

未来の社会像と科学技術イノベーション政策

2017/1/24 第1回科学技術イノベーション政策の
ための科学オープンフォーラム
パネルセッション

科学技術・学術政策研究所
科学技術予測センター長
赤池 伸一

はじめに

- 行政官と政策研究者
文部科学省、内閣府、外務省
↔NISTEP、CRDS、一橋大学
- 理系と文系
農学士、Master of Science in Science and Technology Policy
総合文化研究科修士、学術博士(経営工学)
- ラインとスタッフ
ライン NISTEP
スタッフ 文部科学省、内閣府など

論点

- 未来は過去の延長線？
- デジタルとアナログ
- 専門家と非専門家
- Fact, Evidence, Post Truth

各世代の2035年から2050年頃

世代	概要及び経験	2035年頃	2050年頃
“団塊”	1947～1949年生まれ * 第一次ベビーブーム * 高度経済成長、バブル景気を経験	88～86歳	100歳超え
“断層の世代”	1951～1960年生まれ * 高度経済成長、バブル景気を経験 * 元祖オタク世代、自動車購入、海外旅行	75～84歳	90～99歳
“新人類”	1961～1970年生まれ * バブル景気を経験。サブカルチャー体験。 * 教育不信、公務員不信、友達親子	65～74歳	80～89歳
“団塊ジュニア”	1971～1974年生まれ * 第二次ベビーブーム * 受験戦争、就職氷河期に遭遇	61～64歳	76～79歳
“ポスト団塊ジュニア” “断層ジュニア”	1975～1984年生まれ * 冷戦未経験(10歳時点で冷戦終結) * インターネット、携帯電話等に親しむ	51～60歳	66～75歳

日本

2050年までの日本と世界の人口

- 日本の総人口は2010年(128,057千人)から2050年(97,076千人)まで24%減少する。
- この間、各年の生産年齢人口(15～64歳の人口)の割合は63.8%から51.5%へと低下するとともに、65歳以上の割合は23.0%から38.8%へと上昇する。

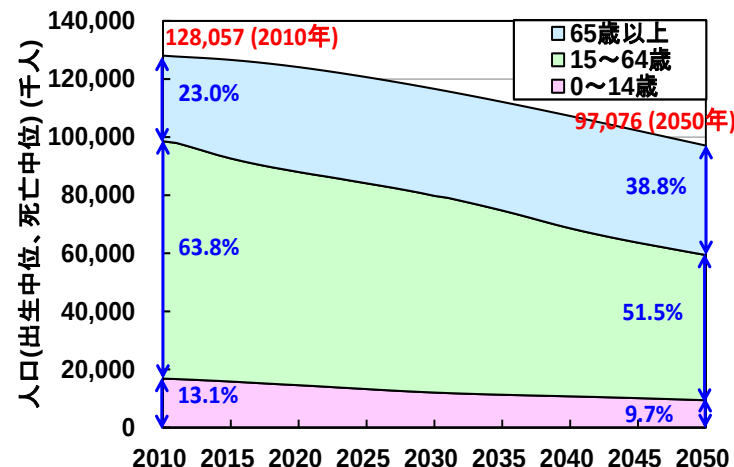


図2: 日本 の人口推計(出生中位・死亡中位)
[国立社会保障・人口問題研究所(2012)]

世界

- 世界の人口は2010年(6,930百万人)から2050年(9,725百万人)にかけて1.4倍に増加
- アジア諸国を含めて世界的に経済成長が進む

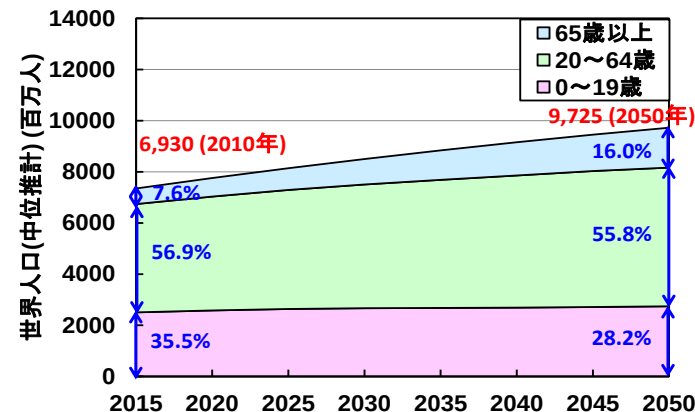
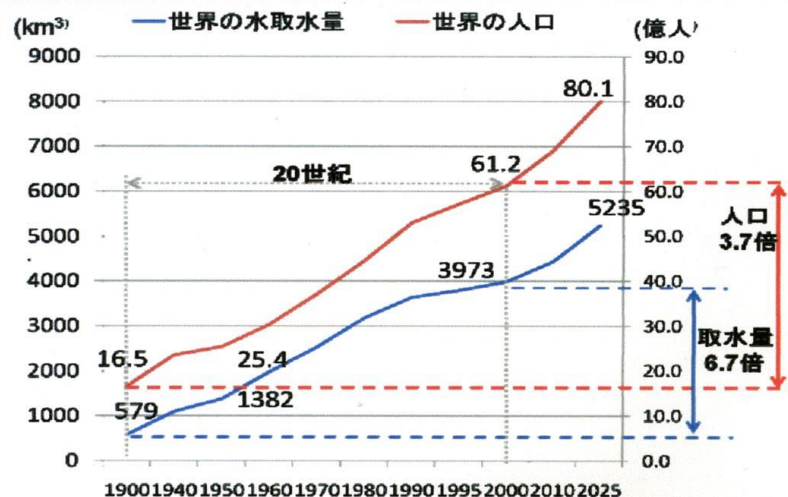


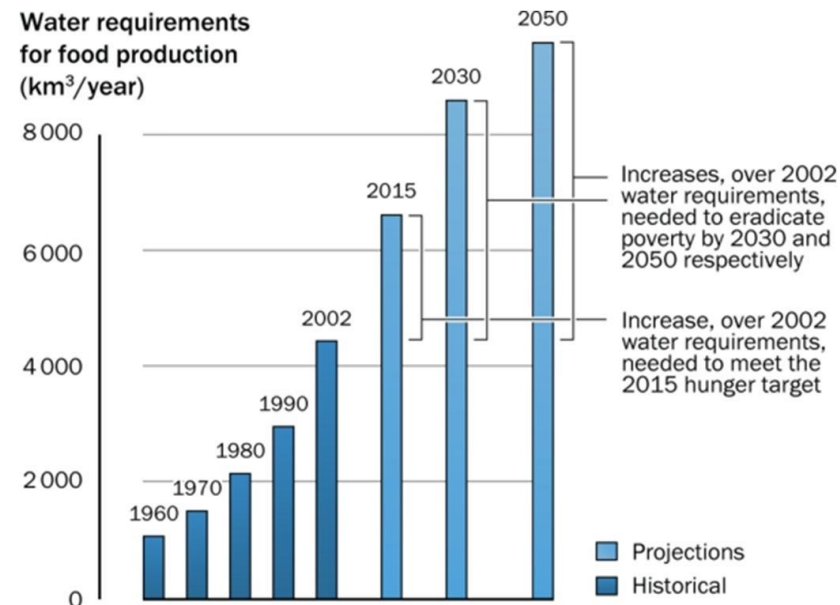
図3: 世界 の人口推計(中位推計) [国連(2015)]

世界の人口と水取水量



出典) 人口: UN, World Population Prospects
取水量: WORLD WATER RESOURCES AND THEIR USE a joint SHI/UNESCO product

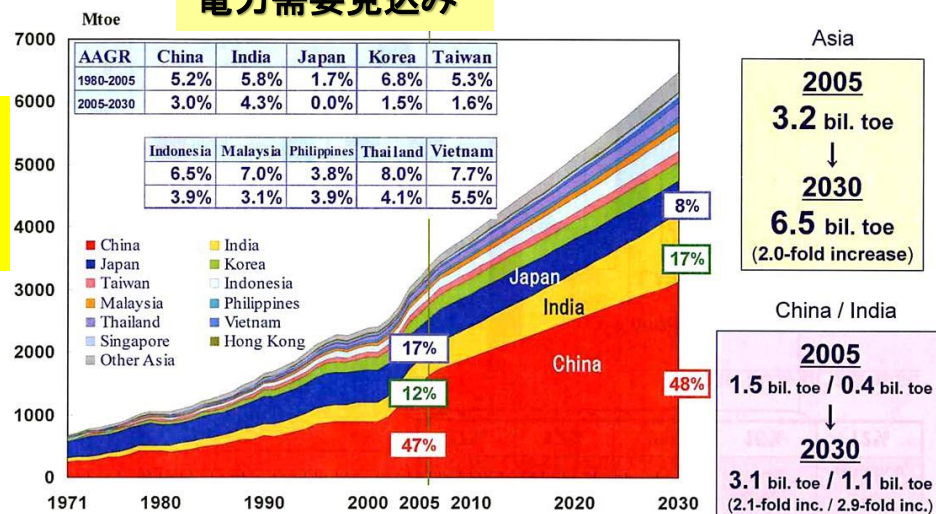
Water requirements for food production (km³/year)



出典: UNEP

世界の資源(水、化石燃料など)への需要の増大

電力需要見込み



-Based on strong economic growth, share of China in Asia significantly increases to 48%, China and India together to 65%.

「第5期科学技術基本計画」のポイント

- 大変革時代の到来という認識を軸に、未来の産業創造・社会変革に向けた取組（**Society 5.0**など）を新たに提言
- 今後のいかなる変化に柔軟かつ的確に対応するため、基礎研究をはじめとする**基盤的な力の強化**（若手人材の活躍促進、大学改革など）
- イノベーション創出に向けた**産学官連携の本格化、人材、知、資金の好循環システム**の構築
- 国全体としての政策の成果や進捗状況を把握するため、**主要指標と目標値※を設定**
※国全体としての達成状況把握のためのもので、現場で自己目的化しないよう留意）
- 政府研究開発投資の目標を明記（**GDP比1%、総額26兆円**）



科学技術イノベーションを通じ、生産性の向上を図り、我が国の経済成長と雇用創出、国・国民の安全安心の確保と豊かな生活、そして世界の発展に貢献

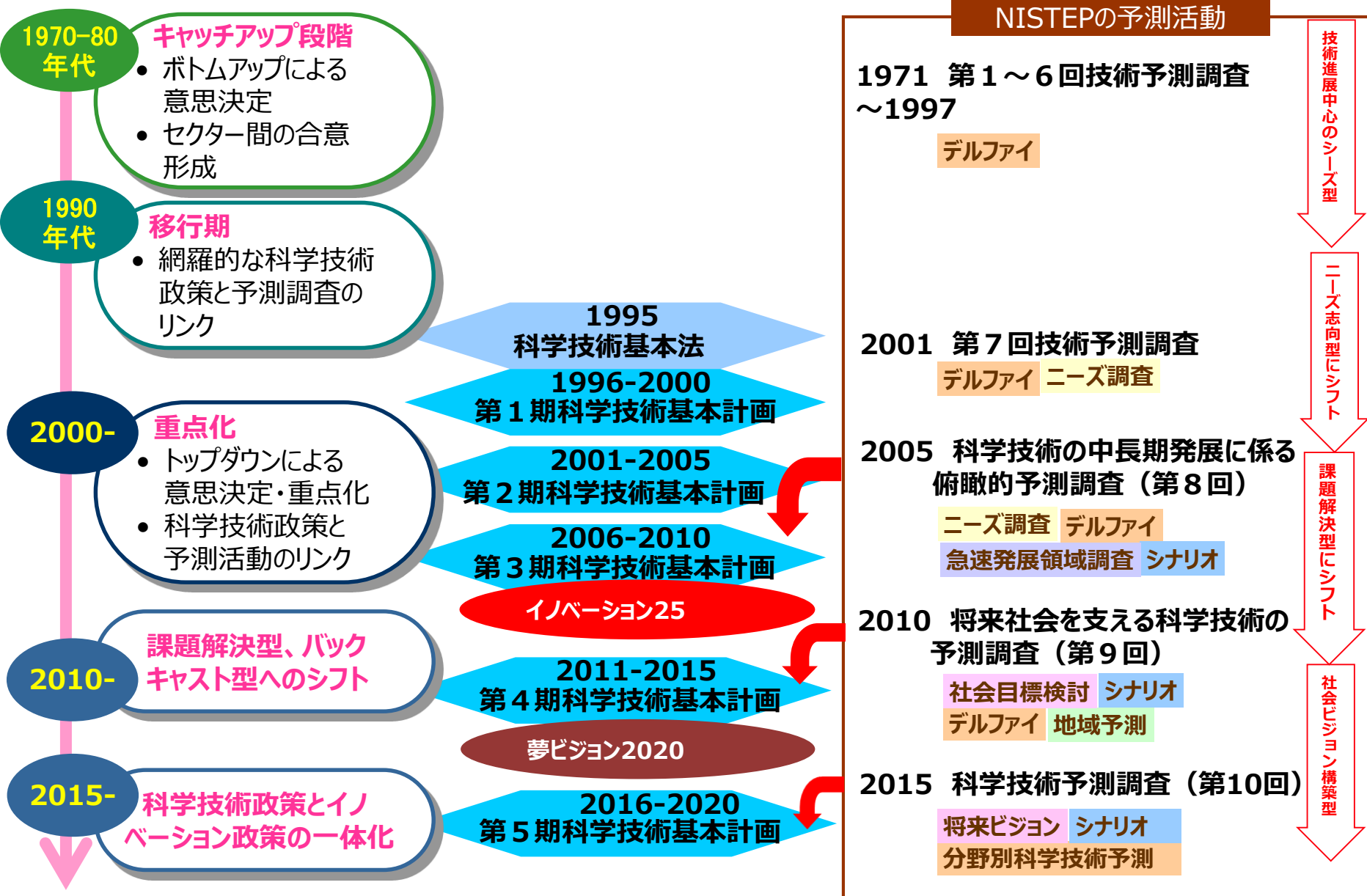
Society 5.0とは

狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、以下のような新たな経済社会をいう。

- ① サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、
- ② 地域、年齢、性別、言語等による格差なく、多様なニーズ、潜在的なニーズにきめ細かに対応したモノやサービスを提供することで経済的发展と社会的課題の解決を両立し、
- ③ 人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる、人間中心の社会



NISTEPにおける予測活動



第10回科学技術予測調査の概要

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、2030年を中心とし、2050年までの科学技術発展と社会実装を展望

パート1： ビジョン

2013年11月～2014年3月

将来社会ビジョンに関する検討

- ◆ **社会の将来変化**の構造化と評価
- ◆ ビジョン実現のための科学技術の役割検討

パート2： 科学技術

2014年4月～2014年10月

将来科学技術の抽出と評価

- ◆ 将来の**実現が期待される科学技術**の抽出
- ◆ 重要度、国際競争力、**不確実性**等に関する専門的見解の収集

パート3： シナリオ

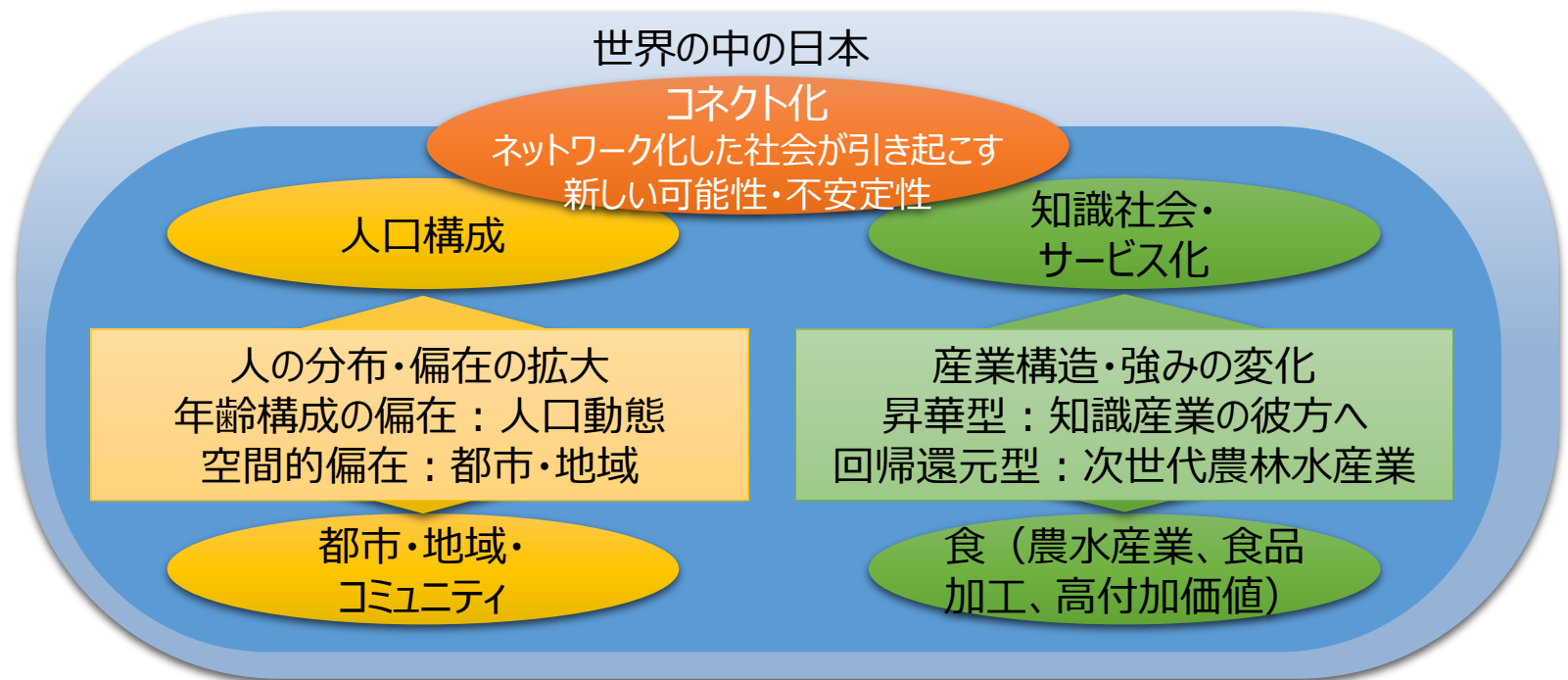
2014年11月～2015年7月

シナリオ作成

- ◆ 将来課題の抽出と解決の方向性の検討
- ◆ **国際的視点**からのシナリオ作成

パート1：将来社会ビジョンに関する検討

- テーマごとにワークショップを開催し、変化の構造化と評価を実施。
想定される変化への対応策（打ち手）を検討。
 - ✓ グローバル化の視点から 「世界の中の日本」
 - ✓ ネットワーク化の視点から 「コネクタ化・オープン化」
 - ✓ 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 「製造業のサービス化」、「知識社会」、「食」

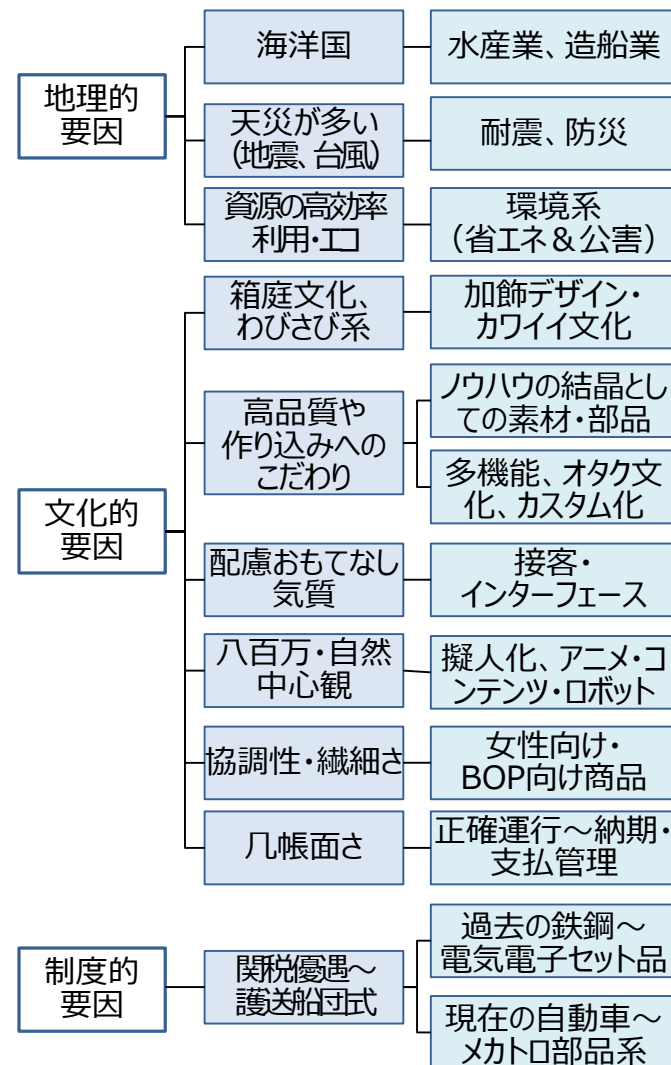


「将来社会ビジョンに関する検討」の結果

ワークショップでの議論の例

世界潮流と我が国の強み	メンテナンスソリューション	・人工物を修理しながら使い続ける ・リノベーション、修理もサービス産業 ・ワнтаイムバリューからライフタイムバリューへ
	対人インタフェース	・言語を介さない商材の強み（アニメ、モノ等） ・現地マーケティングに基づくおもてなし ・暗黙知のマニュアル化 ・日本の価値を翻訳
	アナログ再興	・マテリアルとデザインとの循環による価値創造 ・人間とのかかわり～インタフェース、ハプティクス ・コモディティ化した工場は新興国へ ・高付加価値化 ・オランダ型農業 ・枯れたアナログ分野の価値の再発見

イシューツリー（議論の土台）



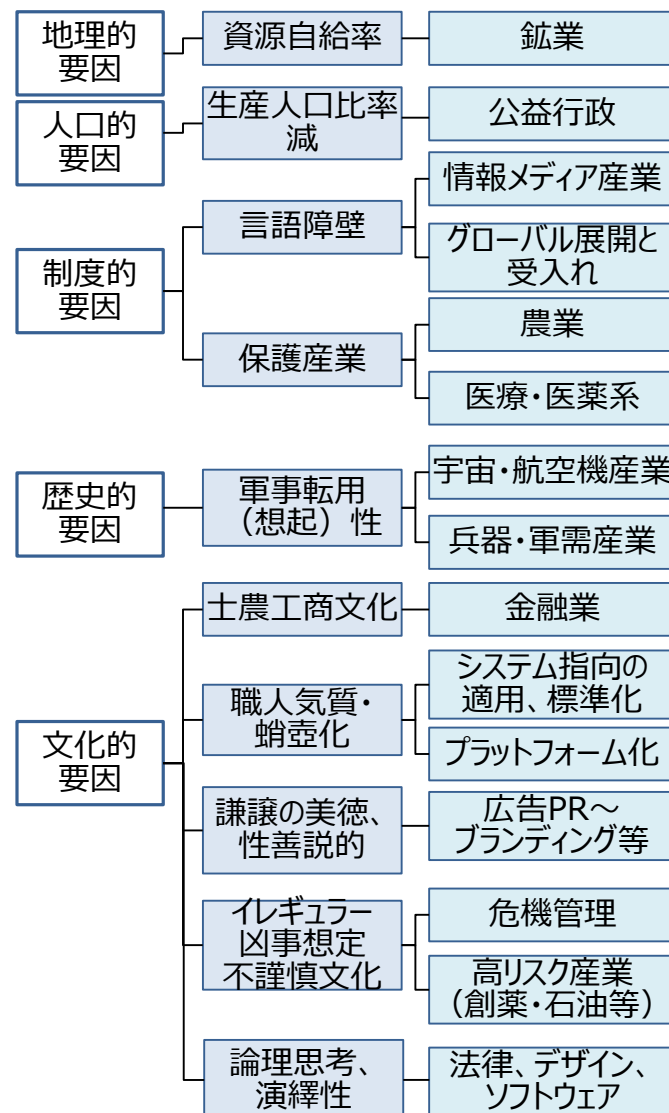
「将来社会ビジョンに関する検討」の結果

ワークショップでの議論の例

世界潮流と我が国の弱み

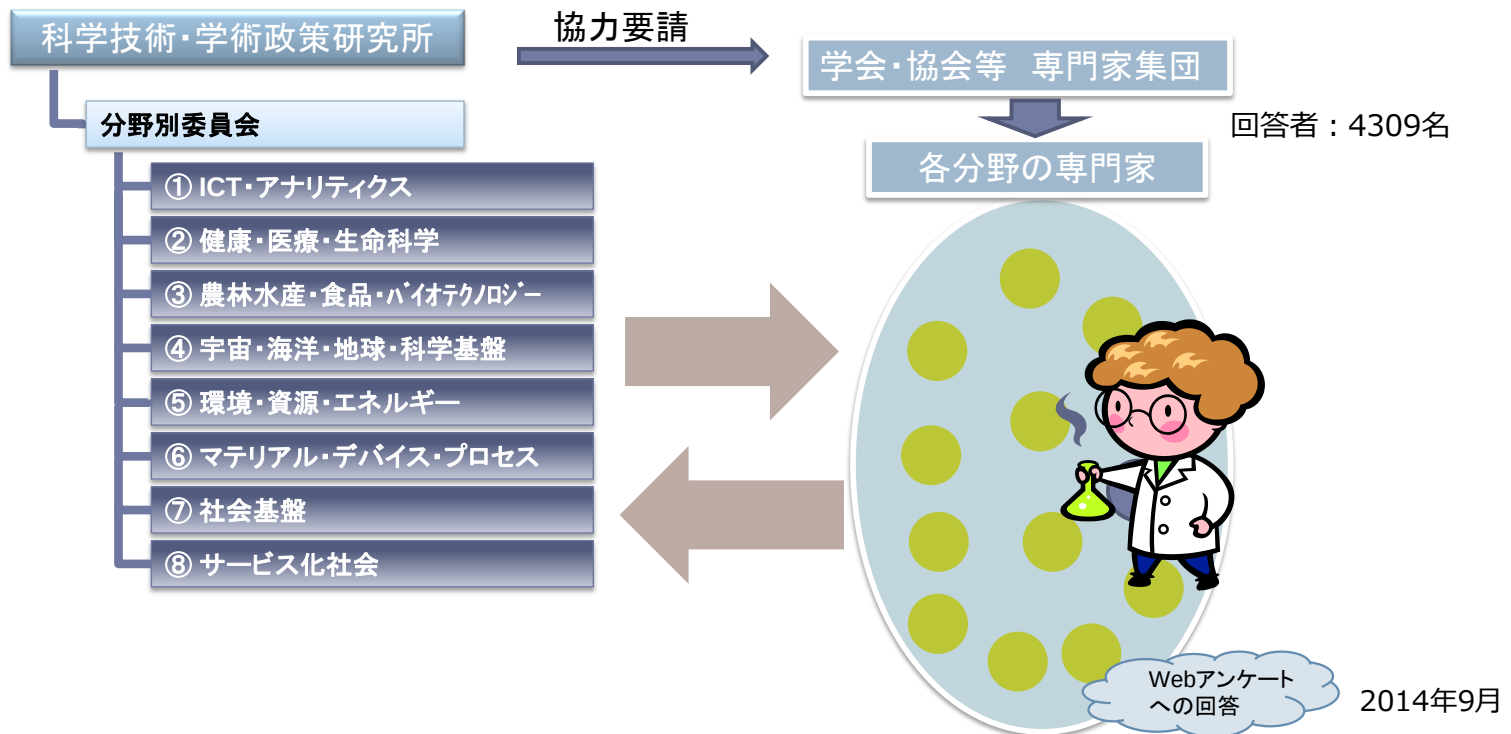
世界潮流と我が国の弱み	リスク対応	・リスク減を目指す ・ゼロリスク信仰 ・海外の大学は多産多死文化 ・日本は少産養生型
	モジュール/オープン/プラットフォーム	・垂直型固執が問題、世界では水平化進行 ・既存技術の組合せによるイノベーション ・基本技術の組換え ・組合せを促すアーキテクチャ、プラットフォーム
	システムによる課題解決	・アジアは最適化、欧州は汎用化が得意。米国はデファクト文化が基本。システムに弱い日本。 ・超高齢社会への対応は必須 ・空間やインフラ設計と個別端末機器設計の最適化補完
	マーケティング	・技術偏重、マーケティング軽視
	急速な変化	・高速化、ライフサイクル化の潮流 ・新たなスキルを継続的に習得要 ・リスクと不透明性が高い変化の時代

イシューツリー（議論の土台）



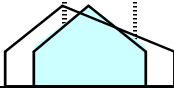
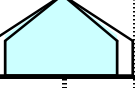
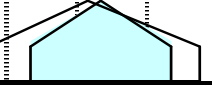
パート2：将来科学技術の抽出と評価

- 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、将来社会ビジョン（パート1）の議論を考慮し、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Webベースで実施、4309名が回答



デルファイ法とは

- ◆ 多数(数千名)の専門家に同一のアンケート調査を繰り返し、回答者の意見を収斂させる方法
- ◆ 2回目のアンケートでは、前回の調査結果を回答者にフィードバック
- ◆ 回答者は全体の回答傾向を見ながら、自分の回答を再検討するので、意見が収斂
- ◆ 1971年の第1回予測調査より導入。その後ほぼ5年毎に実施してノウハウの蓄積、手法の改良に努めた結果、デルファイ法による技術予測として世界のスタンダード(標準)

課 題	回答者数	重要度指数	実 現 予 測 時 期						実現しない	わからない
			2001	2006	2011	2016	2021	2026		
がん化の機構が <u>解明される</u> 。	113	88							2	6
被害の発生が予想されるマグニチュード <u>7以上</u> の地震の発生の有無を <u>数日程度以前</u> に予測できる技術が開発される。	102	92							29	14
セキュリティが高く、リアルタイム性の高い情報も送れる <u>次世代インターネット</u> が <u>実用化され</u> 、電話サービスや動画像放送が実施される。	232	92							0	1
変換効率 <u>20%以上</u> の <u>大面積アモルファスシリコン</u> 太陽電池が <u>実用化される</u> 。	144	91							1	7
非化石エネルギー(風力、地熱、太陽光・熱、廃熱)が家庭、産業、運輸などあらゆる方面に <u>普及する</u> 。	93	94							1	10

第7回技術予測調査(2001年結果公表)の例

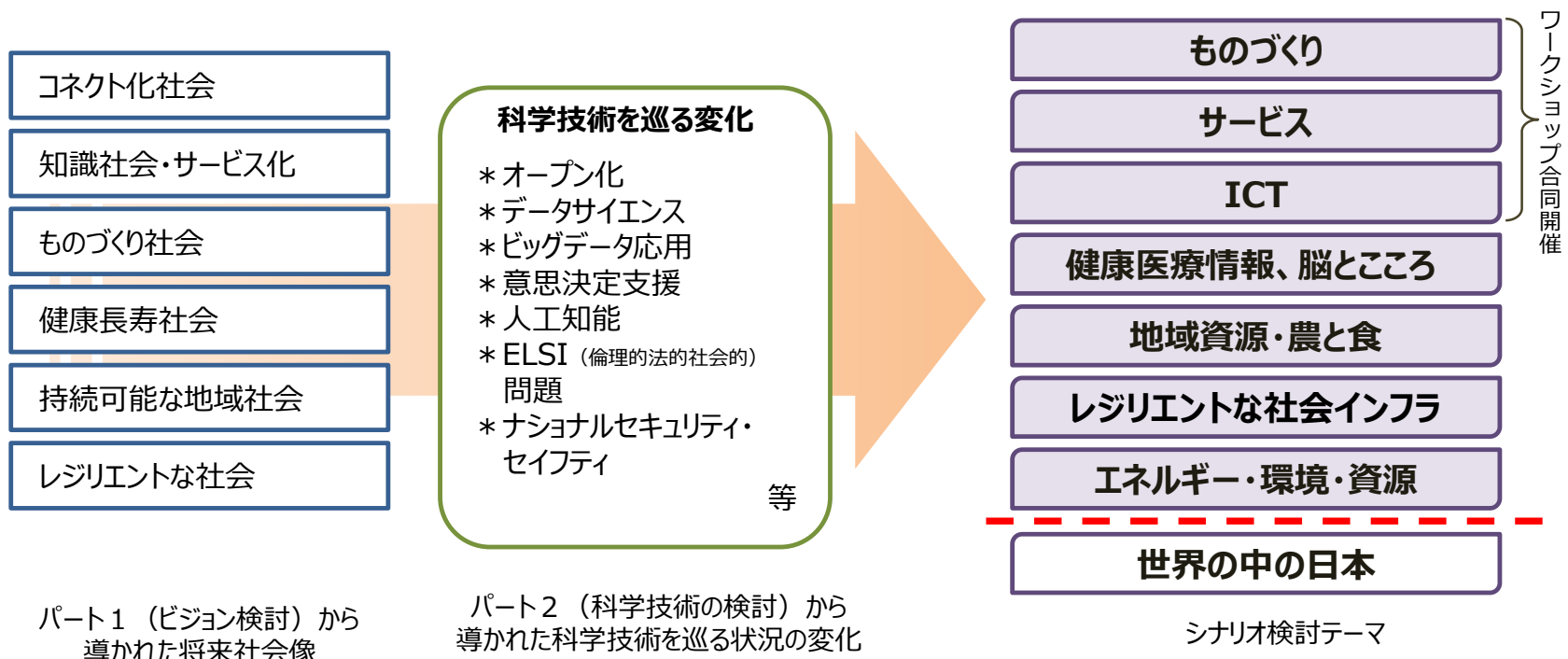
デルファイ法の特徴

- × 定量的、専門家の直感
- × 専門家の主観に頼らざるを得ない長期予測に有用
- × 強みと弱み
 - ○: 身分、権威、場の雰囲気等に左右されない
 - ○: 自由に意見を変更できる(面目を保てる)
 - ×: 少数意見が埋没
 - ×: ブレイクスルーの予測が困難

第10回科学技術予測調査の概要

パート3：シナリオ作成

- 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、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、ビジョン検討（パート1）から導かれた将来社会像、分野別科学技術予測（パート2）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。



第10回科学技術予測調査の概要 「シナリオ作成」の結果

テーマ別シナリオ

[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

[サービス、ICT] ICTの活用による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

[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QoL及び労働力の持続的な確保に向けた疾病対策、及び、脳とこころの健全化

[地域資源・農と食] 地域資源を活用した食料生産と生態系サービスの維持

食、サステナビリティ、人材育成を軸とした検討

[レジリエントな社会インフラ]

大規模災害や少子高齢化等に対応する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

[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

統合シナリオ

「世界の中の日本」

統合 シナリオ

[リーダーシップ]

[国際協調・
協働]

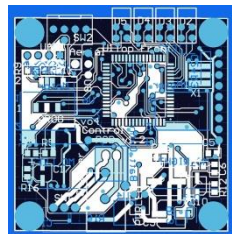
[自律性]

第10回科学技術予測調査の概要

「シナリオ作成」の結果（シナリオ例年表）

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

非定型・主観的・散逸的なビッグデータとシミュレーションを連成させ、災害による被害の加速化を予測するシステム



全国民の70%以上が自由意思で登録する健康医療データバンク（国民へ健康・医療・介護サービスを効果的・効率的に提供するための、登録した国民自身と許可された保健・医療・介護サービス提供者だけが参照可能なデータバンク）

研究成果の真正を証明するため、研究により生じた全計測データ、全画像データを記録・保存し、原データを認証・保証するシステム

データの価値が視覚化され、市場原理に基づいて広く取引されるデータマーケットプレイス



出荷量と消費量のモニタリングによる食品ロスの低減

ビッグデータを活用した、テラーメイド機能性食品

2020

2025

2030

群衆のウェアラブルデバイスによって取得した一人称視点映像群から建物・人間・自動車などを認識し、事故・危険予測情報を装着者に提供するシステム（大規模災害発生時の救助・避難支援でも有効）

プライバシーと経済行為・保険等に対する新しい理解を基に、新しい経済商品（保険商品も含む）が生まれ、それに関連した産業がGDPの20%に到達

ライフログデータや身体データを大量に蓄積し、個人の日常的なデータの記録・管理・検索・分析する技術（ナチュラルユーザインタフェースで利用できるウェアラブルな外部脳機能システムとして提供される）

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

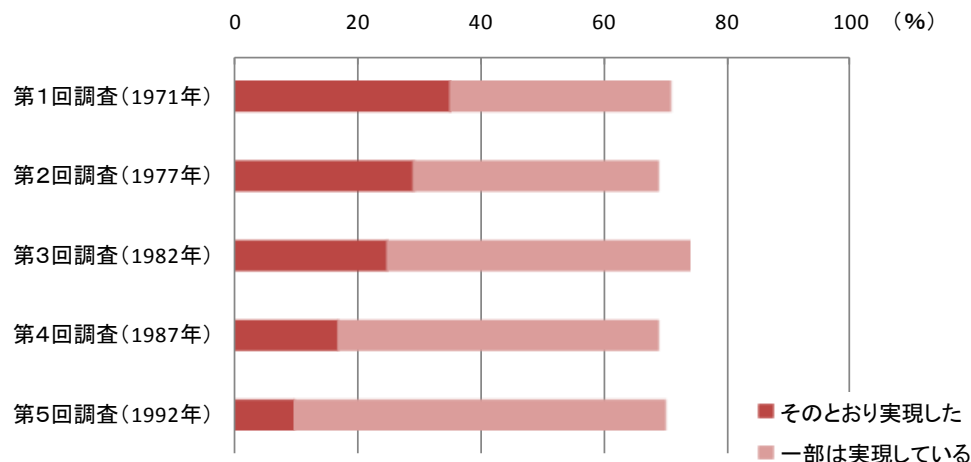
知識・情報・コンテンツの流通が行われるようになり、その価値に対する適切な値付けが行われるとともに、得られる経済価値や社会的名誉の再配分が行われる社会システム

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

現時点で振り返った「過去のデルファイ調査」の評価結果

実施から20～30年を経た予測調査の実現率

2009年時点の調査



○ 実施から20～30年を経た予測調査の実現率を現時点で評価すると、**約7割が何らかの形で実現している**。

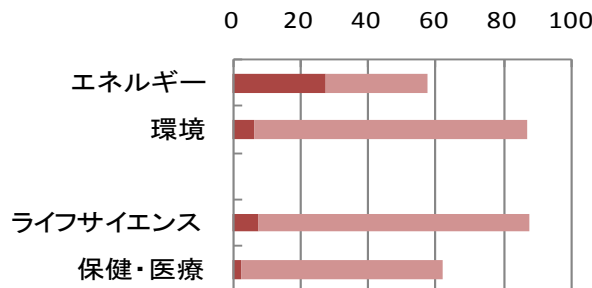
予測が実現した例： 第5回調査 (1992年) より
 ✓ ヒト染色体のDNAの全塩基配列決定 (2010)
 ✓ 住宅電力供給用に太陽電池が普及 (2007)

予測が実現しなかった例 (同上)

✓ がんの転移を防ぐ有効な手段が実用化 (2007)
 ✓ 深海底に賦存する鉱物資源の調査が進み、それらのいずれかを経済的に採取する技術が実用化 (2006)

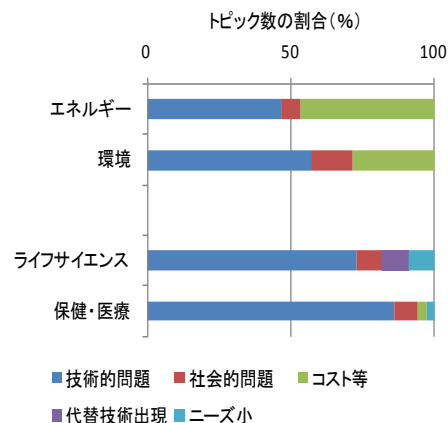
第5回調査 (1992年) の評価 (一部)

グリーン・ライフ関連の実現率

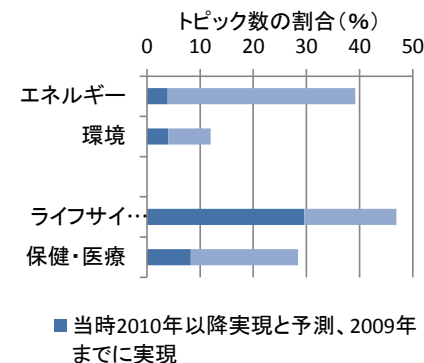


- エネルギー関連は、「そのとおり実現」、「予測が早まった」という比率が高いものの、全体的には実現率はやや低い。また、エネルギーや環境では、コストの問題で実現しなかったというトピックが目立つ。
- ライフサイエンスや医療では、実現までに長期間かかると予測される傾向が見られ、長期にわたって目標がぶれにくいのが、実際には予測時期よりも実現が早まるトピックが多い。

「実現しなかった」場合の理由



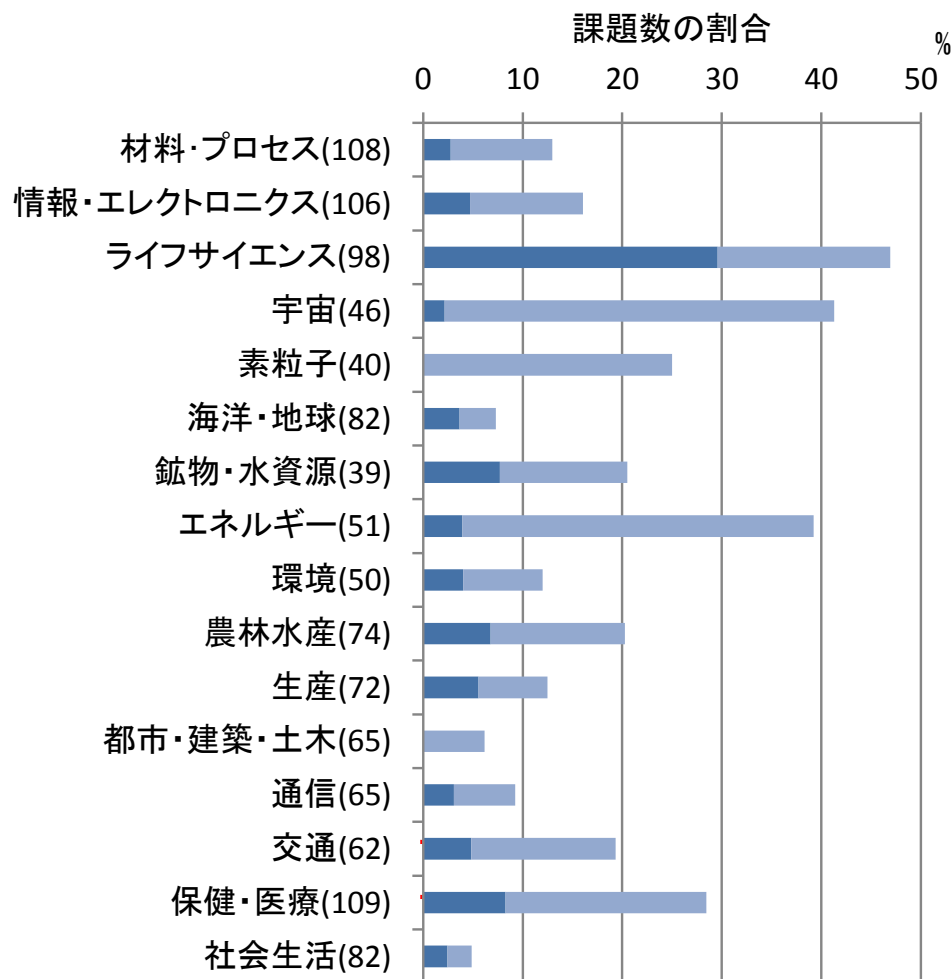
「長期予測」のうち、実現が予測より早期化した割合



* 「実現」には、一「部実現を」含む

実現が早まった/早まりつつある課題

2009年時点の調査



■ 2010年以降実現と予測されたが、実現している課題

■ 2010年以降実現と予測され、実現していない課題

ライフサイエンスや保健・医療の課題は、実現までに時間がかかると予側されるものが多いが、ブレークスルータイプの解決(発明・発見など)によって、実現が早まるケースも多い。

課題の例	実現状況	実現予測時期
胚性幹細胞(極初期の胚芽の細胞)だけで個体にまで発生させる技術が開発される。	実現	2011
ヒト染色体のDNAの全塩基配列が決定される。	実現	2010
オイル・シェールのIN-SITU法回収技術が実用化される。(注)IN-SITUは、その位置(原位置)という意味で、オイルシェールを採掘することなく、地層状態のままで油化し、又はガス化して採取利用する技術	実現	2011
最高時速500KM程度の常電導磁気浮上鉄道が実用化される。	実現	2010
道路に設置され、道路交通騒音をエネルギー的に吸収し、環境基準を満足する程度に減音する装置が実用化される。	実現	2014

ノーベル賞につながる研究をした年齢と受賞までの年数 及び平均受賞年齢

ノーベル賞受賞につながる研究業績を上げた年から、ノーベル賞を受賞した年までの年数を見ると、1940年代から2010年代にかけて、年数が延びている傾向が見られるが、平均すると、約20年かかっていることが分かる。2000年代に入ってから日本人受賞者の平均年数を見ると、受賞につながる研究成果は、受賞年から約30年前の成果である。

ノーベル賞につながる研究をした年齢と受賞までの年数及び平均受賞年齢

受賞年代	ノーベル賞につながる研究をした年齢	受賞までの年数	平均受賞年齢
1940年代	35.3	18.5	53.8
1950年代	36.3	15.1	51.4
1960年代	35.5	18.3	53.8
1970年代	36.7	20.1	56.8
1980年代	37.0	21.9	58.9
1990年代	36.4	24.5	60.9
2000年代	40.0 (37.9)	26.2 (30.3)	66.1 (68.1)
2010年代	36.6 (42.3)	29.2 (25.3)	65.8 (67.5)
総計	37.1 (40.1)	22.0 (27.8)	59.0 (67.8)

注：括弧内に記載している数値は2000年以降ノーベル賞を受賞した日本人の値

資料：科学技術・学術政策研究所(NISTEP)及び政策研究大学院大学科学技術イノベーション政策研究センター(SciREXセンター)調べを基に文部科学省作成

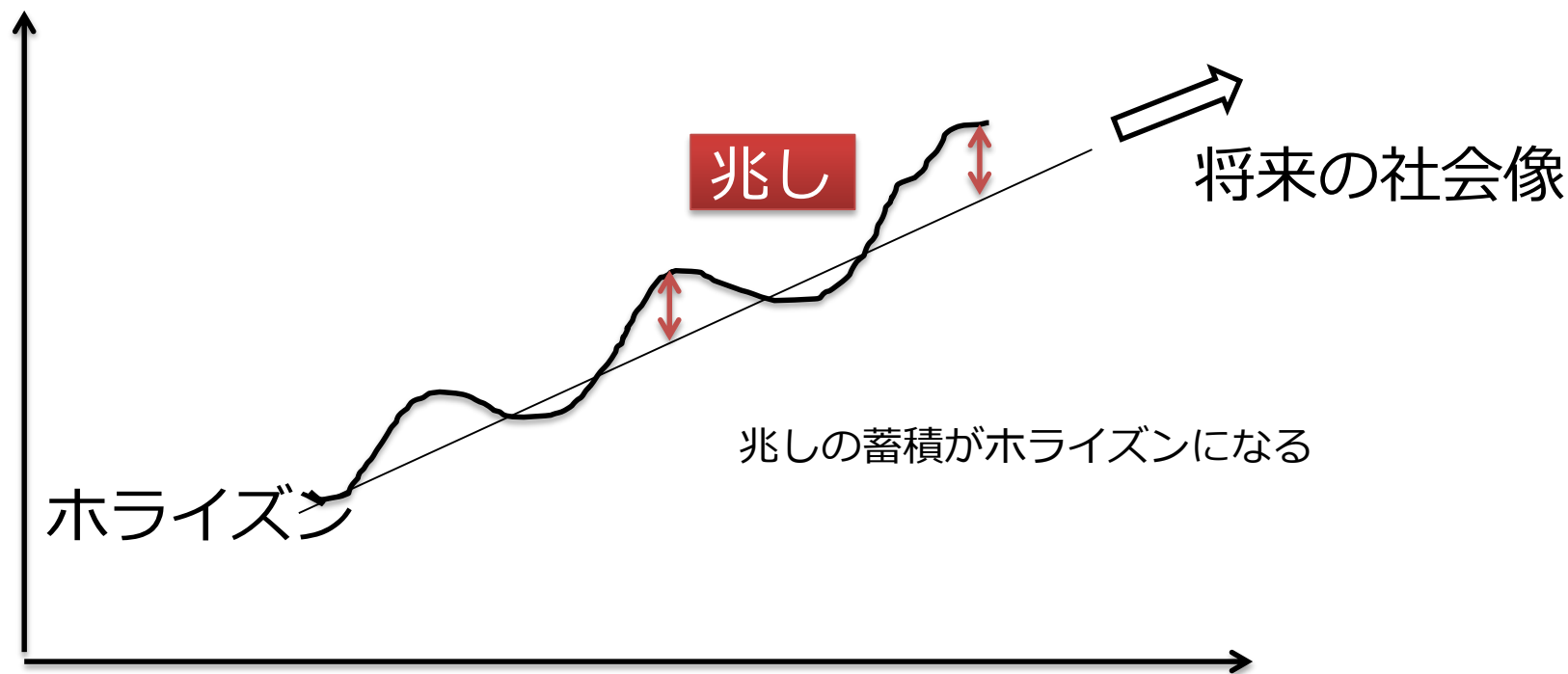
30年前(1980年代)ってどんな時代？

- キャッチアップから自主研究開発へ
- 日米貿易摩擦
- 基礎研究ただのり論
- 中央研究所ブーム(第2次)
- バブル経済(80年代後半～)

背景

- 5年間隔ではなく、定常的・継続的に、社会や科学技術の「兆し」をとらえることが必要。→ホライズン・スキャニング
- 実現時期を「当てる」ことよりも、政策当局や関係者の共通認識をもつためのプロセスが必要。
- 非専門家も含めた様々なステイクホルダーのインボルブメント（オープン・フォーサイト）
- デジタル（ICTによるクローリング等）とアナログ（専門家の知見）の組み合わせ
- 予測の前提となるフレームワーク（社会像の設定）が重要

背景

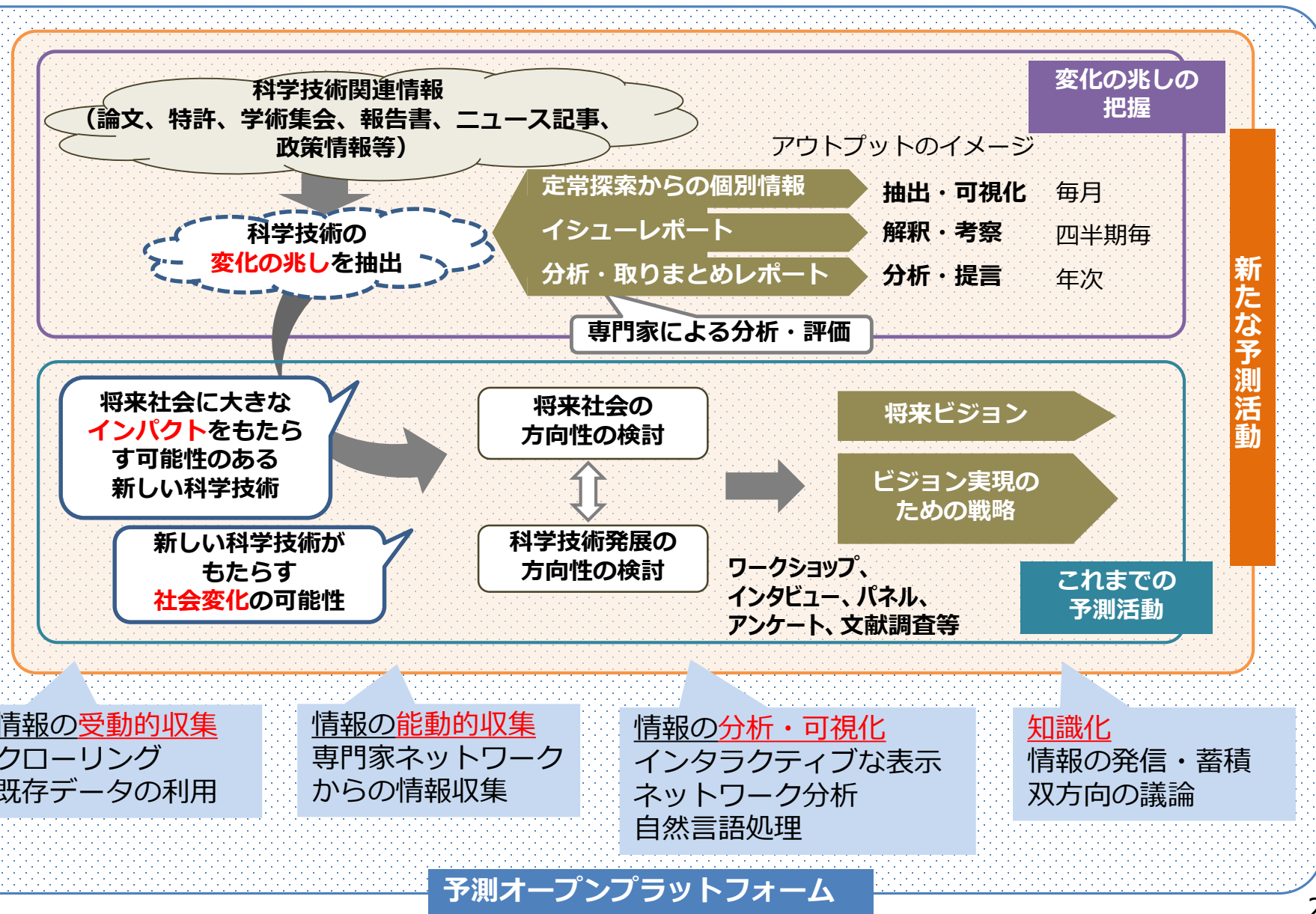


ホライズン

これまで10回の科学技術予測調査
様々な過去に関する分析

:

新たな予測活動の試み 予測活動の全体像



変化の兆しの把握 KIDSASHI（きざし）

KIDSASHI：きざし

科学技術に関わる新しい動きの情報をウェブに掲載

※KIDSASHI：Knowledge Integration through Detecting Signals And Scanning Horizon

クロージング情報

研究開発関連機関のニュース記事クロージングによる継続的な情報収集→経時変化の把握

シグナル記事

スタッフによる情報収集（学会合、論文、報告書、ニュース記事等）を通じた、エマージングイシューの概説

外部専門家からの情報・見解等の提供



カテゴリ

社会課題 A．超スマート社会、サイバー

社会課題 B．少子高齢化、健康、暮らし

社会課題 C．環境、エネルギー

社会課題 D．ものづくり、地方創生

社会課題 E．安心安全、インフラ

科学技術システム

新たな予測活動の試み 変化の兆しの把握 プロセス

青字：NISTEPオリジナル
資産の活用

赤字：新手法・システム
(検討中のものを含む)

シグナル探索

<多様な情報源>

- 学術会議・講演
- 各種メディア
- 論文・特許
- 専門家インタビュー
- 専門家NW

シグナル執筆

<どこが“きざし”なのか？>

- 新規性・革新性・インパクト
- 政策への示唆
- デルファイ課題との関連性
- ニュースリリースクロージング結果との関連性・分析

レビュー

<正確性の追求>

- 外部レビューチームの活用

シグナル配信

評価・FB

<双方向性の確保>

- 読者からの評価・FBを反映を検討

<速報性の追求>

- 毎月シグナルを配信

深掘りの予測活動（ケーススタディ）

地域における超高齢社会と低炭素社会の両立に向けた予測調査

超高齢社会と低炭素社会を両立させた、持続可能な地域の在り方について検討

■ 背景

- ◆ 高齢化及び地球温暖化（低炭素化、エネルギー消費）は、我が国が取り組むべき大きな課題
 - 2035年は人口の1/3が65歳以上となる超高齢社会
 - 高齢化に伴うエネルギー消費増、エネルギー多消費生活への懸念

■ ターゲットイヤー

- ◆ 2035年

地域ワークショップ:

2035年の理想とする地域の姿を検討(4地域)

- ◆ 企業、大学、自治体、市民、金融機関が参加

学協会ワークショップ:

超高齢社会・低炭素社会に関連する科学技術を検討

総合ワークショップ

自治体関係者と科学技術専門家が地域の目指す姿とその実現に向けた戦略を検討

「新たな科学技術予測」を支える予測オープンプラットフォーム

情報技術を活用し、1. 科学技術及び社会に関する多種多様な情報（特許、論文、プレスリリース、ニュース記事、SNS、等）を恒常的・自動的に収集・蓄積するとともに、2. それらの情報を関連づけるなどしながら分析し、3. それらの膨大なデータを専門家をはじめとする科学技術予測のステイクホルダーが扱いやすい粒度にまで圧縮・フィルタリングして提示（可視化）するシステム

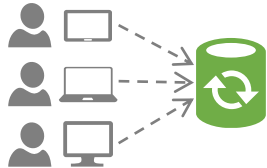
情報の収集

各種情報源からの受動的情報収集

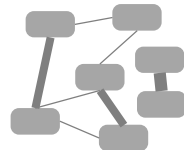


入力済みのデータ：企業等プレスリリース、博士人材DB、科学技術白書、CREST等アンケート、大学発ベンチャー調査等

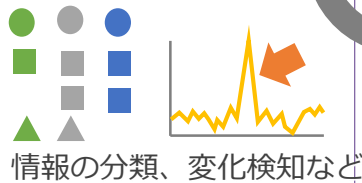
専門家NWなどに対する能動的情報収集



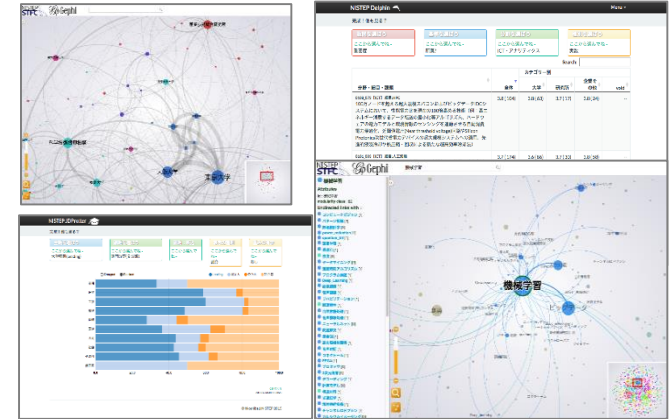
情報の分析



情報の関連づけ



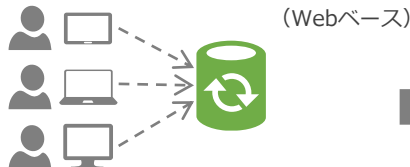
情報の圧縮・可視化



オープンサイエンスの視点から、ステイクホルダーに対しても一部を公開し、科学技術予測におけるオープンイノベーションも促すとともに、広範な知見を収集

具体例：専門家ネットワーク（約2000人）に対する戦略目標・研究開発目標の策定に資するアンケート結果の可視化

専門家NWに対して、注目すべき研究動向の概要や研究者、キーワードなどを聴取



(Webベース)

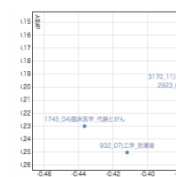
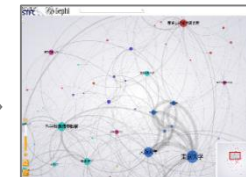
既存分野との関係を越えた「概要」の中身による類似分類

研究者やキーワードによるネットワーク作成

その他



Excelなどでの単純カウントでは捉えにくい、様々な関係性を可視化して提供



戦略目標（案）・研究開発目標（案）の作成に貢献

SPIAS

※ 高度利用者はAPI経由
で
データ等の直接利用も

新しいXX分野の
状況を調べよう！

異種データ間の関係を観点の切替も容易な
分析してデータ接合 インタラクティブな可視化で
各種の分析をサポート※

連携する各種DBから
関連情報を横断検索

分析開始！

SPIAS

SPIAS

イノベーションの
構造解明など
(高度利用の例※)

**1. 関連しそうな
文書などを用意**

2. 考察に集中！
(分析はマウス操作程度で容易)

ユーザは各自の要求・観点から
本質的な作業のみに集中して作業可能

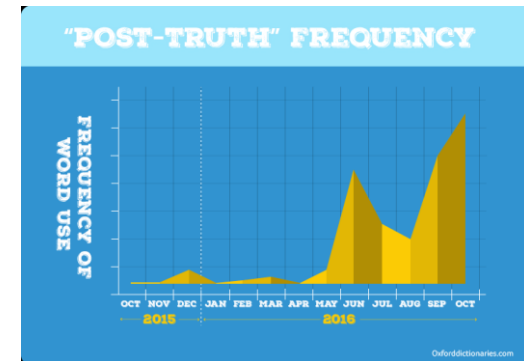
データの結合と、分析の試行反復を
新たな知見の獲得も促進

やったぜ！

数分～数十分後

まとめ

- 未来は過去の延長線？
→過去のホライズンの上に「兆し」の蓄積
- デジタルとアナログ
→ICTの活用とワークショップの開催
- 専門家と非専門家
→ステイクホルダーのインボルブメント
- Fact, Evidence, Post Truth
→言ったのも勝ちの時代？



Post-truth: Oxford Living dictionariesのWord of the Year 2016

– an adjective defined as ‘relating to or denoting circumstances in which objective facts are less influential in shaping public opinion than appeals to emotion and personal belief’.