

○近藤正幸（高知工科大工学）

1. はじめに

国は大規模な研究開発プロジェクトを実施しており、その多くは実用化を目指すものの基礎的な研究要素も多く実際に実用化されるには時間がかかるものが多い。本稿ではプロジェクト終了後5～10年経った通商産業省のナショナルプロジェクトについて、文献・インタビューを基に技術・経済インパクトを定性的かつ定量的に分析する。

本稿での問題意識は、

- 国が行ってもよい研究開発プロジェクトは多く存在する、
 - 研究開発に投資をすれば何らかの成果は出る、
 - 成果は何らかの技術・経済インパクトを及ぼす、
- という想定の下で、
- 他の潜在的なプロジェクト候補に比べて当該プロジェクトは行う価値があったのか、
 - 期待された技術・経済インパクトを及ぼすことができたのか、
 - 投資に比べて十分な効果があったのか、
- ということである。

2. 技術・経済インパクトの波及経路

上記の問いに可能な限り答えるために、まず、

- どのようなインパクトを
 - どのような経路で把握すればよいのかを
- 概念的に整理する。

ナショナルプロジェクトは基盤的(generic)な技術開発要素を有し公表される情報も多いため、そのインパクトは直接に目的とした分野以外にもプロジェクトに参加しなかった者にも広く及ぶ。また、技術効果、経済効果だけではなく、エネルギー・環境問題への対応や生活の質の向上等を通して広く国民の生活レベルの向上にも寄与する。

このため、まずプロジェクトの技術波及の範囲を確定し、これに基づいて、

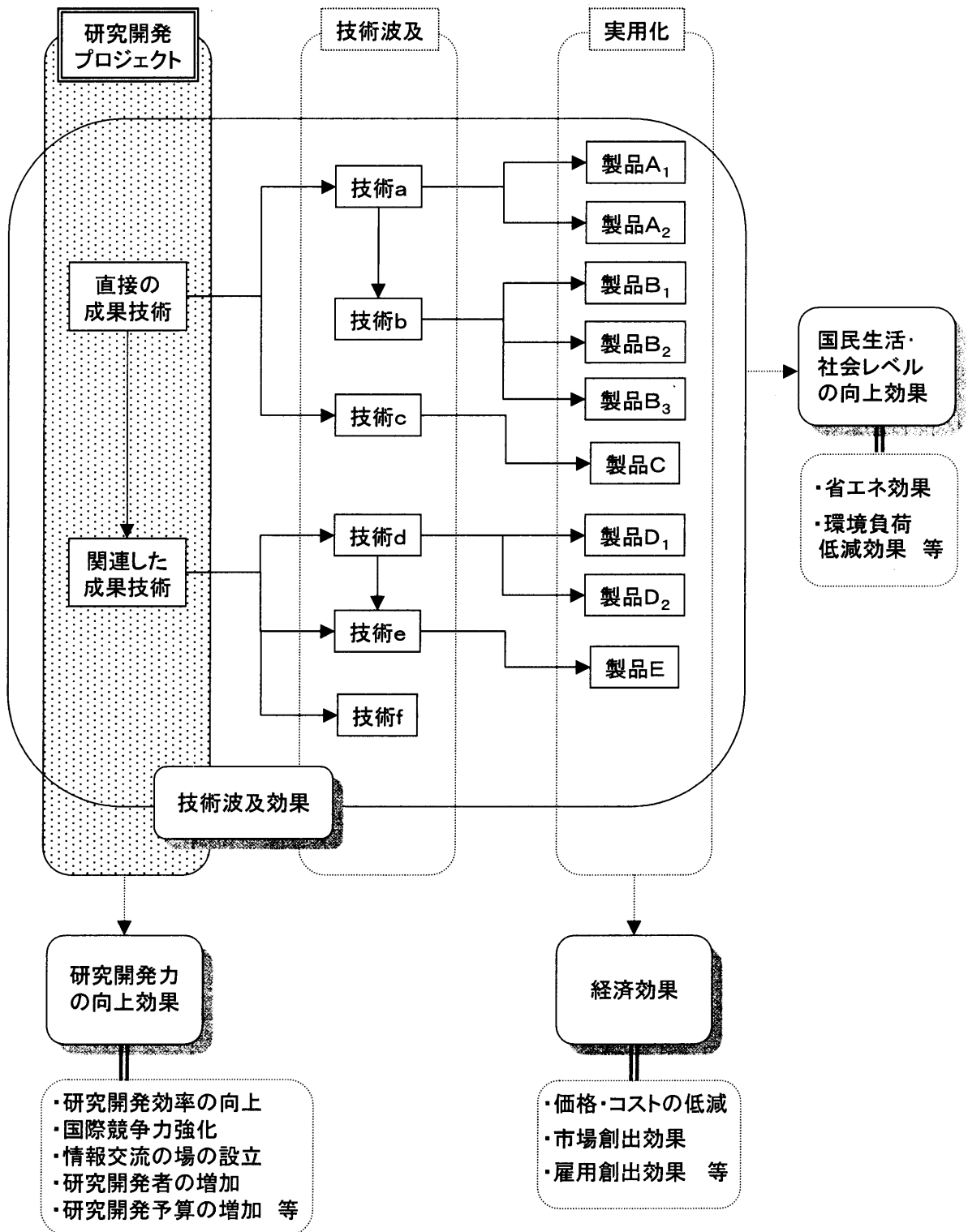
- ①対象プロジェクト参加企業等及び不参加企業等における研究開発効率の向上や当該分野全体における人材育成等の研究開発力の向上効果、
 - ②価格・コストの低減効果、新規市場創出効果、雇用創出効果等の経済効果、
 - ③省エネルギー効果、環境負荷低減効果等の国民生活・社会レベルの向上効果
- を分析する。(図1)

具体的には、プロジェクトの関係者、その分野の関係者、有識者に対するインタビューとプロジェクト報告書やプロジェクトの対象分野の技術動向、産業動向に関する文献調査により実施した¹。さらに、経済効果について定量的に分析するべき波及効果を抽出し²、生産量などのデータを収集した。また、

¹ 具体的な作業は通商産業省工業技術院が(株)三菱総合研究所に委託して実施した。

² 国民生活・社会レベルの向上効果についても、例えば、新薬による早期治療効果などについて定量分析を試みた

図1. 技術・経済インパクトの分析枠組み



プロジェクト参加者等に再度インタビューを行ってプロジェクトの貢献度、貢献した時期・期間について情報収集した³。これらの定量データに基づいてコスト削減効果、創出市場規模などを推計した。さらに、創出された市場規模に基づいて産業連関分析により生産誘発額、付加価値誘発額、雇用誘発額を計算した。

3. 技術・経済インパクトの定性分析

本稿では、昭和 56 年（1981 年）から 9 年間、生体の有用物質を動物細胞を使って大量培養により効率的に生産することを目的として次世代産業基盤技術研究開発制度の下で約 3 4 億円（1997 年価格で約 3 8 億円）の予算で実施された「細胞大量培養技術研究開発プロジェクト」の例を示す。本プロジェクトは、「無血清順化細胞株育種」、「無血清培地開発」、「安定した培養方法・装置の開発」、「分離・精製技術開発」を研究開発項目として、民間企業 5 社からなる鉱工業技術研究組合と微生物工業技術研究所により実施された。

このプロジェクトの直接成果として無血清培地が開発され、無血清順化細胞株が育種されるとともに、安定した培養方法・装置が開発され、分離・精製技術が開発された。このような成果は無血清培地や研究用培養装置として実用化されるとともに、医薬品製造に波及して、患部のみに作用し副作用が少ないモノクローナル抗体医薬品の製造、インターフェロン- β 、エリスロポエチン等の新薬の動物細胞培養による実用化に貢献した。

間接成果として、動物細胞を取り扱う技術ノウハウ・センスといった基盤技術が発展し、バイオ産業全体の動物細胞に関する技術の底上げを図った。また、ハイスループット・スクリーニング装置が開発されたり、細胞医薬品、代替臓器への道を開いた。このほかこのプロジェクトの遂行によりこの分野における産業界の基礎研究が進展し、学会レベルでは日本動物細胞工学会が設立され、会員企業が約 1 0 0 社とプロジェクトに参加していない企業も多く参加した。

これらの波及効果を分析枠組みによって整理すると、次の通りとなる（図 2）。

a. 研究開発力の向上効果

プロジェクト成果報告会などをきっかけの 1 つとして設立された日本動物細胞工学会等を通じて、基盤技術としてのノウハウ・センスがプロジェクト参加企業以外の企業や学界に広がった。これにより、特殊技術として一部の研究機関のみで扱われていた動物細胞培養技術が一般化し、研究を行う企業や大学が増加した。さらに、プロジェクト参加企業では博士号を取得したり、大学教授として転出したりする研究者もあり、産学の交流や研究者の質的向上がなされた。研究者数については、プロジェクト参加企業において細胞大量培養そのものの研究者はプロジェクト終了後に減少したものの、バイオ医薬分野での研究者や技術者は増加している。これに伴い、バイオ医薬品開発の研究予算は増加している。

結果的に、日本全体の動物細胞培養に関する研究レベルが向上し、この分野の研究開発が 1 9 8 0 年代半ばには産業化のレベルに入った。また、バイオ産業のこの分野における研究開発力はプロジェクト開始時には米国に大分遅れていたものが、プロジェクト終了時の 1990 年当時には米国と同等のレベルに到達したと業界関係者は認識している。

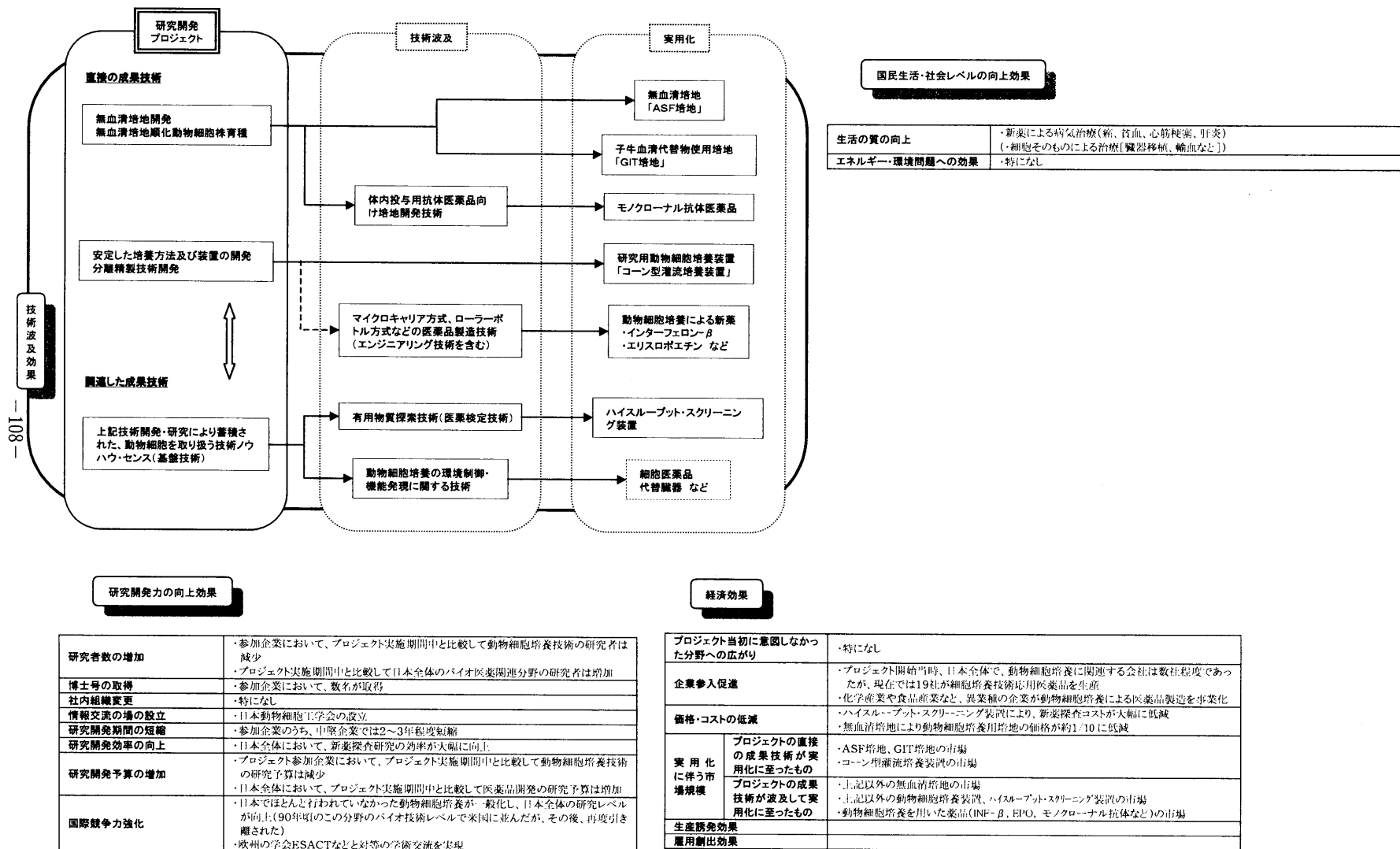
b. 経済効果

プロジェクトの実施により、動物細胞培養に関連する企業はプロジェクト開始当時は 3 社程度であったものが、現在では 1 9 社が動物細胞培養技術応用医薬品を生産するに至っている。また、医薬品産業のみではなく、化学、食品等の異業種企業が動物細胞培養による医薬品製造を事業化した。

が信頼に足るデータを構築できなかった。

³ 数量化にあたってはフランスのルイ・パストゥール大学の B E T A（経済理論・応用研究所）の手法を参考にし、定量化になじむ項目を選択した。Laurent Bach and Gilles Lambert [1]、Andre Tosi Furtado et al. [2] を参照。

図2 細胞大量培養技術研究開発プロジェクトのインパクト



市場創出については、プロジェクトの直接の成果技術を活用して無血清培地（A S F 培地）、子牛血清代替物使用培地（G I T 培地）及び研究用細胞培養装置（コーン型灌流培養装置）が製品化された。しかし、その市場規模は現状では小さい。これは、①DNA 組換え技術の予想を超える進歩により、バイオ医薬品の製造技術として微生物（大腸菌）利用が主体となり、動物細胞大量培養の利用は一部に限定されることになったこと、②微生物培養と異なり、動物細胞培養は細胞の種類ごとに最適な培地や装置、条件を選定する必要があり、汎用的に製造プラントとして使える技術が無かったこと、によると考えられている。また、動物細胞培養を用いて生産されるモノクローナル抗体医薬品、プロジェクトに影響されて動物細胞培養によって製造されたインターフェロン-β、エリスロポエチン等の新薬、細胞培養装置、ハイスループット・スクリーニング装置等の市場が創出された。

コストの低減については、無血清培地の開発により動物細胞培養用培地の価格が約10分の1に低下し、ハイスループット・スクリーニング装置の製品化により新薬探索コストが大幅に低減した。

c. 国民生活・社会レベルの向上効果

細胞培養を用いて生産された医薬品により、癌、肝炎、急性心筋梗塞、腎性貧血等の病気の治療が可能となり、当該疾患を持つ患者の入院日数の短縮、治療費用の削減等の効果が生まれた。また、将来的には、患者自身の細胞を培養しDNAを組み換えて体内に戻す等の遺伝子治療の実用化により、不治の病の治療法が確立される可能性もある。また、培養された臓器が移植に用いられる可能性もある。

4. 経済インパクトの定量分析

プロジェクトの波及効果のうち経済インパクトについて定量分析を行った。具体的には、

市場創出効果＝当該製品の売上高×プロジェクトの寄与度

コスト削減効果＝成果技術に関連したコスト削減効果×プロジェクトの寄与度

の計算式によって計算した。売上高（市場規模）は統計資料等によった。コスト削減効果の程度や寄与度はインタビューによった。

市場創出についてはプロジェクト終了後10年間の累積で、プロジェクトの直接成果として製品化された無血清培地と動物細胞培養装置では約4億円と小さいが、プロジェクトに直接には関係しない無血清培地と動物細胞培養装置、ハイスループット・スクリーニング装置、動物細胞培養を用いて生産される医薬品の売り上げに対するプロジェクトの寄与分が約72億円と大きく、合計で約76億円の市場が創出された（表1）。これらの最終需要のための生産誘発効果は約147億円（付加価値誘発額は約72億円）と推計され、雇用創出は10年間累計で約960人と推計された。また、ハイスループット・スクリーニング装置により新薬探索における年間で検査員一人あたりの処理量が4万サンプル程度であったものが50万サンプル程度まで効率化し、金額にすると10年間で約46億円に達すると推計される。

このように長期間に亘る経済インパクトを波及効果まで含めて広くみた場合、ナショナルプロジェクトの経済インパクトはその投資額に比べて決して小さくないと言える。誘発された付加価値額の約72億円とコスト低減の約46億円を併せた額（約118億円）は投資額（約38億円）の約3.1倍である。もちろん、上述のとおり、金額に換算することが困難な多くの研究開発力の向上効果、国民生活・社会レベルの向上効果、経済効果が生じている。

表 1. 細胞大量培養技術プロジェクトの経済効果

プロジェクト終了後10年間の累積（金額は1997年価格）					
直接成果による 市場	間接成果による 市場	価格・コスト の低減	生産誘発額	付加価値誘発額	雇用創出
約 4 億円	約 72 億円	約 46 億円	約 147 億円	約 7 2 億円	約 960 人

5. おわりに

本分析によりナショナルプロジェクトの幅広い波及効果が生じていることが明らかになった。ナショナルプロジェクトのインパクトは、直接の成果や直接の成果から商品化された製品の市場から見ると大きなものではなく評価も高いものとはならないかもしれない。しかし、間接的な技術成果から生じた市場へのプロジェクトの貢献、国全体のその分野における技術力の向上、といった面から見るとインパクトは小さなものではなく、国が主導しなければなし得なかったと考えられる。

このようなナショナルプロジェクトのインパクト分析が積み重ねら得ることにより、ナショナルプロジェクトのインパクトが国民に広く理解されるとともに、新たなナショナルプロジェクトのフォーメーションのあり方について示唆が得られることを期待したい。

参考文献

- [1] Laurent Bach and Gilles Lambert, Evaluation of the economic effects of large R&D programmes: the case of the European space programme, Research Evaluation, 2(1), 17-26(April 1992).
- [2] Andre Tosi Furtado et al., Economic Evaluation of large Technological Programmes: The case of Petrobras' Deepwater Programme in Brazil – Procap 1000, Proceedings of the APEC Symposium on the Evaluation of S&T Programmed among APEC Member Economies, 2-4 December 1998, Wellington, New Zealand, 304-322 (1998).