

電気自動車の戦略的普及における課題

加藤 敦 宣

1. はじめに

我が国では2009年夏に富士重工業(スバル)からプラグイン・ステラが(参照:資料1 1)、三菱自動車からi-MiEVが発売された¹⁾(参照:資料1 2)。これらは共に軽自動車の電気自動車である。さらに普通車として2010年後半に日産自動車がLEAFを世界規模で製造・発売する計画を発表している(参照:資料1 3)。2009年は東京モーターショー開催年でもあったため、自動車メーカー各社は電気自動車のコンセプトカーを発表した。そのため「電気自動車元年」などとマスコミで報道されることも多く、記憶や印象に残っている人達もいることであろう。

電気自動車は従来のガソリン自動車とは全く異なる製品構造を持つ。このため自動車メーカーは既存技術からの大きな飛躍を求められている。同時にそのことは新たな事業戦略の構築の必要性を意味しており、マスコミで喧伝されているほど決してその道のりは平坦ではない。次世代自動車にも実はいろいろあるのだが、ことは単に「次世代自動車」というイノベーションの選択に留まらない。21世紀にあるべき自動車メーカーのビジネスモデルや将来ビジョンなど、より高次の経営問題、中長期的な戦略構築にまで波及している。

1) 富士重工業のプラグイン・ステラは2009年6月に472.5万円で発売された。2009年は官庁・法人に発売・納車される。個人向け一般発売も行っているが納車は2010年からとなる。三菱自動車のi-MiEVは2009年7月に459.9万円で発売された。官庁・法人のみ発売である。共同開発した電力会社などが初期の納入先となっている。個人向け一般発売は2010年4月から予定されている。

社会イノベーション研究

資料 1 1 富士重工業の電気自動車 プラグイン・ステラ



資料 1 2 三菱自動車の電気自動車 i-MiEV





しかも、電気自動車の開発を手掛けているのは我が国の自動車メーカーだけに限らない。環境規制の著しい欧米先進国ではもちろんのこと、21世紀の主戦場とされる中国やインドなど BRICs でも盛んに開発が取り組まれている。これらの国に属する一部の企業では既に電気自動車の製造、販売までされており、国内自動車メーカーにとっても決して安穏としていられる状況にはない。既に市場競争は始まっている。

電気自動車マーケットの動向を簡単に言うならば、技術開発競争と社会的普及、グローバルな市場競争が同時並行的に起きている、これが最大の特徴である。市場の成立もままならないにも係わらず、半ばフライング気味に強烈な形で競争が進むのは、電気自動車が極めて規模の大きな市場であるからに他ならない。我が国の自動車メーカーはそこにどのような足掛かりを作り、どのような将来展望と事業構想に基づき競争に臨むべきなのか。そこで本稿では電気自動車の普及戦略に係わる問題について、資源、インフラ、ビジネスモデル、次世代技術開発などの諸相から論じていくこととする。

2. 国内自動車メーカーの現況と課題

日本の自動車産業は極めて裾野が広い。日本の就業人口約6,400万人の8パーセントに相当する515万人が自動車関連産業に従事している。製造業の製造品出荷額においても全製造業約337兆円の17パーセントに相当する57兆円余りを占めている。全製造業で見ると製造品出荷額に変動はあるものの、自動車産業のみに着目するならば1999年以降、出荷額は上昇傾向を保ち続け今日に至っている。このことを裏付けるデータが、経済産業省[2010a]の最新レポートにも提示されている。経済産業省の「日本の産業を巡る現状と課題」によれば、2000年から2007年までの名目GDP伸び率2.5パーセントのうち、自動車産業の貢献が約半分(1.1パーセント)であるとしている²⁾。つまり、自動車産業が基幹産業としての役割を担うに留まらず、国民所得の拡大、国の成長そのものにも大きな役割を果たしているのである。

このように存在感の大きい自動車産業であるが、その収益構造は近年大きく変化してきている。資料2-1は日本の乗用車メーカー8社の2009年における生産・販売・輸出実績である。生産台数については2007年を機に海外生産台数が、国内生産台数を上回る状況となっている。2009年において全生産台数に占める海外生産台数の比率は8社平均で56.4パーセントと、6割弱を既に海外生産が担っている。

また、海外生産にウェイトが移りつつあるにもかかわらず、国内生産台数に占める輸出台数の割合が依然として高いのも特徴である。8社平均で輸出比率は44.9パーセントを占めている。このことは海外現地生産に軸足を移しつつあるものの、海外輸出を前提とした国内生産体制が依然として残っていることを意味する。つまり、自動車メーカーが生産設備を全面的に海外移転したいと考えても、国内生産能力の余剰分が設備投資上のロスとして跳ね返るので、安易にその決定が出来ないことを意味している。

数字がやや細くなり分かりづらいため内訳を単純化すると、海外生産と国内生産がおおよそ1対1であり、さらに後者の国内生産の内訳として国内向けと輸出向けが1対1になる。要するに、日本の自動車メーカー8社の国内向け生産台数の占める割合は、全体生産台数の僅か4分の1(正確には24.1パーセ

2) 経済産業省 [2010a] P14

電気自動車の戦略的普及における課題

ント)に過ぎない。日本の自動車メーカーの収益構造基盤は既に海外市場にある。それと同時に日本国内にも最先端の優れた生産設備を保有するため、これをムダなく活用することを考えるならば、日本市場のみならず海外市場にも通用するグローバルな自動車、世界戦略車の開発が企業戦略の観点から見て合理的となる。

また、2009年は販売台数においても大きな変化が起きている。日本の国内市場は31年ぶりに500万台を割り込み、436万台にまで落ち込んだ。他方、中国での販売台数1,300万台を超え、米国での生産台数を初めて上回った。海外生産台数を力強く押し上げているのは、BRICsと呼ばれる中国やインドなど新興国の新車需要である。BRICsの経済的成長がそのまま自動車メーカーの成長力と結び付いている構図が明らかであり、その中でも特に中国市場の持つウェイトが年々高くなっているのが日本の自動車産業の現状である(参照:資料2.2)。

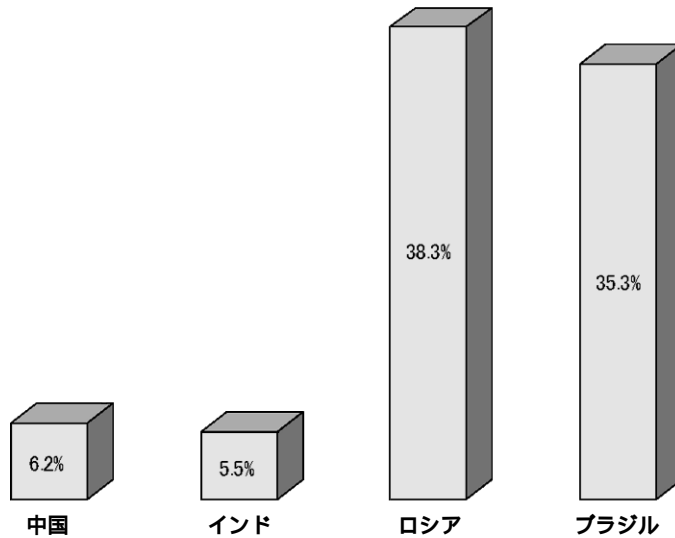
資料2.1 乗用車8社の2009年生産・販売輸出実績(暦年ベース)³⁾

	国内生産	海外生産	輸 出	国内販売
トヨタ自動車	2,792,274 (30.4)	3,579,017 (14.8)	1,444,720 (44.1)	1,375,509 (6.4)
ホンダ	840,924 (33.5)	2,171,713 (19.4)	250,268 (61.5)	625,443 0.2
日 産	894,575 (30.8)	1,849,987 (12.0)	458,074 (41.0)	599,396 (11.6)
スズキ	908,302 (25.4)	1,479,231 5.3	196,438 (50.0)	624,723 (8.0)
三菱自動車	426,530 (50.1)	368,151 (19.9)	232,224 (61.6)	159,789 (15.8)
マツダ	717,175 (33.5)	266,692 (15)	559,826 (36.5)	204,372 (16.5)
ダイハツ	684,255 (13.7)	111,467 (12.6)	46,643 (64.1)	596,229 (7.2)
富士重工業	408,399 (22.2)	82,953 (94)	254,549 (22.0)	173,487 (16.1)
8 社合計	7,672,434 (30.5)	9,909,211 (12.6)	3,442,742 (45.8)	4,358,948 (7.3)

単位台。カッコ内は前年比、は減。

3) 日経産業新聞 [2010] 1月26日 12面

資料 2 2 BRICS の自動車普及率⁴⁾ (2008 年)



3. エネルギー・環境問題と自動車

現在の自動車産業の抱えるテーマは大きく捉えると、石油枯渇によるエネルギー資源問題と CO2 排出による地球温暖化問題、この 2 つの問題の解決にある。後者は穀倉地帯の気候変動にも関わりを持つので、食糧の安定供給に影響を及ぼすリスク要因となる。従って、どちらも安全保障問題、地球規模での政治経済システムの安定化に係わる問題として捉えると良い⁵⁾。

まず、はじめに石油資源について考察を行う。世界のエネルギー統計としては BP 社の発行している BP 統計が一般的である⁶⁾。その BP 統計 [2009] によると石油の可採年数は 42 0 年とされる⁷⁾。石炭の 122 年、天然ガスの 60 4 年と比べてもこの数字は明らかに短い (参照：資料 3 1)。資源エネルギー庁も 2030 年頃から世界的に石油資源の枯渇化が表面化すると予測している。原子力のエネルギー源となるウランも OECD [2007] によれば可採年数は 85 年である。このため政府もエネルギー資源の観点から社会システム全体の見直しを図

4) 日本貿易振興機構 [2008] P84

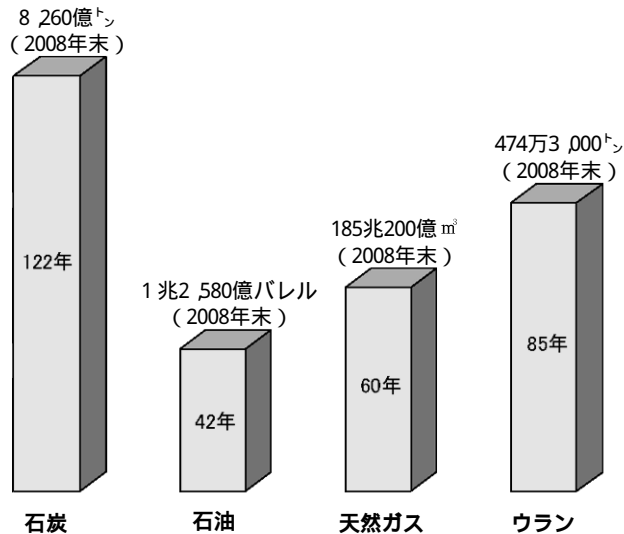
5) 資源エネルギー庁の定光 [2009] は環境問題を安全保障問題と関連付ける発想が日本に欠けていることを指摘している。

6) BP 社は旧 British Petroleum 社のことである。2001 年より BP 社に社名変更し、現在に至る。

7) BP [2009] P6

電気自動車の戦略的普及における課題

資料 3 1 世界のエネルギー資源採年数



っている。よりスマートなエネルギー需給構造の確立が我が国の課題である⁸⁾。

では、自動車はエネルギー資源をどれくらい消費しているのだろうか。そこで資源エネルギーの観点から自動車の位置付けをここで再確認する。経済産業省の「資源エネルギー統計」のデータに基づき、石油連盟 [2010] が自動車の需要分を独自算出している（参照：資料 3 2）。それによれば石油（燃料油）2,400 億 kl のうち、石油需要の 24 パーセント、574 億 kl がガソリンとして使用されている。そのほぼ 100 パーセントが自動車による需要である。つまり、石油の国内需要の 4 分の 1 が自動車需要によるものとなる。従って、ガソリン自動車においてエネルギー転換を図れるならば、エネルギー資源政策で非常に大きな効果が得られることとなる。

次に CO₂ 排出量の問題についても触れておく（参照：資料 3 3）。2007 年における我が国の CO₂ 排出量は 13.0 億トンである（温室効果ガスインベントリオフィス [2009]）。このうち運輸部門の CO₂ 排出量は 2.4 億トンである。運輸部門は航空機、自動車、鉄道、船舶で構成されるが、その大部分である 2.2 億トンが自動車による排出で占められる。国内の排出源全体に占める自動車の割

8) オイルサンドやメタンハイドレートのように、回収技術の向上により確認埋蔵量が増加し、採年数が伸びる場合もある。特に日本領海内の海洋資源は有望視されており、開発の重要性を増している。また、ウランは高速増殖炉サイクルを用いた場合に、採年数を 2550 年まで伸ばすことが可能である（総合資源エネルギー調査会電気事業分科会 [2006]）。

社会イノベーション研究

資料 3 2 石油製品の国内用途別需要⁹⁾(2008 年度)

単位：1 千 kl

	ガソリン	ナフサ	ジェット 燃料油	灯油	軽油	重油	原油	L P ガス	潤滑油	合 計
自動車	57,393				32,368			2,658	644	93,064
航空機	5		5,676							5,680
運輸・船舶					395	4,203			151	4,748
農林・水産				2,043	678	3,580				6,300
鉱工業	75			4,177	54	13,638		6,878	955	25,778
都市ガス								1,435		1,435
電力					227	12,823	8,383	1,147		22,581
家庭・業務				14,030		6,805		13,462		34,297
化学用原料		42,873					480	5,547		48,900
合 計	57,473	42,873	5,676	20,250	33,722	41,048	8,863	31,127	1,750	242,782

四捨五入の関係により合計が一致しない場合もある

資料 3 3 我が国の部門別 CO2 排出量¹¹⁾(2007 年)

単位：1 千tCO2

排出源	排出量	構成比	排出源（運輸部門）	排出量	構成比	総構成比
エネルギー転換部門	448,564	34.4%	航空機	10,876	4.5%	0.8%
産業部門	394,402	30.3%	自動車	217,653	90.1%	16.7%
運輸部門	241,587	18.5%	鉄道	647	0.3%	0.0%
家庭・業務その他部門	150,674	11.6%	船舶	12,411	5.1%	1.0%
燃料からの漏出	38	0.0%	合計	241,587	100.0%	18.5%
工業プロセス	53,730	4.1%				
廃棄物	14,786	1.1%				
合計	1,303,781	100.0%				

合は、約 2 割（16.7 パーセント）となる。これは産業部門全体の排出量のおよそ半分に相当する量でもある。さらに運輸部門に着目すると自家用車による排出がそのうちの約半分（48.2 パーセント）を占めている。このことは自動車の環境負荷の大きさを如実に物語ると同時に、今日において自動車は社会全体に広く行き渡り、社会生活の中で密接不可分となっているとも言える¹⁰⁾。

このような社会的ジレンマを解決するイノベーションが電気自動車である。電気自動車はゼロエミッションカーであり、当然 CO2 の排出量はゼロとなる。この点がプラグインハイブリッドカー（PHV）やクリーンディーゼルカーと大

9) 石油連盟 [2010] P10

10) 従って、「環境負荷が高い自動車にそもそも乗るべきではない。自動車自体の数を減らすべきだ（宇沢 [1974] [2000]）」という考えも至極当然であり、そのような可能性についても真剣に考えるべきである。

11) 温室効果ガスインベントリオフィス [2009]Chapter 2-P5

大きく異なる点となる。ガソリンも一切不要となるので石油需要の大幅な改善が可能である。あとはエネルギー源となる電気の創出方法の問題であり、工夫次第でエネルギー効率はさらに向上する。そこで政府は電気自動車の性能を段階的に向上させ、2030年までにコストパフォーマンスで現行の電気自動車（20万円/kwh）の40倍に相当する、本格的な電気自動車（0.5万円/kwh）の普及を目標としている¹²⁾（参照：資料3.4）。

資料3.4 電気自動車の開発ロードマップ¹³⁾

	現在	2010年	2015年	2020年	2030年
用途・形態	電力会社用 小型EV	用途限定 通勤用EV 高性能HV	燃料電池自動車 一般通勤用EV PHV	高性能PHV	本格的EV
性能	1	1	1.5倍	3倍	7倍
コスト	1	1/2倍	1/7倍	1/10倍	1/40倍
CP	20万円/kwh	10万円/kwh	3万円/kwh	2万円/kwh	0.5万円/kwh

4. 電気自動車を巡る新たな資源問題

電気自動車は石油資源問題と温室効果ガス問題に一定の解を与えるが、その製造過程では新たな資源問題を生じさせている。電気自動車の動力源はモーターであるが、このモーターを動かすには強力な磁石が必要になる。電気自動車のモーターには現在、最も強力とされるネオジウム磁石（Nd 磁石）が用いられている。ネオジウム磁石は1982年に住友特殊金属が開発した材料で¹⁴⁾、日本が

12) なお、各国の自動車戦略もエネルギー政策の上に位置付けられている。オバマ政権は2009年5月に、2016年までに、燃費基準を全車種平均でガソリン1リットルあたり11キロから15キロ（乗用車17キロ、小型トラック13キロ）にする規制強化方針を発表している。また、EUは2020年までにCO2の20パーセント削減を目標に定めている。クリーンディーゼル化を戦略の中心に位置付け、排ガス規制よりもCO2排出規制を重視している点が特徴である。

13) 総合資源エネルギー調査会総会 [2008] P18

14) ネオジウム磁石は当時、住友特殊金属に在籍した佐川真人氏により発明されたものである（佐川 [2007] P3-P18）。同社は2007年4月より日立金属として統合された。日立金属が所有するネオジウムの基本特許「正方結晶構造を有する化合物に関する特許（米国特許第5,645,651号）」は、米国で2014年7月まで有効である。同社は日本、米国、カナダ、ヨーロッパ、東南アジアなどでネオジウム関連特許615件、出願係属中特許を約420件所有しており、基本特許が切れた後は周辺特許による技術防衛を考えている。なお、中国で同基本特許は「公知の技術」と見なされ、特許取得が適わなかった経緯がある（日立金属 [2007]）。

技術的な優位性を持つ。このレアアースを用いた強力な磁石により、電気自動車の開発に目処が立ったと言っても決して過言ではない。重量のある自動車を動かすには、小型で軽量かつハイパワーな高性能モーターが必要不可欠だからである。

レアアース（希少土類）はレアメタル（希少金属）の1種であり、ネオジウム、ジスプロシウム¹⁵⁾など17種類の元素の総称である。電気自動車やハイブリッドカーなど次世代自動車のみならず、ハードディスク、液晶テレビ、エアコン、冷蔵庫などにも用いられている。モーターの小型化・省電力化が実現可能なため応用範囲が極めて広い。しかも、その応用により製品競争力が高まるところがとても重要なポイントである。通商白書の中でも「レアメタルは我が国の高付加価値・高機能製品の製造に必須であり、産業分野で幅広く利用されて産業競争力を支えている」とわざわざ言及している¹⁶⁾。

これほど重要な鉱物資源であるが、その地理的偏在性に大きな問題点がある。世界の鉱物資源統計としては、米国内務省の所管する米国地質調査所が発行する Mineral Commodity Summaries を用いるのが一般的である¹⁷⁾。同資料2010年版の最新データによれば、レアアースの世界生産量の97パーセントを中国が占めており（参照：資料4 2）、埋蔵量も世界全体の38パーセント占めている（参照：資料4 3）。生産されるレアアースはほぼ中国一国に集中している。中国政府もレアアースの資源価値を十分に認識し、レアアースを国家戦略物質と位置付けている。2002年にはレアアース産業への外国企業や合併企業の参入を禁止し、また、2004年よりレアアースへの輸出増値税還付制度を完全撤廃した¹⁸⁾。中国政府がレアアースの内需重視・輸出抑制へ大きく舵を切った結果、世界の需給・価格動向にも大きな影響を与えている¹⁹⁾。2008年8月にト

15) ジスプロシウムとも表記される。ネオジウムに添加することで高温環境下での磁力安定化に寄与する。

16) 経済産業省 [2009a] P323

17) 世界の鉱物資源81種類の世界埋蔵量などをまとめたデータベース（米国内務省 [2010] P-128-P129）。なお、埋蔵鉱量のデータは毎年更新されている訳でなく、多くの国について4~5年毎に見直されている。従って、埋蔵鉱量の大幅な増加は、実際にその年に大きく増えたのではなく、当該年にデータを見直したということを意味する（大迫 [2004]）。

18) 増値税は中国国内の付加価値税。輸出時には還付されるのが一般的であるが、還付率が低下すれば生産輸出業者は価格引き上げ等が必要となるため輸出抑制効果を持つ（資源エネルギー庁 [2006]）。

19) 南 [2007] P128

トヨタ自動車はハイブリッドカーのプリウスの価格を3パーセント値上げしたが、同社はその理由として原材料であるレアアースの価格上昇を挙げている²⁰⁾(参照：資料44)。

我が国の成長力・競争力をも左右するレアアースを巡り、既にカザフスタン、ベトナム、インドなどで、官民共同による資源確保が進行している。カザフスタンでは住友商事と東芝が進出し、旧ソ連時代に廃棄されたウラン鉱石からレアアースの回収を試みている。また、トヨタ自動車グループの豊田通商はレアアースの安定供給のため、レアアース専門商社を買収しインド産レアアースの供給を2010年後半より行う。同社は産業技術総合研究所(産総研)や石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)とも資源調査での連携を図り、ベトナムにおいても現地国営鉱物公社と合併会社を設立する。これにより2011年よりレアアースを供給する計画である²¹⁾。ベトナムは中国と地続きのため、未開発のレアアース鉱床の存在が有望視されている²²⁾。

以上のように電気自動車は石油という資源問題からは解放されるが、今度はレアアースの安定供給という別の資源問題への取り組みを迫られる。鉱物資源の探索には当たり外れがありコストも莫大であることから、民間企業が独自に取り組むにはあまりにもリスクが大きい。このため資源エネルギー庁は石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)を通じた資源開発の支援²³⁾、日本政策金融公庫国際協力銀行(JBIC)、日本貿易保険(NEXI)、国際協力機構(JICA)などとの連携を推進している²⁴⁾。また、当該資源国との権益について詰める必要

20) トヨタ自動車[2008]。なお、その後の世界的な景気後退を受け、一時的に供給過剰となったレアアースの価格は下降に転じている。ただし、電気自動車の普及での需要が本格化する2012年頃から、また価格は上昇に転じると予測されている。

21) 豊田通商[2008]

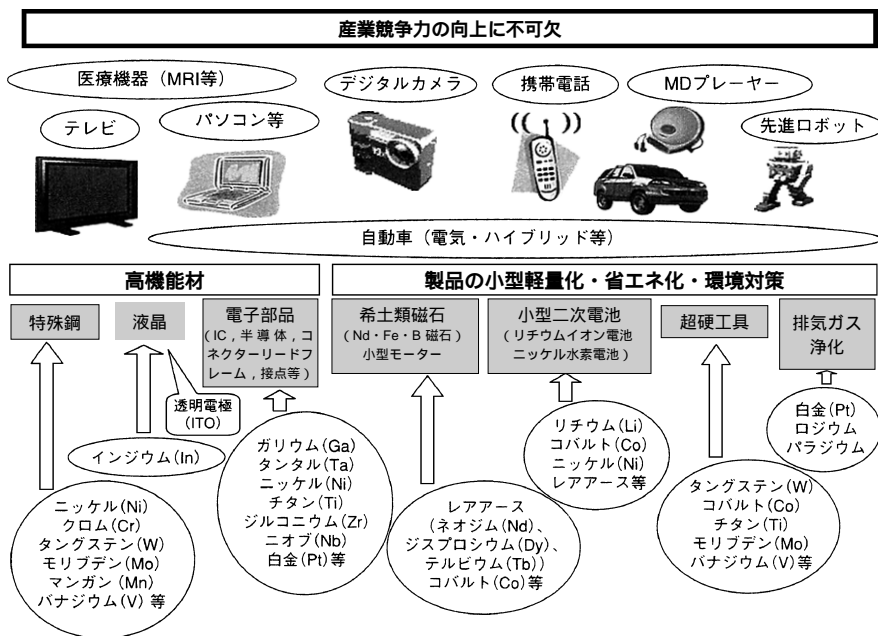
22) 2009年1月に第2回日越石炭・鉱物資源政策対話が開かれた。ベトナム側はドンパオ・レアアース鉱山の日本企業と共同開発に合意し、日本側も周辺インフラの整備調査の開始に合意した。ドンパオ鉱山周辺の道路・給水インフラの整備については、同年10月に円借款契約を締結している。経済産業省によるこの整備計画は、初めてODAを資源開発に適用した、戦略的事例として注目されている。なお、2011年より生産される計画のレアアースは、日本の国内需要の約20パーセントに相当する。

23) 資源エネルギー庁は2010年の第174回通常国会にてJOGMEC法案(改正JOGMEC法案)を提出する。同法案では日本企業による金属鉱山の買収案件にJOGMECが出資を可能とすることで、レアメタル・レアアースなどの希少資源確保のための支援体制を強化する。ハイリスクで民間企業だけでは困難な海外資源開発への公的支援体制を拡充すると共に、資源獲得競争を激化させている中国国営企業への対処を念頭に置いた法律案である(経済産業省[2010b]、閣法[2010])。

もあり，政府の役割も当然極めて大切になる。そのため民間一企業レベルの問題に留まらない。政府のエネルギー資源政策と自動車企業や関連企業における企業戦略のベクトルを上手く合致させ，緊密な連携関係を保ちつつ，官民協力体制の元で隙のない確実な資源確保を行うことが重要である²⁵⁾。

また，資源ナショナリズムの傾向が強くなる場合には，電気自動車から次のイノベーションである燃料電池自動車 (FCV) へと移行するドライブに拍車がかかる可能性もある。これは石油価格の高騰が電気自動車への移行を促すのと同じメカニズムである。電気自動車であってもコストパフォーマンスが見合わなければ，次世代テクノロジーに代替されることは不可避である。燃料電池自動車についてはインフラも含め，まだ採算ベースには程遠いが，これらの基盤技術についても予算措置を十分に取り，官民共に研究開発体制を高いレベルで維持することが必要である。

資料4 1 レアメタルの重要性²⁶⁾



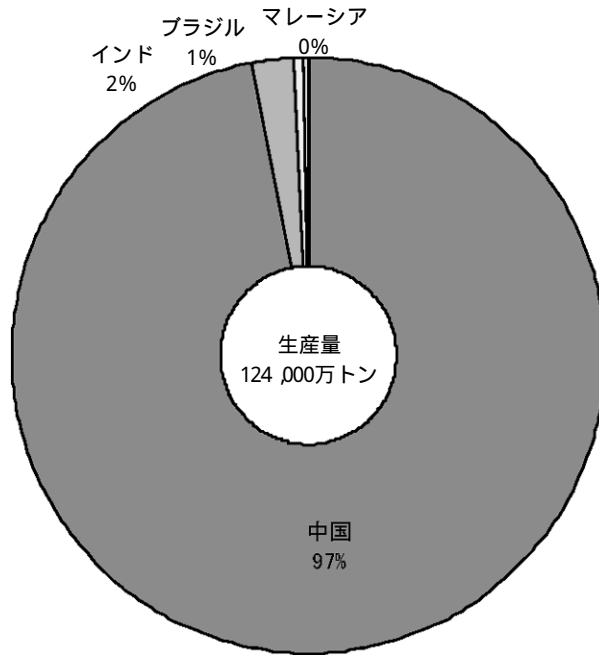
24) 経済産業省 [2009b] P72-P73

25) レアアースの抽出ではトリウムという放射性廃棄物が出る。1990年代にマレーシアで三菱化成の合弁会社 ARE (Asian Rare Earth) 社が，周辺住民に健康被害を引き起こし社会問題化した。レアアース事業では単に権益確保のみならず，トリウムの再利用や環境技術などについても十分に配慮が必要である。

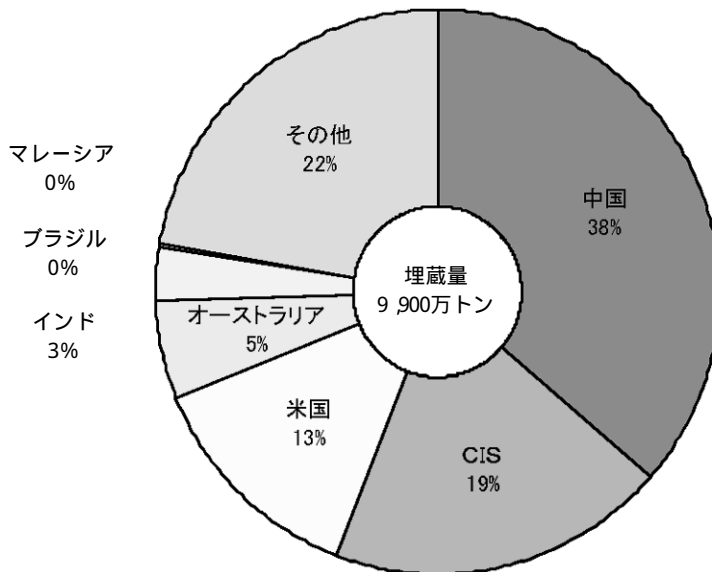
26) 経済産業省 [2009a] P323

電気自動車の戦略的普及における課題

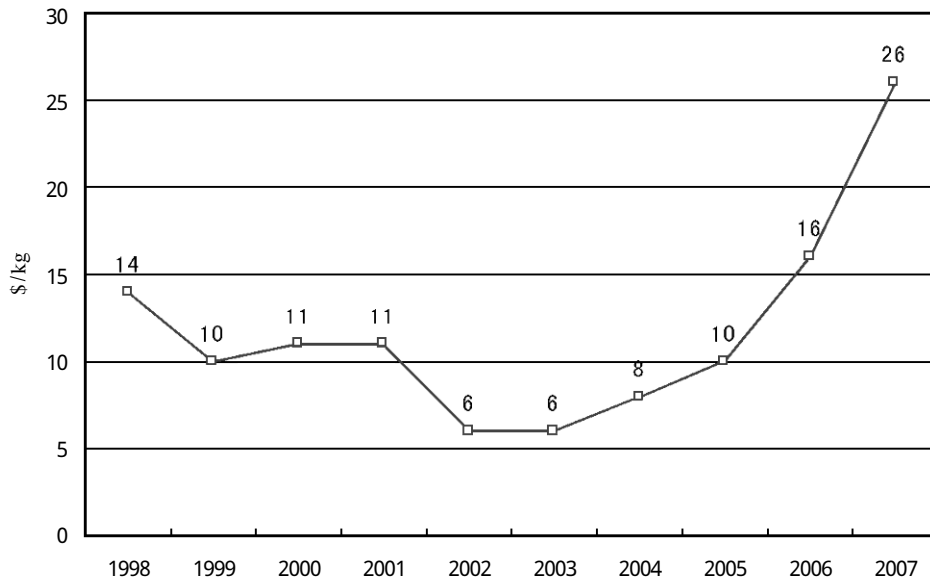
資料4 2 世界のレアアースの生産量 (2009年)



資料4 3 世界のレアアースの埋蔵量 (2009年)



資料4 4 レアアースの輸入価格動向²⁷⁾



5. バッテリーモジュールと充電インフラ

電気自動車の普及に欠かせないインフラが充電スタンドである。充電スタンドとは電気自動車に電気を提供する施設のことである。充電スタンドの設営では現在、電力会社が主導的な役割を果たしている。電気自動車導入のための社会実験の一環として、公共機関やショッピングモールなどでも、既に充電スタンドが設営済みの箇所も少なくない（参照：資料5 1）。また、コンビニエンスストアや競合関係にあるガソリンスタンドも設営に協力的である（参照：資料5 2）。

東京電力の姉川の調査によれば、急速充電器²⁸⁾の設置がネットワーク化さ

27) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 [2009] P312

28) 急速充電器を用いると15分から30分程度の短時間で、バッテリー容量の8割程度の充電ができる。簡単なショッピングの合間に充電が出て来しまうため、商用施設での設営が進んでいる。また、公共機関での設営としては、地方自治体の駐車場や高速道路のPAなどが挙げられる。国内メーカーとしては、現在、東京電力系の高岳製作所、東芝系のハセツテック、NEC系の高砂製作所などがある。これらのメーカーの急速充電器は次世代自動車振興センターの補助金対象機種に指定されており、インフラ面からの電気自動車普及に一役買っている。

電気自動車の戦略的普及における課題

資料 5 1 ショッピングモールに設置された急速充電器



資料 5 2 ガソリンスタンドに併設された充電器スタンド



れるに従い、電気自動車の行動範囲が広がることが実証されている。このとき急速充電器ネットワークが疎であると、バッテリー切れを用心し、ドライバーはバッテリーを半分近く残し帰庫する。このためどうしても電気自動車での活動範囲に限られる。

しかし、ネットワークが密になるとバッテリー切れを心配しなくなり、安心して電気をギリギリまで使い帰庫する点が指摘されている。充電スタンドの存在は電気自動車の活動範囲を単に物理的に広げるだけでない。「急速充電器がある」というドライバーの安心感が、よりムダなく効率的な電気利用の実現に寄与する、という興味深い知見を得ている。電気自動車の充電インフラという物理的側面と、ドライバーの安心・信頼という心理的側面の両面からバランス良くアプローチすることが、新たなノベーションの普及において重要な鍵となることを、同氏の研究は示している²⁹⁾。

電気自動車の泣き所の1つはバッテリーの価格である。電気自動車を動かすため、搭載するバッテリー量が多くなり、これがコストを押し上げる要因となっている。例えば、三菱自動車の i-MiEV の場合、電気自動車用バッテリーは240万円もする。電気自動車の価格459.9万円の半分以上も占めており、電気自動車の普及にはこのコストの引き下げが欠かせない。バッテリーのコストを引き下げるためには幾つかの方法がある。1つはバッテリーそのものの量を少なくする方法である。この場合、電気自動車の航続距離は制限される。電気自動車の利用方法としては、地域通勤ターと位置付けられることが多い。これは韓国、中国、インドなどの新興国メーカー³⁰⁾の電気自動車にも見られる方式である。もう1つは公的補助金で支援する方式である。本体価格の何割かを国や自治体が補助することで、実質的に価格を引き下げる³¹⁾。この場合はバッテリーを含め電気自動車トータルでの価格引き下げ効果を持つ。そして、もう1つの方式がバッテリーをリースする方式である。

電気自動車のバッテリーはモジュール構造を持つ(参照:資料5.3)。バッテリーモジュールはバッテリー本体を構成する部分パーツであり、バッテリー本体に複数個搭載されている。このモジュールの中に、それぞれラミネート型

29) 姉川 [2009]

30) このような21世紀の電気自動車産業を牽引する新興企業群を、20世紀のガソリン自動車産業を牽引してきた「ビッグスリー」に対比して、「スモールハンドレッド」と呼び表す研究者もいる(村沢 [2009] P71)。

31) 次世代自動車振興センター HP

電気自動車の戦略的普及における課題

の薄いバッテリーセルがパッケージされている（参照：資料5 4）。現在、ベタープレイス社がモジュール化されたバッテリーの利点を活かし、バッテリーをリース方式にして電気自動車の価格を引き下げるビジネスを展開している³²⁾。この方式であるとバッテリー・ステーションに立ち寄りバッテリーを交換すれば、いつでもフル充電されたバッテリーに交換できる。バッテリー交換の所要時間は約52秒であり、ガソリン充填時間と比較しても何ら遜色はない³³⁾。既にイスラエルで試験運用を行っており、国内でも今春から東京でタクシー事業者の協力による社会実験が行われる³⁴⁾。バッテリーモジュールの標準化を推し進めれば、電気自動車の普及に大きく貢献すると考えられている。

また、将来技術としては非接触型充電の方式も研究されている（参照：資料5 5）。道路にコイル型の充電器を埋め込み、その上を走行することで走行中に自然と電気が充電される仕組み（ワイヤレス給電）である。既にこの技術も試作車が開発済みで実走試験中である。ただ、非接触型充電は現行技術では充電

資料5 3 リチウムイオンバッテリーのモジュール構造



32) 藤井 [2009a] P36-P44

33) 藤井 [2009b] P64-P65

34) イスラエルは国土が狭いためインフラ普及が比較的容易であること、また、アラブ諸国との関係から石油資源からの脱却を目指しており、安全保障の観点からも電気自動車の導入に積極的である。

資料 5 4 バッテリーモジュールとバッテリーセル



ポジションが極めてタイトであるため、充電ポイント上を上手く走行させるというドライバーに高度な技量を必要とする。現在、運転技術に秀でているということで、路線バスの運転手による社会実験が取り組まれており、実証データの蓄積が進められている。一般ドライバーが使いこなすには未だ容易な技術とは言えない。改善の余地は多いが、今後が期待される将来技術と言える³⁵⁾。

また、国内に広まりつつある急速充電スタンドではあるが、これはあくまで緊急利用に限られるべきである。頻繁に高速充電を繰り返すとバッテリーの劣化を促し、バッテリーモジュールの交換が思わぬコスト増に繋がるからである。従って、普段のバッテリー充電は深夜などの駐車時間に行うことが望ましい。これは余りがちな深夜電力の有効利用にも繋がる。この際、電気自動車の利用という点だけで考えるならば単相 200 ボルトが至便である。オール電化住宅では既に単相 200 ボルトが用いられているが、新築マンションや新築住宅でもインフラとして現在、設置が進みつつある³⁶⁾。

他方、一般住宅の家庭用配線は単相 3 線式 100 ボルトであることが多い。単

35) 現在、非接触充電の実用先として、タクシーの待ちレーンへの設置が検討されている。

36) 電気自動車用の充電設備のある戸建住宅やマンションなどが、差別化された物件として発売されはじめている。



相 3 線式配線では 100 ボルトのラインが 2 本と中性線が 1 本走っており、中性線との組み合わせの有無により 100 ボルトと 200 ボルトの使い分けができる。屋外までは通常 200 ボルトで来ているが、家庭用に変換するために中性線を当てて、100 ボルトにするということを行っている。単相 200 ボルトを用いれば配線によるロスが少なく効率的である。エネルギー資源の有効活用を考えるならば、後者の方がより合理的である。スマートグリッドを見据えるならば、おそらく今後単相 200 ボルトへの移行を推進することが、どこかの時点で必要になると考えられる。また、そのような転換は新たな電気製品の需要にも繋がるので、内需振興策と絡めて推進するとより良いと考えられる。

6. モジュール化する電気自動車

自動車の製品アーキテクチャは擦り合わせを特徴とするインテグラル型である。エンジン、トランスミッション、ブレーキ、サスペンション、インテリア、エクステリア、タイヤ、ホイールなど自動車を構成する部品は相互に依存し影響を及ぼし合っている。細かい部品で構成されるエンジンをはじめ自動車全体の部品点数は 3 万点以上にも及ぶ。このため部品の設計・開発・生産において

は緊密な擦り合わせを必要とする。従って、モジュラー型に見られるような水平分業は不向きであり、系列のような垂直統合による協業体制を取ることが多い。これが参入障壁としても強く有効機能してきた。

自動車メーカーを自動車メーカーたらしめたポイントはエンジンである。エンジンは自動車のいわば心臓部であり、自動車メーカーの設計思想の根幹部分である。一口にエンジンといっても直列3気筒・4気筒・6気筒、V型6気筒・8気筒・12気筒、水平対向4気筒・6気筒、ロータリーと実に多種多様である。各自動車メーカーは独自の設計思想に基づき、自社のエンジンを設計開発し、かつ長年に渡り改良し続けてきた。工夫を施した金属合金のエンジンの中で、タイミング良く爆発を起こし、それをムダ無くパワーとして伝える。更に排気ガスも極力抑えるという技術は、そう簡単には真似の出来ることではない。エンジンにこそ自動車メーカーの個性や独自性が宿っている。

しかし、電気自動車にはそのコア・コンポーネントであるエンジンがない。電気自動車の動力源はモーターであり、エネルギー源はバッテリーに充電された電気である。トランスミッションなども当然存在しない。電気自動車は製品アーキテクチャが根本的に異なるのである。例えば、ガソリン自動車ではエンジンを複数配置することなど全く考えられないが、電気自動車では動力源であるモーターを4つの車輪に分散配置することさえも可能である³⁷⁾。自動車メーカーはいわば全く別物の自動車を製造していると考えるのが正しい。これまでの自動車とは異なり、設計の自由度が極めて高いことが、電気自動車の特徴でもある。

このため電気自動車の設計は、現在のインテグラル型よりも、モジュラー型の側へ振れると考えられている。中国や韓国の電気自動車メーカーの中には、モジュール生産をすることで低価格電気自動車の製造、販売を既に実現している企業もある。パソコンの部品のように各地で最適化した後、最終工程ですべてを組み立て合わせている。このような低価格電気自動車は日本の自動車メーカーの電気自動車と比べると航続距離性能で明らかに劣る³⁸⁾。しかし、地域コ

37) インホイールモーターと呼ばれる。国内では慶應大学の清水浩氏が開発した8輪駆動の電気自動車エリーカが有名である。なお、同氏は2009年8月に電気自動車のベンチャー企業SIM-Driveを設立している。

38) 例えば、韓国のCT&T社は2009年東京モーターショーで、e-ZONEを174万円で出展している。最高時速60km、航続距離70kmと既存のEVに比較すると性能は一段劣っている。しかし、その分だけ価格競争力は極めて高いとも言える。高コストの原因になりがちなバッ

ミューターという具合に短距離での利用を明確に打ち出しているので、用途の最適化さえ図れれば100万円台の電気自動車は極めて競争力が高い。例えば、最高速度が低めでも支障のない高齢者用電動カートとして再定義できると、補助金の恩恵を受けることで思わぬ市場が創造され、先行することも今後十分あり得ると考えられる。

モジュール化により低価格の電気自動車が普及し始めると、最初に競争にさらされるのは軽自動車であろう³⁹⁾。そのような動きに先手を打つようにインド市場で強いスズキと、中国市場で強みを持つフォルクス・ワーゲン社が提携を果たした。新興市場における低価格製品はボリュームゾーンであるが、それは同時に既存製品の価格にも影響を及ぼしかねない。

日本が未だに強いとされるデジタルカメラ市場においても、コンパクトカメラ市場での低価格競争、価格破壊といった波は、ハイエンドの一眼レフデジタルカメラにも押し寄せた。コンパクトカメラを卒業した人達が、高級一眼レフデジタルカメラに移行するのは難しく、一眼デジタルのエントリーユーザー向けの低価格一眼レフデジタルカメラの開発に迫られた。ユーザーの満足度やハイエンド思考を考慮すれば、おそらく電気自動車でも中長期的なスパンでそのようなことが起こると考えられる。

普通車クラスの電気自動車にも低価格化の波は押し寄せることであろう。モジュール化は世界的な趨勢であるので、これに真正面から太刀打ちすることは、おそらく企業体力を消耗するだけである。日本の強みを上手く組み込む方が、より将来性は高く、また、展開可能性も広がることであろう。

そのような試みとして次世代交通システムが挙げられる。既に自動車メーカー各社は、次世代交通システムの一部に電気自動車を試験的に組み込んでいる。交通システムが渋滞情報をリアルタイムに分析し、ドライバーへ情報提供するサービスは広く知られている。既にサービスを享受している人も多い事であろう。このサービスは近年の技術進歩に伴い、更に利便性が向上している。

テリ-は鉛蓄電池を使用している。また、生産工程は完全にモジュール化を行い、各部品を最終工程で組み立てる方式を採用している。

39) 2010年3月30日、日産自動車がLEAFを同年12月に376万円で発売すると発表した(補助金により実質負担額は299万円)。これを受けて同日午後、三菱自動車がi-MiEVの価格を61.9万円引き下げ、398万円に引き下げると発表した(補助金により実質負担額は284万円)。三菱自動車側とすると4月1日の個人向け発売初日から13パーセントもの価格引き下げを強いられた事となり、今後の電気自動車市場における価格競争の趨勢が注目されている。

例えば、自動車が走行しているときの速度情報を逐次分析する事で、道路上の急減速のポイントを割り出すことを重点的に行っている。複数の自動車が同じポイントで急減速を繰り返すポイント、すなわち急ブレーキを踏む場所というのは、道路構造に何らかの問題があると推測されるからである。自動車の情報は GPS 情報と連動しているので、事故が多発しやすい危険ポイントを具体的に特定するのに極めて有効である。

このような詳細情報は道路行政を担当する当局と密接な連携を取ることで、道路交通システム全体の改善とドライバーの事故の防止に役立っている。この技術の優れた点は、単に事故発生ポイントを見つけ出すに留まらず、事故の発生しやすいポイントを未然に明確にする点である。担当当局も事故が起きていない危険ポイントを具体的に把握することは難しい。このようなサービスは交通システム全体を向上させる大変ユニークな試みと言える。

電気自動車はよりエレクトロニクス技術への親和性が高いため、この種の取り組みが更に進展するであろう。従って、電気自動車は自動車産業もしくは自動車製品として捉えるべきではない。むしろ社会システムのトータル・パッケージ、その具体的ツールとして捉える方が適切である。喩えるならば、電気自動車は交通ネットワークを駆け巡るパケットの様な存在と捉えられる。この場合、日本の得意とする「作り込み」と、情報を上手く組み込んだ製品作りが可能である。セブンイレブンの POS システムや JR 東日本の Suica、Google のサーチエンジンに見られる様にユーザーの全数情報は、それ自体で1つの新たな価値を創造する。このような現象は製造業・サービス業に関わらず広く一般に観察される。電気自動車もおそらくその例外ではないだろう。電気自動車の全数的な情報が、今後新たな価値を生み出すと考えられる。

また、そのような情報はユーザーから発せられるリアルタイムの情報であるので、時間と共に常に変化する動的な情報であり、これを即座に他社が真似をする事は難しい。さらにデータを持つ企業だけがアクセス可能であることから、極めてクローズドで外から見えにくい経営戦略上の知的資産でもある。しかも、その情報蓄積がさらに価値を生み出す為、持続的優位性の構築に繋がりやすい。製品・サービスはグローバルな普遍性を持ちつつも、クローズドでインタンジブルな資産でもあるので、競争上は極めて有効に機能すると考えられる。

7. バッテリー開発競争に見る課題

バッテリーの構造は単純に説明すると、プラスとマイナスの電極（正極・負極）および電解液の3つの部分からなる。電解液中に蓄積された化学エネルギーを電気エネルギーに変換することで電気を発生させ、また、電気エネルギーを一時的に化学エネルギーに変換させることで充電する、というのが基本的な仕組みである。このためエネルギーを蓄積させたり、放出させたりする正極、負極、電解液を、どのような物質でどのような配合にして作るか、これによりバッテリーの性格は自ずと決まる。

バッテリーで古いのは鉛蓄電池であり、150年近くもの歴史を持っている。これまで自動車で「バッテリー切れ」と言うと、この鉛蓄電池のエネルギー切れであることが多かった。バッテリーはエネルギー密度を高めるたびに新たな用途が開発され、それにより製品自体の性能を飛躍的に高めてきた歴史がある。特にノートパソコンや携帯電話など携帯端末のキーデバイスであり、情報化社会の発展において重要な一翼を担ってきた。

代表的なバッテリーとしては、NaS電池（ナトリウム硫黄電池）、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池などある。NaS電池は電力会社などの大規模電力を貯蔵するのに用いられている。ニッケルカドミウム電池はニッカドなどとも呼ばれ、広く普及したアルカリ蓄電池である。ただし、カドミウム汚染の問題が生じるデメリットを持つ。これを解決した高性能蓄電池がニッケル水素電池である。エネルギー密度が高いにも拘わらず、安定性にも優れているなどの利点もある。ただ、携帯電話やノートパソコンなど家電用途には適しているが、大容量化することにはあまり向いていない。そのためこの直ぐ後に開発されたリチウムイオン電池が⁴⁰⁾、ニッケル水素電池よりもさらにエネルギー密度に優れていたため⁴¹⁾、携帯電話用バッテリーを先駆けとして急速に普及していった。

一口にリチウムイオン電池と言っても、大きく分けると現在、4つのタイプ

40) リチウムイオン電池は日本で開発された。旭化成の吉野彰氏が1985年に開発し、1991年にソニーが量産化に成功した。このため日本企業に技術的優位性が存在している。

41) リチウムイオン電池のエネルギー密度は、ニッケル水素電池と比較すると体積比で1.8倍、重量比で2.0倍である。

が存在している。リチウムイオン電池の正極材料で分類するならば、コバルト、マンガン、リン酸鉄、およびこれらを混ぜ合わせた三元系と呼ばれるものである。コバルトやマンガンはエネルギー密度など性能面で優れているが、コストはその分どうしても割高になりやすい。バッテリーの軽量化と電気自動車の航続距離延長を目指し、日本企業が研究を進めているリチウムイオン電池が、主としてこれらのタイプである。

他方、エネルギー密度はやや劣るが、コスト面で秀でているものが、リン酸鉄を正極材料とした電池である。リン酸鉄系のリチウムイオン電池は、中国のBYD やアメリカの新興メーカー A123 システムズが積極的に研究している。電気自動車への応用を考えた場合には航続距離で劣るが、電池で高価になりやすい電気自動車のコストを引き下げられる大きなメリットがある。先に挙げたベタープレイス社の EV タクシーでは、A123 システムズのバッテリーが搭載されている。コスト重視のバッテリー交換型、バッテリーリース型のビジネスモデルにも、戦略的な適合性があると考えられる。

リン酸鉄を正極に用いたリチウムイオン電池は、航続距離の長い電気自動車に応用するにはやや心許ないが、ガソリン併用するプラグインハイブリッドカーには最適との指摘もある。技術競争の進み方次第ではプラグインハイブリッドカー (PHV) 市場で、コスト競争が急速に進む可能性も十分に考えられる⁴²⁾。また、その普及と量産効果をテコとして、電気自動車の価格競争に更に拍車を掛ける、という企業戦略も考えられる。

2次電池材料として注目を集めるリチウムであるが、天然資源としての大きな制約も併せ持つ。携帯電話やノートパソコンなど小容量の電池を主な需要とし、現在の需要傾向がこのまま続くなれば、世界のリチウムは250年前後の可採年数が見込まれている。しかし、電気自動車が普及期を迎えると、大容量リチウムイオン電池の需要も本格化する。この場合にはリチウムの生産ピークは、今言われている石油の生産ピークよりも、さらに手前に来ることが指摘されている⁴³⁾。このためガソリン自動車から電気自動車へのリプレイスを推進する為には、リチウム電池の資源制約を克服する必要があるがどうしても生じてしまう。

また、リチウムイオン電池のもう1つの課題は航続距離にある。現行のリチ

42) 例えば、トヨタのプリウスはハイブリッド (HV) ではニッケル水素電池を、プラグインハイブリッド (PHV) ではリチウムイオン電池を搭載して差別化を図っている。

43) 大野 [2009] P5

電気自動車の戦略的普及における課題

ウムイオン電池は改良が施され、電気自動車の使用に耐え得る性能を持つに至っている。しかし、1回の充電で走行出来る距離は、150km から 200km 程度に過ぎない。ガソリン自動車が1回の給油で走行可能な距離は約 400km から 600km であり、現在の電気自動車の航続距離はこれに遠く及ばない。電気自動車がガソリン自動車よりも走行性能で劣る様であれば、本格的な普及に弾みをつける事はどうしても難しくなる。ガソリン自動車から電気自動車へのリプレイスを進める為には、この距離の壁をどうしても打ち破る必要がある。

現行のリチウムイオン電池のエネルギー密度を、理論値レベル（性能限界）まで引き上げられたとしても、残念ながらガソリン相当のエネルギー密度を実現する事は出来ない。これを実現するにはリチウムイオン電池の7倍の蓄電性能を持つ新たな蓄電池が必要となる。これが次世代蓄電池と呼ばれるものである。現在、蓄電池分野では最先端の研究領域となっている。次世代蓄電池は大きく分けると、リチウム硫黄電池⁴⁴⁾、金属空気電池、多価イオン電池の3タイプが研究されている（参照：資料7 1）。

次世代蓄電の研究は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を中心に、これまで共同研究が推進されてきた。政府では電気自動車の走行距離を2020年までに現在の3倍に、そして、2030年までに現在の7倍に延ばすことを目標設定しており（参照：資料3 4）、これを実現する施策としてNEDOを通じて次世代蓄電池の共同開発プロジェクト「革新型蓄電池先端科学基礎研究

資料7 1 次世代蓄電池の種類と特徴⁴⁵⁾

種類	負極	正極	特徴
リチウム硫黄電池	リチウム	硫化物材料	高いエネルギー密度 高い安全性
金属空気電池	亜鉛 アルミニウム リチウム	酸素 (触媒)	軽量化 小型化
多価カチオン電池	マグネシウム カルシウム アルミニウム	酸化物材料	高いエネルギー密度

44) 2009年11月には大阪府立大学の研究チームが、リチウムイオン電池の5倍のエネルギー密度を持つリチウム硫黄電池の開発に成功し、この研究成果を電池技術委員会の電池討論会で発表し話題となった。

45) NEDO 資料より筆者作成

事業」を2009年5月に立ち上げた。7年間で約210億円を投入する計画で、国内の22法人（12社，7大学，3研究機関）が参加を表明している。京都大学を共同研究拠点に定め、NEDO革新蓄電池開発センターを設置する。各機関から派遣された50名以上の研究者が常駐し、そこで研究開発を強力に推進していく。

日本のバッテリーメーカーは民生用バッテリー分野で生産量世界第1位であり、リチウムイオンバッテリー関連の特許件数も同様に世界1位である。不純物の混入除去などをはじめ、大量生産時のノウハウも豊富に持つ。これらの点を指摘して他国のバッテリーメーカーが追従することは難しいとする日本企業もある⁴⁶⁾。ただ、この種のアドバンテージが過去においても覆された例もある。実際、リチウムイオンバッテリー市場もその例外ではなく、中国企業と韓国企業による強烈的な追い上げに遭い、ここ数年で日本企業は市場シェアを急速に落とし始めている。経済産業省もこの事実を重く受け止めて危機感を強めている⁴⁷⁾。国内のライバルメーカーの動きにばかり気を取られていると、グローバル競争で手痛いダメージを受けかねない。

日本企業は市場の立ち上がりから成長期中までは、外国企業に対して高い優位性を築く事に長けている。しかし、製品市場の成長期後半にあたるボリュームゾーンで、外国企業に市場を奪われてそのままとなることが多い⁴⁸⁾。日本企業には競争パターンの自己変革も必要である。そのためには自社の在り方を見据え、中長期的視点に立った企業戦略が、どうしても必要不可欠である。キャッチアップに成功している中国では政策的にバッテリーの初期需要を作り出し、自国の自動車企業のみならずバッテリーメーカーの成長をも後押ししている。国の規模が大きいだけにスケールメリット、量産ノウハウ蓄積による経験効果は日本以上に強く効きやすい⁴⁹⁾。電気自動車を巡る国家間の経済システム競争の様相をも呈し始めており、市場競争の側面のみを純粹に捉えるのはあまりに危険である⁵⁰⁾。

46) 本間 [2009] P105

47) 経済産業省 [2010a] P26

48) 小川 [2009] P5

49) 例えば、中国のバッテリーメーカーであった比亞迪汽車（BYD社）は、既に電気自動車メーカーとなっている。企業買収や企業提携を上手に使いこなし事業拡大を続けており、2010年3月には日本の大手金型メーカーのオギハラの工場を買収している。

50) 2000年代は市場資本主義の時代であったと捉えられるが、2010年代は企業活動を産業政

今回の NEDO による共同開発プロジェクトの取り組みは、過去の教訓を踏まえた意味で画期的である。また、そのことは日本企業が極めて厳しい競争環境にあることの裏返しでもある。次世代蓄電池競争で敗退した場合、半導体産業の事例に見られる様に、産業そのものの未来がなくなりかねない。今回のケースではバッテリーが電気自動車のキーデバイスであることから、自動車産業にも計り知れない影響を及ぼす可能性が極めて高い。それに一定の歯止めを掛け、オールジャパンの態勢を整えられたことは、非常に大きな意義を持っている。

ただ、これまでの政府主導によるコンソーシアム型技術開発では、企業同士が牽制し合う結果として技術の出し惜しみをし、競合他社の動向を見据えて模様眺めを決め込む、主管官庁への義理立てとして参加するなどのケースも少なくなかった。今後、おそらく肝心なところで意見が分かれることも少なくないであろう。しかし、今、必要なのは研究開発スピードを十分に高めることにある。研究開発の成果という果実をしっかりと取ることを最優先に目指すべきである。

また、日本国内には優良なバッテリーメーカーが幾つも存在するが、それは日本国内にあるべき企業数として適正か否かも検討する必要もあろう。既に三洋電気をパナソニックが吸収合併したが、そのような大型合併が今後も生じる可能性は高い。日本は市場規模に比してプレイヤーである企業の数が多い。産業再編を視野に入れ、先端技術を持つ企業同士の提携、企業統合などを積極的に推進する優遇施策も準備する必要があると考えられる。

8. まとめ

本論は電気自動車の普及における問題点を多角的に考察した。電気自動車は電気で走行し CO2 を排出しないため、環境問題とエネルギー問題の解決に大きく貢献する。この2つの問題はグローバル社会の安定を揺るがすリスク要因であり、解決改善されていくことが望ましいのは言うまでもない。また、電気自動車時代の到来は自動車産業の大きな転換点であり、自動車産業を有する国々にとって、自国の産業の保護育成も迫られる。このため電気自動車関連のビジネスには、政府が関与するケースが少なくない。このとき資源産出国には

策で後押し、産業政策の優劣を競い合う国家資本主義の時代であるとも言える。

資源ナショナリズムの誘発リスクが存在する。電気自動車のコア部品であるモーターには強力な磁石が使用されるが、この原料となるネオジムやディスプロシウムは中国の独占状況にあり、既に取引価格の乱高下が起きている。電気自動車の普及においてリスク要因となるため、代替資源の開発と供給先の多元化を進める必要がある。ただし、石油開発と同様に天然資源の探索・開発・確保は、民間企業のみで出来るものではない。そこで政府の関与が今後は非常に重要になる。天然資源を十分に持たない我が国では、天然資源の確保は死活問題でもある。このための法整備は欠かせない。行政からバックアップはこのような点からも可能である。

また、電気自動車メーカー各社はバッテリーの重要性を認識し、電池メーカーの囲い込みを行っている。それ自体は競争上必要なことであるが、真の競争相手はむしろ開発スピードに優れた外国企業である。新規市場の立ち上がりから成長期の前半までを、日本企業は得意としてシェアも収益も確保しているが、その後のフェーズに入ると一気に外国企業に市場を占有されることが多い。既にその兆候はリチウムイオン電池市場でも観察されている。この点に留意して次世代蓄電池の開発にも取り組むべきである。自動車メーカーが電気自動車の開発に注力する事は当然であろうが、それをベースとしたEVシステム、具体的には次世代交通システムを情報コンテンツとして織り込んだ自動車システムに、特化していく方が強みを活かしやすい。この場合には情報コンテンツは知的資産として護られる。しかも、情報自体が動的になるので、競合他社が模倣をすることが極めて困難となる。システム製品化することで、新たな競争軸を構築することが可能となる。このとき日本から電気自動車を開発する意義も見出しやすく、日本に開発拠点があることをアドバンテージとして活かしやすい。国内にある既存の生産設備を有効利用することもできる。電気自動車を次世代交通システムと融合的に創り上げていく事が、我が国の自動車メーカーの発展にとって有効であると考えられる。

本研究は発表「日産自動車の印象と提言」(加藤 [2009])の一部を加筆修正したものである。この場をお借りしまして、関係各位には深く御礼申し上げます。

電気自動車の戦略的普及における課題

〔参考文献〕

- 姉川尚史 [2009] 「シンポジウム：Innovation for a Greener Society - イノベーションを通じた持続可能な社会の実現を目指して」研究・技術計画学会，第 24 回年次学術大会
- 宇沢弘文 [1974] 『自動車の社会的費用』岩波新書
- 宇沢弘文 [2000] 『社会的共通資本』岩波新書
- OECD [2005] *Uranium 2005: Resources, Production and Demand*
- 大迫次郎 [2004] 「世界の銅資源埋蔵量について」『JOGMEC 金属資源レポート』Vol. 34, No. 3, P60-P63
- 大野克久 [2009] 「リチウムの資源と需給」『JOGMEC カレント・トピックス』09 - 21 号, P1-P7
- 小川紘一 [2009] 『国際標準化と事業戦略』白桃書房
- 温室効果ガスインベントリオフィス [2009] 「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」
- 閣法 [2010] 「独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の一部を改正する法律案」第 174 回通常国会，第 31 号議案，2 月 12 日
- 加藤敦宣 [2009] 「日産自動車の印象と提言」日産自動車
- 経済産業省 [2010a] 「日本の産業を巡る現状と課題」
- 経済産業省 [2010b] 「独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の一部を改正する法律案【JOGMEC 法案】について」政策会議，第 16 回会議（2 月 4 日）
- 経済産業省 [2009a] 『通商白書』日経印刷
- 経済産業省 [2009b] 『エネルギー白書』エネルギーフォーラム
- 佐川真人（編）[2007] 『永久磁石』アグネ技術センター
- 定光裕樹 [2009] 「シンポジウム：Innovation for a Greener Society - イノベーションを通じた持続可能な社会の実現を目指して」研究・技術計画学会，第 24 回年次学術大会
- 資源エネルギー庁 [2006] 「中国の鉱物資源政策について」
- 次世代自動車戦略研究会 [2010] 「第 1 回 次世代自動車戦略研究会」
- 次世代自動車普及戦略検討会 [2009] 「次世代自動車普及戦略」
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 [2009] 『鉱物資源マテリアルフロー』
- 石油連盟 [2010] 「今日の石油産業」
- 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会 [2009] 「蓄電池技術の現状と取組みについて」
- 総合資源エネルギー調査会総会 [2008] 「エネルギー政策に係る取組状況と今後の基本的方向について」
- 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会報告書 [2006] 「原子力立国計画」
- 谷口雅彦 [2009] 「環境対応自動車用電池の過去・現在・未来」『自動車技術』Vol. 63, No. 9, P 17-P23 .
- トヨタ自動車 [2008] 「トヨタ，国内の一部商用車およびハイブリッド車について希望小売価格を改定」ニュースリリース，8 月 25 日
- 豊田通商 [2008] 「豊田通商，レアアース事業へ進出」ニュースリリース，12 月 2 日
- 日経産業新聞 [2010] 1 月 26 日，12 面
- 日本貿易振興機構 [2008] 『ジェットロ貿易投資白書』ジェットロ
- BP [2009] *BP Statistical Review of World Energy 2009*
- 日立金属 [2007] 「Nd-Fe-B 系燃結磁石に関わる特許およびライセンスに関するお知らせ

社会イノベーション研究

(2007.4)」

藤井清孝 [2009a] 「ベターブレイス・ジャパンの企業経営と今後の展開 正解のない時代の戦略」『Business Research』12月号, P36-P44

藤井清孝 [2009b] 「なぜ、電池を交換するのか」『日経ものづくり』9月号, P64-P65

米国内務省 [2010] Mineral Commodity Summaries 2009

本間充 [2009] 「バッテリーカーには産業構造を変えるダイナミズムがある」(A.T. カーニー, 川原英司 [2009] 『電気自動車が革新する企業戦略』日経 BP)

南博志 [2007] 「レアアース(希土類)の需給・供給・価格動向等」『JOGMEC 金属資源レポート』Vol. 37 No. 2, P127-P133

村沢義久 [2010] 『電気自動車』筑摩書房