

バッテリー交換ネットワークの構築¹

電気自動車の普及に向けて

神戸大学 田中康秀研究会 環境分科会

大木一輝 溝口由華 大島太陽 大前康之

大藪和樹 小野泰輔 木下仁人 栗原拓

松永萌果 安田翔太 山口季恵

2010年12月

¹本稿は、2010年12月11日、12日に開催される、ISFJ日本政策学生会議「政策フォーラム2010」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、田中康秀教授（神戸大学）、鈴木純准教授（神戸大学）、竹内憲司准教授（神戸大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

バッテリー交換ネットワークの構築

電気自動車の普及に向けて

2010年12月

要約

本稿は、電気自動車の普及を進める方策として、バッテリー交換システムの有効性と可能性について分析検討し、その実現のための政策提言を行おうとするものである。

石油エネルギーへの依存から脱却することは、特に石油依存度の高い我が国にとってきわめて重要な課題である。電気自動車の普及は、石油依存からの脱却のひとつの手段として、広く期待を集めている。だが現在、電気自動車普及に向けたいくつかの政策がすでに実行されているものの、実際の普及状況はその目標値に遠く及ばず、国民の電気自動車に対するインセンティブも強いとは言えない。本稿では電気自動車のあらたな普及システムとしてバッテリー交換システムを取りあげ、それを実現可能にするための大規模なバッテリー交換ネットワークについて検討する。

まず第 1 章では、世界的なエネルギー問題の中から特に世界の一次エネルギー消費の約 34% を占める石油の依存問題に着目し、その脱却を目指す根拠を説明する。さらに我が国における石油需要の最も高い割合を占め、かつ現時点で世界市場において強い競争力を持つ自動車産業に焦点を当て、この業界における石油依存脱却を目指すことを明示し、その実現のためには、ガソリンを一切使わずに走ることができる電気自動車の普及が必要であると考えた。この章では、電気自動車が持つ様々なエネルギー・環境改善効果について記載し、一般自動車等と比べた電気自動車のメリットについて述べている。次に、実際にはほとんど普及していないという現状を踏まえ、電気自動車が抱えるデメリットや普及の妨げとなっている課題についても考察を行っている。

第 2 章では、バッテリー交換システム構想の概要を説明し、実際にこのシステムが消費者に対してインセンティブを与えることができるか、また企業にとって実現可能なシステムであるかという問題を検討した。そこでは、価格設定を試算し、従来の電気自動車や一般自動車とコストを比較することで、バッテリー交換システムが消費者にも企業にも無理のない価格設定が可能なシステムであることを示した。また、このシステムによる電気自動車の普及に必要なバッテリー交換ステーションの設置といったインフラ整備に関する問題についても考察を行った。さらに、従来の電気自動車の抱えていた問題、特に、充電時間が長いというデメリットはバッテリー交換システムによって解決され、結果としてバッテリー交換システムがより効率の良い方法であるという根拠を示した。第 2 章の最後にはケーススタディとして、イスラエルや日本のタクシー会社で計画あるいは実行されている電気自動車のバッテリー交換システムの事例を検討し、その実用性と実現可能性について述べた。

第 3 章では、前章で提示した構想の実行が、なぜ民間企業ではなく政府主導で行われる必要があるのかという根拠を示した。そして、政策提言としてバッテリー交換システム導入に向けた日本電気自動車公社の設立を構想している。また、システム導入に伴う課題、特に初期投資にかかる費用の問題などを挙げ、政策提言実現に向けた解決策について言及した。さらには電気自動車の台頭によって必然的に引き起こされる一般自動車の衰退と今後の動向を予想し、我が国の自動車産業、および車社会の将来を展望した。

目次

はじめに

第1章 現状・問題意識

- 第1節 世界的なエネルギー問題
- 第2節 石油に関する問題
 - (1)今後の石油情勢
 - (2)石油消費に占める自動車の割合
- 第3節 我が国自動車産業の可能性
- 第4節 電気自動車のメリット
 - (1)省エネルギー効果
 - (2)CO₂排出抑制効果
 - (3)電気自動車普及によるその他の副次効果
- 第5節 電気自動車の普及動向と課題
 - (1)現在の普及動向
 - (2)普及への課題

第2章 分析

- 第1節 バッテリー交換システムとは
- 第2節 バッテリー交換システム導入の妥当性
 - (1)システム導入前後のコスト比較
 - (2)一般自動車とのコスト比較
- 第3節 バッテリー交換ステーション設置
- 第4節 バッテリー交換システムの実用性
- 第5節 ケーススタディ
 - (1)イスラエルにおけるベタープレイスによるバッテリー交換システム
 - (2)日本でのベタープレイスによる導入事例

第3章 政策提言

- 第1節 政策提言
- 第2節 政策提言の実現にむけて
 - (1)初期投資費・充電インフラ設備費の国負担
 - (2)バッテリーの管理、統制システムの構築
- 第3節 政府主導で行う可能性
 - (1)イスラエルやデンマークと日本の地理的相違による資金調達の問題
 - (2)日本の自動車会社の目指す方向性の相違による問題
- 第4節 政策提言における課題
 - (1)初期投資への莫大なコスト
 - (2)既走電気自動車に対してのバッテリー交換システム導入方法
 - (3)電気自動車に対するガソリン車の強み

おわりに

参考文献・データ出典

はじめに

現代のレオナルド・ダ・ヴィンチと呼ばれたりリチャード・バック・ミンスター・フラー (1895～1983 年) が提唱した、「宇宙船地球号」という概念がある。地球を一つの宇宙船としてとらえ、資源の有限性や汚染は宇宙にとっての命取りになること、さらには地球全体が運命共同体であることを示した概念である。

フラーが、人類が地球上で存続し続けるためにはどうするべきかをまとめたのが、「宇宙船地球号の操縦マニュアル」(1969 年) である。その中でフラーは「宇宙船地球号に、数十億年もかけて貯蔵された化石燃料や地下資源を、天文学的には、ほんの一瞬にすぎない時間で使いはたすという愚行におよんではならない。最小限の資源と、宇宙から投入されるエネルギー (自然エネルギー) のみを使い、最大の効果をあげられるよう、すべての道具やシステムをデザインすれば、これからも地球は、生命を維持する宇宙船であり続ける。」と論じている。現在我々の生活は化石燃料の使用に依存しているといっても過言ではない。しかしフラーの言うように、資源は有限であるので、我々はそれを最大限に生かす努力をしなければならない。また化石燃料の使用によって引き起こされる、地球温暖化や酸性雨、大気汚染等といった環境問題は地球規模のものとなっている。我々がこのままの生活を継続していくと、社会の在り方そのものに与える影響は計り知れないことが容易に想像できるであろう。

これらの資源・環境問題は様々な要因によって引き起こされているが、その中でも本稿で焦点を当てるのが、我々の生活から切っても切り離すことのできない自動車についてである。自動車関連の石油消費量は全体の約 3 割を占めており、CO₂ 排出量は我が国全体の約 6 割を占めている。また近年石油の価格変動が不安定な状態であることや、我が国のエネルギー構造が脆弱であることを踏まえると、早急に環境面・経済面に配慮した持続可能な取り組みをする必要がある。

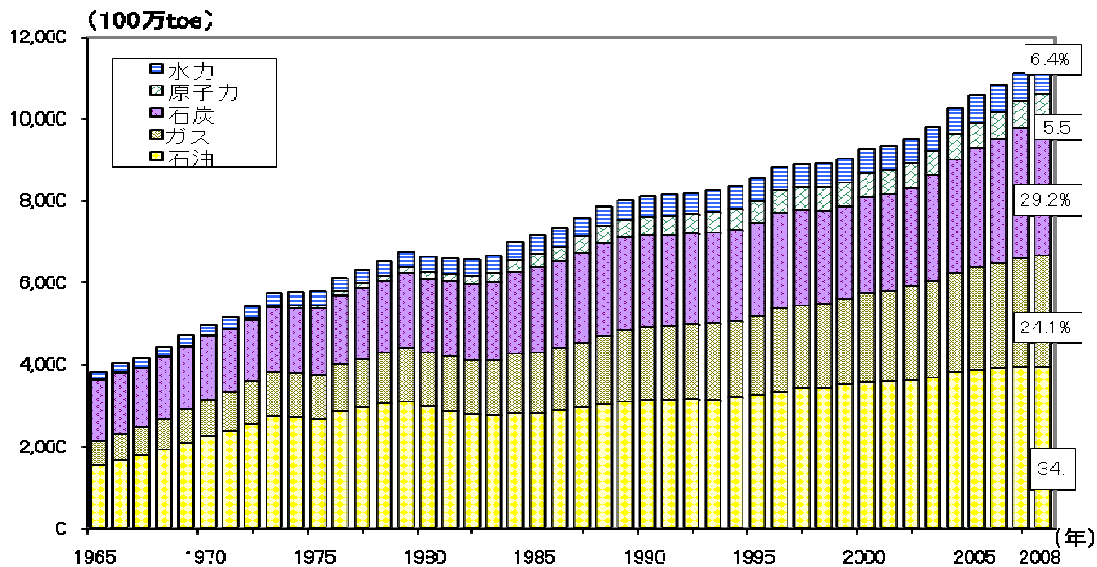
そこで我々は石油の代替エネルギーとして、電気を使って走行する電気自動車に注目した。電気自動車の普及に向け、政府や民間企業は様々な観点で取り組んでいるが、政府の普及目標値には到底至っていないのが現状である。電気自動車が一般的な普及に及ばない理由として、主に 3 つの課題—バッテリー価格の高さ、充電インフラの整備、充電に時間や手間がかかること—を抱えているからであると我々は考えている。本稿ではその解消に向け、バッテリー交換システムに重きを置いたインフラ整備を提唱する。分析ではバッテリー交換システムを導入した場合、前述した 3 つの課題を克服することができることを数量的・論述的に追究をした。これらの分析を根拠として電気自動車の長期的普及に向け新たなバッテリー交換システムを行う、政府機関である日本電気自動車公社の設立を政策として提言する。

第1章 現状・問題意識

第1節 世界的なエネルギー問題

現在、世界的なエネルギー需要の拡大¹、原油価格の高騰、地球温暖化問題など、エネルギーを取り巻く情勢は大きく変化している。世界のエネルギー消費量（一次エネルギー）は経済成長とともに増加を続けており、1965年から年平均2.6%で増加し続け、2008年には113億toe²に達している。図1-1はその推移と内訳を示したものである。

図1-1. 世界の一次エネルギー消費構成の推移(エネルギー源別) (単位:100万toe)



出典：「エネルギー白書 2010」第2部第1章第1節エネルギー需給の概要

2008年時点で、世界の一次エネルギー消費の中で石油の占める割合は約34%であるように、世界では石油がエネルギーの主役である。日本では、石油の占める割合が約44%で、1973年のオイルショック時に比べると石油依存度は低減しているが、世界全体の割合より約10%石油依存度が高いことがわかる。

¹2030年には2005年比55%増の見通しである。(経済産業省「平成21年5月21日長期的エネルギー需給の見通し」より)

²toe (ton of oil equivalent):石油換算トン、1toe=10⁷ kcal と定義されている。

第2節 石油に関する問題

(1) 今後の石油情勢

世界は、エネルギー資源や工業原料を石油に依存しており、需要量も年々増加している¹。今後、石油探査や掘削をはじめ、回収技術の進歩により既存油田の埋蔵量が増えたり、新油田が発見されたりする可能性は大いにあるため、石油の枯渇時期を予測することは困難であるが、石油が有限の資源である以上、このまま長期的に需要が伸び続ければ、供給面が追い付かなくなることは確かである。

また、石油は国際商品といわれるほど国際間の移動が激しく、国際政治・経済の影響を受けやすい商品である。下図は近年の原油価格の推移を表しており、最近のイラク情勢、中国の需要拡大等、石油をめぐる世界情勢が不安定な状態にあることと相まって上昇傾向にあることがわかる。

図2-1. 原油価格の推移表 (NYMEX WTI)



石油連盟の「今日の石油産業石油産業 2010」より引用

2007年のサブプライムローン問題が顕在化したことによる原油市場への投機資金の流入とドル安の傾向を受け、2007年後半から2008年前半の原油価格は上昇を続けた。そして2008年7月には、100ドルを突破し、史上最高値を記録するに至った。しかし、秋以降は世界的な金融不安の影響を受けて価格が30ドル台まで下落するなど、激しい乱高下をもたらした。原油価格は不安定な状態となった。2009年以降は再び上昇し、現在では70～80ドル程度の水準となっている。しかし、中東地域を始めとする産油国周辺の地政学上のリスクや、中国などアジアを中心とした新興国の石油需要の増大等といった構造的要因から、長期的に

¹ 日本の需要量は減少傾向にあるが、新興国の需要量が増えている。(経済産業省「長期需給見通しのとりまとめ」より)

は再び高値水準に戻る¹ことが予想される。こうしたことを踏まえると、非常に脆弱な我が国のエネルギー供給構造において、石油供給不足のリスクや想定すべき緊急事態は、今後より一層複雑で、不確実なものになる可能性が高く、石油供給不足に陥った場合、国民生活・国民経済は非常に大きな影響を受けることになりかねない。

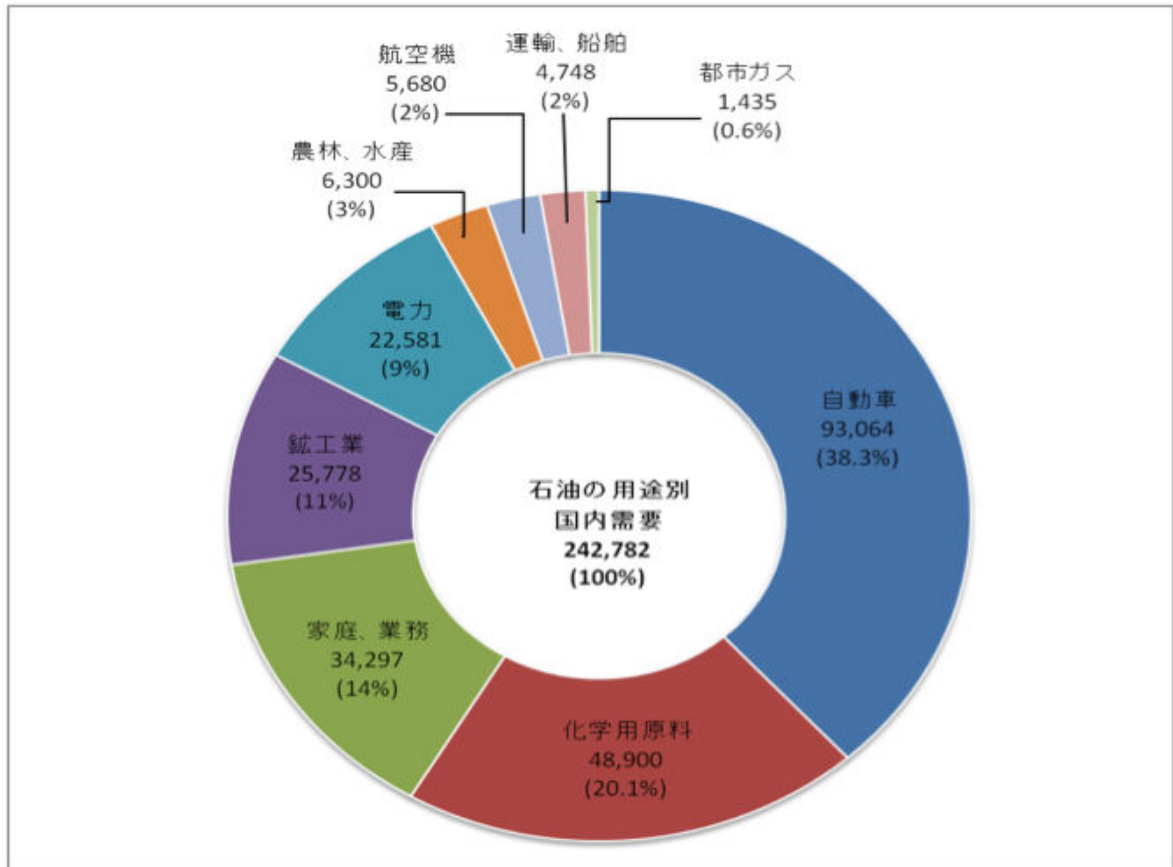
こういったことから、経済的被害を回避するための準備、そして環境面に配慮した持続可能な取り組みとして、石油依存の状態の改善と代替エネルギーへの転換は重要な課題である。

(2) 石油消費に占める自動車の割合

我が国において、石油消費に占める自動車関連の割合は高い。下図はその詳細であり、石油の用途別国内需要のうち、自動車関連は全体の約 38%を占めていることがわかる。

さらに他先進国と比べても、日本では、特に石油需要における自動車の割合が高い。このため、自動車関連の石油消費量を減らすことにより、我が国全体の石油依存の解消に貢献することができる。

図 2-2. 石油製品の用途別国内需要 (2008 年度) 単位:千 k1



石油連盟「今日の石油産業 2010」資料をもとにより作成

(注) . 四捨五入の関係により合計が一致しない場合がある

¹経済産業省は、2005 年に 56 ドル/バレルであった石油価格が 2030 年には 100 ドル/バレルにまで上昇するとしている。(「平成 21 年 5 月 21 日長期的エネルギー需給の見通し」より)

第3節 我が国の自動車産業の可能性

現在のところ日本の自動車関連産業は、内燃機関自動車の開発製造において技術的優位をもち、世界市場における競争力を確保している。

今後もこの世界の自動車産業における我が国の優位性を守っていくためには、内燃機関自動車の技術的優位性を保持していく事はもとより、将来的に必ず主要となってくる次世代自動車¹の普及に向けた技術開発を推し進めていく必要がある。

現在、次世代自動車には様々な技術オプションがあり、いずれも普及に向け追求することは可能であるが、官民の資金面、人材面の制約の中で全てを同時に掘り下げていくことは不可能である。そこで、特に緊急に推し進めていく必要のある技術を選定する必要がある。技術の熟成度やコスト、市場の動向、そして環境にもたらす影響を考慮したとき、2009年に市場化が始まり、世界的にも開発普及に向けた競争が激化している電気自動車や、プラグインハイブリッド車が優先的に推進すべき技術だと認識出来る。

これらの次世代自動車に関して、現時点では日本はリチウムイオンの電池の主要材料の市場シェアがトップであり、自動車に要求される高水準の開発・製造技術、ハイブリッド車で培った高性能な電力マネジメントシステムを有している。また、電気自動車の販売も世界に先駆けて行っていることから、素材や技術面、そして販売面において世界に対する優位性を保持しているといえる。しかし、海外企業も素材面での日本企業依存脱却を模索し、実証実験を含む電気自動車の開発力強化に向けた取り組みなど、技術のキャッチアップに向けた動きを強めている。

また我が国の自動車産業の行方を普及台数からも検討していく。²財団法人自動車検査登録情報協会が集計した平成22年度3月末の自家用乗用車(登録者と軽自動車の合計)の世帯当たり普及台数³は1.080台となり、前年の1.086台から0.006台減少し、平成12年の普及台数(1.075台)の水準まで後退した。世帯数は48万世帯増と例年並みに増加したが、新車販売の不振などから保有台数は22万台増にとどまったことが響き、世帯当たり普及台数の減少幅は縮小したものの平成19年から4年連続の減少となった。

電気自動車は、自動車メーカーにとって産業停滞を打開する新たなビジネスチャンスであるため、各メーカーとも開発に力を入れている。ただ、現時点では特にエネルギー密度(1度の充電での走行距離)とバッテリー価格が高額であるために、すべてのガソリン車を電気自動車等に置き換えるのは困難である。したがってガソリン車から電気自動車等への移行には技術面の向上が必要である。しかし、第1章第2節でも述べたように今後の石油情勢はますます不安定さを増し、石油価格の高騰は避けられない。価格が高騰すると燃料の負担が大きくなり、消費者のインセンティブは電気自動車等に向かっていくと予想される。

我が国にとっては、こうした状況を視野にこの分野の開発を進め、他国に対する優位性を保持していくことが、今後の日本の自動車産業におけるさらなる発展につながると考えられる。

¹ 「低炭素社会づくり行動計画」(2008年7月閣議決定)において、ハイブリッド車(HV)、電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド車(PHV)、燃料電池自動車(FCV)、クリーンディーゼル車(CDV)、圧縮天然ガス自動車(CNGV)等とされていることから、本稿でも従う。

² 財団法人自動車検査登録情報協会ホームページより

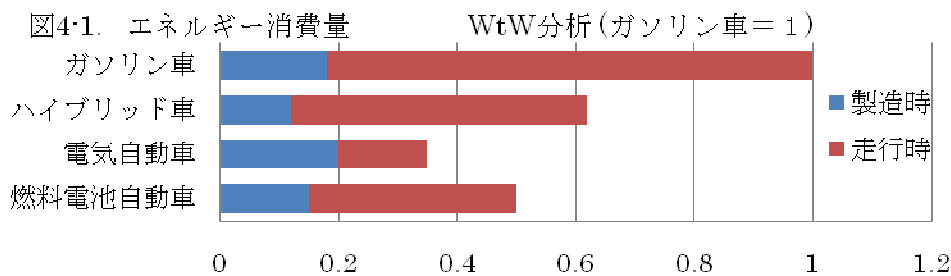
³ 世帯当たり普及台数は、協会が毎月発行している統計書「自動車保有車両数 月報」と、総務省が発表した「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」をもとにまとめたもの。

第4節 電気自動車のメリット

電気自動車は、エンジンの代わりにモーターとバッテリー、車載充電器、蓄電器、制御装置などを備え、ガソリンの代わりにバッテリーに充電された電気を使って走行する自動車である。本節では我々が数種ある次世代自動車の中で特に電気自動車に着目した理由を述べる。以下電気自動車に期待されているエネルギー・環境改善効果について3点指摘する。

(1) 省エネルギー効果

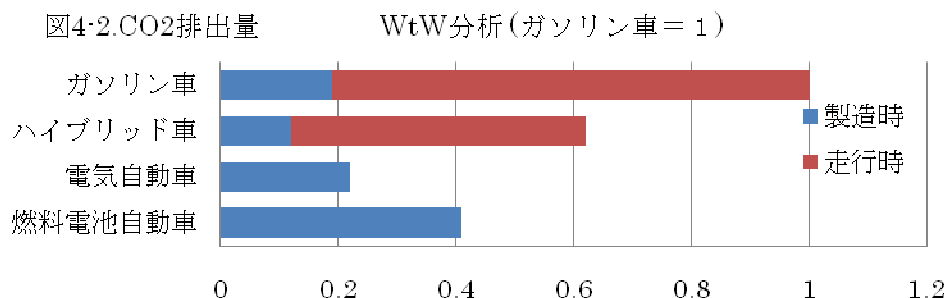
ガソリン車と主な次世代自動車の省エネルギー効果を WtW(Well to Wheel)分析¹によって比較評価した(図1)。この分析から、電気自動車のエネルギー消費量がもっとも小さく、ガソリン車と比べると約3分の1であることがわかる。従って電気自動車は石油代替エネルギーを持ち、かつ省エネルギー効果を持っていることがわかる。さらに電気代はガソリン代(燃料費)の3分の1から9分の1と安い上、減速時にエネルギーを回収できるため、エネルギー効率はガソリン車の3倍近くになる。1日の平均走行距離を30kmと仮定すると、年間の電気代は約2万円である。これをガソリン車と比較すると年間で約11万円以上の燃料費の節減である。



参照: 小林紀著『エネルギー資源とライフサイクルアセスメント 自動車技術』

(2) CO₂ 排出抑制効果

(1)と同様、ガソリン車とおもな次世代自動車のCO₂排出量をWtW分析によって比較評価した(図2)。この分析から電気自動車のCO₂排出量がもっとも小さく、ガソリン車と比べると約5分の1であり、電気自動車はCO₂排出抑制効果を持っていることがわかる。



参照: 小林紀著『エネルギー資源とライフサイクルアセスメント 自動車技術』

¹燃料の採掘から走行による消費までの流れの中でのエネルギー消費量及びCO₂排出量を評価するものである。(採掘から変換・貯蔵までの流れを製造時、貯蔵から走行時までの流れを走行時として考える。)

(3) 電気自動車普及によるその他の副次効果

電気自動車が普及すれば、さらに以下の二つの副次効果を生み出すことができる。

①電気自動車に関する技術革新は、リチウムイオン電池、モーター、充電方式など要素技術ごとに進められている。それらの開発が現在は企業ごとに進められているが、電気自動車が普及することでそれぞれの要素技術は標準化され、電気自動車の生産は水平分業型となる。さらに要素技術の標準化によってその生産量が増えると、大量生産により製品のコストを下げることができると考えられる。その技術を用いることで中小企業は活性化し、ひいてはベンチャー企業の参入へと可能性は広がっていく。また水平分業型においては、それぞれの要素技術がそれに特化して開発されるため、それら個別の要素技術が他分野に波及するという副次効果も生まれる。その一つの例として、住友林業株式会社においては、リチウムイオン電池を住宅用蓄電池として二次利用するという取り組みがなされている。これによって、資源の有効活用による低炭素社会への貢献と導入コストの大幅な削減が見込まれている。

②電気自動車は内燃装置がないためにエンジン音がなく、走行時にほとんど騒音を出さないことによって、自動車の騒音問題が解消される。高速道路の沿線では、防音壁や緑地帯の形成、建物の窓を二重サッシにするなどさまざまな手段が講じられていたが、電気自動車の普及によりそのような社会的なコストを取り除くという副次効果が期待される。

第5節 電気自動車の普及動向と課題

(1) 現在の普及動向

2009年5月に環境省内に設置された局長の諮問機関「次世代自動車普及戦略検討会」により次世代自動車の2050年までの大量普及を目指す「次世代自動車普及戦略」が発表された。同戦略には、電気自動車を含む次世代自動車の普及見通しと、それらを実現していくための普及政策の方向性が記されている¹。

我が国の自動車保有台数は現在約7900万台である。電気自動車の普及が環境対策として意味を持つにはこれに対応する規模での普及が必要となる。「次世代自動車普及戦略」によれば、電気自動車の普及目標値は、2020年における販売台数概ね2台に1台の割合と2050年におけるCO₂削減50%の基本方針を踏まえ、軽自動車と乗用車の電気自動車合計で、

| | |
|---|--------------------------|
| { | 2020年に販売台数51万台、保有台数270万台 |
| | 2050年に販売台数70万台、保有台数880万台 |

となっている。しかし実際の普及台数（保有台数ベース）は、電気自動車全体で、2005年に約1万台と1995年の約2500台と比べ4倍になったものの、目標値には到底及んでいないのが現状である。

¹環境省「次世代自動車普及戦略2010」より

(2) 普及への課題

電気自動車は 2009 年度内に、三菱自動車「i-MiEV¹」が約 1,400 台、富士重工「スバルプラグインステラ²」が約 170 台生産(発売当初値)され、7 月以降、地方自治体や法人向けに販売された。このように電気自動車が今まで何回か市場に投入されてきたにもかかわらず、いずれも普及目標に達することはなく不成功に終わっている。

前節で述べたとおり、電気自動車には環境面・経済面において大きなメリットがあるのだが、一般的普及につながらないのは電気自動車がいくつかの課題を抱えているからであると考えられる。

その主なものとして、我々は次の 3 つの課題に着目する。

① バッテリー価格

2009 年に市場化が始まった三菱自動車「i-MiEV」、スバル「プラグインステラ」、2010 年 12 月に市場化が始まる日産自動車「リーフ」について検討すると、現段階においてこれらの電気自動車の車両価格は³、「i-MiEV」で 398 万円、「プラグインステラ」で 472 万 5 千円、「リーフ」で 376 万円となっており、いずれも 400 万円前後である。2010 年度グリーンエネルギー自動車等導入促進対策費補助金の適用をした場合の価格⁴は、「i-MiEV」は 284 万円、「プラグインステラ」は 334 万 5 千円、「リーフ」は 299 万円となるが、いずれも 300 万円前後であり、同程度の車体のガソリン車と比べて高価格である。電気自動車の価格をこのように押し上げる要因となっているのは、バッテリー価格の高さであり、三菱自動車の「i-MiEV」では、車両価格の 3 分の 2 をバッテリー価格が占めるといわれる。⁵

② 充電インフラ整備の問題

電気自動車は航続距離が 1 回の充電当たり 100~200 km と短いという難点を持っているため、充電インフラは、開発当初から利用者の利便性確保のためにその必要性が指摘されていた。

インフラ設置目標の一つの指標として、経済産業省「次世代自動車戦略 2010」中の「インフラ整備戦略」において、2020 年までに普通充電器を 200 万基、急速充電器を 5,000 基としている。しかし、充電インフラ設置は電気代が安価であり利益が出にくく、多額の資金が必要である⁶。これまでは、官公庁や一部の地方自治体・事業者が設置するだけで、設置数も設置場所も限られていた。そのため、現状ではまだ十分に設置が進んでおらず、急速充電器設置数は 2010 年 3 月末時点において全国で 150 台強であり、電気自動車の走行距離の短さをフォローするには、まだまだ不十分であるといえる。

¹ i-MiEV は最高速度 130km/h、1 充電走行距離 160km、エアコン付、車両価格 459.9 万円（消費税込みで 483 万円）である。販売先は、電力会社、地方自治体、大口法人ユーザー等である。（三菱自動車工業株式会社ホームページ「EVポータル」より）

² プラグインステラは最高速度 100 km/h、1 充電走行距離 90km、エアコン付、車両価格 450 万円（消費税込みで 472.5 万円）である。

³ 各 HP 上で公開されているメーカー希望小売価格(税込)を参照。

⁴ 一般社団法人次世代自動車振興センターの計算方法により求めた補助金額を本体価格(税抜)から引いた価格。

⁵ 日経 BP 社『日経ビジネス 2010 年 11 月 1 日号』P46 より

⁶ 急速充電器 1 基当たり約 500 万円（本体価格・工事費用計、2010 年現在）

③ 充電時に時間や手間がかかること

現在普及しつつある充電スタンドにおいては、普通充電で 8 時間、急速充電でも約 30 分の時間が必要である。電気自動車の場合、一回の充電での航続距離が短いため、従来よりも多くの充電が必要となるが、その度にこのように時間がかかってしまうことは、消費者にとって使用勝手が悪くマイナスの要素となる。

以上の課題をふまえた上で、電気自動車の一般的普及のためには、消費者に受け入れられるまでに新たな技術を投入した自動車の商品性を高めていく必要があることが絶対条件である。特に、自動車として「普通に使える」使い勝手が確保されることは重要である。さらに、商品としての完成度が一応の水準に達したとして、普及のための次の課題は、電気自動車の価格が消費者の手の届くところまで低下するということである。そしてそれらを前提としてさらに重要とされるのが、基盤整備等の周辺の状況を整えていくことである。次章以降では以上の 3 つの問題点を課題とし、それを解決するための分析を行う。

第2章 分析

第1節 バッテリー交換システムとは

電気自動車の日本全土への普及に向けて、我々はバッテリー交換システムに念頭を置いたインフラ整備を提唱する。このバッテリー交換システムとは、消耗したバッテリーをフル充電されたバッテリーに取り替えるというもので、電気自動車はバッテリーを車体底部に取り付けるという想定の上に成り立っている。消費者は車両のみを購入、所有し、キロメートルあたりの走行距離をベースにバッテリーの使用量に応じた支払契約を行う。消費者はバッテリーを購入することができない代わりに、それを借り受けなければならない。

消費者はフル充電されたバッテリーを取り付けて運転を開始し、バッテリーが消耗してきて残り電量が少なくなった場合はバッテリー交換ステーションに車を持っていき、そこでまた別のフル充電されたバッテリーを取り付け直して運転を再開する。このバッテリー交換時に払う料金は、走行距離に応じたバッテリーの消耗分による金額にその充電代を包括した値段とする。消耗したバッテリーは充電されて、また別の自動車きた場合にフル充電されたものとして搭載されていく。

交換ネットワークが整備されればどこでも迅速にバッテリーを交換できるようになり、電気自動車の課題である、航続距離の短さと、充電に時間がかかることを解消できる。また高価なバッテリーを購入しないで済むので、電気自動車購入時の消費者の負担も軽減される。

第2節 バッテリー交換システム導入の妥当性

本節では我々の構想するバッテリー交換システムが消費者に電気自動車を買うインセンティブを与え、また企業がバッテリー交換ネットワーク構築の産業に魅力があると思うかどうかを検証する。

第1章でも述べられているように、電気自動車普及への主な課題の一つがバッテリーの価格が高いということである。我々の考えたバッテリー交換システムでは、バッテリーをリースにしバッテリー代と充電コストを企業負担にすることで消費者の負担を車体代とバッテリーリース料金だけにしてこの問題を解決する。また、企業側もバッテリーをリースにすることで一つのバッテリーを複数の人が利用するので利益を上げることができる。

この試算は、一般的な自動車と電気自動車の車体の平均寿命¹である 10 万km を走行した時を基準とする。

¹財団法人自動車検査登録情報協会ホームページ「自動車保有動向- 車種別の平均使用年数推移表」より

(1) システム導入前後のコスト比較

従来どおり電気自動車を購入した場合と、バッテリー交換システム導入後に電気自動車を購入した場合でのコストを比較する。

試算に必要な数値として、電気自動車の車体価格は約 120 万円、バッテリー価格は約 180 万円¹、充電コスト 1.3 円/km とする。この価格は 2010 年 12 月に日本で販売されることが予定されている、日産自動車の「リーフ (LEAF)」をもとにしたものである。また、充電コスト 1.3 円/km というのは、次の試算に基づいたものである。

リーフの電池満タン時走行距離のカタログ値 160km、電池の満タン容量 24kWh から、1km あたりの消費電力 1500kWh (≒1499.25037) を求める。1500kWh を家庭で充電するコストは、家庭の電気料金は次のように使用時間や契約でかなり変わるため、計算には、日産自動車が使用している東京電力株式会社の電気料金を使った²。

- ・ 深夜料金 (電力消費の少ない深夜から朝にかけての電力を消費するため、料金が割安になるプラン・午後 11 時から翌朝午前 7 時までの 8 時間) だと、9.17 円/kWh
- ・ 昼間料金 (従量電灯 B、最も多く家庭で契約されているメニュー) だと、24 円 13 銭 /kWh

これを元に計算すると

- ・ 9.17 円/kWh : 1500kWh × 9.17 円/kWh = 13,755 円
- ・ 24.13 円/kWh : 1500kWh × 24.13 円/kWh = 36,195 円

となる。

電気自動車の走行距離と使われ方を考えると、夜間に充電が一般的なので、13,755 円が実コストに近いと考えられる。以上から充電コスト 1.3 円/km を導きだした。

以下の試算において次の代数を使用する。

- C: 車体価格 = 120 万円
- B: バッテリー価格 = 180 万円
- D: 走行距離 = 10 万 km
- E: 充電コスト = 1.3 円/km
- X 万円: 走行距離 10 万 km に対するリース料金

① バッテリーをリース形式にして購入する場合。(充電コストはリース料金に含まれる) 消費者が必要なコストは、

$$C+X=120 \text{ 万円}+X \text{ 万円}$$

バッテリーリース会社の負担するコストは、

¹ 日産自動車お客様サービス担当者からの情報

² 東京電力株式会社ホームページ「暮らしと EV- 試算条件」より

$$B+E \times D = 180 \text{ 万円} + 1.3 \text{ km} \times 10 \text{ 万 km} = 193 \text{ 万円}$$

②電気自動車をバッテリーごと購入し充電コストも消費者が支払った場合、消費者が必要なコストは、

$$C+B+E \times D = 120 \text{ 万円} + 180 \text{ 万円} + 1.3 \text{ 円/km} \times 10 \text{ 万 km} = 313 \text{ 万円}$$

現在施行されている②と我々が考えた新しいシステムである①とを比較すると、消費者に関しては、

$$313 \text{ 万円} - (120 \text{ 万円} + X \text{ 万円}) = 193 \text{ 万円} - X \text{ 万円}$$

の得が生じる。

バッテリーリース会社に関しては、

$$193 \text{ 万円} - X \text{ 万円}$$

の負担コストが生じる。

ここで、バッテリー交換ネットワークシステムでは1つのバッテリーを複数人で使用するので、バッテリーの一般的な寿命の32万kmを基準とすると、

$$X \text{ 万円} \times 3.2 - (B+E \times D \times 3.2) = X \text{ 万円} \times 3.2 - (180 \text{ 万円} + 1.3 \text{ 円/km} \times 10 \text{ 万 km} \times 3.2) \\ = 3.2X \text{ 万円} - 221.6 \text{ 万円}$$

の利益を生むことができる。

また、バッテリーをリース形式にすると1台につき1.2個のバッテリーが必要であるので、¹実際の利益は、

$$3.2X \text{ 万円} - (180 \text{ 万円} \times 1.2 + 1.3 \text{ 円/km} \times 10 \text{ 万円} \times 3.2) = 3.2X \text{ 万円} - 257.6 \text{ 万円}$$

となる。

これらの値から、消費者が得をし、企業が利益を上げるには、

$$\begin{cases} 193 \text{ 万円} - X \text{ 万円} > 0 \\ 3.2X \text{ 万円} - 257.6 \text{ 万円} > 0 \end{cases}$$

$$193 \text{ 万円} > X \text{ 万円} > 80.5 \text{ 万円}$$

の範囲でリース料金を設定すればよい。

この範囲で料金設定をする場合、消費者はバッテリー交換システムが導入されることで、電気自動車を購入する際に得をし、さらに企業も利益をあげることができる。

ここで、一つの疑問が生じる。②のようにバッテリーごと電気自動車を購入した場合、電気自動車の車体の寿命がきたとしても、バッテリーを下取りに出す、もしくは次に買う電気自動車にそのバッテリーを引き続き使用するなど再利用することでバッテリーのコストを抑えることができるのではないかという疑問である。

¹ 株式会社日本経済新聞デジタルメディアホームページ「電気自動車のバッテリー、充電じゃなくて交換!？」より

しかしながら、このバッテリーの再利用というシステムは、バッテリーの価格を抑えるという点では解決策となるかもしれないが、充電をする際に充電スタンドを利用するため、充電に時間がかかってしまうという課題については解決されていない。一方、バッテリー交換ネットワークシステムは第4節でも詳しく述べるがその問題を解決している。

(2) 一般自動車とのコスト比較

一般自動車を購入した場合と、バッテリー交換システム導入後に電気自動車を購入した場合でのコストを比較する。

電気自動車を購入する際の消費者のコストについては、先に算出した 120 万円 + X 万円を用いる。

比較対象となる一般自動車は、現在販売台数、燃費がトップのハイブリッド車である¹、トヨタ社の「プリウス ZVW30」(以下プリウス)、そして車体価格が比較的安く、燃費もよく「プリウス」について販売台数が第2位のホンダ社の「フィット」とする。販売台数が上位で価格が安く燃費もよい低コストの自動車はほかに「ヴィッツ」や「カローラ」などがあるが「ヴィッツ」は車体価格 107 万円、燃費が 16km/L、「カローラ」が車体価格 135 万円、燃費 18.6km/L と、「フィット」(車体価格 123 万円、燃費は 24.5km/L) とあまり差がないので、「フィット」を基準とする²。

「プリウス」の車体価格は 200 万円 (205 万円～327 万円)、ガソリン価格は平成 22 年 11 月 4 日現在の全国のガソリン平均価格 128.8 円³をもちいる。プリウスの燃費は 38km/L であるため、1km あたりの消費燃料は 0.02631L でガソリン価格は 0.02631L × 128.8 円 = 3.39 (≒3.388728) となる⁴。

C' = 車体価格 = 200 万円

D = 走行距離 = 10 万 km

E' = ガソリン価格 = 3.39 円/km (ガソリン価格比較サイト参照)

「プリウス」を購入した時の消費者のコストは

$$C' + E' \times D = 200 \text{ 万円} + (3.39 \text{ 円/km} \times 10 \text{ 万 km}) = 233.9 \text{ 万円}$$

電気自動車を購入したほうが「プリウス」を購入した時のコストより低ければ、消費者が電気自動車を買うインセンティブとなるので、

$$233.9 \text{ 万円} > 120 \text{ 万円} + X \text{ 万円}$$

$$113.9 \text{ 万円} > X \text{ 万円}$$

となるリース料金を設定すればよい。

次に「フィット」であるが、車体価格は 123 万円、燃費は 24.5km/L であり、1 km あたりの消費燃料は 0.04081L となり、1km あたりのガソリン価格は 0.04081L × 128.8 円 = 5.25 (5.256328) 円/km となる。

¹ 社団法人日本自動車販売協会連合会ホームページ「統計データ」より

² 本田技研工業株式会社ホームページ「フィット- web カタログ」より

³ ガソリン価格比較サイトより

⁴ トヨタ自動車株式会社ホームページ「プリウス」より

C”=車体価格=123 万円
 D=走行距離=10 万 km
 E”=ガソリン価格=5.25 円/km

ガソリン価格を現在の価格と設定すると、「フィット」を買ったときの消費者のコストは、

$$C''+E'' \times D = 123 \text{ 万円} + (5.25 \text{ 円/km} \times 10 \text{ 万円}) = 175.5 \text{ 万円}$$

電気自動車を購入するインセンティブを与えるためには、

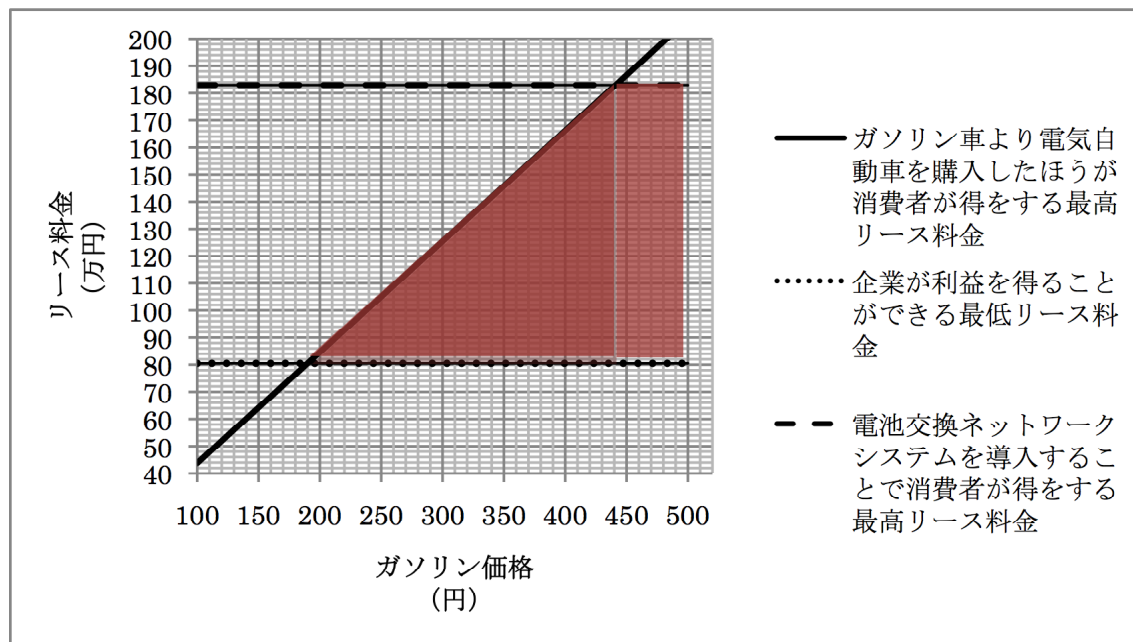
$$175.5 \text{ 万円} > 120 \text{ 万円} + X \text{ 万円}$$

$$55.5 > X \text{ 万円}$$

を満たすリース料金を設定しなくてはならず、その料金設定では企業側が利益をあげることが不可能である。しかしながら、第 1 章でも述べているようにこの先石油価格が上昇することは間違いなく、2030 年には 100 ドル/バレルとも予想されている¹。実際にガソリン価格が 189.9 円以上となれば電気自動車を購入したときのコストが「フィット」のコストよりも低くなり、さらに企業側も利益をあげることができる。

現段階では「フィット」などといった、低燃費のガソリン車より電気自動車のほうがコストはかかってしまうが、ガソリン価格が上昇すれば、ガソリン車はエネルギーコストが高騰し、全体的な価格が電気自動車よりも高くなることは明確である。

図:ガソリン価格変動によるリース料金設定額のグラフ



：

¹経済産業省「平成 20 年 5 月 21 日長期的エネルギー需給の見通し」による。

以上のことからバッテリー交換ネットワークシステムが消費者に購入のインセンティブを与え、企業には参入のインセンティブを与えると言える。

第3節 バッテリー交換ステーション設置

本節ではバッテリー交換ステーションの設置について考察を行う。バッテリー交換システムを導入するにあたって、電気自動車が行走するのに十分な数のバッテリー交換ステーションを設置することが必要になる。バッテリー交換ステーションの設置にかかる費用は、ベタープレイス・ジャパン株式会社の試算によると1カ所につき5000万円程度となっている。これは従来のガソリンスタンドの建設と比較するとほぼ半額の費用である。

さらにここで提案するのが、バッテリー交換ステーションをガソリンスタンドに併設することと、現在建て替えが多く行われる時期にあるLPGステーションをバッテリー交換ステーションに移行することである。ガソリンスタンドに併設することによって、都市圏などでは土地代や人件費などのコストを抑えることができ、LPGステーションからの移行によって、タクシーなどのLPGを使用する車での電気自動車の普及を見込むこともできる。

ガソリンスタンドなどを経営する石油会社も近年は電気自動車の普及に備える動きを見せている。2009年度に資源エネルギー庁の委託によって行われた「電気自動車普及環境整備実証事業（ガソリンスタンド等における充電サービス実証事業）」の公募には、出光興産株式会社、新日本石油株式会社（現 JX 日鉱日石エネルギー株式会社）、コスモ石油株式会社など多くの石油会社が応募している。日本の石油会社も石油の将来に対して不安を感じ、その保険となるビジネスとして電気自動車のインフラ整備に手を付けており、条件次第ではバッテリー交換ステーションをガソリンスタンドと併設することなども可能だと考えられ、必要な経費を大きく抑えることができる。バッテリー交換ステーション一件につき5000万円のコストがかかると仮定して単純計算すると、現存のガソリンスタンド（約40000カ所¹）の1%に併設するにつき、200億円の建設費用が必要となる。

世界に先駆けてバッテリー交換システムが導入されるイスラエルでは、ベタープレイスによるバッテリー交換ステーションの設置がすでに行われ始め、将来的には150カ所²の設置を目標としている。単純に面積のみを比較すると日本はイスラエルの約20倍弱の国土面積であるので、日本では3000カ所程度のバッテリー交換ステーションで網羅できる計算になる。これはイスラエルが電気自動車に適した地形をもつこと、ベタープレイス社が50万基の充電スポットを設置する予定であることを考慮に入れていないためであるが、日本では家庭用充電と現状の充電スタンドでも電気自動車が走行するのが不可能でないことを考えると、上記の計算では10%程度のガソリンスタンドに併設する、つまり2000億円弱で行えるバッテリー交換ネットワークの構築は十分現実的であると言える。

第4節 バッテリー交換システムの実用性

本節において、従来の電気自動車のようにバッテリーを充電するシステムと、我々の考案したバッテリー交換システムとではどちらが実用的かを比較する。

¹ 社団法人全国石油協会ホームページ「都道府県別給油所数の推移」より

² ダイヤモンド・オンライン 2009年8月26日掲載分より

(1) 従来の電気自動車のシステムの場合

従来の電気自動車のバッテリー充電方法には、一般的に家庭で行なう「普通充電」と買い物や外出先で対応する「急速充電」の2種類がある。この場合の電気自動車は日産の「リーフ」や三菱自動車の「i-MiEV」であると仮定する。

普通充電は 200V の電力で消耗したバッテリーをフルに充電するのに 8 時間もかかるので、これでは時間があまりにもかかりすぎてしまう。

急速充電では 10 分間でおおよそ 50km の走行が可能だが、50km 走行するために必要な一般自動車のガソリンの量は、プリウスの燃費が 38km/L であるため、2 リットルに満たない。これでは外出先での実用性があまり期待できない。さらに、消耗したバッテリーを 80% まで急速充電するのに約 30 分待たなければならないという課題もある。¹ こちらも外出先で 30 分待たなければならないことを考えると、やはり実用性が期待できない。

(2) バッテリー交換システムの場合

バッテリー交換システムを採用すれば、バッテリー充電のデメリットである充電時間の問題を解消できる。この場合の電気自動車を車体の下に着脱可能なバッテリーを装備できるものであると仮定し、この電気自動車に対応したバッテリー交換ステーションが整備されているものとする。消耗したバッテリーをフルに充電されたものに交換するのにかかる時間は近年の我が国の優れた技術によって 1 分を切るようになり、ガソリン補給よりむしろ早くなっている。1 分のバッテリー交換で 160km 走行できるバッテリー交換システムと、10 分の充電で 50km しか走行できない従来の電気自動車のバッテリー充電方法を比較すると、実用性の違いは明らかである。また、バッテリー交換に関しては約 2,000 回の交換実験が問題なく終了され、電気自動車のバッテリー交換がすでに実用可能な技術となっていることが立証されている。

このシステムではほとんどの場合昼間より安い深夜電力を利用してバッテリーをフルに充電するので、(1)の急速充電のように昼間の電力を利用した充電方法よりも消費者の負担が少なくなることもメリットとして挙げられる。

以上より、バッテリー交換システムの方が従来の電気自動車のシステムよりも効率がよいことがわかる。第 2 節で述べたようにバッテリー交換ステーションを全国にバランスよく設置し、ステーションのバッテリー在庫がなくなることをないようにステーション同士の在庫管理のネットワークを強化することで、さらに実用的なシステムを利用者に提供することができる。

第 5 節 ケーススタディ

現在、電気自動車普及のためのインフラ整備として、イスラエルでは充電網とバッテリー交換ネットワークを、日本のタクシー業界ではバッテリー交換ネットワークのみの採用を試みている。本節ではケーススタディとして以下の 2 例を挙げる。

¹ 株式会社イードホームページ「充電時間、アクセスの利便性は大幅に向上」より

(1) イスラエルにおけるベタープレイスによるバッテリー交換システム

2011年後半からバッテリー交換システムの商業化開始を目指すイスラエルは、国土面積が小さく、主要都市間の距離も150キロメートル未満で、さらに一日の走行距離が70キロメートル未満の車の所有者が90%を占めており、電気自動車の初期導入地としては最適である。

1

2008年11月、イスラエル政府はルノー・日産アライアンス、及び電気自動車による交通インフラのグローバルな拡大に取り組むベンチャー企業のベター・プレイス社と提携し、100%電気だけで走る電気自動車のインフラを世界で初めて本格的に構築すると発表した。この契約は、以前からベター・プレイス社創始者シャイ・アガシのビジョンを支援していたイスラエルの大統領及び首相の強い後押しによって実現した。

イスラエルは2020年までに石油依存から脱却するという目標のため、消費者に税制面で電気自動車の奨励策を講じる決定を行った。具体的には2009年8月から導入された「グリーン車両税」で、電気自動車及びハイブリッド車を除く自家用車、商用車とも、物品購入税が90%に設定され、電気自動車とハイブリッド車については購入税がそれぞれ10%、30%と定められている。また、ガソリン税も高額である。²税制上の優遇措置が2019年まで延長されているため、電気エネルギーの低コスト性、及び車両保有期間の保証を合わせると電気自動車保有者の車両ライフサイクルにおける総コストは燃料ベース車両の総コストを大幅に下回る。一方、ルノー・日産アライアンスは今回の取り組みでバッテリー交換式電気自動車を開発・提供している。この車両はゼロ・エミッション目標を達成すると同時に、ガソリンエンジン車と同様の運転性能も兼ね備えている。ベター・プレイスはイスラエル全土への充電スポット網とバッテリー交換所接地運営を担う。ベター・プレイスは2011年までに150カ所のバッテリー交換所のほかに50万基の充電スポットの設置を計画している。³ベタープレイスは初期投資として2億ドルを調達したが、その内1億ドルはイスラエルの投資持株会社イスラエル・コープが出資した。

バッテリー交換ステーションについて、交換はロボットシステムを導入しており、消耗したバッテリーを取り外しフル充電されたバッテリーを取り付けるまでの交換プロセスは1分程度で完了する。ここで取り外されたバッテリーは冷却、充電され、また次に交換所に来るすべての電気自動車がフル充電されたバッテリーを確実に得られるようにネットワークが管理されている。これにより、素早く確実に走行距離を延ばすことができる。またこれらは道路沿いのほか、ガソリンスタンドの施設内への設置も進められている。

充電スポットについて、これは電気自動車を停めてプラグイン・ソケットに接続するだけで充電できるもので、通常充電であれば標準的な電気自動車用リチウムイオン電池を4~8時間でフル充電できる。これは駅やショッピングセンターのほか都市の道路沿いに設置、さらに顧客の自宅ガレージなどには個人向けの220Vの充電スポットが提供される。すべての充電スポットには通信システムが備わっており、各電気自動車にも車載コンピュータシステムが取り付けられている。そのため顧客は充電残量や最寄りの充電施設やバッテリー交換ステーションを知ることができ、また電力会社は顧客が充電を行える時間と場所を把握することでエネルギーの充電と分配を管理・最適化でき、断続的に再生可能エネルギーを最大限活用できるのである。

1 ベタープレイスホームページ「世界の取り組み」より

2 独立行政法人日本貿易振興機構ホームページより

3 株式会社イードホームページ「ルノー・日産、イスラエルで電気自動車の普及事業を展開」より

(2) 日本でのベタープレイス・ジャパン株式会社による導入事例

日本においては、経済産業省・資源エネルギー庁の「平成 21 年度 電気自動車普及環境整備実証事業（ガソリンスタンド等における充電サービス実証事業）」の一環として、バッテリー交換技術を採用した電気自動車タクシーによる実証実験が、2010 年 4 月 26 日より 7 月 30 日まで実施された事例がある。これは、政府の委託を受けたベタープレイス・ジャパン株式会社と、東京最大手のタクシー会社である日本交通株式会社の共同実験である。この実験は、バッテリー交換のインフラを導入することによって、営業効率を損なわない本格的なタクシーの電気自動車化が、現在のバッテリー技術でも十分に実現可能であることを東京で立証しようという試みであった。ベタープレイス・ジャパン株式会社は、後に東京中のタクシーを全て電気自動車タクシーに転換するという展望を持っており、それに向けた前段階の実験でもあった。

バッテリー交換技術を採用した実証実験にタクシーが選ばれた理由としては、次の 4 つが挙げられる。

- ・タクシーは現在のところ LPG を使っているが、この LPG ステーションの老朽化による、立て替え時期が迫っているところが多いため、現在使われている LPG ステーションをバッテリー交換ステーションに置き換えれば、追加コストがそれほどかさまないと考えられる。
- ・車両の種類が少ないため、バッテリー交換式電気自動車の導入がしやすい。
- ・日本のタクシー台数は乗用車全体の約 2% であるが、走行距離では約 20% を占め、日本全体の CO₂ 排出量の約 3% に相当する。タクシーの走行距離は自家用車に比べて格段に稼働率が高く、景気にも左右されるが、一日平均 16 時間、300km ほどとされる。このように走行距離が長くなっているために 1 台で自家用車十数台分の CO₂ を排出している。タクシーを電気自動車化することで、自家用車を電気自動車化することよりも効率よく CO₂ 排出量の削減に貢献できるのである。
- ・日本には非常に大きなタクシー市場が存在し、東京都にはタクシーが 59946 台走行しており、これはニューヨークの 12187 台やパリの 14900 台、ロンドンの 20000 台と比較すると格段に多いことがわかる。さらにタクシーは、市民との親和性が高いため、電気自動車がどんなふうになるのか、通常のタクシーと同じ料金で手軽に体験できる。

実験では、東京都港区の六本木ヒルズのタクシーレーンに専用駐車場を設置し、平日の 8 時半から 25 時半と、土日祝日の 11 時から 19 時までに、バッテリー交換式電気自動車タクシー 3 台で運行した。バッテリー交換ステーションは、東京都港区虎ノ門に設置された。電気自動車タクシー向けに 6 基とその他の車両向けに 6 基、計 12 基のバッテリーを運用する。イスラエル同様、使用済みバッテリーの取り外しと充電済みバッテリーの装着は、自動制御で行う。バッテリーはリチウムイオン電池で、安全で耐久性に優れ、高性能なのが特徴である。1 基当たりの航続距離は 100~150km 程度で、各車両の位置やバッテリー残量、温度などをリアルタイムで把握するネットワークを運用した。虎ノ門のバッテリー交換ステーションのモニターで確認できるほか、iPhone でもモニターできる。将来は電池残量が少なくなった時に、到達可能な最寄りのバッテリー交換所の位置をナビ画面で確認する、といった使い方を想定している。

この実証実験の狙いは、

- ① 1 充電時間当たりの走行距離が短い、という電気自動車の課題をバッテリーの交換で克服
- ② 1 分間と見込まれる交換時間や、バッテリーの劣化具合の調査であった。

現時点で確認できているデータは以下の通りである。(ベタープレイス・ジャパン(株)出典)

- 総走行距離、40,311 キロメートル
- バッテリー交換回数、2,122 回
- 平均バッテリー交換時間、59.1 秒
- 総タクシー乗客数、3,020 人

この実証実験においてバッテリー交換に関する電気自動車の課題を克服することが可能であると認められている。

第3章 政策提言

第1節 政策提言

本稿では、分析や議論を踏まえ、バッテリー交換ネットワークの構築という政策を提言する。このネットワークがうまく機能することによって、①車両価格が高額であること、②インフラ設備が不十分であること、③充電時に時間や手間がかかること、という電気自動車が普及しない主な 3 つの課題が解消され、消費者が電気自動車を利用しようとするインセンティブを与えることができる。

第2節 政策提言の実現にむけて

我々は、バッテリー交換ネットワークの構築にむけて、政府機関である日本電気自動車公社の設立を構想している。公社設立の意義は以下の二つである。

(1) 初期投資費・充電インフラ設備費の国負担

バッテリー交換ネットワークを構築するには、まず大量のバッテリーと充電インフラが必要であり、それには莫大なコストがかかる。バッテリーは電気自動車の数の 1.2 倍必要であること、バッテリー代が約 200 万円であることを加味すれば、仮に 2000 台の電気自動車をまかなうとすると、約 48 億円の初期投資費がかかる。また分析でみたように、充電インフラを設備するにも大きなコストがかかる。そうした、初期投資費や充電インフラのコストに対して、国が政策的に援助・支援する制度として、日本電気自動車公社の設立を構想している。

(2) バッテリーの管理・統制システムの構築

バッテリー交換ネットワークを構築するにはそれを統括する機関が必要である。交換所に貯蔵するバッテリーの量や交換所自体の地域間による数の違いに柔軟に対応できるシステムがなくてはならない。それを日本電気自動車公社に管理・統制してもらう形をとる。

これらには確かに莫大なコストがかかるが、デメリットを解消し、電気自動車を普及、また将来世代においてさらなる発展をとげていくことの可能な政策であることを考えれば、非現実的な政策ではないといえよう。

第3節 政府主導で行う必要性

ここでは、第2節でみたように、民間企業ではなく政府が主導となって、バッテリー交換ネットワークの構築を行う必要性の意義を述べる。第2章第5節のケーススタディにて前述したように、すでにベタープレイスというベンチャー企業がイスラエルやデンマークにおいて、バッテリー交換システムが導入されることが決定している。さらには、日本でも電気自動車タクシーの実証実験が行われている。日本でもベタープレイスに委託し、ベタープレイスの経営戦略で電気自動車を普及すればよいという選択肢もある。上記の場合の問題点として、我々は以下の3つの根拠を提示する。

(1) イスラエルやデンマークと日本の地理的相違による資金調達の問題

日本はイスラエルやデンマークと比べて国土が大きいため、日本全土でバッテリー交換ネットワークを構築するには莫大な費用がかかり、民間の企業では資金調達できないことが問題となる。ここでイスラエルとデンマークでの資金調達の判例を説明すると、イスラエルでは、Israel Corp 社、米 Morgan Stanley 社、米 VantagePoint Venture Partners 社、その他複数の個人投資家などの出資により、計 2 億ドルを調達した。その中でも、イスラエル最大の製油会社を擁する大手持株会社の Israel Corp 社が 1 回目の資金調達での初期資金 2 億ドルのうち 1 億ドル以上を出資している¹。またイスラエルではその国土が小さいがゆえに、車両保有者 90% の 1 日あたりの走行距離が 70km を超えず、さらには主要都市間の距離が 150km 以内²であるので、電気自動車が理想的な交通手段である。国民の移動ニーズを獲得できると判断されたため、実証実験を行う対象国として選ばれたのである。

デンマークでは、国営のエネルギー会社 DONG エナジーと提携して、1 億 3,500 万ドルの資金を調達した³。イスラエルもデンマークも資金を民間から調達しており、日本で行う場合は国土の規模の差やバッテリー交換ステーションの必要設置数の差によって、20 倍近い資金が必要と予測され、民間の企業がこの莫大な資金を調達することは困難である。

(2) 日本の自動車会社の目指す方向性の相違による問題

日本の各自動車メーカーはそれぞれ独自に電気自動車の研究開発を行っており、なんらかの規制がないままでは、バッテリーの規格が統一される保証はない。各自動車メーカーがバッテリーの形状や搭載方法の規格を統一していることは、バッテリー交換システムを導入するために不可欠な要素である。したがって、このシステムを導入するためには、各メーカーに規格を統一させることのできる強制力を持った、政府の介入が必要である。

(3) 世界標準化を勝ち取るビジネスチャンス逃してしまう問題

現在政府が具体的な政策を推し進め、いち早く日本の自動車業界やバッテリー業界を世界標準化のモデルになるまで押し進めることが、後の大きなビジネスチャンス逃さないため

¹ 株式会社日経 BP ホームページ「イスラエル、電気自動車の普及に一手」より

² ベタープレイスホームページ「世界の取り組み」より

³ 株式会社エヌ・エヌ・エーホームページ「電気自動車の普及計画、インフラ整備へ資金確保」より

の手段となるのである。国内の自動車産業の売り上げは伸び悩みを迎えており、電気自動車産業を育てることは企業の売り上げ成長から日本の経済成長にまで繋がってくる重要な問題である。日本の自動車メーカーが協力し合い世界標準化のモデルとなれば、その後の各メーカーによる自由競争の中で各々がこれまで以上に売り上げを伸ばすチャンスを掴むことにもなる。ガソリンスタンドメーカーにしても、ガソリンにいずれ代わるであろう新たなビジネスモデルを獲得するチャンスである。

以上3つの問題点から、ベタープレイスがバッテリー交換ネットワークを構築すること、政府がベタープレイスに資金援助して委託することは困難である。政府主導で行う意義としては、以上のような問題点がないことのみならず、バッテリー交換ネットワークの構築が産業として魅力的なのであれば、そのフィールド創りを担うことが挙げられる。

第4節 政策提言における課題

(1) 初期投資への莫大なコスト

バッテリー交換ネットワークの構築にあたって、最初のバッテリーにかかる初期投資費に多額のコストがかかるのは免れない問題である。現状は上で述べたように国の全額負担という形を取らざるを得ない。この問題解決への一つの策として、CO₂排出権取引によって得た資金を使うことで負担を軽減できる可能性を次に示唆しておく。ネットワーク構築により将来的にガソリン車から電気自動車へ移行すれば、当然CO₂排出量は減少する。その差分の余剰CO₂排出枠を、排出枠を超えて排出してしまった国とトレードすることで得た資金を、初期投資費の莫大なコストを少しでも削減するためにあてるという考えである。

(2) 既走電気自動車に対してのバッテリー交換システム導入方法

既に販売されている電気自動車がバッテリー取り外し機能を想定して作られているのかという問題である。このシステム導入には電気自動車のバッテリーが取り外し可能であることを前提としているため、販売済みの電気自動車にもこのシステムを導入していけるかどうかは今後の課題であり、取り外し可能でないならば対応策を考えなければならない。

(3) 電気自動車に対するガソリン車の強み

ここでは、バッテリー交換システム導入後のガソリン車の動向について述べる。バッテリー交換システム導入後も、すぐにガソリン車の台数が減少するわけではない。というのは、インフラ面などにおいてガソリン車はすでに充実しているうえに、世間に電気自動車の情報が広まっていないため、すぐに電気自動車に乗り換える消費者は少ないからである。そこで、ガソリン車に対する税制度を重くするなどの見直しが必要となる。

また、長距離走行が必要で、積載量の多い貨物トラックなどの普通自動車とは異なる自動車は、多大なエネルギーを必要とするため、現状の電気自動車では汎用性が低いことも問題である。そのため、大型車でも対応できるほどの強力なバッテリーの開発・研究の推進がより一層必要となる。

おわりに

我々は本稿で示したバッテリー交換ネットワークの構築という政策提言を、次世代自動車戦略研究会及び国会議員に対して提案する。次世代自動車戦略研究会は経済産業省の組織であり、次世代自動車の普及に向けて自動車関連産業及び社会全体の短期及び中長期的な戦略の構想に取り組んでいる。次世代自動車戦略研究会で議論してもらうためには、次世代自動車戦略委員会に政策提言をする必要がある。

我々はただ単に電気自動車を普及させるためだけにバッテリー交換ネットワーク構築を提言しているのではない。あくまでも根底にあるのは、電気自動車の普及によって環境への悪影響が減退してほしいという強い期待である。

世界がエコロジーの時代へと確実に進みつつある中で、国民の目も少しずつ環境問題に向き始めている。そういった国民の、電気自動車を購入し環境問題の解決の一端を少しでも担いたいという潜在意識を引き出していくことはますます重要となってくるだろう。本稿での分析と政策提言が、電気自動車のすみやかな普及に寄与することを期待している。

参考文献・データ出典

《参考文献》

JOGMEC 調査部編(2009)『石油資源の行方ー石油資源はあとどれくらいあるのか』コロナ社
(2010)『日経ビジネス 2010 年 11 月 1 日号』日経 BP 社 P.46

《データ出典》

経済産業省「長期需給見通しのとりまとめ」

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080523.htm>

(2010 年 11 月 6 日閲覧)

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 「石油資源の価格推移」

http://www.jogmec.go.jp/recommend_library/value_oil/index.html

(2010 年 11 月 7 日閲覧)

環境省「次世代自動車普及戦略」

<http://www.env.go.jp/air/report/h21-01/index.html>

(2010 年 11 月 2 日閲覧)

石油連盟 「今日の石油産業」

http://www.paj.gr.jp/statis/data/data/2010_all.pdf

(2010 年 11 月 7 日閲覧)

(財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センター 「2010 OIL NOW 石油は今」

<http://oil-info.ieej.or.jp/data/oilnow2010.pdf>

(2010 年 10 月 30 日閲覧)

株式会社リベルタス・コンサルティング ホームページ

<http://www.libertas.co.jp/>

(2010 年 11 月 8 日閲覧)

財団法人自動車検査登録情報協会「自動車保有動向- 車種別の平均使用年数推移表」

<http://www.airia.or.jp/number/index2.html>

(2010 年 11 月 8 日閲覧)

株式会社日本経済新聞デジタルメディア 「電気自動車のバッテリー、充電じゃなくて交換!？」

<http://www.webcg.net/WEBCG/news/n0000021342.html>

(2010 年 11 月 8 日閲覧)

日産自動車株式会社 ホームページ

<http://ev.nissan.co.jp/>

(2010 年 11 月 7 日閲覧)

東京電力株式会社 ホームページ

<http://www.tepco.co.jp/index-j.html>

(2010 年 11 月 1 日閲覧)

ベタープレイス・ジャパン株式会社 ホームページ

<http://japan.betterplace.com/>

(2010 年 11 月 8 日閲覧)

トヨタ自動車株式会社 ホームページ

<http://www.toyota.co.jp/index.html>

(2010年11月1日閲覧)

本田技研工業株式会社 ホームページ

<http://www.honda.co.jp/>

(2010年11月4日閲覧)

ガソリン価格比較サイト gogo.gs ホームページ

<http://gogo.gs/info/privacy.html>

(2010年11月4日閲覧)

社団法人 日本自動車販売協会連合会 「統計データ」

<http://www.jada.or.jp/contents/data/ranking/index.php>

(2010年11月8日閲覧)

経済産業省 「長期エネルギー需給見通しのとりまとめ」

<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080523.htm>

(2010年11月8日閲覧)

社団法人全国石油協会ホームページ「都道府県別給油所数の推移」

<http://www.sekiyu.or.jp/>

(2010年11月7日閲覧)

独立行政法人日本貿易振興機構 ホームページ

http://www.jetro.go.jp/world/middle_east/il/trade_03/

(2010年11月7日閲覧)

株式会社イード 「ルノー・日産、イスラエルで電気自動車の普及事業を展開」

<http://response.jp/article/2008/01/22/104576.html>

(2010年11月4日閲覧)

ベタープレイス・ジャパン EV タクシープロジェクト特別サイト ホームページ

<http://betterplace-jp.com/projects/index.html>

(2010年11月4日閲覧)

株式会社イード 「充電時間、アクセスの利便性は大幅に向上」

<http://response.jp/article/2010/05/25/140806.html>

(2010年11月8日閲覧)

株式会社日経 BP 「イスラエル、電気自動車の普及に一手」

<http://business.nikkeibp.co.jp/article/world/20080205/146422/>

(2010年11月8日閲覧)

株式会社エヌ・エヌ・エー 「電気自動車の普及計画、インフラ整備へ資金確保」

http://news.nna.jp.edgesuite.net/free_eu/news/20090130dkk001A.html

(2010年11月8日閲覧)

国土交通省 ホームページ

<http://www.mlit.go.jp/index.html>

(2010年11月10日閲覧)

株式会社ダイヤモンド社 「エコカー”オールジャパン”体制の大いなる課題」

<http://diamond.jp/articles/-/8085>

(2010年11月6日閲覧)

財団法人 自動車検査登録情報協会 ホームページ

<http://www.airia.or.jp/index.php>

(2010年11月9日閲覧)

株式会社ガリバーインターナショナル 「EV(電気自動車)の未来 Vol.5」

<http://www.corism.com/special/biz/47.html>

(2010年11月10日閲覧)

アイティメディア株式会社 「電池が支える自動車の未来」

<http://eetimes.jp/content/3614>

(2010年11月10日閲覧)

一般社団法人 次世代自動車振興センター ホームページ

<http://www.cev-pc.or.jp/>

(2010年11月10日閲覧)

三菱自動車工業株式会社 「EV ポータル」

<http://www.ev-life.com/>

(2010年11月10日閲覧)

富士重工業株式会社 ホームページ

<http://www.fhi.co.jp/index.html>

(2010年11月10日閲覧)