

JAERI-Review

2002-020



JP0250389



米国業績結果法(GPRA)と基礎科学研究に関する評価

2002年8月

高橋 祥次

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の間合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、
お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡
東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division,
Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-
gun, Ibarakiken 319-1195, Japan.

米国業績結果法（GPRA）と基礎科学研究に関する評価

日本原子力研究所

高橋 祥次

（2002年7月16日受理）

米国業績結果法（GPRA）は連邦政府機関がその実施する政策を特に経済的観点から評価し、議会に報告することを目的とした法律である。納税者に対する説明責任を果たし、予算の効率化を図る狙いがある。政府機関は、戦略計画（5年毎）、年次計画（毎年）、業績報告書（毎年）を提出しなければならない。行政の内容を経済的に評価し難い、特に基礎科学に対する資金を拠出しているエネルギー省（DOE）や国立科学財団（NSF）も例外ではない。翻って、特別法人改革の中で、研究開発に対する投資効果分析を求められているわが国研究開発法人も同様の課題を抱えている。このため、DOE、NSFのGPRA報告書の内容や関連する議論を紹介、分析し、課題解決の糸口を提供する。しかし、米国でも、基礎科学の経済評価、投資判断基準の必要性は認めても内容、手法について議論がまとまっていないのが現状である。

GPRA (Government Performance and Results Act) and
Research Evaluation for Basic Science

Shoji TAKAHASHI

Japan Atomic Energy Research Institute
Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo

(Received July 16, 2002)

The purpose of the Government Performance and Results Act of 1993 (GPRA) is to ask federal agencies for evaluating their program performance especially from cost-efficiency aspect and to report to Congress. GPRA is to hold agencies accountable for their programs by requiring that they think strategically (in most cases every 5years) and set, measure and report goals annually. The agencies which have responsibilities for enhancing basic science like Department of Energy (DOE) and National Science Fund (NSF) are not excluded by reasons of the difficulties of economic evaluations. In Japan, based on "the Rationalization program for the public corporations" of 2001, the research developing type corporations should make a cost-performance evaluation in addition to the conventional ones. They have same theme as US agencies struggles. The purpose of this report is to get some hints for this theme by surveying GPRA reports of DOE and NSF and analyzing related information. At present, I have to conclude although everybody accepts the necessities of socio-economic evaluations and investment criteria for basic research, studies and discussions about ways and means are still continuing even in the US.

Keywords: GPRA, Research Evaluation, Basic Science, Tax Payer, DOE, NSF,
Pier Review, Reorganization and Rationalization Plans,
Special Public Organization

目 次

1. はじめに	1
2. 調査結果	2
2.1 GPRA とは	2
2.1.1 戦略計画	2
2.1.2 年次計画	3
2.1.3 業績報告書	3
2.2 DOE の実施状況	4
2.2.1 戦略計画	4
2.2.2 年次計画	5
2.2.3 業績報告書	10
2.2.4 GPRA と国立研究所評価との関係	11
2.2.5 GPRA と投資判断基準	12
2.3 NSF の実施状況	14
2.3.1 戦略計画	14
2.3.2 年次計画	15
2.3.3 業績報告書	16
3. まとめ	18
謝辞	18
参考文献	19

Contents

1. Introduction	1
2. Results of Survey	2
2.1 GPRA	2
2.1.1 Strategic Plan	2
2.1.2 Performance Plan	3
2.1.3 Performance Report	3
2.2 Activities for GPRA in DOE	4
2.2.1 Strategic Plan	4
2.2.2 Performance Plan	5
2.2.3 Performance Report	10
2.2.4 Relation between GPRA and Research Evaluation in National Laboratories	11
2.2.5 GPRA and Investment Criteria for Basic Science	12
2.3 Activities for GPRA in NSF	14
2.3.1 Strategic Plan	14
2.3.2 Performance Plan	15
2.3.3 Performance Report	16
3. Summary	18
Acknowledgement	18
References	19

1.はじめに

1993年、米国議会は、業績結果法（Government Performance and Results Act 以下 GPRA と略）を制定した。これは、政府の資金をより効率的に使用し、納税者たる国民にその用途をより明快に説明し、政府の予算に関する議会の決定をより行いやすくするため、連邦政府機関の実施している各政策を特に経済的観点から評価することを目的とした法律である。基礎科学研究を担当している、エネルギー省（DOE）や、国立科学財団（NSF）もその対象となっている。

これまで、科学、なかんずく基礎科学の政策評価は、純粋科学的側面からの評価手法、特にピア・レビューの方法がとられ、一定の評価を収めてきた。しかし、GPRA は、従来のこうした手法にとどまらず、国民がもっと理解しやすい、しかも、資金の効果的、効率的使用の決定判断に役立つような評価方法を、基礎科学にも求めているところに特徴がある。

2001年ブッシュ政権が発足した後においては、行政の費用と効果が重要視され、とくに GPRA と毎年の予算額を連動させようという政策意図が明らかにされた（この考え方は2002会計年度の政策運営要綱“The President’s Management Agenda”で明快に述べられている。）。こうしたことから、R&D 投資に対しても効率化の要請が一段と強まり、R&D 投資に対する投資基準を策定する検討作業が大統領府から関係機関に対して命じられた。また R&D 投資に対する政策評価と毎年度の予算の関係を連携させようという動きも強まっている。このように、米国においては、R&D 投資に対する政策評価をどのように行うかが喫緊の課題となっているのである。

わが国では、昨年、特殊法人改革の議論の過程で、日本原子力研究所のような基礎研究を実施している機関のプロジェクトに関し、投下した資金に対する便益を、できる限り定量的に評価して公表すべきとの議論が起り、この旨は、年末の「特殊法人等整理合理化計画」に、基礎研究を実施している機関の検討項目として記載された。

このような議論に対し、日本原子力研究所としてどのような答えを出すべきか考えるに当たって、GPRA の議論は似た側面があり、参考になる点が多いのではないかと想定、調査を試みた。以下、その調査内容である。

2. 調査結果

2.1 GPRA とは

GPRA には、制定に当たっての問題意識、法の目的、評価の進め方としての、(1) 中期の戦略計画 (Strategic Plan)、(2) 年毎の実行計画 (Performance Plan、以下、年次計画という)、年毎の業績報告 (Performance Report、以下、業績報告書という) 等が規定されている。

制定に当たっての問題意識は、

- ① 連邦政府の行っている各計画の無駄と非効率性が、国民の政府に対する信頼感を低下させ、旺盛な公共的ニーズに適正に対応する政府の能力を減じていること、
- ② 計画の目標が明確に表されていないこと、計画の結果に対する情報が不十分なことから、計画をより効率的に、かつ効果的なものに改善するうえで、(各プログラムを全般にわたって監督する立場にある) 連邦政府の管理者達が非常に不利な立場にあること、
- ③ 計画に対する実績や結果に十分注意を向けられていないことが、議会での政策形成、支出判断を行い各計画を概観するうえで、重大な障害になっていること、である。

したがって、法の目的は、

- ① 計画実行の結果に対する連邦政府各機関の説明責任能力を組織的に保持することによって、政府の能力に対する国民の信頼を改善すること、
 - ② 計画の目標を定め、その目標に対しての実行度を計測し、その進展度について公表することを、一連のパイロット・プロジェクトについて手始めに開始すること、
 - ③ 結果、提供するサービスの質、顧客の満足度に新たに焦点を合わせることに重きを置くことによって、連邦政府の行う計画の効率と説明責任能力を改善すること、
 - ④ 連邦政府の管理者に対し、目標に適合した計画を立案することを要求し、かつ、計画に対する結果とサービスの質に関する情報を提供することによって、サービス提供の仕方を改善させる手助けをすること、
 - ⑤ より目的に即した情報を提供することによって、法の目的を遂行し、連邦政府の計画と支出の効果と効率を相対的に高め、議会の政策判断能力を改善すること、
 - ⑥ 連邦政府の内部の管理能力を改善すること、
- にある。

2.1.1 戦略計画(Strategic Plan)

GPRA では、先ず中期の戦略計画が立てることが要求される。本計画は、5年以上の計画で、最低3年に一回、データを改め、改定する必要がある。その内容としては、以下の項目を含むことを求められている。

- i) 機関の主要な機能、業務をカバーする範囲での、機関の課せられた任務 (Mission) に関する包括的な説明

ii) 機関の主要な機能、業務に関する到達目標、目的を包含した、総体としての到達目標、具体的目標

iii) 到達目標、具体的目標がどのようにして達成されるかについての記述。到達目標、具体的目標の達成に必要な業務の方法、技能、技術、人員、資金、情報、その他資源に関する記述を含む

iv) 年次計画との関係についての記述

v) 総体としての到達目標、具体的目標の達成に影響を及ぼすと考えられる、外的、かつ当該機関の力の及ばない重要な要件としてはどんなものがあるかについての認識

vi) 総体としての到達目標、具体的目標を設定、または改定する際に用いられる評価に関する記述。将来時点での評価スケジュールを含む

2.1.2 年次計画(Performance Plan)

つぎに、GPRA は、年次計画の策定を求めている。年次計画は、戦略計画で示された長期の戦略と、各計画を実施する管理者、スタッフの日々の活動の間の関係を示すものと位置付けられている。1998 年には、年次計画策定のガイドラインが会計検査院 (GAO) より公表されている (参考資料 3)。このガイドラインによると、年次計画とは、

- ① 計画の実効により達成される水準を規定する達成目標を設定すること、
- ② そのような目標を、目的毎に、定量的に、測定可能な形であらわすこと、
- ③ 目標を達成するのに必要な、実施プロセス、用いる技能及び技術、人員、資金、情報、その他の事柄を簡潔に記述すること、
- ④ 計画の実行により生み出されたもの、サービスの水準、成果を測定し、評価するのに用いる達成指標を設定すること、
- ⑤ 実施した結果を、設定した達成目標と比較できるようにする基準を設けること、
- ⑥ 測定した値を確認し、妥当と認める手段について記述すること、

とされている。

年次計画には、過年度のプログラムの活動評価、目標を達成できなかった活動についての今後の必要事項あるいは修正、年次計画で設定された達成目標を記載すること、とされている。また、戦略計画の項目と予算上の項目とが異なることから、戦略計画の達成目標、手段が、予算書上の活動プログラム内容と相互に関連するような仕組みとすることが求められている。また、年次計画は、毎年 3 月末日までに作成し、議会及び大統領に提出される。

2.1.3 業績報告書(Performance Report)

業績報告書は、業績目標に対して、実際の成果がどうであったかを報告するものである。具体的には、

- ① 当概会計年度の業績目標に対する完遂度合いのレビュー、
- ② 業績目標に対する実施割合から見た、当該年度に係る業績計画の評価、

- ③ 業績目標が達成されなかった場合には、a. その理由、b. 当該目標を達成するための新たな計画、スケジュール、c. 業績目標が実現不可能なときは、その理由、とるべき措置、等を記載することとされている。

各省庁は、毎年3月末までに、大統領及び議会に対し、前会計年度に関する業績報告書を提出することが義務づけられている。本措置は、1999会計年度分から設けられた。

2.2 DOEの実施状況

DOEの所掌は、エネルギー資源、原子力による国家安全保障、環境問題、DOEの任務及び物理、生物に関わる科学研究である。傘下には、何箇所かの国立研究所を有しているが、GPRAの報告義務者はあくまでDOE本体であって、各研究所がそれぞれGPRAによる報告をするわけではない。しかし当然のことではあるが、各研究所の活動はDOEを通じて管理されているわけであるので、DOEによるGPRA報告の主要な部分を構成することとなる。

2.2.1 戦略計画

DOEの最近時の戦略計画は、2001～2006会計年度のものであり、2000年9月に制定された(参考資料7参照。素案が2000年2月に公表され、パブリックコメントが求められた。)。戦略計画はDOEの上記4所掌及び全体管理部門毎に整理されている。戦略計画は、一般到達目標—具体的目標—目標達成のための手段、戦略の順に記載されている。我々の関心は、科学研究にあるので、以下、科学研究部門に焦点を当てて見ることとする。

科学研究部門の一般到達目標として、「DOEの課題解決のための土台となり、米国の技術進歩の基礎となり、物理学及び生物学、そして物質及びエネルギーの性質に格段の洞察を与える源となる基礎研究及び科学実験装置の進展を期すこと」と記述されている。

つぎに、具体的目標として4課題掲げられている。

- ① クリーンであり、かつ購入可能な価格で、量的に豊富なエネルギーを探索する物理化学、
 - ② 人類の生存する地球を守るための基礎科学、
 - ③ 物質及びエネルギーの基礎理論構築研究、
 - ④ 超高性能の化学実験施設、支援専門家、インフラストラクチャーの整備、
- である。

それぞれについて、目標達成のための手段が記されている。①について言えば、水素製造、貯蔵の効率化につながる、かつ一次燃料として、また燃料電池として使用の増大した水素に関連した表面科学についての理解を深めること、100°K以上かつ4テスラ超、あるいは100,000/平方センチメートルで稼動する超電導物質の合成等、5項目、②については6項目、③については6項目、④については5項目示されている

さらに戦略の目指す方向として、国内燃料の新資源の開発、あるいは既存資源の改良の

ための科学研究の進展、発電、貯蔵、送電の技術進展につながる科学研究の進展などが述べられている。そして、これら目的に関連した活動が、予算や年次計画に具体的に示されていくこととなると述べられている。

2.2.2 年次計画

GPRA は、戦略計画で示された長期の到達目標や具体的戦略目標が、年次計画ではどのように関わってくるのか、予算との関係はどうかを記述することを求めている。DOE の年次計画にはその関係が端的に示されており、それが図 1 である（参考資料 8 参照）。これをみると、戦略計画の部門別到達目標が GPRA 年次計画の一般到達目標に一致する。また、戦略計画の部門毎具体的戦略目標が年次計画の具体的目標となっている。さらに戦略計画の部門毎成果目標が年次計画の戦略/成果目標と一致する。次に年次計画の戦略/成果目標を組替え、再編成する形で GPRA 活動プログラムを作成する。この組替えた内容が予算書に公表される内容と一致するというわけである。

具体的にみると、戦略/成果目標は、83 プロジェクト計上されている。これを、予算の項目に組みなおした場合には、41 プロジェクトとなる。すなわち、戦略/成果目標に掲げられた各項目は、必要とする資金を、関連する単一の、あるいは複数の予算プロジェクトから得る仕組みととなっている。

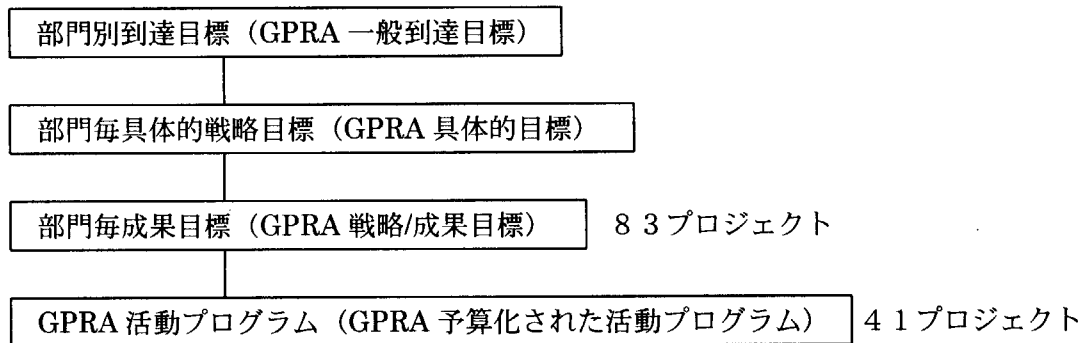


図 1. 戦略計画、年次計画、予算の関係

DOE では、予算の内容は予算決定ユニット (Decision Units) で審議し決定される。その決定プロセスも加えて、戦略計画、年次計画、予算との作成の関係を整理したものが図 2 である。

年次計画においては、それぞれの戦略/成果目標について、単数あるいは複数の成果指標が示され、評価の基準がわかるようになっている。例えば、科学研究に関わる成果指標は、8-9 頁の表 1 のとおりである。

さらに、年次報告では、過年度分の成果に関する評価が示されるが、それは緑、黄、赤の三段階で評価される (2003 年度以前は、目標超、目標達成、ほぼ目標達成、期待以下の

四段階であった。)

緑；満足いく結果。すなわち、規定された目標が100%達成された。

黄；中程度の評価結果。すなわち、目標は遅れて達成されたが、年度の終わりまでには部分的達成(80-99%)にすぎなかった。

赤；不満足な結果。すなわち、年度終わりまでに目標の80%以下の達成度であった。

DOEは、プログラムの進展度合いを四半期ごとに確認しながら、年次ベースで公表している。

以上の説明では、具体的イメージがつかみにくいので、実際の公表されたものを概観してみる。年次報告のスタイルは、まだ試行錯誤の過程にある様子で、定常的なものと成っていない。そこで、公表されているものとして最も新しい2003年度の年次計画を紹介することとしたい。

基礎科学部門に関する記述については、まず前述の基礎科学研究部門の達成到達目標が述べられたあと、8つの戦略目標が記述されている。例えば、基礎科学研究部門の一番目の戦略目標としてSC1の番号を付されている高エネルギー物理研究の戦略目標は、次のようになっている。

「自然界の力相互間の対象性を打ち壊し、すべての素粒子に係る質量を惹起するメカニズムを、現在の標準モデルが正確に予言できるかどうか、あるいは別の理論が必要かどうか、2010年までに決定する。また、同じタイミングで、宇宙における反物質の非存在が既知の物理現象で説明できるかどうか決定する。」

次に、基礎科学部門の2003年度の予算総括表が一表で示され、その付属説明として、予算項目とGPRAの戦略目標との相関関係を示す図が示されている。基礎科学部門の予算は、予算の大項目としては、科学とエネルギーの2項目からなるが、エネルギーに属しているのは、技術的情報管理の1科目(総額3293百万\$のうち8百万\$)だけで、ほとんどは科学に属するものから成り立っている。科学の項目は、11科目から成り、それぞれの科目毎の予算額内訳として示されている。

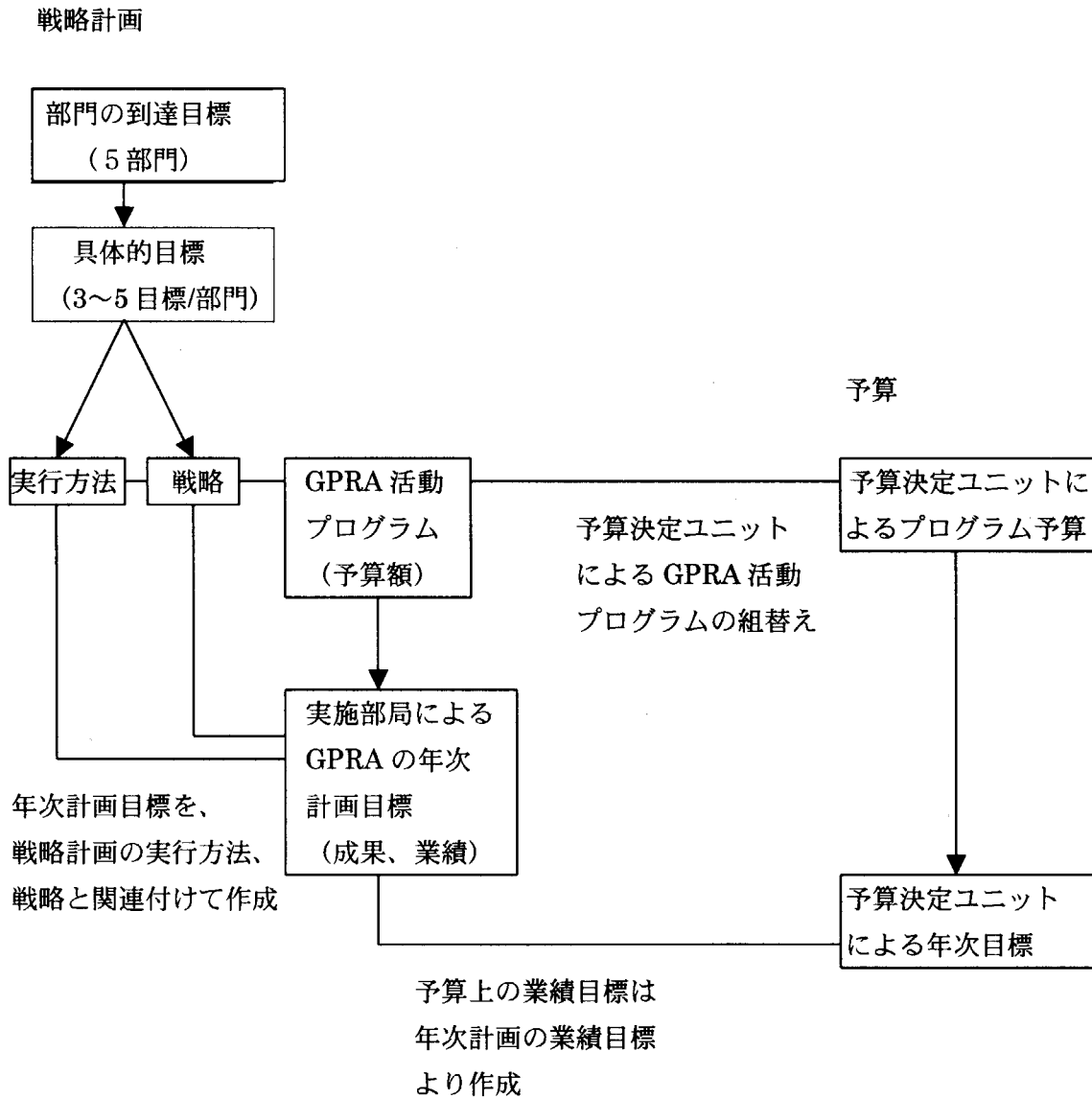
この後に、各予算項目毎に整理された表が示されている。科学研究部門の予算項目区分は、高エネルギー物理及び核物理学、生化学及び環境研究、基礎エネルギー科学、先端計算科学、核融合エネルギー科学となっており、この区分にしたがって評価が記述されている。例えば、第1の科目である高エネルギー物理は、4つの戦略/成果目標と関係があり、その関係する部分を集約した数字、内容が記載されている。最初に2001, 2002, 2003年度の実績及び予算額が一表となっている。つぎに、予算項目の構成要素となっている戦略/成果目標毎に、

- ① 1999, 2000, 2001年度の関連実績、
- ② 2002年度最終成果目標、
- ③ 2003年度要求成果目標、

が記載されている。ただし、2003年度の計画は、2000年に策定された戦略計画の成果目標、

目的を改定した内容となっている。

予算項目の高エネルギー物理について具体的にみると、関係する戦略/成果目標は、SC1-1、SC1-2、SC 7-1A、SC 7-1B である。SC1-1 の戦略/成果目標に関する書きぶりは、1999 年



(資料出所) DOE Strategic Plan (2000年9月) 114頁

図2. 戦略計画、年次計画、予算との相関関係

表1 科学研究分野の戦略/成果目標の達成指標

科学プロジェクト	戦略/成果	達成指標
高エネルギー物理(SC1-1) (SC1-2)	重要な科学的発見の数	重要な科学的発見の数は、高エネルギー物理プログラムの長期的進展に関する成果指標である。
	最終結果の精度	高エネルギー物理プログラム科学測定の正確性と誤差の減少という特別のねらいを確立している。
核物理 (SC2-1), (SC2-2), (SC2-3)	研究の質	研究の質は、専門家による外部評価の、様々な形態の外部評価により測定 研究プロジェクト；専門家の評価(ピア・レビュー)により、競争的に選択 (1) 装置の高度化、建設；コスト、期間を計画の平均10%以内に収める (2) 装置の稼動；計画外の停止が稼動計画の20%未満とする
	関連研究	専門家による外部評価野、様々な形態の外部評価により測定。
	主導性	DOEの使命、米国にとって重要な基幹分野の研究をDOEがどの程度サポートしているか測定。
	重要な科学的発見の数	重要な科学的発見の数は、高エネルギー物理プログラムの長期的進展に関する成果指標である。
生化学及び環境研究(SC3-1)	DNA塩基配列の基礎的組合せの年間解析数	DNA塩基配列の基礎的組合せの年間解析数はクリーンエネルギー、炭素排出抑制、環境浄化、最近テロの検出や破壊等に貢献する生物学的解決方法の進展を支える微生物や他の生物のDNA塩基配列確立の進展を測定する手段を提供する。
生物及び環境研究(SC3-2)	気象モデルの解析	気象モデルの解析に関する指標は、気象に係る地球温暖ガス、エアゾールの影響を解析し、予測の不確かさを減少させ、またエネルギー生産、使用の環境への潜在的な悪影響を予測、評価し、軽減するための研究進展の度合いを測定するもの。

科学プロジェクト	戦略／成果	達成目標
基礎エネルギー科学 (SC4-1)、(SC4-2)、(SC4-3)	外部専門家の事後評価による妥当性判断結果	外部専門家の事後評価による妥当性判断結果は基礎エネルギー科学分野の研究使命の範囲に含まれる科学原理探求の質及び他との関連性、種々の研究者集団が必要とする先進的研究装置の開発の度合いを測定するもの。
先進的計算科学研究 (SC5-1)	主要な国内外の研究発表会での招待報告	主要な国内外の研究発表会での招待報告に関する指標は、応用数学、計算科学の研究計画および、国防、エネルギー安全保障に重要なネットワーク、協力関係における DOE の主導性を測定するもの。
先進的計算科学研究 (SC5-2)	利用者に開放されたソフトウェア	利用者に開放されたソフトウェアに関する指標は、科学シミュレーション、モデル・コードの開発における計算能力の向上に寄与する応用の度合いを測定するもの。
核融合エネルギー科学 (SC6-1)	理論モデル及び実験結果から示されるパラメーターの範囲	理論モデル及び実験結果から示されるパラメーターの範囲は、磁気閉じ込めプラズマの挙動を予測する能力を測定するもの。
核融合エネルギー科学 (SC6-2)	計画目標の達成度合い	既存の実験装置に基づく R&D プログラムを可能にさせる核融合エネルギー科学によって開発された様々の装置部分の進展度合いを測定するもの。
科学施設（研究プログラムの経費節減） (SC7-1)、 (SC7-6)	予算に対する期限内完成割合	予算に対する期限内完成割合は、科学施設建設プログラムがどの程度うまく管理されているかの度合いを示す指標。
	計画外停止割合	計画外停止割合は、科学利用施設がどの程度うまく管理されているかの度合いを示す指標。

(注) () 内の番号は、戦略活動目標の番号を示す。SC は科学研究部門を表わす。

実績については、「多国間協力の大ハドロン衝突プロジェクト (LHC) に DOE として 99 年分の参加供与を行う (目標達成)。「宇宙科学探査に関する NASA への協力努力を継続 (目標達成)」となっている。2002 年目標として、「電子ビームプログラムの一環として、(A) MIT/Bates の BLAST 装置検出器の検収を完了し、最初の測定作業に着手する。(B) TJNAF の NSF-DOE 共同プロジェクトである GO 検出器の政策、据え付け、検収を完了する。」「陽子の回転構造を解明する研究プログラムのための RHIC 装置による偏光した陽子の検出」と記述されている。また、SC1-2 については、2002 年目標として「RHIC 装置のヘリウム貯蔵器の増設及び液体窒素冷却システムを完成させる。その際、コスト削減 (50 万 \$)、稼働率の向上 (10% 増) を図る。」とあり、数量目標が記述されている。

2.2.3 業績報告書

DOE の業績報告書の表題は、“Performance & Accountability Report”となっている。表題に、Accountability (説明責任) が入っているのは、「国民に対する説明責任は、米国政府の信条である」(DOE 長官前文挨拶) ことによるであり、報告書の性格を示すものとして興味深い。

現時点で最新の報告書は、2002 年 2 月公表の 2001 会計年度に係る報告書である。そこで、本報告書における内容を以下見ていくこととする(「2000 年報告書統一法」は、本業績報告書を含めて、いくつかの報告と合体することが認められた。このため、DOE の報告書は、2001 年会計報告書と合体する形となっている。)

業績評価は、まず、部門毎の総括があり、その後、活動プロジェクト毎に①2002 年次計画で示された 2001 会計年度の達成目標と結果、②2000 会計年度の達成目標と評価、③1999 会計年度の達成目標と評価、が記載される形となっている。

科学研究部門の総括説明によると、新規研究のすべてと、継続研究の 1/3 が評価の対象となった。評価結果は、13 プロジェクトのうち、目標超 1 プロジェクト(全体の 7%)、目標達成 10 プロジェクト(全体の 79%)、ほぼ目標達成 1 プロジェクト(全体の 7%)、期待以下超 1 プロジェクト(全体の 7%)であった。

次に具体的な記述例を見ていくこととする。科学研究部門の第一の予算項目である高エネルギー物理及び核物理学については、2001 会計年度の年次計画目標 (当初計画は 2001 年次計画で示されているが、2002 年次計画で改定、最終版となっている) は、

- ① DOE/NSF (米国科学財団) の「核科学に関するアドバイザー委員会」による DOE の核物理プログラムに関する長期計画に記述されている優先順位、提言に基づいて進める (プロジェクト番号 SC3-1)。
- ② LHC 計画に関する国際議定書に示された DOE の約束を期限内に、かつ予算内に実行すること (プロジェクト番号 SC4-1)。
- ③ Neutrinos at the Main Injector 計画に関し、計画に示された工程に沿って建設を継続すること (プロジェクト番号 SC4-1)。

- ④ MIT/Bates の BLAST 検出器を計画に示された工程に沿って製作を完成させること（プロジェクト番号 SC4-1）

となっている。

この目標に対する結果は次のように記述されている。例えば①については、「新たなトーマス・ジェファーソン加速器施設、ホリフィールド（オークリッジ国立研究所）放射性イオンビーム施設、タンデム線形加速器システム（アルゴンヌ国立研究所）、ガンマ線層検出器付 88 インチ・サイクロトロン（ロウレンス・バークレイ国立研究所）における、目覚ましい研究の進展、新施設の初動計画の達成によって目標は完遂した。新規建設、機器製作プロジェクトもまた非常に成功裏に完成した。相対重イオン衝突プロジェクト（RHIC プロジェクト、ブルックヘヴン国立研究所）はルミノシティ成長に関する研究目標を達成し、2000 年度の最初のデータ把握に引き続いて、12 を超える科学論文が公刊された。RHIC の偏光陽子に関する機器作動が成功裏に 2000 年度に始まり、2002 年度まで継続する予定。MIT/Bates 装置が South Hall Ring を成功裏に稼働させ、また BLAST 検出器の製作を 2001 年度に完成させた。」と記述されている。

なお、2000 会計年度の達成目標と評価、および、1999 会計年度の達成目標と評価については、例えば後者については「RHIC（ブルックヘヴン国立研究所）の建設を完了し、稼働を開始した。（目標達成）」と、ごく簡潔な記載にとどまっている。

2.2.4 GPRA と国立研究所評価との関係

DOE の基礎科学研究は、国立研究所、大学、非営利研究センター、民間研究機関で実施される。国立研究所は、DOE 傘下であり、予算の大部分は DOE を通じて、国から支給されている（国立研究所の活動内容は、基礎科学の研究分野と、国防に関する研究、開発分野に大別される。本稿で分析の対象としているのは、あくまで前者である。）。先にも述べたように、GPRA の対象はあくまで DOE であって、国立研究所は、直接の対象とされていない。

一方で、国立研究所が DOE に対して予算要求をするときには、GPRA を意識したフォーマットに記載することとなっている。予算の要求表を見ると、

- ① 要求の概要、
- ② 要求金額の総括表（昨年度実績、当年度推計、当年度改定、来年度要求の三年間について記載）、
- ③ 要求の背景、これまでの経緯、
- ④ 当年度予算の実施計画及び成果目標、
- ⑤ 来年度の期待成果、
- ⑥ 来々年度の期待成果、

を書き込むこととなっている。したがって、国立研究所としても GPRA を意識せざるを得ない形となっている。

さらに進んで、各研究所が独立に行っている研究評価についても、GPRA を意識した動き

があるようである。ブルックヘヴン国立研究所（BNLと略）では、担当の尾崎教授によると、自己評価のガイドラインについて、次節で述べる DOE の投資判断基準を意識した内容が検討されているとのことである。つまり、「DOE は GPRA の報告をするに当たって、各研究所から材料を集める必要がある。自分達としては、BNL に対しては GPRA の評価はこんな方法で行うのが良いのではないかと DOE に提案すべく議論を行っている」とのことである。具体的には、「GPRA 関連の評価としては、研究の質の評価、DOE の掲げている研究目的・社会的ニーズとの関連、施設運営の評価を中心に行うことではどうかと考えている。」とのことである。

2.2.5 GPRA と投資判断基準

科学研究、なかんずく基礎科学は、一般の行政サービスの評価とは異なり、いわゆる経済的効率を前提とした評価にはなじまないところがあるのは、衆目の認めるところである。しかし一方で、GPRA の目指す予算の効率的使用、国民に対する説明責任と言う命題は、基礎科学においても求められる課題であることは間違いない。このため、GPRA が施行されて以来、これを科学研究にどのように適用するかについて、関係各省庁で種々の検討が進められてきた。

全米科学アカデミー、全米工学アカデミー、薬学協会で構成している「科学、工学、公共政策に関する全米アカデミー委員会」（COSEPUP と略称）は、GPRA 関した研究会を組織し研究した結果を 1999 年 2 月に公表した（参考資料 4 参照）。その報告書は、以下の提言を行っている。

- ① 応用、基礎研究とも、意味のある形で定期的に評価することが可能であり、かつそのことは、研究あるいは科学振興の使命を有する機関にとって不可欠のことであるので、研究計画は、戦略計画、年次計画に記載され、業績報告書で評価されるべきである。
- ② 応用研究プログラムについては、実際の成果の進展度を計測すべきである。基礎研究プログラムについては、研究の質、他研究との関連、先進度を計測すべきである。両分野における各機関の支援に対する実際の成果はどうであったか、評価を定期的に実施すべきである。計測を行うに当たっては、何が計測可能で、何が不可能か認識する必要がある。計測手段を誤って適用することは、研究プログラムに関する強い否定的結果を導くことがある。例えば基礎研究を短期的観点で計測することは、質の高い研究を破滅的状况に追いやることもありうる。
- ③ 連邦の各機関は、研究の質、各機関の課せられた課題との関連性、先進度を評価するにあたっては、専門家のレビュー（筆者注；このレビューは、専門の学者による伝統的ピア・レビューより広い概念のもので、学者のほか、研究のユーザー、NGO メンバー、機関の目標との関係性を評価できる公的セクターのメンバー等によるものを想定している。）を行うべきである。その際には、専門的知識を有し、かつ独立性をもって判断を下し得る人を委員とし、結論を引き出すよう努めなければならない。各機関とも専門家の

レビューを行うにあたっての明確な指針を開拓すべきである。

- ④ 各機関とも、各機関の主要分野に必要な適切な人的資源を、国レベル、各機関レベルにおいて育成、維持するための目標を戦略計画、年次計画に記載すべきである。
- ⑤ GPRA は各機関単位で実施されているが、複数の機関から支援を受けている研究を正しく認識し、調整を行うためには、一定の公的評価プロセスが設定されるべきである。中心となる機関が各研究分野について認識し、各機関の協調が図られるよう責任を持つようにすべきである。
- ⑥ GPRA の実施に関しては、科学及び工学に関連したコミュニティが主要な役割を果たすべきである。このため、第一段階として、各機関のウェブ・サイトを通して、各機関の戦略計画、年次計画に通じるべきである。

この報告後、1999年4月に、大統領府科学・工学政策室長から国立アカデミーに対して、GPRA の実際の適用に関するさらに内容の進度を深めたスタディを行うよう要請があった。これを受けて、5 機関（NSF、国立保健所（NIH）、国防省、DOE、NASA）にしぼってGPRA への対応の仕方がケース・スタディされ、その結果が2001年に公刊された（参考資料5参照）。この報告の中では「連邦政府が支援する基礎及び応用研究プログラムは、研究の質、他研究との関連、そしてそれがふさわしい場合には先進性に関する業績指標を用いて、専門家によるレビューを通して定期的に評価されるべきである。」とした勧告が目される。

2001年ブッシュ政権が活動を開始したが、はじめに述べたように、同政権は、研究開発について巨額の資金が使用されているにもかかわらず、効率的に使用されていないのではないかと認識から、R&D マネージメントを重視した政策を進めている。このため、OMB(Office of Management and Budget)を通じ、各省庁に

- ① R&D 投資の判断基準の開発、
- ② 判断基準を用いた各 R&D プロジェクトの評価、
- ③ 評価結果の次年度予算要求への反映を命じた（参考資料17参照）。

OMB は指示を受けて、基礎及び応用研究プログラムに対する連邦資金の有効性を判断する努力を続けており、2002年2月には COSEPUP のワークショップの開催を要請、基礎科学の投資判断基準を議論した。その際 OMB が提出した討議用ドラフトでは、次の提案がなされている。

「COSEPUP は、基礎研究プログラムに関する適切な測定基準として、研究の質、他研究との関連、先進性を勧告した。また、陸軍研究所（Army Research Laboratory）は、基礎及び応用研究プログラムの相対的測定基準として、研究の質、他研究との関連、生産性を選択した。そこで OMB としては、研究の質、他研究との関連、業績成果（Performance）を提案する。」

ここでいう業績成果とは、「投入する資金、人的資源の相互比較、得られる知見、施設の

稼働状況など」である。そのために、「事前、事後に評価をする、それによって期待された成果に対する進展度合いを示すと同時に、投入されたものに対するマネジメントの責任を示し得る、そのことが非常に重要である」としている。

議論は、異論が出てまとまらなかった模様である。参加者は、総論では OMB の要求を支持するものの、長期的かつリスクの高い基礎研究への効果を簡単な基準で評価できるのか、あるいは萌芽的な研究をつぶすのではないか等の懸念が示されたようである(資料 17 参照)。多くのパネリストの意見は「基礎科学の成果は、数十年の間は認識されない。すべてが成功しなければならないという環境のもとで研究をするとするならば、必ずや大きな成果を逸してしまうだろう。」というものであったようである(資料 18 参照)。

2.3 NSF の実施状況

NSF は、みずから研究を行うのではなく、大学、企業、研究所などに補助金を支出している連邦機関であり、GPRA 成立直後から積極的に評価作業に取り組んできた。したがって、その結果も参考になるところが多い。最近では、2000 年 9 月末に、2001~2006 会計年度の戦略プランを策定、公表した。また、毎年の業績報告書を公表している。これら報告書をもとに、実施の状況を概観してみる。

2.3.1 戦略計画

NSF の組織としての課題 (Mission) は、NSF 法に「科学の進展を促進すること、国民の健康の増進、経済的繁栄、国民の福祉の向上を図ること、国の安全を図ること、その他目的に資すること」である。そして具体的には「基礎科学の研究及び工学過程の基礎となる研究、科学及び工学研究の潜在能力を高めるプログラム、科学及び工学のあらゆる段階、分野における教育プログラム、国内、国際政策の進展に必要な科学及び工学に関する情報基盤」への支援を目指している。

上記の課題を踏まえ、戦略計画としての成果目標は、次の三分野に投資することを基本としている。すなわち、

- 人的貢献分野 (people)、
- 理論、技術上の貢献分野 (idea)、
- 装置の開発、利用の貢献分野 (tool)

の三分野である。

ここで人的貢献分野の投資とは、多様な分野で国際的競争能力を有し実際国際的に活動している科学者、技術者、知識の十分に備わった市民を育成する機能のためのものである。

つぎに理論、技術上の貢献分野の投資とは、高度の、かつ広範囲の基礎科学及び工学的知見の基盤となる理論、技術に対する投資である。この投資は、新たなかつ重要な発見を得る、また既存のあるいはそれを超えた新たな知見、技術の進展を促すような先端の研究、教育を支援するためのものである。

装置の開発、利用の貢献分野の投資とは、研究、教育に広範囲に利用可能な、かつ最先端の科学、技術のインフラを提供するためのものである。これには、データベース整備のためのコンピューター投資なども含まれている。

こうした基本方針を受けて、具体的戦略を規定している。すなわち「NSFは、機関としていかなる活動に優先権を与え、その活動に対する支援を実行に移す機会であるかを認識し、新しいプログラム、活動計画を作成するかを決めるに当たって、三つの核となる戦略を有している。それは、知的資本の拡充、研究と教育の総合、協力、共同関係の推進である」としている。

五カ年計画として掲げられている具体的戦略は、

- ① 科学、工学の先端分野における、競争力があり、主導的な研究活動を支援すること、
- ② 科学、工学それぞれの学問分野を強化するとともに、相互に豊かな作用を及ぼし、国家に将来十分な果実をもたらすことを約束する「まだ見ぬ出会い」を認識し、それに関する研究を支援すること、
- ③ 科学、工学の広範囲の先端分野で横断な研究、教育活動を必要とする優先してすすめられるべき領域（情報技術、生化学とも複合した環境科学研究、21世紀の人材育成、ナノ科学・工学）に対する重点投資、
- ④ NSFプログラムへの参加者を拡大し、多様性を高めること、

以上の4項目である。

この戦略計画では、三つの投資分野の目標がその成果を検証できるような形では記述されていない。つまり、一切の定量的目標が示されていない。この点は、戦略計画それ自体でも認めていることで、いずれ評価可能な形で長期成果の目標が提供されるだろうとしている。（資料12 付論6参照）

また、この成果を成功裏に達成するに当たって必要なものとして、つぎの要素が掲げられている。第一は、信頼でき、かつ効率的なメリット・レビュー方式の実施である。その際の評価基準は、知的な面でのメリットがあるかどうか、及び、社会に広範囲なインパクトを及ぼし得るかどうかである。第二は、産業界の利用に当たって模範となる、新しく重要な技術の活用と応用である。第三は、効率的、総合的にプロジェクトを進めていく、多様な、能力の高い、意欲にあふれるスタッフの存在である。第四は、業績結果が託されたとおりに成果を挙げているかどうかを評価し、ニーズに適応して改善を加えていく管理能力である。（資料12 付論3参照）

2.3.2 年次計画

年次計画は、当該会計年度の計画に関するもので、過年度実績の分析、投資ポート・フォリオの最近あるいは計画されている内容の変更が、全体の将来の業績にどのような影響を与えるのか、また、戦略プランに示されている成果目標や戦略に適合しているのかどうかについての評価の観点から記述される。

具体的記述を 2003 会計年度についてみると、計画は、

- ① 戦略としての成果目標、
- ② 年次目標、
- ③ 当該年度重点分野、

の三段表で構成されている。

例えば、人的投資については、①戦略としての成果目標の記述は「多様な、国際的に競争力の高くかつ国際的活動に従事している科学者、技術者、十分に素養のある市民の数を拡大すること」とある。

そして②年次目標の記述は二項目に分かれている。すなわち、「次に掲げる指数の過半が達成されたときは成功と評価する。(i) NSF の支援する活動への参加が、その人をして将来の先進的活動、挑戦者足らしめるに十分な資格の備わった研究者、教育者、学生の数を拡大すること、(ii) NSF の支援する活動への参加が少数グループ（例えば女性、マイノリティ、障害者）の多様な労働力の進展に貢献すること、(iii) 人的投資の成果目標の著しい進捗をもたらす事態の進展、特筆すべきアプローチ方法の実施、新しい考え方、仕組み、」
「数学、理科の提携重点校生徒のために数学、理科教育の質を決定的に高める。その際の成果指標として、(i) 数学、理科の専門的能力についての就職前教育、就職後の教育を含め教師の能力向上により、あるいは大学教授や技術者が講師を勤めることにより、質の高い教育プログラムができたとする証拠、(ii) 標準的カリキュラムの採用、事前、事後における生徒の成績把握など、数学、理科の提携重点校の改善に必要なインフラ、改善の程度を測定する仕組みができたとする証拠」が示されている。

また③当該年度重点分野については、緊急優先投資項目、GPRA 報告の対象となる関連項目内容が記載されている。緊急優先投資項目としては、数学、理科の提携重点校計画、21 世紀労働力のための学習計画（学習及び教授法のためのセンター）、社会人のための奨学金が掲げられている。

年次計画には、以上の研究分野の投資に関する目標のほかに、管理部門に関する目標及び投資決定プロセスに関する目標が記載されている。NSF は目標の設定に当たっては、定性的目標と定量的目標の両方を採用している。研究部門の目標は定性的に、管理部門に関する目標及び投資決定プロセスの目標の大部分は定量的に示されている。したがって、後者に関しては、資金供与に当たって最低 85%はメリット・レビューを通じて行うという目標や、NSF が資金拠出する施設の建設あるいは性能向上プロジェクトの 90%が年間の計画工程に沿って実施されること、といった目標が記載されている。

2.3.3 業績報告書

業績報告書作成のために、具体的にどのような方法、手順で評価を行うべきか、NSF はこれまでかなりの工夫を凝らしてきた。1999 年に始まった業績報告書も、2000、2001 両会計年度の業績報告書を読み比べてみると、ようやくその手法が確立したようにも窺われ

る。

報告書中の評価プロセスに関しては以下のように言及されている。すなわち、NSF のプロジェクトは、管理部門、投資決定プロセスに関することは別として、研究分野の投資については、その結果を予測し、あるいは定量的に評価をすることが困難であり、また研究成果がすぐには明確な形で出てこないことも多く、その評価結果をタイムリィに報告することが難しい。このため実績評価の方法については、OMB との協議の結果、GPRA 一般の形式とは別の方式での報告を認められている。つまり、研究分野の投資評価に当たっては、研究開始から評価時点までの研究事績について行うこと、かつ定性評価を用いること、としている。また、業績報告書に示される評価の判定も、個々の研究プロジェクトについて行うのではなく、NSF 全体として総合的に判断して目標が達成されたかどうかを判断するものとなっている。その際の判定も、「成功」(successful)であったかどうかのみを示すこととなっている(GPRA 一般の形式では、「成功」(successful)、あるいは「最低限効果的」(minimally effective)、そのどちらでもないの評価を下す。)

研究分野の投資は、外部の専門家等による第三者委員会および助言委員会の外部評価を受ける。NSF の支援を受ける研究各プロジェクトは、採択後三年毎に一回、第三者委員会による評価を受ける。助言委員会は学会、産業界、政府における経験を有する人たちからなり、各プロジェクトの優先度、効果、第三者委員会報告書のレビュー等を行うとなっており、第三者委員会の親委員会の位置付けにある。一方、管理部門及び投資決定プロセス部門の評価は原則として内部委員会によって行われる。業績報告書は、以上の各委員会の評価をもとに NSF 長官によってまとめられたものである。

最新の業績報告書は 2002 年 3 月に公表された 2001 会計年度に関するものである。そこで、本報告書の記述を具体的に見ていくこととする。

2001 会計年度の総括としては、成果目標として掲げた 5 項目のうち 4 項目、管理部門に関する目標 5 項目のうち 4 項目、投資決定プロセスに関する目標 13 項目のうち 7 項目について目標を達したとしている。そしてその内容を①戦略としての成果目標、②年次目標、③その結果、の三段表に整理したものが掲載されている。三段表の記述を見ると①および②については、年次計画と同じ内容が記述されている。ただ②の最後に、例えば人的投資の項目の成果については、外部の専門家の評価を受けたものである旨付記されている。③については、例えば人的投資の項目の成果については上記で示した i、ii といった小項目毎に、「意義のある成果を示した」という簡単な記述が付されている。

つぎに、各論では各項目毎に「目標が達成された」「目標が達成されなかった」のいずれかの判定が示される。さらに内容説明として、例えば上記の「意義のある成果を示した」ことの詳細な内容が、それぞれ数ページごとに示されている。また、研究分野については、成果をあげた主な研究内容が説明されている。それらの内容を逐一紹介することは省略するが、それを見ると、判断の基礎となる第三者委員会の評価リポートがいかにかきめ細かいものであるかが窺える。

3. まとめ

以上、基礎科学研究の評価に焦点をあわせて、GPRA の実際を、DOE、NSF について概観した。GPRA においても基礎科学研究の評価は、経済的な、特に投資効果分析にはなじみにくく、こうした観点からの評価とは遠いものがあるという感じを受ける。DOE、NSF の担当者も投資効果分析を行うつもりはない、ということであった。しかし、この観点からの評価をあきらめたのかということそうではなく、これが議会、大統領府の要請である以上、何とか方法を確立できないかとの試みがなされているというのが実際である。

それでも、戦略プラン、年次計画、業績報告書を読んでもみると、政府の資金がどのような形で支出決定され、実際の仕上がりがどうであったか、できるだけ、わかりやすく説明したいという意欲が窺える。また、その背後には、専門的評価が厳正に行われ、それが次の支出決定に生かされていく様子がみてとれる。科学技術については、未曾有の財政難においても重点配分しようというのが、現在のわが国の方針であるが、それだけに、他の分野の政策プロジェクトに増して資金の効率的使用が求められるのである。国民に対する説明の仕方、第三者評価の厳正さなどは、わが国においても多いに参考とすべきことと考える。(了)

謝 辞

本稿は、2002 年 3 月における米国出張の際の調査、資料収集をもとにしたものである。調査に当たっては、村澤通彦業務部契約二課長、柳澤和章高崎研究所主任研究員、下村理関西研究所放射光センター長、衛藤基邦ワシントン事務所所長、浅川敏郎所長代理、神方崇所員（当時）他の方々に多大のご協力をいただいた。また、DOE、NSF、アルゴンヌ及びブルックヘブン国立研究所の関係者にもヒアリング、資料提供への感謝を述べたい。

参考文献

1. Government Performance and Results Act
2. Executive Office of the President, Office of Management and Budget
"The President's Management Agenda, Fiscal Year 2002", 2001年
3. General Accounting Office, "The Results Act; An Evaluator's Guide to Assessing Agency Annual Performance Plans", 1998年4月
4. Committee on Science, Engineering, and Public Policy, "Evaluating Federal Research Program : Research and the Government Performance and Results Act", 1999年2月
5. Committee on Science, Engineering, and Public Policy, "Implementing the Government Performance and Results Act for Research : A Status Report" 2001年
6. Fiscal Year 2003 "Analytical Perspectives : Budget of the United States Government", 2002年2月
7. U. S. Department of Energy, "Strategic Plan", 2000年9月
8. U. S. Department of Energy, "Annual Performance Plan" FY2002, 2001年3月
9. U. S. Department of Energy, "Annual Performance Plan" FY2003, 2002年3月
10. U. S. Department of Energy, "Performance and Accountability Report" FY2000, 2001年2月
11. U. S. Department of Energy, "Performance and Accountability Report" FY2001, 2002年3月
12. National Science Fund, "NSF GPRA Strategic Plan F Y2001-2006", 2000年9月
13. National Science Fund, "F Y2003 GPRA Final Performance Plan" 2002年2月
14. National Science Fund, "GPRA Performance Report F Y2000" 2001年3月
15. National Science Fund ; "GPRA Performance Report F Y2001" 2002年3月
16. Office of Management and Budget, "OMB Preliminary Investment Criteria for Basic Research" OMB Discussion Draft, 2002年2月
17. 清貞智絵「米国科学技術政策の最新動向」(科学技術政策研究所「科学技術動向」2002年4月号)
18. "Science & Government Report" 32卷5号、2002年3月

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照射度	ルクス	lx	lm/m ²
放射線能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV = 1.60218 × 10⁻¹⁹ J

1 u = 1.66054 × 10⁻²⁷ kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バ	b
バ	bar
ガ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラ	rad
レ	rem

1 Å = 0.1 nm = 10⁻¹⁰ m

1 b = 100 fm² = 10⁻²⁸ m²

1 bar = 0.1 MPa = 10⁵ Pa

1 Gal = 1 cm/s² = 10⁻² m/s²

1 Ci = 3.7 × 10¹⁰ Bq

1 R = 2.58 × 10⁻⁴ C/kg

1 rad = 1 cGy = 10⁻² Gy

1 rem = 1 cSv = 10⁻² Sv

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局 1985年刊行による。ただし, 1 eV および 1 uの値は CODATA の1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリ-に分類されている。
- EC閣僚理事会指令では bar, barn および「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリ-に入れている。

換算表

力	N (=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1 Pa·s (=1 N·s/m²) = 10 P (ポアズ) (g/(cm·s))

動粘度 1 m²/s = 10⁴ St (ストークス) (cm²/s)

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg (Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ³	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal (計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁹	1

1 cal = 4.18605 J (計量法)
 = 4.184 J (熱化学)
 = 4.1855 J (15 °C)
 = 4.1868 J (国際蒸気表)
 仕事率 1 PS (仏馬力)
 = 75 kgf·m/s⁻¹
 = 735.499 W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹
	3.7 × 10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

米国家業績結果法(GPRA)と基礎科学研究に関する評価



古紙配合率100%
白色度70%の再生紙を使用しています