

# 科学技術予測調査: シナリオプランニングに向けた 課題と解決方向の検討

2015年5月

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



# 「科学技術予測調査」の概要



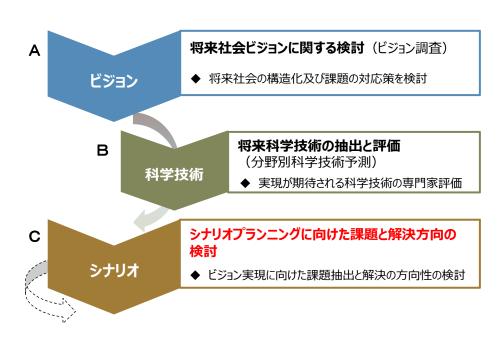
# 科学技術予測調査の概要

## ◆ 経緯

- ◆ 我が国では、科学技術の中長期発展を展望する大規模な「科学技術予測調査」を1971年から約5年毎に実施。第5回調査(1992年)から、科学技術・学術政策研究所が実施主体。
- ◆ 2013年より、10回目に当たる「科学技術予測調査」を実施。2030年を中心とし、2050年までの科学技術発展を展望。

## ◆ 今般調査の概要

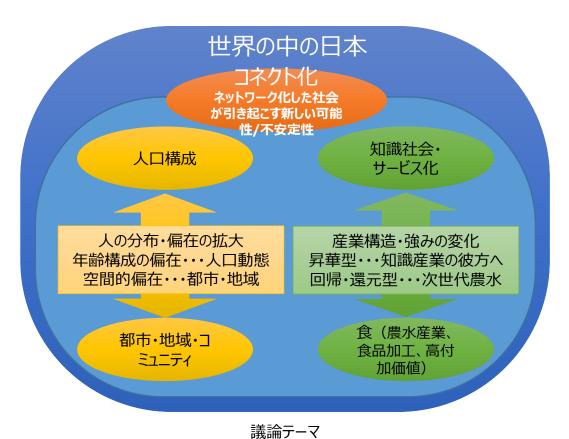
- ◆ 科学技術イノベーション政策・戦略の 議論に資することを目的として、ビジョン 実現に向けた科学技術の発展について 検討。
- ◆ 社会の視点からの将来社会ビジョン 検討(A)及び科学技術の視点からの 分野別科学技術予測(B)を実施。 次いで、二つの検討結果を統合し、 将来社会における課題の抽出と解決の 方向性について検討(C)。
- ◆ 本報告は、Cについてのこれまでの検討 結果をとりまとめたもの。





# 科学技術予測調査の概要 A. 将来社会ビジョンに関する検討(ビジョン調査)

- ◆ 今後大幅な変化が予測される以下の事項をテーマとして将来社会の方向性を議論
  - グローバル化の視点から: 「世界の中の日本」
  - ネットワーク化の急速な進展の視点から:「コネクト化」
  - 人の分布の視点から:「人口構成」「都市・地域・コミュニティ」
  - 産業の強みの視点から:「知識社会・サービス化」「食」



コネクト化社会

知識社会・サービス化

健康長寿社会

持続可能な地域社会

ものづくり社会

レジリエントな社会

世界の中の日本

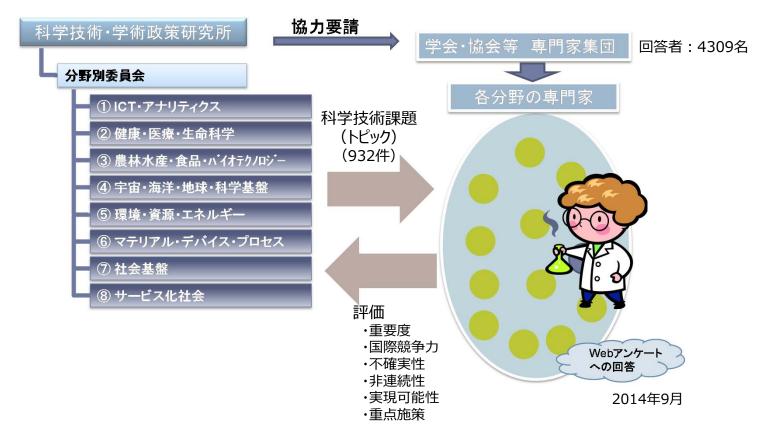
議論から導かれた将来社会像



## 科学技術予測調査の概要

# B. 将来科学技術の抽出と評価(分野別科学技術予測)

- ◆ 科学技術の中長期的発展(2050年まで)の方向性について、専門家の見解を収集・分析。
  - 調査対象とする分野別に委員会を設置、将来の経済社会あるいは科学技術発展に大きなインパクトをもたらす潜在可能性の高い科学技術を「科学技術課題(トピック)」として設定(8分野、932件)。
  - 関連学協会等の協力を得て、トピックの研究開発特性や実現見通し等に関するアンケートを実施、 4309名が回答。

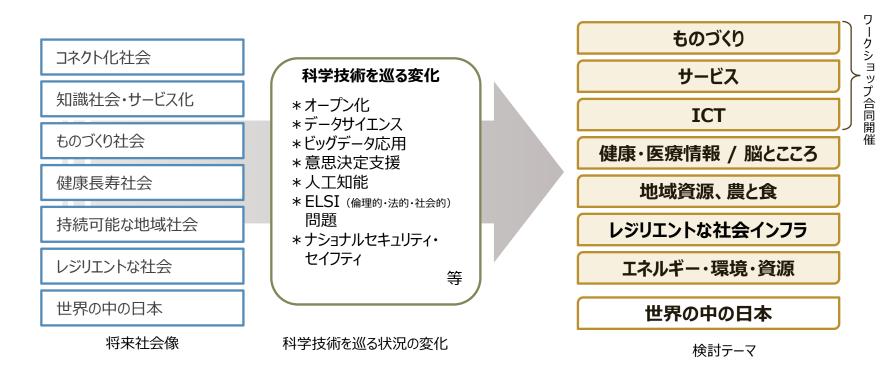




## 科学技術予測調査の概要

# NSKITUTE OF C. シナリオプランニングに向けた課題と解決方向の検討 TECHOLOGY C. シナリオプランニングに向けた課題と解決方向の検討

- ◆ 今後の社会の変化や科学技術発展の方向性を踏まえ、将来の課題及びその解決のための要素や 留意点等を検討。
  - 関連する政策・戦略、ビジョン調査から導かれた将来社会像、分野別科学技術予測から導かれた 科学技術を巡る状況の変化を考慮し、長期性及び分野融合・学際の視点から検討テーマを設定。
  - フォーサイトワークショップ、インタビュー、文献調査等により情報を収集、科学技術・学術政策研究所において分析・取りまとめ。
  - 全体とりまとめに向け、「世界の中の日本」ワークショップを実施。各テーマの検討結果を踏まえ、世界における日本の位置づけの観点から注目すべき科学技術について議論。





# 「シナリオプランニングに向けた 課題と解決方向の検討」 の概要



## 検討テーマ

#### 1. [ものづくり] 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム

ICT及びサービスとの高度な融合による「未来の産業創造と社会変革」に寄与する新しいものづくり プラットフォームの検討を行う。

#### 2. [サービス] 未来共創型サービス

様々な要素を構成してユーザーの要望に応える新しい価値・サービスを共創するサービスイノベーションの 検討を行う。

#### 3. [健康・医療情報/脳とこころ] 健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化

- ○超高齢社会における労働力の持続的な確保に向けた疾病対策 健康・医療情報の利活用、及び、個人情報保護とヘルスケアとのトレードオフの検討を行う。
- ○脳とこころの健全化と機能拡張 ICT、教育学、スポーツ医・科学との融合・連携の観点から検討を行う。

#### 4. [地域資源、農と食] 食と地域資源

分野融合的な取組に焦点を当て、「食、サステナビリティ、人材育成」を軸とした検討を行う。

#### 5. [レジリエントな社会インフラ] レジリエントな社会インフラ

大規模自然災害への対応、国土監視、社会インフラ統合管理の観点から検討を行う。

6. [エネルギー・環境・資源] 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源

エネルギーのベストミックスと気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー・環境・資源について検討を行う。

## 世界の<u>中</u> <u>の</u> 日本

・日本の存在感・グローバル課題対応・存立基盤



# 1. 未来の産業創造と社会変革に向けた新しいものづくりプラットフォーム

#### 概要

- 経済・人口・地域の各側面から、「ものづくり」に深く関わる2030年の社会課題を検討
- これらの社会課題を解決する2つの方向性について検討

## 経済

(制約事項として) エネルギー・環境・資源・新興国

- ○新興国の台頭(コモディティー化、国際競争力の低下)
- ・生産性の向上、生産性の定義の再構築
- ・高付加価値化(ブランディング、感性、文化、ハピネス重視)
- ・企業の価値観の転換
- ・消費ニーズ多様化への対応(中小企業刷新、地域活性化)

#### 人口

#### ①労働人口減少

- ・生産性の向上
- ・シニア、女性人材の活用
- ・仕事マッチング、モチベーションの向上
- ②少子高齢化
- ・介護負担の低減
- •健康管理、維持
- ·在宅医療
- ③家庭が担っていた社会機能の崩壊
- ・職住近接、家事サービス付集合住宅
- ・地域&職場コミュニティの構築、融合

#### 地域

- \*生活と労働の場が比較的近接している、人口20万人程度の都市を想定
- ①大企業の撤退等による仕事の減少
  - ・一次産業の工業化(植物工場等)
- ②地域特有の多種多様な課題
- ・地域ものづくりコミュニティ (ファブラボ等)
- ・多品種少量生産ソリューション
- ・農産物の収穫などの労働の間接支援
- ・高齢者モビリティ(あぜ道走行等)
- ・生活支援(細かい作業用ロボット)
- ・インフラ老朽化対策(自己修復、アップデート機能搭載)

### 注目される方向性

- ○多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、新しい「ものづくり」
- ○人の行動ニーズに適した高度な支援機器や作業環境の整備への「ものづくり」の貢献



## 多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、 新しいものづくり

• サービス、デザインとの高度融合による高付加価値化と、低コスト生産・流通・販売システム、人に優しい 生産環境構築によって、国内外で多様化するニーズに対応した国際競争力のあるものづくりが実現

### 高付加価値化

## 高度化

#### QOLの向上

- ○感性、文化を取り入れた製品開発
- ○サービス価値を付与した製品開発
- ○ブランディング

#### 多品種少量生産

○多様なニーズへの対応; ベンチャーや中小企業が担い手 となり、国内地域・海外に展開 できるシステムの開発

#### デジタルファブリケーション

○オンサイト、オンデマンド、 パーソナル生産技術・サービス システムの研究開発、構築 →消費者目線、国内外地域 ニーズへの対応、

サービスとの融合・一体化

#### 3Dデザイン&ファブシステム (人と物のインターフェース構築)

#### ☆ 2 つのデザインの融合

- ・エステティックデザイン(意匠性) (ex.かっこいい)
- ・ファンクショナルデザイン(機能性) (ex.使いやすい)

#### ☆ 2 つの「物」のインターフェイス

- ·自然物(ex.人体)
- ·人工物(ex.機械)

(例) 常用&スポーツ義足;職人技・専門家知見のデータ化、人間の静止時の形態だけでなく、動的 形態・歪みも3D計測しデータ作成、汎用化する



- ○高度3 D計測、汎用CAD構築技術、 高耐久性素材の研究開発と、それを担う人材 育成システムの構築
- →低価格で個々人に提供可能となる

# マスカスタマイゼーション (多品種大量生産)

○集約された大規模工場で、仕様の異なる製品 を、一貫して生産・品管・出荷する技術、システム、 サービスの研究開発

#### ものづくり基盤技術の高度化

- ○マテリアル/プロセス・インフォマティクスが確立し、 構造材・触媒などの多元系の材料設計技術、 システムの研究開発
- ○付加製造(三次元造形)技術が高速化、 高精度化し、大半の構造材料に適用され最適 構造・機能の実現のための研究開発

#### 人に優しいものづくり環境

- ○ICTの整備により設計・管理部門の在宅勤務 を実現するシステムの開発
- ○工場(主に中小企業)や建設現場の
- 3 K環境を改善する作業ロボットの研究開発



## 人の行動ニーズに適した高度な支援機器や 作業環境整備へのものづくりの貢献

ICTとの高度融合によって多様な生活シーンに求められる、煩雑作業動作を可能とする機器(広義のロボット)の研究開発と使用環境の整備により、各国で顕在化しうる社会課題の解決に貢献

#### 単純 (整備された環境) 複雑 (人の牛活環境) ・単純作業用ロボットの開発、利用 ・煩雑作業用ロボットの開発、利用 ・自動化に適した作業環境の構築 ・人に優しい作業環境の構築 <対応する社会課題> 煩雑作業支援 単純作業支援 労働力不足の解消 ○特に中小企業における3 K 労働を担う ○人丁知能やセンシングを駆使した、煩雑作業 を担える高度・高機能ロボットの開発 低コスト作業用□ボットの開発 「食べ」ものづくり 農作業のサポート 植物工場 (一次産業支援) ○地域特性を生かした農産物を、大量に ○地域ものづくり拠点の活用等により、センシング 低コストで生産し流通するシステムの開発 やモビリティなど、人間の作業を的確にサポートする ユーザー発案型機器の開発 高齢者·介護支援 人間の意思を尊重した自立支援 介護現場の負担軽減 ○多様な介護場面に適した介護支援ロボットの開発 ○人間の必要とする部分だけを補助する、人工 ○機械化・自動化に適した介護環境の整備 筋肉を備えたスマート衣料の開発等 在宅勤務 介護世代のサポート 家事の煩雑な作業の支援 ○人工知能やセンシングを駆使した、家事作業を ○ICT環境の整備による職住近接の実現 担える高度·高機能「不定型ロボット」の開発 ○家事サービス付集合住宅の整備 在宅医療・パーソナル医療 健康維持•予防医療 目的に合った効果的なサプリメントの開発 ○ICT環境の整備、ウェアラブルデバイス等の個 ○多忙あるいは不摂生でも健康維持が可能な 別化医療環境の整備 サプリメントの開発



## 「多様化するニーズに応え、国際競争力を備えた、 新しいものづくり」の関連トピック

## デジタルファブリケーション (3Dプリント)





コンシューマープロダクトに おける保守部品のオンデマ ンド牛産

### □ 重要度は比較的高く、国際競争力は比較的低いと評価

匠 (熟練技能者など) の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知の アーカイブ化、技能継承を行うシステム

大量生産品と同等の精度・品質を持った部品・製品の パーソナル生産

形の異なる部品のマスカスタマイゼーション生産(変種大量生産/10万個規模)

鋳型を使わず液体から直接立体形状固体を造形する 革新的生産技術 付加製造(アディティブ・マニュファクチャリング) によるメタマテリアルの コンシューマープロダクト への適用

バイオプリンティングに よる再生臓器の製造

2025 2030 2035 2040

大規模材料データからの新規物質探索を スピードアップする物性予測ツール

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

ベイズ推定やニューラルネットワークなど情報統計力学手法の応用により材料科学上の 逆問題から材料の構造や生成プロセスを推定できる技術

マテリアルズ・インフォマティクスを活用し、3次元造形による構造および機能性材料が開発される

マテリアル・インフォマティクス

□ 重要度は比較的高く、国際競争力は比較的低いと評価



## 2. 未来共創型サービス

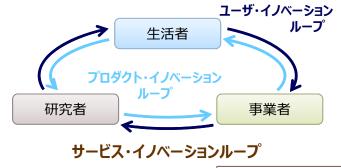
#### 概要

- サービス※の本質は価値の発現にあり、いわゆる「製品」を含むより幅広い概念である。
- 様々な要素をどう組み合わせて"価値"を創り出すかがひとつの課題となる。さらに、価値は提供者が一方的に規定する物ではなく受給者も一体となって"共創"するものである。
- "共創"の観点からは事前に"価値"を規定できないテーマも多く存在するが、ここでは、社会課題解決型であり、複数の分野が融合・協働することで初めて可能になるテーマを取り上げ、全体像、並びに、分野融合の典型例を検討する。

※ ここでは「Service Science」の意味で「サービス」を捉える

#### 注目される方向性

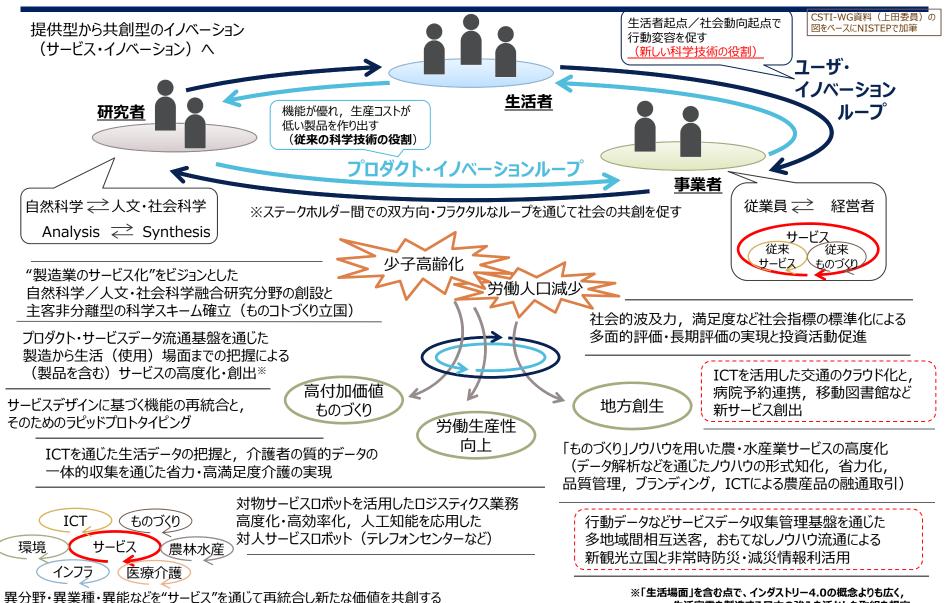
- "サービス"を通じた新たな価値の共創:サービスイノベーション(全体像)
- ICTを活用した交通のクラウド化と新サービス創出
- サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス



CSTI-WG資料(上田委員)の 図をベースにNISTEPで作成



## "サービス"を通じた新たな価値の共創(全体像)

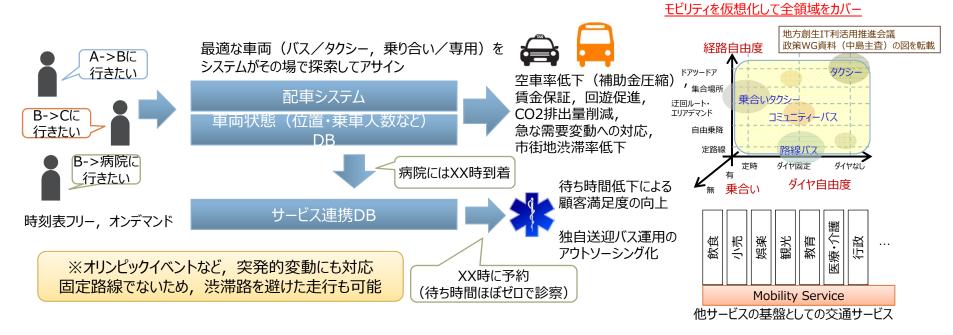


生活家電を製造する日本の強みを活かした取組を想定



## ICTを活用した交通のクラウド化と新サービス創出

- 少子高齢化などに伴う路線バス公共交通の維持困難、公共交通衰退による都市の活度・魅力低下、 経済衰退等の課題に対応
- バス・タクシー・電車など従来交通機関の枠を越えた交通機関の創出により交通をクラウド化、さらに、 病院予約や物流などと連携した新サービスを創出



	<u>行政</u>	研究者	<u>事業者</u>	<u>生活者</u>
役割	バス・タクシーの垣根など法整備 運営法人などの検討・設立 サービス連携基盤の整備 省庁連携	サービスデザイン 運行アルゴリズムの研究・開発 料金制度の最適値探索 導入計画シミュレーションの開発	小規模乗り合い車両開発 交通協議会などの開催 (ステークホルダー間の調整) 従業員教育など 運行システムの開発・管理・運営	行動スタイル変化の受容 積極利用



## 「ICTを活用した交通のクラウド化と新サービス創出」 の関連トピック

公共交通が仮想化され、ユーザは行き先を指示するだけで最適の乗り物が使えるようになる (単なるナビではなく、交通機関の方がデマンドに合わせることを含む) 【サービス化社会分野】

信号等の道路インフラおよび走行車両から得られる ビッグデータを動的に活用した交通管制サービス システム【社会基盤分野】

環境負荷低減に寄与する、多数の移動体(バス、 電車、新幹線、飛行機、船等)からの情報を一元 的に管理するネットワーク制御、運用技術 【社会基盤分野】

非常時(災害・故障による一部 不通など)における都市の円滑な 移動を確保するための、数十万 人規模のモビリティマネジメント システム【社会基盤分野】

道路での交通信号を事実上撤廃できるような、人間・車両間の通信による協調移動システム【ICT・アナリティクス分野】

2020 2025 2030



都市間の貨物輸送の効率化を図るために、鉄道と道路、道路と港湾・空港、鉄道と港湾・空港の結節点における時間・コスト・環境負荷のそれぞれを半減するシステム 【社会基盤分野】

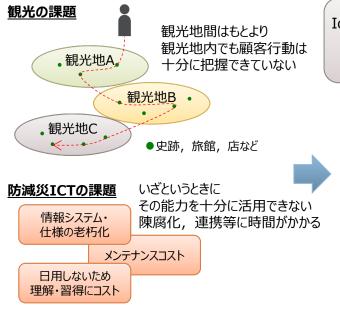
渋滞抑制、環境負荷低減、道路管理コスト低減等、社会的負荷を総合的に抑制し道路ネットワーク全体を最適化するシステム 【社会基盤分野】 超高齢社会において高齢者が単独で 安心してドアからドアの移動ができる、 地区から広域に至るシームレスな交通 システム 【社会基盤分野】

(「分野別科学技術予測調査」より)

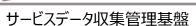


# サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス

- 観光などの分野では行政区を越えた顧客の行動把握や相互送客などの連携が不十分、防減災分野では防減災 ICTインフラのメンテナンスや定常的更新、運用訓練が困難、等の課題に対応
- 観光などサービス業での活用を念頭にしたサービスデータ収集管理基盤を構築し、普段は観光などに利用しつつ、 非常時は防減災用に活用



IoT, Cyber-Physicalなどを活用したデータ連係で 一見関連の薄いサービス同十を融合 双方の欠点を補完した新たなサービスへ



行動情報(宿泊,購買など)位置情報

#### 観光情報DB

おもてなし知識DB

※可能な限りオープンな設計で誰でも利活用

User



観光地

使い慣れたアプリで 仕事時は乗り換え案内, 観光地では観光情報, 災害時には避難情報が 提供される

他地域との相互連携 (タイアップイベント, 時刻表の連結など)で 集客力·満足度向上

システムの平時運用で 改修・改善等を適時実施 イベントのアクセス集中 なども通じて知見集積 非常時特化ではないため 行政 予算の面でも安定



牛活者 災害時のアプリ開発 積極利用 個人情報提供に関する受容

<u>行政</u>	
個人情報保護の制度設計	
地域間連携の枠組・協会等整備	
サービス連携基盤の整備・運用	
省庁連携	
	個人情報保護の制度設計 地域間連携の枠組・協会等整備 サービス連携基盤の整備・運用

研究者 事業者 サービスデザイン 相互相客のマッチング手法開発 セキュリティ保護の手法開発 人流シミュレーションの開発 データの標準化

基盤アプリの開発・運用 協議会などの開催 (ステークホルダー間の調整) 従業員教育など システムの開発・管理・運営



## 「サービスデータ収集管理基盤による観光・防減災サービス」 の関連トピック



大規模ターミナル駅周辺(約5km四方)における10万人規模、6時間分の人流について、各種情報提供の効果と個々の状況判断を含めて100万ケースのシミュレーションを1ヶ月程度で完了出来るようになる【サービス化社会分野】

店舗に設置された各種環境センサのデータが統計処理 された上で蓄積され、その8割以上がオープンデータとして 公開される 【サービス化社会分野】

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 【サービス化社会分野】

高齢者や身障者(目の不自由な人)が安心して自由 に行動できる情報を提供するナビゲーションシステム 【社会基盤分野】

非常時(災害・故障による一部不通など)における都市の円滑な移動を確保するための、数十万人規模のモビリティマネジメントシステム 【社会基盤分野】

2020 2025 2030

避難活動をスムーズに行うための個人携帯端末を活用したナビゲーションシステム【社会基盤分野】

SNSを活用した確度の高い避難情報を把握するシステム【社会基盤分野】

SNSなどのソーシャルメディアのデータを分析し、行動予測するシステム(例:犯罪予測や消費者の購買行動予測)【ICT・アナリティクス分野】





個人や集団が置かれている状況の把握をリアルタイムに行い、適切な助言やリスクの提示を行うシステム(政策助言システム、高度医療助言システムなどを含む。法規制のもたらす社会・経済的インパクトの推定ができる)【ICT・アナリティクス分野】

全てのセンサ類がID管理され、自分の行動が誰にどのようにセンスされているかを把握可能にすることで、 プライバシーと利便性のバランスが柔軟に設定できるプライバシー管理技術 【ICT・アナリティクス分野】



# 3. 健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化

#### 概要

- 超高齢社会における労働力確保の観点から、**生涯の健康管理**、及び、我が国の疾病による 社会負担の大きさにおいてがんを抜いてトップにある**精神神経疾患**に焦点を当てる。
- これらの社会課題の解決のために、**健康・医療情報及び脳のビッグデータ**を利活用する。世界で最も長寿化の進んだ我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案し、新たなイノベーションを起こす。
- そのためには、人材育成や倫理的配慮を伴う多分野にまたがる研究の推進が必要となる。

#### 注目される方向性

#### 超高齢社会における労働力の持続的な確保に向けた疾病対策

- 大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究による政策策定と産業創生
- 機能的健康度を指標とする健康管理・医療 高齢者に特化した長期縦断研究による機能的健康度の基準値作成及びその活用システム –
- 地域のソーシャルキャピタルの活用

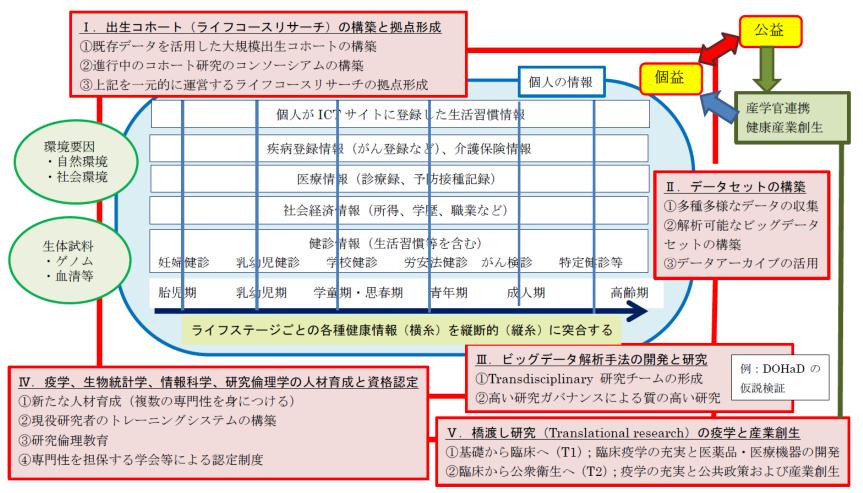
#### 脳とこころの健全化と機能拡張

- 脳ビッグデータの活用による精神疾患の新たな診断・治療・予防
- ICTの発展に伴う急速な社会変化により増加が懸念される精神疾患への対処



## 大規模長期縦断研究をベースとした疫学研究 による政策策定と産業創生

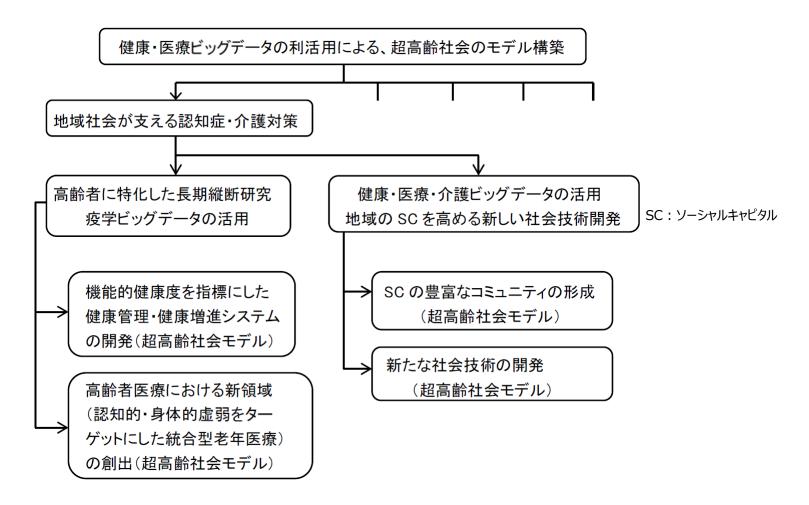
- 我が国のライフコースリサーチを構築し、研究成果を健康政策に実装する
- 研究及び政策基盤としての大規模長期縦断研究と人材育成が鍵となる





## 機能的健康度を指標とする健康管理・医療、 地域のソーシャルキャピタルの活用

- 高齢者に特化した長期縦断研究による機能的健康度の基準値を作成、利活用するシステムを構築
  - → 最も長寿化の進んだ我が国が率先して超高齢社会のモデルを提案、新たなイノベーションを起こす





# 「脳ビッグデータ」の活用による精神疾患の 新たな診断・治療・予防

- 精神医学、脳機能解析学、ゲノム解析学、計算神経科学、ビッグデータ科学、医用工学、モデル動物学、 創薬科学などが連携
- 医薬品・医療機器の安全性・依存性への対策、及び、個人情報・"脳ビッグデータ"の悪用防止対策など 倫理的配慮が不可欠

最終目標;精神疾患に関わる脳神経回路・機能を解明することにより、 革新的診断・予防・治療法を確立し、精神疾患を克服する

日本発の創薬

脳神経回路・機能に基づく診断体系の確立

小型脳活動計測装置、バイオマーカーによる客観的診断法の確立

ニューロフィードバックの臨床応用

脳神経回路・機能マップの完成

創薬シーズの発見

大型脳活動計測装置による客観的診断法の確立

脳活動バイオマーカー候補を発見

臨床

精神疾患国内推定300万人超経済的損失は15.2兆円不適切な診断・治療 適切な治療を行っても非反応例の存在 研究

神経回路は特定できていない 多様な遺伝子が関与 バイオマーカーは存在しない モデル動物の限界 症状論に基づいた診断体系



## ICTの発展に伴う急速な社会変化により増加が 懸念される精神疾患への対処

- 急速な社会変化は、今後精神疾患をさらに増加させる可能性がある。現在の治療は、社会復帰を 考えた時に様々な問題を抱えており、精神疾患を患者個人の問題とするだけで解決することには限界 が見える。
- ICTは、使い方によっては精神疾患患者の生活支援技術として、また、ストレスの低い社会の実現にも活用出来る可能性を秘めている。
- 1つが個人、もう1つが社会へのアプローチとなり、この2つが両輪となる事で、精神疾患の増加を 食い止めるだけでなく、それを減らす事が可能になる。
- 革新的研究の推進において、新しい評価軸と時限のプロジェクトに対応出来る魅力的な人事制度を 抱えた機関の検討も合わせて必要。

#### ○ICTを活用した個人のストレス防御支援技術およびリハビリテーションシステムの構築

- ストレスを生む様々な情報について、ICTを活用して制限をかける。
  - ✓ AR(拡張現実)やVR(仮想現実)技術を活用し、個人にとって最適な刺激強度やモダリティの環境を実現
  - ✓ 様々な課題解決の最適解を提案するなど、情報を処理する速度もICTを活用することで向上
- 精神疾患のための環境調整支援技術を開発し、現在の薬と同じように処方するための専門職、機関、制度などを検討

#### ○ストレス耐性を育てる教育とストレスの低い社会システムの構築

- 安全・安心社会、またユニバーサルデザイン社会の推進により、社会では安全・便利さ・使い易さが標準となり、そこからはみ出す者や人が排除される構造が生まれている。社会や学校において、人為的にストレスをかけて、多様性に対する許容度を育む教育についての研究が重要
- 社会にイノベーションを起こし活性化させるという点においても、ユニークな人々を包含する組織をいかに構築できるかが 鍵となり、そのためには会社で働く個人相互がストレスを感じない、個々の能力に応じた自由な働き方のできる 組織マネジメント研究が重要



## 「健康長寿社会の実現に向けた心身の健全化」 の関連トピック

ゲノム・診療情報、およびウェアラブルセンサーやスマートデバイスにより 得られる生体・行動情報を継続的に収集した健康医療データベース (大規模コホート研究の推進に資する)

個人ゲノム情報、臨床情報、生活行動情報、環境情報などの統合による、個人単位での疾病発症・重症化予測、生活習慣改善介入、診断や治療効果判定を可能にする情報システム

予防医療・先制医療に資する、動的ネットワークバイオマーカーを用いた 疾病発症・病態悪化の予兆検出





脳とこころ

脳機能を細胞レベルで非侵襲的に 測定できるイメージング技術

脳画像診断法による、細胞レベルの脳病態を反映する、精神疾患の生物学的分類の構築

2020 2025 2030

公共財としての医療・ゲノムデータベースの利活用に関わる基本 ガイドラインの確立

ライフスタイルビッグデータ活用による疾病予防法

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



精神・神経疾患に対する深部脳刺激療法、ニューロフィードバックなどの生理学的治療法

加齢による身体機能低下・認知機能低下に対する、統合的オミックス解析情報に基づく個別化予防プログラム

(「分野別科学技術予測調査 健康・医療・生命科学分野」より)



## 4. 食と地域資源

#### 概要

- **食と農林水産、地域に関する社会課題**について、地域の人口減、世界人口の増加、気候変動等を考慮して議論したのち、必要な技術、行うべき研究を検討。
- 「今後10年程度を見通した5年間の科学技術政策を具体化する」科学技術基本計画検討に資するため、より長期的視点に立ち、「地域活性化、サステナビリティ、人材育成」に注目。
- 付加価値の高い食品の生産およびその生産性向上と生態系サービスが持続的に確保されうる 地域の活性化を目指す。

#### 注目される方向性

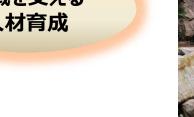


地域資源を活用した 豊かな食



高い生産性と地域の持続的活力

地域を支える 人材育成







## 地域の資源を活用した豊かな食

競争力のある農林水産物を生産し、スマートな流通によって、日本発の「おいしい」食を世界へ

#### 高付加価値 農林水産物 の生産

- ◆ 戦略的な機能性農林水産物の作出
- ◆ 地域の特産となる高品質な農作物の生産とブランド化



- 養殖による水産物の品質設計や薬効成分等の機能をもつ農作物の施設栽培など戦略的な機能性農林水産物の育種・栽培・養殖技術の開発
- 機能性成分の可視化技術および食品ブランドの定量化手法を開発
- 各種センサなどICTにより作物の状態をモニタリングし、品質をデザイン

#### 食品 流通・保蔵 の高度化

#### ◆ 食品加工、調理、保存、輸送にかかるエネルギーコストを低減

◆ ロジスティクスを最適化、食料のムダを減少



- IoTを活用し、農林水産の生産から加工、流通まで一貫した管理
- 新たなポストハーベスト技術、誘電分光、水科学などを応用した、短期常温・高品質保蔵技術 および食品加工技術の開発

#### 味覚の サイエンス

- ◆ 我が国の農林水産物・食品および食産業を戦略的に海外展開
- ◆ 各国の食文化の理解に基づく東京オリンピック・パラリンピックでの「おもてなし」



• 「味覚センサ」「香りセンサ」による成分分析・品質管理に加えて認知脳科学、神経科学、 食文化史・文化人類学、比較言語学などを活用して、世界各国の文化的・歴史的背景に 基づく「美味しさ」、「食嗜好」を解明



## 高い生産性と地域の持続的活力

#### サステナブルかつ高効率な農林水産業の実現と、地域にヒトを呼び込むしくみを構築

#### 農地の 高度利用

- ◆ サステナブルかつ高効率の農業技術開発
- ◆ 土地活用の最適化、耕作放棄地の活用



- |● 地下部可視化技術やゲノム解析技術に基づいた土壌微生物活用技術の開発
- 植物の物理的性質に注目した光診断技術等による非破壊での生育状況診断技術開発
- |・ 土壌環境のモニタリング、地下水位の最適制御技術などによる栽培作物の最適化手法開発

#### 海洋資源の 維持管理

#### ◆ 養殖のコスト低下と高付加価値化による養殖水産物の普及





- 未利用資源の高付加価値化
- |・ 海洋資源探査、モニタリング技術による海洋資源量の推定と適正管理技術の開発

#### サステナブル農 林水産業の 経済モデル

- ◆ 生態調和型農業体系の構築
- ◆ エビデンスに基づく地域経済モデルの構築



- サステナブル農業の定量評価・指標化手法の開発
- 再生可能エネルギーの活用、グリーンツーリズム、医療や教育のICT化、地域における新たな 兼業の形態などについての実証実験に基づく経済モデルの構築



## 地域を支える人材育成

#### ICT、インフラ、経済、経営など農業以外にもさまざまな分野の知見をもち、地域をつなぐ人材の育成

#### 地域を 「つなぐ」 人材



- ◆ 研究者、農業者、農業経営事業体、行政等のあいだをつなぐ場をつくり、 地域の合意形成に導く
- 地域の大学、農業試験場の研究者と生産者、農業のほか観光や医療などの事業者等が 協調できるプラットフォームの構築
- 森林の活用、地域のエネルギー等の課題について、ステークホルダー間の調整を行い、 合意形成に貢献

### 国際戦略立案 人材



- ◆ 地域の農林水産物の海外マーケティングやアグリツーリズムなどの戦略を立案する
- 各種国際標準、知財関連の知識・スキルをもち、地域の特色や強みを充分に理解して 世界に発信

#### ICT活用 人材



#### ◆ 農林水産業のICT化を地域で担う

 農林水産に関する知識をもち、各種センサからの情報収集、生産物に対するIoT管理、 衛星データ等を活用し、生産管理、品質管理などを実践



## 「食と地域資源」の関連トピック

#### 競争力のある農林水産物を生産し、スマートな流通によって、日本発の「おいしい」食を世界へ

家庭内在庫状況推定および顧客嗜好推定に基づく、 食材、日用雑貨の自動宅配サービスが実現する 【サービス化社会分野】

匂いや味などをセンシングする5感センサとその結果を再現できる5感ディスプレイ【ICT・アナリティクス分野】



省力・低コスト栽培が可能な作物の育種(GMO\*を

含む) 【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】 \*

\*遺伝子組み換え作物

深海環境を再現し生物を大規模に飼育する技術 【宇宙・海洋・地球・科学基盤分野】





人工衛星及び海洋・海中センサー等により地下資源・海洋資源等を発見するための観測・データ処理 システム【宇宙・海洋・地球・科学基盤分野】

2025 2030 2035

テレオペレーションの高度化により離島などの遠隔 地でも医療等のサービスを受けることができるように なる【サービス化社会分野】

高齢者や障碍者などが自宅に居ながらにして、 農作業のような物理的な作業を遠隔地で行うこと ができるテレイグジスタンス技術 【ICT・アナリティクス分野】

持続可能な水産業を確保する漁獲高管理技術
【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】



農山漁村の自然資源の復元・保全と都市の 環境負荷を総合的に管理する市場経済的 手法(生物多様性ミティゲーション・バンキング やオフセット・バンキング\*など)の開発

【環境・資源・エネルギー分野】

\*環境への影響の代償・緩和により多様性が向上した場合、プラス分を蓄積、債券化すること。

開発行為が自然界に与える影響を定量的に予測し、 自然の再生速度を考慮した影響シミュレーション評価 技術【環境・資源・エネルギー分野】

#### サステナブルかつ高効率な農林水産業の実現と、地域にヒトを呼び込むしくみを構築

(「分野別科学技術予測調査」より)



# 5. レジリエントな社会インフラ

#### 概要

- 東日本大震災からの教訓に基づく国家安全と大規模自然災害に対応するレジリエントなインフラ整備について検討。
- **観測情報を効率的に収集し活用**する社会インフラの構築により、気候変動、防災・減災、水、 食料問題、生態系保全などの地球規模の課題解決に資する検討を行う。
- 南海トラフ巨大地震等の大規模災害の発生と都市消失の可能性や、少子高齢化による労働 人口の減少、地方消滅の可能性などに対応するインフラ整備を検討する。
- インフラの長寿命化や都市機能の分散化に注目しつつ、社会インフラ統合管理システムの構築により、技術研究開発成果のスムーズな社会実装とスマートシュリンクによるコンパクトシティ化(生活水準の確保)を実現するレジリエントな社会を目指す。

注目される方向性

東日本大震災からの教訓に基づく 大規模自然災害への対応 国家安全保障を見据えた国土監視体制の整備







少子高齢社会に対応したインフラの 長寿命化と都市機能の分散化





## 東日本大震災からの教訓に基づく大規模自然災害への対応

東日本大震災からの教訓に学び、住民が安全で安心して生活できる「まちづくり」のための、ハード(施設整備、施設の機能向上、応急復旧対策等)及びソフト(地域毎のハザードマップの整備、避難に資する情報提供、防災訓練等)の両面についての技術開発と成果の社会実装を実現する

#### 災害対応現場を支援するしくみ作り

- 発災後即時対応に必要な情報の収集と選定
- 研究開発成果の実用化に向けた現場の意見の取り込み
- 被災現場の評価手法の検討
- シミュレーションと現実のギャップの認識
- 災害は同じことが起きないことを肝に銘じる教育













#### 利害調整支援の必要性

- インフラ情報化によるリスク拡大への対策
- 災害予報が外れた場合の責任問題の回避
- 復興に向けた法律環境整備
- ハードとソフトが融合した環境におけるマネジメント教育

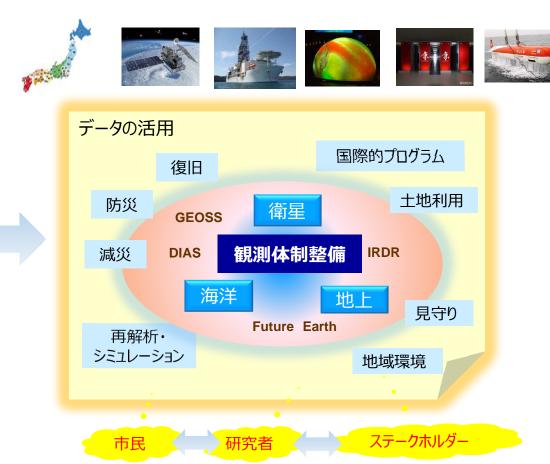




## 安全保障を見据えたデータ活用による国土監視体制の整備

- 地震・火山・津波等の大規模災害や地球環境の変化を正確に把握し、災害時と平時の両方でメリットを 与える観測ネットワークの構築
- 状況に応じてインフラを的確に制御するための社会インフラ統合管理システムの整備
- 中央省庁、地方自治体などのステークホルダーや住民との情報共有及び連携







## 少子高齢社会に対応したインフラの長寿命化と都市機能の分散化

- 維持管理・更新費用の推計等を基にした社会資本の実態を踏まえ、構造物の耐久性向上技術や点検・監視技術 の研究開発と社会実装を進め、インフラの長寿命化とメンテナンスの効率化を図る。
- 人・モノ・サービスの交流の基盤である<mark>交通・輸送システム</mark>については、その安全性・信頼性・効率性の確保と共に、 高齢者向けのモビリティや徒歩での生活圏を意識した上で、技術研究開発を進める。
- 少子高齢化や人口減少に対応して、建設生産システムの安全性や生産性(作業効率)の維持・向上を図るため、 情報通信技術やロボット技術等を活用した情報化施工、無人化施工等による建設生産システムの改善を推進する。
- 地域を(スマートシュリンクからコンパクトシティへ)活性化し、政府の立法・行政・司法機能の一部を移転することにより、首都機能を分散させ、大規模災害に対するリスクを低減する。

#### インフラの長寿命化

- 構造物の耐久化向上技術
  - 点検·監視技術



#### 建設生産システムの改善

- 情報化、無人化施工
  - ロボット技術









#### 少子高齢社会

- ユニバーサルデザインとその普及
  - 高齢者向けモビリティ
  - 徒歩圏内での生活を考慮



#### 都市機能の分散化

- コンパクトシティ化
- 政府機能の移転







## 「レジリエントな社会インフラ」の関連トピック

衛星を利用して山地部、急傾斜地や大規模構造物の地形・形状変化を計測する災害防止システム 【社会基盤分野】

大規模災害時おける効果的な応急対応活動 のためのリアルタイム被害把握・拡大予測システム 【社会基盤分野】

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【ICT・アナリティクス分野】 非常時における都市の円滑な移動を確保するための、 数十万人規模のモビリティマネジメントシステム 【社会基盤分野】

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 【社会基盤分野】

> 短・中期気象予報と作物モデルの統合による農作物の 生育予測・診断システム 【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】

2025 2030

海洋調査・モニタリング・漁業調査 結果のリアルタイム統合と社会への配信システム 【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】

リモートセンシングやネットワークを活用した森林/ 海藻・海草などの農林水産資源の広域モニタリン グシステム【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】

津波の即時評価と連動した避難指示システム【宇宙・海洋・地球・科学基盤分野】

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 【環境・資源・エネルギー分野】

農業データ(収量データ)と気象データとの整合にもとづいた 地域レベルの気候変動、季節予測シミュレーションと連携し た収量予測技術【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】

> 衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの山地気象予測 と災害リスク評価 【農林水産・食品・バイオテクノロジー分野】

(「分野別科学技術予測調査」より)



# 6. 持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源

#### 概要

- エネルギーのベストミックスと気候変動問題解決に貢献するためのエネルギー、環境、資源について検討。
- 特に2020年までに実現を目指している水素を優先的に取り上げた。
- 環境分野は人口減少や高齢化、グローバル化による社会の変化などにより、生活環境の変化への対応も含めて、 自然環境保全に取り組む必要性について注目。
- 資源は未利用の廃熱や地域資源である地熱、世界トップレベルの水処理技術にも注目。
- 技術だけでは解決が困難な課題に対応するリスクマネジメントも評価からコミュニケーションを含めて検討。

#### 注目される方向性

#### エネルギー

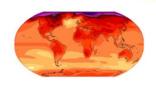
生産から消費にわたるLCA(流通・変換・ 貯蔵・輸送を含む)に考慮した エネルギーのベストミックス

#### 資 源

鉱物資源や未利用の熱、水を リサイクル・リユースし 有効活用







### 環境

地球温暖化対策、保全、解析・予測、 環境創成、それらすべてに関連する リスクマネジメント、そしてグローバルから 地域特性も含めた問題解決に資する技術







## エネルギー: 全体最適化を考慮したシステムの実現

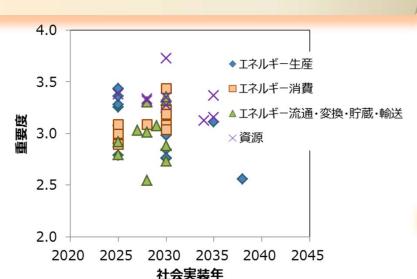
#### 解決すべき課題

#### エネルギー生産、消費、流通・変換・貯蔵・輸送

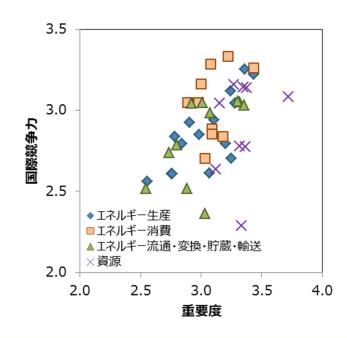
- 事業採算性をクリアする必要性
- 地球温暖化対応を考慮した施策が不可欠
- 本格的な導入・展開に向けた、個々の要素技術の全体最適化のシステム
- ソフトウェア開発も含めたICT技術の駆使によるエネルギーの 有効活用と効率向上
- 技術の社会実装に向けて、法令、技術標準との整合性が重要 な技術

#### 資源

- ナショナル・セキュリティを基本とした取り組み
- 国際協力の推進と日本の独自性の両面からの技術開発



#### 重要度と国際競争力はほぼ相関関係あり



## 政策への期待

- 長期展望に立った政策的支援の必要性
- SIPで推進されているエネルギー関連技術 プロジェクトと一体型の開発体制の構築
- 当該関連技術の戦略的な方向性(政策立案、選択)の明確化

SIP: 戦略的イノベーション創造プログラム



## 環境: 温暖化解決に貢献する世界をリードする技術開発の推進

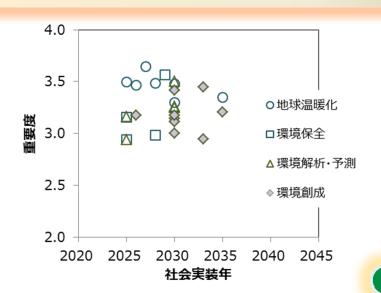
## 解決すべき課題

#### 地球温暖化

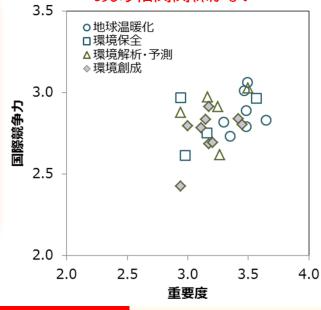
- モニタリング、発生メカニズム、影響関連の技術
- 豪雨、土砂災害の防止に係る技術(局所的災害への対応)

#### 環境保全、環境解析・予測、環境創成

- 放射性物質からの確実な除染技術
- 環境や生態系におけるリスク要因の解明と適切な対策
- 途上国でも実現できる技術・システム開発
- (技術の) 簡易化やコスト削減への対応
- 気候変動の緩和、自然災害を低減するための適応技術
- 技術開発や社会実装における不確実性の改善
- 水銀除去、アオコ・赤潮の回避



# 重要度と国際競争力は あまり相関関係がない



#### 政策への期待

- IPCC第5次評価報告書:2℃目標の達成
- 低炭素社会の実現に向けた社会経済的な制度 構築に関する科学技術面からの検討
- 研究蓄積、課題への対処経験を途上国で展開
- 技術的実現に向けての資源配分と人材戦略、 社会実装への資源配分と内外連携・協力
- 人文・社会科学系との連携により他地域にも 展開可能な統合的手法による課題解決



## 資源: 地球規模問題への対応と世界の発展への貢献

#### 解決すべき課題

#### 水

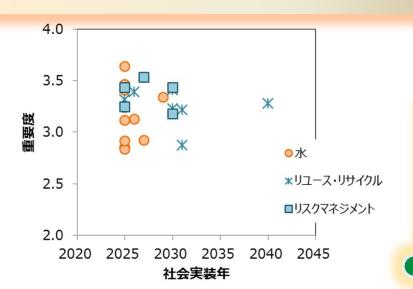
- 今後10年程度で技術的実現時期を迎え、連続的に進化していくことから資源配分と国際連携が必要
- 水資源の確保に向けた国際的展開

#### リユース・リサクル

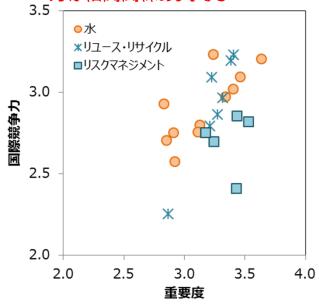
- 実用化に資する経済性を考慮した国・研究機関・企業との連携
- 社会実装(社会受容性の向上)のためのシステムおよび 仕組み作り

#### リスクマネジメント

- リスク情報の"伝達"から"対処"、"行動"変容の導出
- 科学技術がもたらすベネフィットとリスクの分析



#### リスクマネジメントの重要度と国際競争 力は相関関係あまりなし



#### 政策への期待

- 水の循環利用、水質評価技術等で、世界の ビジネスを先導していくこと(支援)
- 将来の産業基盤を担う人材の育成施策(例: 放射性廃棄物、レアメタルリサイクル)
- リスクに関わるステークホルダー間のコンセンサス形成の重要性

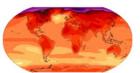


## 「持続可能な未来構築に貢献するエネルギー・環境・資源」 の関連トピック

## 環境問題

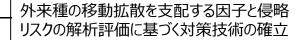
### 重要度は高い、国際競争力と相関なし

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





温暖化と大気汚染等との 組み合わせによる激甚 気象災害(異常気象) 発生機構の解明 森林に対する越境大気汚染 等の影響評価技術の確立



トレードオフ、経済性等を考慮した温室 効果ガス排出削減対策と選択手法









2025 2030 2035 204



低線量放射線リスクに関する 合意形成手法の確立

IT、衛星などを有効活用した効率 的な鉱山探査技術

小都市(人口10万人未満)における、エネルギー自給自足、 完全資源循環のクローズドサイクル化の実現(燃料電池、 バイガス、自然エネルギー、雨水などを統合) エネルギー効率が50%の自動車エンジン

MW規模の系統連系安定化用長寿命二次 電池(サイクル寿命:20年以上、コスト1.5 万円/kWh以下)





高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を加速器の 使用により核変換して廃棄物量を激減させる技術

エネルギーシステム



## 重要度、国際競争力ともに高いと評価

(「分野別科学技術予測調査 環境・資源・エネルギー分野」より)