


研究レポート

No.98 December 2000

国の研究開発の重点・効率的推進に向けて 研究開発活動の新たな評価手法開発の試み

主任研究員 安部 忠彦

富士通総研（FRI）経済研究所

「国の研究開発の重点・効率的推進に向けて」

～ 研究開発活動の新たな評価手法開発の試み～

主任研究員 安部忠彦

【 要 旨 】

1. 近年 IT やバイオ技術の進展に見られるように、技術の進歩が一国の経済や社会の行方に与える影響が大きくなってきている。この認識の元、我が国でも、国が実施したり支援する研究開発活動の重要性が高まり、科学技術基本法が作られ、研究開発費が次第に増額されてきた。
2. しかし国民からみて関心があるのは、その投入金額の大きさだけではない。国の研究開発活動が、国民が直面する社会的・経済的課題を解決するために国全体として適切になされていること、また、国の科学技術能力が高まっていることがより重要である。このためには、科学技術戦略目標が適切に設定されているのか、戦略目標達成のために適切なプロジェクトが過不足なく設定され投入資源が適切に配分されているのか、成果の厳正な評価に基づき、より効率的な運営への指示や戦略の練り直しがなされているのかといった、研究開発活動の Plan Do See がうまく機能していることこそが重要である。
3. 研究開発活動における Plan Do See においては、なかんずく適切な評価がなされ、それが国としての科学技術戦略に反映されていることがポイントとなる。しかし日本においては、国が行う研究開発活動に対して、制度として第三者評価が開始されたのは 1997 年と近年のことである。このため、現状では評価の対象が研究機関や個々のプロジェクトレベルであり、まだ、国の科学技術戦略全体が評価されるまでには至っていない。個々のプロジェクトの評価を重ねても、プロジェクト全体を俯瞰した評価がなされない限り、国全体としての科学技術活動が適切になされているかどうかは判らない。
4. 本調査研究では、そのような欠点を改めた、国の研究開発活動を評価する新たな手法を、通産省における研究開発プロジェクトをモデルに考案した。この評価手法を用いることで、国の研究開発活動がより戦略的で効率的なものになるための第一歩が踏み出されることが期待される。今後、この手法をより実用的なものに改善し、国全体で使用されるようになることが望まれる。

【 目 次 】

はじめに	1
．国が行う研究開発の実態	2
1．各国の科学技術政策の変化	2
2．国が負担する研究開発費の実態	3
3．国が負担する研究開発費が少ないことのマイナス	4
．日本の新たな対応	5
1．増加する研究開発費	5
2．重要性を増す国の研究開発評価	5
．新たな評価手法の開発	11
1．新たな評価手法の要件	11
2．具体的な評価手法の開発	11
．実際の評価と今後の課題	17
(参考資料 技術領域の区分)	18

はじめに

近年、世界において地球環境問題等の社会的課題が増大し、また国間の産業競争が激化している。このため、科学技術が社会や産業の課題解決、知的な基盤形成において期待される役割は増大し、科学技術の強化が、国の将来を大きく左右する要因との認識が世界的に高まっている。

社会的課題の解決や知的な基盤の形成において広範な波及効果が期待される分野であったり、産業においても市場化前段階で早急な資金回収が見込めず、多額の資金と長期の研究期間を要しリスクが高い分野においては、国が先導的に行う研究開発活動が重要になる。

しかし日本においては、対 GDP 比でみた国の研究開発支出は、米国やドイツに比べ少ない。この結果、国が行う社会的課題の解明に向けた技術開発、知的基盤形成、標準物質のデータ蓄積等において弱い面がある。また、国の研究開発活動を補う面を持ち、これまで一本調子で増加した民間企業の研究開発費も、景気低迷により対前年度比で減少する年も見られ、なかんずく民間企業の基礎研究離れも顕著になってきた。

このため日本は、平成 8 年に科学技術基本計画を策定し、国の研究開発支出の増額を謳い、積極的に研究開発活動を推進しつつある。

しかし、国民の価値観の多様化、キャッチアップからフロンティア開発への方向転換などの動きの中で、国として行うべき分野の設定は難しくなってきた。方向づけが難しく、財政が悪化しつつある中での研究開発費の増額ということもあいまって、国がどのような研究開発戦略を達成しようとしているのか、国が行うのがふさわしいのか、その達成状況はどうかなどについて、国民にわかりやすく説明し理解を得ることが重要となってきた。このため、研究開発活動の厳密な評価と、その結果を戦略策定などに明確に反映させることが重要という認識は、日本のみならず各国においても共有され始めている。国が行う研究開発活動を、国全体として重点的に、効率的に運営する必要が高まっているといえよう。

日本では国が支援する研究開発プロジェクトに対する外部評価はまだ始まったばかりであり、制度的に幾つかの課題を抱えている。さらに、実際に行われた研究開発プロジェクトの評価をみても、やはり幾つかの課題が指摘されている。

本調査研究は、このような現状の国の研究開発活動評価が持つ課題を乗り越えて、新たな評価方法を開発し、その実用可能性を検証しようとするものである。

・国が行う研究開発の実態

1. 各国の科学技術政策の変化

近年、世界において地球環境問題や食糧問題などの社会的課題が増加したり、国間の産業競争が激化している。これらの課題を解決するために、国が行う研究開発活動の役割が変化しつつ重要になってきている。このため 90 年代に入り、各国ともそれまでの科学技術政策を変更し、新たな政策を策定しつつある。

これまでの各国における科学技術政策の基本は、国は、学術的な基礎研究、軍事や医療、エネルギー問題等民間がやらない分野で基礎基盤研究を支援するというものであった。そうすればそこからのスピノフ(技術流出)によって、自然に民間部門において技術革新や新製品開発が促進されるという考えに基づいていた。

しかし、特にこの様に考える傾向が強かったアメリカで、ハイテク部門での技術貿易が次第に悪化する状況に直面し、民間企業の技術革新を直に支援する政策が行われるようになってきた。他の国でも、経済的な繁栄による持続的な成長などを、国が行う研究開発の直接的な目標に掲げるケースが多くなってきた。

このような 90 年代の各国における科学技術政策の方向をまとめれば、

これまでの技術オリエンテッド(シーズプッシュ)から社会・経済オリエンテッド(ニーズプル)に変わってきた。

研究開発の性格も、基礎研究を自由にさせるのではなく、基礎研究と産業界とのパートナー化により、成果の早期実現を目指すようになってきた。

技術選定でも技術者の興味にのみ任せるのではなく、国の戦略を達成するための重要技術を選び出し、集中効率的な研究開発を志向し始めるようになってきた ことがある。

図表 1 90 年代主要各国の科学技術政策

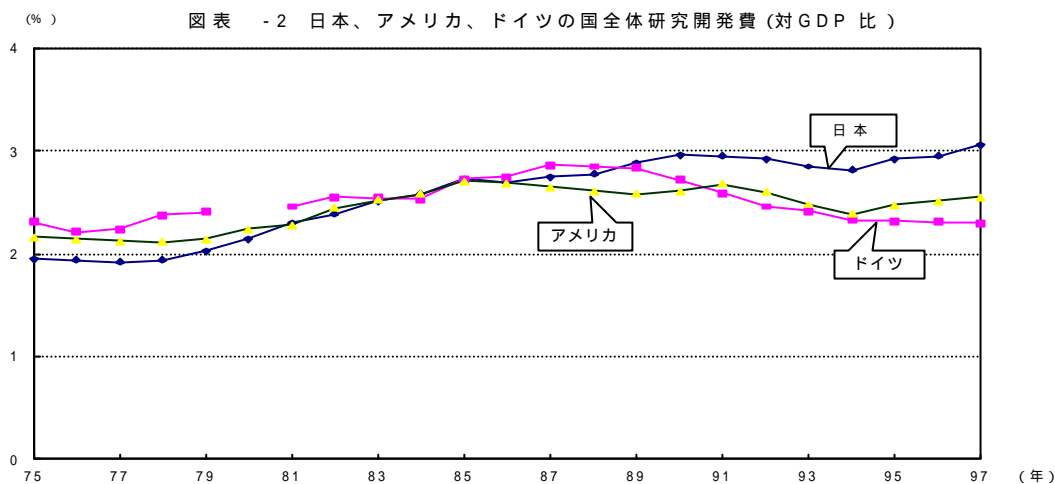
	アメリカ	イギリス	ドイツ
目標	国家安全保障 健康増進 経済的繁栄	競争力獲得 生活の質の向上	持続的成長 健康増進 予防的環境保護
性格変化	基礎研究成果を 産業技術、社会 環境技術に 素早く移転	基礎研究と産業 界のパートナー 化 知識の市場化	成果の早期製品 化 教育重視
重要技術	健康、環境、 情報通信等 (各国とも、	バイオ、光 ソフト、情報等 重要技術を選定	情報、環境、 バイオ等 し始めている)

資料：各国の科学技術政策より FRI 作成

2. 国が負担する研究開発費の実態

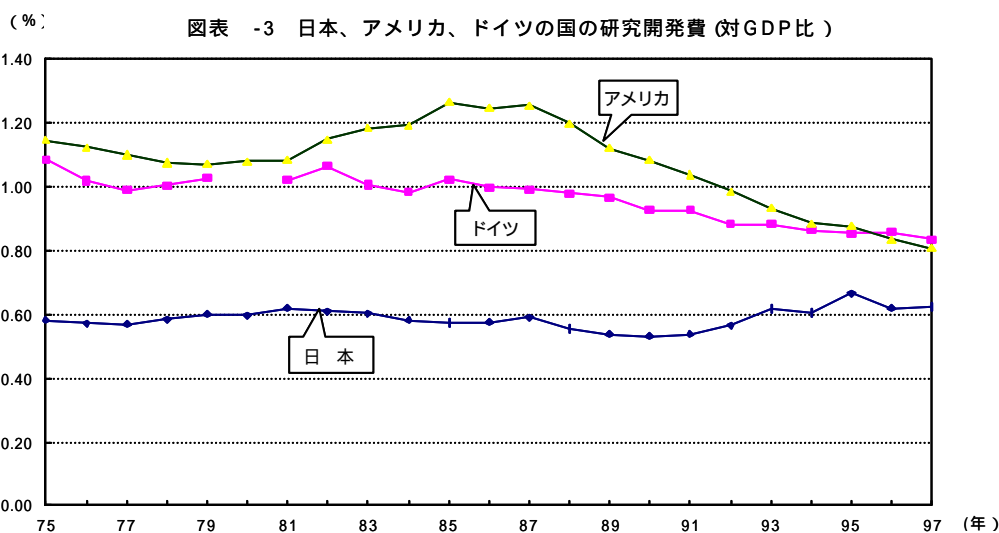
このように、国が行う研究開発の役割が変化しつつ重要になってきている中で、日本の研究開発費がどのような実態にあるのかを見てみたい。

まず、日本及びアメリカ、ドイツの国全体の研究開発費を対 GDP 比で見たのが図表 2 である。



資料：『科学技術白書（平成 12 年版）』（80 年のドイツのデータは無し）

日本は、国と民間とを合わせた全体の研究開発費(対 GDP 比)で見れば、世界でも最も高い値となっている。また各国との格差は拡大しつつある。



資料：『科学技術白書（平成 12 年版）』（80 年のドイツのデータは無し）

しかしこれを国のみの支出で見ると、90 年代に入り先進各国との格差が小さくなってはきているが、日本の値は小さいものになっている。

アメリカなどは、国が軍事関連に対して多額の支出をしている。これを除けば、大きな違いはないという指摘もある。しかし、近年産業をリードするコンピュータ、半導体、インターネットなどはもともと軍事関連研究開発活動から出発した技術であり、軍事費も含めてみるのが適切である。やはり格差が大きいと認識すべきであろう。

3. 国が負担する研究開発費が少ないことのマイナス

一般に国が行うべき研究開発活動としては、以下の2つが中心になると思われる。

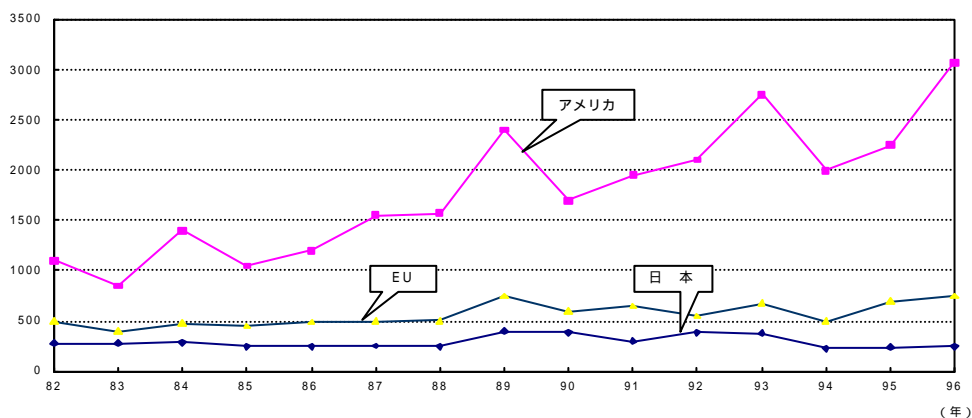
第一は、社会が共通的に直面する重要問題を解決するための研究開発の中で、長期間がかかったり成功リスクが高いため、放っておいては民間に研究開発のインセンティブが働きにくい分野である。

第二は、国の研究開発能力の維持である。たとえばバイオ、情報通信、ソフトウェアなどのように汎用的で、共通基盤的な研究、また、規格化や標準化のための研究などがこれに該当しよう。

日本においては民間企業が、ここ15年間以上にわたり他の先進国の民間企業以上に基礎研究を熱心に行ってきた。各国主要企業が中央研究所の規模を縮小し、基礎研究を大学や国に依存する傾向を強める中で、日本企業は、日本においても世界においても基礎研究を重要視しつづけてきた。裏返せば、日本では頼るべき大学や国の基礎研究が弱体であったこともある。従って第一の分野では、民間企業がカバーしてきたため、この分野での弱体化は顕著ではない。しかし民間企業においては、他国以上に負担が大きかったといえる。

問題は第二の分野である。日本で国の研究開発費が少ないことにより、基礎的・基盤的研究、標準化力など国の研究開発ポテンシャルにおいて、日本の弱さにつながっていた。例えば、基礎研究と産業技術との結びつきを示すサイエンスリンケージ（アメリカの特許審査資料に論文が引用される件数の指数）をライフサイエンス分野で見ると、特にアメリカに対し、その格差が拡大していることが判る。

図表 - 4 ライフサイエンスにおける日本の位置づけ
(特許登録件数 × 引用件数)



資料：米国商務省資料

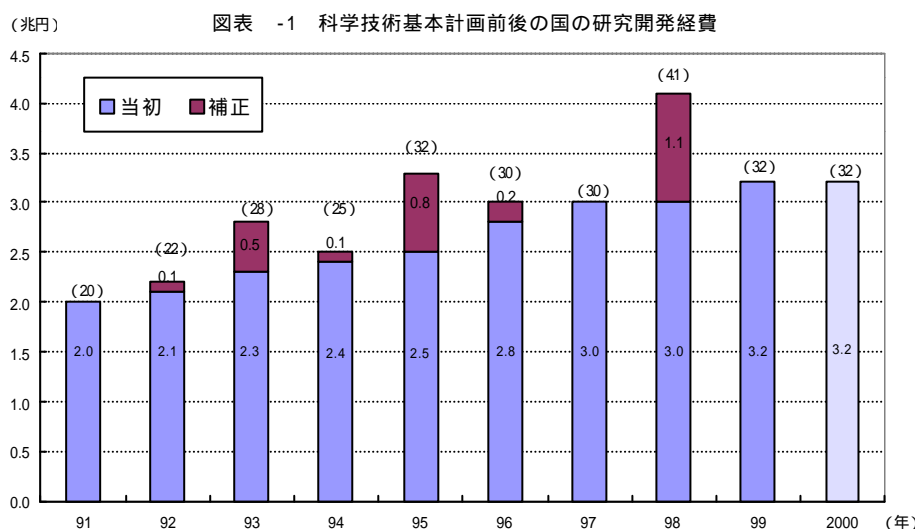
このほか情報科学や材料などでも同じような傾向が見られる。基礎研究に基づく科学論文をベースにした競争力ある基本特許を生み出しにくい状況がわかり、近年の日本弱体化の一因と目されている。また、標準物質等のデータ数においても日本はアメリカに比べ少なく、科学情報発信の面で劣っている。

・日本の新たな対応

1. 増加する研究開発費

このように、国の行う研究開発がより重要になってきたにもかかわらず、国が支出する研究開発費が少ないことが反省された。こうして1996年7月に閣議決定された「科学技術基本計画」の制定に基づき、国が負担する研究開発投資額が急速に増強された。

上記計画では、96年度から2000年度までの5年間で、合計17兆円を支出すること(それまでの5年間では自然科学のみ、含む補正で12.6兆円)が打ち出され、これは、補正予算を含めるとほぼ達成された。



資料：科学技術庁資料

2. 重要性を増す国の研究開発評価

国の研究開発費が増加したことにともなって、研究開発の評価が重要と注目された。財政悪化の中で多額の税金を投入するからには、国民が納得する研究開発テーマが選ばれているか、機動的な運営が行われ十分に効果を上げているかを、第三者が厳しく評価すべきという認識が高まったためである。

2.1 日本の研究開発評価の歴史

国が行う研究開発活動に対する評価体制のこれまでの経緯を見れば、例えば通産省では昭和40年から研究開発プロジェクトを実施してきているが、それに対しては専門家集団に

よるピアレビューという形で個別のプロジェクト評価が行われてきた。しかし厳正な第三者評価が行われだしたのは1997年以降と、つい最近のことである。

1997年8月に、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」が決定された。国費を使う研究開発プロジェクトに評価を義務づけたものである。このため各省庁で、第三者からなる評価委員会による評価が行われるようになってきた。

科学技術基本法施行以降の、通産省を例とした研究開発評価体制構築の動きは以下のようである。

図表 2 国が行う研究開発プロジェクトの評価活動の動き（通産省）

<p>科学技術基本法（1995年11月公布、施行）</p> <p>：科学技術振興の重要性が指摘された。</p> <p>科学技術基本計画（1996年7月閣議決定）</p> <p>：研究開発が高度化、複雑化しつつある状況を踏まえ、従前にも増して効率的・効果的な研究開発を行うべく、厳正な研究開発評価の実施が強く要請された。</p> <p>1 国の研究開発全般に共通する評価の実施の在り方についての大綱的指針（1997年7月科学技術会議意見具申、8月総理大臣決定）</p> <p>：内閣総理大臣から、各省庁大臣に対して、本指針に沿った厳正な評価を実施するよう要請された。</p> <p>2 経済構造の変革と創造のための行動計画（1997年5月閣議決定）</p> <p>：「国の研究開発全般に共通する評価の実施の在り方についての大綱的指針」に沿った、厳正な評価実施を要請。</p> <p>産業技術審議会評価部会（1997年6月設置）</p> <p>：評価指針策定、見直し時の審査</p> <p>工業技術院技術評価課（1997年7月設置）</p> <p>以下の業務を遂行するために設置</p> <p>：通産省の評価システムの運営管理</p> <p>：産業技術審議会評価部会の運営</p> <p>：各局評価業務の支援</p> <p>：重要な工業技術院プロジェクト外の事後評価（産技、NSS、地域大プロ＜先端型＞）</p> <p>通産省内各局の動き</p> <p>：各部署毎の具体的な評価マニュアルを、指針と整合性の取れた形で策定、公表</p> <p>：当該マニュアルに基づく評価作業を実施。評価結果は公開。</p>

資料：通商産業省資料より FRI 作成

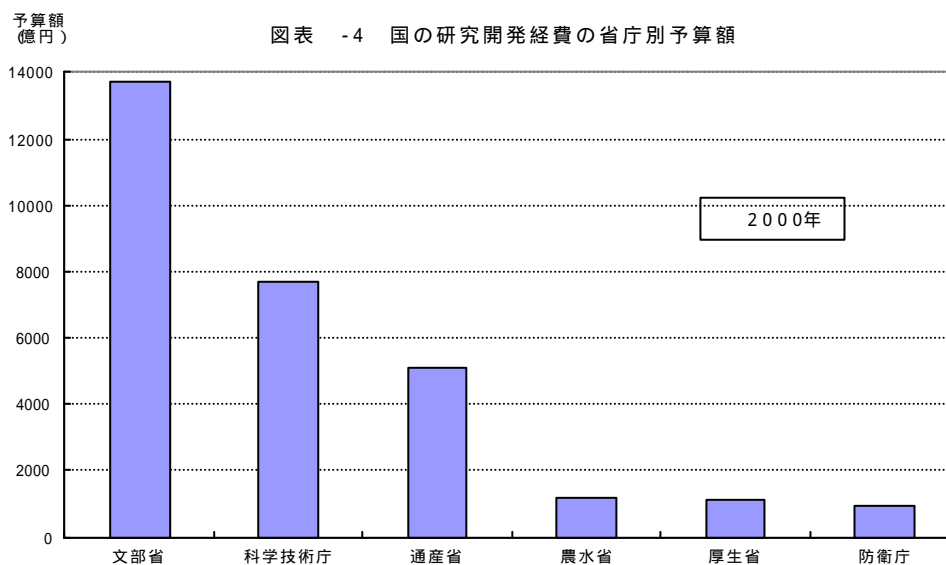
評価の大綱的指針の策定以降、通産省以外の省庁でも、各省独自に評価指針(各省庁が行う研究開発について評価を実施する上で基本となる方針をまとめた省庁内の統括的なガイドライン)や評価実施要領(より具体的な評価の実施方法)が策定された。

図表 3 各省庁の研究開発評価指針の制定状況

策定期期	省庁	評価指針名称
1997.4	郵政省	情報通信研究開発基本計画
7	農林水産省	試験研究機関及び研究課題の評価に関する指針
8	通商産業省	技術評価指針
9	科学技術庁	研究開発評価の推進について
12	文部省	「学術研究における評価の在り方について」建議
1998.1	厚生省	厚生科学研究に係る評価実施方法に関する指針
2	環境庁	研究評価基本指針
	運輸省	研究開発評価指針
4	防衛庁	内部規定を改定

資料：各省庁資料より FRI 作成

ちなみに各省庁における科学技術関係経費は以下のとおり(平成11年度当初予算額)。



技術庁『科学技術白書 平成12年版』より FRI 作成

合計額31,552億円であるが、上位3省庁で約83%を占める。従って国が行う研究開発活動の評価を行う上では、国費投入が多い上位3省庁における評価が重要ということ

になる。中でも最も多額の経費を使用しているのは文部省であり、本来なら文部省における研究開発活動の評価手法をまず開発すべきであろう。しかし今回は、通産省のケースを例とした。これは、研究開発テーマに関してみると、上位3省庁の中では通産省で行われているものが最も広いフェーズ（研究開発段階）に亘っているため、より汎用的な手法を開発しようと考えたためである。

2.2 日本の研究開発評価の特徴

このように、国が行う研究開発活動の評価体制は徐々に整備されつつある。現状の日本における評価体制、手法は、以下のような特徴をもつ。

各省庁別に独自の評価がなされている。

個別プロジェクト毎の評価のみが行われている。

定性的な、コメントベースの評価が中心である。評点法を用いた評価がようやく開始された段階にある。

個別プロジェクト毎の評価においても、性格が異なる評価である業務評価（プロジェクトの達成度チェックなどのモニタリング的な評価で、その研究開発分野の専門家が行うべき評価）と政策評価（非専門家も交えて行うべき技術政策面に係る評価）とが、同じ委員により同じ場で行われている。

研究開発のフェーズに応じて評価項目や基準が決められていない。標準的な評価項目のみ決まっており、各フェーズのプロジェクトに適宜使用されている。

これらの特徴から、現行の評価体制や手法では以下の問題点がある事が指摘できる。

各省庁別の評価が主体であることから、各省庁をまとめて、国全体として科学技術戦略がどのような分野を志向し、それらに対してどのような資源配分になっているのかがわかりにくい。各省庁で無駄な重複があってもチェックできない。

各省庁内でみた場合にも、個別プロジェクト毎の評価が中心なので、そのプロジェクトが科学技術戦略全体の中で何を担い、他のプロジェクトとの関係でその戦略目的達成上どのような役割を果たしているのか、その相対的な位置づけがわかりにくい。つまり、ある科学技術戦略の目的を達成するために作られたプロジェクトが重複して多数存在するのか、あるいはそのプロジェクトしか存在しないのか、戦略毎の各プロジェクトの分布バランスがわかりにくい。

個別プロジェクト毎の成否は、それぞれ固有の要因の影響が大きいと思われる。個別プロジェクトだけを評価しても、ある戦略目標分野全体のパフォーマンスはどうかなど、政策的な評価がなされにくい。国の努力の程度を評価するためには、複数プロジェクトを俯瞰的相対的に見た評価が重要である。

定性評価が多く、評点された結果が少ないのでプロジェクト間で相対的に比較しにくい。統廃合の指摘もし難い。

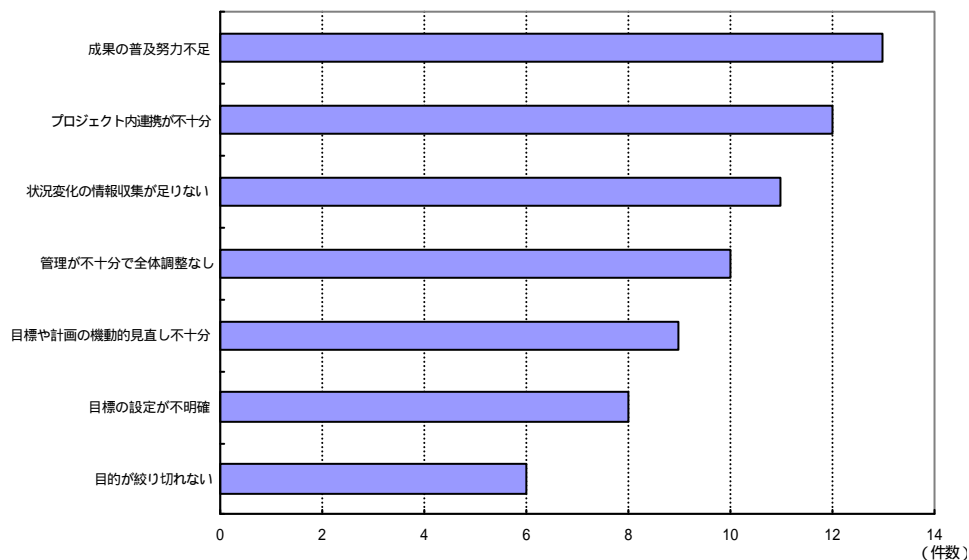
業務評価と政策評価とが混在してしまい、両者を分けた適切な指摘がし難い。
 フェーズに応じた適切な評価がし難い。
 悪い評価が出ても、評価が難しいフェーズの研究開発だからなどと言い訳されてしま
 う。

このような問題点があり、現行の個別プロジェクト毎の評価を積み重ねても、縦割り重
 複を排除した競争的、重点的、効率的な運営には結びつきにくい。国民が知りたいのは専
 門性が高く素人には分かりにくい個別プロジェクトの評価結果ではなく、国として本当に
 必要な戦略目標分野に研究開発資源が過不足なく投入され、成果が達成され、実用化の道
 筋がついているのかという点であろう。それが現在の評価制度ではわかりにくい状況であ
 る。

2.3 評価報告書からみた、国の研究開発プロジェクトの問題点

国の研究開発プロジェクトに関して本格的な外部第三者による評価が開始された1997年
 以降1998年度までに、通産省の例で言えば25件の研究開発プロジェクトの評価が実施さ
 れ、評価報告書として公開されている。これら25件の報告書を元に、そこで指摘された
 研究開発プロジェクトにおける問題点を分析した結果、以下の問題点が浮かび上がってき
 た(対象とした研究開発プロジェクトはニューサンシャイン計画16件、産業科学技術研
 究開発制度9件である)。

図表 -5 実際の評価で多数指摘された問題点



資料：FRI 作成

このように、研究開発の成果自体(達成度)についてだけでなく、プロジェクトの方向
 性やマネジメントに係わる問題点が多数指摘されている。これらを纏めれば、

成果をどのように実用化するかの道筋があまり考慮されていない。

プロジェクトの目標が達成され成果は出たけれども、成果を実用化しようとする企業がないという例が多い。

ただし、本来国の研究開発能力を高めるための活動が、目的を絞ったプロジェクトという衣を着ることがある。研究開発能力を高めるための活動では実用化の道筋はあまり問われないはずなのに、プロジェクトとなったために問われてしまうというミスマッチもある。

効率的な運営になっていない。

研究主体が互いに連絡することが少なかったため、整合性が取れない研究開発を続けてしまっている。

研究環境変化への機動的な対応がなされていない。

プロジェクトを開始した時点から状況が変化しても、当初計画どおりに研究開発を続けてしまう。状況変化に機動的な対応がなされない。

国の研究開発戦略とプロジェクトとの対応が曖昧。

国の戦略目標のどの部分に貢献するのかという明確な目的、目標が絞れていない。

尤もこれは、科学技術基本計画で国の重点的研究開発分野を明確にしなかったため、プロジェクトの目的も曖昧になりがちと言う面もある。

これらの問題は、研究開発実施者の問題というよりは、研究開発政策担当者側の問題である場合が多い。

また、国の研究開発プロジェクトに参加した民間企業へのアンケート調査（江藤学、大熊謙治「技術政策ツールのベストミックス」第14回 研究・技術計画学会 講演会要旨集1999）によれば、国の研究開発プロジェクトの問題点として、研究期間が長く、その間に状況が変るのに対応しきれない、目的が硬直的で、参加者の意志疎通が悪いことが指摘されている。また今後の改善点への希望として、プロジェクトの重点化・集中化、運営の柔軟性の確保が挙げられている。

・新たな評価手法の開発

1．新たな評価手法の要件

このように、現行の国のプロジェクト運営において、様々な課題が指摘され、また現行の評価手法自身にも課題がある事が判明した。このような課題を改善するための、新たな評価手法の開発が必要となる。新たな評価手法が満たすべき要件は、以下の3点に要約できよう。

国の研究開発における戦略目標と個別研究開発プロジェクトがどのように対応しているか、国の戦略目標を達成できるように個別プロジェクトが過不足なく設定されているかどうかの評価できること（プロジェクトスタート時以降の内外情勢変化に対応したものであるかどうかも含む）。

戦略目標、研究フェーズ、技術領域が同じであるプロジェクト同士のパフォーマンスの優劣を、互いに相対的に比較評価できる評価項目と評価基準を持つこと。

上記の評価結果から、個別プロジェクトの統廃合や、効率的な運営のための指示や、今後の研究開発プロジェクト選択のための示唆が得られること。

2．具体的な評価手法の開発

これらの要件を充たす評価手法を検討する。ここでは手始めに、幅広い分野の研究開発活動が行われている通産省の研究開発プロジェクト群の評価が行える手法を開発する。そしてそれを他の省庁で行われている研究開発プロジェクト群評価に応用することを考える。特に個別プロジェクトの業務評価結果を活用しながら、プロジェクト群を分野毎にまとめた政策評価を中心に考える。

2.1 分野の設定

評価の対象となるプロジェクトはそれぞれ達成すべき戦略目標分野と研究開発フェーズが異なるので、同一基準で評価する事は合理的でない。このため、同一基準で評価しても意味を持つように同じ分野に属するプロジェクト群を分類し集める必要がある。この場合の分野分類の基準としては、戦略目標、研究開発フェーズ、及び技術領域がある。

(1) 戦略目標分野の設定

本来、国が行う研究開発活動の戦略目標分野は大きく2つに分けられ、それぞれに対応した異なる評価項目で評価がなされなければいけない。その戦略目標分野の第一は、科学技術が活用されるべき、社会が直面する明確な課題や制約としての分野である。具体的には環境問題やエネルギー問題、高齢化問題解決のための研究開発である。第二は、日本の科学技術ポテンシャルを高める分野である。具体的には基礎的、基盤的な技術開発や標準化などに関する研究開発である。この中には研究人材育成などのプロジェクトも入るだろう。

これまでは両者が一緒に扱われていたため、科学技術ポテンシャルを高めるはずが、ある特定課題を纏って行われたり、目的が漠然として具体性が無いプロジェクトが実施されることがあった。明確な課題達成型の研究開発プロジェクトと国として研究ポテンシャルを高める活動とを区別し、それぞれに応じた評価が必要になるだろう。例えば、第二の分野においては、目的を集約したプロジェクト方式はなじまず、多様性の確保が重要となる。自由な発想、長期的な視点から評価すべきである。

具体的な戦略目標分野としては、現在通産省が設定しつつある重点戦略目標分野を中心に設定されることになる。従って今後、新たに研究開発プロジェクトを計画・申請する場合に、どの戦略目標分野に対応したプロジェクトであるかを明確に申請させることになる。実際には、上記第一の分野では、社会的課題の解決として2分野程度（例えば高齢化社会における安全、安心で質の高い生活の実現、高度情報化社会の実現など）、経済成長の制約解消として2分野程度（例えば環境と調和した経済社会システムの構築、エネルギー・資源の安定供給等）が考えられよう。第二の分野では、将来のフロンティアを切り開く革新性、基盤性を有する萌芽的技術開発分野、標準など知的基盤の開発が考えられる。

これらの戦略目標分野間の優先順位に関しては、例えば民間では、重点戦略目標分野の順位付けは明確で、その重要度に応じて資金が配分される。しかし国においてはその優先順位はこれまで明示されていなかった。今回新たに制定される新科学技術基本法においては、優先順位が明示される可能性がある。

本来、多様な科学技術分野において戦略の優先順位を決める事は困難である。一般には意志的戦略形成(政策担当者がこれはやるべきと言ってやる)と、合理的戦略形成(技術予測、需要予測等をベースに)とがある。いずれにしても難しいのだが、その決まり方が透明性を持ち、国民に知らされていることが求められよう。

(2) 研究開発のフェーズ

研究開発のフェーズが異なれば、互いに比較評価するのは困難である。このため各プロジェクトをフェーズにより分類し、同じフェーズのものを集めて評価比較する必要がある。

フェーズとしてはここでは以下の3つに分けてみた。

シーズの発掘・育成段階

産業技術としての有用性を見極めと確立

産業応用・実用化の促進

上記の戦略目標分野との関連で言えば、第一分野に属するすべてのプロジェクトに関しては上記3つのフェーズに細分類する。しかし、第二分野の「将来のフロンティアを切り開く革新性、基盤性を有する萌芽的技術開発分野」に関しては、より基盤的な技術開発になっているので、シーズの発掘・育成段階、及び産業技術としての有用性を見極めと確立という2つのフェーズに分けることが適切であろう。さらに「標準など知的基盤の開発」ではあまりフェーズとは関係ないので、フェーズ分けは行わないのが妥当と考えられる。

(3) 技術領域

技術領域は、上記戦略目標を達成するために、どのような領域の技術を用いるのかを示すものであり、使用する技術分野(及びそれをさらに細分した技術区分)によって分けられる。

技術分野は基本的には科学技術庁が実施している科学技術予測で使用している技術区分を元に、海外における技術区分に対応できるように7分野からなる。これらはさらに32の技術区分に分けられる。

ここで注意すべきは、この分類は現状既に学問的に確立された分野の分類であることである。研究開発では未だ確立されていない分野をターゲットとすることは当然ありえる。このため、現状の分類ではどこにも当てはまらない「学際分野」という括りを新設する必要があるだろう。

また、現状の技術区分は、技術分野を体系的に区分したものにはなっていない、羅列的な区分も見られる。今後より体系的なものに整理して行く必要がある。同時に、やはりどの技術区分にも入りきらないものもあるので、「共通基盤」等の区分を新たに設ける必要がある。

今後、国全体の研究開発プロジェクトを網羅的に相対評価する必要があるが、その場合には、特にこの技術領域を共通なものにすることが重要である。そのため、調整官庁である科学技術庁が中心に、共通の技術分野や技術区分を早急に作る必要があるだろう。

2.2 新たな評価手法のフォーマット 1

ここでは評価手法の要件の一つである、国の研究開発における戦略目標分野と個別研究開発プロジェクトがどのように対応しているか、国の戦略目標を達成できるように個別プロジェクトが過不足なく設定されているかどうかを評価できる評価フォーマットを提案する(図表 1)。

このフォーマットでは、縦軸は戦略目標分野と研究開発フェーズ、横軸は技術領域(技術分野、技術区分)のマトリックスから成る。マトリックスの各セル(縦軸、横軸とが交叉した部分)の中に、それぞれの戦略目標分野、研究開発フェーズ、技術分野(技術区分)に対応する研究開発プロジェクトの件数、累計経費(または予定される合計の経費)を記入する。ただし実際には、各研究開発プロジェクトは複数の要素技術の研究開発から構成されることが多い。それらの要素技術毎に到達すべき技術目標が決まっており、また研究開発を実施する主体も異なっているのが一般である。このため、研究開発プロジェクト毎に件数と研究開発経費を記載するよりは、要素技術毎に記載したほうが実態を評価しやすい。

図表 1 新たな評価手法のフォーマット 1 と記載例

	技術分野 1 (複数技術区分)	技術分野 2 (複数技術区分)	...
戦略目標分野 1	(分野 1 計)	(分野 1 計)	
戦略目標小分類 1	(小分類 1 計)	(小分類 1 計)	
研究開発のフェーズ 1	3 件 (20 億円)	6 件 (25 億円)	
研究開発のフェーズ 2	2 件 (15 億円)		
...			
戦略目標小分類 2	(小分類 2 計)	(小分類 2 計)	
研究開発のフェーズ 1	15 件 (50 億円)		
研究開発のフェーズ 2		10 件 (10 億円)	
...			
戦略目標分野 2	(分野 1 計)	(分野 1 計)	
戦略目標小分類 1	(小分類 1 計)	(小分類 1 計)	
研究開発のフェーズ 1	5 件 (100 億円)		
研究開発のフェーズ 2			
...			

資料：FRI 作成

このようなフォーマットに基づき、各要素技術や研究開発プロジェクトの分野別構成を見ることで、以下の点を評価することができる。

国の戦略目標や、戦略目標策定以降の内外の情勢変化に即した要素技術やプロジェクトが設定されているか。

同一戦略目標分野を担う要素技術やプロジェクトの件数や研究開発経費の分布、過疎状況が判明することで、その分布に偏りがあれば是正を行う。戦略目標分野間でプロジェクトの件数や経費のバランスが必要と考える根拠は、それぞれの戦略目標分野の重要性は互いに平等と言う考えに基づいている。現在は戦略目標分野間に優先順位は考えられていないが、今後戦略目標に優先順位が設定されれば、当然その優先順位に対応した資源配分がなされているかどうかの評価のポイントとなる。

戦略目標やフェーズの性格に応じた経費 / 件数になっているか

戦略目標やフェーズの性格に応じてふさわしい経費 / 件数が考えられる。シーズの発掘・育成のフェーズや将来のフロンティアを切り開く革新性、基盤性を有する萌芽的技術分野であれば多様性が大事であり、自由な発想、長期的な視点が重要で集中投入はなじまない。従って、件数は多いが、一件一件の金額はそれほど多くなくてもいい。

逆に実用化に近いフェーズの研究開発では集中が重要で、件数は少ないが一件当たりの金額が多くなることが予想される。そのようになっているかどうかのポイントで、なって

いない場合には改善を提言する。

戦略目標分野の実現を担う今後の新たな重要技術は何か

近年の各国の科学技術政策動向において、各国とも重要技術を選別し始めている。日本でも、今後国家の重要技術は何かについて検討する必要がある。今回開発した評価フォーマットにより、戦略目標分野の達成のために、実際どのような分野や区分の技術が使われているか、経年的にどのような技術が使用されているかの傾向が分かり、このような情報から、今後の重要技術を提言できる可能性がある。

また、従来の技術分類に該当しない、新たに進展しつつある技術分野も判明する。その分野の育成を先取的に促進できるなど、今後の国家技術戦略に活用することがおおいに期待できる。

2.3 新たな評価手法のフォーマット 2

次に、評価手法の要件の一つである、戦略目標、研究フェーズ、技術領域が同じであるプロジェクトや要素技術同士のパフォーマンスの優劣を、互いに相対的に比較評価でき、その評価結果から、個別プロジェクトの統廃合や、効率的な運営のための指示ができるようなフォーマットを提案する。

図表 2 新たな評価手法のフォーマット 2 と記載例

				評価項目 1	評価項目 2	...
戦 略 分 野 1 ・	研 究 フ ェ ーズ	技 術 分 野 1	プロジェクト 1 (要素技術 1)	4 点	3 点	
			(要素技術 2)	3 点	3 点	
			(要素技術 3)	4 点	4 点	
	1 ・	技 術 分 野 2 ・	プロジェクト 2 (要素技術 1)	5 点	2 点	
				(要素技術 2)	5 点	5 点
			プロジェクト 3 (要素技術 1)	3 点	3 点	
			

資料：FRI 作成

このフォーマットでは、縦軸に戦略目標分野、研究開発フェーズ、技術分野を同じくするプロジェクトもしくは要素技術を並べ、横軸にはそれぞれのパフォーマンスを示す評価項目毎の評点を標記する。こうして、同じ分野に属するプロジェクトや要素技術のパフォーマンスを相対的に比較できるようにしたものである。

具体的な評価項目としては、

国が行うべき適格性、緊急性の程度

国が行わなくてはならないプロジェクトか、民間に任せてもいいプロジェクトかを評価。

初期に立てた目標の達成度

投入資源と運営の適切性を評価。

達成された成果のレベル

研究開発目標の高さを評価。

インパクトの大きさ（技術的、経済的、社会的インパクト）

実用化までの距離の短縮度

実用化への努力を評価。

等が考えられる。

このようなフォーマットに基づき、各要素技術や研究開発プロジェクトのパフォーマンスを見ることで、以下の点を評価することができる。

国費を投入することの適格性

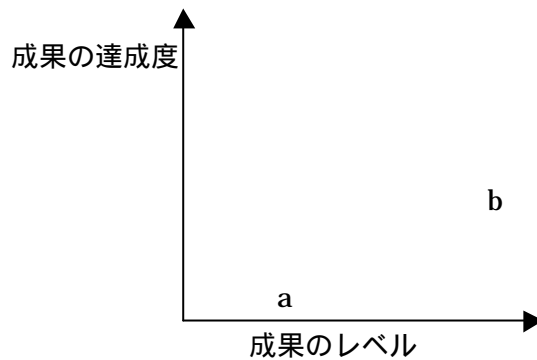
内外の情勢変化によるプロジェクトの意義の変化や同一分野でのプロジェクト、要素技術の相対評価によって、当該プロジェクトが国費を投入すべきものであるか、緊急性がどうかについて検討し提言することができる。国が100%負担すべきか、民間と分担すべきかの判断基準としては、民間プロジェクトの出現状況などによる。それに応じてどのような性格の資金（委託費、補助金、出資、融資、税制支援など）を使用すべきかも提言できる。

今後も継続すべきか、廃止・統合すべきプロジェクトか

同一分野内におけるプロジェクト、要素技術の相対的な評価によって、プロジェクトを今後も継続すべきか、廃止・統合すべきかに対する提言ができる。重複する他のプロジェクトの新たな成果出現による優位性の変化等から提言する。

その判断においては、当該要素技術に関し、各評価項目について得られた評点を元に、2つの異なる評価項目を選び、それらを縦、横2軸に取ったポートフォリオ図を元に判断することは有効と思われる。

図表 3 同一分野のプロジェクト、要素技術の相対的評価位置



資料：FRI 作成

(例えば a という要素技術は他の要素技術群に比べ、成果の達成度も成果のレベルも低いので何らかの問題があると見られる。a は b という要素技術と非常に似た要素技術とすれば、a を廃止するか、b に統合することを考えるなど)

・ 実際の評価と今後の課題

この様に開発した評価手法を、通産省で行っている幾つかのプロジェクトについて適用した。その際の適用上の問題点としては、評価の元になるプロジェクトに関する諸資料が整備公表されていない点がある。この問題が解決されないと、十分な評価は不可能だ。

資料が整備されていれば、それほど問題なく適用できると考えられる。結果的にも、戦略目標分野に応じたプロジェクト配置バランスはチェックできるし、同一セル内のプロジェクトの相対的な評価もできる。相対的に格段にパフォーマンスが悪いプロジェクトの廃止や、関連性が強いプロジェクトの統合にも使用できそうである。

今後この方法の基本的なフォーマットを統一し、各省庁で共通して使用することで、各省庁で同一セル内範囲で重複するプロジェクトを見出すことができ、縦割り行政の弊害を取り除くことが可能となると考えられる。

参考資料 技術領域の区分

・ライフサイエンス

技術区分	キーテクノロジー
ゲノム科学	<ul style="list-style-type: none"> ・シーケンス技術 ・タンパク質の機能・構造解析技術 ・発現情報検出技術 ・マイクロ DNA ファクトリー
脳・神経科学	<ul style="list-style-type: none"> ・脳細胞移植技術 ・非侵襲的ヒト脳機能解析 ・脳の老化の解明 ・脳の神経・精神障害の機構の解明 ・脳型コンピュータ
医療	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子治療（ベクター） ・遺伝子診断 ・バイオインフォマティクス ・ファーマ・コジェノミクス ・ES 細胞（胚性幹細胞） ・トランスジェニック・アニマル（遺伝子改変動物） ・異種生物間臓器移植
食物科学	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子組み替え植物 ・機能性食品 ・クローン技術
共通・基盤技術	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオミメテックス（生体模倣技術） ・バイオエレクトロニクス ・（バイオレメディエーション）注 1

注 1：環境分野の地球環境（水質浄化技術及び土壌浄化技術）と重複

・材料

技術区分	キーテクノロジー
生体材料	<ul style="list-style-type: none"> ・生体親和性材料 ・人工皮膚・人工臓器（ES 細胞によるものを除く）
電子材料・光学材料	<ul style="list-style-type: none"> ・表示系材料 ・情報機器用材料 ・シリコンウエハ ・光デバイス化合物半導体 ・シリコン超 LSI 関連材料
エネルギー・環境用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・（リサイクル関連）注 2 ・発電・送電設備用材料（超伝導材料） ・電池用材料
建設・輸送機器用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・信頼性向上建築用材料（耐震建築用材料） ・建築・構造物・輸送関連材料（複合材等）
共通基盤技術	<ul style="list-style-type: none"> ・有機合成用触媒 ・カーボン材料 ・巨大磁気抵抗材料 ・準結晶 ・in situ 分析 ・表面構造解析 ・特殊鋼創製技術 ・計算機利用技術（分子設計用）

注 2：環境分野の循環型社会システム（製品・プロセスのライフサイクルアセスメント）と重複

・情報通信

技術区分	キーテクノロジー
コンピュータ	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータシステム ・スーパーコンピュータ / 超並列処理コンピュータ ・ストレージシステム ・新原理コンピュータ (量子コンピュータ、バイオコンピュータ等)
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤ソフト ・並列処理システム ・分散ネットワークシステム ・セキュアシステム ・ソフトウェア工学
ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ・放送通信融合ネットワーク ・移動体ネットワーク ・衛星ネットワーク ・次世代インターネット ・大容量ネットワーク
ヒューマン コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・音声情報処理技術 ・画像情報処理技術 ・言語情報処理技術 ・ヒューマン・インターフェース技術
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・耐故障システム技術 ・情報保護技術 ・応用システム技術 (電子マネー等)
システム複合	<ul style="list-style-type: none"> ・ (ITS) 注3 ・情報家電、ホームセキュリティシステム ・バーチャル技術

注3：社会基盤分野の交通システムと重複

・環境

技術区分	キーテクノロジー
地球環境	<ul style="list-style-type: none"> ・気候変動の観測・予測・変動機構の解明 ・地球温暖化による影響の予測・解明 ・温室効果ガス固定・削減技術 ・酸性雨による影響の予測・解明 ・低公害車 ・生態系観測技術
地域環境	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染物質削減・除去技術 ・水質浄化技術 ・土壌浄化技術 ・廃棄物処理技術
環境リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・ダイオキシン計測技術 ・低温度計測技術 ・有害化学物質の生態系への影響解明
循環型社会システム	<ul style="list-style-type: none"> ・製品・プロセスのライフサイクルアセスメント ・再資源化技術 ・ゼロエミッション産業技術 ・都市下水・廃棄物処理新システム ・インバースマニュファクチュアリング

・エネルギー

技術区分	キーテクノロジー
化石燃料・加工燃料	<ul style="list-style-type: none"> ・化石燃料の探査・採掘技術（メタンハイドレートを含む） ・高効率・低公害・大容量火力発電 ・高効率・低公害廃棄物発電 ・燃料電池 ・石炭ガス化／石炭液化技術 ・水素・メタノール等製造技術／ガス化改質プロセス
原子力エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・軽水炉 ・高速増殖炉 ・核融合 ・放射性廃棄物処理・処分 ・安全管理技術（放射線防護・臨界管理等）
自然エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電 ・風力発電 ・バイオマス利用技術
省エネルギー・エネルギー利用技術	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー貯蔵技術 ・送配電技術・次世代系統連携技術 ・民生用・産業用電気機器の省エネルギー技術 ・コジェネレーション ・廃熱利用技術 ・ヒートポンプ・冷凍サイクル

・製造技術

技術区分	キーテクノロジー
微細加工	<ul style="list-style-type: none"> ・超精密計測技術 ・光源技術 ・精密研磨技術 ・プラズマ加工技術 ・マイクロマシーン ・精密部品加工技術
機械加工	<ul style="list-style-type: none"> ・高速プロトタイプング技術 ・超精密金型転写技術 ・射出成型技術
アセンブリプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・高速組立成型技術 ・高速伝送回路設計技術 ・微細接続技術
システム技術	<ul style="list-style-type: none"> ・（ライフサイクル解析）注4 ・バーチャルリアリティ技術（バーチャルプロトタイプング） ・ヒューマンセンタード生産 ・複数企業共同生産システム（リーン生産システムなど） ・品質管理システム ・低エントロピー化指向製造システム

注4：環境分野の循環型社会システム

（製品・プロセスのライフサイクルアセスメント）と重複

・社会基盤

技術区分	キーテクノロジー
土木・建築	<ul style="list-style-type: none"> ・巨大地震に対する土木構造物の設計法確立 ・土木構造物の健全度評価技術 ・河川ダム等の広域総合管理技術 ・複合構造構梁開発技術 ・建築物の耐震・制震技術 ・建設副産物リサイクル技術
航空・宇宙・海洋	<ul style="list-style-type: none"> ・次世代航空機技術 ・人工衛星開発・利用技術 ・宇宙輸送インフラ技術 ・有人宇宙技術 ・海洋開発技術
その他の輸送機器	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車の環境対策技術（既存燃料の燃費向上、新燃料開発） ・（廃車リサイクル技術）注5 ・自動車の衝突安全性向上技術 ・鉄道の環境対策技術 ・超電導リニアモーターカー ・船舶の設計製造に関する情報技術 ・船舶運行自動化技術 ・船舶の環境対策技術
交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ・都市における交通計画 ・ITS ・交通安全支援技術

注5：環境分野の循環型社会システム

（製品・プロセスのライフサイクルアセスメント）と重複

(参考文献)

科学技術庁 『科学技術白書（平成12年版）』平成12年

科学技術庁 『科学技術白書（平成11年版）』平成11年

科学技術庁 『研究開発の評価の現状(平成10年度版)』平成11年