

ちよこちよこ充電する
電車のようなクルマへ

——カー・エレクトロニクスの発展によって、今から10～20年で自動車はどう変わっていくのでしょうか。

最も大きな変化はカー・エレクトロニクスというものを超えて、自動車自体が電気駆動になっていくということです。電気やソフトウェアが自動車を変えていくというよりも、いわば自動車そのものが電気になる。言い換えれば、将来の自動車は電力系統につながるということです。従来のガソリン・エンジン車がハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車に変わり、そしてピュアな電気自動車になるというシナリオが現実性を帯びてきました。

もちろん、現在は別のシナリオも動いています。クリーン・ディーゼル車やバイオ燃料車もありますよね。燃料

電池車は少し脇にあるといった感じでしょうか。ただ、電力を供給するインフラがうまく整備できれば、乗り物を動かすアクチュエータは電気モータが良いというのは、鉄道が100年前に証明しているわけです。

そう考えると、これらのシナリオの中で比較しても、ハイブリッド車からプラグイン・ハイブリッド車、そしてピュアな電気自動車に展開していくと

いう流れは、非常に強力なものになってきたと言えます。これは原油価格の高騰が後押しする面もありますが、洞爺湖サミットを受けてますます明確になっていくことでしょう。

自動車が電力系統につながることで、自動車の性格も変わってきます。「ちよこちよこ充電しながら走る、電車のようなクルマ」になるということです。鉄道と自動車の違いは何か。鉄

東京大学 生産技術研究所
情報・エレクトロニクス部門 電気制御システム工学
教授

堀 洋一

氏

道は外からエネルギーをもらいながら走る乗り物であり、自動車は大部分のエネルギーを持って走る乗り物です。

これまでの自動車は、ガソリンを満タンにすると走行距離が400～500kmで、時速は160kmも出るというものでした。自動車メーカーが「いつでも、どこでも、誰でも」使えるクルマというものを目指してきたからです。しかし今、本当にこれほどの仕様が、すべての自動車に必要でしょうか。現実の用途を考えれば、1日20kmほど走れて、速度も最高で時速100km程度を出せば十分、という人が多いのではないかと思います。

400～500km走れるというのは、サハラ砂漠の真ん中でも大丈夫なほどのスペックです。そんな自動車を都会で使っているというのは、ナンセンスです。エネルギーを少量しか持たない自動車の話をすると、しばしば「止まったらどうするのか」と言われるのですが、止まってしまうまで給電できないようなところに、どれだけの人が行くのでしょうか。そのときの自分のニーズに合ったものが選べれば良いのです。

——そうした自動車の進化を実現するうえで、キーとなるエレクトロニクス技術は何でしょうか。

自動車が電力系統につながり、「ちょこちょこ充電しながら走る」ようになると、キャパシタの出番になると思います。自動車を電気駆動する場合、鉄道のように軌道に沿った架線から常時給電するわけにはいきません。ガソリン・エンジン車のように、400～500kmも走れるほどのエネルギーをすべて積載しながら走るというわけにもいきません。そこで、こまめなエネルギー供給をつながていけるような給

電インフラを併せて整備していく必要があります。自動車側は急速充電と急速放電が可能なものを、少しだけ持てば良いのです。

では、自動車に載せるエネルギー源は2次電池が良いのか、キャパシタが良いのか。私はキャパシタが良いと思っています。大電流で急速充電できる点は魅力的です。2次電池は、放電は結構速くできるのですが、充電は時間がかかります。

例えば、2次電池を使ったプラグイン・ハイブリッド車の場合、家に帰って1～2時間の充電が必要です。近い将来には15～20分程度になると言われていますが、それでもまだ長い。その点、キャパシタなら30秒くらいで充電できます。ただキャパシタも、たくさん積むと充電に時間がかかりますから、少しだけ積むようにするべきです。

キャパシタには他にも特長があります。充放電に化学変化を伴わないため寿命が長いこと、端子電圧から残存エネルギーが正確に分かること、重金属を使わないので環境に優しいこと、などです。エネルギー密度はLiイオン2次電池などに比べるとまだ劣りますが、キャパシタの技術開発が進むことで追いつく可能性はあります。

私の研究室では、実際に電気2重層キャパシタだけで駆動する一人乗り電気自動車「C-COMS」を製作しており、未来の自動車に向けた研究を進めています。

——こまめに充電できるようなインフラ整備の実現性は。

それについては、中国・上海で実際に走っているキャパシタ・バスの事例を紹介しましょう。600Vほどのキャ

パシタを搭載しており、バス停ごとにパンタグラフを上げて30秒～1分程度充電して数km走り、また次のバス停で充電するといったものです。充電のための架線は、上海にはもともとトロリーバスのインフラがありますので、それを利用しています。ただ、キャパシタ・バスの場合には、バス停などのところだけ残して、途中の路線の架線は撤去できます。

こうしたキャパシタ・バスは、非常に良い乗り物といえます。日本でも、例えば都営バスなどで簡単に実現できるはず。しかし、日本は安全性の確認などの点で非常に慎重です。また、キャパシタ・メーカーなども万が一事故が起きたりしたら、現在強まりつつあるキャパシタ採用に向けた流れが全部ダメになるんじゃないかと恐れて、やはり慎重になっています。

中国は一種の勇気があるというか、行政主導によって物事があっという間に決まるわけです。日本にはないスピード感を感じます。最近は日本でも電力会社が考え方を变えて、自動車市場に入って来つつありますから、次第にインフラの整備が進むのではないかと思います。

——自動車がそのように変わっていくことによって、自動車産業や電機産業などの産業構造は変わるでしょうか。

キャパシタを使う電気自動車が普及すると、自動車自体の買い方が変わるかもしれません。例えば、インターネットのWWWサイトで適当な部品の組み合わせを選択して、仕様が決まると価格が計算されて、決済すると数日後に家まで届く、といった形です。すでにパソコンなどは、そういう買い方になっていますよね。同様のことが、自

動車でも起きるかもしれません。これは自動車の産業構造を変える可能性があります。

もちろん、自動車には安全性の問題などがあり、部品の組み合わせだけで簡単に済むはずがない、という考え方もあるでしょう。しかし、あえて大胆なことを言わせてもらうなら、長いスパンで考えれば、そうした前提そのものが崩れることが起こるかもしれないと思っています。それは今のような形のクルマというものがなくなるような、非常に大きな変化が起きた場合、ということになります。

——世界では今、超低価格車をたくさん売っていかうという動きがあります。今はガソリン・エンジン車ですが、電気自動車のほうが安いクルマを作りやすいという意見も聞きます。

ガソリン・エンジンが登場したとき、あるいはT型フォード車が世に出たとき、ガソリン・エンジン車の価格がどのくらい下がるかを予測するのは、非常に難しかっただろうと思います。ガソリン・エンジンが現在のような形になったのは、大変な努力が積み重ねられてきた結果です。

それに比べて電気自動車は、どのくらい価格が下がるかという予測がしやすい。キャパシタなども大量生産できるようになると、一気に価格が下がるでしょうし、たちまち良いものも出てくることでしょう。また自動車メーカーは、かつてエンジン開発に注いだ情熱を、今はモータ開発に注いでいます。その意味でも現在、より安価で、より良いものが作りやすいのは、むしろ電気自動車かもしれません。

——自動車離れを起こしている若者な

500km走れるクルマを 都会で使うのはナンセンス



1983年東京大学大学院 工学系研究科 博士課程(電子工学)修了後、2000年に同大学 電気工学科 教授に就任。2002年から同大学 生産技術研究所教授。専門は制御工学やメカトロニクスで、電気自動車の制御技術の研究に長年携わる。

どに対して、これからの自動車はどのような魅力を訴求できるのでしょうか。

確かに今の若い人が、自動車に対してあまり魅力を感じていない傾向はあると感じています。ただ、公共交通機関だけですべてのニーズが満たせるかというと、やはりパーソナルな乗り物としての自動車の意義はなくならないかと。カー・シェアリングなども一部で広がっていくとは思いますが、基本的には個人所有を原則とした乗り物であり続けるのではないのでしょうか。

我々のライフスタイルにも影響を与えたいと思います。自動車がエネルギー媒体になるという考え方はあり得えますね。例えば現在のハイブリッド車でも、停電した時などに自動車の持っている電力を外部に供給できたりします。ハイブリッド車はガソリン・エン

ジンを動かすことで、いわば自家発電できるわけですから、離島など電力設備のないところなどで活用できるでしょう。

プラグイン・ハイブリッド車やピュアな電気自動車では、安価な夜間電力で充電しておき、日中にその電力を電力システムに返すというアイデアも検討されています。自動車の所有者は昼夜の電力料金の差額を儲けることができ、社会的には昼夜の電力消費を平準化できるというわけです。数千万台という自動車で行えば、その規模は無視できない大きさになります。現実的には、効率などの点で技術的な問題がまだ残っていますが、可能性はあると思います。

聞き手：清水 直茂＝日経エレクトロニクス

ATISPECIAL・インタビュー（第3回）

ちょこちょこ充電する 電車のようなクルマへ

堀 洋一 氏

東京大学 生産技術研究所
情報・エレクトロニクス部門
電気制御システム工学 教授



目次 ATInternationalコラム
スペシャル・インタビュー

AT Internationalのステアリング・コミティ委員へのインタビューをまとめました。（写真：小久保 松画）

——カー・エレクトロニクスの発展によって、今から10～20年で自動車はどう変わっていくのでしょうか。

最も大きな変化はカー・エレクトロニクスというものを超えて、自動車自体が電気駆動になっていくということです。電気やソフトウェアが自動車を変えていくというよりも、いわば自動車そのものが電気になる。言い換えれば、将来の自動車は電力系統につながるということです。従来のガソリン・エンジン車がハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車に変わり、そしてピュアな電気自動車になるというシナリオが現実性を帯びてきました。

もちろん、現在は別のシナリオも動いています。クリーン・ディーゼル車やバイオ燃料車もありますよね。燃料電池車は少し脇にあるといった感じでしょうか。ただ、電力を供給するインフラがうまく整備できれば、乗り物を動かすアクチュエータは電気モータがよいというのは、鉄道が100年前に証明しているわけです。

そう考えると、これらのシナリオの中で比較してもハイブリッド車からプラグイン・ハイブリッド車、そしてピュアな電気自動車に展開していくという流れは、非常に強力なものになってきたと言えます。これは原油価格の高騰が後押しする面もありますが、北海道 洞爺湖サミットを受けて、ますます明確になっていくことでしょう。

自動車が電力系統につながることで、自動車の性格も変わってきます。「ちょこちょこ充電しながら走る、電車のようなクルマ」になるということです。鉄道と自動車の違いは何か。鉄道は外からエネルギーをもらいながら走る乗り物であり、自動車は大部分のエネルギーを持って走る乗り物です。

これまでの自動車は、ガソリンを満タンにすると走行距離が400km～500kmで、時速は160kmも出るというものでした。自動車メーカーが「いつでも、どこでも、誰でも」使えるクルマというものを目指してきたからです。しかし今、本当にこれほどの仕様が、すべての自動車に必要でしょうか。現実の用途を考えれば、1日20kmほど走れて、速度も最高で時速100km程度を出せば十分、という人が多いのではないかと思います。

400k~500km 走れるというのは、サハラ砂漠の真ん中でも大丈夫なほどのスペックです。そんな自動車を都会で使っているというのはナンセンスです。エネルギーを少量しか持たない自動車の話をすると、しばしば「止まったらどうするのか」と言われるのですが、止まってしまうまで給電できないような所に、どれだけの人が行くのでしょうか。そのときの自分のニーズに合ったものが選べればよいのです。

——そうした自動車の進化を実現する上で、キーとなるエレクトロニクス技術は何か。

自動車が電力系統につながり、「ちょこちょこ充電しながら走る」ようになると、キャパシタの出番になると思います。自動車を電気駆動する場合、鉄道のように軌道に沿った架線から常時給電するわけにはいきません。ガソリン・エンジン車のように、400k~500kmも走れるほどのエネルギーをすべて積載しながら走るというわけにもいきません。そこで、小まめなエネルギー供給をつなげていけるような給電インフラを、併せて整備していく必要があります。自動車側は急速充電と急速放電が可能なものを、少しでも持てば済みます。



堀 洋一

1983年、東京大学大学院工学系研究科博士課程（電子工学）修了後、2000年に同大学 電気工学科 教授に就任。2002年から同大学生産技術研究所 教授。専門は制御工学やメカトロニクスで、電気自動車の制御技術の研究に長年携わる。

では、自動車に載せるエネルギー源は2次電池がいいのか、キャパシタがいいのか。私は、キャパシタがいいと思っています。大電流で急速充電できる点は魅力的です。2次電池は、放電は結構速くできるのですが、充電は時間がかかります。

例えば、2次電池を使ったプラグイン・ハイブリッド車の場合、家に帰って1~2時間の充電が必要です。近い将来には15~20分程度になるといわれていますが、それでもまだ長い。その点、キャパシタなら30秒くらいで充電できます。ただキャパシタも、たくさん積むと充電に時間がかかりますから、少しでも積むようにする必要があります。

キャパシタには、ほかにも特長があります。充放電に化学変化を伴わないため寿命が長いこと、端子電圧から残存エネルギーが正確に分かること、重金属を使わないので環境に優しいこと、などです。エネルギー密度はLiイオン2次電池などに比べるとまだ劣りますが、キャパシタの技術開発が進むことで追い付く可能性はあります。

私の研究室では、実際に電気2重層キャパシタだけで駆動する一人乗り電気自動車「C-COMS」を製作しており、未来の自動車に向けた研究を進めています。