



ほり・よういち 55年生まれ。東京大博士(電気工学)。専門はモーションコントロール、電気自動車制御

クルマは電動化へとかじを切った。エンジンは電気モーターに置き換わり、100年もすればクルマはモーターで走る電気自動車(以下EV)になるだろう――と語ってきたが、これが2030年に早まりそうな勢いである。

脱炭素社会と自動車 ①

堀洋一 東京大学教授

走行中給電の検討を

ポイント

- ・ エネルギーは車載電池だけが解ではない
- ・ 電気自動車の利点は脱炭素だけではない
- ・ 道路を電化し給電可能なシステム導入を

は消えるクルマである。

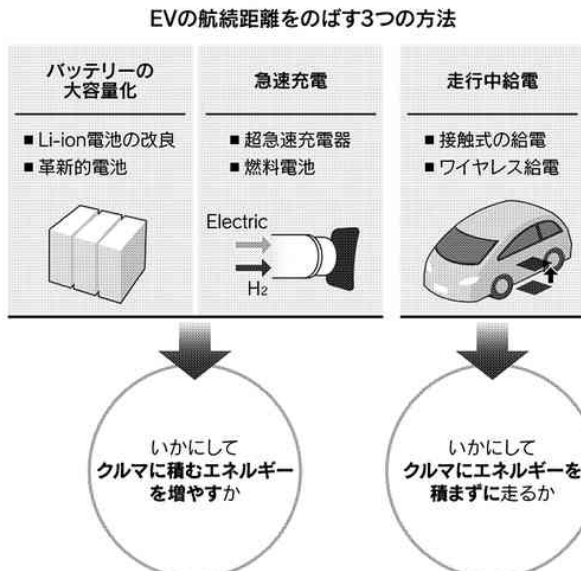
会を描くことができる。

きる③発生トルクが正確に

ではどうすればよいのか。実は、電車のように、EVに電力インフラから直接エネルギーを供給するというまったく別の道がある。そうすれば、1回の充電による航続距離という概念は意味を失う。停車中のEVは大きなエネルギーを持ち運ぶ必要がなくなり、電池に依存しないクルマ社会を描くことができる。

そこでは、EVを電力系につなぐための「ワイヤレス給電」がキー技術となる。そもそも、EVへのエネルギー供給手段と、EVの使用形態とは何の関係もない。しかし、電池を使うと両者は強くリンクされ、電池の性能が航続距離、すなわち「使い勝手」を決めてしまう。これはおかしなことである。

EVの特徴は電気モーターの特徴そのものだ。すなわち①トルク応答がエンジンより2けた速い②モーターは車輪の中に分散配置で



(出所) 都司ほか「走行中ワイヤレス給電の市街地道路への展開に関する基礎検討」自動車技術会2018年春季大会No.95 2018(原文は英語表記)

り、安全性や乗り心地は大きく向上するだろう。ただしクルマは電車にはない自由度を持たなくてはならないから、数十キロを走るエネルギーは自前で持つ必要がある。電力を頻繁に出し入れするのでは、寿命の短い化学電池ではなく、数百万回の充放電に耐えられる物理電池「スーパーキャパシタ」を必要量だけ用いるのがよい。すでにキャパシタだけで走るバスは中国で実用化されている。

現在は50キロ1分程度の距離なら、伝送効率95%程度で電力を送れる。簡単な中継コイルを用いて数キロに伸ばすこともできる。ワイヤレス給電を普及させるほうが、電池EVの性能向上より社会コストははるかに小さい。100年後には、電池EVは、ガソリン車や燃料電池車とともに博物館で見られなくなっているだろう。

走行中ワイヤレス給電のインフラを作るためには膨大な費用がかかる、と心配する人は少なくない。そこで次のような話はいかがだろうか。

12年に16.2キロが部分開通した新東名高速道路は人件費など含めて2・6兆円かかったという。割り返すと1キロ当たり1600万円である。3キロも走れば家が建つ。東京湾アクアラインや最近の地下鉄の建設費は1キロ当たり1億円という。その中に、ワイヤレス給電の設備を含めることは、それほど難しいことだろうか。

日本中の道路の1割をワイヤレス給電対応にしても

コストは5千億円ほど、という試算もある。ワイヤレス給電の地上側設備は固定的なインフラになるので、簡単な、導入しやすいものにしなければならない。一方、クルマのほうは様々な仕様の地上側設備に柔軟に対応させる必要があり、技術的に新しい、高度な機能も使いやすくなる。ここが停車中給電とはまったく事情が異なっている。

産学連携推進機構の妹尾堅一郎理事長によれば、世界は100年ごとにパラダイムシフトを経験してきた。18世紀のコンセプトは「物質」、19世紀は「エネルギー」、20世紀は「情報」であり、21世紀は情報を具現化する時代であって、新しいビジネスモデルが必要だという。巨大IT企業のGAFAMなどいわゆる勝ち組のありさまを見れば、ユーザーはインターネットである安価な端末を持つだけで、肝心の知能はクラウドに置くことになるだろう。

音楽配信でCDが消えてしまったのと同じように、クルマで買うのが快適な移動と運転の楽しみだとすれば、クルマがネットにつながる時代に、大きなエネルギーを自ら持ち運ぶエンジン車、電池EV、燃料電池EVは時代錯誤の商品ということになるだろう。

クルマを電力系につなぐ最後の数分を担うワイヤレス給電の概念は、光ファイバーネットワークの大幹線がハードウェアとしてユーザーのすぐそばまで来ていても、最後の数分は高速Wi-Fiが担うこととよく似ている。

まどめると、100年後のクルマは電気モーターで駆動され、電力インフラから電気をもらって走り、パワーの出し入れを仲介するスーパーキャパシタと、クルマを電力につなぐワイヤレス給電がキー技術となる可能性が高い。

EVは発電手段によって二酸化炭素(CO₂)削減にならない、という意見がある。しかしEVのメリットを脱炭素だけに求める道を誤る。電池EVや再生可能エネルギーのように、人々が疑いもなく大合唱しているものは間違っているところがある。ブームや一時の金もうけに流されることなく、冷静に未来を見極める必要がある。

ほとんどの技術は種からモノになるまで、20・30年かかる。一方、開発過程において過ちを認めたならば、妙なプライドは捨て、「改むるにはほかる」となれ。この精神が肝要である。走行中ワイヤレス給電は、炭化ケイ素(SiC)や窒化ガリウム(GaN)のような次世代パワー半導体開発の出口として、大市場が開けている。

ノーベル賞の国スウェーデンではERS(電化道路システム)と銘打ったプロジェクトが強力に推進されている。わが国も、戦略的イノベーション創造プログラムや新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のような国家的プロジェクトによって、世界をリードする未来を築いたかに築きたいものである。



ほり・よういち 55年生まれ。東京大博士(電気工学)。専門は制御工学、モーションコントロール

そこはしかゴールがないかのような勢いで、モビリティ(移動手段)の電化が世界中で叫ばれている。しかしEV(電気自動車)化、とくに大容量電池を多用する純EV化には大きな落とし穴がある。
そもそも、リチウムイオン電池はクリンでも脱炭素でもない。さらに、原料のリチウムやコバルトといったレアメタルの獲得には常に地政学的、政治的な問題が付きまとう。安定的な利用を、それが保証できるというのか。持続可能なビジネスとして考えれば、大容量電池への依存からは脱却すべきである。
ただし、注意すべきはEVを捨てるわけではなく、電池の話である。EV自体には、運動制御などの面で大きな利点がある。
これまで、EVは航続距離が稼げないから高性能の電池を大量に積むべきだと考えられてきた。しかし電気は発電したらすぐ使うのがベストである。EVや電車を動かすような大量の電気エネルギーを、ためて使うのは賢い方法ではない。

モビリティの未来 ①

堀洋一 東京理科大学教授

電池依存の常識を疑え

ポイント

- 搭載型の大容量電池だけが正解ではない
自動車道路の電化で世界をリードできる
インフラの構築には国のリーダーシップを

ではどうすればよいか。その一つの解として研究開発が進められてきたのが、走行中給電である。

スだ。劣化しにくく何百万回も充放電でき、小規模なパワーをすくみ出し入れできる点で電池より優れている。また、どこにでもある炭素やアルミニウムのような素材しか使わない。電車はパンタグラフと架線で電力系統につながり、電力インフラからリアルタイムで供給されるエネルギーをもらって走る。走行中給電の先輩である。ただし、クルマは走行中給電インフラのない場所でも、つなぎで一定程度(20キロくらい)自走できる必要がある。そのため少量のエネルギー

バッファが要るが、小規模電力の出し入れにはキャパシタが最適だ。
欧州では、大型EVトラックなどが電欠せずに長距離走行できるように、充電インフラを優先整備する道路を決めている。また、官民が連携して大規模な走行中給電の実証実験を行い、採用技術の選定段階にある。純EV一辺倒に見える欧州でも、そうした政策が進められている。

走行中給電とは、地面に埋め込んだ送電コイルから停車中・走行中のEVに、ワイヤレスで電力を給電する仕組みである。そのカギとなる技術が、送電コイルの設計、高周波電源を効率よく作るパワーエレクトロニクス、そしてスーパーキャパシタだ。
キャパシタとは、活性炭を主原料とした蓄電デバイス

国内でも大阪・関西万博会場内を、走行中ワイヤレス給電対応バスが来場者をもて迎える計画がある。また、官民が連携して大規模な走行中給電の実証実験を行い、採用技術の選定段階にある。純EV一辺倒に見える欧州でも、そうした政策が進められている。

またワイヤレス給電市場の立ち上げと拡大を目指すし、業界が団結して取り組み動きも始まった。
しかし、走行中給電のシステムを説明すると、膨大な費用がかかるのではと懸念する声は少なくない。2021年1月25日付の本欄では、高速道路の1割をワイヤレス給電にしてもコストは5000億円ほどと試算した。1キロあたり5億円かかるとして、高速道路総延長約9000キロの1割に敷設する計算だ。
現在見積もりはさらに精緻化しており、現実的な試算も示されている。
それでも不安のある向きには、新潟・長岡など雪国の道路消雪装置(道路から水を噴出して雪を溶かす仕組み)の成り立ちを紹介したい。これは走行中給電システムのモデルケースである。地元、浪花屋製菓の創業者、今井興三郎氏のアイデアだが、大事なポイントが2つある。

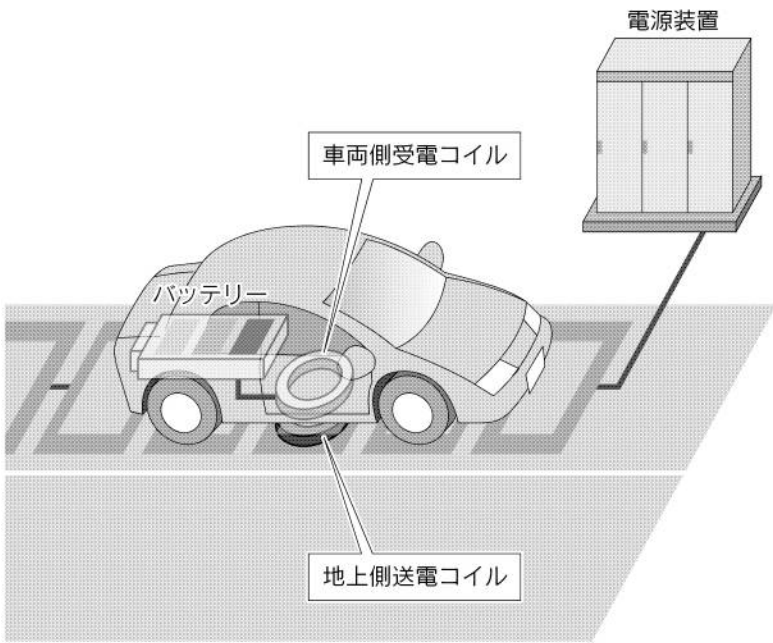
まず、利用者にインパクトがある広い道路から始めている。それが便利だということ、細い道にも自然に普及していった。
もう一つは強いリーダーシップだ。コスト面が危惧され、当時は反対の声も相当あったという。この状況を打開したのが、地元議員の田中角栄だった。これをやらないと雪国は滅びてしまつと必要性を説き、反対する人々を説得した。毀誉褒貶(きよほうへん)はあれど、実現に大きく影響したのは間違いなく。
日本は今後、着実にモビリティの電化を進める一

方で、エネルギー源については資源と政治面の制約に左右されない未来を築く必要がある。そこで以下の3点を提案したい。
まず、「なんでも白黒つける習慣をやめる」ことだ。ひとつはとかくものごとを二項対立させ、善悪を決めつけるのが好きである。思想にとどまらずガソリン車とEV、原子力発電と再生可能エネルギーもそうだ。両方をうまく使いこなすことが重要なのである。
次に、「短期の成果を求めない」ことだ。国レベルのエネルギーに関して立ち上げられたプロジェクトは、往々にしてやるべきことが列挙される。そして書いたことは、計画年で完了していないとダメという発想になる。これでは自然と目標が低くなってしまい、挑戦をしなくなる。
最後は「すみ分けを求めない」ことだ。研究開発でも、これとあれはどことが違うのか、どかが新しいのかとか、獨創性や新規性を求める専門家が過ぎる。多くの人が似たようなことをする分野は、そこに価値を見いだしているからであって、素晴らしいものは先行例があるのが素晴らしいと認めるべきである。
ワイヤレス給電についても、参入したいがまま様子見という企業が少なくない。しかし、そういうスタンスでは未来永劫(えいごう)チャンスを来ない。規格は自ら作るべしという意気込みでなければ、世界には勝てないだろう。
中国・上海の浦東バスの運用センターや、上海蔚来

自動車(NIO)のディーラーを見るわかるが、中国はクルマのビジネスと電池のビジネスを上手に切り離している。自動車メーカーは電池に関する心配(CO2排出、リサイクルなど)はせず、クルマのビジネスに専念している。電池のビジネスは別に存在する。
かたや日本では、とかくすべての業界を巻き込んだ大きな組合を作りたがり、合意を取り付ける議論ばかりしている。どちらがスピード感をもって世界を制するかは目に見えている。

もはや、都合の悪いことには目をつぶってやり過ぎる時代ではない。EVビジネスにおいてなぜ日本がここまで後れをとってしまったのか。それは、EVのスタートアップが出たとき、ガソリンエンジンの老舗メーカーの多くは、電池とモーターで車がきちんと走るわけがない、と冷ややかな目でみていたからだ。大きな動きにはならないだろうと考え、大局を誤った。
この、電動化が急速に普及しつつある段階で、EVでは真のカーボンニュートラルにはならないなどと訴えたところで、世界の流れが覆らないことは言うまでもない。
走行中給電はいま、世界中で開発競争が始まっている。日本がいつもの決断力のなさ、挑戦から目を背け、課題を先送りするといった悪癖によって、技術で勝って施策で負けるということのないよう、心から願っている。

走行中ワイヤレス給電のイメージ



(注)三菱総合研究所作成