくかが、一人ひとりの人生にとって重要なテーマになっていくだろう。	未来社会構想2050
130040	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	「脱空間社会」:働く時間が短くなり、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。仕事では、一般的な業務の 90%はコンピューターやロボットが行い、生産現場から労働者が消える。また、宇宙空間(月等)の活動域が広がる。代わって、芸事や遊びが人間活動の中で重要な割合を占めている。	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)2018 年 9 月
130041	経済	1.3: 働き方・WORK	1302: 労働形態の多様化と職業意識の変化	130203: 職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化	「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。	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)2018 年 9 月
130042	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	地方の中核都市や小さな町、村が、直接海外とつながっていくことが、どんどん可能になり、地方の価値を海外に向けて提供していく時代になると考えらえる。つまりローカルといえども、グローバルにつながっていくことができるグローバルの時代になっていくだろう。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130043	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	The Yellow World (Humans come first): ソーシャルファーストとコミュニティビジネスが繁栄し、クラウドファンด์も倫理的かつ道徳的な価値を持つビジネスに資金が集中する。社会に対する思い、意味・意義を追求し、職人やモノ作りの職業、また「あたらしい労働者組合」が目ざされ、人間性に重きが置かれる。	PwC「Workforce of the future 2030」2017年
130044	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	The Red World (Innovation rules): 消費者重視の競争が激化し、規制よりもイノベーションが先行する。デジタルプラットフォームは、優れたアイデアを持つ組織や個人に活用され、また大きな影響を与える。スペシャリストやニッチビジネスが市場に溢れる。	PwC「Workforce of the future 2030」2017年
130045	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	The Green World (Companies care): 社会的責任や信頼が、人口動態変化、環境やサステナビリティを含める企業理念の中核となり、また企業のキードライバーとなる。	PwC「Workforce of the future 2030」2017年
130046	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	The Blue World (Corporate is king): 組織の拡大に応じて、大企業の資本論理により市場がルール化され、個人の欲求は、社会的責任よりも重要視される。	PwC「Workforce of the future 2030」2017年
130047	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	世界規模で専門的に管理されたヒューマンワーククラウドは、科学とビジネスの全チームの40%以上を占める	BHMA_Reframing Work 15
130048	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	デジタル空間内でできる仕事が増え、さらに言語の壁がなくなったとき、デジタル空間では一つの仕事を先進国と新興国の労働者が取り合うことが予想。	未来社会構想 2050
130049	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	同一職種における国間の賃金水準格差はデジタル技術の浸透とともに縮小し、国際的な同一労働同一賃金が実現される可能性が高い。	未来社会構想 2050
130050	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	デジタル空間で他国の知識労働を行う人材をBaldwinにならって「デジタル移民」と呼べば、デジタル移民の拡大は新興国にとって大きな成長のチャンスとなる。	未来社会構想 2050
130051	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	2050年にかけては、財輸出ではなくデジタル移民が成長の源泉となる国が多く出てこよう。創造性が高く高度な専門知識や技術を有する労働者が多い国では、その労働者がデジタル空間内で働くことで外貨の獲得ができるようになる。	未来社会構想 2050
130052	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	「安全な」外国人派遣労働者の限られた供給は、国際競争を引き起こす可能性があります。健康への配慮も、国間の移住協定の一部になる可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130053	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	日本にとって大変重要な変化と考えられるのが自動翻訳の技術である。自動翻訳が可能になり、言葉の障壁がなくなったとすると、経済・社会に大きな影響をもたらすと考えられる。人材の流動性が高まることになり、仕事においても、あるいは教育や医療においても、優秀な人材は国を問わず最も高く評価されるところに移動することになる。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130054	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	知識集約型の高付加価値なビジネスの集積地としての機能を強化し、アジアのグローバルセンターとして、海外からの人材や企業を取り込むような形での発展を目指す。規制・行政手続きの合理化やグローバル人材の育成等により、グローバルビジネスに対応したビジネス環境・機能を充実させる。また、日常生活での外国語対応や教育環境の整備といった外国人居住者向けの生活サービス水準の向上を図る。	国土の長期展望（最終とりまとめ）令和3年6月
130055	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	不規則な移民が欧州の政策についてすばやく学び、それに順応する。	ESPAS GLOBAL TRENDS TO 2030
130056	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130301: 労働市場の変化	世界レベルでは、パンデミックが飢饉、紛争、経済崩壊、または破綻国家を加速させた地域から、そして特にアフリカと中東で、大規模な移住の新たな波が発生する可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada
130057	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	子育て環境の改善やリカレント教育の充実等による女性や高齢者等の社会参画の促進、バリアフリーやユニバーサルデザイン等の推進、近年増加する外国人観光客や外国にルーツを持つ人にとっても魅力を感じてもらえるような地域づくりなど、性別、年齢、国籍、障害の有無等に関わらず、多様性が認められ、一人一人が活躍することができる社会の実現。	国土の長期展望（最終とりまとめ）令和3年6月
130058	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	「インクルーシブ社会」: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。	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）2018年9月
130059	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	性別の違いにとどまらず、人種や国籍、年齢やLGBTや障害の有無などが、働いたり、住んだりする「壁」に一切ならないような社会、制度を築いていくべきだろう。そのためにもAIやITといった最先端技術がフルに活用されることが必要である。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130060	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	2035年には、多様な人材が日本で活躍することが期待されている。教育もそのような多様な人材の多様な状況に合わせて、木目の細かいものにしていく必要がある。特に今後増えていくと予想される、外国人人材、そしてその家族等に対する教育のあり方も考えていく必要がある。主には義務教育年齢の段階で、日本語教育や日本文化への理解、日本社会への理解が進むような取り組みをもっと促進させ、日本社会で活躍できる環境を整えていくことが求められよう。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016
130061	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	日本社会では、年齢、障害の有無、国籍などに関わりなく、社会で活躍できる環境が整い、「ダイバーシティ」という言葉はなかなか聞かれなくなった。ここでは、どんな言語圏の言葉でも母国語に翻訳できるとともに、文字で書かれた資料を音声合成や点字の触覚として出力することが高い精度でできる『あらゆる翻訳』が一役買っている。労働力不足を補うために政府や企業が積極的に導入し、会議や面接などで利用され、ユニバーサルコミュニケーションが実現している。	総務省「未来をつかむTECH戦略」～とりまとめ（案）～2018年
130062	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	教育現場と同様、多くの企業にVR装置が普及。全員が一同に会する会議は少なくなり、遠隔で会議をすることが一般的になっている。会議では、視覚、聴覚などそれぞれの障害に応じたコミュニケーション手段や外国語の翻訳に切り替えられる「あらゆる翻訳」端末、直接考えたことを伝えるBMI装置など、様々な支援機器を用いて、障害者、高齢者、外国人、健常者が自然にコミュニケーションをとることができる。	総務省「未来をつかむTECH戦略」～とりまとめ（案）～2018年
130063	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130302: 包摂的な社会参画の促進	街のインフラ建設現場においても多様な人々が個性や特徴に応じて仕事に従事。障害者が繊細な操作にも対応したグローブ型端末やBMI装置で重機を遠隔で作業することや、論理的な整理能力が高い視覚障害者によるスケジュール管理は普通の光景になった。	総務省「未来をつかむTECH戦略」～とりまとめ（案）～2018年
130064	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	仕事用の電子メールを自由時間内に切断する権利が、すべてのEU諸国の労働規制に組み込まれる	BHMA_Ubiquitous expert systems 5
130065	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	ユニバーサル・ベーシック・インカムが、EU諸国の大多数に存在するようになる	BHMA_Reframing Work 15
130066	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	不平等は政策立案者が対処しなければならぬ問題であり、最低賃金やベーシックインカムなどの社会的措置は、この問題に対処する1つの方法である。OECDの調査によれば、成長に中立的またはプラスの効果をもたらす。	ESPAS GLOBAL TRENDS TO 2030

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
130067	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	企業が直面する金融不安/混乱と景気後退は、パートタイマー、ギグワーカー、複数の雇用主を持つ非標準的で不安定な雇用の成長を加速させる可能性がある。ベーシックインカムやベーシックインカム、さらには携帯型給付制度などの取り決めに対する需要が高まる可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada
130068	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	低賃金のエッセンシャルワーカーの現在の短期収入支援プログラムは、新しい取引が可能であるという期待を高める可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada
130069	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	女性等の更なる労働参加も重要であり、多様な働き方やライフスタイルに対応した勤務環境や雇用の確保を行う。	国土の長期展望（最終とりまとめ）令和3年6月
130070	経済	1.3: 働き方・WORK	1303: 労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	130303: 労働環境や社会保障制度の再構築	より期待されるのは、より良いセーフティネットとしての職業教育の充実である。一度職を失った人が、単に生活できるというセーフティネットだけではなく、自分自身が望む、より良い働き方ができるようにするためのセーフティネット、いわゆるトランポリン型のセーフティネットの充実が必要だ。	厚生労働省「働き方の未来2035」2016年
520001	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	EU市民の平均寿命は120年である	BHMA_Human Organ Replacement 8
520002	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	アジアにおける多くの国で生産年齢人口が減少するとともに、少子高齢化が進展、それに伴う社会体制の構築が課題に	2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～
520003	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	2050年には、世界の平均寿命は77.1歳に達する見込み	つくりたい2050年の社会～水・食・資源から～
520004	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	全体の半数程度が100歳以上生きる時代がやってくる	つくりたい2050年の社会～水・食・資源から～
520005	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	80歳以上人口の割合はさらに飛躍的に増加し、2015年から2060年にかけて世界全体で約3倍になる。日本では2015年の8%から2060年には18%に、韓国では3%から17%に80歳以上人口の割合が増加する。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520006	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	社会的孤立は死亡リスクの上昇と関連しており、強い社会的関係を持つ個人の死亡の可能性は50%減少。社会的孤立は、緊急入院や再入院の割合が高く、ケアホームへの入所時期が早まる。高齢者が地域社会と交流できるような支援（介入）は、社会的孤立に影響を与える。	UK Foresight「Future of an Ageing Population」

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520007	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	健康寿命の改善や医療サービスの生産性の向上がなければ、英国の医療・介護コストは人口の高齢化に伴って増加する。健康的な生活の促進や社会的孤立の減少など、人の生涯を通じた介入は、高齢期の健康に大きな影響を与える可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520008	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	コネクティビティは、高齢化社会の健康やウェルビーイングにとって、ますます重要になる(物理的な移動手段、交通機関、建築環境、仮想世界、物理と仮想の交差点など)	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520009	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	ソーシャルネットワークやオンラインショッピングなどの技術革新は、家から出ることなく、社会的な交流や参加、サービスへのアクセスを提供することができる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520010	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520101: 長寿・少子高齢化	バーチャルコネクティビティは、社会的なつながり、健康、ウェルビーイング、安全など、さまざまなメリットをもたらす物理的な移動を可能にする。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520011	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520102: 超高齢期の人生設計	長生きすればするほど、現役世代と同じ生活水準の老後生活を送るために、より多くの貯蓄が必要になる。特に寿命の長い女性にとっては大きな問題となる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520012	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520102: 超高齢期の人生設計	人口の高齢化に伴い、金融・技術スキルはますます重要になる。退職後の貯蓄や仕事と健康の成果を向上させることができる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520013	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520102: 超高齢期の人生設計	人生における学習方法を再設計:ユニバーシティ・オブ・ザ・サードエイジやウィメンズ・インスティテュートのような組織は、知識の共有という非公式なモデルを通じて、従来成人教育に参加していなかったグループを取りこむ。大学やカレッジは、無料のオンラインコースなどのWebリソースを提供する。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520014	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	認知症(認知症、アルツハイマー病など)を患っている人々の自律生活を促進するヘルスケアサービスの市場は(2016年と比較して)3倍になる	BHMA_Assisted Living 1
520015	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	「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。	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)2018年9月
520016	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	高齢者の人口増は、ライフサイエンス技術の進歩に伴ってこれまで以上のペースで進む可能性もある。	未来社会構想2050

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520017	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	メンタルキャピタルには、認知能力、学習時の柔軟性と効率性、社会的スキル、レジリエンスなどが含まれる。メンタルキャピタルのレベルが高ければ、高齢化に伴う認知機能の低下を軽減することができる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520018	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	3D プリントされた関節や臓器、治療用ロボット、ゲノミクスなどの開発には、人々の健康状態を改善する大きな可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520019	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	個別化医療（「精密医療」）や層別医療の改善により、医薬品の標的がより明確になり、治療の費用対効果が高くなる可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520020	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	ウェアラブル技術やその他の遠隔モニタリングの発展により、リアルタイムのデータ収集が増加すれば、医療専門家はより適切な治療と患者や介護者へのサポートを提供できるようになり、得られる大規模なデータセットは多くの分野で研究を推進し、予防や早期介入の改善に役立つ可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520021	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5201: 超高齢化社会の到来	520103: 長寿サービスの革新	アラーム、ホームモニタリングシステム、GPS などのテクノロジーは、倫理的な問題はあっても、介護者が認知症の人の位置を特定するのに役立つ。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520022	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	高齢化（高齢人口）：自動化や移民の増加などの適応戦略を用いても、高齢者の扶養比率（生産年齢人口に対する65歳以上の人口）の上昇が成長を圧迫する可能性がある。多くの先進国を含む多くの高齢国では、65歳以上のコホートは2040年までに総人口の25%に近づく可能性がある（日本、韓国は年齢の中央値に達する可能性あり）。	NIC_2021_Global Trends_2040
520023	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	中国の人口構成の変化：一人っ子政策による出生率の大幅な低下により、中国の労働力人口の増加はすでに止まり、今後20年間で65歳以上の人口が2倍の3億5,000万人近くになり、どの国よりも多い高齢者人口となる。	NIC_2021_Global Trends_2040
520024	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	人口増加の鈍化・高齢化：女性一人あたりが産む子供の数が減り、人々が長生きすることで、世界の人口年齢は2020年の中央値約31歳から2040年には35歳になる。	NIC_2021_Global Trends_2040
520025	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	GDP に占める欧州（ユーロ圏）の名目 GDP シェアは、2018年の20から2030年には13まで下落すると予測。移民・難民の流入は続くものの、高齢化と人口減少を背景とする労働力人口の減少が経済の下押し圧力となる見込み。	未来社会構想2050

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520026	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	日本の少子高齢化は、さらに加速	つくりたい 2050年の社会 ～水・食・資源から～
520027	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	2020年現在、日本では少子高齢化が進んでおり、その流れは今後も加速していくと予想されています	つくりたい 2050年の社会 ～水・食・資源から～
520028	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	人口の高齢化と平均寿命の延びにより、働く人々が増え、納税額が拡大し、介護を提供する個人の割合が減少する可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520029	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	高齢化社会が生み出す介護需要の増大に対して、フレキシブルな働き方は、この問題を解決するのに役立つ。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520030	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	年齢構造の変化と長寿化の大きな人口動態のトレンド: 若年層中心の人口から高齢者層への移行は、世代間の資源と責任の配分の仕方に明確な影響を与える。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520031	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	年齢構造の変化と長寿化の大きな人口動態のトレンド: 平均寿命の伸び(特に高齢者の増加)は、健康寿命が改善されない限り、加齢に伴う医療や介護のニーズを持つ人々の増加を支えるための資源に対する需要を増大させる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520032	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520201: 高齢者の位置づけの見直し	高齢者に対する否定的な態度は、時代遅れの固定観念、無意識の偏見、年齢差別の形をとって、高齢者の就業継続や復職を阻む。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520033	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態(適応)	高齢者のニーズに対応した住宅がより一層求められる。家族向けに設計された住宅が高齢者に占拠されている。高齢者のニーズを満たす住宅の不足が深刻化する。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520034	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態(適応)	高齢化が進むにつれ、専門住宅の需要も増加する。需要の増加は、急性または慢性的の障害を持つ高齢者の増加によってもたらされる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520035	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態(適応)	単身高齢者に適した住宅に対する需要の増加は、必要とされる住宅の規模や種類に影響を及ぼす。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520036	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態(適応)	2050年になっても、住宅ストックの大半は以前に建てられたものであるため、現在の住宅ストックの不備は、今後も問題を引き起こす可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520037	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態（適応）	ダウンサイジングは、売却する住宅が特に大きいか高価でない限り、費用対効果がほとんどないため、経済的な障壁がある可能性がある。長年住み慣れた家から引っ越すことで、自律性やコントロールの喪失を感じる人もおり、精神的な問題もある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520038	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態（適応）	世代間同居は、高齢者の孤独や社会的孤立に対処し、高齢者と若い親族のケアを容易にし、住宅コストを削減するなど、すべての年齢層にメリットをもたらす可能性がある。世代間居住の需要は将来的に増加するものと思われる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520039	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態（適応）	サービスへのアクセスや屋外での移動の促進は、あらゆる年齢層の人々にとって大きな健康上の利点となる。高齢者の身体活動が認知能力の向上、病気や死亡率の減少、ウェルビーイングの向上につながる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520040	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態（適応）	スマートホームの技術は、遠隔監視を可能にし、家庭をヘルスケアの場に変えることができる。利用者や介護者に柔軟な選択肢を提供することができ、病院のベッドを空けることができるようになる。日常的な診断やモニタリングの必要性も低くなり、医療費の削減にもつながる可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520041	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520202: 高齢社会の居住形態（適応）	高齢化により、一人暮らしの住居の普及が進み、公共交通機関や医療施設に近い都市中心部の住宅需要が高まる。一部の都市部では、すでに高騰している住宅価格への圧力が、若い世帯を住宅所有から締め出し、あるいは債務返済の負担と経済的脆弱性を増大させる可能性がある。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520042	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	出生コホートでは持ち家率が低下している。今日の高齢者の多くは自宅を所有しており、経済的な安定をもたらす、相続財産を残すことができる。不動産価格の上昇と若い世代の住宅所有の減少がこれに影響し、住宅が金融資産から経済的負担に変わる可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520043	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	若年層の遺産受取の延伸による住宅保有や資産保有上の機会損失（世代間の資産移転の不安定化）：平均寿命の延伸により介護に多くの資産を必要とする可能性、住宅ローン返済額の多額化（後年での取得等）。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520044	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	若い世代は、老後に再び高い不平等に直面する可能性が高い。彼らは、より長く生きることが期待される一方で、より不安定な労働市場の状況を経験し、収入と家計所得の分配における不平等が拡大している。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520045	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	人口動態のトレンドの継続は、現在の労働者の負担を増やすことで年金支給額を維持すれば、世代間の不平等を悪化させる可能性がある	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520046	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520203: 現役世代への資産等の移転延伸による弊害	現在の若い世代の労働市場成果における格差の拡大が、将来的に年金生活者の貧困を拡大させる可能性がある。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520047	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	長寿化は、夫婦関係や類似の関係が、歴史的に標準的であった時期よりもはるかに長く続く可能性がある。家族の地理的分散が進み、遠距離や国境を越えた家族関係の多様化により、家族の連帯のあり方を変える可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520048	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	後期高齢者のケアとサポートに関する従来の前提がどのように維持されるか。夫婦関係の破綻や再婚によって生じる複雑な家族構造の中で、世代間の責任の分担が曖昧、不確実になっている。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520049	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	子どものいない高齢者の将来のケアニーズを、地域や社会の中でどのように満たすことができるか。有償ケアを購入するための可処分所得は多い。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520050	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	人口の高齢化は、インフォーマルな介護の需要を増加させ、他の条件が同じであれば、これは女性に不釣り合いな影響を与える。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520051	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	後期高齢者の離婚率の上昇は、両親の離婚後に孫との関係を維持する権利に関する新たな懸念を生む。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520052	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5202: 少子高齢化による社会の重心変化	520204: 家族形態の変化	家族や友人の介護をする人の需要は増加する。働く介護者は、時間の不足、過度のストレスとそれによる健康問題、経済的な圧迫など、さまざまな困難を経験する可能性がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520053	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203: 「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	生産年齢人口が大幅減	つくりたい 2050年の社会 ～水・食・資源から～
520054	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203: 「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	15～65歳までの生産年齢人口が全体の52%のみになります	つくりたい 2050年の社会 ～水・食・資源から～
520055	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203: 「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	日本では生産年齢人口が大幅に減る2050年	つくりたい 2050年の社会 ～水・食・資源から～

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520056	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	日本は最も急速に高齢化が進んでおり、生産年齢人口 100 人あたりの 65 歳以上の高齢者数は、1990 年の 19 人から 2015 年には 47 人となり、2060 年には 80 人にまで増加。G20 の先進国の中では、イタリア、ドイツ、韓国も高齢化によって最も大きな課題に直面する。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520057	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	平均寿命が伸び、出生率が低下し、先進国や多くの新興市場経済国(EMEs)で人口の高齢化が急速に進行している。生産年齢人口は、日本で約 2500 万人、ドイツで約 1200 万人、中国で約 3 億人減少すると予測される。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520058	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	人口の高齢化は「生産性の減速」をもたらした要因の一つであり、今後数十年間、いくつかの経路を通じて労働生産性の伸びを圧迫し続ける可能性が懸念される。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520059	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	退職年齢はすべての EU 諸国で 75 歳となっている	BHMA_Reframing Work_15
520060	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	雇用主にとって、知識やネットワークを有する高齢者の雇用維持はますます重要になる。無形の資産は、新入社員が容易に手に入れることはできない。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520061	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	高齢者の知識集約型業務における経験の蓄積が、より反復的な業務における生産性の低下を補う可能性がある。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520062	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	高齢化は、労働力不足に対する技術的解決策を見出すための研究開発の増加に拍車をかけ、健康関連技術やロボティクスなど、高齢者のニーズに対応する可能性を持っている。	OECD FISCAL CHALLENGES AND INCLUSIVE GROWTH IN AGEING SOCIETIES
520063	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	労働寿命の延伸につれ、個人は、労働生活における変化に適応するため、再教育等に適応する能力を養っていく(労働生活を維持するためのスキル)	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520064	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	自動化により、資格や読み書き・計算能力の低い人々の雇用機会が減少する。訓練を受けるタイミングは重要で、一度失業した人の訓練は復職に役立つ可能性が低い(40 代、50 代も該当)。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520065	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	高齢者がより長く雇用されるためのスキルが不足すれば、その後の生活資金に影響を与えることになる。スキルは雇用に大きな影響を与えるため、これらの障壁に対処できなければ、不平等に大きな影響を与える。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520066	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	長いキャリア、よりダイナミックな労働市場、自動化が仕事に与える影響から、生涯学習とトレーニングが高齢化する労働力の将来にとって不可欠である。失敗すれば、高齢者の労働市場離れが進むと同時に、スキル格差が生じる可能性が高い。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520067	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	あらゆる年齢層の人々のスキル格差に対処することが、より一層強く求められる。幼少期におけるテクノロジーの利用は、その後の人生における利用を大きく左右する。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520068	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	後期高齢者の雇用は、初期高齢者の雇用に大きく影響され、社会経済的、民族的なグループによって差がある。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520069	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	「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。	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)2018年9月
520070	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	生産年齢人口の減少が見込まれる中で社会の活力の底上げを図るためには、多様な人材の活躍を更に促進していくことが重要である。アクティブシニア層は就業意欲が高く、近年体力的にも充実してきていることを踏まえ、大学等における「学び直し」の機会の充実や就労ニーズに見合った雇用の確保等により、働きがい、生きがいを実現していく必要がある。	国土の長期展望 (最終とりまとめ) 令和3年6月
520071	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	労働力人口:定年退職者の数が変わらない場合、今後20年間に韓国では生産年齢人口(15~64歳)の23%、日本では19%、南欧では17%、ドイツでは13%、中国では11%が減少する。	NIC_2021_Global Trends_2040
520072	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520301: 生産人口の質の維持	人生の後半に働くことは、個人、雇用者、国家に利益をもたらす。労働寿命も長くなり、男性や学歴の高い人、地位の高い職業に就いている人は、後期高齢者になっても働く可能性が高くなる。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」
520073	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520302: 健康な現役の延伸	長く働くことには、金銭的なメリット以外にもある。働くことにより、人生に回復力を与え、雇用されている人は認知機能のほぼすべての指標で最高のパフォーマンスを示す。	UK Foresight 「Future of an Ageing Population」

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
520074	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520302:健康な現役の延伸	高齢者の不健康が労働力の規模に影響を与える可能性を示唆する。仕事を通じて長期間にわたって慢性的なストレスにさらされる人は、ある種の認知障害（例えば、特定の種類の長期記憶や短期記憶の障害）を患う可能性がある。	UK Foresight「Future of an Ageing Population」
520075	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520302:健康な現役の延伸	技術的な向上により、平均的な70歳の高齢者が肉体的にできない仕事はほとんどない。肉体的・精神的ストレスの少ない質の高い仕事に就いていれば、高齢者が労働力を維持できる可能性が高いことが示されている。	UK Foresight「Future of an Ageing Population」
520076	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520302:健康な現役の延伸	テクノロジーへの高齢者のアクセスにより、高齢者が直面する特定の障壁を克服する。リモートアクセスとスマートワークの進歩は、在宅勤務の拡大を可能にし、身体的な問題等とバランスをとることができる可能性がある。	UK Foresight「Future of an Ageing Population」
520077	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5203:「現役」世代の拡大	520302:健康な現役の延伸	在宅勤務やその他の柔軟な働き方は、高齢者が仕事を続けながら、介護など競合する責任とのバランスをとるのに役立つ。	UK Foresight「Future of an Ageing Population」
520078	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5204: 社会保障の不安定化	520401: 社会保障の脆弱性の高まり	エネルギー価格の下落、株の評価、座礁資産、政府へのロイヤルティの低下は、経済の足かせとなり、年金投資の回復を遅らせる可能性がある。個人投資や公的および私的年金制度からの支払いは削減される可能性がある	Foresight on COVID-19_Canada
520079	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5204: 社会保障の不安定化	520401: 社会保障の脆弱性の高まり	イノベータ・資本輸出国として中国が台頭するとともに、少子高齢化の進展に伴う社会保障整備の必要性が増大。同時に自動化需要も増大	2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～
520080	人口	5.2: 人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応	5204: 社会保障の不安定化	520401: 社会保障の脆弱性の高まり	加齢に伴う問題へのヨーロッパの支出は2%増加。ほとんどは年金ではなく、健康と介護に費やされる。これらのコストを削減し、より長く働き、より幸せになることができる。	ESPAS GLOBAL TRENDS TO 2030
610001	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	無土壌農業のおかげで、EUの食料生産能力は2016年に比べて30%向上している	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18
610002	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	合成的にデザインされたバクテリアは、EUの食料生産での使用が認可されている(都市のバイオリクターやマイクロ発酵槽で食料を栽培するため)。	BHMA_Bioeconomy 2
610003	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	多年生作物(一年中生きており、死ぬまでに何度も収穫できる)が、欧州人のカロリー摂取量の30%を占める(現時点、世界レベルで15%を占める)	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System
610004	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	食料価格は実質的に2倍になっている(2016年と比較して年間平均)	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610005	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	EUの農業市場の不安定性が高まり、ショックや危機に対する欧州の農業の回復力が不十分	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
610006	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	農業生産への集中の高まり	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
610007	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	入手可能性の低さや貿易の混乱によるEUレベルでの食糧不足	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
610008	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	2050年までには技術進歩が気候変動の影響を上回ると考えられる。技術進歩と気候変動の複合効果による全体的な収量の伸びは、価格など他の条件が同じであれば、2050年には2012年比で10～30%になる。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610009	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	通常通りのシナリオ(BAU)では、穀物(小麦、米、トウモロコシ)の平均収量は2012年から2050年の間に世界的に約30%増加し、年平均成長率は約0.7%に相当する。これは、年率1～2パーセントのオーダーであった過去数十年間に観測された率を大きく下回るものである。同様の率は、果物や野菜にも当てはまる。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610010	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6101: 食料需給の高まりと市場の不安定化(新たな食料供給)	610101: 食料生産能力向上のための新規食料生産	通常通りのシナリオ(BAU)では2050年までに、世界の動物の群れ(家畜単位で表示)は、2012年に比べて46%増加している。※現在の畜産部門は、世界の農業生産額の約40%を占める。家畜生産に使用される土地(牧草地、放牧地、農地を含む)は全農地のほぼ80%を占め、飼料生産は総農地の約3分の1を占める。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610011	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610201: 持続的な海洋・漁獲資源の確保	健康で持続的に管理された海から、全世界の動物性タンパク質の30%を供給する(2016年には16%)	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18
610012	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610201: 持続的な海洋・漁獲資源の確保	世界の人間が消費する魚の半分以上は、沖合の水産養殖を含む水産養殖によって生産されている	BHMA_Bioeconomy 2
610013	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610201: 持続的な海洋・漁獲資源の確保	欧州のブルーエコノミーは、レジリエンスに貢献する上で重要な役割を果たしている。経済のための天然資源に加えて、欧州の海洋は、海洋生物、炭素隔離、再生可能エネルギー、および気候変動に対する沿岸保護のための生息地を提供する。	2020 Strategic Foresight Report; Charting The Course Towards A More Resilient Europe *EC

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610014	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610201: 持続的な海洋・漁獲資源の確保	「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。	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)2018年9月
610015	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	EUで消費される肉の20%以上が3Dプリントまたは実験室で作られたものである	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18
610016	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	人工光合成は食料生産のために初めて適用される	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18
610017	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	温室効果ガス排出量の14.5%は家畜、特に肉と牛乳の両方のために飼育された牛に起因する。現時点では、ドイツ、スウェーデン等、環境的に持続可能な食事を促進する食事ガイドラインを作成している州はごくわずかにとどまる	ESPAS GLOBAL TRENDS TO 2030
610018	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	「ネオサステナビリティを実現した社会」: 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。	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)2018年9月
610019	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	人工的に食肉を生産する培養肉などの新技術の開発も期待されています	つくりたい2050年の社会 ~水・食・資源から~
610020	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	2050年の世界で、大きな問題になるとされているのが「タンパク質危機」です	つくりたい2050年の社会 ~水・食・資源から~
610021	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	新興技術: バイオテクノロジーは2040年までに世界の経済活動の20%に影響を与える可能性があり、特に農業と製造業において国内総生産(GDP)の成長率に対するバイオエコノミーの寄与が顕著である。	NIC_2021_Global Trends_2040
610022	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6102: 食の生産システムの高度化・フードテックの活用	610202: 人工的な食料生産の進展	EUの食料、医薬品、バイオエネルギーの生産量の5%以上が藻類に基づいたものになっている	BHMA_Bioeconomy 2
610023	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業(収益性、雇用増)	610301: 環境に配慮した耕作地の確保・維持	遺産作物または在来作物はEUの生態系の野菜の20%以上を占める	BHMA_Bioeconomy 2
610024	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業(収益性、雇用増)	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	5万人以上の住民が居住するEUの都市の20%で、都市農業および都市周辺農業が行われている	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610025	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	通常通りのシナリオ(BAU)の設計に用いられた FAO-IIASA GAEZ v4 のデータは、2050 年までに約 3 億 6000 万 ha の、保護されていない、天水作物生産に非常に適した地域が追加で利用可能になることを示唆している。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610026	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	通常通りのシナリオ(BAU)では、2012 年から 2050 年にかけて、世界の収穫面積は約 2 億 3800 万ヘクタール(約 18%)増加すると予測される。世界的には、上位 5 作物のうち、トウモロコシが 2050 年までに追加される収穫面積のかかりの割合(22%以上)を吸収する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610027	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	通常通りのシナリオ(BAU)では、世界の耕地面積が 2012 年の 15 億 6700 万ヘクタールから 2050 年の 17 億 3200 万ヘクタールへと 1 億 6500 万ヘクタール(11%)増加する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610028	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	2050 年までに、追加の耕作地に対する需要は、通常通りのシナリオ(BAU)では 1 億 6,500 万ヘクタールになると予測され、世界レベルでは大幅に増加する。※都市部の拡大による農地損失の 80%はアフリカとアジアで発生し、世界平均の 2 倍以上の生産性を持つ肥沃な農地を占めると推定。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610029	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	通常通りのシナリオ(BAU)では、2050 年までに世界の灌漑地域は、天水地域(10%)よりもわずかに速い速度(13%)で成長すると予測される。灌漑面積は部分的に新しい地域の開発によって拡大すると予想されるが、灌漑面積の拡大には、耕作地の拡大が必要である。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610030	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610301: 環境に配慮した生産環境の確保・維持	農業総生産の大幅な増加は、緩和努力で十分に補うことができず、2012 年から 2050 年にかけて GHG 排出総量が 20%増加する。2050 年までの排出量の大部分は、農業生産物の大半が生み出されると予想される低・中所得国(中国を除く)に由来する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610031	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610302: 生産者のインセンティブ	通常通りのシナリオ(BAU)では、低・中所得国の農業セクターは小さくなり、付加価値のシェアは 2012 年の約 9.5%から 2050 年には約 5%に減少する。付加価値額全体に占める農業セクターの割合は、高所得国ではすでに低く、2012 年には 2%近く、2050 年には 1%程度まで徐々に減少する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610032	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610302: 生産者のインセンティブ	通常通りのシナリオ(BAU)のもとでは、世界の農業総生産(金額ベース)は 2012 年から 2050 年にかけて約 50%成長すると予測されるが、地域によって著しい差がある。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610033	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610302: 生産者のインセンティブ	通常通りのシナリオ(BAU)では、農業生産の合計は2012年から2050年の間に高所得国で約28%、低・中所得国(中国を除く)で64%、中国で35%拡大する。低・中所得国(中国を除く)ではこのように生産が大幅に拡大するにもかかわらず、天然資源の制約と農業への不十分な投資により、国内吸収量ほど生産が増加しないため、これらの国々は2050年までに自給率をわずかに低下させ、貿易状態を純輸出国から純輸入国へと変化させるに至る。高所得国と中国は、供給側では投入資源と天然資源に偏った農業の存続、需要側では人口の減速により、国内吸収量よりも生産量が増加すると予測される。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610034	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610302: 生産者のインセンティブ	通常通りのシナリオ(BAU)では、農産物価格(単位:米ドル、2012年為替レート)は2050年には2012年よりも13%高くなる。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610035	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6103: 持続可能な農林水産業（収益性、雇用増）	610302: 生産者のインセンティブ	通常通りのシナリオ(BAU)では、低・中所得国(中国を除く)の非熟練農業賃金が2050年には2012年比で70%上昇する。相対的に、農業セクターの賃金は非農業セクターよりもはるかに速く成長し、「都市プレミアム」(非農業セクターが享受する賃金格差)は徐々に縮小していく。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610036	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	世界の食料安全保障と食料価格の上昇、特に発展途上国と後発開発途上国	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
610037	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	2050年の世界人口は100億人近傍まで増加、新興国の所得向上もあり、食料需要は大幅に拡大へ	2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～
610038	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	EUの食品廃棄物は8800万トン(年間、2013年のデータ)から1000万トンに減少している	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18
610039	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	現在確立している食品産業の業界自体を見直し、フードロスやタンパク質の不足、環境汚染など一企業だけで解決できない課題に取り組もうという企業連携の動きもでてきています	つくりたい2050年の社会～水・食・資源から～
610040	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	2050年、世界は100億人100歳時代を迎え、物質資源が不足する	つくりたい2050年の社会～水・食・資源から～
610041	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	EUの食肉消費量は2016年の半分に減少している	BHMA_Towards a More Diverse Food Supply System 18

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610042	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	2050年、肉の需要は大幅に増加する	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～
610043	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	2050年には、世界人口の3分の2が都市部に住むようになる可能性がある。若者と老人の異なる食糧要件、ならびに都市部と農村部の人々の異なる消費パターン、仕事、生活環境は、さまざまな食糧品目に対する需要と質、および最低限必要な食事エネルギーに影響を及ぼす。したがって、人口動態が将来の食糧需要の決定的な決定要因となる。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610044	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	通常通りのシナリオ(BAU: Business as usual scenario)の下では、2030年までに6億5000万人以上が栄養不足に陥り、そのうち約6億4000万人が低・中所得国に住む。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610045	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	過体重、肥満、食事に関連する非伝染性疾患は、過去のパターンに従って世界中で増加し続けている。高所得国では、これは主に加工食品の消費量の増加によるものであり、低・中所得国では、消費者がより高品質で栄養価の高い食品に切り替えることができない所得の低さによるものである。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610046	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	よりバランスのとれた食生活、食品ロスおよび廃棄物の削減、より公平な所得分配、食品価格の上昇に対する消費者嗜好の変化が、今後数十年間にわたる農業総生産の拡大を抑制する可能性がある。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610047	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	通常通りのシナリオ(BAU)では、予測期間終了までに一人当たり一日エネルギー消費量(DEC)が高くなる。高所得国は、シミュレーション期間の早い段階で1日1人あたり約3,400キロカロリー(kcal/人/日)の「飽和レベル」に達し、2050年までこれを維持する。低・中所得国は、一人当たり一日エネルギー消費量(DEC)が2,860kcal/人/日まで早期に大幅に拡大する。その後、1人当たりの所得の伸びが鈍く、価格効果が次第に顕著になるため、下降傾向の影響を受ける。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
610048	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	通常通りのシナリオ(BAU)では、2030年に低栄養の有病率(PoU: Prevalence of Undernourishment)は約7%に減少(2012年の世界のPoUは11%)。2030年以降、人口増加と食料価格の上昇が一人当たり一日エネルギー消費量(DEC)の削減に寄与するため、その傾向は逆転し、PoUは上昇し、2050年には8%近くに達する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
610049	食料・自然資源	6.1: 食料資源の安定供給・確保	6104: 人口を満たす食料需要・栄養摂取	610401: 食の世界的確保、廃棄物低減	通常通りのシナリオ(BAU)では、低栄養の有病率(PoU)が2012年の11%から2030年には約7%に減少し、栄養不足人口は6億人を下回る。しかし、人口増加とPoUのわずかな増加により、この減少は部分的に解消され、栄養不足人口は2050年までに7億3700万人にまで増加する。	The future Alternative – pathways to 2050 of food and agriculture (2018) FAO
620001	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	代替医薬品を特定するための生物多様性の体系的なスクランが世界的な研究活動となる	BHMA_Bioeconomy 2
620002	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	電子機器に必要な資源の30%以上は深海採掘から調達している	BHMA_Material Resource Efficiency_11
620003	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	2050年までに、多くの種類の金属がいまの埋蔵量ではまかないきれなくなり、なかには埋蔵量の数倍の使用量が予想される金属もあるといわれています	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～
620004	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	鉱物資源は2050年に深刻な不足が懸念されています	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～
620005	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	世界中の物質資源の課題を解決するために、変わっていく資源をリアルタイムに可視化し、認識できるようにする必要があります	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～
620006	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	リチウムイオン電池の正極材にはリチウムのほか、コバルト、ニッケル、マンガンなどが使用されるが、需要の急激な拡大に伴い一部の鉱種では供給不足が懸念されている。	未来社会構想2050
620007	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	今後、デジタル技術の浸透が加速することで、IT産業に必要なレアメタルの需要増加も考えられる。	未来社会構想2050
620008	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	歴史的な傾向が継続することを想定した歴史的傾向シナリオでは、世界の物質使用量は、2015年から2060年までに110%増加して1,900億トンに達し、一人当たりの資源使用量は11.9トンから18.5トンに増加すると予測される。このような資源使用の拡大は、資源供給システムへの相当な負荷を生じさせ、より大きな環境への負荷と影響をもたらすであろう。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約
620009	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	GDPと人口の急激な増加は、世界の国内資源採取量を2015年には、908億トンから2060年には1,900億トンへと2倍以上に増加させるであろう。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約
620010	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	建物とインフラに関する追加的な需要は、非金属鉱物の需要を年率2.2%増加させ、非金属鉱物は2060年における全資源採取量の59%を占めるまでに成長すると見込まれる。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620011	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	2010年から2060年の間に、世界の総耕作地は21%増加し、特に アフリカ、ヨーロッパおよび北アメリカでの増加が顕著となる。予測される収量の増加は、特にアフリカにおいて増加する食料需要の増加を賄うには十分ではない。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約
620012	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	新たな政策がない場合、世界の材料使用量は2017年の89Gtから2060年には167Gtに増加すると予測している。この成長は、金属鉱石(9~20Gt)、非金属鉱物(44~86Gt)、バイオマス(22~37Gt)、化石燃料(15~24Gt)という材料のすべての主要カテゴリーに反映されている。さらに、材料の抽出、加工、廃棄は重大な環境影響をもたらす、それは材料の使用が増加すればするほど大きくなる。例えば、温室効果ガスの排出量の倍増、土壌・水・大気の汚染、人間や水生・陸生生態系への有害な影響などである。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620013	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	金属の抽出と使用は、人間や生態系への毒性影響を含め、幅広い環境影響を及ぼす。主要金属の抽出と加工による全体的な環境影響は、2017年から2060年の間に少なくとも2倍になると予測され、その大部分は材料の使用規模の増加によってもたらされる。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620014	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	鉄鉱石の採掘と加工の規模増加は、銅とニッケルの単位生産量あたりの影響が大きいため、酸性化、気候変動、累積エネルギー需要、人体毒性、土地利用への影響悪化をもたらす。富栄養化、光化学酸化、生態毒性において、銅の抽出と加工は特に問題がある。環境負荷の総量は、(2060年には)現在のレベルに対して250%から400%増加すると予測される。主な汚染源は、総生産量の大きさから鉄の生産である。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620015	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	世界の経済活動全体に占めるサービスの割合は、2017年から2060年の間に50%から53.5%に増加すると予測される。この増加率は、OECD地域(59%から64%)よりも非OECD諸国(37%から44%)で大きい。サービス部門は農業や工業に比べて材料強度(単位生産量あたりの材料使用量)が低いため、このサービス部門へのシフトにより、2060年までに経済の材料生産性を向上させることができる。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620016	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	セクター内の技術開発、例えば生産プロセスにおけるより効率的な技術の使用は、さらに68Gtの材料使用を削減する。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620017	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	国連環境計画(UNEP)によると、全世界で1年間に消費される鉱物、鉱石、化石燃料、バイオマスの量は、現在から2050年の間に3倍になる可能性がある。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States /NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL REPORT"
620018	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【好転シナリオ】持続可能な消費パターン、真に循環する生産・消費ネットワーク、有害性が少なく、再生可能な資源へのシフトにより、ヨーロッパは天然資源への依存度を下げ、自給自足能力と産業競争力を高めた。さらに、環境悪化も逆転している。	Transitions on the Horizon: Perspectives for the European Union's future research and innovation policies *EC
620019	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【エネルギー】2030年までにスマートグリッドが電気効率に与える影響が大きくなる。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620020	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【エネルギー】2040年までにモビリティと電力におけるイノベーションの展開が化石燃料エネルギー需要の減少を促す。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620021	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【エネルギー】2030年までに、自然エネルギーの断続性の問題が、インフラ、IT、貯蔵ソリューションなどを通じて対処/低減される可能性がある。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620022	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【エネルギー】2030年までに、炭素回収・貯留の費用対効果が高まる可能性がある。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620023	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【2040年代までのゲームチェンジャー：エネルギー】化石燃料（特に石炭）の継続的な使用を環境的にも経済的にも容認できものにするための、安価な二酸化炭素の回収と隔離技術。新しいエネルギー貯蔵技術、熱貯蔵、電力貯蔵。再生可能エネルギー技術、特に太陽光エネルギーの抜本的改善。低コストの高性能電池の開発により、電気自動車の利用状況が一変する。大気中の二酸化炭素を除去し、太陽熱で発生させた水から水素を製造する「閉じた炭素サイクル」を安価に実現し、炭化水素燃料を廃止し、地球の生物圏を直接維持管理できるようにする。マイクロ発電による再生可能技術は、ゼロエネルギー建築やエネルギープラス建築の開発を加速させ、都市のエネルギー要件を根本的に変革する。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620024	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【鉱物】2030年までに、銅の供給ギャップは今後も続く可能性・特殊金属の一時的な供給不足の可能性・金属供給増加の主要因として、新たな新興生産者が台頭する可能性	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620025	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【鉱物】2040年までに、ニッケルは供給制約が厳しくなる可能性があるが、新しい精製技術により新たな埋蔵量を開拓できる - 金属供給における未使用材料への依存度は低下する	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620026	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【鉱物】いくつかのレアアースの最近の価格高騰に加え、インジウム、ガリウム、またはタンタルの価格高騰も、このような供給危機の力学を物語っている。新しいハイテク用途が新たな需要ブームを生み出すため、同様の供給危機が将来発生する可能性は極めて高い。レアアースの需要は、主に電気自動車や風力タービンなどの新興技術に牽引されており、レアアースの普及率や使用量を予測することは困難なため、長期的な見通しを立てるのはさらに困難である。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620027	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【鉱物】2040年までに、グリーン経済のための素材の需要が高まる可能性がある。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620028	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	【鉱物】2030年までに、物理的制約(例: 鉱石等級、水の制約)を克服するための探査、採掘、加工技術の能力が高まる可能性	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620029	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	我が国の領海・EEZ(排他的経済水域)・大陸棚等には、海底熱水鉱床(※1)、コバルトリッチクラスト(※2)、レアアース泥(※3)、メタンハイドレート(※4)等の鉱物資源・エネルギー資源が見つかっています。これらの資源を活用することができれば、我が国の経済成長を支えるだけでなく、世界経済の持続的な発展にも貢献することができます。そのため、我が国は海洋資源の商業化に向けた取組を進めており、文部科学省は科学技術の観点から貢献するための取組を進めています。具体的には、海洋研究開発機構や大学等研究機関で探査技術・手法の研究開発や広域科学調査などを実施しています。 探査技術の研究開発においては、大学等研究機関において平成20年度からセンサー開発を実施しており、平成25年度からはそれらを組み合わせた効率的な広域探査システムの開発を実施しています。海洋研究開発機構では開発されたセンサーを搭載する自律型無人探査機(AUV)や遠隔走査型無人探査機(ROV)等の機能向上を実施しているほか、熱水鉱床等の高温・高腐食性かつ複雑な地層で資源を掘削するための掘削技術の高度化や最先端の機材・施設を搭載できる海底広域研究船の建造を進めています。また、探査手法の研究開発においては、鉱床の生成条件を調査して鉱床生成モデルを構築し、モデルを活用した新たな探査手法の研究開発を進めており、これらの探査技術・手法を活用して広域科学調査を加速させることを目指しています。 ※1 海底熱水鉱床: 海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してできたもの ※2 コバルトリッチクラスト: 海水中に溶けている金属成分が沈殿してできたもの ※3 レアアース泥: レアアースを含む海底堆積物 ※4 メタンハイドレート: 低温高圧の条件下で水分子にメタン分子が取り込まれ、氷状になったもの	海洋資源調査研究の戦略的推進, 文科省 < https://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/kaiyou/gaiyou/1343280.htm >

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620030	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	石油・天然ガスについて、自主開発比率を2019年度の34.7%から、2030年に50%以上、2040年には60%以上を目指す。また、メタンハイドレートを含む国産資源開発などに取り組む。	エネルギー基本計画の概要,経産省資源エネルギー庁令和3年10月 < https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf >
620031	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620101: 自然資源からの有用物の調達	国際水素サプライチェーン、余剰再エネ等を活用した水電解装置による水素製造の商用化、光触媒・高温ガス炉等の高温熱源を活用した革新的な水素製造技術の開発などに取り組む。	エネルギー基本計画の概要,経産省資源エネルギー庁令和3年10月 < https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf >
620032	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620102: 自然資源のリサイクル	日本のように鉱物資源に限られる国であっても、低コストにリサイクルできる仕組みを構築することが持続可能な発展を目指す上で不可欠な要素となる。	未来社会構想2050
620033	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620102: 自然資源のリサイクル	鉱物資源について、供給途絶が懸念されるレアメタル等へのリスクマネー支援を強化。海外権益確保とベースメタルのリサイクル促進により2050年までに国内需要量相当の確保を目指す。また、海底熱水鉱床やレアアース泥等の国産海洋鉱物資源開発などに取り組む。	エネルギー基本計画の概要,経産省資源エネルギー庁令和3年10月 < https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-2.pdf >
620034	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6201: 自然資源の持続的なアクセス・調達	620102: 自然資源のリサイクル	リサイクル分野は、2017年から2060年にかけて3倍以上の規模になると予測されている。2030年まではリサイクルと鉱業の両方がほぼ同じペースで増加すると予測されるが、2030年以降はリサイクルの方がより大きく成長すると予測される。これは、発展途上国の成長ダイナミクスによるものである。高成長期には、インフラ整備が盛んになり、主に一次材料が使われるようになる。しかし、経済が成熟し、廃棄物の増加によりリサイクル可能な材料が増加すると、リサイクル分野の重要性が高まり始める。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620035	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保(生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	「水」「食」「資源」「エネルギー」など、人類の生存基盤ともいえる資源が足りなくなる	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～
620036	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保(生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	2050年には「水」「食料」「資源」が大きな課題に直面する	つくりたい2050年の社会 ～水・食・資源から～

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620037	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	水に対する需要は 2000 年から 2050 年の間に、主に製造業の工業用水（+400%）、発電（+140%）、生活用水（+30%）の増加により、全体で 55%の増加が見込まれています	つくりたい 2050 年の社会 ～水・食・資源から～
620038	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	2050 年には、深刻な水不足に見舞われる人口は、39 億人（世界人口の 40%以上）となる可能性もあると予想されています	つくりたい 2050 年の社会 ～水・食・資源から～
620039	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	水の競合する需要に対して、灌漑水を増やす余地はほとんどないとされている。河川及び湖水の流水や生態系はリスクにさらされる。一部の地域では、地下水の枯渇は農業や都市水供給の最大の脅威になる可能性もある。大半の地域では、都市排水と農業による栄養素汚染が進み、富栄養化の増大と水生生物多様性の破壊をもたらす見込み。	OECD 環境アウトルック 2050: 行動を起こさないことの代償 概要版
620040	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	2050 年になっても上水道を利用できない人口は、世界全体で 2 億 4,000 万人以上に上ると予想される。	OECD 環境アウトルック 2050: 行動を起こさないことの代償 概要版
620041	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	基本的な衛生施設を利用できない人口は、2050 年時点でも、依然として 14 億人に上る見込みである。	OECD 環境アウトルック 2050: 行動を起こさないことの代償 概要版
620042	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	2050 年までに 90 億人を養うためには、農業生産が 60%増加し、水の取水量が 15%増加することが必要である。	WATER RESOURCES MANAGEMENT ,世界銀行 < https://www.worldbank.org/en/topic/waterresourcesmanagement#1 >
620043	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	2050 年には「水」「食料」「資源」が大きな課題に直面する	つくりたい 2050 年の社会 ～水・食・資源から～
620044	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	食料と水の不安: 今後 20 年間にいくつかの国で食料と水の供給不安が深刻化する可能性がある。サハラ以南のアフリカ、中央アメリカ、アルゼンチンとブラジルの一部地域、アンデス地域の一部、南アジア、オーストラリアなど天水農業に依存している地域は、特に脆弱である。	NIC_2021_Global Trends_2040
620045	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保（生存資源の確保）	620201: 生存基盤としての水（淡水）の確保	【水不足】世界人口の半数近くがすでに年間 1 カ月以上、潜在的な水不足地域で生活しており、2050 年にはそれは約 48 億～57 億人に増加する可能性がある。影響を受ける人々の約 73%がアジアに住んでいる（2050 年には 69%）。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620046	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【都市化と水問題】現在、世界人口の55%が都市部に住んでいるが、この割合は2050年までに68%に増加し、さらに25億人が都市部に増えると予想されており、増加分の90%近くがアジアとアフリカで発生している。都市部では、インフォーマルな居住地で基本サービスを利用できないことや、民間業者の水の価格が高く品質管理ができていないことが大きな課題となっていることが多い。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620047	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【水・食糧・エネルギー】現在、約8億人が飢餓状態にあり、2050年までに世界の食糧生産量を50%増加させなければ、地球上に住む90億人以上を養うことはできない。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620048	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【水・食糧・エネルギー】サハラ以南のアフリカでは、2050年までに灌漑面積が2倍以上になると予想され、数百万人の小規模農家が恩恵を受ける。しかし、現在の世界の灌漑用水使用の41%は、必要な環境流量を犠牲にしている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620049	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【水・食糧・エネルギー】世界の水需要は、2050年までに20~30%増加すると予測されている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620050	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【水・食糧・エネルギー】世界の水需要(取水量)は、製造業の需要増(400%増)を主因に、2050年までに55%増加すると予測されている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620051	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【水・食糧・エネルギー】2035年までに、エネルギー生産のための取水量は20%、消費量は85%増加する可能性がある。これは、より高度な冷却システムを備えた高効率発電所へのシフト(取水量は減るが消費量は増える)とバイオ燃料の生産増加によって推進される。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620052	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【農業の効率化】農業は、今世紀の半ばまで、引き続き最大の水使用部門となる。バイオ燃料へのシフトは一般に歓迎されているが、その生産には化石燃料と同程度の水が必要となる可能性がある。食料に関しては、人口増加に伴い需要量が増加しており、多くの国で所得が増加するにつれ、デンブン中心の食事から、より水を大量に消費する肉や乳製品への需要が増加することが世界的に顕著になってきている。アグリフードチェーン全体における効率化対策は、水とエネルギーの節約につながる。水供給会社から提供される情報に基づく精密灌漑は、水への投資から利益を得るために農家が灌漑システムに投資する動機づけとなる。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620053	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【都市へのサービス】 世界で急速に発展している都市の多くは低所得国にあり、当局や公益事業者は都市の拡大や水・エネルギー需要への影響を計画・管理する能力が限られている。雨水利用や排水の再利用など複数の水源を利用しているが、すべての水を安全な飲料水として処理するのではなく、使用目的に応じた処理だけを行うことで、消費量を削減し、供給の信頼性を向上させることができる。例えば、廃水からバイオソリッドを取り除き、調理や暖房に利用すれば、化石燃料の代替となり、廃水処理場での処理量も減らすことができる。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620054	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	【食料と栄養の安全保障】 世界的に見ると、すべての人の食料を生産するのに十分な水があるが、食料と栄養の不安は依然として広く存在する。安全な水や衛生設備へのアクセスが限られている、あるいは全くない地域では、下痢性疾患の蔓延が、高い児童死亡率、栄養不良、生産性の低下の主要因となっている。水の乏しい地域では、農業生産を維持し、食料価格の変動を回避するために、水の利用可能性を守る強固な戦略が必要である。作物、家畜、魚の生産を持続的に強化することを可能にする遺伝子工学と技術の進歩は、可能な限り効率的に需要を満たすのに役立つ。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620055	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	産業用および都市用取水量は世界的に増加し、気候変動は、農業セクターにおける水の供給と分配に不確実性を生み出す。	世界資源アウトルック2019政策決定者向け要約
620056	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6202: 水の確保 (生存資源の確保)	620201: 生存基盤としての水(淡水)の確保	あらゆる用途の世界的な水需要は、現在の消費量と比較して2050年までに50%増加する。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620057	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203: 気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301: 気候変動と水・資源の利用可能性	【気候変動】2050年までに、洪水の危険にさらされる人の数は、現在の12億人から16億人に増加する。2010年代前半から半ばにかけて、世界人口の27%に相当する19億人が潜在的な深刻な水不足地域に住んでいた。2050年には、この数は27億～32億人に増加する。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620058	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203: 気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301: 気候変動と水・資源の利用可能性	【災害】2050年までに、洪水の起こりやすい土地での人口増加、気候変動、森林破壊、湿地の消失、海面上昇などにより、洪水災害の被害を受けやすい人々の数は20億人に上ると予想されている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620059	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301:気候変動と水・資源の利用可能性	【生態系】世界的に、有害な藻類が発生する湖の数は、2050年までに少なくとも20%増加すると予想されている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620060	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301:気候変動と水・資源の利用可能性	【エネルギーミックス】化石燃料の生産は、バイオ燃料の生産や、シェールガスの採掘（フラッキング）のように、世界のエネルギーミックスの中で依然として主流であり、その割合も拡大している。水力発電や風力発電など、水への依存度が低い再生可能エネルギーが水需要を改善するように、より多くの支援が必要となる。地熱エネルギーは、温室効果ガスをほとんど発生させず、水を消費しない、長期的で気候に依存しない資源として大きな可能性を秘めている。	UN_WATER,国連 < https://www.unwater.org/water-facts/ >
620061	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301:気候変動と水・資源の利用可能性	資源効率性とは、より少ないインプットとより少ない負荷でアウトプットの改善を達成することであり、デカップリングの到達点は、資源使用と環境負荷を経済活動から切り離すことである。資源効率性政策は、歴史的傾向(シナリオ)と比較してGHG排出量を19%削減し、他の気候対策と組み合わせると、世界の排出量は2060年には43%増加ではなく90%削減になると考えられる。世界的な生息地の喪失は逆転し、13億ヘクタールの森林やその他の在来の生息地の喪失を防ぎ、2060年までにさらに4億5,000万ヘクタールの森林が回復する。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約
620062	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301:気候変動と水・資源の利用可能性	(資源効率性)シナリオで実施される政策パッケージは、2030年以前は純経済的便益をもたらし、2015年から2060年の期間中において、全ての所得グループの一人当たりGDPを増加させる。	世界資源アウトルック2019_政策決定者向け要約
620063	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620301:気候変動と水・資源の利用可能性	材料管理活動がGHG排出量の3分の2を占めている。材料管理に関連する温室効果ガス(GHG)排出量は、2017年の30Gt-CO ₂ -equ.から、2060年には約50Gt-CO ₂ -equ.に増加すると予測される。 化石燃料の使用、鉄鋼や建設資材の生産と使用は、エネルギーに関連する温室効果ガスや大気汚染物質の大きな排出につながる。コンクリートの使用量は非常に多く、kgあたりの影響が比較的小さくても、大きな影響を及ぼす。2060年の温室効果ガス総排出量のうち、コンクリート生産は12%、金属生産は12%を占めている。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
620064	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620302:地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	新興国、特にインド、そして後にはサハラ以南のアフリカの経済成長が予測され、建設資材の使用量を増加させる要因となる。経済成長の鈍化にもかかわらず、予測期間中、中国の材料使用量は最も高いままである。世界的に見ると、2017年から2060年の間に建設部門は2倍以上に増加し、材料の使用量も増加し、2060年には年間約84ギガトン(Gt)の建設材料が使用される。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620065	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620302:地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	重要鉱物の供給リスクが高まるのは、生産が埋蔵量の多い国にシフトするためだが、これらの国は政治的に安定していないか、世界市場の大きなシェアを占めている。アンチモン、蛍石、ガリウム、ゲルマニウム、黒鉛、インジウム、マグネシウム、レアアース、タングステンが中国が、白金族金属はロシアが主要供給国になると予測される。さらに、これらの材料は代替性が低く、リサイクル率も低いいため、供給リスクが大きくなっている。	OECD_Global Material Resources Outlook to 2060
620066	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620302:地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	資源ストレスの激化は、すでに激動している世界の国際関係に新たなリスクと不確実性をもたらすだろう。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620067	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620302:地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	【エネルギー】2030年以降の2040年までに、中国とインドで需要の伸びが鈍化し、世界の需要の伸びも鈍化する	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
620068	食料・自然資源	6.2: 自然資源の確保・代替・安定供給	6203:気候変動・地政学的環境変化と自然資源	620302:地政学的環境変化と水・資源の利用可能性	【鉱物】2040年までに、大規模な新興国におけるインフラ整備や建設ブームが徐々に落ち着き、鉄鋼需要の伸びは鈍化する。	"Natural Resources in 2020, 2030, and 2040: Implications for the United States
710001	技術進歩/接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710101: 犯罪技術の高度化	AIによる攻撃は、より高度になった難読化技法によって支援されることは必至で、おそらく難読化自体がAIによって強化される。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710002	技術進歩/接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710101: 犯罪技術の高度化	自然言語処理とGANのさらなる進歩によって、より本物らしく、より人間らしく見えるように合成された、偽情報による詐欺が展開できるようになることも考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710003	技術進歩/接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710101: 犯罪技術の高度化	AIサイバー攻撃は高速で実行されるため、自己学習機能を搭載した難読化ツールによって特定作業が妨害されるような場合には特に、迅速な特定が困難になる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710004	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	組織犯罪とサイバー犯罪の増加	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
710005	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	今後 10 年間には、反復操作の自動化が以前にも増して進められるとともに、機械学習が高度に発展し、組織、社会のあらゆる分野で人工知能を搭載したツールが使われるようになる。この利用者には当然、個人、犯罪組織、国家などの攻撃者が含まれる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710006	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	不法な AI 対応ツールの販売により、専門的な技術力のほとんどない個人でもサイバー犯罪の企てを実行できるようになる。これが火付け役となって、ハッカーというより運営者/管理者の性格が強いサイバー犯罪者が急増することが考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710007	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	低軌道衛星による接続に依存する度合いが高まれば、当然これらの衛星は金銭やイデオロギーを動機とする攻撃の恰好の標的になる。自動運転車の妨害やハイジャックに関心が集まっていることはすでに明らかになっており、この関心は今後 10 年間に強まっていく。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710008	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	新しいグレーマーケットや犯罪小売市場が登場する。勤務中の監視に対する抵抗は、従業員のリアルな視聴覚的表現を誇る企業向け生産性モニターを巧みに欺く、AI 搭載のツールの誕生を促すかもしれない。このような状況では、行政機関、企業、消費者の環境でもっともらしく別人になりすます能力により、ID 窃盗がさらに巧妙化することにもなりうる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710009	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	幅広いサービスにまたがって一元化された国民 ID を採用している国では、認証情報が犯罪者にとって価値の高いものになる。デジタルツインのアクセス認証情報を入手すれば、犯罪者は組織のネットワークとサービスの高度な偵察を実行でき、不正な活動を開発段階でテストすることさえ可能になるかもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710010	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710102: サイバー犯罪の拡大	ウェアラブルデバイスやインプラントなど、センサーを内蔵した物体によって収集されるライフスタイルデータがさらに増加すれば、次世代の消費者監視ツールによって悪用されることは必至である。より巧妙なストーリーウェアによって、サイバー暴力が助長される可能性もある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710011	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	EU の大都市(人口 50 万人以上)では、重要インフラへのサイバー攻撃により、サービスが大幅かつ長時間(48 時間以上)中断される	BHMA_Continuous Cyberwar 4

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710012	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	低軌道宇宙衛星への物理的攻撃またはデジタル攻撃が成功すると、主要なシステム(全地球測位システム、電気通信、セキュリティ)のうち1つが長期間にわたって完全に機能しなくなる	BHMA_Continuous Cyberwar 4
710013	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	欧州の公的機関、企業、または個人からの大規模なデータ詐欺または盗難	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
710014	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	重要な EU インフラ、セクター、またはネットワークに対する、国家および非国家主体が関与する大規模なサイバー攻撃	EPRS_Towards a more resilient Europe post-coronavirus
710015	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	デジタルインフラストラクチャに対するサイバー攻撃が増加している。公共財としてのこのインフラへのアクセスに対する需要も増加する可能性がある(教育、健康、政府サービスも含まれる)	Foresight on COVID-19_Canada
710016	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	接続された物体が海底や地球の周回軌道内にあれば、サイバー犯罪の影響がかつてなく広い範囲に達する可能性がある。5G および 6G によって、このきわめて膨大な数の接続と、IoT 導入の大幅な進歩が実現し、おそらくその影響が最も顕著に見られるのは都市環境だろう。5G と 6G の幅広い受信可能範囲と、センサーの急増が複合的な要因となって、より壮大な規模でのサイバー脅威が現実のものになる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710017	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	シームレスな接続により、位置情報に基づいて攻撃の標的をより効果的に絞り込むことが可能になり、都市または国全体の統合サービスやネットワークを停止させたり、乗っ取ったりする攻撃も起こり得る。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710018	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	従来のスタイルの攻撃が存続する余地も同じくらいある。たとえば、実際の小売店舗が今後も存在し続ければ、PoS(Point of Sale)侵害の実行可能性も継続することになる。このような活動の影響を受けるのは、高齢層と先進テクノロジーをあまり利用しない層に偏るだろう。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710019	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710103: サイバー犯罪による被害の甚大化	AI の学習に使用されるデータセットの操作を伴う複雑な攻撃は、安全性の問題やロボットによる不正行為など、悪い結果を巧妙に作り出す。こうした方法は、知的財産の盗用よりも洗練された手段で競争優位性の獲得を狙う、十分な資金力のある企業や国家にとっては特に魅力的かもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710020	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710104: 技術進展による新たな脅威	データ操作が人々や物体に対してより直接的な影響を及ぼす可能性があることが強調される。データが主な要素になる2030年のサプライチェーンでは、たとえば食品の生産や医薬品の提供において、成分や指示が改変されると身体的危害につながる恐れがある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710021	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710104: 技術進展による新たな脅威	モノを狙った脅威は、MIoT という形で接続された標的を数十億規模で操れるようになる。処理能力のハイジャックが可能であることは、既存の IoT ボットネットがすでに実証している。シナリオで予想した事例はさらに一歩進んで、MIoT 侵害から金銭的な利益を得ている。街灯が割増料金の番号に電話をかけるなど。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710022	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710104: 技術進展による新たな脅威	真の MIoT 環境では、サイバー攻撃が成功すれば、製造や物流のみでなく、輸送、医療、教育、小売、さらに家庭環境でも混乱を引き起こす。付加製造、特に4D プリントにおいては、センサーに対して妨害やサービス拒否が仕掛けられると、製品の形状や状態が意図したとおりに変化しなくなる可能性がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710023	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710104: 技術進展による新たな脅威	2030年 は、エッジ処理と分析によって製品の自己ルーティングと自己改変が促進される時代。この未来では、アルゴリズムの自己学習と自律性も強化されるため、インサイダー脅威に対する私たちの認識も進歩が必要になる。これまでは組織に対する人間のリスクを指すものとして理解されてきたが、2030年のインサイダー脅威はオブジェクトやアルゴリズムであることも十分に考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710024	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7101: 技術が生み出すサイバー攻撃の新たな温床	710104: 技術進展による新たな脅威	EaaS (Everything as a Service)の世界では、巨大なクラウドベースのサービスプロバイダの侵害に成功すればさらに大きな収穫が得られ、1つの企業ネットワークに不正アクセスするよりも確実に大きな影響力がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710025	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7102: 新たな健康被害の発生と社会的リスク	710201: 新たな健康被害の発生	インプラントや人工装具によって人体がインターネットに物理的に接続するようになると、生理機能に妨害や損傷が引き起こされる可能性が出てくる。ブレインコンピュータインタフェース(BCI)の導入も同様に、神経学的プロセスの完全性に関する問題を引き起こす。不正アクセス、サービス拒否、搾取、ランサムウェアといった確立された脅威が、細胞組織に埋め込まれたセンサーに移行されるというだけで、その脅威を説明するに十分であり、一部の人々にとってはまさに死と同等の脅威になる可能性がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710026	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7102: 新たな健康被害の発生と社会的リスク	710201: 新たな健康被害の発生	没入型テクノロジーが高度に導入されると、ヘッドアップディスプレイによる認証（たとえば、虹彩認識による）が人間の認証手段としてさらに広く普及するようになると考えられる。没入型テクノロジーによってもたらされる脅威とサイバー暴力の心理面、感情面での潜在的な影響により、未来の情報セキュリティ要員は、緊急対応時にメンタルヘルスの専門家と緊密に連携することになるかもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710027	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7102: 新たな健康被害の発生と社会的リスク	710202: 新たな健康被害をもたらす社会的リスク	攻撃を受けた体験に関するデータを分析し、提示するよう求められることも考えられる。IT 詐欺や不適切なコンテンツの提供が原因で心理的危害や精神的苦痛を被ったとする訴訟が起こされる可能性も排除できない。情報セキュリティの専門家は、接続された医療デバイスが関与する傷害や死亡について調査するように求められるだろう。検死解剖の過程ではデジタル証拠が常に精査され、検死法廷では CISO が証言を求められるかもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710028	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7102: 新たな健康被害の発生と社会的リスク	710202: 新たな健康被害をもたらす社会的リスク	サイバーフィジカルセキュリティは重要インフラストラクチャのみに適用されるものではなくなる。身体や環境への危害を引き起こすサイバー攻撃は、月並みなデータ侵害の影響を大きく上回る被害をもたらす。失われるのはデータではなく人間。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710029	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7103: 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710301: 意志の操作・誘導	没入型テクノロジーとヘッドアップディスプレイ(HUD)によって情報がすぐ目の前に提供される世界では、データ操作が印象操作や偽情報に悪用されることが考えられる。今後、アルゴリズム最適化(SEO の後継技術)が反復されると、善意であれ悪意であれ、信念を変える力が高まっていく可能性がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710030	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7103: 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710301: 意志の操作・誘導	脅威ベクトルとしてのソーシャルエンジニアリングも同様に、体験の緊迫感によって反応を急がされ、批判的な視点を保てる距離が短縮された環境では、抵抗が難しくなるかもしれない。インターネットを媒介とするサービスによるマインドコントロールは、2020 年の時点ですでに目立つ存在になっているが、シナリオで予想した 2030 年には情報の説得力が高まるかに増している。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710031	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7103: 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710301: 意志の操作・誘導	ハイパーターゲティングが施されたコンテンツが目前に提示されると、見ているものに対する反応が強要される可能性がある。すなわち、単に視覚的である、また場合によっては直感的であるという理由だけで、情報の説得力が高まる。AI による行動ターゲティング広告は、消費者の意思決定能力を低下させることが考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710032	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7103: 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710302: 批判的思考力の剥奪	個人による知識保持のレベルが低下すれば、アクセスしやすい知識への注目度がさらに高まる。デジタル合成の人間が消費およびビジネスの環境において正当に利用されることで、自動化された活動に基づく本物でない行動を特定するツールや、顔の特徴の認証に依存するセキュリティ手段の実効性が低下する可能性がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710033	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7103: 意志の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	710302: 批判的思考力の剥奪	市民の批判的思考力を向上させるため、あるいは少なくとも真実の「ポスト信頼」についての認識を促すために前例のない取り組みが必要になる。たとえば、家族のリアルタイムのディープフェイクからライブ電話がかかってきてお金が必要だといわれたら、断ることは難しく、無視することはできないだろう。同様に、このような説得力のある詐欺ベクトルに対抗するには、技術的に正当性を判断するツールがさらに重要になってくると考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710034	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710402: 技術観・倫理の再構築	5G テクノロジーへの疑念によってすでに実証されているとおり、新興テクノロジーへの抵抗は物理的破壊という形で現れることがある。このテクノロジーが、データを収集して報告し、刺激に反応する製品の急増を招くだけでなく、AI の進化も促進する世界では、テクノロジーの進歩を中断または遅延させることを目的とした、物理的な攻撃やサイバー攻撃が起こることが予想される。地域によっては、個人データの収集と監視が強化されることへの不満が、治安の悪化を招く可能性もある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710035	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710401: 新たな社会的分断や格差の発生	インターネットに身体的に接続されることに乗り気でない人々も社会には出てくると推測される。現在も、5G や新型コロナウイルスのワクチンなどの進歩に対して一部の層から疑念が生じており、中でもワクチンに無料の追跡マイクロチップが仕込まれているという陰謀論がおそらく最も顕著に示しているように、テクノロジーは身体的危害と容易に関連付けられることがある。医療でのユースケース以外でも、世代間の分断が生じる可能性がある。サイバーセキュリティのコミュニティが推測できるのは、若年層の標的グループと、医療面で脆弱な人々の侵害リスクが高まることである。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710036	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710401: 新たな社会的分断や格差の発生	サプライチェーンに制約があると新興テクノロジーの導入が遅れるだけでなく、テクノロジーを保護する能力にも影響が及ぶ。サイバーセキュリティにおける国産のイノベーションを推進しようとする国は、外国のサプライヤーに依存する国よりも、この予想される未来の難題をうまく切り抜かれるだろう。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710037	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710401: 新たな社会的分断や格差の発生	情報セキュリティ専門家は調達対象の選択についてさらに厳しい精査を受けることが予想でき、以前よりも可能な選択肢が少なくなることも考えられる。さらに、サイバースペースのガバナンス(主権地域とサイバー運用の規則を定めること)と、インターネットのガバナンス(コンテンツの規制)の区別はさらに曖昧になり、多面的な明確化が行われなければ完全に消滅する危険もある。テクノナショナリズムとデジタル主権の傾向がますます強まっていけば、真にオープンな市場に小さなからぬ難題をもたらすほか、真にグローバルなインターネットの可能性を永久に閉ざすことになる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710038	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710401: 新たな社会的分断や格差の発生	量子処理能力のバランスは比較的少数の地域に偏り、購入資金があるユーザにはサービスが少しずつ提供され、テクノロジーにおける「持てる者」と「持たざる者」の不均衡はさらに拡大していく可能性がある。こうした不均衡の影響は、2020年の時点ですでに認められているサイバーセキュリティ能力の格差の深刻化としても現れてくる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710039	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7104: 新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	710402: 技術観・倫理の再構築	情報セキュリティの専門家が使用するものを含めて、テクノロジーの開発においては、プライバシー、環境問題、人権のいずれに関しても「正しい」行動をすることがさらに重視されるようになると考えられる。今後10年間に、倫理の分野での専門知識が、テクノロジー開発における重要な資産になるかもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710040	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710501: サイバーセキュリティ対策における政府の役割と国際協調	アンケート参加者の大多数(54%)が、2030年には「各国が手違いによって、人間の介入しないサイバー攻撃を互いに仕掛ける」(Q.13)という設問に対して、起こり得ると回答している。この設問自体が、この分野での規制が必要であることを明らかに示している。2020年の多国籍サイバースペース統治案に対抗する動きが相次ぎ、テクノロジーの導入ペースに規制が追いつかない傾向が持続していることから見れば、自律型致死兵器システム(LAWS)の使用に関して、2030年までに多国籍合意がまとまるという見通しは楽観的かもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710041	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710501: サイバーセキュリティ対策における政府の役割と国際協調	デジタル経済圏が拡大することにより、デジタル空間での犯罪も拡大する。デジタル空間を安心・安全に利用するためにも、デジタル空間での犯罪の取り締まりや国際連携などで政府の役割はこれまで以上に増すだろう。	未来社会構想2050

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710042	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	AI によるサイバー攻撃、防御、インシデント対応の未来では、人間の役割は高度化する。人間による検証にエスカレーションするためのしきい値は高くなるものの、データ保護と違反通知の要件を含む、法規制に関する考慮事項の影響も受ける。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710043	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	AI による攻撃／防御モデルの登場により、必然的に法執行よりも予防とインシデント対応の活動の方が重視されるようになる。この状況では、技術面と人的な面のどちらでも、脅威インテリジェンスの価値がさらに高まる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710044	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	さまざまなサイバーセキュリティ利害関係者の役割と責任について考え直す必要がある。たとえば、攻撃の特定による法執行の可能性がさらに低下している世界では、法執行要員は活動の妨害と人的諜報活動の展開を目的とした、犯罪グループへの潜入に再び集中的に取り組むようになるかもしれない。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710045	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	何十億ものオブジェクトが 5G および 6G に接続され(MIoT)、エッジでの処理と分析、真の分散/クラウドコンピューティング、EaaS (Everything as a Service) が実現する未来では、サイバーセキュリティが歴史的に固執してきた、境界とネットワークに基づく保護からの脱却が求められる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710046	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	さまざまなデバイスとサービスにわたるデジタルアイデンティティの高度な統合、オフラインの人間やデバイスと一致しない合成アイデンティティ、さらに人間が状況に応じてアイデンティティを改変する機会がさらに増加する。このような未来でセキュリティソリューションが効果を発揮するには、このような複雑性の認識とそれに対する備えが必要になる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710047	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710502: サイバーセキュリティ対策の再構築	消費者に関する AI の利用と悪用を抑制する手段、シームレスでありながら一時的な接続 が提供されるスマートシティのような環境での調査権の確立など、さまざまな取り組みが必要になる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ
710048	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710503: プライバシー問題の複雑化とガバナンス	頻繁に幅広く行われるデータ収集によって、プライバシーに侵入される度合いが高くなる。このため、既存のデータ保護体制がこのような未来に適しているかどうか、また市民をユビキタス監視から保護するために追加の法律制定が必要かどうかを検討する必要がある。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

No.	分類	中分類	領域	社会問題群	予測情報（ステートメント）	文献名
710049	技術進歩/ 接続性	7.1:サイバー社会の脆弱性への対応	7105: サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	710503: プライバシー問題の複雑化とガバナンス	2030年までに生成されるデータの量に関する懸念もある。データの処理と保管に関する規制を補完するために、アーカイブ、エージング、整理に関する要件、さらに該当する場合は時間制限を定める必要がある。この要件に対応するために、個人用のアーカイブサービスやレガシーサービスがプライバシー管理市場の分野として登場することが考えられる。	PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ

参考資料 2 テーマ別の解決すべき課題（体系図）

(1)働き方(AI・ロボット・ICT で変わる働くことの意味)

①技術的側面

領域	解決すべき課題
機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	人間に求められる役割・職能の変化 <ul style="list-style-type: none"> • 基本的な問題は AI が対応できるようにすること : C • ロボットが代替することで人材不足の解消へつながる : C • 現場作業が減る事により創造的な仕事をする労働力の向上 : C • 労働の機械化、自動化に伴う新規雇用の創出 : C • 労働の機械化・自動化の浸透 • 介護など過酷な仕事の負担減 : C • 限界集落に住む年若い親を遠隔で見守りできるシステム : C • 自動実験ロボット、ラボ・オートメーション : N • 文書の自動生成 : N • エネルギー高効率化 : N • AI 予測、数値解析、知識抽出 : N • ケモインフォマティクス : N • デジタル有機合成 : N • ヒューマンインタフェース : N • Physics Informed AI、AI beyond physics : N AI 倫理指針の検討と実施 <ul style="list-style-type: none"> • AI の開発と利用に関する指針の検討と実施 : E
日本型雇用システムの変容・変換	AI 活用等の労働形態の多様化、職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化 <ul style="list-style-type: none"> • 電子決済 : N • ブレイン・マシン・インタフェース : N • サイバネテック・アバター : N • 電算機モデルとしての脳機能の解明 : N • メタバース : N • ハプティクス : N • 選択しやすい基盤整備 : N • 精神活動、こと、幸福感の解明 : N • 選択しやすい基盤整備 : N 空間的・時間的制約から解放 <ul style="list-style-type: none"> • 電子決済 : N • 精神活動、こと、幸福感の解明 : N • メタバース : N • サイバネテック・アバター : N • 選択しやすい基盤整備 : N 多様な人材が活躍できる環境を整える <ul style="list-style-type: none"> • 自然言語処理 : N • 音声対話 : N • メタバース : N

	<p>個人情報保護に関する基盤の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> 人材の流動化の加速に伴う個人情報の保護が重要:E
労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	<p>国際的な人材の流動性の高まり</p> <ul style="list-style-type: none"> 自然言語処理:N 音声対話:N メタバース:N <p>包摂的な社会参画の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> 精神活動、こと、幸福感の解明:N メタバース:N ヒューマンインタフェース:N

※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

②社会的側面

領域	解決すべき課題
機械化・自動化の浸透と人間の役割の変化	<p>人間に求められる役割・職能の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 現場作業が減る事により創造的な仕事をする労働力の向上:C 労働の機械化、自動化に伴う新規雇用の創出:C 創造的な人間が育ち、見た事もない楽しそうな社会の実現:C 専門教育、研究教育、コンテンツ教育:N <p>労働の機械化・自動化の浸透</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究費の拡充、研究者の雇用:N <p>AI 倫理指針の検討と実施</p> <ul style="list-style-type: none"> AI の開発と利用に関する指針の検討と実施:E
日本型雇用システムの変容・変換	<p>AI 活用等の労働形態の多様化、職業意識やワーク・ライフ・バランスの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 労働形態の多様化:C 柔軟な働き方により感染症拡大防止にも役立つようなこと 働く場所をオフィスに固定せず、ワーク・ライフ・バランスを取りやすくなること:C 同一賃金が進めば地域に縛られずに地方の過疎化している村にも人が流入し過疎化の抑制に貢献できること:C 従業員満足度:C 選択しやすい基盤整備:N AI 活用に対する意識の醸成:E フリーランスの増加や正社員のスタイルの変化などの変化への対応:E <p>空間的・時間的制約から解放</p> <ul style="list-style-type: none"> 職業選択の多様化による包括的支援:C 仕事とプライベートのメリハリ:C 従業員満足度:N 選択しやすい基盤整備:N 地域に縛られずに多様な働き方ができること:C 地方から都会に引っ越さなくてよくなること:C 選択しやすい基盤整備:N

領域	解決すべき課題
	<p>多様な人材が活躍できる環境を整える</p> <ul style="list-style-type: none"> • 育児、介護と両立しやすくなり、女性が働きやすくなる:C <p>個人情報保護に関する基盤の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 人材の流動化の加速に伴う個人情報の保護が重要:E
労働市場の変化と包摂的な社会参画の促進	<p>国際的な人材の流動性の高まり</p> <ul style="list-style-type: none"> • 雇用の流動化の推進:C <p>包摂的な社会参画の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> • 障害者、病気を持つ者、高齢者も働きやすくなる:C <p>産業別格差の是正、対価の見直し</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国際的な同一賃金が進めば貧富の差が少なくなる:C • 新たなシステムを導入できる企業とできない企業間の新たな格差の解消:N • 信頼関係をベースとした報酬や対価の考え方の見直し:N

※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

(2)人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応(超高齢化社会における「現役」概念の変容)

①技術的側面

領域	解決すべき課題
超高齢化社会の到来	<p>寿命延伸</p> <ul style="list-style-type: none"> • 検査技術の研究開発:N • パンデミックに対応した研究開発・社会制度開発:N • ニューロン/エピゲノムの分析・制御:N <p>医療・介護サービスの需要増加</p> <ul style="list-style-type: none"> • 運動機能の研究開発:N • 神経科学の研究開発:N • 最適制御の研究開発:N • 人口モデルの研究開発:N <p>社会的孤立化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 意欲・気力・体力の継続:C • 老後ストレス:C • 視力の確保のための研究開発:C <p>人生設計・高齢者に適した暮らし</p> <ul style="list-style-type: none"> • 健康状態の変化の早期発見・検査のための研究開発・社会制度開発:N • フレイル予防/健康管理:C

領域	解決すべき課題
社会保障の不安定化	社会保障整備の必要性の高まり <ul style="list-style-type: none"> • (該当なし)
社会の重心変化	生産年齢人口の減少 <ul style="list-style-type: none"> • 遠隔制御:N • 仮想化:N • メタバース:N • テレワーク(高齢者活用) :C
「現役」世代の拡大	高齢者の能力活用と労働環境整備 <ul style="list-style-type: none"> • AIソリューション対応教育(リスキリング):E 生産性の維持 <ul style="list-style-type: none"> • 加齢による脳機能低下:N • ストレス軽減:N • メンタルヘルス:N

※解決すべき課題の表記：C=市民WSコメント、N=専門家ENQ、E=専門家WSコメント

②社会的側面

領域	解決すべき課題
超高齢化社会の到来	寿命延伸 <ul style="list-style-type: none"> • 健康寿命延伸／さらなる延伸の不安／真の健康寿命延伸:C • 収入源の確保:C 医療・介護サービスの需要増加 <ul style="list-style-type: none"> • 高齢者向けサービスの拡充:C 社会的孤立化 <ul style="list-style-type: none"> • 意欲・気力・体力の継続:C • 老後ストレス:C • 視力の確保のための研究開発:C 家族形態の変化 <ul style="list-style-type: none"> • 家族の繋がり再検討:C • 独居老人等への対応:C • 未婚の原因(対策):N 人生設計・高齢者に適した暮らし <ul style="list-style-type: none"> • 健康状態の変化の早期発見・検査のための研究開発・社会制度開発:N • フレイル予防／健康管理:C • 健康状態格差(健康で働ける人と健康で働けない人:認知症予防、アルコール依存他):C
社会保障の不安定化	社会保障整備の必要性の高まり <ul style="list-style-type: none"> • 社会保障制度の設計:N • 政策のコミュニケーション:N

領域	解決すべき課題
	<ul style="list-style-type: none"> • 公共経済学:N • 知識がないままの資産運用の適・不適:C <p>社会保障財政基盤の脆弱性の高まり</p> <ul style="list-style-type: none"> • 社会保障費の増加・財源不足(年金、生活保護) :C • 介護保険、生命保険の持続性:C
社会の重心変化	<p>生産年齢人口の減少</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高齢者雇用と見込み労働者の雇用対策の重要性の比較:C • 高齢者雇用の需給バランス:C • 雇用における年齢差別・性差別の解消と高齢者雇用による変化:C • 働く高齢者増による若年層負担軽減・ワンオペ解消:C • 留学生・移民の取り込み:N <p>世代間の資源移転・移譲の先延ばし・若者の自立支援</p> <ul style="list-style-type: none"> • 現役延長による高齢者保有資産の活用機会の減少(一部産業の活性化の足かせ) :C • 寿命延伸による子等への資産相続時期の先送り(親に頼れない・頼らない) :C • 若年層の雇用機会の低下:C • 働く場での高齢者と若年者の世代格差・馴染まない:C
「現役」世代の拡大	<p>高齢者の能力活用と労働環境整備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高齢者の学びの場の提供:C • 学校内・企業内教育(新たな雇用システムへの対応):E • 先人の知恵／高齢者が保有する能力の活用:C • 高齢者の経験・知見の引継ぎ時間の確保:C • 高齢者の未経験の仕事に対する抵抗感の低減:C • 凝り固まった考えの強要:C • 若い人の関わり機会の担保:C • AIソリューション対応教育(リスキリング):E <p>生産性の維持</p> <ul style="list-style-type: none"> • 現場負担の増加:C • 高齢者の労災事案の増加(雇用リスク、雇用の消極化) :C • 健康維持・増進／健康観察:C 高齢労働負荷(現役強制) :C • 離職予防:N <p>働きがい・生きがい・現役の定義の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 生涯雇用、目的ややりがいを担保・創出・促進:C • 自己責任を基本にした生き方:C

※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

(3) 食料資源の安定供給・確保(みんなで食べ続けるための食のあり方)

①技術的側面

領域	解決すべき課題
食料需要の高まりと市場の不安定化	<p>食料需要の拡大と多様化への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • スマート農業:N • 大規模蓄電池:N • 再生可能エネルギー:N • 計算食料科学:N • 計算水産学:N • 計算畜産学:N • バイオテクノロジー:N • グリーンインフラ:N • 大気圧プラズマ:N <p>食料価格の高騰と市場の不安定化への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • アミノ酸バランス飼料:N • 水資源評価:N • 人間活動・気候変動影響予測:N • 植物生育予測:N • 非破壊分光計測:N • 特用林産物:N • バイオプランティング:N
食の生産システムの高度化・フードテックの活用	<p>新たな食料供給源の開拓</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水・食料・エネルギー連環(ネクサス):N • 未利用資源の食料化:N • ゲノム編集:N • ゲノム編集育種:N <p>人工的な食料生産の進展</p> <ul style="list-style-type: none"> • 植物保護科学:N • ゲノム編集:N • ゲノム編集育種:N • 培養肉:N • 代替タンパク質:N • 低コスト化、データ管理の仕組みづくり:C、N <p>海洋・漁獲資源の確保・管理</p> <ul style="list-style-type: none"> • 海水浄化:N • 漁場・環境評価:N • 新規養殖魚開発:N • 寄生虫対策:N • 生物資源管理:N
持続可能な食	<p>生産と消費の近接化</p> <ul style="list-style-type: none"> • サーキュラーエコノミーや持続可能な水資源利用の実現:N <p>持続可能な食料生産</p> <ul style="list-style-type: none"> • スピードブリーディング:N

	<ul style="list-style-type: none"> • アミノ酸バランス飼料:N • 精密計測:N • 分光計測:N • 無土壌化の開発:C • 食の生産のためのテラフォーミングとその倫理:N • 農業のオートメーション化による農家の身体への負担軽減:C <p>持続可能な食料消費</p> <ul style="list-style-type: none"> • 鮮度保持等に係るパッケージング技術:N • 鮮度保持:N • シェルフライフ延長:N • 人間活動・気候変動予測の手法・ツール開発:N
食をめぐる ウェルビーイング	<p>栄養不足への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分子育種:N • NBT(新しい育種技術):N • バイオスティミュラント:N • 植物保護科学:N • 水生生物の生態学的知見:N • 昆虫食:N <p>非感染性疾患の増加への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • バイオメテイクス:N • バイオセンサー:N • 機能性生体指標:N • 飽食:N • 潜在的欠乏:N • ワンヘルス:N <p>QoLの向上</p> <ul style="list-style-type: none"> • QOLを高める食研究:E

※解決すべき課題の表記：C=市民WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

②社会的側面

領域	解決すべき課題
食料需要の高まりと 市場の不安定化	<p>食料需要の拡大と多様化への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • スマート農業の振興(光合成の人工化や無土壌化の開発等を含む):N • 大規模蓄電池や再生可能エネルギー等の活用:N • エネルギー需給バランス:N <p>食料価格の高騰と市場の不安定化への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • 競争戦略:N • 非価格競争:N • コモディティ化の弊害:N
食の生産システムの 高度化・フードテック の活用	<p>新たな食料供給源の開拓</p> <ul style="list-style-type: none"> • 未利用資源の食糧化:N • 生物多様性の農業活用:N

領域	解決すべき課題
	<ul style="list-style-type: none"> • 農業生態系の多様化:N <p>人工的な食料生産の進展</p> <ul style="list-style-type: none"> • フードエシックス:N • 環境倫理:N • 動物倫理:N • データやプライバシーの保護:C • 遺伝子組み換え作物等への安全性:C • 低コスト化、データ管理の仕組みづくり:C • 農業の無人機械化と農家の所得向上:C <p>海洋・漁獲資源の確保・管理</p> <ul style="list-style-type: none"> • 漁獲管理:N • 富栄養化:N • 海洋や海底の利用に関する国際協力:C
持続可能な食	<p>生産と消費の近接化</p> <ul style="list-style-type: none"> • サーキュラーエコノミーや持続可能な水資源利用の実現:N • 首都圏と地方のバランス(地域活性化、働き方等の考慮):E <p>持続可能な食料生産</p> <ul style="list-style-type: none"> • 耕作放棄地、未利用公共牧場の活用:N • 食の生産のためのテラフォーミングとその倫理:N <p>持続可能な食料消費</p> <ul style="list-style-type: none"> • 植物食文化:N • 健康・栄養状態:N • フードエシックス:N
食をめぐる ウェルビーイング	<p>栄養不足への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • フードロス:N • 栄養障害の二重負荷:N • グローバルレベルでの協力:C • 貧富の拡大:C • 国内紛争や国際紛争の可能性:C <p>非感染性疾患の増加への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> • 飽食:N • 潜在的欠乏:N • ワンヘルス:N • 健康管理によって、食生活などで生活習慣病を治す:C • 栄養の確保と食事の楽しみのバランス:C • 食品の安全性の担保:C <p>QoL の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> • QOL を高める食研究:E • 柔軟な発想を持つ学校教育・生産者教育:E

※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

(4) 自然資源の確保・代替・安定供給(限りある資源を限りなく使い続ける智慧)

①技術的側面

領域	解決すべき課題
<p>環境(気候変動)・地政学リスクと自然資源</p>	<p>温暖化の軽減策の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> • 再生可能エネルギー:N • 核融合:N • 二酸化炭素固定化:N • 気候変動の影響評価:N • 生物環境影響評価:N • 生分解性プラスチック:N <p>汚染除去や無害化の研究開発、資源使用からの環境負荷の低減策</p> <ul style="list-style-type: none"> • シミュレーション・AI予測:N • 人工資源:N • 生物環境影響、生分解性プラスチックの普及・生態系破壊:N
<p>水の確保(生存のための資源)</p>	<p>安全な水の確保、水への依存度が低い再生可能エネルギーへのシフト</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水浄化, 創水:N • 水蒸気凝結:N • 小規模分散型水インフラ:N • 化学物質の設計・製造段階での物性予測による水源汚染防止:N • 水資源の定量化(モニタリング):N <p>生産・加工・流通の全体効率化による節水・都市排水</p> <ul style="list-style-type: none"> • 物性予測:N • 地下水の水涵養量の科学的解明:EH • インフラ維持/小規模分散型水循環システムの確立、配水のスマート化:N • ウォーターフットプリント:N
<p>鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用</p>	<p>探査、採掘、加工技術の能力向上</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地球外資源:N • 海洋資源の利用:N • 低負荷の鉱物資源探査:N • スマートマイニング:EH • 原子核反応:N • 再エネ機器に使用される天然鉱物資源の採掘:EH • 蓄電池:EH <p>有害性の少ない再生可能な資源・持続可能な消費への移行</p> <ul style="list-style-type: none"> • 新材料開発、新物質生成:N • マテリアルズインフォマティクス:N • 金属トレーサビリティ/デジタル・プロダクト・パスポート:EH <p>重要鉱物のリサイクル推進、重要鉱物非依存技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> • レアメタル不使用バッテリー開発:N • 溶液状態の有用元素の回収技術:N • 元素戦略:N • 都市鉱山:N

	<ul style="list-style-type: none"> 高品質リサイクル:N 循環社会の実現(循環経済に資する材料・デバイス・システム開発):N
国際的な資源環境管理と平和構築	<p>自然資源の開発に係る国際・地域紛争回避の取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛星等を活用した自然資源開発の監視(Reputation リスクへの対応):EH 地域的に偏在せず豊富な元素のみを用いた技術開発を目指す元素戦略:N <p>環境保全・環境修復</p> <ul style="list-style-type: none"> パッシブトリートメント:EH 環境保全と修復に関する国際間・地域間格差の解消:N Social LCA(地域の文化、宗教、芸術を含めた理解:データ蓄積):EH

※解決すべき課題の表記:C=市民WSコメント、N=専門家ENQ、EH=専門家ヒアリング

②社会的側面

領域	解決すべき課題
環境(気候変動)・地政学リスクと自然資源	<p>温暖化の軽減策の実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 気候変動の影響評価(定量的評価による政策立案、国際枠組み:途上国・新興国の環境政策の実効性確保、二酸化炭素削減目標の現実性検証):C 土地利用(人工的、自然植生、再エネのための土地利用の選択):EH 再生可能エネルギー導入の格差:C <p>汚染除去や無害化の研究開発、資源使用からの環境負荷の低減策</p> <ul style="list-style-type: none"> サプライチェーン分析:N 生物環境影響、生分解性プラスチックの普及・生態系破壊:N
水の確保(生存のための資源)	<p>安全な水の確保、水への依存度が低い再生可能エネルギーへのシフト</p> <ul style="list-style-type: none"> 水市場のマーケットデザイン:N 統合的水資源管理:EH <p>生産・加工・流通の全体効率化による節水・都市の節水</p> <ul style="list-style-type: none"> Socio-hydrology:EH 水資源の多い肉や乳製品に関し、バーチャルウォーターの考慮:N 水資源の悪化を考慮した価格設定:C
鉱物資源の持続可能な調達・管理・利用	<p>探査、採掘、加工技術の能力向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 蓄電池・バッテリーの安定供給:EH <p>有害性が少ない再生可能な資源・持続可能な消費への移行</p> <ul style="list-style-type: none"> 金属トレーサビリティ/デジタル・プロダクト・パスポート:EH 循環社会の実現(法整備、市民への啓発、行動変容):C <p>重要鉱物のリサイクル推進、重要鉱物の非依存技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 循環社会の実現(循環経済に資する材料・デバイス・システム開発):N

領域	解決すべき課題
国際的な資源環境管理と平和構築	<p>自然資源の開発に係る国際・地域紛争回避の取り組み</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛星等を活用した自然資源開発の監視 (Reputation リスクへの対応): EH 地域的に偏在せず豊富な元素のみを用いた技術開発を目指す元素戦略: N 資源開発における地域住民との Win-Win 関係の構築 (合意形成): EH レアメタルの再利用、有効活用による平和構築: C 今次の (ウクライナ) 戦争の影響: C 貴金属採掘地の国際管理: N <p>環境保全・環境修復</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際協調枠組みの実効性: C 環境対策に関する国際的な格差の拡大: C Social LCA (地域の文化、宗教、芸術を含めた理解: データ蓄積): EH 鉱山開発跡地における環境修復 (森林再生、環境教育、技術支援): N

※解決すべき課題の表記: C=市民WS コメント、N=専門家 ENQ、EH=専門家ヒアリング

(5) サイバー社会の脆弱性への対応 (光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る)

① 技術的側面

領域	解決すべき課題
サイバー攻撃の新たな温床	<p>AI の学習に使用されるデータの適正な操作や防衛</p> <ul style="list-style-type: none"> 異常検知システムの高度化: C, N <p>重要インフラの安全性確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 通信衛星環境の理解: N
新たな健康被害と社会的リスク	<p>人体に埋め込まれたセンサーの安全な活用</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全なサイバー・フィジカル・システムの実現: C, N 身体的制約の超越: C <p>没入型テクノロジーと健康</p> <ul style="list-style-type: none"> サイバー・フィジカル空間における感情と生理機構の解明: N
意思・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	<p>印象操作や偽情報問題への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術的に正当性を判断するツールの開発: N 人間の創造性に与える影響の解明と対策: C サイバー空間におけるヒトの行動理解: C, N 情報偏向の実態解明と対策: C, N <p>批判的思考力の涵養</p> <ul style="list-style-type: none"> 自由意志の解明と能力開発: C, N
新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	<p>デジタル覇権とオープンな市場</p> <ul style="list-style-type: none"> デュアルユース研究の推進: N <p>誰ひとり取り残さない技術開発</p>

領域	解決すべき課題
	<ul style="list-style-type: none"> 分断を克服するための対話システム／新たなインタフェースの実現:C, N こころの理想状況実現支援システム:N 情報弱者への支援:C, N 自己実現機会の拡大:C
サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	<p>サイバーセキュリティ対策の再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 生体防御機構のネットセキュリティへの応用:N フォトニック集積回路:N 自動最適設計技術:N セキュリティ教育／教育支援システム:C, N 量子暗号・量子通信技術:N 個人認証システムの高度化:N <p>複雑化するプライバシー問題のガバナンスの再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 分散型ネットワーク時代のデータ保護・管理システム:N バイOMETRICS(生体認証)にかかるプライバシー問題の検討:E

※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

②社会的側面

領域	解決すべき課題
サイバー攻撃の新たな温床	<p>AI の学習に使用されるデータの適正な操作や防衛</p> <ul style="list-style-type: none"> 異常検知システムの高度化:C, N <p>重要インフラの安全性確保</p> <ul style="list-style-type: none"> (該当なし)
新たな健康被害と社会的リスク	<p>人体に埋め込まれたセンサーの安全な活用</p> <ul style="list-style-type: none"> (該当なし) <p>没入型テクノロジーと健康</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術依存への対応:C
意思・行動の操作・誘導と批判的思考力の剥奪	<p>印象操作や偽情報問題への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> 人間の創造性に与える影響の解明と対策:C 情報偏向の実態解明と対策:C, N <p>批判的思考力の涵養</p> <ul style="list-style-type: none"> 自由意志の解明と能力開発:C, N
新たな分断・格差の発生と技術観・倫理の再考	<p>デジタル覇権とオープンな市場</p> <ul style="list-style-type: none"> デュアルユース研究の推進:N オープンな市場を維持するためのリスク管理とアセスメント:E <p>誰ひとり取り残さない技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 分断を克服するための対話システム／新たなインタフェースの実現:C, N

領域	解決すべき課題
	<ul style="list-style-type: none"> • 新たな価値規範の構築と発信:C • 情報弱者への支援:C, N • 地域間格差の是正:C • 自己実現機会の拡大:C
サイバーセキュリティ対策とガバナンスの再構築	<p>サイバーセキュリティ対策の再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> • セキュリティ教育／教育支援システム:C, N • 国家間の協調・ルール形成と国内で有効な独自ルールの構築:C, E • DFFT(信頼性ある自由なデータ流通)の実現に向けた検討:E • 人権・法・民主主義的価値観の問い直し:E <p>複雑化するプライバシー問題のガバナンスの再構築</p> <ul style="list-style-type: none"> • 分散型ネットワーク時代のデータ保護・管理システム:N • バイオメトリクス(生体認証)にかかるプライバシー問題の検討:E

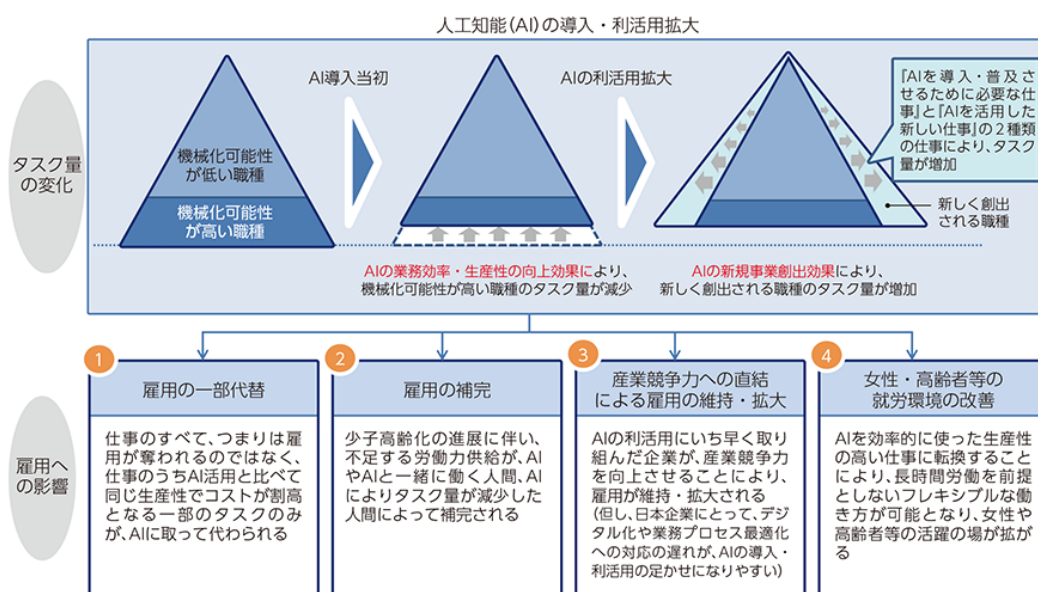
※解決すべき課題の表記：C=市民 WS コメント、N=専門家 ENQ、E=専門家 WS コメント

参考資料 3 将来社会課題に関連する情報

(1)働き方(AI・ロボット・ICT で変わる働くことの意味)

①想定される変化と取り組みの変化

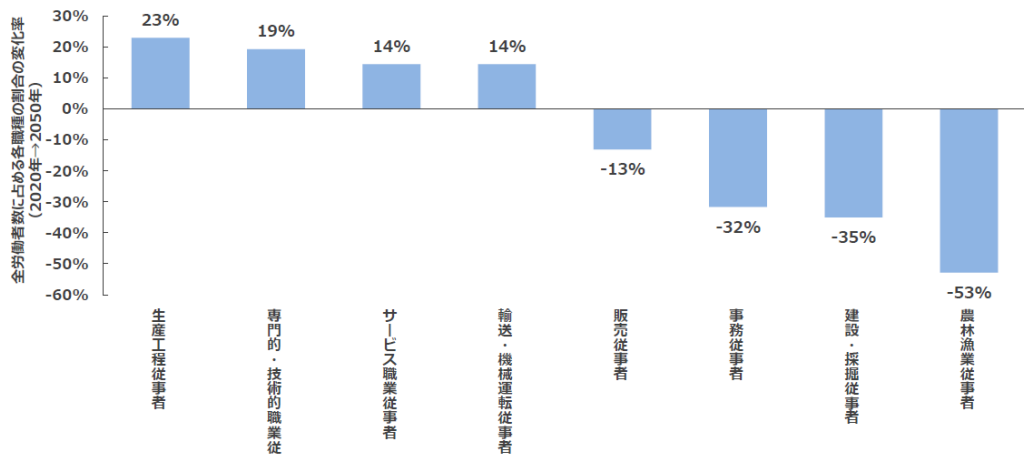
想定される変化として、AI 導入当初は機械化の可能性が高い業種のタスク量が減少する。AI 利活用が拡大すると、AI の新規事業創出効果により、新しく創出される業種のタスク量が増加する。自動化と雇用の関係では、NIC の「Global Trends 2040」によると、今後 15 年から 20 年の間に、自動化によって既存の仕事の 9%がなくなり、約 3 分の 1 が激変する可能性があると考えられる。また、世界経済フォーラム調査では、2025 年までに自動化によって 9,700 万人の新規雇用が創出され、8,500 万人の既存雇用が失われると予測される。このように今後 20 年間で、新技術によって創出される雇用の数は、破壊される数を上回る可能性が高い。



参考図 1 人工知能 (AI) の導入で想定される雇用への影響

出典：総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)

「職種」ごとの、必要となる労働者数の相対的变化を見ると、AI やロボットで代替しやすい職種では雇用が減少する。また、代替しづらい職種や、新たな技術開発を担う職種では雇用が増加する。



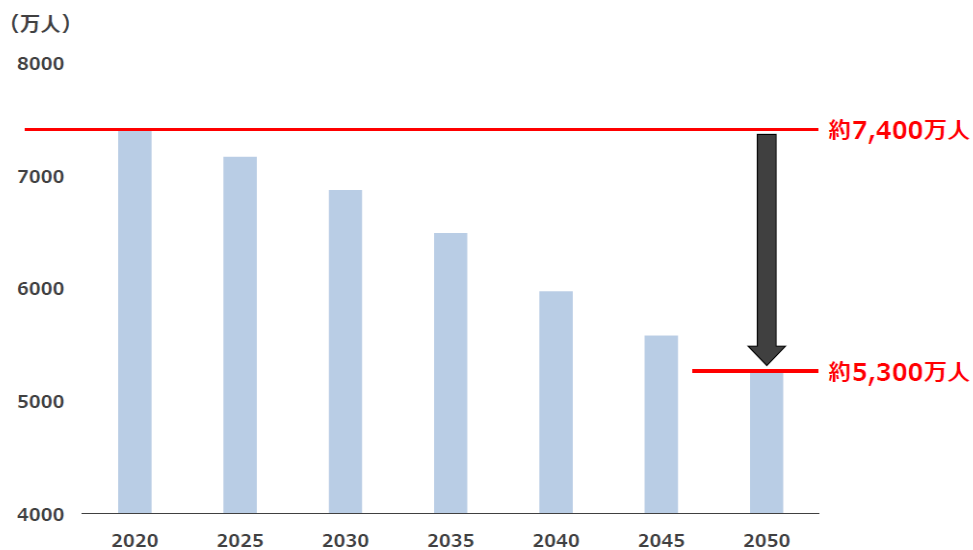
(注) 労働需要の増減と、各産業・職種の付加価値の増減は連動しない点に留意。
 (出所) 労働政策研究・研修機構「労働力需給の推計-労働力需給モデル(2018年度版)」, 「職務構造に関する研究Ⅱ」(2015年)、World Economic Forum “The future of jobs report 2020”, Hasan Bakhshi et al., “The future of skills: Employment in 2030”, 内閣府「産業界と教育機関の人材の質的・量的需給マッチング状況調査」(2019年)、文部科学省 科学技術・学術政策研究所「第11回科学技術予測調査ST Foresight 2019」等を基に経済産業省が推計。

参考図 2 主な「職種」ごとの、必要となる労働者数の相対的変化（高成長シナリオ）

出典：経済産業省「未来人材ビジョン」（令和4年5月）

②先見的に対応すべき問題群と追及すべき新たな価値（技術に対する潜在ニーズ）

日本の生産年齢人口は、2050年には現在の2/3に減少する。また、パーソナル研究所・中央大学「労働市場の未来推計 2030」（2018年10月）によると、2030年の人手不足数は、644万人に達する。



(出所) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」の出生中位(死亡中位)推計を基に経済産業省が作成。

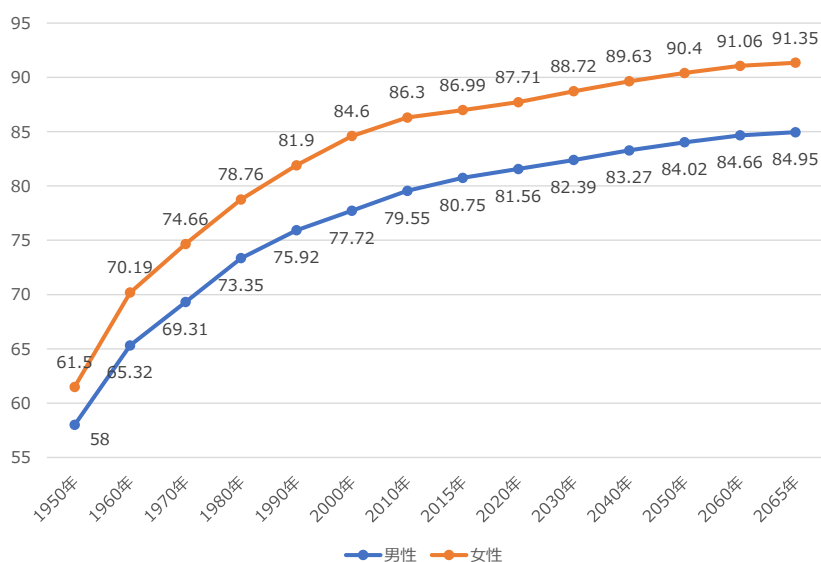
参考図 3 日本の生産年齢人口の推移

出典：経済産業省「未来人材ビジョン」（令和4年5月）

(2)人口構成の偏り・増減に伴う安定・不安定性への対応(超高齢化社会における「現役」概念の変容)

①想定される変化と取り組みの変化

想定される変化として、平均寿命は、この50年間で、男性で12.25歳分、女性で13.05歳分、平均寿命が延伸した。2065年には、女性で91.35歳に、また男性は84.95歳(女性の2000年並み)と推計される。日本をはじめ、アジアの国々では、高齢化率7%から14%に移行した期間は、20年前後(日本は24年)であり、欧米の40年から100年スパンで移行した社会(フランスは126年、スウェーデンは85年、米国は72年要した)とは異なる。このため、急速な高齢化の進展は、社会制度、インフラなどの整備が追い付かない事象が表出することが懸念される。



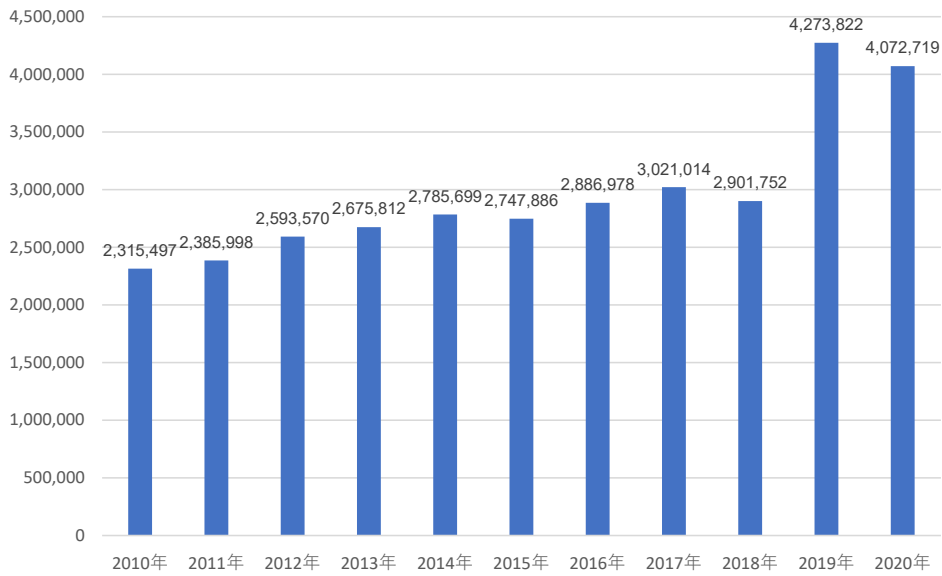
参考図4 平均寿命の推移と将来推計

出典：令和4年版高齢社会白書

②先見的に対応すべき問題群と追及すべき新たな価値(技術に対する潜在ニーズ)

医療機器の国内市場規模は、2019年には4兆円超に拡大した。また、医療機器の輸出金額についても、2019年に約1兆円弱まで拡大している。

高齢期においても、闊達な暮らしを送る高齢者が増加しつつあるが、情報機器の利用状況について、75歳以上では「使わない」とする人が3割を占める。今後、情報機器を使いこなす世代が高齢者層に区分されていく中で、新たなサービスの展開が期待される。



参考図5 医療機器の国内市場規模の推移（単位：百万円）

出典：令和4年版高齢社会白書

超高齢社会では、高齢者が「現役」で経済活動を支える場面も増えてくる。高齢者クラウドなどの新たな取り組みも進みつつある。一方で、高齢者の“現役化”は、健康状態（加齢による衰えを加味しないなど）とミスマッチした働き方により、労働災害の増加が懸念される。



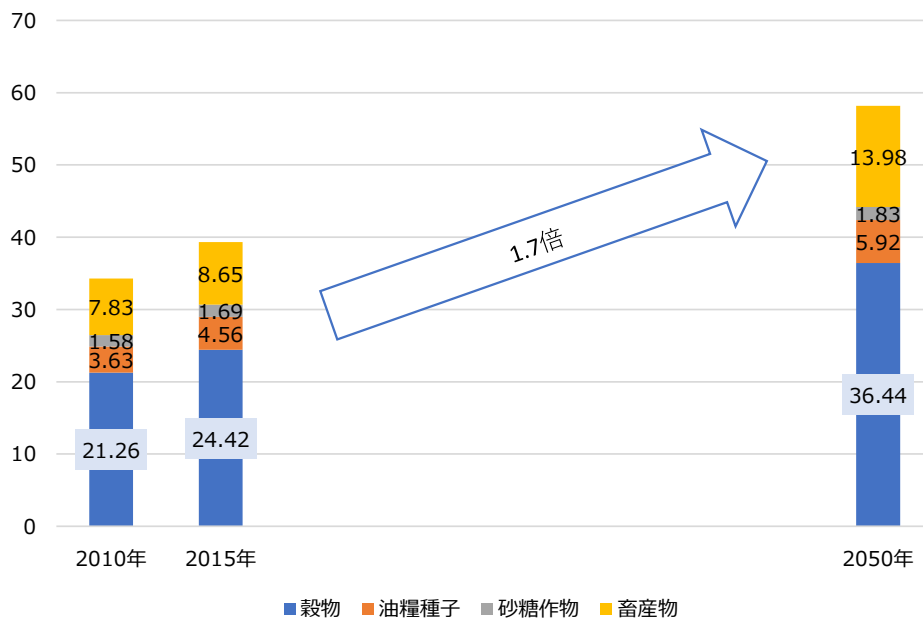
参考図6 高齢者クラウド（Mosaic 就労モデル）

出典：IBM「超高齢社会に「福祉」ではなく「テクノロジー」で挑む」
<https://www.ibm.com/blogs/think/jp-ja/mugendai-9325-column-mosaic/>
 本研究の一部は科学技術振興機構（JST）の

(3) 食料資源の安定供給・確保(みんなで食べ続けるための食のあり方)

① 想定される変化と取り組みの変化

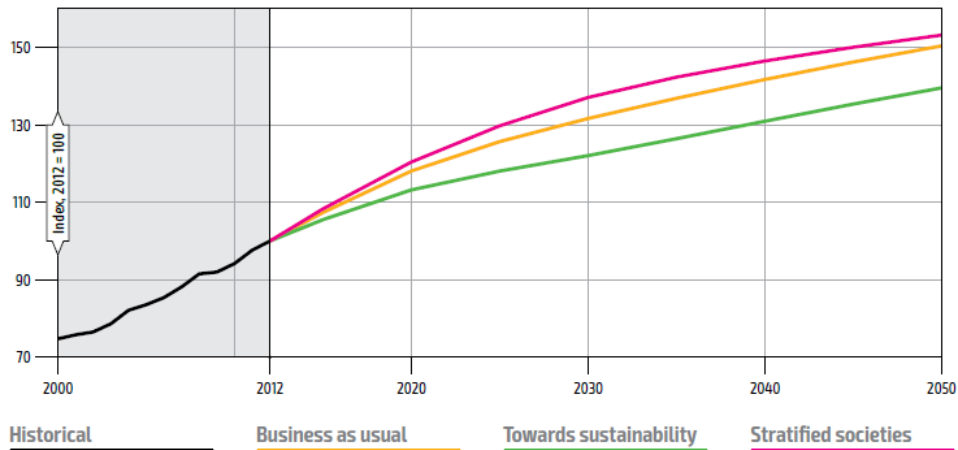
想定される変化として、人口増に伴って食料需要が2050年には1.7倍(2010年比)となる一方で、農業生産による環境負荷が課題となる(穀物=1.7倍、油糧種子=1.6倍、砂糖作物=1.2倍、畜産物=1.8倍)。これらの課題に対して、食料増産と農林水産業の環境負荷低減を両立する技術として、代替肉をはじめとするフードテックを活用したビジネスが急速に拡大している。フードテックを推進する背景には、欧州委員会では「Farm to Fork Strategy」(公平で健康的な環境にやさしい食システムを目指す戦略)を2020年に発表し、植物、藻類、昆虫などの代替タンパク質、代替肉分野を重要な研究開発分野と位置づけた(FAOでは2013年に「EdibleInsects」発表—昆虫が飼料や食料問題の有望な食材と報告)。



参考図7 世界の食料需要見通し

出典：フードテック官民協議会 第3回(令和3年10月19日)

基準年価格での農業総生産を見ると、全体として、(各シナリオを比較すると)よりバランスの取れた食事、食品ロスと廃棄の削減、より公平な所得分配、食品価格の上昇に対する消費者の嗜好の変化が、今後数十年間の農業総生産の拡大を抑える可能性がある。



Note: Gross agricultural output is measured as the sum of all primary agricultural commodities as defined in Annex III, Table A 3.3, multiplied by their corresponding base-year prices. Note that this excludes natural rubber but includes both feed and animal products. On the other hand, fish is excluded to maintain comparability of this indicator with previous FAO studies. Details for specific regions are given in Annex III, Table A 3.4.

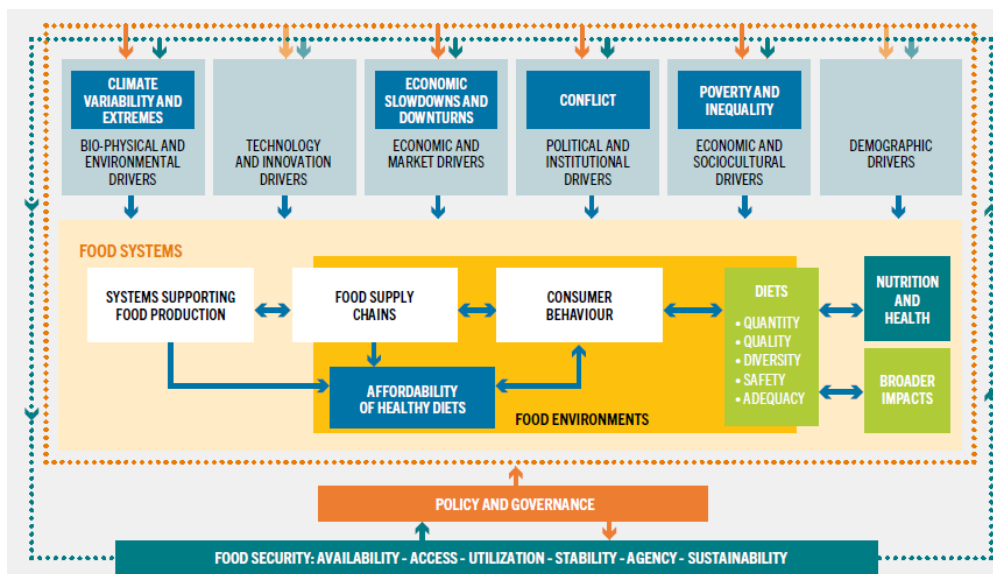
Source: FAO Global Perspectives Studies, based on simulations with the FAO GAPS model.

参考図 8 基準年価格での農業総生産

出典 : FAO(2018) 「The future of food and agriculture Alternative pathways to 2050」

②先見性的に対応すべき問題群と追及すべき新たな価値(技術に対する潜在ニーズ)

最近の食料安全保障と栄養の傾向の背後にある要因は、食料システム全体に複数のインパクトを生み出し、食料安全保障の4つの側面(入手可能性、アクセス、利用と安定性)、および機関と持続可能性の2つの追加的側面につながる。これらの要因は、食事の属性(量、質、多様性、安全性と妥当性)及び栄養と健康の結果(栄養と健康)に影響を与える。



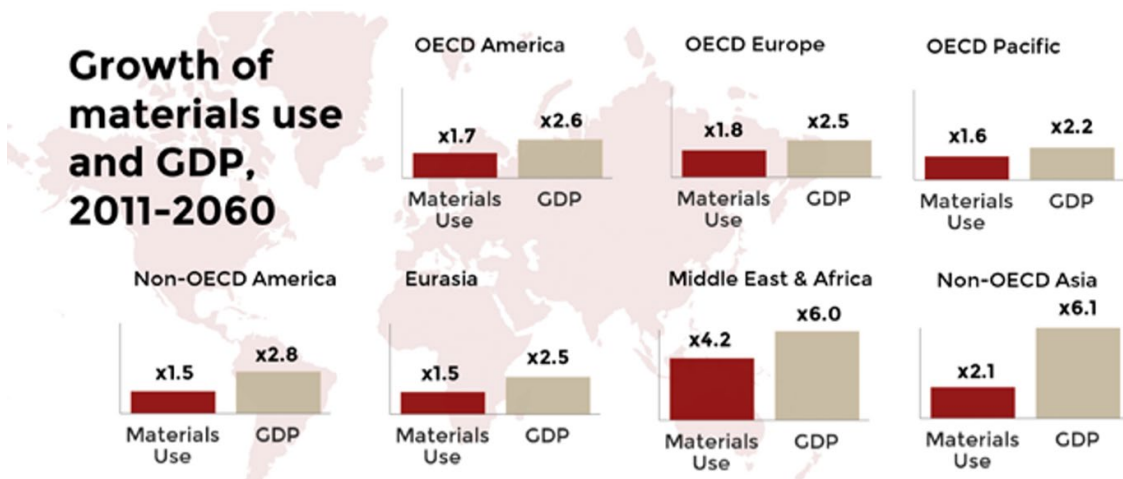
参考図 9 食料システムの相互影響

出典 : FAO(2018) 「The future of food and agriculture Alternative pathways to 2050」

(4) 自然資源の確保・代替・安定供給(限りある資源を限りなく使い続ける智慧)

① 想定される変化と取り組みの変化

想定される変化として、GDP の世界的な成長は、中国やインドなど急成長する新興国が大きく牽引してきた。今後数十年間は、世界経済の地理的バランスがさらに変化することが予想される。一人当たりの GDP 成長率は、OECD 地域よりも新興国や途上国の方が高い。2060 年には、世界の一人当たり GDP は、現在の OECD の水準に達する。資源使用量の変化では、2060 年までの間に OECD 諸国の GDP 成長と資源使用量の変化は比較的緩やかであるが、中東・アフリカ地域、OECD 非加盟アジア諸国では GDP・資源使用量の増加が著しい。



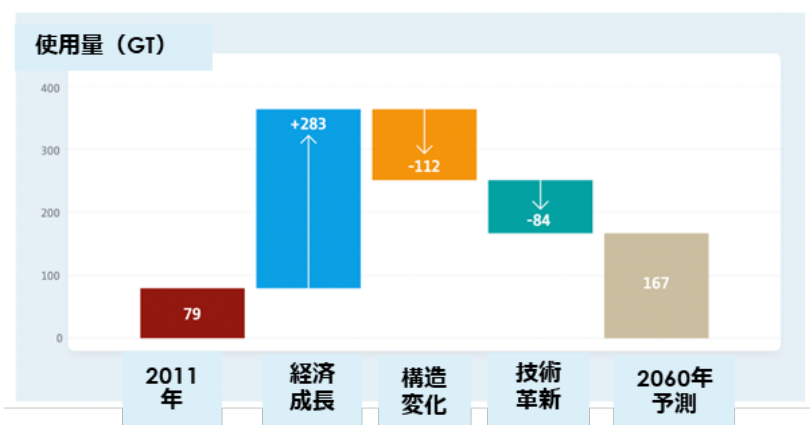
参考図 10 世界の GDP 成長と資源使用量の変化

出典：OECD, “Global Material Resources Outlook to 2060
Economic drivers and environmental consequences HIGHLIGHTS “, P. 5.

② 先見的に対応すべき問題群と追及すべき新たな価値(技術に対する潜在ニーズ)

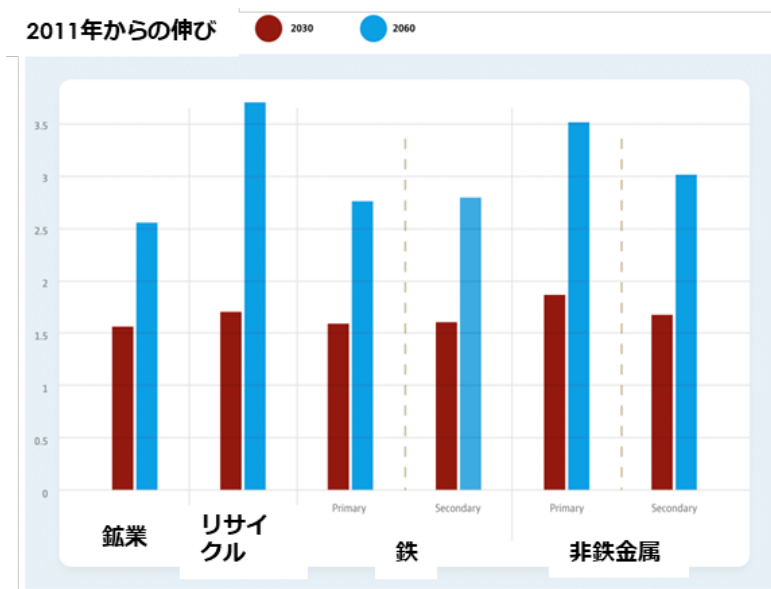
資源使用量に影響を与えるファクターとして、技術革新は大きな割合を占める。資源使用量削減に貢献するリサイクル部門は 2060 年には鉱業部門の成長を上回る。

これらについて、技術革新が進めば、生産効率が高まり、将来の材料使用量を鈍化する。材料強度の削減は、経済のすべての主要セクターで発生すると予測される。2017 年段階でほとんどの国で鉱業は GDP の 1%、リサイクルは GDP の 0.25%を占めている。今後、技術開発と投入物の価格の変化により、リサイクルは鉱物の採掘よりも徐々に競争力を持つようになる。2060 年にはリサイクル部門の成長は鉱業の成長を上回ると予測される。



参考図 11 資源使用量に影響を与えるファクター

出典：OECD, “Global Material Resources Outlook to 2060 Economic drivers and environmental consequences HIGHLIGHTS “, P.11、13.



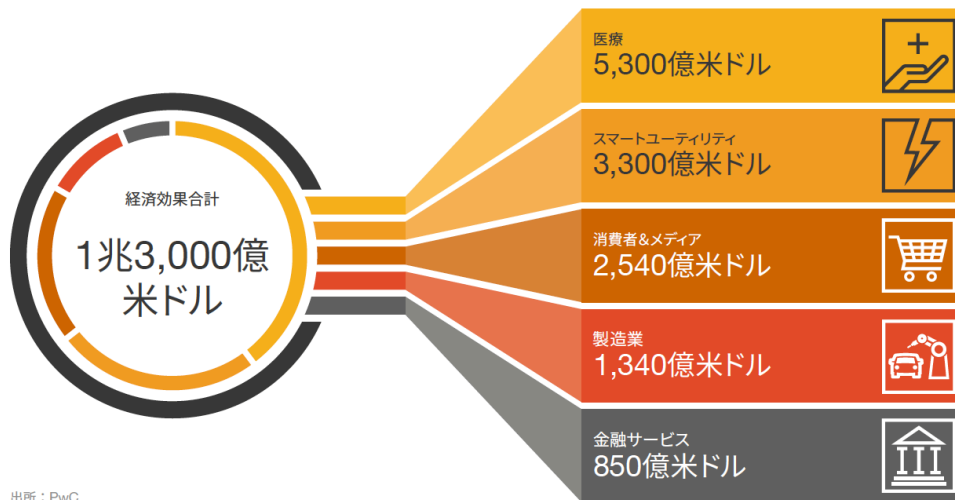
参考図 12 リサイクル部門の伸び

出典：OECD, “Global Material Resources Outlook to 2060 Economic drivers and environmental consequences HIGHLIGHTS “, P.11、13.

(5) サイバー社会の脆弱性への対応(光り輝くサイバー社会が生み出す闇を破る)

① 想定される変化と取り組みの変化

想定される変化として、G/6G の超高速通信が社会インフラとなり、IoT が例えば心臓ペースメーカーのように人体領域にまで広がる。AI は現実世界の人間の人格といったものをデジタル空間に展開し、AR/VR は人間同士がメタバースのデジタル空間にコミュニケーションを交わすためのツールになる。



出所：PwC

参考図 13 5G が 2030 年までに世界の GDP にもたらす業種別押し上げ効果
(米ドル、2019 年基準)

出典：PwC (2021), 「5G が世界経済に与える影響」

②先見的に対応すべき問題群と追及すべき新たな価値(技術に対する潜在ニーズ)

2030 年の世界で考えられるセキュリティの脅威は、物理的被害を伴うサイバー攻撃の増加や AI を駆使するサイバー攻撃の台頭、偽情報の流布、データの汚染、分散型サービス妨害 (DDoS) 攻撃などが想定される。これらの一部は、2021 年現在で既に存在し問題となっている脅威でもある。

参考表 1 台頭が予想される脅威と被害

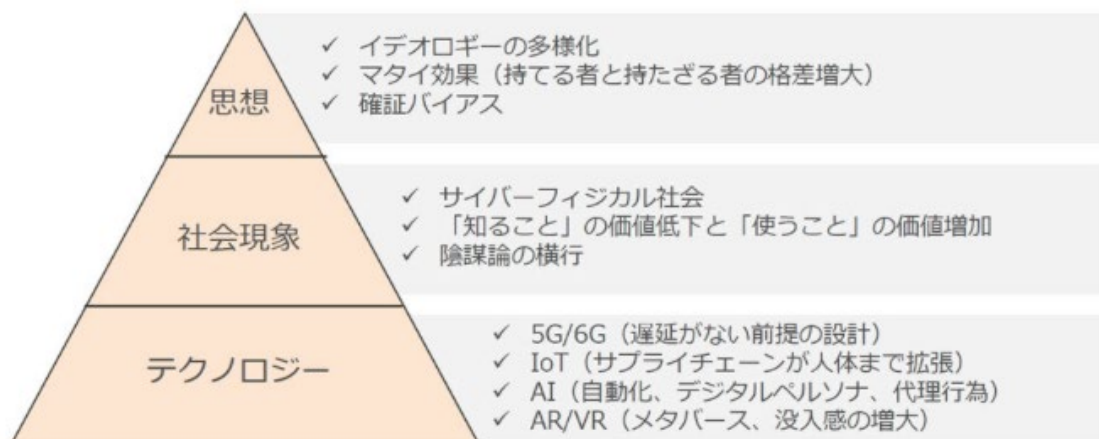
脅威	論拠
物理的被害を引き起こすサイバー攻撃の増加	リアルタイム IoT 接続が常識となりサイバー・フィジカル領域が日常に拡大するため、サイバーインシデントが物理的環境に影響を及ぼす機会が増える。現在でもコネクテッドカーの脆弱性発覚、ICS へのサイバー攻撃による操業停止、病院に対するランサムウェア攻撃による死亡事件などが起きているが、その脅威が広範にわたる。
AI による/AI ツールを利用したサイバー攻撃	自律的にサイバー攻撃を仕掛ける AI が存在し、アルゴリズムに従って攻撃を仕掛ける。その場合の技術的アトリビューションが困難になるが、政治的意図のパブリックアトリビューションが増える。また、専門的な技術力がほとんどない個人でもサイバー犯罪の企てを実行できるようになる。これが火付け役となって、ハッカーというより運営者/管理者の性格が強いサイバー犯罪者が急増することが考えられる。
偽情報の流布	知識の保持よりもプロセッシングが重視される世の中になる。あらゆる情報へのアクセシビリティと、高度なパーソナライズ技術、VR/AR の技術が相まって、人間が目にするものの多くがアルゴリズムによって定義された「主観的な事実」となる。陰謀論が世論を惑わす。
データポイズニング	高度に自動化が進むため、データ窃取はさることながら、データ操作による被害誘引が有効な攻撃手段となる。
DDoS 攻撃	デバイス数が爆発的に増えるため、DoS 攻撃の威力とそれを悪用する妨害工作が頻発する。

出典：TRENDMICRO(2021)「PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ」

テクノロジーがもたらす社会事象として、「サイバー・フィジカル社会」「『知る』価値の低下と『使う』価値の増大」「陰謀論の横行」といったことが想定されている。社会事象から読み解ける思想としては、「イデオロギーの多様化」「マタイ効果」「確証バイアス」がある。

【変化】

- ・ 人が知りたいこと、関心のあることがその人にとっての真実や価値観になり、人の数だけそれらが存在する多様性が当たり前になっていく。
- ・ マタイ効果は、ここではITを持つ者と持たざる者との強烈な格差を指す。
- ・ 確証バイアスとは、人間が本人の信じる情報などに固執する性質を意味するが、2030年は現在以上に確証バイアスによってパーソナライズされた日常が当たり前になっている。



参考図 14 2030 年の未来の概況

出典：TRENDMICRO(2021)「PROJECT2030-サイバーセキュリティの未来シナリオ」