

いつかはキャパシタ

上級会員 堀 洋一 *

Someday “capacitor dreams” come true.

Yoichi Hori, Senior Member

Super capacitor has great advantages in: 1) extremely long life; 2) large-current charge and discharge; 3) use of environmentally-friendly material; and 4) easy estimation of remaining energy by terminal voltage. Our capacitor-driven small electric vehicle, C-COMS, can run for more than 20 minutes by a 30-second charging. Capacitors will solve the biggest problem of EV's and may change our life-style. Future vehicles must be connected to electric power system, where capacitors will play a central role.

キーワード：キャパシタ，電気自動車，蓄電装置，環境問題，レアメタル

Keywords：Capacitor, Electric Vehicle, Energy Storage System, Environmental Problem, Precious Metals

1. はじめに

「電気二重層キャパシタの将来性」と題したこのオーガナイズドセッションは、「キャパシタフォーラム（旧 ECaSS フォーラム）」「自動車技術委員会」「移動体エネルギーストレージ技術調査専門委員会」の協力で実現した一般公開セッションである。地元高知の多大なご助力もいただいた。

本稿は総論として、筆者が「ECaSS フォーラム会報」に執筆した拙稿に加筆し、キャパシタの将来性を論じる。将来のクルマは電力システムにつながり、そこではキャパシタが大きな役割を果たすようになるという主張をする。

2. いつかはキャパシタ

「いつかはクラウン」という自動車のコマーシャルがあった。クラウンやレクサスは高嶺の花であっても、いつかキャパシタの時代は確実にやってくるだろう。

2006 年 10 月に開催された EVS22 は「純電気自動車の復権」の会議であった。（ちなみに昨年開催された EVS23 は「プラグインハイブリッド大合唱」の会議であった。）すなわち、「内燃機関車→ハイブリッド車→プラグイン・ハイブリッド車→純電気自動車」という流れを多くの人が言いはじめた。10 年前とは大変な様変わりである。

ハイブリッド車は充電がいらないことが売り物だが、これを家で充電できるようにしてしまう。気づいたら、今日は、今週は、そして今月も、エンジンが全然かからなかったということが起こり、ハイブリッド車が築いた大きなマーケットはそのまま純電気自動車に転化する。そういうことを吹聴していたら、ばかなことを言うんじゃないといろいろな人に怒られたが、今はこれがもっとも有力なシナリオになってしまった。本当のことを言っていたので怒られ

ていた、ということらしい。もし世の中が筆者の予測どおりに進むのであれば、キャパシタの出番は無限にある。

キャパシタの特長は、(1) 寿命が非常に長い（化学変化を伴わない「物理電池」である）、(2) 大電流での充放電（とくに充電）が可能、(3) 重金属を用いないため環境にやさしい、(4) 端子電圧から残存エネルギーが正確にわかる、という 4 点である。とくに、充電が非常に速くでき、端子電圧から残りのエネルギーが完全にわかるので心配して余分な電池を積む必要がなくなる、という点が重要である。

筆者の研究室で作った C-COMS ではキャパシタ（外から見て 100V, 100F 程度）をインバータに直結しており、30V から 100V の範囲で動かしている。インバータの電源電圧が一定でなければならないというのは一種の固定観念である。30V から 100V の間で動くということは、充電エネルギーの 90%以上が使えることを意味する。これは電池には無理である。150A で充電すると 30 秒ほどで充電は完了する。

これらの特長から導かれる新しいライフスタイルは何か。それは「ちょこちょこ充電しながら走る電車のようなクルマ」である。数日分のエネルギーをもつことが大前提だったクルマに、外からエネルギーを供給する仕組みを作る。乗り物を動かす電気モータの良さは無限にあり、将来は他を犠牲にしてでも電気を使うようになるだろう。これはオール電化住宅の良さを考えてみるとよくわかる。

そもそも自動車会社の論理は非常にあやしいところがある。「いつでも、どこでも、だれでも」使えるクルマ、すなわち、1 回ガソリンを入れると 400km も 500km も走り、速度も 160km/h ぐらいは出て加速もいいものでないと売れないという。本当にそうだろうか。

500km 車は明らかにオーバースペックである。1 日 20km も走ればよく、速度だって 100km/h 以上出したことはない人も少なくないだろう。小さくてデパートの駐車場にとめるのが楽な車の方がよい。でも今は手に入らない。

* 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 基盤科学系
先端エネルギー工学専攻
〒277-8651 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 新領域基盤棟 3A1

キャパシタ電気自動車が普通になれば、ネット上で適当な部品の組み合わせが選択できて、自分の好きな仕様に入れると値段が計算され、2〜3 日したら家まで配達される。すでにパソコンはそういう買い方をしている。これは車の産業構造を変える可能性がある。

キャパシタは「エネルギーと知恵の缶詰 (Can of Energy and Wisdom)」と呼ぶように、周辺の電子回路の知識がないと使いものにならない。これは電気屋にはかなり痛快なことである。またキャパシタの開発は一種の正義である。後ろめたい要素はほとんどない。昨年筆者は中国やインドに行きいろいろ考えることが多かった。キャパシタによって彼らを、ひいては地球を救うこともできるかもしれない。キャパシタの技術開発に自信と誇りをもって、これを後世に残そうではないか。

「いつかはキャパシタ」の時代はいつか。しっかり見極める必要がある。少なくともエネルギー密度が既存の電池に等しくなるまで待つことはないのは確かである。数年後か、十数年後か、数十年後か。100 年もすれば、ほとんどの車はモータとキャパシタで動いていることは間違いないと思うのだが。



COMS3

C-COMS1

C-COMS2

(電池駆動)

(キャパシタ駆動)

(キャパシタ駆動)

(従来技術の汎用機) (特注インバータ) (DD モータ)

3. 上海バスの勇氣

昨年 11 月 EVS23 開催の直前に、「モチベート」の森五宏社長のお世話で上海のキャパシタバスを見学した。

まず上海トロリーバス会社 (申沃客車) 訪問。現在約 10 台、万博までに 100~200 台を計画中という。翌日バスに試乗。1.65V, 80000F のキャパシタを 18 個で 1 モジュールとし、21 モジュールを直列に使っている。全体で 600V, 200F ほどになる。電圧の均等化回路はとくに使用していない。インバータに直付け。バス停でパンタをあげて 200A で充電。400~600V ぐらいの電圧範囲で使用するのでフル充電時間は 200 秒である。 $Q=CV=IT$ の公式そのまま。普段バス停での充電はもっと短い。電力は 100kW といったところ。非接触充電ではまだ苦しい数値である。

続いて、奥威科技というキャパシタメーカを訪問。華社長は世界を変えたいという夢とビジョンを持っていた。政府が後押しをしながらあつという間に決断し、世界初の試みを思いきってやっている。悪口を言う人は少なくない。慎重な日本ではなかなかできないだろう。しかし一種の勇

気の問題かも知れないと、うらやましくさえ思った。

近未来のクルマが電力系統に接続されることは、いまや明白である。V2H, V2G, G2V などと言い始めている。動くものへのエネルギー供給の問題さえ解決されれば、乗り物を動かすアクチュエータには電気モータが最適であるということ、鉄道がとうの昔に証明済みである。

キャパシタを積んだ路面電車やトロリーバスは、クルマそのものを変える原動力になるだろう。プラグインハイブリッド車は、将来必ずキャパシタを積むようになり、エンジンは早晚その役目を失うだろう。筆者には、ちょこちょこ充電しながら走るクルマに向かって行く、まったく新しい時代の潮流が見える。



上海のキャパシタバス外観



バス停で充電しているところ (30 秒ほど)

4. 資源セキュリティと将来の研究テーマ

キャパシタは環境にやさしい材料から作られると述べたが、このような観点はこれからますます重要になる。

たとえば、燃料電池車は 1 台あたり白金を 100g 使いつづけるかぎり、けっして環境にやさしいクルマではない。ネオジムやディスプロジウムを大量に用いる永久磁石モータは、資源セキュリティ上からも見直しが急務である。

これからやるべき研究テーマは、移動体エネルギー貯蔵と供給である。前者はすでに調査専門委員会が設置され活発な活動を続けている。もしクルマが電力系統につながっていくとすれば、次に来るべきは、「移動体エネルギーサプライ技術調査専門委員会」であろう。数十 kHz, 10~20MHz, 2.45GHz などの周波数を使った非接触のエネルギー伝搬装置の研究が始まっている。いずれにおいても、キャパシタはこれらをバックアップする重要なデバイスとなり、大活躍することになると考えられる。

文 献

- (1)堀:「いつかはキャパシタ」, ECaSS フォーラム会報, Vol.1, p.3 (2007)
- (2)森, 堀, 麻岡:「上海キャパシタトロリーバス」, ECaSS フォーラム会報, Vol.3, pp.2-8 (2008)