

科学技術と社会の関係の変化

奥和田 久美

(独)科学技術振興機構 社会技術研究開発センター シニアフェロー
北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科 客員教授

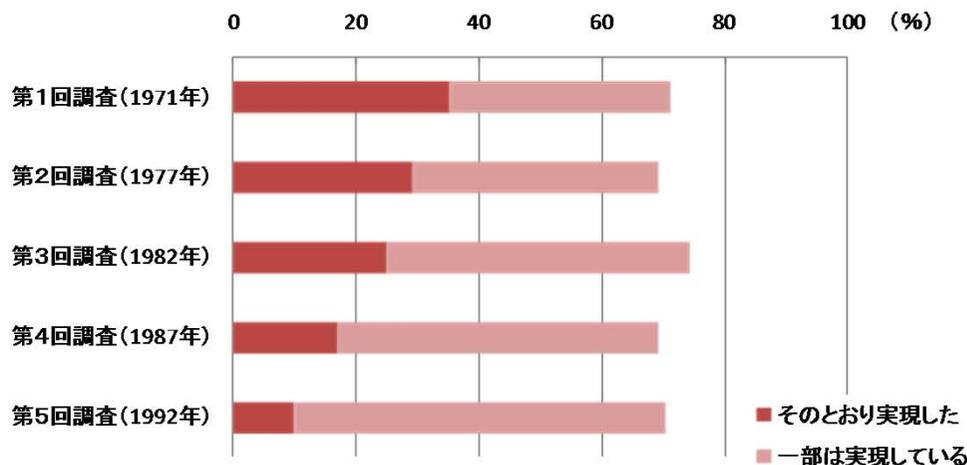
SPring-8 安全安心のための分析評価研究会(第8回)
～ 原発事故による環境汚染への取り組み ～

2013.12.6 飯田橋

- そもそも、科学技術の専門家が考える「将来の重要な科学技術」は、どの程度、実現するものなのか。
- 科学技術に対する認識は、世界的に変わってきているのか。
- 日本の科学技術政策は、近年、どのように変わったのか。
- 東日本大震災は、日本の科学者・技術者を取りまく環境に、どのような変化を与えたのか。

「過去の日本の予測調査」の実現性評価

実施から20～30年を経た予測調査の実現率

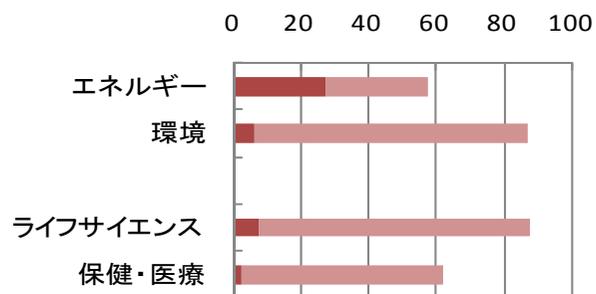


○ 実施から20～30年を経た予測調査の実現率を現時点で評価すると、**約7割が何らかの形で実現している。**

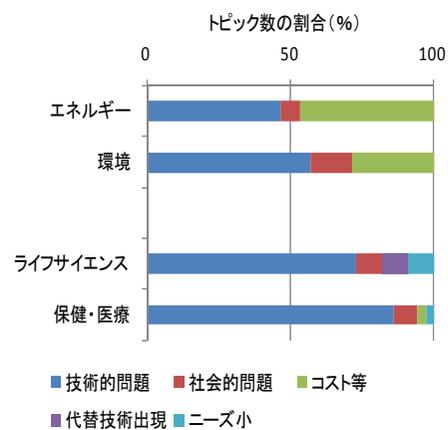
○ しかし、「**そのとおりに実現した**」というものは徐々に減っていった。

第5回調査(1992年)の評価(一部)

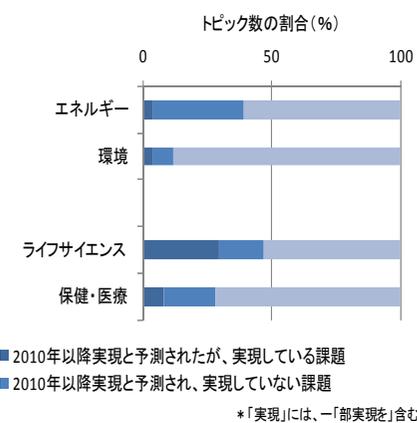
グリーン・ライフ関連の実現率



「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

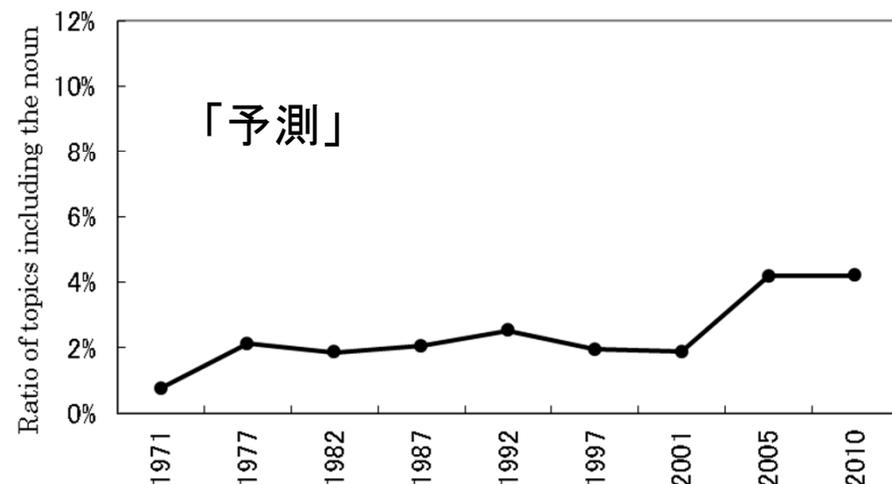
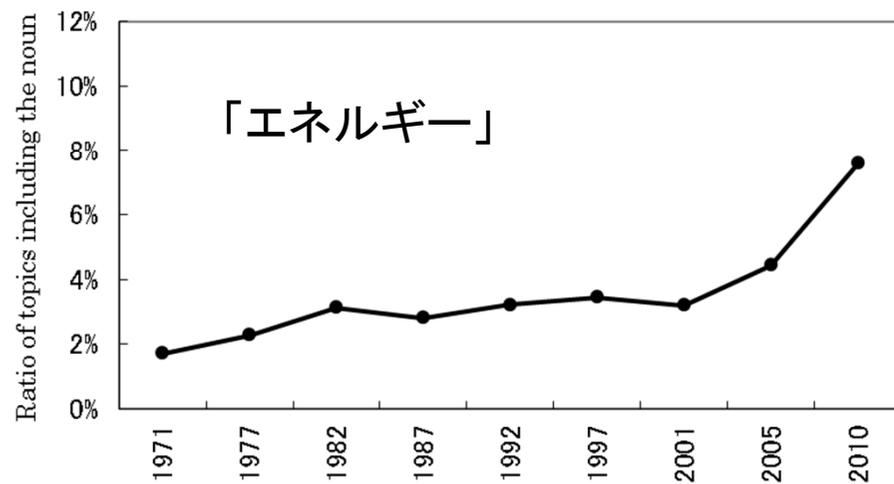
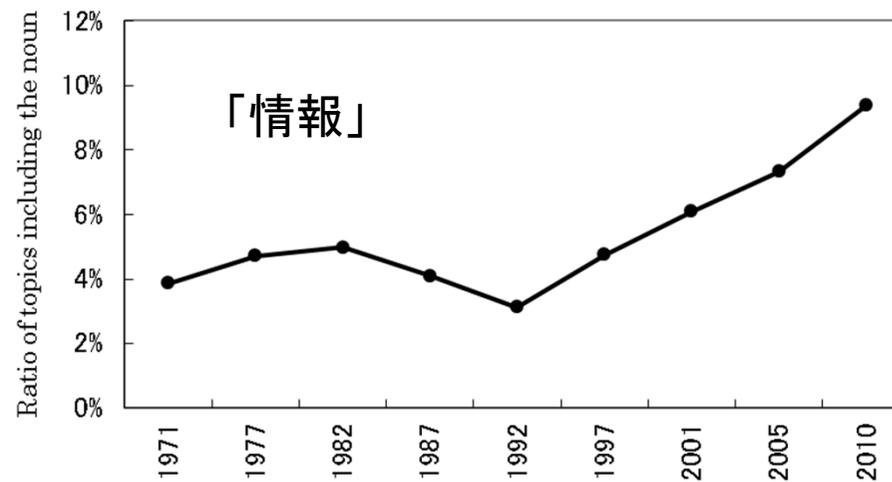
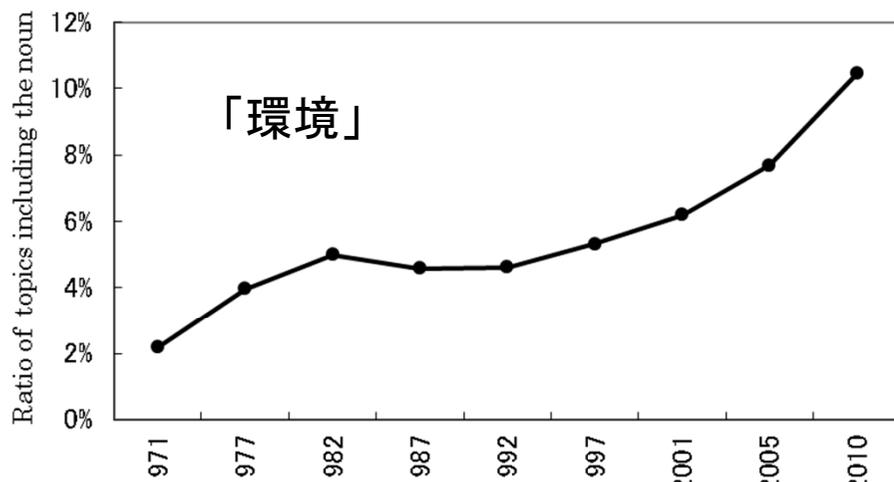


*「実現」には、「一部実現を」含む

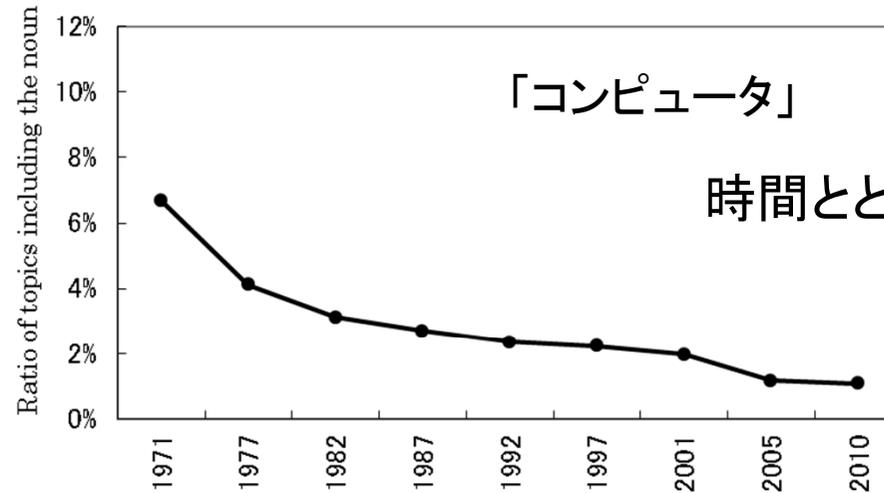
- エネルギー関連は、「そのとおり実現」、「予測が早まった」という比率が高いものの、全体的には実現率はやや低い。また、エネルギーや環境では、コストの問題で実現しなかったというトピックが目立つ。
- ライフサイエンスや医療では、実現までに長期間かかると予測される傾向が見られ、長期にわたって目標がぶれにくいのが、実際には予測時期よりも実現が早まるトピックが多い。

日本の科学者・技術者の将来への期待は、 時間とともに次第に変わってきた？

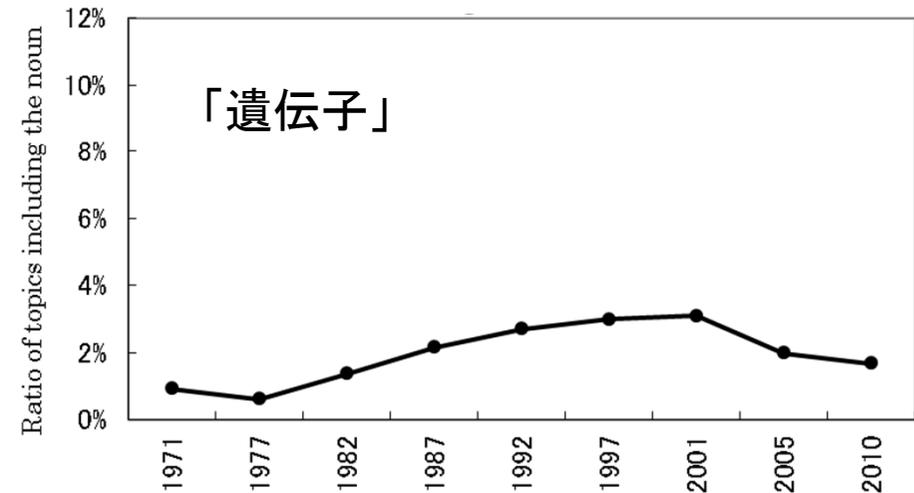
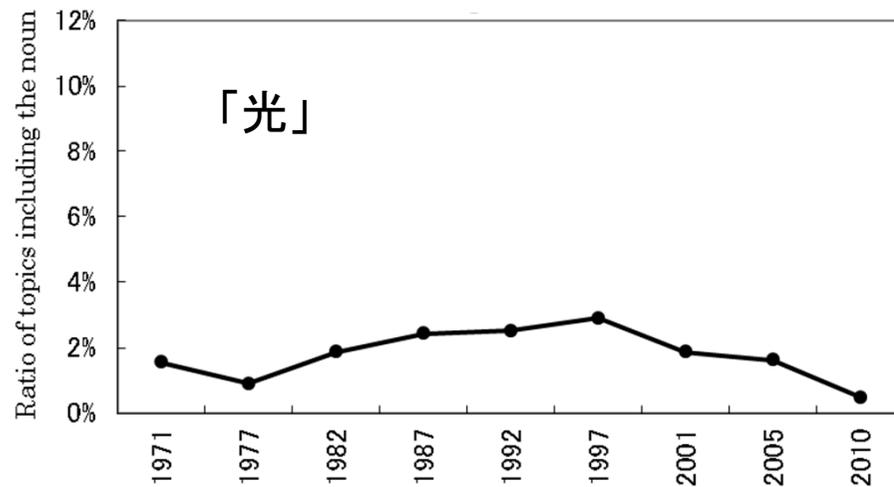
予測調査のトピックにおいて、近年、頻繁に表れるようになった語



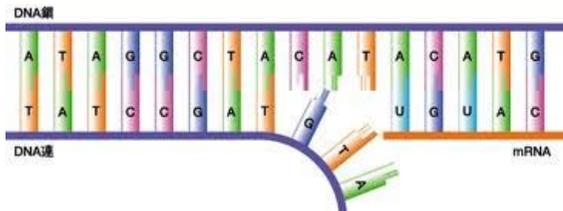
以前よりも頻繁に表れなくなった語は、
「次の発展フェーズ」に入ったのでは？



時間とともに関心が薄れた
代表的な例



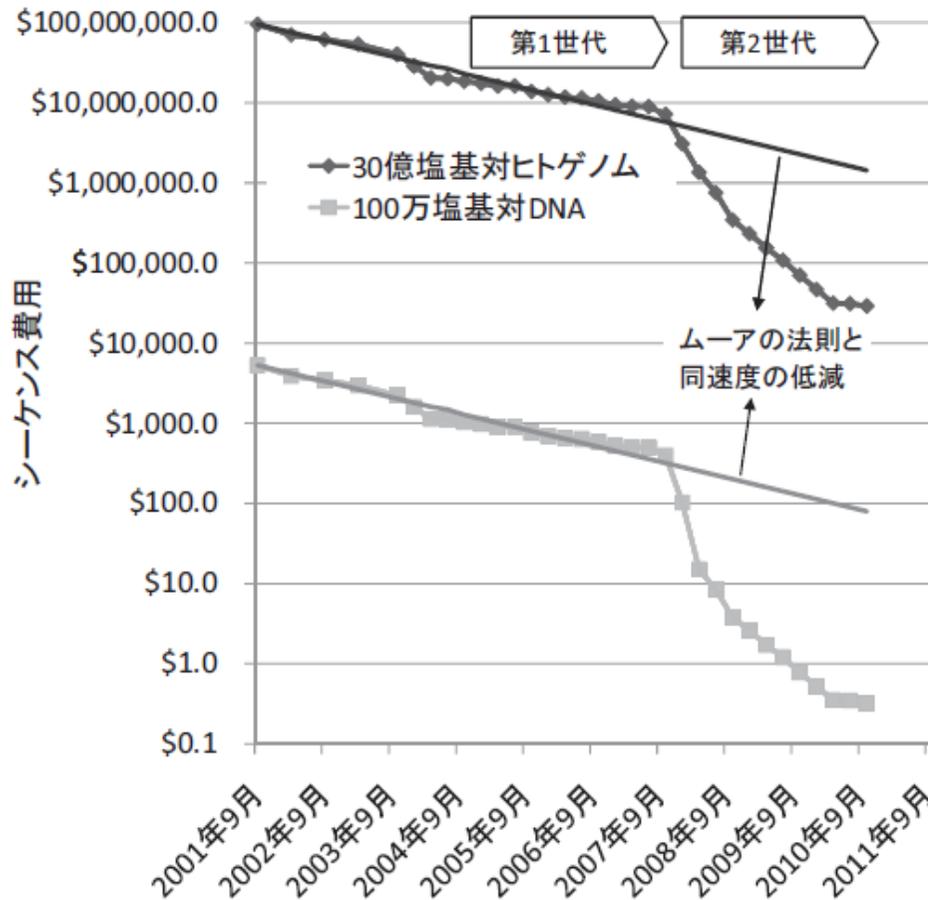
これらの研究への関心ピークは過ぎた？



ゲノム解析

```

tctgtgctcaagggccccggcccaagcttggagctgggggcaaggctgggctcagggcctgagggactcc
gtccctgagtttgcgattctgcggccagctgggaccgggccccccgccctggagcgtgtggcgtg
cagagccgcccgggagagcctggacatctttggccccggccgcccgcaggaacatgtcggagctt
tgggggaggcagcctccccgggaggggccccccacgccctccagctgtctctgcccagcggg
icagtggcagcaccacactggcagcagctggaggaaccgggcccagtcgcttcagcggcttttt
agctccggccccagcaccagcctttggccgggggtagacagatggagcagctgggggcaag
tgcaacctacagcctcttggggctgccaggctgccccgggggctgagcttcgaccatgactcc
gggggggggtacgatgagagcgggatgaggacatgacctgctgaggctgggggacagctggc
aaactcattaataaactaaagaaactaaaccaaaccaataaccacccaaacaaacaaatataaa
  
```



(例) 遺伝子の研究成果は、
すでに社会的に大きな影響を
与えるフェーズに入っている。

わずか10000円で！



23andMe

回答メール

- ・ 病気の可能性
- ・ 薬の適合性
- ・ 祖先(系統)

発病前の
治療・手術

その人にあった
健康維持方法の提案

ex. その人が食べたほうがよい食品
ex. その人に合った運動



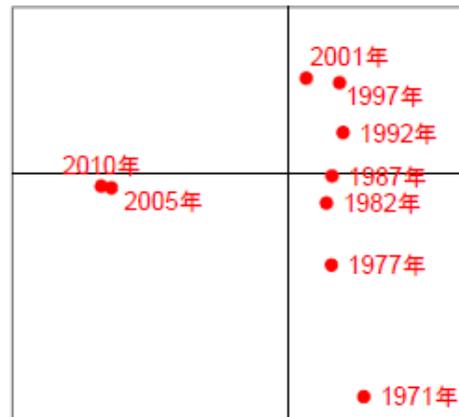
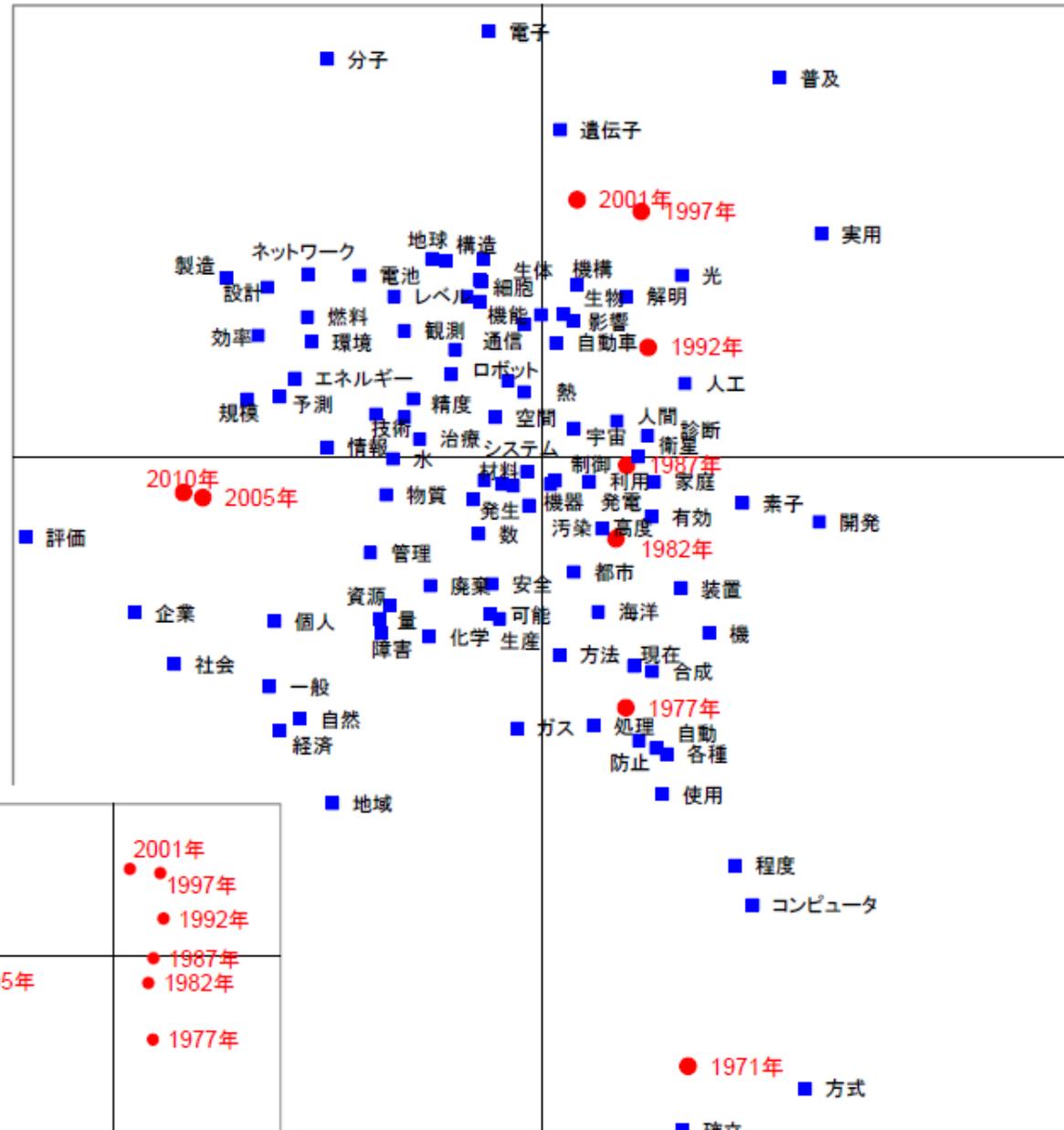
生命保険料・健康保険料にも差が？

日本の40年間の予測調査で 頻繁に使われた語の関係 (上位100語の関係)

コレスポネンス分析

関係性が近い(一緒に出てくる)
言葉が近くに配置される

調査年(中心点)だけを
取り出した図



(各調査年の配置)

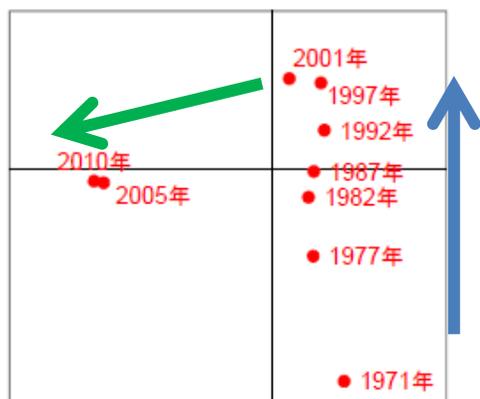
★2000年以前は一定方向に
進んでいたが、2000年以降に
関心の方向性が大きく変化。

(変われなかった組織(企業など)が
今、潰れかけているのか?)

●は、調査年を表す。
■は、出現頻度の高い名詞100語を表す。
(表示の都合上、周辺に位置する名詞及び中心付近に位置する一部の一般的な名詞を省略した。)

各時期の特徴語

★ 一定方向に進んでいた時期は、新たに生まれる特徴語が減っていった。
 (=新しい発想がだんだん生まれなくなった?)



★ 2000年以降、特に**社会の課題**を中心に、**新しい語が急に増加**。
 (=社会に目を向ければ、科学技術で解決すべき課題は多かった。)

調査年	特徴的な語
1971年調査	確立、程度、コンピュータ、使用、完全、方式、教育、工場、重複、進歩、無人、薬剤、テレビ、主要、電話、原子力、栽培、繊維、プラント、検索、出現、大量
1977年調査	確立、方式、汚染、手法、防止、大都市、作業、全国、条件、施設、迅速、交換、主要、訓練、網
1982年調査	住宅、無人、石炭、整備
1987年調査	応用、科学、知能、生理
1992年調査	応用、知能、建設、二酸化炭素
1997年調査	日本
2001年調査	普及、日本、企業、電子、プロセス、支援
2005年調査	一般、評価、企業、ナノ、活動、活用、対応、我が国、形成、サービス、リスク、支援、分析、再生
2010年調査	環境、エネルギー、資源、効率、製造、評価、地域、規模、社会、活用、経済、設計、自然、ナノ、支援、生活、リスク、燃料、活動、人、電池、サービス、循環、製品、制度、シミュレーション、我が国、組織、対応、CO2、バイオ、構築、高齢、疾患、インフラ、コスト、効果、災害、電力

各調査年において出現頻度上位100位以内の語であって、その調査年における出現頻度が総出現頻度(出現頻度の全調査年合計)の20%を超える語を各調査年に特徴的な語として抽出した。

過去の予測調査の振り返りから分かること

- 専門家集団の予測でも、実現するのは7割程度。
しかも、「その通りに実現する」ものは多くない。
- 1970-90年代の日本の専門家集団は、既定路線どおりの一定方向の発展を考えていた。皮肉なことに、その路線通りに実現するものは徐々に少なくなり(つまり、予測が当たらなくなり)、新しい発想も生まれなくなった。この頃の計画のほとんどは、おそらく見直しが必要。
- 2000年以降、科学者・技術者の関心は社会の課題へと移りつつある。社会に目を向ければ、科学技術で解決しなければいけない課題が山積している。

過去からの教訓？

既定路線を続けるのは容易かもしれないが、実は危険な状態。

誤った方向でも修正できなくなり、発想も乏しくなる？

21世紀の「科学技術」と「社会」との関係を明確化した宣言

1999年 世界科学会議における「ブダペスト宣言」の採択

世界科学会議:

国際連合教育科学文化機関(UNESCO)と国際科学会議(ICSU)の共催により開催

開催趣旨(概要):

20世紀後半の科学技術の進展は生活の豊かさ・経済の発展をもたらしたが、一方で、環境問題などの負の側面を地球にもたらした。21世紀の科学技術はこれを解決すべきであり、そのためには、科学界、産業界、政府、国民が同じ場に立つことが必要である。この認識のもと、以下の宣言を採択。また、その実践のための「科学のアジェンダ-行動のためのフレームワーク」を採択。

「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言」 (ブダペスト宣言、1999年)

- 知識のための科学
- 平和のための科学
- 開発のための科学
- **社会における科学と社会のための科学**

ブダペスト宣言以後、世界では、自然科学、人文・社会科学を問わず、「科学のアジェンダ - 行動のためのフレームワーク」のひとつとして、「社会における科学と社会のための科学」が位置づけられる。

1990年代以降の日本の科学技術政策の経緯

平成7年(1995年) 科学技術基本法

平成8年(1996年) 第1期科学技術基本計画(1996~00年度)

平成13年(2001年) 行政体制再編(府省再編)

総合科学技術会議(内閣府)の設置

平成13年(2001年) 第2期科学技術基本計画(2001~05年度)

平成18年(2006年) 第3期科学技術基本計画(2006~10年度)

平成21年(2009年) 政権交代

平成23年(2011年) 第4期科学技術基本計画(2011~15年度)

平成24年(2012年) 政権交代



第3期→第4期

「科学技術政策」から「科学技術イノベーション政策」への転換

教育基本法も改正(2006年)

第七条(新設)

大学は、学術の中心として、高い教養と専門的能力を培うとともに、深く真理を探究して新たな知見を創造し、これらの成果を広く社会に提供することにより、社会の発展に寄与するものとする。

→ 大学の機能に、「教育」「研究」と並んで「社会貢献」が加えられる。

「第3期 → 第4期」の大きな転換：

科学技術政策 → 科学技術イノベーション政策

第4期科学技術基本計画における表現

「科学技術イノベーション」の定義

「科学的な発見や発明等による新たな知識を基にした知的・文化的価値の創造と、それらの知識を発展させて経済的、社会的・公共的価値の創造に結びつける革新」

「科学技術イノベーション政策の一体的展開」

イノベーションの重要性は第3期基本計画でも掲げられた。しかし、科学技術の成果を、イノベーションを通じ、新たな価値創造に結びつける取組は、なお途上にある。我が国としては、新たな価値の創造に向けて、我が国や世界が直面する課題を特定した上で、課題達成のために科学技術を戦略的に活用し、その成果の社会への還元を一層促進するとともに、イノベーションの源泉となる科学技術を着実に振興していく必要がある。

そのためには、自然科学のみならず、人文科学や社会科学の視点も取り入れ、科学技術政策に加えて、関連するイノベーション政策も幅広く対象に含めて、その一体的な推進を図っていくことが不可欠である。このため、第4期基本計画では、これを「科学技術イノベーション政策」と位置付け、強力に展開する。

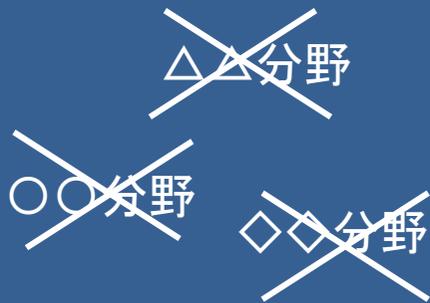
第3期→第4期

「科学技術政策」から「科学技術イノベーション政策」への転換

「(第4期は)第3期基本計画における分野別の重点化から、
課題達成型の重点化に転換する。」

第2期～第3期科学技術基本計画の10年は、重点(推進)分野が定められ、分野別の推進戦略が図られてきた。

※ ここで言う「分野」とは、ライフサイエンス・情報通信・環境・ナノテク・・・などを指す。



分野別の重点化は廃止、

課題解決型・課題達成型の重点化へ

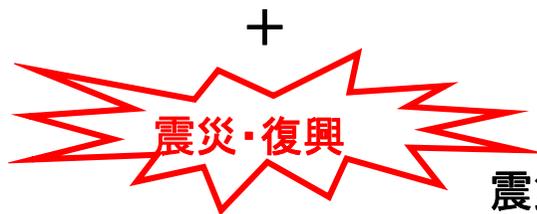
分野重点化に代わって、

「イノベーションの3つの柱」

- 震災からの復興・再生の実現
- グリーンイノベーションの推進
- ライフイノベーションの推進

なぜ、科学技術政策が課題解決型・課題達成型へ移行したのか？
(せざるをえなかったのか？)

- * 地球規模の問題(グローバル課題) ・ 国民的課題(少子高齢化etc)
- * 世界の「知の競争」の激化 ・ 日本のガラパゴス化の懸念
- * 世界の経済的变化、先進各国のイノベーション政策
- * 社会保障費の増大による日本全体の赤字が明確になった
- * 科学技術振興だけではイノベーションが生まれなかった、という認識
- * 国民から見て科学技術の成果が見えない



震災をきっかけに、
科学者・技術者への国民の信頼が低下。

公的投資の「聖域」であった科学技術予算の継続に疑問が・・・。

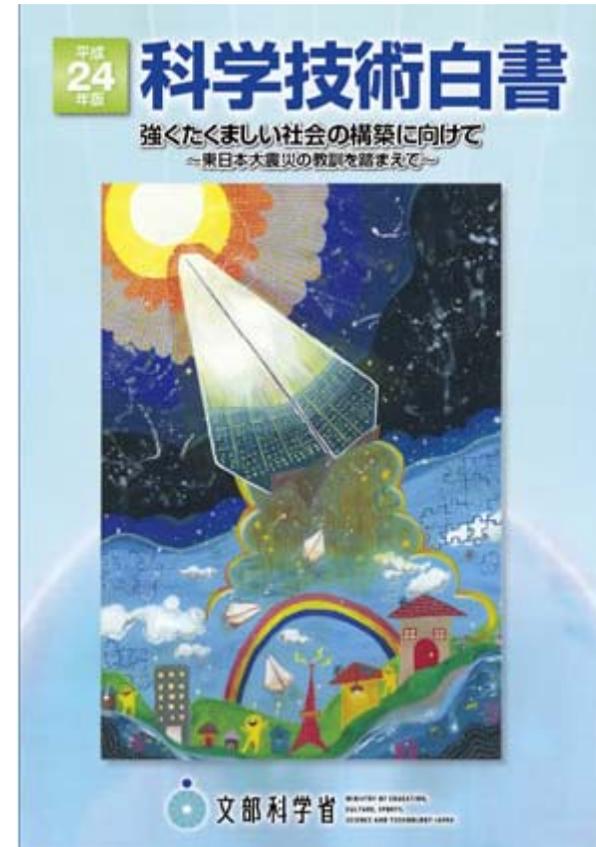
科学技術に投資しても仕方がないのでは？ 他のことに税金を使ったほうが良いのではないか？

「 震災に際して、これまでの科学技術は 国民の期待に十分に答えられなかった 」

「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」

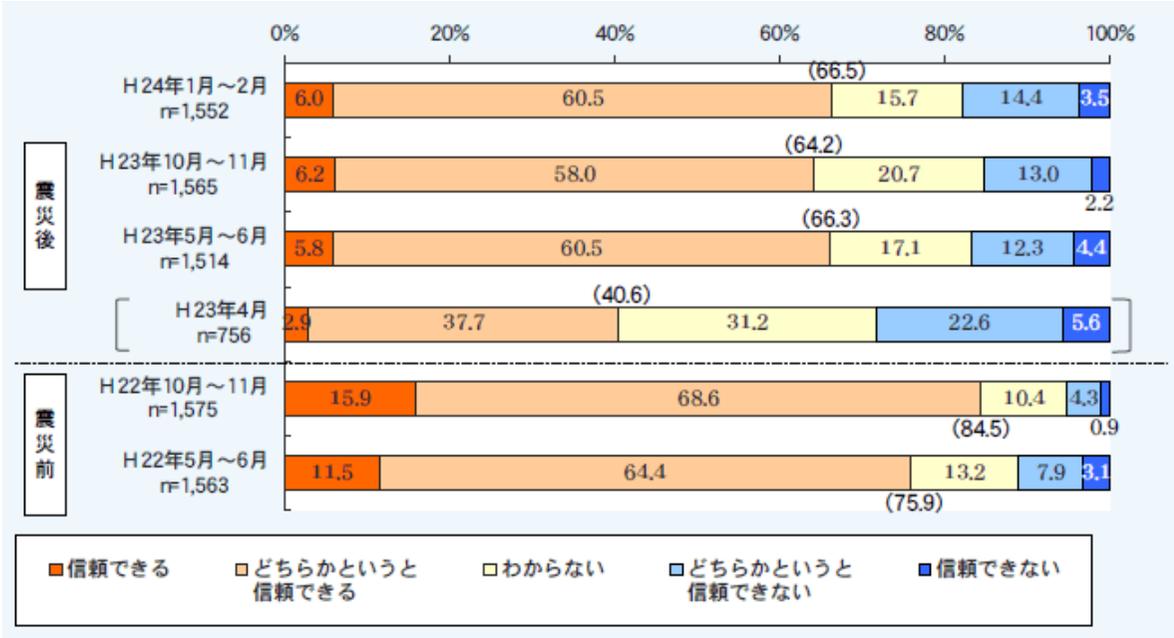
「社会の課題に対応した研究開発が行われてない
のではないか」

「東日本大震災をきっかけに、科学者・技術者へ
の国民の信頼がゆらいだ」



文部科学省
平成24年度版「科学技術白書」
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～

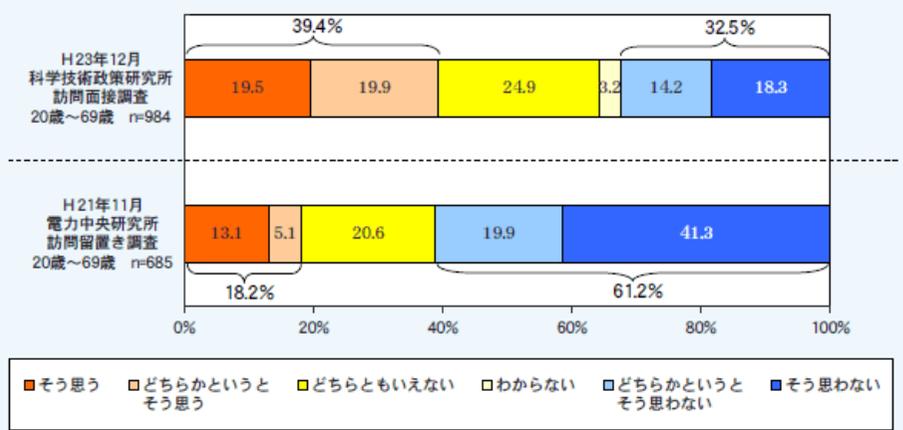
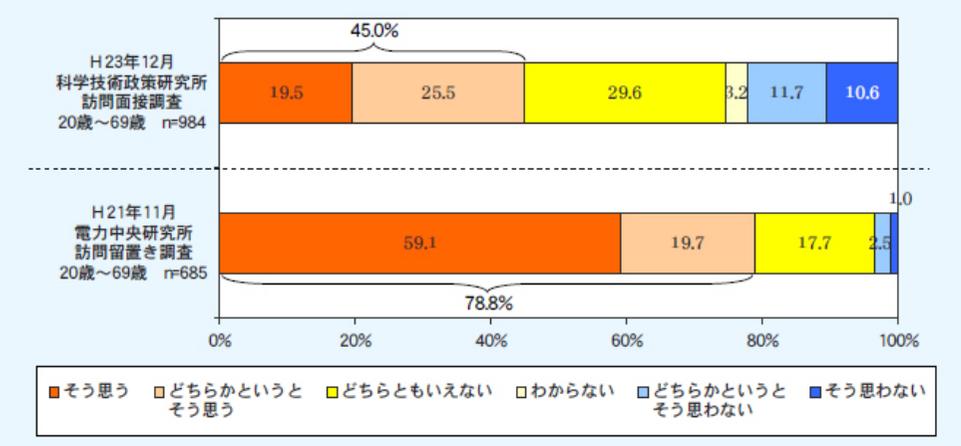
科学者の話は信頼できると思いますか



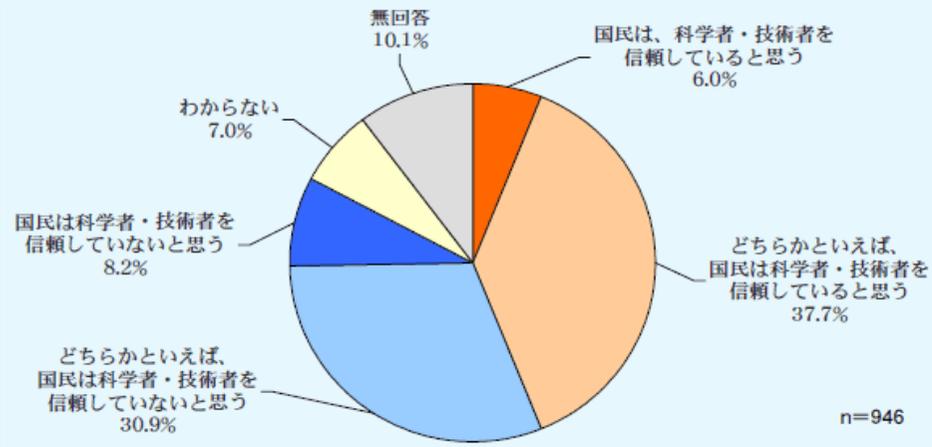
国民意識の変化

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か？

人間は、科学技術をコントロールできないのか？

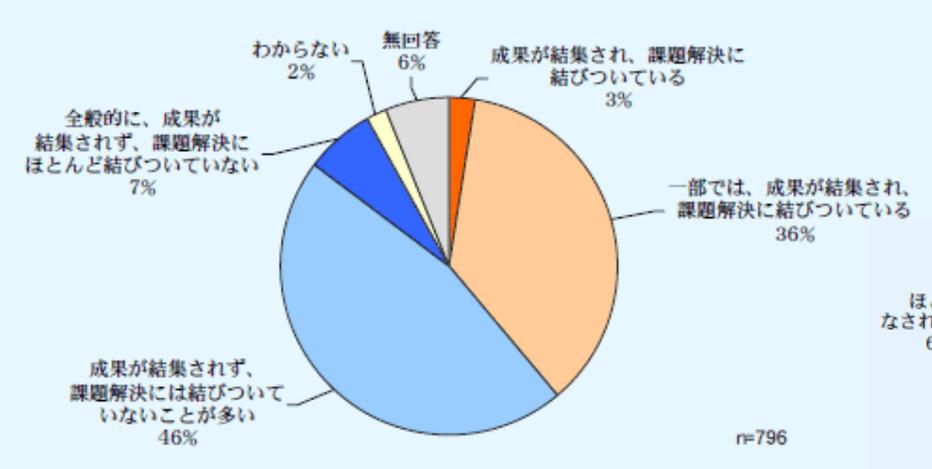


～震災後、科学者・技術者の発言は 国民から信頼されているか～

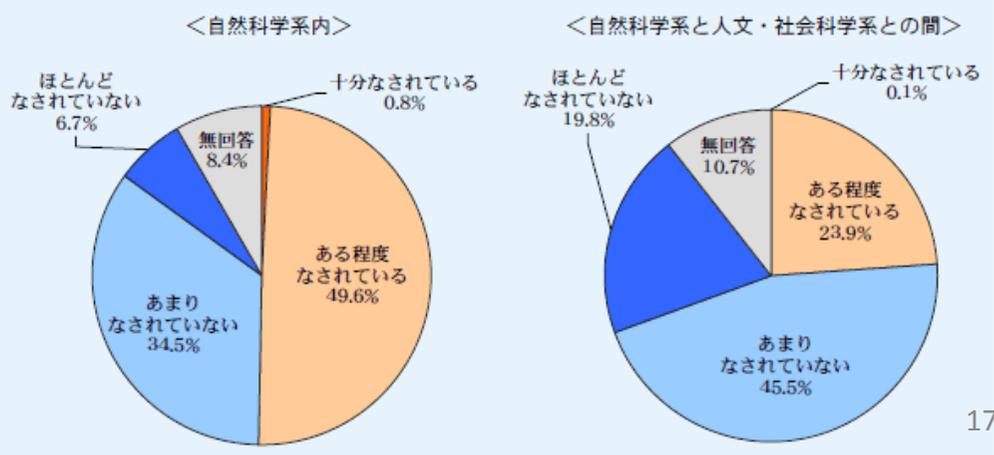


科学者・技術者の自己認識は、
およそ2通りに
分かれています。

～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～

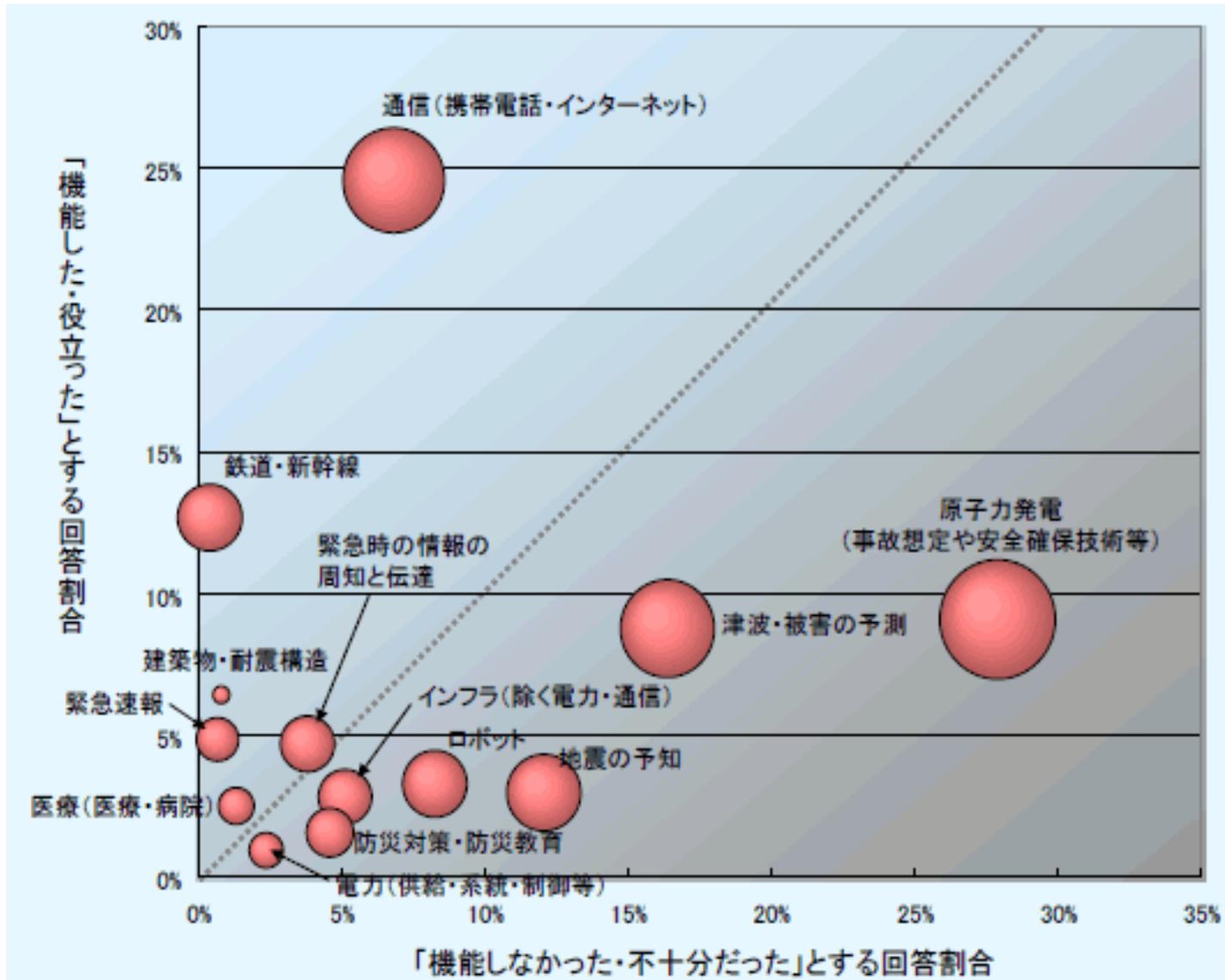


～社会の課題解決のために、 研究や連携がなされているか～



科学者・技術者の認識

～震災に際して機能した技術・機能しなかった技術～



「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)」(2011年7月実施)

研究領域の大きな見直しを余儀なくされた学会の例

「日本地震学会」の改革に向けて：行動計画2012

最近の地震学のあり方に対する反省

地震学会が扱ってきた地震学が最近では学理探求としての地震学にややもすれば集中しすぎ、災害科学としての地震学の側面が軽視されてきた傾向がある。

“地震予知”研究に対する批判

「場所、大きさ、時間を特定して地震の発生を事前に予測すること」という意味には適切でない。

地震学会が単独で実施できることは限られている

関連する他学会と協定等を結んで共同して事業を実施していくことにも積極的に取り組んでいくべき。

期待の大きさからすると予想外に反応が鈍かった(?)学会の例

日本原子力学会

情報開示姿勢の改善に関する声明 2011.7

会員へ(会長から) 東日本大震災および福島事故を踏まえた社会的取組み継続のお願い 2011.9

会長による宣言(日本保全学会との共同宣言) 原子力国際シンポジウム(ISCONS) 2011.11

我々は、本国際シンポジウムに参加したただ学協会および世界の諸機関ご指摘とアドバイスを基に、明らかになった事実を尊重し、高い倫理観のもとで、公平・公正かつ透明な議論を行い、社会に対して信頼できる正確な情報の発と具体的活動に自ら取り組む。

我々は、二度とこのような事故を起さないために学術的専門家集団として、東京電力福島第一原子力発電所の事故を真摯に反省して教訓を抽出し、これからの原子力安全の確保に最大限貢献することこそ重要な役割であると認識する。

我々は、事故から得られた知見の整理・分析を通じて、導き出された教訓を基に、各機関や行政組織の施策に適切に反映すべく提言や学術的、技術的な支援を積極的に行い、世界で運転されている多くの原子力発電所の安全性をより確実なものとすることに貢献する。

我々は地域社会や日本の復興に向けた技術的なサポートを継続し、信頼回復に努める。

我々は、真理を探求する学術的な立場に立脚しつつ、より高い安全性を目指した原子力安全基準の策定や安全研究など国際的原子力に向けての諸活動に積極的に参画し、世界の原子力発電所が科学的・合理的な管理のもとで安全性を確保することに貢献する。

我々は、以上の活動により原子力発電に対する安全を追求し、地球環境保全と人類のエネルギーの確保に貢献することを、ここに宣言する。

福島県からの要請により、クリーンアップ分科会による「環境修復活動」開始 2011.11

東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会 による事故調査
2012.7 委員会設置 2013.12(?) 報告予定

学会の今後の在り方についての意見募集 2013.7

震災以来、

「科学技術コミュニケーション」

の目的・意味合いが大きく変化

以前： 理解増進 (ex. 研究成果を分かりやすく示す)

→ 以後： **リスクコミュニケーション**

★ ただし、以下のような研究報告がある。

原子力技術の専門家
遺伝子組み換え技術の専門家
一般市民

比較の結果：
「専門領域が異なれば、リスクの感じ方は
専門家も市民とあまり変わらない」

東京大学政策ビジョン研究センター 土屋 智子氏の報告から



既存の特定の専門家集団(例えば、学協会・業界団体など)は、
「専門家」として、市民とのリスクコミュニケーションができるのだろうか？

「東日本大震災とその関連事故に関して、
このような動きは起こらないのか？」

<http://nationalacademies.org/gulf/>

NAS Gulf of Mexico Program

The settlement Agreement and Initial Planning

Feb. 2013

米国史上最大の石油流出事故であった2010年4月メキシコ湾石油流出事故の影響(主に環境影響と人々の健康影響)に関して、連邦政府は全米アカデミーに対し、賠償金\$500Mによって、30年間の継続研究を依頼。

全米アカデミーは責任をもって、この長期にわたる学際的研究プログラムを遂行することになった。

Total \$500M (BP \$350M + Transocean \$150M)

「研究評価見直しの動き」

米国科学技術財団(NSF)の研究評価基準の改訂(2013年1月)

※ 米国科学技術財団(NSF)は、米国の科学技術予算配分機関のなかで、「最も基礎研究寄り」の研究支援を行なっている。

「知的メリット」と「より幅広いインパクト」を等しく評価する。

○知的メリット(Intellectual Merit)

知的メリット基準は、知識を前進させる潜在性に関するものである。

○より幅広いインパクト(Broader Impact)

より幅広いインパクト基準は、社会の利益と特定の期待された社会的アウトカムの達成の潜在性に関するものである。

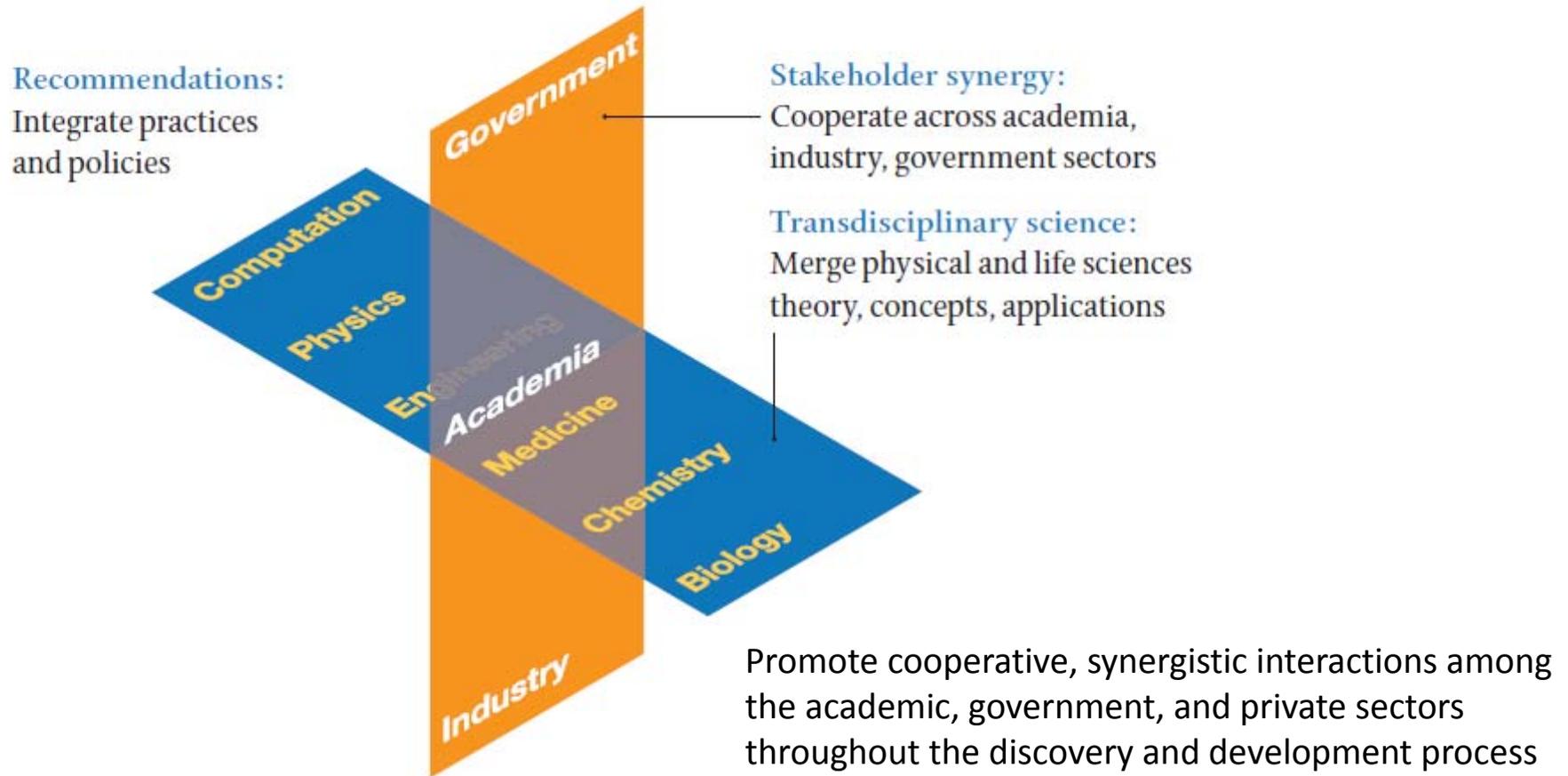
また、評価の際に参照される情報の範囲が以下のように広がった。

○研究の生産物(Product)として参照されるもの

出版物(publications)、データセット(data sets)、ソフトウェア(software)、特許(patent)、著作権(copyrights)、など

「アカデミア間の学際性では不足？」

Move from “Interdisciplinary” to “**Transdisciplinary**”



the American Academy of Arts and Sciences
“ARIZE 2 :Advancing Research In Science and Engineering”
- Unleashing America’s Research & Innovation Enterprise -

(おそらく、これは
従来からの「研究開発のリニアモデル」の
崩壊を意味する。)

EU: 新たな枠組み計画の開始

Framework Program (FP1～FP7) 2013で終了

→ 2014～ **Horizon 2020**

“Responsible Innovation”

Responsible Research and Innovation is a transparent, interactive process by which societal actors and innovators become mutually responsive to each other with a view to the (ethical) acceptability, sustainability and societal desirability of the innovation process and its marketable products(in order to allow a proper embedding of scientific and technological advances in our society)

成長戦略の策定

第2次安倍内閣
(2012~)

成長を目指さないと、衰退していくだけ。
今後も成長を続けて、強い経済を復活させよう !

Abe's master plan



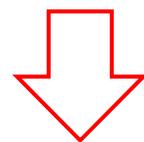
The Economist
May 18, 2013

**IS IT A BIRD? IS IT A PLANE? NO....
IT'S JAPAN !**

世界で最もイノベーションに
適した国を創る!

それには、
規制緩和、特区、..

経済の再生!
を最優先に



「科学技術イノベーション総合戦略」(2013.6)

成長戦略に対して、科学技術の成果で達成すべき(貢献しうる)ことは何なのか?

日本のアカデミア自身から、これらに対しての議論が
今後も起こらないとすると・・・

さらに新たな議論への発展も？

例えば、

(特に公的な研究開発投資において、)

研究者の自発的創意を第一に尊重する現在の研究振興の
あり方で、科学技術の研究目的を社会的課題に向けること
には限界があるのかもしれない？

アウトライン(論点)へのまとめ

- 専門家の期待する将来の科学技術や社会変化が起きる確率は、せいぜい7割程度。しかも20世紀の多くの計画が「そのとおり」に実現する割合はかなり低い。既存の計画は、見直し・方針変更が不可欠。
- 21世紀に入った頃から、地球規模の課題が顕在化し、科学技術と社会との関係が明確に変化してきている。社会の課題に目を向けるならば、解決しなければならない課題は多く、科学技術の成果による貢献への期待は大きい。(しかし、アンケート結果などを見ると、自分たちが育った頃の20世紀的な価値観のままにいる科学者・技術者が、まだかなり多いのではないだろうか。)
- 先進国では、いずれもイノベーション政策が重視され、日本でも現行の第4期科学技術基本計画から、技術政策とイノベーション政策の一体化推進(科学技術イノベーション政策)へと転換が図られた。分野の議論は廃止され、課題解決・課題達成型の重点化へと転換した。
- 東日本大震災とその関連の出来事は、上記のような「科学技術と社会の関係」における変化を「加速した」と考えられる。(しかし、これに対応するアカデミアの反応は、やや鈍いようである。)

加えて

- 世界では、さらに議論が変容しつつある。次第に、日本国内の議論にも影響が出てくるだろう。
- 社会からの科学技術への期待は、以前にも増して大きくなっている。現安倍政権は「経済の再生」への貢献を強く期待している。
- 科学技術の成果が社会に変化を与えつつある一方、社会の課題が新たな科学技術領域を発展させている。社会の課題の解決は、「新しい研究」を必要とし、「新たな知」が蓄積されていく。
- ただし、社会の課題解決のための新たな科学技術においては、既存の特定の専門領域で対応できるかどうか疑問である。自然科学の領域間での学際性はもちろん必要であるが、それだけでは不十分であるとの議論も出てきている。

参考資料:

第4期科学技術基本計画(2011～2015) (2011年8月閣議決定)

<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/4honbun.pdf>

文部科学省 平成24年度版「科学技術白書」(2012)

「強た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～」

http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201201/1310970.htm

科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～(2013年6月閣議決定)

<http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/>

新たな成長戦略～「日本再興戦略-JAPAN is BACK-」(2013年6月閣議決定)

http://www.kantei.go.jp/jp/headline/seicho_senryaku2013.html

横尾淑子、奥和田久美 (2012)

Discussion Paper No.86 「過去のデルファイ調査に見る研究開発のこれまでの方向性」

[//data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1194/2/NISTEP-DP086-FullJ.pdf](http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1194/2/NISTEP-DP086-FullJ.pdf)

奥和田久美 「東日本大震災後の科学技術の方向性」

応用物理 第82巻第3号 p.219-226 (2013)