

NISTEP REPORT No. 98

平成15年度～16年度科学技術振興調整費調査研究報告書

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査

概 要 版

2005年5月

科学技術政策研究所

The 8th Science and Technology Foresight Survey

Summary

May 2005

Science and Technology Foresight Center,
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

本報告書は、文部科学省の科学技術振興調整費による業務として、科学技術政策研究所が実施した「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査」(平成 15 年度～16 年度)を構成する「急速に発展しつつある研究領域調査」、「社会・経済ニーズ調査」、「注目科学技術領域の発展シナリオ調査」、「デルファイ調査」についての概要版です。

本報告書の複製、転載、引用等には科学技術政策研究所の承認手続きが必要です。

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査

概要版 刊行にあたって

今回の調査は、1970年よりほぼ5年毎に実施してきた予測調査の第8回に当たるものです。「俯瞰的予測調査」という題名が示すように、30年先を視野に入れた科学技術の将来像を可能な限り俯瞰的に予測するよう、従来と調査設計を大幅に改めました。

従来から実施してきたデルファイ調査（デルファイ法による予測調査）に、新たに「社会・経済ニーズ調査」、「急速に発展しつつある研究領域調査」、「注目科学技術領域の発展シナリオ調査」をくわえた4つの調査で構成しています。これにより、主に科学技術の応用面（技術）を対象とし、多数の専門家の合意を見出すことを主眼としたデルファイ調査では十分ではなかった、基礎科学における発展可能性の芽や、科学技術が踏まえるべき社会・経済ニーズについてカバーし、さらに優れた個人の見識に基づく科学技術の発展シナリオも加えることで、今後30年を見通した科学技術の方向性を俯瞰的に捉える調査となっています。

もとより、本調査は、次期科学技術基本計画を始めとする科学技術政策の立案への貢献を目的に実施したものです。しかし、各調査には「前提」があり、例えば、デルファイ調査では、調査対象とする科学技術について、30年を見通して可能性や発展の大きさに着目して抽出しており、様々な発展段階にある科学技術を系統的・網羅的に取り上げることを意図していないこと、また、予測結果は、多数の専門家集団の持つ科学技術の将来像についての意見分布を集約したものであることなどです。

科学技術政策関係部局におかれては、こうした前提を踏まえた上で、本調査を政策等の検討に当たっての出発点として、これに政策的・専門的観点を含む様々な観点からの吟味を十分に加え、利用されるよう要望します。

2005年5月

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査
予測調査委員会を代表して

委員長 生駒 俊明

目次

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 全体概要版

1. 調査の背景認識とねらい	
1-1. 調査の背景認識	1
1-2. 調査のねらい	1
2. 調査の構成	2
2-1 調査の基本設計	2
2-2 調査の構成	2
3. 4つの調査のポイント	3
3-1 社会・経済ニーズ調査	3
3-2 急速に発展しつつある研究領域調査	4
3-3 注目科学技術領域の発展シナリオ調査	4
3-4 デルファイ調査	4
4. 調査の実施体制	5
5. 本報告書の構成	7

I 社会・経済ニーズ調査 概要

1. 調査の目的・ねらい	9
2. 調査の方法	10
3. 調査の方針	11
4. 社会・経済ニーズの抽出	11
4-1 市民ニーズの抽出	11
4-2 産業界のニーズの抽出	14
5. パネルによるニーズ項目抽出と優先度設定	15
5-1 有識者パネルの主要論点および優先順位づけ	16
5-2 市民パネルの主要論点および優先順位づけ	16
5-3 経営者パネルの主要論点および優先順位づけ	17
6. ニーズ項目の整理と分析	18
6-1 全ニーズ項目の集約	18
6-2 集約したニーズ項目についての見解	21
7. まとめと今後の課題	21

7-1 今回の調査全般についてのまとめ	21
7-2 ニーズ項目の抽出について	23
7-3 国民のニーズを定期的に把握する方法の検討	24
7-4 継続的な調査に向けて望まれること	25

II 急速に発展しつつある研究領域調査 概要

1. 調査の目的・流れ	27
1-1 調査の目的	27
1-2 調査の流れ	28
2. 調査の方法	28
2-1 論文データベース分析による研究領域の構築・抽出	28
2-2 共引用を用いた分析の特徴	30
2-3 抽出された研究領域に対する内容分析	30
3. 153 の発展領域について	34
3-1 研究領域間の関連性	36
3-2 153 領域とデルファイ調査の分野分類の関連性	36
3-3 学際的・分野融合領域	39
4. 研究領域における日本の存在感	40
5. 研究領域の時系列分析について	43
5-1 分析方法	43
5-2 研究領域変遷のパターン	44
5-3 研究領域の内容の変化	45
6. まとめ	47
6-1 結果概要	47
6-2 本調査より得られた政策的インプリケーション	49

III 注目科学技術領域の発展シナリオ調査 概要

1. 調査の位置づけと目的	51
2. シナリオ調査分科会の活動と全体スケジュール	52
3. 調査の方法	52
3-1 発展シナリオの定義	52
3-2 発展シナリオテーマの選定	53
3-3 シナリオライターの選定	55
3-4 シナリオ仕様書	56
4. 選定された発展シナリオテーマとシナリオライター	62
5. シナリオの概要	64

6. 他調査との関連性	66
7. 今後の課題	68
7-1 調査手法に関して	68
7-2 調査結果の分析に関して	69
47 シナリオの概要	70

IV デルファイ調査 概要

1. 調査の目的及び方法	95
2. 結果概要	96
2-1 予測課題の実現時期	96
2-2 実現予測時期と重要度	96
2-3 重要度の高い課題	98
2-4 分野別の重要度上位課題	99
2-5 政府関与の必要性及び政府のとるべき有効な手段	104
2-6 効果の大きい領域	105
2-7 領域の研究開発水準	109
2-8 技術的实现から社会的適用までの期間	110
2-9 領域の概観	110
2-10 分野間の融合、連携	118
2-11 重要度上位 100 課題の実現予測年表	118
2-12 第 1 回～第 4 回調査の評価	123
参考資料 1 アンケートの概要	125
参考資料 2 アンケート回収状況及び回答者の属性	128
参考資料 3 調査対象とした領域	129
参考資料 4 イラストで見る予測調査	130
予測調査委員会及び分科会委員名簿	135

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 全体概要版

1 調査の背景認識とねらい

1-1 調査の背景認識

本調査は、1970年代初めよりほぼ5年毎に実施している技術予測調査の第8回目になる調査である。しかし前回、第7回技術予測調査(2001年7月)以降、我が国の科学技術政策を取り巻く環境は大きく変化しており、また技術予測自体の意義についても世界的に新たな変化が起こっている。

まず、科学技術政策を取り巻く環境の変化としては、第2期科学技術基本計画(計画期間2001年より2005年)では、初めて国として優先して取り組むべき「重点化分野」が明示され、同時に、2001年に国の科学技術政策の総合司令塔としての役割を担い、政策立案機能を強化された総合科学技術会議が、第2期基本計画の重点化分野に沿って資源配分、特に研究開発予算の配分の戦略的重点化を推進していることが挙げられる。国の財政事情が逼迫する中、科学技術に対する投資の充実を図るために、今後ますます、将来に対する明確かつ俯瞰的なビジョンに基づく科学技術への投資の選択と集中は進むと認識しておく必要がある。

次に世界的に技術予測の存在意義、そして政策への利用の状況も変化が見られる。1990年代以降、欧州を中心に世界各国で多様な予測活動が実施されてきている。こうした取り組みが一定の蓄積を持つに至り、科学技術を推進する立場にある人々が技術の将来を知り、何に取り組むべきかを知るという技術予測から、技術と社会のつながりを強めるべく、社会の各界各層の科学技術の利害関係者が参画し、科学技術の将来についての合意の形成に重点をおく「第3世代の技術予測」に移行しつつある。

1-2 調査のねらい

これまで我が国で実施してきた技術予測調査は、広汎な科学技術を対象に、一貫してデルファイ法を用い、数千人規模の科学者・技術者が参加し、しかも30年にわたり継続的に実施されており、その取り組みと成果は世界的にも高く評価されている。

しかし、本調査を取り巻く環境の変化に対応し、また今後の科学技術政策の検討を先取りした提案を行うため、これまでの実績に依拠し、発想を新たにして調査設計を一新する必要がある。そこで、今後、30年間を見通した科学技術の発展方向を見出すという従来の視点は、引き続き堅持し、広汎な科学技術について明確かつ俯瞰的なビジョンを提案できるよう、また手法的には、海外で取り組みが進む第3世代の技術予測の調査手法などで活用しうるものを吸収して、予測調査としての新たな発展を図っていく。

これにより、重点化政策を進めるうえで不可欠な、優先順位付けの理論的・実証的な基盤を確立し、その上で政策決定者が的確な決定をなせるような政策資料を構築することで、総合科学技

術会議が取り組む次期科学技術基本計画(2015年頃までを見越した2006～2010年の計画となる
と考えられる)の重点化の検討に対して、有効かつ効果的な支援を図る。

さらに、世界の技術予測をリードしてきた我が国の予測調査が、新たな段階を迎えた世界の技術予測に対しても、調査の思想の深さ、手法や規模の具体性において一層の先導性を発揮するとともに、科学技術政策へ反映させる優れた実践例を提示することによって、世界の技術予測の中心としての立場を確固たるものとする。

2 調査の構成

2-1 調査の基本設計

今回の調査では、これまで大きな実績を有するデルファイ調査(専門家集団の技術の将来像についての合意形成に重点をおく調査)を中心に、調査対象の拡大と、調査手法の補強を図るため、以下の基本方針に沿って調査を設計した。

基本方針 1

対象は、これまでの科学技術の応用的な側面—技術—が中心であったものから、基礎研究、そして社会(国民生活や経済などの諸相における変化、科学技術への要望など)をさらに強化し、科学技術に関する広汎な動向を把握する。

基本方針 2

手法は、専門家を対象とするデルファイ法によるアンケート調査(同じアンケートを複数行い、前回の調査結果を回答者に示す。回答者は全体の回答傾向を見て再考することで、回答の収れんが図られる手法)に加えて、優れた専門家個人の見解に基づくシナリオの作成、世界的な論文データベースによる基礎研究を中心とする分野の定量的分析、さらに、科学技術の専門家以外の人々を対象としたアンケート調査や、パネルディスカッションを用いる。

こうした手法を的確に組み合わせることで、客観的・外挿的な立場の分析(従来傾向から知れる将来像)から、主観的・規範的な立場の分析(意思に基づくあるべき将来像)まで幅広い分析を可能とする。

2-2 調査の構成

基本方針に沿って調査構成を検討し、デルファイ調査に加えて新たに3つの調査を設計し、4つの調査によって本調査を構成することとした。

- 社会・経済ニーズ調査
- 急速に発展しつつある研究領域調査
- 注目科学技術領域の発展シナリオ調査
- デルファイ調査

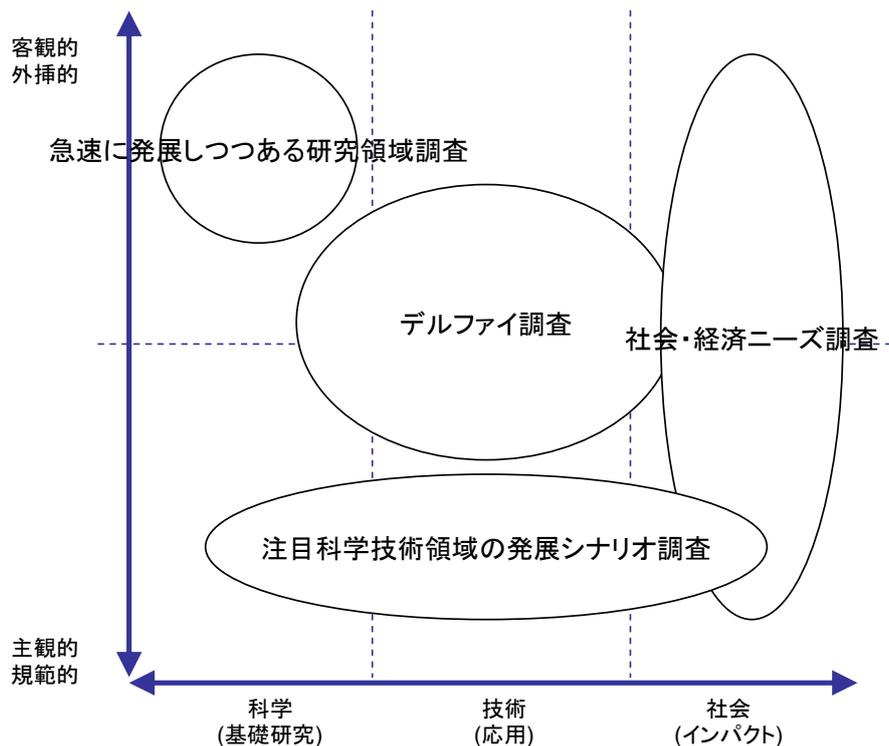
これらの4つの調査は、各々は密接な連携を取りつつ実施した。

各々の調査の結果はそれ自体で科学技術の将来像を予測しうるデータとして有用なものである

が、これら結果を併せて見ることにより、よりの確で精度の高い予測が実現する。

各々の主たる調査対象と調査手法の特徴により、予測調査における位置づけを示すと以下のとおりとなる。

図表1—1 各調査の位置付け



横軸は調査対象(科学、技術、社会)、縦軸は調査手法の特徴(客観的・外挿的、主観的・規範的)を表す。

3 4つの調査のポイント

3-1 社会・経済ニーズ調査

科学技術の将来像を見通す上で踏まえるべき、社会・経済の将来の姿、あるいは科学技術に対する社会や経済からの要望の変化について、統計データなどの定量的データ、各方面の議論を集約した文献の整理、科学技術の専門家以外の人々などを対象にしたアンケートおよびパネル形式による討論により把握する。

- 既存の調査や文献およびアンケート調査などによりニーズの体系的なリストを構築し、この体系的リストを対象に、Web 上でのアンケート調査により生活者の視点からのニーズの優先度を評価した。
- 生活者の視点に基づき評価されたニーズリストについて、産業界、一般国民、学生など多様な

所属・立場にある関係者が参加する討論の場をつくり、2015年頃までの今後10年間を見通し、科学技術に対する社会・経済からのニーズを体系化した。

3-2 急速に発展しつつある研究領域調査

従来の予測調査では対象となりにくかった研究成果が主に学術論文として発表されるような基礎研究、あるいは科学の分野を対象にして、論文データベースを用いて最近数年間で存在感が増してきていると判断される研究領域(論文群)を定量的に抽出し、さらにその内容を分析して、研究領域融合の傾向、経年による変化、我が国の存在感などを整理した。

- 昨年度調査では、世界的な研究論文データベースを運営する Thomson Scientific 社と共同して、急速に発展している論文群を抽出するための手法を開発し、この手法により抽出された複数の研究領域について、それぞれの領域の専門家の協力を得て、研究領域の構造を分析し、概念および適切な名称を付した 51 領域を抽出した。
- 今年度は、同様の手法により、これから研究の大きな流れを形成する可能性の高い研究領域の候補として 102 領域を抽出し、その解説からなるリストを作成した。
- 昨年度調査の成果と併せて 153 領域について、分野の傾向、融合の傾向、近年における領域変遷の傾向、153 領域における我が国の研究の存在感について分析した。

3-3 注目科学技術領域の発展シナリオ調査

これまで技術予測の柱となってきたデルファイ調査は、技術の未来について多数の専門家の見方を定量的に集約し、合意を形成する点で優れた手法である。しかし、少数の専門家のみが卓越した先見性ある回答を寄せていても、回答を定量的に処理する過程で埋没してしまう傾向があった。そこで、そうしたデルファイ調査を補い、俯瞰性を高めるために、優れた研究者が自らの見識により技術の未来を提示するシナリオ調査を実施した。

- 社会・経済の発展へ大きく貢献する可能性や革新的な知識を生み出す可能性が大きいと考えられる科学技術領域(基礎研究も対象)48 テーマを選定した。
- これらの注目科学技術領域の各々について、当該領域の第一人者を co-nomination 方式(一流の研究者が複数の推薦人を選び、これらの推薦人による投票でシナリオ作成者を選ぶ。人選における恣意性を排除する目的で英国の予測調査で開発された手法)により選定し、1テーマ2名を原則として85名にシナリオ作成を依頼した。統一した仕様に基つきシナリオ作成者は卓越した個人の見識による発展シナリオを作成した。
- 作成された 85 件のシナリオ集を作成した。さらにこれらのシナリオにある内容を総合的に分析し、科学技術の領域の発展の傾向、国として期待される役割、発展に向けての提案などについて概観した。

3-4 デルファイ調査

科学技術の応用面である技術を中心に、多数の専門家の参加を得て、30年を見通した科学技術の将来発展の方向を描く。従来の予測調査と比べて、今回の調査では以下の2点を大きく改め、

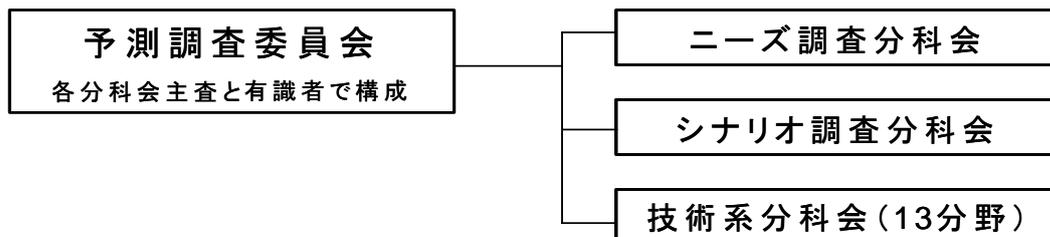
予測の分析を深めるよう努めた。

- ① 前回までは「予測課題」が基本的な分析の単位であったが、分野－領域－予測課題という階層構造を設定し、複数の技術で構成される領域という概念を導入した。
- ② 従来は予測課題毎に解明、開発、普及などの発展段階を1つ設定し、その段階の実現時期を聞いていたが、今回の調査では、予測課題について「技術的実現時期」(技術の実用化のめどがつくなど技術的環境が整う時期)と「社会的適用時期」(実用化された技術が製品やサービスなどとして社会的に受け入れられる時期)の2つの時期を設定し、発展の流れをより明確に分析した。
- 科学技術基本計画における重点化分野などを踏まえ、13の分野(情報通信、ライフサイエンス、製造など)を設定した。各分野で複数の領域を設定し、全分野合わせて130領域を設定した。領域については、科学技術や経済、社会への効果、海外と比較した研究開発水準を設問とした。
- それらの領域毎に、代表する複数の予測課題を検討し858課題を設定した。予測課題については、我が国にとっての重要度、第一線にある国、技術的実現時期、社会的適用時期および、各々の実現を促進するための国の関与を設問とした。
- デルファイ法によるアンケート手法は変更せず、従来と同じく2回アンケートを実施し2239人を超える専門家から回答を得た。
- アンケート結果は、今後の科学技術の発展の方向、すなわち、今後、重要と考えられる領域や技術はどんなものか、さらに領域については我が国の研究開発水準はどうか、また、技術については、いつごろどのように実現しそうなのか、技術的実現や社会的適用を促すためには、政府はどのような役割を果たすべきなのかといった観点からまとめた。

4 調査の実施体制

調査は、専門家からなる委員会を設置し、議論と方向性や具体的な調査内容、分析の方針などを決定した。

本調査全体の取りまとめを行う予測調査委員会の下に、社会・経済ニーズ調査、注目科学技術領域の発展シナリオ調査、デルファイ調査を担当する分科会を設置した。デルファイ調査を担当する技術系分科会は13の分野別に設置した。



(1) 予測調査委員会

予測調査全体を総括する。調査計画、実施方針など全般的な事項の検討、各分科会による検討結果についての審議、および調査結果の総合的な検討を行う。予測調査委員会のメンバーは生駒俊明氏(一橋大学客員教授)を委員長として、各分科会の主査および外部の有識者で構成した。

(2) ニーズ調査分科会

社会・経済ニーズ調査の検討を担当する。分科会のメンバーは、村上陽一郎氏(国際基督教大学教授)を主査とし、科学技術の研究開発を専門としない人文・社会学者、経営者、科学ジャーナリスト、教育関係者などの有識者を中心に構成した。

(3) シナリオ調査分科会

注目科学技術領域の発展シナリオ調査の検討を担当する。分科会のメンバーは、原島文雄氏(東京電機大学学長)を主査とし、幅広い視点で注目科学技術領域の検討ができる、第一線の研究者・技術者などで構成した。

(4) 技術系分科会

デルファイ調査の各分野別に検討を担当する。技術系分科会の主査は各分野の第一人者に依頼し、メンバーは各分野の専門家、若手を含めた第一線の研究者・技術者で構成した。各分科会の主査は次の通りである。

[分科会]	[主査]
技術系分科会統括	軽部征夫氏(東京工科大学副学長)
情報・通信	齋藤忠夫氏(株式会社トヨタ IT 開発センターCTO・チーフサイエンティスト)
エレクトロニクス	荒川泰彦氏(東京大学先端科学技術研究センター・生産技術研究所教授、ナノエレクトロニクス連携研究センター長)
ライフサイエンス	榊佳之氏(独立行政法人理化学研究所ゲノム科学総合研究センターセンター長)
保健・医療・福祉	猿田享男氏(慶應義塾大学常任理事)
農林水産・食品	三輪睿太郎氏(独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構理事長)
フロンティア	的川泰宣氏(独立行政法人宇宙航空研究開発機構執行役)
エネルギー・資源	山地憲治氏(東京大学大学院新領域創成科学研究科教授)
環境	安井至氏(国際連合大学副学長)
ナノテク・材料	川合知二氏(大阪大学産業科学研究所所長・教授)
製造	小林敏雄氏(財団法人日本自動車研究所所長)
産業基盤	姉川知史氏(慶應義塾大学大学院経営管理研究科教授)
社会基盤	家田仁氏(東京大学大学院工学系研究科教授)
社会技術	中島尚正氏(放送大学副学長)

5 本報告書の構成

本報告書では、予測調査を構成する4つの調査の概要について示す。

- I 社会・経済ニーズ調査
- II 急速に発展しつつある研究領域調査
- III 注目科学技術領域の発展シナリオ調査
- IV デルファイ調査

各調査の報告書題名は以下のとおり。

NISTEP REPORT No.94 社会・経済ニーズ調査 報告書

NISTEP REPORT No.95 急速に発展しつつある研究領域調査 報告書

NISTEP REPORT No.96 注目科学技術領域の発展シナリオ調査 報告書

NISTEP REPORT No.97 デルファイ調査 報告書

いずれも科学技術政策研究所 2005年5月 発行。

また、科学技術政策研究所ホームページにおいて技術予測の過去の報告書と併せて閲覧することができる。

科学技術政策研究所 技術予測ページ

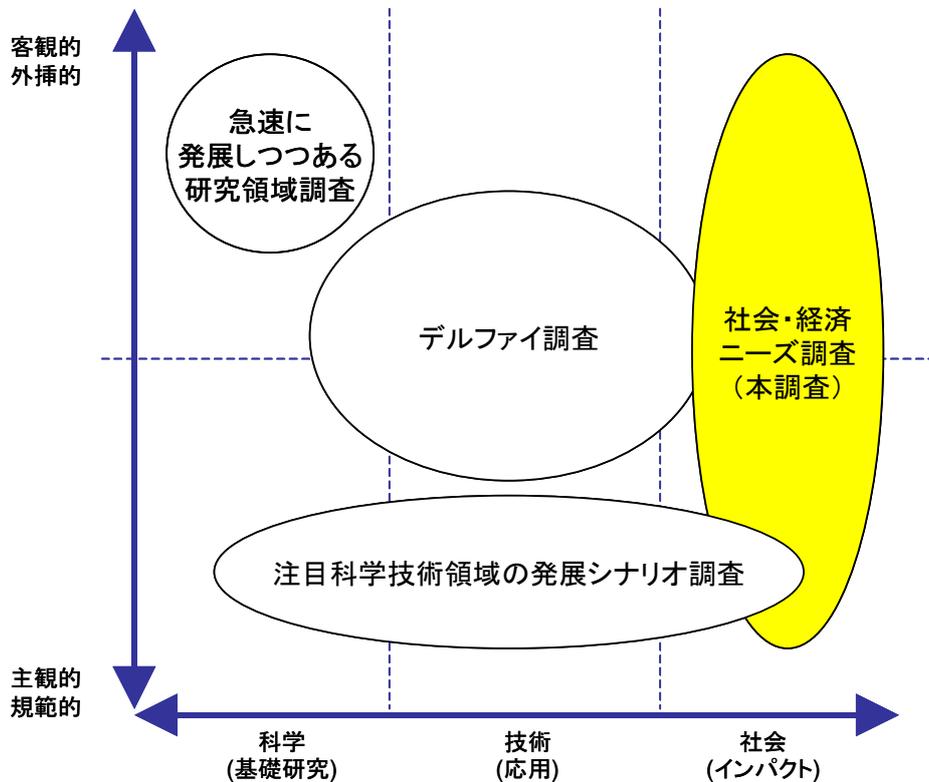
<http://www.nistep.go.jp/nistep/thema/sandtf.html>

I 社会・経済ニーズ調査 概要

1 調査の目的・ねらい

今回の俯瞰的予測調査の4つの調査項目のうち、急速に発展しつつある研究領域調査、注目科学技術領域の発展シナリオ調査、デルファイ調査がそれぞれ技術シーズから将来の科学技術の展望を行うことを目指しているのに対して、本社会・経済ニーズ調査は、技術を利用する側の視点から科学技術のあり方について検討することを目指しており、このことが予測調査全体の中での特徴となっている。

図表1 ニーズ調査の位置づけ

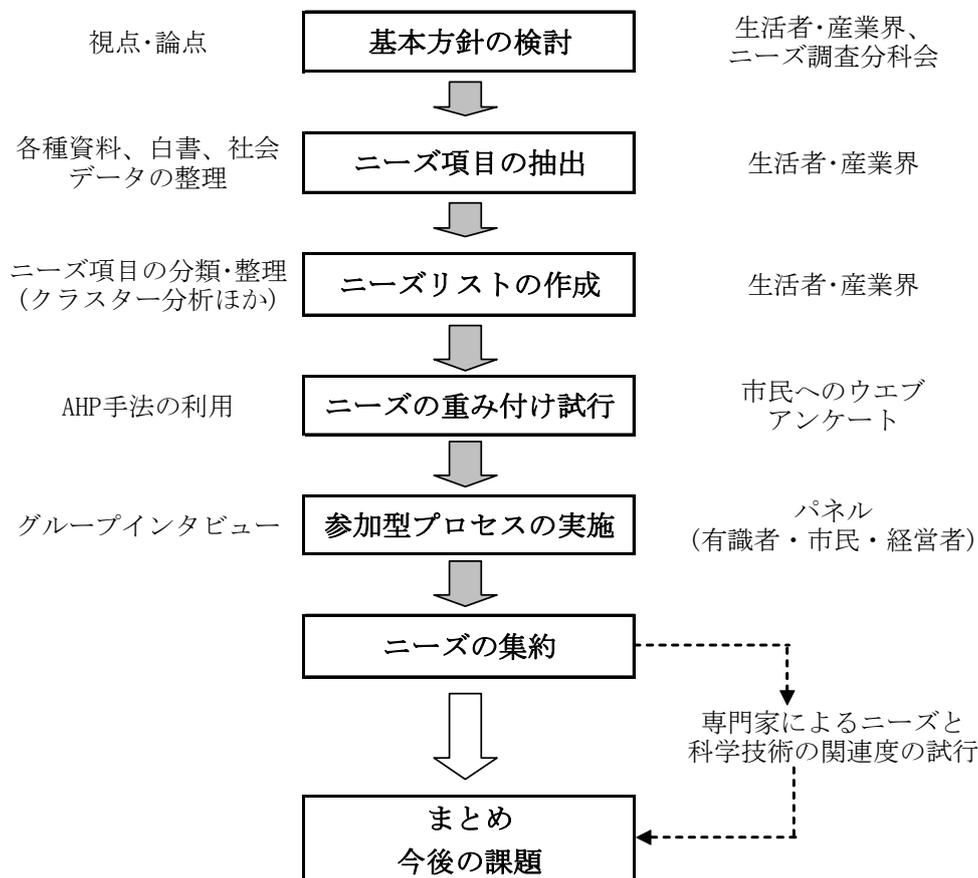


すでに前回の第7回技術予測調査において、技術開発を担う側からのアプローチに加えて、技術を利用する側からのアプローチも用いてニーズを把握し、デルファイ調査における予測課題の作成に反映させる試みは行われている。将来の社会・経済ニーズについては、さまざまな場で議論されており、先行的な検討もいくつかみられる。しかし、社会・経済ニーズを把握するための方法論という面で見ると、十分に確立されているとはいえない。多くのケースでは定性的なまとめを行っているというのが現状のように思われる。このような背景を踏まえ、本調査では、ひとつの試みとして計量的な調査手法、参加型の調査手法により社会・経済ニーズを抽出し、抽出された社会・経済ニーズについて科学技術の寄与の程度を定量的(アンケート)手法により明らかにした。

2 調査の方法

調査の実施にあたっては、文部科学省科学技術政策研究所と(財)未来工学研究所による共同のプロジェクトチームを設定した。また、社会・経済ニーズについて、ニーズ項目の抽出・整理、参加型プロセスによる意見の収集調査を実施していくために、調査の考え方や進め方などについて検討を行うニーズ調査分科会を、村上陽一郎教授(国際基督大学)を主査に大学、科学ジャーナリスト、企業などの有識者から構成し、設置した。さらに、ウェブを使用して市民に対してのニーズのアンケート、および3つのパネル(有識者パネル、市民パネル、経営者パネル)、そして試行的にニーズに対応する技術の寄与度について専門家へアンケートを実施し、今後10年から30年の望ましい社会像に関する検討を行った。調査は図表2に示すとおりである。

図表2 社会経済ニーズ調査の概要



3 調査の基本方針

以下に示すような視点を調査の基本方針ならびにニーズ調査のスタンス、手法、方針および留意点とした。

(1) 科学技術政策に社会・経済ニーズを反映させる必要性 - 論点整理

- ① シーズからのアプローチの限界を補うため
- ② 社会的な大きな課題に対応する道筋を示すため
- ③ 研究者、技術者等関係者に明示的に「問題」を提起するため
- ④ 社会的課題を分析し切り分けするため
- ⑤ 研究開発関連プロジェクトにおけるミッションを明確にするため
- ⑥ 科学技術に対するネガティブ・ニーズについて検討するため

(2) ニーズ調査のスタンス、手法、方針および留意点

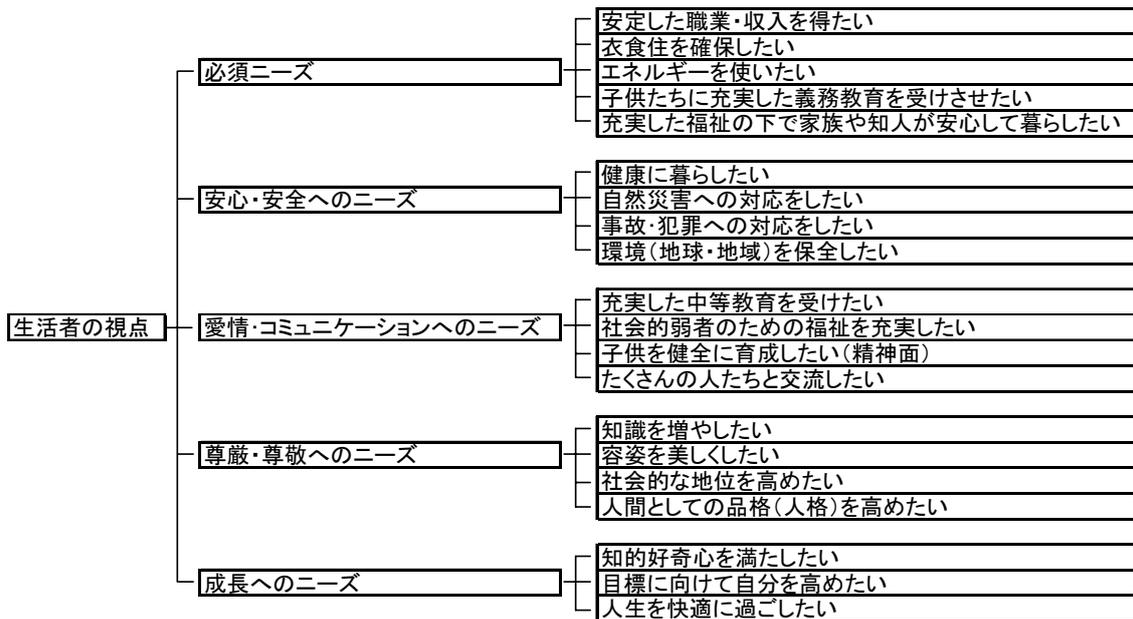
- ① 次期基本計画において日本の科学技術政策の目標体系に関する基礎資料を示すこと
- ② 科学技術が一定の役割を果たすべきテーマを発掘すること
- ③ “誰の”ニーズであるのかを示すこと
- ④ 10年後、20年後、30年後の望ましい社会像を示すこと
- ⑤ ニーズの抽出は広い視点で行うこと
- ⑥ ニーズ指向の行き過ぎを防ぐこと
- ⑦ ニーズからの技術の優先順位づけの試行を行うこと

4 社会・経済ニーズの抽出

4-1 市民ニーズの抽出

社会・経済ニーズを検討するためのベースとして、多様な視点から抽出された個別ニーズを整理・分類したニーズリストを作成した。まず、できるだけ多様な視点でニーズの抽出を行うために、既存の白書や各種資料に記述される市民ニーズに関連すると考えられる項目を抽出し、不足している視点、追加すべき視点の検討を行った。その結果、雇用や就労といった生活の根幹に関わるような「必須」のニーズと、前回の調査では希薄だったうるおいやアメニティなどの「ゆとり・贅沢」に関わるニーズを追加すべきであることがわかった。そこで、第7回技術予測調査で抽出したニーズ項目に、これらを新たに加えて、分類・整理を行い、図表3に示すような項目を元にニーズリストの素案を作成した。

図表 3 ニーズリスト素案



得られたニーズリスト素案に関して、それぞれの要素(ニーズ中分類および細目:資料編参照)の相互関係をより定量的に把握するために、統計的分析手法(クラスター分析)によりニーズ項目の階層構造を検討した。

図表 4 に示される階層構造化されたニーズリストについて、ウェブを用いて市民を対象としたアンケート調査を実施し、意思決定の手法である AHP の手法を応用して、市民の立場からみた場合のニーズ項目の重み付けを実施した。結果として、合計で 4,310 人からの回答が得られた。「現在の暮らしの維持に関するニーズ」と「より豊かな生活に関するニーズ」について重み付けをした結果、上位の項目は図表 5 のように示される。

図表 4 ニーズリスト

《継続性(失いたくない)に関するニーズ》

生活環境を維持すること	<ul style="list-style-type: none"> 仕事があり正当な収入が得られること 服装や身なりを維持すること 住まいを維持すること
健康を維持すること	<ul style="list-style-type: none"> 心の健康を維持すること バランスのよい食事を取ること 病気・けがに負けない体を作ること
小・中・高校教育を充実させること	<ul style="list-style-type: none"> 小中学校レベルの知識を身につけさせること 高校レベルの知識を身につけさせること 社会性を身につけさせること 豊かな人間関係を築かせること
福祉を充実させること	<ul style="list-style-type: none"> 高齢者・障害者の健康を維持すること 介護する人の支援を充実させること 高齢者・障害者のくらしを支えること
事故・犯罪の被害を防止すること	<ul style="list-style-type: none"> 犯罪やテロの発生を防ぐこと 事故(交通事故)の発生を防ぐこと 犯罪・事故に遭った時の被害を軽くすること
自然災害の被害を防止すること	<ul style="list-style-type: none"> 災害の的確な予知・予報を行うこと 地球環境を保全すること 災害が生じた時の被害を軽くすること

《向上(足りない・より多く)に対するニーズ》

楽しく快適に暮らすこと	<ul style="list-style-type: none"> 生活環境を便利にすること 愉快なことや快楽を追求すること 自由で気楽に暮らすこと おしゃれすること 心配事なく暮らせること
知識や好奇心を満たすこと	<ul style="list-style-type: none"> いつでもどこでも情報が得られること 色々なことを教えてもらえること
人生の成功者となること	<ul style="list-style-type: none"> 高い評価や尊敬を得ること 自分らしさを磨くこと 高い収入を得ること
色々な人と仲良く暮らすこと	<ul style="list-style-type: none"> 人間関係の幅を広げること 家族や友人などと深い関係を築くこと
社会に貢献すること	<ul style="list-style-type: none"> 地域や身近な社会活動に参加すること 国や国際的な問題の解決に貢献すること 社会的弱者・被害者などを支援すること

図表 5 市民の重視度の高いニーズ項目上位5項目

順位	現在の暮らしの維持	得点	より豊かな生活	得点
1	心の健康を維持すること	8.2%	心配事なく暮らせること	13.0%
2	仕事があり能力に見合う収入が得られること	8.1%	自分らしさを磨くこと	9.1%
3	栄養バランスの良い食事を取ること	7.4%	家族や友人などと深い関係を築くこと	8.6%
4	病気・ケガに負けない体を作ること	7.0%	いつでもどこでも情報が得られること	8.3%
5	犯罪やテロの発生を防ぐこと	6.5%	生活環境を便利にすること	7.8%

今回の調査では、AHP の手法を応用して、市民の立場からみた場合の、ニーズ項目の重み付けを行うことを試みた。初めての試みとしては、一般の市民が普通に考えていると思われる状況を描き出せたという点で、妥当な結果であったと思われる。ただし、この調査においても回答者が市民であるということで、従来からさまざまに実施されている市民の意識調査において指摘される課題—情報源が限られているために、自分の身の回りの話題、よく見聞きする話題に反応が大きい—を十分には克服できない面があった。ニーズのプライオリティ付けのツールとして精度を高めるために、設問のワーディング、設問数、対象の構造化などについてさらに吟味すると共に、潜在的な要素まで浮き彫りできるよう、今回の結果を材料としてより検討を深めていく必要がある。

ここで取り上げたニーズの得点は、数値の差がわずかなものもあり、政策的な優先度として直接利用すべき数値ではないため、データの利用にあたっては取り扱いに注意が必要である。

4-2 産業界のニーズの抽出

産業界のニーズについても、市民のニーズの抽出と同様に、まず最初に既存の各種資料の検討を行った。その結果、今後 10 年の産業界ニーズとして、おおよそ以下のような項目にまとめることができる。

- ・ IT を活用した企業活動の効率化
- ・ IT そのものによる新たなビジネスの創出
- ・ サービス産業の充実と拡大
- ・ 雇用の安定・平等
- ・ 雇用環境・労働環境の整備
- ・ 勤労者の教育・訓練の充実
- ・ 地域との協同・協力の活性化

また、既存の文献資料には現れない、より具体的な産業界のニーズを把握するために、ニーズ調査分科会の委員を対象としてインタビュー調査を実施した。

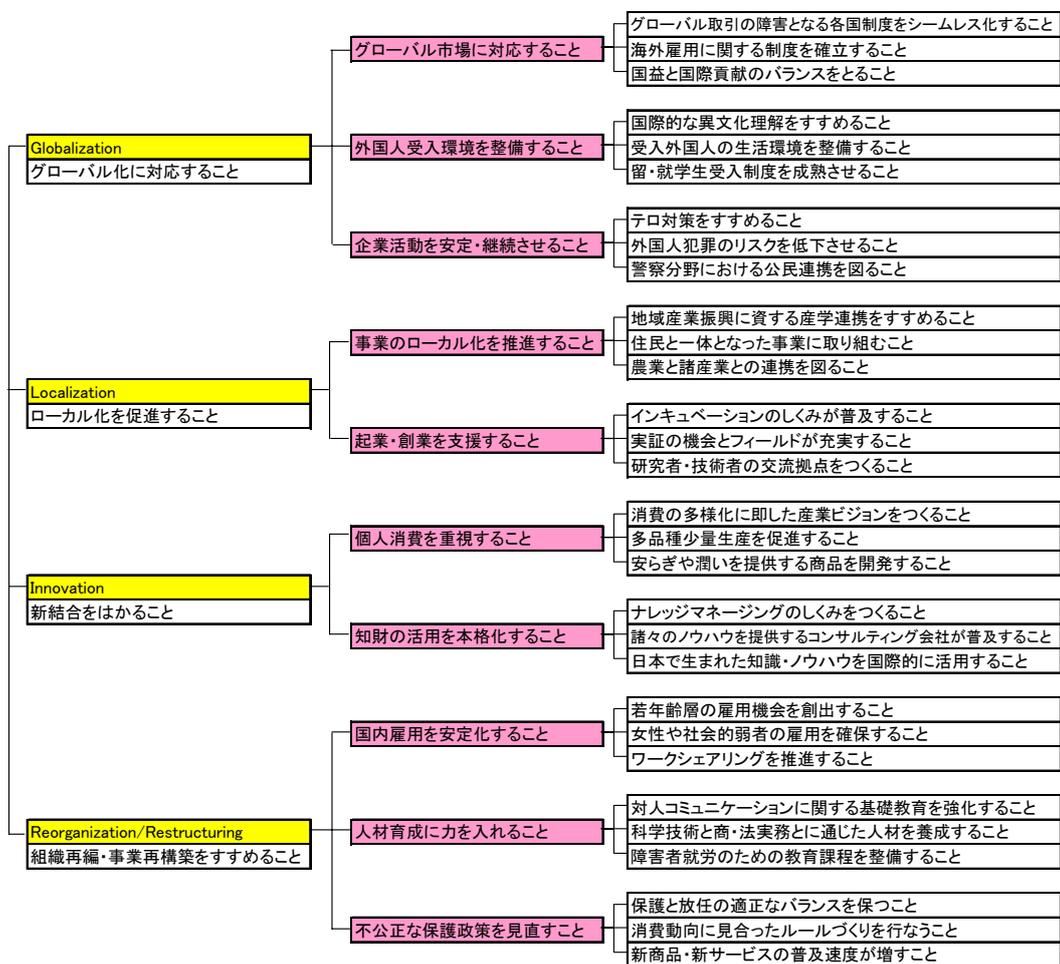
インタビューの結果、産業界のニーズを整理すると、以下のおおよそ 7 つの項目に集約できる。

- (1) 市民ニーズのうちで、産業レベルにおいて解決できる事柄
- (2) 社会ニーズに応じていくうえで、産業構造・産業連関に焦点を当てることになる事柄

- (3) 技術開発・技術移転の阻害要因をとり除く社会的基盤の創出
- (4) 産・学・地方のインターフェースに関する事柄
- (5) 企業の引受け限度外に相当するために国に要望する事柄
- (6) 産業界では論理的に解決不可能な事柄

これらの検討を踏まえ、産業界のニーズに関わるニーズ項目を分類・整理し、ニーズリストの素案を作成した。結果は図表 6 の通りである。

図表 6 産業界のニーズリスト



5 パネルによるニーズ項目抽出と優先度設定

各パネルは、視点・立場の特徴ごとにグループ化しており、幅広い知見に基づいて俯瞰的・総合的な視点からの議論を、また市民の視点から、個人が目にするものごと、直面する諸問題に関する議論を、さらに企業法人を代表する立場、業種や産業分野などといった集合的な視点から、

主として経済・経営に関連するニーズについての議論を意図して実施した。

そこで、特に「今後 30 年の将来の社会において、どのようなことを重視すべきか」といった問題設定のもと、以下の 4 つの点について検討した。

1. 今後 30 年の望ましい社会像はどのようなものか(どのような社会をめざすのがよいか等)
2. 社会の現状の問題点はどのようなものか(何が問題の原因と考えられるか)
3. 現状の問題点の解決法にはどのようなものが考えられるか(国や産業界の関与の仕方、科学技術に期待するところ等)
4. 将来に向け優先して解決すべき事柄

5-1 有識者パネルの主要論点および優先順位づけ

有識者パネルでは、俯瞰的・総合的な視点から、生活者の視点・経営者の視点も含めた幅広い議論を行った。この議論のなかで提示された将来社会像は、以下のとおりで、さらにそれらの優先度を測るべく投票した結果の概要が以下の図表 7 となる。

図表 7 有識者パネルにおける将来社会像の優先順位づけ(上位 5 項目)

順位	項目	備考
1	教養ある寛容な社会、異種雑多な社会	女性の社会参加を含む
		人間一人一人が尊重される社会
		国際化という言葉が不要となる社会(国際化が日常になっている社会)
2	社会的合理性を磨く社会	自立した社会
		規矩(規範)のある社会
2	産業の「コメ」を産み出せる社会	人材(財)の養成・確保を含む
		産業を軽視しない社会
		「コメ」を産む仕組みづくり
		国際規格づくり(国際協調)
3	保全の行き届いた社会	自然(空気・水・緑…)の豊かな社会
		環境が整備された社会
		地球と共存できる社会
3	社会的セキュリティが保障されている社会	安定した暮らしてできる社会を含む

5-2 市民パネルの主要論点および優先順位づけ

市民パネルでは、市民のニーズに精通し、かつ現在それに向け具体的な取り組みを行っている人物に依頼すべく、本ニーズ調査の趣旨にもっともよく合致する団体を、届出されている「定款」「活動の種類」、当該団体のホームページなどを参考にして選び、その代表者に依頼した。全体の議論を通じて以下の項目が提出された。

図表 8 市民パネルにおける将来社会像例と優先順位(上位 5 項目)

順位	項目	備考
1	交通事故、犯罪、テロが少なく、安全・安心に暮らせる	対処する社会から予防する社会(高齢者、子ども、自然災害など)
1	持続可能な社会を目指した新しい仕組みを構築する	巨大な流通に依存しないで自給できる(最小限で生活する)
2	科学技術の成果が実用化される前にその良し悪しについて市民が議論できる仕組みがある	
2	心の豊かさが追求できる	定年制が撤廃されている
		他人に頼らなくても生きていける
		子ども時代を子どもらしく生きれる
		個性が活かせる、垣根が無い社会(年齢、障害、性別、病気など)
3	病気が少なく、健康で、長生き出来る	自己健康管理ができる(個人が知識を備えている)

5-3 経営者パネルの主要論点および優先順位づけ

経営者パネルでは、大企業の意見は経団連等の資料で発表されているので、今回は可能な限り幅広い声を反映させるべく、中小企業経営者、いわゆるベンチャーの企業家や、第 1 次産業の関係者に依頼した。全体の議論を通じて、図表 9 のようなニーズ項目が提出された。

図表 9 経営者パネルにおける将来社会像例と優先順位(上位 5 項目)

順位	項目	中項目
1	社会の問題解決能力の向上	学習現場とそれを生かせる場が密着している
		国が権限を持ちすぎずに、地方にゆだねて子どもに教育をする
2	可能性が拡がり、心の豊かさが実感できる、夢や希望が持てる	子ども、社員に夢を持たせる
		市民が相互に尊重しあえる
		親子関係が希薄でない
		若者に主導権を与えて、権限と責任を委譲できる(早く自立できる)
2	人口減少に対応して、新しい社会システムを構築する	少子化が回避されている
		教育水準の高い社会(高等教育に対して教育資金の拡充)
		地域住民間のパートナーシップが回復している
2	持続可能な社会を目指した新しい仕組みを構築する	モノづくりに関する対価が公平に評価される
		農林水産地域社会・環境に注目して住民参加型で地域が進展し、地域活性化が進む
		起業しやすい
		経営責任の度合いを軽減し、敗者復活が可能
3	地球規模の問題の解決に積極的に貢献する	国際的に強い社会
		地球環境が良好になっている

6 ニーズ項目の整理と分析

6-1 全ニーズ項目の集約

数百に及ぶニーズ項目を、ウェブアンケートや関係者への聞き取り調査、また市民、経営者、有識者の各パネルで話題となったことを中心に、類似の内容を取りまとめた。その結果、ニーズ項目を 12 のクラスターに集約し、構成する個別のニーズ項目全体からイメージされる内容に、できるだけ近い形で各クラスターを表現した。

I. 科学技術の成果で日本が一目置かれる国であり続ける

- ① 世界の科学技術の発展に、大きなインパクトをもたらす成果を挙げる
- ② 日本の科学技術の成果を世界に誇示する
- ③ 日本がいろいろな分野で国際的な人材養成の場として貢献する
- ④ 日本独自の文化を世界に発信する
- ⑤ 日本人が国際的に活躍する
- ⑥ 日本が国際社会で発言力を持つ

II. 科学技術の未踏領域への挑戦で夢や希望を得る

- ① 未知世界の探求を通して、人類の知の創造に貢献する
- ② 科学技術の成果で未来の夢を与える
- ③ 夢や希望が持てて、心の豊かさが実感できる

III. 地球規模の問題の解決に積極的に貢献する

- ① 地球規模の環境問題(地球温暖化、オゾン層の破壊、熱帯林の減少、開発途上国の公害、酸性雨、砂漠化、生物多様性の減少、海洋汚染、有害廃棄物の越境移動など)に対処する
- ② 地球規模で生じているその他の問題(食料問題、エネルギー問題、淡水管理、感染症対策、災害の防止や被害の低減など)に対処する
- ③ グローバル化に伴って人類が直面している社会の問題(民族、宗教、精神生活、社会規範や制度をめぐる問題など)に対処する

IV. 新たな産業分野を開拓して、日本が経済的な国際的競争力を維持し続ける

- ① 高品質な製造技術・省エネルギー技術などの強みを活かして、基盤・基幹産業を革新する
- ② 国際規格づくりを主導して、日本が、国際競争力のある商品をつくる
- ③ ファッションや音楽・アニメなど、日本発の文化産業が世界市場に拡大・展開する
- ④ 新領域の技術(ナノテクノロジーなど)を適切に活用する
- ⑤ 先端技術を生む環境を作る(シリコンバレーなど)
- ⑥ 複雑・高コストな流通システムが改善する
- ⑦ 敗者復活が可能で起業しやすい

- ⑧ 経営責任の度合いを限定して、積極的にリスクがとり易い社会となる
- ⑨ 日本で生まれた知識・ノウハウを国際的に活用する(知財の活用)
- ⑩ 消費の多様化に即した産業ビジョンを作る(個人消費を重視)
- ⑪ 産業人教育の充実(対人コミュニケーションに関する基礎教育、科学技術と商・法実務とに通じた人材)

V. 持続可能な社会システムを目指した新しい仕組みを構築する(都市と農村の連関・一次産業の保全を含む)

- ① 作ったものを自然に返す、循環型の社会システムが確立されている
- ② 水・食料・エネルギーが合理的に行き渡る仕組みが整う
- ③ リユース・リサイクル・作ったものを自然に返していく産業が展開する
- ④ 社会基盤を支える産業(原子力・鉄鋼業など)における伝統的な技術を継承し、人材を育成する
- ⑤ 一次産業(農業・漁業など)の役割が見直され、経営も革新する
- ⑥ 食料自給率が向上する(政府がバックアップして農業の生産が促進)
- ⑦ 巨大な流通に依存しないで自給(地産地消)できる
- ⑧ グローバル市場に対応しながら地域と連携した産業スタイルを確立する
- ⑨ 自然の豊かさを活かして地域が自立して生活できる(ex.温泉を利用)
- ⑩ 豊かな住環境(田園都市計画など)が整う
- ⑪ 農村地域社会・環境に注目して住民参加型で地域が進展し、地域活性化が進む
- ⑫ 都市と農村の交流が促進する(農村ツーリズムが促進する)。

VI. 個人の可能性が広がって、生活の豊かさが実感できる

- ① 雇用・収入確保の不安がない
- ② 高齢者・障害者が独りで自立して暮らせる
- ③ ライフコースのパスが多重になっている
- ④ 個性に応じて社会参画の機会が得られる(年齢・身体障害により排除されない)
- ⑤ 若年齢層の雇用機会を創出する
- ⑥ 生活環境を便利にする
- ⑦ 男女共同参画が実質を伴って実現している
- ⑧ 長く使えて広い家に住める(住宅ローン負担からの開放)
- ⑨ 職業生活と家庭生活・社会生活とのバランスの取れた人間生活がおくれる
- ⑩ 生活コストが低下して、食べるために働かなくていい(働くことが楽しい)

VII. 社会が平和で安全・安心に暮らせる(交通事故・犯罪・テロを回避する)

- ① 交通事故の少ない社会・交通システムを構築する
- ② 犯罪やテロを防止するセキュリティシステムを整備する

- ③ 交通事故・犯罪・テロの被害を軽減できる防御システムを装備する
- ④ 戦争を回避する
- ⑤ 社会の秩序維持のため、科学技術の視点から人類社会の進むべき方向を示す(犯罪やテロへ向かう意識に対する啓発活動)

VIII. 災害に強い

- ① 事故・災害に強く、2次災害が起こらない社会インフラが整備されている
- ② 気象・災害の短期・地域長期の予知・予測ができる
- ③ 事故・災害発生の地点と規模を即時に把握できる
- ④ 事故・災害発生時に即時に対応して、人命救助や速やかな生活の復旧が可能となる

IX. 健康に生活できる

- ① 新しい医療技術の開発・展開により、医療サービスが充実する
- ② 医療に関して、適切な情報を得て、治療法などを個人が選択できる
- ③ 個人の健康維持努力(自己管理)を支援する
- ④ 健全な心と体を保ち健康寿命を延伸する

X. 社会の構造変化に対応する(少子・高齢化、人口減少に対応する)

- ① 高度に発達した科学技術や社会システムに対応して、教育・再教育システムを強化する
- ② シニア世代が能力を発揮できる
- ③ 柔軟・多様な雇用体制を整備し、人材の流動化を促進する
- ④ 在留外国人の受入環境を整備する(異文化理解の促進、受入外国人の生活環境を整備)
- ⑤ 男女共同参画が実質を伴って実現している
- ⑥ 少子化が回避されている(子どもを産み、育てやすい環境が整う)
- ⑦ 市民が相互に多様な宗教・文化・価値を認め合う
- ⑧ 日本独自の文化を継承する

XI. 誰もが家庭や社会でやりがいを持ってそれぞれの役割を担い、互いに助け合う

- ① 自由・自我や利便性のみの追求を見直し、規矩のある社会を目指す
- ② 足るを知る
- ③ 心の健康が保たれ、生き甲斐が持てる(自殺者が3万人も出ない)
- ④ 子どもが夢を持ち、子ども時代を子どもらしく過ごせる
- ⑤ 家族・人間関係を大切にする
- ⑥ 若いうちからやり甲斐と責任ある役割を担い、社会的にも早く自立できる
- ⑦ 地域住民間のパートナーシップが回復している

XII. 子どもも大人も目的を持って学び、真の学力を養う

- ① 全国民が科学的合理性を養える仕組みが整う
- ② 教育の質を上げ、真の学力を身につけられる教育を実施する
- ③ 国際的に学力の高い社会を実現する(高等教育に対して教育資金の拡充)
- ④ 教育が規制緩和され、個性に応じた多様な教育機会が提供される
- ⑤ 学習現場とそれを活かせる場が密着している
- ⑥ 子供が学ぶことが楽しめる新しい教育学習方法が確立する
- ⑦ 子どもの知力を増強する教育システム・環境が構築される

6-2 集約したニーズ項目についての見解

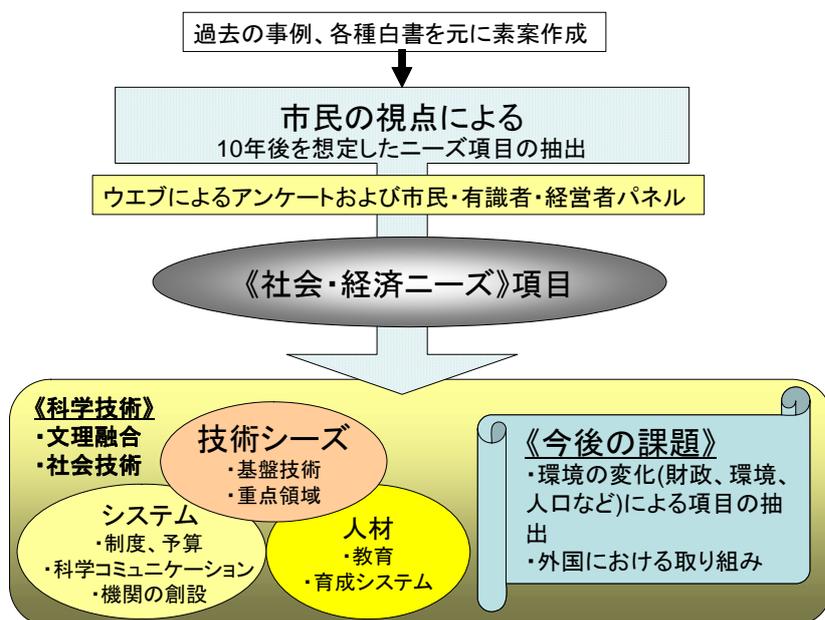
集約された各ニーズ項目は、科学技術による対応が多く望まれる項目や、科学技術の一部対応が中心となる項目のほか、社会システムや制度面の整備が期待される項目も混在している。ウェブアンケートや聞き取り、また市民、経営者、有識者の各パネルで議論された内容からも判断できるように、抽出された将来社会に向けたニーズ項目に対応する科学技術の寄与を考える際も、「科学技術以外での解決が望まれる項目」が背景にあることを意識して対応を考えることが望まれる。今回のニーズ項目の抽出に際しては、市民のニーズを視点としたため、科学技術による解決が可能な項目のみならず、科学技術以外での解決が望まれる項目も多く抽出されたのは、今回の成果の一つであり、今後の社会・経済ニーズ調査における課題提起ともなった。

7 まとめと今後の課題

7-1 今回の調査全般についてのまとめ

今回、社会・経済ニーズの抽出にあたっては、今の生活において失いたくない「必須」のニーズと、「ゆとりや贅沢」と言ったニーズを市民の視点で抽出することから始めた。そして、市民、経営者、有識者のそれぞれの立場からのニーズ項目の抽出を目的とした参加型プロセスを実施したが、どの立場からも生活や暮らしに関わりの深いニーズが数多く抽出された。このため、ニーズの集約を図ると、市民関連のニーズが主になっており、国家的なニーズや行政的なニーズに関しては、当然ながら結果としてあまり抽出されなかった。別の解釈をすると、例えば防衛など国として取り組むべきニーズは、普段の生活に密着していないため、市民の視点で抽出されないのは当然の結果であり、安全安心などといった項目に関しても、日常生活に深く結びついている項目がほとんどである。また、限定された時間におけるパネルでの結果や、事務局が策定した質問票によるウェブでの結果からも判断できるように、世の中のニーズをすべて網羅的に収集するのは困難である。よって、網羅性を持たせるには、長期的な視点を維持しつつ、さまざまな手法を併用しながら、ニーズに関するデータを蓄積していくことが必要である。

図表 10 調査の結果と今後の課題概要図



今回の調査は、初めての取り組みとして参加型パネルや、デルファイ注目技術領域との関連度についても試行的に実施してみたが、ニーズ調査に関係する以下に示すような今後の課題を提示することも、今回の調査成果の一部である。

(1) ウェブアンケートに関して

国民の意識を調査する手段としてウェブを用いて回答を得たが、アンケートの設問やそのときの環境や出来事(例えば大地震やテロなどの直後)が、回答に反映されることがある。また、回答はAHPにより重み付けを実施し、優先されるニーズを数値化した。計量的手法によるニーズの重み付けについても AHP だけでなく、回答者の価値観まで踏み込むような分析が必要である。試行的にウェブ回答者の属性別(子供の有無、都会と地方都市など)で分析してみたが、いずれの結果も大きな特徴は見られなかった。

(2) ニーズ項目と技術との対応について

今回あげられたニーズに対応するには、どのような技術の寄与が大きいかを試行的に結びつける手段として、デルファイ調査で用いた技術領域を対象に、それぞれの技術系分科会の委員によって評価を実施した。評価方法は極めて単純なニーズ×シーズのクロスセクションによるもので、限定的ではあるがニーズに対応する「ある程度」の科学技術の分野の傾向を明らかにすることができた。また、優先されるニーズ項目についても試行的にいくつかのケースを設定し、そのケースごとに寄与する技術についても結果を得ることができた。しかしながら、この評価では、130 注目領域以外の技術は取り上げていないこと、回答数が 109 と限られていることから、この結果のみでニーズに対

応する技術の必要性を判断するにはまだ不十分である。よって、今後より有効な手法を検討する必要がある、今回の結果はあくまでもひとつの例として、ニーズを実現する科学技術分野の評価の可能性を提示するものである。

7-2 ニーズ項目の抽出について

ニーズ項目として、科学技術が貢献できることと、科学技術だけでは貢献できないことが提示された。これまで多くの研究者によって開発された技術が、多くの産業を生み出し、今のわが国を作ってきた。そして、科学技術がさまざまな問題解決に多く寄与してきたが、今回の調査で、ニーズに対応するには、科学技術だけでは直接寄与できないことをどのように対応していくかというような、新たな視点の構築が必要であることがわかった。さらに、こうした関係を構築するには、今までのシーズをニーズに対応させるだけとは違う視点で社会と技術の関係を捉えることのできる、幅広い視野を持った人材の育成が必要であり、ニーズを基点とした技術開発や産業の育成などの環境整備や、そのような活動を支援する機関の創設もこれから望まれる。

ロケットやロボットなど科学技術のシーズによって未来の夢を語ることは、知的探求心を育み心の充足を得ることができる。一方、テロや紛争、自然環境の劣化といった地球規模の問題が深刻化するなかで、従来、ものの豊かさを求めてきた人々の意識がある程度満たされ、今ではゆとりや贅沢といった心の豊かさを求めるケースが増えてきていることが、各種意識調査同様、今回の調査でも明確になった。

今後の調査に際しては、項目抽出の準備として、将来社会に係わる経済予測やデルファイ予測等による科学技術の動向予測、シナリオ分析による技術軌道の予測等の結果を参照しつつ、設問を想定し、回答者へ問うことが必要かもしれない。また、潜在的なニーズを抽出する仕組みも必要となる。

(1) 将来社会の前提条件の提示

今回の調査は、時代の潮流や将来の社会・経済的なリスク要因等、将来社会の前提条件については触れず、「継続性」と「向上」に対する意識を市民に対してアンケート調査した。また各パネルについては、「望まれる今後 30 年の理想社会」という条件で実施し、そこで抽出されたニーズ項目は、夢や希望に繋がるユートピア的な内容に加えて、現実の社会経済的課題に対応して生活環境の劣化への備えなどリアルな内容も含まれている。現在の状態が継続されるという条件の下で今後30年という設定をしたが、30 年の間に想定される突発的な出来事、例えば大地震や金融恐慌などの状況を適用することによって、ニーズ項目として提示される内容も大きく影響を受けることは明確である。また、次に示すような状況の変化を想定してニーズ項目を設定する場合、優先されるあるいは提示される項目が影響することも推察される。

《今後 30 年間に予想される社会状況の変化例》

1. 中国の台頭や高齢化による生産人口の減少のため、我が国の経済成長率は低水準に落ちつき、GDP神話は崩壊する。代わりに単位人口あたりの経済力が重視され、世界でトップ水準に達する。
2. 医療技術が進展し、治療方法の選択肢が更に多様化・複雑化する。一方で、どこまでを医療と呼ぶか、生命倫理に関する社会的な合意形成が、益々困難になる。
3. 地産地消への志向が強まる一方で、食糧生産の国際化・分業化が進む。国際化・分業化の中で、局地的な環境破壊や、経済格差の問題が深刻化する。
4. 異常気象が続き、四季の変化が少なくなる。自然災害が多発する。
5. 社会的合意形成を可能にする前提として、日常的に、市民・行政・議員・研究者らの意見交換・相互学習の場がある。
6. 核家族化・非婚・離婚が増え、一人暮らし人口が増加する。家族・交友関係が希薄になる。バーチャル・コミュニケーションやサービスの自動化により、対面コミュニケーションが減少する。

(2) 科学技術だけでは解決できないニーズや注目領域以外の技術の反映方法

今回実施したインタビューやパネルの調査結果から抽出されたニーズ項目について、ニーズ分科会で検討した結果、次に示すような科学技術だけでは解決が困難なニーズ項目については、特に今後十分検討することが必要であるという意見が出された。

- 科学技術を身近にする情報提供(サイエンス・コミュニケーターの普及)
- 企業が求める人材教育
- 研究から商業へ移行する過程の補助
- 国内での外国語(共通言語としての英語や中国語など)の浸透や、より広くは異文化コミュニケーション上の問題対処
- 特許、著作権などの知的財産に絡む保護と流通促進
- 社会ニーズを継続的に把握するメカニズムの整備

7-3 国民のニーズを定期的に把握する方法の検討

現在、社会技術系研究者を中心に進められているニーズ調査の方法の例として、国外では、社会・経済ニーズの抽出を含めた未来予測の取り組みとして、Futur(独)やフォアサイト(英国)が実施されている。これらは通常、有識者を中心とした取り組みであるが、市民フォアサイトなど一般市民を交えた活動も実施されている。また、他にも主にヨーロッパで用いられているテクノロジー・アセスメントの手法である、フューチャー・サーチ・コンファレンスやシナリオ・ワークショップなどの手法を使って、市民を交えてニーズ調査を実施することも考える。これらの手法は、自治体の環境計画や教育計画などの策定に用いられている。こうした海外の事例に学びつつ、わが国でも継続的あるいは定期的に調査を実施し、各立場におけるニーズを把握することによって、国民にとって科学技術が身近なものと感じられ、政策決定者にとってもより現実的な政策を実施できらるであろう。

7-4 継続的な調査に向けて望まれること

戦後、物が不足していた時代は、国民のニーズに対応するシーズの開発が進められてきたが、当然、なかには技術が先行してニーズを理由付けにしていたケースもある。例えば医薬品の開発や、食料不足における品種改良などに進められてきた研究開発は、まさしく国民のニーズに対応する技術だった。このようにニーズに対応させるという手法が従来の手段であったが、現在は以前と比べて物質的に豊かになり、また科学技術を取り巻く環境や国民の意識が今までとは変化し、将来はさらに変化することが想像される。今回の調査結果からも科学技術だけでは解決できないニーズが多数あげられていることから、今後は市民のニーズや社会の問題解決に、科学技術というツールをどう使いこなしていくのかが大きな課題となる。このために、国民のニーズとそれに対応する技術との間に、法制度やマーケットを熟知したメディエータの存在が必須になるものと考えられ、科学技術をどう使いこなせばよいのかを検討し考える機関、人材の育成、およびそれを支える環境、制度の整備が重要となってくる。さらに、科学技術というツールだけでは解決できない場合の対応を考えることも重要である。

今回の結果を元に、国民のニーズをより具体的に実現可能とするには、例えば次のような項目が継続的に検討・実施されることが望まれる。

- 科学と社会のコミュニケーションのあり方
- 科学技術の持つ社会的な諸問題をさまざまな角度から研究する、新しい形の科学技術論の研究・教育分野を、大学において必修科目にする社会システムの構築
- テクノロジーアセスメント、サイエンスショップ、市民パネル活動などを公的支援する
- 金融経済以外の価値も分析する政治経済システム
- ニーズに対する基礎研究の位置づけの明確化
- 新たな社会問題に対応する新興・融合領域の探索
- ニーズ検討の成果を産業競争力の強化に反映させるための方策
- ニーズに深く関わる研究・技術であるが競争的資源配分に十分反映されていない分野への配慮

科学技術の推進におけるニーズアプローチの必要性の高まりとともに、社会・経済的なニーズを把握すること、そのニーズと科学技術の関係を明らかにすることが今後も重要となる。上記のいずれも手法が確立していないので、従来からこのような分野を研究テーマとしている社会科学系研究に注目して、今回のような調査を中断することなく、継続して検討していくことが社会・経済ニーズ調査の基本であり、成果につながっていくであろう。今後、誰がどのようにどの組織でこのような調査を進めていくべきか、国民を中心として産学官一堂に会して問題提起し、次へのステップにする必要がある。

なお、ニーズアプローチですべての課題が解決するというわけではなく、科学技術が問題の解決に主導的な役割を果たす場合があることにも留意する必要がある。市民が思いもかけなかったこと(潜在的なニーズ)が、科学技術によって実現している例も少なくないだろう。シーズ主導による科学技術の限界とニーズ主導による科学技術の限界のそれぞれについて十分な把握を行い、科学技術と社会の調和を検討していく必要がある。

Ⅱ 急速に発展しつつある 研究領域調査 概要

1 調査の目的・流れ

1-1 調査の目的

本調査の目的は、基礎研究を中心とする科学の動向を、論文データベース分析によって研究領域レベルで把握し、その中から「注目すべき重要な研究領域で、かつ急速な発展をみせている研究領域(以後 発展領域と記述)」を見出す事である。加えて、発展領域における日本の存在感の分析を通じて、発展領域における日本の研究活動の状況の把握も試みた。

先進国における科学技術政策は、従来と比べて一層ミッション指向になり、経済、社会、国民生活へのインパクトが求められる傾向にある。2006 年から実施される第3期科学技術基本計画においても、これまでの公的研究開発・支援が、結果として国民にどのように還元されたかが一層問われる事が予想される。一方で、科学技術がこれらのインパクトを実現するには、その基盤として基礎研究が重要な役割を果たしており、今後も引き続き基礎研究の推進が必要であることが、複数の調査から示されている¹。

基礎研究の活動を計測する 1 つの指標として論文分析が用いられる。これまで、学術論文の出版傾向についての分野レベルでの分析が実施され、国毎のポートフォリオや論文の質についての有益な情報が得られている。

しかしながら、分野に立脚する論文のマクロ分析においては、研究自体の質的な変化を理解することは容易ではない。例えば量子力学の発展を考えると、20 世紀初頭においては、原子中の電子の振る舞いの理解が量子力学の主要な課題であり、科学者はこの理解に取り組んだ。21 世紀初頭の現在においては、科学者はデバイス中の電子 1 つ 1 つの制御を試み、ナノテクノロジーとして社会、経済、国民生活にインパクトを生み出しつつある。このような動的な研究動向を把握するには、分野レベルでの分析を超えた分析が必要であり、具体的な研究内容が把握可能な研究領域レベルでの研究活動の分析が、研究の質的な変化を把握するための有効な手段になり得ると考えられる。

加えて、研究領域間の関係も変わりつつある。近年、ナノテクノロジーやバイオインフォマティクスといった学際的・分野融合的領域が数多く現れている。これらの研究領域の重要性に対する認識が高まっているにもかかわらず、研究領域の学際的・分野融合性について分析する方法論的な処方箋はこれまで存在しなかった。伝統的に、学際的・分野融合的領域は単に既存の領域名の組み合わせによって表現されていたと言えるだろう。従って、学際的・分野融合的領域を系統的に理解する方法論の確立は、研究活動の客観的な把握の手助けになると考えられる。これを行うには、研究領域に対する俯瞰的な視点と、最新の科学的知識の両方が必要になる。

これらの問題意識に基づき本調査では、「論文データベース分析を用いた研究領域の構築・抽出」と「抽出された研究領域に対する内容分析」を組み合わせることで、発展領域の客観的な把握を試みた。

¹ NISTEP REPORT No. 89 「科学技術振興による経済・社会・国民生活への寄与の定性的評価・分析」、NISTEP REPORT No.90 「我が国の研究活動のベンチマーキング」

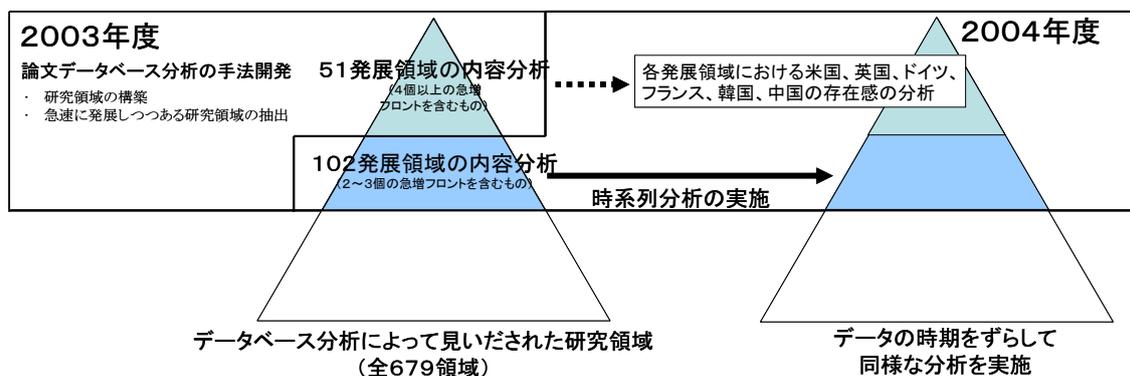
1-2 調査の流れ

本調査ではまず、基礎研究を中心とする科学において、どのような研究領域が存在しているのかを俯瞰的に把握し、その中から急速に発展しつつあるものを抽出する手法の開発を行った。具体的には基礎研究のアウトプットである論文に注目し、論文データベース分析によって研究領域の構築・抽出を可能とする手法を開発した。

この論文データベース分析によって679の研究領域を構築し、その中から2003年度に51、2004年度に102のあわせて153を発展領域として抽出し、その内容分析(研究領域名の決定、研究領域の解釈など)を行った。また、これに加えて研究領域の時系列変化の分析などを行った。図表1に2003年度、2004年度の調査の流れをまとめる。

本調査ではこれらの調査を通じて、発展領域は何処か、発展領域の変遷にはどのような傾向があるか、発展領域において日本はどの程度の存在感を持つかを明らかにした。

図表1 本調査の全体概要



2 調査の方法

2-1 論文データベース分析による研究領域の構築・抽出

(1) 共引用関係を用いた論文のグループ化

論文データベース分析による研究領域の構築を行う際に、本調査では論文間の関係づけを「共引用」の関係(図表2)により行い、この関係を用いて論文群から一定の研究領域を導き出すという手段を用いた。ここで共引用とは、例えば図表2に示したように論文1が論文Aと論文Bを同時に引用することを指す。頻繁に共引用される論文は、その内容に一定の共通点があると考えられ、それらをグループ化する事で、研究内容に共通性のある論文の集合を得ることが出来る。本調査では、これらの論文群をコアペーパー(研究領域の核を構成する論文)、コアペーパーを引用する論文をサイティングペーパーと呼ぶ。

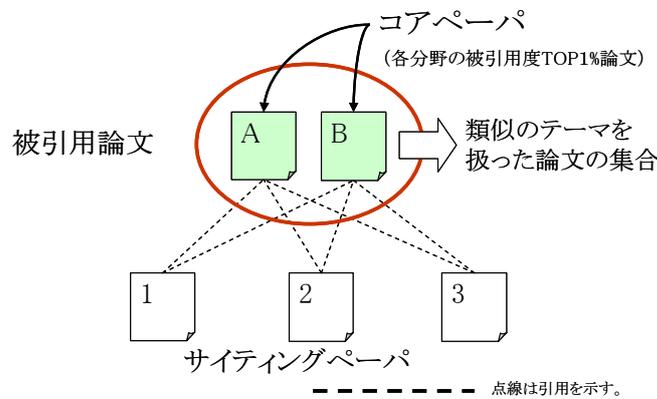
本調査では1997年から2002年までの6年間に発行された論文の中で、各年、各分野(臨床医学、植物・動物学、化学、物理学など22分野、図表3)で被引用数が上位1%である高被引用論文(約4万5千件)を出発点とし、上に述べた共引用関係を用いた論文のグループ化を2段階で行う

ことで一定の大きさを持つ研究領域を構築した(図表 4参照)。

本報告書では、第 1 段階のグループ化で得られる論文の集合として Thomson Scientific 社の Essential Science Indicators (ESI)に収録されているリサーチフロント(5221 リサーチフロント)を用いた。さらに、リサーチフロントを共引用関係によってグループ化することで、679 の研究領域を構築した。

本調査では、論文データベース分析で得られた 679 研究領域の中で、被引用数が急増するリサーチフロント(急増フロント)を 2 個以上含む 153 領域を、今後大きく発展する可能性を持つ領域として抽出した。

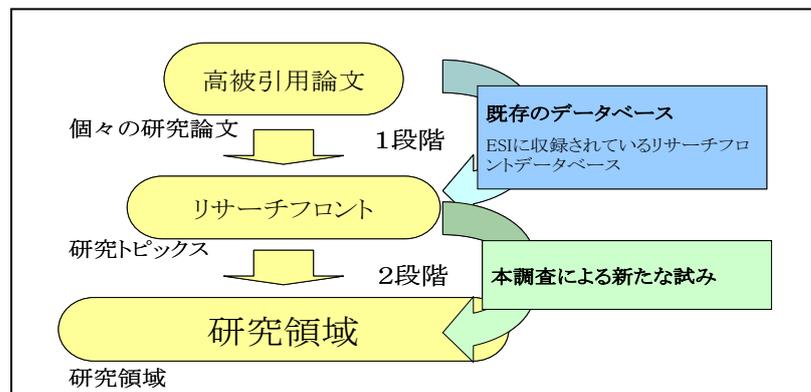
図表 2 共引用関係の模式図



図表 3 ESI における 22 分野分類

農業科学	経済学・経営学	材料科学	神経科学・行動学	社会科学・一般
生物学・生化学	工学	数学	薬理学・毒性学	宇宙科学
化学	環境/生態学	微生物学	物理学	
臨床医学	地球科学	分子生物学・遺伝学	植物・動物学	
計算機科学	免疫学	複合領域	精神医学/心理学	

図表 4 共引用関係を用いた 2 段階の論文のグループ化



2-2 共引用を用いた分析の特徴

論文データベースの分析によって研究領域の構築・抽出を行う手法は、本調査により初めて開発されたものである。本手法は以下のような特徴を持つ。

(既存の学問分野にとらわれない研究領域全体の俯瞰的な分析)

共引用関係のみを用いて研究領域が構築されるので、既存の学問分野に縛られることなく俯瞰的な視点から研究領域の把握が可能となる。また、学際的・分野融合的な研究領域の探索も可能である。

(統計情報に基づく客観的な研究領域の分析)

リサーチフロントを構成しているコアペーパーの被引用数の変化を分析することで、急速に発展しつつある研究領域が把握できる。また、コアペーパーにおける日本論文の比率を求める事で、研究領域内の日本の存在感の分析なども可能となる。

(同一の手法を用いた継続的な分析)

本調査で得られる研究領域は時間の経過に伴い変遷していく。従って、本調査を継続的に行うことで、新たに生じた研究領域、継続的な発展がみられる研究領域などを把握できる。

2-3 抽出された研究領域に対する内容分析

本調査では、上記で述べた共引用による論文のグループ化で得られるコアペーパーのリスト(研究領域の論文リスト)と以下に述べる研究領域のマップを用いることで、研究領域に対する内容分析を行った。

(1) 研究領域のマッピング

本調査では論文データベース分析で得られた研究領域のマップを作製することで、研究領域の構造を視覚的に表現することを試みた。

図表 5にその一例を示す。ここでそれぞれの円はリサーチフロントを示しており、横の数字はそのID番号である。円の面積はリサーチフロントのコアペーパーの被引用数の合計に比例している。即ち円の大きな場合は、そのコアペーパーを引用する論文が多数にのぼる大きなリサーチフロントである事を意味する。

リサーチフロントを示す円は、共引用関係が強い場合に近くに配置され、弱い場合には遠くに配置されている。つまり、互いに研究内容の類似したリサーチフロントが近くに配置される傾向がある。なお、研究領域のマップでは、リサーチフロントの相対的な位置関係が重要であり、上下左右のどこに配置されているかは特に意味を持たない。

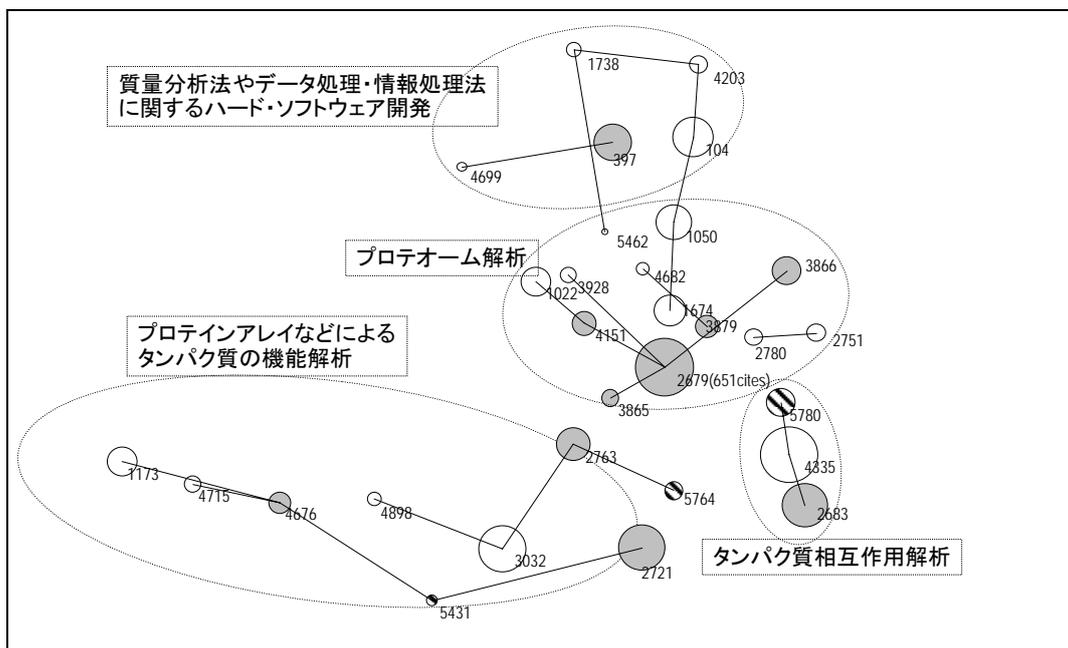
また、各円について、最も強い共引用関係を持つものを直線で結んでいる。濃い色のリサーチフロントは含まれるコアペーパーの被引用数の増加が顕著なものを示し、斜線は 2002 年に新たに現れたリサーチフロントである。

(2) 研究領域に対する内容分析

研究領域のマップおよび研究領域の論文リストから、当該リサーチフロントの研究内容を推測し、さらに近い位置にありかつ内容が似たものをグルーピングした。例えば図表 5の右下にある3つのリサーチフロントは「タンパク質相互作用解析」に関連する研究内容であるから点線で囲み、その内容を示している。

これらの作業を経て、最終的に研究領域がどのような内容を示しているかを検討して、領域名「プロテオミクス」を決定した。

図表 5 研究領域のマップの例(領域名:プロテオミクス)



本報告書においては、各研究領域の内容分析として、研究領域名、研究領域の統計情報、研究領域の説明、研究領域のマップなどの情報を 2 ページにまとめている(研究領域の内容分析の例を p. 32~33 に示す)。なお、これらの関連論文の解釈は科学技術政策研究所 科学技術動向研究センターの該当分野を専門とするスタッフが行った。

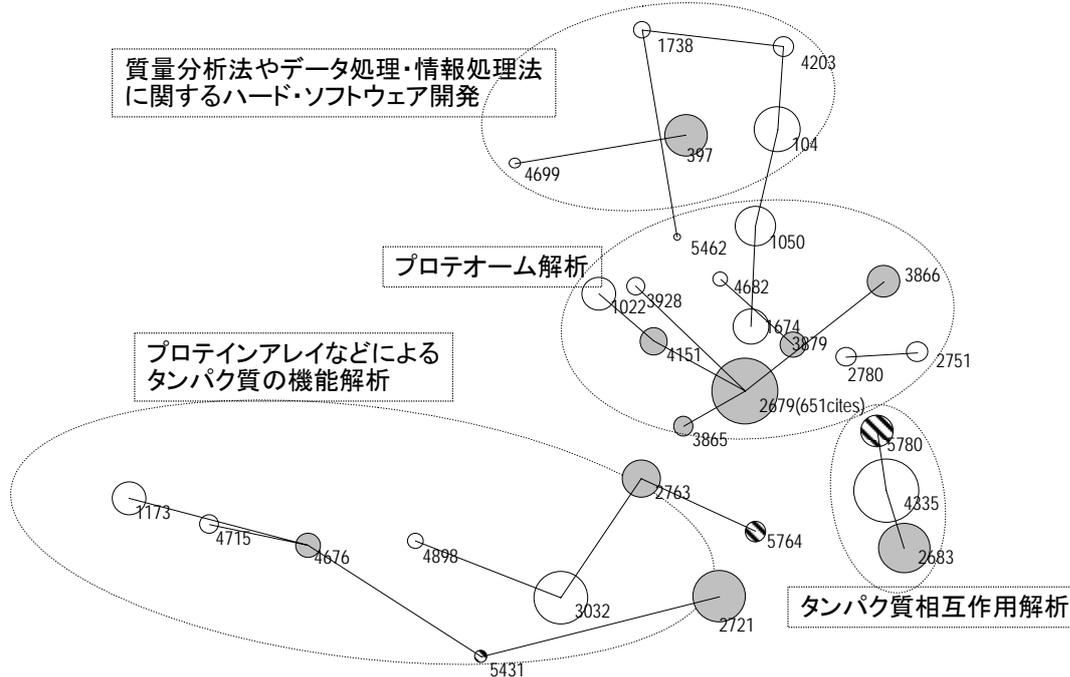
研究領域の内容分析の結果については、外部の専門家の協力を求めて、研究領域名や研究領域の解釈が的確か、共引用を用いた研究領域の把握の妥当性などについて意見収集を行った。

その結果、幾つかの研究領域名、研究領域の説明の変更を行った。また、共引用を用いた研究領域の把握については概ね妥当との意見を得た。研究領域のマップの解釈については、突出した発見を起点として研究が広がる領域についてはマップに明確な構造を持つが、多くのリサーチフロントから構成される領域については、領域の解釈が専門家によって若干異なる事が分かった。

< 研究領域の内容分析の例 >

研究領域名	プロテオミクス	領域 ID	108	
研究領域を示すキーワード				
タンパク質、プロテオーム、質量分析、レーザー、イオン化、スクリーニング、プロテインアレイ、マイクロアレイ、タンパク質の機能解析				
研究領域の統計情報				
リサーチフロント数 (被引用数の急増するもの数)	コアペーパー数	被引用数	被引用数(のべ数)	コアペーパーの平均出版年
30 (10)	147	5154	8549	2000.05
研究領域の説明				
<p>1. 領域の概要</p> <p>ヒトゲノム計画は、まだ精度を高める作業が続いてはいるが、すでに終了宣言が出され、1990年代後半からライフサイエンスは次なるステージとして遺伝子情報を元に作製される生体の主要構成物であるタンパク質の構造・機能解析を行う「プロテオミクス」研究へと移行している。</p> <p>Proteome(プロテオーム)とは、タンパク質 Protein(プロテイン)と ome(ラテン語で“全体”を表す)を合成した造語で、遺伝子における「Genome(ゲノム)」に対応する言葉として、細胞や組織で発現しているタンパク質全体を指す用語である。プロテオミクス(Proteomics)とは、生体内の細胞や組織で作られるタンパク質の構造と機能を明らかにし(第1段階)、タンパク質のネットワークを解明し(第2段階)、最終的には医薬開発に役立てよう(第3段階)という総合的研究であり、将来的には創薬・診断において多大な貢献をもたらすことが期待されている。</p> <p>プロテオーム解析では、技術革新が著しい質量分析計を用いて、細胞や臓器、個体に存在するタンパク質の網羅的な解析が行われている。2次元電気泳動や2次元クロマトグラフィーなどによって複雑な生体試料に含まれるタンパク質を分離してタンパク質のマップを作成し、マップ上に展開されたすべてのタンパク質を、ゲノム情報を利用しながら質量分析法で解析することが行われている。</p> <p>本研究領域は、ゲノム情報に含まれるタンパク質の全体、または特定の性質を持った集団であるプロテオーム解析の基礎から応用に関するリサーチフロントで構成されている。主な研究内容は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 質量分析法やデータ処理・情報処理法に関するハード・ソフトウェア開発 ○ プロテオーム解析 ○ プロテインアレイなどによるタンパク質の機能解析 ○ タンパク質相互作用解析 <p>2. 被引用数の急増が見えるリサーチフロント</p> <p>1997年付近に、質量分析法やデータ処理・情報処理法に関するハード・ソフトウェア開発(ID379)における基盤が確立し、この基盤を足場に、1999年以降プロテオーム解析(ID2679)、プロテインアレイなどによるタンパク質の機能解析(ID2721)、タンパク質相互作用解析(ID2683)といった研究が精力的に行われている。このことから本領域は技術開発と科学的知見の獲得が相互に関連を持ちながら発展している事が分かる。ここで、技術開発と科学的知見の獲得との間に数年のタイムラグが見られる点が興味深い。</p>				

研究領域のマップ



リサーチフロントのキーワード

ID	キーワード	ID	キーワード
104	THREE-DIMENSIONAL ION MOBILITY TOFMS ANALYSIS	4898	QUANTITATIVE GENE EXPRESSION ANALYSIS
397	NONCOVALENT PROTEIN COMPLEXES	5431	PROTEIN KINASE ACTIVITY
1022	PHOSPHORYLATION SITES	5462	RESOLVING ISOMERIC PEPTIDE MIXTURES
1050	ELECTRON CAPTURE DISSOCIATION MASS SPECTROMETRY	5764	INVASIVE OVARIAN CANCER
1173	HIGHLY EFFICIENT SOLID PHASE SYNTHESIS	5780	PROTEIN COMPLEXES
1674	ENHANCED ELECTROSPRAY IONIZATION FOURIER TRANSFORM ION CYCLOTRON RESONANCE MASS SPECTROMETRY		
1738	HIGH-FIELD ASYMMETRIC WAVEFORM ION MOBILITY SPECTROMETER		
2679	PROTEOMES		
2683	DETECTING PROTEIN FUNCTION		
2721	PROTEIN ARRAYS		
2751	LYSINE-TERMINATED TROPIC PEPTIDES USING POSTSOURCE DECAV MATRIX-ASSISTED LASER DESORPTION/IONIZATION MASS SPECTROMETRY		
2763	LASER CAPTURE MICRODISSECTED HUMAN PROSTATE CANCER		
2780	HIGH-SENSITIVITY PEPTIDE SEQUENCING		
3032	LASER CAPTURE MICRODISSECTED TISSUE		
3865	ISOELECTRIC FOCUSING NONPOROUS RP HPLC		
3866	PROTEIN IDENTIFICATION USING MASS SPECTROMETRIC PEPTIDE MAPPING INFORMATION		
3879	RAPIDLY SWITCHABLE MATRIX-ASSISTED LASER DESORPTION/IONIZATION		
3928	SIGNATURE-PEPTIDE APPROACH		
4151	PROTEINS CASING		
4203	ULTRAHIGH RESOLUTION ION MOBILITY SPECTROMETRY		
4335	COMPREHENSIVE TWO-HYBRID ANALYSIS		
4676	OLIGOSACCHARIDES		
4682	HIGH PRESSURE MATRIX-ASSISTED LASER DESORPTION/IONIZATION FOURIER TRANSFORM MASS SPECTROMETRY ION SOURCE		
4699	NONCOVALENT BINDING INTERACTIONS USING SOFT IONIZATION MASS SPECTROMETRY		
4715	GLYCOPEPTIDES CONTAINING CARBOHYDRATE		

被引用数の急増が見えるリサーチフロントの代表的な論文

ID397	Studying noncovalent protein complexes by electrospray ionization mass spectrometry, MASS SPECTROM REV 16: (1) 1-23 JAN-FEB 1997, Loo, JA
ID2679	Quantitative analysis of complex protein mixtures using isotope-coded affinity tags, NAT BIOTECHNOL 17: (10) 994-999 OCT 1999, Gygi, SP et al.
ID2683	Detecting protein function and protein-protein interactions from genome sequences, SCIENCE 285: (5428) 751-753 JUL 30 1999, Marcotte, EM et al.
ID2721	Printing proteins as microarrays for high-throughput function determination, SCIENCE 289: (5485) 1760-1763 SEP 8 2000, MacBeath, G et al.

3 153 の発展領域について

図表 6～図表 8に、本調査によって抽出された 153 の急速に発展しつつある研究領域(発展領域)を分野毎に分類した結果を示す。ここでは、発展領域を構成するコアペーパーの 22 分野の分布を分析し、コアペーパーの中に占める割合が 6 割以上のものを、その発展領域の分野とした。何れの分野とも 6 割を超えない場合は、特定の分野に偏らない領域であると考え、学際的・分野融合的領域とした。

153 発展領域の分野分布をみると以下の通りになる。臨床医学や植物・動物学といったライフサイエンスに関連するものが 47 領域抽出された。この内、約半数の 25 領域が臨床医学の領域であった。また、化学、物理学、工学、材料科学の領域が 33 領域、環境/生態学、地球科学の領域が 9 領域抽出されている。また、少数であるが、宇宙科学、数学の領域も含まれている。また、153 領域の約 3 割である 54 領域が学際的・分野融合的領域となっている。153 領域の特徴として、2003 年度に分析した 51 領域には見受けられなかった工学、計算科学、数学の発展領域が抽出された点がある。

また、興味深い領域としては「バイオテロに関連した天然痘、炭そ菌に関する研究」が挙げられる。本領域は、2001 年に起こったバイオテロによる感染の症例研究、毒素(致死因子)についての研究、公衆衛生管理について取り扱ったものである。本調査で対象とした論文は 1997 年～2002 年に出版されたものであるが、テロ事件の発生から僅か 1 年足らずの短期間に、論文が非常に多数出版された事が分った。

図表 6 ライフサイエンスに関する発展領域

分野	研究領域名	分野	研究領域名
臨床医学	急性冠症候群に関する研究	神経科学・行動学	アルツハイマー病の認知症改善薬開発
	シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の研究		大脳新皮質の発達と神経変性に関わる分子
	疾患治療を目的とした免疫研究	精神医学/心理学	神経症性障害、ストレス関連障害および身体表現障害
	高血圧症治療に関する研究		統合失調症の薬物治療とその影響
	がんの分子標的薬研究		統合失調症
	バイオテロに関連した天然痘、炭そ菌に関する研究	生物学・生化学	精神疾患(うつ病)に対する非薬物的治療法
	致死性不整脈とそれによる突然死予防に関する研究		タンパク質フォールディングの研究
	ウイルス性肝炎	免疫学	CD4およびCD8メモリーT細胞に関する免疫研究
	大腸がんの補助化学療法の効果評価		微生物に対する宿主防御機構の研究 (Toll-like receptor研究)
	アスペルギルス症を中心とした深在性真菌症の治療法の研究	微生物学	バイオフィルム研究
	抗体を用いたリンパ腫の治療法		大腸菌の遺伝子発現プロファイリング
	超急性脳虚血に対する初期治療	分子生物学・遺伝学	DNAメチル化
	機能性胃腸症および胃食道逆流症の治療研究	植物・動物学	生物時計に関する研究
	ホルモン療法		植物細胞機能の調整
	循環器疾患の画像診断法の進歩と臨床への展開		大気二酸化炭素増加による陸上植物の成長促進
	前立腺がんの非外科的治療方法		植物ホルモン・アブシジン酸の機能解析
	2型糖尿病(インスリン非依存型糖尿病)		シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究
	腎機能障害と心疾患の関連		植物ホルモン・オーキシンの機能解析
	クエン酸シルデナフィルに関する研究		植物ゲノム研究
	多発性骨髄腫に対する骨髄移植に関する研究		フラボノイド研究
	心不全治療研究		藻類による二酸化炭素吸収メカニズム・濃縮メカニズム
	白血病に対する新規治療薬の臨床研究		農業科学
	メラノーマの臨床病期判定と抗腫瘍剤としてのインターフェロンの効果評価		
外科手術における抗血液凝固剤治療			
膵がんの化学療法			

図表 7 化学、物理学、工学、材料科学、環境/生態学、地球科学などに関する発展領域

分野	研究領域名	分野	研究領域名
環境/生態学	ハロゲン化残留性有機汚染物質による環境汚染と環境リスク	化学	ナノ結晶粒子のバイオ分野への応用技術
	新規化学物質による環境汚染と生物影響		マイクロ波を利用した有機合成
	捕食回避の生態学		分子デバイス/分子機械
植物種多様性の機構と機能	高効率な有機化合物のメタリ化反応		
地球科学	海洋における親生物元素の生物地球化学的要因がもたらす生物活動の制限	物理学	有機フォトリソグラフィ材料およびその光応答機能利用
	地球規模の気候変動研究		ニュートリノ研究
	気候変動および大気に関するエアロゾル		重イオン衝突による高温・高密度物質の探求
	古気候における地球規模の気候変動		弦理論に基づく素粒子論的宇宙論
地球型惑星の構造解明	酸化物高温超伝導物質		
計算機科学	無線通信技術		ペロブスカイト型マンガ酸化物の物性研究
工学	生体試料や環境試料の微量元素分析		非可換時空/構成論的弦理論
	高エネルギー環境下における材料挙動の解析と新規物質創製		量子コンピュータ
	乱流の知的制御		金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質
	画像符号化圧縮技術		非線形現象の研究
	軟骨組織の研究	光の特異現象の研究	
材料科学	質量分析法と創薬、テーラード医療	非可換場の理論/背景場中のブレイン	
	生体構造再生材料	分子モーター	
化学	自己組織化	宇宙科学	宇宙の構造と進化
	酵素・錯体触媒	数学	スペクトル解析
	有機/無機ハイブリッド材料		形態形成と微分方程式
	イオン性液体	渦や欠損のギンツブルグ・ランダウ型エネルギーによる変分解析	
	リビングラジカル重合	経済学・経営学	労働力多様化時代における公正の問題
	高効率炭素-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応	知識と情報技術をベースとした組織・経営論研究	
	溶媒効果/密度汎関数を中心とした計算化学手法によるアプローチ	社会科学・一般	法學および経済学における行動主義的分析
	バイオ分析用デバイス		地域経済発展とネットワーク
	デンドリマー		臨床看護サービス

図表 8 学際的・分野融合的な発展領域

分野	研究領域名	分野	研究領域名
学際的・分野融合的領域	神経伝達物質放出を制御する神経終末タンパク質の働き	学際的・分野融合的領域	テロメラーゼ研究
	細胞の生存シグナルの分子生物学的研究		経済物理学/金融市場データ解析と数理モデル
	G-タンパク質共役受容体の構造と機能に関する研究		地殻・マントルの物質の研究/白金族元素の定量
	細胞膜チャンネル		計算論的学習理論サポート/ベクター・マシンとブースティング
	メタボロミクス		小進化現象
	老化およびカロリー制限による遺伝子発現プロファイリングへの影響		メノポーズ材料とナノワイヤー
	緑色蛍光色素を用いた分子イメージング		有限要素法、メッシュレス法などを用いた数値解析
	活性酸素による心血管系への酸化ストレス		モンテカルロ法の新しい応用
	プロテオミクス		薬剤耐性を示す細菌性肺炎に関する臨床的および基礎的研究
	粘土鉱物系ナノ複合材料		病原微生物のゲノム解析
	インフルエンザに関する研究		ヒストン脱アセチル化の役割
	リチウムイオン二次電池の正極材料		RNAi (RNA interference)
	近接場分光イメージング		神経変性疾患についての研究
	リチウムイオン二次電池の負極材料		多発性硬化症の診断・治療方法開発
	ペロキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究		辛み受容体等による侵害刺激受容と多種生理作用の統合系
	①グルタミンレセプター ②がんの成長阻害		脳のニコチン性アセチルコリン受容体
	アポトーシスの分子機構		コルチコステロイド/放出ホルモン/受容体阻害と抗ストレス、抗不安、抗うつ作用
	脂肪細胞分泌ホルモン		カーボンナノチューブ
	幹細胞からの再生に関する研究		III族窒化物の半導体デバイス化研究
	DNAマイクロアレイによる遺伝子発現解析		高誘電率ゲート絶縁膜
	自閉症に関するスクリーニングの必要性		核融合
	大気中粒状物質の健康影響		高分子発光素子の研究
	エストロゲンレセプターの機能の解明		有機エレクトロニクス
	分子イメージング研究		マラリア原虫のイソプレノイド生合成経路に関する研究
	うつ病に対する実践的治療計画		流域生態学
	プロスタグランジンの分子機能の解明		森林を中心とする陸上生態系の炭素固定
	c-MYC遺伝子の機能の研究		①発達性言語障害(読み書き困難)の原因分析と指導法 ②教育学、心理学のデータ解析における信頼性と妥当性の検討

3-1 研究領域間の関連性

領域間の関連性を視覚的に示したマップを p. 37 に示す。マップ中の数字は、データベース上で各領域に付けられた領域 ID であり、ID 番号に対応する研究領域名をマップ中に示した。

ここでは、領域を構成するコアペーパーの 22 分野の分布を比較し、似た分野分布の比率を持つ領域間に引力が働くモデル(重力モデル)を用いて、各領域を動かして全体が最も安定したときの配置を示している。従って、コアペーパーの分野分布が似た領域は一箇所に集まる傾向にある。なお、図では領域の相対的な位置関係が重要であり、上下左右のどこに配置されているかは特に意味を持たない。

マップ中央に点線で描かれた円の外にある研究領域は、コアペーパーの 6 割以上が 22 分野の何れかに属する領域である。逆に、点線の内側は特定の分野に偏らない学際的・分野融合的領域であると考えられる。

マップ中、研究領域名の網掛けが濃い色で示されているのは日本論文の比率が 15%以上、2 番目に濃いのは 7~15%、3 番目に濃いのは比率が 3~7%、網掛けがされていないのは比率が 3%より小さい研究領域である。なお、153 発展領域における日本論文の比率の平均値は7%である。

3-2 153 領域とデルファイ調査の分野分類の関連性

p. 38 にデータベース分析で得られた 153 領域とデルファイ調査の 13 分野の関連を示した。なお、ここでは ESI の分野分類との混乱を避ける為、デルファイ調査のライフサイエンス分野を指す場合は、ライフサイエンス分野(デルファイ)と書く。また、複数の分野に属すると考えられるものについては、最も関係すると思われる分野に領域名を示し、類似の研究領域については領域群として1つにまとめた。

これを見ると、発展領域の多くがデルファイ分科会の何れかと関係があることが分かる。それ以外で発展のみられる領域として「スペクトル解析」、「形態形成と微分方程式」などの数学の発展領域が挙げられる。

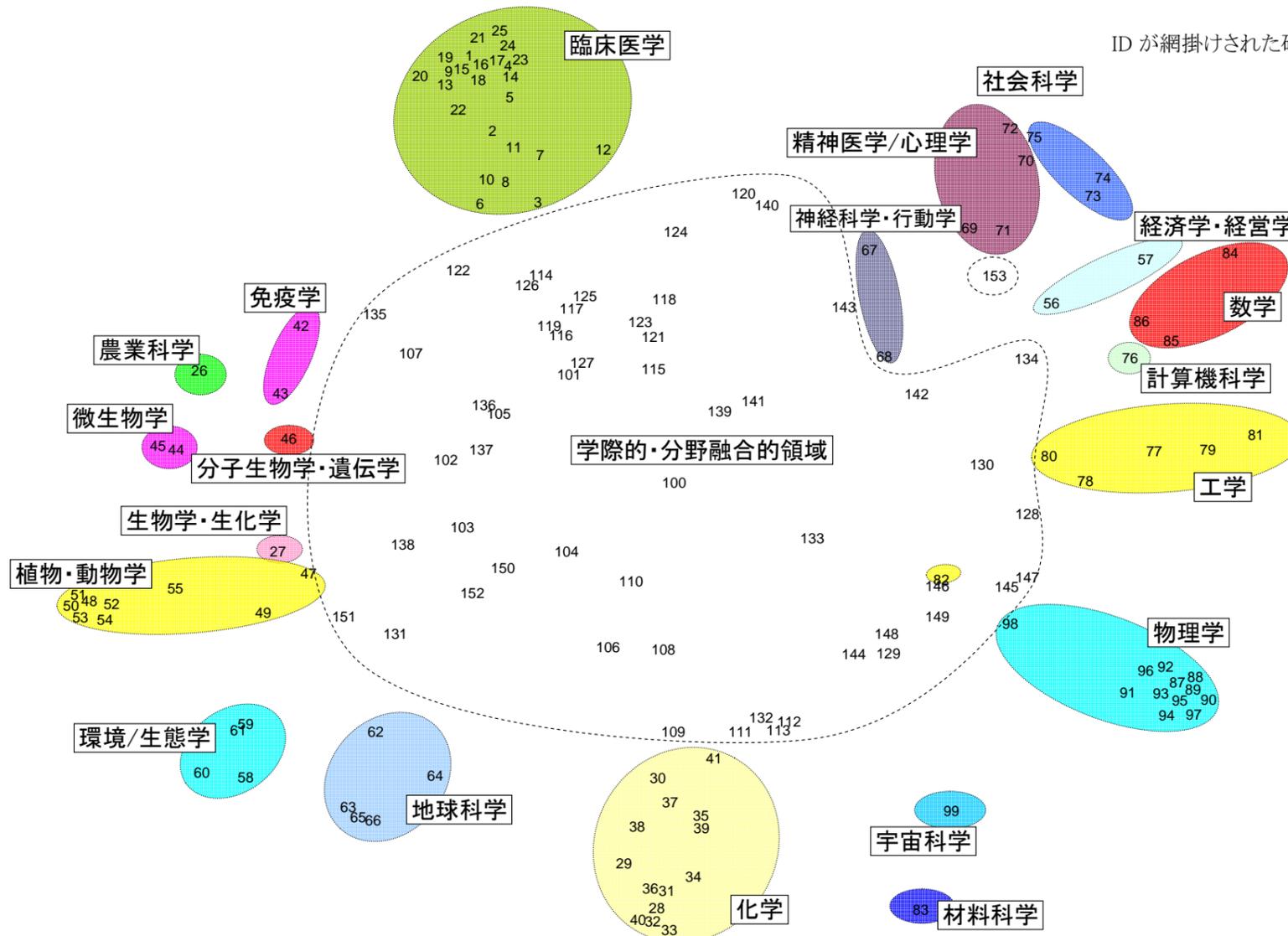
153の急速に発展しつつある研究領域間の関連性

- この図は、研究領域を構成するコアペーパーの22分野の分布を比較し、似た分野分布を持つ領域間に引力が働くモデル(重力モデル)を用いて作成した。
- 約3割の54領域はコアペーパーの所属が特定の分野に偏らない学際的・分野融合的領域である。新たに発展しつつある研究領域の相当数が学際的・分野融合的性格を持つことが考えられる。これらの領域で日本は健闘している。
- 物理学、化学、植物・動物学にコアペーパーが偏る研究領域において、日本の存在感が相対的に大きい。特に、物理学においてはブレークスルーとなる研究が日本でされているケースがある。

IDが網掛けされた研究領域は4つ以上の急増フロントを含む51領域を示す。

分野	ID	研究領域名
臨床医学	1	急性冠症候群に関する研究
	2	シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の研究
	3	疾患治療を目的とした免疫研究
	4	高血圧症治療に関する研究
	5	がんの分子標的薬剤研究
	6	バイオテロに関連した天然産物・炭素菌に関する研究
	7	致死性不整脈とそれによる突然死予防に関する研究
	8	ウイルス性肝炎
	9	大腸がんの補助化学療法の効果評価
	10	アスペルギルス症を中心とした深在性真菌症の治療法の研究
	11	抗体を用いたリンパ腫の治療法
	12	超急性脳虚血に対する初期治療
	13	機能性胃腸症および胃食道逆流症の治療研究
	14	ホルモン療法
	15	循環器疾患の画像診断法の進歩と臨床への展開
	16	前立腺がんの非外科的治療方法
	17	2型糖尿病(インスリン非依存型糖尿病)
	18	腎機能障害と心疾患の関連
	19	クエン酸シドナフィルに関する研究
	20	多発性骨髄腫に対する骨髄移植に関する研究
	21	心不全治療研究
	22	白血病に対する新規治療法の臨床研究
	23	メラノーマの臨床病変判定と抗腫瘍剤としてのインターフェロンの効果評価
	24	外科手術における抗血液凝固剤治療
	25	膵がんの化学療法

分野	ID	研究領域名
農業科学	26	ポリフェノールの生理作用
生物学・生化学	27	タンパク質フォールディングの研究
化学	28	自己組織化
	29	酵素・錯体触媒
	30	有機/無機ハイブリッド材料
	31	イオン性液体
	32	リビングラジカル重合
	33	高効率良薬-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応
	34	溶媒効果/密度汎用性を中心とした計算化学手法によるアプローチ
	35	バイオ分析用デバイス
	36	デンドリマー
	37	ナノ結晶粒子のバイオ分野への応用技術
免疫学	38	マイクロ波を利用した有機合成
	39	分子デバイス/分子機械
微生物学	40	高効率な有機化合物のメタル化反応
	41	有機フォトリソグラフィ材料およびその光応答機能利用
分子生物学・遺伝学	42	CD4およびCD8メモリーT細胞に関する免疫研究
	43	微生物に対する宿主防御機構の研究(Toll-like receptor研究)
植物・動物学	44	バイオフィルム研究
	45	大腸菌の遺伝子発現プロファイリング
	46	DNAメチル化
	47	生物時計に関する研究
	48	植物細胞機能の調整
	49	大気二酸化炭素増加による陸上植物の成長促進
	50	植物ホルモン・アブシジン酸の機能解析
	51	シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究
	52	植物ホルモン・オーキシンの機能解析
	53	植物ゲノム研究
54	フラボノイド研究	
55	藻類による二酸化炭素吸収メカニズム・濃縮メカニズム	



分野	ID	研究領域名
境界的・分野融合的領域	100	神経伝達物質放出を制御する神経終末タンパク質の働き
	101	細胞の生存シグナルの分子生物学的研究
	102	G-タンパク質共役受容体の構造と機能に関する研究
	103	細胞膜チャンネル
	104	メタボロミクス
	105	老化およびカリウム制限による遺伝子発現プロファイリングへの影響
	106	緑色蛍光色素を用いた分子イメージング
	107	活性酸素による心血管系への酸化ストレス
	108	プロテオミクス
	109	粘土鉱物系ナノ複合材料
	110	経済物理学/金融市場データ解析と数理モデル
	111	リチウムイオン二次電池の正極材料
	112	近接場分光イメージング
	113	リチウムイオン二次電池の負極材料
	114	ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究
	115	①グルタミンレセプター ②がんの成長阻害
	116	アポトーシスの分子機構
117	脂肪細胞分泌ホルモン	

分野	ID	研究領域名
境界的・分野融合的領域	118	幹細胞からの再生に関する研究
	119	DNAマイクロアレイによる遺伝子発現解析
	120	自閉症に関するスクリーニングの必要性
	121	大気中粒状物質の健康影響
	122	エストロゲンレセプターの機能の解明
	123	分子イメージング研究
	124	うつ病に対する実践的治療計画
	125	プロスタグランジンの分子機能の解明
	126	c-MYC遺伝子の機能の研究
	127	テロメラーゼ研究
	128	経済物理学/金融市場データ解析と数理モデル
	129	地殻・マンテルの物質の研究/白金族元素の定量
	130	計算論的学習理論サポート/ベクター・マシンとブースティング
	131	小進化現象
	132	メソポーラス材料とナノワイヤー
	133	有限要素法、メッシュレス法などを用いた数値解析
	134	モンテカルロ法の新しい応用
135	薬剤耐性を示す細菌性肺炎に関する臨床的および基礎的研究	

分野	ID	研究領域名
境界的・分野融合的領域	136	病原微生物のゲノム解析
	137	ヒストン脱アセチル化の役割
	138	RNAi (RNA interference)
	139	神経変性疾患についての研究
	140	多発性硬化症の診断・治療方法開発
	141	辛み受容体等による侵害刺激受容と多種生理作用の統合系
	142	脳のニコチン性アセチルコリン受容体
	143	コレチコリン/放出ホルモン/受容体阻害と抗ストレス、抗不安、抗うつ作用
	144	カーボンナノチューブ
	145	山梨糖化合物の半導体デバイス化研究
	146	高誘電率ゲート絶縁膜
	147	核融合
	148	高分子発光素子の研究
	149	有機エレクトロニクス
	150	マラリア原虫のイソプレノイド生合成経路に関する研究
	151	流域生態学
	152	森林を中心とする陸上生態系の炭素固定
153	①発達性言語障害(読み書き困難)の原因分析と指導法 ②教育学、心理学のデータ解析における信頼性と妥当性の検討	

分野	ID	研究領域名
経済学・経営学	56	労働力多様化時代における公正の問題
	57	知識と情報技術をベースとした組織・経営論研究
環境/生態学	58	ハロゲン化残留性有機汚染物質による環境汚染と環境リスク
	59	新規化学物質による環境汚染と生物影響
	60	捕食回避の生態学
	61	植物種多様性の機構と機能
地球科学	62	海洋における観測要素の生物地球化学的要素がもたらす生物活動の制御
	63	地球規模の気候変動研究
	64	気候変動および大気に関するエアロゾル
	65	古気候における地球規模の気候変動
66	地球型惑星の構造解明	
神経科学・行動学	67	アルツハイマー病の認知症改善薬開発
	68	大脳新皮質の発達と神経変性に関わる分子
精神医学/心理学	69	神経症性障害、ストレス関連障害および身体表現障害
	70	統合失調症の薬物治療とその影響
社会科学・一般	71	統合失調症
	72	精神疾患(うつ病)に対する非薬物的治療法
社会科学・一般	73	法学および経済学における行動主義的分析
	74	地域経済発展とネットワーク
	75	臨床看護サービス

分野	ID	研究領域名
計算機科学	76	無線通信技術
工学	77	生体試料や環境試料の微量元素分析
	78	高エネルギー環境下における材料挙動の解析と新規物質創製
	79	乱流の知的制御
	80	画像符号化圧縮技術
	81	軟骨組織の研究
材料科学	82	質量分析法と創薬、テララメド医療
	83	生体構造再生材料
数学	84	スペクトル解析
	85	形態形成と微分方程式
物理学	86	真や欠損のギンツブルグ-ランダウ型エネルギーによる重分析
	87	ニュートリノ研究
	88	重イオン衝突による高温・高密度物質の探求
	89	弦理論に基づく素粒子論的宇宙論
	90	酸化物質高温超伝導物質
	91	ペロブスカイト型マンガニ酸化物の物性研究
	92	非可換時空/構成論的弦理論
	93	量子コンピュータ
	94	金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質
	95	非線形現象の研究
宇宙科学	96	光の特異現象の研究
	97	非可換場の理論/背景場中のブレイン
98	分子モーター	
99	宇宙の構造と進化	

色	割合
黄緑色	15%~
黄色	7%~15%
黄褐色	3%~7%
白色	0%~3%

コアペーパーに日本語論文が占める割合

153の急速に発展しつつある研究領域とデルファイ調査の分野の関連性

分野(デルファイ)	領域群	領域	分野(デルファイ)	領域群	領域	分野(デルファイ)	領域群	領域					
情報通信		量子コンピュータ	保健・医療・福祉	がん研究	エストロゲンレセプターの機能の解明	エネルギー・資源		核融合					
		計算論的学習理論サポート/ベクター・マシンとブースティング			c-MYC遺伝子の機能の研究			リチウムイオン電池の正極材料					
		画像符号化圧縮技術			テロメラーゼ研究			リチウムイオン電池の負極材料					
		無線通信技術			シクロオキシゲナーゼー2阻害剤の研究			地球規模の気候変動研究					
エレクトロニクス	次世代エレクトロニクス研究	有機エレクトロニクス			がんの分子標的薬剤研究	環境	気候変動研究	環境	気候変動研究	古気候における地球規模の気候変動			
		高誘電率ゲート絶縁膜			白血病に対する新規治療薬の臨床研究					気候変動および大気に関するエアロゾル			
		III族窒化物の半導体デバイス化研究			多発性骨髄腫に対する骨髄移植に関する研究					植物種多様性の機構と機能			
	光科学研究	有機フォトクロミズム材料およびその光応答機能利用			抗体を用いたリンパ腫の治療法		生物多様性研究			海洋における親生物元素の生物地球化学的要因がもたらす生物活動の制限			
		高分子発光素子の研究			膵がんの化学療法					捕食回避の生態学			
		光の特異現象の研究			前立腺がんの非外科的治療方法					流域生態学			
非線形現象の研究	大腸がんの補助化学療法の効果評価	環境			環境汚染・化学物質の生物影響研究		大気中粒状物質の健康影響						
脳研究	神経伝達物質放出を制御する神経終末タンパク質の働き						感染症・免疫研究	肥満研究	炭素循環研究	新規化学物質による環境汚染と生物影響			
	大脳新皮質の発達と神経変性に関わる分子									微生物に対する宿主防御機構の研究 (Toll-like receptor研究)	環境汚染と環境リスク		
	脳のニコチン性アセチルコリン受容体				CD4およびCD8メモリーT細胞に関する免疫研究					大気二酸化炭素増加による陸上植物の成長促進			
	コルチコロビン/放出ホルモン/受容体阻害と抗ストレス、抗不安、抗うつ作用				疾患治療を目的とした免疫研究				ナノレベル構造制御	ナノレベル計測・シミュレーション	藻類による二酸化炭素吸収メカニズム・濃縮メカニズム		
	辛み受容体等による侵害刺激受容と多種生理作用の統合系		マラリア原虫のインソプレノイド合成経路に関する研究	森林を中心とする陸上生態系の炭素固定									
	神経変性疾患についての研究		ウイルス性肝炎	小進化現象									
	アルツハイマー病の認知症改善薬開発		インフルエンザに関する研究	ナノテクノロジー・材料	強相関物質研究				自己組織化				
	超急性脳虚血に対する初期治療		薬剤耐性を示す細菌性肺炎に関する臨床的および基礎的研究						デンドリマー				
	多発性硬化症の診断・治療方法開発		アスペルギルス症を中心とした深在性真菌症の治療法の研究			分子デバイス/分子機械							
	統合失調症		パイオテロに関連した天然痘、炭そ菌に関する研究			カーボンナノチューブ							
	統合失調症の薬物治療とその影響		ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究			メゾポーラス材料とナノワイヤー							
	精神疾患(うつ病)に対する非薬物的治療法		肥満研究			脂肪細胞分泌ホルモン			新規物質材料創製研究	近接場分光イメージング			
うつ病に対する実践的治療計画	2型糖尿病(インスリン非依存型糖尿病)					溶媒効果/密度汎関数を中心とした計算化学手法によるアプローチ							
神経症性障害、ストレス関連障害および身体表現障害	臨床看護サービス					酸化物高温超伝導物質							
自閉症に関するスクリーニングの必要性	その他	①発達性言語障害(読み書き困難)の原因分析と指導法	製造			有機合成反応研究	金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質						
バイオ分析用デバイス		②教育学、心理学のデータ解析における信頼性と妥当性の検討					ペロブスカイト型マンガン酸化物質の物性研究						
分子イメージング研究		急性冠症候群に関する研究					高エネルギー環境下における材料挙動の解析と新規物質創製						
緑色蛍光色素を用いた分子イメージング		高血圧症治療に関する研究					粘土鉱物系ナノ複合材料						
循環器疾患の画像診断法の進歩と臨床への展開		致死性不整脈とそれによる突然死予防に関する研究		有機/無機ハイブリッド材料									
生体試料や環境試料の微量元素分析		機能性胃潰瘍および胃食道逆流症の治療研究		軟骨組織の研究									
生体計測技術		ナノバイオロジー		分子モーター	ホルモン療法		産業基盤	数学	数学	マイクロ波を利用した有機合成			
				ナノ結晶粒子のバイオ分野への応用技術	腎機能障害と心疾患の関連					高効率な有機化合物のメタル化反応			
				ヒストン脱アセチル化の役割	クエン酸シレデナフィルに関する研究					リビングラジカル重合			
ポストゲノム研究		ゲノム・バイオインフォマティクス		DNAメチル化	心不全治療研究					製造	有機合成反応研究	製造	高効率炭素-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応
				RNAi (RNA interference)	活性酸素による心血管系への酸化ストレス								イオン性液体
				病原微生物のゲノム解析	植物ゲノム研究								酵素・錯体触媒
	大腸菌の遺伝子発現プロファイリング		シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究	知識と情報技術をベースとした組織・経営論的研究									
	DNAマイクロアレイによる遺伝子発現解析		植物ホルモン・アブジシン酸の機能解析	法学および経済学における行動主義的分析									
	老化およびカロリー制限による遺伝子発現プロファイリングへの影響		植物ホルモン・オーキシンの機能解析	地域経済発展とネットワーク									
	プロテオミクス	メタボロミクス	プロテオミクス	生物時計に関する研究	産業基盤	数学				数学	労働力多様化時代における公正の問題		
			タンパク質フォールディングの研究	植物細胞機能の調整							経済物理学/金融市場データ解析と数理モデル		
			質量分析法と創薬、テーラメード医療	フラボノイド研究							渦や欠損のギンツブルグ・ランダウ型エネルギーによる変分解析		
	再生医科学	メタボロミクス	メタボロミクス	地球型惑星の構造解明			その他	数学	数学		形態形成と微分方程式		
			ポリフェノールの生理作用	地殻・マントル物質の研究/白金元素の定量							スペクトル解析		
			アポトーシスの分子機構	宇宙の構造と進化							モンテカルロ法の新しい応用		
幹細胞からの再生に関する研究			ニュートリノ研究	有限要素法、メッシュレス法などを用いた数値解析									
生体構造再生材料			重イオン衝突による高温・高密度物質の探求	乱流の知的制御									
バイオフィルム研究			非可換時空/構成論的弦研究										
細胞の生存シグナルの分子生物学的研究			非可換場の理論/背景場中のブレイン										
G-タンパク質共役受容体の構造と機能に関する研究			弦理論に基づく素粒子論的宇宙論										
細胞膜チャネル													
①グルタミンレセプター ②がんの成長阻害													
プロスタグランジンの分子機能の解明													

3-3 学際的・分野融合的領域

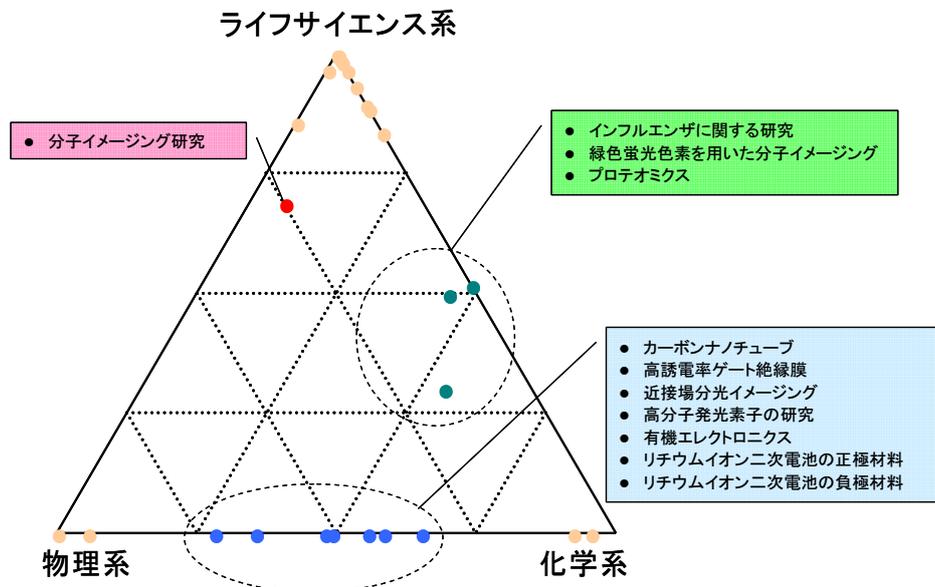
学際的・分野融合的領域の特徴を調べる目的で、学際的・分野融合的領域とされた 54 領域について、コアペーパーの分野割合をライフサイエンス系領域、物理系領域、化学系領域の 3 軸についてプロットした(図表 9 参照)。ここでは、ESI の 22 分野分類において臨床医学、植物・動物学、生物学など 10 分野¹をライフサイエンス系領域、物理学、数学、工学を物理系領域、化学、材料科学を化学系領域とした。

まず、物理系領域と化学系領域の学際的・分野融合的領域を見ると「カーボンナノチューブ」、「高誘電率ゲート酸化膜」、「近接場分光イメージング」、「高分子発光素子の研究」などが存在する。

物理系領域、化学系領域とライフサイエンス系領域との学際的・分野融合的領域には「分子イメージング」、「緑色蛍光色素を用いた分子イメージング」、「プロテオミクス」、「インフルエンザに関する研究」がある。前半の 2 領域はイメージングについての研究領域である。これらの領域の内容は、計測機器の技術開発と、開発された機器を用いた計測から構成される。

同じような傾向は「プロテオミクス」においても見られ、計測機器の技術開発に伴い、開発された機器を用いたタンパク質の網羅的な解析が可能となったという研究の流れが、研究領域のマップの分析から明らかになっている。このことから、計測機器開発は学際的・分野融合的な性格を持った研究課題であり、ライフサイエンス、物理、化学といった幅広い分野の研究者の参画により、研究が発展していることが分かる。

図表 9 ライフサイエンス系、物理系、化学系での3軸プロット図



¹ ライフサイエンス系領域には、農業科学、生物学・生化学、臨床医学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物学、精神医学/心理学の 10 分野を含めた。

4 研究領域における日本の存在感

研究領域を構成するコアペーパーに占める日本論文の比率は、研究領域における日本の存在感を示す指標の1つと考えることが出来る。以下では、コアペーパーに占める日本論文の比率をもとに、日本の存在感を考察した結果についてまとめる。図表10に日本論文の比率が、7%以上の研究領域を示す。ここでは、論文の著者(多くは複数)の所属機関に、1つでも日本の組織が含まれれば日本論文としてカウントした。

(1) 日本の存在感が相対的に大きい研究領域

153領域中、物理学、化学、植物・動物学の研究領域において、日本の存在感が相対的に大きい。また、学際的・分野融合的領域における日本の健闘が見える。

物理学の12領域中8領域で、日本論文の比率が7%を超えている。その中で、15%を超えている領域が4領域存在する。最も日本論文比率が高い研究領域は、「ペロブスカイト型マンガ氧化物の物性研究」で比率が5割に近く、153領域中で最も高い。「ニュートリノ研究」や「金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質」といった研究領域は、日本における研究がブレイクスルーとなって発展している研究領域である。

化学では、13領域中7領域で日本論文の比率が7%を超えている。ここで15%を超えているのは、「有機フォトクロミズム材料およびその光応答機能利用」と「高効率炭素-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応」である。

ライフサイエンス系の領域では、植物・動物学において、9領域中6領域で日本論文の比率が7%を超えている。その中でも特に「生物時計」に関する研究領域では、日本論文比率が18%と高くなっている。「タンパク質フォールディングの研究」(生物学・生化学)、「微生物に対する宿主防衛機構の研究(Toll-like receptor 研究)」(免疫学)も日本論文の比率が高い。

また、学際的・分野融合的領域でも16領域において、日本論文の比率が7%を超えている。通常、学際的・分野融合的領域は日本の苦手とする領域とされているが、これらの領域でも一定の存在感を持っていることが分かった。

(2) 日本の存在感が相対的に小さい研究領域

臨床医学、環境/生態学、工学の研究領域において、日本の存在感が相対的に小さい。

臨床医学では25領域が抽出されているが、そのうち16領域で日本論文がコアペーパーに占める割合が0%となっている。環境/生態学、工学においても、日本論文比率が7%を越える研究領域は1領域しか存在しない。

但し、臨床医学と免疫学、生物学・生化学などの基礎生物学との学際的・分野融合的領域である、「プロスタグランジンの分子機能の解明」、「脂肪細胞分泌ホルモン」、「ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究」、「アポトーシスの分子機構」、「テロメラーゼ研究」などではシェアが7%を超えていることが分かった。これは、学際的・分野融合的領域を構成しているコアペーパーのうち、免疫学、生物学・生化学などにおける日本論文の比率が高いためと考えられる。

図表 10 日本の存在感が高い発展領域

研究領域名	コアペーパー数	日本論文数	日本論文比率	研究領域名	コアペーパー数	日本論文数	日本論文比率
ペロブスカイト型マンガン酸化物の物性研究	47	22	47	自己組織化	145	18	12
プロスタグランジンの分子機能の解明	11	5	45	植物ホルモン・アブシジン酸の機能解析	66	8	12
有機フォトクロミズム材料およびその光応答機能利用	12	5	42	分子イメージング研究	33	4	12
酸化物高温超伝導物質	133	45	34	大腸がんの補助化学療法の効果評価	34	4	12
微生物に対する宿主防御機構の研究 (Toll-like receptor 研究)	55	15	27	神経変性疾患についての研究	258	30	12
リチウムイオン二次電池の正極材料	20	5	25	病原微生物のゲノム解析	63	7	11
リチウムイオン二次電池の負極材料	18	4	22	ベルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究	236	24	10
III族窒化物の半導体デバイス化研究	92	17	18	酵素・錯体触媒	141	14	10
生物時計に関する研究	135	24	18	植物細胞機能の調整	72	7	10
ニュートリノ研究	117	20	17	アポトーシスの分子機構	190	18	9
粘土鉱物系ナノ複合材料	24	4	17	シロイヌナズナを用いた分子植物科学研究	95	9	9
タンパク質フォールディングの研究	24	4	17	重イオン衝突による高温・高密度物質の探求	298	28	9
溝や欠損のギンツブルグ・ランダウ型エネルギーによる変分解析	6	1	17	弦理論に基づく素粒子論的宇宙論	347	32	9
高効率炭素-炭素結合形成反応を機軸とする有機合成反応	224	36	16	地殻・マントルの物質の研究 / 白金族元素の定量	11	1	9
大脳新皮質の発達と神経変性に関わる分子	26	4	15	DNAメチル化	145	13	9
藻類による二酸化炭素吸収メカニズム・濃縮メカニズム	13	2	15	抗体を用いたリンパ腫の治療法	56	5	9
非可換場の理論 / 背景場中のブレイン	33	5	15	無線通信技術	69	6	9
高効率な有機化合物のメタル化反応	7	1	14	ポリフェノールの生理作用	23	2	9
金属系超伝導物質と重い電子系超伝導物質	106	15	14	テロメラーゼ研究	70	6	9
リビングラジカル重合	78	11	14	量子コンピュータ	309	26	8
マラリア原虫のインソプレノイド生成経路に関する研究	64	9	14	近接場分光イメージング	12	1	8
脂肪細胞分泌ホルモン	184	25	14	辛み受容体等による侵害刺激受容と多種生理作用の統合系	111	9	8
				植物ホルモン・オーキシンの機能解析	68	5	7
				バイオ分析用デバイス	209	15	7
				シクロオキシゲナーゼ-2阻害剤の研究	70	5	7

(3) 分野別に見る日本の存在感

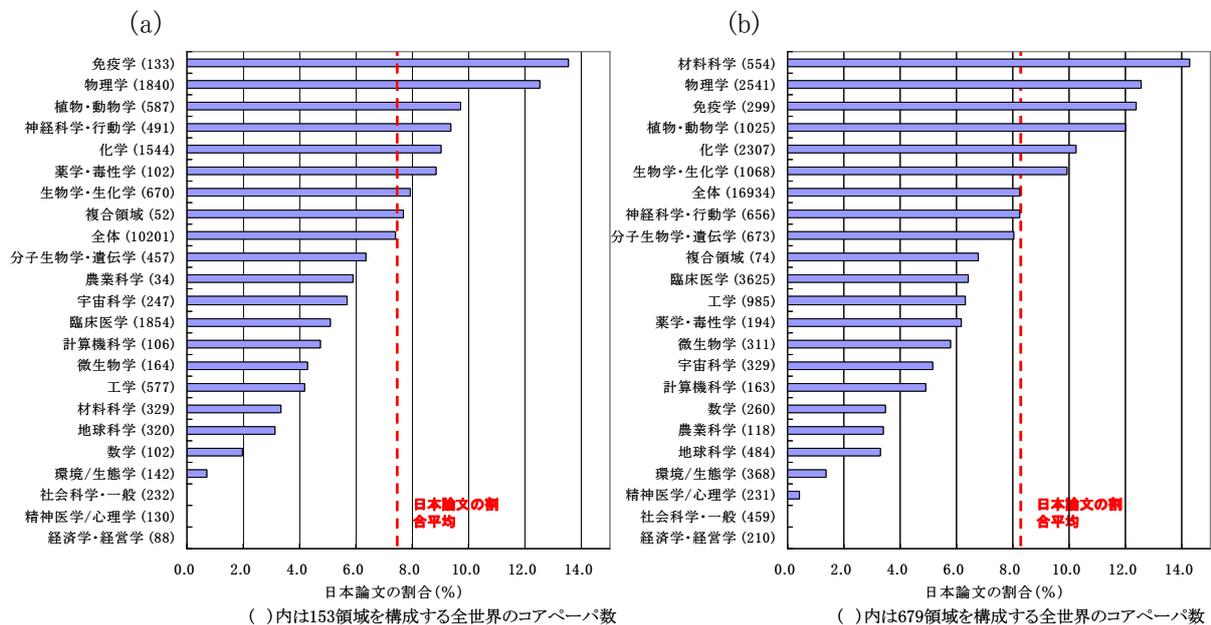
153 領域の分析では、農業科学、薬学・毒性学、材料科学のように領域としては明示的には現れてこない分野がある。そこでここでは、これらの分野における日本の存在感を調べる目的で、153 研究領域を構成するコアペーパー(約 1 万件)における日本論文の比率を分野別で調べた(図表 11(a))。分野別で見ると、研究領域の傾向と同じく物理学、植物・動物学、化学では日本論文比率が大きい。

ここで特徴的な点は、免疫学、薬学・毒性学における日本論文の比率が大きいことである。この分野に属する研究領域は少数しか抽出されていないことから、これらの論文は学際的・分野融合的領域に含まれていると考えられる。一方、材料科学については日本論文の比率が低い、分野別の分析¹では材料科学は 22 分野中で最も日本論文のシェアが大きな分野であるとの結果が得られており、本調査の結果はこの結果と大きく異なる²。

¹ NISTEP REPORT No.90 「我が国の研究活動のベンチマーキング」

² 「我が国の研究活動のベンチマーキング」においては、1999～2003 年間で Top10%論文の日本論文比率が、平

図表 11 コアペーパー全体における日本論文の比率 (a) 153 領域の場合、(b) 679 領域の場合



この原因を考察するために、本調査で構築された全領域(679 領域)を構成するコアペーパー(約1 万7千件)における日本比率をみた結果を図表 11(b)に示す。これを見ると全領域を構成するコアペーパーにおける日本論文比率は、材料科学が一番大きい事(約 14%)が分かった。153 領域を構成するコアペーパーにおける日本論文比率で材料科学が低い(図表 11(a))のは、153 領域に日本論文比率が大きな領域が含まれていない為である。日本論文の比率が高いにも係わらず、発展領域として抽出されなかった領域の内容をみると「高硬度金属材料の研究」や「非晶質合金の研究」であった。日本論文比率は前者が約 80%、後者は約 40%である。

均以上の分野は材料科学、物理学、化学、工学、生物学・生化学、免疫学、薬学・毒性学である。

5 研究領域の時系列分析について

前項までに見たように、「共引用」を用いた論文のグループ化によって、分野を越えた研究領域の俯瞰的な把握や研究領域における各国の活動状況の把握が可能であることが分かった。

これまで紹介した結果は、2001年データを用いた1時点のみの分析結果であるが、本手法を用いて、継続的に新たな研究領域や各国の研究活動の特徴を観測することで、将来的に重要になると考えられる研究領域の機動的な把握が可能になると考えられる。そこで、ここでは「共引用」による分析を拡張し、研究領域の時系列分析を行った試行的な分析の結果を紹介する。

5-1 分析方法

153領域の分析に用いた2002年データ(1997～2002年)に加えて、2001年データ(1996～2001年)および2003年データ(1998～2003年)についても同じ分析を行い、そこで得られた研究領域を比較する事で研究領域の時系列変化を調べた。2001年データ～2003年データの概要を図表12に示す。

図表 12 2001年～2003年データの概要

(2001年データ)

データベースのバージョン	2002年3月1日アップデート分
研究領域の構築に用いた論文の発行年月	1996年1月～2004年12月
リサーチフロントの総数	5005フロント
リサーチフロントを構成するコアペーパー数	20395件
研究領域の総数	670領域(内4個以上の急増フロントを含むもの54領域)

(2002年データ)

データベースのバージョン	2003年3月1日アップデート分
研究領域の構築に用いた論文の発行年月	1997年1月～2002年12月
リサーチフロントの総数	5221
リサーチフロントを構成するコアペーパー数	21183件
研究領域の総数	679領域(内4個以上の急増フロントを含むもの51領域)

(2003年データ)

データベースのバージョン	2004年3月1日アップデート分
研究領域の構築に用いた論文の発行年月	1998年1月～2003年12月
リサーチフロントの総数	5269フロント
リサーチフロントを構成するコアペーパー数	21315件
研究領域の総数	684領域(内4個以上の急増フロントを含むもの54領域)

まず、2001年データおよび2003年データにおいて4つ以上の急増フロントを含む研究領域を抽出した。これにより、2001年データ、2003年データとも54の研究領域が抽出された。

時系列分析では2001年データおよび2003年データの発展領域(各54領域)と、2002年データで得られた2個以上の急増リサーチフロントを含む153の発展領域を比較した。具体的には研究領域を構成するコアペーパーの共通度を計算し、一定以上の共通度を持つ領域を関連する領域とした。

ここで共通度は、研究領域Aのコアペーパー数を N_A 、研究領域Bのコアペーパー数を N_B 、研究領域AとBで共通なコアペーパー数を N_{AB} とした時、次の式で評価した。なお、本調査では研究領域AとBが共通であると判断する閾値を試行的に0.2として分析を行った。

$$N_{\text{common}} = N_{AB} / (\sqrt{N_A} \sqrt{N_B})$$

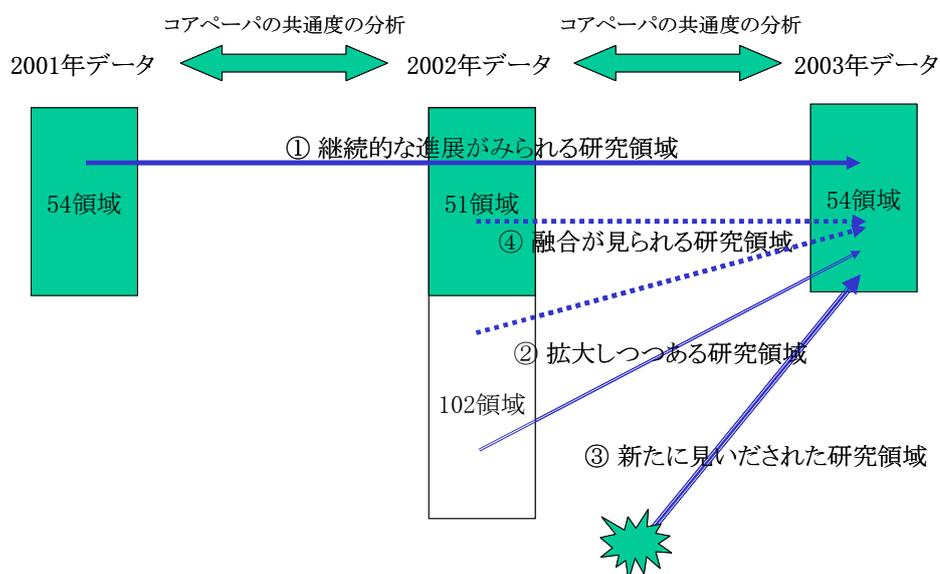
5-2 研究領域変遷のパターン

時系列分析の際は、研究領域の発展パターンとして図表13に示した①～④に示した4種類のパターンが見られた。領域の中には2002年データでは見いだされたが、2001年、2003年データでは見いだされないものが僅かであるが存在した。

4つ以上の急増フロントを持つ研究領域は、各データ時点で約50領域存在する。その構成を見ると、約70%の約30領域が、前年に引き続き4つ以上の急増フロントを持つ領域であり、約15%の約10領域が、前年に2～3つの急増フロントを持っていた領域、残りの約10領域が新たに見いだされた研究領域であった。

また、2～3つの急増フロントを持つ領域の内、約2割は前年に4つ以上の急増フロントを持つ領域、約2割が前年も2～3つの急増フロントを持っていた領域、残りの6割が新たに見いだされた研究領域となることが分かった。

図表13 研究領域の時系列変化のパターン



5-3 研究領域の内容の変化

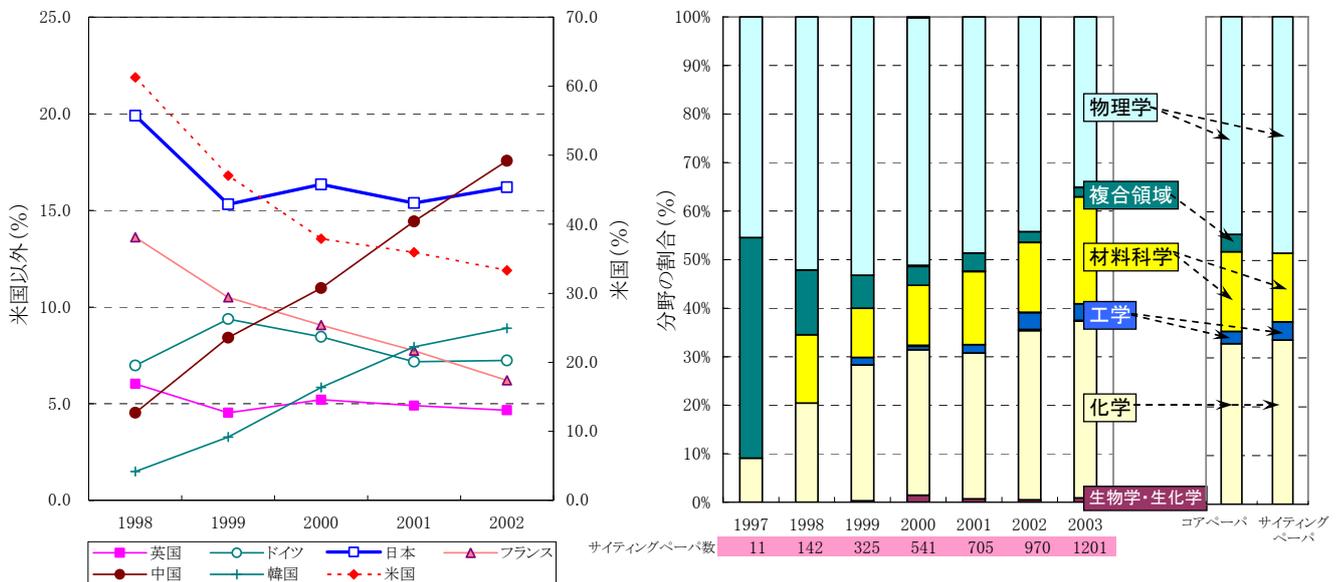
ここでは、研究領域の質的な変化を追跡することを目的として、サイティングペーパーの時系列変化の分析を行った結果について紹介する。

(1) カーボンナノチューブの研究領域について

図表 14 に「カーボンナノチューブ」の研究領域についての結果を示す。ここで図表 14(a)は、全サイティングペーパーについて1998～2002年の5年間に於ける各国のシェア(日本、米国、英国、ドイツ、フランス、中国、韓国)を示したグラフである。なお、ここでは3年移動平均の値を用いた。また、図表 14(b)は、全サイティングペーパーについて、1998～2002年の5年間に於ける22分野比率の変化を示したグラフである。

まず、サイティングペーパーのシェアに注目すると1998～2003年にかけて米国は1番のシェアを持つが、その値は約60%から約30%へと大幅に減少している。日本論文のシェアは1998年の段階で約20%であったが、徐々に減少し2003年には15%となっている。この間、中国、韓国のシェアが増大し、2003年にはシェアにおいて、中国は日本を抜いて2位となっている。カーボンナノチューブの発見が日本でなされたにも関わらず、プロジェクトの実施が遅れた為に、他国のキャッチアップを許したとの分析¹があるが、論文分析からもその様子が見られる。

図表 14 「カーボンナノチューブ」の研究領域についてのサイティングペーパーの分析結果



¹ NISTEP REPORT No. 89, 「科学技術振興による経済・社会・国民生活への寄与の定性的評価・分析」

論文の出版される分野をみると、1999年の段階では物理学および複合領域(主に Nature, Science)が主であったが、化学や材料科学で出版される論文の割合が年々増加している。近年は、僅かであるが生物学・生化学や工学でも論文が出版されている。具体的には、カーボンナノチューブのセンサーとしての応用についての論文が生物学・生化学の論文誌に出版されている。これらから、カーボンナノチューブの研究領域は基礎研究から応用研究へ移行しつつあると考えられる。

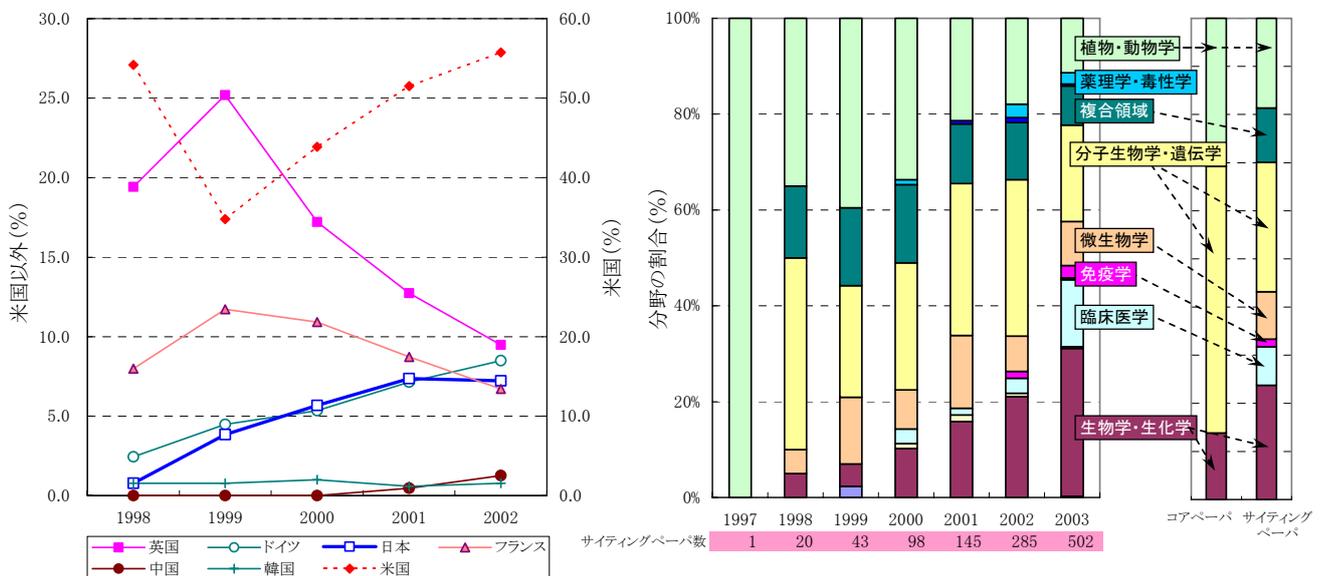
(2) RNAi (RNA interference)の研究領域について

図表 15 は「RNAi (RNA interference)」に対する分析結果である。

ここでも米国はもっとも大きいシェアを持つ。1999年の段階では英国、フランスが比較的高いシェアを持っていたが、ここ数年でドイツ、日本がキャッチアップを果たしている。日本のシェアは2002年の段階で米国、英国、ドイツに次ぐ第4位である。

論文の出版される分野をみると、当初は植物・動物学や分子生物学・遺伝学のジャーナルで論文が出版されていたが、2000年以降に生物学・生化学の割合が増え、2003年には臨床医学の割合が急増した。コアペーパーとサイティングペーパーの分野割合を見ても、コアペーパーは分子生物学・遺伝学、植物・動物学、生物学・生化学が主であるが、サイティングペーパーは多様な分野に渡っていることがわかる。このことから RNAi の研究が、他分野に急激な速さで波及している様子が伺える。

図表 15 「RNAi (RNA interference)」の研究領域についてのサイティングペーパーの分析結果



6 まとめ

本調査では基礎研究を中心とする科学の動向を、論文データベース分析によって研究領域レベルで把握し、その中から「注目すべき重要な研究領域で、かつ急速な発展をみせている研究領域(以後 発展領域と記述)」を見出した。加えて、発展領域における日本の存在感の分析を通じて、発展領域における日本の研究活動の状況の把握も試みた。

また、発展領域の把握には、最先端の専門知識が必要であるとともに、個々の領域にとらわれない研究領域全体への俯瞰的な視点も求められることから、論文データベース分析によって発展研究領域を俯瞰的・客観的に把握する手法の開発を行った。

論文データベースの分析から研究領域の把握・抽出を試みる手法は、本調査により初めて開発されたものである。本手法の特徴は「既存の学問分野にとらわれない研究領域全体の俯瞰的な分析」、「統計情報に基づく客観的な研究領域の分析」、「同一の手法を用いた継続的な分析」が可能な点である。

6-1 結果概要

(データベース分析から得られた 153 の発展領域について)

データベース分析から 153 領域を発展領域として抽出した。153 領域中、51 領域が 4 個以上の急増フロントを含む領域、102 領域が 2~3 個の急増フロントを含む領域であった。

153 領域の分野分布をみると、47 領域が臨床医学や植物・動物学といったライフサイエンスの領域(ライフサイエンス系領域)であった。この内、約半数の 25 領域が臨床医学の領域である。また、物理、化学、工学、材料科学の領域(物理・化学系領域)が 33 領域、環境/生態学、地球科学の領域が 9 領域抽出された。少数であるが、宇宙科学、数学の領域も抽出された。

加えて、153 領域の約 3 割である 54 領域が学際的・分野融合的領域であることが明らかになった。このことから、発展領域の相当数が学際的・分野融合的性格を持つといえる。

特に、学際的・分野融合的領域の中でも「分子イメージング」、「緑色蛍光色素を用いた分子イメージング」は、計測機器の技術開発と、開発された機器を用いた計測から構成される。同じような傾向は「プロテオミクス」においても見られ、計測機器の技術開発に伴い、開発された機器を用いたタンパク質の網羅的な解析が可能となったという研究の流れが、研究領域のマップの分析から明らかになっている。このことから、計測機器開発は学際的・分野融合的な性格を持った研究課題であり、ライフサイエンス、物理、化学、工学といった幅広い分野の研究者の参画により、研究が発展していることが分かる。

(発展領域に見る日本の研究活動の特徴)

153 領域の各々について、研究領域を構成するコアペーパー中の日本論文シェアを見ると、物理学(12 領域)、化学(14 領域)、植物・動物学(9 領域)の研究領域では、シェアが 7%¹以上の領域が、

¹ 153 領域を構成する全てのコアペーパーに占める日本論文の割合は 7%。

それぞれ8、7、6領域あり日本の存在感が大きいことが分かった。一方、臨床医学(25領域)、環境/生態学(4領域)、工学(6領域)の研究領域においては、日本論文シェアが7%以上の領域がそれぞれ3、0、0領域と少なく日本の存在感は小さい。

但し、臨床医学と免疫学、生物学・生化学などの基礎生物学との学際的・分野融合的領域である、「プロスタグランジンの分子機能の解明」、「脂肪細胞分泌ホルモン」、「ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究」、「アポトーシスの分子機構」、「テロメラーゼ研究」などではシェアが7%以上であることが分かった。これは、学際的・分野融合的領域を構成している免疫学、生物学・生化学などにおける日本論文の比率が高い為と考えられる。

学際的・分野融合的領域は日本の苦手とする領域と通常されてはいるが、上に挙げた領域に加えて「III族窒化物の半導体デバイス化研究」、「粘土鉱物系ナノ複合材料」、「リチウムイオン二次電池の正極材料」などでも7%以上のシェアを持っている領域が多数あることが確認された。

153 発展領域を構成するコアペーパー(約1万件)における日本論文の比率をみると、免疫学、薬学・毒性学における日本論文の比率が大きい。この分野に属する発展領域は少数しか抽出されていないことから、これらの論文は学際的・分野融合的領域に含まれていると考えられる。

また、材料科学のように、679研究領域を構成するコアペーパー(約1万7千件)における日本論文比率では22分野中で最大のシェア(約14%)を持つ¹⁾にもかかわらず、153発展領域を構成するコアペーパーでは存在感が小さい(約3%)ケースがあることが分かった。

(発展領域の時系列変化)

試行的に発展領域の時系列分析を試みた。2002年データと同様な分析を、1996年から2001年(2001年データ)および1998年から2003年(2003年データ)の6年間に発行された高被引用論文に対して行うことにより、研究領域の時系列変化の分析を実施した。その結果、研究領域の発展パターンとして①継続的な進展が見られる研究領域、②拡大が見られる研究領域、③新たに見いだされた研究領域、④融合がみられる研究領域の4パターンがあることが確認された。

なお、2003年データで新たに見いだされた発展領域の中には「プリオン病」が含まれており、本手法を用いることで過去1~2年間に形成された萌芽的な発展領域の把握も可能であることが確認された。

加えて、サイティングペーパーの時系列変化の分析から、研究領域の内容が時間と共に動的に変化する様子を記述することができた。例えば「RNAi (RNA interference)」の研究領域では、植物で発見されたRNAiという現象が、植物学だけに留まらず、ここ数年で臨床医学や免疫学などの分野にも研究が急激に波及した過程が見える。このように、ライフサイエンス系領域においては、研究領域の変化が分野を越えて非常に早く生じている例が確認された。

¹⁾ 分野別のベンチマーキング調査においても、材料科学の日本論文は質、量ともに高いことが示されている。

6-2 本調査より得られた政策的インプリケーション

以下に本調査から得られた政策的インプリケーションを示す。

(学際的・分野融合的領域の重要性)

153の発展領域の中で、約3割の54領域が学際的・分野融合的領域であることから分かるように、新たな発展領域の相当数が学際的・分野融合的な性格を持つといえる。従って、新たに台頭してくる研究領域においては、学際的・分野融合的領域が非常に重要である。

学際的・分野融合的領域は日本の苦手とする領域とされているが、本調査においては学際的・分野融合的領域においても、7%以上のシェアを持っている領域が多数見いだされた。これらの領域は物理、化学、植物・動物学など日本が強みを持つ分野に軸足を持つものが多い。従って、日本が強みを持つ分野で蓄積された人材や知識を活用し、既存の学問分野に留まらず新たな研究領域を開拓していくことが求められる。

例えば、本調査の分析結果を見ると臨床医学の発展領域においては、日本の論文(コアペーパー)シェアは低いとの結果が得られている。一方、臨床医学と免疫学、生物学・生化学などの基礎生物学との学際的・分野融合的領域である「プロスタグランジンの分子機能の解明」、「脂肪細胞分泌ホルモン」、「ペルオキシソーム増殖剤応答性受容体に関する研究」、「アポトーシスの分子機構」、「テロメラーゼ研究」などではシェアが7%以上であることが分かった。これは、学際的・分野融合的領域を構成しているコアペーパーのうち、免疫学、生物学・生化学などにおける日本論文の比率が高いと考えられる。従って、免疫学、生物学・生化学などの研究者が臨床医学の研究者と共同研究を進めることで、臨床医学の発展領域における日本の存在感を高める手段も考えられる。

(新しい研究領域へ挑戦を可能とする研究環境の整備の必要性)

材料科学のように分野としては日本が高い存在感を示しているにもかかわらず、本調査で得られた発展領域ではあまり存在感が見られない事例が見られた。このような分野・領域では研究者が従来のテーマから新しい研究領域に移るのを阻害している要因、例えば新しい研究領域では、これまでの実績が無い為に研究資金が取りにくく、新しい研究領域への挑戦が困難になっているなどが無いかを考察・分析する必要がある。研究者の新しい研究領域への挑戦を促す例としては、米国で実施されている新規参入者用グラント枠(NIHのK AwardsやNSFのCAREER grantなど)が挙げられる。

(研究領域の発展に合わせた公的研究開発・支援の重要性)

本調査からも分かるように研究領域の内容は時間と共に動的に変化している。特にライフサイエンス系領域においては、研究領域の変化が分野を越えて非常に早く生じているケースが観測された。また、カーボンナノチューブの領域などでは、日本で発見がなされたにも関わらず、プロジェク

トの実施が遅れた為に、他国のキャッチアップを許したとの分析¹があるが、論文分析からもその様子が見られている。

研究領域の発展を常に把握し、必要に応じて基礎研究から重点研究等にスムーズに移行する仕組み作りが求められる。

(研究領域の発展動向の定期的な観測の必要性)

本調査により、論文データベース分析から発展領域を把握する新たな方法論が確立された。

基礎研究は研究者の自由な発想に基づいて実施されるものであるが、研究領域レベルで見ると各国の活動の傾向には国毎の濃淡が見られる。本手法を用いて、新たな研究領域や各国の研究活動の特徴を継続的に観測し、更に研究領域が中長期的に科学技術にもたらすインパクト、科学技術に対する社会・経済ニーズなどを総合して、将来的に重要になると考えられる研究領域を機動的に判断することで、毎年の資源配分などに反映させていくことが可能と考えられる。

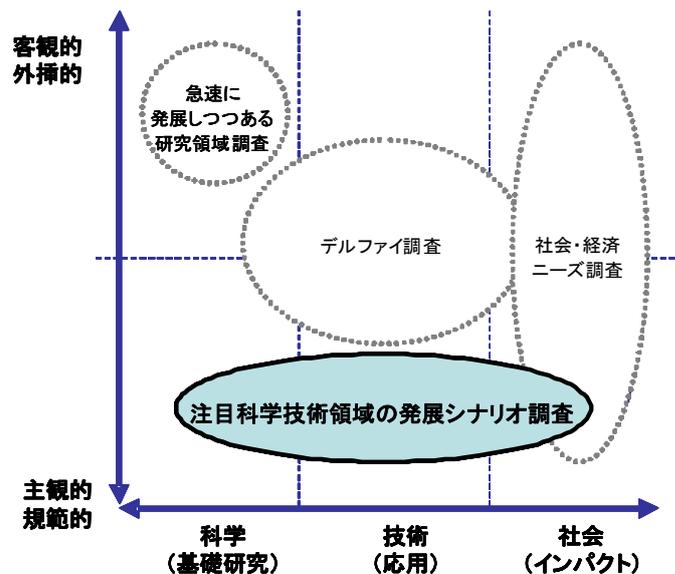
¹ NISTEP REPORT No. 89, 「科学技術振興による経済・社会・国民生活への寄与の定性的評価・分析」

Ⅲ 注目科学技術領域の 発展シナリオ調査 概要

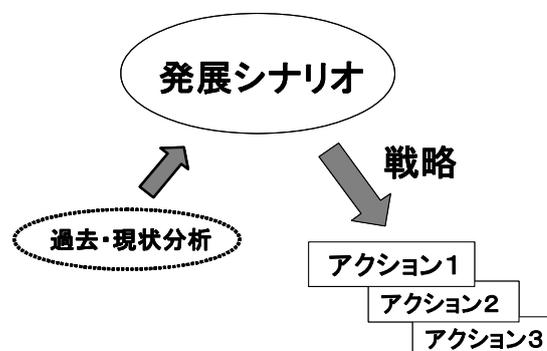
1 本調査の位置づけと目的

本調査は、科学・技術・社会の各分野において、主観的かつ規範的な将来のビジョンを描いてみるという意味において、従来から予測調査として行なわれてきたデルファイ調査(専門家集団のコンセンサス)を補完するものという位置付けにある。

図表 1 予測調査の各調査項目が調査対象とする範囲と本調査の位置付け



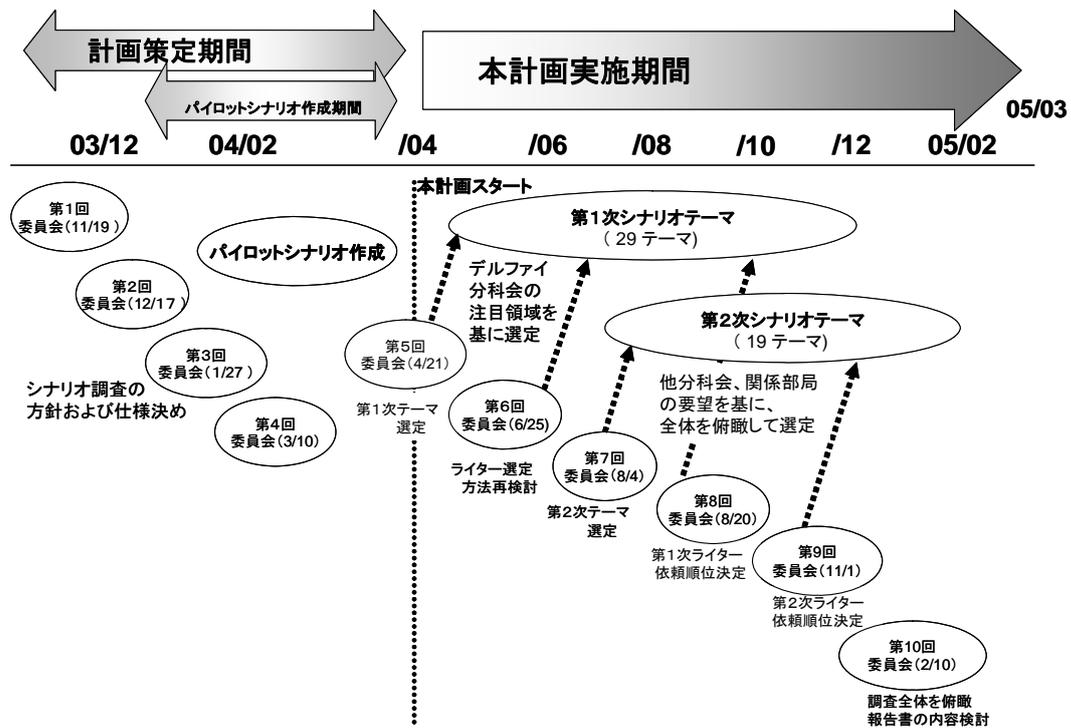
将来の科学技術政策に対する具体的な戦略・戦術を考えるために、これまでも種々の調査が行われているが、その多くは、過去・現在の状況分析をもとに、個々の問題点を解決しようとするものである。しかしながら、この場合には、想定される戦略(将来のビジョン)が、過去あるいは現在の問題への解決方法になり、戦術(対策)が後手に回る、という可能性がある。本調査では、将来ビジョンの不確定さという懸念をあえて容認したうえで、過去・現在の状況分析をもとに、まず、将来の発展シナリオを描き、その発展シナリオに向けて日本のとるべきアクション(戦略・戦術)を引き出そうとするものである。



2 シナリオ調査分科会の活動と全体スケジュール

8名の委員から成るシナリオ調査分科会(主査:原島文雄 東京電機大学学長)が設置され、以下のよう
に10回の会議により、調査手法検討・進行状況の監査などが行なわれた。

図表3 シナリオ調査分科会の活動と全体スケジュール



3 調査の方法

本調査は、その調査方法自体が、日本の俯瞰的な予測調査としては初めての試みであり、用語の定義から、調査段階の各手法に至るまで、すべて試行によって軌道修正しながら行なわれた。

3-1 発展シナリオの定義

本調査では、「発展シナリオ」というものを、以下のように考える。(本調査で言う「シナリオ」の定義は、一般的な意味でのシナリオとは、必ずしも一致していない。)

発展シナリオとは、単なる特定分野の科学技術予測にとどまらず、シナリオライターが将来の日本における発展的なビジョンを描き、それに資する科学技術の発展動向と日本のとるべきアクションを記述したものでなければならない。

- 通常、将来に対しては幾通りものシナリオが考えうるが、ここでは作成者の見識に基づいて最も有り得べき将来シナリオをひとつ描いていただく。現状維持あるいはネガティブな将来像に対しては、それをできるかぎり改善していく方向性を「発展シナリオ」と位置づける。
- ここでの発展シナリオの場は日本であることを前提とするが、検討にあたっては諸外国の戦略等も視野に入れて書かれるべきである。
- シナリオ調査の対象とするタイムレンジに関しては、分野により違いはあるが、おおよそ今後 30 年程度までを目安とし、特に 2015 年頃を中心とする。

本調査では、今後 10～30 年程度を見通した場合に、社会・経済的な貢献が大きい科学技術領域、革新的な知識を生み出す可能性を持つ領域などを、50 程度抽出して、個々に発展シナリオを描くこととした。本調査では、「発展シナリオテーマ」というものを、以下の方針で選定した。

- 技術的なテーマだけでなく、純粋科学や基礎科学領域、社会科学領域も発展シナリオのテーマとして取り扱う。
- 本調査は、国の基本計画に反映するための資料であるため、民間企業が独自に行えるようなテーマは民間に任せるという基本姿勢に基づいて、日本として考えるべきテーマを中心に選定を行なう。

実際のテーマ選定に関しては、後述のまうに、他分科会からの提案を参考に、その他の要望も取り入れながら調整した。また、発展シナリオテーマは、単なるテーマ名ではなく、シナリオ調査分科会からシナリオ作成者に対する『問いかけ』（分科会からのメッセージを込めたもの、あるいは、テーマ名によって表現された課題の見通しを質すもの）として、シナリオライターに提示された。

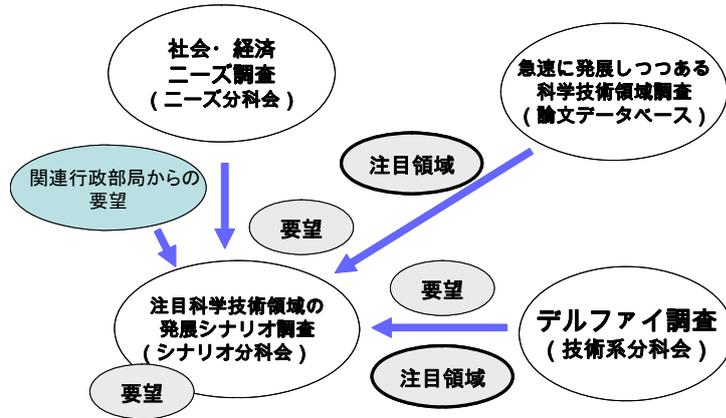
また、本調査における「シナリオライター（発展シナリオの作成者）」は、以下に示すような方が望ましいとした。

- 当該テーマに関連した科学技術について、深い見識を有する方。
- 単なる技術予測だけではなく、当該シナリオテーマに関して将来の日本のビジョンをお持ちであり、そのビジョンと科学技術予測から、日本のとるべきアクションについて提言のできる方。
- 発展シナリオの仕様に沿って、発展シナリオを作成できる方。

3-2 発展シナリオテーマの選定

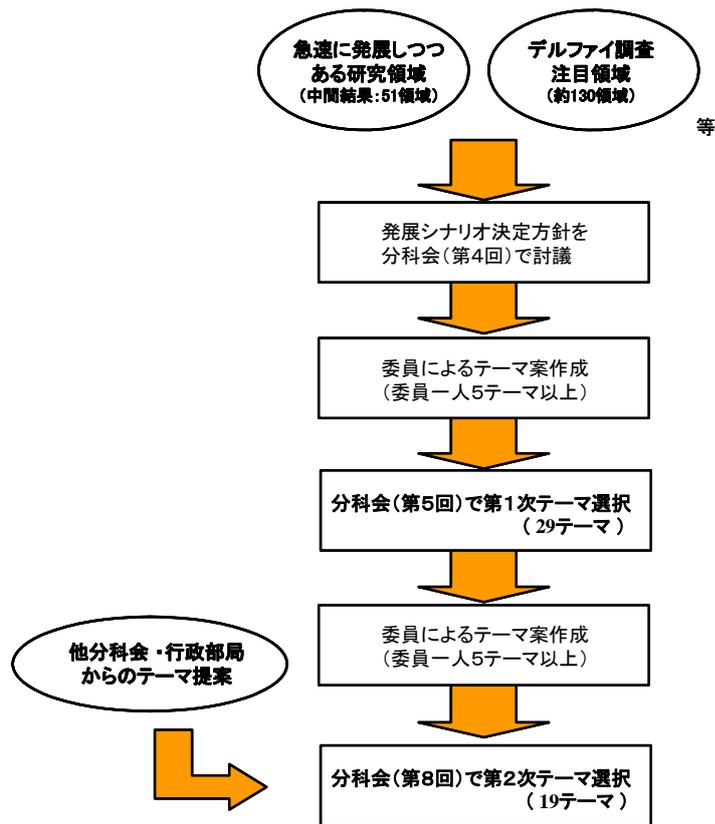
シナリオ調査分科会委員は、他の分科会からのインプット、すなわち、急速に発展しつつある科学技術領域調査の中間結果、デルファイ調査の各分科会における注目領域検討結果などを踏まえて、シナリオを作成すべき発展シナリオテーマの原案を作成し、これに他の分科会や関連行政部局等からの提案も集約し、統合・分割などの整理・調整を行なった。

図表 4 テーマ検討に用いた参考資料



テーマ選定では、限られたテーマ数のなかで領域網羅性をある程度確保するために、2 回の選定を時間差を付けて行なった。

図表 5 発展シナリオテーマ決定の流れ



結果として、第1次29テーマ、第2次19テーマの総計48テーマが選定された。各テーマには、シナリオ調査分科会からの「問いかけ」の記述と、デルファイ調査の注目技術領域も関連キーワードとして付帯している。

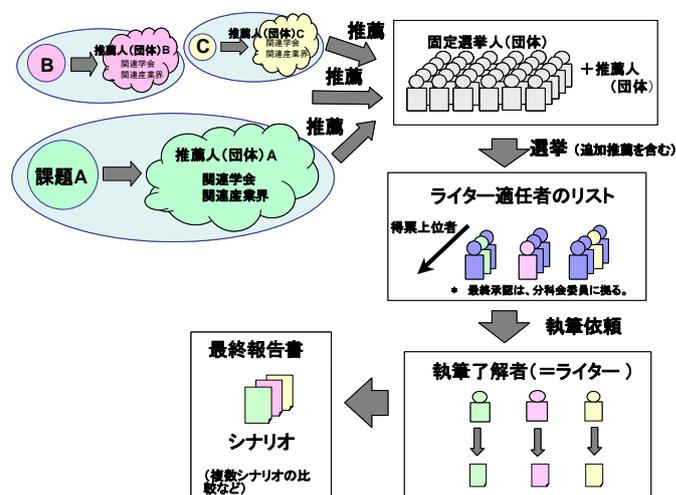
図表6 シナリオテーマの提示例

発展シナリオテーマ (No.)	関連するキーワード
〇〇計測と〇〇医療	QOL 向上を目指した生体機能回復およびその支援 IT 技術の医療への応用
内容紹介:シナリオ作成者に記述して欲しい内容	
<p>患者の負担を軽減し、QOLを維持するという観点から、〇〇医療への期待は非常に高い。〇〇技術および前提としての〇〇技術の発展動向・現場への導入を展望していただきたい。……</p> <ul style="list-style-type: none"> △△技術・▽▽技術がどのように社会に貢献してゆくか。 未来において、〇〇計測と〇〇医療はどこまで進むか。 現場への普及はいつか、その結果、何が変わるか …… …… 	

3-3 シナリオライターを選定

シナリオ調査分科会では、注目科学技術領域に関する発展シナリオの作成者として、卓越した見識のある個人を選定するための方法を検討し、co-nomination方式で実施することとした。この方法は、以下に詳述するように、関連学協会や関連産業界からシナリオ作成者をご推薦いただき、選挙人が選挙を行ない、多数の支持を得た候補者にシナリオ作成を依頼する、というものである。シナリオ調査分科会では、その詳細な実施方法を検討し、各過程を監査し、最終的にシナリオライターの依頼順位を決定した。第1次および第2次テーマに関して、それぞれ、このような選定方法が行なわれた。

図表7 発展シナリオ作成者決定の流れ



具体的方法は、以下のとおりである。

- ①各シナリオテーマについて、当該分野に関係の深い学協会あるいは産業界団体などの団体(10 団体程度)に対して、シナリオ仕様書を提示したうえで、このシナリオを書くにふさわしい候補者の推薦を依頼する。団体が大きすぎると判断される場合は、適当な大きさの部門を対象とする。
- ②各団体から推薦された候補者を集めて候補者リストを作成する。
- ③大規模学会・産業界団体・科学技術関係メディア等の代表者から成る固定選挙人(数百名規模)と、①で推薦を依頼した団体とから成る選挙人(選挙権をもつ人)をリストアップする。
- ④③の選挙人に対し、②で作成された候補者リストを(他のテーマ分も加えて)送付し、選挙人は各テーマについて見識とシナリオを書く力量があると期待される「ライター候補」に投票する。別の候補を推薦したい場合には、特別に追加候補を推薦することもできる。1選挙人が投票できる候補者数は、予め全体の有効票を見積もって算出された。
- ⑤事務局はテーマごとに選挙結果をまとめ、得票数の多い順にランキングする。このライター候補者のランキングをシナリオ調査分科会委員が検討し、テーマごとに執筆依頼順位を決定する。
- ⑥事務局は⑤の順位にしたがい、発展シナリオ執筆の依頼を行なう。候補者の受諾が得られたテーマは、直ちに執筆に取りかかるよう依頼する。結果的に、順位の上位候補が執筆しないこともありうる。

3-4 シナリオ仕様書

最終的に1テーマ2名のシナリオライターが確定し、「シナリオ作成仕様書」が提示された。「シナリオ作成仕様書」は、調査計画期間にシナリオ作成の予行(パイロット・ラン)を実施する過程を経て、作成および改善されたものである。

図表 8 発展シナリオ仕様書

<p>発展シナリオ作成仕様書</p> <p style="text-align: right;">文部科学省科学技術政策研究所 財団法人未来工学研究所</p> <p>I 発展シナリオ作成の趣旨</p> <p>本調査『注目科学技術領域の発展シナリオ調査』(以下、シナリオ調査と呼ぶ)は、科学技術振興調整費「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査」(2003-2004)の一部であり、その目的は、第3次科学技術基本計画(2006～)策定のための基礎資料を提供することにあります。<u>シナリオ調査とは、特定の領域における今後10～30年の科学技術の発展を、個人の卓越した見通しのもとに描いていただくというものです。</u></p> <p>将来の科学技術政策に対する具体的な戦略・戦術を考えるために、これまでも種々の調査が行</p>
--

われていますが、その多くは、過去・現在の状況分析をもとに、個々の問題点を解決しようとするものであり、この場合には、想定される戦略(将来のビジョン)が、過去あるいは現在の問題への解決方法になり、戦術(対策)が後手に回る、という可能性があります。本調査は、将来ビジョンの不確定さという懸念をあえて容認したうえで、過去・現在の状況分析をもとに、まず、将来の発展シナリオを描き、その発展シナリオに向けて日本のとるべきアクション(戦略・戦術)を引き出そうとするものです。

こうした趣旨を十分ご理解の上、このシナリオ作成にご協力を賜りますようお願い申し上げます。(趣旨につきましては、別送の、委員長からの発展シナリオ作成のお願い、および、発展シナリオ作成についての依頼概要も合わせてご覧ください。)

II シナリオ作成にあたっての意識

上記の趣旨に基づき、作成していただくシナリオは、単なる技術予測の資料のみならず、将来の日本社会に対するビジョン、それを実現するための提案などを含むことも重要な内容として期待されております。そこで、シナリオ作成に際して、できるだけ意識していただきたい点を以下に例挙しますので、ご参考として執筆前にお読みください。

- (1) 単なる特定分野の科学技術予測にとどまらず、できるかぎり広い視野に立った当該テーマの将来展望を描く。
- (2) 10～30年後(特に2015年頃を)の日本において、当該テーマに関連した領域がどうなっているか。
- (3) 将来に対しては当然ながら幾通りものシナリオが考えうるが、最も有り得べき将来シナリオはどれか。
- (4) 現状維持あるいはネガティブな将来像に対しては、それをできるかぎり改善していく方向性を「発展シナリオ」と考える。
- (5) 「発展シナリオ」において、どれが確定要因で、どれが不確定要因か。
- (6) 各時期において、当該テーマの発展に関与(貢献)する科学技術は何か。
- (7) 各時期において、当該テーマが発展すべき社会的価値・社会的意味、あるいは当該テーマがもたらす社会的変化は何か。
- (8) 発展シナリオの場合は日本であることを前提とするが、検討にあたっては諸外国の状況や戦略等も視野に入れて検討。
- (9) 当該分野において、日本の国際競争力を向上させる必要性(必要である場合には、どうすればよいか)。
- (10) できるかぎり、現在のお立場やご所属を超えた冷静な判断による。

* 記述された内容は、将来に対する「ひとつの見解」と考えさせていただきますので、後年、記述内容に関する責任を問われることは一切ありません。また、他調査結果との整合性を気にする必要もございません。

Ⅲ シナリオ作成要領

下記の点にご留意の上、ご執筆下さいませようお願い致します。

Ⅲ-1. シナリオのテーマ・技術領域について

- 別途送付させていただきましたテーマ・技術領域について、ご執筆をお願い致します。

Ⅲ-2. シナリオの分量、文字等について

- 原則として、A4 サイズ 5～10 枚程度を目安として下さい(5000～7000 字程度)。
- 文章は「である調」とし、句読点は「、」、「。」とします。
- 図表・写真は、各々にキャプション(例:図1 ***、表1 ***、写真1 ***)を記入して下さい。
- 本文や図表、写真の一部を他の出版物等から引用・転載する場合には、引用であることを明記して下さい(学术论文等に準拠)。
- 提出形態は、原則として、テキストファイルあるいはワードなどの文書ファイル、あるいはそれらを印刷したものとします。

Ⅲ-3. シナリオの構成

- シナリオは、以下の3部構成として下さい。
 1. 現状分析
 2. 今後10年から30年程度の発展シナリオ
 3. 日本にとるべきアクション(政策提言を含めても可)

1、現状分析

- ・ 現状(あるいは過去)についての分析および問題点に関して記述。
- ・ 分量の目安は、シナリオ全体の5分の1程度。
- ・ 製品やテクノロジーに関する図表や写真等を含めても可。

2、今後10～30年程度の発展シナリオ

- ・ 今後30年程度を目安として、ご自身が設定した期間の展望を記述。ただし、特に2015年頃における科学技術に関する記述に関しては、必ずお書き下さい。
- ・ 発展シナリオを展開するにあたって設定した仮定や条件(例:ある科学技術分野におけるブレークスルーの可能性、日本経済の変化、など)については具体的に記述して下さい。あるいは、想定される科学技術的な課題があれば言及してください。
- ・ 発展シナリオを展開するうえで大きな不確定要因があれば、それを具体的に記述してください。
- ・ 分量の目安は、シナリオ全体の5分の3程度。
- ・ ビジョン図(発展シナリオがイメージできる図)を1枚以上入れてください。(できるだけ

け、図の横軸は時間軸(タイムスケール)であること)

- － 時間軸は近い将来をより詳細に、遠い未来は若干粗く記述する書き方でも構いません。
- － 図表の作成に関して、お手伝い等が必要であれば、事務局にお申し出ください。
- － 特に、このビジョン図を他から引用・転載される場合には、引用・転載であることを必ず明記してください。もし必要があれば、引用元のご了解を得てください。

3、日本のとるべきアクション

- ・ 作成した発展シナリオを踏まえて、今後日本がとるべきと考えられるアクションについて記述。
例: 政策課題等の列挙(科学技術政策以外の課題も可)、実現のためのプロセス(何をどうすればそうなると考えられるのか)等を具体的に記述。
- ・ 発展シナリオについては既存の資料等を参考にさせていただいて結構ですが、日本のアクションにつきましては、できるだけ独自のご認識をお示しください。
- ・ 分量の目安はシナリオ全体の5分の1程度。

III-4. 節・項の表記について

- 記述において、箇条書きの必要があれば、以下の要領で節・項等を表記してください。
- 必ずしも箇条書きする必要はありませんが、論旨をクリアにするために、**1、現状分析、2、発展シナリオ、3. 日本のとるべきアクション、**に関しては必ず分けて表記してください。

タイトル

1. 現状分析

(1).....

1).....

①.....

2. 発展シナリオ

(1).....

1).....

①.....

3. 日本のアクション

(1).....

1).....

①.....

Ⅲ-5. その他の留意点

書き方に関して

- 調査報告書にまとめるため、各シナリオ作成は、原則として、この仕様書に従って執筆していただきますが、テーマによって従いにくい部分が生じる場合は、多少は変更していただいて結構です。
- 繰り返しになりますが、データや資料(既存のロードマップなど)の引用・転載については、必ずその旨を明記して下さい。なお、許諾の要否等で懸念点があれば、提出後でも結構ですので、事務局へご相談ください。
- 記述の中で、新しい概念や技術を表現するために「新用語」を作成した場合は、必要であれば、その意味等について注釈を加えて下さい。
- 本調査は日本語で行われることを基本としていますので、提出物は日本語で書かれていることが条件となっております。訳文でもかまいませんが、シナリオライターの責任において和訳されたものを提出していただくことになります。
- グループを集めて討議していただいた結果でもかまいませんが、提出の際には貴殿を代表者としてください。
- 執筆の補助が必要な場合は、事務局または依頼担当者までお申し出ください。できるかぎり、お手伝いをさせていただきます。

内容に関して

- ここで言うシナリオとは、実現性に根拠のない単に夢を語る SF 的なものではありません。
- 科学技術上の考察は必須ですが、それだけではなく、産業や社会、経済ニーズなども考慮して、発展シナリオ、日本のアクションに反映させてください。
- 本調査の目的上、科学技術政策に反映させうるシナリオ作成が望ましいと考えられます。したがって、可能な限り、具体的な対象および表現での記述をお願いいたします。ただし、対象範囲は必要以上に限定しすぎることなく、関連性の高い範囲・領域の視点で捉えて下さい。
- 記述内容の「当たり外れ」よりも、シナリオ作成時点で、どのような考え方の下に書かれたのかが明確であることのほうが重要です。したがって、記述内容の「当たり外れ」を意識しすぎることなく、客観的な判断に基づいた発展経路の記述を心がけてください。

著作権その他

- お書きになるシナリオの内容の全部あるいは一部は、ご自身が他に発表になったものを転載してもかまいませんし、他へ転載されてもかまいません。ただし、**提出されたシナリオを公表することに関しては、本調査事務局に権限委譲していただきます。**
- 万が一、本記載に係わる特許・意匠等の知財権が発生する場合には、しかるべき手続きをおとりください。(このために公表期日等の問題が発生する場合には、事務局までご相談ください。)
- 後日、記述内容に関して、ご質問やコメントをさせていただく場合がございますが、その節もよろしくご協力ください。

○ なんらかの理由で作成者名の公表を避けたい場合には、その旨をご連絡ください。

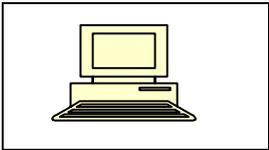
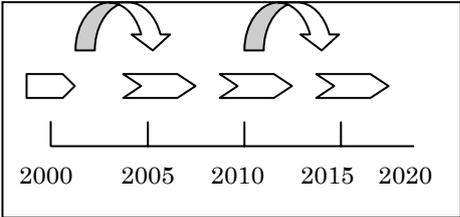
IV シナリオ作成の諾否と提出の締めきり

- シナリオ作成のご諾否に関しましては、後日、事務局より確認させていただきます。
- シナリオ作成の締め切りは、原則として、ご承諾後約1ヶ月とさせていただきます。

V 本調査の報告予定

お書きいただいたシナリオを含む調査報告書は、2004年度末に公表される予定です。シナリオを提出いただいた方々には、公表時に再度お知らせします。

(参考)シナリオのイメージ

<p>(領域)○○コンピュータ</p> <p><u>1. 現状分析</u></p> <p>現在のコンピュータは、……</p> <p>……</p> <p>写真:○○試作品</p>  <p><u>2. 発展シナリオ</u></p> <p>2005年には、……</p> <p>……</p> <p>2010年には、……</p> <p>2015年には、……</p> <p>この技術の壁は、……</p> <p>……</p> <p>この技術の不確定要素は、……であり</p> <p>……</p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>……</p> <p>……</p> <p>……</p> <p>……</p> <p>図:○○コンピュータのビジョン図</p>  <p><u>3. 日本のアクション</u></p> <p>日本としてとるべきであると考えられるのは、大型施設の……</p> <p>…また、人材育成に関しても……</p> <p>……</p> <p>……</p> <p style="text-align: center;">2</p>
--	--

4 選定された発展シナリオテーマとシナリオライター

シナリオ調査分科会での検討を経て、図表9に示す計48の発展シナリオテーマが選定された。テーマを概観するために、「科学技術の一般的課題」、「基礎科学」、「産業・社会」などといったシナリオ調査独自のテーマ領域を設定したが、これらのテーマ領域は作業分類であって、結果あるいは分析には関係しない。

また、推薦と投票によりリストアップされたシナリオライター候補に、順次執筆依頼を行ない、各テーマ2人ずつの執筆者を確定した。そのうち、結果として、実際に執筆物を提出された方々の氏名を図表9に合わせて示す。執筆を受諾されたものの、実際には提出いただけなかった方がいらしたため、成立しなかったテーマが1テーマ、1名のみ執筆のテーマが10テーマとなった。

各シナリオは、報告書に全件を掲載している。

図表9 最終的な発展シナリオの提出者

(ライター名は五十音順(敬称略)、所属は平成17年3月現在のもの)

番号	領域	シナリオタイトル	シナリオライター	所属
1	科学技術	科学技術進化モデルの再構築	長尾 真 長谷川真理子	(独)情報通信研究機構 理事長 早稲田大学 政治経済学部 教授
2	の一般的	学協会の意味と活動のあり方	吉川弘之	(独)産業技術総合研究所 理事長
3	課題	科学技術人材の育成と処遇		
4	基礎科学	数学の研究発展と数学教育	広中平祐 ピーター・フランク	(財)数理科学振興会 理事長 算数オリンピック財団 評議員
5		基礎科学の位置付け	小林信一 平澤 洽	(独)科学技術振興機構社会技術研究システム研究センター長 東京大学 名誉教授
6		宇宙科学	海部宣男 松本 紘	大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台台長 京都大学 生存圏研究所 所長
7	ライフサイエンス	長寿社会に対応する再生医療	桜井靖久 森下竜一	東京女子医科大学 名誉教授 大阪大学大学院 臨床遺伝子治療学 教授
8		ナノバイオ技術を利用した創薬	橋田 充 馬場嘉信	京都大学大学院 薬学研究科 教授 名古屋大学大学院 工学研究科化学・生物工学専攻 教授
9		個人のニーズに対応する新規医療	新井賢一 田中 博	東京都臨床医学総合研究所 所長 東京医科歯科大学 情報医科学センター長・教授
10		低侵襲生体計測技術と低侵襲医療	橋爪 誠 森川康英	九州大学 医学研究院先端医療医学部門 教授 慶應義塾大学 医学部外科学教室(小児科) 教授
11		脳科学に基づく認知と情動神経機構の統合的理解	甘利俊一 加藤元一郎	(独)理化学研究所 脳科学総合研究センター センター長 慶應義塾大学 医学部精神神経科 助教授
12		感覚補綴(ほてつ)技術	赤居正美 清水 豊 福田 淳	国立身体障害者リハビリテーションセンター病院運動機能系障害研究部 電気通信大学 電気通信学部システム工学科 教授 大阪大学大学院 医学系研究科 情報伝達医学専攻

番号	領域	シナリオタイトル	シナリオライター	所属
13		疾病構造の変化と医療	岩本愛吉 長谷川敏彦	東京大学医科学研究所 先端医療研究センター センター長 国立保健医療科学院 政策科学部 部長
14		予防医学とリンクした食品科学	阿部啓子 伏木 亨	東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻教授 京都大学大学院 農学研究科 食品生物科学専攻 教授
15		生命科学の学際的発展	臼井支朗	(独)理化学研究所 脳科学総合研究センター チームリーダー
16	情報通信	五感を活用するコミュニケーション	柏野牧夫 舘 暲	日本電信電話(株)コミュニケーション科学基礎研究所 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
17		超大容量情報処理デバイス	根元義章	東北大学 情報シナジーセンター長
18		情報通信システムにおける超低消費電力技術	中村 徹 松島裕一	法政大学 工学部情報電気電子工学科 教授 (独)情報通信研究機構 情報通信部門 部門長
19		超高速大容量ネットワーク	井上友二	日本電信電話(株) 取締役 第三部門部門長
20		生活支援ロボティクス	小菅一弘 萩田紀博	東北大学大学院 工学研究科機械知能工学専攻 教授 (株)国際電気通信基礎技術研究所知能ロボティクス研究所所長
21		ヒューマノイド(人型ロボット)技術	井上博允 土井利忠	日本学術振興会 監事 ソニー・インテリジェンス・ダイナミクス研究所(株) 所長
22		GPS技術による情報サービス	柴崎亮介 玉真哲雄	東京大学 空間情報科学研究センター 教授 (財)ディフェンス リサーチセンター(DRC) 理事
23		ソフトウェアエンジニアリング	玉井哲雄 山本修一郎	東京大学大学院 総合文化研究科 広域システム科学系 教授 (株)NTTデータ 技術開発本部
24		情報技術による生物模倣	大森隆司 川人光男	北海道大学 大学院情報科学研究科 複合情報学専攻 教授 (株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所 所長
25		量子情報技術	今井 浩 山本喜久	東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻教授 国立情報学研究所&スタンフォード大学電気工学科 教授
26		情報通信環境	坂村健 土井美和子	東京大学大学院 情報学環 教授 (株)東芝研究開発センター ヒューマンセントリックラボラトリー 研究主幹
27	環境	低エミッション都市	安井 至	国際連合大学 副学長
28		環境観測	秋元肇	(独)海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センタープログラムディレクター
29		環境問題解決のための科学技術指標	平 啓介 山本良一	琉球大学 監事 東京大学 生産技術研究所 教授
30		環境修復技術	西村 実 和田英太郎	(株)日本総合研究所 創発戦略センター (独)海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センタープログラムディレクター
31	ナノテク・材料	計算機シミュレーションによる材料設計	土井正男 宮本 明	東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻 教授 東北大学 工学部化学・バイオ工学科応用化学専攻 教授
32		計測技術	合志陽一	(独)国立環境研究所 理事長
33	エネルギー	燃料電池開発と社会への普及	太田健一郎 本間琢也	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 燃料電池開発情報センター 常任理事
34		省エネルギー	殿村重彰 松井一秋	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構省エネルギー技術開発部部長 (財)エネルギー総合工学研究所 研究理事
35	製造技術	容易に真似の出来ない設計・製造技術	赤池 学 新木芥恭	(株)ユニバーサルデザイン総合研究所 所長 (株)トヨタケラム 代表取締役社長

番号	領域	シナリオタイトル	シナリオライター	所属
36		超多品種少量自動生産システム	中馬宏之 橋向博昭	一橋大学 イノベーション研究センター 教授 (株)山武 藤沢工場 制御機器事業部 Java コンソーシアム
37	社会 基盤	社会インフラの再生と維持管理	魚本健人 中村英夫	東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター 教授 武蔵工業大学 学長
38	フ ロ ン テ ィ	地球深部探査	大久保修平 平 朝彦	東京大学 地震研究所 教授 (独)海洋研究開発機構 地球深部探査センター長
39	ア	衛星技術	住 明正 畚野信義	東京大学 気候システム研究センター 教授 (株)国際電気通信基礎技術研究所 社長
40	安 全 ・ 安 心	食料安定供給	貝沼圭二 高橋正郎	(財)農業技術協会 会長 女子栄養大学大学院 客員教授
41	な 社 会 の た め の 技 術	災害後の復旧	河田恵昭 藤原広行	京都大学 防災研究所 巨大災害研究センター長 教授 (独)防災科学技術研究所 防災基盤科学技術研究部門 室長
42		自動車社会	小林敏雄 大聖泰弘	(財)日本自動車研究所 所長 早稲田大学 理工学部 機械工学科 教授
43		金融におけるリスク管理	今野 浩	中央大学 理工学部 経営システム工学科 教授
44	産 業 ・ 社 会	経済変動の予測技術	高安秀樹 西村和雄	ソニーコンピュータサイエンス研究所 シニアリサーチャー 京都大学 経済研究所 複雑系経済研究センター 教授
45		少子社会における「次世代」の心身健全育成	別所文雄	杏林大学 医学部 教授
46		情報投資による効率向上	青木利晴 平野雅章	(株)NTTデータ 取締役相談役 早稲田大学 ビジネススクール 教授
47		科学技術におけるアジアの多様性と融合	石井威望	東京大学 名誉教授、(株)東京海上研究所 理事長
48		芸術・文化・遊びと科学技術	中津良平 松原仁	関西学院大学 理工学部 情報科学科 教授 公立はこだて未来大学 情報アーキテクチャ学科 教授

5 シナリオの概要

各発展シナリオテーマについて、提出されたシナリオが描いている将来展望・視点、日本がとるべきアクションの提言など特徴的な部分を取り出して、各テーマ1ページに集約した(章末に掲載)。各シナリオライターには、概要掲載内容の確認をいただいている。

なお、事務局では、執筆された発展シナリオから共通する認識や提案等を抽出し、以下に記載しておく。これらは、今後の日本の科学技術政策において、分野間の壁を越えて共有すべき認識であろうと考えられる。

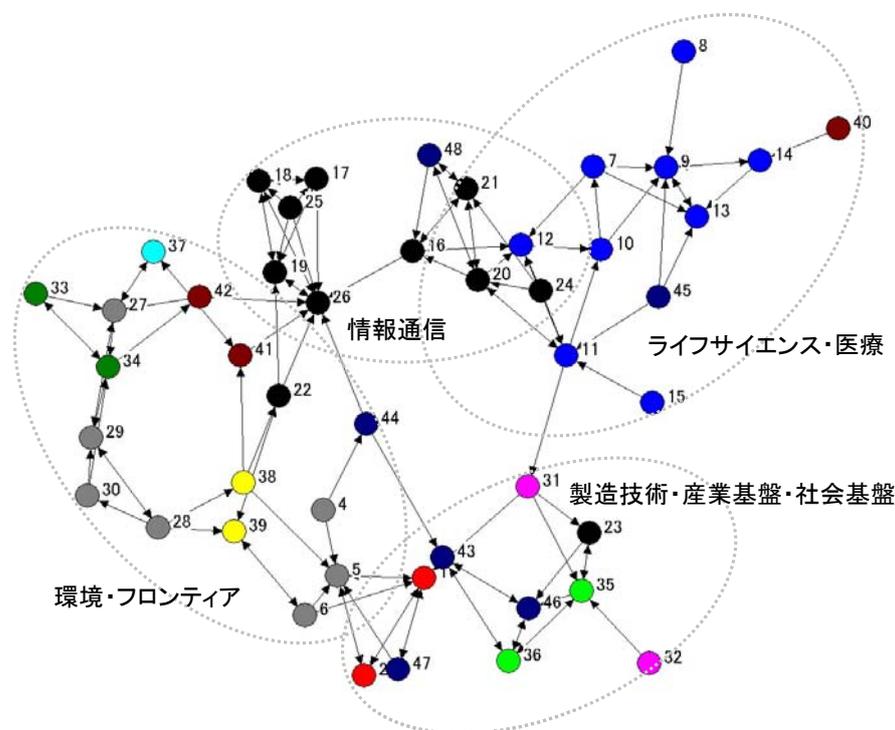
- ・ 分野を問わず多くのテーマにおいて、他分野との融合・学際的研究・組織間障壁打破などの必要性が指摘されている。
- ・ 分野を問わず多くのテーマにおいて、国レベルでの戦略的計画の必要性が訴えられている。また、特

- 定の目的を持つ研究拠点を設立し、複数分野の人材を集合させるべきとの提案が多い。
- ・ 科学技術の社会とのつながり、特に、国民的理解を得る努力の必要性が指摘されている。
 - ・ 社会環境変化に対応するように、制度面での改善が提案されているテーマも数多い。
 - ・ 推進される各政策の迅速な評価を行なうために、評価データを整備し、逐次評価が行なえるような体制作りが望まれている。
 - ・ 本調査では日本のとるべきアクションを問うているため、欧米追従ではない日本の独自性を打ち出した研究開発の必要性(必然性)が訴えられている一方で、モデルや成功例としては欧米のケースが数多く挙げられている。
 - ・ 本調査では発展的な将来像を描くことを要請したが、いくつかのテーマにおいては、ネガティブな方向性を考えざるを得ないとの記述が見られる。
 - ・ 数学のような基盤的学問領域、あるいは実現困難度が高い研究分野においては、人的資源の確保、特に分野固有の教育体制確立が提案されている。
 - ・ ライフサイエンス分野に関連する9テーマに共通に挙げられている今後のキーワードは「計算機科学あるいは情報科学の利用」、および、そのシステム構築であり、これらに関して不足感があるものと考えられる。
 - ・ 情報通信分野の各テーマではユビキタス社会の実現が前提になっており、2015年頃を境として社会全体が知識活用の時代を迎えるとされている。来たるべき社会の状況を表現するため、ユビキタス以外にも新しい概念用語を作り出す試みが始まっている。
 - ・ エネルギー・社会基盤などの分野では、自然科学的アプローチに先立って、特に、社会的問題の解決あるいは社会的目標設定の明確化の必要性が提案されている。
 - ・ 産業発展に関わるテーマにおいて、情報通信技術に対する的確な投資や施策が、安心な社会や産業競争力の維持に結びつくという指摘がなされている。特に、ハードウェアに比べてソフトウェアの技術開発の遅れが指摘されている。

また、各概要に掲載されている関連テーマをマップ化したものが図表 10 である。関連テーマは、執筆内容をもとに事務局により各概要に付与されたものである。

他のテーマとの関連性が特に高いテーマとしては、「情報通信環境(No.26)」、「個人のニーズに対応する新規医療(No.9)」、「基礎科学の位置付け(No.5)」が挙げられる。また、図中の点線のように大きな括りをしてみると、「ライフサイエンス・医療」と「情報通信」の重なりが非常に大きいことが特徴的である。

図表 10 シナリオテーマ間の関連



6 他調査との関連性

今回選定した発展シナリオテーマの一部は、他の調査の内容と関連性を持つものがある。本調査の分析について、他の関連調査情報を参照する際の便宜のために、ここに関連性のマッピングを示す。

(1) 急速に発展しつつある研究領域調査との関連

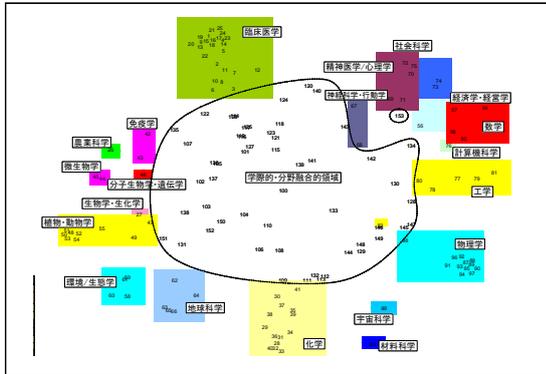
急速に発展しつつある領域調査では、ISI 論文データベースから抽出された「急速に発展しつつある領域」を、最終的に 153 領域抽出し、その相互関連性をマッピングしている(153 領域のうち、平成 15 年度に抽出された上位 51 領域がテーマ選定の際に参考にされたものである)。このマッピングされた領域と発展シナリオテーマを比較し、内容的に関連性が高いものどうしを近くに配置して重ね合わせることで(図表 11)、本報告書の各発展シナリオテーマの背景にどのような基礎研究領域の進展が関わっているのかを示唆することができる。

(2) デルファイ調査における領域(デルファイ領域)との関連

デルファイ調査では注目科学技術領域を技術分野別に分類し、散布図を作成している。このデルファイ領域と発展シナリオ調査テーマを比較し、内容的に関連性が高いものを近くに配置して重ね合わせることで(図表 12)、近接して配置されたデルファイ領域に関連した予測の結果と、発展シナリオにおける有識者個人の予測とを比較することが可能になる。この結果、デルファイ法による平均的な将来イメージの妥当性や、予測結果の背景解釈についての知見を得ることが期待できる。

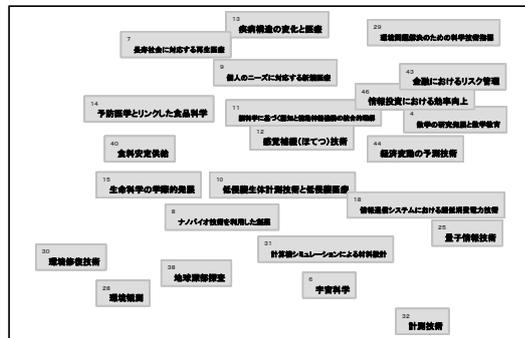
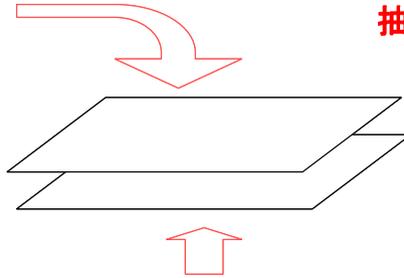
図表 11 「急速に発展しつつある研究領域」との重ね合わせ

「急速に発展しつつある研究領域調査」



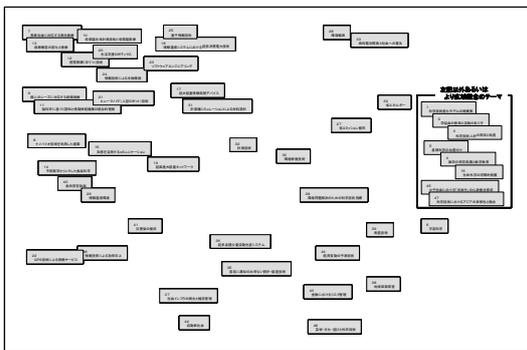
ISI論文データベースから抽出された「急速に発展しつつある153の研究領域」において、約1/3の研究領域は、従来からの特定の研究分野には収まらない「境界的・融合的」研究である。

重ね合わせることで
特に学術的な急速発展に
注意すべき領域を
抽出



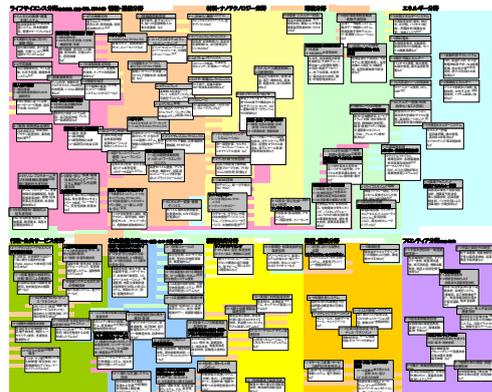
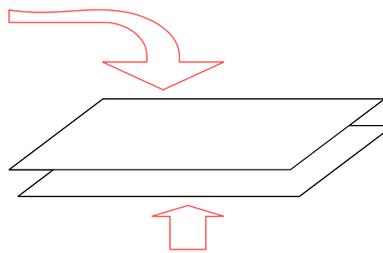
「注目科学技術領域の発展シナリオ調査」

図表 12 「デルファイ調査」注目領域との重ね合わせ



「注目科学技術領域の発展シナリオ調査」

重なる領域間を比較することで、
科学者・技術者の平均的な将来イメージが
妥当なものかどうかを議論できる



「デルファイ調査」の全体図

7 今後の課題

7-1 調査手法に関して

本調査は、その調査方法自体が、日本の俯瞰的な予測調査としては初めての試みであり、用語の定義から、調査段階の各手法に至るまで、すべて試行を経ながら行なわれた。新しい試みでは、まず、使用する言葉の定義が重要である。必ずしも普遍的なものである必要はないが、首尾一貫し、また参加者や結果利用者の共通認識としておく必要があった。本調査における「発展シナリオ」「シナリオ作成者(シナリオライター)」等の定義は、決して汎用的なものではなかったが、シナリオ作成者の推薦や投票の過程で、数多くの参加者を募ることができ、定義付けに関しては十分にご理解をいただけたものと考えている。また、幅広いテーマに共通して使用できる「仕様書」の作成に関しても、パイロットシナリオの作成という試行の結果としてフィックスされたものであるが、結果的に、ほとんどのシナリオライターの方々は提示された仕様書に沿った記述をされており、テーマの種類を問わず、この仕様書も有効に機能し、調査の目的に沿った発展シナリオが数多く執筆されたと考えている。

一方、以下のようないくつかの課題を残しており、特に選択テーマの大きさおよび網羅性に関しては議論の余地がある。

本手法では、基本的にシナリオを書くという手法を選択したことにより、基礎科学研究、応用技術、社会科学やそれらのインパクトなど、幅広い課題をシナリオテーマとして取り上げることが可能になった。ただし、限られた時間の中で扱えるテーマ数には限りがあり、テーマの数が少なければ、個々のテーマはかなり広い範囲をカバーするようなテーマにせざるを得なくなる。実際に、シナリオ調査分科会のテーマ選定に関する検討では、いくつかの大きなテーマを落とさざるを得なかった。

基本的に、テーマ選定とライター選定は同時に行なうことはできない。先に決定すべきは明らかに前者であり、時間が十分にあれば、テーマの大きさおよび網羅性に関しても議論を深め、テーマの選定過程にも参加型プロセスを取り入れるなど、より良い方法がありえたと考えられる。今回は約 50 テーマを目安に、他調査で取り上げられた注目科学技術領域を参考にすることで、意識的に大小さまざまな大きさのテーマ選定を第1次および第2次の2回に分けて行なった。テーマ選定を2回に分けた理由は、まず第1次の選択テーマを提示することで、それら以外から第2次のテーマ募集を行なうことができ、結果的に、ある程度の網羅性を確保できるのではないかと考えたからである。

また、各テーマに関して、基本的に2人の執筆者にシナリオを書いていただいたが、この数の設定についても適当であったかどうかはわからない。ただし、少なくとも、1つのテーマに関して、複数のシナリオを書いていただくということは、非常に有意義なことであったと言える。あるテーマに関しては両者の将来イメージに同意が確認され、また、あるテーマに関しては互いが補完的な記述であった。

また、本調査では、各シナリオ執筆候補の執筆受諾を取り付けてから、実際に執筆を始めていただいたが、諾否確認において時間的にかかなりのロスがあり、また、結果的に100%の回収は達成できず、15%程度の受諾者からシナリオをご提出いただけなかった。最終的に、選択された48テーマのうち、1テーマは成立せず、また、テーマによって、シナリオの提出数に1~3本のばらつきが生じた。

7-2 調査結果の分析に関して

本調査では、執筆された各シナリオには貴重な情報が満載されていると思われるが、それらの分析は、時間的な制限により十分とは言えない。特に、以下の3点は今後の課題として明記しておきたい。

- ① 「科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査」の他調査との比較検討などがまだ不十分である。特に、従来から予測調査として行なわれてきたデルファイ調査(専門家集団のコンセンサス)を補完するものという位置付けにあることから、テーマごとに、専門家集団のコンセンサスと卓越した個人の見解の間の、一致あるいは相違を明確にできる可能性がある。相違があるテーマに関しては、参加いただいた学協会あるいは業界団体等へフィードバックし、より深い議論を促すことが必要であろう。また、急速に発展しつつある研究領域調査(文献データベースを基にした調査)の結果を、各執筆者および参加いただいた学協会あるいは業界団体等へ提示し、注意を喚起することも必要であろう。
- ② 執筆された各シナリオには、テーマを超えて共通する課題、関連テーマに共通する議論、あるいは、意外な関連性を有するテーマの示唆、などが数多く含まれている。これらは、複数テーマの執筆者および関係者を集めて、さらなる議論を深めることに意義があると考えられる。
- ③ 俯瞰的に見渡せる卓越した個人の選出という観点から、今回のシナリオ作成者には、年齢や性別にかなり偏りがある。ジェネレーションや性別を超えた将来像の比較も今後の課題として挙げられる。

シナリオ調査分科会ならびに事務局一同は、シナリオ執筆・推薦・投票等を通じて、この新しい試みに参加していただいた多くの方々に、心より御礼を申し上げたい。

テーマ 1 「科学技術進化モデルの再構築」

シナリオ執筆者:

(独)情報通信研究機構 理事長
長尾 真氏
早稲田大学 政治経済学部 教授
長谷川眞理子氏

関連テーマ:

「学協会の意味と活動のあり方」
「基礎科学の位置付け」
「科学技術における
アジアの多様性と融合」 など

科学技術の発展は、「分析による規則性の発見」の段階から「生成と創造」の段階へと移行する。

21世紀は「生成と創造」の時代であるが、それにはアセスメントを欠くことが出来ない。

21世紀科学技術の主要課題は:

20世紀の負の遺産の解決

人間だけでなく、広く生物や環境等地球全体を良くする方向性が必要

知識の活用による総合的な科学技術の重視

有限資源の循環的活用の科学技術の開発 (長尾 真氏)

情報科学は決して新原理を生み出しているわけではない
分析へ向かう科学と複雑さへの対処・統合へ向かう科学
日本のとるべきアクション

独創的発想を生かす社会形成

既存の学問の枠組みにとらわれない研究・教育組織

科学技術行政における法学部的発想からの脱却

情報通信機器が発達や成長に及ぼす影響の研究

(長谷川眞理子氏)

テーマ 2 「学協会の意味と活動のあり方」

シナリオ執筆者:

(独)産業技術総合研究所 理事長
吉川弘之氏

関連テーマ:

「科学技術進化モデルの再構築」
「基礎科学の位置付け」など

望ましい関係

総合科学技術会議
(政府機関として方針を決定)

打診

意見

日本学術会議

学協会

(吉川弘之氏)

科学者の社会的影響の変遷と今後の予測

諸外国では、
学協会の中立的発言の
必要性が認識され、
学術会議等が政策決定に対し、
有意義な助言を行なう
という構造が出来上がってきたが、
この点で日本は立ち遅れた。

日本において、
総合科学技術会議と
日本学術会議が
両輪となって、
日本の科学技術を
牽引していく体制が整った。

日本においても、
学協会が中立的立場から
助言し、科学技術行政に
影響を与えるシステムが整う。

1995

2005

2015

年

(吉川弘之氏)

- * 科学者は、本当に社会が必要としているものを、社会に還元する責任がある。
- * 科学技術政策を策定していくうえで、従来以上に科学的知識が必要とされている。
- * 日本学術会議は、学協会に望ましい構造を奨励しなければならない時期に来ている。

(吉川弘之氏)

テーマ 4 「数学の研究発展と数学教育」

シナリオ執筆者:

(財)数理科学振興会 理事長
広中平祐氏
算数オリンピック財団 評議員
ピーター・フランクル氏

関連テーマ:

「基礎科学の位置付け」
「経済変動の予測技術」など

制度

- ・企業と大学の連携プロジェクトの推進 (広中平祐氏)
- ・海外の一流の数学者による外部評価を導入
 - ・海外の優秀な数学者の積極的な招聘
- ・サバティカル制度の導入(海外研究者との交流)
- ・若い研究者の活性化のための制度 (ピーター・フランクル氏)

研究拠点

- ・異なる分野の専門家同士が集まる小規模な拠点の設立
- ・企業人と数学者が集まる小規模な拠点の設立 (広中平祐氏)
- ・研究だけに集中できる国立高等数学研究所の設立 (ピーター・フランクル氏)

教育

- ・産学連携の観点からの大学主導の人材育成の推進 (広中平祐氏)
- ・高校生などを対象にした数学のサマースクール(合宿)の実現 (ピーター・フランクル氏)

テーマ 5 「基礎科学の位置付け」

「基礎科学の位置付け」の変遷

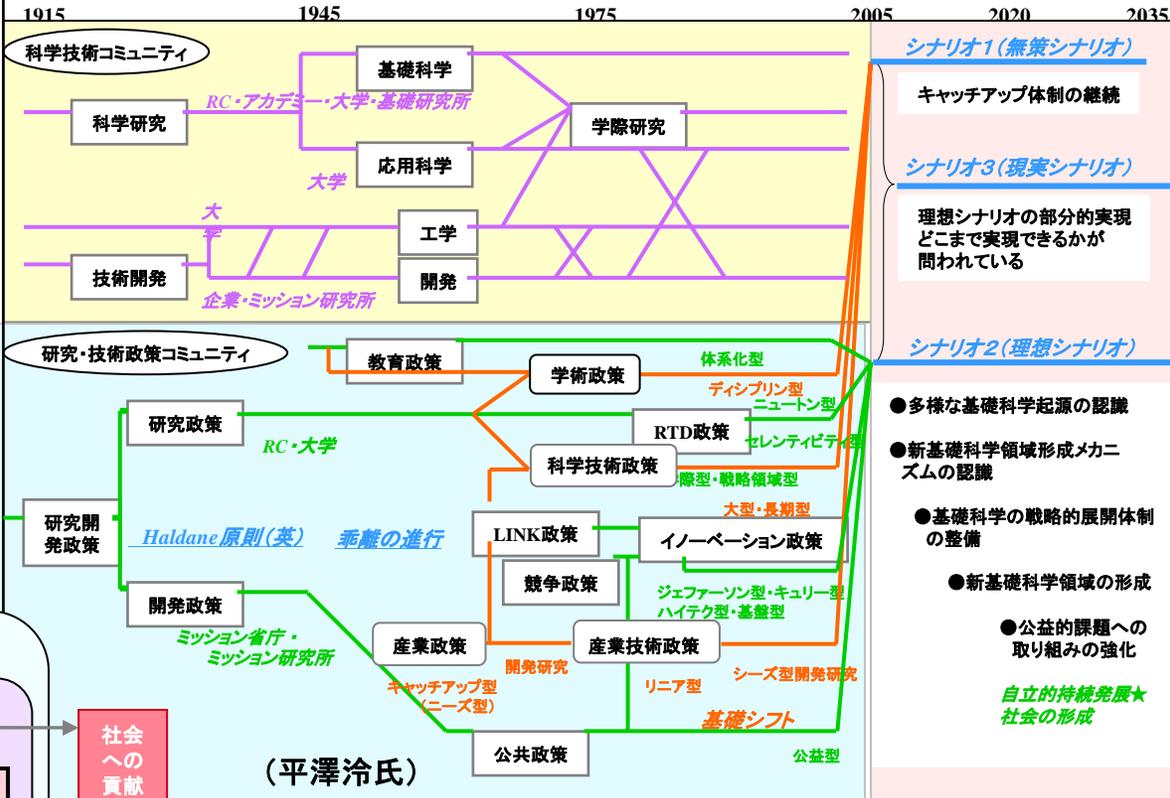
シナリオ執筆者:

(独) 科学技術振興機構
 社会技術研究システムシステム
 研究センター長 小林信一氏
 東京大学 名誉教授

平澤 冷氏

関連テーマ:

「科学技術進化モデルの再構築」
 「学協会の意味と活動のあり方」など



シナリオ1(無策シナリオ)

キャッチアップ体制の継続

シナリオ3(現実シナリオ)

理想シナリオの部分的実現
 どここまで実現できるかが
 問われている

シナリオ2(理想シナリオ)

●多様な基礎科学起源の認識

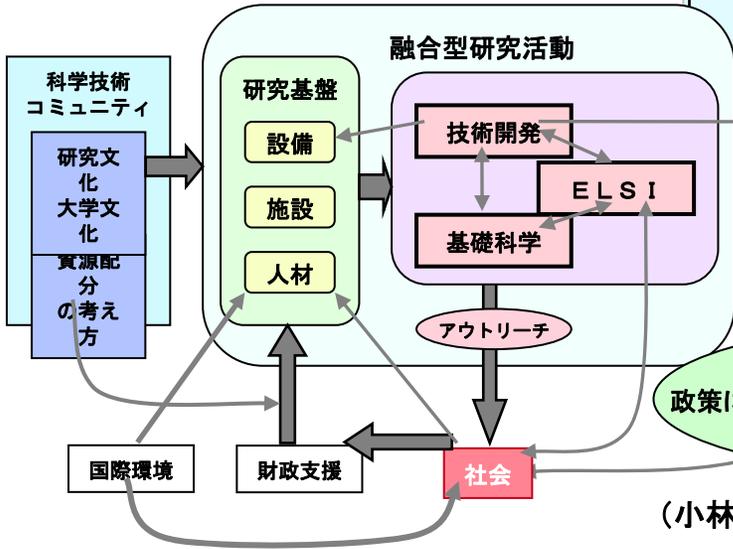
●新基礎科学領域形成メカニ
 ズムの認識

●基礎科学の戦略的展開体制
 の整備

●新基礎科学領域の形成

●公益的課題への
 取り組みの強化

自立的持続発展★
 社会の形成



「基礎科学」という概念の規定が重要
 政策における「科学技術」への期待が変化したこと
 に留意
 「戦略的イニシアティブ」の立案の必要性

基礎科学の新たな概念カテゴリー

- ① 伝統的な概念(ニュートン型)
- ② 学際型
- ③ 教育内容の進化を契機とする体系化
- ④ セレンディビティ効果による新領域
- ⑤ ジェファーソン・キュリー型
- ⑥ 戦略的領域
- ⑦ 先端的イノベーション
- ⑧ イノベーションの基盤形成研究

(平澤冷氏)

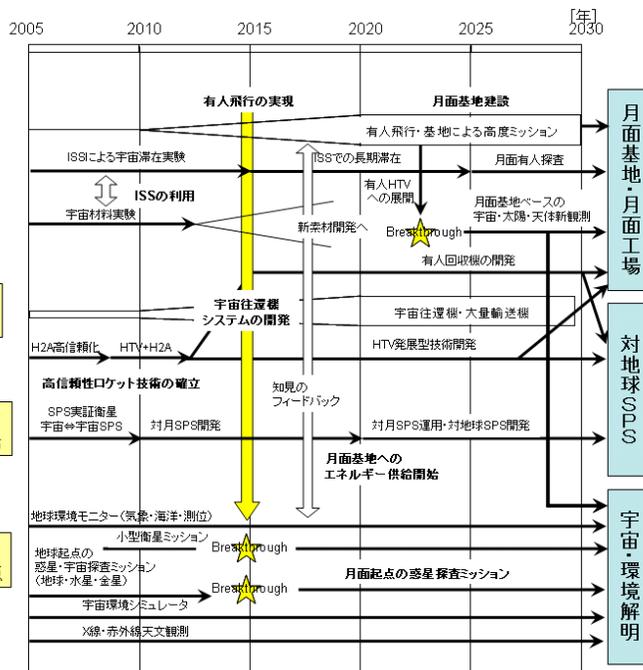
テーマ 6 「宇宙科学」

シナリオ執筆者:

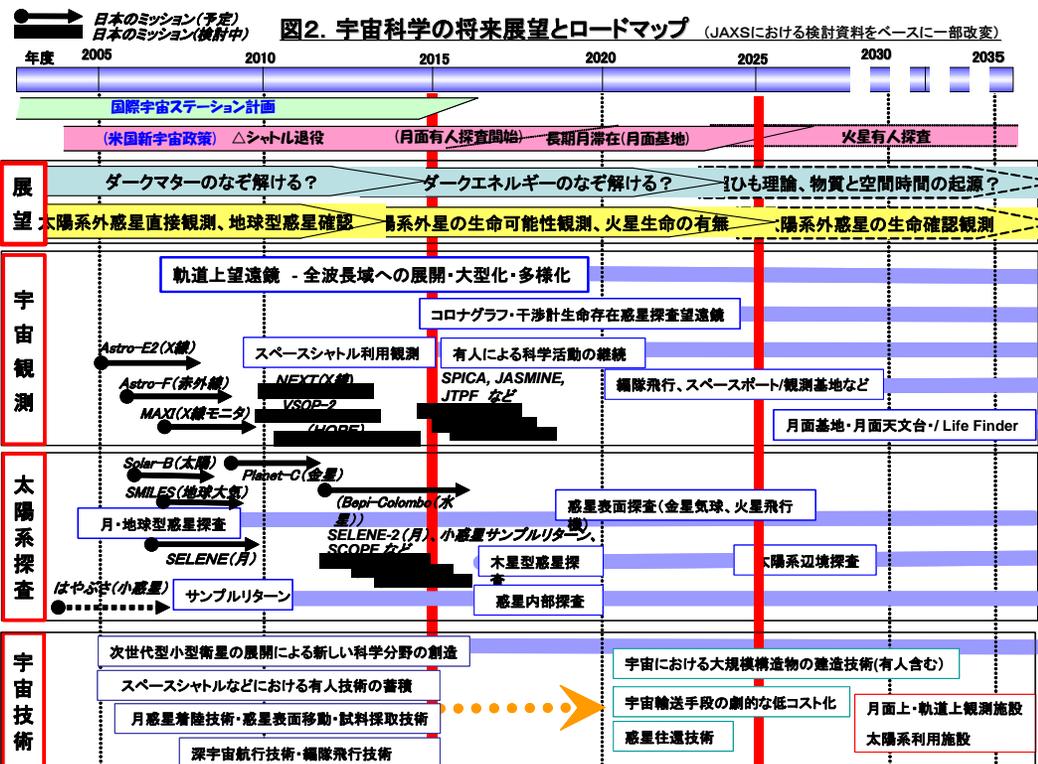
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
 国立天文台台長 海部宣男氏
 京都大学 生存圏研究所 所長 松本 紘氏

関連テーマ:

- 「衛星技術」
- 「科学技術進化モデルの再構築」
- 「基礎科学の位置付け」など



(松本紘氏)



(海部宣男氏)

アクション
 責任ある体制の構築
 科学コミュニティによる
 オープン・統一的検討の仕組み作り
 戦略と科学に根ざした透明な選定プロセス
 国際共同の積極的・戦略的推進
 有人活動の継続発展
 (海部宣男氏)

アクション
 研究開発体制の整備 (ミッション遂行専門育成)
 (研究機関の役割分担明確化)(意思決定機構の整備)
 科学文化醸成のための研究開発
 国家的課題に取り組むための重点施策
 (松本紘氏)

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

テーマ 7 「長寿社会に対応する再生医療」

シナリオ執筆者:

東京女子医科大学 名誉教授
桜井靖久氏
大阪大学大学院臨床遺伝子治療学
名誉教授 森下竜一氏

関連テーマ:

「個人のニーズに対応する
新規医療」
「疾病構造の変化と医療」
「感覚補綴技術」 など

	2010	2015	2020	
実現技術	細胞分化技術 組織再生技術 (森下竜一氏)	ES細胞との ハイブリット型 の人工臓器 (森下竜一氏)	脳血管疾患 の再生技術 (森下竜一氏)	
実用化	皮膚再生 骨再生 血管再生 (共通)	糖尿病、肝障 害、心疾患等 の再生治療 (桜井靖久氏)	神経細胞の 導入器具 (森下竜一氏)	
普及	遺伝子・細胞 導入の安価な 器具 (森下竜一氏)		臓器移植の重 症臓器不全治 療以外の利用 (桜井靖久氏)	医薬品市場の 1/3以上が組織 工学製品 (桜井靖久氏)
社会変化	ベンチャーの 活躍 (森下竜一氏)	医療機関に 再生医療部門 の設置 (桜井靖久氏)		再生医療バイオ クラスターによる 経済活性化 (森下竜一氏)

見直し要

倫理委員会・学協会の機能
細胞・組織バンクの整備・運営
国民の理解増進・啓蒙 (桜井靖久氏)

共通

ベンチャー支援・育成 (桜井靖久氏、森下竜一氏)

新設要

文理一体型研究所 (森下竜一氏)

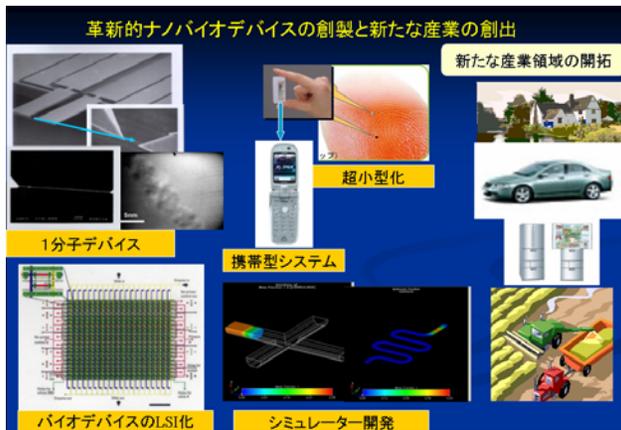
テーマ 8 「ナノバイオ技術を利用した創薬」

シナリオ執筆者:

京都大学大学院薬学研究科
教授 橋田 充氏
名古屋大学大学院工学研究科
教授 馬場嘉信氏

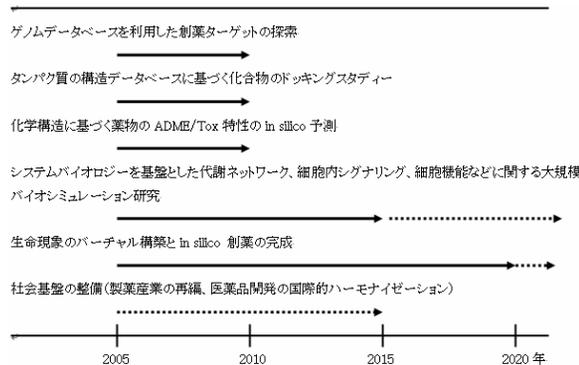
関連テーマ:

「個人のニーズに対応する新規医療」
など

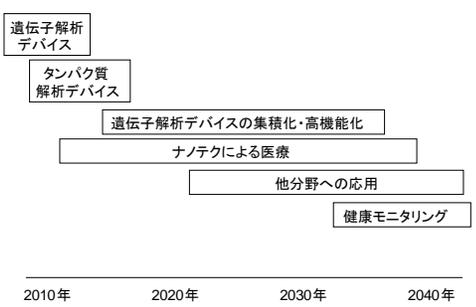


(馬場嘉信氏)

企業ニーズと研究をリンクさせる仕組み
知的財産の取り扱いの明確化
許認可にかかる時間の短縮
(馬場嘉信氏)

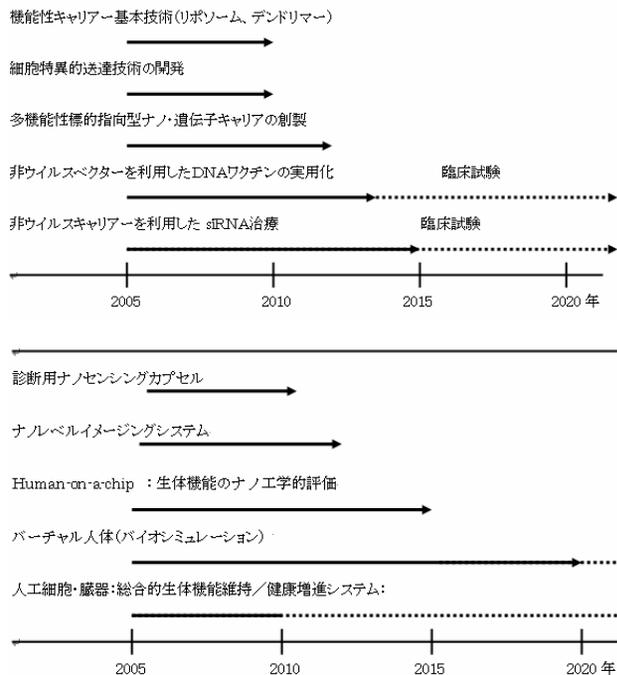
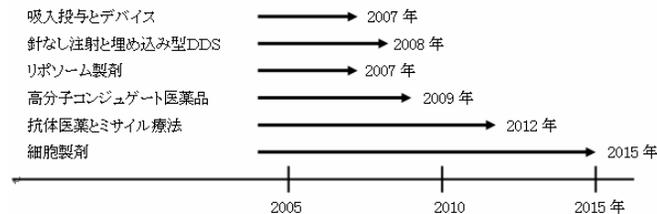


ナノバイオ技術のロードマップ



(馬場嘉信氏)

(橋田充氏)



中核研究機関の設置
薬事行政と一体化した国家レベルの研究支援
(橋田充氏)

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

テーマ 9 「個人のニーズに対応する新規医療」

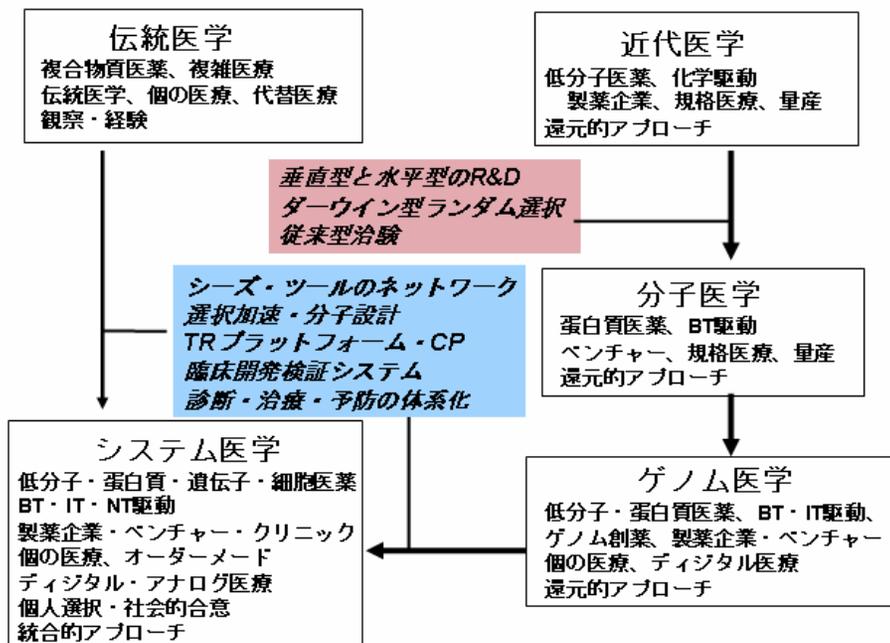
シナリオ執筆者:

東京都臨床医学総合研究所 所長
 新井賢一氏
 東京医科歯科大学 情報医科学センター長
 田中 博氏

関連テーマ:

「疾病構造の変化と医療」
 「予防医学とリンクした食品科学」 など

個人のニーズに対応する新規医療の展開



(新井賢一氏)

2000

2005

2010

2015

医療の標準化

用語コード
の標準化

電子カル
普及

医療施設
ネットワーク化

EBM支援・診
療ガイドライン

医療の個人化

用語制御
副作用予測

ゲノムカル
早期診断

GMネットワ
ーク
リスク評価

ゲノムシス
テム
疾患モデル予測

医療の遍在化

電子ゲノ
ム
医療技術

電子ゲノ
ム
医療技術

ユビキタ
ス
医療ネット
ワーク

生涯健康
医療カル

(田中博氏)

日本独自の研究開発・医療システム
 (新井賢一氏)

新設要

ユビキタス医療健康情報管理のインフラ整備
 (田中博氏)

テーマ 10 「低侵襲生体計測技術と低侵襲医療」

シナリオ執筆者:

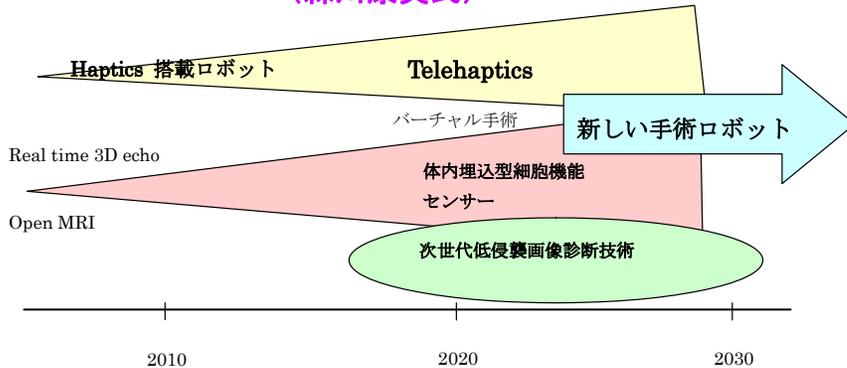
九州大学 医学研究院 教授
橋爪 誠氏
慶應義塾大学 医学部 教授
森川康英氏

関連テーマ:

「長寿社会に対応する再生医療」
「個人のニーズに対応する新規医療」 など

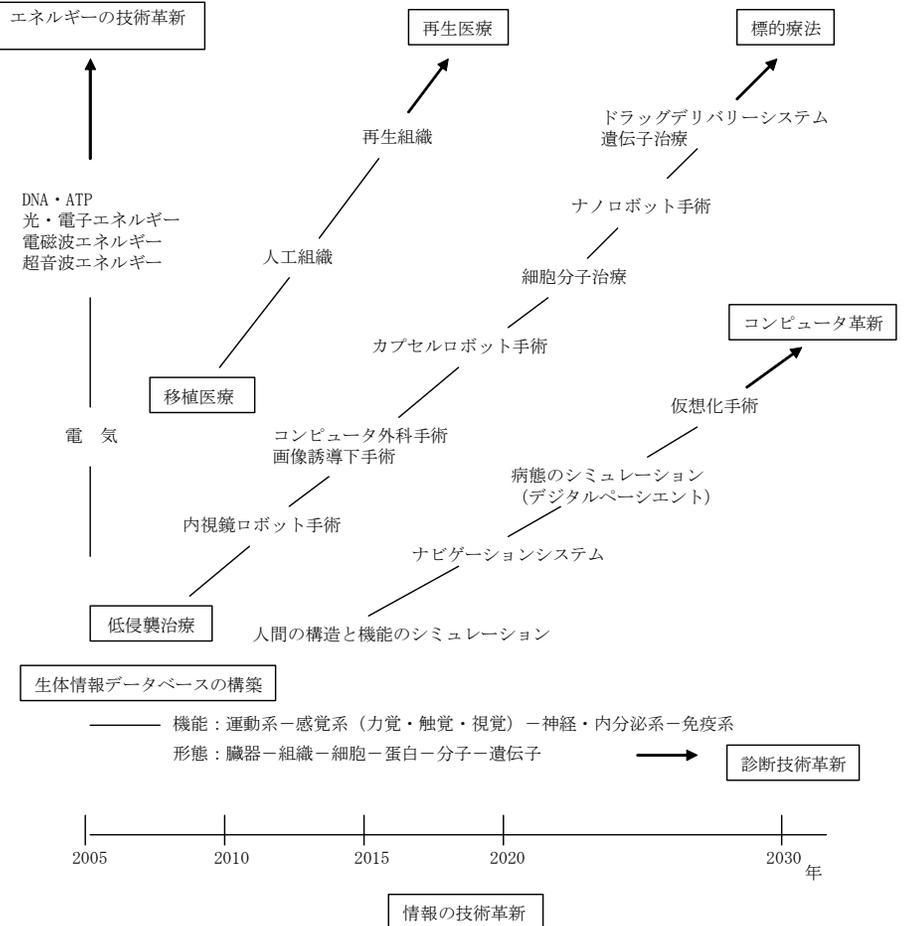
技術的発展のタイミング

(森川康英氏)



全体ビジョン : デジタルペーシェントと未来医療

(橋爪誠氏)



工学と医学の統合

… 研究者の知的好奇心とは別の視点での資源配分が必要
(森川康英氏)

生体情報(診断)とエネルギー情報(治療)の融合-一体化

診断 = 生体情報のデジタルコンテンツ化
治療 = エネルギー伝達および移動 (橋爪誠氏)

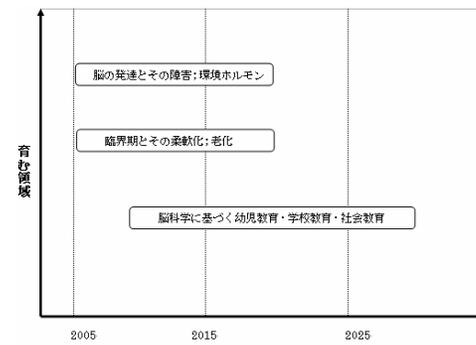
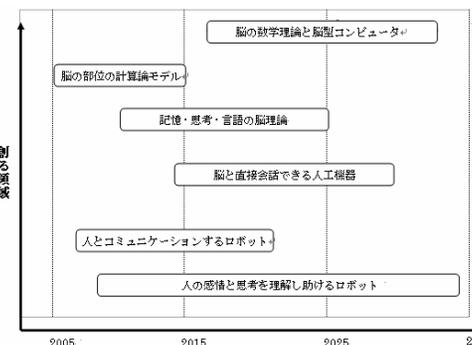
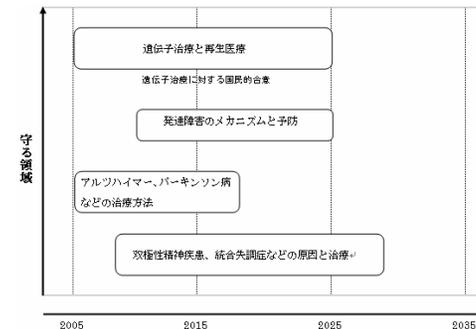
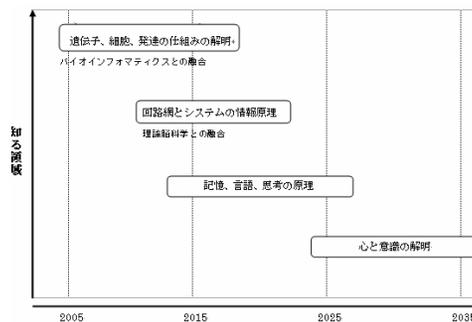
テーマ 11 「脳科学に基づく認知と情動神経機構の統合的理解」

シナリオ執筆者:

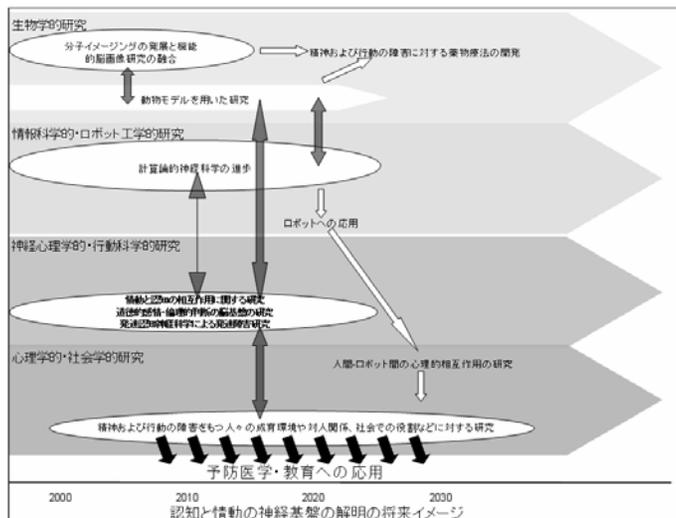
(独)理化学研究所 脳科学総合研究センター長
甘利俊一氏
慶應義塾大学 医学部 教授
加藤元一郎氏

関連テーマ:

- 「低侵襲生体計測技術と低侵襲医療」
- 「感覚補綴技術」
- 「生活支援ロボティクス」
- 「計算機シミュレーションによる材料設計」 など



(甘利俊一氏)



基礎技術開発

(加藤元一郎氏)

脳科学を発展させる基礎技術としての光測定技術、
蛍光可視化技術の開発 (甘利俊一氏)

融合研究支援

- ・ ロボット技術など日本の得意とする技術と脳科学の融合
- ・ 分子イメージングと計算論的神経科学との融合 (加藤元一郎氏)

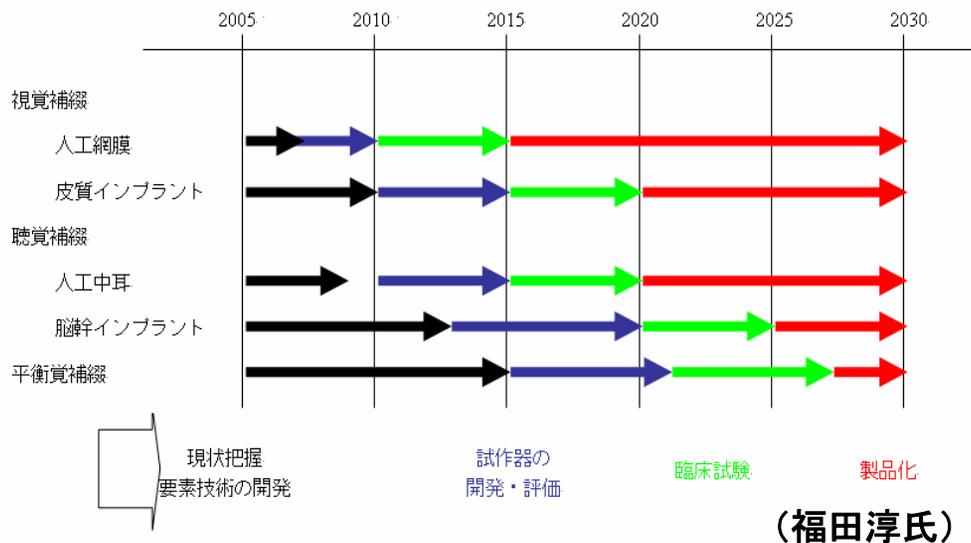
テーマ 12 「感覚補綴(ほてつ)技術」

シナリオ執筆者:

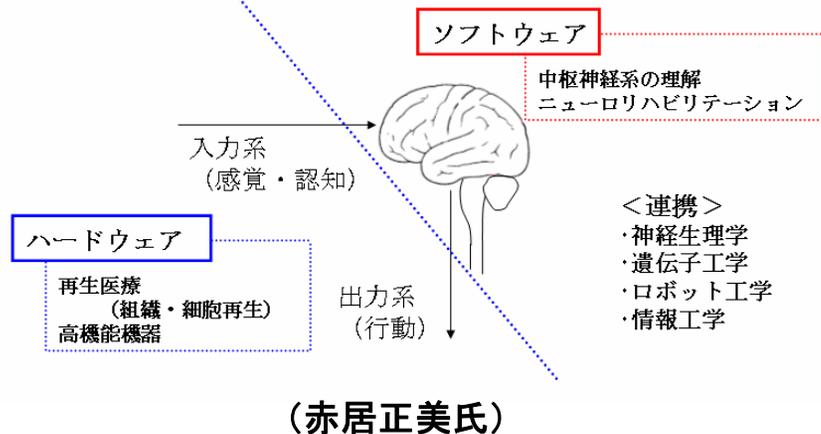
国立身体障害者リハビリテーションセンター病院
赤居正美氏
 電気通信大学 電気通信学部 教授
清水 豊氏
 大阪大学大学院 医学系研究科 教授
福田 淳氏

関連テーマ:

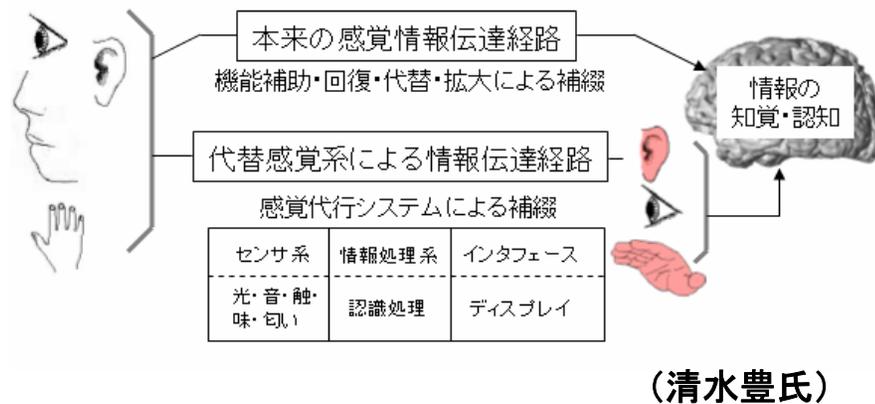
「低侵襲生体計測技術と低侵襲医療」
 「脳科学に基づく認知と情動神経機構の統合的理解」など



連携が必要な研究分野



感覚補綴の方式



テーマ 13 「疾病構造の変化と医療」

シナリオ執筆者:

東京大学 医科学研究所 先端医療研究センター長
岩本愛吉氏
 国立保健医療科学院 政策科学部 部長
長谷川敏彦氏

関連テーマ:

「個人のニーズに対応する新規医療」
 など

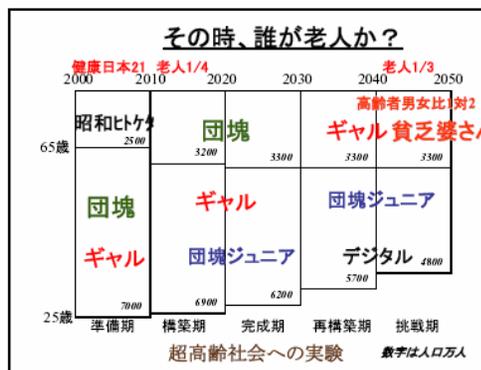
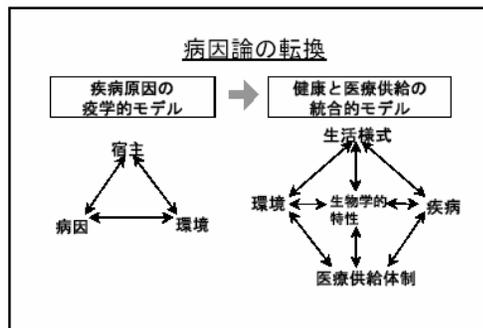
新興感染症の予知予測は困難:

地球の温暖化、人口の高齢化、
 食料生産 と流通の進歩や変化、
 社会風俗、若者の意識、国内
 や国際的な人口の流動性、医
 療技術の進歩などが影響

(岩本愛吉氏)

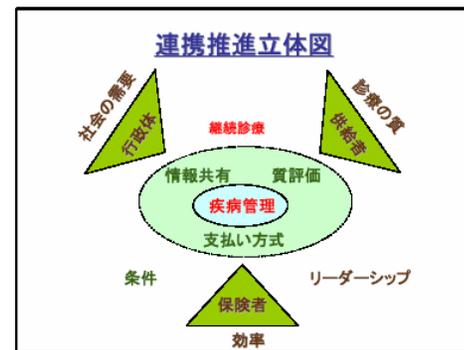
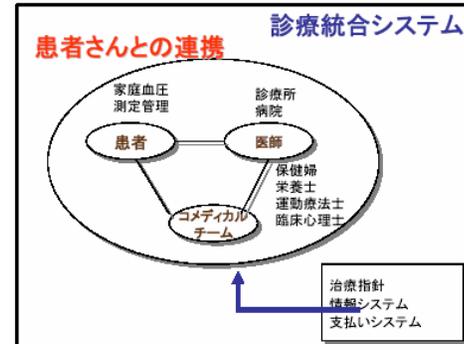
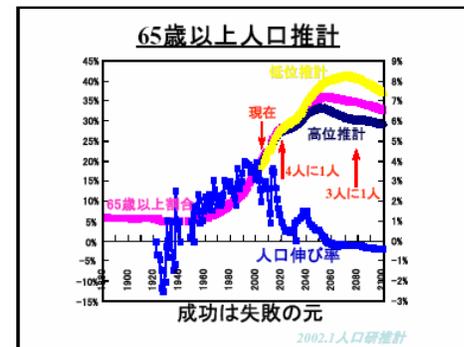
人材育成

感染症の知識をもつ医学系
 および生物系の人材が不足
 (岩本愛吉氏)



体制

2050年に日本は究極の
 社会に到達し、
貧乏婆さんに王様の医療を
 提供する体制が求められている
 (長谷川敏彦氏)



(長谷川敏彦氏)

テーマ 14 「予防医学とリンクした食品科学」

シナリオ執筆者:

東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
阿部啓子氏
京都大学大学院 農学研究科 教授
伏木 亨氏

関連テーマ:

「個人のニーズに対応する新規医療」
「疾病構造の変化と医療」など

機能性成分の効果効能の多面的・総合的な評価が可能になる
テラーメイド食品の献立の部分的実用化

メタボローム解析の確立

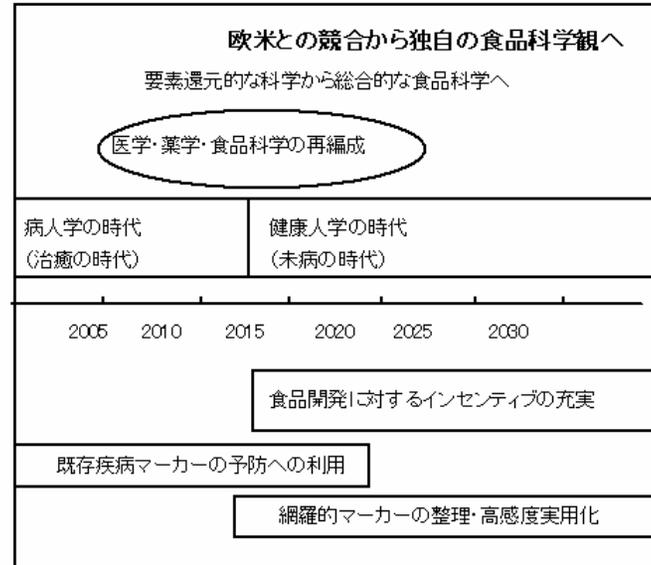
ゲノム情報を基にしたプロテオーム解析の確立

ゲノム情報を用いた遺伝子発現解析の確立

2005 2015 2025 2035

(阿部啓子氏)

予防医学における食品科学の発展シナリオ



(伏木亨氏)

欧米の追随を許さない独自の科学観に立脚した
総合的
食品予
防科学

健康人を対象とした健康に関わる総合的な
学問分野の構築 (伏木亨氏)

要支援の研究分野

- ・産官学連携で「予防医学とリンクした食品科学」
国家プロジェクトを立ち上げる
- ・機能性食品システム生物学の充実
(阿部啓子氏)

テーマ 15 「生命科学の学際的发展」

シナリオ執筆者:

(独)理化学研究所 脳科学総合研究センター
臼井支朗氏

関連テーマ:

「脳科学に基づく認知と情動神経機構の
統合的理解」 など

<短期シナリオ>

2005 INCFの発足・参加、Japan-Nodeの立ち上げ・運用開始

- ・Visiome, CDT-DBの公開・運用
- ・細胞・局所神経回路、無脊椎動物脳 プラットフォームの公開・運用
以下、準備できた分野から公開・運用していく。

2010 Japan-Nodeの評価・拡張・再編

- ・聴覚系、音声発声系、マルチモーダル処理系、体性感覚系など、我が国が国際的リーダーシップをとれる脳・神経系の主要な分野を順次カバーしていく。
- ・大型研究プロジェクトや科研費などの研究で得られた実験データや開発したプログラムを登録・公開するプラットフォームを立ち上げる。
- ・研究遂行時に得られた実験データや開発されたプログラムなど電子情報を一体化したE-Journalの可能性を検討する。
- ・定年退官される研究者の成果の保存・管理・継承・公開の仕組みを検討する。

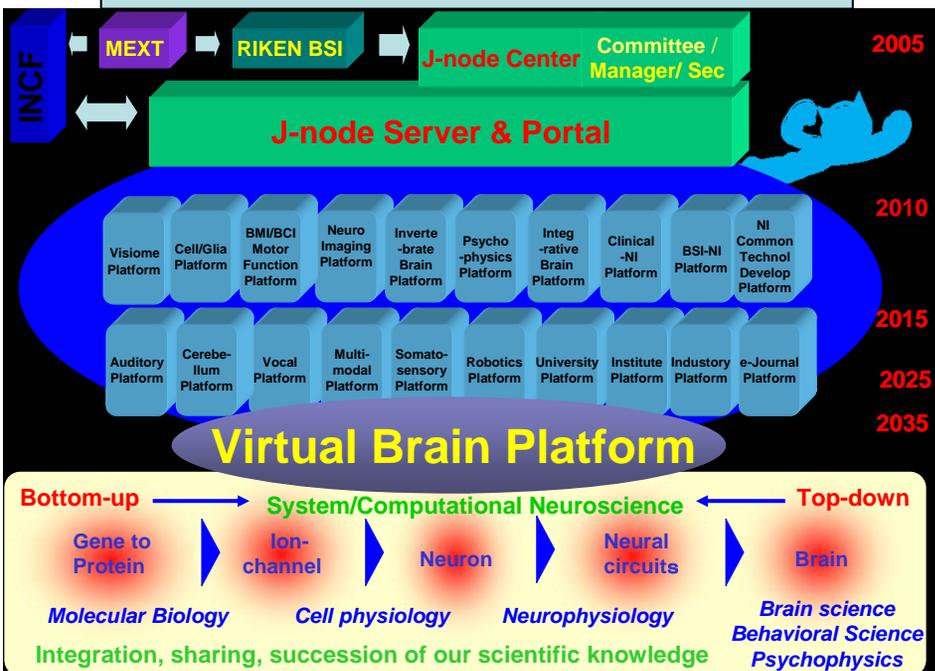
<長期シナリオ>

2015 Japan-Nodeの評価・拡張・再編

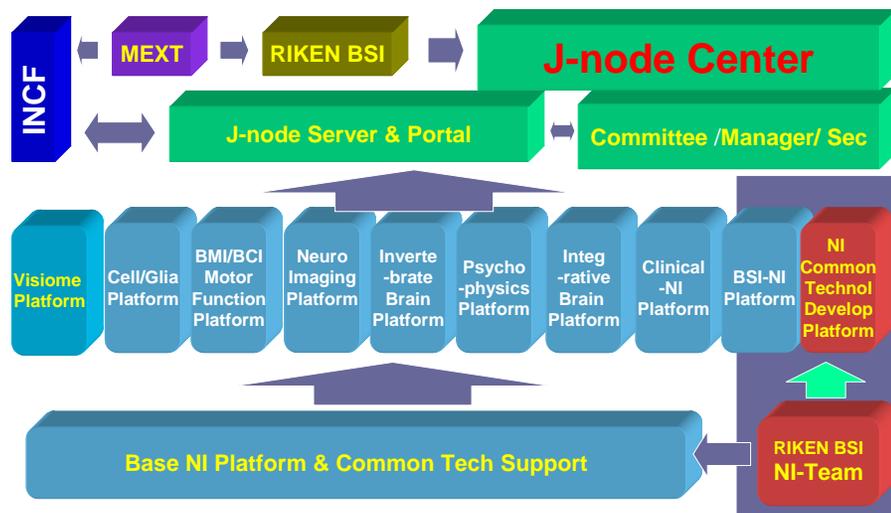
- ・研究成果を生かした脳型人工知能システムが実現される。
- ・2015年あたりで中国、インドが隆盛を迎える。
- ・2025年頃には「アトムの脳」実現へむけての見通し、可能性が得られる。
- ・ニューロインフォマティクスに期待できる効果
 - 1) NI研究を軸にした次世代の科学研究の振興
 - 2) NI関連産業の振興
 - 3) 既存の情報産業の振興

(臼井支朗氏)

ニューロインフォマティクス発展シナリオ概略



ニューロインフォマティクス日本ノード構想案



(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

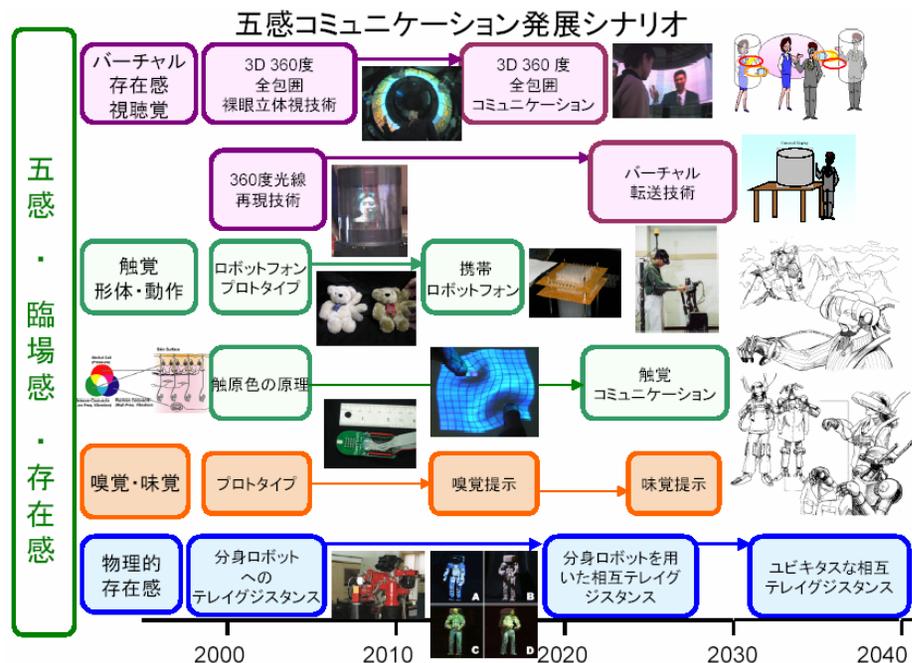
テーマ 16 「五感を活用するコミュニケーション」

シナリオ執筆者:

日本電信電話(株) コミュニケーション科学基礎研究所
 柏野牧夫氏
 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
 舘 暲氏

関連テーマ:

「感覚補綴(ほてつ)技術」
 「ヒューマノイド(人型ロボット)技術」
 「情報通信環境」 など



(舘暲氏)

- ・五感の活用はコミュニケーション本来の姿
- ・人間を主軸に据えた設計論の確立
- ・新領域、融合領域、学際領域に共通の方法論の確立
- ・横断型科学技術の振興は過去の「基礎科学」に学べ

(舘暲氏)

- ・感覚モダリティ間、感覚-運動間の協調関係の探求
- ・祭礼、芸能、武道など伝統文化を科学の俎上に載せよ。
- ・ブロードバンド時代の知覚工学の確立
- ・情報通信技術の短期的・長期的安全性に関する研究

(柏野牧夫氏)

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

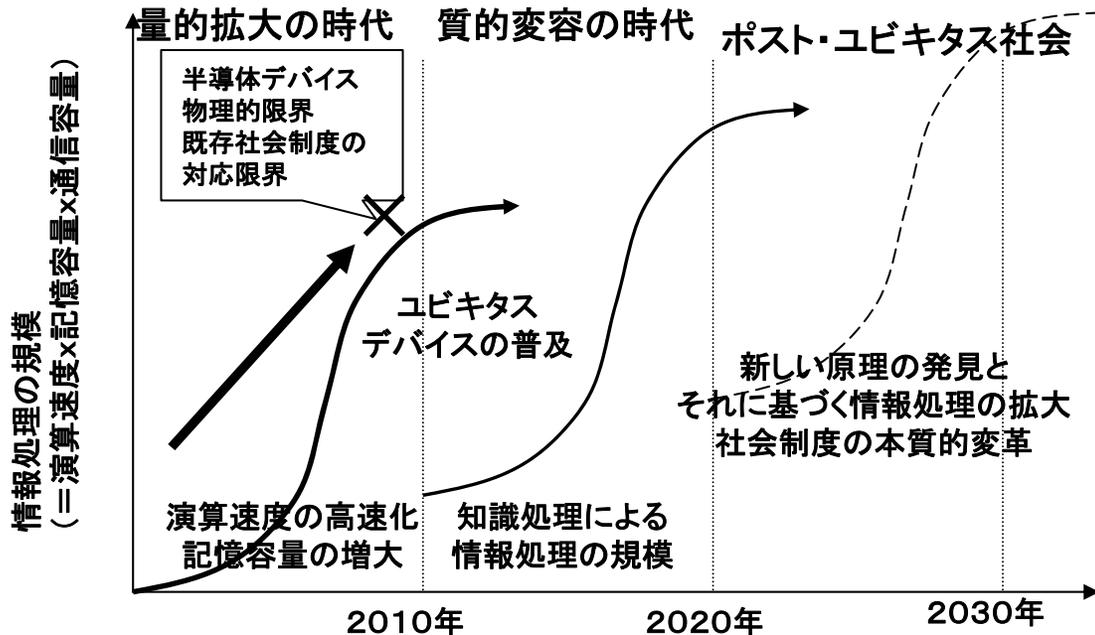
テーマ 17 「超大容量情報処理デバイス」

シナリオ執筆者:

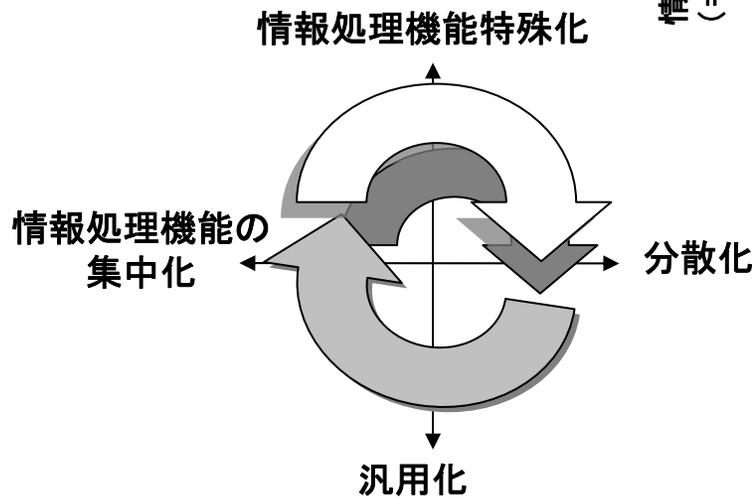
東北大学 情報シナジーセンター長
根元義章氏

関連テーマ:

「情報通信システムにおける超低消費電力技術」
「超高速大容量ネットワーク」
「情報通信環境」など



情報処理デバイスの進化



情報処理デバイスの進化サイクル

日本のとるべきアクション

- ・高度な情報処理機能における技術の蓄積
→汎用化・分散化による普及
- ・境界領域の技術エリート育成
- ・専門的小企業の積極的育成 (根元義章氏)

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

テーマ 18 「情報通信システムにおける超低消費電力技術」

シナリオ執筆者:

法政大学 工学部 教授
中村 徹氏

(独)情報通信研究機構 情報通信部門長
松島裕一氏

関連テーマ:

「超大容量情報処理デバイス」
「超高速大容量ネットワーク」
「情報通信環境」など

情報通信システム	ホーム内 オフィス内	→	地域内	→	グローバル化
無線LAN					
アクセスポイント数	1-2個	→	100/m	→	100/室 → 100/室
アプライアンス					
形状	携帯電話型	→	リストウォッチ型 液晶透過型	→	カードキー型 反射型液晶
充電回数	1回/1週間	→	1回/月	→	1回/年 → 0.2回/年 充電なし
集積回路					
送信電力	送信電力1W	→		→	送信電力1mW
集積度	10^9 個	→	10^{10} 個	→	10^{12} 個
半導体	Si, GaAs	→	ワイドギャップ半導体	→	ワイドギャップ半導体 有機半導体
	2005年		2015年		2030年

現状の携帯電話 (CDMA) の送信電力
 $300\text{mAX}3.5\text{V} = 1\text{W}$ (動作時)

(中村徹氏)

取るべきアクション(ネットワークシステムに関して)

- ①超高速伝送によるビットあたりの消費電力の低減
- ②周波数利用効率の向上によるビットあたりの消費電力の低減
- ③ノードの全光処理化によるスイッチ電力の低減
- ④カットスルーなどネットワーク制御技術によるネットワーク全体の低消費電力化

(松島裕一氏)

- ・今後の「アプライアンス」の浸透は、過去のモータの浸透のアナロジー
- ・技術進化の要因
「アクセスポイント」
「アプライアンス」
「半導体集積デバイス」

(中村徹氏)

テーマ 19 「超高速大容量ネットワーク」

シナリオ執筆者:

日本電信電話(株)取締役
第三部門長 井上友二氏

関連テーマ:

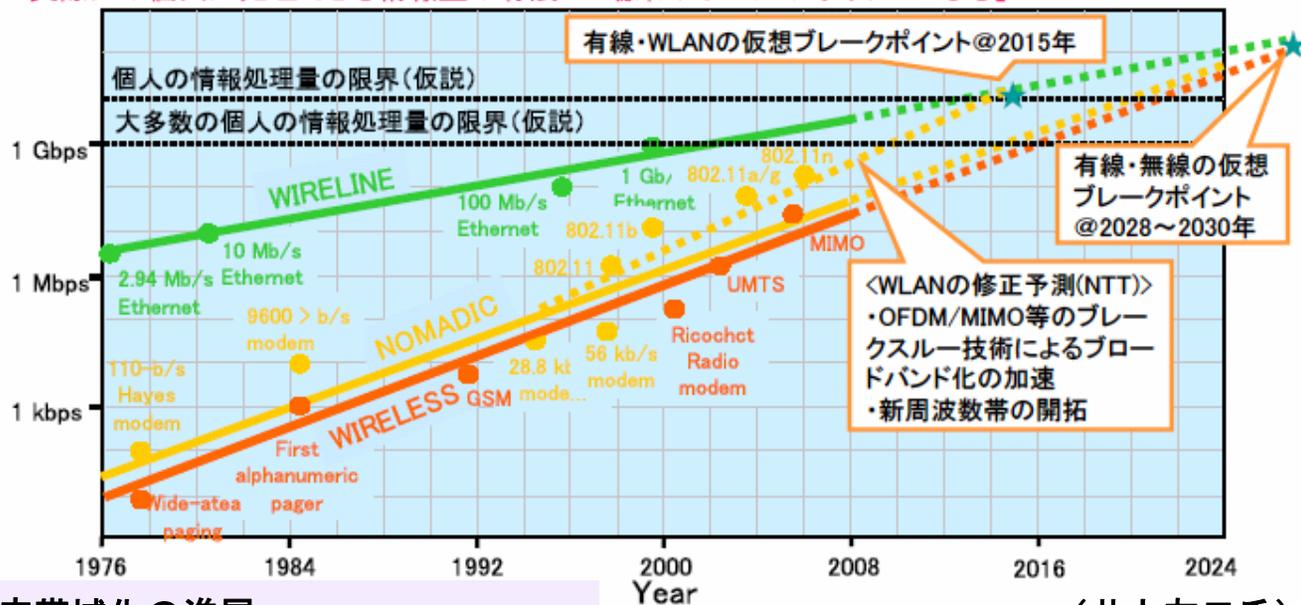
「大容量情報処理デバイス」
「情報通信システムにおける
超低消費電力技術」
「情報通信環境」など

Edholm's lawによる予測: オールワイヤレス

• Edholm's Law: アクセスラインについての経験則

- Wireline(有線)、Wireless(セルラー)、Nomadic(WLAN)は、 $\log(\text{速度})$ が年に対し単調増加
- 傾きはWireless・Nomadic > Wireline ⇒ 「有線と無線の速度の差がなくなる時が来る」

• 実際には個人が処理できる情報量は有限 ⇒ 「端末はオールワイヤレスとなる」



(井上友二氏)

- ワイヤレスアクセス網の広帯域化の進展
- M-レゾナントネットワーク(2015年ごろ)
人間と機械の通信の汎化、高度化
- L-レゾナントネットワーク(2035年ごろ)
生活の質、生命、心の問題に及ぶネットワーク技術

(井上友二氏)

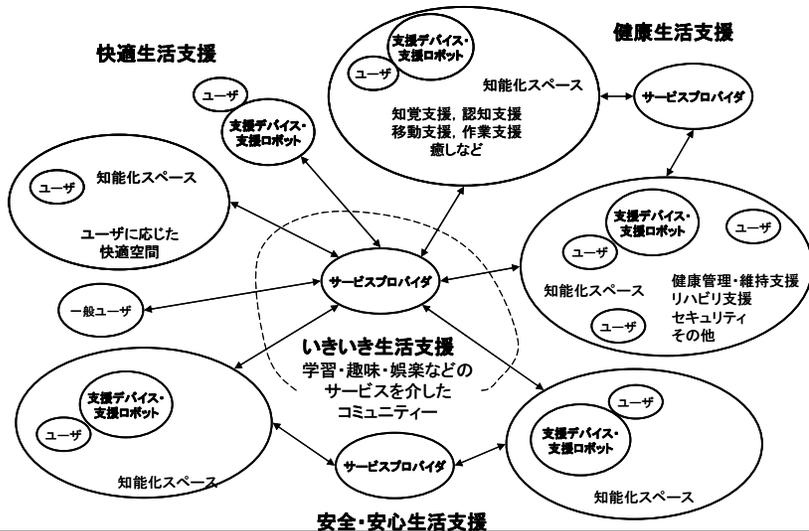
テーマ 20 「生活支援ロボティクス」

シナリオ執筆者:

東北大学大学院 工学研究科 教授
小菅一弘氏
 (株)国際電気通信基礎技術研究所
 知能ロボティクス研究所長
萩田紀博氏

関連テーマ:

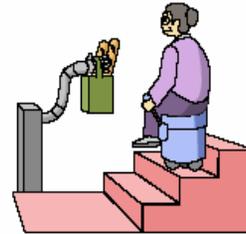
「脳科学に基づく認知と情動神経機構の統合理解」
 「感覚補綴技術」
 「五感を活用するコミュニケーション」
 「ヒューマノイド(人型ロボット)技術」
 「芸術・文化・遊びと科学技術」 など



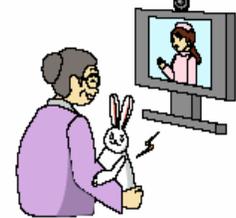
生活支援ロボティクスのための技術ロードマップ

第1期

(現在~2015年)



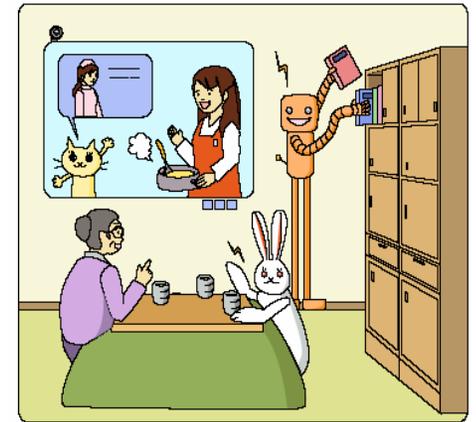
メカロボット



コミュロボット

第2期

(2016年~2030年)



生活支援ロボット

これからの生活支援ロボティクスでは、
 種々のロボットをネットワークで情報通信基盤に繋げることが先決。
 パワーアシストできる技術を優先的に高度化させる。
 社会的知能(対人コミュニケーション)技術で日本がイニシアティブを。
 (萩田紀博氏)

これからの生活支援ロボティクスでは、
 サービスを科学する学際領域「サービス科学」の発展が必要。(小菅一弘氏)

テーマ 22 「GPS技術による情報サービス」

シナリオ執筆者:

東京大学 空間情報科学研究センター 教授
柴崎亮介氏
(財)ディフェンスリサーチセンター 理事
玉真哲雄氏

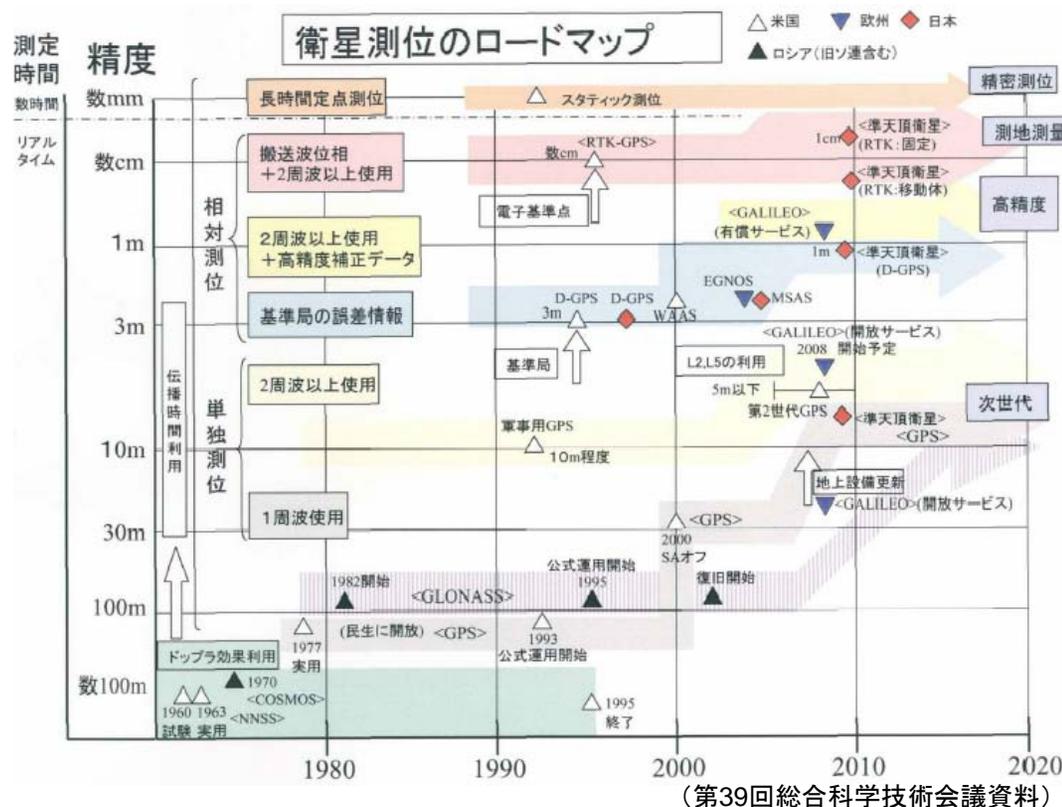
関連テーマ:

「超高速大容量ネットワーク」
「衛星技術」
「情報通信環境」など

位置と時刻をリアルタイムに決定
精密な軌道決定、高精度同期

(柴崎亮介氏)

- ①地図情報の共有化・流通環境整備
- ②精度認証
- ③位置解決サービスのための標準化
- ④衛星測位に関する独自技術の育成
- ⑤個人情報の保護
- ⑥サービスの高度化
コンテキストの把握技術
サービス生成技術



安全保障面の課題認識と対処
GPS「敵性利用」不測事態等

(玉真哲雄氏)

テーマ 23 「ソフトウェアエンジニアリング」

シナリオ執筆者:

東京大学大学院総合文化研究所 教授
玉井哲雄氏
 (株)NTTデータ技術開発本部
山本修一郎氏

関連テーマ:

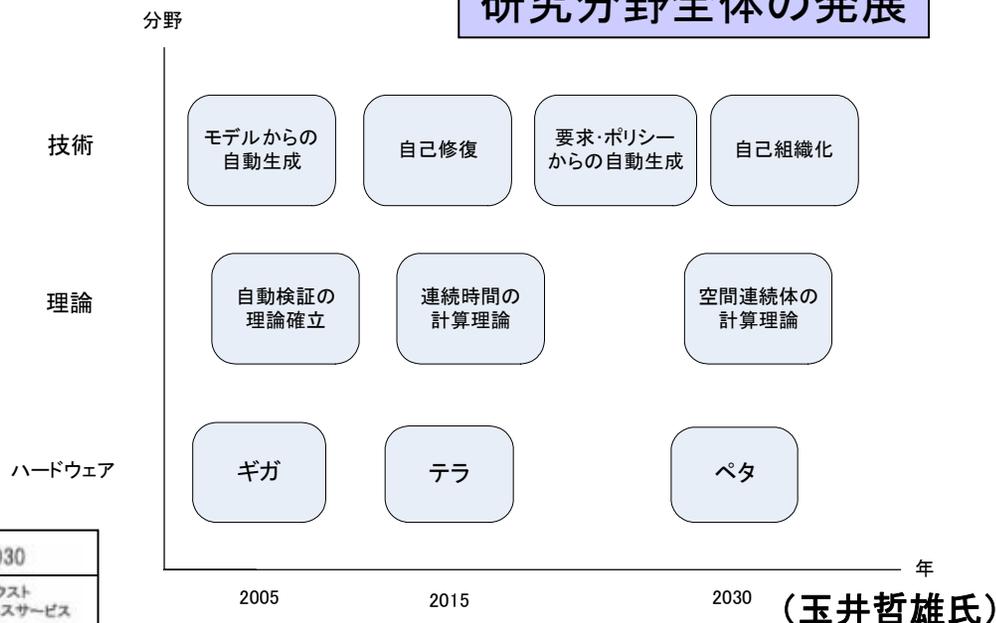
「情報投資による効率向上」
 「容易に真似の出来ない設計・製造技術」 など

産業的発展

		2005	2015	2030
高度ITサービス (ユビキタス、ブロードバンドサービス)		モバイルサービス	M2Mサービス センサNWサービス	コンテクスト アウェアネスサービス
高度ITによる業務 効率化実現方式	・創り出すべきソフトウェア	モバイルサービス	M2Mサービス センサNWサービス	コンテクスト アウェアネスサービス
	・ソフトウェア創出方法論	EA ビジネスモデリング 計量科学的評価	協働型EA 協働型ビジネスモデリング 社会科学的評価	進化型EA 進化型ビジネスモデリング 認知科学的評価
利用者開発支援 方式	・オンデマンド性	EUSE化	EUSEのWS化 WSのEUSE化	利用環境のEUSE化
開発対象の複 雑性軽減方式	・ソフトウェア領域に おける「ものづくり」	コンポーネント化 組み込み/チップ化 WS化 PF化	モノ化、デザイン化 メタ化、合成化 相互連携化	意味的最適化 シームレス化 自己進化型化
開発自動化・ 協働化支援方式	・高生産性と高品質化	コンポーネント再利用 WS利用	信頼性評価機構 WS合成・流通	価値評価機構 進化型WS
	・革新的なソフトウェア 生産方法	MDAへのUIの統合 開発環境の協働化	素型モデルとMDAの統合化 開発・実行環境の協働化	CDA (Context Driven MDA) 進化型開発実行環境

(山本修一郎氏)

研究分野全体の発展



キーポイント :

「コンポーネント化」の再考 & 対処
 世代別特徴を活かした人材活用
 複数分野を理解するソフトウェア技術者
 社会的課題対応

価値観・自覚等の変化を促す
 制度・認定機関などで対処する
 ユビキタスソフトウェア製品の競争力

(両氏共通)

テーマ 24 「情報技術による生物模倣」

シナリオ執筆者:

北海道大学大学院情報科学研究科 教授
大森隆司氏
(株)国際電気通信基礎技術研究所
脳情報研究所長
川人光男氏

日本にとるべきアクション

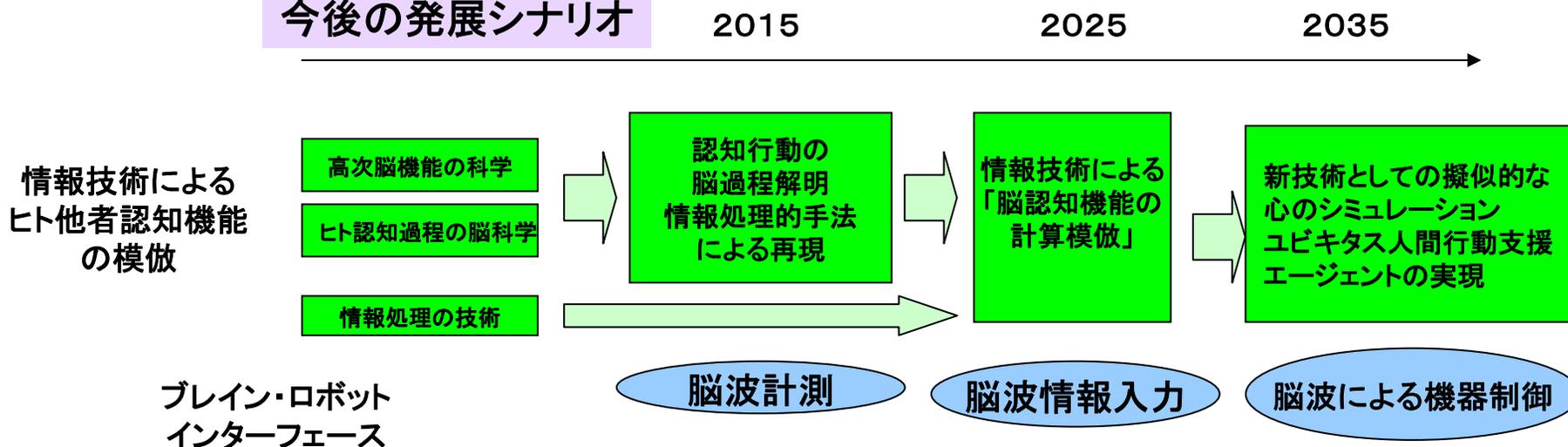
他者認知の情報処理に関する研究活動の場の形成
脳計算原理に基づく計算機構の研究・開発体制整備
脳に学ぶヒューマノイドロボット開発
ブレイン・ロボット・インターフェースの研究開発

関連テーマ:

「脳科学に基づく認知と情動神経機構の統合的理解」
「感覚補綴(ほてつ)技術」
「ヒューマノイド(人型ロボット)技術」
「生活支援ロボティクス」など

(川人光男氏)

今後の発展シナリオ



(大森隆司氏)

テーマ 25 「量子情報技術」

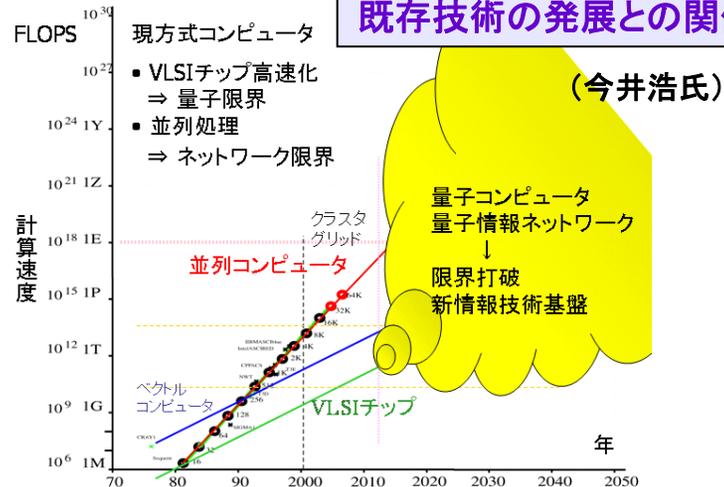
シナリオ執筆者:

東京大学大学院情報理工学系研究科 教授
今井 浩氏
 スタンフォード大学電気工学科 教授
山本喜久氏

関連テーマ:

- 「大容量情報処理デバイス」
- 「情報通信システムにおける超低消費電力技術」
- 「超高速大容量ネットワーク」
- 「情報通信環境」 など

既存技術の発展との関係

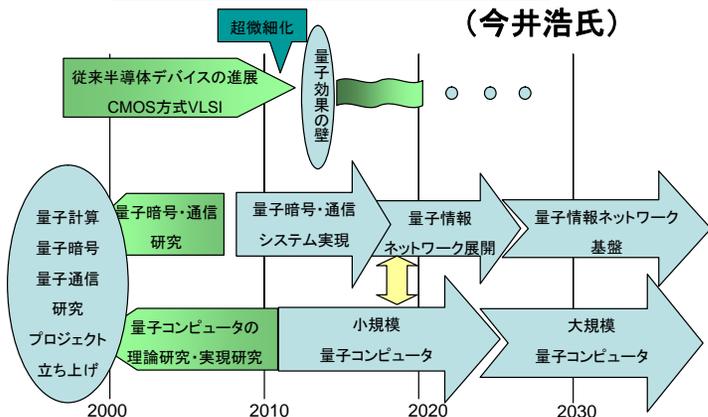


アウトプットが期待されるもの それらの困難さ

(山本喜久氏)

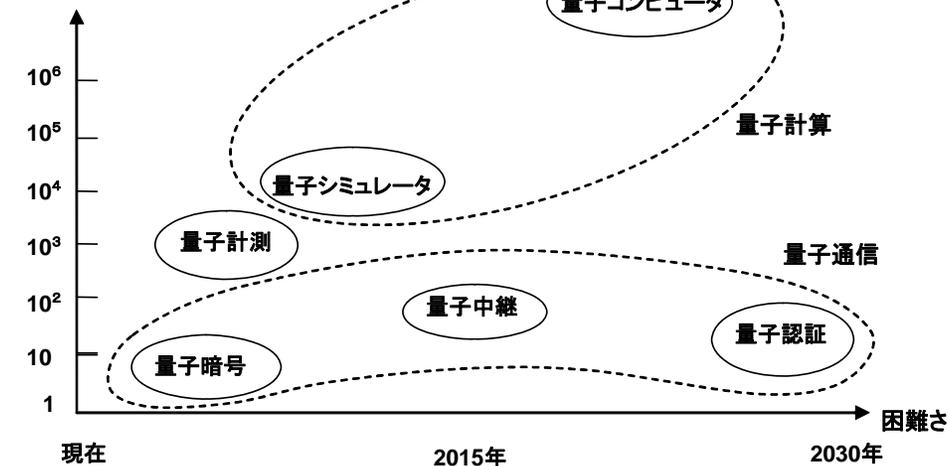
量子情報技術の展開

(今井浩氏)



- * 大学院専修コース設置等による人的資源育成
- * 理論と実験の連携 (今井浩氏)

量子ビット数
 (システムサイズ)



大学院の上に位置する高等教育機関による体系的教育

(山本喜久氏)

テーマ 26 「情報通信環境」

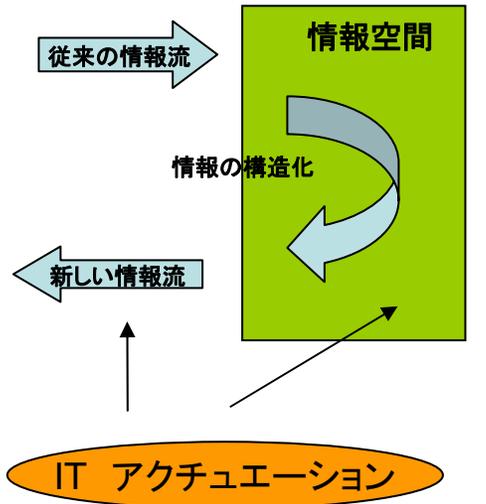
シナリオ執筆者:

東京大学大学院 情報学環 教授
坂村 健氏
 (株)東芝 研究開発センター 研究主幹
土井美和子氏

関連テーマ:

- 「超大容量情報処理デバイス」
- 「情報通信システムにおける超低消費電力技術」
- 「超高速大容量ネットワーク」など

実空間



(土井美和子氏)

図5 ITアクチュエーションのロードマップ

実空間から情報空間への情報流	自律型センサ、知的処理インテグレーションセンサ	匿名化センシング技術、非侵襲/低侵襲のヒューマンセンシング	超小型・超長寿命・超省電力の1チップセンサ	ITアクチュエーションの実現
情報空間での知の構造化	データマイニング技術	情報ドメインと制御ドメインのプロトコル変換、センシング情報の規格化	状況理解技術、意図理解技術、知識獲得技術、自己学習技術	
情報空間から実空間への情報流	オンタイムな情報提示技術	高精度個人認証技術、歩行支援技術、あいまい検索技術	装着型アクチュエータ技術	
情報通信インフラ	異種ネットワーク、異機種間のシームレス化、10 Tbps幹線	Pbps幹線	全ネットワークがシームレス化 数百Pbps幹線	
	2005	2010	2020 (土井美和子氏)	

© Toshiba Corporation 2004

日本の取るべきアクション

- ・インフラストラクチャの部分での主導権を
- ・諸外国との協調体制を確保する
- ・研究開発から実用化への道

(坂村健氏)

テーマ 27 「低エミッション都市」

シナリオ執筆者:

国際連合大学 副学長
安井 至氏

関連テーマ:

「環境問題解決のための科学技術指標」
「省エネルギー」
「社会インフラの再生と維持管理」 など

- ・ 原油価格が高騰すれば環境技術開発が進展する可能性がある。
- ・ 環境対策は企業の利益確保にとって負の効果を持つから、環境技術の開発が進むには、環境政策の推進と社会の変革が同時に進む必要がある。

(安井至氏)

低エミッション都市に関する技術的な開発の進展						
	2005	2010	2015	2020	2030	2050
エネルギー供給の効率化						
水素型燃料電池		←	→			
汎用燃料型燃料電池				←	←	←
蓄積型再生可能エネルギー				←	←	←
高度太陽熱利用				←	←	←
地熱の熱利用				←	←	←
エネルギー使用の効率化						
地中熱利用のヒートポンプ冷暖房				←	←	←
給湯装置の効率拡大・普及				←	←	←
蛍光灯を越す照明				←	←	←
超省エネ家電(テレビ)				←	←	←
都市内の電気自動車				←	←	←
郊外用の炭化水素燃料電池自動車						←
ロードプライシングとIT型道路交通				←	←	←
材料製造業におけるエネルギー効率				←	←	←
材料・製品のリユース革新						
リユース法の成立				←	←	←
しなやかな製品の成立				←	←	←
適切なリサイクル						
カスケードリサイクルの役割の減少				←	←	←
完璧な分別の実現				←	←	←
プラスチック化による原料化の普及				←	←	←
最小化された最終処分						
最終処分量の着実な減少				←	←	←
持続性を指標とする技術の評価技術						
エントロピー型LCAの完成と実用化				←	←	←
都市による低エミッション化方策						
都市からの温暖化ガス削減計画発表				←	←	←
ヒートアイランド対策実施計画発表				←	←	←
市民レベルの理解						
大多数が地球の限界の認識				←	←	←
大多数が技術の限界の認識				←	←	←
大多数が人間活動の縮小を容認				←	←	←
大多数がエントロピーの完全理解						←

(安井至氏)

テーマ 28 「環境観測」

地球環境観測モニタリングの将来イメージ

シナリオ執筆者:

(独)海洋研究開発機構
地球環境フロンティア研究センター
秋元 肇氏

関連テーマ:

「環境問題解決のための
科学技術指標」
「環境修復技術」
「地球深部探査」
「衛星技術」など

対流圏 化学成分 観測衛星 の発展

CO2成分

CO2衛星 (GOSAT)

CO2衛星改良後継機
垂直・水平高分解能衛星

大気汚染成分

アジア大気汚染衛星
静止軌道大気汚染監視衛星
垂直・水平高分解能衛星

地上観測 モニタリング ネットワーク の整備

WMO/GAW東南アジア整備

南アジア・中央アジア観測モニタリング整備
網

EANET大気汚染モニタリングへの拡充

スーパーサイトの整備

中国・モニタリングネットワークの整備

インド・モニタリングネットワークの整備

2005

2010

2015

2020

年

(秋元肇氏)

提案

- * 地球環境観測への戦略 … 環境安全保障
- * アジア大気汚染衛星 … 環境版「ひまわり」映像を毎日提供
- * 二酸化炭素モニタリング衛星 … 高度化
- * アジアの地上モニタリングネットワークの拡大 (秋元肇氏)

テーマ 29 「環境問題解決のための科学技術指標」

シナリオ執筆者:

琉球大学 監事
平 啓介氏
東京大学 生産技術研究所 教授
山本 良一氏

関連テーマ:

「環境観測」
「低エミッション都市」
「省エネルギー」など

*** 食料生産やクリーンエネルギーを生産する海洋の生態系の制御のために科学技術指標が必要。(平啓介氏)**

*** 主体間の利害関係を調整する環境ガバナンスのために指標は重要な役割を果たす。**
*** 指標に関する国民的議論を喚起してコンセンサスを確立する必要がある。**
*** データベースの整備やマスコミによる継続的な情報提供も重要。**

(山本良一氏)

環境ガバナンスのための科学技術指標の発展

環境問題解決のための科学技術指標	発展シナリオ ～2012年	2013年以降	日本のとるべきアクション
エコロジカル・フットプリント	<ul style="list-style-type: none"> * 計算方式の標準化進む * 多数の国、地方自治体での使用が進む 	<ul style="list-style-type: none"> * 政策決定の参考指標として使用される * 企業、家庭での利用が始まる 	<ul style="list-style-type: none"> * サステナビリティ指標の一種として、研究及び実地利用を開始する
気候ターゲット	<ul style="list-style-type: none"> * 2005年11月から始まる ポスト京都議定書交渉での主要な争点となる * 危険な気候変動の可能性についての研究が進む 	<ul style="list-style-type: none"> * EUの提唱する気候ターゲット(2°C)が国際的合意を得る * 米国、中国、インドを含めて新たな気候管理条約が調印される(ポスト京都議定書) 	<ul style="list-style-type: none"> * 気候変動のアジアの影響について、国、地域別の詳細な評価を行う * 危険な気候変動についての研究を強力に推進し、ターゲット2°Cの妥当性を検証する * 気候ターゲットについての国民的議論を喚起し、コンセンサスを得る
ファクター 環境効率 マテリアルフロー 関係指標 エコインジケータ (LCIA)	<ul style="list-style-type: none"> * 計算方式の標準化進む * 製品の環境性能指標として環境効率やファクターが使い始められる。 * 気候ターゲットと連動して社会全体のファクターが議論される 	<ul style="list-style-type: none"> * 政党や政治家のマニフェストにファクターやマテリアルフロー関係指標が引用されるようになる * 法律でエコデザインが義務化され、環境性能が環境効率によって規定される * エコインジケータ(LCIA)が活発に使用されるようになる 	<ul style="list-style-type: none"> * グリーン購入、エコラベル関連で環境効率、ファクター、エコインジケータを積極的な利用を進める(環境性能の飛躍的向上を目指す) * LCAのデータベースの整備を進める * アジア圏にこれらの指標を普及させる * マスメディアで常時、経済指標と合わせてこれらの指標を報道する * WTOのPPMIに、LCAを組み込むことを提案する

(山本良一氏)

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

テーマ 30 「環境修復技術」

シナリオ執筆者:

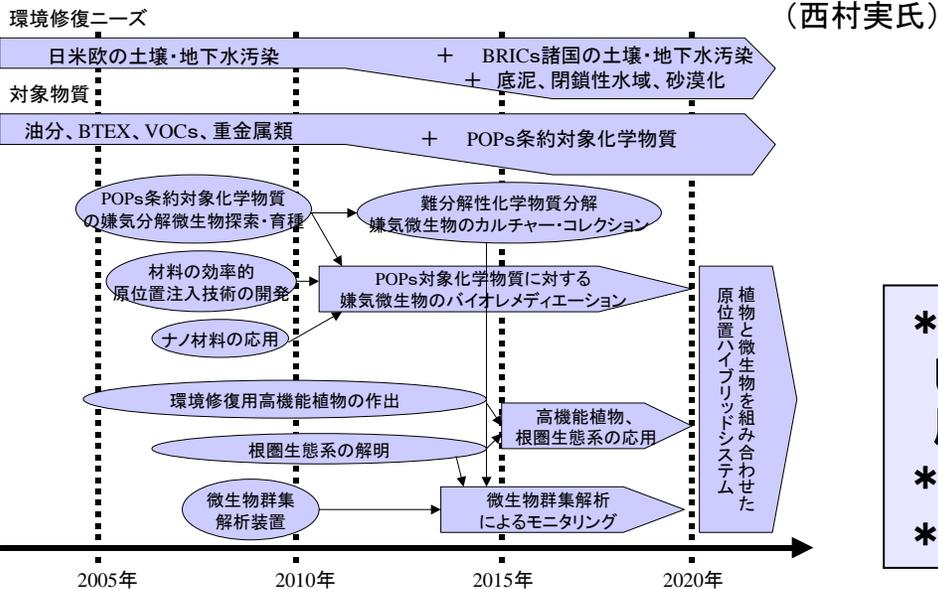
(株)日本総合研究所 創発戦略センター
西村 実氏

(独)海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター
和田英太郎氏

関連テーマ:

「環境問題解決のための科学技術指標」
「省エネルギー」 など

植物と微生物による原位置ハイブリッドシステムへ



省エネルギー、省物質収支、環境保全を軸とした技術立国を目指す。(和田英太郎氏)

- * 底泥のPOPs条約対象化学物質を対象とした原位置バイオレメディエーションとその原位置モニタリングを世界に先駆けて開発
- * 大規模現場実証試験の推進
- * 環境修復技術による国際貢献 (西村実氏)

自然と共生する社会へ

	環境観測	環境	エネルギー・技術	社会
2005	・グローバル	・受身の保護	・石油消費 ・集中型エネルギー	
2010	・地域観測		・ハイブリッドカー ・太陽エネルギー ・分散型	・木材の輸出 ・里山の開放型復活
2015	・ローカルモデル ・環境変動予測モデル	・老人人口↓ ・CO2 放出↓	・分散型エネルギー	
2020	・携帯電話から人工衛星情報	・積極的安全安心の確立	(環境水を河川へ) ・高層ビルの水リサイクル ・再利用システムの完備リサイクル	
2025		・高度生物利用 ・上水生成システムの確立 ・都市を中心とした水のリサイクル	・水の光分解	・水単位の行政区の確立
2030			・H2 エネルギー系の確立	・リサイクル共役国際連携の確立

(和田英太郎氏)

テーマ 31 「計算機シミュレーションによる材料設計」

シナリオ執筆者:

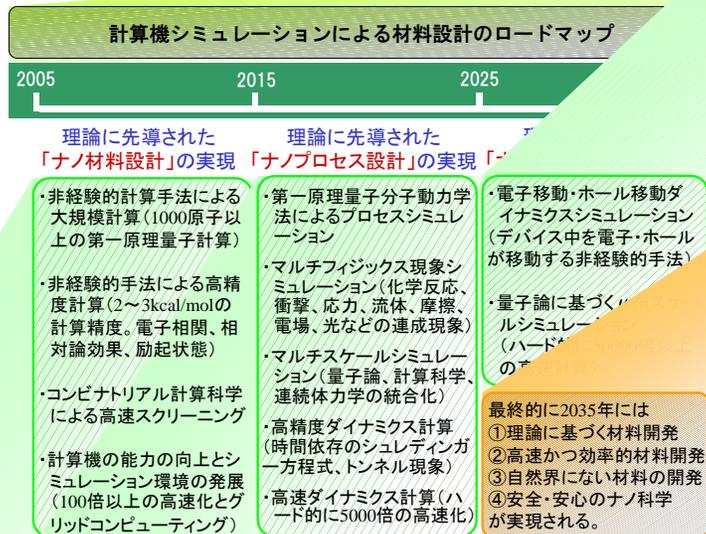
東京大学大学院工学研究科 教授
土井正男氏
東北大学工学部 教授
宮本 明氏

関連テーマ:

「科学技術進化モデルの再構築」
「ソフトウェアエンジニアリング」
「容易に真似の出来ない
設計・製造技術」 など

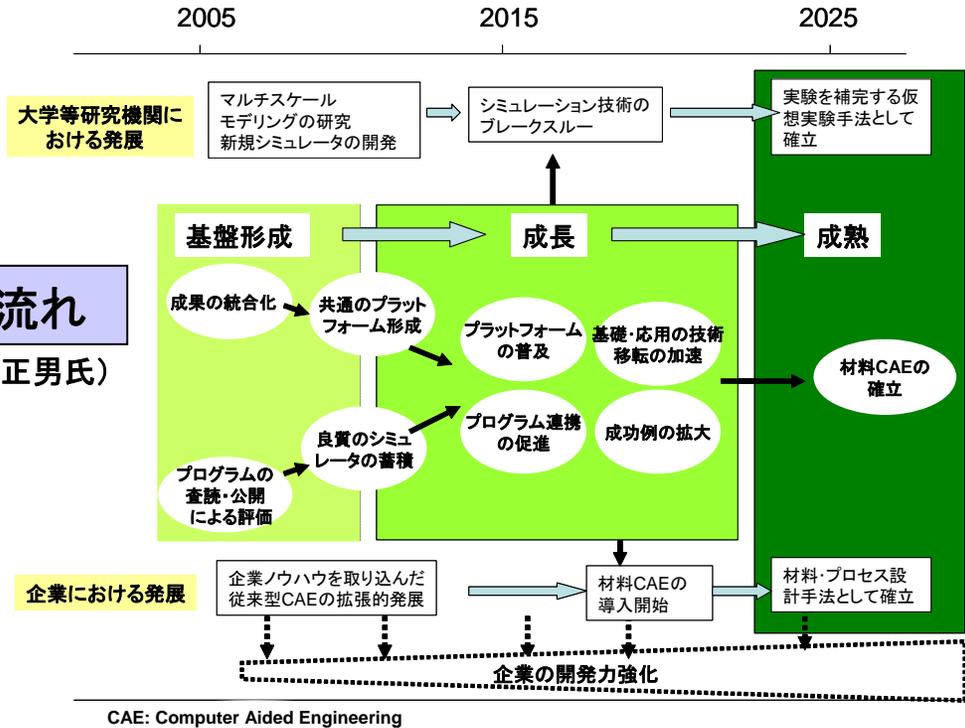
ロードマップ

(宮本明氏)



成果の流れ

(土井正男氏)



アクション

- * シミュレーションプログラムの査読・公開システム
- * プロジェクトの成果(シミュレーションソフト)の統合化に向けた話し合い開始 (土井正男氏)

アクション

- * 主要大学に研究科・専攻等を設立
- * 日本の中核的センターを設立
- * 大型プロジェクトの推進 (宮本明氏)

テーマ 32 「計測技術」

シナリオ執筆者:

(独)国立環境研究所 理事長
合志陽一氏

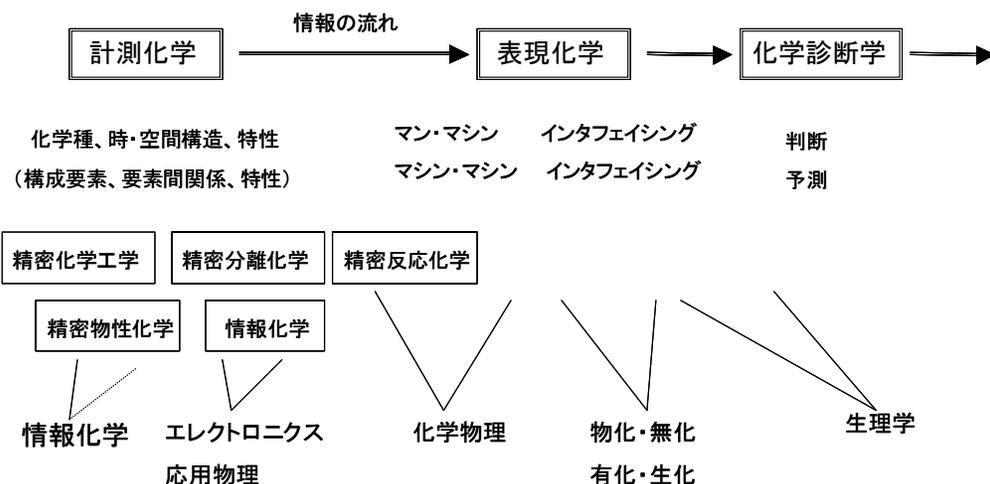
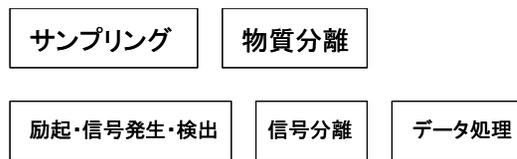
関連テーマ:

「容易に真似の出来ない設計・製造技術」 など

意識すべきこと

- * ユーザーとして生活者(市民・消費者)
あるいは自然を意識
- * 他分野の研究者・技術者との
交流を意識的に組織

(合志陽一氏)



計測化学の位置づけ

(合志陽一氏)

今後注目すべきユニークな分野

	2010年頃	2015年頃	2020年頃
(1) 高度インテリジェント化	物理的試料調整の全自動化	化学的処理の全自動化	
(2) プローブとしての試薬開発	すでに日本は優位	→ 優位性を維持	
(3) パーソナルモニタリング	物理量モニタリング		生理状態モニタリング
(4) 複合CT技術	複合情報評価完了		複合CTのプロトタイプ
(5) 東洋医学と計測技術の融合	基礎検討完了		パーソナルモニタリングの実用化

テーマ 33 「燃料電池開発と社会への普及」

シナリオ執筆者:

横浜国立大学大学院 工学研究院 教授
太田健一郎氏
 燃料電池開発情報センター 常任理事
本間琢也氏

関連テーマ:

「低エミッション都市」
 「省エネルギー」など

普及のロードマップ

(太田健一郎氏)



図3 燃料電池開発と社会への普及

今後10~30年の技術課題

(本間琢也氏)

- ◆家庭用燃料電池
 耐久性を向上させるための劣化メカニズムの解明
- ◆燃料電池自動車
 コスト低減
 水素供給インフラの整備
 抜本的な技術のブレークスルー
- ◆定置式燃料電池の市場導入
 コージェネ用燃料電池の発電効率の目標を
 35%から40%に高めるべき。

- * 市場経済的なブレークスルーを生む体制構築のための研究開発投資
 - * 環境負荷の少ない水素生産のための技術の開発促進
- (本間琢也氏)

燃料電池の技術開発及びそのインフラを含めた普及のための財源に炭素税を活用

(太田健一郎氏)

テーマ 34 「省エネルギー」

シナリオ執筆者:

(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構
 省エネルギー技術開発部長 殿村重彰氏
 (財)エネルギー総合工学研究所
 研究理事 松井一秋氏

関連テーマ:

「燃料電池と社会への普及」
 「環境問題解決のための科学技術指標」
 「自動車社会」 など

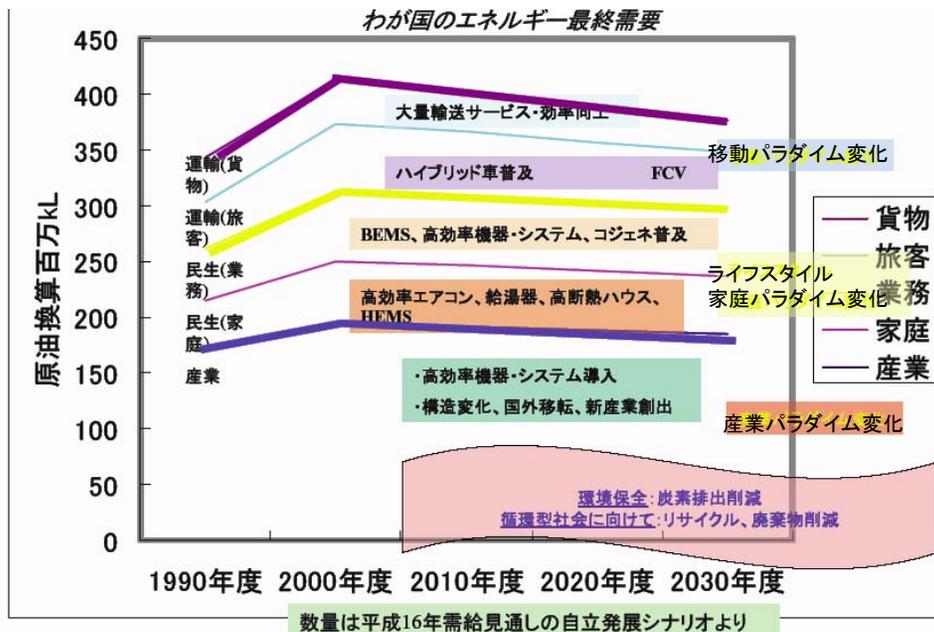
各部門における各課題の達成見込み時期

(殿村重彰氏)

	2010年～	2015年～	2020年～
民生部門 (家庭)	<ul style="list-style-type: none"> CO₂ヒートポンプ給湯器 二層ガラスの低価格化 ディスプレイなどの製造方法合理化 スイッチング電源方式の規格統一 廉価型管理システム 	<ul style="list-style-type: none"> 点/面光源の最適組み合わせ カスケード熱交換 	
民生部門 (業務)	<ul style="list-style-type: none"> HF 蛍光灯の効率改善、白色 LED および有機 EL とのハイブリッド化 BEMS 自身の経済合理性 	<ul style="list-style-type: none"> 伝熱特性の優れた熱交換器 	
運輸部門	<ul style="list-style-type: none"> ハイブリッド自動車トータル最適化 	<ul style="list-style-type: none"> 極限低摩擦材料 モーダルシフト 	
産業部門	<ul style="list-style-type: none"> 低損失スイッチング素子の戦力化 	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電熱技術の化学エネルギーへの変換・貯蔵 	<ul style="list-style-type: none"> 酸素富化燃焼

省エネルギービジョン

(松井一秋氏)



- * 冷静な分析を可能にするエネルギー情報基盤
- * エクセルギー分析とトータルエネルギー収支を考慮
- * 新たな「都市の論理」

(フラクタル的な個(地域、コミュニティと全体の係わり合い)
 (松井一秋氏)

- * 自然科学的アプローチと社会科学的方法の複眼発想
- * 国民のライフスタイルを再設計するポリシー
 : 高原のサナトリウムのスリム感
- * 省エネルギー技術戦略に集約した取り組み

(殿村重彰氏)

テーマ 35 「容易に真似の出来ない設計・製造技術」

シナリオ執筆者:

(株)ユニバーサルデザイン総合研究所 所長

赤池 学氏

(株)トヨタケーラム 社長

新木 芥恭氏

関連テーマ:

「ソフトウェアエンジニアリング」

「超多品種少量自動生産システム」

「情報投資による効率向上」など

* 業界別課題の明確化

* プロセス構想

設計部門・製造部門・中小モノ造り企業の
協業体制

国策機関産業向けCAD/CAMの

戦略的開発支援

* 支援システムの研究開発と実用化

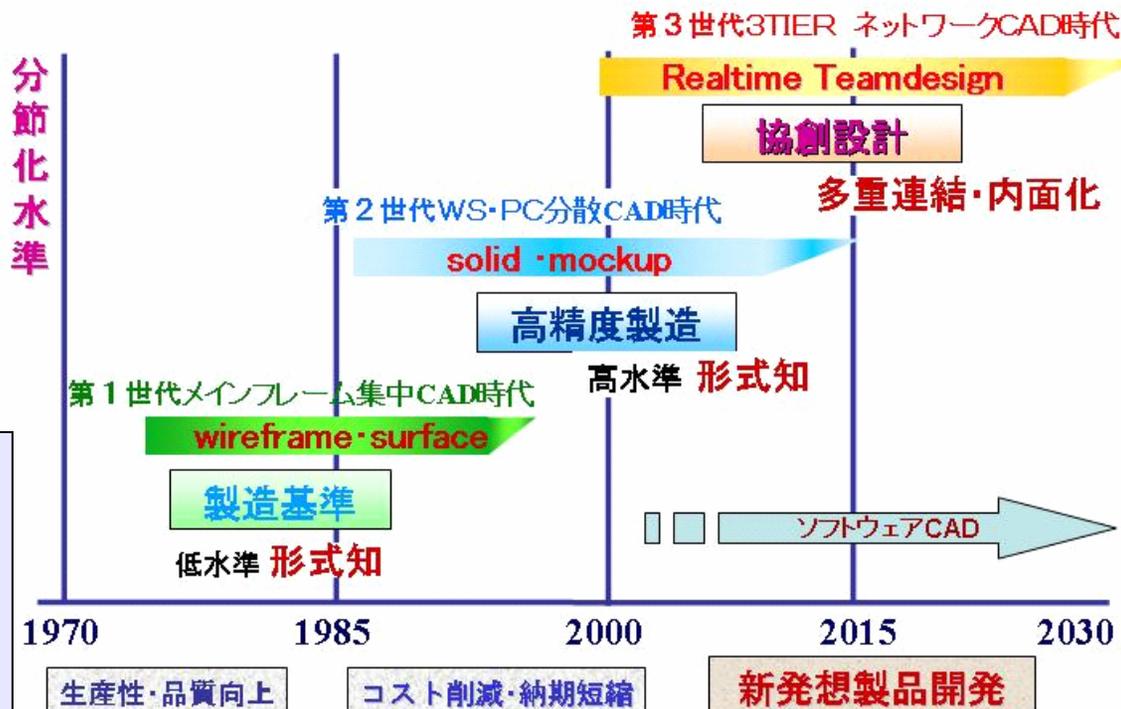
第3世代3TierネットワークCAD

協創開発を支えるノウハウ等のプロセス支援

ソフトウェア開発・保守作業の支援

設計履歴・データ互換性の管理

(新木芥恭)氏



CADの発展過程とその役割

(新木芥恭)氏

競争力を長期にわたって保持するために、
その「進化と社会」の関係について注目すべき分野

情報化 ・ バイオおよび医療 ・ 環境

(赤池学氏)

テーマ 36 「超多品種少量生産システム」

シナリオ執筆者:

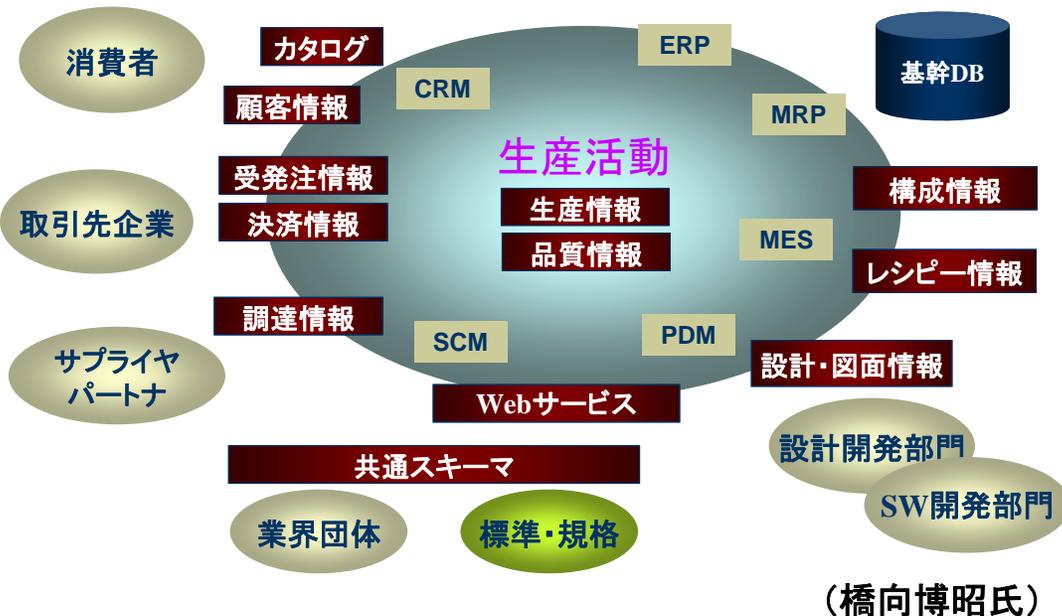
一橋大学 イノベーション研究センター 教授
中馬宏之氏

(株)山武

橋向博昭氏

関連テーマ:

「情報投資による効率向上」
「金融におけるリスク管理」
「容易に真似のできない設計・製造技術」
など



情報連携技術
部品標準化
エンドユーザコンピューティング
自動認識
高度組立労働力の確保
海外労働力
高度組立ロボットの開発導入

(中馬宏之氏)



標準化と相互連携・情報統合
技術開発支援振興策

テーマ 37 「社会インフラの再生と維持管理」

シナリオ執筆者:

東京大学 生産技術研究所 教授
魚本健人氏
武蔵工業大学 学長
中村英夫氏

関連テーマ:

「低エミッション都市」
「災害後の復旧」 など

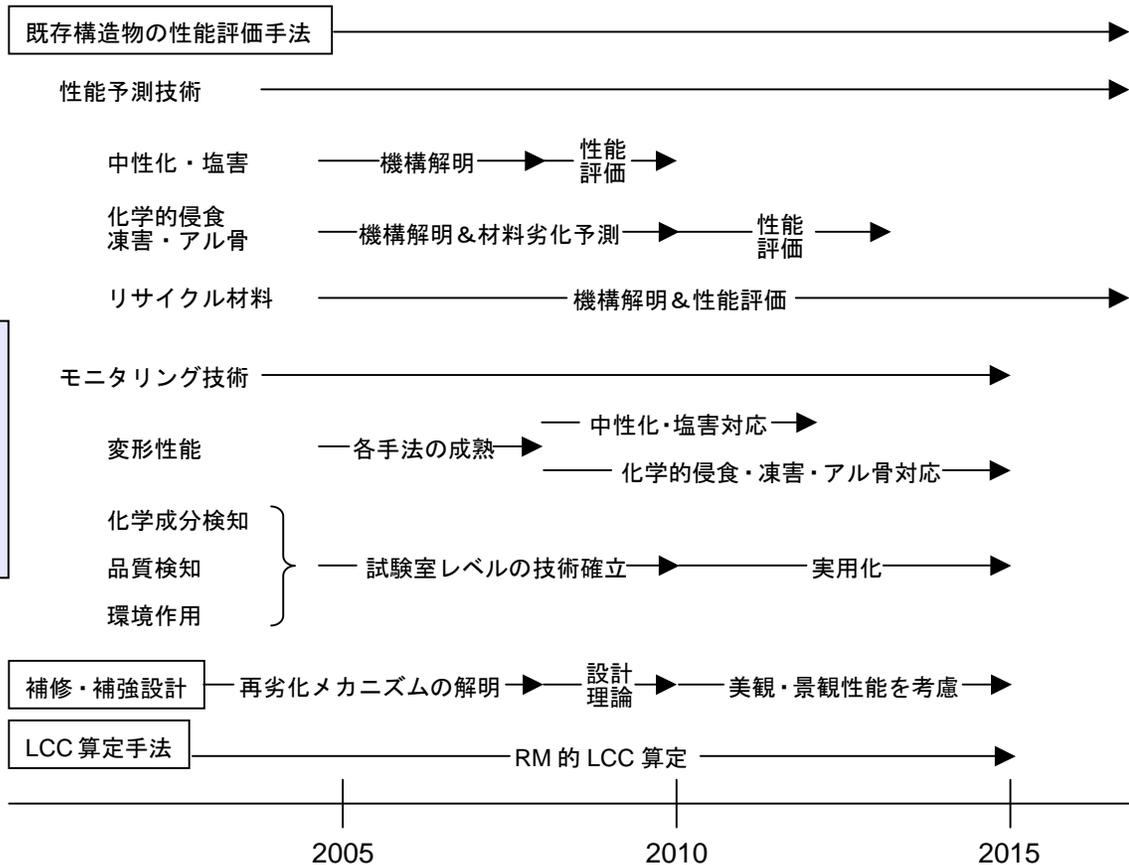
* 重点研究課題の特定と
研究資源の重点配分

* 研究成果の創業者利益の確保
(中村英夫氏)

* 時限的中核研究機関の設置
* 他分野融合型先端的モニタ
リング技術開発
* 産学官の人事流動
(魚本健人氏)

コンクリート構造物を中心としたロードマップ

(魚本健人氏)



テーマ 38 「地球深部探査」

シナリオ執筆者:

東京大学地震研究所

大久保修平教授

(独)海洋研究開発機構

平朝彦氏

関連テーマ:

「基礎科学の位置付け」

「GPS技術による

情報サービス」

「災害後の復旧」など

海底掘削

(平朝彦氏)

項目	年	2010	2015	2020	2025	2030
掘削船「ちきゅう」による深部掘削 (5km水深から7kmの深度の掘削を目指す)		2500m水深から7000mの掘削技術の確立		4000m~5000m水深から7000mの掘削技術の確立		
海底地殻変動観測 (数cmの精度での位置変動観測を目指す)		GPS-海底音響測位による変動観測技術の確立		自律型潜水艇によるくり返し地形観測技術の確立		総合的の海底面地殻変動観測の実用化
くり返し高精度反射法地震波探査 (海底ケーブルを用いた地下3次元空間の性質の変動観測を目指す)		海底ケーブルを用いた探査技術の開発		エアガン、ストリーマーカーケーブル、海底ケーブルを組み合わせたシステムの確立		
孔内計測・孔内長期計測 (大深度・高温・高圧下の計測・観測を目指す)		大深度地下環境でのセンサー技術の開発				大深度環境下での長期孔内計測技術の実用化
プレート境界巨大地震発生域の総合的観測 (巨大地震・津波発生メカニズム理解・予測リアルタイム通知を目指す)		上記要素技術の開発・確立		実用観測網のテスト		実用観測網の展開

全体的な進展

(大久保修平氏)

海域物理探査

海底ステーション設置による長期稼働の海底地震観測点が100台レベルになる

海底ケーブル利用による、常時地震観測の普及

陸域物理探査

地震探査による、分解能数kmという高解像度の地下構造イメージングの確立。高精度の航空重力探査の普及

地震探査による、分解能1kmより細かい地下構造イメージングの普及。3次元構造の時間変化の把握。

陸上掘削

新原理に基づく掘削技術の開発。10km以深の学術掘削

石油、希少金属類等資源開発のための大深度産業掘削の開始

海底掘削

ライザー掘削船の運用開始

モホ面貫通

採取したマントル試料分析による、資源開発戦略

2005年

2015年

2025年

2035年

掘削

* 掘削技術は、
確実に世界のトップを狙える分野

物理探査

* 陸上探査では、
データ解析のための
ソフトウェア人材を充実させ
成果を国際貢献の形へ

* 海域探査は、
優位性を確保し、成果を民生転用へ

(大久保修平氏)

テーマ 39 「衛星技術」

シナリオ執筆者:

東京大学 気候システム研究センター 教授
住 明正氏
(株)国際電気通信基礎技術研究所 社長
畚野信義氏

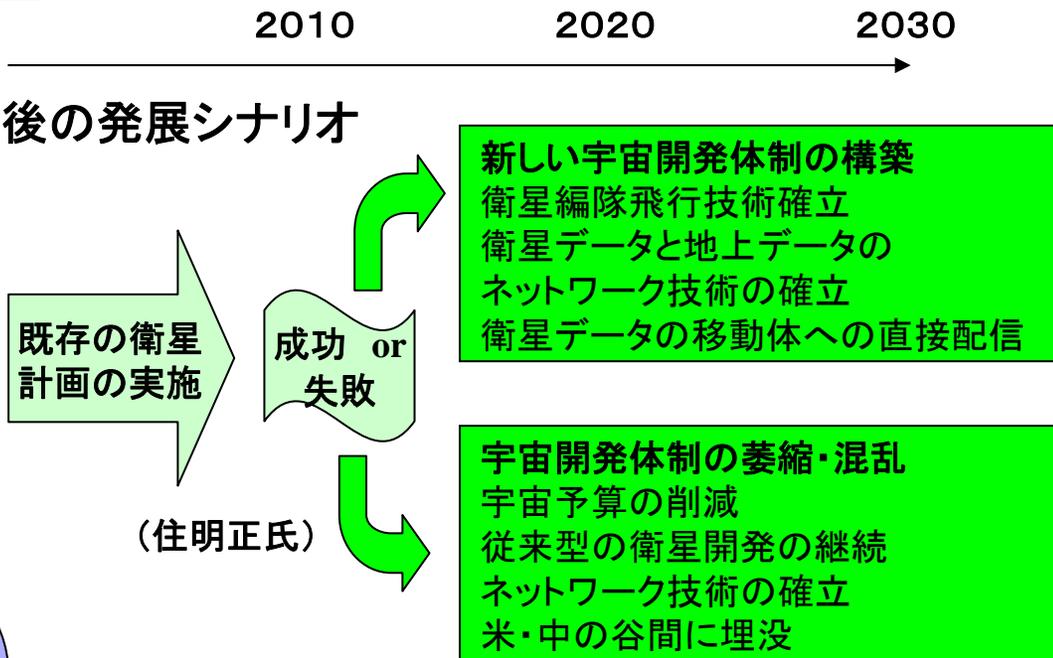
関連テーマ:

「宇宙科学」
「GPS技術による情報サービス」 など

現状分析
非軍事環境での開発
商業衛星: パーツ、コンポーネントに優位
科学観測分野(センサーなど)世界最先端
打ち上げ失敗の痛手
システム統合化、マネージメントに課題
予算縮小が負のスパイラルを生む

(住明正氏)

今後の発展シナリオ



発展のシナリオ

有人宇宙飛行は技術を強く牽引、政治マター
現実的シナリオ

地球観測: 精度の向上、災害対策への寄与
夢のあるシナリオ

例: 「月で何かをすること」

日本のとるべきアクション

「シナリオ」の明確な選択

衛星技術の進化は、意思決定に追随する

(畚野信義氏)

テーマ 40 「食料安定供給」

シナリオ執筆者:

(財)農業技術協会 会長
貝沼圭二氏
女子栄養大学大学院 客員教授
高橋正郎氏

世界規模の食料需給に関わる国際貢献(両氏共通)

安全かつ健全な食品の開発

(貝沼圭二氏)

不測の事態に備えた食料安全保障

(高橋正郎氏)

食料安定供給に関わる
各種ファクターの展望

(高橋正郎氏)

国際食料市場	先進国での過剰基調・生産調整 一部途上国での飢餓 食料需給に変調の兆し ↳米・EUで生産調整の廃止・緩和	食料在庫減少 ↓ 国際価格上昇 ↓ 生産調整解除	価格上昇気味 ながらも 世界食料需給 は均衡	世界人口の増加 + 途上国の所得増 ↓ 畜産物消費増	国際食料価格高騰 生産国での食料禁輸 ↓ 食料確保で国際紛争 一部国地域でパニック
国内食料供給	WTOの下 農業の担い手喪失 耕作放棄地の増加 4割強の 水稻の生産調整	農産物の 市場開放 極めて低い 食料自給率	引 担い手喪失 続 放棄地増加 き 米消費減少 米生産調整は依然継続 農業生産法人の生産シェア拡大	依然として農業の担い手不足 拡大するFTA→東・東南アジアから農業労働力受け入れ 成長する農業生産法人が雇用← 依然として農地の“分散錯圖”が解消されず、放棄地解消ならず 耕作放棄農地の復元で巨額の財政支出	
国内食料需給	世界的な食料供給過剰基調の下での 大量の食料輸入に支えられた 底の浅い「食料安定供給」		食料国際価格は上昇するが 潤沢な外貨蓄積を使って やはり輸入依存の やや不安な「食料安定供給」	国内農業の回復が見通せないまま、 また、外交手段を駆使して輸入先を躍起に探し求めるが、 「食料安定供給」の展望が明らかにならず 戦後の食料難時代を彷彿させるような事態が出現する可能性 他方、強制的な供出も課せられず、食料の均等配分もままならず	
科学技術展望	第1世代遺伝子組換え作物の実用化 ↳ただし安全性で消費者反発 有機・環境保全型農業の萌芽 自動制御型施設園芸の実用化 牛肉トレーサビリティの発足		第2世代遺伝子組換え作物の実用化 照射含め、輸送・貯蔵技術の発展 環境保全型農業への注目拡大 自動制御型施設園芸の定着 食品トレーサビリティの普及	農業生産工程でロボットの利用 地球環境の悪化に伴う農業生産条件変化への対応技術 資源循環型「農業」の論理、資源浪費型「工業」を超越 多単収で連作可能な水田稲作の再評価 機能性食品・サプリメントの一般化	

関連テーマ:

「予防医学とリンクした
食品科学」など

これまで

現在
2005

10年後
2015

20年後
2025

30年後
2035

(本概要は、執筆者のご了解を得て、シナリオの一部を掲載させていただいたものです。)

テーマ 41 「災害後の復旧」

シナリオ執筆者:

京都大学 防災研究所 教授
河田恵昭氏
(独)防災科学技術研究所
藤原広行氏

関連テーマ:

「情報通信環境」

「社会インフラの再生と維持管理」など

- * 災害の教訓を地域固有の「災害文化」とする
- * 短期の「復旧」のみではなく、持続的な「復興」を目指す
- * 災害のシミュレーション：被害想定と復旧対策の順位付け
- * 行動に結びつけるための災害教育
- * 災害を想定した科学技術の導入
- * 国際貢献・国際協力：アジアにおける日本のプレゼンス
- * 防災について「何が学術か」という範囲を広げること（河田恵昭氏）

災害情報収集・伝達・リスクマネージメントのロードマップ

(藤原広行氏)

	2010年頃	2015年頃	2035年頃
災害情報収集網および通信手段の高度化	<ul style="list-style-type: none"> ・国・自治体・研究機関を主体とした情報収集網の整備 ・非常時における情報収集・通信システム機能維持の研究開発 ・数千観測点規模の観測網の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人を主体とした情報収集網の発展 ・非常時における情報収集・通信システム機能維持の実用化(主として国・自治体・研究機関レベル) ・数万～数十万観測点 ・個人情報伝達に関する法整備の一部実現 	<ul style="list-style-type: none"> ・国・自治体・企業・個人の階層的な災害情報収集・伝達ネットワークの実用化 ・各種法整備の完成 ・数百万～数千万規模のネットワークの整備 ・事前対策の徹底による災害の軽減
ハザード・リスク情報のデータベース化・公開システムの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・個別機関によるハザード・リスク評価のシステム高度化の進展 ・各種データの共有化の必要性の認識 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハザード・リスク評価情報の共有化システムの実現 ・データ公開に必要な各種法整備の進展 	<ul style="list-style-type: none"> ・国・自治体・企業・個人の各階層でのハザード・リスク評価情報の高度なネットワーク利用の実用化
リスクマネージメント及び意志決定支援システム	<ul style="list-style-type: none"> ・個別機関によるリスクマネージメント、危機管理システムの実用化 ・総合調整の必要性の認識が広まる 	<ul style="list-style-type: none"> ・機関横断的に基礎データを共有した危機管理システムの一部実用化 ・事前対策、直後対策、復旧、復興の流れ全体を最適化の一部実現 ・意志決定の事後評価が定量化 	<ul style="list-style-type: none"> ・国・自治体・企業・個人の各レベルにおける総合的なリスクマネージメントの実現

テーマ 42 「自動車社会」

シナリオ執筆者:

(財)日本自動車研究所 所長
小林敏雄氏
早稲田大学 理工学部 教授
大聖泰弘氏

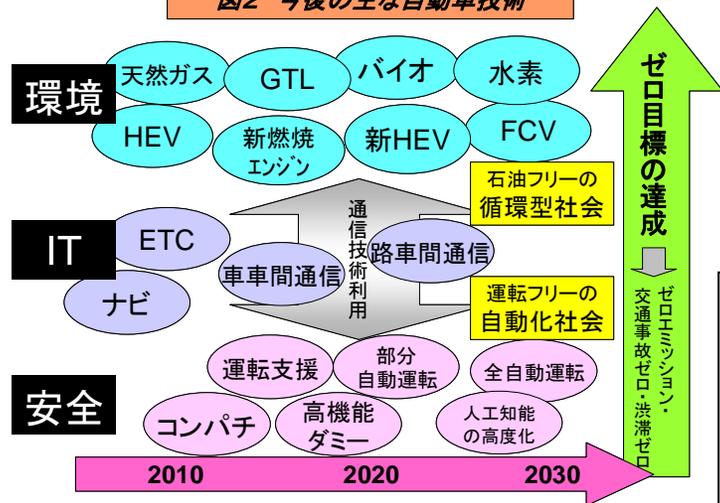
関連テーマ:

「低エミッション都市」
「情報通信環境」 など

自動車技術のシナリオ

(小林敏雄氏)

図2 今後の主な自動車技術



環境・エネルギー対策

(大聖泰弘氏)

今後の自動車環境対策の課題

短期 → 中期 → 長期

2010年

2020年

- ・排出ガス対策の推進
- ・都市の局地汚染対策の強化
- ・有害成分による健康リスクの解明と防止

- ・地球環境の保全 (CO₂対策)
- ・資源エネルギーの節約と多様化
- ・環境に配慮した都市と道路・交通システムの推進

数値モデル等による将来予測と対策の最適化

自動車の単体対策と利用対策の調和

* 高齢化時代は自動車への安全要求が増大
→ 予防安全技術の更なる向上が必要

(大聖泰弘氏)

* 地球温暖化対策のための国際的協力と
技術開発支援の増大が必要

* 自動車産業にとって、
情報技術は産業の盛衰を左右する。

(小林敏雄氏)

テーマ 43 「金融におけるリスク管理」

シナリオ執筆者:

中央大学 工学部 教授
今野 浩氏

関連テーマ:

「超多品種少量自動生産システム」
「情報投資による効率向上」など

オペレーショナル
・リスク

市場リスク

資産運用技術
派生証券技術
金利分析技術

信用リスク

倒産判別
倒産確率分析

インダストリアル
・エンジニアリング
オペレーションズ
・リサーチ
保険工学

支援技術

ファイナンス理論、最適化手法・確率モデル
データマイニング、シミュレーション、決定分析、人工市場
計算機工学、ネットワーク技術

市場リスク・信用リスク
統合管理

信用リスク・オペレーショナルリスク
統合管理

世界の最先端をゆく
金融リスク統合管理

2005

2015

2030

年

- 金融工学の重要性の認知
- 金融リスクの理論研究と情報技術の連携が重要

(今野浩氏)

金融リスク管理の将来と支援技術

(今野浩氏)

テーマ 44 「経済変動の予測技術」

経済学全体の変化

シナリオ執筆者:

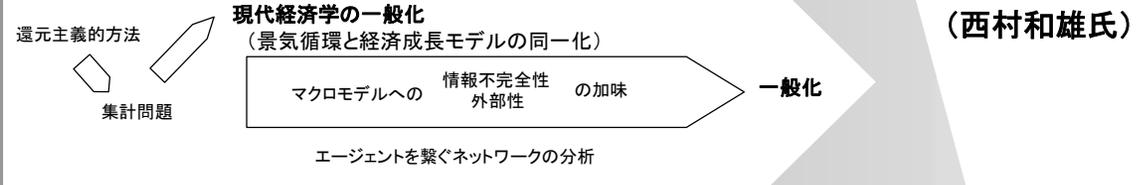
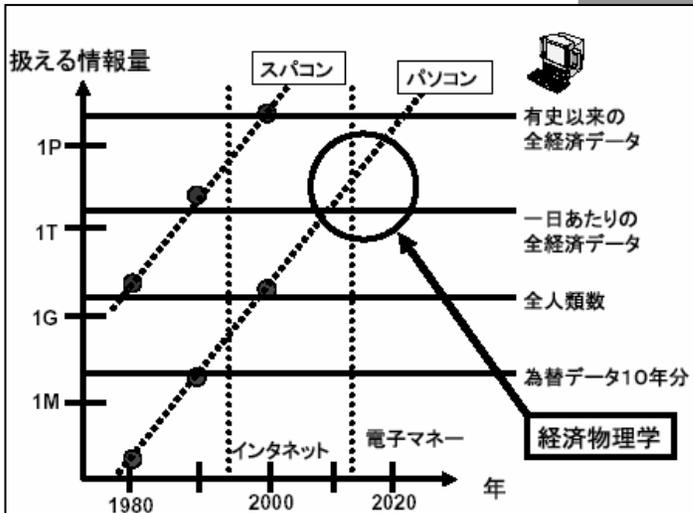
(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所
高安秀樹氏
 京都大学経済研究所 教授
西村和雄氏

関連テーマ:

「金融におけるリスク管理」
 「情報通信環境」など

経済物理学のターゲット

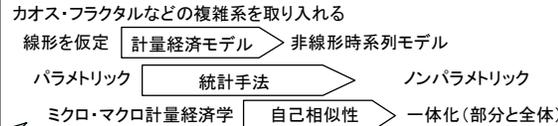
(高安秀樹氏)



(西村和雄氏)

複雑系経済学発展の可能性

(動的システム=数理モデルでシミュレーション解析可能)



複雑系
経済学

複数分野での
中核的研究センター
(複雑系・金融工学)

学際的研究による 複雑系研究の発展

社会科学のなかでの
複雑性分析

生物学・物理学
工学などとの連携

学際センター

官・民・学の中核的研究組織

国家レベルの研究体制

研究・教育ネットワーク
(組織を超えた若手教育)

行動誘因のマイクロ分析

認知メカニズム・合理性
・戦略的行動の分析

精緻な統計的手法

行動決定原理の
妥当性解明

データの増加・蓄積

経時的整合性の維持・公開・データベース化

10年後の
経済学
↓
経済学を核とする
数理的
社会科学
↓
経済予測

- * 日本が先行する複雑系経済学を重点的に促進。
- * 先端経済理論の学術的中核センター・学際的科学センターを設立。
- * 大学院教育をネットワーク化 (西村和雄氏)

- * 全く新しい金融コンピュータシステムを実現することをミッションとした公的研究所を設立 (高安秀樹氏)

テーマ 45 「少子社会における『次世代』の心身健全育成」

シナリオ執筆者:

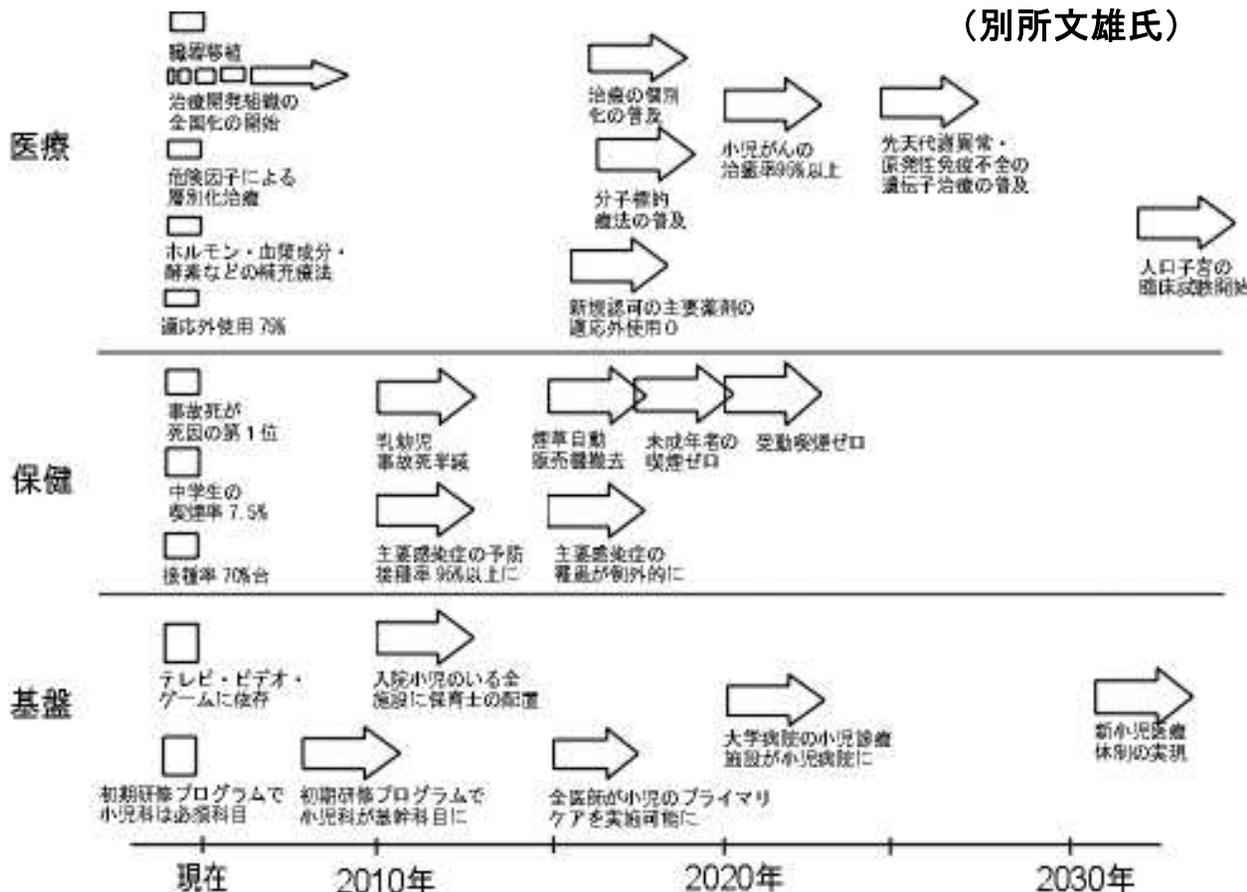
杏林大学 医学部 教授
別所文雄氏

関連テーマ:

「個人のニーズに対応する新規医療」
「脳科学に基づく認知と情動神経
機構の統合的理解」
「疾病構造の変化と医療」など

小児科医療という視点からの今後の充実のシナリオ

(別所文雄氏)



- * 小児医療に携わる医師の数: 多岐にわたる小児医療をカバーするには充実が必要
- * 医学教育の中で小児関連領域の教育を充実。
- * 施策実施の際には正の効果に限らず、負の効果や経済指標も含めた効果判定を行なって継続の可否の決定を行なうべき。(別所文雄氏)

テーマ 46 「情報投資による効率向上」

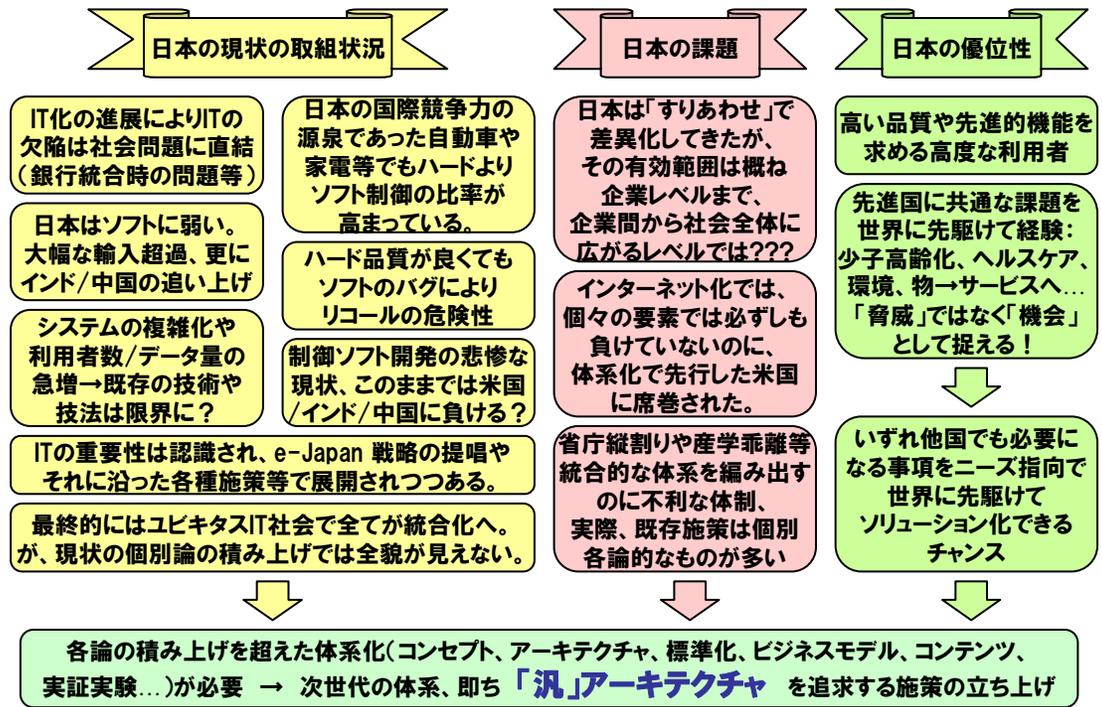
シナリオ執筆者:

(株)NTTデータ 取締役相談役
青木利晴氏
早稲田大学 ビジネススクール 教授
平野雅章氏

関連テーマ:

「超多品種少量自動生産システム」
「金融におけるリスク管理」 など

日本のITを取り巻く状況 (青木利晴氏)



分析の視点

「情報投資」と「情報技術投資」の区別
効果として「効率向上」、「生産性向上」、「経営成果向上」

10-30年: 発展シナリオ

全要素生産性向上の可能性追求
ソフトウェア大規模化と開発プロセスの変化への対応
システム統合、マネジメントへの情報技術の応用、人的投資・組織投資 等

(平野雅章氏)

日本のとるべきアクション

- (1) 測定と実証データの整備
- (2) 教育投資
- (3) マネジメントへの応用の研究と実践
- (4) 社会的な合意形成
- (5) 競争敗者の救済

テーマ 47 「科学技術におけるアジアの多様性と融合」

シナリオ執筆者:

東京大学 名誉教授
石井威望氏

関連テーマ:

「科学技術進化モデルの再構築」
「基礎科学の位置づけ」 など

近未来(5~10年後)発展シナリオに
対応する古典宇宙観

存在論 Ontology 「我思う故に我在り」	シリアル ・リアリ ティ
-------------------------------	--------------------

Serial Reality

方法論 Methodology 「方法序説」	デジタル Digital
------------------------------	-----------------

指導理念(思考方法)

決定論的アルゴリズム思考

幾何学的 地中海 インド洋 古代文明

(石井威望氏)

遠未来(10~30年後)発展シナリオに
対応する量子宇宙観

(石井威望氏)

存在論 Ontology 「我思う故に我在り」	パラレル ・リアリ ティ	シリアル ・リアリ ティ
-------------------------------	--------------------	--------------------

Parallel Reality

Serial Reality

方法論 Methodology 「方法序説」	キュービタ ル Qubital	デジタル Digital
------------------------------	-----------------------	-----------------

指導理念(思考方法)

エンタングルメント思考

アジアの伝統文化

- * アジアの科学技術は、
近未来においては現在の延長上、
遠未来においては「テクノダイバーシティ(技術多様性)」
の爆発的増大
- * 技術多様性と平行に、
「テクノ・デシメレーション(技術大絶滅)」も発生
- * 技術多様性の創出には、人材育成の戦略目標の
明確化による動機づけが重要 (石井威望氏)

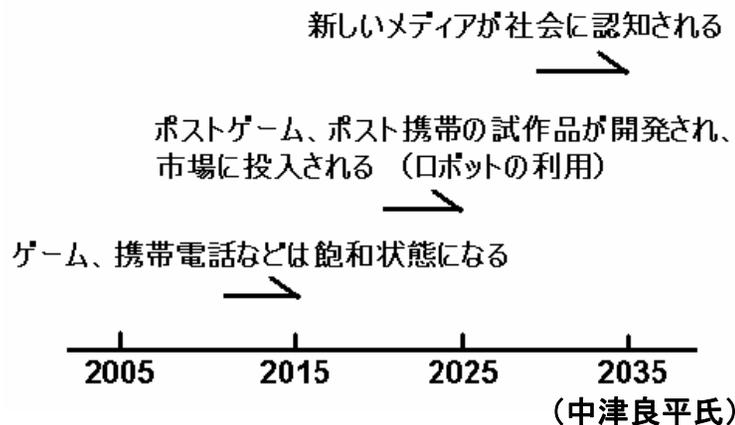
テーマ 48 「芸術・文化・遊びと科学技術」

シナリオ執筆者:

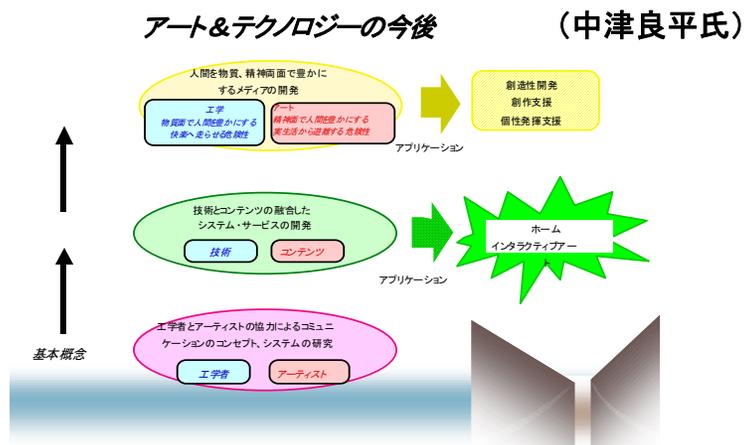
関西学院大学 理工学部 教授
中津良平氏
 公立はこだて未来大学 教授
松原 仁氏

関連テーマ:

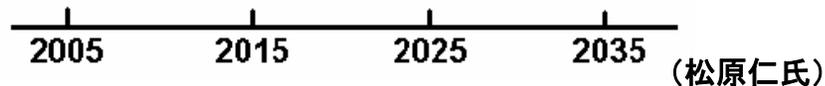
「五感を活用するコミュニケーション」
 「生活支援ロボティクス」
 「ヒューマノイド(人型ロボット)技術」 など



・文化と科学技術の両方に精通した人材の育成
 ・芸術やエンタテインメントと科学技術をビジネスにつなぐ活動の新興
 (中津良平氏)



- ・番組のオンデマンド化
- ・コンテンツが作者と鑑賞者の共同作業可能 (インタラクティブ化)
- ・身体性を伴うコンテンツ
- ・鑑賞者の好みのコンテンツが得られる (カスタマイズ化)
- ・新しいメディアの創造

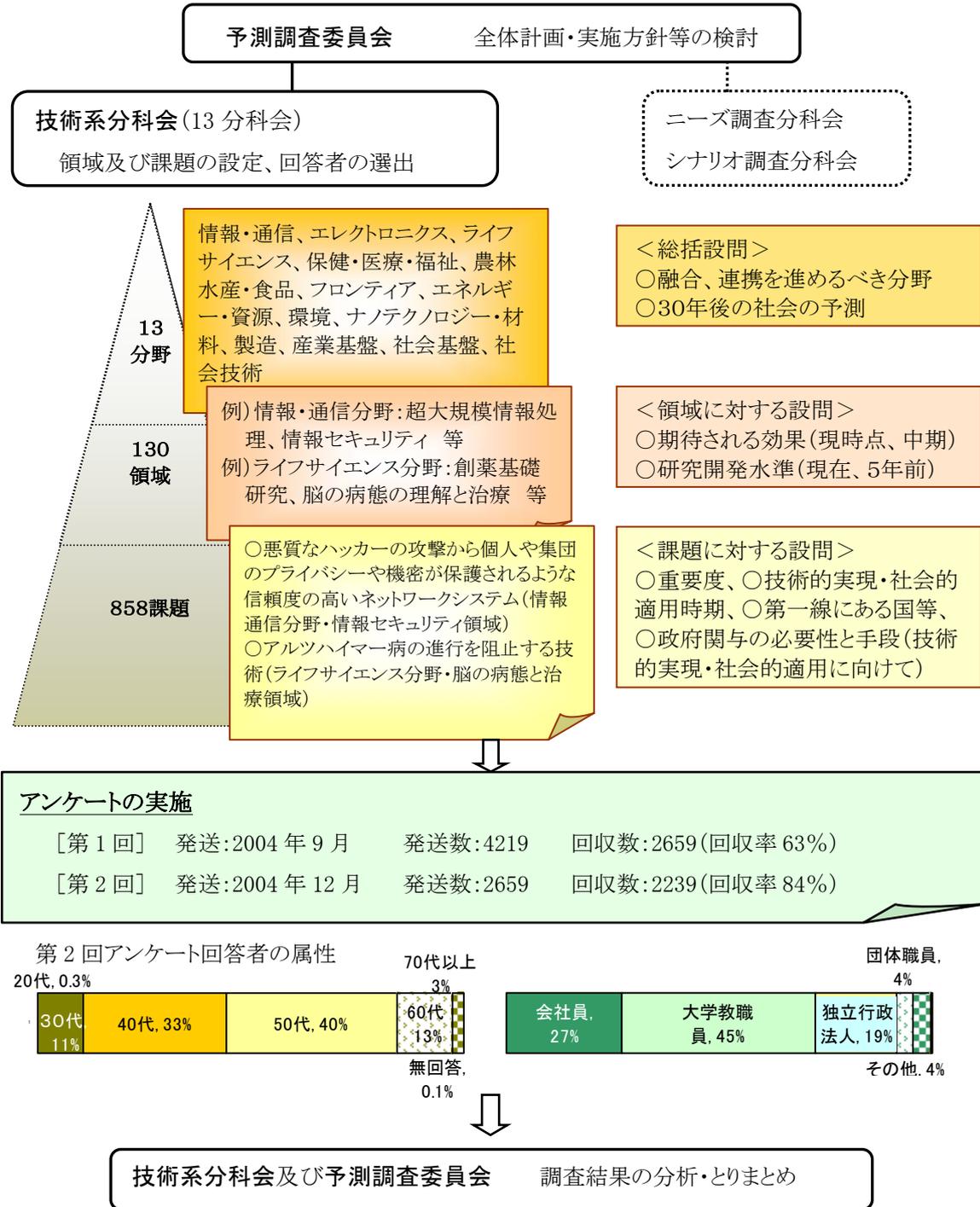


・面白さとは何かという基礎研究を充実させる
 ・産官学の連携を深めて新しいメディアを創造
 (松原仁氏)

1 調査の目的及び方法

目的： 多数の専門家の主観による評価を統計的に処理し、科学技術の中長期発展の見通しについて、専門家集団の合意を見出す。

方法： 調査対象は、技術中心(科学及び社会インパクトを一部含む)。専門家アンケートを 2 回繰り返す(デルファイ法)。将来展望の期間は、2006 年から 2035 年までの 30 年間。

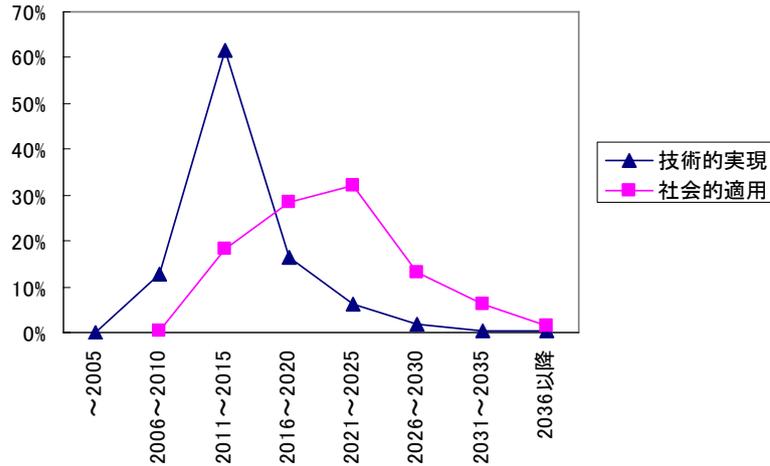


2 結果概要

2-1 予測課題の実現時期

技術的实现時期は、その6割が2011～2015年の間にさがるが、社会的適用時期は、多くが2011～2030年の間に広く分布する。同時期に技術的に可能となる課題であっても、社会的適用への見通しには幅が見られる。

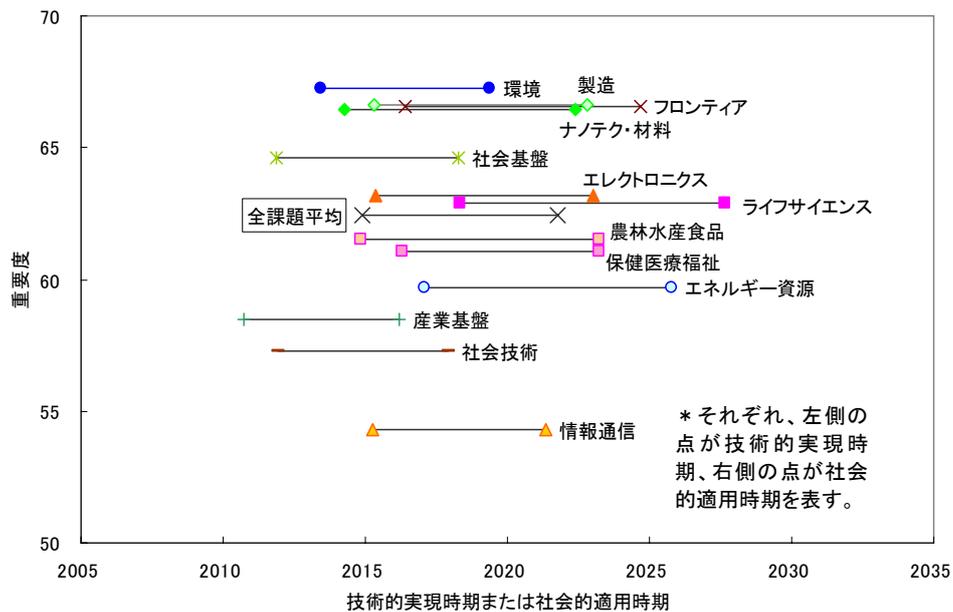
図表1 技術的实现時期及び社会的適用時期の分布(全分野)



2-2 実現予測時期と重要度

分野ごとに実現予測時期と重要度(分野ごとの課題平均)の関係を見ると、次のような特徴が見られる。

図表2 実現予測時期と重要度(分野ごとの課題平均)



2-3 重要度の高い課題

重要度の高い上位 100 課題(3-11 参照)を、内容により、生命関連、情報関連、環境関連、災害関連、エネルギー関連、及び、その他に区分すると、災害関連が約 1/4(23 課題)を占める。前回調査と比べ、災害関連が大きく増加し、生命関連、情報関連、環境関連が大きく減少している。区分ごとの特徴を見ると、次のようである。

[生命関連] がんに関わる課題(4 課題)が最も多く、また、認知症(アルツハイマー)など高齢化に伴う病気に関わる課題もあげられている。その他、感染症の薬剤耐性、アレルギー疾患など、近年大きな問題となっている事項に関わる課題、有害化学物質の影響など安全に関わる課題などが見受けられる。

[情報関連] 高性能LSIやウェアラブル機器実現のための微細加工技術、ネットワークへの不正侵入やウイルス検出といったセキュリティに関わる課題が重要とされている。

[環境関連] CO₂、NO_xなどの排出ガスに関する課題(7課題)や循環型社会に関する課題(5課題)が多くあげられている。

[災害関連] 半数が地震に関する課題であり、予知・シミュレーションから人的被害の削減対策まで幅広い課題があがっている。

[エネルギー関連] 非化石エネルギー等を用いた製造工程、燃料電池搭載交通機関、太陽電池などがあがっている。

今回調査では、その他に分類される課題が増加したことも特徴の一つである。その内訳を見ると、教育、人材流動、技能・ノウハウ伝達、女性の社会参加支援など、人材に関する課題(7 課題)が多い。また、原子・分子の操作・制御による製造など 4 課題がナノテクノロジー関連の課題であり、生命関連や情報関連など他の区分に分類されている課題と合わせると約1割に当たる 9 課題がナノテクノロジー関連の課題である。さらに、構造物の健全性評価、公共の場での爆薬や病原微生物等の検知など、安全確保のための課題もあがっており、防災関連を始めとする既存区分に含まれる課題と合わせ、全般的に「安全」というキーワードで括れる課題が多い。

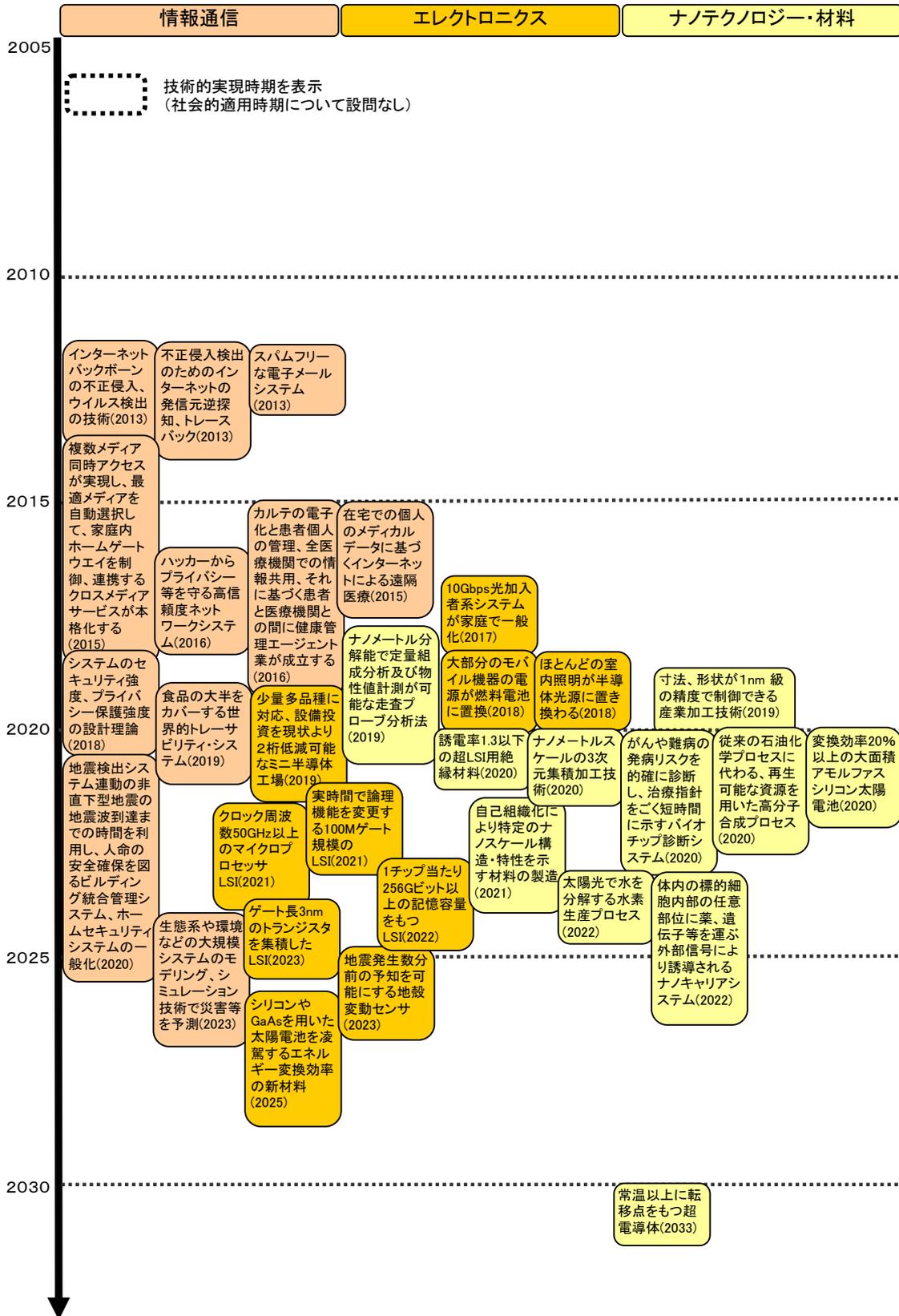
図表 4 重要度上位 100 課題の区分別内訳の推移

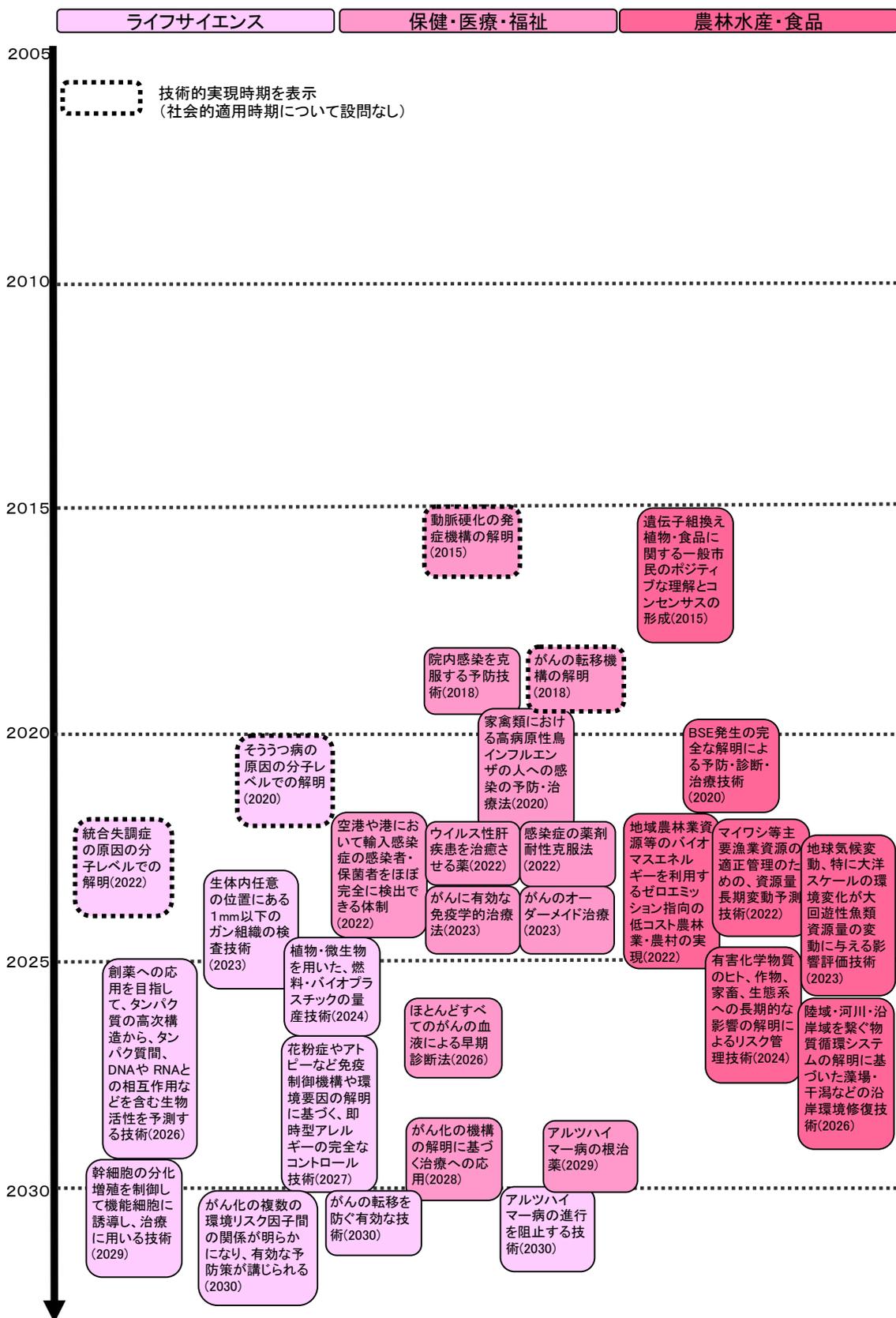
区分	今回	第 7 回(2001 年)	第 6 回(1997 年)	第 5 回(1992 年)
生命関連	17	26	17	37
情報関連	13	21	24	10
環境関連	19	26	25	28
災害関連	23	8	11	9
エネルギー関連	8	10	11	6
その他	21	9	12	10

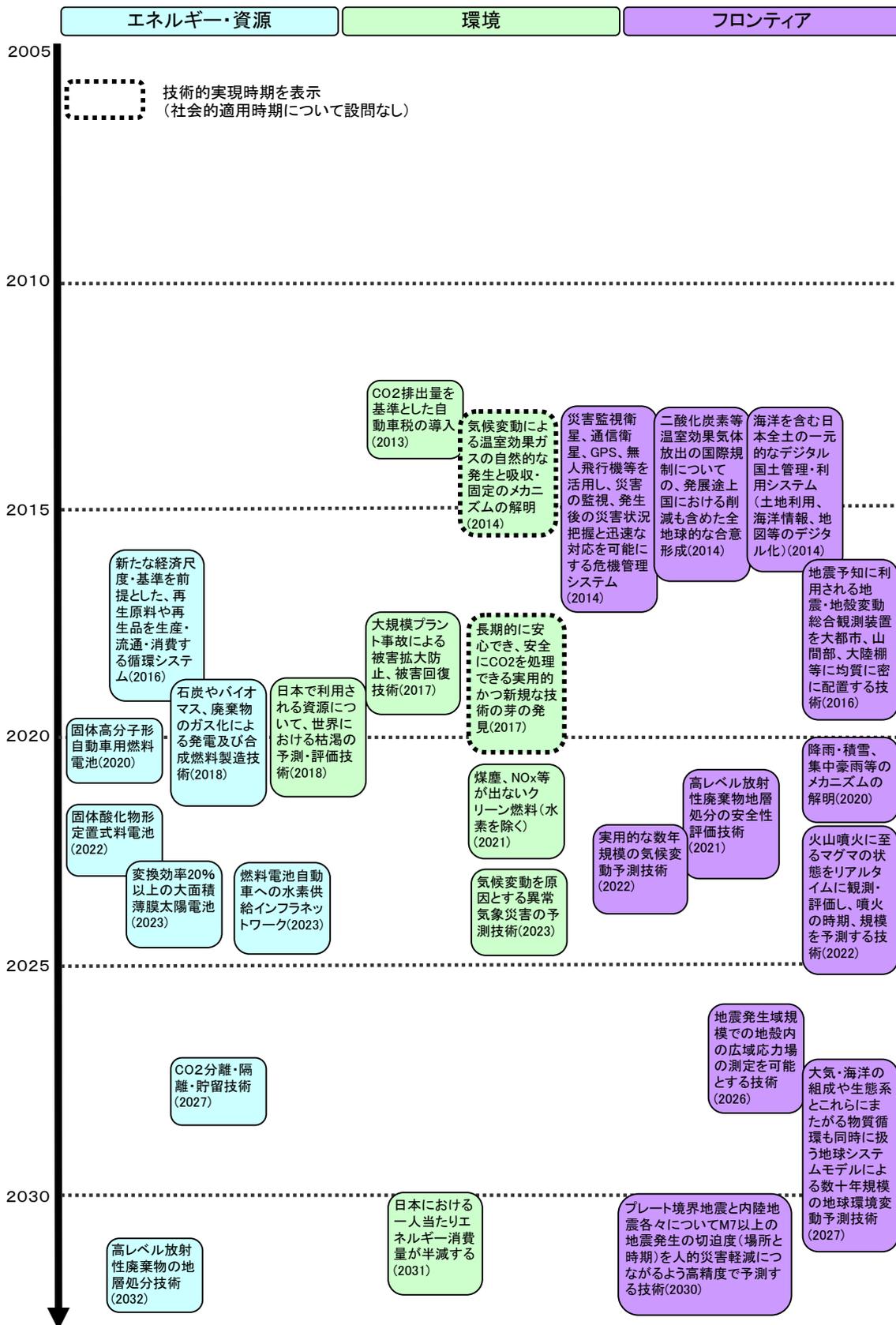
* 生命関連と災害関連は、1 課題が重複している。

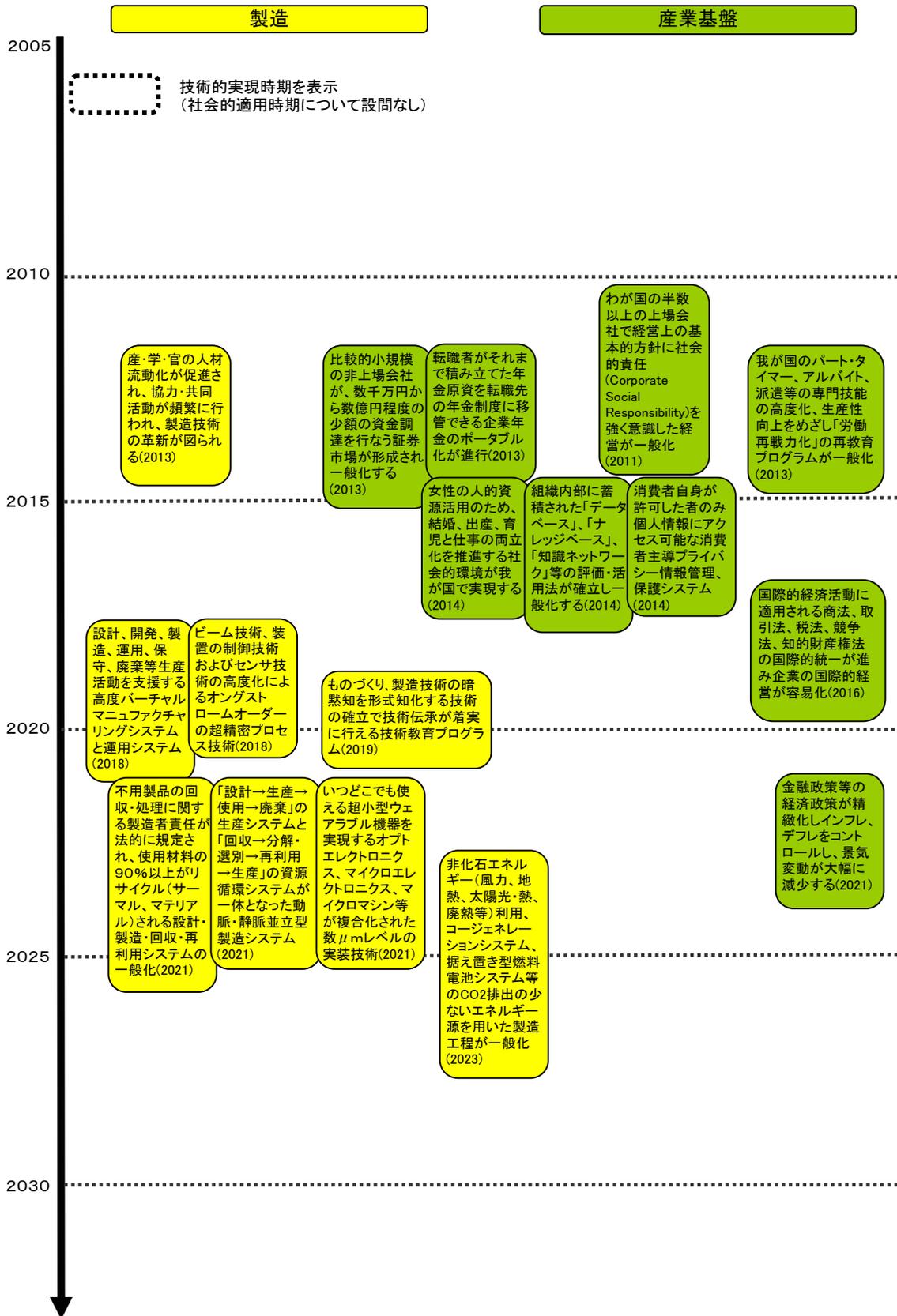
2-4 分野別の重要度上位課題

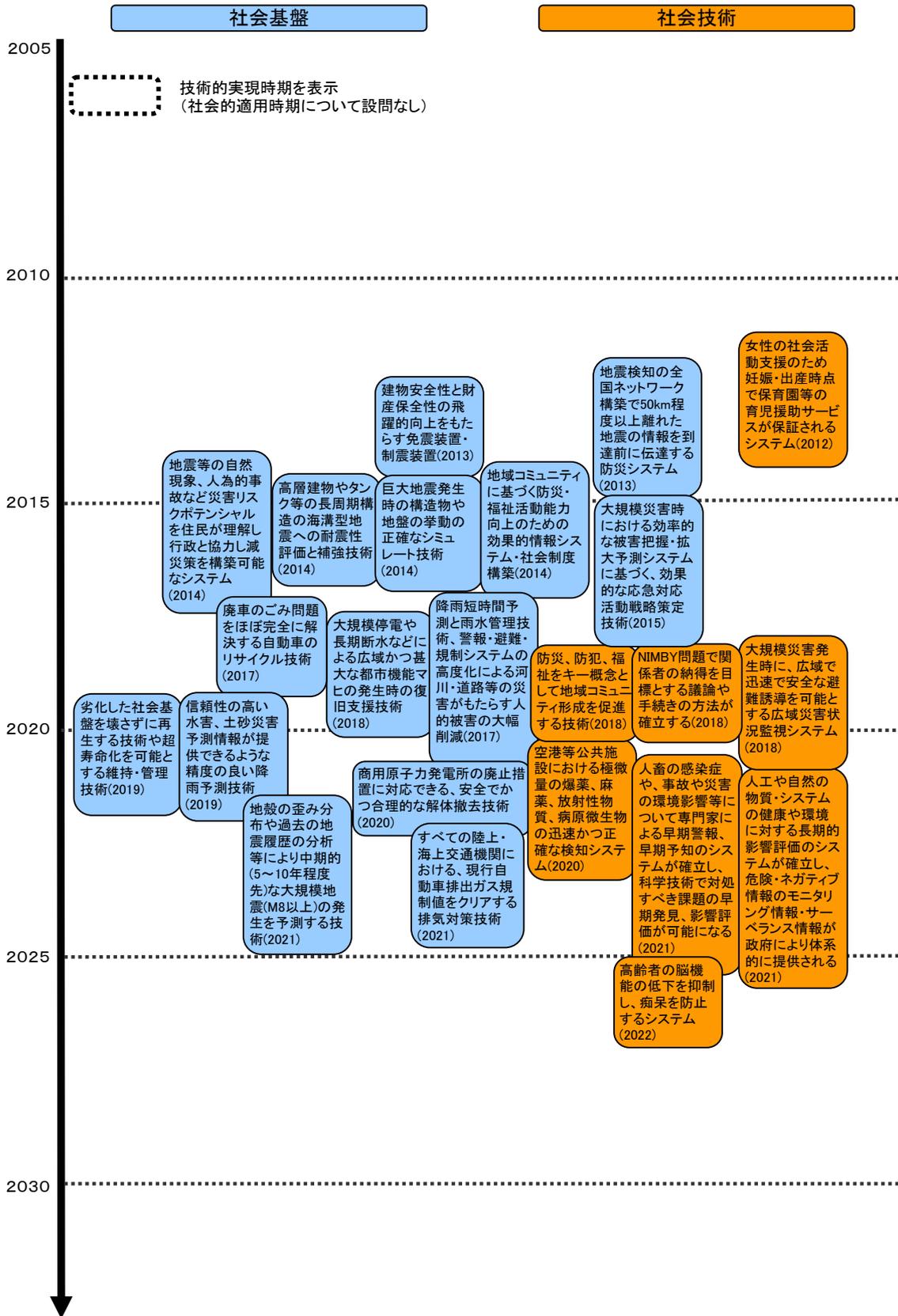
分野ごとに重要度上位 15%の課題を抽出し、社会的適用時期順に示す。











2-5 政府関与の必要性及び政府のとるべき有効な手段

技術的実現、社会的適用とも、政府関与の必要性が高いのは、フロンティア分野並びに環境分野の課題、低いのは、産業基盤分野並びに情報通信分野の課題である。

技術的実現に向けて政府のとるべき有効な手段を見ると、ほとんどの分野で資金拡充の割合が最も高く、産学官・分野間連携強化、人材育成が次ぐ。

資金拡充が有効な分野： 産業基盤を除く 12 分野

産学官・分野間連携強化が有効な分野：エレクトロニクス、農林水産・食品、ナノテクノロジー・材料、製造、社会基盤

人材育成が有効な分野：ライフサイエンス、保健・医療・福祉、フロンティア、産業基盤

社会的適用に向けて政府のとるべき有効な手段を見ると、ほとんどの分野で人材育成、産学官・分野間連携強化、税制・補助金・調達がある三大手段となっている。

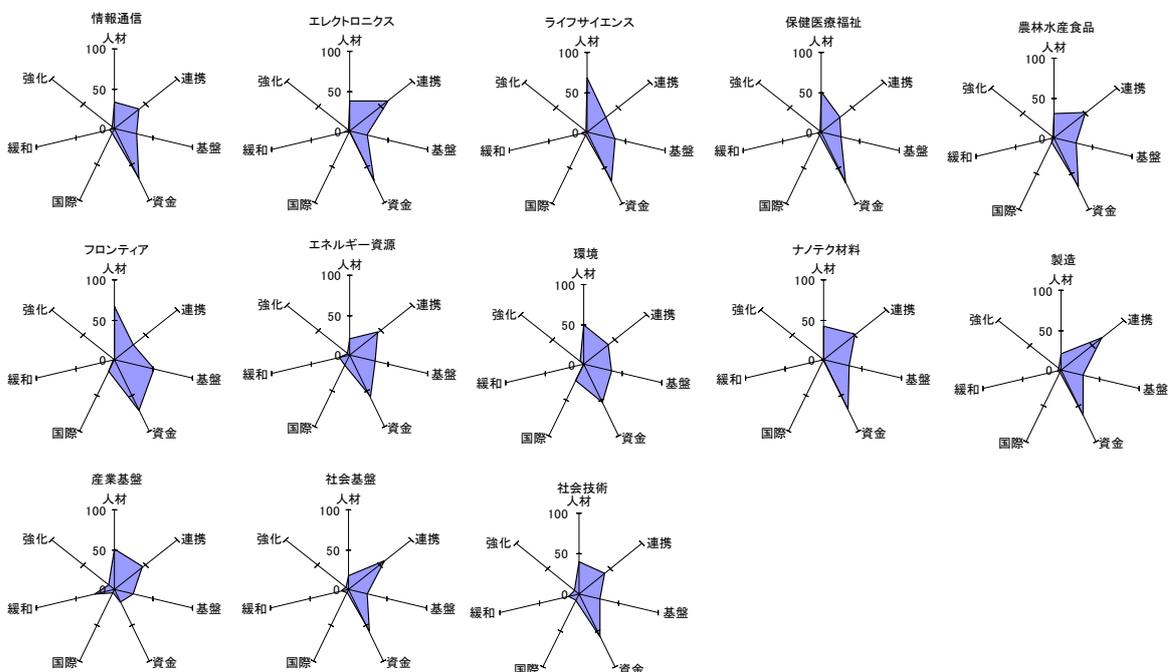
人材育成が有効な分野：ライフサイエンス、保健・医療・福祉、フロンティア

連携強化が有効な分野：エレクトロニクス、ライフサイエンス、農林水産・食品、フロンティア、ナノテクノロジー・材料、製造

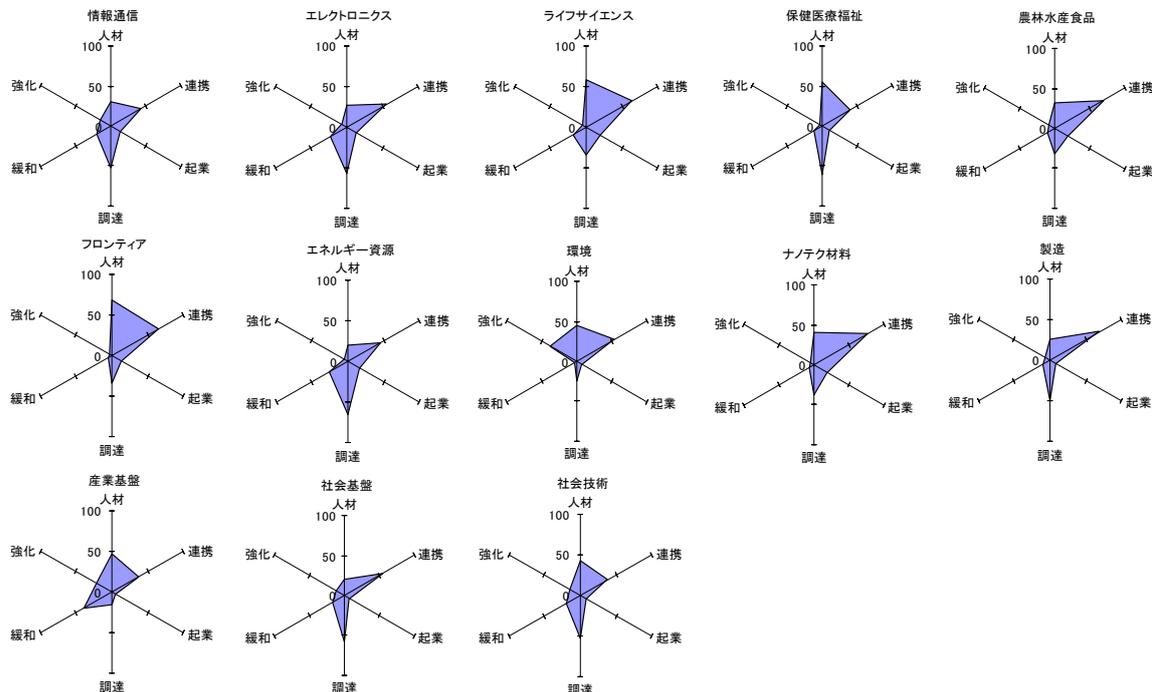
税制・補助金・調達が有効な分野：情報・通信、エレクトロニクス、保健・医療・福祉、エネルギー・資源、製造、社会基盤、社会技術

図表 5 政府のとるべき有効な手段

A. 技術的実現に関して



B. 社会的適用に関して



2-6 効果の大きい領域

知的資産の増大、経済的効果、社会的効果について、現時点及び中期な効果のそれぞれ上位1/3(43 領域)を抽出した。

知的資産の増大については、現時点、中期あわせて 51 領域が抽出される。そのうち、現時点、中期共に効果が大きいのは、エレクトロニクス分野、フロンティア分野、ナノテクノロジー・材料分野の領域など 35 領域である。中期的には、ライフサイエンス分野の領域の効果が期待される。

経済的効果については、現時点、中期あわせて、54 領域が抽出される。そのうち、現時点、中期共に効果が大きいのは、エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料分野、製造分野の領域など 32 領域である。中期的には、ライフサイエンス分野及び、ライフサイエンスとそれ以外の分野との融合領域の効果が期待される。

社会的効果については、現時点、中期あわせて、53 領域が抽出される。そのうち 33 領域が現時点、中期共に効果の大きい領域であり、エレクトロニクス分野、保健・医療・福祉分野、環境分野、社会基盤分野の領域が多く含まれる。

図表 6 効果の大きい領域

領域名 (先頭3桁は領域番号)	知的資産の増大		経済的効果		社会的効果	
	現時点	中期	現時点	中期	現時点	中期
001:超大規模情報処理	○	○	○	○		
005:情報セキュリティ	○		○	○	○	○
006:社会システム化のための情報技術						○
008:ユビキタスネットワークング		○		○		○
010:集積システム	○	○				
011:シリコンエレクトロニクス	○	○	○	○	○	

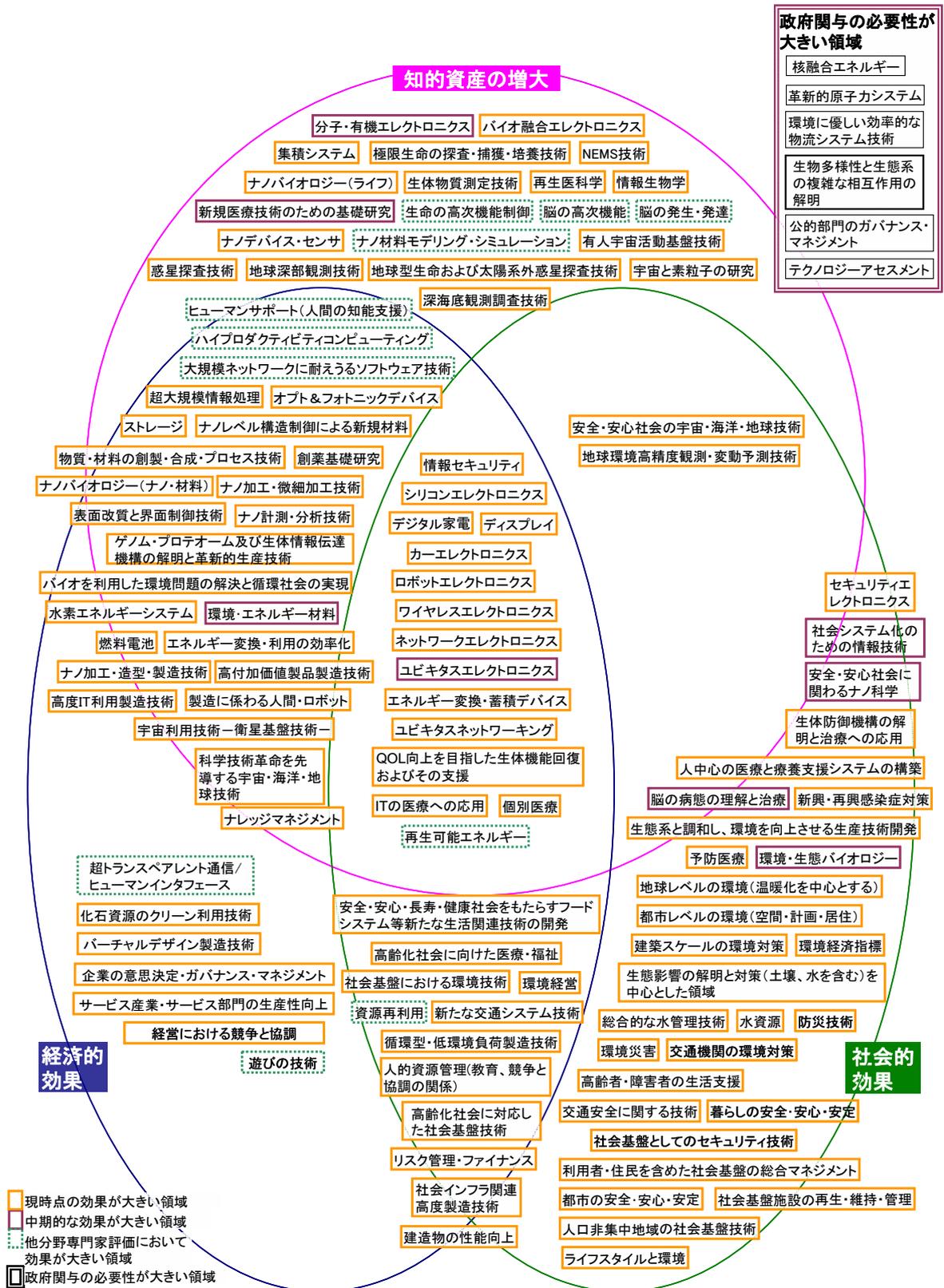
領域名（先頭3桁は領域番号）	知的資産の増大		経済的効果		社会的効果	
	現時点	中期	現時点	中期	現時点	中期
012:オプト&フォトニックデバイス	○	○	○	○		
013:ワイヤレスエレクトロニクス	○	○	○	○	○	○
014:バイオ融合エレクトロニクス	○	○		○		
015:分子・有機エレクトロニクス		○				
016:ストレージ	○	○	○	○		
017:ディスプレイ	○	○	○	○	○	○
018:エネルギー変換・蓄積デバイス	○	○	○	○	○	○
019:デジタル家電	○	○	○	○	○	○
020:ユビキタスエレクトロニクス	○	○	○	○	○	○
021:ロボットエレクトロニクス	○	○	○	○		○
022:カーエレクトロニクス	○		○	○	○	○
023:ネットワークエレクトロニクス	○		○	○	○	○
024:セキュリティエレクトロニクス				○	○	○
025:創業基礎研究	○	○				
026:新規医療技術のための基礎研究		○				
029:脳の病態の理解と治療						○
030:再生医科学		○		○		○
031:生体物質測定技術	○	○		○		
033:情報生物学		○				
034:環境・生態バイオロジー						○
035:ナノバイオロジー(ライフ)		○		○		
036:個別医療	○		○		○	
037:生体防御機構の解明と治療への応用					○	
038:QOL向上を目指した生体機能回復およびその支援			○		○	○
039:ITの医療への応用	○		○	○	○	
040:人中心の医療と療養支援システムの構築					○	
041:予防医療					○	○
042:新興・再興感染症対策					○	○
043:高齢化社会に向けた医療・福祉			○		○	○
045:バイオを利用した環境問題の解決と循環社会の実現			○	○		
046:生態系と調和し、環境を向上させる生産技術開発					○	○
047:安全・安心・長寿・健康社会をもたらすフードシステム等新たな生活関連技術の開発			○	○	○	○
048:ゲノム・プロテオーム及び生体情報伝達機構の解明と革新的生産技術	○	○	○	○		
049:惑星探査技術	○	○				
050:地球型生命および太陽系外惑星探査技術	○	○				
051:宇宙と素粒子の研究	○	○				
052:有人宇宙活動基盤技術	○	○				
053:宇宙利用技術－衛星基盤技術－	○	○	○	○		
054:地球環境高精度観測・変動予測技術	○	○			○	○
055:極限生命の探査・捕獲・培養技術	○	○				
056:地球深部観測技術	○	○				
057:深海底観測調査技術	○	○				
058:安全・安心社会の宇宙・海洋・地球技術	○				○	○
059:科学技術革命を先導する宇宙・海洋・地球技術	○	○	○	○		
062:水素エネルギーシステム	○		○	○		
063:燃料電池	○	○	○	○		
067:エネルギー変換・利用の効率化			○			
070:地球レベルの環境(温暖化を中心とする)						○
071:都市レベルの環境(空間・計画・居住)					○	○
072:生態影響の解明と対策(土壌、水を含む)を中心とした領域					○	○
073:環境経済指標					○	
075:環境災害					○	○
076:水資源					○	○

領域名（先頭3桁は領域番号）	知的資産の増大		経済的効果		社会的効果	
	現時点	中期	現時点	中期	現時点	中期
078:ナノ計測・分析技術	○	○		○		
079:ナノ加工・造型・製造技術	○	○	○	○		
080:物質・材料の創製・合成・プロセス技術	○	○	○	○		
081:ナノレベル構造制御による新規材料	○	○	○	○		
082:ナノデバイス・センサ	○	○		○		
083:NEMS 技術		○		○		
084:環境・エネルギー材料		○		○		
085:ナノバイオロジー(ナノ・材料)	○	○		○		○
086:安全・安心社会に関わるナノ科学						○
087:高度 IT 利用製造技術			○	○		
088:バーチャルデザイン製造技術			○			
089:高付加価値製品製造技術			○	○		
090:ナノ加工・微細加工技術	○	○	○	○		
091:循環型・低環境負荷製造技術			○		○	○
092:製造に係わる人間・ロボット	○	○	○	○		
094:社会インフラ関連高度製造技術			○		○	
095:表面改質と界面制御技術	○		○			
097:ナレッジマネジメント	○	○	○	○		
101:人的資源管理(教育、競争と協調の関係)			○	○		
102:経営における競争と協調			○	○		
103:サービス産業・サービス部門の生産性向上			○			
104:環境経営			○	○	○	○
107:建造物の性能向上					○	○
108:社会基盤施設の再生・維持・管理					○	○
109:高齢化社会に対応した社会基盤技術			○		○	○
110:社会基盤における環境技術					○	○
111:総合的な水管理技術					○	○
112:建築スケールの環境対策					○	
113:社会基盤としてのセキュリティ技術					○	○
114:防災技術					○	○
115:利用者・住民を含めた社会基盤の総合マネジメント					○	
116:新たな交通システム技術			○		○	
117:交通安全に関する技術					○	○
118:交通機関の環境対策					○	○
121:都市の安全・安心・安定					○	○
123:高齢者・障害者の生活支援						○

効果の大きい領域、ならびに、技術発展に当たって政府関与の必要性が高い領域を次の条件で抽出すると、図表 7 に示すような 118 領域を抽出、分類することができる。

- 条件 1: 当該分野専門家の評価において、現時点あるいは中期的時点の知的資産の増大（当該領域自体の知的資産増大、他分野発展への寄与の 2 項目）、経済的効果（既存産業発展、新産業・新事業創出の 2 項目）、社会的効果（安全安心確保、社会の活力・生活の質向上の 2 項目）の項目ごとに、それぞれ効果が大きい上位 1/3 の領域
- 条件 2: 技術的実現に関して政府関与の必要性が高い上位 1/3 の領域
- 条件 3: 他分野専門家の評価結果に基づいて、条件1の方法により抽出される領域

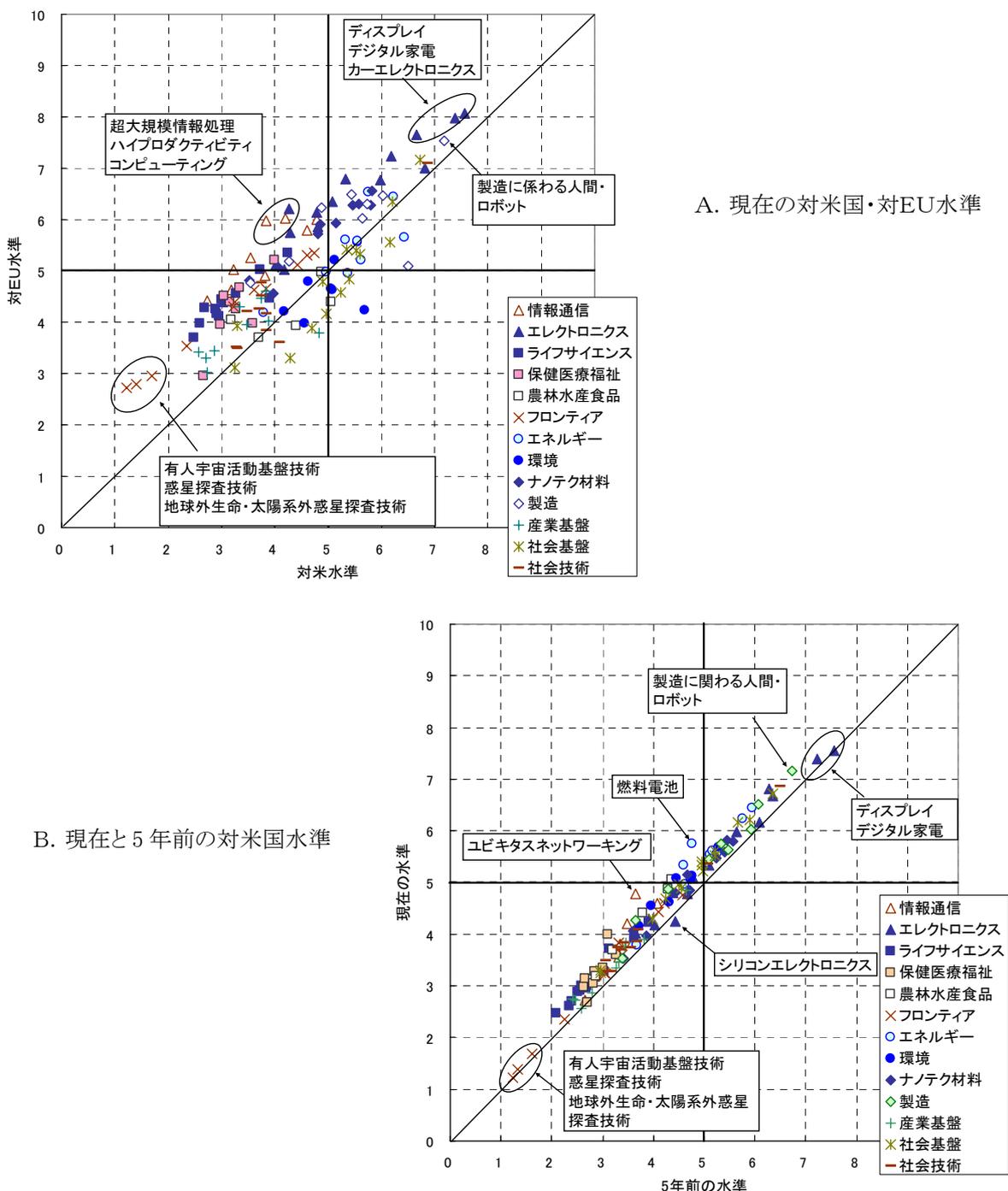
図表 7 効果の大きい領域及び政府関与の必要性が大きい領域



2-7 我が国の研究開発水準

エレクトロニクス分野及びナノテクノロジー・材料分野については、対EUで優位にある領域、また対米国、対EUいずれも優位にある領域が目立つ。一方、ライフサイエンス分野の領域は、対米国、対EUともに劣位にあるものが多い。5年前の水準と比較すると、対米国、対EUの水準はほとんど全ての領域で上昇している。一方、対アジア水準は、いずれも優位にあるものの、エレクトロニクス分野の領域をはじめ、全般的に差が縮小傾向にある。

図表8 我が国の研究開発水準

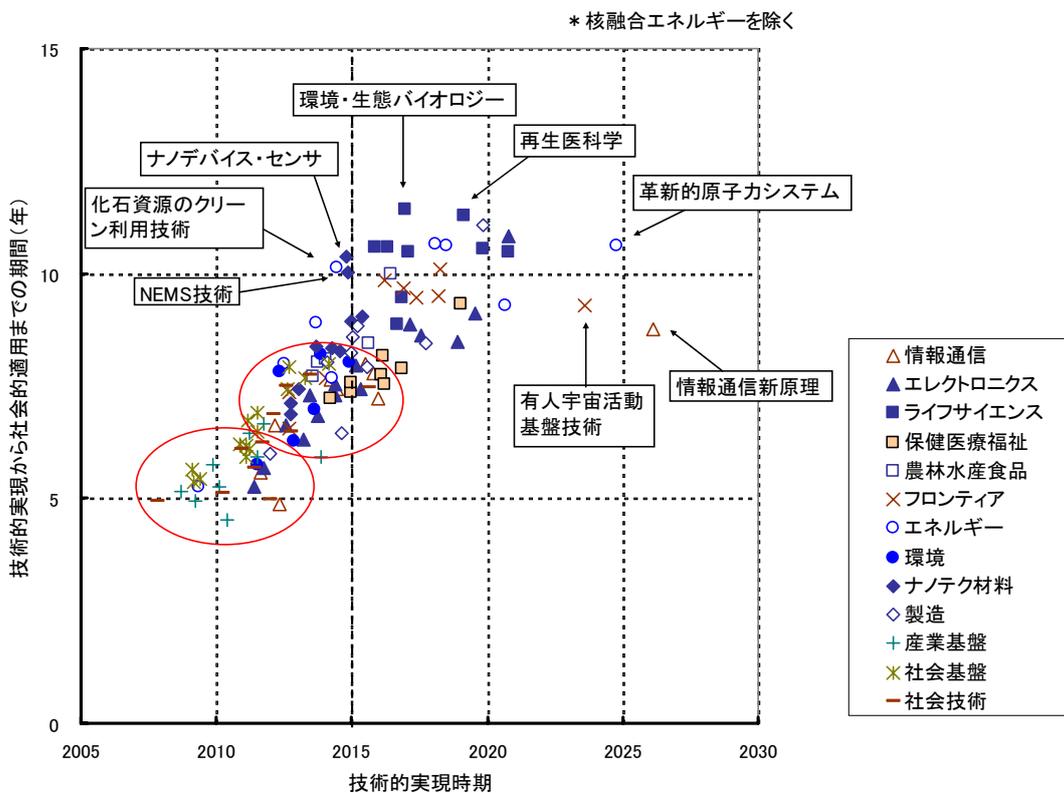


2-8 技術的実現から社会的適用までの期間

技術実現から社会的適用までの期間を見ると、6～8年程度である領域が多い。技術的実現が遅い領域は、社会適用までの期間が長い傾向にある。ライフサイエンス分野、エネルギー・資源分野では、ほとんどの領域の社会的適用までの年数が9年を超える。

技術的実現から社会的適用までの期間が長い領域：環境・生態バイオロジー(11.4年)、再生医科学(11.3年)、特殊環境下製造技術(11.1年)、分子・有機エレクトロニクス(10.8年)、資源アセスメント(10.7年)

図表9 技術的実現から社会的適用までの期間



2-9 領域の概観

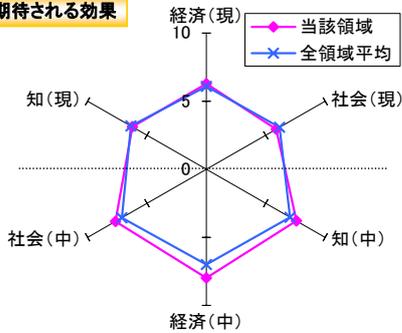
ここでは、以下の項目について領域を概観した例を示す。

- ① 発展の道筋、効果、研究開発水準の概観
- ② 現時点及び中期的な時点での効果、並びに、我が国の研究開発水準
- ③ 領域に含まれる技術等の実現時期(時期を◇◆で、回答幅を上下の実線で表す)
(2036年以降の時期については、今回の調査範囲であるため表示していない)
- ④ 技術的実現、社会的適用に向けて政府の関与の必要性和有効な手段

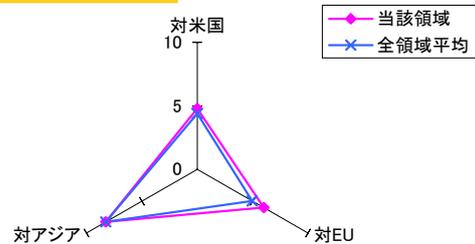
8 ユビキタスネットワーク

この領域を代表する技術の進展を見ると、まず通信、ネットワークの利便性向上に関する技術について具体化が進み、次にセンサーやシステムの制御といった要素技術が、さらに微小ロボット間の相互連携といった複雑なシステムが実現し、その先には生体と融合するシステムへと展開していく筋道が考えられる。期待される効果は、中期的時点(2015年以降)で、知的資産増大、経済的効果、社会的効果の3つの効果いずれについても期待が大きい。研究開発水準は、対米、対EUのいずれについてもこの5年間で改善し、ほぼ対等のレベルにある。

期待される効果

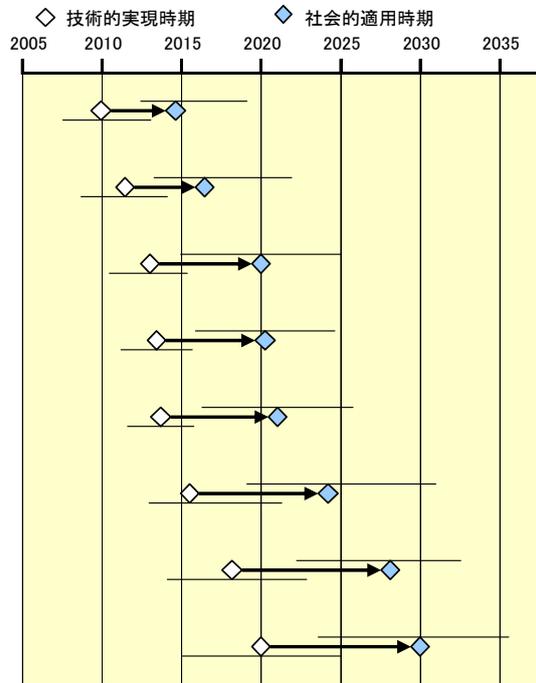


我が国の研究開発水準

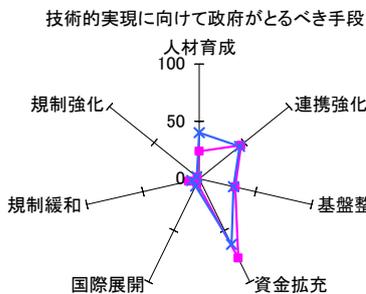


実現年表

- 67 周辺の無線情報端末間でアドホックに通信するシステム(アプリケーションも含めインターネットとシームレスに通信する機能を持つ)
- 61 1000人程度のユーザをもつネットワークで、ターミナルの接続やネットワークの運用が自動的に行われ、ネットワーク管理者を必要としない管理システム
- 62 もの同士が相互に存在、性質、状況を感知し自動的に危険回避や協調作業を行う技術
- 64 熱、光、電波、雑音からエネルギーをもらい半永久的に動作する微小通信チップあるいはセンサー
- 68 絶えず発生し、また、消滅していく超多数のものの識別子(ID)の管理を行い、それぞれのIDの意味づけや情報を整理し、陳腐化した情報を自動的に廃棄する技術
- 63 単機能(小規模機能)のたくさんの小さなロボットが集まって、互いに連携、機能分担することにより複雑な機能を実現する技術
- 65 人体に埋め込まれ、体温や血流などの生体エネルギーを利用して半永久的に動き続け、健康状態のモニターやペースメーカーのような生体機能補助を行うことができる医療チップ
- 66 外部から通信・制御可能で、体の中に埋め込まれたり血管の中を動き回ることができるナノチップやマイクロセンサーを用いた医療技術



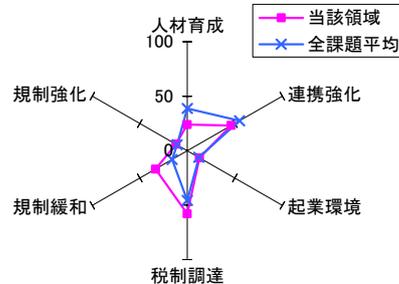
政府の関与(課題の平均値)



技術的実現に向けた政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性

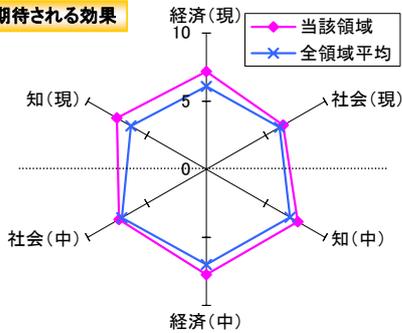


技術的実現には、人材育成、資金拡充が重視されている。社会的適用に関する特徴は、人材、税制調達、規制緩和など多角的な政策の展開が必要であることである。例えば、電波の利用などの規制緩和が含まれる

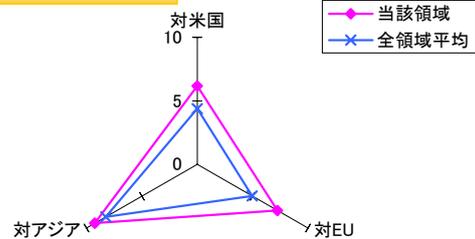
12 オプト&フォトニックデバイス

オプトエレクトロニクスは、日本が世界の先導的な位置にあり、中期的時点で知的資産増大と経済的効果への寄与が大きいと期待されている。我が国の研究開発水準は対米国、対EUのいずれにも優位にある。代表的な技術について、ブロードバンドの普及を背景にして、10Gbpsの光加入線や関連する高周波レーザーの実現、ユビキタス環境を想定した100Tbpsの多重化装置、10THzまでのフォトニックセンシング技術が実現していく道筋が展望できる。長期的には、現状では実験室レベルの技術である光バッファメモリ、量子情報光通信などが2020年前後に技術的に実現し、10年程度で社会的に適用していくと見られる。

期待される効果

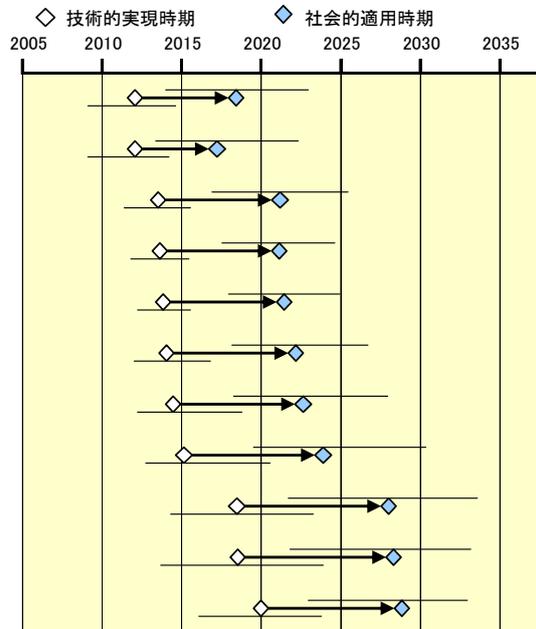


我が国の研究開発水準

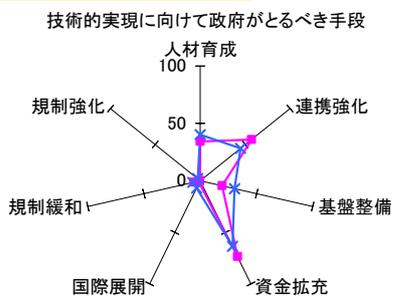


実現年表

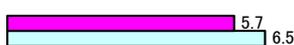
- 17 ほとんどの室内照明が半導体光源に置き換わる
- 15 10Gbps光加入者系システムが家庭で一般化
- 19 紫外・深紫外半導体レーザー
- 14 固体有機材料による、例えばレーザーや光スイッチなどのデバイス
- 20 100Tbpsの多重化信号を1本の光ファイバで伝送できる光多重通信装置
- 18 1THz~10THzの未利用であった電磁波帯を利用したフォトニックセンシング技術
- 21 超低損失(例えば0.1dB/km以下)のホーリーファイバ(フォトニック結晶ファイバ)
- 23 フォトニック結晶を用いた光集積回路
- 24 大容量光バッファメモリ
- 22 高い安全性を保证する量子情報光通信システム
- 16 波長数十Åの領域で発振する軟X線レーザー



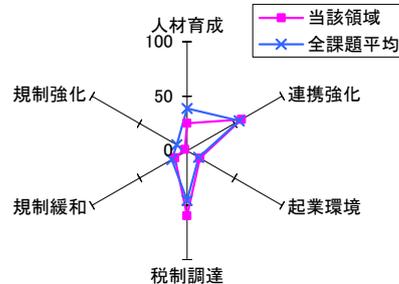
政府の関与(課題の平均値)



技術的実現に向けて政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性



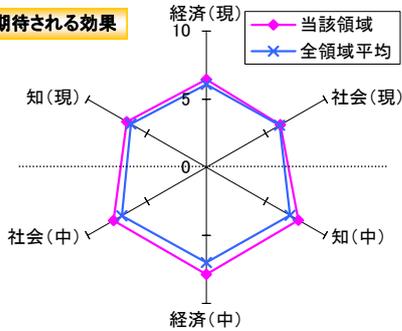
比較的規模の大きな先進的実験施設が必要であるため、技術的実現においては、連携強化や基盤整備に政府の関与が必要であると考えられる。また、社会的適用に関しては、人材育成が最も重視されている。

30 再生医科学

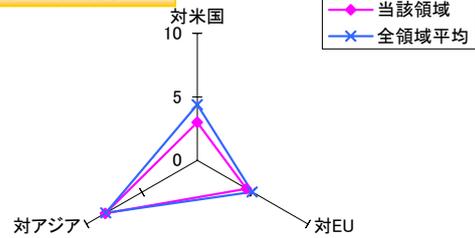
再生医科学を代表する技術の社会的適用の時期は2030年頃実現と見られ、このため期待される効果は、知的資産増大、経済的効果、社会的効果のいずれについても中期的時点で大きくなる。研究開発水準は5年前に比べて改善しており、対EUでは対等に近づいた。対米国ではまだ差が大きい。

臓器の長期培養・保存技術、幹細胞の作出、分化増殖の制御といった要素技術が技術的に2015年前後に実現し、その後2020年前後にかけて移植用臓器、人工網膜、人工臓器が実現すると予測されている。医療への応用となる社会的適用の時期はその後さらに10年から15年を要する。

期待される効果

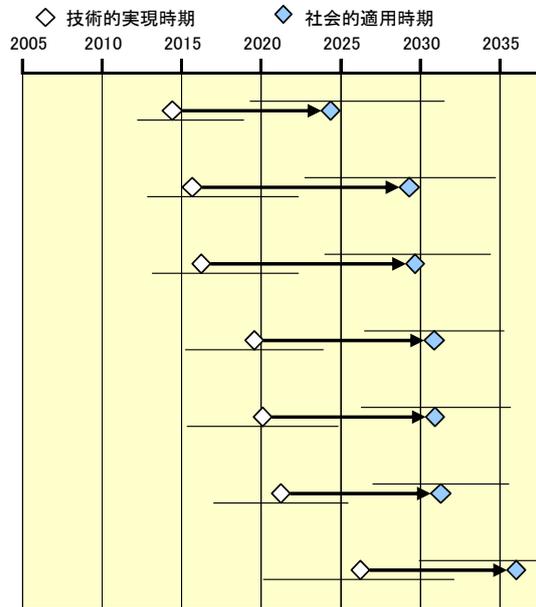


我が国の研究開発水準

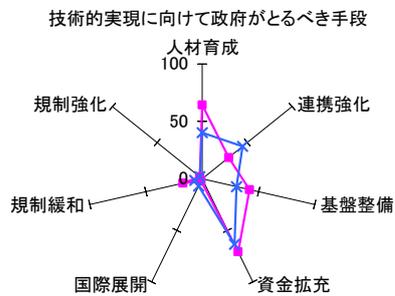


実現年表

- 30 臓器移植のための臓器の長期の培養・保存技術
- 28 分化した体細胞から幹細胞を作り出すための初期化技術
- 29 幹細胞の分化増殖を制御して機能細胞に誘導し、治療に用いる技術
- 27 人に移植する臓器または組織を動物を利用して作成する技術
- 31 視覚障害者に視覚を与える人工網膜
- 26 ヒトの細胞、組織を組み込んだ人工臓器(人工すい臓、人工腎臓、人工肝臓等)
- 25 細胞の膜輸送、物質変換、エネルギー変換などの機能を代替する人工細胞の合成技術



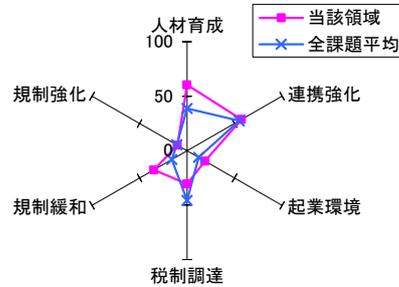
政府の関与(課題の平均値)



技術的实现に向けて政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性

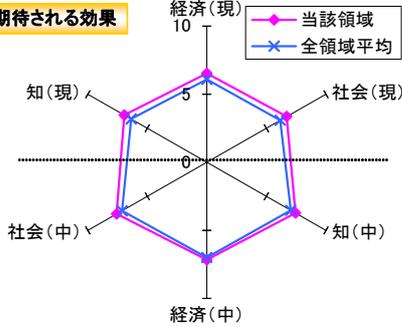


技術的实现については、人材育成と研究開発の基盤整備に対する期待が高い。社会的適用については、やはり人材育成が望まれている。また、医療への応用を進める観点から社会的なコンセンサスの形成に向け、規制緩和についても政府の取り組みへの期待が高まっている。

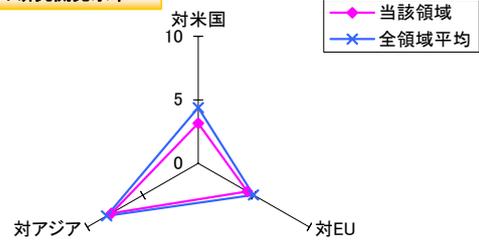
36 個別医療

この領域を代表する技術は、がんその他の生活習慣病についての診断技術と治療技術である。このうち、がんの治療では、現在の治療技術の中心である薬物療法や放射線療法の改良技術、オーダーメイド治療技術、免疫学的治療技術そして遺伝子治療技術へと段階を進め、最終的にがん化の機構解明に基づく治療技術が実現すると見込まれる。がん以外の動脈硬化、高コレステロール血症、糖尿病に対する遺伝子治療を含め、個別医療を実現する主要技術は2025年から2030年までに社会的適用(治療として一般化)が進むと予測されている。期待される効果では、知的資産増大、経済的効果、社会的効果の3つの効果いずれへも寄与すると期待されており、現時点への期待が大きい。我が国の研究開発水準は対米国に対してまだ差は大きいものの、この5年間で改善はしている。

期待される効果

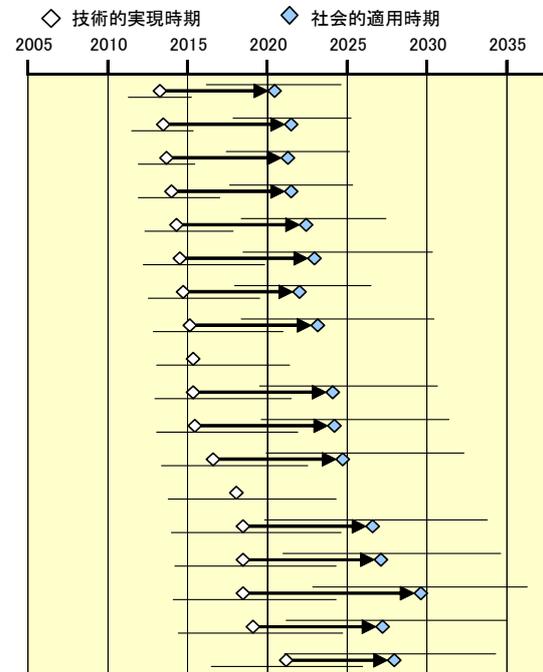


我が国の研究開発水準

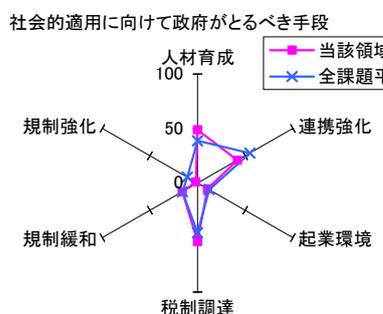
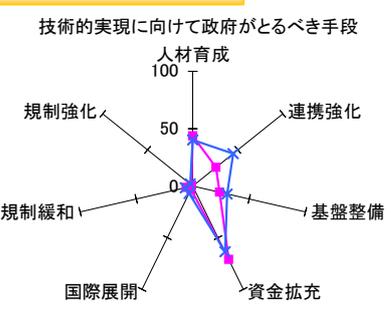


実現年表

- 15 ドラッグデリバリーシステム(DDS)
- 13 がんの薬物耐性検定法
- 14 がん治療に有効な放射線治療および増感薬
- 7 経口によるインスリン治療法
- 11 血液中の希望する成分を選択的に除去する血液浄化器
- 16 がんのオーダーメイド治療
- 18 標的とする感染症に対する特異性と持続性の高い免疫学的治療法
- 9 がんにも有効な免疫学的治療法
- 3 動脈硬化の発症機構の解明
- 17 がん冬眠療法
- 12 動脈硬化病巣の局所治療が可能な遺伝子治療法
- 8 家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法
- 1 がんの転移機構の解明
- 4 ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法
- 6 糖尿病の遺伝子治療法
- 10 がんに対する遺伝子治療法
- 5 腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ腎病変の診断法
- 2 がん化の機構の解明に基づく治療への応用



政府の関与(課題の平均値)



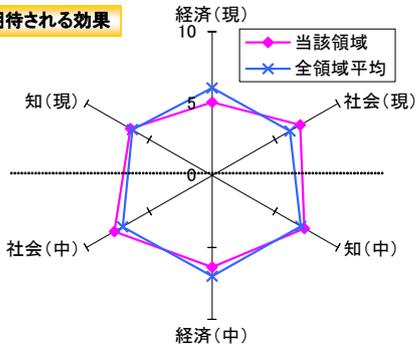
社会的適用に向けて、人材育成への期待が高い。個別医療は今後、世界的に医療の中心になると考えられるが、この技術の社会的適用に関する人材に不足感があり、政府による人材育成策が期待されている。



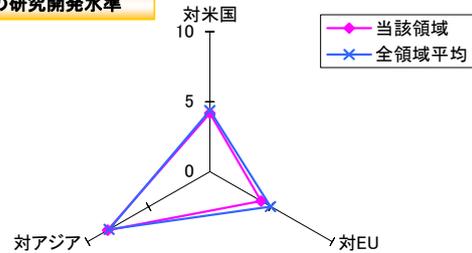
72 生態影響の解明と対策(土壌、水を含む)を中心とした領域

この領域を代表する技術は、まず環境モニタリング、人間活動によりもたらされる環境への負荷の影響評価といった技術が技術的に実現し、その後、汚染物質の除去、生態系の再生を可能にする技術、生態系への原因を制御する技術が実現すると予測される。技術的实现時期は2010年ごろから2015年過ぎで、その後2020年から2025年頃にかけて社会的適用が進むと見られる。期待される効果は、安全・安心や生活の質の向上といった社会的効果について大きいと評価され、また、生態系への理解を進めることから知的資産の増大も評価される。我が国の研究開発水準は、対米国、対EUについてこの5年間でかなり改善してきている。

期待される効果

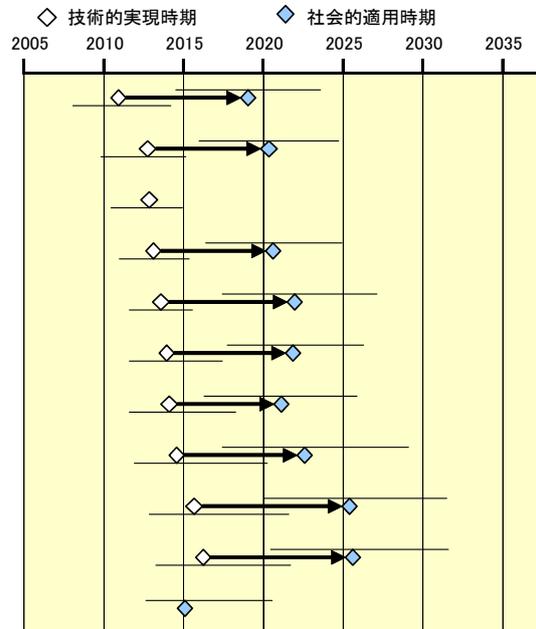


我が国の研究開発水準

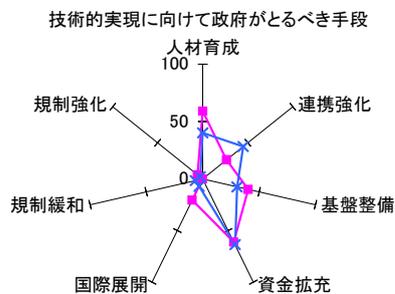


実現年表

- 24 植生の分布に関する高精度衛星搭載センサおよびインターネットを利用した環境モニタリング技術
- 25 干潟生態系構造・機能に与える流動場の影響の定量的解明
- 20 酸性雨が動植物や生態系に及ぼす影響のメカニズムの解明
- 27 下水から河川に排出される内分泌かく乱物質への対応技術
- 23 侵略的外来種判定のための生態学的評価技術
- 29 ダイオキシン等のPOPs(難分解性環境汚染物質)を海底土壌から除去する技術
- 21 湿地における生態系および生物多様性の再生技術
- 30 砂漠における高効率な植生再生技術
- 22 絶滅危惧種について遺伝的多様性を保存し再生する技術
- 26 自然生態系の保全・再生における阻害原因生物種の制御技術
- 28 開発計画作成時に、生態系の保全・再生に関して合意形成プロセスに基づく目標値を含めることの制度化



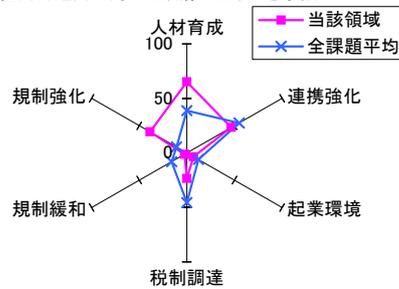
政府の関与(課題の平均値)



技術的实现に向けて政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性

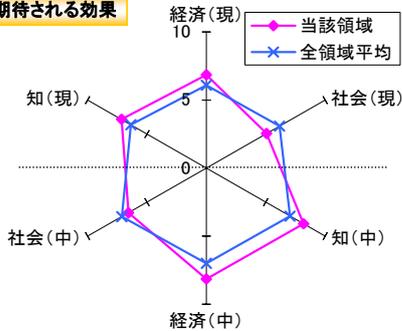


生物の多様性・生態系の保全は全地球的な問題であるため、対応技術の国際展開が求められる。この領域の研究や応用を担う人材の育成への期待も強い。社会的適用に向けては、科学技術的な取り組みと同時に生態系への影響を減じるような規制強化について政府の役割が期待されている。

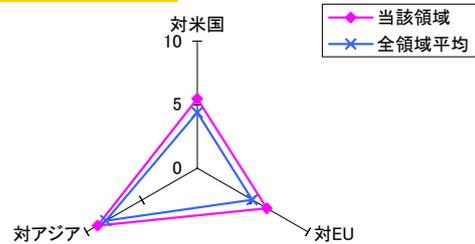
81 ナノレベル構造制御による新規材料

領域を代表する技術は、大半の技術は2015年までに技術的に実現し、その後7、8年で社会的に適用されると予測される。一方で、全有機強磁性体や常温超伝導など、構造制御に加えて、電子の多体効果などより複雑な現象まで考慮する必要のある技術では、技術的実現は2015年以降と見られ、社会的適用にいたるのは2030年前後になる。期待される効果は、現時点で知的資産の増大と経済的効果への期待が大きい。代表する技術の社会的実現時期が全て2020年以降であることから、中期的時点では、その効果がさらに大きくなる。研究開発水準は、5年前と現在ともにアジアに対して優位、米国やEUに対してやや優位にある。

期待される効果

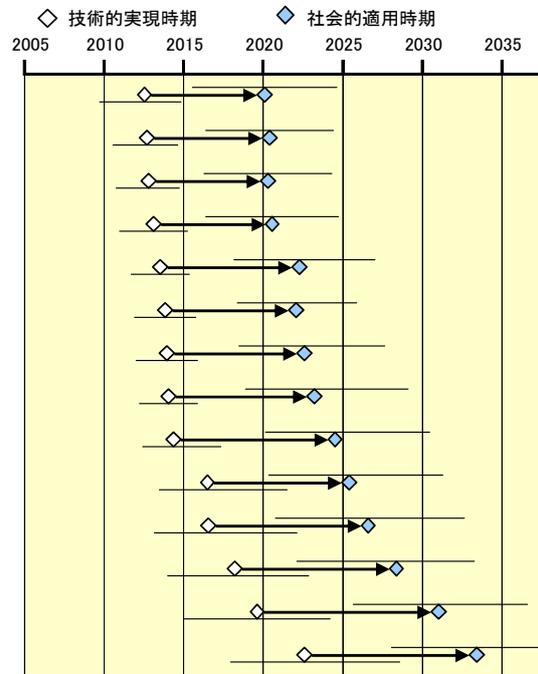


我が国の研究開発水準



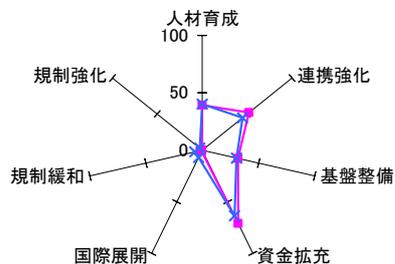
実現年表

- 42 カーボンナノチューブによる軽量・コンポジット構造材料
- 38 変換効率20%以上の大面積アモルファスシリコン太陽電池
- 29 人骨とほぼ同等の機能を有する生体用セラミックス
- 37 誘電率1.3以下の超LSI用絶縁材料
- 39 ナノメートルスケールで制御された構造を持つことにより新機能または革新的物性を発現する有機・無機複合材料
- 32 圧電率がPZT (Pb(Zr,Ti)O₃)なみの鉛フリー強誘電体
- 41 実用レベルの半導体ダイヤモンド
- 40 必要な時に必要な場所で実用的に意味のある刺激応答機能を示すナノ材料
- 34 1200°Cの高温(大気)において15kgf/mm²(約150MPa)の荷重に1000時間以上耐えられる耐熱合金
- 36 ナノメートルスケールでヘテロ構造を制御することによる、(BH)_{max}=400kJ/m³(50.3MGOe)以上の異方性ナノコンポジット磁石
- 31 室温で銅と同等の電気伝導度と耐環境性を有する高分子材料
- 30 室温以上のキュリー点をもつ全有機強磁性体
- 33 液体窒素温度以上に転移点を持つ高分子超電導材料
- 35 常温以上に転移点をもつ超電導体



政府の関与(課題の平均値)

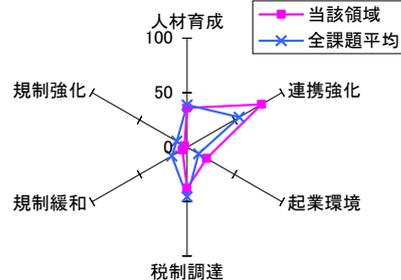
技術的実現に向けて政府がとるべき手段



技術的実現に向けて政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性

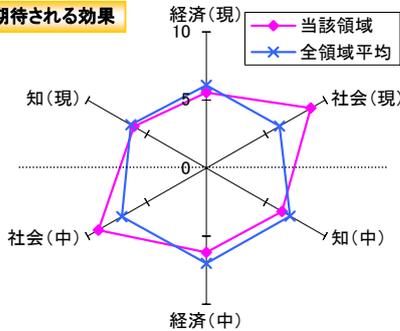


技術的実現に向けては、資金の拡充、社会的な実現に際しては産学官・分野間の連携強化が強く求められている。基礎研究によって実現された技術を産業へと進めるための連携の強化が求められる。

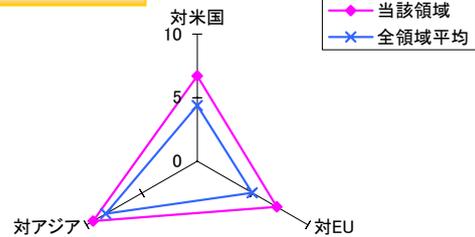
114 防災技術

現在、取り組みが進んでいる地震到達前警報、避難ナビゲーションは2010年までに技術は実現し、2015年にかけて社会的適用も進む。災害のシミュレーション、正確な予測、復旧支援など災害対応技術は2010年過ぎから数年の間に技術は実現し、その後5年程度で社会的適用が進む。中期的な大規模地震の予測の社会的適用は2020年過ぎになり、時期に大きな幅がある。期待される効果は安全・安心や生活の質の向上に寄与する社会的効果がとりわけ大きい。我が国の研究開発水準は、米国、EUのいずれに対しても優位にあり、この5年間でその差を広げている。

期待される効果

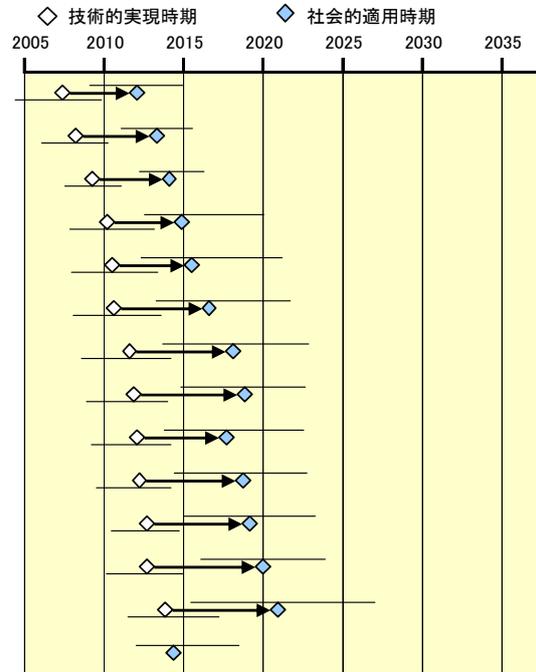


我が国の研究開発水準



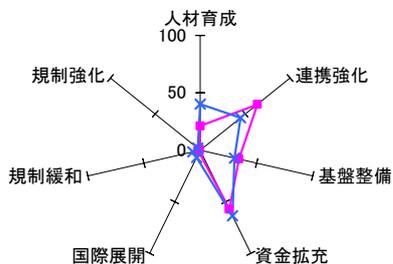
実現年表

- 60 災害時応急仮設住宅供給システム技術
- 47 地震検知の全国ネットワークの構築による、50km程度以上離れた地震に関して地震到達前に情報が伝達される防災システム
- 52 避難活動をスムーズに行うことのできる個人携帯端末によるナビゲーション技術を使った防災システム
- 50 巨大地震発生時の構造物や地盤の挙動を正確にシミュレートする技術
- 59 大規模災害時における効率的な被害把握・拡大予測システムに基づく、効果的な応急対応活動戦略策定技術
- 49 高層ビル火災に対応できる消火、救出技術
- 57 地震発生確率の長期評価手法の確立に基づく、地震リスクマネジメントの一般化
- 55 大規模停電や長期断水などによる広域かつ甚大な都市機能マヒの発生時の復旧支援技術
- 54 降雨短時間予測と雨水管理の技術および警報・避難・規制システムの高度化による、河川・道路等の災害をもたらす人的被害の大幅な削減
- 53 斜面崩壊メカニズムの解明に基づき、崩落前に危険を検知し、通行止め等の事故防止対策を適切に行うシステム
- 51 信頼性の高い水害、土砂災害予測情報が提供できるような精度の良い降雨予測技術
- 56 被災現場で人間識別および救助に利用可能な災害救助ロボット技術
- 48 地殻の歪みの分布や過去の地震履歴の分析等により、中期的(5~10年程度先)な大規模地震(M8以上)の発生を予測する技術
- 58 地域のコミュニティに基づく防災・福祉活動の能力を向上させるための効果的な情報システム・社会制度構築



政府の関与(課題の平均値)

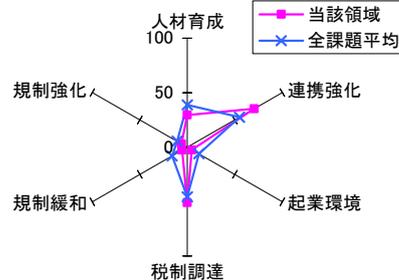
技術的実現に向けて政府がとるべき手段



技術的実現に向けて政府関与の必要性



社会的適用に向けて政府がとるべき手段



社会的適用に向けて政府関与の必要性



政府の関与の必要性は高く、具体的な手段では、技術的実現に向けて、また社会的適用に向けてのいずれについても産学官・分野間の連携強化が望まれている。研究の成果を具体的に応用するための幅広い分野の連携や、技術として実現するための産学の連携が重要である。

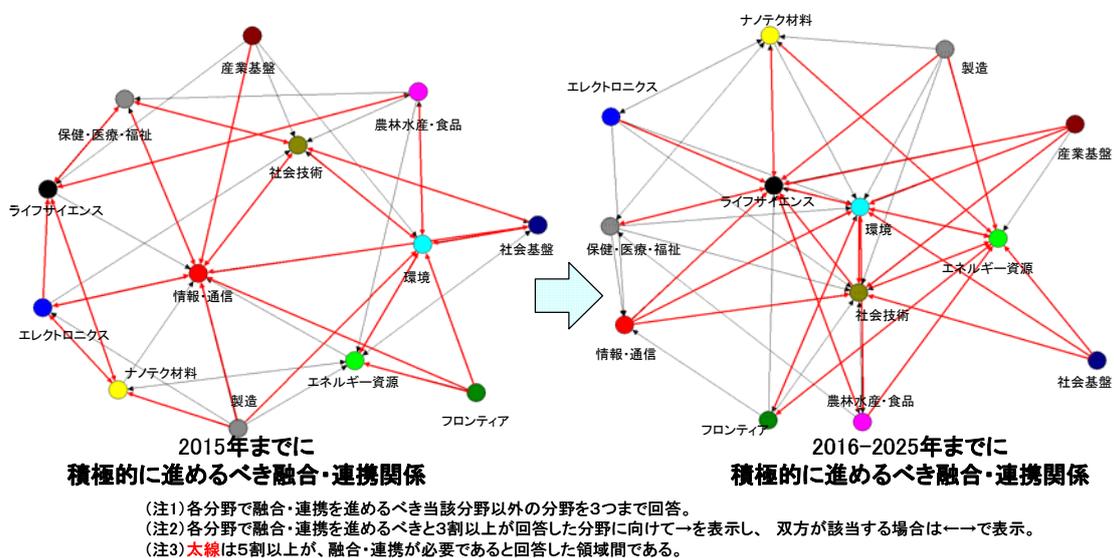
2-10 分野間の融合・連携

複雑な社会の問題解決に寄与することがますます求められる中、分野の融合・連携は新たな可能性を秘めた手段として必要性を増すものと考えられる。そこで、本調査では、今後10年間、及び、それ以降の10年間に融合・連携すべきと考えられる分野についての回答を求めた。

2015年までの10年間、融合・連携の中心になると考えられているのは、情報・通信分野、環境分野、社会技術分野、エネルギー・資源分野であり、さらにその後10年間に中心になるのは、環境分野、ライフサイエンス分野、社会技術分野、エネルギー・資源分野である。

まず、情報・通信分野と他分野の融合連携を進める方策を、さらに10年後以降を見通してライフサイエンス分野及びエネルギー・資源分野などとの融合・連携の基盤を形成するための方策を検討する必要がある。

図表10 積極的に進めるべき融合・連携関係



2-11 重要度上位100課題の実現予測年表

重要度上位100課題の社会適用の実現に予測時期に沿った年表を示す。なお、区分とは、2-3で用いた5つの区分である。

社会的適用年	技術的実現年	課題（先頭2桁数字は、課題番号）	分野	重要度順位	区分
2011		51:わが国の半数以上の上場会社において、経営上の基本的な方針として、社会的責任(Corporate Social Responsibility)を強く意識した経営が一般化する	産業基盤	77	その他
2012		19:女性の社会活動を支援するために、妊娠・出産の時点において、将来、保育園等の育児援助サービスを受けることが保証されるシステム	社会技術	95	その他
2013	2009	39:インターネットのバックボーンにおける不正侵入検出やウイルス検出の技術	情報通信	60	情報
	2009	40:不正侵入検出のための、インターネットにおける発信元の逆探知、トレースバック	情報通信	73	情報

社会的適用年	技術的実現年	課題（先頭2桁数字は、課題番号）	分野	重要度順位	区分
		42:CO2 排出量を基準とした自動車税の導入	環境	43	環境
		58:産・学・官の人材流動化が促進され、協力・共同活動が頻繁に行われ、製造技術の革新が図られる	製造	21	その他
		59:科学技術立国を目指し、主に理数系に力点を置いた新たな初等中等教育の展開	製造	11	その他
		39:我が国において、転職などを容易にする仕組みとして、転職者がそれまで加入していた企業年金制度において積み立てた年金原資を転職先の年金制度に移管できるようになる「企業年金のポータブル化」が進行する	産業基盤	40	その他
	2007	13:建物安全性と財産保全性の飛躍的向上をもたらす免震装置・制震装置	社会基盤	45	災害
	2008	47:地震検知の全国ネットワークの構築による、50km 程度以上離れた地震に関して地震到達前に情報が伝達される防災システム	社会基盤	12	災害
2014	2009	52:災害監視衛星、通信衛星、GPS、無人飛行機などを活用して、災害の監視、発生後の災害状況の把握および迅速な対応(必要などころに必要な情報を配信する)を可能にする危機管理システム	フロンティア	1	災害
	2009	53:海洋を含む日本全土をカバーする一元的なデジタル国土管理・利用システム(地球観測衛星のデータとGPS,通信衛星、GIS等を活用して土地利用、海洋情報、地図等の情報をデジタル化する)	フロンティア	17	その他
		59:二酸化炭素等温室効果気体放出の国際規制についての、発展途上国における削減も含めた全地球的な合意形成	フロンティア	5	環境
—	2014	01:気候変動による温室効果ガスの自然的な発生と吸収・固定のメカニズムの解明	環境	65	環境
		36:女性の人的資源活用のため、結婚、出産、育児と仕事の両立化を推進する社会的環境(例えば上場企業の3割で託児保育施設の設置される等)が我が国で実現する	産業基盤	39	その他
	2009	12:高層建物やタンクなどにおける、長周期構造の海溝型地震に対する耐震性評価と補強技術	社会基盤	27	災害
	2009	17:非破壊検査により既存構造物の健全性を調査し、合理的な補強をする技術	社会基盤	79	その他
	2010	50:巨大地震発生時の構造物や地盤の挙動を正確にシミュレートする技術	社会基盤	26	災害
		63:地震や火山、洪水等の自然現象、あるいは人為的事故に伴う災害リスクポテンシャルを住民が認識、理解し、行政と協力して減災策を構築できるシステム	社会基盤	35	災害
		58:地域のコミュニティに基づく防災・福祉活動の能力を向上させるための効果的な情報システム・社会制度構築	社会基盤	48	その他
—	2015	03:動脈硬化の発症機構の解明	保健医療	28	生命
2015	—	34:遺伝子組換え植物・食品に関する一般市民のポジティブな理解とコンセンサスの形成	農林水産 食品	44	生命
	2010	54:東京湾、大阪湾等利用密度の高い海域を対象とする湾全体の総合的利用・保全技術	フロンティア	90	環境
	2010	06:自律適応、多種少量生産、短納期をサポートする日本オリジナルの製造用ソフトウェア技術	製造	84	情報
	2010	59:大規模災害時における効率的な被害把握・拡大予測システムに基づく、効果的な応急対応活動戦略策定技術	社会基盤	20	災害
2016	2012	36:悪質なハッカーの攻撃から個人や集団のプライバシーや機密が保護されるような信頼度の高いネットワークシステム	情報通信	24	情報
	2010	60:地震予知に利用される地震・地殻変動総合観測装置を大都市、山間部、大陸棚等に均質に密に配置するための技術	フロンティア	4	災害

社会的 適用年	技術的 実現年	課題（先頭2桁数字は、課題番号）	分野	重要度 順位	区分
—	—	47:新たな経済尺度・基準を前提とした、再生原料や再生品を生産・流通・消費する循環システム	エネルギー	72	環境
2017	2012	15:10Gbps 光加入者系システムが家庭で一般化	エレクトロニクス	82	情報
—	2012	44:大規模プラント事故による被害拡大防止、被害回復技術	環境	38	災害
—	2017	09:長期的に安心でき、安全にCO2を処理できる実用的かつ新規な技術の芽の発見	環境	64	環境
—	2010	84:廃車のごみ問題をほぼ完全に解決する自動車のリサイクル技術	社会基盤	51	環境
—	2012	54:降雨短時間予測と雨水管理(輸送、貯留、処理)の技術および警報・避難・規制システムの高度化による、河川・道路等の災害がもたらす人的被害の大幅な削減	社会基盤	29	災害
2018	2012	17:ほとんどの室内照明が半導体光源に置き換わる	エレクトロニクス	71	情報
—	2011	30:院内感染を克服する予防技術	保健医療	86	生命
—	2018	01:がんの転移機構の解明	保健医療	76	生命
—	2011	50:メソスケール(10kmメッシュ程度)での降雨シミュレーション	環境	87	環境
—	2012	34:日本で利用される資源について、世界における枯渇の予測・評価技術	環境	23	その他
—	2012	17:ビーム技術(イオン、電子、レーザーなど)、装置の制御技術およびセンサ技術の高度化による、オンゲストロームオーダーの超精密プロセス技術(加工・分析・試験・in-situモニタリング)	製造	34	その他
—	2012	07:設計、開発、製造、運用、保守、廃棄などの生産活動を支援(最適化・効率化・許認可申請など)する高度なバーチャルマニュファクチャリングシステムと運用システム	製造	67	その他
—	2012	02:熟練者の判断過程や技能・ノウハウを明示化して、他の者による再利用や学習を可能とするサポートシステム	製造	68	その他
—	2012	08:研究開発・設計の期間短縮、製品競争力強化を狙いとして、強度、性能、信頼性、環境性、生産性など製品評価項目の全てを評価できるデジタルモックアップ技術	製造	89	情報
—	2011	55:大規模停電や長期断水などによる広域かつ甚大な都市機能マヒの発生時の復旧支援技術	社会基盤	33	災害
—	2011	57:地震発生確率の長期評価手法の確立に基づく、地震リスクマネジメントの一般化	社会基盤	81	災害
—	2011	09:大規模災害発生時に、衛星からの画像、レーザーレーダ装置による解析等を用い広域にわたり災害状況を監視し、迅速で安全な避難誘導が可能となる広域災害状況監視システム	社会技術	61	災害
2019	2013	13:少量多品種に対応でき、設備投資を現状より2桁低減可能なミニ半導体工場	エレクトロニクス	62	情報
—	2013	14:寸法、形状が1nm級の精度で制御できる産業加工技術	ナノ材料	41	その他
—	2012	14:多種製品について、製品ごとの生産量を迅速かつ柔軟に調整することのできるリコンフィギュラブル(再構築可能)な製造システム	製造	83	その他
—	2013	56:ものづくり、製造技術の暗黙知(基本技術・技能、ノウハウ、経験など)を形式知化する技術の確立による、技術の伝承が着実におこなえる技術教育プログラム	製造	15	その他
—	2012	51:信頼性の高い水害、土砂災害予測情報が提供できるような精度の良い降雨予測技術	社会基盤	9	災害
—	2012	19:劣化した社会基盤を壊さずに再生する技術や、超寿命化を可能とする維持・管理技術	社会基盤	19	その他
2020	2012	35:地震検出システムに連動し、非直下型地震の地震波到達までの時間を利用して人命の安全確保を図るビルディング統合管理システムやホームセキュリティシステムの一般化	情報通信	31	災害

社会的 適用年	技術的 実現年	課題（先頭2桁数字は、課題番号）	分野	重要度 順位	区分	
—	2020	23:そううつ病の原因の分子レベルでの解明	ライフサイエンス	92	生命	
	2013	32:BSE 発生の完全な解明による予防・診断・治療技術	農林水産	52	生命	
	2013	61:降雨・積雪、集中豪雨等のメカニズムの解明	フロンティア	6	災害	
	2012	38:変換効率 20%以上の大面積アモルファスシリコン太陽電池	ナノ材料	56	エネルギー	
	2012	65:がんや難病の発病リスクを的確に診断するとともに、治療指針を示すための情報をごく短時間に供給するバイオチップ診断システム	ナノ材料	66	生命	
	2013	13:ナノメートルスケールの3次元集積加工技術	ナノ材料	91	その他	
	2013	15:商用原子力発電所の廃止措置に対応できる、安全でかつ合理的な解体撤去技術	社会基盤	7	エネルギー	
	2013	10:公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の爆薬、麻薬、放射性物質、病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	社会技術	74	その他	
	2021	2013	06:実時間で論理機能を変更する 100M ゲート規模の LSI	エレクトロニクス	75	情報
		2014	05:クロック周波数 50GHz 以上のマイクロプロセッサ LSI	エレクトロニクス	85	情報
2013		55:高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性に関する評価技術	フロンティア	16	エネルギー	
2014		14:煤塵、NOx 等が出ないクリーン燃料(水素を除く)	環境	46	環境	
2013		28:不用製品の回収・処理に関する製造者責任が法的に規定され、使用材料の90%以上がリサイクル(サーマル、マテリアル)される設計・製造・回収・再利用システムの一般化	製造	32	環境	
2013		25:「設計→生産→使用→廃棄」の生産システムと「回収→分解・選別→再利用→生産」の資源循環システムが一体となった、動脈・静脈並立型(ものづくり-ものこわし型)製造システム	製造	36	環境	
2013		18:いつでもどこでも使える超小型のウェアラブル機器を実現する、オプトエレクトロニクス、マイクロエレクトロニクス、マイクロマシン等が複合化された数 μ mレベルの実装技術	製造	50	情報	
2012		86:燃料電池(Fuel Cell)を搭載した交通機関(自動車、船舶など)	社会基盤	59	エネルギー	
2013		48:地殻の歪みの分布や過去の地震履歴の分析等により、中期的(5~10年程度先)な大規模地震(M8以上)の発生を予測する技術	社会基盤	18	災害	
2013		87:すべての陸上・海上交通機関における、現行自動車排出ガス規制値をクリアする排気対策技術(現行のガソリン・乗用車の規制値(g/km)は一酸化炭素 1.27(0.67)、炭化水素 0.17(0.08)、窒素酸化物 0.17(0.08)。試験モードは 10・15M で、数値は1台当たりの上限値、カッコ内は形式当たりの平均値)	社会基盤	53	環境	
2013	51:人畜の感染症の早期発見と影響の予測、事故や災害による環境影響の早期警報など、専門家による早期警報、早期予知のシステムが確立し、科学技術によって対処すべき課題の早期発見、影響評価が可能になる	社会技術	80	災害、生命		
2022	2014	71:感染症の薬剤耐性克服法	保健医療	99	生命	
	—	24:統合失調症の原因の分子レベルでの解明	ライフサイエンス	94	生命	
	2014	15:地域農林業資源・有機性廃棄物などのバイオマスエネルギーを利用する、ゼロエミッションを指向した低コスト農林業・農村の実現	農林水産	57	環境	
	2015	02:マイワシ等主要漁業資源の適正管理のための、資源量長期変動予測技術	農林水産	69	その他	
	2014	58:火山噴火に至る火山体内部のマグマの状態の推移をリアルタイムに観測・評価し、噴火の時期、規模を予測する技術	フロンティア	2	災害	

社会的適用年	技術的実現年	課題（先頭2桁数字は、課題番号）	分野	重要度順位	区分
	2014	23:実用的な数年規模の気候変動予測技術	フロンティア	13	環境
	2014	28:建物を識別できる約100~500mメッシュで、数時間先の大気汚染、都市型洪水等を予測できる高精度地域環境モデル	フロンティア	88	環境
	2014	25:二酸化炭素ガスの国別吸排出量を人工衛星により高精度で観測する技術	フロンティア	98	環境
	2014	07:海洋汚染の世界的規模のモニタリングシステム	環境	97	環境
	2013	55:太陽光で水を分解する水素生産プロセス	ナノ材料	63	環境
	2013	62:体内の標的細胞内部の任意の部位に薬や遺伝子を運ぶ、外部からの信号によって誘導されるナノキャリアシステム	ナノ材料	10	生命
2023	2015	07:生態系や環境などの大規模システムのモデリングおよびシミュレーション技術の進展による病気や災害等の予測	情報通信	78	情報
	2015	68:地震発生数分前の予知を可能にする地殻変動センサ	エレクトロニクス	22	災害
	2015	07:ゲート長3nmのトランジスタを集積したLSI	エレクトロニクス	96	情報
	2014	33:生体内の任意の位置にある1mm以下のガン組織の検査技術	ライフサイエンス	93	生命
	2015	45:気候変動を原因とする異常気象災害の予測技術	環境	14	災害
	2014	27:非化石エネルギー(風力、地熱、太陽光・熱、廃熱等)利用、コージェネレーションシステム、据え置き型燃料電池システム等のCO2排出の少ないエネルギー源を用いた製造工程が一般化	製造	10	エネルギー
2024	2015	33:有害化学物質(内分泌かく乱物質、重金属など)のヒト、作物、家畜、生態系への長期的な影響の解明による、そのリスク管理技術	農林水産	25	生命
2025	2015	71:メタンハイドレート採掘利用技術	フロンティア	55	エネルギー
2026	2015	45:地震発生域規模での地殻内の広域応力場の測定を可能とする技術	フロンティア	8	災害
2027	2015	10:花粉症やアトピーなどのアレルギーを引き起こす免疫制御機構や環境要因の解明に基づく、即時型アレルギーの完全なコントロール技術	ライフサイエンス	54	生命
	2018	24:大気・海洋の組成や生態系そしてこれらにまたがる物質循環も同時に扱う地球システムモデルによる数十年規模の地球環境変動予測技術	フロンティア	37	環境
2028	2021	02:がん化の機構の解明に基づく治療への応用	保健医療	47	生命
	2018	22:ナノメートルのスケールで原子や分子を操作・制御したり、物質の構造や配列を制御することによって革新的な機能・特性を発現させる製造技術	製造	70	その他
2030	2019	22:アルツハイマー病の進行を阻止する技術	ライフサイエンス	58	生命
	2020	12:がんの転移を防ぐ有効な技術	ライフサイエンス	49	生命
	2021	57:プレート境界地震と内陸地震それぞれについて、被害の発生が予想されるマグニチュード7以上の地震発生の切迫度(場所と時期)を人的災害の軽減につながるような高精度で予測する技術	フロンティア	3	災害
2031		40:日本における一人当たりエネルギー消費量が半減する	環境	30	エネルギー
2032	2020	04:高レベル放射性廃棄物の地層処分技術	エネルギー	42	エネルギー

*分野の略記:保健医療(保健・医療・福祉)、農林水産(農林水産・食品)、ナノ材料(ナノテクノロジー・材料)、エネルギー(エネルギー・資源)

*技術的実現年あるいは社会的適用年に-が表示されている課題は、その項目をたずねていない課題。

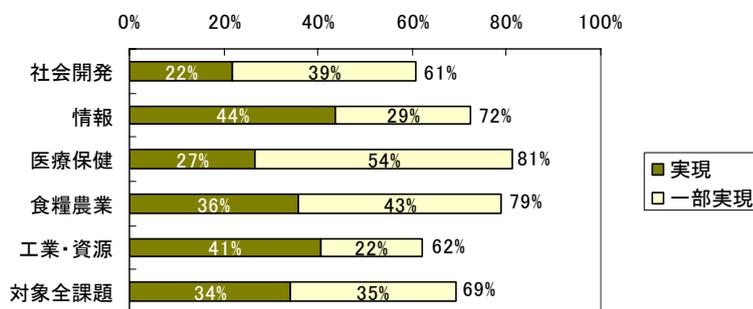
2-12 第1回～第4回調査の評価

調査実施からほぼ20年あるいはそれ以上が経過した第1回調査(1971年)、第2回調査(1976年)、第3回調査(1981年)、第4回調査(1986年)について、当時予測した技術課題が2004年までにどの程度実現したかを評価した。

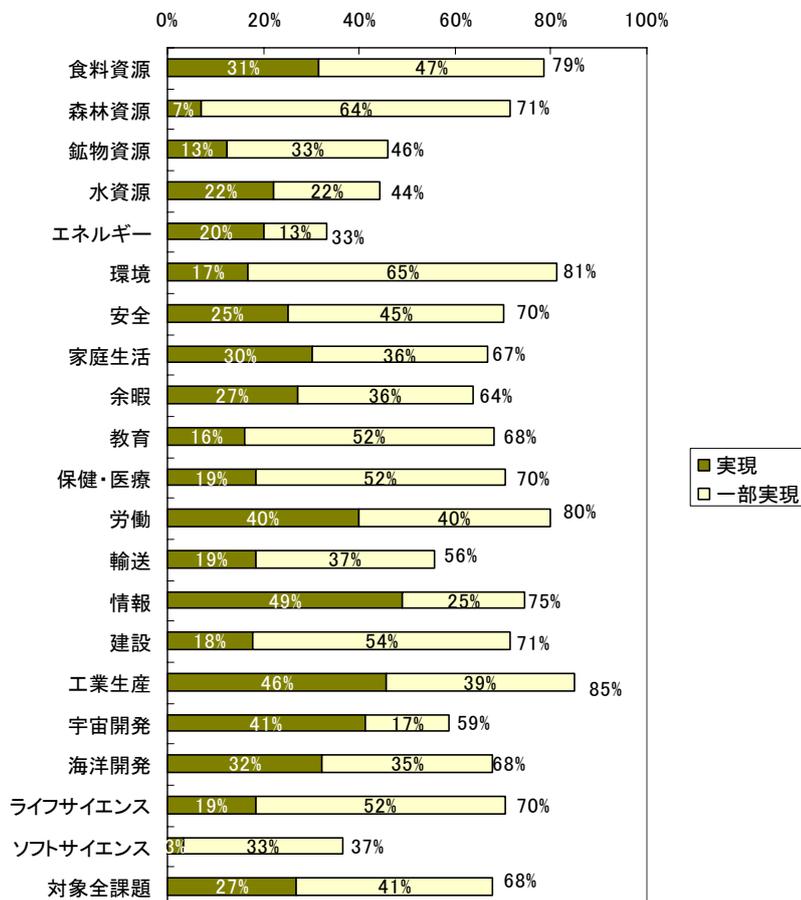
- 調査対象課題の6～7割が実現(第1回69%、第2回68%、第3回73%、第4回66%)
- 実現率の高い分野: ライフサイエンス、医療、環境、安全など
- 実現率の低い分野: エネルギー、交通(運輸、輸送)

図表11 第1～4回調査の実現率

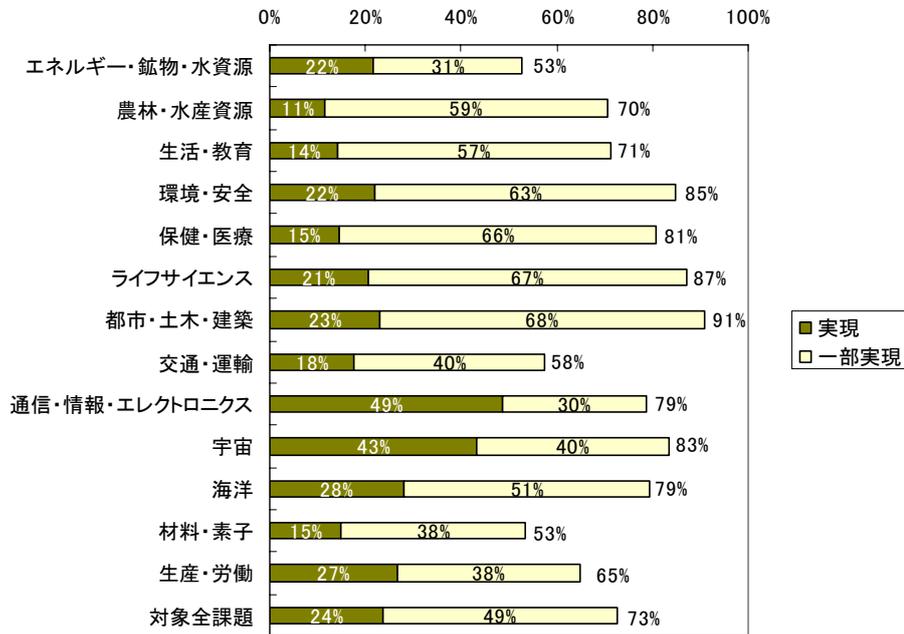
第1回調査の実現率



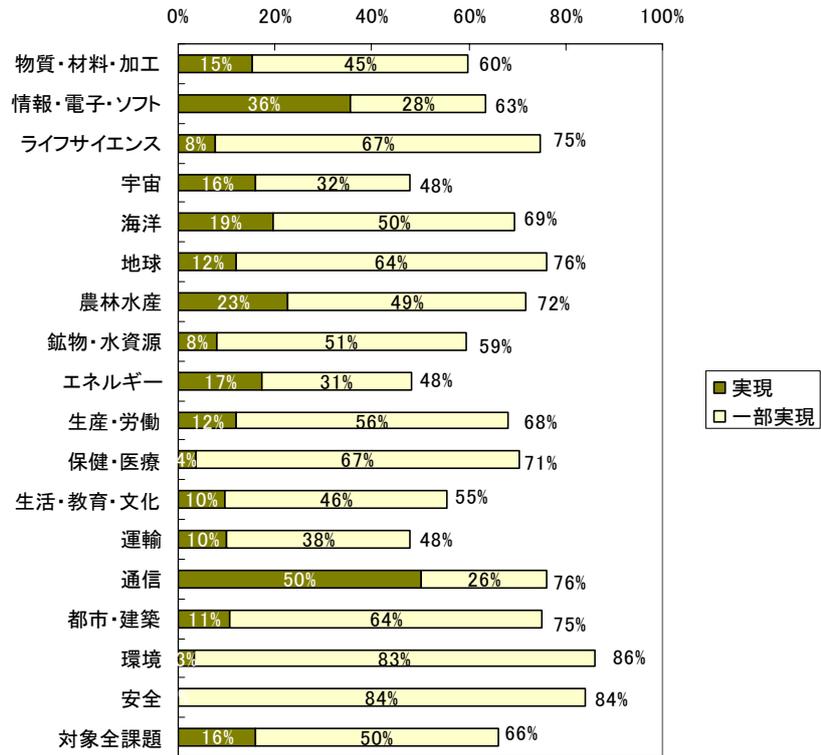
第2回調査の実現率



第3回調査の実現率



第4回調査の実現率



*一部実現とは、内容の一部が実現している、定義が定量的でないため解釈によってどちらにもとれるといった状況を指す。

参考資料1 アンケートの概要

回答に当たっては、今後30年間、世界的な規模での戦争あるいは経済社会を覆す規模の天変地異は起こらないことを前提とする。

1. 領域に対する設問

○効果

次期科学技術基本計画検討の際考慮される今後10年程度(調査では、現時点と記述)、及び、その先の2016年からの10年間(調査では、中期と記述)において、領域がもたらす知的資産の増大、経済的効果、社会的効果を評価。効果ごとに細目2項目を設定し、それぞれについて、「大、やや大、中、あまりなし、なし」の5段階評価を実施。

<知的資産の増大>

当該領域自体の知的資産増大への寄与:

当該領域自体が新たな知識を生み出す基盤を形成する、または、今後の新たな技術を生み出す可能性や余地

他分野の発展への寄与:

他分野へ波及効果(新分野の創出、他分野の発展加速等)をもたらす可能性

<経済的効果>

我が国の既存産業の発展への寄与:

我が国の既存の産業をさらに成長させる、または、競争力を向上させる可能性

新産業・新事業の創出への寄与:

従来なかった新たな事業やサービス等を生み出し、新産業へと発展させる可能性

<社会的効果>

安全・安心の確保への寄与:

人々の生活や社会全体の安全や安心を高める、または、維持する可能性

社会の活力や生活の質の向上への寄与:

社会に活力をもたらす、より良い生活をもたらす可能性

○日本の研究開発水準

米国、EU、アジア(EU及びアジアはその地域で最も進んだ国)と比較した場合の、現在及び5年前の日本の研究開発水準を評価。評価尺度は、(日本が)優位、やや優位、対等、やや劣位、劣位の5段階。

2. 予測課題に対する設問

○我が国にとっての重要度

(大:非常に重要、中:重要、小:多少重要、なし:重要でない(不要である、実施すべきではないを含む)から1つ選択)

○技術的実現(所期の性能を得るなど技術的環境が整う)に関する設問

技術的実現時期(2006～2010年、2011～2015年、2016～2025年、2026～2035年、2036年以降、実現しない、わからない から1つ選択)

現在第一線にある国等(日本、米国、EU、アジア から1つ選択)

実現に向けて政府の関与の必要度(大:強力な関与が必要、中:ある程度関与が必要、小:やや関与が必要、なし:関与は必要ない から1つ選択)

実現に向けて政府がとるべき有効な手段(下記手段から選択(複数選択可))

人材の育成と確保: 研究者・技術者の養成・確保

産学官・分野間の連携強化: 人材の流動化、産学官の人的交流や人文科学を含む分野間の協力促進、共同プロジェクトの推進等

研究開発基盤の整備: 大型共同利用施設・設備の整備、データベースの整備、標準物質や遺伝子資源の提供など

研究開発資金の拡充: 政府が負担する研究開発資金の拡充(民間企業等への研究開発助成も含む)

国際展開の推進: 国際共同研究、国際研究交流、国際研究集会開催・派遣等

関連する規制の緩和・廃止: 関連する法規制の緩和、許認可制度の緩和・廃止等

関連する規制の強化・新設: 知的財産権の保護強化、環境税の導入による電気自動車の普及促進等

その他:

○社会的適用(実現された技術が製品、サービスなどとして利用可能な状況となる)に関する設問
社会的適用時期(2006～2010年、2011～2015年、2016～2025年、2026～2035年、2036年以降、適用されない、わからない から1つ選択)

適用に向けて政府の関与の必要度(大:強力な関与が必要、中:ある程度関与が必要、小:やや関与が必要、なし:関与は必要ない から1つ選択)

適用に向けて政府がとるべき有効な手段(下記手段から選択(複数可))

人材の育成と確保: 研究者・技術者及び研究支援者の養成・確保

産学官・分野間の連携強化: 人材の流動化、産学官の人的交流や人文科学を含む分野間の協力促進、共同プロジェクトの推進など

起業環境の整備: ベンチャーや新規ビジネスを支援するための資金面・税制面の措置等

税制・補助金・調達による支援: 税制の優遇、補助金による支援、政府による製品の調達など

関連する規制の緩和・廃止: 関連する法規制の緩和、許認可制度の緩和・廃止等

関連する規制の強化・新設: 知的財産権の保護強化、環境税の導入による電気自動車の普及促進等

その他:

3. 総括設問

○我が国の科学技術分野の展開について(全分野共通設問)

今後 5～10 年を考えて、回答分野(回答者の専門分野)と現在融合・連携すべき分野、及び、その先 10 年(2016 年～2025 年)を考えて、融合・連携の必要性が高い分野(3 つまで選択)

選択肢:情報・通信、エレクトロニクス、ライフサイエンス、保健・医療・福祉、農林水産・食品、フロンティア、エネルギー・資源、環境、ナノテクノロジー・材料、製造、産業基盤、社会基盤、社会技術

○30 年後の社会の予測(当該分野の発展に関係する項目を分野ごとに 2～3 項目取り上げる)

4. 分析方法

以下の方法により結果を指数化し、分析を行った。

効果: $(\text{「大」回答数} \times 10 + \text{「やや大」回答数} \times 7.5 + \text{「中」回答数} \times 5 + \text{「やや小」回答数} \times 2.5 + \text{「なし」回答数} \times 0) \div \text{各効果回答総数(無回答を除く)}$

* 知的資産増大、経済的効果、社会的効果については、それぞれ細分された 2 項目の指数のうち大きい方を当該効果の指数とする。

研究開発水準: $(\text{「優位」回答数} \times 10 + \text{「やや優位」回答数} \times 7.5 + \text{「対等」回答数} \times 5 + \text{「やや劣位」回答数} \times 2.5 + \text{「劣位」回答数} \times 0) \div \text{水準回答総数(無回答を除く)}$

重要度: $(\text{「大」回答数} \times 100 + \text{「中」回答数} \times 50 + \text{「小」回答数} \times 25 + \text{「なし」回答数} \times 0) \div \text{重要度回答総数(無回答を除く)}$

政府の関与の $(\text{「大」回答数} \times 10 + \text{「中」回答数} \times 6.7(10 \times 2 \div 3) + \text{「小」回答数} \times 3.3(10 \div 3)$

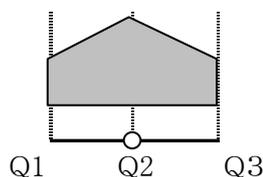
必要性: $+ \text{「なし」回答数} \times 0) \div \text{必要性回答総数(無回答を除く)}$

政府がとるべき有効な手段(「政府関与の必要性」設問において、大、中、小いずれかを選択した者の回答を有効回答とする):

各手段が選択された数 \div (「政府の関与の必要性」設問において、大、中、小いずれかを選択した者の数) (単位%)

実現予測時期(技術的实现時期、社会的適用時期):

時期の回答を早い順に並べて、両端の 1/4 ずつを除いた中間の 1/2 の値を用いる。中間 1/2 の両端(下図の Q1～Q3)を回答の幅とし、中位値(Q2)を実現予測時期の代表値とする。



実現予測時期の回答を時期の早い順に並べて、

Q1: 全体の 1/4 番目に当たる実現時期

Q2: 全体の 1/2 番目に当たる実現時期

Q3: 全体の 3/4 番目に当たる実現時期

参考資料2 アンケート回収状況及び回答者の属性

分野	課題数	回収状況						属性(第2回アンケート調査 単位:%)																		
								性別			年齢						職業						職種			
								男	女	無回答	20代	30代	40代	50代	60代	70代以上	無回答	会社員	大学教職員	独立行政法人	団体職員	その他	無回答	研究開発に従事	その他	無回答
01 情報・通信	75	265	168	63%	168	144	86%	96%	2%	2%	0%	8%	36%	40%	10%	5%	0%	47%	40%	8%	1%	5%	0%	81%	19%	0%
02 エレクトロニクス	69	292	187	64%	187	159	85%	97%	1%	1%	0%	6%	37%	46%	9%	3%	0%	56%	33%	8%	2%	1%	0%	86%	14%	0%
03 ライフサイエンス	65	431	278	65%	278	226	81%	90%	8%	1%	0%	15%	41%	33%	8%	2%	0%	15%	60%	20%	2%	3%	0%	89%	10%	1%
04 保健・医療・福祉	80	306	152	50%	152	119	78%	81%	15%	4%	0%	2%	24%	55%	18%	0%	1%	1%	85%	4%	3%	7%	1%	44%	55%	1%
05 農林水産・食品	46	391	294	75%	294	253	86%	89%	9%	2%	0%	12%	39%	34%	12%	2%	0%	8%	32%	49%	4%	6%	0%	81%	18%	1%
06 フロンティア	76	415	296	71%	296	250	84%	95%	5%	0%	0%	13%	31%	40%	12%	4%	0%	12%	42%	37%	3%	5%	1%	85%	15%	0%
07 エネルギー・資源	51	313	229	73%	229	202	88%	98%	0%	1%	0%	9%	32%	44%	13%	2%	0%	43%	30%	13%	9%	4%	0%	76%	24%	0%
08 環境	55	361	213	59%	213	184	86%	93%	6%	1%	1%	9%	26%	45%	16%	4%	0%	23%	44%	20%	8%	5%	1%	76%	24%	0%
09 ナノテクノロジー・材料	70	366	214	58%	214	179	84%	95%	1%	4%	0%	11%	39%	35%	15%	1%	0%	32%	51%	15%	1%	2%	0%	89%	11%	0%
10 製造	59	255	186	73%	186	163	88%	99%	1%	1%	0%	6%	30%	48%	16%	0%	0%	53%	39%	4%	2%	2%	0%	74%	26%	0%
11 産業基盤	59	210	108	51%	108	88	81%	93%	6%	1%	0%	17%	35%	26%	16%	6%	0%	35%	53%	0%	2%	8%	1%	57%	42%	1%
12 社会基盤	97	331	188	57%	188	155	82%	94%	5%	1%	1%	12%	29%	41%	15%	3%	0%	23%	54%	14%	4%	4%	1%	81%	19%	0%
13 社会技術	56	283	146	52%	146	117	80%	94%	4%	2%	0%	17%	32%	39%	9%	3%	0%	21%	50%	16%	6%	5%	1%	72%	28%	0%
計	858	4219	2659	63%	2659	2239	84%	94%	5%	2%	0%	11%	33%	40%	13%	3%	0%	27%	45%	19%	4%	4%	0%	78%	21%	0%
前回(第7回調査)計	1065	4448	3813	86%	3809	3106	82%	97%	3%	1%	1%	9%	31%	44%	14%	2%	0%	31%	42%	14%	10%	3%	0%	79%	21%	0%

参考資料3 調査対象とした領域

分野	領域数	課題数	領域名
情報通信	9	75	超大規模情報処理;ハイプロダクティビティコンピューティング;ヒューマンサポート(人間の知能支援);超トランスペアレント通信(空間共有)/ヒューマンインタフェース(人間の筋力を支援);情報セキュリティ;社会システム化のための情報技術;情報通信新原理;ユビキタスネットワーク;大規模ネットワークに耐えるソフトウェア技術
エレクトロニクス	15	69	集積システム;シリコンエレクトロニクス;オプト&フォトニックデバイス;ワイヤレスエレクトロニクス;バイオ融合エレクトロニクス;分子・有機エレクトロニクス ストレージ;ディスプレイ;エネルギー変換・蓄積デバイス;デジタル家電;ユビキタスエレクトロニクス;ロボットエレクトロニクス;カーエレクトロニクス;ネットワークエレクトロニクス;セキュリティエレクトロニクス
ライフサイエンス	11	65	創薬基礎研究;新規医療技術のための基礎研究;脳の発生・発達;脳の高次機能;脳の病態の理解と治療;再生医学;生体物質測定技術;生命の高次機能制御;情報生物学;環境・生態バイオロジー;ナノバイオロジー
保健・医療・福祉	8	80	個別医療;生体防御機構の解明と治療への応用;QOL 向上を目指した生体機能回復およびその支援;IT の医療への応用;人中心の医療と療養支援システムの構築;予防医療;新興・再興感染症対策;高齢化社会に向けた医療・福祉
農林水産・食品	5	46	生物多様性と生態系の複雑な相互作用の解明;バイオを利用した環境問題の解決と循環社会の実現;生態系と調和し、環境を向上させる生産技術開発;安全・安心・長寿・健康社会をもたらすフードシステム等新たな生活関連技術の開発;ゲノム・プロテオーム及び生体情報伝達機構の解明と革新的生産技術
フロンティア	11	76	惑星探査技術;地球型生命および太陽系外惑星探査技術;宇宙と素粒子の研究;ロケット・有人宇宙活動基盤技術;宇宙利用技術-衛星基盤技術-;地球環境高精度観測・変動予測技術;極限生命の探査・捕獲・培養技術;地球深部観測技術;海洋・深海底観測調査技術;安全・安心社会の宇宙・海洋・地球技術;科学技術革命を先導する宇宙・海洋・地球技術
エネルギー・資源	10	51	革新的原子力システム;核融合エネルギー;水素エネルギーシステム;燃料電池;分散型エネルギーシステム;再生可能エネルギー;化石資源のクリーン利用技術;エネルギー変換・利用の効率化;資源アセスメント;資源再利用
環境	7	55	地球レベルの環境(温暖化を中心とする);都市レベルの環境(空間・計画・居住);生態影響の解明と対策(土壌、水を含む)を中心とした領域;環境経済指標;ライフスタイルと環境;環境災害;水資源
ナノテクノロジー・材料	10	70	ナノ材料モデリング・シミュレーション;ナノ計測・分析技術;ナノ加工・成型・製造技術;物質・材料の創製・合成技術・プロセス技術;ナノレベル構造制御による新規材料;ナノデバイス・センサ;MEMS 技術;環境・エネルギー材料;ナノバイオロジー;安全・安心社会に関わるナノ科学
製造	9	59	高度 IT 利用製造技術;バーチャルデザイン製造技術;高付加価値製品製造技術;ナノ加工・微細加工技術;循環型・低環境負荷製造技術;製造に係わる人間・ロボット;特殊環境下製造技術;社会インフラ関連高度製造技術 表面改質と界面制御技術
産業基盤	10	59	産業基盤の地域的な分散・集中による最適化;ナレッジマネジメント;企業の意思決定・ガバナンス・マネジメント;公的部門のガバナンス・マネジメント;リスク管理・ファイナンス;人的資源管理(教育、競争と協調の関係);経営における競争と協調;サービス産業・サービス部門の生産性向上;環境経営;産業の牽引役となる芸術・文化・遊び
社会基盤	14	97	人口非集中地域の社会基盤技術;建造物の性能向上;社会基盤施設の再生・維持・管理;高齢化社会に対応した社会基盤技術;社会基盤における環境技術;総合的な水管理技術;建築スケールの環境対策;社会基盤としてのセキュリティ技術;防災技術;利用者・住民を含めた社会基盤の総合マネジメント;新たな交通システム技術;交通安全に関する技術;交通機関の環境対策;環境にやさしい効率的な物流システム技術
社会技術	11	56	暮らしの安全・安心・安定;都市の安全・安心・安定;サービスのユニバーサル化;高齢者・障害者の生活支援;脳研究の社会応用;国際的課題解決技術;教育・学習支援技術;文化と技術の継承保全;知識生産システム;遊びの技術;テクノロジーアセスメント

家庭・生活

自然のエネルギー、通風、採光などを利用したエネルギー自立型建築システム(2014年)

いつでも、どこでも、誰とでも情報がやり取りできるワンチップのユビキタスコンピュータ(2017年)

生活習慣病の予防を可能とする個人の体質に応じた機能性食品(2022年)

新聞紙の代替ができる柔軟性をもつポータブルな電子ディスプレイ(2016年)

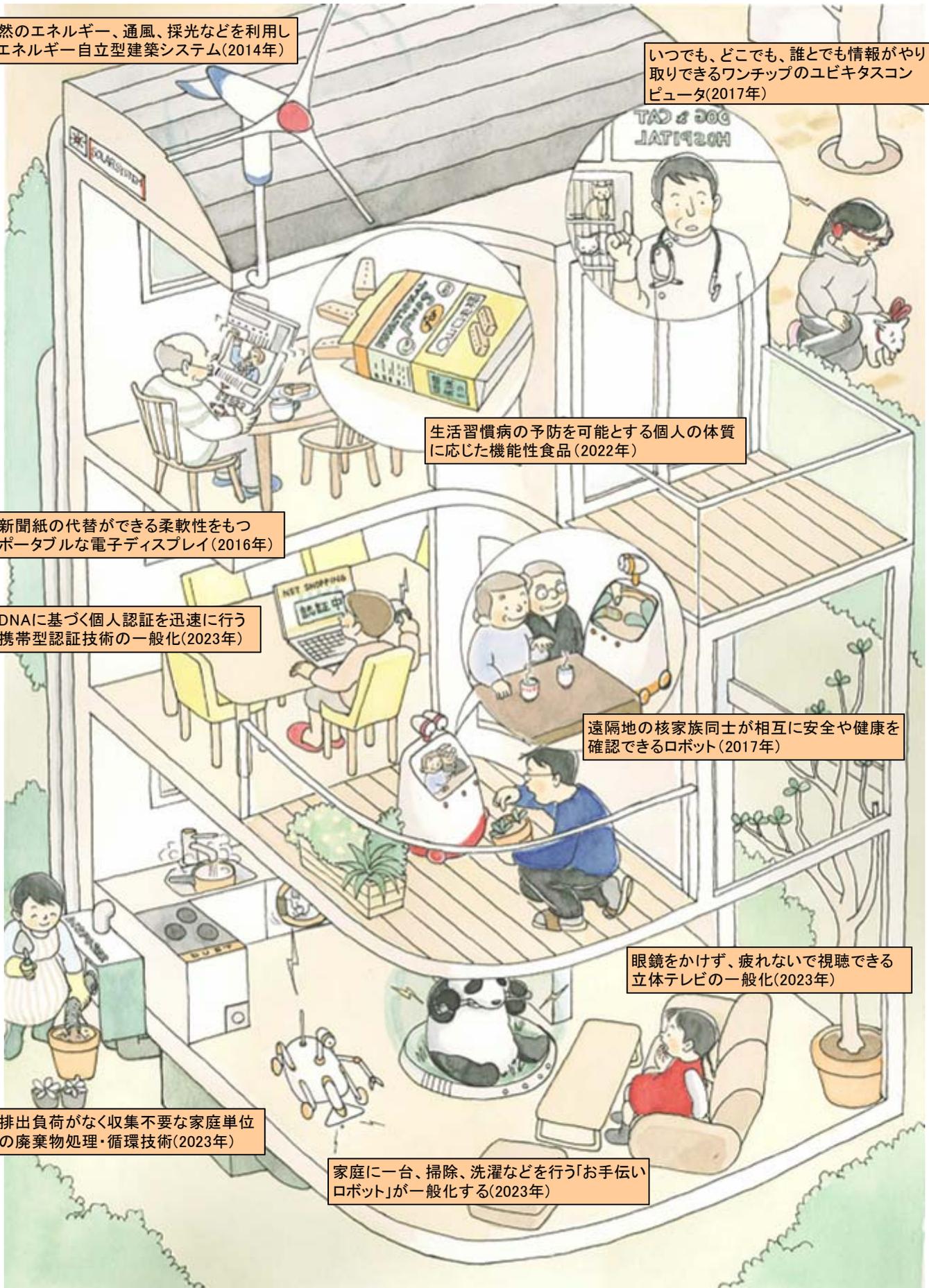
DNAに基づく個人認証を迅速に行う携帯型認証技術の一般化(2023年)

遠隔地の核家族同士が相互に安全や健康を確認できるロボット(2017年)

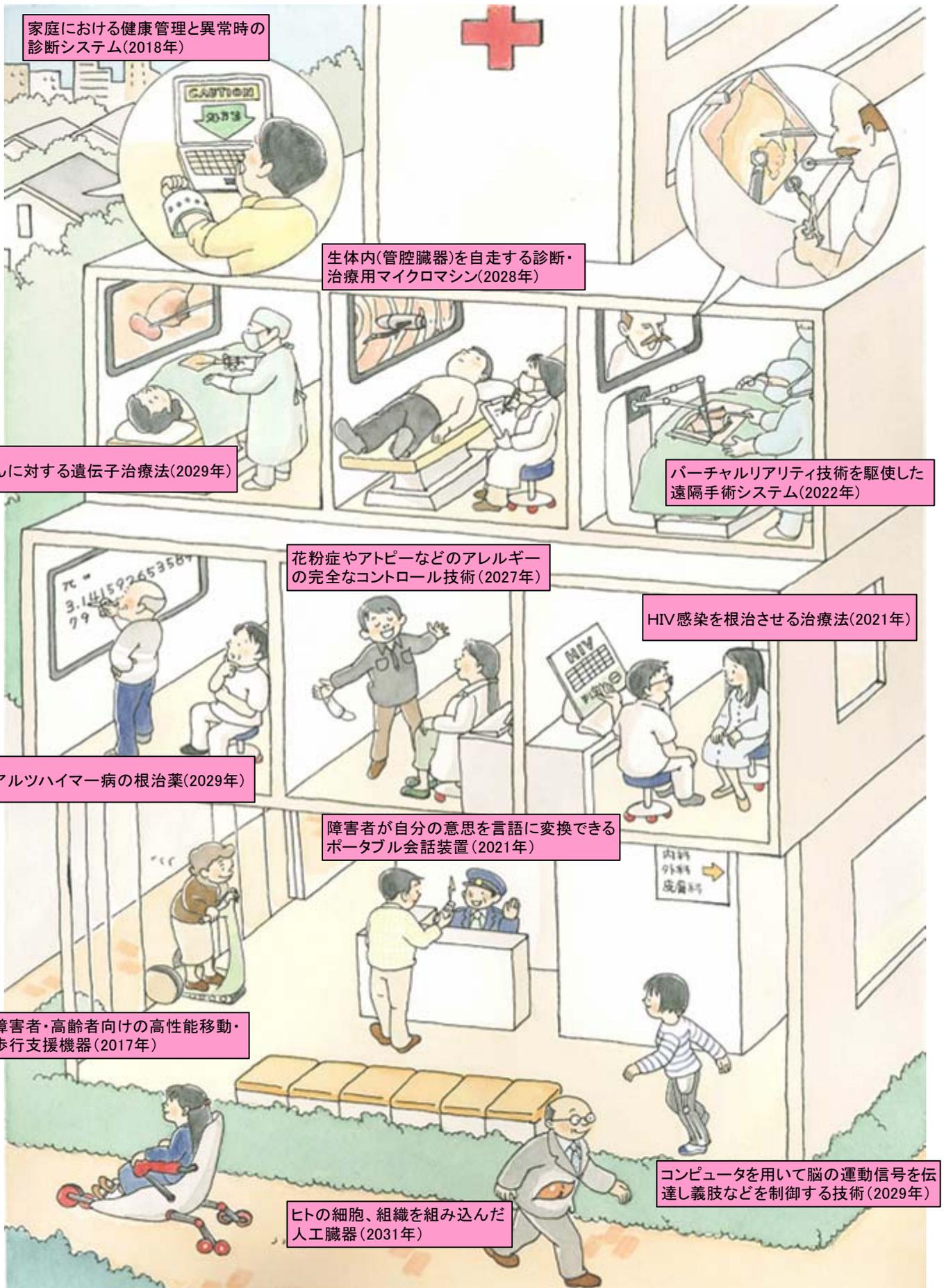
眼鏡をかけず、疲れないで視聴できる立体テレビの一般化(2023年)

排出負荷がなく収集不要な家庭単位の廃棄物処理・循環技術(2023年)

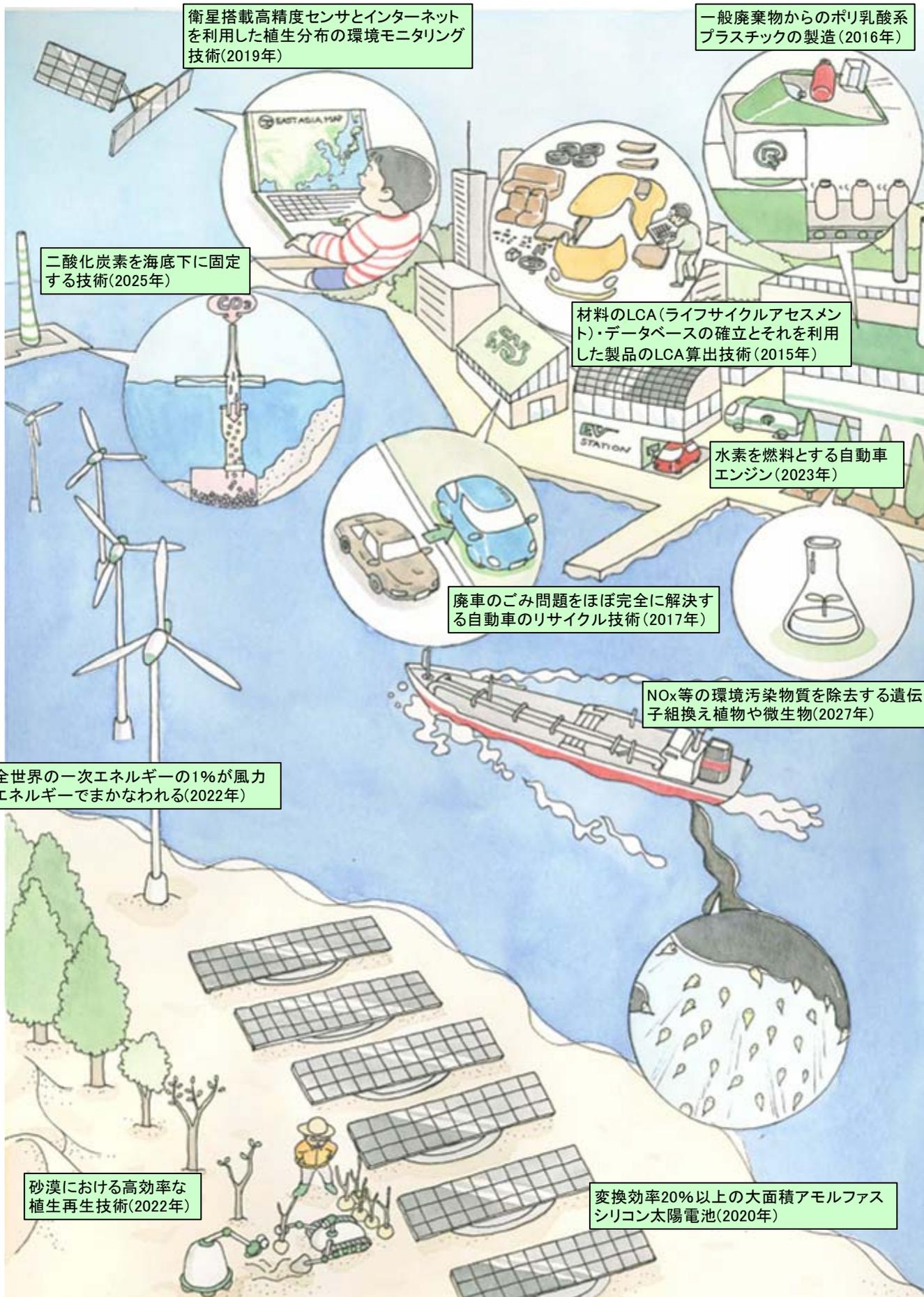
家庭に一台、掃除、洗濯などを行う「お手伝いロボット」が一般化する(2023年)



医療・福祉

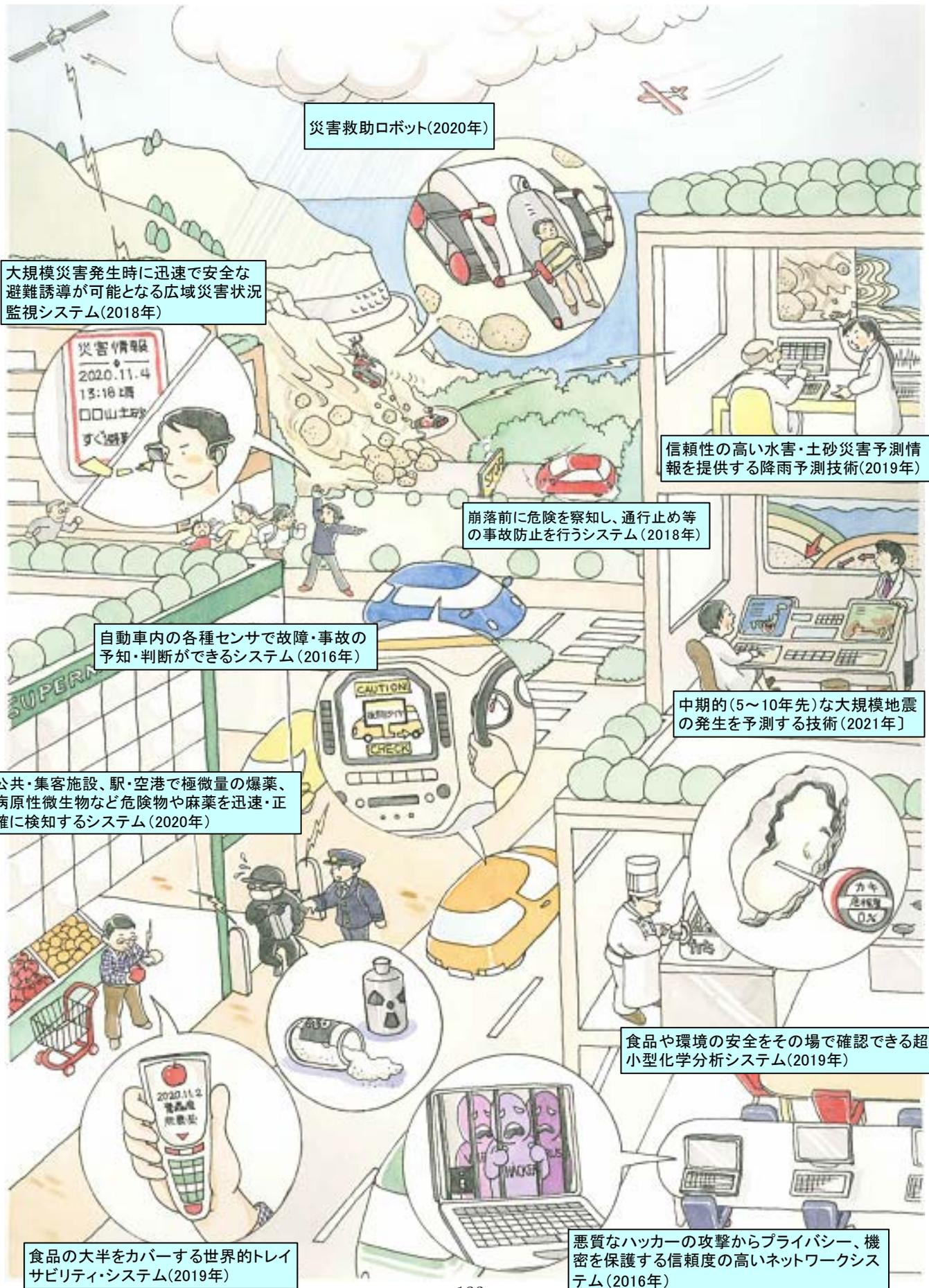


環境・エネルギー



IV デルファイ調査 概要

防災・安全



調査参加者 名簿

予測調査委員会及び分科会 委員

調査担当

予測調査委員会及び分科会委員名簿

(敬称略)

<予測調査委員会>

委員長	生駒 俊明	一橋大学大学院国際企業戦略研究科 客員教授	
	軽部 征夫	東京工科大学 副学長	(技術系統括)
	村上 陽一郎	国際基督教大学大学院 教授	(ニーズ調査)
	原島 文雄	東京電機大学 学長	(シナリオ調査)
	齋藤 忠夫	株式会社トヨタ IT 開発センター CTO・チーフサイエンティスト	(情報・通信)
	荒川 泰彦	東京大学先端科学技術研究センター・生産技術研究所 教授 ナノエレクトロニクス連携研究センター長	(エレクトロニクス)
	榎 佳之	独立行政法人理化学研究所 ゲノム科学総合研究センター センター長	(ライフサイエンス)
	猿田 享男	慶應義塾大学 常任理事	(保健・医療・福祉)
	三輪 睿太郎	独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 理事長	(農林水産・食品)
	的川 泰宣	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 執行役	(フロンティア)
	山地 憲治	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授	(エネルギー・資源)
	安井 至	国際連合大学 副学長	(環境)
	川合 知二	大阪大学産業科学研究所 所長・教授	(ナノテク・材料)
	小林 敏雄	財団法人日本自動車研究所 所長	(製造)
	姉川 知史	慶應義塾大学大学院経営管理研究科 教授	(産業基盤)
	家田 仁	東京大学大学院工学系研究科 教授	(社会基盤)
	中島 尚正	放送大学 副学長	(社会技術)
	尾形 仁士	三菱電機(株) 上席常務執行役開発本部長	
	田村 真理子	日本ベンチャー学会 事務局長	
	平山 定夫	独立行政法人科学技術振興機構 基礎研究参与	

<ニーズ調査分科会>

主査	村上陽一郎	国際基督教大学大学院 教授	
	堺 孝夫	学校法人五島育英会東横学園女子短期大学 学長	
	佐倉 統	東京大学大学院情報学環 助教授	
	杉井 清昌	セコム株式会社 取締役 IS 研究所長	
	妹尾 堅一郎	東京大学先端科学技術研究センター 特任教授	
	辻 篤子	朝日新聞東京本社論説委員室	
	恒松 直幸	株式会社 NTT データ技術開発本部システム科学研究所 副所長	

丹羽 富士雄 政策研究大学院大学 教授

<シナリオ調査分科会>

主査 原島 文雄 東京電機大学 学長
井上 恵太 株式会社コンポン研究所 顧問
大西 公平 慶應義塾大学理工学部 教授
桜井 照夫 技術研究組合フェムト秒テクノロジー研究機構 常務理事・研究所長
品川 萬里 株式会社 NTT データ 代表取締役副社長
谷江 和雄 独立行政法人産業技術総合研究所 首席評価役
坪井 賢一 株式会社ダイヤモンド社ビジネス情報事業局長 取締役
山内 進吾 石川島汎用機械株式会社小型過給機事業部 副事業部長・取締役

<情報・通信分科会>

(主査) 齊藤 忠夫 株式会社トヨタ IT 開発センター CTO・チーフサイエンティスト
浅見 徹 株式会社KDDI研究所 所長
安達 淳 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所情報学資源研究センター センター長
池田 佳和 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
石塚 満 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
市川 晴久 NTT先端技術総合研究所未来ねっと研究所 所長
大賀 公子 NTT東日本株式会社ブロードバンドサービス部 情報機器統括部長
神竹 孝至 株式会社東芝デジタルメディアネットワーク社 統括技師長
河合 直樹 NHK放送技術研究所 研究企画部長
佐野 晋 株式会社日本レジストリサービス 代表取締役副社長
津田 俊隆 株式会社富士通研究所 取締役
中川 正雄 慶應義塾大学理工学 教授
並木 淳治 日本電気株式会社 支配人
正村 達郎 株式会社NTTドコモ ワイヤレス研究所 所長

<エレクトロニクス分科会>

(主査) 荒川 泰彦 東京大学先端科学技術研究センター・生産技術研究所 教授
ナノエレクトロニクス連携研究センター長
有信 睦弘 株式会社東芝研究開発センター 執行役常務・所長
今井 元 日本女子大学理学部 教授
岩井 洋 東京工業大学フロンティア創造共同研究センター 教授
久間 和生 三菱電機株式会社先端技術総合研究所 役員理事・所長
小松 一彦 NTTアドバンステクノロジー株式会社 先端技術事業本部統括部長

小山 二三夫 東京工業大学 精密工学研究所マイクロシステム研究センター 教授
 曾根 純一 日本電気株式会社基礎・環境研究所 所長
 鳥海 明 東京大学大学院工学系研究科 教授
 西野 壽一 株式会社日立製作所中央研究所 所長
 馬場 俊彦 横浜国立大学工学研究院知的構造の創生部門 助教授
 平本 俊郎 東京大学生産技術研究所情報・エレクトロニクス系部門 教授
 藤田 博之 東京大学 生産技術研究所マイクロメカトロニクス国際研究センター
 センター長・教授

<ライフサイエンス分科会>

(主査) 榎 佳之 独立行政法人理化学研究所ゲノム科学総合研究センター センター長
 伊藤 隆司 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
 小笠原 直毅 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授
 小此木 研二 武田薬品工業株式会社医薬研究本部開拓研究所 所長
 甲斐 知恵子 東京大学医科学研究所 教授
 唐木 幸子 オリジナル株式会社ライフサイエンスカンパニー バイオサイエンス事業部
 バイオ事業推進部開発 3G グループリーダー
 神原 秀記 株式会社日立製作所中央研究所 フェロー
 北野 宏明 株式会社ソニーコンピューターサイエンス研究所 取締役副所長
 郷 通子 長浜バイオ大学バイオサイエンス学部 学部長・教授
 五條堀 孝 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立遺伝学研究所
 生命情報・DDBJ 研究センター センター長・教授
 桜井 正樹 帝京大学医学部 主任教授
 島津 光三 株式会社島津製作所分析計測事業部 副事業部長
 杉山 達夫 独立行政法人理化学研究所植物科学研究センター センター長
 高津 聖志 東京大学医科学研究所感染・免疫部門 教授
 中内 啓光 東京大学医科学研究所ヒト疾患モデル研究センター 教授

<保健・医療・福祉分科会>

(主査) 猿田 享男 慶応義塾大学 常任理事
 今井 裕 東海大学医学部 教授
 景山 茂 東京慈恵会医科大学総合医科学研究センター 教授
 加藤 規弘 国立国際医療センター研究所 遺伝子診断治療開発研究部長
 木村 彰男 慶応義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター 所長・教授
 木村 哲 国立国際医療センターエイズ治療・研究開発センター センター長
 小松 浩子 聖路加看護大学成人看護学 教授
 福内 靖男 足利赤十字病院 院長

別所 正美 埼玉医科大学 教授
武藤 徹一郎 財団法人癌研究会有明病院 院長
山口 直人 東京女子医科大学医学部 主任教授

<農林水産・食品分科会>

(主査) 三輪 睿太郎 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構 理事長
生田 和正 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所
生態系保全研究室長
池口 厚男 独立行政法人農業工学研究所農地整備部 主任研究官
池谷 祐幸 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構果樹研究所
主任研究官
石川 豊 農林水産省農林水産技術会議事務局 研究調査官
犬伏 和之 千葉大学園芸学部 教授
岡 裕泰 独立行政法人森林総合研究所 主任研究官
小川 欽也 信越化学工業株式会社有機合成事業部 技術顧問
尾関 秀樹 農林水産省農林水産技術会議事務局 研究開発企画官
加藤 順子 株式会社三菱化学安全科学研究所リスク評価研究センター センター長
兼松 誠司 農林水産省大臣官房企画評価課技術調整班 研究調査官
田島 眞 実践女子大学生活科学部 教授
中村 雅美 日本経済新聞社編集局科学技術部 編集委員
平藤 雅之 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構
中央農業総合研究センター 農業情報研究部モデル開発チーム長
前田 美紀 独立行政法人農業生物資源研究所 基盤研究部門 主任研究官

<フロンティア分科会>

(主査) 的川 泰宣 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 執行役
飯田 尚志 独立行政法人情報通信研究機構 顧問
浦 環 東京大学生産技術研究所海中工学研究センター
副所長・センター長・教授
加藤 千明 独立行政法人海洋研究開発機構極限環境生物圏研究センター
海洋生態・環境研究プログラムグループリーダー
木下 肇 独立行政法人海洋研究開発機構 理事
小池 勲夫 東京大学海洋研究所 所長
杉ノ原 伸夫 独立行政法人海洋研究開発機構地球環境観測研究センター
センター長
住 明正 東京大学気候システム研究センター 教授
浜野 洋三 東京大学大学院理学系研究科 教授

樋口 清司 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 理事
 藤井 敏嗣 東京大学地震研究所火山噴火予知研究推進センター 教授
 牧島 一夫 東京大学大学院理学系研究科 教授
 丸山 茂徳 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
 水谷 仁 独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学本部 教授
 渡邊 興亞 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立極地研究所
 前所長・名誉教授

<エネルギー・資源分科会>

(主査) 山地 憲治 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
 浅野 浩志 財団法人電力中央研究所社会経済研究所 上席研究員
 荒川 裕則 東京理科大学工学部 教授
 稲葉 敦 独立行政法人産業技術総合研究所
 ライフサイクルアセスメント研究センター センター長
 内山 洋司 筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授
 大木 良典 三菱重工業株式会社 社技術本部 主幹部員
 岡野 一清 水素エネルギー協会 理事
 正路 徹也 東京大学 名誉教授
 長谷川 裕夫 独立行政法人産業技術総合研究所 企画本部 総括企画主幹
 原田 道昭 財団法人石炭利用総合センター 事業部技術開発グループ
 グループリーダー
 疋田 知士 社団法人日本エネルギー学会 専務理事
 藤井 康正 東京大学大学院工学系研究科 助教授
 松井 一秋 財団法人エネルギー総合工学研究所 研究理事

<環境分科会>

(主査) 安井 至 国際連合大学 副学長
 浅野 直人 福岡大学法学部 教授
 伊藤 泰郎 桐蔭横浜大学 客員教授
 稲葉 敦 独立行政法人産業技術総合研究所
 ライフサイクルアセスメント研究センター センター長
 上野 潔 三菱電機株式会社リビング・デジタルメディア事業本部渉外部
 技術担当部長
 大木 良典 三菱重工業株式会社本社技術本部技術企画部 主幹部員
 岡田 光正 広島大学大学院工学研究科 科長・工学部長
 乙間 末廣 北九州市立大学大学院国際環境工学研究科 教授
 貴田 晶子 独立行政法人 国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究セン

ター 有害廃棄物管理研究室 主任研究員
 竹内 邦良 山梨大学大学院医学工学総合研究部社会システム工学系 教授
 中村 慎一郎 早稲田大学政治経済学部 教授
 新田 裕史 独立行政法人国立環境研究所 PM2.5・DEP 研究プロジェクト
 疫学・曝露評価研究チーム 総合研究官
 林 良嗣 名古屋大学大学院環境学研究科 教授
 安岡 善文 東京大学生産技術研究所人間・社会研究部門 教授
 鷺谷 いづみ 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授

<ナノテクノロジー・材料分科会>

(主査) 川合 知二 大阪大学産業科学研究所 所長・教授
 池澤 直樹 株式会社野村総合研究所
 コンサルティング・セクターチーフ・インダストリー・スペシャリスト
 井上 明久 東北大学金属材料研究所 所長
 岩本 正和 東京工業大学資源化学研究所 有機資源部門 教授
 岡野 光夫 東京女子医科大学先端生命医科学研究所 所長・教授
 岡部 豊 伊藤忠商事株式会社先端技術戦略室 室長代理
 片岡 一則 東京大学大学院工学系研究科 教授
 川勝 英樹 東京大学生産技術研究所 教授
 川添 良幸 東北大学金属材料研究所 教授・計算材料学センター長
 中西 八郎 東北大学多元物質科学研究所 研究所長・教授
 板東 義雄 独立行政法人物質・材料研究機構 若手国際研究拠点センター長
 山下 一郎 松下電器産業株式会社先端技術研究所 主幹研究員
 山田 啓文 京都大学大学院工学研究科 助教授
 横山 浩 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門 部門長
 横山 直樹 株式会社富士通研究所 フェロー・ナノテクノロジー研究センター長

<製造分科会>

(主査) 小林 敏雄 財団法人日本自動車研究所 所長
 青山 藤詞郎 慶應義塾大学理工学部 教授
 大木 博 株式会社日立ハイテクノロジーズ ナノテクノロジー製品事業本部
 研究開発本部 本部長
 帯川 利之 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
 鈴木 慎一 株式会社三菱化学科学技術研究センターR&TD事業部門
 光電材料研究所グループマネージャー
 徳田 君代 九州工業大学情報工学部 教授
 長瀬 高志 トヨタ自動車株式会社生技開発部 主査

平松 金雄 財団法人日本自動車研究所 主席研究員
 村上 碩哉 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
 森 和男 独立行政法人産業技術総合研究所ものづくり先端技術研究センター
 センター長
 柳本 潤 東京大学生産技術研究所機械・生体系部門 教授
 山田 豊 日産自動車株式会社車両生産技術本部車両生産技術企画部 主管

<産業基盤分科会>

(主査) 姉川 知史 慶應義塾大学大学院経営管理研究科 教授
 安達 智彦 武蔵大学経済学部 教授
 金光 淳 財団法人政治経済研究所 研究員
 濱岡 豊 慶應義塾大学商学部 助教授
 増田 靖 慶應義塾大学工学部 教授
 山口 不二夫 明治大学大学院グローバル・ビジネス研究科 教授
 吉田 耕作 青山学院大学大学院国際マネジメント研究科 教授

<社会基盤分科会>

(主査) 家田 仁 東京大学大学院工学系研究科 教授
 石橋 忠良 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事部担当部長兼構造技術センター長
 糸井川 栄一 筑波大学大学院経営・政策科学研究科 科長
 沖 大幹 東京大学生産技術研究所 助教授
 笠井 和彦 東京工業大学建築物理研究センター 教授
 日下部 治 東京工業大学大学院理工学研究科 教授
 柴崎 亮介 東京大学空間情報科学研究センター 教授
 谷口 栄一 京都大学大学院工学研究科 教授
 能島 暢呂 岐阜大学工学部 助教授
 原 加代子 日産自動車株式会社第四技術研究所 主任研究員
 日野 孝則 独立行政法人海上技術安全研究所 CFD 研究開発センター センター長
 船水 尚行 北海道大学大学院工学研究科 教授
 布野 修司 京都大学大学院工学研究科 助教授
 野城 智也 東京大学生産技術研究所 教授
 李家 賢一 東京大学大学院 学系研究科 教授

<社会技術分科会>

(主査) 中島 尚正 放送大学 副学長
 井上 孝太郎 独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー
 川島 隆太 東北大学未来科学技術共同研究センター 教授
 岸 徹 科学警察研究所 法科学第三部長

吉川 肇子 慶應義塾大学商学部 助教授
小林 信一 独立行政法人 科学技術振興機構社会技術研究システム
システム研究センター長、東京工業大学特任教授
奈良 由美子 放送大学教養学部 助教授
林 秀樹 三菱重工業株式会社機械事業本部風水力・一般機械部 次長
細野 光章 独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究システム
システム研究センター研究員
堀井 秀之 東京大学大学院工学系研究科 教授
松浦 弘幸 国立長寿医療センター研究所長寿医療工学研究部 部長
吉田 文 独立行政法人メディア教育開発センター研究開発部 教授

調査担当 (2005年3月31日現在)

文部科学省科学技術政策研究所

(全体統括)

桑原 輝隆 科学技術動向研究センター長

(チームリーダー)

伊神 正貫 科学技術動向研究センター研究員 [急速に発展しつつある研究領域調査]

浦島 邦子 科学技術動向研究センター上席研究官 [社会・経済ニーズ調査]

奥和田久美 科学技術動向研究センター上席研究官 [注目科学技術領域の
発展シナリオ調査]

横田慎二 科学技術動向研究センター主任研究官 [デルファイ調査]

(担当)

石井 加代子 科学技術動向研究センター主任研究官

伊藤 裕子 科学技術動向研究センター主任研究官

今田 順 科学技術動向研究センター特別研究員

大平 竜也 科学技術動向研究センター特別研究員

大森 良太 科学技術動向研究センター主任研究官 (2004年6月30日まで)

草深 美奈子 科学技術動向研究センター客員研究官

小松 裕司 科学技術動向研究センター特別研究員

阪 彩香 科学技術動向研究センター特別研究員

島田 純子 科学技術動向研究センター研究官

菅沼 克敏 科学技術動向研究センター上席研究官

多田 国之 科学技術動向研究センター客員研究官

刀川 眞 科学技術動向研究センター客員研究官

立野 公男 科学技術動向研究センター客員研究官

玉生 良孝 科学技術動向研究センター特別研究員 (2004年3月31日まで)

辻野 照久 科学技術動向研究センター特別研究員

中塚 勇 科学技術動向研究センター特別研究員 (2004年9月30日まで)

野村 稔 科学技術動向研究センター技術参与

橋本 幸彦 科学技術動向研究センター特別研究員 (2004年2月29日まで)

浜田 真悟 科学技術動向研究センター客員研究官

福島 宏和 科学技術動向研究センター特別研究員

藤井 章博 科学技術動向研究センター主任研究官

細坪 護拳 科学技術動向研究センター(企画課)

茂木 伸一	科学技術動向研究センター主任研究官 (2003年12月31日まで)
山本 桂香	科学技術動向研究センター上席研究官
横尾 淑子	科学技術動向研究センター上席研究官
渡井 久男	科学技術動向研究センター特別研究員
亘理 誠夫	科学技術動向研究センター特別研究員 (2004年6月30日まで)
(補助)	
秋山 紀代美	科学技術動向研究センター事務補助員
香月 理恵子	科学技術動向研究センター事務補助員
坂本 馨	科学技術動向研究センター事務補助員
谷村 幸枝	科学技術動向研究センター事務補助員
早坂 ルミ	科学技術動向研究センター事務補助員

財団法人未来工学研究所

菊田 隆	主席研究員
佐脇 政孝	主席研究員
鈴木 潤	主席研究員
森 康子	主任研究員
緒方 三郎	主任研究員
中原 いづみ	主任研究員
伊藤 貴和	主任研究員
大竹 裕之	研究員
中島 裕明	研究員
高橋 寿征	研究員
美馬 正司	研究員
和田 佳子	副研究員
浦川 伸子	副研究員

科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査
概要版

2005年5月

本レポートに関するお問い合わせ先

文部科学省科学技術政策研究所
科学技術動向研究センター

〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 文部科学省ビル5階
TEL 03-3581-0605
FAX 03-3503-3996