

タイトル	自動車の新技術開発における共同研究の役割：電気自動車開発と大型工業技術研究開発制度
著者	板垣，暁； ITAGAKI, Akira
引用	季刊北海学園大学経済論集，66(2)：57-86
発行日	2018-09-30

《論説》

自動車の新技術開発における共同研究の役割

— 電気自動車開発と大型工業技術研究開発制度 —¹

板 垣 暁

はじめに

本稿の課題は、通産省が実施した大型工業技術研究開発制度（以下、大型プロジェクト制度。）における電気自動車プロジェクトを事例に、日本の共同研究制度及び大型プロジェクト制度の有した意義を検討することである。

後述するように、大型プロジェクト制度とは、日本の経済上必要でありながら、多額の資金と長期の研究開発期間が必要であると同時にリスク負担が大きい大型プロジェクトに対し、国が資金の一部と共同研究の場を提供する制度である。すなわち、社会的な意義が大きいにも関わらず、そのリスクの大きさから民間企業単独では推進できないようなプロジェクトに対し、国がそのリスクの一部を負担する制度といえる。

ここから分かるように、同制度は官民協力の下で推進される共同研究制度の一つである。本文でも触れるように、戦前から日本では共同研究の試みがなされてきた。それゆえ、共同研究を対象とした、あるいはそれに触れた研究は数多く存在する。その中で、近年の代表的な成果である平本らによる研究は、日本における共同研究開発の歴史的発展を概観するとともに、真空管、半導体、魚群探知機、シェルモールド鋳造法を対象としたケーススタディや、unofficial と official、国際比較、「学」との関係などといった特定の視座からの研究により、日本の共同研究開発の意義と特徴を明らかにしている²。そこでは、共同研究自体が具体的な成果を生むことはなかったとしつつも、そこで培われた交流やネットワークによる「相互の学習、改善、競争」が、「個々の企業や産業全体の情報処理、知識創造能力を高め、個々の企業の革新や外国技術のいち早い導入、改善を促進」するとともに、「新しい企業の設立を容易にし、企業間競争のレベルをひきあげ」ることで、個別企業の開発や技術導入によるイノベーションを支える役割を果たした点が指摘されている³。

一方、大型プロジェクト制度についても、これまでいくつかの研究でその詳しい分析とその意義が明らかにされてきた⁴。その中で、沢井実は大型プロジェクト制度の概要と代表的なプロジェクト事例を挙げたうえで制度自体の評価を行っている⁵。この研究は通産省の産業技術政策全般を扱ったものであり、それゆえ大型プロジェクト制度のみに焦点を当てたものではないが、他のプロジェクトと相対化させることで同制度の特徴と限界を見事に浮き彫りにさせている。その一方で、その研究の目的上、個別プロジェクトについての分析については概要を紹介するにとどまっている。

また、川鉄テクノリサーチは各プロジェクトに関して、その背景、目標設定、成果などについて

て詳細に分析し、評価を行っている⁶。同様に、通商産業省工業技術院も電気自動車の研究開発に関する大型プロジェクト制度の成果を詳細に紹介している⁷。一方、これらの研究は、参加企業の思惑やその後の電気自動車の状況などに関する言及がないため、その評価が技術面及び技術開発という側面に偏ったものとなっているさらいがある。

さらに、大型工業技術研究開発制度20周年記念事業推進団体連合会は、大型プロジェクト制度及び各プロジェクトを、当時の関係者の会談も交えながら、詳細に振り返っている⁸。しかし、これについても、言及が大型プロジェクト制度そのものに限定されており、かつプロジェクトを肯定的に捉える意識が強いこともあり、相対化、客観化という点で限界がある。

本稿はこれらの研究成果を利用しながら、共同研究の一つである大型プロジェクト制度における電気自動車プロジェクトを事例に、その特徴と意義、限界を明らかにする。結論を先取りして言えば、電気自動車プロジェクトは、他の共同研究と同様、電気自動車の開発・普及という点では限界を有するものであった。その一方で、この共同研究により、電気自動車本体及び電気自動車の要である電池などの技術水準の向上がもたらされた。さらに、この研究によって参加研究者が得た経験や技術力がその後の各社の技術水準の向上に貢献した。その際、重要であったのが、電気自動車プロジェクトで採用された共同研究体制である。協調と競争を意識し、その「場」が作り出されたことにより、電気自動車関連技術の向上がもたらされたのである。

先述した平本らの研究では、共同研究開発が歴史的な変遷を遂げていることを理由に、各時期における共同研究開発のイノベーションへの寄与を分析する必要性が指摘されている。本稿は、共同研究プロジェクトの一ケースを提供することで、その一助となる意義を有している。また、電気自動車プロジェクトで見られた共同研究における競争の場の創出は、他のプロジェクトや共同研究ではあまり見られない事例であり、共同研究の推進とその成功を考える上で重要な示唆を与えるものである。その特徴を評価し、指摘した点が本稿の第二の意義である。

本稿は6つの節で構成されている。第1節では、大型プロジェクト制度以前の共同研究助成を確認するとともに大型プロジェクト制度が発足した背景及び大型プロジェクト制度の概要について言及している。第2節では電気自動車が社会的に要請された背景について、自動車排出ガスが社会問題化した点から明らかにしている。第3節では、まず、日本における電気自動車の歴史を概観するとともに、電気自動車が大型プロジェクト制度に採用された背景を、主として採用を決めた行政側の視点から説明する。第4節では、電気自動車プロジェクトの概要とその成果について説明する。第5節では、プロジェクト終了後における電気自動車普及の取り組みとその結果について説明する。最後に第6節では、まず本稿のまとめを行い、つづいて電気自動車プロジェクトが持った意味とその限界について説明する。

1. 大型プロジェクト制度

大型プロジェクト制度以前の共同研究助成

前述したように、大型プロジェクト制度とは、社会的な必要性が高い一方で民間企業が単独で進めるにはリスクの大きい研究について、資金の一部を負担しつつ共同研究の場を提供することでそのリスクを低減させ、技術の発展を促す制度である。

以上のような政策は大型プロジェクト制度が初めてというわけではない。そこで、まず大型プロジェクト制度以前における、日本の共同研究助成の推移を、平本厚によるまとめを参考に概観

してみたい⁹。

政府による科学研究の促進という考え方自体は日清戦争後から見られた。特に、第一次世界大戦後、先進国において国家による科学・技術の研究助成が促進される中、日本でも研究機関数の増加・拡充が進んだ。そして、それゆえ、各研究機関間の連絡・協調が重要視され、政府の仲介による異なる機関同士の共同研究という観点が強く意識されるようになった。このような意識が生じる一方、共同研究の促進とその成果の応用を意識した組織の実現には時間がかかった。しかし、1932年に日本学術振興会が設立認可され、翌年から事業が開始されると、国家的要請に関連する研究を優先する形で、研究費補助がなされ、総合研究分野において、学、官、産、軍の関係者による共同研究が進められた。

戦時体制下に入り、外国からの技術輸入が不可能になる中、文部省、商工省に対抗して科学技術振興分野における影響力を強めようとした企画院の動きもあり、基礎・応用・工業化の連関を意識した政策が進められた。そして、日本の対外的な孤立と国内での連携という条件のもとで技術を発展させるため、共同研究が推進され、研究隣組、学術研究会議研究班、戦時研究員制度など、共同研究を追求した制度が確立していった。

戦後も、組織が大きく改変される一方、科学・技術の振興と共同研究の推進を志向する動きは継続した。技術院の廃止を受け、それまでの研究開発政策の主体は文部省に移管され、科学研究費の配分・審査、共同研究所の設立など、研究助成政策が継続された。

文部省だけでなく、商工省の技術行政も戦後再編成された。1947年頃から技術面を重視した組織の必要性が意識され、1947年2月に技術室が設置された。さらに、GHQの指摘により、商工省の各研究機関の横のつながりが意識され、1948年には工業技術庁が設置された¹⁰。1951年度からは、工業技術庁長官が指定した課題に対し予算と研究費を重点的に割り当てる指定研究制度や、その指定研究のうち複数の研究所が共同で研究を行う共同研究制度が開始された。

1961年には、鉦工業技術研究組合法が可決・公布された。当時、日本が抱えていた問題である、研究投資の分散、基礎研究から企業化へという研究の一貫性の欠如、産業・企業間の技術格差などを解決する手段の一つとして、共同研究に適した法制度の整備が目指されており、同法はその観点から作成されたものであった。同法は、組合に対してではなくプロジェクトごとに補助金を交付するという特徴を持っており、大型プロジェクトを遂行する際の委託先として利用された。

大型プロジェクト制度の発足

大型プロジェクトの構想は1960年代に現れたとされる¹¹。当時は、産業界の大規模な研究開発プロジェクトに対するニーズが高まっていた時期であり、55億円の研究開発費が投入されたYS11中型輸送用航空機の開発に代表されるように、研究開発費が大規模化していた¹²。

そのような情勢の中、通産省は、日本の産業構造の現状と今後の方向を分析する必要から、調査機関の設置を求めた¹³。それを受けて、1961年4月1日に、通商産業省の付属機関として産業構造調査会が設置された。この時期、通産省が分析・調査機関の設置を必要とした背景に貿易の自由化がある。当時の通商産業政務次官である砂原格は、産業構造調査会設置を提案する理由として、「わが国経済の高度の成長を今後も長きにわたって持続し、国民福祉の向上をはかるには、将来の雇用事情や内外の需要動向等に即応した産業構造の改変を進めることが必要とされるのでありますが、貿易の自由化とともに激化する国際競争の渦中であって、このような産業構造の高

高度化を実現することは、まことに容易ならざることと申さねばなりません。かかる課題に対処するためには、産業の実態を総合的に把握し、産業の内部及び産業相互間に包蔵する問題点を解明して、今後の産業構造のあり方について検討するとともに、こうした産業構造を実現するための対策を確立することが必要であり、この産業構造調査会において、貿易・為替自由化計画の完了する昭和38年〔1963年——筆者註。以下同じ。〕を一応の目途として、学識経験者に慎重な調査審議を行なわしめたいと存じた次第でございます¹⁴、と述べている。

このように、産業構造調査会の設置は貿易自由化対策の一環であった。それゆえ、その設置期間も1961年4月から1964年3月までの3年間に設定された。

また、同調査会は、総合、産業技術、中小企業、貿易、産業金融、産業労働、産業体制、重工業、化学工業、繊維および雑貨、鉱業および非鉄金属工業、総合エネルギーの12部会によって構成された。そして、その委員は、通産大臣に任命された学識経験者50人以内で組織するものとされた¹⁵。

このうち、堀義路電力中央研究所理事を部会長とする産業技術部会では、技術開発促進のための産業政策のあり方を検討課題として審議・検討が進められた¹⁶。それらを経て、同部会を含む産業構造調査会は、「今後の技術発展の中核となるべき技術の探求、技術開発における国の役割、企業の技術促進のための産業政策のあり方」といった諮問に対し、1963年11月に答申を行った¹⁷。そこでは、技術開発の中心が企業であり、企業による自主的な技術開発力の強化が必要であるとしつつも、近頃は開発すべき技術の分野が大幅に広がり、必要とされる研究投資額も大型化していることから、技術開発を強力に推進するための企業の技術開発体制の強化と政府の権能の強化を図る必要性が述べられた¹⁸。また、先進工業国に比べ、日本では全研究投資額に占める公的な研究投資額の割合が低いことが指摘され、技術水準の向上と経済成長の維持のために、特に民間企業の技術が比較的低い6分野（基礎研究、先導的研究、境界域研究、中小企業中心の技術、公害・災害その他の産業基盤に関する研究、サービスの部門）に対して、政府が積極的に研究及び民間研究への助成を行うべきとした。この答申により、鉱工業技術試験研究委託費が創設された。

さらに、1964年7月には、工業技術院長の諮問機関である工業技術協議会に対し、以下の諮問が出された。すなわち、①国として総合的かつ計画的に研究開発を推進すべき重点技術の選定とプロジェクトの策定を行うこと、②工業技術院所属の試験研究機関として、今後の発展性や民間での研究開発を考慮しながら、重点化すべき研究課題と長期計画を策定すること、の2点である¹⁹。この諮問の背景にも自由化への対応という観点があった。すなわち、①近年の技術進歩によって、より長期的・大規模・多分野にわたった研究開発が必要になっている、②他の先進国では宇宙開発や軍事研究という形でこのような研究に国家的資金が導入されている、③今後自由化が進展する中で国際競争力を増すためには官民の協調による研究推進体制が必須である、と。このような考えを背景として、現在構想の段階にある、重要技術に関するプロジェクト開発を具体化するための重点技術の選定と推進方策が諮問されたのである。また、その際には民間と国との役割分担が強く意識された。

これを受けた工業技術協議会は、1964年9月に中間報告書を提出した。そこでは、①産業構造の高度化や国際競争力の強化のために技術の研究開発が緊急に要請されるもの、②関連技術の向上に波及効果が高いもの、③長期的・大規模・多分野かつリスクが大きい一方で実現性の高いもの、という条件のもと、(1)MHD発電、(2)海水淡水化、(3)石炭地下ガス化、(4)石炭無人採炭、

(5)直流送電, (6)新材料(超高压, 高温技術), (7)電子計算機, 電子計算機利用, 電子翻訳機, (8)新加工技術の8点が選定された²⁰⁾。とはいえ, この時点では, 大学, 国立研究所の研究費, 委託研究制度, 試験研究補助金など既存の制度の活用が基本線となっており, 新たなプロジェクト研究開発体制については, 既存の制度では不十分な場合に備えて検討を進めるべきと言及されるにとどまっていた。

しかし, 1964年11月に通産大臣から出された諮問(産業構造高度化のための技術開発方策について)に対する, 1965年10月の産業構造審議会産業技術部会からの中間答申により, 新たなプロジェクト体制を創設する動きが本格化した。この中間答申においても, 国際競争力の強化と経済成長のためには技術の進歩が必要という見方や, 他の先進国と比較した日本政府の研究負担額の小ささ, 研究開発における必要資金の大きさなどが示されたうえで, 国の支援の必要性が語られている²¹⁾。そして, それを踏まえ, 大型プロジェクト研究開発の推進が提案された。その推進方策で示されたプロジェクトの選定基準は図表1の通りである。さらに, 推進方策の項では, ①大学, 国立研究所, 民間が協力し, 幅広い分野の研究者・技術者と多額の資金を計画的に長期間にわたって投入すること, ②民間企業に対する委託研究制度の確立と委託研究支出の画期的な拡充を図ることの2点に加え, 実際の運用にあたり, ③研究開発に要する費用は全額国が負担し, 結果にかかわらず償還を求めないこと, ④委託先の選定にあたっては研究開発能力だけでなく, 企業化された後の産業界への影響も考慮すること, ⑤特許の取り扱いについては委託先企業に十分配慮すること, ⑥研究者の流動性を高めるため, 研究員制度の拡充・新設を図ること, ⑦研究開発の各段階において調査・管理・評価の機能を発揮できる体制を整え, 場合によって計画の変

中間答申	大型工業技術研究開発制度
わが国の将来の産業発展に重要な影響を与える画期的, 先導的な技術であって, 技術, 研究の波及効果が大きく, かつその技術の確立によりもたらされる経済効果が, 国民経済上きわめて重要なもの	当該技術の研究開発を行うことが産業構造の高度化, 国際競争力の強化, 天然資源の合理的な開発又は産業公害の防止を図るために極めて重要であり, かつ, 緊急に必要とされるもの
わが国の産業育成, 国際競争力の強化ならびに社会開発の立場から, その技術開発が緊急に要請されるもの	先導的又は波及的性格を有する技術であって, その研究開発を行うことが鉱工業の技術の向上に著しく寄与するもの
その研究開発に長い期間と巨額の資金と多数の研究者を要し, 民間ではとうていリスクを負担し得ないもの	当該技術の研究開発を行うには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, 産業界においてその研究開発を行うことができないもの
	当該技術の研究開発について, 開発目標を設定することが可能であり, かつ, 当該目標を達成するための技術的手法に見通しがあるもの
	当該技術の研究開発を行うためには, 国, 産業界, 学界等の研究開発能力を結集することが必要であるもの

図表1 産業構造審議会産業技術部会中間答申に示された大型プロジェクト選定基準と大型工業技術研究開発制度の選定基準の比較

出典: 工業技術院研究開発官室監修・大型工業技術研究開発制度20周年記念事業推進団体連合会編『大型プロジェクト20年の歩み——我が国産業技術の礎を築く——』, 通商産業調査会, 1987年, 15頁及び909頁。

更や中止を行うこと、などが示された²²。

この中間答申を受け、構想がとりまとめられた結果、1966年度より大型プロジェクト制度が発足した。

大型プロジェクト制度の概要

前項で見たように、自由化を控えて企業の国際競争力を強化する必要性が生じたことを背景として、他の欧米先進国にならって民間企業の技術開発を国が積極的に支援するという観点から大型プロジェクト制度は発足した。この他、大型プロジェクト制度が構想された背景として、①高度経済成長が続く中で財政的な余裕があったこと、②民間企業が独自に大型のプロジェクトを行う余裕がまだなかったこと、③垂直的、水平的な共同研究を行う空気が高まっていたこと、④通産政策が、それまでの鉱工業技術の振興など包括的・抽象的な形から、産業基盤技術の確立など具体的な形で進められるようになったこと、⑤公害の問題など各分野の協力が必要な問題への対応が要請されていたこと、などが挙げられている²³。

このため、大型プロジェクト制度の目的やプロジェクトのテーマ選定基準もその背景に沿ったものとなった。

まず、大型プロジェクト制度の目的は、「国民経済上重要かつ緊急に必要とされる大型工業技術であって、その研究開発に多額の資金と長期の研究開発期間を要し、かつ多大の危険負担を伴うため、民間業界のみでは到底開発を主体的に実施し得ないものについて、国が全額所要資金を負担し、産業界、学界との密接な協力体制のもとに、計画的かつ効率的にその研究開発を推進する体制を確立することにより、独創的な技術開発を強力に推進すること²⁴」、とされた。

また、対象テーマの基準は以下の5点となった²⁵。

- ①当該技術の研究開発を行うことが産業構造の高度化、国際競争力の強化、天然資源の合理的な開発または産業公害の防止等をはかるために極めて重要であり、かつ、緊急に必要とされるもの
- ②先導的または波及的性格を有する技術であって、その研究開発を行うことが鉱工業の技術の向上に著しく寄与するもの
- ③当該技術の研究開発を行うには多額の資金および長期の研究開発期間を必要とし、しかも多大の危険負担を伴うために、産業界においてその研究開発を行うことができないもの
- ④当該技術の研究開発について開発目標を設定することが可能であり、かつ、当該目標を達成するための技術的手法に見通しがあるもの
- ⑤当該技術の研究開発を行うためには、国、産業界、学界等の研究開発能力を結集することが必要であるもの

この選定基準については、先に述べた中間答申の選定基準案と比較して、ほぼその内容が踏襲されていることがうかがえる²⁶。(前掲図表1) 大型プロジェクト制度が、前項で見た国際競争力と技術力の強化を目指した一連の流れの一つの帰結であったことがここからもうかがえるであろう。

大型プロジェクト制度の運営は工業技術院が中心となり、工業技術院長、プロジェクト運営全般を総括する技術審議官、各プロジェクト間の総合調整等を行う総括研究開発官、各プロジェクトを担当する研究開発官によって進められた²⁷。

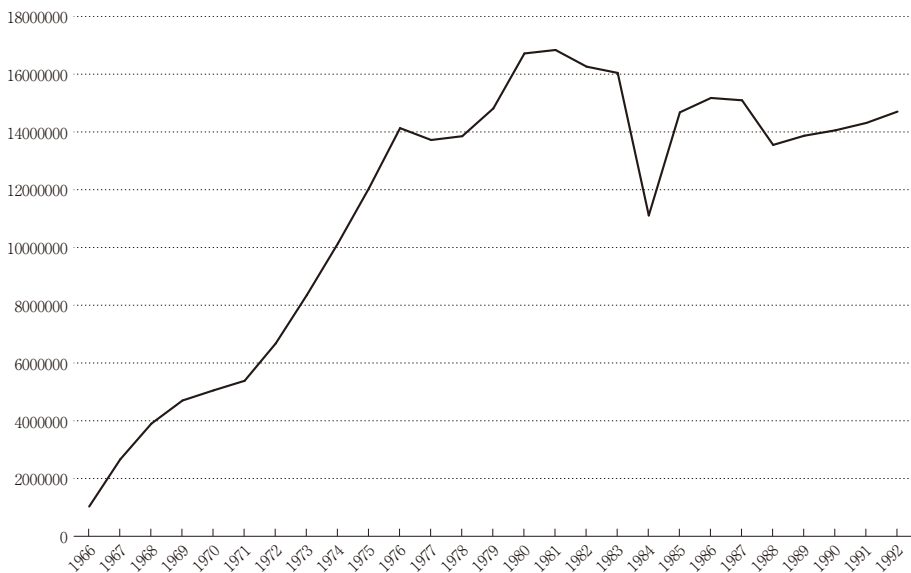
プロジェクトの選定にあたっては、原課が産業界と緊密に話し合いなどを進めた上で、産業界

や国民のニーズに沿ったテーマを提案する形が取られた。それを受け、プロジェクトの選定は、プロジェクトごとの分科会や通産大臣の諮問機関である産業技術審議会の中の大型技術部会の意見をもとに決定された²⁸。なお、提案されたプロジェクトが採用される確率は低かった。例えば、1984年度は14件の新規テーマが提案されたものの採用されたものは1件にとどまり、翌1985年度も22テーマの提案に対し採用は2件であった²⁹。この点について、板倉省吾第8代技術審議官は、「大型プロジェクトは8のプロジェクトを同時に実施することを認めるという大蔵省との合意がある訳です。これはプロジェクトを一つ終わったら一つはじめてもいいということ³⁰」、と述べている。すなわち、大蔵省の意向もあり、同時に実施できるプロジェクトの数が8～9本に制限され、一つのプロジェクトが終了すると別のプロジェクトがスタートするという形をとったため、採択される確率は非常に低くなったのである。

プロジェクトの選定後、実際の研究開発は工業技術院やその他関係省庁の関係試験研究所あるいは民間企業などに委託されて行われた³¹。委託先の選定は、まず公募により希望する企業を募集し、技術開発力、研究体制、経理能力、信用力等を考慮して審査が行われ、技術審議官のもとで運営される大型工業技術委員会の審議を経て決定された³²。

以上のような経緯・内容で1966年度からスタートした大型プロジェクト制度は、1993年度に医療福祉機器技術研究開発制度及び次世代産業基盤技術研究開発制度と統合され産業科学技術研究開発制度となるまで続いた³³。その間の大型プロジェクト件数は31件、参加企業数は延べ479社にのぼった³⁴。

また、この間の予算額の推移は図表2の通りである。日本経済が安定成長期に入った1970年代後半からはその額が伸び悩んだが、一貫して多額の予算が投入されていることが分かる。ただし、この点について留意が必要なのは、1979年度からは「石炭及び石油対策特別会計」、1984年



図表2 大型プロジェクト制度予算の推移 (単位: 千円)

注: 1992年は要求額

出典: 通商産業省編『通商産業省年報』各年版より作成。

度からは「電源開発促進対策特別会計」といった特別会計予算がそれぞれ組み入れられ、同じく1984年度からは中小企業庁の予算も組み入れられた点である³⁵。それらを除く一般会計予算については、1982年度より減少し、1986年度にはピーク時の3分の1強にまで減少した³⁶。

その背景にあったのは、財政再建を目的として一般歳出の要求額に設けられたシーリングである。1980年度予算編成に際して設けられたシーリングは、1982年度には原則ゼロ・シーリング、1983年度、1984年度には原則マイナス・シーリングとなるなど強化された³⁷。この点について、1981年9月から1982年にかけて第6代技術審議官を務めた鈴木健は、「私が大山さん〔大山信第5代技術審議官〕のあとをついで審議官をやりましたのは、〔中略〕丁度予算が減り始めた時点で、その予算が減るのをいかに食い止めるか必死になってやったわけです³⁸」、と述懐している。

このように大型プロジェクト制度は1980年代後半以降は予算制約に苦しむこととなった。しかし、設立初期の段階においては大規模な予算が投入される³⁹など、大型プロジェクト制度は通産省の技術政策の中心であった。特に、制度の開始から1970年代中頃までは予算額が順調に伸びていった時期であった。本稿が対象とする電気自動車プロジェクトはまさにこの時期のプロジェクトであり、予算などの外部制約が少なく、制度の力を十分に発揮できた時期であったといえよう。

2. 電気自動車開発の背景

電気自動車に関する実際のプロジェクトについて確認する前に、電気自動車が注目された当時の社会的背景について確認してみたい。

この時期電気自動車の開発が日本で注目された背景として、自動車排出ガスの社会問題化があった。日本で自動車排出ガスによる大気汚染が社会問題化したのは1960年代に入ってからであった。1962年頃より交通量の多い東京都世田谷区の大原交差点などでは、交通警察官への排出ガスの影響が取りざたされていた⁴⁰。1963年12月には、行政管理庁から運輸省に対して、「公害防止に関する行政観察結果に基づく勧告」が提出され、具体的な排出ガス数値規制の実施が勧告された⁴¹。また、同時期の国会でも排出ガス数値規制が実施されていないことに対する批判が生じた。1964年9月、これらの状況を受け、運輸省は「自動車排気有害ガス防止対策長期計画」を決定し、以後この計画に沿って段階的に規制が実施されていった。1966年には日本初の数値規制が二酸化炭素を対象として実施された⁴²。

その後、1960年代後半から1970年代初頭にかけて日本の排ガス規制は順次強化されていった。(図表3) 規制対象物質こそ一酸化炭素のみであったが、規制値は強化され、また規制対象車も使用過程車(中古車)が加えられた。

1969年より、それまで数値規制の対象外であった炭化水素及び窒素酸化物を規制すべく、運輸大臣の私的諮問機関である運輸技術懇談会自動車部会において、自動車排出ガス対策に関する長期計画策定のための審議が開始された⁴³。この審議は、1970年7月に発足した運輸技術審議会自動車部会⁴⁴に引き継がれ、同月、運輸技術審議会諮問第四号(自動車の安全確保及び公害防止のための技術的方策について)の中間答申としてとりまとめられた⁴⁵。「自動車排出ガス対策基本計画」と名付けられたこの中間答申は、先述した『『自動車排気有害ガス防止対策長期計画』にひきつづくもの⁴⁶』と位置づけられ、以降運輸省はこの計画に沿った規制の強化を図ろうとした。

しかし、1970年12月にアメリカで「マスキー法」が成立すると、日本の自動車排出ガス規制

年		1966-68	1969	1970	1971	1972	1973-74	1975	1976-77	1978
規制方法		濃度規制					重量規制			
試験方法		4 モード					10 モード			
ガソリン車 (4 サイクル)	CO g/km	3 % *1	2.5 % *1	→ *2	→ (1.7 %) *2	→	26 (18.4)	2.7 (2.1)	→	→
	HC g/km						3.8 (2.94)	0.39 (0.25)	→	→
	Nox g/km						3 (2.18)	1.6 (1.2)	1.2	0.48
ガソリン車 (2 サイクル)	CO g/km			3 %	→ (2.2 %)	→	26 (18.3)	2.7 (2.1)		
	HC g/km						22.5 (16.6)	0.39 (0.25)		
	Nox g/km						0.5 (0.3)	0.5 (0.3)		
アイドル CO	%			4.5 % (新車) 5.5 % (中古車) *3	→	4.5 %	→			
規制告示官庁		運輸省					環境庁			

図表 3 日本のガソリン自動車排出ガス規制〔規制値は最高値, () 内数値は平均値基準を示す〕

註 1 : 軽自動車は除く

註 2 : 軽自動車は 2 サイクルエンジンと同じ

註 3 : 中古車規制は軽自動車を除く

出典 : 日本自動車会議所・日刊自動車新聞社『自動車年鑑』昭和 51 年版, 日刊自動車新聞社, 1976 年, 152 頁及び『自動車年鑑』昭和 52 年版, 1977 年, 126 頁より作成。

は大きな転換を余儀なくされた。

1971 年 9 月, 大石武一環境庁長官は, 「米国マスキー法」と同基準の規制を 1975 年から実施する方針を明らかにし, 中央公害対策審議会(以下, 中公審と略)に対し, その方策を諮問した。これにより, 運輸省は「自動車排出ガス対策基本計画」の「再検討を迫られ⁴⁷⁾」ることとなった。

大石環境庁長官の諮問を受け, 中公審公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会(以下, 「専門委員会」と略)は, 1971 年 10 月からの 4 回にわたり自動車排出ガス防止技術開発状況の現地視察及び 13 回の審議を行った。そして, 1972 年 8 月, 中間報告として「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について」を発表した。

そこでは, 「わが国における自動車排出ガスによる大気汚染問題の実態にかんがみ, 「米国の 1970 年大気清浄法改正法等〔米国マスキー法〕が予定している規制と少なくとも同程度の許容限度」を設定することの技術的可能性を検討した結果, 「実用面においてきわめて困難であるとの見解はあったが, 実用化を含めてその開発は必ずしも不可能ではないとの見解」が示された⁴⁸⁾。その見解をもとに 1975 年 4 月から一酸化炭素 2.1 g/km, 炭化水素 0.25 g/km, 窒素酸化物 1.2 g/km, 1976 年 4 月から窒素酸化物 0.25 g/km, を上限とする規制案が発表された。

さらに「専門委員会」は, 規制値の設定にあたり, 「防止技術の開発状況を勘案して行うべき」としながらも, 「その場合においても, 許容限度の設定年次をいたずらに遅らせることは厳にさけるとともに, 技術的に可能な限り最もきびしい許容限度の設定を行うものとする」という基本方針を述べた⁴⁹⁾。

これを受け, 1972 年 10 月, 中公審は, 自動車公害専門委員会の中間報告とほぼ同内容の「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について」を, 中間答申として環境庁長官に答申した⁵⁰⁾。こ

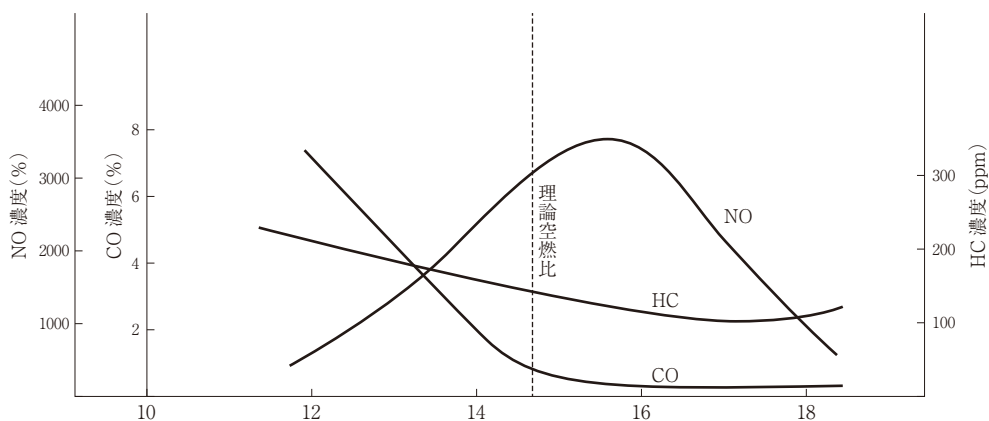
の中間答申に沿う形で、1972年10月、環境庁は上記基準を内容とする規制方針を告示した。これにより、1975年、1976年より、マスキー法と同レベルの規制が日本でも実施されることが決定したのである。

「米国マスキー法」レベルの規制（以下、「日本版マスキー法」と表記する）が実施される上で問題となったのは、その達成の難しさであった。一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物を同時に規制基準まで低減することは、当時の自動車メーカーの有する技術水準では困難であった。エンジン内の混合気を燃焼させるためには、混合気中の空気と燃料の割合（空燃比）が一定（当時の基準で通常10～17）である必要がある⁵¹。また、火炎温度は理論空燃比⁵²（14.6）よりも濃い値（13.5～14）で最高となり、その値より濃くても低くても低下する。これと同様に、火炎速度及びエンジン出力も理論空燃比付近（12～13）で最高となる。また、燃料消費量はこれと反比例し、空燃比16で最低値を示す。

燃焼ガス中の一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物の排出量と空燃比の関係は、図表4の通りとなる。一酸化炭素排出量の増大は混合気の不完全燃焼に起因する。そのため、混合気が濃くなるほど排出量は増大する。また、炭化水素も同様に混合気の不完全燃焼が原因で生じるため、混合気が濃い場合に排出量が増大する。ただし、炭化水素の場合、希薄混合気の場合でも増加する。

その一方で窒素酸化物は、混合気の燃焼中によって生じる窒素と酸素の結合によって発生するため、理論空燃比付近でその値は高くなる。すなわち、理論空燃比付近は、出力、燃費、一酸化炭素及び炭化水素の低減という点では理想的であるものの、窒素酸化物が大幅に増加してしまう。「日本版マスキー法」は、このような問題を高次元で解決することが求められた点で非常に困難な規制となったのである。

以上のような当時の技術水準で達成が困難な規制の実施が決まったことで、メーカーにとってそれまでとは異なる新たな排ガス抑制技術の開発が急務となった。そして、その技術の一つとして注目されたのが、電気自動車であった。1970年2月の第64国会運輸委員会で、当時の橋本登美三郎運輸大臣は以下のように述べ、公害対策としての電気自動車の可能性について触れている。すなわち、「一応運輸省の所管としては、いかにしてこの排気ガスを〔中略〕なるべく早い機会



図表4 空燃比による排出濃度の変化

出典：「自動車の窒素酸化物排出低減技術に関する報告」環境庁大気保全局自動車公害課編『自動車排出ガス対策の課題』、ぎょうせい、1976年2月、30頁。

に徹底的に規制する技術開発問題があるわけであります。〔中略〕結局、長い目の長期計画という点からいえば、新しい技術の開発、すなわち電気自動車等の開発を急ぐ必要があろう⁵³、と。このように、それまでの技術からの大きな転換が求められる中で、その一つとして電気自動車の可能性がクローズアップされたのである。

3. 電気自動車プロジェクトの採用

当該期までの電気自動車開発

それでは当該期における日本の電気自動車はどのような状況にあったのであろうか。それを見る前に、まずそれまでの日本の電気自動車の歴史を概観してみたい。

日本における電気自動車の嚆矢は、1899年に在日アメリカ商人によって輸入された三輪自動車であるといわれている⁵⁴。生産については、1911年に日本自動車が、東京電燈によって輸入された電気自動車をもとに、試作車を生産したのがその始まりであった。1930年頃には「ある一面に於て〔中略〕非常に優秀な性質を持ち」、「単に噸秆当りの運転費のみを以つて比較すれば概して揮発油自動車よりも経済⁵⁵」とされたように、費用面でガソリン車を上回るものと評価されていた。例えば、電気学会の会員によって1927年に行われた試算によれば、1マイルあたりの運転総経費を比較した場合、4人乗りガソリン自動車が51銭なのに対し、同じく4人乗り電気自動車のそれは32銭と算出された⁵⁶。また、構造が単純なため、車両の寿命はガソリン車の約2倍とされた。実用化もある程度されており、鉄道駅構内や工場内、倉庫、埠頭などでの貨物運搬用トラック、トラクターやトンネル工事、鉱山で使用される機関車、近距離の商品運搬用配達車などが使用されていた⁵⁷。さらに、1934年には日本電気自動車製造会社が設立され、小型車の製造実用化がはかられた。しかし、結局この時期電気自動車の普及は進まなかった。その主な理由は電池性能の限界である。電池性能の限界による走行距離の短さ及び速度の低さに加え、電池の重さから生じる車体重量の増加や一回の充電に時間を要する等の問題も電気自動車の弱点とされた⁵⁸。そのため、「現在の揮発油自動車を電気自動車に代へ得る如く誤信して居人を見受けるが蓄電池が画期的の改良を得ない限り、斯くの如き事はあり得ない⁵⁹」、と評される状況であった。

一方、太平洋戦争の戦況が悪化すると、ガソリン統制の厳格化に伴い、電気自動車が再度着目され、その生産、利用が増加していった。商工省からメーカーへ研究助成がなされたこともあり、生産メーカーは10社を数え、1942年には大型トラック及びバス、小型乗用車及びトラックなど400台が生産された⁶⁰。これは1942年の自動車生産台数3万7188台のおよそ1%に過ぎなかったが、1937年の生産台数が60台であり、かつ統制経済下であることを鑑みれば、この時期、電気自動車がある程度期待されていたことがうかがえよう⁶¹。

戦後もガソリン不足を背景に電気自動車は一定の注目を集めた。例えば、商工省自動車部自動車課の小林富平は、「これら〔ガソリン、重油、薪炭〕各種燃料が不足で各種車の活動が制限を受けねばならぬのに反して輸送量は年々増加し、中でも自動輸送に対する需要は日々高まりつゝあるのでこれを補うにはわが国に比較的豊富な電気エネルギーを活用した電気自動車が一人生きる道を持っていると云っても過言ではない」、として、「『電気自動車今後の発展は絶対だ』」と強調している⁶²。これらの情勢を背景に、1949～1953年までに合計3万5400台の生産を目標とする電気自動車五カ年計画が各官庁及び関係業者間で立案された⁶³。

その一方で、この時期もガソリン自動車に対する電気自動車の性能面での比較劣位は続いていた。第一にバッテリーの問題である。一回の充電による走行距離は小型四輪車で約 80 km, 30~40 人乗りバスで 60~80 km, 大型貨物自動車で約 100 km とされた。また、速度は時速 40 km 程度とされていた⁶⁴。このため、都市での配達など決まった距離や時間以外での使用は難しかった。また、一回に 3 時間かかる充電時間の短縮やバッテリーの価格が高く寿命が短い点などについても利用者から不満が生じていた⁶⁵。充電器以外にも、「ブレーキを筆頭としてハンドル、前車軸まわりなどが悪」いなど「電気廻り以外の個所」の問題も指摘されていた⁶⁶。さらに、部品の交換に「相当の日時を要する⁶⁷」点や充電所の整備などのインフラ面も課題としてあげられていた⁶⁸。

それでも電気自動車の生産・売上は伸び、1949 年には全国の自動車総数の約 3 %にあたる 3299 台が利用されていた⁶⁹。しかし、ガソリン需給の緩和及びガソリン自動車の生産台数の増加に伴い、元々性能で劣る電気自動車の需要は減少していき、またそれに伴いその生産も減少していった。その結果、1954 年頃には電気自動車の利用が確認されなくなり、1955 年には「道路運送車両法」から電気自動車の項目が削除されるに至った。

大型プロジェクト制度での電気自動車の採用

電気自動車が再び注目を集め始めたのは、先述したとおり、自動車の排出ガスが社会問題化した 1960 年代中頃からであった。

電力会社を中心にして、自動車メーカーと電池メーカーの協力により 1960 年代後半頃からガソリン自動車の改造という形で開発、試作が行われた⁷⁰。例えば、ダイハツは 1965 年から電気自動車の研究開発を開始し、1966 年には関西電力、日本輸送機、日本電池と協力し、試作車を完成させた⁷¹。その後、別の試作車を完成させ、テスト走行を重ね、1968 年と 1969 年に関西電力向けに電気自動車を 5 台納入した。さらに、大阪万博会場内の輸送機関として電気自動車の使用が決まり、その担当企業が公募されると、ダイハツグループが落札に成功し、パビリオンカー、一般観客用タクシー、プレス車、警備車、食糧運搬車、給食車など合わせて 275 台が納入された。さらに、ダイハツによる電気自動車は、電力会社や電電公社のサービス車や新聞配達車などで実用化された。このうち、万博での成功が社会問題化していた自動車公害対策の必要性と結びつき、その一つの方法としての電気自動車開発の機運を盛り上げる役割を果たした⁷²。

一方、工業技術院内では技術的観点及び行政的観点の双方から電気自動車の開発を進める考えが生じていた⁷³。

前者の技術的観点とは、自動車エンジンの技術的展開から想定されたものである。すなわち、外燃機関である蒸気機関→往復動エンジンによる内燃機関という流れから、その先は回転運動機関であるという考えが生じていたのである。特に 1967 年に東洋工業が回転運動機関であるロータリーエンジンを実用化し、ロータリーエンジン車を発売したこと⁷⁴はその気運を高める役割を果たし、工業技術院の技術者に回転機関であるモーター駆動の電気自動車時代の到来を意識させることとなった⁷⁵。

後者の行政的観点とはエネルギー政策との関連性である。日本の電源構成が水力から火力に転換し、さらに原子力への期待が高まっていた当時、水力と比較して需要の変化への対応力が低い火力と原子力が主力になることで深夜電力の余剰が増えることが予想されていた。その深夜の余剰電力の活用が行政的な課題となる中で、深夜電力の使い道としての電気自動車への活用が注目

されたのである⁷⁶。

とはいえ、電気自動車は、①エネルギー充填に対する走行距離、②一充填時間の長さ、③加速性、登板能力等の動力特性、の点で、ガソリン自動車に大幅に後れを取っていた。さらに、電気自動車の構造はガソリン自動車のそれと基本的に異なっており、新たな研究開発が必要である上、その開発には多大な資金、時間、人材が必要になると予想されていた⁷⁷。

その必要性が高まる一方で、性能及び技術蓄積の点でガソリン自動車に著しく後れを取っており、かつ、開発・実用化には多大な資源が必要であった電気自動車の開発を進めるには、国家的な規模で資金及び人材の結集や法制・税制上の優遇措置が必須であった。

この観点から、電気自動車開発をプロジェクトのテーマとして認定されるよう、関係方面への根回しが進められていった⁷⁸。その結果、1970年12月10日の衆議院地方行政委員会で「交通公害防止のためには、発生源である自動車の排出ガス等の規制が根本であり、このため新たに生産する自動車およびすでに販売されている自動車に対する規制を強化するとともに、無公害自動車の研究開発および燃料の改善を早急に行なうこと⁷⁹」、という付帯決議がなされるなど、行政外部でも電気自動車の開発に期待する気運が生じていった。以上のような経緯を経て電気自動車が大型プロジェクト制度のテーマとして認められ、研究が進められることとなった。

4. 電気自動車プロジェクトの概要とその成果

研究開発計画⁸⁰

大型プロジェクト制度において、電気自動車プロジェクトは、都市内交通において利用する自動車の開発を目標として、研究開発費総額48億円が設定された。開発期間は5年間であり、その間、電気自動車の最適な全体構造が追求されるとともに、電池、電動機、制御装置等の各コンポーネントの研究開発が進められた。

研究開発のテーマとして設定されたのは、大きく分けて、実験車、車体材料、電池、電動機・制御装置、ソフトウェアの4つである。具体的な内容はそれぞれ、実験車が軽量乗用電気自動車、小型乗用電気自動車、軽量電気トラック、小型電気トラック、路線用電気バス、実験車の試験方法及び評価方法、車体材料が電気自動車用プラスチック車体材料、電池が多層正極型鉛電池、多孔シート電極型鉛電池、循環式薄型多層構造鉛電池、電解液固定式亜鉛-空気電池、電解液循環式亜鉛-空気電池、鉄-空気電池、密閉式集合型ナトリウム-硫黄電池、電池の試験方法及び評価方法、電動機・制御装置はサイリスタチョップパ制御直流電動機、トランジスタ制御サイリスタ電動機、インバータ制御誘導電動機、ソフトウェアは充電システム、利用システムであった。

また、5年間の計画スケジュールを記した図表5から分かるとおり、3年目において第一次実験車を、最終年の5年目において第二次実験車をそれぞれ試作した上で総合的なテストを実施する計画が立てられた。

第一次実験車及び第二次実験車の目標性能諸元は図表6及び図表7の通りである⁸¹。この性能は当時開発されていた電気自動車と比較して高い値が設定されており、「いわば技術限界への挑戦」という数値であった⁸²。さらに、図表8で示したように、当時における海外の電気自動車と比較しても、第一次実験車の段階で、同等かそれ以上の性能が設定されていた。また、第一実験車では目標として設定されたわけではないが、図表6註2にあるように、60 Wh/kgと設定された鉛電池のエネルギー密度は、目標設定時の鉛電池の性能が30ないし35 Wh/kgが精一杯とい

	46年度	47年度	48年度	49年度	50年度	備 考
総合評価と評価法の確立	試験方法の開発 試験装置の開発 試験基準の確立 試験の実施 試験方法の開発 試験装置の開発 試験基準の確立 試験の実施					国立研究所
実験車の開発	設計研究	試作研究	組立	設計研究 試作研究	組立	自動車メーカー
コンポーネントの開発	設計研究	試作研究	組立	設計研究 試作研究	組立	民間企業
	基礎研究	実用化研究	組立	試作研究	組立	国立研究所 民間企業
充電方式の開発	システム研究	設計研究	試作研究	組立	試験の実施	民間企業
利用システムの開発	システム研究		中間報告	システム研究	最終報告	中立機関
研究開発費(百万円)	110	—	—	—	—	—
研究開発委託費(百万円)	340	—	—	—	—	—
合 計(百万円)	450	1310	1430	920	720	4800

図表5 電気自動車の研究開発計画

出典：日本自動車会議所・日刊自動車新聞社共編『自動車年鑑』昭和46年版，1971年3月，81頁。

用途分布	近距離運搬用		業務サービス用		路線運行用
車種	トラックタイプ		乗用・バンタイプ		バスタイプ
	軽クラス	小型クラス	軽クラス	小型クラス	大型クラス
乗員＋積載量 (kg)	2名＋200	2名＋1000	4名 または2名＋100	5名 または3名＋300	60～90名
車両総重量 (kg)	1100程度	3500程度	1000程度	2000程度	15000程度
最高速度 (km/h)	70以上	70以上	80以上	80以上	60以上
一充電走行距離 (km)	130～150	180～200	130～150	180～200	230～250
加速性能 (0→30 km/h) (秒)	5以下	5以下	4以下	3以下	8以下
登坂能力 (6度勾配の速度) (km/h)	40以上	40以上	40以上	40以上	25以上

図表6 第一次実験車において目標とする性能諸元

註1：電池重量は，車両総重量の30%以下とする。

註2：鉛電池のエネルギー密度は，60 Wh/kgとする。ただし5時間率とする。

註3：一充電走行距離は，40 km/hによる定常連続走行の値である。

出典：伊藤健一「電気自動車の研究開発」通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発——大型プロジェクト制度による研究成果を中心として——』財団法人日本産業技術振興協会，1974年12月，22頁。

うレベルであったことを考えれば相当に高い水準であった⁸³。

このような高い基準が設定された理由として，以下の2つがあげられる。第一に通産省及び工業技術院内における電気自動車プロジェクトに対する認識である。当時，発足当初の大型プロジェクト制度を既存の技術を超えた革新的技術に挑戦する制度と捉える認識が一般的であった。一方，電気自動車プロジェクトはあくまでも社会的な要請に応えるという観点から生まれたものであり，かつ既存の技術を組み合わせることで対応可能な，技術的要素の少ないイシューである

用途分布	近距離運搬用		業務サービス用	
車種	トラックタイプ		乗用・バンタイプ	
	軽クラス	小型クラス	軽クラス	小型クラス
乗員＋積載量 (kg)	2名＋300	2名＋1000	4名	4名
車両総重量 (kg)	1400 程度	3700 程度	1350 程度	1500 程度
最高速度 (km/h)	70	70	80	80
一充電走行距離 (km)	160 以上	230 以上	180 以上	250 以上
加速性能 (0→40 km/h) (秒)	9	9	7	6
登坂能力 (7%勾配の速度) (km/h)	40 以上	40 以上	40 以上	40 以上

図表 7 第二次実験車における目標とする性能諸元

註 1：電池重量は、車両総重量の 30% 以下とする。

註 2：一充電走行距離は、40 km/h による定常連続走行の値である。

出典：前出伊藤「電気自動車の研究開発」, 27 頁。

名称	Electrovair II	Rowan	Comuta	Delta	Electrobus Model20
製作会社	GM	Rowan Controller	英 Ford	GE	Torx-Link Corp
全長×全巾×全高 (mm)	4655×1770×1300	3070×1540×1350	2030×1255×1420	3300×1420×1500	6653×2338×2565
定量・積載量	4 人	4～5 人	2 人＋2 人	2 人＋2 人	20 人
車両重量 (kg)	1545	590	545	1045	4309
最高速度 (km/h)	128	64	64	88	56～62.4
一充電走行距離 (km)	64～112	80～160	64	112～160	88
加速性能 (km/h) (秒)	0～96 km/h 16 秒	n.a.	0～48 km/h 12 秒	0～48 km/h 6 秒	0～40 km/h 14 秒
登坂性能	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	25%
発表時期	1966 年	1967 年	1967 年	1968 年	n.a.

図表 8 主な外国製電気自動車の性能諸元

出典：前出伊藤「電気自動車の研究開発」, 30 頁。

という認識が強かった。そのため、「役所のなかで、そんなもの大型プロジェクトに馴染まないという声が強」かった。それゆえ、技術的に達成困難な目標を設定し、「格調高く新しい技術開発テーマ」にする必要があったのである⁸⁴。

理由の第二に、目標値の設定も含めたこの具体的な計画の設定に企業がからんでいなかったことがあげられる。すなわち、全体構想は行政側が構築し、目標基準は、機械技術研究所、大阪工業技術試験所、その他の国立研究機関の研究員や大学の研究者と相談のうえ決定したものであ

た⁸⁵。メーカーが関与しない「研究室ベース」での目標値設定が、「技術限界への挑戦」ともいえる数値につながったことは、当時を振り返って述べられた、メーカー側の「相談をかけられたら、難しくて出来ないと言うでしょうね⁸⁶」、「電池の場合も、おそらくそうだと思いますね⁸⁷」、という発言からうかがえる。

それでは、なぜ、結果的にメーカーを排除する形で目標値が設定されたのであろうか。その理由は、最初期の段階において、技術官が「迷惑だという感じの反応が強かった⁸⁸」と感じるほど、自動車メーカーがこのプロジェクトに乗り気ではなかったためである。自動車メーカーとしても、得られるリターンが読み切れない以上、電気自動車に経営資源を投入するリスクを負うことに躊躇いがあった⁸⁹。

以上のように、当時の技術水準からするとかなり挑戦的な目標が設定されたうえで、電気自動車のプロジェクトはスタートした。それでは、実際にこのプロジェクトはどのように進められ、どのような結果となったのであろうか。以下で順に見ていきたい。

第一次実験車の開発と研究成果

電気自動車プロジェクトの実施に当たっては、工業技術院、試験研究所、委託先である各メーカーとの相互連絡を行う電気自動車大型工業技術研究開発連絡会議が設けられた。連絡会議内には、本会議に加え、研究調整部門を担う企画 WG、研究分野ごとの検討機関である実験車 WG、車体材料 WG、電池 WG、電動機・制御装置 WG、利用システム WG が設けられ、研究開発が進められた⁹⁰。その際、特徴的であったのは図表 9 のように、具体的な車種を掲げた上で、まずライバルと目されていた自動車メーカー同士を互いに競争する形で配置し、そこに機能品関係企業を配置した点である⁹¹。先述のように、当初乗り気ではなかった自動車メーカー同士の競争心をあおることでプロジェクトを推進させようとしたのである。

電気自動車プロジェクトは、当初の計画通り、1971 年度に基礎研究が実施され、1972 年度に第一次実験車の設計・試作が行われた後、1973 年に機械技術研究所の東村山分室に試作車が納入された⁹²。

東村山分室では、実験車の開発と並行して確立された試験方法と評価方法に沿って試験・評価が行われた。そこでは、委託研究という性格上、先に見た自動車諸元の目標値に関する試験・評価作業が最も重視されていたが、一方で都市内交通において利用する電気自動車の実用化というプロジェクト上の目的から、保安上・実用上の最低基準を満たすよう、「道路運送車両法⁹³」の「保安基準⁹⁴」を参照に、目標として設定されていない諸項目についても評価・試験が行われた⁹⁵。

試験・評価は図表 10 で示した項目により、1973 年 10 月より 1974 年 3 月末日までの期間で行われた⁹⁶。試験・評価の結果は図表 11 の通りである。一見してわかるとおり、測定値は目標値とほぼ同等かそれを性能的に上回る結果となった。

このうち、目標値を達成できなかったのが、車両総重量である⁹⁷。小型乗用タイプとバスを除き、いずれもわずかながら、目標値を達成できなかった。これは、電池の重量が大きかったことに加え、電動機、制御装置、補器類の重量増加が、プラスチック素材の大幅な採用などの軽量化効果を上回ったためであった⁹⁸。一方、目標値を達成した小型乗用タイプとバスについては、前者は都市内走行を意識し車体の全長を切り詰めたことが、後者については応力部材における軽合金の採用が功を奏した⁹⁹。

その一方で動力性能（最高速度・加速性能・登坂能力）及び一充電走行距離は目標値を大幅に

第一段階 1971年度－73年度		
	委託先	研究項目
実験車	ダイハツ工業株式会社 (松下電器産業株式会社) (東京芝浦電機株式会社) トヨタ自動車工業株式会社 (日本電池株式会社) (日本電装株式会社) 東洋工業株式会社 (古河電池株式会社) (富士電機株式会社) 日産自動車株式会社 (新神戸電機株式会社) (神鋼電機株式会社) (株式会社日立製作所)	軽量乗用電気自動車 (EV1H) (EV1N) 小型乗用電気自動車 (EV2H) (EV2P) 軽量電気トラック (EV3P) 小型電気トラック (EV4H) (EV4P)
	三菱自動車工業株式会社 (湯浅電池株式会社) (三菱電機株式会社)	路線用電気バス (EV5)
電動機制御装置	株式会社日立製作所 東京芝浦電機株式会社 三菱電機株式会社 トビー工業株式会社	サイリスタチョップパ制御直流電動機 トランジスタチョップパ制御サイリスタ電動機 インバータ制御誘導電動機 インバータ制御誘導電動機
電池	日本電池株式会社 新神戸電機株式会社 湯浅電池株式会社 日本電池株式会社 三洋電機株式会社 松下電器産業株式会社	多層正極鉛電池 多孔シート型鉛電池 液循環式箱形多層構造鉛電池 電解固定式亜鉛－空気電池 電解液循環式亜鉛－空気電池 鉛－空気電池
	湯浅電池株式会社	密閉集合型ナトリウム硫黄電池
車体材料	日立化成工業株式会社	電気自動車プラスチック車体材料
利用システム	自動車技術会	利用システム
充電システム	日本電気協会	充電システム

図表9 研究開発委託先及び担当研究項目

() は再委託先

出典：工業技術院研究開発官室監修・大型工業技術研究開発制度20周年記念事業推進団体連合会編『大型プロジェクト20年の歩み——我が国産業技術の礎を築く——』、通商産業調査会、1987年、235頁。

上回ったものも多く、ともに「画期的」と評されるレベルであった¹⁰⁰。

以上のように、第一次実験車は、車両総重量こそ目標を達成できない車種が生じたものの、自動車の基本性能ともいえる動力性能や電気自動車の課題ともいえる一充電走行距離では目標を大幅に上回る結果を得た。

とはいえ、これらはあくまでも実験車としての性能であり、実用化に向けては超えなければいけないハードルがいくつかあった。この実験車で得られた性能が「実用性、信頼性をきりつめた極限設計によって得られたもの¹⁰¹」であったためである。

そのことは、例えば、制動性能のテストの結果にも表れていた¹⁰²。急制動性能テストにおける制動距離はガソリン車とほぼ同等の結果を得られたものの、制動効力試験では、エンジンブレー

走行試験	速度計検定 最高速度試験 加速試験 一充電走行距離試験 電力消費率試験 蛇行試験（走行抵抗及び回生制動効果の測定） 制動試験 車外騒音試験 電波障害試験 操縦性安定性試験 主観評価
台上試験	登坂力試験 走行（動力）性能線図の測定 パターン走行試験 （駆動・制動時の状態測定及び一充電走行距離の測定）
諸測定	諸元測定 視界測定 室内寸法測定 整備性 その他実用性に関する緒要目の評価
衝突実験	コンクリートバリア正面衝突（30 km/h 未満） ムービングバリアによる側方衝突（同上） 路線バスの場合は中型トラックによる側突（30 km/h）

図表 10 第一次実験車に課された試験項目

栗山洋四「実験車の試験評価方法」前出通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発』40 頁。

キと比較して制動能力の不足が見られると同時に、一定踏力に対する制動力の不足が確認された。また、小型乗用車は、最高負荷を加えた上での連続運転の際に、電動機の耐熱性が極めて乏しくなるという結果が出た¹⁰³。

この要因の一つとして、自動車の製品設計特性がある。例えば、電池の性能を向上させたとしても、実際に自動車に搭載することを考慮した場合、車両総重量の増加や配置場所に左右される居住性など、自動車への適合性を意識した設計にする必要がある。すなわち、「車としての必要条件を十分認識しつつコンポーネントの性能向上をはかること」と、「コンポーネントの特性を十分活かす車の設計等相互が認識し理解して向上をはかり、最適システムをつくりあげること¹⁰⁴」が必要であった。電気自動車プロジェクトは、開発メーカーにこの問題を改めて認識させる結果となったのである。

第二次実験車の開発と評価

当初の計画通り、1973 年度に第一次実験車の開発が終了した後から、プロジェクトは第二次実験車の開発へと移っていった。

第一次実験車の開発では、研究開発がそれぞれ並行して進められたが、第二次実験車では第一次実験車で成果を踏まえ、実験車と部品の組み合わせを当初から行うなど、実験車、電池、電動機・制御装置の担当会社が共同して実験車の研究開発を進める体制が取られた¹⁰⁵。第二次実験車における各組み合わせは図表 12 の通りである。

用途分布	車種	近距離運搬用		業務サービス用		路線運行用
車種		トラックタイプ		乗用・バンタイプ		バスタイプ
		軽クラス	小型クラス	軽クラス	小型クラス	大型クラス
メーカー	メーカー	東洋工業 古河電池 富士重機製造	日産自動車 新神戸電機 日立製作所	ダイハツ工業 松下電器産業 東芝電気	トヨタ自工 日本電池 日本電装	三菱自動車 湯浅電池 三菱電機
全長＋全幅＋全高 (mm)	実測	2915×1335× 1660	4695×1695 ×1830	3165×1420× 1315	3350×1580× 1540	9380×2440× 3060
乗員＋積載量 (kg)	目標	2 名＋200	2 名＋1000	4 名 または 2 名＋100	5 名 または 3 名＋300	60～90 名
	実測	2 名＋200	2 名＋1000	4 名	5 名	70 名
車両総重量 (kg)	目標	1100 程度	3500 程度	1000 程度	2000 程度	15000 程度
	実測	1107	3547	1128	1650	13641
最高速度 (km/h)	目標	70 以上	70 以上	80 以上	80 以上	60 以上
	実測	73	85	89	94	68
一充電走行距離 (km)	目標	130～150	180～200	130～150	180～200	230～250
	実測	150	220	175	180	330
加速性能 (0 ←30 km/h) (秒)	目標	5 以下	5 以下	4 以下	3 以下	8 以下
	実測	4.0～4.2	3.4～3.6	3.3～3.5	2.3～2.5	6.1～6.3
登坂能力 (6 度勾配の速度) (km/h)	目標	40 以上	40 以上	40 以上	40 以上	25 以上
	実測	約 40	40 以上	40 以上	40 以上	29 以上

図表 11 第一次実験車の性能諸元

出典：菊地英一「実験車の研究開発状況」前出通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発』，34，37 頁より作成。

まず，1974 年度は，第一次実験車の成果をもとに各コンポーネントの性能向上と車両全体の最適構造の追求を両立すべく研究が進められた。そのうえで，1975 年度の第二次実験車の完成が目指された¹⁰⁶。

第二次実験車の目標性能は，前掲した図表 7 の通りである。第一次実験車の目標との比較では，路線バスの目標が記載されていないことがまず目につく。これは，第一次実験車の成果が目標を大きく上回ったことから，性能の向上よりも実用化に重点がおかれたためである¹⁰⁷。このため，表には記載されていないが，搭載電池の寿命長期化が重視された。

その他の車種については，都市内における利用面の実態や交通の流れへの適合がより勘案された結果，一充電走行距離の延長及び加速性能の条件の変更（0 から 30 km/h への到達時間から 0 から 40 km への到達時間の変更）が図られた¹⁰⁸。また，比較的早期の実用化が予想されていた軽トラックには新型鉛電池の，その他の 3 種には，エネルギー密度の高さから一充電走行距離の延長が期待できる，金属－空気系の電池の適合性がそれぞれ追求された。また，各車種にそれぞれ適合的な電動機・制動装置・車体材料等の開発も求められた。

当初，1975 年度に予定されていた第二次実験車の完成は 1976 年度にずれ込んだ。これは，搭載する電池の性能目標が第一次実験車と比較して大幅に引き上げられたためであった。このため，1974 年の段階で，目標値の達成にはリードタイムの不足が明らかとなったのである¹⁰⁹。これに伴い，当初 5 カ年であった計画も 6 カ年に延長され予算総額も 57 億円となった。

第二段階 1974年度－76年度		
	委託先	研究項目
軽量乗用電気自動車グループ (EV1H) (EV1N)	ダイハツ工業株式会社 松下電器産業株式会社 東京芝浦電機株式会社	軽量電気自動車 鉄－空気電池と高出力鉛電池とのハイブリッド電池 (含鉄－ニッケル電池) トランジスタチョップパ制御サイリスタ電動機 (含トランジスタチョップパ制御直流電動機)
小型乗用電気自動車グループ (EV2H) (EV2P)	トヨタ自動車工業株式会社 日本電池株式会社 日本電装株式会社	小型乗用電気自動車 電解液固定式亜鉛－空気電池と高出力鉛電池との ハイブリッド電池 (含長寿命高性能鉛電池) サイリスタチョップパ制御直流他励電動機
軽量電気トラックグループ (EV3P)	東洋工業株式会社 新神戸電機株式会社 株式会社日立製作所	軽量電気トラック マント構造型鉛電池(クラッド式) サイリスタチョップパ制御永久磁石形直流電動機
小型電気トラックグループ (EV4H) (EV4P)	日産自動車株式会社 三洋電機株式会社 新神戸電機株式会社 株式会社日立製作所	小型電気トラック 電解液循環式亜鉛－空気電池 高出力鉛電池・マッド構造型鉛電池 (ペースト式) サイリスタチョップパ制御直分流巻電動機
路線用電気バス	三菱自動車工業株式会社 (湯浅電池株式会社) (三菱電機株式会社) (EV5)	路線用電気バス
電池	湯浅電池株式会社	密閉式集合型ナトリウム－硫黄電池
車体材料	日立化成工業株式会社	電気自動車プラスチック車体材料
利用システム 充電システム	自動車技術会	利用システム 充電システム

図表 12 研究開発委託先及び担当研究項目

出典：前出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』、236頁。

1976年には第二次実験車が出揃い、機械技術研究所東村山分室で試験・評価が行われた。9月には東村山の機械技術研究所のテストコースで公開試走が行われ、4車種7型式が発表された。その主な性能諸元は図表13の通りである。

第一次実験車と同様に軽乗用車及び軽トラックの車体総重量が目標値を超過したものの、その他の数値については同等か目標値を大幅に上回る結果を示した。特に、第二次実験車で追求された一充電あたりの走行距離については、目標を大幅に上回る結果を示している。これは、第一次実験車では鉛電池のみが使用されていたのに対し、第二次実験車のうちEV1H（軽量乗用）、EV2H（小型乗用）、EV4H（小型トラック）では、エネルギー密度が高く走行距離が伸びる金属－空気電池と出力密度の高い鉛電池を組み合わせたハイブリッド方式が採用されたためである¹¹⁰。実際に、同じメーカーによって開発された同一車種同士を比較した場合、鉄－ニッケル電池単独搭載車（EV1N）との差は見られなかったものの鉛電池単独搭載車（EV2P、EV4P）と比べ、航続距離が大幅に上回ったことが確認できる。

このことから、開発期間や車体総重量など、一部で当初の目標が未達成であったものの、第二

車種	軽量乗用		小型乗用		軽量トラック	小型トラック	
	EV1H	EV1N	EV2H	EV2P	EV3P	EV4H	EV4P
メーカー	ダイハツ工業 松下電器産業 東芝電気		トヨタ自動車 日本電池 日本電装		東洋工業 新神戸電機 日立製作所	日産自動車 三洋電機 新神戸電機 日立製作所	
全長＋全幅＋全高 (mm)	3165×1420 ×1430	3165×1420 ×1430	3410×1500 ×1480	3410×1500 ×1480	3140×1355× 1605	4690×1695 ×1860	4690×1695 ×1860
乗員＋積載量 (kg)	目標	4名		4名		2名＋1000	
	実測	4名	4名	4名	4名	2名＋1000	2名＋1000
車両総重量 (kg)	目標	1350程度		1500程度		1400程度	
	実測	1467	1427	1467	1480	1538	3595 3620
最高速度 (km/h)	目標	80		80		70	
	実測	96	101	83	85	78	90 87
一充電走行距離 (km)	目標	180以上		250以上		160以上	
	実測	260	261	453	244	206	496 303
加速性能 (0→40 km/h) (秒)	目標	7		6		9	
	実測	5.4	5.9	3.5	3.6	8	4.9 6.8
登坂能力 (7%勾配の速度) (km/h)	目標	40以上		40以上		40以上	
	実測	40以上	40以上	40以上	40以上	40以上	40以上

図表 13 第二次実験車の主要諸元

出典：自動車工学全書編集委員会『自動車工学全書 8巻 電気自動車，新形原動機』山海堂，1980年10月，5，6頁より作成。

次実験車についても概ねその開発は成功に終わったといえよう。この結果，日本の電気自動車技術は「そのレベルは世界最高レベル¹¹¹⁾」の水準に達したのである。

5. 電気自動車普及政策の実施とその限界

電気自動車の水準が一定程度に達したと判断した通産省が次に進めたのは電気自動車の普及施策であった。

1976年7月，通産省は電気自動車を中心とする電動車両の科学的な研究・開発及び利用促進を目的とした財団法人日本電動車両協会（以下，電動車両協会と略。）を設立した¹¹²⁾。同協会の目的は，電動車両に関する①生産，利用に係る技術の調査，②資料，情報の収集，分析及び展示，広報，③実用化に関する試験及び研究，④効率的利用に関する調査研究，⑤規格・基準の設定及び普及，⑥行政施策の実施に対する協力があげられ，日本自動車工業会，電気事業連合会，日本電気工業会，日本蓄電池工業会，日本産業車両協会等の関連企業40社及び日本自動車タイヤ協会，日本自動車部品工業会，日本鉛亜鉛需要研究会の3団体が加盟した。

日本電動車両協会と並行して，電気自動車に関する技術的改善，利用及び普及に関する総合的施策を学識経験者，関係各省庁，関係業界で検討する電気自動車協議会が設置された¹¹³⁾。

電気自動車協議会は，1976年から電気自動車普及の工程表ともなる電気自動車普及基本計画

の審議を開始し、翌1977年4月に同計画を策定した。その概要は、1986年に電気自動車の25万台普及と車両価格の1976年度比50%減を目標とした上で、①電池及び充電器の改良、②電動機及び制御装置、③車両の改良、④搭載装備品、⑤電池の回収、電波障害防止など公害防止システムの研究開発、⑥新しい交通システムを前提とした電気自動車の研究開発を主要テーマとする技術開発を推進するとともに、①電気自動車の利用形態に応じた充電システムの確立、②普及に応じた整備、点検体制の確立、③リースシステムによる電気自動車の管理、④電気自動車の廃棄、回収、再生体制の確立等の利用システムの確立を掲げたものであった¹¹⁴。また、製品普及のために経済性の向上が必要であるとして、①製品コスト低減のための量産技術の確立と、部品及びコンポーネントの標準化を図るとともに量産体制の整備をはかる、②普及の初期段階においては、基礎的な需要が不可欠であるため、政府及び公共機関は電気自動車の購入、維持への助成に努める、③量産体制の整備を促進するための投資上のリスクをカバーするような助成措置をとる、④電気自動車の本格的な普及を図るために税制、交通規制、公共料金制度等の面でユーザーにメリットを与えるよう配慮する、などが掲げられた。

この基本計画をベースに、通産省及び電気自動車協議会は各年度ごとに電気自動車普及実施計画を策定し、普及の促進を図っていった。

1978年2月には、通産省によって、電気自動車版「国民車」ともいえる標準実用電気自動車の開発・普及を図るため、標準実用電気自動車技術研究組合が設立された。同組合には、自動車会社2社¹¹⁵、電機会社10社¹¹⁶が参加し、車体、懸架装置、駆動装置、制動装置、電動機、制御装置、蓄電池等の研究と標準車の設計・試作・実験研究が進められた¹¹⁷。

標準実用電気自動車は、特定機械情報産業振興臨時措置法（機情法）の試験研究機種に「高性能電気自動車」として指定され、5カ年の高度化計画に沿って開発が進められた¹¹⁸。

このように、プロジェクト終了後も通産省を中心として、電気自動車の普及がはかられていた。

しかし、電気自動車の普及は期待を大きく下回る結果となった。その理由の一つが自動車の性

		電気自動車	ガソリン車	備考
取得費	車価格	1780	670	標準現金価格
	自動車取得税	17	220	電気自動車は1% ガソリン車は3%
	充電器	220		DC 電圧 96V
	合計	2017	690	
年間維持費	電池交換代	100		電池寿命 1.5 : 450 サイクル
	電気代	57		契約電力 4kW (低圧電力)
	ガソリン代		156	ガソリン代 110 円/l
	一般修理費	35	45	
	自動車税 重量税	7	7	
	自賠責保険	7	7	
	合計	206	215	

図表 14 1976 年度における電気自動車とガソリン車の経済性比較（単位：千円）

出典：前出『自動車年鑑』昭和 52 年版，148 頁。

能である。1981年度に電気自動車の使用者に対して行われたアンケートでは、推定で8割近くの回答者が走行距離に、半数近くが登坂能力に不満を抱いていた¹¹⁹。また、性能面に加え、経済性においてもガソリン自動車を下回る状況であった。(図表14)

1981年12月には、電気自動車の普及が著しく立ち遅れている現状から、基本計画の見直し・評価を実施するため、電気自動車研究会が発足した¹²⁰。同研究会は、1982年12月に「電気自動車の普及施策に関する調査報告書」をまとめ、電気自動車協議会に報告した。そこでは、電気自動車の意義が再確認されるとともに、自動車の性能及び経済性の問題が解決されていないことを理由に、当初の普及目標の見直しと一層の普及策と性能・経済性の向上を図ることが提案された¹²¹。

これを受けた電気自動車協議会は同報告書の内容を了承し、1983年12月に電気自動車普及基本計画の全面改定を行った¹²²。そこでは、1990年の普及台数を1万5000台、生産台数を1万台に設定するとともに、コスト低減、開発車種の拡大、周辺整備(リース制度の拡充、優遇制度の拡充、電気料金の優遇など)の要請などが定められ、以後この計画に沿って年度別に施策が実施されることとなった。しかし、1990年になっても計画の達成は実現せず、電気自動車普及協議会は再度計画の見直しを図ることとなった¹²³。

6. まとめとおわりにかえて

以下では、まず本稿で述べてきたことを簡単にまとめてみたい。

大型プロジェクト制度のような国の助成を伴う共同研究の構想は戦前から存在し、制度化されていた。戦後、特に1960年代に入ると貿易の自由化や資本の自由化対策の一環として国際競争力の強化が目指され、その一つの方法として国の援助を基にした共同研究制度の創設が図られた。その考えに沿って誕生したのが大型プロジェクト制度であった。

一方、自動車から生じる排出ガスは、大気汚染の原因となり、他の公害と同様に大きな社会問題となっていた。この解決方法の一つとして、電気自動車に注目が集まった。これに加え、技術的観点及び行政的観点から電気自動車の将来性に着目した工業技術院は、電気自動車を大型プロジェクト制度のテーマに据え、その推進を図っていった。

電気自動車プロジェクトでは、当時の技術水準と比較して相当程度高い目標基準が設定されたものの、ほとんどの部分でその基準がクリアされた。その結果、日本の電気自動車に関する技術水準は世界最高レベルとなった。その一方で、電気自動車の実用化と普及という点では限定的なものにとどまった。公害対策の一環として進められた、ガソリン自動車の代替としての電気自動車の開発は実現されなかった。

以上のように、電気自動車プロジェクトは、電気自動車の普及という点ではその目的を達成することが出来なかった。もちろん、電気自動車の普及には長い時間が必要であることは当時から認識されており、「将来の交通システムに寄与するため」のプロジェクトであったことは事実である。電気自動車プロジェクトはあくまでも「『電気自動車の技術的可能性の検証』を目的としており、プロジェクトの成果によりすぐ電気自動車の普及を期待するというものではなかった¹²⁴」ことを鑑みれば、ガソリン自動車が電気自動車に代替されるような状況を求めるのは酷であろう。また、はじめに述べたように、共同研究において直接的な成果が出ないことが一般的であったことを鑑みれば、必ずしもこのプロジェクトを失敗と位置づけるのは適切ではない。

とはいえ、大型プロジェクト制度のテーマ選定基準の一つに「産業公害の防止を図るため極めて重要であり、かつ緊急に必要とされるもの」という項目があること、そしてそれに沿って、自動車公害の防止という国家的要請を背景に予算が投じられたプロジェクトであることを考えれば、実際の公害防止に直接貢献することがなかったことは、同プロジェクトの限界を示すものであったといえよう。

一方で、技術面での成果という点で言えば、実績値が目標値を上回ったことから分かるように、十分な成果がもたらされたといえよう。まず、電気自動車の性能については、当時の世界最高水準の性能を持つ完成車の開発に成功し、都市内での走行に限って言えば、「ガソリン自動車との混合交通流に十分対応できる性能¹²⁵」を得ることが出来たのである。

また、電池についていえば、鉄－ニッケル電池の開発に際し得られたニッケル極の技術は2000年頃に利用されたニッケル－カドミウム電池やニッケル－水素電池の電極に活用された¹²⁶。また、亜鉛－空気電池の開発に際し、金属極の取り扱いの難しさが分かることで、黒鉛を利用したリチウムイオン極の開発につながったという指摘もされている。加えて、ナトリウム－硫黄電池は変電所の電力貯蔵用に利用された。

一方、電気自動車プロジェクトで得たノウハウが社内の技術力を高めた点も指摘されている。まず、自動車メーカーでは電気関係のコントローラーの開発と自動車全体のエレクトロニクスの技術が急激に高まった。例えば、ダイハツでは電気自動車プロジェクトに関わった技術者がガソリン車のエレクトロニクス関連部門に関わることとなり、それが、車載用のマイクロコンピューターやコンピューター制御システムの基本研究及び開発につながったと評価されている¹²⁷。また、日本電装や日立では、電気自動車プロジェクトで開発し、経験した技術が、フォークリフトの制御機器の技術に応用された¹²⁸。

「電気自動車としては十分結実しなかったけれど、電気自動車プロジェクトが種をまき、または芽を出させた技術が他の産業に移植されて成長して、花が咲き、結実しているものは結構多い¹²⁹」と評価されたように、同プロジェクトでの技術や経験は、電気自動車に限らず、様々な分野に波及し、効果を上げたといえることができる。

もちろん、この技術面での成功は、各社技術者の能力と努力によって導かれたものであることは間違いない。その一方で、電気自動車プロジェクトがその技術力と努力を引き出す役割を果たしたことも重要である。

第一に、各社内への影響である。当初自動車メーカーが電気自動車の開発に乗り気でなかった事実から分かるように、直近の営業成績につながらない電気自動車開発に経営資源を投入することに対し、各社内での反応は必ずしも好意的なものではなかった。これは、自動車メーカーだけでなく、部品等を担当するメーカーでも同様であった¹³⁰。その社内の反対意見に対し、大型プロジェクト制度として参加することで、社内の人材や資源を投入する大義名分が生まれたのである。その意味で、電気自動車プロジェクトは、本来的には投入されることのない分野への資源投入が行われるきっかけとなった。

第二に、電気自動車プロジェクトを実施する際の体制作りである。先述のように、電気自動車プロジェクトでは、自動車メーカーをとりまとめ役とする開発グループを複数作り、それらが互いに競争し合いながら開発を進める体制をとった。これには以下の①、②という二つの意味がある。

①として、自動車メーカーにプロジェクトチームのとりまとめ役を頼んだことでチーム内の連

携がスムーズになり、開発が進んだ点である。自動車メーカーは、電池やモーター、制御装置などを各メーカーが持ち寄った後、各メーカーの実力を見極め、それぞれターゲットを与えるなど調整を行い、完成車として取りまとめる役割を果たした。この点について、日立製作所の研究者としてプロジェクトに参加した松尾武司は、「私たち作る側から見たときに、電気自動車というのは大きなシステムですから、結局、これをまとめるための全体の計画とマネージメントをされた、カーメーカーの指導力、取りまとめ力が非常に大きな戦力だった¹³¹」、と述懐している。そして、この体制は電気自動車プロジェクト独自のものであった。「他のプロジェクトでは、電気自動車の場合の自動車メーカーのようにまとめる力を、自分の固有技術として持って参加しておられる企業は例はな」、かった¹³²。よく知られるように、自動車産業はインテグラル型アーキテクチャの代表であり、それゆえ自動車メーカーは各部品会社を取りまとめるノウハウを有している。電気自動車プロジェクトは、そのノウハウを利用する形で、技術開発とその向上に加え、それを完成車に組み上げる場を提供したのである。

②として、チーム同士の競争により開発を促進させた点である。これも先述の通り、電気自動車プロジェクトでは、具体的な車種を選定した上で、ライバル自動車メーカー同士を競わせる形でそれぞれの担当が決定された。このことが、お互いの競争心を刺激し、小規模ながらも「技術開発競争」を生み出したのである。当時のダイハツ工業からの参加者杉谷正英は、「確かに、やはりお互いに、よそのチームの進行状況が気になりまして、負けんようにという気持ちはありました¹³³」、「社としても向こうのチームに負けられないというような、いい意味の競争心が出てきますからね¹³⁴」、と振り返っている。このように、電気自動車プロジェクトは、企業間の協調と競争の「場」を作り出すことによって、技術開発を促進させる役割を果たしたのである。

以上のように、大型プロジェクト制度の一環として進められた電気自動車プロジェクトは、限界を有しつつも、その技術の発展に対し、大きな貢献をしたと結論づけることができる。その際に重要であったのが、電気自動車プロジェクトで組織された協調と競争の「場」である。特に、他のプロジェクトや他の共同研究ではあまり見られることがなく、それゆえあまり強調されることのなかった競争の場の創出は同プロジェクトの成果である技術発展にとって重要な意味を持った。政府によって作られた競争構造が各社の競争心を刺激し、技術開発を促進させたのである。これまで、共同研究の重要性を指摘する際、共同研究によって普及した技術や情報がその後の競争を促進させ、それがイノベーションにつながった点が指摘されてきた。一方で、このプロジェクトでは共同研究の段階で競争によるイノベーションの創出を図っている。単なる協調だけでなく競争を伴う共同研究組織の創出は、今後同様の体制を組織する際に重要な示唆を与えるものであるといえよう。

注

- 1 本稿は2016年度北海学園学術研究助成金の交付による成果の一部である。
- 2 平本厚編著『日本におけるイノベーション・システムとしての共同研究開発はいかに生まれたか 組織間連携の歴史分析』ミネルヴァ書房、2014年。
- 3 平本厚「日本における共同研究開発の発展とイノベーション・システム」前出平本編著『日本におけるイノベーション・システムとしての共同研究開発はいかに生まれたか』323頁。
- 4 本文で紹介した以外では、勝本雅和「大型工業技術研究開発制度に見るプロジェクト・フォーメーションのルーティン」『研究技術計画』17(1/2)、2004年2月などがある。

- 5 沢井実『産業技術政策 通商産業政策史一九八〇-二〇〇〇 9』経済産業調査会 2011年。
- 6 川鉄テクノロジーサーチ編「ナショプロを軸とする産業技術研究開発施策のレビュー——システムの視点からの考察」『国家プロジェクトの運営・管理状況分析調査報告書Ⅱ』2001年。
- 7 通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発——大型プロジェクト制度による研究成果を中心として——』財団法人日本産業技術振興協会, 1974年。
- 8 工業技術院研究開発官室監修・大型工業技術研究開発制度 20周年記念事業推進団体連合会編『大型プロジェクト 20年の歩み——我が国産業技術の礎を築く——』, 通商産業調査会, 1987年。
- 9 以下, 大型プロジェクト以前の研究開発政策の歴史については, 特に断らない限り, 平本厚「共同研究開発政策の構想と展開」前出平本編著『日本におけるイノベーション・システムとしての共同研究開発はいかに生まれたか』, 18~46頁を参考した。
- 10 工業技術庁は1952年に工業技術院となり, 外局から大臣官房の付属機関に格下げされた。
- 11 前出平本「共同研究開発政策の構想と展開」, 46頁。
- 12 前出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』, 22頁。
- 13 通商産業省・通商産業政策史編纂委員会編『通商産業政策史 第10巻——第Ⅲ期 高度成長期(3)——』通商産業調査会, 1990年, 11, 12頁。
- 14 「第38回国会衆議院内閣委員会第10号議事録」1961年3月9日。
- 15 前出通商産業省他編『通商産業政策史 第10巻』, 16頁。
- 16 前出通商産業省他編『通商産業政策史 第10巻』, 18頁。
- 17 前出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』22頁。
- 18 「産業構造調査会 38年11月答申(抜粋)」前出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』898頁。
- 19 「工業技術協議会への諮問(昭和39年7月21日)」前出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』901頁。
- 20 「『重点技術の選定について』に対する中間報告書」前出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』903, 904頁。
- 21 「産業構造審議会 産業技術部会中間答申」前出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』905頁。
- 22 前出「産業構造審議会 産業技術部会中間答申」909, 910頁。
- 23 「[歴代技術審議官座談会] 大プロの歴史を語る」前出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』36, 37頁。
- 24 工業技術院研究開発官室「大型工業技術研究開発制度」前出工業技術院編『電気自動車の研究開発』, 3頁。
- 25 前出工業技術院研究開発官室「大型工業技術研究開発制度」4頁。
- 26 両者の異なる部分である基準④については, 大型プロジェクト制度が大型予算を要するがゆえに, 大蔵省をはじめとする外部からの理解を得るためその選定基準を厳格化したものと推測される。例えば, 初代技術参技官である吉岡忍は, 「大蔵省としては, もし途中であやしげなプロジェクトが出てきた場合どうするのか, 非常に気にかけていまして, したがって中間評価を厳重にやってもらいたいという注文を会うたびに受けた」と回顧している(前出「大プロの歴史を語る」34頁)。ここから, プロジェクトの期中の評価の厳格化とともに期前の審査の厳格化について大蔵省の影響があったと考えて差し支えないと思われる。
- 27 前出沢井『産業技術政策』134頁及び前出工業技術院研究開発官室「大型工業技術研究開発制度」15頁。
- 28 分科会や大型技術部会は研究開発基本計画・実施計画の策定や評価などを行う役割も担った。(前出沢井『産業技術政策』134頁。)
- 29 前出沢井『産業技術政策』134頁。
- 30 前出「大プロの歴史を語る」49頁。
- 31 前出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』15, 16頁。

- 32 大型工業技術委員会の構成員は、工業技術院、試験研究所、通商産業省関係局等の職員であった。(前出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』16 頁。)
- 33 前出沢井『産業技術政策』131 頁。
- 34 前出沢井『産業技術政策』131, 132 頁。ただし、一部の企業が多数回参加する傾向も見られた。5 回以上参加した企業は 17 社であり、三菱電機の 18 回を筆頭に、日立製作所、日本電機、東芝、三菱重工、住友電気工業、富士通、石川島播磨重工業は 10 回以上の参加を果たした。(前出沢井『産業技術政策』138 頁。)
- 35 前出沢井『産業技術政策』133 頁及び前出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』26, 27 頁。
- 36 前出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』27 頁。
- 37 橋本寿朗・長谷川信・宮島英昭・齊藤直『現代日本経済』第 3 版、有斐閣、2011 年、176, 177 頁。
- 38 前出「大プロの歴史を語る」46 頁。
- 39 大型プロジェクト制度への一般歳出による予算がピークであった 1976 年度で見ると、大型プロジェクト制度予算の占める割合は、全省庁の科学技術振興のための助成費予算の約 4.9%、通産省のその 32% をしめた。(科学技術庁編『科学技術白書』昭和 52 年度版。) また、通産省の一般会計予算に占める割合でみてもその 4.6% を占めた。(通商産業省編『通商産業省年報』昭和 52 年度版。)
- 40 元運輸省自動車局整備部整備課長景山久インタビューによる。
- 41 運輸省自動車局『自動車行政に関する行政管理庁の勧告について』(国土交通省図書館所蔵) 10~13 頁。
- 42 同規制についての詳細については、拙著「日本における自動車排出ガス規制の成立過程」(『社会経済史学』72-4, 2007 年)を参照のこと。
- 43 堀込徳年「自動車排出ガス対策基本計画」運輸大臣官房文書課監修『運輸』第 20 巻 9 号、1970 年 9 月、2 頁。
- 44 後述する「自動車排出ガス対策基本計画」策定時のメンバーは、山県昌夫東京大学名誉教授(審議会会長)、島秀雄宇宙開発事業団理事長(自動車部会長)、大久保柔彦科学警察研究所交通部長、岸田純之助朝日新聞論説委員、齊藤尚一自動車技術会会長、鈴木武夫国立公衆衛生院労働衛生学部長、町田忠二郎阪神電気鉄道株式会社社長、平尾収東京大学教授、宮地健次郎日本国有鉄道技師長、家本潔日本自動車工業会安全公害委員長、であった。
- 45 前出堀込「自動車排出ガス対策基本計画」、2 頁。
- 46 景山久『最新の自動車排出ガスと規制』技術書院、1973 年 8 月、7 頁。
- 47 日本自動車会議所・日刊自動車新聞社『自動車年鑑』昭和 47 年版、日刊自動車新聞社、45 頁。
- 48 前出中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について(中間報告)」748 頁。
- 49 前出中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門委員会「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について(中間報告)」749 頁。
- 50 中央公害対策審議会「自動車排出ガス許容限度長期設定方策について(中間答申)」前出環境庁長官官房総務課『環境行政の動向』745, 746 頁。
- 51 以下、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物と空燃比の関係については、「自動車の窒素酸化物排出低減技術に関する報告」環境庁大気保全局自動車公害課編『自動車排出ガス対策の課題』、ぎょうせい、1976 年 2 月、を参考にした。
- 52 燃料が完全燃焼するために理論的に必要な酸素を含む混合気の空燃比を指す。
- 53 「第 64 回国会参議院運輸委員会第 4 号議事録」1970 年 12 月 15 日。
- 54 伊藤健一「電気自動車の研究開発」前出工業技術院編『電気自動車の研究開発』、13 頁。
- 55 隈部一雄「技術上より見たる自動車機関発達達の現状(昭和五年九月十三日燃料協会第八十五回例会講演)」『燃料協会誌』第 99 号、燃料協会出張所、1930 年 12 月、1371 頁。
- 56 福田勝・松岡唯次「電気自動車」『電気学会雑誌』第 471 号、1927 年 10 月、1086 頁。

- 57 近藤孝「電気自動車の実績に就いて」『電気学会雑誌』第541号, 1933年8月, 632, 633頁。
- 58 前出福田・松岡「電気自動車」1087頁及び前出隈部「技術上より見たる自動車機関発達の現状」1372頁。
- 59 前出隈部「技術上より見たる自動車機関発達の現状」1372頁。
- 60 日本自動車工業会編『日本自動車産業史』1988年, 40頁。
- 61 前出日本自動車工業会『日本自動車産業史』40, 41頁。
- 62 「電気自動車を語る 各関係官庁・メーカー 使用者達の声を聞く」『自動車産業』第1巻第3号, 自動車産業社, 1948年10月, 19頁。
- 63 「電気自動車の現状」前出『自動車産業』第1巻第3号, 14頁。
- 64 前出「電気自動車の現状」, 15頁。
- 65 前出「電気自動車を語る」における早川正之東京急行自動車部整備課車両課長の談話。
- 66 前出「電気自動車を語る」における運輸省陸運監理局資材課副島海夫の談話。
- 67 前出「電気自動車を語る」における早川正之東京急行自動車部整備課車両課長の談話。
- 68 前出「電気自動車を語る」における運輸省陸運監理局資材課副島海夫の談話。
- 69 前出伊藤「電気自動車の研究開発」15頁。
- 70 前出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』231頁及び前出伊藤「電気自動車の研究開発」, 20頁。
- 71 ダイハツ工業株式会社編『道を拓く ダイハツ工業一〇〇年史』2007年, 185, 186頁。
- 72 前出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』244頁。
- 73 前出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』244頁。
- 74 東洋工業株式会社五十年史編纂委員会編『1920-70 東洋工業五十年史 ——沿革編——』東洋工業株式会社, 1972年, 448頁。
- 75 前出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』244頁。
- 76 前出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』244頁。
- 77 例えば, 電気自動車用の電池の開発と実用化には10年以上の期間が必要であると試算された。(前出伊藤「電気自動車の研究開発」20頁。)
- 78 前出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』245頁。
- 79 『第64回国会衆議院地方行政委員会第6号』1970年12月10日。
- 80 以下, 本項では, 特に断りのない限り, 前出伊藤「電気自動車の研究開発」を参考にした。
- 81 なお, 第二次実験車については, 車両の性能に加え, 電池性能についても目標が設定された。すなわち, ①軽クラスのトラックに搭載する新型鉛電池のエネルギー密度は50 Wh/kg以上, サイクル寿命は500サイクル以上(ただし, 5時間率。), ②その他の車種に搭載する電池のうち, 亜鉛-空気電池のエネルギー密度は80 Wh/kg以上, 鉄-空気電池のエネルギー密度は70 Wh/kg以上で, とともにサイクル寿命は200~300サイクル(ただし, 5時間率。), とされた。
- 82 栗山洋四「実験車の試験評価方法」前出通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発』39頁。
- 83 前出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』246頁。
- 84 前出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』245頁。
- 85 前出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』245頁。
- 86 元ダイハツ工業株式会社社員杉谷正英のコメント。(前出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』246頁。)
- 87 服部正策湯浅電池株式会社相談役技術最高顧問(当時)のコメント。(前出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』246頁。)
- 88 前出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』245頁。
- 89 このことは, 当時を回顧した前出杉谷正英のコメントからもうかがえる。すなわち, 「取組み方は会社と個々の技術屋とは違いまして, ダイハツがあの当時, 電気自動車でいちばんやっておったように見えながら

- も、社内では、電気自動車のプロジェクトに10数人の技術屋を割くのはもったいない、本来の自動車のプロジェクトに、開発のスタッフが足りないで困っているんだから、そんな儲からんものをやらずに、儲かる車をやるべきだという意見が、ずいぶん出ました」(前出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』247頁)。
- 90 前出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』234頁。
- 91 前出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』245頁。
- 92 菊地英一「実験車の研究開発状況」前出通商産業省工業技術院編『電気自動車の研究開発』33頁。
- 93 「道路運送車両法」とは、自動車の登録と保安・整備について定めた法律であり、その内容を運輸省自身によるまとめから引用すると以下の通りとなる。すなわち、①自動車の登録制度を整備充実し、自動車の実態把握及び盗難予防の徹底を期すとともに、この制度を利用して自動車を目的とする私法関係の安全の確保に資する、②車両の構造及び装置について、保安上必要な最低限度の技術基準を設定するとともに、車両検査制度を整備充実して、車両の保安を強化することにより、その安全性の確保に資する、③自動車使用者の自主的な車両整備に必要な体制の確立を期して、自動車整備事業を認証して、その健全な発達をはかることにより、車両検査と相まつて、自動車保安の完璧を期する、の三点である。
- 94 「保安基準」とは道路運送車両法第3章を具体的に規定した運輸省令であり、自動車保安上の技術的な基準や車両検査時の検査基準を規定したものである。
- 95 前出栗山「実験車の試験評価方法」39頁。
- 96 前出栗山「実験車の試験評価方法」39頁及び前出菊地「実験車の研究開発状況」37頁。
- 97 当時の技術では電池の軽量化が困難だったこともあり、航続距離の延長や加速性、登坂能力の向上には車体自体の軽量化が必須であった。そのため、車両総重量は重要な指標であった。
- 98 前出栗山「実験車の試験評価方法」48頁。
- 99 前出栗山「実験車の試験評価方法」48頁。
- 100 前出栗山「実験車の試験評価方法」48頁。
- 101 前出栗山「実験車の試験評価方法」48頁。
- 102 前出栗山「実験車の試験評価方法」49頁。
- 103 前出栗山「実験車の試験評価方法」48頁。
- 104 前出伊藤「電気自動車の研究開発」25頁。
- 105 前出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』234頁。
- 106 前出伊藤「電気自動車の研究開発」27頁。
- 107 前出伊藤「電気自動車の研究開発」27頁。
- 108 前出伊藤「電気自動車の研究開発」27頁。
- 109 前出『自動車年鑑』昭和50年版、91頁。
- 110 前出『自動車年鑑』昭和52年版、148頁。
- 111 前出沢井『産業技術政策』142頁。原資料は川鉄テクノロジーサーチ編『国家プロジェクトの運営・管理状況分析調査報告書Ⅱ ナショプロを軸とする産業技術研究開発施策のレビュー——システムの視点からの考察』2001年、74～80頁。
- 112 前出『自動車年鑑』昭和52年版、150頁。
- 113 前出『自動車年鑑』昭和52年版、150頁。
- 114 前出『自動車年鑑』昭和54年版、144頁。
- 115 参加企業は、ダイハツ工業及び東洋工業であった。
- 116 参加企業は、日立製作所、富士電機、日本電装、日本電池、湯浅電池、松下電器、古河電池、新神戸電機などであった。
- 117 前出『自動車年鑑』昭和53年版、145頁。
- 118 前出『自動車年鑑』昭和54年版、145頁。

- 119 日本電動車両協会『昭和56年度 電気自動車導入実用化研究事業報告書』1982年9月。なお、このアンケートはサンプル数が80と少ないという問題があるものの、現状の電気自動車でも同様の指摘がされることを考えれば、信憑性のある結果であると考えて良いであろう。
- 120 前出『自動車年鑑』昭和57年版, 151頁。
- 121 前出『自動車年鑑』昭和58年版, 148, 149頁。
- 122 前出『自動車年鑑』昭和60年版, 101頁。
- 123 総合開発研究機構『NIRA 研究叢書 電気自動車の導入とその社会, 経済, 環境・エネルギー的インパクトの研究』1991年5月, 90頁。
- 124 前出川鉄テクノロジーサーチ編『国家プロジェクトの運営・管理状況分析調査報告書Ⅱ』157頁。
- 125 前出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』242頁。
- 126 前出川鉄テクノロジーサーチ編『国家プロジェクトの運営・管理状況分析調査報告書Ⅱ』, 160頁。
- 127 前出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』258頁。
- 128 前出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』258頁及び前出「ナショプロを軸とする産業技術研究開発施策のレビューシステムの視点からの考察」161頁。
- 129 前出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』259頁。
- 130 前出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』249頁。
- 131 前出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』254頁。
- 132 前出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』254頁。
- 133 前出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』249頁。
- 134 前出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』257頁。