

発表 5

「第 10 回科学技術予測調査全体概要
速報」

科学技術動向研究センター長

小笠原 敦

発表5

第10回科学技術予測調査 全体概要速報

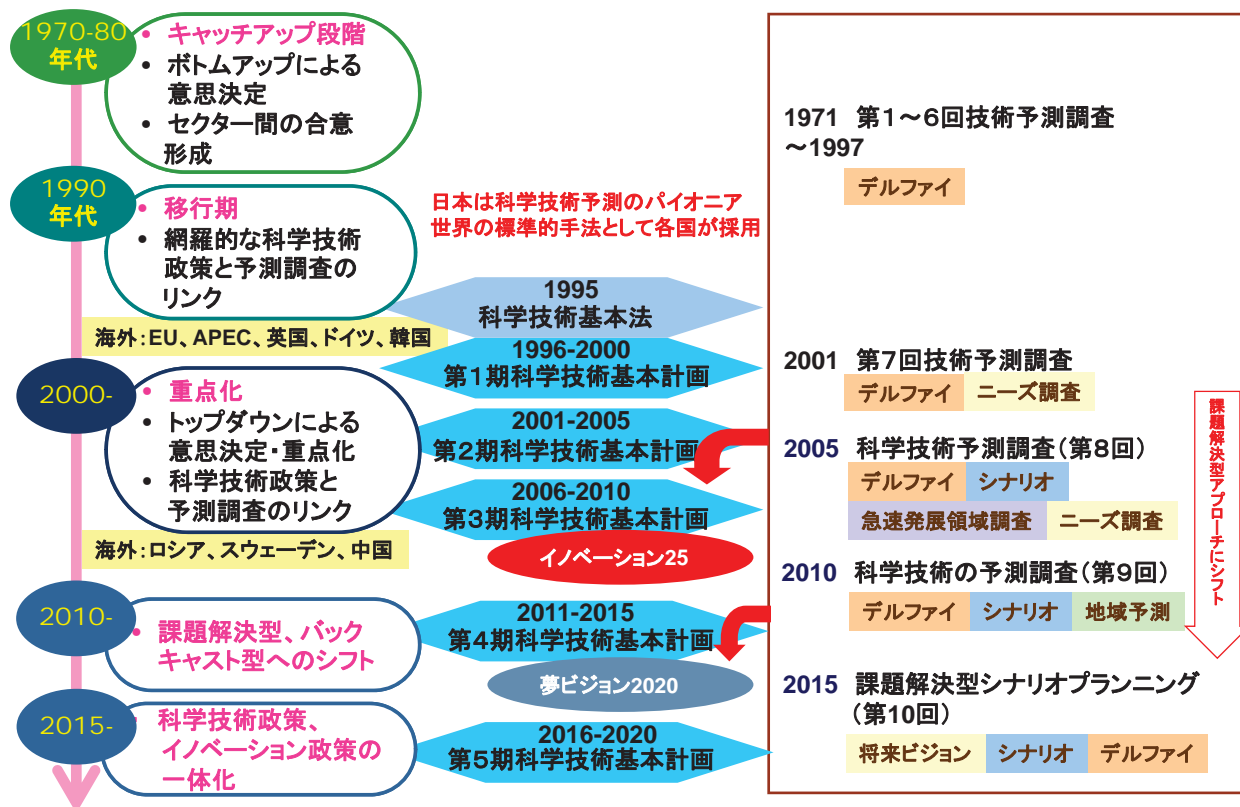


文部科学省科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター
小笠原 敦

2014年12月16日



科学技術予測の実施経緯



将来ビジョン策定に向けての貢献（第9回予測調査の結果に立脚）

デルファイ調査結果

文部科学省夢ビジョン2020

2020年頃の実現が期待される
研究開発テーマの検討

高精度な自然災害観測・予測システム

気象・気象シミュレーションのデータ活用もめ、被害軽減のための高精度な予測システムが構築される。

研究開発テーマ	技術実用	社会実用
高精度な自然災害観測・予測システム	2019	2027
気象・気象シミュレーションのデータ活用もめ	2020	2028
気象・気象シミュレーションのデータ活用もめ	2019	2027
気象・気象シミュレーションのデータ活用もめ	2019	2027

2030年の課題の抽出

サービス科学によるおもてなし

インクルーシブ社会の実現

身体的特徴・年齢・国籍・文化等の多様性を許容し、活動・活躍の機会が広く提供される。

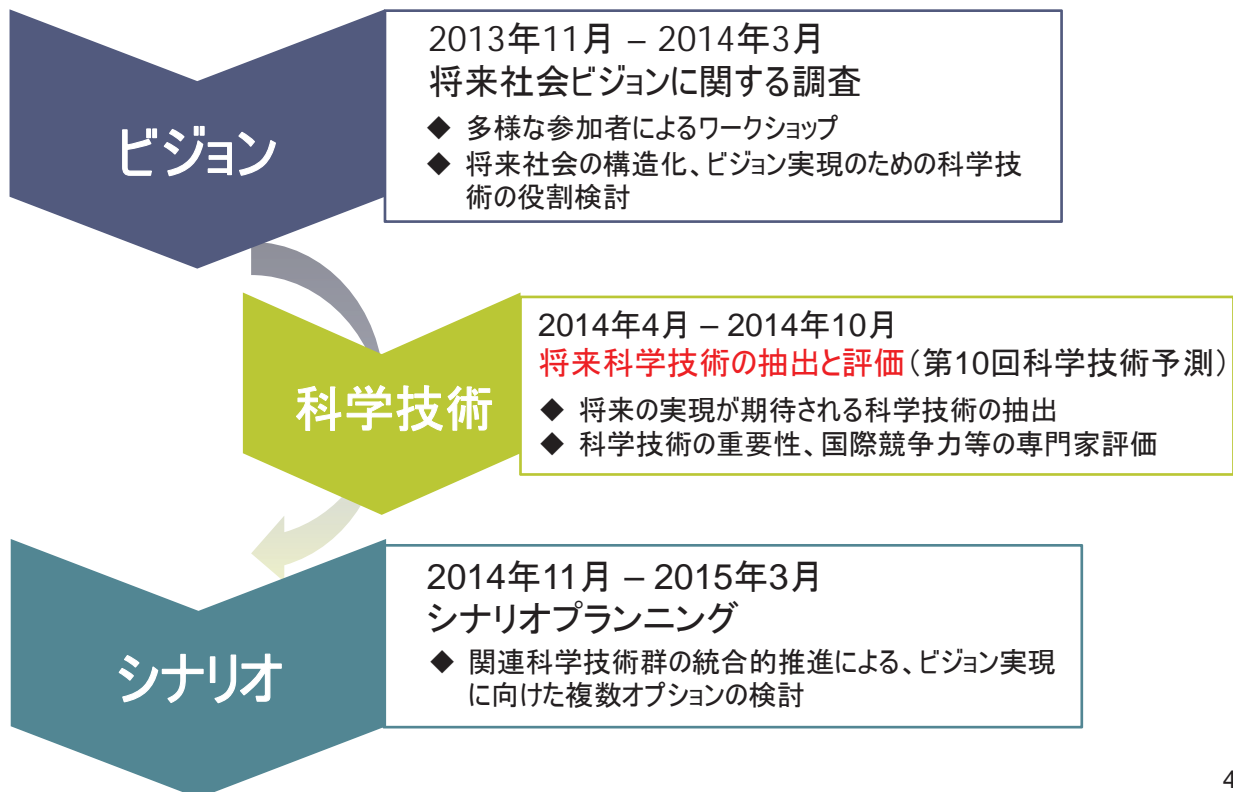
研究開発テーマ	技術実用	社会実用
サービス科学によるおもてなし	2020	2027
インクルーシブ社会の実現	2022	2030
サービス科学によるおもてなし	2020	2027

SciREX 政策オプション検討の試行

糖尿病のシナリオプランニング、分析の流れ

バックカスティングの起点となる 融合政策領域、複合政策領域の 2020年ビジョン、2030年ビジョン 策定に向けての貢献

科学技術予測とシナリオプランニング



将来社会ビジョンに関する調査

5

将来社会ビジョンに関する調査(H25年度実施)

- 科学技術政策における政策オプション形成に寄与すべく、将来社会ビジョン(社会・技術発展の方向性)の調査を行った。
- 政府の長期戦略(例:イノベーション総合戦略)で検討されている代表的社会課題の中から、今後大幅な変化が予想される諸分野を議論のテーマとして抽出。
- 「人口」「地域」に加え、最近世界的に議論が行われている「コネクタ化」を軸に、産業競争力の源泉である「知識社会・サービス化」、「グローバル化」をテーマとした。
- テーマごとにワークショップを開催し、状況の構造化と課題のリストアップおよび重要性評価を行った。得られた結果を総合し、「打ち手」と「シナリオ」を作成。

イノベーション総合戦略から

- I. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現
- II. 国際社会の先駆けとなる**健康長寿社会**の実現
- III. 世界に先駆けた**次世代インフラ**の整備
- IV. **地域資源**を‘強み’とした地域の再生
- V. 東日本大震災からの早期の復興再生

- } 人口(人口構成)
- } 地域(都市・地域・コミュニティ)

欧米での政府予測活動

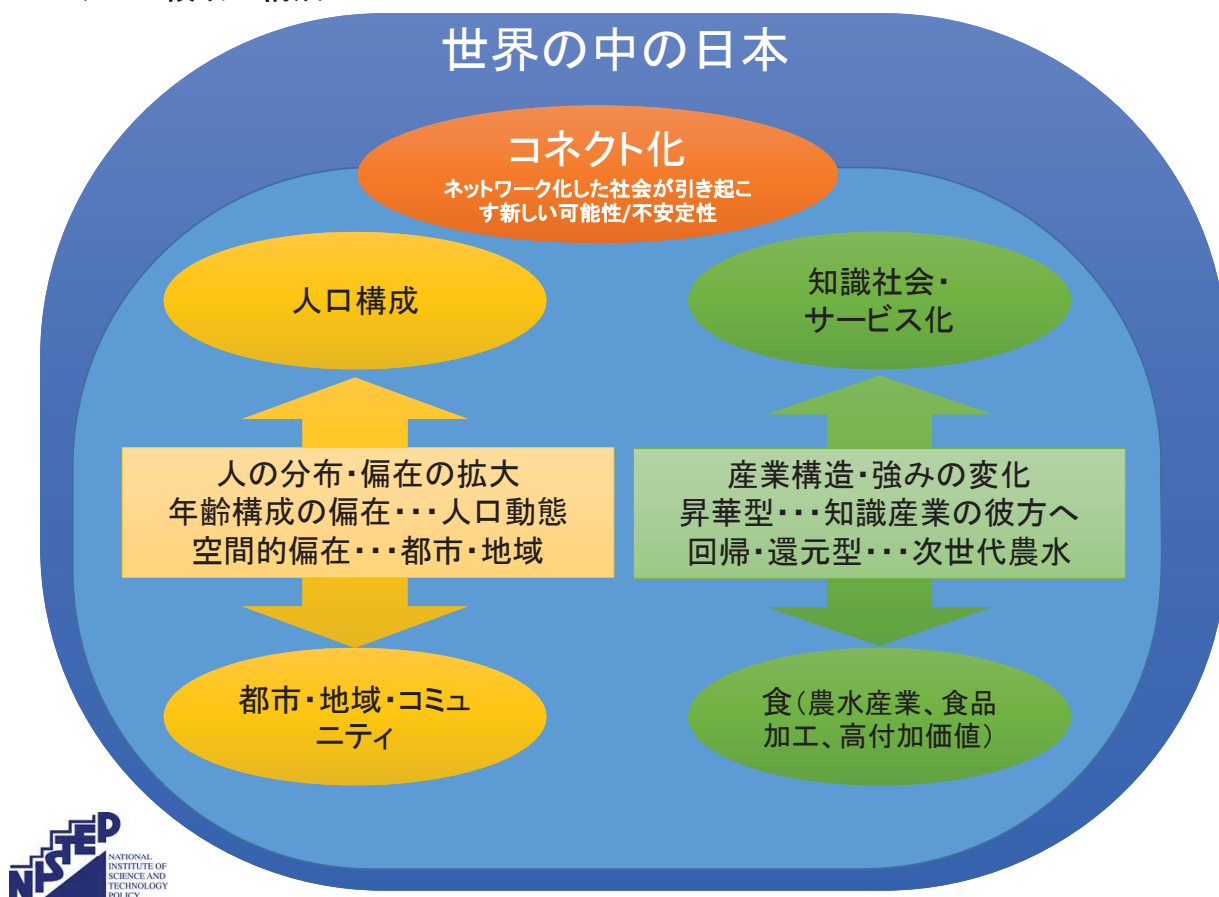


コネクタ化

産業競争力における課題

- 1. サービス産業化
 - 2. 1次産業の6次化
 - 3. 国際化
- } 知識産業・PSS・食
 - } 世界の中の日本

6



WS①世界の中の日本

1. 産業構造の未来 ～グローバル化した国際社会で勝ち抜くために～
 - 一次産業の付加価値向上(6次化等) ・製造(Manufacturing)の変革
 - 情報メディア産業 ・医薬品産業 ・オープン化・プラットフォーム化、
 - 国際化(人材・組織・制度) ・おもてなし(ホスピタリティ)
2. 公的部門の未来 ～レジリエント社会に向けた再構築～
 - 2020年(東京オリンピック・パラリンピック等)に向けた取り組み
 - 超高齢化社会への挑戦 ・官民連携(オープンガバメント等)の可能性
 - 地方活性化 ・災害対応
3. 世界における日本の位置付け ～多極化し、変化し続ける世界の中で～
 - 多国間協力のシナリオ ・未来の「大国」との関係 ・資源獲得競争
4. 最新技術の影響力・・・ICT技術、ライフサイエンス、AI、コンピューティング

WS② 人口構成

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

WS③ 知識産業

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

WS④ 食

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



11

WS⑤ コネクト化

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



12

WS⑥ 都市・地域・コミュニティ

1. 国際的な都市間競争を勝ち抜く戦略
2. 老朽化するインフラの維持対策
3. 求められる新しいインフラ
 - メガシティへの対応、過疎化への対応、分散自立系インフラ
 - 官民連携
4. 社会の変化に応じた生活文化の変化(ジモティ等)
5. 定住に拘らないノマド文化の出現により変化する住職環境
6. 経済発展・都市化が進む海外市場からの収益拡大
7. 公害問題や公衆衛生問題の解決
 - インフラ輸出
 - BOPビジネス



13

WS⑦ 製造業のサービス化(PSS)

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



14

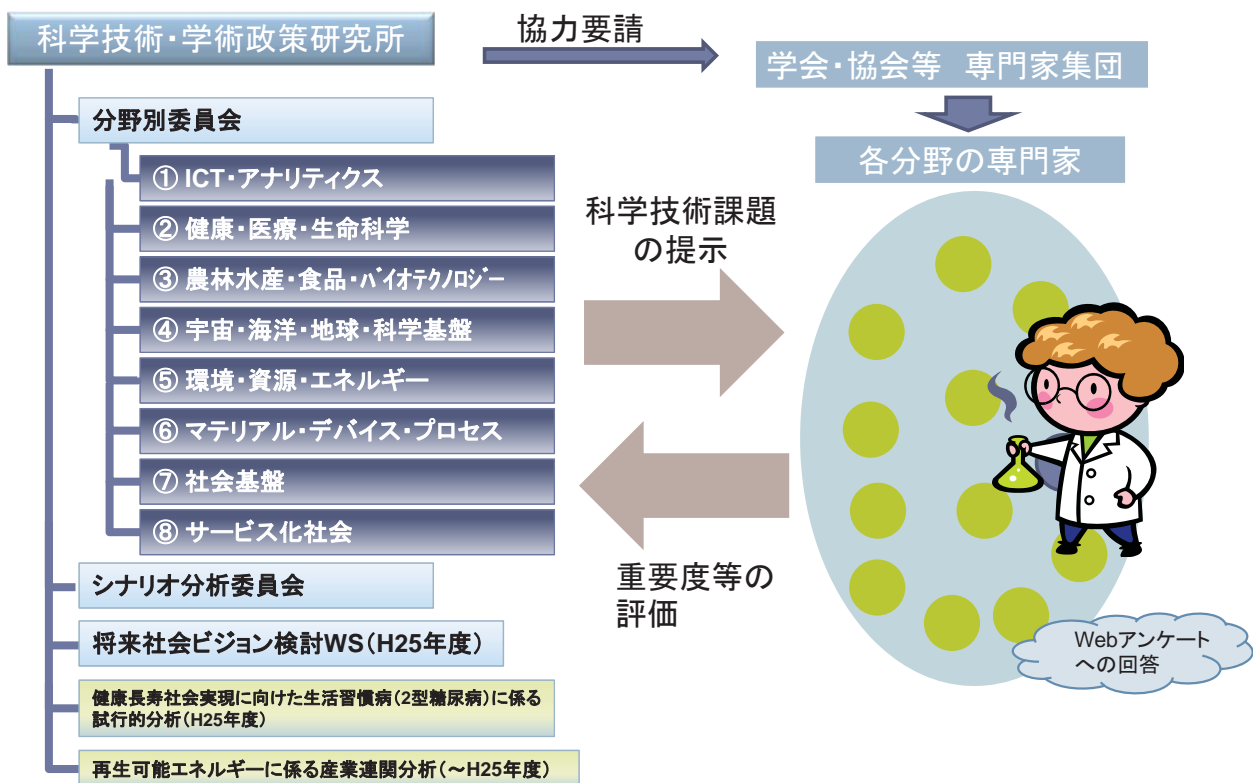
対応課題(打ち手)	内容
バリアフリーな関係構築	身体機能・体質・心身疾患；言語・文化；社会的条件
デジタル社会への対応、アナログ要素の実現	複雑性・多様性・創造性の実現；デジタルコミュニケーションの在り方(急進・先鋭・極端への対応)；インタフェース技術(触感等)
ものづくりプラットフォーム	拡張性(機能追加、特注対応)；メンテナンスソリューション；オープン化・モジュール化；高付加価値化；サービス融合 PSS
ボリュームゾーンの費用対効果追求	最新技術；集積化による効率向上
ニーズとソリューションのマッチング	可視化；ビッグデータ活用；情報マッチング；顧客視点の情報収集
サービス化	プロダクトの計測取得情報を使ったサービス；モノを起点としたサービス；参入障壁の撤廃；感性ファクタ
魅力の再発見	日本の基礎技術；伝統工芸；おもてなし
人の機能拡張	健康増進・管理；能力増強；脳センシング
人の生涯価値向上	流動化；スキル・資質の可視化・オープン化；企業のプラットフォーム化；生涯教育；早期能力判断
都市・地域の再構築	レジリエント/ロバストな社会、メガシティの防災・メンテナンス；コンパクト化；シェア・分散・自律；都市特区
途上国問題	WEHAB+P(水、エネルギー、健康、農業、生物多様性、貧困の解決)、リバーシノベーション
食糧資源確保	フードセキュリティ、品種改良、農法の改良；フードロス対応
社会課題発見機能の構築	NPO・NGO



第10回科学技術予測調査課題の設計に反映

15

第10回科学技術予測調査



17

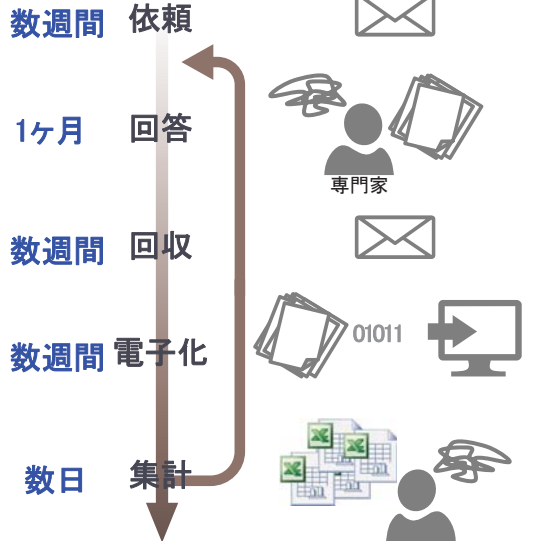
科学技術予測調査実施概要(1) 全体概要

- 将来に実現が期待される科学技術(「課題」と呼ぶ)の研究開発特性等に関する専門家アンケートを実施。
 - 展望期間
 - 2050年まで。ただし、2020年、2030年、2050年がターゲットイヤー。
 - 対象分野
 - ①ICT・アナリティクス、②健康・医療・生命科学、③農林水産・食品・バイオテクノロジー、④宇宙・海洋・地球・科学基盤、⑤環境・資源・エネルギー、⑥マテリアル・デバイス・プロセス、⑦社会基盤、⑧サービス化社会
 - 科学技術課題
 - 分野別委員会にて細目及び課題を検討、計932課題を設定
 - アンケート実施
 - 期間：2014年9月1日～9月30日
 - 方法：webアンケート
 - 科学技術・学術政策研究所の持つ専門家ネットワークの専門調査員(約2000名)及び関連学協会会員に協力を依頼
 - 回答状況：**登録5237名、うち4309名が回答**
 - 所属：大学等 49.1%、企業・その他 36.4%、公的機関 14.5%
 - 年代：～30代 30%、40代 26%、50代 22%、60代～ 12%、不明 11%

18

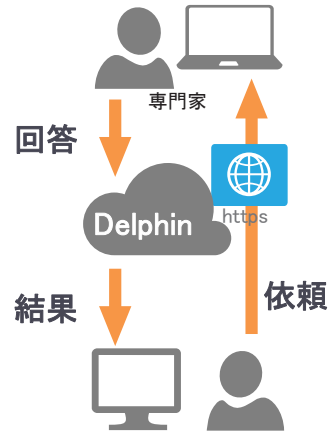
従来、紙ベース(郵送法)で行っていたデルファイアンケートをWebベースに移行することでリアルタイム処理化。政策ニーズへの迅速な対応が可能に。

従来(郵送法)



回答期間を除外しても集計に数ヶ月

現在(Web)



回答以外は数秒のオーダーで処理
中間集計も可能に

回答者属性

	回答者数	大学等	企業・その他	公的機関	研究・開発に 従事	管理・運営に 従事	その他
ICT・アナリティクス	936	52%	40%	7%	82%	11%	6%
健康・医療・生命科学	877	51%	42%	8%	71%	16%	13%
農林水産・食品・バイオテクノロジー	496	44%	25%	31%	79%	16%	6%
宇宙・海洋・地球・科学基盤	1431	49%	34%	17%	84%	11%	5%
環境・資源・エネルギー	833	47%	38%	16%	73%	19%	9%
マテリアル・デバイス・プロセス	672	58%	29%	13%	86%	10%	4%
社会基盤	509	42%	43%	15%	70%	20%	10%
サービス化社会	324	43%	42%	15%	75%	16%	9%

	20代	30代	40代	50代	60代	70代-	未回答
ICT・アナリティクス	4%	24%	26%	23%	7%	1%	15%
健康・医療・生命科学	2%	28%	26%	23%	7%	1%	13%
農林水産・食品・バイオテクノロジー	2%	25%	27%	23%	9%	2%	12%
宇宙・海洋・地球・科学基盤	3%	25%	26%	22%	10%	1%	12%
環境・資源・エネルギー	2%	25%	24%	22%	14%	3%	11%
マテリアル・デバイス・プロセス	2%	36%	25%	17%	10%	1%	8%
社会基盤	1%	25%	26%	23%	15%	2%	8%
サービス化社会	2%	22%	27%	25%	10%	2%	10%

科学技術予測調査実施概要(2) 質問項目

[研究開発特性]

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

[実現予測時期]

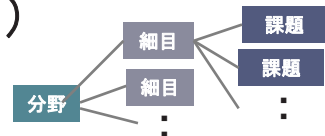
項目	定義	選択肢
技術実現	技術的な実現予測時期(日本を含む世界のどこかでの実現)。所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期(例えば、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期)。基礎的な課題であれば、原理、現象が科学的に明らかにされる時期	実現済／実現する／実現しない／わからない、から一つ選択 「実現する」を選択した場合、実現年として、2015～2050年の間のある年を回答
社会実装	日本社会での適用、あるいは日本が主体となって行う国際社会での適用時期。実現された技術が製品やサービスなどとして利用可能な時期(または普及の時期)。科学技術以外の課題であれば、制度が確立する、倫理規範が確立する、価値観が形成される、社会的合意が形成されるなどの時期。	

[重点施策]

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

21

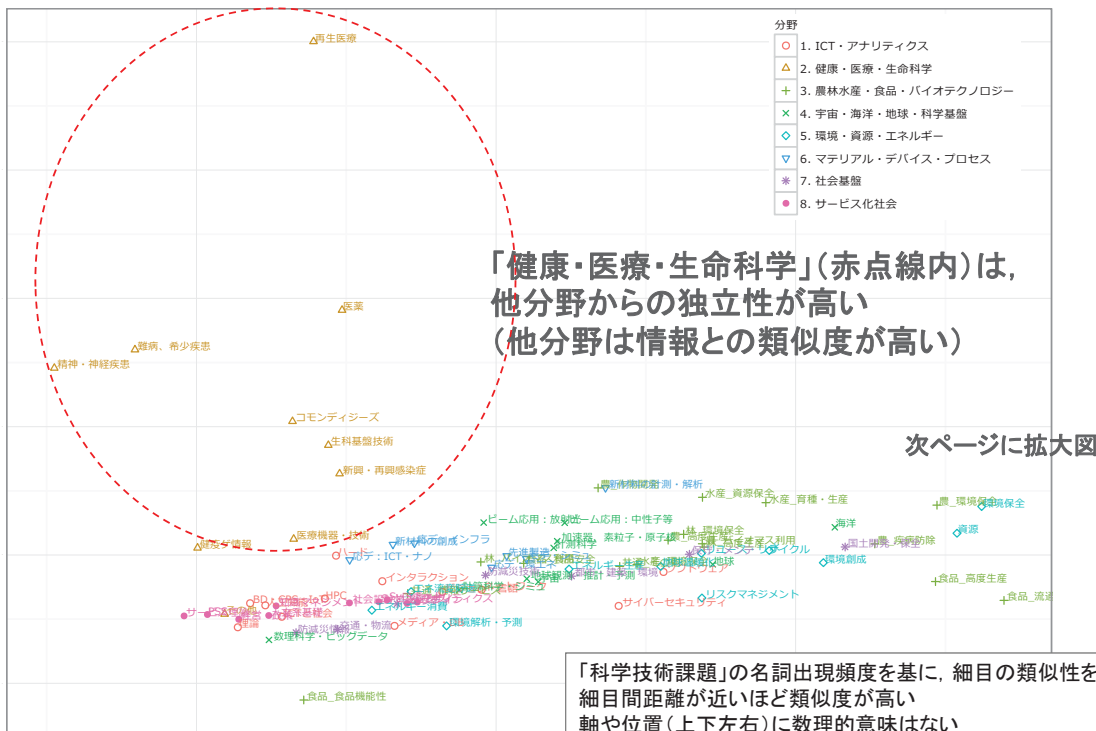
科学技術予測調査実施概要(3) 細目と課題数



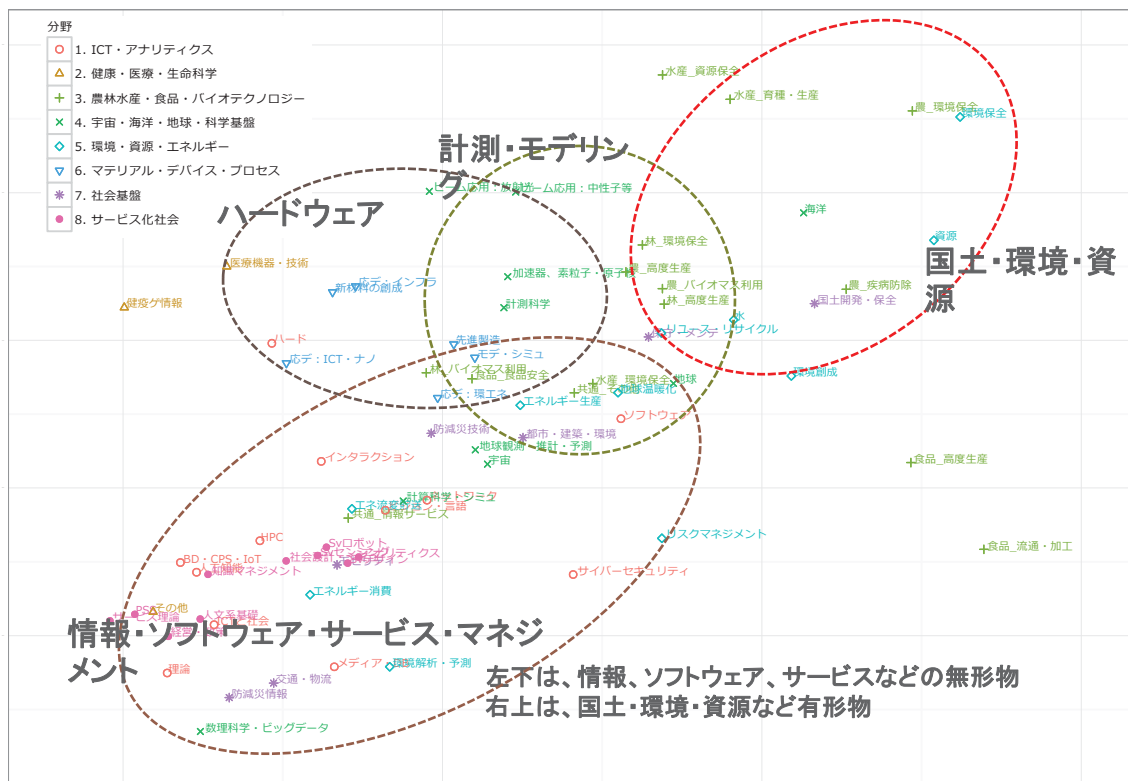
分野(カッコ内は略称)	細目	課題数
ICT・アナリティクス [ICT]	人工知能、ビジョン・言語処理、デジタルメディア・データベース、ハードウェア・アーキテクチャ、インタラクション、ネットワーク、ソフトウェア、HPC、理論、サイバーセキュリティ、ビッグデータ・CPS・IoT、ICTと社会	114
健康・医療・生命科学 [健康医療]	医薬、医療機器・技術、再生医療、コモンディゼイズ、難病・希少疾患、神経・精神疾患、新興・再興感染症、健康・医療情報・疫学、基盤技術	171
農林水産・食品・バイオテクノロジー [農林水産]	農:高度生産、作物開発、疾病防除、バイオマス利用、環境保全 / 食品:高度生産、流通・加工、食品安全、食品機能性 / 水産:資源保全、育種・生産、環境保全 / 林:高度生産、バイオマス利用、環境保全 / 共通:情報サービス、その他	132
宇宙・海洋・地球・科学基盤 [未踏]	宇宙、海洋、地球、地球観測・予測、加速器・素粒子・原子核、ビーム応用:放射光、ビーム応用:中性子・ミュオン・荷電粒子等、計算科学・シミュレーション、数理科学・ビッグデータ、計測基盤	136
環境・資源・エネルギー [環境資源]	エネルギー生産、エネルギー消費、エネルギー流通・変換・貯蔵・輸送、資源、リユース・リサイクル、水、地球温暖化、環境保全、環境解析・予測、環境創成、リスクマネジメント	93
マテリアル・デバイス・プロセス [マテリアル]	新しい物質・材料・機能の創成、アドバンストマニュファクチャリング、先端材料・デバイスの計測・解析手法、応用デバイス・システム(ICT・ナノテク分野、環境・エネルギー分野、インフラ分野)	92
社会基盤 [社会基盤]	国土開発・保全、都市・建築・環境、インフラ保守・メンテナンス、交通・物流インフラ、車・鉄道・船舶・航空、防災・減災技術、防災・減災情報	93
サービス化社会 [サービス]	経営・政策、知識マネジメント、製品サービスシステム(PSS)、社会設計・シミュレーション、サービスセンシング、サービスデザイン、サービスロボット、サービス理論、アナリティクス、人文系基礎研究	101

22

科学技術予測調査実施概要(4a) 未来技術俯瞰マップ(全体)



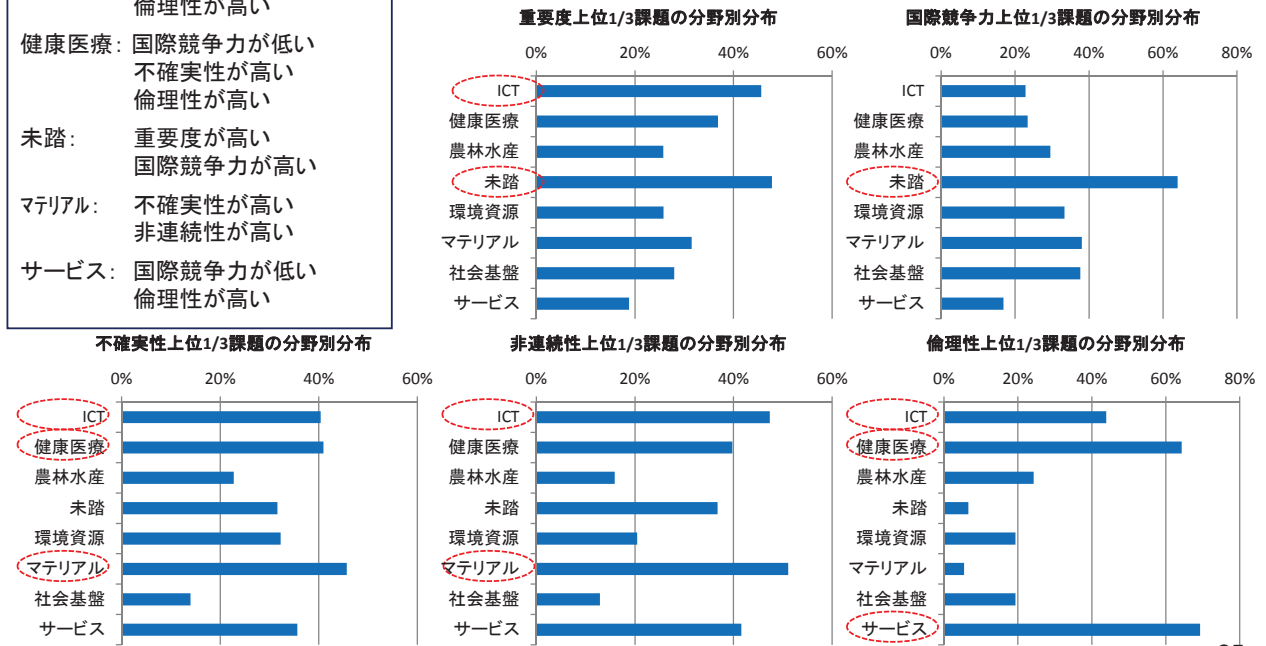
科学技術予測調査実施概要(4b) 未来技術俯瞰マップ(拡大)



研究開発特性(1) 全体傾向

ICT:	重要度が高い 国際競争力が低い 不確実性が高い 非連続性が高い 倫理性が高い
健康医療:	国際競争力が低い 不確実性が高い 倫理性が高い
未踏:	重要度が高い 国際競争力が高い
マテリアル:	不確実性が高い 非連続性が高い
サービス:	国際競争力が低い 倫理性が高い

各特性の回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)してスコアを算出。
各特性上位1/3に当たる310課題について、分野毎に上位課題が占める割合を表示。



研究開発特性(2) 重要度上位100課題の例

分野	課題
ICT	プライバシーを保ったデータ活用手法の開発とその理論的保証
ICT	リモート攻撃可能なセキュリティホールを含まないソフトウェアを開発する技術
ICT	100万ノードを超える超大規模スパコンおよびビッグデータIDCシステムにおいて、性能電力比を現在の100倍高める技術
ICT	パソコンなどからインターネット上の多くのサイトに長期間にわたリアクセスする場合にも、使いやすさと低コストを実現し、安全性面から安心して使える個人認証システム
ICT	介護・医療の現場で、患者の状態をリアルタイムに把握し、その状態に最適なケアを低コストで提供するシステム
健康医療	安価で導入が容易な認知症介護補助システム
健康医療	聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術
健康医療	前がん状態からの発がんを抑制する予防薬
農林水産	砂漠(乾燥地帯)等の耕作不適環境でも収穫が期待できる作物
農林水産	環境と漁獲の変動下でのマイワシ・マグロ等主要漁業資源の長期変動予測技術とそれに基づいた水産資源の適正管理技術
農林水産	沿岸域における漁業の再生を図るための放射性物質除去技術
未踏	全活火山に対し、次に噴火しそうな火山を見出すための切迫度評価

分野	課題
未踏	機能性材料において、その機能発現機構解明および機能制御に不可欠な情報である局所構造・電子状態を、ナノメートルスケール・フェムト秒オーダーで観測する技術
未踏	高解像度シミュレーションとデータ同化により、100m以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、降雪等を予測する技術
環境資源	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術
環境資源	気候変動による食料生産への影響の予測技術
環境資源	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術
マテリアル	現行の大きさ、重量でも航続距離が500kmの性能をもつ自動車用二次電池
マテリアル	単位面積当たりの消費電力を増加させずに情報処理能力を向上させて、現在のスパコン程度の性能を1チップで実現する集積回路技術
マテリアル	構造を与えてその機能・物性を予測するのではなく、求める機能・物性を有する構造自体を予測可能なシミュレーション技術
社会基盤	離着陸時の低騒音化と飛行時の低排出ガス化を実現し、更に機体摩擦抵抗低減、エンジンの燃焼効率向上を果たした低公害・省エネルギー型航空機
社会基盤	100万Kw 級原子炉の廃炉技術・放射性廃棄物処分技術の確立
サービス	ヒトが点検を行うとコスト高になったり、危険が伴う、建物・インフラ点検のロボット点検化技術が一般化する

課題例：特性「重要度」上位課題

◆ 医療・介護、資源など。ICT・アナリティクス分野は、基盤的な課題と介護などの応用課題が半々。

分野	課題	重要度	競争力	実現時期
社会基盤	100万Kw 級原子炉の廃炉技術・放射性廃棄物処分技術の確立	3.8	3.1	2029 2035
ICT	100万ノードを超える超大規模スパコンおよびビッグデータIDCシステムにおいて、性能電力比を現在の100倍高める技術	3.8	3.2	2021 2025
健康医療	安価で導入が容易な認知症介護補助システム	3.8	3.0	2022 2025
ICT	エクサ～ゼタバイトスケールのHPC・ビッグデータ処理技術の社会現象・科学・先進的ものづくりなどへの適用による革新	3.8	3.2	2022 2025
ICT	介護・医療の現場で、患者の状態をリアルタイムに把握し、その状態に最適なケアを低コストで提供するシステム	3.7	3.0	2021 2025
健康医療	前がん状態からの発がんを抑制する予防薬	3.7	3.1	2025 2030
健康医療	聴覚や視覚の機能を再生させる医療技術	3.7	3.3	2025 2025
環境資源	海洋鉱物資源の採取に必要な採鉱、揚鉱技術	3.7	3.1	2025 2030
ICT	リモート攻撃可能なセキュリティホールを含まないソフトウェアを開発する技術	3.7	2.6	2025 2026
ICT	高齢者や障害のある人が、人間による介護なしに普通の社会生活を送ることができるような自立支援システム	3.7	3.1	2025 2028

* 重要度・競争力：回答を数値化（非常に高い：4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点）

* 実現時期：上段は技術的実現の時期、下段は社会実装の時期

27

課題例：特性「国際競争力」上位課題

◆ 宇宙・海洋・地球・科学基盤分野[未踏]のビーム応用関連が多い。

分野	課題	競争力	重要度	実現時期
未踏	黒体輻射シフト抑制等により高精度化し、ジオイド計測に応用可能な 10^{-18} 精度の光格子時計	3.5	3.4	2022 2026
農林水産	ウナギ人工種苗を大量培養し、育成させ、出荷する生産システム技術	3.5	3.4	2023 2025
未踏	極低エミッタンス蓄積リングによる次世代の省コスト型・超高輝度放射光源	3.4	3.6	2020 2022
未踏	海底ケーブルシステムが敷設されていない海域でのブイ式津波・地殻変動観測技術	3.4	3.5	2020 2025
未踏	軟X線領域でSPring-8を凌駕する中型高輝度放射光施設	3.4	3.6	2020 2020
健康医療	ヒトiPS細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療	3.4	2.9	2025 2035
マテリアル	降伏強度1800MPa（既存鋼材の3倍）以上で脆性遷移温度が -40°C 以下の高強度高靱性鉄鋼製建築構造材	3.4	3.4	2025 2030
未踏	イオン加速器と高強度レーザーの融合によって短寿命超重元素等を生成すると同時にイオン状態で引き出すことにより、未踏領域の核データ取得を可能にする技術	3.4	3.3	2025 2030
未踏	超低速ミュオンを生成・制御し、ナノメートルスケールで深さ分解して磁気状態を解明する技術	3.4	3.4	2020 2021
未踏	複数の量子ビームを同一試料の同一位置に再現性よく、または同時に照射することで、複雑系や領域依存性の高い物質の原子構造・電子状態、一過性の過渡現象を複合的手法で多角的かつ精密に分析・解析・観察する技術	3.4	3.5	2025 2025

* 重要度・競争力：回答を数値化（非常に高い：4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点）

* 実現時期：上段は技術的実現の時期、下段は社会実装の時期

28

課題例：特性「不確実性」上位課題

◆ ICT・アナリティクス分野の新アーキテクチャなど

分野	課題	不確実性	重要度	実現時期	「技術実現しない」割合
ICT	ポスト・フォン・ノイマンHPC: 超伝導単一磁束量子(SFQ)回路、カーボンナノチューブ、スピントロニクス素子、メモリスタ等のポストシリコンデバイスの実現と、それらデバイスを利用したプロセッサアーキテクチャ技術、量子コンピュータのHPC計算への応用、脳機能を模したニューロンモデルを利用したコンピューティング技術の確立	3.6	3.3	2026 2033	8%
未踏	M7以上の地震の発生時期(1年以内)、規模、発生地域、被害の予測技術	3.6	3.5	2030 2032	40%
ICT	10k量子ビット間でコヒーレンスが実現され従来解決困難だった問題を高速に処理できるゲートモデル型量子コンピュータ	3.6	2.9	2030 2038	33%
未踏	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、M8以上の大規模地震の発生を予測する技術	3.5	3.5	2030 2030	28%
マテリアル	人工的核変換により放射能を低減できる移動可能な装置	3.5	3.3	2030 2035	36%
マテリアル	強相関電子を用いた室温超電導材料	3.4	3.4	2030 2040	27%
ICT	脳における知的処理の理論的解明とそのモデル化による、脳の能力の限界の解明	3.4	3.4	2025 2032	14%
ICT	100億のニューロンと100兆のシナプスを有し人間の脳と同等の情報処理を行うことのできるニューロシナプティックシステム	3.3	3.2	2024 2030	23%
未踏	地上(海上)ステーションと静止軌道上ステーションをつなぐ宇宙エレベーター	3.3	2.6	2040 2040	41%
環境資源	宇宙太陽発電システム(宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送するシステム)	3.3	2.6	2030 2038	37%

* 不確実性・重要度: 回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)
 * 実現時期: 上段は技術的実現の時期、下段は社会実装の時期

29

課題例：特性「非連続性」上位課題

◆ ICT・アナリティクス分野の新アーキテクチャなど

分野	課題	非連続性	重要度	実現時期	「技術実現しない」割合
ICT	ポスト・フォン・ノイマンHPC: 超伝導単一磁束量子(SFQ)回路、カーボンナノチューブ、スピントロニクス素子、メモリスタ等のポストシリコンデバイスの実現と、それらデバイスを利用したプロセッサアーキテクチャ技術、量子コンピュータのHPC計算への応用、脳機能を模したニューロンモデルを利用したコンピューティング技術の確立	3.6	3.3	2026 2033	8%
ICT	10k量子ビット間でコヒーレンスが実現され従来解決困難だった問題を高速に処理できるゲートモデル型量子コンピュータ	3.6	2.9	2030 2038	33%
マテリアル	強相関電子を用いた室温超電導材料	3.4	3.4	2030 2040	27%
健康医療	胎児の生育を可能にする人工子宮	3.3	2.8	2030 2040	20%
健康医療	投与するとがん組織を選択的に包み込んで治療することができるポリマー医療材料	3.2	3.5	2020 2025	15%
マテリアル	人工的核変換により放射能を低減できる移動可能な装置	3.2	3.3	2030 2035	36%
ICT	はじめは幼児と同等の知覚能力と基礎的学習能力と身体能力をもち、人間の教示を受けて、外界から情報を取り入れながら、成人レベルの作業スキルを獲得することのできる知能ロボット	3.2	3.1	2030 2037	23%
未踏	地上(海上)ステーションと静止軌道上ステーションをつなぐ宇宙エレベーター	3.2	2.6	2040 2040	41%
ICT	脳における知的処理の理論的解明とそのモデル化による、脳の能力の限界の解明	3.2	3.4	2025 2032	14%
マテリアル	大量の情報データを高速に蓄積・検索可能な1原子/1分子が1ビットに対応するストレージ	3.2	3.3	2028 2035	15%

* 非連続性・重要度: 回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)
 * 実現時期: 上段は技術的実現の時期、下段は社会実装の時期

30

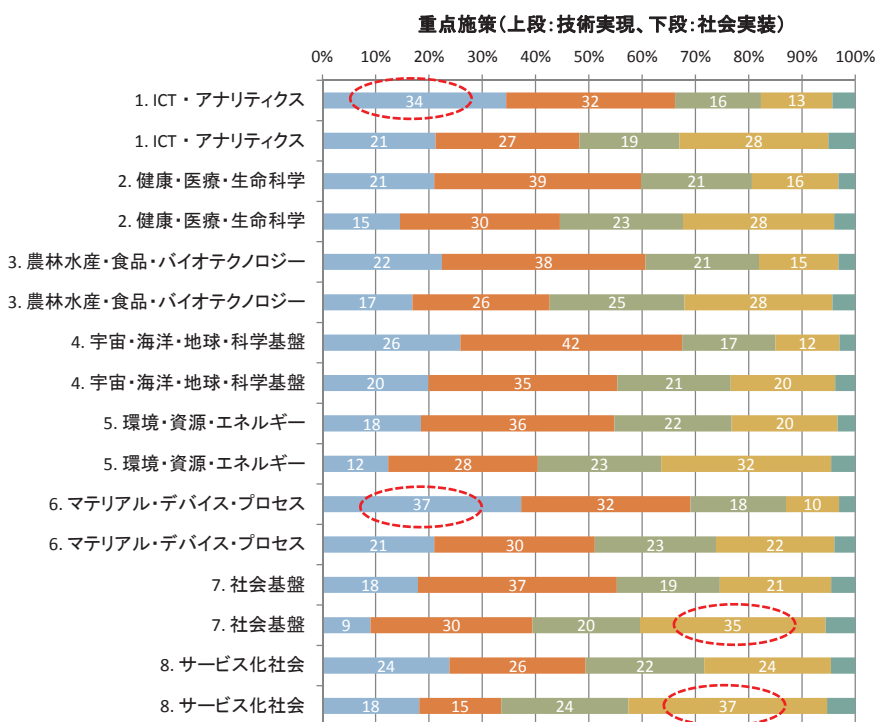
課題例：特性「倫理性」上位課題

◆ ICT・アナリティクス、健康・医療・生命科学、サービス化社会の3分野の課題が上位を占める。

分野	課題	倫理性	重要度	実現時期
健康医療	ヒトiPS細胞から分化誘導した生殖細胞を用いる不妊治療	3.9	2.9	2025 2036
サービス	健やかな高齢社会に向け、高齢者の趣味、健康状況、医療データ、生活行動情報などがデータベースとして管理・分析される	3.7	3.3	2020 2025
サービス	従業員の行動履歴から従業員間の人間関係を自動的に判定できるシステムが開発される	3.7	2.5	2025 2026
サービス	クレジットカード会社や銀行のように個人の行動情報(センサ情報、購買履歴など)を代理管理する業種が誕生し、一般的に利用される	3.6	2.6	2018 2021
健康医療	胎児の生育を可能にする人工子宮	3.6	2.8	2030 2040
健康医療	動物性集合胚(動物の胚に人間の細胞を注入したキメラ胚)から作出された、ヒト幹細胞由来の移植用臓器	3.6	3.0	2022 2032
健康医療	胚性幹細胞(ES細胞)移植を用いた再生医療技術	3.6	3.0	2020 2025
ICT	医療・食生活・運動など個人に関するあらゆる健康データを解析し、予測・予防医療を行うサービス。	3.5	3.5	2021 2025
ICT	エビデンス情報(provenance等)を提供しつつ、個人データを保護し、安全に個人ビッグデータを統合的に利活用するための技術	3.5	3.6	2020 2024
ICT	機械(ロボット)と人間の関係について社会的合意に達する(新たな機械三原則が確立され、法的整備も進み、機械が人間と協調的に共存する安定した社会・経済システムが実現する)。その結果、機械の経済への貢献が40%になる。	3.5	3.4	2025 2030

* 倫理性・重要度: 回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)
 * 実現時期: 上段は技術的実現の時期、下段は社会実装の時期

重点を置くべき施策



- 技術実現のためには、人材戦略及び資源配分の優先度が高い。
- 社会実装のためには、連携及び環境整備の優先度が上昇する。
- 技術実現のため、特に人材戦略に重点を置くべき分野: ICT・アナリティクス、マテリアル・デバイス・プロセス
- 社会実装のため、特に環境整備に重点を置くべき分野: 社会基盤、サービス化社会

■ 人材戦略
 ■ 資源配分
 ■ 内外の連携・協力
 ■ 環境整備
 ■ その他

課題例:10年以内の技術実現が期待される課題

分野	課題	技術実現	重要度
ICT	エクサ〜ゼタバイトスケールのHPC・ビッグデータ処理技術の社会現象・科学・先進的ものづくりなどへの適用による革新	2022	3.8
ICT	プライバシーを保ったデータ活用手法の開発とその理論的保証	2020	3.7
健康医療	iPS細胞などの幹細胞を用いた再生医療において、腫瘍化した移植細胞を検出する技術	2020	3.6
健康医療	がん幹細胞を標的とした難治性がんの治療薬	2022	3.6
農林水産	熱帯林破壊防止と再生活動のための観測・評価技術	2024	3.6
農林水産	物流において生鮮食料品を1週間程度、冷凍・冷蔵せずに保存する技術	2023	3.6
未踏	原子力安全性向上のための水素処理触媒開発や廃炉のための燃料デブリ組成・状態分析に必要な、高線量放射性物質または高線量環境下試料の構造・化学状態を放射光で解析する技術	2020	3.6
未踏	人工衛星等により、水蒸気・降水・雲エアロゾル等の大気状況を全球規模で高精度・高感度に観測する技術	2021	3.6
環境資源	局所的ゲリラ豪雨等を100mメッシュで予測する技術	2022	3.5
環境資源	大規模で高効率のガスタービン(入口温度1700℃以上)による大型複合サイクル発電	2021	3.4
マテリアル	SiC、GaNよりも低損失の電力用の実用パワー半導体	2024	3.5
マテリアル	シミュレーションデータと実測データの同化を通じて材料の局所的物性とマクロ物性を接続する、より精緻に予測可能なモデル最適化技術	2024	3.4
社会基盤	構造物の劣化や劣化に関わる環境あるいは外力作用履歴、状態変化を知らせる長期使用可能なセンサにより代表的構造物の劣化に関わる諸診断を行う技術	2024	3.6
社会基盤	ガレキ中からの救助、建物内の救急搬送などで活躍できるロボット	2024	3.6
サービス	農業の企業進出の法制度改革が行われ、農作業の自動ロボット化などの新たなビジネスが創出(食の安全による国内回帰)	2022	3.5
サービス	製品サービスシステムの上流〜下流設計を一貫してガイドする実践的な設計ナビゲートツールが整備される	2020	3.4

重要度: 回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)

33

課題例:10年後以降の技術実現が期待される課題

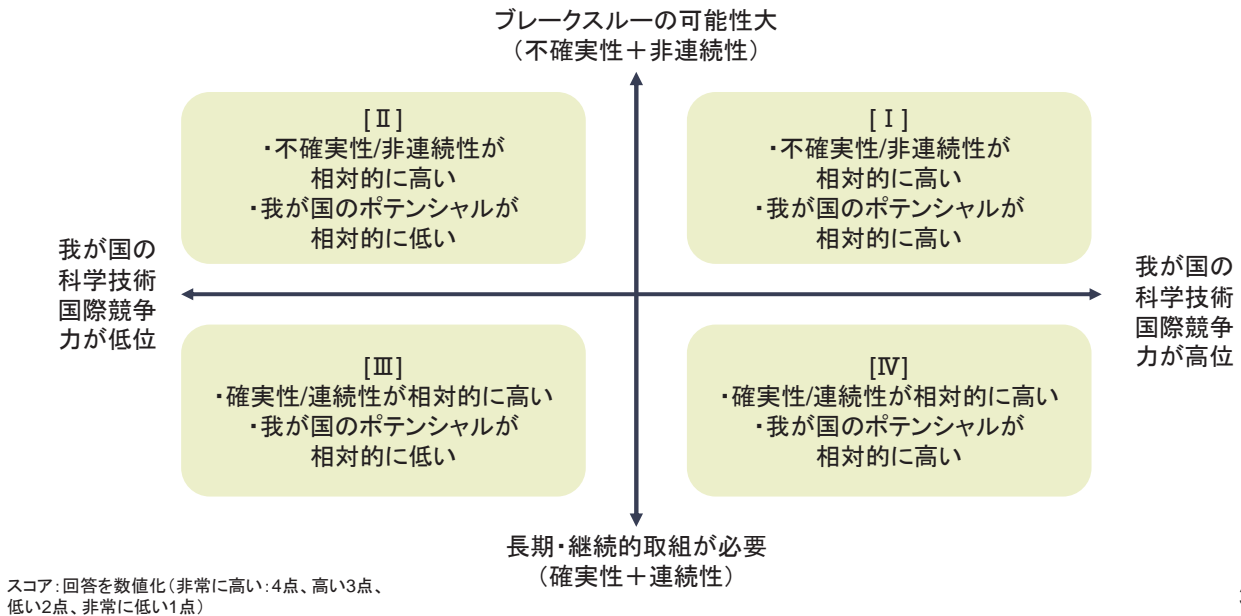
分野	課題	技術実現	重要度
ICT	物理的誤動作が人間の命や健康に影響を与えるシステム(ロボット、自動運転車、医療システムなど)のソフトウェアを解析し、安全に動作することを確認する技術	2025	3.7
ICT	HPC技術によるロボットなどに活用できる真の携帯可能な人工知能(例:単なる機能を実現するだけでなく、高度な人工知能により人との関わりあいを実現する、高度な介護・育児などのロボット等の実現。現在の世界トップパソコンの性能を弁当箱程度の大きさでデスクトップPC程度の消費電力で実現する。)	2025	3.5
健康医療	前がん状態からの発がんを抑制する予防薬	2025	3.7
健康医療	記憶・学習・認知・情動など特定の脳機能を支える神経基盤の全容解明	2030	3.6
農林水産	持続可能な水産業を確保する漁獲高管理技術	2025	3.7
農林水産	地球温暖化の影響(病害虫を含む)を受けにくい作物の開発	2025	3.7
未踏	劣化に起因する事故を発生させない、大型工業製品(タービン、プラント、架橋等)等のシミュレーションによる劣化解析技術と高感度非破壊診断技術	2025	3.5
未踏	自律無人探査機(AUV)により、完全自動化された調査を長期的(数か月)に実施する技術	2025	3.6
環境資源	大気大循環と海洋大循環を組み合わせた温暖化の定量的モデルの確立	2025	3.5
環境資源	エネルギー効率が50%の自動車エンジン	2025	3.4
マテリアル	現在のDRAMに比べ、100倍のメモリバンド幅を持ち、100分の1の消費電力で動作するメモリ	2025	3.6
マテリアル	構造を与えてその機能・物性を予測するのではなく、求める機能・物性を有する構造自体を予測可能なシミュレーション技術	2025	3.5
社会基盤	万一異常な姿勢に陥ったとしても自動的にもとの姿勢に回復させる制御等を活用して離着陸時にも墜落を防止できる安全な航空機	2025	3.6
社会基盤	公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	2025	3.4
サービス	遠隔地にいる高齢者や軽度障害者に対して、家族等の遠隔操作により生活支援を安全に行うことができる知能ロボット技術(ロボットは遠隔操作者が気づかない危険を回避するなどの知能を有する)が普及する	2025	3.5
サービス	設計、開発、生産、品質管理、製造といった一連のプロセスがデジタル化することでデジタルパイプラインが実現し、統一フォーマットによって社内外でのオープンイノベーションが活発化する	2025	3.5

重要度: 回答を数値化(非常に高い:4点、高い3点、低い2点、非常に低い1点)

34

重要度の高い課題の分類

- 重要度の高い課題として、重要度スコア上位1/3に当たる312課題を分析
- 不確実性と非連続性のスコアを合算、合算値の上位10%(30課題)と下位10%(30課題)を抽出
- 上述の上位課題及び下位課題を、それぞれ国際競争力により順位付け



35

重要度高課題の分類:カテゴリ I

- カテゴリ I : 不確実性・非連続性が相対的に高く、我が国のポテンシャルが相対的に高い
 - 再生医療、自動車用燃料電池・二次電池、地震発生予測、等

分野	課題	重要度	不確実性	非連続性	競争力	実現時期*
ICT・アナリティクス	ナノフォトニック技術などにより、転送データ量あたりの消費電力が現在の1/1000に低減されたネットワークノード	3.5	3.0	2.9	3.2	2025 2030
健康・医療・生命科学	分化細胞の初期化メカニズムの全容解明	3.5	2.9	2.9	3.4	2023 2025
健康・医療・生命科学	分化細胞から遺伝子導入によらずiPS細胞などの幹細胞を作成する技術	3.5	3.0	2.9	3.2	2020 2025
農林水産・食品・バイオテクノロジー	物流において生鮮食品を1週間程度、冷凍・冷蔵せずに保存する技術	3.6	3.0	2.8	3.3	2023 2025
宇宙・海洋・地球・科学基盤	M7以上の地震の発生時期(1年以内)、規模、発生地域、被害の予測技術	3.5	3.6	2.9	3.1	2030 2032
宇宙・海洋・地球・科学基盤	地殻の歪み分布や過去の地震履歴の分析等により、M8以上の大規模地震の発生を予測する技術	3.5	3.5	2.7	3.2	2030 2030
マテリアル・デバイス・プロセス	強相関電子を用いた室温超電導材料	3.4	3.4	3.4	3.2	2030 2040
マテリアル・デバイス・プロセス	変換効率50%を超える太陽電池	3.5	3.0	2.8	3.1	2025 2030
マテリアル・デバイス・プロセス	現行の大きさ、重量でも航続距離が500kmの性能(エネルギー密度1kWh/kg以上、出力密度1kW/kg以上)をもつ自動車用二次電池	3.6	2.8	2.9	3.3	2025 2030
マテリアル・デバイス・プロセス	希少金属を用いない自動車用の高効率燃料電池	3.6	3.0	3.0	3.3	2025 2030

*実現時期 上段は技術的实现時期、下段は社会実装時期

36

重要度高課題の分類: カテゴリ II

- カテゴリ II: 不確実性・非連続性が相対的に高く、我が国のポテンシャルが相対的に低い
 - サイバーセキュリティ、精神疾患、感染症、等

分野	課題	重要度	不確実性	非連続性	競争力	実現時期*
ICT・アナリティクス	計算困難性の解明における新しい計算モデルの実現: 計算困難な問題を理論的に解けるモデルを基盤にした現実的かつ限界的な問題解決プラットフォームの構築	3.5	3.0	3.0	2.9	2027 2035
ICT・アナリティクス	攻撃者の攻撃パターンの動的変化を認識して、その攻撃に適した防御を自動的に施す技術	3.6	3.0	2.9	2.7	2020 2022
ICT・アナリティクス	システムにアクセスすることが許された人たちの内部犯罪を防止するための技術	3.6	3.1	2.8	2.7	2020 2024
健康・医療・生命科学	低分子化合物・抗体・核酸に次ぐ新規機能分子の医薬	3.5	3.0	3.0	2.8	2024 2025
健康・医療・生命科学	統合失調症の脳病態解明に基づく、社会復帰に繋がる副作用の少ない新規抗精神病薬	3.5	3.0	2.8	2.7	2027 2031
健康・医療・生命科学	うつ病の脳病態による亜型診断分類に基づく、即効性で再発のない新規抗うつ治療法	3.5	3.0	3.0	2.7	2025 2029
健康・医療・生命科学	双極性障害の脳病態解明に基づく、再発予防が可能な副作用の少ない新規気分安定薬	3.5	3.0	2.8	2.8	2028 2030
健康・医療・生命科学	自閉スペクトラム症の脳病態に基づく、自律的な社会生活を可能とする治療・介入法	3.4	3.1	2.9	2.6	2025 2030
健康・医療・生命科学	ウイルス抗原変異等の影響なく、数回の接種で生涯感染予防が可能なインフルエンザワクチン	3.4	3.3	3.0	2.5	2025 2030
マテリアル・デバイス・プロセス	構造を与えてその機能・物性を予測するのではなく、求める機能・物性を有する構造自体を予測可能なシミュレーション技術	3.5	3.0	2.9	2.9	2025 2030

*実現時期 上段は技術的実現時期、下段は社会実装時期

37

重要度高課題の分類: カテゴリ III

- カテゴリ III: 確実性・連続性が相対的に高く、我が国のポテンシャルが相対的に低い
 - ネットワーク技術、医療データ活用、林業、監視、等

分野	課題	重要度	不確実性	非連続性	競争力	実現時期*
ICT・アナリティクス	時々刻々と利用可能状態が変化するネットワークへのアクセスを、媒体の変化を利用者が意識することなく提供可能な、有線・無線統合ネットワークの自動構成技術	3.4	2.3	2.3	2.9	2020 2022
ICT・アナリティクス	システム内部や外部の動作状況に動的に適応するネットワーク仮想化技術によって、所望のサービスが高信頼かつ無停止で提供されるネットワーク	3.4	2.3	2.4	2.9	2020 2020
健康・医療・生命科学	ライフスタイルビッグデータ活用による疾病予防法	3.4	2.3	2.3	2.7	2020 2025
健康・医療・生命科学	電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	3.5	2.3	2.2	2.5	2020 2022
健康・医療・生命科学	病原体データベースを用いた未知の病原体の分離・同定技術	3.5	2.4	2.3	2.7	2022 2025
農林水産・食品・バイオテクノロジー	遺伝子改変作物や動物の安全性評価法の確立	3.6	2.3	2.3	2.7	2024 2025
農林水産・食品・バイオテクノロジー	人工林が間伐期から主伐(皆伐)期になってきていることに対応し、伐採後の再生産を確保するための森林造成技術	3.5	2.3	2.0	2.3	2021 2025
農林水産・食品・バイオテクノロジー	オフィスビル等中高層木造建築物を実現するための高強度木質部材・木質耐火構造の開発	3.4	2.2	2.3	2.6	2020 2025
宇宙・海洋・地球・科学基盤	国民の安全安心の確保や産業利用に向けた、人工衛星等による国土の24時間高精度監視システム	3.5	2.2	2.2	2.9	2025 2025
社会基盤	低高度で自律飛行可能な領海監視・災害監視・救難補助用など多様に活用できる無人航空機	3.4	2.3	2.3	2.9	2020 2025

*実現時期 上段は技術的実現時期、下段は社会実装時期

38

重要度高課題の分類: カテゴリⅣ

- カテゴリⅣ: 確実性・連続性が相対的に高く、我が国のポテンシャルが相対的に高い
 - ビーム応用(材料、治療)、高効率発電、資源再利用、等

分野	課題	重要度	不確実性	非連続性	競争力	実現時期*
健康・医療・生命科学	日常生活に支障なく短期間でのがん治療を可能とする、強度変調型小型粒子線照射装置を用いた治療法	3.5	2.2	2.2	3.3	2025 2030
宇宙・海洋・地球・科学基盤	海底ケーブルシステムが敷設されていない海域でのプイ式津波・地殻変動観測技術	3.5	2.2	2.3	3.4	2020 2025
宇宙・海洋・地球・科学基盤	軟X線領域でSPring-8を凌駕する中型高輝度放射光施設(電子エネルギー3 GeV, 水平エミッタンス 1.2 nmrad以下、輝度 10^{20} phs/s/mm ² /mrad ² /0.1%b.w.以上)	3.6	2.0	2.6	3.4	2020 2020
宇宙・海洋・地球・科学基盤	中性子やX線を用いて、実働過程における機能材料・構造材料の3次元応力・ひずみ分布等を可視化し、その場観測する技術	3.5	2.2	2.4	3.2	2020 2022
宇宙・海洋・地球・科学基盤	光ファイバーネットワークによる周波数リンク技術によって、高精度標準、基準信号、位置情報などを遠隔でも同等に利用できる技術(光キャリア周波数を用いたファイバーリンク技術、光コム伝送技術、タイミング同期によるGPS技術の高安定化、超高精度化技術など)	3.4	2.2	2.4	3.2	2021 2025
環境・資源・エネルギー	効率46%(HHV基準)を実現する720°C級超臨界圧火力発電	3.4	2.4	2.2	3.3	2022 2025
環境・資源・エネルギー	大規模で高効率のガスタービン(入口温度1700°C以上)による大型複合サイクル発電	3.4	2.3	2.2	3.2	2021 2025
環境・資源・エネルギー	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	3.4	2.4	2.2	3.2	2022 2026
環境・資源・エネルギー	途上国で一般利用できる経済性のある汚染水浄化・再利用技術	3.6	2.3	2.1	3.2	2020 2025
サービス化社会	認知症の徘徊者をはじめ一般消費者が自然に身につけることのできる見守り端末技術が普及する	3.5	2.2	2.3	3.2	2020 2022

*実現時期 上段は技術的実現時期、下段は社会実装時期

39

シナリオプランニング

シナリオプランニングへの展開

1. 将来社会像の設定

新たな視点やかすかな兆候を見出すのではなく、想定内の変化や普遍的な目標を設定した。そのため、類似調査や戦略等から抜粋した(ここではイノベーション総合戦略から)。

- 変化:人口減・高齢化、知識社会化・情報化、地球規模問題、グローバル化・国際経済社会の構図変化、災害の備え
- 目標:経済力(国際競争力、生産性向上等)、豊かさ、安全・安心、世界との共生



2. 将来社会ビジョン調査

将来起こり得る変化の中で普遍的目標をどのようにして実現させるのか(その要点はどこにあるのか)の検討を行った。具体的には、将来社会の方向性を議論すると共に、それらに何をもって対応すべきなのかという打ち手までのブレイクダウンを行った。

- 上述の将来の変化と目標を基に、7テーマを設定
 - ・ (1)世界の中の日本、(2)人口構成、(3)都市・地域・コミュニティ、(4)コネクティ化、(5)知識社会、(6)製造業のサービス化(PSS)、(7)食
- 将来変化を構造化(イシューツリー)。ワークショップにおいて、特に注目すべき(変化幅が大きい、インパクトが大きい等)について、変化の方向性と対応課題(打ち手)を議論
- 対応課題(打ち手)を整理



3. 第10回科学技術予測調査

2050年までの科学技術の発展動向を調査。重要性(経済、社会、学術などの視点から)、及び、研究開発に進め方や社会実装に関わる特性(不確実性、非連続性、倫理性、実現可能性)について、多数の専門家による評価を実施。

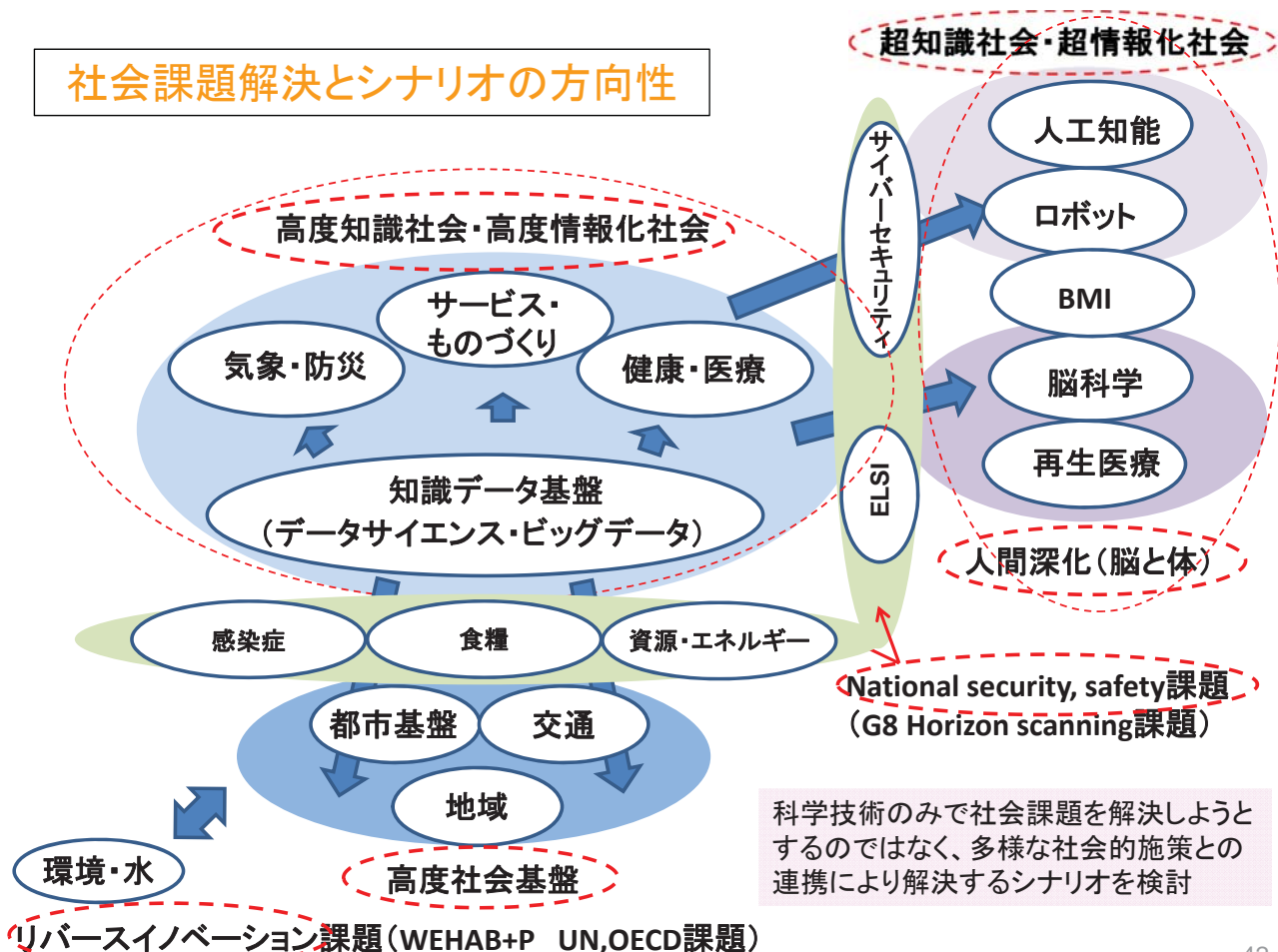
- 科学技術の視点からの示唆:知識データ基盤(データサイエンス、ビッグデータ等)が社会課題解決を加速する方向性、再生医療、脳科学が人間における課題解決を加速する方向性等



シナリオプランニング

41

社会課題解決とシナリオの方向性



42

分野別速報を科学技術・学術政策研究所のウェブサイトで公開
しています。

<http://www.nistep.go.jp/archives/18742>

- － ICT・アナリティクス
- － 健康・医療・生命科学
- － 農林水産・食品・バイオテクノロジー
- － 宇宙・海洋・地球・科学基盤
- － 環境・資源・エネルギー
- － マテリアル・デバイス・プロセス
- － 社会基盤
- － サービス化社会

問合せ先: yosoku2014@nistep.go.jp

43

ご清聴ありがとうございました