

## 業務用の小型電気自動車の開発

姉川尚史\*

電気自動車は省エネルギーや環境問題への解決策として大きな期待を持たれている一方、航続距離が短いという壁に阻まれ、現在まで普及には至っていない。東京電力では、過去の経験をふまえて、近年技術進歩が著しいリチウムイオン電池と急速充電器を組み合わせ、自動車メーカーや電池メーカーと協力して実用に耐える業務用の電気自動車の開発を進めている。開発の背景を含め、これまでの課題の整理、今回の開発の特徴と実証試験の状況および今後の計画を報告する。

### Development of a Small Electric Vehicle for Business Use at TEPCO

Takafumi ANEGAWA\*

Although expectations have been high for electric vehicles to help conserve energy and solve environmental problems, such vehicles have been hampered by their short driving range and failed to catch on. Building on past experience, the Tokyo Electric Power Company (TEPCO) has been working in cooperation with automobile manufacturers and battery makers to develop an electric car for practical business use by combining lithium-ion batteries, which have undergone remarkable technical advances in recent years, and high-speed battery chargers. In addition to describing the project background and reviewing previously identified issues, this paper also reports on unique aspects of the project's development, the results of demonstration testing and future plans.

#### 1. はじめに

東京電力では、2005年の9月から富士重工業(株)と共同で都市部の業務車両に適した小型電気自動車の開発を行っている。06年の6月には軽自動車の「スバルR1」をベースにした試作車10台が完成し、東京、神奈川、千葉、埼玉、群馬にある支社で実証試験を開始した。半年間の設計・製作・確認試験を経て、

現在順調に使用実績を積んでいる。

自動車が発明された当時を含め、60年代の大気汚染が問題になった時期、70年代のオイルショックで石油価格が高騰した時期、90年代の米国カリフォルニア州の大気汚染規制政策(ZEV規制)が発表された時期など、何度か電気自動車の開発の気運が盛り上がったが、航続距離が短いという壁に阻まれて現在まで普及には至っていない。

先駆けて電気自動車を使用した人の中には、電気自動車は性能不足でガソリン自動車の代わりにはならないと結論した人も多い。早い時期から電気自動車を導入して使っていた当社の場合も同様で、電気自動車は満足に走らないという認識が社内に定着し

\*東京電力(株)技術開発研究所電動推進グループグループ  
マネージャー  
Group Manager, Mobility Technology Group,  
R & D Center, Tokyo Electric Power Company  
原稿受理 2006年12月22日

てしまっている。皮肉なことではあるが、日本で一番電気自動車が敬遠されている企業かもしれない。

そのような状況にありながら、なぜ今再び開発をするのか疑問を持っている人も多いと思う。この機会に背景も含めて今回の開発について報告する。

## 2. 背景

航続距離が短いという制約を抱えながらも繰り返し電気自動車の開発が盛んになるのは、石油の枯渇と地球温暖化の二つの問題に対して、運輸部門では他に決め手となる対策がないことと、いろいろ議論はあっても電気自動車による省エネルギー効果が大きいと思われる。

石油の可採埋蔵量は40年以下と予想されている<sup>1)</sup>。実際には石油が完全になくなってしまいう前に価格が上昇するので、使用が抑制されて40年でなくなることはないという主張もある。しかし、価格が高くなれば現在と同じような使い方はできなくなるのであって、最近の原油価格の高騰によって大型車を収益の中心にしている米国自動車メーカーの経営状態が厳しくなった事態は、実際に枯渇するよりもずっと早い時期に大きな影響が生じることを示した。

効率的な石油の使い方という観点では、意外に知られていないのが内燃機関で走るガソリン車のエネルギー効率が15～16%と低いことである。旧式の火力発電所の熱効率でも40%弱であり、新鋭の火力発電所は50%を超えていることと比較すると、ずいぶん低い値であることがわかる。ただし注意すべきこととして、電気を自動車の燃料として考える場合は、内燃機関と火力発電所の効率を比較するだけでは十分ではない。発電所から電気が使われる場所までの送電中の損失や、電池に電気を蓄えその後再び放電

する時の損失、モーターの効率などを考えなければならない。これらを考慮し、石油が掘り出された井戸元から走行のために消費されるまでの総合効率(Well to Wheel)として比較すると、電気自動車も大して省エネルギーにはならないとの主張もあった。

しかし、コンバインドサイクルの導入によって火力発電所の効率が向上していること(54%)に加えて、送・配電線の高圧化による損失の低減(95%)、損失の少ないパワーエレクトロニクスの普及による充電器の効率向上(92%)、内部抵抗が小さなりチウムイオン電池による充放電ロス(95%)、強力なネオジウム磁石を使った交流同期モーターと低損失のIGBT素子を用いたインバーターの組み合わせによるモーター効率の向上(90%)などの効果で、電気自動車の総合効率は40%近い値に達している。

さらに内燃機関と電気自動車の違いとして重要なことは、電気は原子力や水力など石油や天然ガスなどの化石燃料以外を用いた電源もあるので、資源の有効利用という観点では化石燃料の利用効率を示す指標であるWell to Wheelの数字以上の差になるということである。

地球温暖化については、これが現実の問題かどうかという議論も長い間続いていたが、人間の活動による大気中の温暖化ガス、特にCO<sub>2</sub>の量が増加したことによる影響であるというのが公式の見解として定着してきている<sup>2)</sup>。

世界各国が協力して温暖化ガスの削減目標を定めた京都議定書の発効を受けて、CO<sub>2</sub>の排出量を削減するための具体的な対策が急がれている中、日本の社会全体では、2010年度に1990年度の温暖化ガス排出量を6%下回ることを目標にしているが、自動車が出すCO<sub>2</sub>は逆に03年度の時点で約20%増加している<sup>3)</sup>。全体目標の6%削減を

達成することはもちろん、基準年である90年レベルからの増加を抑えることは大変難しい状況である。

2010年の目標達成に対しては今からではどのような対策を採っても間に合わない感もあるが、温暖化対策は2010年で終わるのではなく、その後も大幅な削減が必要なことを考えれば、遅きに失したからと言って諦めてよいものではなく、低減の努力を加速する必要がある。

電力部門でのCO<sub>2</sub>排出の状況を見

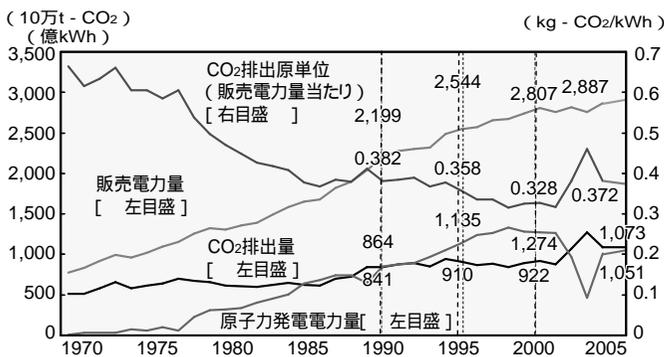


Fig. 1 東京電力のCO<sub>2</sub>排出量・排出原単位の推移

てみる。70年からの発電電力量とCO<sub>2</sub>排出量の推移をFig.1に示しているが、発電電力量が約3.5倍に増加しているのに対し、CO<sub>2</sub>の排出量は約2倍にとどまっている。これは、CO<sub>2</sub>の排出がない原子力発電と水力発電の合計が約40%を占めていることと、火力発電についてもLNGを燃料としてきたことによって排出量が抑制されてきたことを示している。もともとCO<sub>2</sub>の排出量を減らすことが目的であったのではなく、二度のオイルショックの経験をふまえエネルギーの安定供給という観点から電源の多様化を図ってきたことと燃料コスト低減のために高効率の機器を導入してきたことにより、結果としてCO<sub>2</sub>の削減につながったものである。しかし、当初の目的の如何にかかわらず、先行してエネルギー源の多様化を図ってきた電気を自動車の燃料として使うことができれば、CO<sub>2</sub>排出量はガソリン車に比べて約1/3にまで減らすことができ、温暖化対策として大きく期待できる。

石油資源の枯渇も地球温暖化もいずれも長期的な問題であると同時に、急には影響が現れない上に、影響が現れた時には既に遅いというやっかいな問題である。最近になって、ようやく社会的な関心が高まってきたといっても、日々の生活の中での行動の選択に際して省エネルギーや環境問題を常に意識するのは難しいことであろう。電気自動車は航続距離が短く利便性が劣る製品であるため社会に受け入れられないし、社会に受け入れられないものを強要するのは誤りであるという意見をよく耳にする。供給者の論理を押し付けるのではなく市場の声を尊重すべしとのマーケティングの常識もその主張を支えるものとなっている。

少し言い過ぎかもしれないが、そういった主張には市場が求めないのだから仕方がないという開き直りを感じる。昨今、企業の社会的な責任が強く求められるようになってきたが、ユーザーが求めていると諦めるのではなく、社会にとってよいと信じるものを社会が受け入れられるレベルまで改善する努力が求められているのだと思う。

それでは、電気自動車が社会的に受け入れられるようにするには一体どのような方法があるだろうか。

### 3. 電気自動車の課題

確実な改善のために、現状の課題を正確に捉えたい。まず、これまで電気自動車が普及しなかった原因を整理してみる。最初に述べたとおり当社は他に

先駆けて電気自動車を導入してきたので、実際に使用した社内の人から多くの意見を聞くことができる。それらをまとめたところ、次の3点に集約される。

- ・航続距離が短かったこと
- ・充電時間に時間が掛かったこと
- ・価格が高かったこと

これらの問題は相互に関連している。航続距離が短いので、頻繁に充電したくなるが充電時間が長いのでそれができない。そのため使いにくいので売れない。売れないから製品は大量生産できず価格が安くない。不便で高い車が売れないのは当然の結果である。ただし、価格については売れるようになれば自然に低下するので、航続距離と充電時間がまず解決すべき課題である。

航続距離と充電時間についてもう少し掘り下げてみると、次のようなことがわかる。

- ・航続距離が短いのは、電池に蓄えられるエネルギー量が少ないことが原因
- ・充電時間が長いのは、大電流で充電すると電池が傷んでしまうことが原因

いずれも電池の性能不足が原因となっている。電気自動車を実用化されるためには1回の充電でガソリン車並に400km走ることができる程度のエネルギーを蓄えられる電池が開発されなければならないという意見もある。しかし本当にそうであろうか。

東京電力が業務用に使っている車両の1日の走行距離はFig.2に示されるようにほとんどが80km以下で用が足りている。東京の平均時速は15km/h程度なので、平日の業務に車を使うのであれば1日4時間乗ったとしても走行距離は60kmであるから不思議ではない結果である。実は1日の走行距離が短いことは以前から知られていて、過去に東京電力が

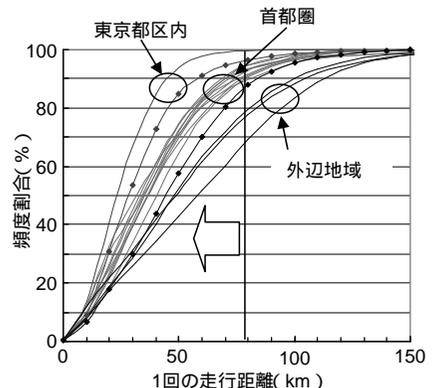


Fig. 2 1回の出向での走行距離の頻度

電気自動車を導入した時も、航続距離が短くても十分に使えると期待していた。

しかし、これまでの導入時には電気自動車は期待どおりには使われなかった。原因は主に鉛電池の性能不足であった。航続距離が短すぎたのである。具体的には以下のような話である。

- ・新車の状態でも航続距離が50km程度であった。
- ・電池の残量が少なくなると出力が下がり坂道を登れなくなったり車の流れに乗って走れなかったりした。このため、電池の容量の後半は使えなかった。
- ・寿命が短く、2年程度で航続距離は20～30kmぐらいいまで落ちてしまった。
- ・使用頻度が低いと電池の傷みが早くなるが、敬遠され気味の電気自動車の使用頻度は低いので電池を傷めてしまい航続距離が短くなることを加速していた。
- ・エアコンや暖房を使うと航続距離は20～30kmぐらいいまで落ちた。
- ・残量計の精度が悪く、予想より急激に電気がなくなってしまう立ち往生した。これは、補充電をした時に残量計の指示が実際の充電量より高くなることが原因。

結局、鉛電池の電気自動車は実力として30kmぐら이의航続距離しかなかったため、これでは不十分ということである。

ニッケル水素電池やリチウムイオン電池を用いた電気自動車の中には100km程度走れる電気自動車もあり、これらはおおむね満足して使われていた。少なくとも100km近くの航続距離があれば当社にとっては十分である。

以上のことからわかることは、航続距離についてはガソリン車並の400kmという性能が不可欠ではないが、100km程度の距離を残量が正確にわかる状態で走り切る性能が必要だということである。

充電についても、単に時間がかかるという問題だけではない。毎日の充電時間が長いといっても、夜の間は駐車場に止まっているだけなので特に問題にはならない。毎日の充電の面倒なことが普及の障害であるという意見も時々聞かれるが、実際に使っている人の声としては、面倒であるが慣れてしまえば気にならないという意見が多い上に、わざわざガソリンスタンドに行く必要がないので便利だという声もある。

充電時間の長さが問題になるのは、うっかり充電

し忘れた時や、普段より長い距離を走りたい時に使えない場合が多いからである。さらに今までの電池は補充電をすると電池寿命が短くなってしまうので、頻繁に補充電してはいけないというやっかいな制約もあった。時間がある時には次の利用に備えて少しでも充電しておきたいというのがユーザーの心理であるが、それを禁じることは、電気自動車が使われないようにするためのルールのようなものであった。

また、これまでも急速充電器の開発は試みられているが、どれも1時間以上かかるもので充電中にその場で待たされる程の短時間で充電できる装置はなかった。そういった装置が開発されなかったのは、急速充電によって電池が傷むことに加えて、電気自動車が増えて一斉に急速充電を行うと電力ピークが生じることを懸念し、電力会社が消極的であったことも原因の一つのようである。充電の大半は夜間に時間をかけて行われ、急速充電はあくまで補完的な使われるものであり、現実的には電力ピークを心配する必要はない。

価格が高いことについては大きな課題ではあるが、本質的には数が増えた時にどれくらい安くなる可能性があるかが重要で、電気自動車はガソリン車に比べて部品点数が少ないため、同様な量産体制を採ることができれば価格は十分低くなると予想される。現時点で価格が高いことが問題なのではなく、いかにして大きな市場につなげていくかが問題であり、繰り返しになるが航続距離と充電時間の課題を解消することが先決である。

## 4．今回の開発の特徴

### 4 - 1 用途

航続距離という課題をふまえて、今回の開発では当面のターゲットを当社の業務車両に絞り1回の充電で80km走ることを目標にしている。いきなりガソリン車と同じレベルになろうとしても壁に突き当たってしまうので、現在の技術レベルでも十分実用化ができる見込みがある業務車両を対象を絞った。

限られた用途にしか使えない車を作っても仕方がないと思われるかもしれないが、まずは小さな市場であっても実用化することが大切だと考えている。小さくても一旦市場ができれば、性能の改善にも弾みがつき技術進歩が加速されて電池の性能も上がり、実用的に使える範囲も次第に拡がることを期待できる。

### 4 - 2 ベース車両

ベース車両には、ガソリン車として製造販売している軽自動車の「R1」を用いた。この車両は最近の軽自動車のほとんどが規制枠一杯の大きさであるのに対して、一回り小さなコンパクトなサイズになっている。同じ電池の量で航続距離を伸ばそうとするならばできるだけ車両が軽いことが有利であるため「R1」はこの目的に適っている。また、当社の業務車両の使われ方はほとんどが1人での利用が多いので、乗車定員を2人と割り切って後部座席を取り除き荷物スペースを拡げた。

既存のガソリン車の「R1」を用いた理由は経済性にもある。電気自動車の専用車両を作れば部品の配置が楽になるが、車体を一から開発するとコストが大幅に増えるので既存のガソリン車を改造する方法を選択した。

既存のガソリン車をコンバートする場合にも問題はあつた。街中を走っていても、音がしないことを除いてはガソリン車と区別がつかないことである。できるだけ電気自動車が使われていることを多くの人に知ってほしいのだが、電気自動車とわからないことには効果がない。そこで、工業デザイナーの山中俊治氏にお願いしてFig.3のような電気自動車らしい外装にして頂いた。このデザインが今後の拡がりを助けてくれることを期待している。

#### 4 - 3 電池

これまでの電池の課題を解消する性能を持っているNECラミリオンエナジー社のリチウムイオン電池を採用した。電池の構造をFig.4に、車両内の配置をFig.5に示す。平板状の単セルを2並列6直列の12枚を1モジュールとして、16モジュールを直列に積載している。主な特徴を以下に挙げる。

- ・寿命が長く7年間の使用期間中の電池容量の劣化は20%以下と予想されている。このため、通常の業務車両の償却期間内に電池の交換をする必要はないと予想している。エネルギー密度や出力密度の数字が目目される割に寿命についてはあまり公表されていないが、電池がコストの高い構成部品であるため、寿命は経済性と直結する重要な性能である。
- ・ハイブリッド車用に開発された電池であるため、内部抵抗が小さく、セルは平板形状で放熱性に優れており内部の温度差が生じにくく大電流を流すことができる。短時間であれば定格の20倍程度までの電流を流すことも可能である。この特徴によって坂道を登るような連続で高い負荷がかかる状



P. 39グラビア参照。  
Fig. 3 完成した実証試験用のR1eの外観

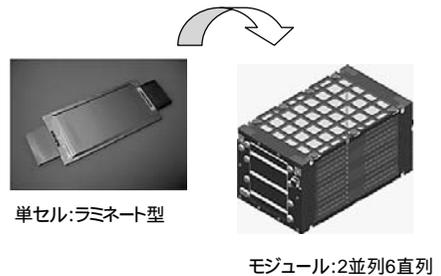


Fig. 4 リチウムイオン電池の概観

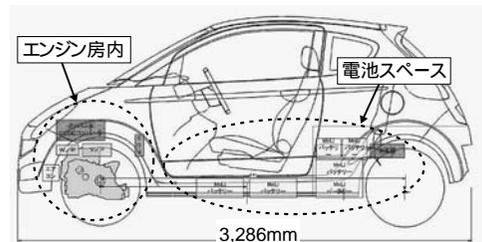


Fig. 5 電池の車両内の位置

態や急速充電によっても温度上昇は小さく抑えられている。

- ・電気が残っている状態から補充電を行っても、電池寿命に悪い影響がない。したがって、充電可能な状態であればいつでも補充電を行えるので航続距離に余裕が生まれる。
- ・電池電圧と電池残量の相関が良好で残量の表示精度が高い。残りの電気が少ない状態でも安心して走ることができる。
- ・正極にマンガン酸リチウムを用いており安全性が高い。正極の主成分としてコバルトやニッケルを用いているリチウムイオン電池は過充電状態に至ると発火する危険性があるが、マンガン酸リチウムの正極は過充電の際の発熱が小さく、実際に過充電試験を行った結果でも電解液の蒸気が噴出す

ものの発火はしないで収束することが確認されている。もちろん、過充電を防ぐために電子回路で上限電圧の制限はかかっているから、コバルトやニッケル系の正極が安全ではないというわけではないが、万一安全装置が故障した場合でも発火の危険性が小さなマンガンの正極はより安全と言える。

#### 4 - 4 充電器

充電方式は、夜間に時間をかけて行う通常充電と、短時間での補充電が必要な時のために急速充電の二通りの方法を可能な仕様になっている。

##### 1) 通常充電

- ・電源は単相100Vと単相200Vを車載充電器内部で判定し、いずれの電源も使用可能。
- ・充電時間は完全に電気がなくなった状態から満充電まで、100Vの場合で8時間、200Vの場合で6時間。
- ・常時の充電用であるので、できるだけ高い効率になるように設計しており、90%以上の効率で充電されている。

単相100Vの電源はどこでも利用できるのが大きな利点で、万一電池切れが生じた場合でも時間さえかければ充電ができる。1時間の充電で10km程度は走行ができるようになるので、立ち往生という状

態は避けられる。最近ではほとんどの建物に屋外用の防雨型コンセントが取り付けられている。目的は看板の照明や自動販売機のための電源などさまざまであるが空きがある状態のものも多い。借りる側も貸す側もとまどわないようにサービスとしてコンセントを借りられる仕組みを作ること今後の活動の一つである。

##### 2) 急速充電

急速充電器の仕様をTable 1に、外観をFig.6に示す。

- ・三相200Vの別置式の定電流電源。
  - ・15分で80%容量に相当する約60km走行できる充電が可能なことを目標に設計した。充電試験結果は良好で約12~13分で目標の充電が完了した。実際に使用される状況では、電池がほとんど空になってから充電することは稀で、10分以内に充電が完了すると予想される。これによって電気自動車の航続距離が短いという課題が大きく緩和されることを期待している。
  - ・コネクタはJEVS G105(旧日本電動車両協会の規格)に規定されているコンダクティブタイプを採用した。コネクタは作業者の安全や装置の耐久性、信頼性に大きく影響する部品であるため、これまでに時間をかけて開発された実績のあるものを使用した。
  - ・車両側との通信方法についてはJEVS G104ではRS232Cでのシリアル通信を規定していたが、現在は車両内の通信がCAN(Controller Area Network)が一般的になっていることから、CAN通信を用いた。
  - ・充電の制御機能は車両側に持たせ、充電器は車両側からの充電制御指令に応じて必要な電力量を供給する設計にしている。これによって、自動車メーカーによって採用する電池や充電方式が異なる場合や電池の性能が向上して充電の制御方式が変更になった場合でも、車両側の指令を変更するだけで充電器側に特段の改造を施すことなく対応ができる。
- 急速充電器は、通常のコンセントと異なり大型の設備となるので、設置場所や費用の課題もある。ガソリンスタンドと同じように道路沿いに数多く設置されていれば便利であるが、初期段階では十分な数を設置するのも難しいので、初期においては電気自動車を利用している拠点に設置して利便性を高める計画である。

Table 1 急速充電器の仕様

充電方法	定電流スイッチング方式
コネクタ	直接接触式
入力電源	3相 交流 200V
最大出力	50kW
最大直流電圧	500V
最大直流電流	125A



Fig. 6 急速充電器の外観

## 5. 走行試験結果

今回の試験においては、車両の位置、速度、電池・モーター・インバーターの状態などを詳細に分析するため、携帯電話の通信機能を使って、データの監視・収集を常時行っている。試験の目的として重要な点は、実際の使用環境下において電池の寿命が期待したとおりに長いものであることを確認することである。電池の寿命には使われている環境温度、充放電時の電流と頻度などが影響するので、どのような使われ方をしたのかを詳細に把握しておくことが必要になる。

### 走行試験結果例

これまでに多数の走行結果のデータが集積されているが、その中から代表的な結果を紹介する。

【日時】2006年7月22日 15時から20時

【走行コース】川崎市鶴見地区から東京都中央区銀座の間の往復 (Fig.7)

【天候】晴天 気温25

【乗車状況】運転手1名 積載物なし エアコンなし

### 【走行結果】

- ・ 走行距離 81.6km
- ・ 電池電圧の変化 400Vから280V (Fig.8)
- ・ 速度 最大速度 約70km/h  
平均速度 約20km/h
- ・ 電池温度 (全16モジュール中の、6モジュールの計測結果)  
走行前温度 24  
走行後温度 29

Fig.9に示すように、電池モジュール間の温度のバラツキは少なく、連続走行後の温度上昇幅も5と許容できる範囲であった。

- ・ モーターコイル、ステーター、IGBT温度

各部の温度は連続走行の中で、許容できるレベル内で飽和しており、十分な冷却が行われていることが確認された。

現在のところ、当初の目標であった航続距離を満足して、市街地の連続走行時においても電池などの温度上昇も許容レベルの範囲で収まっている。実際の使用形態では4時間にわたる連続走行は稀なことであるため、電池等への負荷は更に軽いものと予想している。

## 6. 今後の計画



地図出典) ZENRIN CO., LTD.

Fig. 7 走行コース

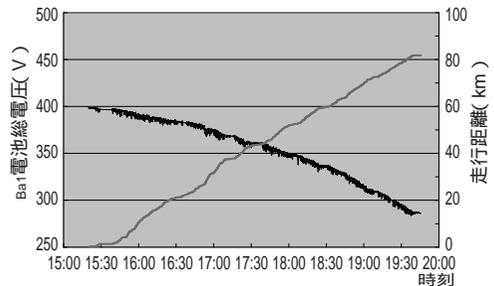


Fig. 8 走行距離と電圧変化

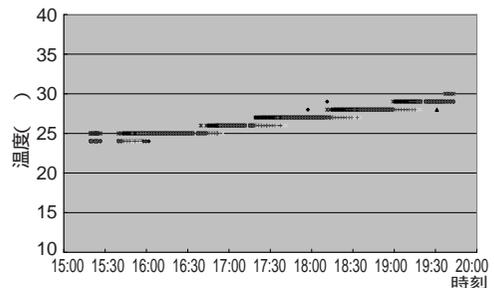


Fig. 9 電池温度変化

実証試験の結果をふまえ、東京電力が保有する約8,300台の業務車両のうち、1日の走行距離が80kmで十分な約3,000台を対象に順次EVへ転換していく計画である。そのためには、開発した電気自動車が十分な性能であることを現在の実証試験で確認することが必要である。走行距離や加速性能は試験開始後直ちに確認ができるが、最も結果に注目しているのは、季節の温度変化がある環境で繰り返し急速充電を行われるような使われ方をした場合に電池の寿命が期待したとおりに長いかどうかである。これまで、電池容量の急激な低下が航続距離の低下となっ

て電気自動車の実用性能を著しく損なっていたことをふまえて、慎重に結果を見ていかなければならない。

05年9月に計画を公表して以来、「R1e」を利用してみたいというご希望を多数いただいている。しかしながら、過去に性能不足の電気自動車を広範囲に販売した結果、アフターサービスの負担が大きくなってしまった経験がある。今回はまず当社において十分性能を確認した上で展開を図っていくことによって、自動車メーカーの負担が増加するリスクを軽減したい。少なくとも1～2年の実証試験結果を確認した後に広く展開する方が、メーカーとユーザー両者にとってリスクが少なく望ましい。性能が確認された後は、当社が導入する台数だけでは十分な量産効果にはならないので、環境問題に積極的に取り組んでいる自治体や企業にも電気自動車を使って頂けるように推奨して行きたい。

電気自動車の導入と同時に、急速充電インフラの整備も行わなければならない。当面は当社の事業所に配置することになるが、利便性を増やすために都県区市町村の公共の場所、広い駐車スペースを持つスーパーやレストラン、自動車販売店等に設置して、電気自動車の用途が大きく広がることを期待している。

電気自動車の市場を拓く取り組みは、自動車メーカー、電池メーカー、充電インフラを用意する電力会社の連携に加え、先行的に導入してくれる企業、自治体や充電場所を提供してくれる人たちとの協力が何より重要になると考えている。

以上、電気自動車が普及するための条件整備の話が多かったが、最後に電気自動車ならではの魅力と

して、自由なデザインの可能性についてふれておきたい。

動力と制御がすべて電気で行われさらにインホイールモーターのように駆動機構がホイールに収納されるようになれば、エンジンやラジエターを収納するスペースの確保という現在の車両デザインの前提が取り払われ、斬新な車体デザインが可能になる。近年のモーターショーで出展されたGMのHy-Wire、トヨタのFine-Xなどは燃料電池車であるが、電気自動車でも同様のデザインが可能になることを示す実例である。さらに自由な発想でデザインされているものとしては、愛・地球博のトヨタグループ館で紹介されたi-Unitがあり、電気駆動ならではの特徴を活かした未来のモビリティを感じさせる楽しい乗り物となっている。また、排気ガスがまったくないということから、家の中に入り入れることさえも可能になる。

現在、航続距離に代表される電気自動車の課題を解消することに専念しているが、本格的な普及を考える時、自由なデザインがもたらす新たなライフスタイルというものが大きな魅力になるのではないかと期待されるところである。

#### 参考文献

- 1) 『主要国の原油埋蔵量と年間生産量』石油鉱業連盟データ集
- 2) 『気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次報告書』2007年
- 3) 『2003年度(平成15年度)の温室効果ガス排出量について』環境省