

平成23年度科学技術の振興に関する年次報告 (平成24年版科学技術白書) —概要—

■位置付け

科学技術基本法第8条の規定に基づき、政府が、平成23年度において、科学技術の振興に関して講じた施策に関して国会に提出する報告書。

■全体構成

第1部 「強くたくましい社会の構築に向けて ～東日本大震災の教訓を踏まえて～」

東日本大震災は、我が国が経験したことのない深刻な被害を与えた。いま、2万人に迫る死者・行方不明者という地震、津波による被害を少しでも小さくすることができなかつたのか、原子力発電所の事故は防ぎ得ないものであつたのか、健康への影響はどうかなど、国民は科学技術に対し非常に厳しい目で見ている。まさに科学技術※のありようが問われているのである。

今回の大震災で得られた課題や教訓をもとに、科学技術の在り方についてあらゆる関係者が真摯に見つめ直し、人類が直面している様々な問題に対して、影響や被害を未然にあるいは最小限に食い止め、迅速に回復し、さらに発展していくことができる強くたくましい社会の構築を目指すことが必要とされている。

今次白書においては、震災により顕在化した科学技術に関する様々な課題や教訓を明らかにし、「強くたくましい社会」の構築に向けた科学技術イノベーション政策の方向性について示す。

※科学及び技術をいう。

第2部 「科学技術の振興に関して講じた施策」

平成23年度に関係府省が講じた施策を、第4期科学技術基本計画の枠組みに沿って取りまとめる。

平成24年6月
文 部 科 学 省

第1部 強くたくましい社会の構築に向けて ～東日本大震災の教訓を踏まえて～

はじめに

第1章 これまでの東日本大震災への対応を省みて

- 東日本大震災の発生や震災による影響（国内外の社会・経済等）についてまとめるとともに、**東日本大震災全体と東電福島原発事故に分けて、政府等の対応の経過を**追い、その過程で明らかになった**様々な問題点や教訓等**について示す。
- 我が国における**科学技術に対する国民意識が、東日本大震災を契機にどのように変化したのか**を考察するとともに、今回の震災が**科学技術政策全体に投げかけた課題について整理**する。

第1節 東日本大震災の影響と対応

- 1 東日本大震災の影響
- 2 東日本大震災への対応と諸課題
 - ・東日本大震災全体
 - ・東京電力福島原子力発電所事故

第2節 科学技術政策に問われているもの

- 1 科学技術に対する意識の変化
- 2 震災が提起した科学技術政策上の課題

第2章 強くたくましい社会の構築に向けた科学技術イノベーション政策の改革

- ダボス会議が発表したレポート等では、自然災害等のリスクに対する頑健性や回復力(レジリエンス)を備えることが必要であると指摘している。
- 人類が直面している諸問題に対して、その影響や被害を未然あるいは最小限に食い止め、迅速に回復し、さらに発展していくことができるレジリエントな社会(**強くたくましい社会**)の構築のために、**科学技術が果たすべき役割**について概説する。
- 「強くたくましい社会」の構築に向けて、**社会的課題に対応したイノベーションの推進の方向性を示すとともに、政府への科学的助言の制度整備やリスクコミュニケーションの推進等、科学技術と社会との信頼関係の再構築に必要な取組**を概説する。

第1節 震災後の我が国が目指すべき社会像と科学技術の在り方

第2節 震災が提起した社会的課題へ対応した 科学技術イノベーションの取組事例

- 1 課題克服に向けた先進事例
- 2 被災地の産業の復興、再生に資する研究開発の取組事例

第3節 今後の科学技術イノベーション政策の在り方 ～震災が提起した課題を克服するために～

- 1 社会の課題に対応した科学技術イノベーションの進め方
- 2 科学技術と社会の信頼関係の再構築に向けて

コラム 科学技術白書に見る科学技術政策史～50巻となった科学技術白書～

むすび

第1章 これまでの東日本大震災への対応を省みて

第1節 東日本大震災の影響と対応

1 東日本大震災の影響

○東北地方太平洋沖地震及び津波の発生

平成23年3月11日に発生した三陸沖を震源とする巨大地震及び津波の発生により、東北地方を中心として北海道から関東までの広い範囲に、深刻な人的及び物的被害

○東京電力福島原子力発電所事故の発生

→大量の放射性物質の放出により周辺住民への避難指示、食品の出荷・摂取制限
→日本各地での風評被害
→計画停電、電力使用制限 等

東北地方太平洋沖地震の概要及び被害状況

- 発生日時 : 平成23年3月11日(金) 14時46分
- 震源 : 三陸沖、深さ約24km
- 地震規模 : マグニチュード9.0
- 津波 : 40m超(遡上高:岩手県)
- 余震 : 661回
(平成24年3月31日まで)
- 浸水面積 : 561km²(概略値)
- 死者 : 15,854名
(平成24年3月28日時点)
- 停電 : 約871万戸
(東北地方全域、関東地方)
- 断水 : 約230万戸
(東北地方全域、関東地方)

○東日本大震災により、我が国の社会・経済や科学技術基盤に甚大な被害

(我が国の社会・経済全体)

- ・実質GDP : 平成23年1月-3月期及び4月-6月期は、2期連続で前期比マイナス
- ・経済的被害の推計額 : 16.9兆円(原子力発電所事故による被害除く) (平成23年6月24日内閣府発表)

(農林水産業)

- ・農林水産関係の被害額 : 2兆4,268億円 (平成24年3月5日現在)

(製造業)

- ・鉱工業生産指数(季節調整済み) : 平成23年3月 16.2%減(対同年2月比)
- ・四輪車生産実績 : 平成23年4月 60%減(対前年4月比)

(観光業)

- ・訪日外客数 : 平成23年4月 約60%減(対前年4月比)

(科学技術基盤)

- ・研究施設・設備 : 177大学、34独立行政法人・国立試験研究機関が損傷
これらの施設・設備の復旧を図るため、平成23年度補正予算に1,191億円を計上
- ・外国人関連研究者 : 震災直後に出国が目立つが、数か月後には帰国



我が国は、これまで経験したことがない多くの難題に同時に向き合わねばならない状態に

2 東日本大震災への対応と諸課題

(1) 東日本大震災全体への対応と課題

① 政府の対応

(復旧・被災者支援等の対策)

- ・地震発生後直ちに緊急災害対策本部を設置し対応

(復興に向けた取組)

- ・東日本大震災復興基本法の制定（平成23年6月20日）
→「東日本大震災からの復興の基本方針」の決定（平成23年7月29日）
- ・復興庁の発足（平成24年2月10日）

(復旧・復興に向けた予算措置)

- ・震災後速やかに第1次補正予算（約4兆円）を計上、その後も第4次まで補正予算を編成

(震災を踏まえた政策の見直しや検証への取組等)

- ・中央防災会議：防災基本計画の修正、地震・津波の想定、被害想定の見直し等
- ・総合科学技術会議：第4期科学技術基本計画の見直し

② 東日本大震災とその対応の検証から得られた課題（地震・津波）

(i) 地震・津波による被害の検証から明らかになった様々な問題点と今後の対策の方向性

<科学技術面での問題点>

× 従前の想定手法の限界

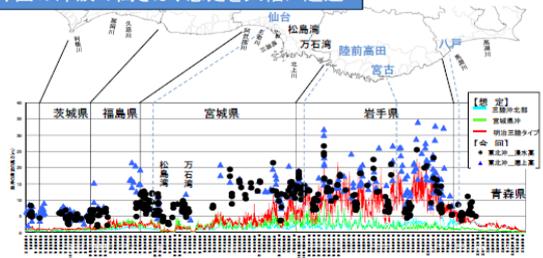
- ・ **既往最大の地震**（過去に発生した可能性のある最大クラスの地震）を十分に考慮せず
→ 貞観地震、慶長地震等は想定の対象外
- ・ **理論上最大の地震**（理論上起こり得る最大の地震）も考慮できず
- ・ 想定的前提となる観測データや基礎的知見の不足、現行の地震発生モデルの限界 等



○巨大地震の発生を想定できなかったこと
○諸対策の前提となる地震・津波の被害想定が実際とは大きくかけ離れていたこと

想定を超えた今回の津波の高さ

～日本海溝周辺型地震の被害想定と今回の地震・津波被害の比較より～
・今回の津波の高さは、想定を大幅に超過



・今回の被害は、想定を大きく上回る

マグニチュード	浸水面積	死者・行方不明者	建物被害 (全壊棟数)
東北地方太平洋沖地震 9.0	全国	19,800名	113,300棟
	岩手県	6,315名	20,209棟
	宮城県	11,618名	75,391棟
	福島県	1,843名	17,740棟
明治三陸タイプ(被害想定) 8.6*	全国	約2,700名	約9,400棟
	岩手県	約2,100名	約6,400棟
	宮城県	約360名	約2,000棟
	福島県	約60名	約300棟

(注) 東北地方太平洋沖地震のマグニチュード9.0は、東北地方太平洋沖地震の震源域に限定した地震規模(2011年4月21日)に基づき算出されたもので、実際には東北地方太平洋沖地震の震源域に限定した地震規模(2011年4月21日)に基づき算出されたもので、実際には東北地方太平洋沖地震の震源域に限定した地震規模(2011年4月21日)に基づき算出されたものである。*

資料：中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告 参考図表集」

<情報伝達上の問題点>

○地震直後の津波警報の出し方に問題
・津波警報第1報で推定した地震規模が過小評価
・最初に出された情報により、避難行動が鈍り、被害を拡大させた可能性も
○津波警報の更新情報が住民に届いていないという問題

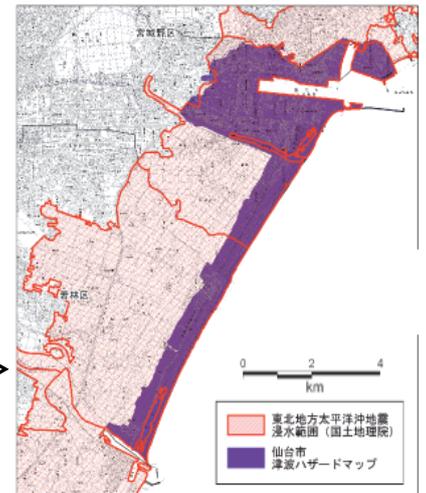
- ×地震計の測定範囲の問題から、精度良い津波予測を迅速に行い、津波警報を更新することができなかったこと
- ×通信回線の途絶、通信量の大幅増や停電等による情報通信機器の使用中断など、避難情報等を伝達できなかったこと

○災害に強い情報通信基盤の構築が課題

<防災対策上の問題点>

- × **広域複合災害への対策が十分ではなかった**との問題
- × 海岸保全施設（防潮堤、防波堤等）に過度に依存した**ハード主体の防災対策の限界**
 - ・ 宮古市田老地区の大防潮堤（いわゆる「田老万里の長城」） 等
- × 従来の想定に基づくハザードマップと実際の浸水範囲とのギャップにより、被害拡大の可能性も など

仙台市津波ハザードマップの予想浸水範囲と実際の浸水範囲



資料：平成23年版 防災白書より

<リスクに関する社会との対話や防災意識の涵養に関わる問題点>

- ・ 国民一人ひとりの平時の備えと瞬時の判断が生死を分けた
- ・ 従来から常に自然災害リスクと共存してきたが、科学技術を過信するあまり、自然への畏怖の念や過去の教訓を忘れていなかったか、リスクや危機への備えを怠っていたか

日頃からの防災教育等を通じた危機意識の共有や**リスクコミュニケーションが重要**

<今後の地震・津波対策の方向性と課題>

○防災対策で対象とする地震・津波の考え方

- ・ あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討
- ・ その際、古文書等の分析、津波堆積物調査、海岸地形等の調査等の科学的知見に基づき想定することが重要
- ・ **地震学、地質学、考古学、歴史学等の統合的研究の充実が必要**
- ・ 一方、自然現象の持つ**不確実性や想定限界へも十分配慮**する必要

○津波や地震の揺れによる被害を軽減するための対策

- ・ 二つのレベルの津波を想定し、これに対応した被害軽減対策が必要
 - ☆ 発生頻度は極めて低いものの、甚大な被害をもたらす最大クラスの津波
 - ⇒ 住民の避難を軸とした**「減災」対策**
 - ☆ 発生頻度が高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波
 - ⇒ 引き続き海岸保全施設等の**ハード対策**による被害軽減化
- ・ 災害情報の確実な伝達のための情報通信・伝達体制の充実強化
周期特性等を考慮した耐震性の強化 等

○公助、共助、自助による地域防災力の向上

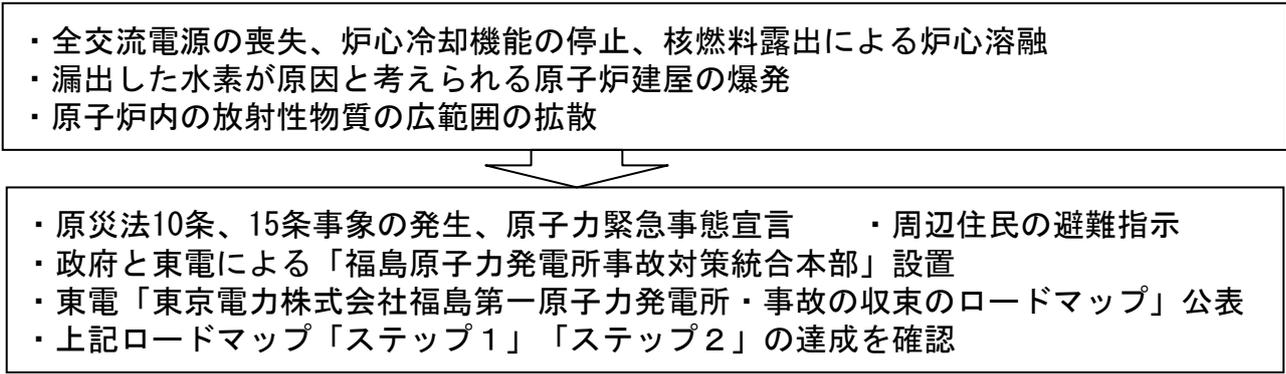
- ・ **ハード**（防災施設等）と**ソフト**（防災訓練等）を**連携**させた災害に強いまちづくり
- ・ **リスクコミュニケーションへの取組強化**（逃げない人々への対応等）

(ii) 国内外の科学技術コミュニティにおける議論

- 日本学術会議や関連学協会など我が国のコミュニティにおける様々な検討
- 国際シンポジウム等の開催

(2) 東京電力福島原子力発電所事故への対応と課題

①事故の概況と推移



②事故の対応と調査・検証活動等から浮かび上がった課題

(i) 事故の調査・検証活動の指摘

○IAEAに対する政府報告書

- ・ 平成23年6月のIAEA閣僚会合に向け、その時点で得られた**28項目の教訓等を報告書**としてとりまとめ（**6月報告書**）
- ・ 平成23年9月のIAEA理事会及び総会に向け、**6月報告書以降の状況を追加報告書**としてとりまとめ（**9月報告書**）

IAEA6月報告書が指摘する28項目の教訓

第1の教訓グループ「シビアアクシデント防止策の強化」

(1) 地震・津波への対策の強化	(5) アクシデントマネジメント(AM)対策の徹底
(2) 電源の確保	(6) 複数炉立地における課題への対応
(3) 原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保	(7) 原子力発電施設等の基本設計上の考慮
(4) 使用済燃料プールの確実な冷却機能の確保	(8) 重要機器施設の水密性の確保

第2の教訓グループ「シビアアクシデントへの対応策の強化」

(9) 水素爆発防止策の強化	(13) シビアアクシデント対応の訓練の強化
(10) 格納容器ベントシステムの強化	(14) 原子炉及び格納容器などの計装系の強化
(11) 事故対応環境の強化	(15) 緊急対応用機材の集中管理とレスキュー部隊の整備
(12) 事故等の放射線被ばくの管理体制の強化	

第3の教訓グループ「原子力災害への対応の強化」

(16) 大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応	(20) 各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供の強化
(17) 環境モニタリングの強化	(21) 放射性物質放出の影響の明確な把握・予測
(18) 中央と現地の関係機関等の役割の明確化等	(22) 原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化
(19) 事故に関するコミュニケーションの強化	

第4の教訓グループ「安全確保の基盤の強化」

(23) 安全規制行政体制の強化	(26) 安全系の独立性と多様性の確保
(24) 法体系や基準・指針等の整備・強化	(27) リスク管理における確率的な安全評価手法(PSA)の効果的利用
(25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保	

第5の教訓グループ「安全文化の徹底」

(28) 安全文化の徹底

出展：原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について—（原子力災害対策本部平成23年6月）を基に、文部科学省作成

○事故調査・検証委員会中間報告等

- ・ 事故原因等を究明するため、中立的に事故の調査・検証するとともに、被害の拡散防止や再発防止等に関する政策提言する目的で、**政府事故調を設置**
- ・ **12月に中間報告**をとりまとめ
- ・ 文部科学省では原発事故関係を含む「東日本大震災からの復旧・復興の取組に関する中間的な検証結果のまとめ（第一次報告書）」を公表
- ・ 政府以外においても、**国会において調査委員会を設置**するとともに、民間団体や科学者コミュニティにおいても事故の調査・検証等の取組を実施

政府事故調中間報告のポイント

◆ 今回の原子力災害に関する問題点

- ① 事故発生後の政府諸機関の対応の問題点**
オフサイトセンターが機能不全に陥ったこと、関係組織の連携が不十分であったこと等。
- ② 福島第一原発における事故後の対応に関する問題点**
事故対応に際し、発電所の対策本部や、東京電力本店の対策本部が、本来求められている役割を十分に果たせなかったこと、1号機の異常用排水槽(OC)の作動状況についての誤認や、3号機への代替注水についての不手際が生じた。
- ③ 被害の拡大を防止する対策の問題点**
モニタリングシステムや緊急時迅速放射線影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)が期待された本来の機能を果たせなかったこと、今回のような災害に備えた実効性のある避難計画の策定や避難訓練が行われておらず、政府による避難指示をめぐり現場が混乱したこと、国内外への迅速・正確で分かりやすい形での情報提供が不十分であったこと等。
- ④ 事前の津波対策及びシビアアクシデント対策の不備**
今回のような設計上の想定を大きく上回る津波を考慮した事前の津波対策及びシビアアクシデント対策が取られていなかった。

◆ 上記問題点の原因

- ① 津波によるシビアアクシデント対策の欠如
- ② 複合災害という視点の欠如
- ③ 全体像を見る視点の欠如

巨大システムの災害対策に関する基本的な考え方の枠組み(パラダイム)の転換が求められている

◆ 個別の提言

- ・ 大規模災害に備えたオフサイトセンターの整備
- ・ 様々な災害や複合災害も想定したモニタリングシステム
- ・ モニタリングシステムに関する研修等の充実
- ・ SPEEDIシステムの運用の改善及びハード面の強化
- ・ 原発事故や放射線への健康被害に関する住民への啓発活動
- ・ 避難態勢の準備及び住民参加の避難訓練の定期的実施
- ・ 避難計画(重症患者、重度障害者等への対策が必要)の準備
- ・ 避難計画や防災計画の策定と運用への県・国の積極的関与

◆ 新しい原子力規制機関の在り方

- ・ 独立性と透明性の確保
- ・ 緊急事態に迅速かつ適切に対応する組織力
- ・ 国内外への災害情報の提供機関としての役割の自覚
- ・ 優秀な人材の確保と専門能力の向上
- ・ 科学的知見蓄積と情報収集の努力

出展：中間報告（東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会平成23年12月26日）を基に、文部科学省作成

(ii) 事故発生以降生じた種々の課題

- これまで講じてきた政府の対策を科学技術に深く関連する事項について概観
- その中から現時点で顕在化している課題を抽出

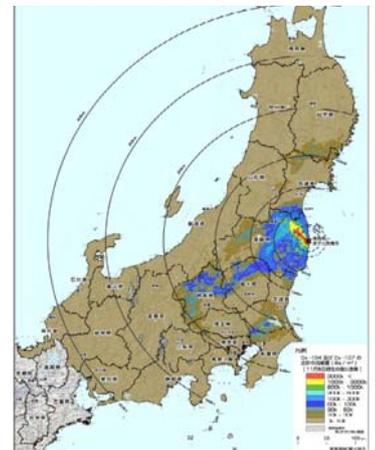
a) 避難区域等の設定・解除

- 3月11日の最初の避難指示以降、避難範囲を拡大。4月下旬以降、警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域、特定避難勧奨地点を設定
- 9月30日に緊急時避難準備区域の解除を行うとともに、ステップ2の終了を受け、一部市村において、警戒区域の解除や新たな避難指示区域（避難指示解除準備区域、居住制限区域、帰還困難区域）を設定
→住民の安全・安心の確保、徹底した除染の実施と子どもへの配慮等が共通課題

b) モニタリングの計画と実施等

- 緊急時モニタリングを実施するも様々な問題が発生。
- 7月に「モニタリング調整会議」を設置、「総合モニタリング計画」を決定・改訂し、関係機関が連携しモニタリングを実施
- 事故由来放射性物質の拡散や汚染物の流通等により影響が拡大
→今回の事故が広範囲に及んでいることから、適切なモニタリングや汚染の除去が必要
- SPEEDIに関しては、情報の提供のあり方など様々な指摘があり、政府事故調・国会事故調等で検証中

事故由来放射性物質の拡散状況



資料：文部科学省

c) 放射線の健康影響

- 緊急時被ばくスクリーニングや、長期的な観点での「県民健康管理調査」を実施
- これまでの低線量被ばくに関する国内外の科学的知見を整理等した「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」をとりまとめ
→住民の主体的な参加が不可欠であるとの認識のもと、確かな科学的事実をわかりやすく透明性を持ってリスクコミュニケーションを行う必要

d) 土壌等の除染の推進

- 除染特措法に基づき、大規模な除染を実施。除染技術の確立等のためモデル実証事業や先行除染も平行して実施
→作業方法や留意事項の周知、専門家の助言及び指導を得られることが必要
→除去土壌等の中間貯蔵施設の確保・運用や、除去土壌等の量の抑制のための技術等の研究開発等が必要

e) 食品の安全確保

- 一部食品等からの暫定規制値を超える放射能の検出に対し、出荷制限等や、検査強化や検査機器の整備等を実施
- 食品に含まれる放射性セシウムの新基準値を見直し
→リスクコミュニケーションと併せて、効果的な対策の実施に努めていく必要

食品に含まれる放射性セシウムの新しい規制値

○放射性セシウムの暫定規制値※1		○放射性セシウムの新基準値※2	
食品群	規制値	食品群	基準値
飲料水	200	飲料水	10
牛乳・乳製品	200	牛乳	50
野菜類	500	一般食品	100
穀類		乳児用食品	50
肉・卵・魚・その他			

※1 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

※2 放射性ストロンチウム、プルトニウム等を含めて基準値を設定 (単位: Bq/kg)

f) リスクに関する社会とのコミュニケーション

- 事故の進展等に対して適時的確な情報発信ができなかった。また、専門家の間でもその専門分野の違い等により見解が分かれる場合もあった
- 放射線や放射能に対する不安が広がっていることを示す出来事が相次いだ



専門的な情報を、迅速に、正確性を失わずいかに受け手が理解できるように説明するか、特に専門家から様々な異なった見解が示される状況で、国民の疑問と不安にどのように対応していくのか、大きな課題

g) 原子力発電所事故の収束・廃止措置に向けた対応

- 事故の収束に向けて、東京電力「福島第一原子力発電所・事故収束に向けた道筋」ステップ1、2の達成を確認。
- また、廃止措置に向けて、中長期ロードマップや研究開発計画とりまとめ
→長期的取組であり、かつ技術的困難性を伴うため、国内外及び産業界の叡智の結集や人材育成、確保が重要

h) 国際社会への情報提供

- IAEA閣僚会議（平成23年6月）やIAEA総会（同9月）において今回の事故について報告する等、日本の状況について説明
→今回の事故が国際的に大きな影響を有することを認識するとともに、早期に克服することが、国際的な責務であり使命

東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた研究開発計画について（研究開発課題）

(1) 使用済燃料プール燃料取り出しに係る研究開発

- ・使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価（平成23年～平成27年度）
- ・使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討（平成25年～平成29年度）

(2) 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

- ① 遠隔操作機器・装置活用等による燃料デブリ取り出し
 - ・建屋内の通風除染技術の開発（平成23年～平成25年度）
 - ・格納容器漏えい箇所特定技術の開発（平成23年～平成26年度）
 - ・格納容器補修技術の開発（平成23年～平成29年度）
 - ・格納容器内部調査技術の開発（平成23年～平成28年度）
 - ・圧力容器内部調査技術の開発（平成25年～平成31年度）
 - ・デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発（平成27年～平成33年度）
 - ・炉内燃料デブリ収納・移送・保管技術開発（平成25年～平成31年度）
 - ・圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発（平成23年～平成28年度）
 - ・デブリの臨界管理技術の開発（平成24年～平成30年度）

- ② 炉心状況把握・解析
 - ・炉内状況把握のための事故進展解析技術の開発（平成23年～平成32年度）

- ③ 燃料デブリ性状把握・処理準備
 - ・模擬デブリを用いた性状の把握（平成23年～平成27年度）
 - ・実デブリの性状分析（平成27年～平成32年度）
 - ・デブリ処理技術の開発（平成23年～平成32年度）
 - ・デブリに係る計量管理方策の構築（平成23年～平成32年度）

(3) 放射性廃棄物処理・処分に係る研究開発

- ・汚染水処理に伴う二次廃棄物の処理・処分技術の開発（平成23年～）
- ・放射性廃棄物の処理・処分技術の開発（平成23年～）

(4) 遠隔操作機器・装置に係る研究開発

出展：東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた研究開発計画について（原子力災害対策、政府・東京電力中長期対策会議 平成23年12月21日）を基に、文部科学省作成

③原子力安全のための規制体制の見直し等

- ストレステストを参考に新たな手続きに基づく安全評価を実施するとともに、電源車やポンプ車の配備等の短期対策や、防潮堤の設置等の中長期対策の確認などの緊急安全対策を実施。
- 原子力安全行政に対する信頼回復とその機能向上を図るため、「原子力規制庁」の設置や、原子炉等規制法や原災法の改正など、改革のための法案を国会に提出



・安全文化の徹底は今回の事故の収束から今後の安全確保の充実強化に共通する横断的な課題

④エネルギー政策の見直し

- エネルギー・環境会議において、エネルギー基本計画を白紙で見直し、原発への依存度低減のシナリオと分散型エネルギーシステムへの転換という方向性を示した
- 平成24年度夏を目途に「革新的エネルギー・環境戦略」を策定するとともに、原子力委員会も新たな原子力政策大綱の策定に向け審議を実施

社会的に影響の大きい新技術の研究開発の進め方については国民各層からの幅広い意見を踏まえることが重要であるが、その際、**専門家が、効用とリスクを科学的に評価し、如何に分かりやすい形で国民に示せるか、そして、その評価の信頼性の確保が、議論を効果的に進めていく上で重要な要素のひとつとなる。**

第2節 科学技術政策に問われているもの

1 科学技術に対する意識の変化

(1) 国民の科学者や技術者に対する信頼

- 国民は、科学技術に対して大きな期待と信頼を寄せていた
- 今回の地震・津波及び原発事故により、科学者等に対する**国民の信頼は低下**

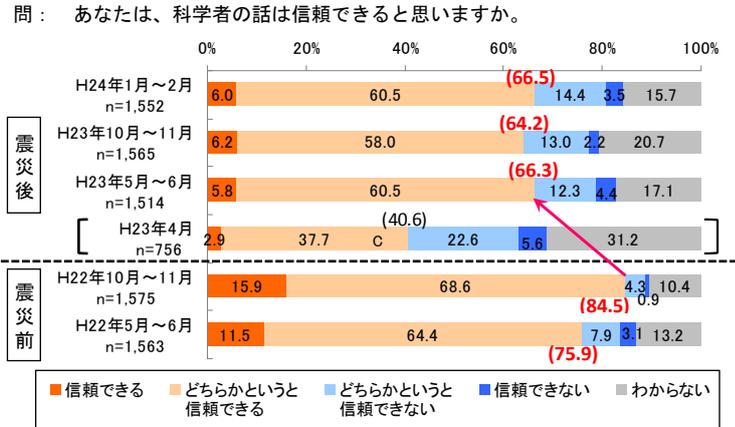
科学者の話は「信頼できる」、「どちらか」という回答者の割合が、震災後は、震災前より10ポイント以上も**低く推移**（76～85% → 65%前後）

専門家による「科学技術の研究開発の方向性」の決定を支持する割合が、震災前**78.8%** → 震災後**45.0%**と**大幅低下**

- 研究開発の方向性について、専門家に委ねるとする国民が**減少**

科学技術に携わる専門家に対する**信頼、信任の危機**

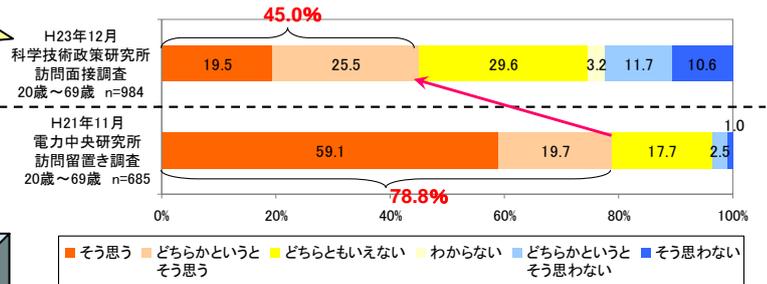
国民の科学者に対する信頼



資料：科学技術政策研究所「月次意識調査」

科学技術の研究開発の方向性は専門家が決めるのがよいか

問：科学技術に関する次の意見について、あなたはどのように考えますか。科学技術の研究開発の方向性は、内容をよく知っている専門家が決めるのがよい



資料：科学技術政策研究所「科学技術に関する意識調査」(H23.12実施) 電力中央研究所「科学技術の利用と安全に関する意識調査」(H21.11実施)

(2) 国民の科学技術に対する期待と不安

- 日本の科学技術水準なら事前に対応可能だと思っ**たが震災時に役立たなかったものとして**、
・原子力発電所から大量の放射性物質が放出されるような深刻な事故の発生を未然に防ぐことを挙げる国民が多い。（資料：科学技術政策研究所「科学技術に関する意識調査（平成23年12月調査）」より）

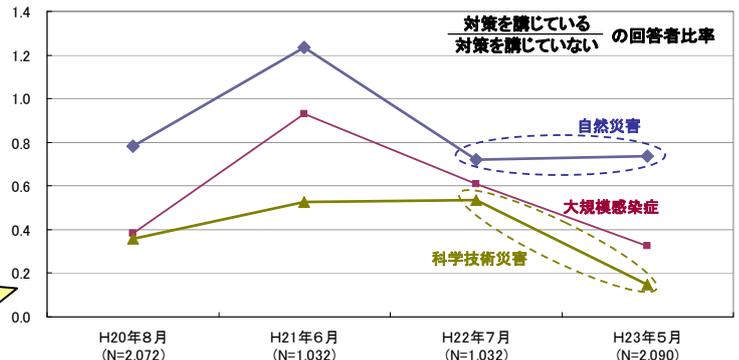
- 国民は、**原発事故に関して**、
・事前のシビアアクシデント対策や事故発生後の被害拡大防止策において、我が国の科学技術力が十分に活かされなかったと認識

- 国民の**科学技術への期待に、必ずしも十分には応えられなかった**

国や地方公共団体による原子力災害等の科学技術災害への対策については、震災後、評価が大きく低下

国や地方公共団体の脅威に対する日頃からの対策について

問：脅威に対する日頃からの備え（平常時の対策・準備）として、国や自治体は、対策を講じていると思いませんか。



資料：三菱総合研究所「東日本大震災後の意識調査(1)～市民のリスク意識調査結果～」(H23.7.13)

○科学技術の発展に伴う不安
震災前から、不安が高い事項

- ・地球環境問題
- ・遺伝子組み換え食品、原子力発電などの安全性
- ・サイバーテロ、不正アクセスなどのIT犯罪

○一方、震災後に不安が高まった事項
としては、「原子力発電の安全性」
を挙げる者が最も多い。



○人間は科学技術をコントロールできるとの
考え方をする国民の割合が低下
(震災前：6割→震災後：3割)

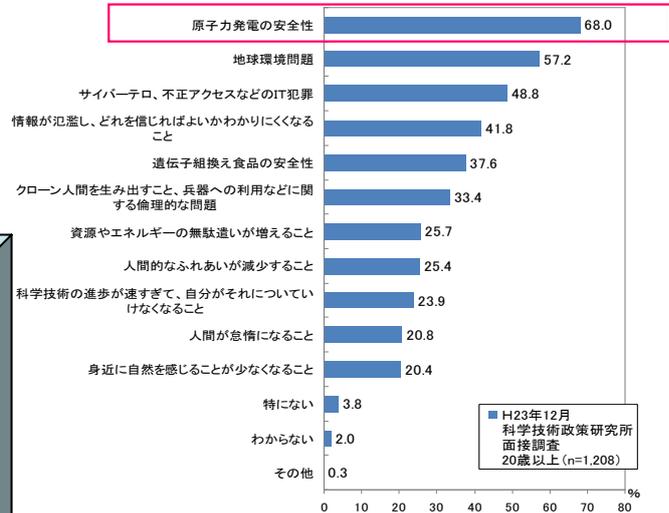


国民の専門家への信頼低下の背景

- ・震災に際し、国民の科学技術への**期待に十分には応えられなかったこと**
- ・科学技術の発展に伴う**不安の高まり**
- ・震災を機に、科学技術の**可能性と、リスクや不確実性について再認識**したことなど

震災前と比べて科学技術に対する不安が高まった分野

問：あなたは、昨年の12月頃と比べて、科学技術の発展にともなう不安が高まっていると感じていることがありますか。ここに示した中から不安が高まっていると感じているものをいくつかでもお選びください。



資料：科学技術政策研究所「科学技術に関する意識調査」(H23.12実施)

2 震災が提起した科学技術政策上の課題

○今回の震災では、科学技術の持つリスクや不確実性について、

- ・従来、政府や専門家等の関係者が国民に対する情報提供において十分に配慮し対応してこなかったのではないか。
- ・その結果、多くの国民もこれらについて十分に認識できなかったのではないか。

との問題点を顕わにし、以下のような科学技術政策全体に関わる課題を浮き彫りにした。

【第一の課題：リスク評価等リスクへの対応が不十分であったこと】

× **科学技術のリスクや不確実性を踏まえて、災害・事故やこれによる被害等を想定し、想定外の事象が起こる得ることも認識して、事前に十分な対策を講じなかったこと**

- ⇒地震・津波
 - ・これまでの想定のお考え方や防災対策全体を抜本的に見直す方向 (中央防災会議)
 - ・自然現象のもつ大きな不確実性と想定限界にも十分配慮した地震・津波の検討
- ⇒原発事故
 - ・巨大システムの災害対策に関わる基本的考え方の枠組みを転換する必要
 - 具体的には、(政府事故調)
 - ①リスク認識を新たにし、必要な対策を講じること
 - ②複合災害を想定した対応策策定の必要性
 - ③全体像を俯瞰する視点の重要性 → 専門分化・分業の弊害など

× **緊急時におけるリスクコミュニケーションの不十分さ**

- ・原発事故に際して、分かりやすい説明ができず、リスクの見通しも示せなかったなど
- ・政府から住民に対する、避難行動に関わる災害情報の提供に課題

× **平常時からの、リスクコミュニケーションの不十分さ**

- ・「**社会におけるリスク情報提示の仕方**」には難しさがある。
- しかし、絶対安全が存在しない以上、平常時からリスクと向き合って合理的な選択ができる社会に近づく努力が必要 (政府事故調)

【第二の課題：専門家による科学的知見の提供が適切にはなされなかったこと】

- × 政府 ⇒ 科学的根拠に基づく合理的な政策判断やその国民への伝達が不十分であった
- × 科学技術コミュニティ ⇒ 政策判断の参考となる、様々な分野の専門知を結集した科学的知見の提供が不十分であった

(日本学術会議幹事会声明「東日本大震災からの復興と日本学術会議の責務」(H23.9.22))

- ・ 専門家の意見が分かれて集約できない場合であっても、客観的かつ公正な政策判断を迅速に行うことができるよう、科学的知見の収集の仕方やその活用方策に関する検討が必要

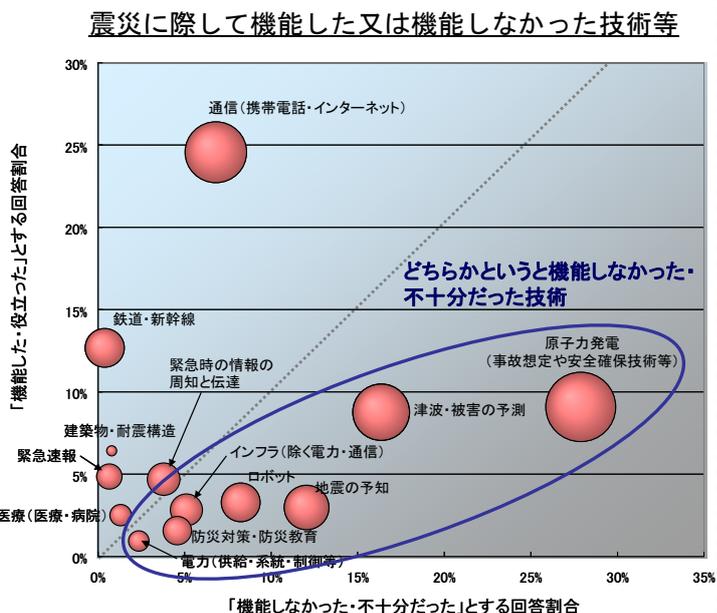
【第三の課題：研究開発の成果を現実の課題に対応させる仕組みが不十分であったこと】

× これまで多くの投資をした我が国の研究開発の成果が、災害や事故に際して期待外れだった

- ・ 原子力発電所の事故想定や安全確保技術
- ・ 地震・津波の予測技術
- ・ 災害用ロボット 等

注：本図では、「機能した・役立った」技術、「機能しなかった・不十分だった」技術に関する自由記述式の回答中、多く言及されている技術を選択し、有効回答に占める技術が言及されている割合を産出した。

資料：科学技術政策研究所「東日本大震災に対する科学技術専門家へのアンケート調査（第1回）」(H23.7実施)を基に文部科学省作成



【科学技術政策全体への課題のまとめ】

○ 今回の震災での最大の課題は、リスクや現実の課題への対応が十分になされなかったこれまでの**科学技術政策の進め方や専門家への信頼の低下**



○ 一方、国民の**科学技術に対する期待は、震災後に低下したものの今もなお強い**



○ 今後は、科学技術政策を見直し、再構築していくことを通じて**信頼回復に努める**とともに、**社会の要請に応えた科学技術の振興**に努めていくことが重要

第2章 強くたくましい社会の構築に向けた 科学技術イノベーション政策の改革

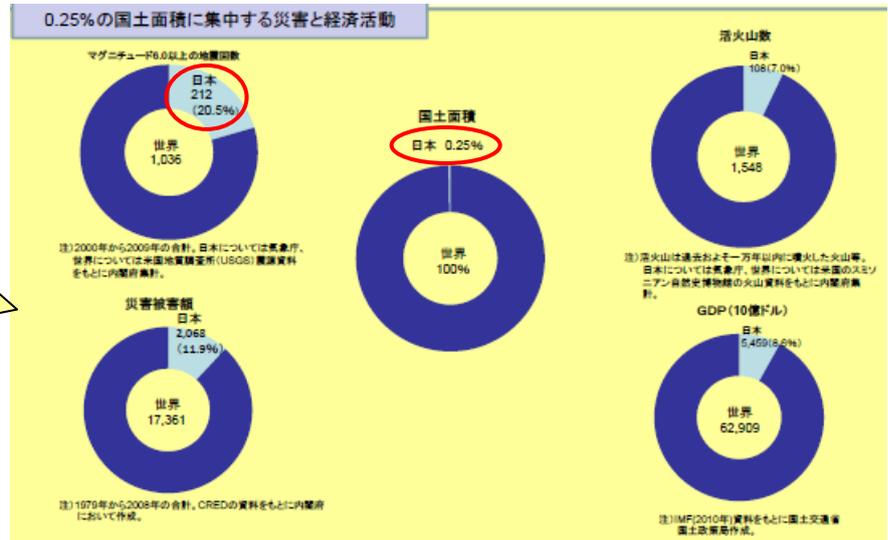
第1節 震災後の我が国が目指すべき社会像と科学技術の在り方

<国民が求める震災後の社会像>

○我が国は先進国の中では突出した災害リスク

例. 平成23年以降、東日本大震災以外にも、新燃岳の噴火、台風、豪雨、豪雪、竜巻等による被害が多発

我が国の災害発生割合
(M6以上の地震発生
回数約20%等)は、
世界に占める国土面積
(0.25%)に比して極
めて高い



資料：国土審議会政策部会防災国土づくり委員会
「災害に強い国土づくりへの提言」参考資料(平成23年7月)

○我が国には自然災害のほか、エネルギー、サイバーテロ、感染症等の様々な危機が存在

○ダボス会議が発表したレポート等では、自然災害等のリスクに対する頑健性や回復力(レジリエンス)を備えることが必要であると指摘

○我が国の産業競争力懇談会も、「リスクが顕在化し社会システムや事業の一部の機能が停止しても、全体としての機能を速やかに回復できるしなやかな強靭さ」(レジリエンス)を有する社会(レジリエントエコノミー)の重要性を指摘



○防災・危機管理の充実を求める住民が増加(都道府県意識調査)

例. 東京都「都政への要望」：7年間連続で1位であった治安対策を抜き、平成23年度には防災対策が1位に



強靭で回復力のある(強くたくましい)社会の構築が必要

<強くたくましい社会の構築に向けた科学技術への期待>

○医療、自然災害からの防災、資源・エネルギー分野の発展が望まれている(科学技術政策研究所調査)。

○震災により提起された課題の科学技術による解決を期待

○我が国は、震災から得られた教訓を世界と共有し、様々な課題を克服する道筋を世界に発信していくことが必要



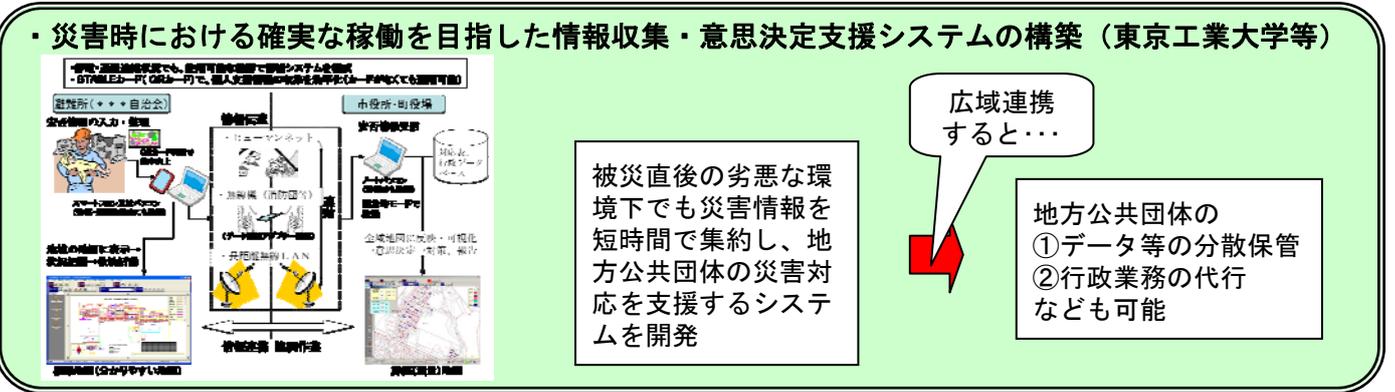
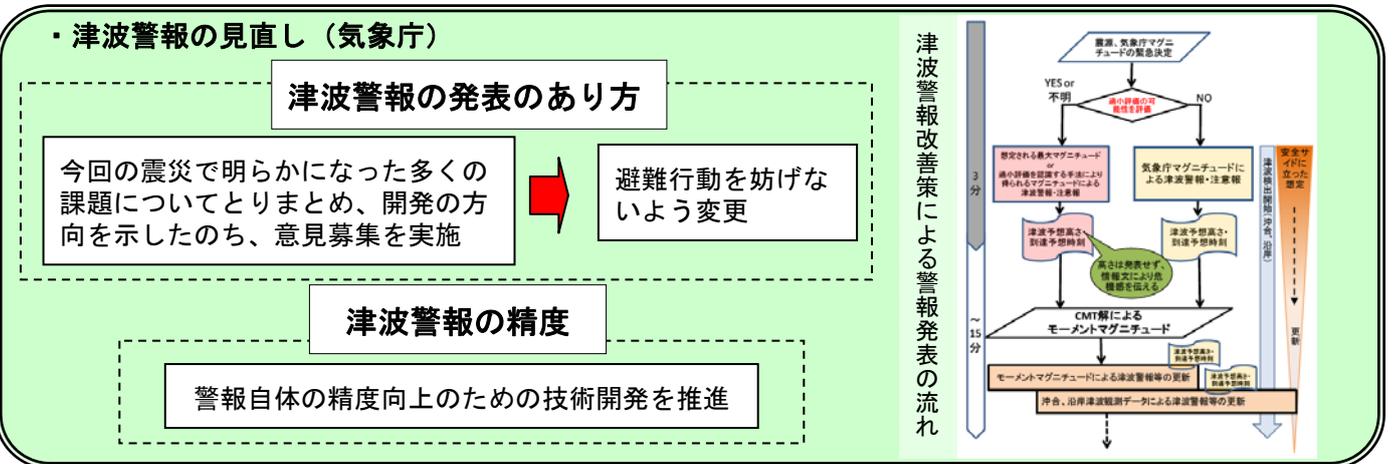
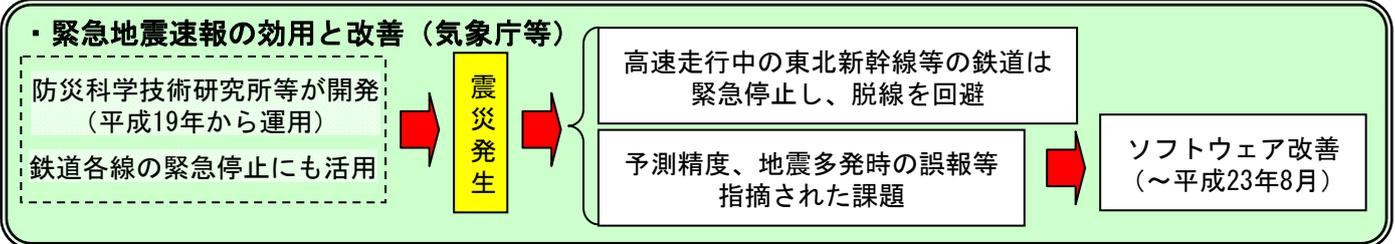
**被災地や我が国の復興・再生のみならず、
世界の諸問題解決への科学技術を通じた貢献へ**

第2節 震災が提起した社会的課題へ対応した科学技術イノベーションの取組事例

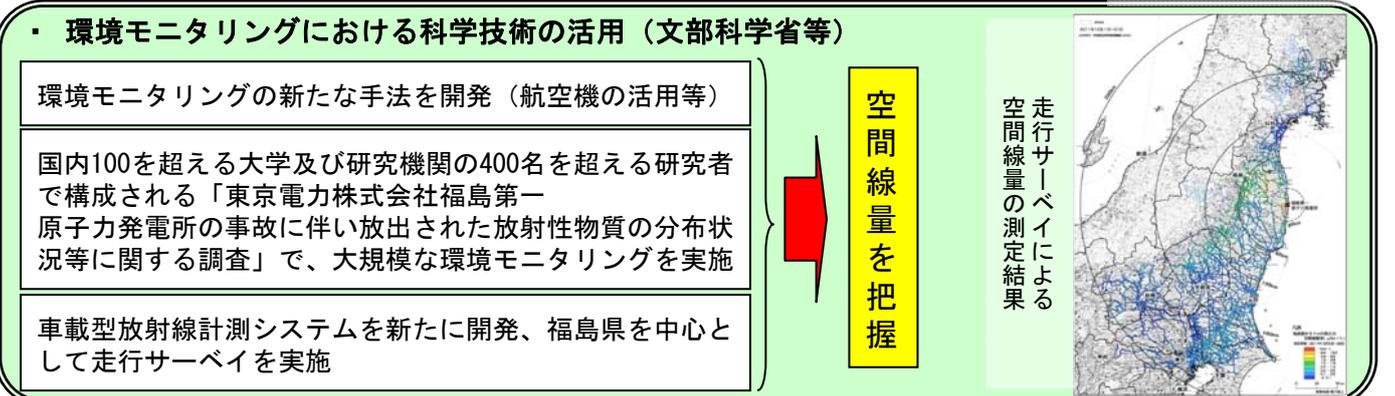
- 震災によりエネルギー問題、自然災害の被害軽減などの社会的課題に対する科学技術の貢献への期待は高まっており、社会への実装を視野に入れた課題の克服に着実に貢献できる科学技術イノベーションの推進が必要
- また、第4期基本計画を踏まえ、災害等への耐性が強く復元力に富んだ社会の実現に資する取組が必要

1 課題克服に向けた先進事例

(1) 地震・津波等の災害に対応した事例

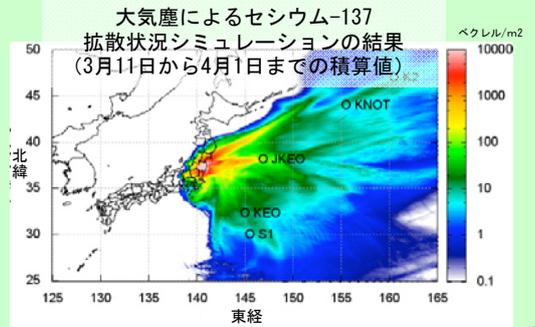


(2) 東京電力福島原子力発電所事故によって生じた課題への対応事例



・ 海洋汚染シミュレーションの実施（海洋研究開発機構等）

- ・ 西部北太平洋にて海水を採取、セシウム-137 等の計測
- ・ 海水移動等を考慮したモデルによる汚染水の拡散シミュレーション、大気塵拡散モデルによる放射性物質の分布シミュレーションを実施



北緯40度以北へは、大気塵によって拡散したことを示唆

・ ゼオライト等を利用した除染技術（日本原子力開発機構、各学会等）

地域住民による除染作業
→安全・確実・低コスト

ガイドライン（環境省）

除染手法を研究開発

放射性物質による汚染水
→減容化等の必要

データベース化・公開

放射性物質の吸着素材・処理技術を研究、開発



プールにおける除染の様子

・ 震災後の電力需給逼迫を受けた再生可能エネルギーの利用拡大への取組（北九州市等）

地域節電所

電力需給の調整

家庭、オフィス等

大型蓄電池

- ・ 再生可能エネルギーの導入
- ・ 省エネルギー化の実現
- ・ エネルギーの安定供給

産・学・官
連携

二酸化炭素排出量の
大幅な削減の可能性

北九州市のスマートコミュニティの概要



2 被災地の産業の復興、再生に資する研究開発の取組事例

(1) 既存の研究成果の実装事例

・ パーク堆肥を利用した漂着油バイオ処理（大分県産業科学技術センター・科学技術振興機構）

津波被災地の復興には「海水」の再生が不可欠

写真左：油を分解する微生物
写真右：大船渡湾での重油のバイオ処理実証実験

漂着油の処分方法を開発するために、堆肥中に漂着油を投入して、分解・処理する実証実験を実施



- ・ 漂着油はほとんど分解され、堆肥が得られた
- ・ 焼却処分と比較して、二酸化炭素発生量は1/3

・ マイクロバブル発生装置による水産養殖の復興（徳山工業高等専門学校・科学技術振興機構）

津波の影響により、水質悪化による赤潮や貝毒が発生

マイクロバブルを発生させた養殖場で大きく成長したカキ

水質を浄化し、養殖漁業の環境を改善するため、水中の溶存酸素の量を増やすマイクロバブル発生装置を設置し、カキの試験養殖を実施



カキは通常と比べて約2倍の大きさに成長し、養殖期間の短縮を実現

第3節 今後の科学技術イノベーション政策の在り方 ～震災が提起した課題を克服するために～

1 社会の課題に対応した科学技術イノベーションの進め方

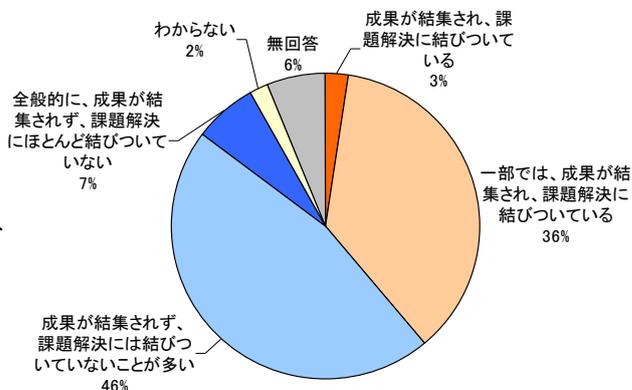
(1) 課題対応型の研究開発を進めるために

○東日本大震災が提起した、
第三の課題（研究開発の成果が必ずしも現実の課題に対応していなかったこと）
に関しては、専門家の多くも同じ認識

5割強の専門家が、課題解決に「ほとんど結びついていない」又は「結びついていないことが多い」と回答

資料：科学技術政策研究所「東日本大震災に対する科学技術専門家へのアンケート調査（第2回）」（H23.9実施）

研究開発の成果が社会の抱える課題の解決に結びついているか



- <課題解決に結びつかない理由>**
- 研究者の認識と社会の要請とに乖離があること
 - 社会的ニーズの把握と研究課題への反映が適切に行われていないこと
 - 日本の科学技術は、社会における実際の運用までを考慮したシステム化がなされていないこと 等

- <必要な取組>**
- 研究開発の成果が適切・効果的に活用されるためには、①から③が必要
- ①対応すべき社会的課題の適切な発掘
 - ②課題対応型の研究開発に適合した総合的な科学技術マネジメント
 - ③研究成果の社会への円滑な実装

- ①から③を効果的に行うためには、
- ・研究者が組織や分野を超えて連携する必要
 - ・連携は実装段階だけでなく、課題や計画の設定段階から必要
- 第4期基本計画では、
- ・科学技術イノベーション戦略協議会（仮称）の創設
 - ・産学官の「知」のネットワークの強化
 - ・産学官協働のための「場」の構築 等の取組を

(2) 社会的課題の克服に向けた異分野間の知の結集を目指して

課題解決には人文・社会科学等も含めた分野間の知の結集が不可欠だが、

○我が国では、特に人文・社会科学系と自然科学系の連携・融合の取組が、あまり活発に行われていない

・我が国では伝統的な学問分野の体系に則した研究が多く、産業界のニーズに対応して、異分野間の融合研究に臨機応変に取り組むといった仕組みにはなっていないため

○我が国では、**産業構造や社会ニーズの変化に対応した研究開発が行われていない**のではないかと

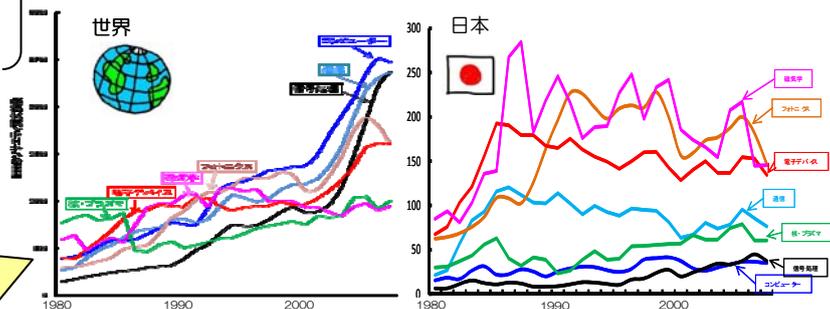
世界のIEEE掲載文献数をみると、

- ・1990年代：電気電子分野が中心
- ・2000年代：情報通信分野へシフト

我が国は一貫して、

- ・電気電子分野の文献数が多い傾向

我が国における研究開発と産業構造の変化とのミスマッチ



世界では2000年代に入ると、情報通信分野の文献が急激に増加

我が国では、一貫して電気電子分野の文献数が多く、各領域の文献数に大きな変化が見られない。

<阻害要因>

- 大学の専攻や学会が分野縦割りに細分化されているなど、異分野の研究者の交流の機会が少ないこと
- 論文の出しにくい融合研究は評価されにくく、このため、新たな予算配分も望めないこと
- 専門分化・分業が進む中、異分野の知を結集した課題対応型の研究開発を行うことができる研究人材はあまり多くないこと
- 他分野への関心が低く、連携の必要性すら感じない研究者もいること 等

<分野間連携・融合の促進に必要な取組例>

- 人間の認識や行動、社会・経済の動向等を調査・分析する人文・社会科学の知見が不可欠
- (連携・融合のための仕組みや交流の場の構築)
 - ・課題対応型の分野間連携・融合を支援するトップダウン型のプロジェクトの創設
 - ・学際研究や融合研究を政策的に誘導するための特別なプログラム等の創設
- (研究評価や予算配分の仕組みの改革)
 - ・融合研究を評価する評価基準の設定
 - ・奨励金等によるインセンティブ付与の仕組みの構築
- (人材の育成と活用)
 - ・社会に対する洞察力や柔軟な発想、俯瞰的視野、国際的感覚等を身に付けた人材の育成
 - ・大学・大学院における自然科学と人文・社会科学とを融合した教育研究プログラムの実施
- (研究者に求められる社会的責任を果たすこと=意識改革)

- 課題対応型のイノベーションを実現していくためには、刻々と変わり得る社会的課題に臨機応変に対応できる仕組みの構築が不可欠
- 多様な分野の知を結集した連携研究や融合研究を推進するプログラムの創設、研究評価及び予算配分の在り方の改革、これらを担う人材の育成等、様々な政策的取組が必要

2 科学技術と社会の信頼関係の再構築に向けて

科学技術に関するリスクや不確実性が問題とされた例

(1) 科学技術の発展とそれに伴うリスク

- 科学技術の発展や社会との関係の深化に伴い、科学技術が持つリスクや不確実性に関わる問題も増加
- 政府が直面する政策課題の複雑化・高度化

専門家の科学的知見・助言を適切に政策に取り込む仕組みの整備やリスクに関する取組強化が必要

- ・飛行機、鉄道、自動車等の事故
- ・刑事裁判における科学的証拠の信用性 (DNA鑑定などの誤りによる冤罪の発生等)
- ・医薬品、予防接種の副作用、手術
- ・宇宙開発(ロケットの打ち上げ等)の安全性
- ・放射線被ばくが人体に与える影響
- ・遺伝子組換え作物の人体や生態系への影響
- ・原子力発電の安全性
- ・地震及び火山噴火の予知 等

(2) 新たな政策形成プロセスの在り方

① 政府に対する科学的助言の在り方

米国:
助言者(科学技術担当大統領補佐官、大統領科学技術諮問会議、全米科学アカデミー等)が科学技術に関する助言を政府に対して行う

英国:
政府主席科学顧問、王立協会等が存在 (福島原発事故に際しても、内閣からの諮問に対し必要な科学者を招集した上で、適切な助言を提供)

- ・透明性と公開性→科学的助言のプロセスを適切な形で公開、科学者の自由な意見発信を妨げない
- ・独立性、中立性→助言者は政治的介入を受けない。利益相反の回避
- ・科学的助言と政策決定との峻別→「科学は、政府が政策形成の際に考慮すべき根拠の一部」

我が国では

- 統合的な知の形成と社会的責任を果たしうる適切な助言が必要 (日本学術会議「東日本大震災からの復興と日本学術会議の責務」)
- 専門家の科学的知見・助言を適切に政策に取り込む仕組みの整備が必要 (科学技術イノベーション政策推進のための有識者研究会)

②リスクと向き合う～リスクに関する様々な取組の必要性～

(i) リスクコミュニケーション

- リスクや不確実性に関する(明かでない場合も含んだ)正確な情報を市民、産業、行政等の関係者が適切な形で共有しつつ、相互に意思疎通を図り、相互理解を深めて合意形成を図る過程

→ **科学技術の活用とそれに伴うリスクに関する社会の理解を得るために必要**

＜リスクコミュニケーションに当たって重要な事項＞

- 現状のリスク評価の限界等も適切な形で公開することにより、情報の発信者と受信者との間で信頼を醸成することが必要不可欠
- その間をつなぐメディアの役割も重要
- リスクコミュニケーションを適切かつ的確に実施することにより、国民のリスクリテラシーを高め、個人個人が主体的に判断してリスクに対応できるような社会の実現に向けて取り組んでいくことが必要

(ii) 「安全の科学」と「先進技術の社会的影響評価」の推進～日本学術会議の提言を踏まえて

a)安全の科学:安全性を評価し、安全政策を支える(食品、医薬品、環境など)

- 科学的知見と規制措置等への反映を橋渡し
 - 合理的なリスクの管理や安全政策を支える科学の推進
- **科学技術の成果を国民の利益にかなうように調整**

b)先進技術の社会的影響評価

- 先進技術に対し、早い段階で将来の様々な社会的影響を予測
 - 技術や社会の在り方についての問題提起や意志決定を支援するための社会的影響評価
- **国民が科学技術に対して意見表明し議論する機会を増やす**
→ **科学者、技術者が社会の要請に耳を傾ける**

第4期科学技術基本計画

- 国は、科学的合理性と社会的正当性に関する根拠に基づいた審査指針や基準の策定に向けて、レギュラトリーサイエンスを充実する
- 国は、テクノロジーアセスメントの在り方について検討するとともに(中略)、政策等の意志決定に際し、テクノロジーアセスメントの結果を国民と共有し、幅広い合意形成を図るための取組を進める

(iii) 更なる課題の克服に向けて

- リスクの伝え方(リスク認知は立場に依存)
- リスクと効果の費用対効果の分析
- 緊急時におけるコミュニケーション(クライシスコミュニケーション)

「安全」な数値でも「安心」しない場合も
} **人文・社会科学分野との協調を**

→ **専門家・行政・ジャーナリズムの役割等について事前に十分な検討が必要**

津波てんでんこ、トリアージ等、緊急時特有の問題も

将来への夢と希望を育み、災害をはじめとする様々な社会の危機や脆弱性を乗り越える科学技術を再構築し、**強くたくましい社会の持続的な繁栄を**

コラム 科学技術白書に見る科学技術政策史～50巻となった科学技術白書～

本年の刊行をもって科学技術白書は50巻となったことから、科学技術白書の記載について経済社会の動きとあわせて各年代ごとに概観している。

第2部 科学技術の振興に関して講じた施策

○第4期科学技術基本計画の構成に沿って整理

第1章 科学技術政策の展開

- 第1節 科学技術基本計画
- 第2節 総合科学技術会議
- 第3節 科学技術行政体制及び予算

第2章 将来にわたる持続的な成長と社会の発展の実現

- 第1節 震災からの復興、再生の実現
- 第2節 グリーンイノベーションの推進
- 第3節 ライフイノベーションの推進
- 第4節 科学技術イノベーションの推進に向けたシステム改革

第3章 我が国が直面する重要課題への対応

- 第1節 重要課題達成のための施策の推進
- 第2節 重要課題の達成に向けたシステム改革
- 第3節 世界と一体化した国際活動の戦略的展開

第4章 基礎研究及び人材育成の強化

- 第1節 基礎研究の抜本的強化
- 第2節 科学技術を担う人材の育成
- 第3節 国際水準の研究環境及び基盤の形成

第5章 社会とともに創り進める政策の展開

- 第1節 社会と科学技術イノベーションとの関係深化
- 第2節 実効性のある科学技術イノベーション政策の推進
- 第3節 研究開発投資の拡充