



産学連携-1

国家プロジェクトにおける産学連携の役割

Role of Public-private Partnership in National R&D Projects

能見利彦

Toshihiko Nomi

経済産業省
産業技術環境局
産学官連携推進研究官

1 はじめに

イノベーションによる経済の活性化に対する期待は極めて高く、国は、そのために研究開発資金を投じること（ファンディング）と産学連携などのシステムを整えてイノベーションが起りやすい環境を構築することが求められている。このために、これまでの数次に亘る研究開発基本計画においては、国のファンディングに対して計画期間中の投資額と重点分野を定めるとともに、国のイノベーション・システムを高度化するために行うべき産学連携などの施策を定めてきた。経済産業省のイノベーション政策としても、前者のためにNEDOからのファンディングを行うとともに、後者のために、大学等の知財に対するバイドール条項の制定やTLOの整備などによる産学連携政策が講じられてきた。

このために、研究開発のために国やNEDOが資金を出すナショナルプロジェクト（以下、「国家プロジェクト」と称する。）と産学連携政策とは、別物と捉えられることもあるが、実際には、多くの国家プロジェクトの中で産学連携や産学官連携が行われている。それは、基礎研究と応用研究（または実用化研究）の関係を巡る議論の影響も大きく受けてきた。

本稿では、国家プロジェクトの歴史とその中の産学連携を概観するとともに、基礎研究と応用研究の関係が、米国や我が国でどのように議論されてきたかを概観し、鉄鋼関係の国家プロジェクトにおける産学連携とその特徴を考え、最後に、今後の在り方についての私見を述べることにする。なお、本稿は個人的な見解であり、所属する組織の見解ではない。

2 国家プロジェクト制度の歴史とその中の産学連携

2.1 大プロ制度による国家プロジェクトの誕生と産学連携

通商産業省が実施する国家プロジェクトは、1966年度に

創設された「大型工業技術研究開発制度（大プロ制度）」の下で始まった^{1,2)}。この制度は、その後の国家プロジェクトの制度の原型としての役割を果たした。それ以前の産業技術政策は、米国等の企業からの技術導入を行う企業に対して外貨を割り当てるとの技術導入政策が大きなウエイトを占め、我が国企業の自主技術開発に対しては、工業技術院傘下の試験研究所が技術指導などを行うことが中心的な政策であった。高度経済成長期に入ると、企業の自主技術開発に対する補助金制度が創設されたが、国が委託費を用いて研究開発を行う制度は、これが最初である。

大プロ制度創設の時代、戦後20年を経て、我が国産業が欧米にキャッチアップしてくると、それまでのような技術導入が難しくなり、その後の産業技術力の向上のためには、自主技術開発が必要になったが、我が国企業の研究開発能力は、資金的にも人材的にも脆弱だった。そのために、大プロ制度を創設して、産業構造の高度化等のために極めて重要、かつ、緊急に必要な研究開発で、多額の資金及び長期の研究期間を必要とし、かつ、多大の危険負担を伴うために、産業界の自主性に任せては実施できない研究開発に対して、国が計画を立て、国が資金を拠出して、国、産業界、学界等の研究開発能力を結集して実施することとなった²⁾。この制度の下で、ほぼ毎年、新規の国家プロジェクトが立案され、採択されて、スタートした。これによって、国家プロジェクトのスタイルの原型ができたが、その当時から、産業界の研究開発能力の不足を補うために、産学官の研究能力を結集するとの方針は明確だった。

例えば、大プロ制度発足と同時に開始された3プロジェクトの1つである「超高性能電子計算機プロジェクト」（1966-1971年度。総額約100億円）は、その後、我が国のコンピュータ産業や半導体産業の技術的な基盤となったとの高い評価を得ているが、このプロジェクトには、企業の他に、国研として電気試験所（電子技術総合研究所）が、大学として東京

大学が参加した²⁾。我が国での電子計算機研究の歴史は、リレー式計算機が、戦後、電気試験所、東京大学及び日本電信電話公社電気通信研究所で研究が開始され、富士通信機製造(株)がそれらの試作を担当し、1956年に商品化した。トランジスタ式電子計算機は、1956年に電気試験所が我が国で初めて試作して、企業での開発製造計画が始まり、日本電気(株)が1958年に商品化し、1962年頃にはメーカーは7社になった。しかし、我が国企業は、技術開発力が弱体で、欧米からの技術導入に頼っていた。欧米での電子計算機開発競争は激烈を極め、特にIBMが世界市場の7割を占めていた。米国では、日本への技術輸出を警戒するようになり、1964年に我が国が貿易管理体制から開放経済への移行が始まると、電子計算機に対しても、我が国市場に資本と製品の自由化の圧力をかけてきた。当時の技術力では、自由化すれば我が国企業の生き残りは困難で、自主技術開発が急務になっていた。このような状況の下、通商産業省は、電子計算機産業を将来の成長産業で電子工業全体の技術水準の向上を先導する重要産業と位置づけ、「超高性能電子計算機プロジェクト」を立案するが、その過程で電気試験所は技術的な計画立案を主導し、プロジェクト発足後も、システム概念設計やLSI等の試験研究などを担当するなど大きな役割を務めた。東京大学も、企業3社と共同で、論理用LSI、ICメモリの製作を担当した。このように、国家プロジェクトの中で産官学の研究者が協力することは、我が国全体の研究能力が限られていた当時としては不可避の対策だったと考えられる。

大プロ制度は、国家プロジェクトのための他の制度にも大きな影響を及ぼした。具体的には、新エネルギー技術を長期的に研究開発するために、1974年度にサンシャイン計画制度が発足し、大型省エネルギー技術のために、1978年度にムーンライト計画制度が発足したが、これらは大プロ制度と同様の国家プロジェクトのスタイルを踏襲して、長期的でリスクの高い研究開発を、産学官の研究能力を結集して実施した¹³⁾。

例えば、太陽光発電の研究開発では、産業界の他に、国研として電子技術総合研究所が、大学として大阪大学、東京工業大学などが入って、産学官で研究開発を進めた³⁾。そのため、プロジェクト全体としては、低廉なコストで発電できる太陽光発電パネルの実用化を目指しているものの、その中では、アモルファスシリコンについて、電子状態の理論の開発、局所構造の解析法の開発、欠陥密度の解析法の開発などの基礎研究も実施しており、大学の研究が大きく貢献した。このプロジェクトの成果で、我が国は、太陽光発電の実用化で世界をリードしたが、その背後には、このような産学官の協力が重要な役割を果たしていた。

多くの国家プロジェクトで産学官連携は行われていたが、大学や国研の関与の度合いはプロジェクトごとに異なり、研究開

発実施機関として大学が入っていないものも存在した。その場合でも、プロジェクト推進のための各種委員会には大学研究者が入っていたので、研究開発を進める上での指導は得られていた。また、国家プロジェクトの中での産官学連携は、人材育成面での効果も大きく、企業内の研究者の能力向上が、プロジェクト終了後の産業技術の発展に大きく寄与したとの指摘もある²⁾。

2.2 次世代制度など基礎研究重視の国家プロジェクトと産学連携

1980年頃には、我が国産業の技術力や国際競争力は世界のトップレベルになり、世界のフロントランナーの一員として、新しい産業や技術を、基礎研究段階から自ら育てることが必要となった。そのため、1981年度に、次世代産業の確立に必要な基盤技術の開発を目的として、次世代産業基盤技術研究開発制度(次世代制度)が創設された¹⁴⁾。

次世代制度は、広範な産業分野に波及効果をもたらす横断的・基盤的な研究開発を推進することを狙いとして、新素材、バイオテクノロジー、新機能素子の3分野(後に超伝導とソフトウェアが追加)の国家プロジェクトを推進した。本制度は、技術の「芽」が育ち、企業が自力で研究開発を行える「若木」になるまでの基礎的段階を対象とした⁴⁾。(「双葉」から「若木」までが、関係者の合い言葉となっていた。)そのため、次世代制度は、従来の制度以上に大学との連携を必要とし、①各種委員会のメンバーとしての参加、②プロジェクトのコーディネーターとしての参加、③研究組合からの再委託による参加の方式によって、理論的、基礎研究的な研究項目を中心に、産学官連携が強化された。例えば、ファインセラミックスの研究開発プロジェクトには、産業界以外に、国研として機械技術研究所、化学技術研究所、大阪工業技術試験所、名古屋工業技術試験所、九州工業技術試験所、無機材料技術研究が、大学としては東京工業大学、豊橋技術科学大学、京都工芸繊維大学、九州大学が参加した⁴⁾。

1980年代は、米国等との通商摩擦の中で、我が国の産業技術に対して、海外の基礎研究にただ乗りして、応用技術や生産技術を向上させ、製品を集中豪雨的に輸出しており、アンフェアであるとの批判が強くなった。こうした基礎研究ただ乗り批判に対応するために、通商産業省の国家プロジェクトは、基礎研究重視と国際貢献を強化するようになった。なお、1993年度に、工業技術院が行う国家プロジェクトの実施体制が見直され、大プロ制度、次世代制度等が産業科学技術研究開発制度に統合され、サンシャイン計画、ムーンライト計画等はニューサンシャイン計画制度に統合された。

基礎研究重視の国家プロジェクトの代表的なものとして、「アトムテクノロジー・プロジェクト」(1992-2001年度。総額約250億円。大プロ制度の下で発足し、翌年度に産技制度に移行。)がある。その研究テーマは、「原子や分子を一個、一個あ

るいは集団で自在に操作し、固体表面や空間または固体の内部に原子や分子の新しい並びを作り出す技術」の研究開発で、新しい電子素子の基礎技術の研究開発である⁵⁾。このプロジェクトは、①産学官のイコールパートナーシップ、②研究者の流動性、③国際性の3つを理念としていた。産学官から選抜された約100人の研究者が結集し、大学からもシニア研究者は転職や併任により、若手はポスドクとして採用されて、多くの研究者が参加した。プロジェクト・リーダーと2人の副リーダーも、産学官それぞれを出身とする3人が担った。研究場所は、つくばの融合領域研究所内に集中研究所(アトムテクノロジー研究体：JRCAT)が設けられた。なお、一般の国家プロジェクトでは持ち帰り研究方式が採用されることが多いが、超LSI補助金プロジェクト、第5世代コンピュータプロジェクトなどで集中研究方式が採用されている。マネジメントの特徴として、潤沢な研究予算と知的な刺激を与える研究環境を整え、産学官からの優秀な研究者を集めて、10グループの各リーダーには大きな自由度が認められた。その結果、スピエレレクトロニクスとの新しい研究領域を生み出すなどの多くの研究成果を上げた。米国ホワイトハウスのOSTP(科学技術政策室)からも見学に来て、クリントン政権のナノテクイニシアティブの契機となった。事後評価においても、「世界的ナノテクノロジー研究流行の先駆けとなったもので、目的・政策的位置づけともに正しかった」との高い評価を得ている。

2.3 実用化研究重視とその後の制度の変化

1990年頃は、国家プロジェクトに限らず、企業も中央研究所を設立して基礎研究を行うなど我が国全体が基礎研究を重視していた。しかし、バブル経済が崩壊し、1990年代半ばに半導体(DRAM)生産で韓国のサムソンに抜かれるようになると、我が国の国際競争力の低下が問題となり、産業界の考え方は、実用化研究重視へと一変した。

1990年代終盤頃は、産業界は、自らの研究を実用化研究へとシフトさせるだけではなく、大学や国研の基礎研究は産業界の役に立っていないとの批判を強め、それらに対しても実用化研究にシフトさせるようにと主張した。国家プロジェクトに対しても実用化研究を重視することが要請され、応用産技制度など実用化の姿が明確なプロジェクトが採択されるとともに、従来からのプロジェクトに対しても、中間評価などでは産業応用の姿を明確にすべきなど実用化の観点からの議論が行われた。

2001年1月には、中央省庁の再編に伴って、通商産業省工業技術院が所管していた国家プロジェクト制度と、その下での研究開発プロジェクトのマネジメント機能は、NEDOに移管された⁶⁾。その後も「フォーカス21」の制度で、プロジェクト終了後3年で実用化が見込まれる研究開発を補助金で実施するなど、実用化重視の考え方がしばらく継続した。

この頃は、業界の企業が皆で協力して研究開発する護送船団方式は、時代に合わないとの議論もあって、国家プロジェクトは少数の企業の具体的なニーズに基づいて計画するものが増加した。ただし、それらの国家プロジェクトでも、少数の企業と少数の大学研究者が連携して実施したものは少ない。そのように、一般論としての大学、国研批判の時代にも、自らの企業に役立つと判断した大学研究者との間では産学連携は行われていた。

3 基礎研究と応用研究の対立構造から産学連携へ

3.1 米国における研究開発のリニアモデルとその終焉

国家プロジェクトの中での産学連携の姿が時代によって変化している背景には、産業界の研究開発能力が高度経済成長期と現在では大きく異なっているとの要因に加え、大学が得意な基礎研究と企業が得意な応用研究・開発研究との関係についての考え方が変化したとの要因がある。基礎研究と応用研究の関係については、米国での議論が先行して、我が国にも波及した。

基礎研究を重視すべきとの考え方の背後には、研究開発のリニアモデルがある。これは、基礎研究、応用研究、開発研究は、この順に(リニアに)進展するので、基礎研究を支援すれば、その成果によって産業が発展するとの考え方である。この考え方は、1945年に米国のヴァヌヴァー・ブッシュ科学研究所開発局長が作成したレポート「科学：限りなきフロンティア」(通称ブッシュ・レポート)で定式化され、米国政府がその後NSFを設立して国費を基礎研究に投入するとの政策に結びついた。米国企業も、中央研究所を設立して、基礎研究を自ら実施した。米国における基礎研究重視、中央研究所重視の取り組みは、ベル研究所でのショックレーによるトランジスタの発明など産業上の成果と、多くのノーベル賞受賞を米国にもたらした。

しかし、理想的に思われていた米国のこの流儀は、その後、日本企業が技術力を向上させ、一部のハイテク製造業分野で日米の競争力が逆転したことで終焉を迎えることとなった。例えば、複写機分野では、1960年代にはゼロックスが国際的に絶対的な競争力を持っていて、中央研究所としてパロアルト研究所を有していたが、1970年代末から1980年代にキャノンなどの日本企業が優勢になった時、ゼロックスは、研究所の成果を事業に活かせず、企業自身が衰退していった。中央研究所が企業の競争力の役に立たないと考えられるようになり、1980年代から1990年代に、多くの米国企業が中央研究所を売却したり、縮小したりした⁷⁾。

その一方で、米国企業は、基礎研究や長期的な研究の成果の源泉として、大学を活用するようになった⁸⁾。1980年に制

定されたバйдール法によって、政府予算による研究開発で大学が発明した特許が大学の所有になったことも、これを後押しした。特許の売却やライセンスで収入を得られるようになって、大学は技術の移転に積極的に取り組んだ。技術移転のための組織（TTO/TLO）も設けられた。ベンチャー企業の設立も、大学から企業への技術移転の別のルートとなった。大学の研究成果を基に設立されたベンチャー企業は、自ら大企業に成長したり、大企業から買収されたりして、研究成果が実用化された。特に、バイオや情報分野で、大学の研究成果を活かした新産業が成長し、1990年代はニューエコノミーと呼ばれて米国産業が活性化した。このような産学連携によって新産業を興す手法はシリコンバレー・モデルと呼ばれ、2000年前後には、欧州や日本をはじめ世界中の成功モデルとなった。

3.2 我が国での基礎重視と応用重視の対立と解消

我が国においては、基礎研究重視の考え方は、通商摩擦などを背景に、1990年前後にピークに達した。この時期、大学、国研のみならず、企業も中央研究所を設立して基礎研究を強化した。一方で、1990年代後半に国際競争力が低下すると、産業界は実用化研究を重視し、国研や大学に対しても実用化研究を求めた。すなわち、1990年頃は産学官全てで基礎研究を重視し、2000年前後の産業界は、産学官全てで実用化研究をすべきと主張した。これは、米国の状況に似ているようで、産学の役割分担や産学連携の点では大きく異なっている。米国は、中央研究所モデルの終焉の後には、基礎研究・長期的研究は大学などに依存して産学連携を行っており、大学が基礎研究を行うことを企業も支援して、利用していたのである。

やがて、我が国でも、産学が役割を分担して連携する方向に流れが変わっていった。その際に、リニアモデルに代わるストークス・モデルも議論の変化に役だった⁹⁾。これは、図に示すように、真理の探究の有無と応用目的の有無の2軸で、研究のタイプを4つの象限に分け、ボーアの量子力学のように真理

の探究は行いが応用目的をもたない純粋基礎研究と、エジソンの発明のように応用目的は持つが真理の探究を行わない純粋応用研究の他に、パスツールの細菌研究のように、微生物も微生物から産まれるとの真理の探究であると同時に、伝染病を予防するとの応用目的を持った研究が存在することを示し、パスツール型の研究が重要であるとする考え方である。

パスツール型研究の考え方は、国家プロジェクトにおいては、出口を見据えて基礎から行うプロジェクトが重要との考え方をもたらした。その後、NEDOは、技術分野ごとの技術ロードマップ作成を進めたが、長期的な技術進歩の道筋を検討することも、基礎研究と応用研究を適切に組み合わせる必要性が広く理解されるのに役だった。

4 鉄鋼関係の国家プロジェクトの特徴

鉄鋼などの素材産業においては、そのユーザーとなる加工組立産業から具体的な要望が来てから材料開発を行っている間は間に合わず、材料メーカー自身が、将来ニーズを予想して、かなり長期の研究開発を行っている。このため、国家プロジェクトにおいても、素材関係の研究開発には、独自の配慮が必要になる。大プロ制度の下での国家プロジェクトは、6-10年の期間の中で新しいシステム製品のプロトタイプの実作まで行うために、これに用いる構造材料の開発から行うことはスケジュール的に困難だった。次世代制度の創設は、システムの開発に先立つ材料開発を行うための解決策になった。鉄鋼材料に関しては、次世代制度の新材料開発の中で、「高性能結晶制御合金の研究開発」（1981-1988年度。総額約80億円。）が実施され、結晶制御合金設計、結晶組織制御などが、産学連携で研究開発された。

鉄鋼関係の大規模な国家プロジェクトとしては、産技制度の下で、「スーパーメタルプロジェクト」（1997-2001年度。総額約46億円。）が実施された。この開始に先立って、2年間の先導研究が行われ、現状の鉄鋼材料の結晶粒は5-10μmだが、メゾスコピック組織制御によって結晶粒を1μm以下に微細化すると強度は飛躍的に向上し、延性・靱性をあまり損なわないので有効との提言が行われた¹⁰⁾。これに基づいてプロジェクトが実施され、鉄鋼関係の5社と東北大学など12大学が参加して、学術的には金属材料の可能性を飛躍的に向上させ、鉄鋼材料などの技術基盤を強化する大きな成果が得られた¹¹⁾。さらに、この後継として、自動車用の鋼材への応用を目指して、「環境調和型超微細粒鋼創製技術基盤技術の開発プロジェクト」（2002-2006年度。総額約30億円）がNEDOプロジェクトとして実施された。このプロジェクトも、目標とした1μmレベルの微細粒鋼板の実機生産を可能とする製造とプロセスを確立し、学術的にも技術的にもレベルが高い

		用途の考慮	
		No	Yes
真理の探究	Yes	Pure basic research (Bohr)	Use-inspired basic research (Pasteur)
	No		Pure applied research (Edison)

図1 ストークスのモデル

と評価されている¹²⁾。また、このような高級鋼の利用を拡大するためには、溶接技術、鍛造技術などの関連技術も必要になる。そのため、「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発プロジェクト」(2007-2011年度。総額約6.4億円)が実施され、大きな成果を収めた¹³⁾。

この他、革新的な技術シーズ発掘のための「ナノメタル技術プロジェクト」(2001-2006年度。総額約23.2億円。)や製鉄プロセスのCO₂を30%削減することを目指す「環境調和型製鉄プロセス技術開発プロジェクト」(Phase I Step1 2008-2012年度。総額約104億円。Phase I Step2 2013-2017年度。Phase II 2018-2028年度。)、自動車等の抜本的軽量化を目指す「革新的新構造材料等技術開発プロジェクト」(2014-2022年度。総額約470億円)も実施されている^{14,15)}。

こうした鉄鋼分野の国家プロジェクトの特徴を見ると、スーパーメタルとその後継プロジェクトを合わせると10年間の研究開発であることに見られるように、長期的な観点から研究開発に取り組んでいることが1つの特徴である。この10年の研究開発は、前半(スーパーメタル)は比較的基礎寄りだが、それに先立つ先導研究において、将来の産業応用の姿とそのために必要な基礎技術を考えて、全体のシナリオを描いていることが2つ目の特徴である。先導研究が行われた時は、ストックスのモデルが発表される前だったが、既に出口を見据えて基礎から実施するパスツール型の研究開発計画となっていた。3つ目の特徴は、産学連携や産学官連携を十分に活用して成果に結びつけていることである。上記の国家プロジェクトは、いずれも産学連携を活かした研究開発体制を構築しており、事後評価において、それが成果に結びついている点について高い評価を得ている。

5 今後への期待

半導体製造分野での産学連携で大きな業績を上げられた東北大学の大見忠弘教授は、ターゲット・ドリブンモデルを提唱しておられる。これは、ターゲットの実現に必要な研究は、基礎研究でも応用研究でも開発研究でも全て実施する必要があるし、そのためには、産学官全てが協力するとのモデルである。原理・原則から解明することで、実用に役立つ技術が生まれるとの考え方である。大見先生は、実際に、この考え方で研究開発を進め、2003年度の第1回産学官連携功労者表彰で内閣総理大臣賞を受賞された。国家プロジェクトの中での産学連携も、この考え方で進めることが重要である。また、実際に、そのように運営された国家プロジェクトは少なくない。

特に、鉄鋼関係の国家プロジェクトは、前節で見た3つの特徴のように、基礎研究重視か実用化研究重視かとの二者択一の議論に陥らず、大学や国研のアカデミックな能力と産業

界の実用的な能力をともに活用することで、国家プロジェクトを計画していた。

鉄鋼・冶金工学の分野では、大学と企業とは、学会や卒業生などを通じて、長年に亘って密接な関係を構築している様子であり、国家プロジェクトの立案に際しても、長年の信頼関係に基づいて実施しているようである。今後とも、このような産学の良好な関係を活かして、国家プロジェクトの制度を活用されることを期待する。

参考文献

- 1) 沢井実：通商産業政策史9 産業技術政策，経済産業研究所，(2011)
- 2) 工業技術院研究開発官室監修：大型プロジェクト20年の歩み，通商産業調査会，(1987)
- 3) 工業技術院サンシャイン推進本部監修：サンシャイン計画10年の歩み，日本産業技術振興協会，(1984)
- 4) 工業技術院次世代産業技術企画官室監修：次世代産業技術への挑戦，ケイブン出版，(1992)
- 5) 産業技術融合領域研究所パンフレット，(1997)
- 6) NEDO 30年史，新エネルギー・産業技術総合開発機構
- 7) リチャード・S・ローゼンブルム，ウィリアム・J・スペンサー：中央研究所の時代の終焉，日経BP社，(1998)
- 8) 西村吉雄：産学連携「中央研究所の時代」を超えて，日経BP社，(2003)
- 9) D.E.Stokes：Pasteur's Quadrant；Basic Science and Technological Innovation，Brookings Institution Press，(1997)
- 10) 吉田朋央，山下勝，竹下満：追跡ヒアリングを中心としたコンソーシアム型NEDOプロジェクトにおける成功要因，研究・技術計画学会第18回年次学術大会，講演要旨集，(2013)，184.
- 11) 「スーパーメタル」事後評価報告書，新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術評価委員会，(2003)
- 12) 「環境調和型超微細粒鋼創製技術基盤技術の開発」事後評価報告書，新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会，(2007)
- 13) 「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」事後評価報告書，新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会，(2013)
- 14) 「ナノメタル技術」事後評価報告書，事後評価報告書，新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会，(2008)
- 15) 「環境調和型製鉄プロセス技術開発」事後評価報告書，新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会，(2013)

(2015年6月5日受付)