

【産業競争力懇談会 2008年度推進テーマ報告】

基礎研究についての 産業界の期待と責務

【ブレイクスルーに向けてのアプローチ】

2009年3月6日

産業競争力懇談会（COCN）

【エグゼクティブサマリー】

1. ブレイクスルーへの期待

世界の経済情勢が大きく変化しようとしている現在、我が国は、中長期的に見ても、多くのリスクに直面している。これらのリスクに対処し、長期的な経済競争力を維持していくためには、世界を視野に入れた、不断のイノベーション創出が不可欠である。とりわけ、社会にパラダイムシフトとも呼ぶべき大きな変革をもたらす、ブレイクスルー実現への期待は大きい。

ブレイクスルーを狙う研究は、大きなリスクを伴う。また、基礎領域にまで遡る、息の長い研究開発が必要とされる。激しいグローバル競争に晒されている今日の民間企業において、基礎から開発までの広範な研究開発を、全て自前で行うことは極めて難しい。また、偏狭な自前主義は、我が国全体の国際競争力強化という観点から見ても、効率的ではない。大学等を中心に行われている基礎研究の力と成果を広く活用し、オープンイノベーションを推し進めていくことが必要である。

幸い、我が国の産学連携は拡大基調にあり、産業界としても、これを評価する声が強い。反面、実際の共同研究・委託研究には依然として小規模なものが多く、戦略的な大型の連携にまで発展している例は限られる。産業界を取り巻く環境が一段と厳しくなっている今日、新たな成長エンジンの創出、環境と調和した産業構造への変革など、我が国が直面する課題の解決に向け、産官学が協働し、オープンイノベーションを前提としたブレイクスルー創出のための研究戦略、研究環境を構築していくことが重要である。

本プロジェクトでは、産業界の立場から基礎研究の役割を再度点検し、産官学連携によるブレイクスルー創出のための効果的な施策、産業界の果たすべき役割等について検討した。また、長期的産業競争力の強化に向け、強力に推進すべき研究課題の抽出も試みた。但し、抽出された課題は、COCON 参加企業の関係から、全産業領域を網羅したものとはなっていない。とりわけ、医薬品や医療機器など、ライフサイエンスに関わる産業領域は、今回の検討では対象外となっていることに注意されたい。

2. 日本の基礎研究の現状

【研究開発投資】

我が国の平成 18 年度における研究費総額は 18.5 兆円(自然科学のみでは 17.1 兆円)に達し、米国に次いで世界第 2 位、対 GDP 比では 3.6%と、世界トップの水準にある。この研究費のうち、80%以上は民間企業によって担われており、この比率は、欧米、中国、韓国などと比較して高い。

民間企業における研究開発投資のうち、OECD 分類に基づく基礎研究費は約 6%を占めるが、その研究内容を、大学等における基礎研究と同一視することはできない。

オバマ米国大統領は、広範な産業領域を強化し、長期的経済発展を維持するためには、国による基礎研究への開発投資が不可欠であると宣言し、今後 10 年間にわたり、その投資額を倍増させることを公約した。百年に一度とも言われる金融危機が实体经济に甚大な影響を与えている中、この公約の実行が遅れる可能性はある。しかし、長期的には、米国が基礎研究への支援を強化してくることは間違いない。急激に力を付けつつある中国を含め、今後、グローバルな「知」の大競争はいっそう激化することになる。このような競争に対抗し、産業競争力を確保していくた

めには、我が国においても政府による研究開発支援の強化が必要である。

わが国政府による研究開発投資には、大別すると、大学等における多様な基礎・基盤研究を担保するための資金、各省の政策課題に関わる基礎的研究を推進するための競争的資金、大学等の基礎研究成果に基づき、産業ニーズ・社会ニーズに応える革新的な技術開発を進めるための競争的資金、各省の政策課題解決を目指した競争的資金、地域における研究開発の活性化を図る競争的資金など、多彩なプログラムが用意されている。しかしながら、科学技術関係予算総額は平成15年度以降、ほぼ横ばいの状態が続いており、文部科学省の科学研究費補助金、戦略的創造研究推進事業など、大学等における基礎研究に関わる競争的資金の伸びも、ここ数年、年率1%程度に留まっている。第3期科学技術基本計画期間中の研究開発投資総額が、当初目標である対GDP比1%を大きく下回らざるを得ないという、厳しい財政的制約はあるものの、長期的な視点に立ち、革新的技術創出を目標とした基礎研究領域への投資の拡充、優れた学術成果をイノベーションに結びつけていくための施策の強化などを図るべきである。

また、基礎から実用化に至る様々な研究開発フェーズに適した資金配分のあり方、ボトムアップ方式の基礎研究とトップダウン方式の課題解決型研究の効果的な融合、府省横断的な課題解決型研究開発への柔軟な対応などに関する議論を深めることも必要である。これらの議論を通じて現行諸制度と原資規模を見直し、府省横断で切れ目の無い支援を可能とする新しいファンディングシステムを設計すると共に、全体を俯瞰し、統括する機能を構築していくことが望まれる。

【研究成果】

我が国の自然科学・工学分野における発表論文数は、長年、米国に次いで高い値を維持してきた。一方、論文の相対被引用度は、依然として1を下回っており、欧米主要国に比較して低い。グローバルCOE、世界トップレベル研究拠点プログラムなど、競争的研究環境整備のための施策の推進や、競争的資金の審査・評価方法の再点検、効果判定法の確立、などを通じ、我が国における基礎研究の質の、いっそうの向上が望まれる。

一方、産業界が必要とする多様な基盤技術と、それを支える人材育成の観点からは、インパクトファクタを重視した論文や特許件数などの、計数化しやすい指標に過度に依存した評価を行うことの弊害も懸念される。過度な競争的研究資金獲得競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。既存産業の継続的発展を図る上では、産学が、望まれる人材の有り方、必要とされる技術についての意識を共有し、研究と教育のバランスの取れた大学経営が成されることが重要である。産業界も、求める人材像の明確化と発信にいっそうの努力が求められる。

3. 産業界から見た基礎研究の位置づけ

【基礎研究の定義】

全ての研究活動は明確な目的を持ち、社会に対して義務を負う。この認識の下、本プロジェクトでは、研究をその目的によって「学術指向研究」と「技術指向研究」に分類し、それらを、更に、実施される研究の内容から区分することとした（表1）。基礎研究は、学術指向研究と、技術指向研究の内の「革新研究」を合わせたものとして定義される。この定義に基づき、学術指向研究、革新研究のそれぞれに対し、ブレイクスルー創出に向けた役割と、あり方、とるべき施策について検討した。

表 1. 本プロジェクトにおける研究活動の分類

学術指向研究	飛躍知の研究	全く新しい知の体系を切り開く研究
	融合知の研究	既存学術領域を融合し、新たな知や技術の体系を構築する研究
	基盤知の研究	既存の知や技術の体系を深化・拡充・継承する研究
技術指向研究	革新研究	将来の応用における重要課題を構想し、根源に遡って解決法を探索する研究
	応用研究	特定の目標に対し、既存の知識、技術を適用して、その実現を図る研究
	開発研究	新規材料・工程の導入や既存技術の改良により新たな製品・サービスを実現する研究

【学術指向研究とブレイクスルー】

学術指向研究から、結果として大きなブレイクスルーが創出される場合がある。このような研究成果が、いつ、どのような領域から生まれるか、事前に予測することは難しい。この観点において、研究の多様性の確保が重要である。これは、様々なイノベーションの母体と成り得る「知の海」を豊かに維持することを意味する。一方、優れた学術成果が自動的にイノベーションを産むわけでは無い。P. F. ドラッカー教授は、科学と技術は本来、独立して発展してきたものであり、技能の体系化に伴って、技術が科学を取り込むことにより、科学を哲学から社会的機能に変化させた、と指摘している。優れた学術成果を技術の世界に取り込み、イノベーション、ひいてはブレイクスルーに結び付けていくためには、学術指向研究の成果の意味を正しく理解し、それを、現実の公共的・経済的ニーズに結びつける、構想力を持った「目利き」の存在が重要である。

一般に、優れた学術成果を産む研究者と、この成果を実際のイノベーションに結びつけていく研究者は異なる場合が多い。NEDO 産業技術フェローシップ事業や文部科学省科学技術振興調整費「イノベーション創出若手研究人材養成」事業などでは、このような「目利き」人材の育成が進められている。産業界も自らの責任において、このような人材を育成することが必要である。また、大学には、既存学術領域の体系化された知識を修得し、広い視野を持った、自律した人材の育成を期待したい。

優れた学術成果を効率良くイノベーションに結びつけていくためには、大学等で得られた基礎研究成果が、第三者に利用しやすい形で公開されることが重要である。日本において最も多様な基礎研究を支援する、文部科学省の科学研究費補助金によって実施された研究の成果は、インターネットによる公開が進められているものの、その情報量は限られている。少なくとも、特定領域研究など、大型の資金を投入して得られた成果については、客観的評価結果を含む、より広い情報発信が行われることが望まれる。

【革新研究と「場」の形成】

「革新研究」とは、将来のニーズを構想し、その課題の根源にまで遡って、革新的な解決法を探索する研究を意味し、ブレイクスルー創出への期待が高い。このような研究を強力的に推進して

いくためには、研究開発資金の拡充に加え、課題の本質に対するオープンな議論や複合専門領域の協力が不可欠であり、産官学が広く課題を共有するための「場」が創出されねばならない。

日本経済団体連合会は、産業界主導の下、「欧州テクノロジー・プラットフォーム」を参考にした、課題解決指向の産官学協働のプラットフォームを創設することを提言している。このプラットフォームは、国際競争力の中長期的な源泉となる技術領域における戦略的な研究行動計画の策定から、実際の協働プロジェクトの実施までを視野に入れたものであり、政府には、協働プロジェクトからの国家プロジェクトの認定と、重点的な資源配分を行う仕組みの整備を要請している。このようなプラットフォームは、革新研究推進の場に他ならず、その具現化が強く求められる。産官学の、異なる専門性を有した第一線の研究者が課題を共有するための日本版テクノロジー・プラットフォームの形成に向け、産業界には、長期的視野に基づく展望を描き、自前ではできない重要課題を広く提起していく責務がある。

日本学術振興会では、産学協力の場として産学協力総合研究連絡会議を設置し、産学協力研究委員会、研究開発専門委員会、先導的研究開発委員会などの活動を行っている。また、経済産業省では、我が国の産業競争力強化の観点から見て重要な 29 の技術分野に対して、「技術戦略マップ」を策定し、広く公開している。いくつかの学会では「アカデミア・ロードマップ」の作成が進められ、様々な大学においても、将来の重要課題を議論する独自のフォーラムなどが実施されている。しかし、これら相互の有機的な連携が成されていないため、広範囲な議論を醸成させるには至っていない。産業界が国のファンディング機関と連携し、まずは、オープンな議論を行うための枠組みの構築を進めることが必要である。

文部科学省の推進する科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」プログラムは、産官学の協働により、従来の単一技術領域の深耕では対応できない融合領域において、将来的な実用化を見据えた中長期的な研究開発を進めるものであり、本プロジェクトが定義する革新研究実行の場と位置づけることができる。拠点の本格化に向けた絞込みのための中間評価が完了した現時点において、再度、その効果的な運用に向け、産学が議論を深め、具体的な成果の創出に務めていくことが重要である。

4. 産業界が期待する基礎研究

【革新研究の課題抽出】

革新研究を推進していくためには、将来の社会の動き、産業構造を構想した上で、真に重要な課題をテーマ化することが必要である。本プロジェクトでは、政府が描く理念・目標や社会像ならびに、我が国が直面するリスク等を勘案しつつ、将来の社会像について検討し、最終的に、4つの目指すべき社会像と、それらの実現にとって重要である 12 の構想課題を設定した(表2)。さらに、これら構想課題をブレイクダウンすることにより、21 の研究課題を抽出し、具体的テーマ例も提示した。ただし、世界的な金融不安が实体经济に深刻な影響を及ぼし、産業構造の変化が急激に進みつつある今日、これら研究課題の相対的重要度が、時間と共に変化していくことは避けられない。具体的研究課題に関しては、今後も適宜見直していくことが必要である。

表2 当プロジェクトが設定した目指すべき社会像と、構想課題

目指す社会	構想課題
革新的技術を創出し続ける活力ある社会 Innovative Society	①人間の感性に適合した情報技術 ②ICT基盤技術の革新 ③全産業領域における生産性の維持・向上 ④新たな成長エンジンの創出
環境と経済が調和して発展する社会 Sustainable Society	⑤多角的なエネルギー創成と高効率利用 ⑥希少資源の有効活用 ⑦次世代モビリティ
安全・安心な社会 Dependable Society	⑧ディペンダブルな社会インフラ ⑨減災・防災技術の革新
健康で心豊かに生きられる社会 Comfortable Society	⑩予防医療 ⑪再生医療・テーラーメイド医療 ⑫感性価値を重視したものづくり

5. 産業界の責務

ブレイクスルー創出には、産官学の、異なる専門性を有した第1線の研究者が、多角的な議論を行い、本質的な課題を共有していく「場」を構成することが重要である。産業界には、このような「場」の形成を主導するとともに、長期的視野に基づく展望を描き、自前ではできない重要課題を広く提起していく責務がある。

文部科学省の推進する科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」プログラムは、効果的な運用を行うことで、ブレイクスルー創出のための「場」としての機能を果たすことが期待される。このためには、産学が対話を深め、具体的な成果の創出に務めていくことが重要である。「世界トップレベル研究拠点プログラム」では、産業界にとっても価値のある、高いレベルの研究が実施されることが期待される。産業界としても、共同研究などを通じて、より積極的な連携体制を構築していくことが必要である。

産業界は様々な基盤技術を必要としており、過度の研究資金確保競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。既存産業の継続的發展を図り、我が国の中長期的な産業競争力を強化するためには、産学が対話を深め、望まれる人材のあり方、必要とされる技術についての意識を共有するとともに、柔軟な形での産学の人材交流の促進にも努めることが重要である。産業界は求める人材像の明確化と発信にいっそうの努力が求められる。

6. 基礎研究推進に向けた COCN からの提言

- (1) 研究開発投資総額を対 GDP 比 1%とする、第3期科学技術基本計画の当初目標を堅持すると共に、基礎から実用化に至る様々な研究開発フェーズに適した資金配分のあり方、府省横断的な課題解決型研究開発への柔軟な対応などに関する議論を深め、基礎から実用化までの切れ目のない資金支援を担保する、効率的なファンディングシステムを設計し、また、全体を俯瞰し、統括する機能を構築していくことが必要である。
- (2) 革新研究を、長期的な国際競争力強化に向けた基礎研究の核と位置づけ、競争的基礎研究資

金の拡充を含め、その強化を図るべきである。革新研究推進に当たっては、ビジョンの共有、課題の本質に対する理解、複合専門領域の協力等が不可欠であり、産官学が連携し、オープンな議論を行う「場」が設定されねばならない。

- (3) 革新研究推進の場としての日本版テクノロジープラットフォームの具現化に向け、産業界が国のファンディング機関と連携し、オープンな議論を行うための枠組みの構築を進めることが必要である。また、「先端融合領域イノベーション創出拠点」については、革新研究実行の場のひとつと位置づけ、その効果的運用に向けての議論を深化させることが必要である。
- (4) 多様な基礎研究から得られた優れた学術成果を技術の世界に取り込み、イノベーションに結び付けていくためには、第三者が利用しやすい形での成果公開を促進することが必要である。また、学術成果の意味を正しく理解し、それを、現実の公共的・経済的ニーズに結びつける、構想力を持った「目利き」人材の育成を進めることが重要である。
- (5) 産業界が必要とする多様な基盤技術と、それを支える人材育成の観点からは、先端研究の成果指標に過度に依存した評価を行うことの弊害が懸念される。競争的研究資金獲得競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。産学が、望まれる人材の有り方、必要とされる技術についての意識を共有し、研究と教育のバランスの取れた大学経営が成されることが重要である。また、産学が連携した、柔軟な形での人材育成、人材交流（長期インターンシップ、ポスドクへの企業紹介、教員の企業経験促進施策など）や、寄付金講座の活性化などをいっそう進めることが必要である。

【目次】

はじめに	P 1
1. ブレイクスルーへの期待	P 3
1. 1. 直面する5つのリスク	P 3
1. 2. オープンイノベーションとブレイクスルー	P 4
1. 3. 産学連携の状況	P 5
2. 日本における基礎研究の現状	P 7
2. 1. 研究開発投資の状況	P 7
2. 2. 研究成果の状況	P 12
3. 産業界から見た基礎研究の位置づけ	P 14
3. 1. 基礎研究の定義	P 14
3. 2. 学術指向研究とブレイクスルー	P 16
3. 3. 革新研究と場の形成	P 17
4. 産業界が期待する基礎研究	P 19
4. 1. 学術指向研究領域	P 19
4. 2. 技術指向研究領域	P 20
4. 2. 1. 研究課題抽出のアプローチ	P 20
4. 2. 2. 目指す社会と構想課題	P 20
4. 2. 3. 具体的研究項目	P 22
5. 産業界の責務	P 25
6. 基礎研究推進に向けた COCN からの提言	P 25
付表	P 28

はじめに

米国のサブプライムローン破綻に端を発した金融不安が世界の实体经济に深刻な影響を及ぼし、産業界を取り巻く状況は不透明さを増している。このような中、4人の日本人科学者がノーベル賞を受賞したことは、明るいニュースであった。大学等を中心として行われる基礎研究は、ノーベル賞に代表される世界人類の知的資産拡大に貢献するのみならず、科学技術成果に立脚した不断のイノベーション創出に向けた知的基盤を提供する意味において、極めて重要である。

我が国は第3期科学技術基本計画において、多様な知の創出のための基礎研究の推進と重要政策課題解決のための研究開発の重点化を柱とした、科学技術政策を推進してきた。グローバルな競争が激化するなか、民間企業はリニアモデルに基づく自前主義から脱却し、オープンイノベーション指向を強めることで、既存事業の強化を図りつつある。また、長期的な産業競争力の確保に向け、新たな成長エンジンの創出とともに、環境と調和した産業構造への変革も迫られている。大学を中心に推進される基礎研究から、産業構造変革に繋がる、大きなブレイクスルーが創出されることへの期待は大きい。

一方、我が国においては、基礎研究と社会ニーズの結びつきが弱く、基礎研究投資がイノベーションに繋がりにくい、との批判も、依然として根強い。イノベーションの主たる担い手である産業界も、大学等を中心に推進されている基礎研究に、より積極的に関わり、ブレイクスルー創出に結び付けていくための努力が求められている。

当プロジェクトでは、産業界の立場から基礎研究の役割を再度点検し、産官学連携によるブレイクスルー創出のための効果的な施策、産業界の果たすべき役割等について検討した。また、長期的産業競争力の強化に向け、強力に推進すべき研究課題の抽出も試みた。但し、抽出された課題は、COCN参加企業の関係から、全産業領域を網羅したものとはなっていない。とりわけ、医薬品や医療機器など、ライフサイエンスに関わる産業領域は、今回の検討では対象外となっている。本報告が、産官学の垣根を越えた、より活発な議論の一助となることを願うものである。

本報告を取り纏めるにあたり、総合科学技術会議奥村議員、日本学術振興会小野理事長、科学技術振興機構北澤理事長はじめ関係各位、文部科学省ならびに経済産業省の関係各位には、多くの有意義なご議論、ご助言を頂いた。心より感謝申し上げます。

2009年3月
産業競争力懇談会
会長（代表幹事）
野間口 有

【プロジェクトメンバー】

- プロジェクトリーダー：吉田二郎（株式会社東芝）
- アドバイザー：中村道治（株式会社日立製作所）
有信睦弘（株式会社東芝）
- 情報・通信WG幹事：溝口信（東京エレクトロン株式会社）
佐川暢俊（株式会社日立製作所）
- 都市インフラWG幹事：信田佳延（鹿島建設株式会社）
- 未来素材WG幹事：林田茂（日立化成工業株式会社）
- メンバー：東辰輔（三菱電機株式会社）
牛窪孝（沖電気工業株式会社）
新田淳（キヤノン株式会社）
仁木輝記（パナソニック株式会社）
坂井修一（東京大学）
柳田克巳（鹿島建設株式会社）
堀田多加志（株式会社日立製作所）
山崎雄介（清水建設株式会社）
名井健（東京電力株式会社）
太田晴久（新日本石油株式会社）
笠木伸英（東京大学）
吉海正憲（住友電気工業株式会社）
堂免一成（東京大学）
河合英樹（東レ株式会社）
斎藤聡（株式会社東芝）
望月康則（日本電気株式会社）
- オブザーバ：中塚隆雄（COCON）
齊藤史郎（株式会社東芝）
- 事務局：小山正人（株式会社東芝）

1. ブレイクスルーへの期待

1. 1. 直面する5つのリスク

米国のサブプライムローン破綻に端を発した金融不安が世界の实体经济に多大の影響を及ぼし、我が国の経済をとりまく環境も極めて不透明な状況となっている。このような直近のリスクに加え、世界の情勢が大きく変化しようとしている現在、中長期的に見ても、日本は5つのリスクに直面している。

(1) 新興国の台頭に伴う産業競争力の低下

大きな経済成長を遂げている BRICs 諸国のみならず、NEXT 11 とされる新興諸国の経済発展により、日本の製造業売り上げ、製造業輸出額の世界シェアは低下している。とりわけ、モジュール型製品は厳しい競争に晒されている。いくつかの予測によれば、中国の GDP は 2010 年から 2015 年の時点で日本を凌ぎ、インドの GDP も 2030 年から 2035 年には日本と同レベルに達する、とされている。BRICs 諸国はナノ、バイオ、IT、材料などの基礎研究への投資も強めつつあり、今後、ハイテク分野での競争激化も避けられない。

(2) 石油、食料、工業資源などの国際的な需給逼迫

投機的マネーの流入による原油、食料価格の暴騰は沈静化したものの、巨大な人口を抱える BRICs 諸国などの経済成長に伴い、中長期的な需給の逼迫は避けられない。原材料の多くを輸入に頼らざるを得ない国内製造業は大きな影響を受ける可能性がある。また、食料の安全保障に向け、国内の第1次産業の生産性向上も求められる。

(3) 温暖化に伴う生態系を含めた地球環境の変化

地球温暖化は人類の生存そのものを脅かす、という認識が共有化されつつあり、「低環境負荷」が重要な製品価値として認識され始めている。環境と経済の調和の実現に向けては、二律背反的な課題の解決も求められる。一方、省エネにおいて、日本には多くの技術的な蓄積も成されており、これらを有効に利用することで、産業競争力の強化も期待できる。

温暖化防止のための CO₂ 排出抑制への要求とは別に、EU の RoHS 指令に代表される有害物質規制も強まる方向にある。とりわけ、ナノ材料の人体影響に関する懸念が、欧米中心に強まる傾向にあり、我が国としても、安全性に関する検討を、研究開発の一環として強化していく必要がある。

(4) 少子・高齢化の進展と生産年齢人口の減少

生産年齢人口の減少は、今後の経済成長を妨げる大きな要因である。様々な分野へのロボット技術の導入や、第3次産業の生産性向上を目指したサービス科学の深耕など、科学技術面からも対応を真剣に考える必要がある。また、高齢者人口の増加に伴う医療費の増加も大きな社会問題となりつつある。治療から予防への転換を可能とするライフサイエンスの深耕も重要な課題である。

(5) IT 基盤技術の限界到達

20 世紀後半からの急激な経済の拡大は、半導体集積回路、情報記憶機器、ネットワーク伝送などの技術の指数関数的な発展によって支えられてきた。このような指数関数的な発展が永遠に続かないのは明らかである。半導体集積回路の微細化は 2020 年前後には 10 ナノメートルのレベルに達し、実質的な限界に到達する可能性が高い。これら IT 基盤技術の飽和は、先端技術のコモデティ化を一気に加速することになる。我が国が IT を始めとする先端領域で、強い技術競争力を維持するためには、IT 基盤技術を新たな高みに持ち上げるブレイクスルーが是非とも必要である。

1. 2. オープンイノベーションとブレイクスルー

イノベーションとは技術革新にとどまらず、新たな考え方、仕組みを取り入れて、新たな価値を生み出し、社会的に大きな変化を起こすことである。政府は「イノベーション 25」において、我が国が直面しようとしている様々な困難な課題を解決し、国際的な競争に生き残るためには、世界を視野に入れた不断のイノベーションが不可欠との認識の下、「イノベーション立国」の実現を宣言した。このような認識は欧米のみならず、BRICs を始めとする新興諸国とも共通するものであり、世界はまさに、「知の大競争時代」に突入したと言える。

人々に大きな驚きを持って受け入れられ、社会にパラダイムシフトとも呼ぶべき大きな変革をもたらすイノベーションをブレイクスルーと呼ぶ。ブレイクスルーは頻繁に起こる現象ではない。しかし、日本が直面しようとしている 5 つのリスクの重大さに鑑みれば、社会は、我が国発のブレイクスルーの実現を強く要求していると認識すべきである。

過去、ブレイクスルーの多くは、民間企業の研究所から生じた。1 つの例として、米国ベル研究所で成されたトランジスタの発明が挙げられる。微弱なレーダー電波の検出という明確な目的の実現のために集められた 3 人の優秀な科学者が、それぞれの発想の下、固体物理学の根源にまで遡る研究を行い、そこから、トランジスタという革新的な技術を産み出したことは、良く知られているとおりである。

ブレイクスルーを狙う研究は、大きなリスクを伴う。また、基礎領域にまで遡る研究開発は、長い研究期間を必要とする場合も多い。グローバルな競争が激化し、研究開発期間の短縮化、先端研究と製品開発の同期化が進行する今日、民間企業が、基礎から開発までの広範な研究開発を、全て自前で行うことは極めて難しい。また、偏狭な自前主義は、我が国全体の国際競争力強化という観点から見ても、効率的ではない。従来の研究開発のリニアモデルから脱却し、大学等を中心に行われている基礎研究の力と成果を広く活用し、オープンイノベーションを推し進めていくことが求められている。

一方、オープンイノベーションからブレイクスルーが産まれたことはない、との指摘も成されている。オープンイノベーションとブレイクスルーのジレンマを解消するための方法論はまだ確立されてはいない。

米国企業には、グローバルなオープンイノベーションを積極的に推進することで、新たな事業展開を模索する動きもある。IBM は比較的早い段階から、多額の投資を必要とする先端半導体技術などに関し、オープンエコシステムと呼ばれる、競合他社をも含めた、共

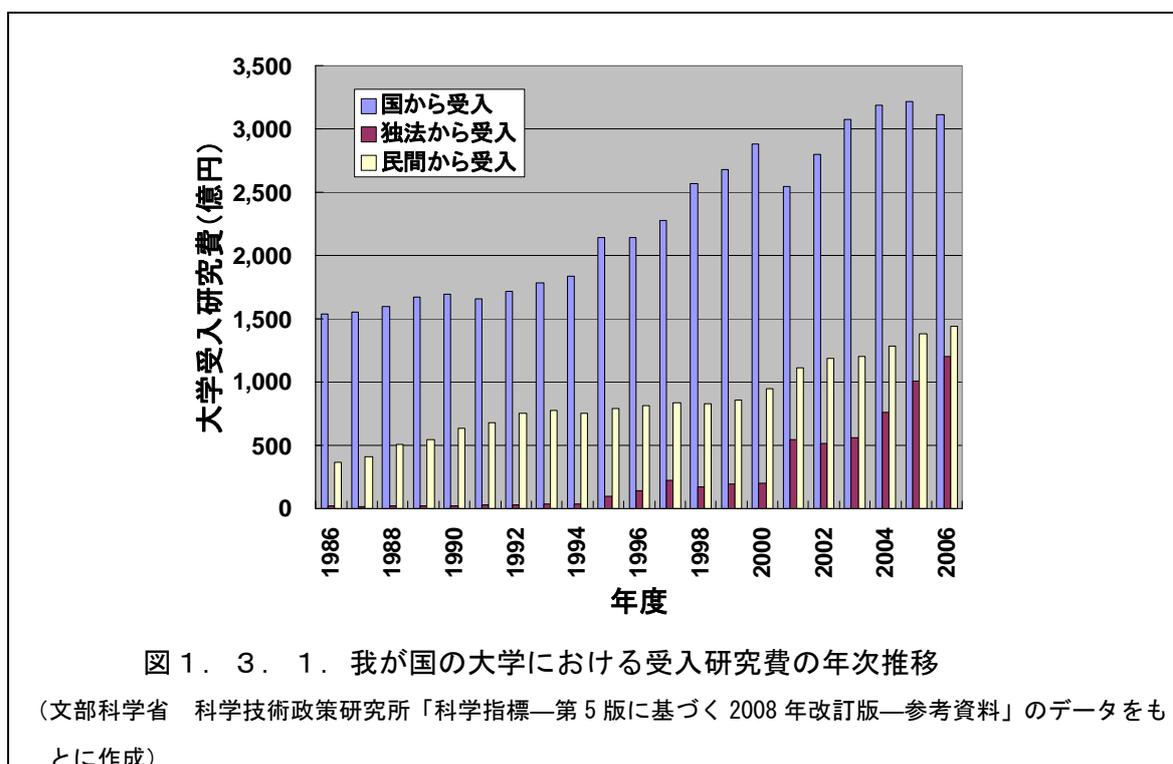
同開発体制を構築してきた。ごく最近、IBMはこのようなグローバルな協働体制を研究領域においても展開する戦略を打ち出している。この構想によれば、IBMはBRICsなどの成長市場を中心に新たな研究所を創設し、エネルギー・環境、医療、農業など、新規な事業領域における研究開発を他企業、国、大学などと共同で行う、としている。このような動きは、オープンイノベーションをベースにブレイクスルーを追求する、1つの実験と見なすこともできる。

我が国が長期的な産業競争力を確保するためには、新たな成長エンジンの創出が不可欠である。また、環境と調和した産業構造への変革も迫られている。これらの実現には何らかのブレイクスルーが必要である。大学を中心に行われる基礎研究は、今後も「知の大海」を豊かにしていくであろう。しかし、このような「知の大海」に釣り糸を垂れるだけでは、ブレイクスルーが生まれる確率は低いと言わざるを得ない。我が国においても、産官学が協働し、オープンイノベーションを前提としたブレイクスルー創出のための研究戦略、研究環境を構築していくことが重要である。

1. 3. 産学連携の状況

民間企業におけるオープンイノベーション指向の強まり、ならびに、国立大学の法人化やTLO法制定を契機とした大学における成果還元意識の高揚などに伴い、我が国の産学連携は拡大基調にある。図1. 3. 1は、我が国の大学における受け入れ研究費の年次推移をまとめたものである。経済が長期の停滞を余儀なくされた1990年代には、ほぼ横ばいであった民間からの受入研究費は、2000年以降、順調に増加してきている。

文部科学省が行った、平成18年度の民間企業の研究活動調査では、「産官学の共同研究・委託研究の現状を大いに評価する」、と回答している企業が多い。また、当プロジェ



クト参加メンバーへのアンケートにおいても、産学連携の状況は改善されてきている、とする意見が多かった。これらの点より、共同研究の有効性についての企業側の認識は、高まってきているものと思われる。

一方、産学の共同研究・委託研究には依然として小規模なものが多く、長期的戦略に則った大型の連携が進展しているとは言い難い面も認められる。図1. 3. 2は東京大学において実施された民間企業との共同研究の数を、1件あたりの研究費総額で分類したものである。共同研究の大多数は研究費総額が1千万円以下であり、更にこの内訳を見ると、その多くが2百万円以下の規模となっている。この結果は、民間企業が提供する研究費の大半が依然として、従来からの、「顔つなぎ」ないしは「お付き合い」のレベルを脱していないことを示している。研究費総額が1億円を越す、大型の共同研究が増加する傾向は認められるものの、民間企業が大学を真に研究開発のパートナーと位置づけ、ブレイクスルー創出に向けたwin-win関係の構築に向けて動き始めている、とまでは言えない。

産学連携の質的向上を目指す試みとして、東京大学が進めている価値創造型共同研究（Proprius21）の取組みは注目される。Proprius21では、学が所有する技術シーズを企業側の顕在化したニーズに適用するという、従来型の共同研究の枠組みを越え、「顕在化している企業ニーズに適合する新しい技術シーズ創造のための研究」、「現状では特定されていない将来ニーズへ既存技術シーズを適応する研究」、さらには、「将来ニーズを見越し、未踏の技術シーズを創出するための研究」までを、産学共同研究のスコープに取り込んでいる。このような、一段掘り下げた共同研究を成功させるためには、研究実施の前

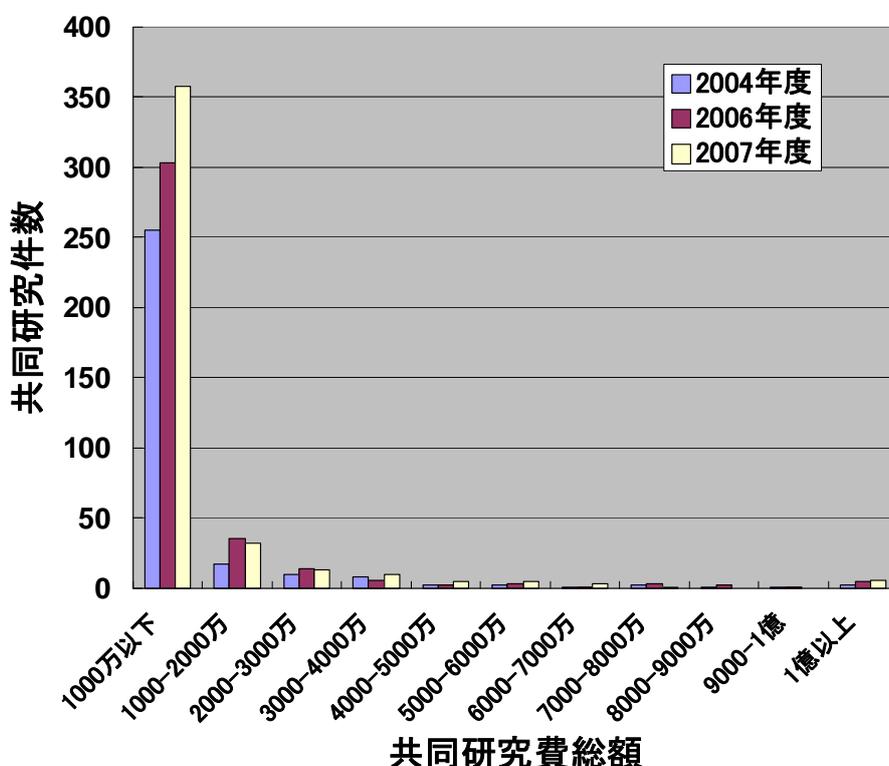


図1. 3. 2. 東京大学における民間企業との共同研究数と研究費総額

(東京大学 産学連携本部 産学連携研究推進部長 太田与洋教授のご講演資料をもとに作成)

段階としての意識共有が重要であり、産学間のコンセンサス醸成のための議論を行う場として、「セミナー」、「フォーラム」等が実施されている。

図1. 3. 3は Proprius21 における産学連携の形態をマトリックスとして示したものである。大学における技術シーズの有無と、企業におけるニーズの認識度により、連携の形態は4つに大別される。この内、右下の象限は、未だ顕在化していないものの、将来を見通した場合に重要となると思われるニーズを構想し、そのニーズを満たすために、産学が連携して、未踏の技術開発に挑戦するものである。この領域は、後述する「革新研究」の実行の場と位置づけられ、ブレイクスルー創出への期待が大きい。

技術シーズ 産業ニーズ	既存シーズ 技術	未踏の技術、 概念
顕在化して いるニーズ	技術移転	共同・委託研究 (産主導)
特定できていな い将来ニーズ	共同・委託研究 (学主導)	“革新研究”

(東京大学産学連携本部「Proprius21の戦略ビジョン」を参考に作成)

図1. 3. 3. イノベーション創出に向けた産学連携マトリックス

2. 日本における基礎研究の現状

2. 1. 研究開発投資の状況

我が国の平成18年度における研究費総額は18.5兆円（自然科学のみでは17.1兆円）に達し、米国に次いで世界第2位、対GDP比では3.6%と、世界トップの水準にある。この研究費のうち、80%以上は民間企業によって担われており、この比率は、欧米、中国、韓国などと比較して高い。

図2. 1. 1は我が国の民間企業、大学、公的研究機関における研究開発費の、OECD研究分類に基づく、性格別内訳を示したものである。民間企業における研究開発投資のうち約6%を占める基礎研究費は、企業所有の研究所に対する予算を反映したものと考えられる。しかし、真に基礎研究を実施するための専任組織を有する企業は、ごく少数に限られるのが現実である。このため、基礎研究費として支出されたものであっても、実際に実施された研究内容においては、大学等における基礎研究と同一視することはできない。厳しい競争環境に晒されている今日の民間企業では、研究開発から製品投入までの期間短縮が、必須の課題となっている。このため、層の厚い基礎研究を実施する余力を持たない、というのが実態である。分野によっては、先端研究と製品開発の同期化に対応する必要上、基礎領域にまで立ち返った研究を進めざるを得ない場合も存在するが、民間企業研究所に

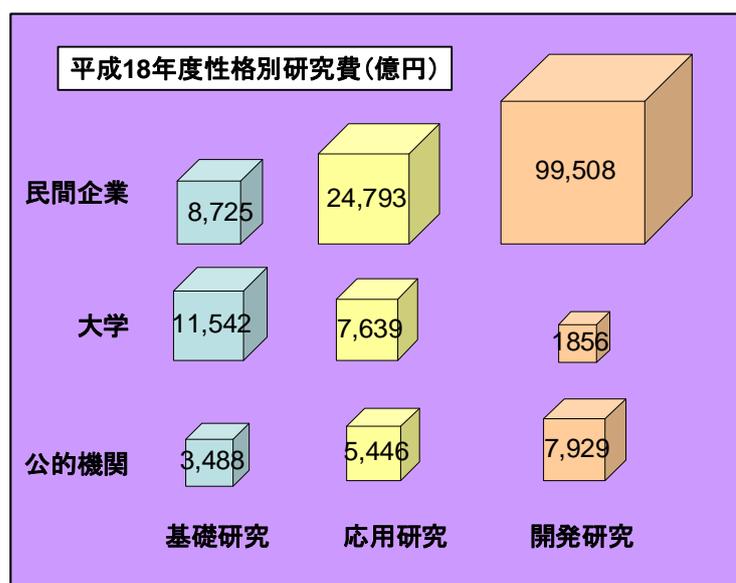
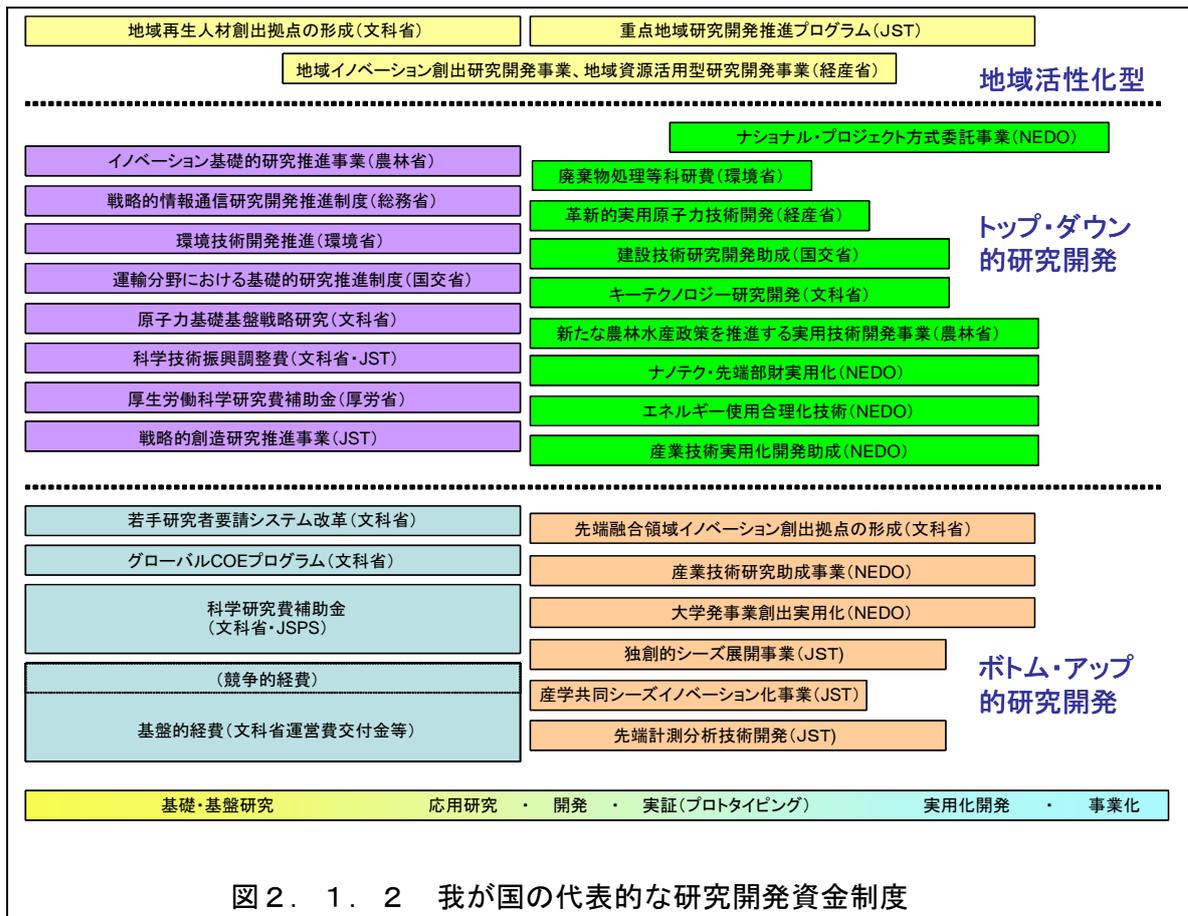


図2. 1. 1. 我が国の平成18年度における研究開発費の性格別内訳
 (総務省 「平成19年科学技術研究調査結果の概要」のデータをもとに作成)

における活動は、全般的には応用研究が主体と見なすのが妥当である。

わが国政府による研究開発投資には、大別すると、大学等における多様な基礎・基盤研究を担保するための資金（文部科学省科学研究費補助金、大学運営費交付金など）、各省の政策課題に関わる基礎的研究を推進するための競争的資金（JST 戦略的創造研究推進事業、科学技術振興調整費、厚生労働科学研究費補助金、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度、国交省運輸分野における基礎的研究推進制度など）、大学等の基礎研究成果に基づき、産業ニーズ・社会ニーズに応える革新的な技術開発を進めるための競争的資金（NEDO 産業技術研究助成事業、JST 独創的シーズ展開事業や産学共同シーズイノベーション事業など）、各省の政策課題解決を目指した競争的資金（NEDO 産業技術実用化開発助成、文科省キーテクノロジー研究開発、NEDO のナショナル・プロジェクト方委託事業など）、地域における研究開発の活性化を図る競争的資金（経産省地域イノベーション創出研究開発事業、JST 重点地域研究開発推進プログラムなど）など、5つのカテゴリーにおいて、多彩なプログラムが用意されている（図2. 1. 2）。しかし、科学技術関係予算の総額は平成15年度以降、ほぼ横ばいの状態が続いており、第3期科学技術基本計画が当初目標とした、期間中の研究開発投資総額25兆円の実現は、極めて難しい状況になっている。

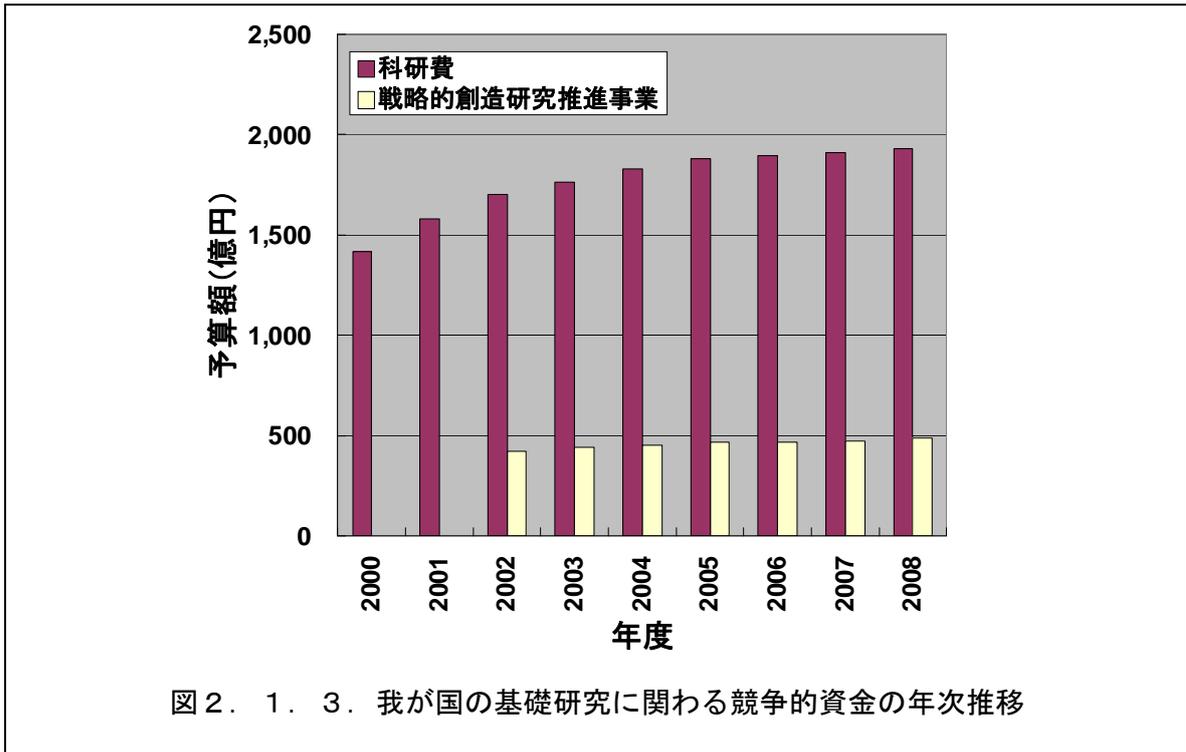
オバマ米国大統領は、広範な産業領域を強化し、長期的経済発展を維持するためには、国による基礎研究への開発投資が不可欠である、と宣言し、今後10年間にわたり、その投資額を倍増させることを公約としている。我が国においても、今後、いっそうの激化が予想される、グローバルな「知の大競争」に対抗し、産業競争力を確保していくためには、長期的な視点に立ち、革新的技術創出を目標とした基礎研究領域への投資の拡充と、優れた学術成果をイノベーションに結びつけていくための施策の強化を図ることが必要である。



大学において実施される基礎研究には、既存の学術体系を継承・発展し、基盤的な知を支える教育研究、新たな知識の創出を目指す学術研究、国の政策に基づき将来の応用を目指す基礎研究、など多様な形態が混在する。これら多様な研究活動を持続的に推進することを目的に、国立大学法人運営費交付金や私学助成等の基盤的経費、科学研究費補助金や戦略的創造研究推進事業などの競争的資金が投じられているが、我が国の私立大学を含めた大学の研究開発費に対する政府負担分は、2006年度において50%以下であり、欧米主要国に比較して低いレベルにある。

図 2. 1. 3は、大学における研究を支援する代表的な競争的資金である、文部科学省の科学研究費補助金(科研費)と、戦略的創造研究推進事業費の年次推移を表したものである。両者は着実に拡充されてきたとは言えるが、ここ数年の伸び率は1%程度に留まっている。また、戦略的創造研究推進事業費と科学研究費補助金の比率は年度によらず、ほぼ1:4に固定された状態にある。

表 2. 1. 1には、平成20年度の文部科学省科研費の研究機関別採択状況を纏めた。国立大学では、応募件数が教員数を上回る状況となっており、採択率は42%程度である。このことは、国立大学教員の、ほぼ全てが先端的な研究活動を重要な職務と位置づけ、科研費による研究を希望しているものの、その半数以上が、実際には希望する研究を実施できていない、ということを示している。ちなみに、米国における類似の競争的基礎研究資金である全米科学財団(NSF)の提供するグラントでは、2007年度の新規応募件数は44,577件、採択件数は11,463件(採択率25.7%)である。大学の数が日本では756校、米国で



は1794校であることを考えると、科研費とNSFグラントの応募件数の差は意外であるが、これは、日米の大学システムの相違によるものと思われる（米国では、研究大学と教育大学に分かれており、大学教員の全てが研究本務者とはならない）。

文部科学省科研費では、研究領域を288（この数字は平成19年度のものである）の細目に分けて公募が行われている。細目別の採択率を見ると、一部の人文科学・社会科学領域を除き、採択率に大きな相違はない。これは、科研費がその目的とする「研究の多様性」の確保という精神を反映したものと理解される。逆に言えば、科研費においては、特定の政策目標に基づく「選択と集中」の思想は希薄であり、ピア・レビューによって代表さ

表 2. 1. 1. 平成20年度科研費の機関別採択状況

研究機関	大学等教員数	応募件数	採択件数	採択率(%)	配分額(千円)
国立大学	61,019	69,292	28,961	41.8	125,641,917
公立大学	12,073	9,144	3,451	37.7	8,585,338
私立大学	96,822	33,114	11,232	33.9	26,997,489
その他		14,673	5,531	37.7	22,768,681
合計	184,867	126,223	49,175	39.0	183,993,426
(新規分)		(99,757)	(20,228)	(20.3)	(60,735,195)

平成20年度科学研究費補助金(新規採択+継続分)のうち、「奨励研究」、「研究成果公開促進費」、「特別研究員奨励費」を除く研究項目について分類。大学教員数は、「平成20年度学校基本調査」による。

れるアカデミアの見識が運用の基本となっている。

米国 NSF のグラントでは最近、トランスフォーマティブ・リサーチに重点を置いたファンディングが進められようとしている。トランスフォーマティブ・リサーチとは、既存の科学的・工学的概念に対する理解を劇的に変える、あるいは新たな科学・工学のパラダイムや分野・領域の創造を導く潜在性を持つ発想により実施される研究と定義されるものである。この定義は抽象的であり、特定の研究領域を指定するものではない。提出された研究提案が、この定義に属するものであるか否かは、プログラム・オフィサー（PO）が判断することになる。判断基準は、その研究提案が、「答えが得られていない、大きな問題」に挑戦しようとしている、リスクなものであるかどうか、という点にある。NSF の試みは、多様性確保の鍵となるボトム・アップの形式は堅持した上で、国としての研究開発の方向付けを加味しよう、という試みと捕らえることができる。

科研費の趣旨である「独創的・先駆的な研究に対する助成」は、NSF の主張するトランスフォーマティブ・リサーチの支援と本質的に異なるものではない。しかしながら、我が国では、大学に対する運営費交付金の削減に伴い、教育を主目的として行われる研究活動を科研費によって補完せざるを得ない状況が発生しているとも言われている。望ましい科研費のあり方に関する議論は日本学術振興会等において進められつつあるものと理解するが、人材育成を担う大学で行われる研究の意義付け、国による高等教育支援のあり方などを含め、日本の教育と科学技術政策に関するグランド・デザインを描く一環として、大学、産業界を含め、より広範な議論が進められることが望まれる。

革新技术創出を目的とした基礎研究の支援は、JST 戦略的創造研究推進事業費をはじめ、複数府省が提供する競争的資金によって行われている。これらの資金は、国の政策目標実現にとって重要と判断される基礎研究を、トップ・ダウン方式で実行するためのものと位置づけられる。JST の戦略的創造研究推進事業を例にとると、この資金によって行われる研究は、科研費に対し、研究者数においては 1%程度、研究代表者に提供される研究費は、大まかに言えば平均約 10 倍、となっている。

トップ・ダウンによって革新的な技術創出を目指す基礎研究においては、将来的に見込まれる社会的・経済的価値と、最新の学術成果に基づいた技術的な実現性の両面から、政策目標に適合した最終目標を設定し、この目標を達成するために重要な研究課題が選定されねばならない。現状、このような役割は、各ファンディング機関が選考した「研究総括」者によって担われているものと理解されるが、目標設定や課題選定の過程の開示において、必ずしも十分とは言えない面も認められる。目標や課題の本質に対するオープンな議論の促進や、産業界からの人材登用の拡大などを通じ、より効果的な運用が成されることを期待したい。

基礎研究で得られた成果が実用化に至るには、いくつかの不連続な過程を経なくてはならない。1つは、基礎研究で得られた成果をベースに、その有効性を実証するためのプロトタイプへ移行する過程、2つめは、プロトタイプによって基本的な性能が確認された技術を、現実の事業へ移行させる過程である。これらの不連続点を通過する段階で選択と集中が行われ、開発に必要な資金規模が飛躍的に増大する場合が多い。

図 2. 1. 2. に見られる通り、現在、複数の府省により、応用開発から実用化開発の

領域をカバーする研究資金が用意されている。しかし、この領域の研究開発に、基礎研究成果をいかにして繋げるか、という点は必ずしも明確ではなく、研究領域の移行に伴う選択と集中を、誰が、どのように判断するのか、また、今後増えていくであろう府省横断的な課題にいかに対応するか、など、国の研究開発システムのグランド・デザインに関わる課題は多く残されている。革新的な技術創出を目指した基礎研究で得られた成果をスムーズに事業化に結びつけていくには、ファンディング機関の間の連携の強化に加え、現行諸制度と原資規模を再度見直し、府省横断的な切れ目の無い資金支援を可能とする、新しいファンディングシステムを設計していくことも必要と思われる。

2. 2. 研究成果の状況

我が国の自然科学・工学分野における発表論文数は、長年、米国に次いで高い値を維持してきているものの、図2. 2. 1に示されているように、2000年以降は伸びが鈍化している。論文発表数においては、研究者人口の増加が著しい中国の台頭が顕著であり、日本の世界2位の座は、早晚、中国に取って代わられることは避けられない。我が国の論文発表数は、大学における研究費総額と強く相関している。この点から見て、単純に論文数の増加を目指すのであれば、政府の大学に対する研究開発投資を増やすことが有効であろう。一方、論文の質、という観点からは、別の議論が必要である。

論文とは、研究によって得られた知的成果を、広く社会に発信し、評価を受けるための行為であり、発表された論文の被引用回数は、その成果の質に関する重要な指標となる。図2. 2. 2は、主要国の論文の相対被引用度（各国の論文に対する引用回数の総和を論文総数で割り、さらにそれを、全世界の平均値によって規格化したもの）の年次推移を示

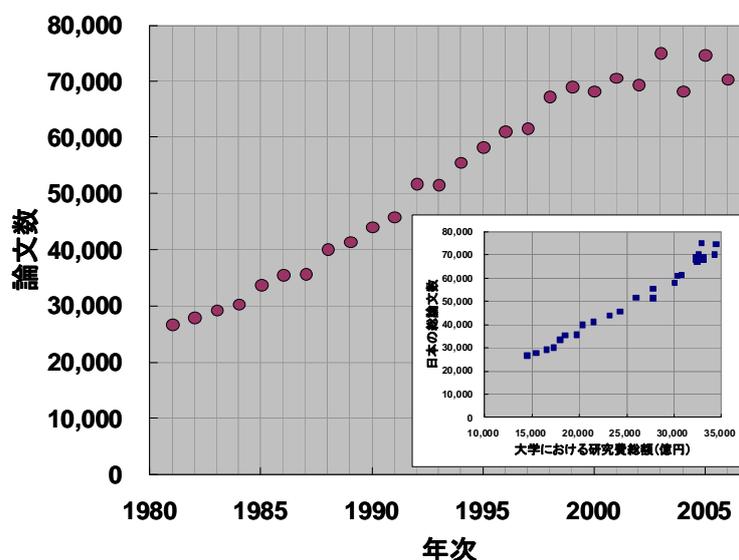


図2. 2. 1 我が国の発表論文数の年次推移および総論文数と大学における研究費総額との関係

(文部科学省 科学技術政策研究所「科学指標—第5版に基づく2008年改訂版—参考資料」のデータをもとに作成)

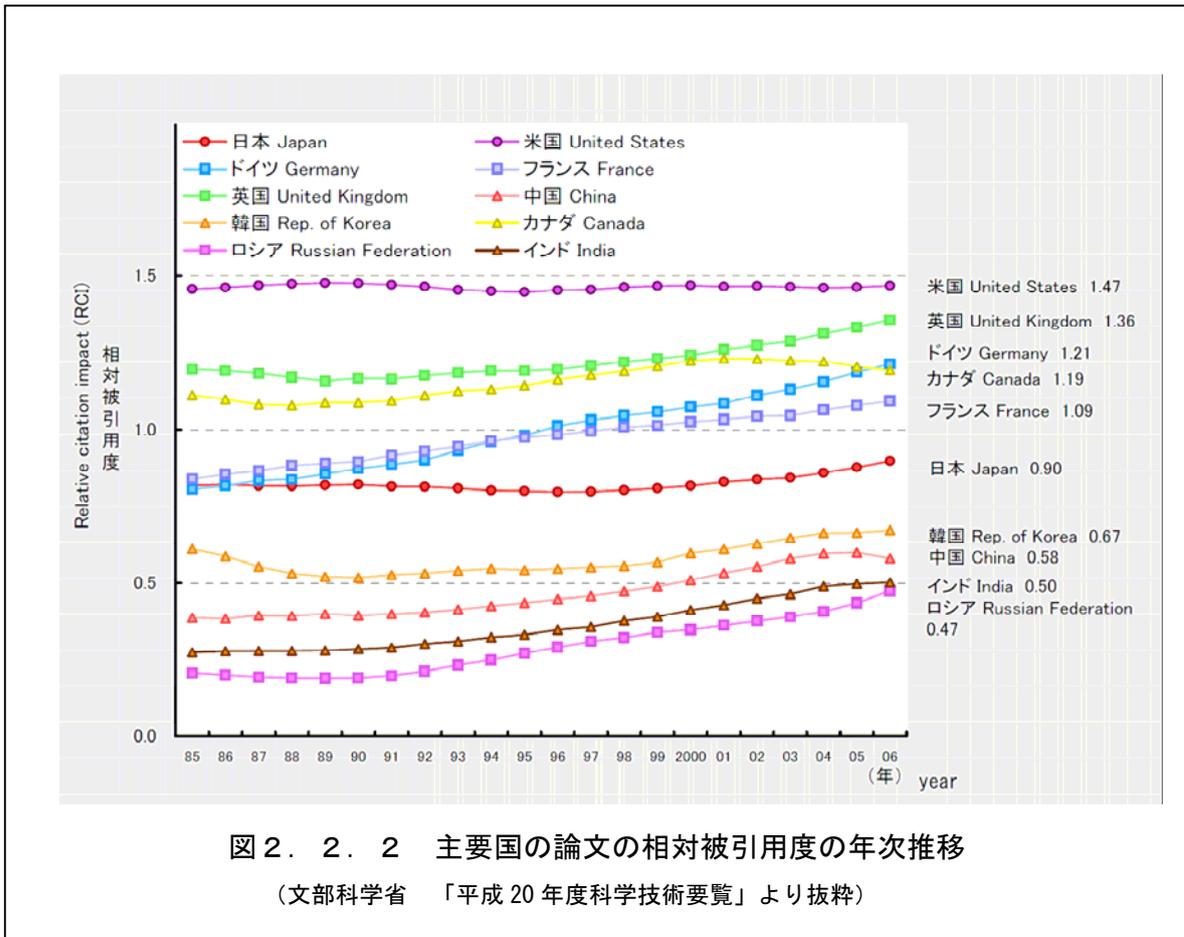


図 2. 2. 2 主要国の論文の相対被引用度の年次推移
(文部科学省 「平成 20 年度科学技術要覧」より抜粋)

したものである。我が国の論文の相対被引用度は、近年、若干の改善傾向は認められるものの、依然として 1 を下回っており、欧米主要国に比較して、低いレベルに留まっている。このような相対被引用度の推移は、研究開発費総額ないしは競争的研究資金の投入額とは顕著な相関を示さず、より構造的なものに起因しているものと想定される。基礎研究成果とイノベーションの結びつきの評価指標とされるサイエンスリンケージの低迷も、論文被引用度の低さの反映に過ぎない。

本年度、日本人科学者のノーベル賞受賞が相次いだことと考え合わせると、我が国には、国際的に見て高い評価を得ている研究者群が存在する一方、平均的レベルにおいては、研究課題設定、課題解決アプローチなどにおける斬新さが不足している可能性がある。知のグローバル化が進展する中、少なくとも、競争的研究資金に基づいて行われる研究においては、非英語圏国家としてのハンディキャップを言い訳とせず、研究の質向上に向けた取り組みを強化することが求められる。

文部科学省では、グローバル COE、世界トップレベル研究拠点など、研究の質向上を目的とした、競争的研究環境整備のための施策が推進されつつある。世界トップレベル研究拠点は、MIT のメディアラボや、スタンフォード大の Bio-X などのように、世界からトップクラスの研究者が集まる研究拠点作りを目指したものであり、平成 19 年度より開始された。MIT やスタンフォード大の場合に見られるように、このような研究拠点では、産業界にとっても価値のある、高いレベルの研究が実施されることが期待される。産業界としても、共同研究などを通じて、より積極的な連携体制を構築していくことが必要である。

また、競争的資金の審査・評価方法の再点検、効果判定法の確立、なども議論が進められているものと理解される。これらの施策により、我が国における基礎研究の質が向上することを期待したい。

一方、産業界が必要とする多様な基盤技術と、それを支える人材育成の観点からは、インパクトファクタを重視した論文や特許件数などの、計数化しやすい指標に過度に依存した評価を行うことの弊害も懸念される。過度な競争的研究資金獲得競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。

実際、本プロジェクトのメンバーに対して行ったアンケート調査では、構造・応用力学、土質・岩盤力学、建設材料工学などの土木工学領域、鉄鋼材料やその製造加工プロセスなどに関わる金属工学領域、プラントエンジニアリングや繊維工学などに携わる化学工学領域、資源工学領域、さらには、パワーエレクトロニクス、原子力、船舶海洋構造物などの領域で、その必要性とは裏腹に衰退が進み、人材育成の空洞化を懸念する声が多く寄せられた。また、電気電子・材料系において優秀な学生の数が増加しているとの指摘もあった。

学生の志向が社会的あるいは産業的に成熟しつつある分野から、より新奇性が感じられる分野に移っていく、という点ではやむを得ない部分もあるが、仮に、大学における教育研究が、この動きを助長するとなると、次代の産業を支える人材の供給という観点からの懸念は大きい。既存産業の継続的發展を図る上では、産学が、望まれる人材の有り方、必要とされる技術についての意識を共有し、研究と教育のバランスの取れた大学経営が成されることが重要である。産業界も、求める人材像の明確化と発信にいつそうの努力が求められる。

3. 産業界から見た基礎研究の位置づけ

3. 1. 基礎研究の定義

1997年の世界科学会議ブタペスト宣言では、科学研究とそれによって生じる知識の利用は、人類の福祉を目的とするものであることが謳われ、科学を、その目的とするところにより、「知識のための科学」、「平和のための科学」、「開発のための科学」に分類した。また、産業技術総合研究所吉川理事長は、「公的資金を用いて行われる科学研究は、社会との契約の上に成り立つものであり、その成果は社会に還元されねばならない」と、明確に指摘している。当たり前のことではあるが、全ての研究活動は明確な目的を持ち、社会に対して義務を負うのである。

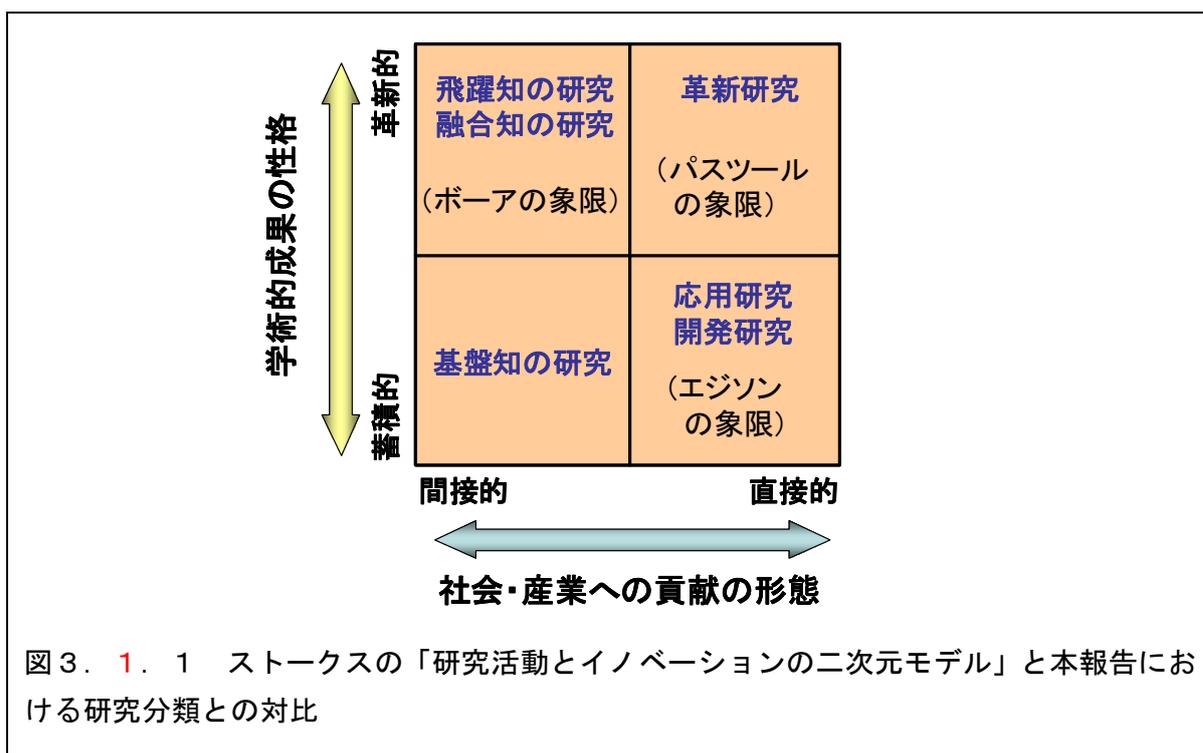
自然科学領域の研究を、その実施内容により、「基礎研究」、「応用研究」、「開発研究」に分類することはしばしば行われ、場合によっては「知識のための科学」＝「基礎研究」と見なす場合も認められる。これは、研究の目的と実施形態を混同したものであり、正しくはない。そこで、以降の議論の明確化のため、本報告では、表3. 1. 1に示したように、研究をその目的によって「学術指向研究」と「技術指向研究」に分類し、それらを、研究の実施内容によって、更に区分することとした。その上で、学術指向研究と技術指向研究の内の「革新研究」を合わせて、「基礎研究」と定義した。当然のことではあるが、大学で行われる基礎研究は学術指向研究に限定されるものではない。上記の区分は、あくまで、研究の目的ならびに実施内容によるものであり、将来の応用における重要課題

表 3. 1. 1 科学研究の分類

学術指向研究	飛躍知の研究	全く新しい知の体系を切り開く研究
	融合知の研究	既存学術領域を融合し、新たな知や技術の体系を構築する研究
	基盤知の研究	既存の知や技術の体系を深化・拡充・継承する研究
技術指向研究	革新研究	将来の応用における重要課題を構想し、根源に遡って解決法を探索する研究
	応用研究	特定の目標に対し、既存の知識、技術を適用して、その実現を図る研究
	開発研究	新規材料・工程の導入や既存技術の改良により新たな製品・サービスを実現する研究

を構想して行われる基礎研究は、その実施母体が大学であれ、民間企業であれ、ともに革新研究と分類される。

基礎研究から開発研究に至るリニアモデルに代わり、最近の科学技術政策に関する議論では、ドナルド・ストークスが著書「パスツールの象限：基礎科学と技術イノベーション」で提示した、研究活動とイノベーションに関する二次元モデルが、用いられることが多い。図 3. 1. 1 は、ストークスの二次元モデルに、本報告における研究分類を対比させて示したものである。左下の象限は、ストークスの分類では、大きな価値を置かれていない領域（偶然にイノベーションが生まれるとされる領域）であった。しかし、この象限は、既存の学術体系を継承・発展し、基盤的な知を支える研究に対応するものであり、産業界が



必要とする多様な知識、技術を人材育成面も含めて支える、重要な領域と認識すべきである。

3. 2. 学術指向研究とブレイクスルー

学術指向研究はそこで得られた知識を、人類共有の知的資産として社会に還元することを目的としている。日本人科学者がノーベル賞を受賞することにより、国民は誇りを感じ、元気を得る。宇宙誕生の謎や生命の起源なども、多くの国民の知的好奇心の対象であり、学術指向研究の成果が、より多く社会に向けて発信されることにより、子供たちの理科離れの防止も期待できる。文部科学省の「平成 18 年度民間企業の研究活動に関する調査報告」では、今後の大学における研究に期待するものの 2 番目に、「世界人類の知的資産拡大に貢献する質の高い基礎研究成果」が挙げられている。これは、産業界としても学術指向研究の価値を評価していることを示すものである。

学術指向研究は、イノベーション創出を目的とするものではない。しかし、ノーベル化学賞を受賞された下村教授の「おわんくらげ内の蛍光タンパク」に関する研究成果が、その後、蛍光バイオマーカーの実現を誘発したように、結果として、大きなブレイクスルーを産む場合がある。このような、予期せぬブレイクスルーに繋がる研究成果が、いつ、どのような領域から生まれるか、事前に予測することは難しい。この観点において、学術指向研究においては、研究の多様性を確保することが重要である。

多様性の確保は、様々なイノベーションの母体と成り得る「知の海」を豊かに維持することを意味する。一方、優れた学術成果が自動的にイノベーションを産む分けでは無い。P. F. ドラッカー教授は、科学と技術は本来、独立して発展してきたものであり、技能の体系化に伴って、技術が科学を取り込むことにより、科学を哲学から社会的機能に変化させた、と指摘している。優れた学術成果を技術の世界に取り込み、イノベーション、ひいてはブレイクスルーに結び付けていくためには、学術指向研究の成果の意味を正しく理解し、それを、現実の公共的・経済的ニーズに結びつける、構想力を持った「目利き」の存在が重要である。

一般に、優れた学術成果を産む研究者と、この成果を実際のイノベーションに結びつけていく研究者は異なる場合が多い。NEDO 産業技術フェローシップ事業や文部科学省科学技術振興調整費「イノベーション創出若手研究人材養成」事業などでは、このような「目利き」人材の育成が進められている。産業界も自らの責任において、このような人材を育成することが必要である。また、大学には、既存学術領域の体系化された知識を修得し、広い視野を持った、自律した人材の育成を期待したい。

優れた学術成果を効率良くイノベーションに結びつけていくためには、大学等で得られた基礎研究成果が、第三者に利用しやすい形で公開されることが重要である。日本において最も多様な基礎研究を支援する、文部科学省の科学研究費補助金によって実施された研究の成果は、インターネットによる公開が進められているものの、その情報量は限られている。少なくとも、特定領域研究など、大型の資金を投入して得られた成果については、客観的評価結果を含む、より広い情報発信が行われることが望まれる。

表 3. 1. 1 においては、学術指向研究を「飛躍知の研究」、「融合知の研究」、「基

盤知の研究」に分類した。このような分類は、多分に、従事する研究者のマインドに依存するものであり、明確な境界が存在するものではない。「飛躍知の研究」は、科学のフロンティアに挑むハイリスク研究に対応する。この中には、欧州で稼働を開始した、大型ハドロン衝突型加速器を用いた実験のように、国際協働と巨額な研究資金を必要とする場合も含まれる。このような大型の学術指向研究は、国民の支持を前提に、国際関係を含めた国としての総合的な判断の下、実施されるものであり、研究内容について産業界が関与する余地は少ない。

「融合知の研究」は、既存の学問領域（ディシプリン）の境界領域において、新たな知の創出を狙う研究であり、飛躍知の場合と同様、ハイリスクな研究と言える。ハイリスク研究は確実な成果が期待できるものではなく、また、研究者の既存の発想を越えた斬新なアイデアによって企画立案されるため、研究開始段階における評価が難しい。ハイリスク研究を奨励する、国際的な動向に呼応し、政府は「大挑戦枠」設定の方針を打ち出している。これを実効性あるものとしていくためには、従来のピアレビュー制度の枠を越えた審査制度を構築していくことが重要である。

実際の学術指向研究において、その多くは「基盤知の研究」に位置づけられるものと想定される。この領域においては、競争的資金の拡充による活性化と同時に、「知の体系の継承」に関する配慮が重要である。既に述べた通り、産業界は様々な基盤技術を必要としており、過度な研究資金確保競争が、必要な知識・技術を習得した人材の枯渇をもたらすことは避けねばならない。

既存産業の継続的発展と不断のイノベーションによる我が国の中長期的な産業競争力強化に向けては、多様な技術の担い手たる、優秀な人材の確保が不可欠である。我が国では、第1期科学技術基本計画を契機に、博士課程の拡充が図られてきたが、大学が輩出する人材と、企業が求める人材が、必ずしも整合していない状況も認められる。今後、教育面においても、産学が対話を深め、望まれる人材のあり方、必要とされる技術についての意識を共有し、産業界で活躍できる人材の育成に取り組むことが重要である。産業界としては、すでに、長期インターンシップ制度の提供や、学会などの場を通じてのポスドクへの企業紹介などに取り組んできたが、このような取組みをいっそう強化していく必要がある。また、大学教員の企業経験促進に向けた施策や、寄付金講座の活性化などを進めていくことが必要である。

3. 3. 革新研究と場の形成

「革新研究」とは、マーク・ステフィック、バーバラ・ステフィック夫妻が、その著書「ブレイクスルー：イノベーションの原理と戦略」で用いた「根本的研究（radical research）」に相当する概念であり、「将来の応用における重要課題を構想し、その課題の根源にまで遡って、真に革新的な解決法を探索するような研究」と定義される。一般的に用いられている「目的基礎研究」と類似した概念ではあるが、「将来ニーズの構想力」と「課題の根源にまで遡れる研究の力量」が、より強調されているものと理解されたい。

革新研究は、ストークスの四象限の中のパスツールの象限（用途に啓発された基礎研究）を舞台として、実行され、ここでは、根源的な理解に向けての探究心と、実用化への強い

意識の両方が求められる。現存しない市場を構想し、革新的な概念に基づく技術の創出を目指すことにより、必然的に、既存の学術領域の境界に踏み込まざるを得ない場合も発生する。この点においても、ブレイクスルーが生まれる可能性が高い。

研究が高度化している今日、一人の研究者に、根源的な理解に向けての探究心と、実用化への強い意識の両者を期待するには難しい面も多い。現実的には、組織体として、パストールの象限の研究を推進する仕組みを作ることが重要である。ステフィック夫妻によれば、革新研究を実施するための組織は、課題の本質に対するオープンな調査や議論、複合専門領域間の協力に対して支援できるような文化、が重要であるとされている。このような組織体を構成していくためには、まず、産官学の、また、異なる専門性を有した第1線の研究者が、本質的な課題を共有するための「場」の形成が重要である。このような「場」での議論を通じて、将来の社会の動き、産業構造を想定した、真に重要な課題をテーマ化していかなければならない。

産官学が中長期的な研究開発課題をオープンに議論する「場」として、「欧州テクノロジー・プラットフォーム」(ETP)の動きは注目される。ETPは欧州の持続可能な発展に向け、中長期的視点から見て重要な研究開発課題を同定し、それらの優先順位、実行計画などを提示することを目的とした、産業界主導の組織体である。現在、34の技術課題に対し、産官学の関係者による課題共有、中長期的な戦略研究計画の策定、実際に人材や資金を投入した、実現に向けての取り組み、などが進められている。

日本経済団体連合会は、産業界主導の下、「欧州テクノロジー・プラットフォーム」を参考にし、課題解決指向の産官学協働のプラットフォームを創設することを提言している。このプラットフォームは、国際競争力の中長期的な源泉となる技術領域における戦略的な研究行動計画の策定から、実際の協働プロジェクトの実施までを視野に入れたものであり、政府には、協働プロジェクトからの国家プロジェクトの認定と、重点的な資源配分を行う仕組みの整備を要請している。このようなプラットフォームは、革新研究推進の場に他ならず、その具現化が強く求められる。産官学が緊密に連携した日本版テクノロジー・プラットフォームの形成に向け、産業界には、長期的視野に基づく展望を描き、自前ではできない重要課題を広く提起していく責務がある。

日本学術振興会では、産学協力の場として産学協力総合研究連絡会議を設置し、産学協力研究委員会、研究開発専門委員会、先導的研究開発委員会などの活動を行っている。また、経済産業省では、我が国の産業競争力強化の観点から見て重要な29の技術分野に対して、「技術戦略マップ」を策定し、広く公開している。また、いくつかの学会では「アカデミア・ロードマップ」の作成が進められ、様々な大学においても、将来の重要課題を議論する独自のフォーラムなどが実施されている。しかし、これら相互の有機的な連携が成されていないため、広範囲な議論を醸成させるには至っていない。産業界が国のファンディング機関と連携し、まずは、オープンな議論を行うための枠組みの構築を進める必要がある。

文部科学省の推進する科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」プログラムは、産官学の協働により、従来の単一技術領域の深耕では対応できない融合領域において、将来的な実用化を見据えた中長期的な研究開発を進めるものであり、本

プロジェクトが定義する革新研究実行の場と位置づけることができる。拠点の本格化に向けた絞込みのための中間評価が完了した現時点において、再度、その効果的な運用に向け、産学が議論を深め、具体的な成果の創出に務めていくことが重要である。

4. 産業界が期待する基礎研究

4. 1. 学術指向研究領域

すでに述べたとおり、学術指向研究の目的は、知的資産の社会還元にあるが、研究の副産物として、イノベーションが創出される場合がある。実際、ストークスがその著書で引用している、ライフサイエンスに関連した例では、技術の重要な進展に貢献した500の研究成果のうち、37%はボーアの象限に分類され、25%がパスツールの象限、21%がエジソンの象限に分類されている。このような、イノベーションに結びつく学術成果は、それが、いつ、どのような学術領域で創出されるのか、予測することができない。イノベーションの担い手たる産業界としても、それぞれの事業領域で「目利き」を確保し、逸早く、その成果を見出していくしかない。この点において、学術指向研究を実施する主体である、大学側からの積極的な情報発信に期待したい。

情報化の進んだ今日、優れた学術成果は、どこで生み出されても、瞬く間に世界が共有するものとなる。自国で生まれた優れた成果から、逸早く、イノベーションを創出するためには、それを支援するための体制を整備しておくことが重要である。このためには、府省を横断し、実用化に至るまでの、様々な研究フェーズに対応して切れ目の無い資金支援を行うことを可能とする、ファンディングシステムを構築していくことが必要である。

知の飛躍的拡大が期待できる学際領域の開拓は、将来のブレイクスルーに結びつく、大きな学術成果が期待される領域である。学際領域の研究には、気候・環境のように多数の因子が複雑に絡み合い、多様な現象を作り出す領域（複雑系）や、社会、経済など、本質的に人間の行動や感性が関与するものへのアプローチ（集団としての人間の行動科学や、感性価値の追求など）、探求課題が既存の学問領域や研究組織の中間に存在するようなもの（生物触発技術や認識科学など）が挙げられる。また、21世紀の科学技術の根幹を成す、ナノ、バイオ、インフォ（情報）、エコ（環境）の融合領域も、革新的な知と技術が創出される、有望な研究領域である。これら、学際・融合的な研究は、飛躍的な概念の創出につながるハイリスク・ハイリターン研究とも位置づけられる。文部科学省では、日本が優位性を発揮できる基礎研究分野において、新たな融合領域の開拓を目指し、「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPIプログラム)」が推進されている。知のグローバル競争が激しくなる中、このような施策がいつそう強化されることが必要である。

学術指向研究では、人類共有の知的資産となる、質の高い研究成果の創出のみならず、学生に既存学術領域の体系化された知識を学ばせ、広い視野を持った自律した人材を育成することも重要な使命である。産業界が必要とする多様な技術を、人材的側面からも支えることを目的に、各大学が実施している、多様な基盤知の研究も充実させることが必要である。

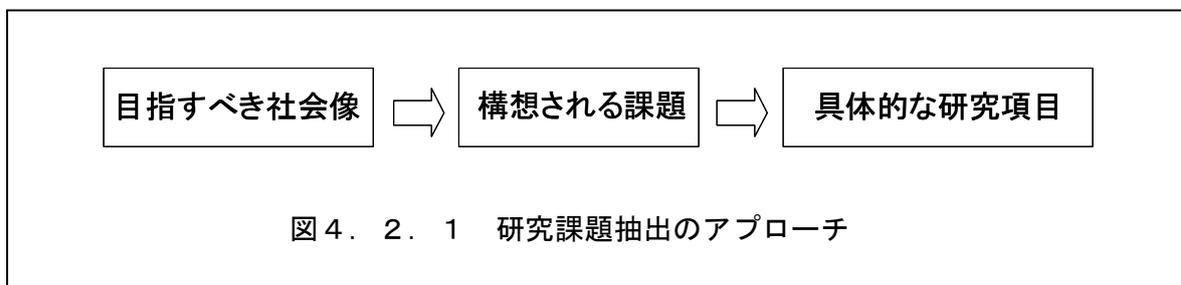
4. 2. 技術指向研究領域

4. 2. 1. 研究課題抽出のアプローチ

革新研究では、ブレイクスルー創出そのものを目指して、研究活動が行われる。このような研究を推進していくためには、将来の社会の動き、産業構造を構想した上で、真に重要な課題をテーマ化していかなければならない。ここで言う「構想」とは、単なる予想ではなく、どのような社会、産業構造を構築していくか、という意志を含むものである。

第3期科学技術基本計画では、第2期基本計画を継承し、日本が目指すべき国の姿として、3つの理念（人類の英知を生む、国力の源泉を創る、健康と安全を守る）を提示し、これらを実現するための6つの大目標（飛躍知の発見・発明、科学技術の限界突破、環境と経済の両立、イノベーター日本、生涯はつらつ生活、安全が誇りとなる国）を設定している。また、政府の長期戦略指針「イノベーション25」では、2025年の日本が目指す5つの社会像（生涯健康な社会、安全・安心な世界、多様な人生を送れる社会、世界的課題解決に貢献する社会、世界に開かれた社会）が示されている。

本プロジェクトでは、これら、政府の理念・目標や社会像ならびに、我が国が直面する5つのリスクを勘案しつつ、その実現に対し、科学技術の発展が、より直接的な影響を持つ将来の社会像について検討した。その結果、最終的に、以下の4つの目指すべき社会像と、それらの実現にとって重要である12の課題、および21の研究項目を抽出した。ただし、世界的な金融不安が実体経済に深刻な影響を及ぼし、産業構造の変化が急激に進みつつある今日、これら研究課題の相対的重要度が、時間と共に変化していくことは避けられない。具体的研究課題に関しては、今後も適宜見直していくことが必要である。



4. 2. 2. 目指す社会と構想課題

(1) 革新的技術を創出し続ける活力ある社会 (Innovative society)

構想課題：① 人間の感性に適合した情報技術の実現

② ICT 基盤技術の革新

③ 全産業領域における生産性の向上

④ 新たな成長エンジンの創出

半導体集積回路の微細化は2020年前後には10ナノメートルのレベルに達し、物理的限界に到達する可能性が高い。同様に、ハードディスクの記憶容量や、ネットワークで伝送される情報量も早晩、限界に達するものと予想されている。このようなIT基盤技術の飽和は、情報機器など、先端技術のコモデティ化を一気に加速することになり、我が国の産

業競争力の維持・強化にとって、大きな障害となる。このような問題を解決するためには、IT 基盤技術を、従来の延長にはない、新たな高みに持ち上げる、デバイス、システム、アーキテクチャなどに関するブレイクスルーが必要である。このような革新的な技術に基づく情報システムは、より、人間の感性に適合したものであることが求められよう。

既に、日本の人口は減少に転じており、今後予測される生産年齢人口の減少は、我が国の経済成長を妨げる大きな要因となることが懸念される。このような状況に対応するためには、様々な分野へのロボット技術の導入や、第3次産業の生産性向上を目指したサービス科学の深耕、高度に発展した ICT 技術を駆使した、高付加価値な成長産業の創出など、科学技術面からも対応を検討する必要がある。

(2) 経済と環境が調和して発展する社会 (Sustainable society)

構想課題：⑤ 多元的なエネルギー創成と高効率利用技術の実現

⑥ 希少資源の有効活用

⑦ 次世代モビリティ

我が国は世界全体の CO₂ 排出を 2050 年までに半減するという目標を提示し、世界の環境先進国として、低炭素社会実現に向けた取組みを開始している。産業界としても、これまでに培った優れた省エネ技術をベースに、低炭素社会実現に向け、一層の努力を行うことが必要である。長期的な視点からは、太陽光、バイオマスなど、多様な再生可能エネルギーの高効率な利用技術、多様な分散エネルギーを含む配電システムの安定制御などが重要な技術課題となる。また、CO₂ を資源として利用できるような、革新的な技術が開発できれば、そのインパクトは極めて大きい。

アジアを中心とした新興国の台頭により、化石燃料のみならず、希土類金属などの希少資源の需給が逼迫している。資源に乏しい我が国としては、希少資源の有効活用や代替技術の開発の必要にも迫られている。ナノサイエンスの一層の深耕に基づく革新的な材料を生み出すことが、我が国の長期的な産業競争力強化に向けて重要である。

投機的な資金の流入による原油価格の暴騰は一段落しつつあるものの、長期的視点からは、化石燃料の需給逼迫は避けられない。また、インターネットの更なる普及・発展は、個人ベースでの e コマースを拡大し、小口の貨物配送の急増に伴う環境問題の悪化を引き起こす可能性がある、との指摘もなされている。このような状況に対応していくためには、クリーン・カーに代表される燃料効率の良い輸送機器の開発に加え、情報通信技術を駆使した高度な交通管制システムを構築し、人と物の流れの最適化を図っていくことが重要である。これは、ロボット化した自動車をネットワークで結び、交通・物流システムの全体最適化を行う、という壮大な試みとも言え、今後の産業構造にも大きな影響を与えるものと考えられる。

(3) 安全・安心な社会 (Dependable society)

構想課題：⑧ ディペンダブルな社会インフラの構築

⑨ 減災・防災技術の革新

地震、津波、台風、洪水などの自然災害、突発的なテロや犯罪、新たな感染症の発生など、我が国の社会基盤を根底から揺るがすような事態に的確に対応し、被害を最小限に留めるための基盤研究は、国民の安全・安心確保の観点から重要な課題である。高度な情報技術を利用した、自然災害の早期検知や電力・ガス・水道など社会インフラの信頼性・安全性の向上に関する研究、構造物に埋め込まれたセンサ・ネットワークによる耐久強度のリアルタイムモニタリング、情報ネットワークの信頼性・安全性・拡張性の向上と、それに基づく防災ネットワーク、医療ネットワークの高度化、など、安全・安心に関わる研究課題は多い。また、放射性廃棄物の地層処分の安全性確保に関わる研究も、今後の低炭素社会構築に向けて重要である。

ディペンダビリティという言葉には、たとえ一部が壊れても残りの部分でうまく働くといった自立的自己修復的な動作概念も含まれる。真にディペンダブルな情報システムの構築に向けては、従来とは異なるシステム・アーキテクチャの探求も必要であり、新たな成長産業の創出に結びつくことも期待できる。

(4) 健康で心豊かに生きられる社会 (Comfortable society)

構想課題：⑩ 予防医療

⑪ 再生医療・テーラーメイド医療

⑫ 感性価値を重視したものづくり

健康で長生きすることは、人類の根源的な希望である。他に先駆けて高齢化社会に突入する我が国では、治療から予防への発想の転換も必要であり、装着感が気にならない、ユビキタスなセンサを用いた予兆検知や、安全な遠隔ヘルスケアを保障するネットワーク診断などに関する、包括的な研究開発を進めることが必要である。また、iPS細胞利用の再生医療のみならず、生体適合性材料や革新的な人工臓器などに関する研究開発を推進することが必要である。ゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現に向けては、高速・低コストなマルチバイオチップシステムの開発や、病巣に確実に到達できるドラッグ・デリバリーシステムなども重要な開発項目である。

20世紀の工業は、規格化された製品を、安価にかつ大量に製造し、それを社会に広く供給することによって拡大してきた。このような効率的な生産システムが産み出す、画一的な製品が身の回りに溢れる今日、消費者は、製品が提供する機能的な価値のみではなく、製品と、それが提供するサービスが、個人の感性にもたらす価値（心の満足）を重視する方向に変化しつつある。また、モジュール化され、過剰に多機能化された製品に付帯する膨大なマニュアルは、消費者が、その製品の基本的な機能を理解することさえ阻害しかねない。感覚的に使いこなすことができ、人々の感性を満足させることができる、高付加価値の製品・サービスの提供に向けては、その基盤となる、人間工学、感性工学などを体系的に発展させていくことが必要と思われる。

4. 2. 3. 具体的な研究項目

目指すべき社会像および、その実現に向けた構想課題から抽出された研究課題は以下のとおりである。これら研究課題は、その実行にあたっては、さらに、より具体的な研究テーマにブレイクダウンされる必要がある。このような具体的な研究テーマ例については、付表として、本文の最後に、一覧表の形で示した。

目指す社会	構想課題	研究課題	技術領域	
革新的技術を創出し 続ける活力ある社会	①人間の感性に適合した情報技術	「感性融合ターミナル」 携帯/車載情報端末のグローバルな使い勝手に関するイノベティブな研究開発(内蔵型またはサーバ連携同時通訳機構、高精度音声認識・音声合成チップ)	情報・通信	
		「超臨場感コミュニケーション」 超臨場感、立体コミュニケーション、放送インタフェース、ウェアラブルデバイスなどに関わる人間工学、画像工学、デバイス・システムなどの包括的研究		
		「インテリジェント・エージェント」 ヒト、モノを含む実世界の様々なリソースに由来する大量のデータを効率よく蓄積、検索し、価値ある知見を引き出すためのデータベース構築技術および利活用技術		
		「ユビキタス・セキュリティ」 場所、時間、端末の種類にかかわらず常に個人のデータやIT環境が安全かつセキュアに保管され、しかも簡単にアクセス・利用できることが保障される認証、ストレージおよびネットワーク技術		
	②ICT基盤技術の革新	「脳をモデルとした情報処理」 脳科学と情報科学の連携に関する研究。脳内部の構造、アルゴリズム等の解明に基づく脳をモデルとした情報処理システムの探索(ブレインウェア・ソリューション基盤技術)		
		「セマンテック・テクノロジー」 知識工学の深耕に関する研究。知識の抽出、表現、伝達技術および意味体系の自動構築、相互変換、応用技術		
		「ポストCMOSシステム」 スケーリング則に代わる長期的展望を提示し得るポストCMOSデバイス、システム、アーキテクチャおよび材料の探索研究		
	③全産業領域における生産性の維持・向上	「ロボットの社会適用」 高齢化、労働人口減少などへの対応を見越したロボットの構成技術、およびロボット相互の意思疎通を図ることで群として高効率な動作を行なわせるための制御技術		融合領域
		「サービス・サイエンス」 第3次産業生産性向上を目的とした工学、社会科学を融合したサービス科学の体系化		
	④新たな成長エンジンの創出	「メディア・コンテンツ」 メディアコンテンツの研究。アートでの日本の優位性をテクノロジー観点から捉えなおし、日本の輸出産業としてのメディアコンテンツ事業を技術的に支援するための研究。コンテンツ生成のみでなく配信、課金、著作権保護なども含む。		

目指す社会	構想課題	研究課題	技術領域
環境と経済が調和して発展する社会	⑤多面的なエネルギー創成と高効率利用	<p>「エネルギーの生成と変換」 エネルギー変換工学領域の基礎研究(高性能ヒートポンプ・蓄熱、高効率燃料電池発電、高効率エネルギー貯蔵など)および燃料改質工学領域の基礎研究(高効率バイオマス、廃棄物ガス化、次世代石炭ガス化、未利用資源の改質・燃料化など)</p> <p>「分散エネルギーネットワーク」 多面的エネルギー需給のための革新的分散エネルギーシステム(分散型電源の配電系統制御、高効率パワー・エレクトロニクス、超電導材料の応用、IT利用技術などを含む)</p>	エネルギー／社会インフラ
	⑤多面的なエネルギー創成と高効率利用 ⑥希少資源の有効活用	<p>「ナノマテリアル」 ナノスケール・サイエンスの深耕に基づいたハイブリッド材料、超高強度材料、希少金属代替材料、エネルギー変換用材料など革新的材料の創製</p> <p>「触媒科学」 低炭素社会に向けた新エネルギー、脱石油資源を実現するための、革新的な触媒を活用した物質変換プロセスの創出(CO2の原料化も含む)</p>	材料
	⑦次世代モビリティ	<p>「高度交通・物流システム」 センサ・通信・情報処理技術を利用した、安全・効率的な人・物の輸送ネットワーク、テレワークスペース・テレスクール技術、高効率移動用ロボットなど。</p>	融合領域
安全・安心な社会	⑧ディペンダブルな社会インフラ	<p>「ディペンダブル社会基盤」 ディペンダブル社会基盤の創設・整備のための基礎研究</p> <p>「放射性廃棄物処分」 放射性廃棄物地層処分の安全性確保</p>	エネルギー／社会インフラ
	⑨減災・防災技術の革新	<p>「耐震基盤技術」 地震動予測および設計用地震波の評価精度向上</p>	
健康で心豊かに生きられる社会	⑩予防医療	<p>「ユビキタス・ヘルスケア」 ユビキタス・遠隔ヘルスケアに関わるセンサ、ネットワーク、診断、予兆検知などの包括的研究</p>	医療・バイオ
	⑪再生医療・テーラーメイド医療	<p>「生体適合材料」 複合型バイオチップ等を用いた高度診断、再生医療・遺伝子治療、人工臓器治療等の革新医療の実現を目的とした生体適合性、生体機能性材料の創成など</p>	
	⑫感性価値を重視したものづくり	<p>「感性価値創造工学」 顧客の感性を重視した高付加価値のサービス・製品を実現するための、人間工学、感性工学などに基づく体系的な研究</p>	融合領域

5. 産業界の責務

ブレイクスルーは、現存しない市場を構想し、革新的な概念に基づく技術の創出を目指すところから生じる。これには、産官学の、また、異なる専門性を有した第1線の研究者が、多角的な議論を行い、本質的な課題を共有していく「場」を構成することが重要である。このような「場」での議論を通じて、将来の社会の動き、産業構造を想定した、真に重要な課題がテーマ化されていくものと期待される。産業界には、このような「場」の形成を主導するとともに、長期的視野に基づく展望を描き、自前ではできない重要課題を広く提起していく責務がある。日本経済団体連合会が提言する「日本版テクノロジー・プラットフォーム」の創設は、まさに、ブレイクスルー創出に向けての「場」の形成であり、産業界として、その実現に向けて努力していくことが必要である。

文部科学省は、中長期的視点に立ったイノベーション創出や高度人材育成、世界トップレベルの国際的研究拠点形成などを目的に、科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」プログラム、「世界トップレベル研究拠点プログラム」などを推進している。前者は産官学の協働により、次世代を担う研究者・技術者の育成を図りつつ、将来的な実用化を見据えた基礎的段階からの研究開発を行う拠点形成を目的としたものであり、効率的な運用を行うことで、ブレイクスルー創出のための「場」としての機能が期待される。このためには、産学がさらに対話を深め、具体的な成果の創出に務めていくことが重要である。後者は、MITのメディアラボや、スタンフォード大のBio-Xなどのように、世界からトップクラスの研究者が集まる研究拠点作りを目指し、平成19年度より開始されたものである。MITやスタンフォード大の場合に見られるように、このような研究拠点では、産業界にとっても価値のある、高いレベルの研究が実施されることが期待される。産業界としても、共同研究などを通じて、より積極的な連携体制を構築していくことが必要である。

産業界は様々な基盤技術を必要としており、大学等における過度の研究資金確保競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。既存産業の継続的発展と不断のイノベーション推進を図り、我が国の中長期的な産業競争力を強化するためには、多様な技術の担い手たる、優秀な人材の確保が不可欠である。我が国では、第1期科学技術基本計画を契機に、博士課程の拡充が図られてきたが、大学が輩出する人材と、企業が求める人材が、必ずしも整合していない状況も認められる。今後、教育面においても、産学が対話を深め、望まれる人材のあり方、必要とされる技術についての意識を共有し、産業界で活躍できる人材の育成に取り組むことが重要である。産業界としては、すでに、長期インターンシップ制度の提供や、学会などの場を通じてのポスドクへの企業紹介などに取り組んできたが、このような取組みをいっそう、強化すると共に、求める人材像の明確化と発信にいっそうの努力が求められる。

6. 基礎研究推進に向けた COCN からの提言

我が国が直面するリスクを回避し、長期的な産業競争力を確保するためには、新たな成

長エンジンを創出していくとともに、環境と調和した産業構造へと、自らを変革していかなくてはならない。このためには、様々な領域において、技術的なブレークスルーを実現していくことが求められる。大学を中心に行われている基礎研究が産む「知の大海」に、漫然と釣り糸を垂れるだけではなく、産官学が協働し、オープンイノベーションを前提としたブレークスルー創出のための研究戦略、研究環境を構築していくことが重要である。以上の認識に基づき、本プロジェクトでは、産業界の立場から基礎研究の役割を再度点検し、産官学連携によるブレークスルー創出のための効果的な施策、産業界の果たすべき役割等について検討した。本検討を通じて得られた結論は以下の通りである。

- (1) 研究開発投資総額を対 GDP 比 1%とする、第 3 期科学技術基本計画の当初目標を堅持すると共に、基礎から実用化に至る様々な研究開発フェーズに適した資金配分のあり方、府省横断的な課題解決型研究開発への柔軟な対応などに関する議論を深め、基礎から実用化までの切れ目のない資金支援を担保する、効率的なファンディングシステムを設計し、また、全体を俯瞰し、統括する機能を構築していくことが必要である。
- (2) 革新研究を、長期的な国際競争力強化に向けた基礎研究の核と位置づけ、競争的基礎研究資金の拡充を含め、その強化を図るべきである。革新研究推進に当たっては、ビジョンの共有、課題の本質に対する理解、複合専門領域の協力等が不可欠であり、産官学が連携し、産官学が連携し、オープンな議論を行う「場」が設定されねばならない。
- (3) 革新研究推進の場としての日本版テクノロジープラットフォームの具現化に向け、産業界が国のファンディング機関と連携し、オープンな議論を行うための枠組みの構築を進めることが必要である。また、「先端融合領域イノベーション創出拠点」については、革新研究実行の場のひとつと位置づけ、その効果的運用に向けての議論を深化させることが必要である。
- (4) 多様な基礎研究から得られた優れた学術成果を技術の世界に取り込み、イノベーションに結び付けていくためには、第三者が利用しやすい形での成果公開を促進することが必要である。また、学術成果の意味を正しく理解し、それを、現実の公共的・経済的ニーズに結びつける、構想力を持った「目利き」人材の育成を進めることが重要である。
- (5) 産業界が必要とする多様な基盤技術と、それを支える人材育成の観点からは、先端研究の成果指標に過度に依存した評価を行うことの弊害が懸念される。競争的研究資金獲得競争が、日本が得意としてきた「ものづくり」を支える基盤技術の衰退を引き起こすことは避けねばならない。産学が、望まれる人材の有り方、必要とされる技術についての意識を共有し、研究と教育のバランスの取れた大学経営が成されることが重要である。また、産学が連携した、柔軟な形での人材育成、人材交流（長期インター

ンシップ、ポスドクへの企業紹介、教員の企業経験促進施策など) や、寄付金講座の活性化などをいっそう進めることが必要である。

以上

付表

目指す社会	構想課題	研究課題	具体的研究テーマ例	技術領域
革新的技術を創出し続ける活力ある社会	①人間の感性に適合した情報技術	「感性融合ターミナル」 携帯/車載情報端末のグローバルな使い勝手に関するイノベティブな研究開発(内蔵型またはサーバ連携同時通訳機構、高精度音声認識・音声合成チップ)	・グローバルランゲージ・リアルタイム音声翻訳端末 ・ユニバーサル・インターフェース設計	情報・通信
		「超臨場感コミュニケーション」 超臨場感、立体コミュニケーション、放送インタフェース、ウェアラブルデバイスなどに関わる人間工学、画像工学、デバイス・システムなどの包括的研究	・超臨場感立体遠隔コミュニケーション ・日本発のウェアラブルデバイス用新規OSの開発と標準化 ・超臨場感テレワーク・テレスクール空間生成	
		「インテリジェント・エージェント」 ヒト、モノを含む実世界の様々なリソースに由来する大量のデータを効率よく蓄積、検索し、価値ある知見を引き出すためのデータベース構築技術および利活用技術	・時空間、モノ/人間関係情報を対象とした高速データ検索、マイニング ・大規模データ高度可視化技術	
		「ユビキタス・セキュリティ」 場所、時間、端末の種類にかかわらず常に個人のデータやIT環境が安全かつセキュアに保管され、しかも簡単にアクセス・利用できることが保障される認証、ストレージおよびネットワーク技術	・セキュアオンラインストレージの実現 ・ユーザ位置に追従したユビキタス認証・セッション管理技術	
	②ICT基盤技術の革新	「脳をモデルとした情報処理」 脳科学と情報科学の連携に関する研究。脳内部の構造、アルゴリズム等の解明に基づく脳をモデルとした情報処理システムの探索(ブレインウェア・ソリューション基盤技術)	・脳の情報処理モデル ・視覚情報処理 ・ブレイン・マシン・インターフェース	融合領域
		「セマンテック・テクノロジー」 知識工学の深耕に関する研究。知識の抽出、表現、伝達技術および意味体系の自動構築、相互変換、応用技術	・セマンティック情報検索 ・セマンティックデータベース ・オントロジー	
		「ポストCMOSシステム」 スケーリング則に代わる長期的展望を提示し得るポストCMOSデバイス、システム、アーキテクチャおよび材料の探索研究	・極低消費電力3次元構造デバイス ・ノンチャージロジックアーキテクチャ・デバイス創製 ・カーボンエレクトロニクス	
	③全産業領域における生産性の維持・向上	「ロボットの社会適用」 高齢化、労働人口減少などへの対応を見越したロボットの構成技術、およびロボット相互の意思疎通を図ることで群として高効率な動作を行なわせるための制御技術	・完全分散自律型ロボット・ネットワーク ・高齢化社会支援ロボット	融合領域
		「サービス・サイエンス」 第3次産業生産性向上を目的とした工学、社会科学を融合したサービス科学の体系化	・ビジネスオペレーションの可視化および検証技術 ・文理融合によるサービスサイエンスの研究	
	④新たな成長エンジンの創出	「メディア・コンテンツ」 メディアコンテンツの研究。アートでの日本の優位性をテクノロジー観点から捉えなおし、日本の輸出産業としてのメディアコンテンツ事業を技術的に支援するための研究。コンテンツ生成のみでなく配信、課金、著作権保護なども含む。	・複製、切り貼りを前提とした著作権トレーサビリティ ・超分散メディアコンテンツ創出ネットワーク	

目指す社会	構想課題	研究課題	具体的研究テーマ例	技術領域
環境と経済が調和して発展する社会	⑤多元的なエネルギー創成と高効率利用	「エネルギーの生成と変換」 エネルギー変換工学領域の基礎研究(高性能ヒートポンプ・蓄熱、高効率燃料電池発電、高効率エネルギー貯蔵など)および燃料改質工学領域の基礎研究(高効率バイオマス、廃棄物ガス化、次世代石炭ガス化、未利用資源の改質・燃料化など)	・超高効率の光発電セルのためのナノ界面高機能化技術 ・低環境負荷・高効率ヒートポンプを実現する新規冷媒・発泡材の開発 ・高効率バイオマス・非食用植物利用	エネルギー 社会インフラ
		「分散エネルギーネットワーク」 多元的エネルギー需給のための革新的分散エネルギーシステム(分散型電源の配電系統制御、高効率パワー・エレクトロニクス、超電導材料の応用、IT利用技術などを含む)	・大規模分散型電源供給・配電系統制御システム ・超伝導送電 ・分散エネルギーシステム向け進化型ハードウェア	
	⑤多元的なエネルギー創成と高効率利用 ⑥希少資源の有効活用	「ナノマテリアル」 ナノスケール・サイエンスの深耕に基づいたハイブリッド材料、超高強度材料、希少金属代替材料、エネルギー変換用材料など革新的材料の創製	・ナノスケール3D構造解析やナノレオロジー解析に基づいたハイブリッド機能性材料の開発 ・希少金属レス高強度材料の創製 ・有機・無機界面機能制御技術	材料
		「触媒科学」 低炭素社会に向けた新エネルギー、脱石油資源を実現するための、革新的な触媒を活用した物質変換プロセスの創出(CO2の原料化も含む)	・CO2を原材料化するための触媒技術 ・固体高分子燃料電池用非貴金属系触媒開発	
⑦次世代モビリティ	「高度交通・物流システム」 センサ・通信・情報処理技術を利用した、安全・効率的な人・物の輸送ネットワーク、テレワークスペース・テレスクール技術、高効率移動用ロボットなど。	・高度交通・物流システム ・テレワークスペース、テレスクール ・高効率移動用ロボット	融合領域	
安全・安心な社会	⑧ディペンダブルな社会インフラ	「ディペンダブル社会基盤」 ディペンダブル社会基盤の創設・整備のための基礎研究	・電力・ガス・水道・IT・防災などの複合ネットワーク ・産業インフラ向けセキュリティ(物理・サイバー)	エネルギー 社会インフラ
		「放射性廃棄物処分」 放射性廃棄物地層処分の安全性確保	・超長期に渡る腐食/防食シミュレーション、高精度加速試験方法確立 ・岩盤の構造安定性評価法の開発 ・地下水の流れ解析法の確立	
	⑨減災・防災技術の革新	「耐震基盤技術」 地震動予測および設計用地震波の評価精度向上	・地震観測ネットワーク構築に向けた継続的取り組み ・地盤構造データベースの整備および設計用地震動評価法の確立	
健康で心豊かに生きられる社会	⑩予防医療	「ユビキタス・ヘルスケア」 ユビキタス・遠隔ヘルスケアに関わるセンサ、ネットワーク、診断、予兆検知などの包括的研究	・センサデータのクラスタリング、疾病予兆との関連付け ・遠隔ヘルスケアネットワーク ・機器の故障予知技術	医療・バイオ
	⑪再生医療・テーラーメイド医療	「生体適合材料」 複合型バイオチップ等を用いた高度診断、再生医療・遺伝子治療、人工臓器治療等の革新医療の実現を目的とした生体適合性、生体機能性材料の創成など	・長期生体適合性、生体機能代替材料の開発 ・高ターゲット性DDS材料の開発 ・複数疾患同時診断を可能とするマルチバイオチップの開発	
	⑫感性価値を重視したものづくり	「感性価値創造工学」 顧客の感性を重視した高付加価値のサービス・製品を実現するための、人間工学、感性工学などに基づく体系的な研究	・エクスペリエンステクノロジー ・デジタル・コンバージェンス ・ユニバーサル・デザイン	融合領域

産業競争力懇談会（COCN）

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 〒100-8280

日本生命丸の内ビル（株式会社日立製作所内）

Tel : 03-4564-2382 Fax : 03-4564-2159

E-mail : cocn.office.aj@hitachi.com

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄