大型プロジェクト電気自動車開発とその後の展開

矢田恒二（機械技術研究所）

要　旨

1970 年に光化学スモッグにより杉並の高校生が倒れた事件が発生した。これを一つの動機として発足した電気自動車開発の大型プロジェクトがどのような背景の元に始まったか、そしてこれに関わった機械技術研究所が当時どのような状況にあったかを概観する。そしてこのプロジェクトにかかわった機械技術研究所が行って得た成果について述べている。このとき機械技術研究所に求められた役割は試作された 4 種類の電気自動車の性能評価であったが、当時、実用的な電気自動車を評価する指標は世界的に見てもどこにもなく、そのための評価試験法が重要な研究課題となっていた。これに対応するための台上試験機の設計と試験法についての研究成果と、この方法によって行った電気自動車の性能試験結果について述べている。さらにこのプロジェクト終了後、その成果の普及のために行われた施策についても触れている。

1.　プロジェクト以前の周辺状況

1.1　機械技術研究所と電気自動車の関わり

機械技術研究所の前身である機械試験所は 1937（昭 12）年に設立されたが、その時には自動車関連部門はなかった。しかし自動車部門を設ける構想は当初からあり、設立の 3 年後の 1940（昭 14）年頃、日産自動車、トヨタ、ジーゼル自動車などの寄付金を得てテストコースを作ることを念頭に東村山に 23ha の短冊形の土地を手当され、ここを分室とした。しかし戦争に突入したために試験道路は計画倒れになり、戦後までその建設は持ち越されることになる。一方、ここに設けられた分室ではエンジンの基礎研究をはじめたが、戦争中は自動車用燃料が不足したことから木炭、薪などを使った代替燃料エンジンの研究を行っていた。そしてその一環として電気自動車を使った性能試験を外部の委員会とも協力して行っている [1]。機械試験所が電気自動車にかかわった最初の例である。

この頃、数社の企業が電気自動車を生産していたし、名古屋市では市バスとして電気バスを運行していた。しかしこのガソリン不足の状況は戦後になっても解消されることはなく、ガソリンは占領軍の管轄下にあった。そのため国内では電気自動車の生産は続けられたが、その材料は統制経済下にあったため、製品を作るための材料を通産省は自動車の性能試験に合格した企業に割り当てる方法をとった。その立会試験に機械試験所職員が関わったが、生産された電気自動車もその対象になった。それと共に電気自動車の性能を向上するための研究や、回生制動の有効性についての研究 [3] も行っている。しかし、朝鮮戦争が 1950(昭 25)年 [2] に始まると戦争需要が発生して日本の産業再生のきっかけとなったが、このときガソリンの規制が外された。このことにより,電気自動車の需要は急速になくなり、

戦中・戦後の電気自動車のブームは急速に冷え切り、1954（昭 29）年には電気自動車は完全に国内からは消えてしまった。

ここで自動車の性能テストとして、高速走行試験や登坂試験は試験道路がないため、相模原や江ノ島などの一般道路が使われたが、登坂性能は箱根を登り切る事が一つの目安であったと聞いている。このような状況を解決するため、懸案になっていた試験道路の建設計画は具体化し、1950 年代の始めに工事が始まったものの資材が不足し、工事会社の技術力も十分でなかったので担当者は随分苦労したようである[4)]。

できあがった試験道路は旋回広場を併設した約 2km の周回路と、標準路、波状路、悪路模擬路の 3 本の直線路からなっている。悪路模擬路はランダム関数で凹凸を作ったもので、当時の日本の道路事情から必要な施設であった。これらの設備が全て出来あがったのは 1957 年のことであった。この道路は日本の自動車産業の揺籃期を生きていた当時の自動車関連企業は、この我が国唯一のテストコースをフルに使ってその技術の基礎を固め、その後の自動車産業発展の原動力を養った。そしてこれら企業は資本力の増強とともに自前のテストコースを持つようになったが、そのモデルはこのテストコースで、この施設はテストコースの元祖とも言うべきものである。昭和の末に始まった大型プロジェクトの電気自動車の試験もこれを使っている。

1.2　大型プロジェクト発足までの経緯　　朝鮮戦争特需と共に急速に立ち直ってきた日本社会は、モータリゼーションの波に洗われ、自動車の増加は市民生活への弊害も目に付くようになってくる。その最初の影響は自動車事故の増加であった。歩道の整備や歩道橋が作られるようになる。そして交通渋滞の発生や騒音、大気汚染が社会的な問題となってきた。しかしこの様な状況は既に欧米、なかでも米国に於いて深刻な問題となっていて、米国では1960年頃から半導体を用いた新しい電動機制御技術と蓄電池の開発を組み合わせた排気公害対策としての電気自動車の試作事例の発表が出てくるようになった。

一方、我が国においても大気汚染対策として、電気自動車の開発を将来の大型プロジェクトとして、立ち上げるために 1968 年に電気自動車総合調査委員会が通産省に設けられ、自動車、電力、電機、蓄電池、自動車部品の代表が集まって議論をし、海外調査も行った結果として、1969 年 7 月にその報告書を出している。しかしその中では電気自動車の最大の問題点は電池の性能が十分でないこと、それにより自動車の走行距離に制約があり、夜間電力を使えば運行経費が安くなるが、車両が高価になることに問題があると指摘した。その内容は電気自動車開発には消極的ともいえるものであった[5)]。

ところが 1970 (昭 45)年 7 月 18 日午後一時過ぎ、杉並区の私立立正高校のグランドでソフトボールをしていた女子生徒 21 人と近くに居た子供 1 人が次々にめまいの様な症状を起して倒れる事件が発生し、大騒ぎとなった[6)]。このとき原因はすぐにはわからなかったが、まもなく自動車排ガスに含まれる窒素酸化物（NO x）が紫外線によって変化した光化学オキシダント（光化学スモッグ）を吸い込んだのが原因とされた。

これに呼応するかのように、2 日後の同年 7 月 20 日運輸技術審議会自動車部会が大気汚染レベルの水準を引き下げるための規制強化をすべしと言う中間答申を運輸大臣に答申し、8 月 14 日産業構造審議会自動車公害対策小委員会は排気公害対策として国が取るべき対策について電気自動車が最も望ましいという中間報告をまとめ 28 日に答申することにした[7]。そして是に対して同年 8 月 31 日通産省の産業構造審議会公害部会も無公害自動車としての電気自動車の開発促進を通産大臣に中間答申を行った。これによって大型プロジェクト「電気自動車の開発」計画は一気に世論の支持を受けることになり、1971（昭 46）年度に予算化される。一方、この頃ダイハツは大阪で開かれていた万国博覧会に於いて、200 台の電気自動車による観覧車を走らせていた。

筆者が上述のようなプロジェクトが始まるまでの経緯を知ったのは後の話で、当時は留学中であった。1970 年 11 月末に外地から帰任して窪田雅男所長に挨拶に伺ったとき、初めて電気自動車開発のあることを知らされた。元来、筆者は杉並区の北外れにあった機械試験所本所の歯車の研究室にいて歯車の効率に関する研究に従事し、東村山にある自動車部門とは無縁の研究生活を送っていた。帰任挨拶の時に所長から切り出された話は、自動車安全公害部に移って電気自動車のプロジェクトに参加して欲しいという内容であった。窪田所長は所長就任前は、筆者の所属していた機械部長であり、筆者が電気科出身であることを知った上での命令であった。歯車の仕事はまだやるべき事が残っていたので躊躇したが、機械部と兼務を認めてもらった上で電気自動車に関わることにした。

2. プロジェクトの成果

2.1 プロジェクトの構成と実施体制　　以上のような経緯で自動車安全公害部（部長：菊地英一氏）安全設計課（課長：栗山洋四氏）に移ったが、自動車部がこのプロジェクトの立案段階からどの程度関わったのか当時の上司は全て鬼籍の人となった今ではわからない。しかし当時の雰囲気を思い起こしてみると、余り積極的な関与はなかったのではないかと思われる。つまり当時大型プロジェクトは経常研究費よりは予算は潤沢であったが、行政課題が多く研究サイドから見ると、出来れば避けたいという空気があったこと、また当時安全設計課は自動車の衝突安全の特別研究をしていて、現在のつくば市にある自動車研究所内に機械技術研究所が設置した衝突実験装置を使った実験に課を上げて取り組んでいて、余裕がなかったこと、またこの時点で電気自動車の研究を行っているわけでもなかったことなどを揚げることができる。しかしこのプロジェクトに関わることで、最終的には安全設計課は 6 人増員され、13 名となり、他の課からの応援も含めて総勢 16 名で開発課題に取り組んだ。

さて大型プロジェクト「電気自動車の開発」計画が昭和 46 年度予算として 3 億 7400 万円が認可された[8]。それに伴い 1971（昭 46）年 4 月 5 日、以下に示す開発課題と委託企業 15 社を決定している。

表 1　参加企業と開発課題

分類	参加企業	開発種目
自動車	ダイハツ工(株)	軽クラス電気乗用車
	トヨタ自動車工業(株)	小型クラス電気乗用車
	東洋工業(株)	軽クラス電気トラック
	日産自動車(株)	小型クラス電気トラック
	三菱自動車工業(株)	路線用電気バス
電池	松下電器産業(株)	鉄/空気電池
	日本電池(株)	亜鉛/空気電池・鉛電池
	新神戸電機(株)	鉛電池
	三洋電機(株)	亜鉛/空気電池
	湯浅電池(株)	ナトリュウム/硫黄電池
電動機	東京芝浦電気(株)	トランジスタ制御・直流電動機
	日本電装(株)	サイリスタ制御・他励電動機
	(株)日立製作所	サイリスタ制御・分巻電動機
		サイリスタ制御・永久磁石電動機
ホイール	トピー工業(株)	ホイールモータ用ホイール
車体材料	日立化成(株)	プラスティック車体材料

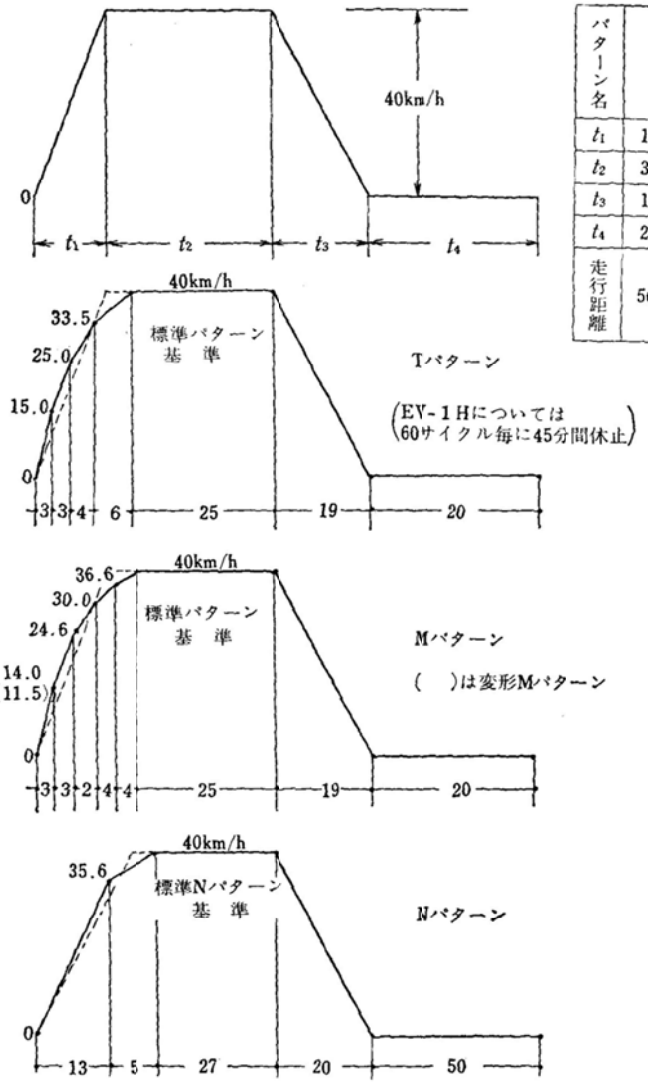
通産省傘下の研究所であった機械技術研究所と大阪工業技術研究所は第 3 者機関としての立場で、開発された電気自動車と電池の試作品の評価試験を行うことが求められた。なお車体材料に関しては立ち合い試験で、また電動機の性能試験は電子技術総合研究所に依頼したが断られたために立ち合い試験と、開発した電動機を搭載した車両の試験で評価することになった。本文では機械技術研究所が行った電気自動車車両性能試験について述べる。

プロジェクト発足当時、前述の通り機械技術研究所には電気自動車関連設備は全く整っていなかったため、試験評価を行うための設備の整備から始めなければならなかった。そこでプロジェクトのために機械技術研究所で消費した研究費は総額 1 億数千万円程度であったと思われる。その中でも大きな費用を要した物は後に述べる台上試験関連設備の整備と電気自動車関連実験棟の建設費用であった。ただこの時期すでに筑波への移転計画があったために建屋は恒久的なものではなかった。

2.1　評価試験法の開発　　試作電気自動車の評価に関しては自動車としての評価とともに、電気自動車独特の特性を評価する必要がある。前者に関してはすでに確立された試験項目および手法があり、これを踏襲することができるが、後者に関しては既存の評価項目や手法はなく、新しく制定しなければならず、試験設備もそれに従って整備する必要があ

った。

電気自動車の性能は電池の能力によって左右されるが、実用上では充電時間の長さも一つの指標になる。しかしこのプロジェクトでは 1 回の充電で走れる距離が重視された。これにはその走らせ方に問題がある。種々の自動車を横並びで性能評価するためには何らかの標準的な走らせ方を定めなければならないが、電池の放電容量は電流の流し方で変わるために、実用的な性能を評価するためには、このプロジェクトでは二つの方法を採用した。一つは 40km/h での定速走行、他の一つはパターン走行である。



パターン名	標準	標準N
t_1	11 s	15 s
t_2	30	30
t_3	19	20
t_4	20	50
走行距離	500m	527.78m

ここで 40km/h 定速走行は都市内での平均走行速度から速度が定められたが、実際に都市内でいつまでもこの速度を維持して走るような状態はあり得ない。これは電池側から見れば定電流放電状態に相当し、電池の放電性能の一つの指標になる試験方法である。一方のパターン走行試験は、加速、減速、停止を繰り返す実走行状態に近い走り方をして電池を車に搭載した時の放電性能を調べようとするものである。しかしここではどのような走らせ方をするかが問題となる。

当時ガソリン自動車の燃費試験モードはまだなく、排ガス試験法に 4 モード走行試験が採用されていた。ここで 4 モードとは加速、定速、減速、停止を繰り返すことで、縦軸に速度、横軸に時間をとったときに台形の速度パターンを描くことから 4 モード走行パターンと呼ばれている。これを電気自動車にも適用するため、試作された電気自動車を用いて一般街路を走らせ、4 モードパターン走行の妥当性を検討し確認した上、図の走行モードか

ら成る走行パターンを設定し、この試験項目を採用することにした。

ここでは台形の４モードを基本形として、1パターンの走行距離を変えないで、加速から定速に移行する部分で加速度を緩和する代わりにスタート時の加速度を大きくするようにしている。このようにしたことの理由は設定モード通りに走らせようとしても車の慣性からオーバシュートする事は避けられず、定速状態になめらかに移行することが難しいことと、加速末期で必要以上の電池出力を要求するのを避ける為である。

またこの加速度緩和パターンは電池の構成によって適用パターンを変えて実験することにした。そして性能試験としては満充電状態にして、この走らせ方をしたときの走行距離を評価項目とした。

2.2　評価試験装置　　ここで定速走行試験は所内にあった 2km テストコースを使えば、試験はできるが、パターン走行試験は路上では正確な試験はできない。また最高出力を要求される登坂試験も路上ではできない試験である。これらの試験に対応するためには試験車をローラの上で走らせるシャシーダイナモメータと呼ばれる台上試験装置が必要となった。従来ガソリン車用に使われていたシャシーダイナモメータは直径 300mm 程度の 2 本のローラの間に駆動輪を乗せるものが広く使われているが、ここではタイヤの接地条件を路面に近づけるために 1591.5φの大径ドラムを採用している。この装置はドラムにつながった発電機で車両の動力を吸収するが、試験車両の最大の出力を持つ小型トラックの登坂性能試験に対応できる大きさで定められた。

ここで電気自動車では減速時に回生制動が働く。回生制動とは制動エネルギを電気エネルギに変換して、電池を充電する方法で、これによって電池の容量を見かけ上増やす作用がある。路上ではこの状態の時、駆動輪（後輪）の電動機が発電機に切り替えられて制動をかけるが、車の制動特性を維持するために前輪の摩擦ブレーキも同時に作動している。従って、台上で車両の制動状態を路上と同じように実現するためには、前輪の制動エネルギ相当のエネルギを試験機側で負担しないと、車両の回生エネルギが過大になり、電池の容量を増やす効果を与えることになる。そのためこの試験機では前輪ブレーキ相当のブレーキ力を発生させる装置を取り付けた。

また試験車両の出力や重量等が多様であり、回生制動や,モータ内蔵車輪方式等の電気自動車特有の特性にも対応できるように、動力吸収用発電機の電動機への切り替え等様々な工夫を凝らした電気自動車対応の試験機とした。この装置を設計する段階では対象とする車両の性能は概略の値しかわからない段階で、全ての対象車種の性能試験が出来る装置を作らねばならないところに難しさがあった。

研究所側ではこれらの装置を(株)明電舎に発注し、性能試験の準備に備えたが、パターン走行試験にでは走行パターンに沿って車両を走らせるための変速機切り替え操作や、ペダル操作が要求される。これに対してはすべてコンピュータによる自動操作方式とした。そのため汎用性のあるアクチュエータの開発とダイナモメータと連動したプログラムの開発

が必要であった。当時の制御用コンピュータは当時ミニコンと呼ばれた 12bit/ward、記憶容量 2ｋward のものを使っている。

2.3　試験車両　　一方、委託先企業ではそれぞれの設定性能を目標に開発作業が進められたが、実験車の開発計画は 1971－72（昭 46－47）年に第一次実験車を製作し、其の成果を元に第二次実験車の目標を定めて昭和 50 年度に完成させて昭和 51 年度に評価試験を行うスケジュールとされた。電池と電動機及び制御装置は第 1 段階では特に搭載車両を想定しないで開発が進められたが、1974(昭 49)年以後の第 2 段階ではそれぞれの機種は搭載車両を想定して開発が進められることになった。其の組み合わせは表２の通りである。

ここで新しい課題となったのがハイブリッド電池方式であった。従来電気自動車の電源としては鉛電池が主流であった。電気自動車の電気負荷は加速時に高出力を要求されるが、長距離を走るためには電池には大きなエネルギ容量が要求される。つまり電池の W/kg と Wh/kg が共に大きい事が要求されるが、この両者は背反関係があるため、この両者が両立する電池はなかった。この観点から見れば鉛電池は本来はエネルギ電池で、高出力特性には難点がある。そのため昭和 46-－47 年では高出力特性を持つアルカリ電池が開発されていた。そこで第 2 段階ではエネルギ電池としての鉛電池によって航続距離を稼ぎ、パワー電池としてのアルカリ電池で加速時出力を負担して鉛電池の負担を減らして、加速、停止を繰り返すパターン走行に対応するハイブリッド電源システムを構築することとした。この考え方は後に出現するプリウスなどのエンジンをパワー源とするハイブリッドシステムと考え方は同じである。パターン走行試験の加速時モードもハイブリッド方式の車両に対してはその特性に合う走行パターン-を使っている。

表２　開発課題の組合わせ

車種	略称	電池	電動機制御装置
軽クラス電気乗用車	EV-1H	鉄/空気電池+鉛電池	トランジスタチョッパ制御・サイリスタ電動機
	EV-1N	鉄/ニッケル電池	トランジスタチョッパ制御・直流電動機
小型クラス電気乗用車	EV-2H	亜鉛／空気電池+鉛電池	サイリスタチョッパ制御・直流他励電動機
	EV-2P	鉛電池	
軽クラス電気トラック	EV-3P	クラッド式鉛電池	サイリスタチョッパ制御・永久磁石直流電動機
小型クラス電気トラック	EV-4H	亜鉛/空気電池+鉛電池	サイリスタチョッパ制御・直流分巻電動機
	EV-4P	ペースト式鉛電池	
電気バス	EV-5	鉛電池	サイリスタチョッパ制御・直流分巻電動機

一方、電動機制御システムは、サイリスタの出現によって電気抵抗で制御していた速度制御がチョッパ制御によって効率よく制御することが出来るようになっていた。この技術は直流電動機ばかりでなく、直流によって交流電動機も制御できる技術も実用化される時代となっていたのでこれらの技術の開発も行われていた。そこで第 2 段階ではこれらの技術を組み合わせた車両を開発することになった。その組み合わせを表２に示す。

2.4　試験結果　　委託企業が性能試験に備えて試作品を作っている間、機械技術研究所においても機械の準備を整え試験に備えたが、試験体制は二つのグループに分けられた。

定速連続性能試験のほか、ブレーキ性能、加速性能試験など自動車一般に行われる試験を行う第 1 グループ(12 名)と、主としてシャシーダイナモメータを使ったパターン走行試験を行う第 2 グループ（4 名）である。

第 1 グループの試験は、試験項目は多いが総じて離散的で、まとめて試験しやすい部分があったが、第 2 グループのパターン走行試験に関しては台上に 1 台ごとに載せて対応しなければならず、継続的な対応が求められた。またこの試験は実際に都市内を走行したときに走れる能力を計るもであったために、電気自動車の性能評価としては最も重要な評価項目でもあった。

しかしこの測定法に関しては世界中見渡しても、確立した方法はなく、このプロジェクトで独自に決めなければならないものであった。ここでは 4 モードで走ることは決められていたが、実際に路上でこのようなモードで走ることはあり得ないし、電気自動車の特性から見たとき、加速後定速走行に移るまで、一定加速度で走行する条件では、定速走行に移る直前の部分において最大出力で高電流を流さなければならない。これは電池にとっては最も過酷な負荷条件となる。このような条件が実際に使われたときに常に出現するものであるならば、試験条件として入れなければならないが、4 モード走行そのものが非現実的であることから、この条件の多少の緩和は問題ないと考えられた。そこで全体としては 4 モードパターンは維持しながら、加速末期で加速条件を緩和するパターンを採用した。

このような走行モードは、ハイブリッド電池システムではパターン走行終了時で、エネルギ電池とパワー電池の両方の電池容量を使い切ることが電池容量の設計と、電動機・制御装置の設計に重要な課題となった。そして 40km/h 定速走行試験では 40km/h を維持できなくなった時、パターン走行では設定加速モードが維持できなくなった時点での走行距離を走行性能とした。その性能は表 3 に示すとおりである。この表からわかるようにハイブリッドタイプの小型乗用車 EV-2H、およびトラック EV-4H はそれ

表 3 試験結果

単位：km

車種	40km/h定速走行距離	4モード走行距離
EV−1H	260	140
EV−1N	259	206
EV−2H	455	257
EV−2P	243	179
EV−3P	205	101
EV−4H	496	259
EV−4P	302	114
EV−5	186.6	71.1

EV—1H

EV—２H

EV—３P

EV—４H

ぞれ 40km/h 定速走行で 455km、496km、4 モードパターン走行では 257km、259km を走行し、いずれも当時の世界チャンピオンデータを記録した。なお電気バス（EV-5）に関しては設備の関係から路上で立ち合い試験で行った結果である。

表４　実験車仕様

	車種	軽量乗用電気自動車		小型乗用電気自動車	
		EV-1H	EV-1N	EV-2H	EV-2P
車両諸元	全長 mm	3 165	3 165	3 410	3 410
	全幅 mm	1 420	1 420	1 500	1 500
	全高 mm	1 430	1 430	1 480	1 480
	車両総重量 kgf	1 467	1 427	1 467	1 480
	乗車定員 人	4	4	4	4
	積載重量 kgf	—	—	—	—
電池	種類	鉄—空気 / 高出力鉛	鉄—ニッケル	亜鉛—空気 / 高出力鉛	高性能長寿命鉛
	定格電圧 V	96 / 144	104	166 / 144	144
	公称容量 Ah/5h	260 / 45	290	200 / 20	190
	エネルギ密度 Wh/kgf	81.0 / 42.0	32.5	131.5 / 35.5	50.0
	組電池重量 kgf	530	508	531	538
電動機・制御装置	電動機型式	サイリスタモータ	直流他励	直流他励	直流他励
	定格出力 kW	12.0	12.9	20.9	20.9
	定格電圧 V	125	83	136.5	136.5
	最大出力 kW	35.8	31	38.5	38.5
	最大トルク kgf·m	6.7	9.2	15.2	15.2
	総合効率（40km/h定常走行） %	72.5（1速）	82.9	83.6	84.2
	電動機・制御装置全重量 kgf	118.9	124.3	116.2	110.3
	制御方式	トランジスタチョッパ	トランジスタチョッパ	サイリスタチョッパ	サイリスタチョッパ

	車種	軽量電気トラック	小型電気トラック		路線用電気バス
		EV-3P	EV-4H	EV-4P	EV-5
車両諸元	全長 mm	3 140	4 690	4 650	9 380
	全幅 mm	1 355	1 695	1 695	2 490
	全高 mm	1 605	1 860	1 860	3 060
	車両総重量 kgf	1 533	3 595	3 620	14 095
	乗車定員 人	2	2	2	70
	積載重量 kgf	300	1 000	1 000	—
電池	種類	マット構造型鉛	亜鉛—空気 / 高出力鉛	マット構造型鉛	改良型鉛
	定格電圧 V	120	165 / 120	120	384
	公称容量 Ah/5h	180	400 / 170	400	320
	エネルギ密度 Wh/kgf	51.5	116.5 / 46.5	51.5	42.5
	組電池重量 kgf	441	1 049	938	2 950
電動機・制御装置	電動機型式	永久磁石型	直流分巻	直流分巻	直流直巻
	定格出力 kW	14.4	27.6	27	72
	定格電圧 V	102	110	110	360
	最大出力 kW	29.4	66.6	52	128.5
	最大トルク kgf·m	5.07	33.0	33	73
	総合効率 (40km/h定常走行) %	80.3（3速）	78.5	74.4	—
	電動機・制御装置全重量 kgf	97.1	234.5	271.4	740
	制御方式	電圧切換＋サイリスタチョッパ	サイリスタチョッパ	サイリスタチョッパ	サイリスタチョッパ

3. 電気自動車開発のその後の展開と機械技術研究所の貢献

このプロジェクトには最終的に57億円を投入されたが、その第2段階において、試験車両緒元を議論しているとき、1973（昭48）年10月6日エジプト・アラブ連合が失地回復を狙ってイスラエルを奇襲攻撃した、しかし、すぐさまイスラエルの反撃にあい敗退したが、アラブの産油国は原油価格を上げることでこれに対抗した。いわゆる第1次石油ショックと呼ばれるもので、日本国内は一時パニック状態に陥った。この時電気自動車が脱石油機能を持つことから研究目的の重点を従来の排ガス対策から脱石油対策も兼ねるものへと変更し方向転換を行っている。その後原油価格はさらに上がり、第2次石油ショックが発生するに及んで、この目的変更は確固たる根拠を与えることになり、プロジェクトは当初の予定が5年計画であったものを6年に延長する根拠ともなった。

そのためプロジェクト終了後、通産省の指導により省石油対策としての電気自動車の普

及を目的とした（財）日本電動車両協会（EV 協会）を設立し、電気自動車の試験法や電気自動車用電池の規格（JEVS）を制定するなど、電気自動車を普及するための技術的周辺環境を整備するとともに、実用的な電気自動車の開発を行った。これらの動きに機械技術研究所も関わっている。

この時期、大気汚染対策を模索していた米国ではマスキー法を制定し、これを根拠とする EPA（米国環境保護庁）による自動車排気ガス試験の審査に 1975(昭 45)年までに合格することが定められた。しかし世界中の自動車メーカ各社はハードルの高さに最初は懐疑的であったが、(株)本田技研の CVCC エンジンを搭載した CIVIC が 1974（昭 49）年に世界で初めてこれに合格した。これが刺激となりガソリンエンジンの技術改良がにわかに進展して、EV 協会による実用電気自動車開発動機は機先をそがれることになったが、省石油対策としての EV 協会の設立のよりどころには変化がなかった。

ここで EV 協会は電気自動車の実用化を目的として、補助金を得て種々の実用電気自動車の試作を行っている。その中にはハイブリッドエンジン自動車の試作も行っている。しかし EV 協会の努力にもかかわらず、電気自動車の普及はなかなか進まなかったが、ガソリン価格も常に国際市場の影響を受け不安定な状況は変わらなかった。そのようななかで 1996 年エクオスリサーチ/アイシン精機がハイブリッドエンジンを発表し [9]、トヨタ自動車がこれを搭載したプリウスの販売を始めた。行政の優遇策もあったが、技術の完成度と、鉛電池ではなくニッケル・水素電池の出現も預かり、潜在的な燃料費節約のニーズとマッチしてハイブリッド車のマーケットは大きく拡大した。しかし電池のみの電気自動車は居住性を含めたパーフォマンスやトータルコストで対抗するには障壁は高く、1970 年に始まった電気自動車のブームは冷えてしまった。

ところが 2017 年再びヨーロッパにおいて電気自動車開発の狼煙が上がり、注目されている。この動機は後日検証する必要があるが、中国の政策変化によるところも大きく、環境汚染、脱炭素運動などの国際的な動きの中でこの機運が出てきていることは従来と異なった側面がある。また携帯電子機器から発達したリチュムイオン電池の進歩とともに、いままでの電気自動車開発機運とは違った動きであり、今後の動向を注目する必要がある。

EV 協会はその後 2003（平 15）年に日本自動車研究所に統合された。また 1971 年から始まった電気自動車開発の大型プロジェクトでは三宅義造部長を中心とする大阪工業技術研究が電池の評価試験を担当した。この時、同所の高橋祥夫氏が燃料電池を自動車に乗せることを念頭に、簡単な 4 輪車に載せて実験をしていた。燃料電池自動車の先駆的研究として付記しておきたい。

典拠資料

1） 機械試験所 25 年史　p.59,　機械試験所,

2） 正木、斉藤、機械学会論文集,pp.154-158,No.59,Vol.17,1951

3） 正木、仲、機械学会論文集,pp.10-15,vol.53,No.374,1950,

4） 機械技術研究所 50 年史、pp.551-570,　機械技術研究所、1987

5） 朝日新聞 1969.7.2、

6） 朝日新聞(東京夕刊）1970.7.18

7） 朝日新聞、1970.8.14

8） 朝日新聞、1971.4.6

9） Yamaguchi,K., Miyashi,Y., Kawamoto,M., The 13th International Electric Vehicle Sympo, Vol.1, pp.603-610, 1996

参考文献

i） 栗山洋四ほか、電気自動車の評価試験 I、機械技術研究所報告第 100 号,1979

ii）矢田恒二ほか　電気自動車の評価試験 II　機械技術研究所報告第 101 号,1979

iii）上田利高、自動車技術、Vol.25,No.1,pp.24-30,1971

iv）機械試験所 25 年史、機械試験所、1963

v） 機械技術研究所 50 年史　機械技術研究所、1987

vi） 矢田、自動車技術、Vol.33,No.8, pp.712-722,　1979-8

vii） 矢田、清水、池谷、二瓶、自動車技術会論文集、No.19,pp.30-37, 1979

viii） 矢田、清水、池谷、二瓶、自動車技術会論文集、No.19,pp.38-45, 1979

ix） T. Yada, Bull. Japan Society Prec. Engng., Vol.12,No.3, pp.115-120,1978

x） 正木六郎、生産研究　6 号、2 巻、pp.52-55、1951

xi） 三宅義造、電気化学、Vol.37,pp.398-401,1969

xii） EV 協会 10 年の歩み、1986.8

xiii） Wakefield,　E.H.　History of the Electric Automobile、SAE,　1994

著者略歴

1958 年（昭 33）,　機械試験所入所　第 2 部第 2 課（歯車研究室）配属

1971 年（昭 46）,　自動車安全工学部安全設計課配置換

1974 年（昭 49）,　自動車安全工学部運動制御課課長

1984 年（昭 59）,　企画室長

1984 年（昭 59）,　機械部長

1988 年（昭 63）,　ロボティックス部長

1990 年（平 2）,　退官

受理日：２０１８年４月４日