

CAPACITORS FORUM

キャパシタフォーラム



特集：日本工業大学 谷本・吉田研究室

”C-COMS 日工大号”

報告：キャパシタフォーラム in 高知

・”ECaSS フォーラムからキャパシタフォーラムへ”

・” エネルギー法による電気二重層キャパシタの
静電容量測定法の開発 ” ほか

キャパシタフォーラム会報 2009年 春号 通巻4号

INFORMATION

Go!Go! ECaTS!
(4)

フォーラム会報 バックナンバー配布



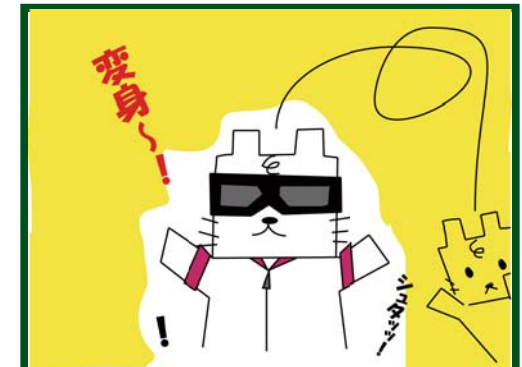
ご希望の方にお送りします。
住所、郵便番号、氏名、号数（1～4号）、
冊数を明記して、フォーラム宛にメールで
お知らせください。
メールアドレスは下記のとおりです。
zimukyoku@capacitors-forum.org
(郵数に限りがあります。ご希望に添えない場合はご容赦
ください。)

【編集後記】

会報は、キャパシタフォーラムとしては創刊号となります通巻4号
まで到達しました。2009年からは事務局も新たなメンバーになり、
活性化する予定です。詳細はホームページ等で随時ご確認ください。
・フォーラム in 高知は、高知県および地元の皆様のリードとご協力
によって実現しました。誠にありがとうございました。
・日本工業大学は本物のSLを所蔵しているそうで、メンテナンスの
ため時々走らせているのだから。チャンスがあれば是非次回は走行
日に伺ってみたいと思います。
・昔、誕生日に、シャレなのか侮辱なのか・・・大きなアルミ製の
トングを「ごみでも拾って」と同僚にプレゼントされました。一応
大きなリボンがついてました。物置に放っておいたところ、「効率」
という言葉が大好きな岡村名誉会長がそれを発見、散歩の時にゴミ
袋とそのトングを持って行き、空き缶などを拾い、町内の美化と運
動不足解消とが同時に出来て「一石二鳥」とほくそえんでいたとか
いないとか。今回の4コマ漫画のヒントにしました。 — (事務局)

会員企業 (2009年3月時点)

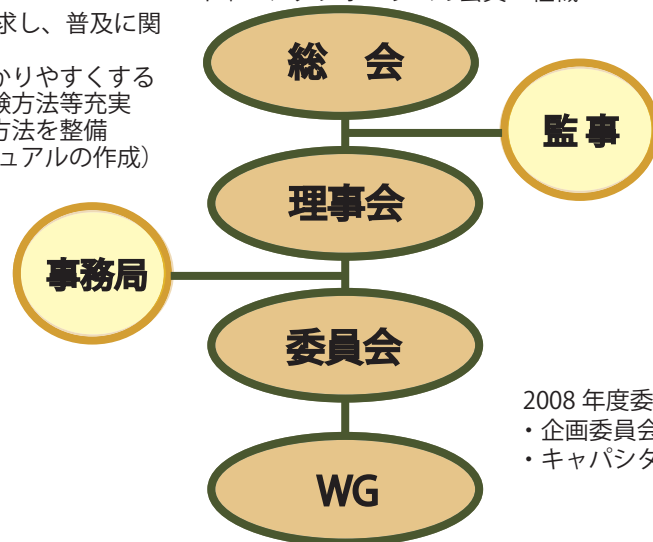
正会員：オムロン株式会社、株式会社パワーシステム、
株式会社リコー、株式会社指月電機製作所、菊水電子工業株式会社、
日産ディーゼル工業株式会社、日本ゼオン株式会社、
日置電機株式会社、三井物産株式会社、三菱電機株式会社、
他非公開1社
法人賛助会員 高知県、有限会社協栄加工 他2社



キャパシタフォーラム会報誌 2009年4月1日発行 編集/発行：キャパシタフォーラム事務局
ウェブサイト：<http://capacitors-forum.org/> メール：zimukyoku@capacitors-forum.org

ECaSS フォーラムから キャパシタフォーラムへ

キャパシタフォーラムの会員・組織



【活動】
 キャパシタの可能性を追求し、普及に関わる課題解決に取り組む
 ・キャパシタの特長を分かりやすくする
 ・性能/寿命/安全性試験方法等充実
 ・特長をうまく応用する方法を整備
 ・PR する (応用技術マニュアルの作成)

【2008 年度 理事会】
 名誉会長 岡村迪夫
 会長 堀洋一
 副会長 佐々木正和
 副会長 松井啓真
 理事 和田忍
 理事 清水政彦

【2008 年度事務局】
 亀田 美和

2008 年度委員会・WG 活動
 ・企画委員会
 ・キャパシタ応用マニュアル WG

当フォーラムは2005年度より、大容量キャパシタを利用することで電気エネルギーの有効活用や省エネルギー、新エネルギー利用技術の導入拡大を考える企業、主に岡村迪夫(現、当フォーラム名誉会長)によって提唱されたECaSSの技術に賛同する企業や学識経験者等が集まり、大容量キャパシタとその応用技術の向上・普及促進に努めてきました。ECaSSというのは、大容量電気二重層キャパシタと並列モニタ等電子回路を組み合わせて、キャパシタの性能を最大限引き出すことを目的とした技術です。

昨今、キャパシタおよびその応用の研究も進み、商用利用も拡大しつつあり、ECaSSに限らないキャパシタの利用方法も多く考えられています。そこで、2008年度より、電気二重層型を主とするキャパシタおよびその応用システムに係わる幅広い技術の向上と普及拡大を図り、業界の活性化ならびに省エネ・地球環境の改善に寄与すべく、会の名称をキャパシタフォーラムと改め、会則・組織の見直しを行いました。これを機に会員を広く募り、フォーラムの一層の活性化および発展拡大を目指しています。また、昨年度まで行っていた、キャパシタをもっと利用しやすくするための測定方法、性能値の表記などに関する話し合いの活動をさらに深め、キャパシタを製造、利用するすべての企業・人に役立つマニュアルの作成を検討するなど、活動を広げ始めています。大容量キャパシタの研究開発、製造、また販売、利用を通して、電気エネルギーの無駄をなくす、また電気のないところで電気を使える。そんな方法で、地球環境の維持・改善に役立っていききたい。キャパシタフォーラムの活動に今後ともお力添えいただけますようお願いいたします。

私も三菱電機も、キャパシタの世界では新参者ですので、自己紹介させていただきます。

私は、30年前学生の時は色素増感太陽電池を研究していましたが、三菱電機の研究所に配属されてからは、燃料電池の開発に没頭しました。キャパシタについては、岡村先生のインパクトのある講演や日本電子のナノゲートキャパシタの開発などに触発され、省エネの推進や新エネの拡大に必ず役立つ蓄電池デバイスだと確信してこの世界に入りました。

三菱電機は、堅実さを旨とする総合電機メーカーで、家電、FA機器、自動車部品、エレベータ、鉄道部品、太陽電池など様々な製品を世の中に出していますので、キャパシタを様々な形で製品に適用し省エネにも役立てることができているのではないかと期待しています。また三菱電機には、30年近く燃料電池とリチウムイオン電池を研究開発してきた経験があり、モータやパワエに良い技術を持っていると自負していますので、キャパシタの応用に対しても役立てるのではないかと考えています。キャパシタは環境への負荷が少ない活性炭やアルミで構成されており、サイクル寿命に優れ、コンデンサと同様に短絡してOVにできるのが魅力です。また、コンデンサに比べてエネルギー密度が高く(持続力)、バッテリーに比べて出力密度が高く(瞬発力)、『コンデンサとバッテリーの中間的な性質』を持っています。まさに良いところだらけに思えるのですが、『中間的な性質』というのが災いしているようです。

すでに大きな市場を形成しているコンデンサとバッテリーは、それぞれ瞬発力と持続力に特化した形で普及してきて、ニーズもその性質に合わせた形になっているためです。ですから、『中間的な性質』のキャパシタで代用しようとすると、コンデンサ用途だと瞬発力が不足していることになり、バッテリー用途だと持続力が不足していることになり、コストについて、瞬発力としてのコスト(円/kWh)はコンデンサに負けて

キャパシタ実用化にける想い

おり、持続力としてのコスト(円/Wh)はバッテリーに大きく引き離されています。

キャパシタ特有の瞬発力と持続力を生かす市場は、キャパシタに夢を持った諸先輩のご努力により大型瞬低補償装置やエネルギー回生用途に着実に広がっていますが、材料の低コストにつながる市場拡大までには時間がかかるのではないかと考えられます。

そこで、瞬発力を高めて、大型コンデンサに代替できる瞬発キャパシタを開発しました。0.1ΩF級のキャパシタで1秒放電が可能になり、モータの高効率な電力回生が可能になります。これからもキャパシタの更なる可能性を追求していききたいと考えています。

ただ、実用化のためには、低コスト化が必須であり、低コスト化のためには、活性炭の賦活処理や電解質に革新的な低コスト化が必要だと感じています。材料メーカー各社や大学や研究機関に全面的なご協力をいただき、キャパシタメーカーの方々には、是非ともアラッド単価を1円以下にまで下げていただかなければなりません。

炭素材料も、電解質材料も、蓄電池デバイスも、日本のお家芸です。これらを集めたキャパシタは、日本の産業として、日本の雇用確保の為に、海外メーカーに蹂躪されることなく日本にノウハウを残しながら、着実に実用化への道を歩んでほしいと心から願っています。キャパシタを省エネ推進あるいは新エネ拡大という追い風に乘せて、三菱電機の製品に反映させることが私の使命でもあると感じています。

キャパシタフォーラムに参加させていただいて思うのは、会長である堀先生や還暦を越えられた諸先輩方の前向きな明るさとみなぎるエネルギーです。キャパシタの未来の明るさと発展を予感させるものがあり、私も及ばずながら、お役に立てればと願っておりますので、どうぞよろしく申し上げます。

光田 憲朗



光田憲朗 (みつだけんろう)

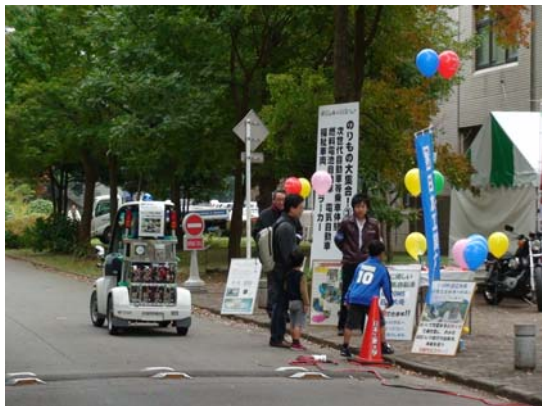
1981年 大阪大学基礎工学部 修士課程卒業 専門：物理化学
 同年 三菱電機(株)入社 (中央研究所) リン酸形燃料電池のセル・スタック技術を主に担当、固体高分子燃料電池、改質器、石油ファンヒータ等の燃焼器、自動車排ガス触媒、電気二重層キャパシタなどを開発。
 現在、先端技術総合研究所 エネルギーデバイス技術部 主管技師長 工学博士(大阪大学)

キャパシタ搭載電気自動車 C-COMS 日工大

日本工業大学 電気電子工学科 谷本直先生と吉田清先生の研究室で、超小型電気自動車COMSに、パワーステム株式会社が開発的に製作した新型キャパシタNSC(ナノストレージキャパシタ)を搭載して走らせていると耳にしましたので、当フォーラム副会長 佐々木正和氏と東京大学 堀研究室の河島清貴氏と共に訪ねました。

編集部 キャパシタで(小型)電気自動車を動かしてみようと思われたきっかけは何ですか？

谷本先生 3年くらいまえの東京大学生産技術研究所のオープンキャンパスで、堀先生のC-COMSに乗ってもらいまして、非常に惚れ込みました。今、高校生が電気離れを起しているという危機感を持



↑2008年11月、埼玉県が主催した「彩の国未来創造フェア(会場：埼玉大学)」の光景。来訪者には免許のない人も多いため、アクセルの踏み込みを制限し、学生が伴走する。

↓谷本先生(左)、吉田先生(右)。C-COMSは谷本先生+吉田先生と吉田研究室の学生さんとで改造・研究調査している。谷本先生の研究室ではアーム(モーター)の制御を研究するそう。

っておりまして、なんとか優秀な高校生を集めたいと。その場合、電気自動車というのはひとつの大きなキャッチフレーズになりますから、堀先生に、ウチでも作りたいんですが教えていただけますか、と申しましたら、いいですよ、ということで、うちでも作ることにしまして、吉田先生とやるということに。そして、トヨタ車体からCOMSを買って、河島さんにアドバイスをいただきました。

編集部 キャパシタはパワーステムから購入されたんですね。

谷本先生 メーカーの方に2回目にお会いした時にNSCの話が出て、その時点ではわかったように思ってたては全然わかってなかったのですが、試作品だしNSCは途中で電圧曲線がわかりますよ、と言われていたのですが、ただ、「容量が大きい」と聞いたので、NSCに決めました。



吉田先生 それが1台56Vくらいあったんですよ。2個直列にすると100V超えちゃう。あの車は100Vまでなのでセルを減らして仕様を変えて1台46V(2個直列で92V)にしました。でも試作品のために



↑後ろ姿。電圧計等が埋め込んであるパネルはステンレス製。さびないからいいだろうと買って来た学生さんは、なかなか加工できなくて苦労していたとか。

ルドキャップっていう電気二重層キャパシタなんですけど、それで走らせて見て、オーツ、ほんとに電気がたまってるって、やっぱりそういう試作をしてみました。

吉田先生 ああいうおもちゃでもやってみると実感しますよね。小さいキャパシタといえば、私たちは特性を計るのを重点的にやっていたのでキャパシタをいくつも買ってきて測定してみたいんですけど、私たちが特性を計ると電気二重層キャパシタと一口に言っても、みんな違いました。メーカーによって全然違うものなんだなと思っていました。

編集部 NSCがよかった点はありますか。

吉田先生 NSCがよかった点は使える電圧範囲が高いんですよ。うちで積んでるキャパシタは設定してある上限が92V、下は60Vくらいなんです。60Vすぎると電圧がいきなり1つとおちてしまってます。下は使えない。充電する時も2Vから60Vくらいまではあつというまに電圧が上がるんです。60Vからエネルギーが溜まるという印象です。でも、この電圧範囲は電気自動車にとっては制御がしやすく、メリットがあります。また入れた電圧がその電圧範囲でほぼ使えるということになります。60V以上で

るいろいろありまして、8台購入したんですけど、そろったのは去年(2008年)の2月。そこでCOMSに載せまして、堀先生がC-COMSと付けてますから、その後日工大号とつけてまして、C-COMS日工大号と命名しました。本校はオープンキャンパスをしょっちゅうやっているのですが、高校生にたいへん好評を得ました。

編集部 それ以前もキャパシタの研究を？

吉田先生 キャパシタでやってみようと思った時に、まず、ウエルジオ(パワーステムの市販品を1個買いまして、まあ、ライトをつけたり、モーターを回したりしてただけなんですけど、でも27Vくらいのバッテリータイプのキャパシタを、実際に試してみたら(大容量)キャパシタって実感しました。

93%~95%くらいくらい使えます

河島さん 普通の(直線的に電圧が落ちていく)キャパシタなら90%以上使おうとしたら7割くらいまで電圧が落ちるけど、それが4割くらいですむということですね。NSCは特性としては電池に近いのかも知れない。出力特性はキャパシタの特性を維持しています。

編集部 そもそもどうしてキャパシタを扱おうと思われましたか。

谷本先生 蓄電池をつかった研究は、企業でも沢山あるでしょう？だから次はキャパシタだと思って、キャパシタインホイールモーター、コンピュータ制御の3本柱でやりたいと考えています。キャパシタを選んだ理由は瞬時充放電ができるからです。キャパシタなら家庭用電源でも比較的早く充電できますから、利便性・瞬時充放電と言っ面ではキャパシタにメリットがあるかと思えます。

吉田先生 でもキャパシタはわれわれにも依然ブラックボックスなんです。EV(電気自動車)に使うことを考えると、キャパシタのエネルギー容量をもっと上げてもらいたい。それはわれわれにはできないので、キャパシタメーカーさんに上げてもらうしかない。それは日本の固有技術になるという思いもありますし、日本のいくつかあるキャパシタメーカーさんがんばって欲しいと思います。■



↓後列左から、関 雄一郎さん(4年生)、谷本直先生、望ノ浦修平さん(4年生) 今井基裕さん(3年生)、前列左から 金子浩幸さん(3年生)、豊田貴也さん(4年生)、吉田清先生、河島清貴さん(東京大学 堀研究室) (2009年3月時点)



C-COMS 日工大号 ハンドルとシートは学生達のこだわりで交換している。回転灯も追加。

1. 研究の背景 (なぜ新しい測定法が必要なのか)
 革新的な蓄電装置として大容量電気二重層キャパシタ(キャパシタ, EDLC)の可能性を期待し、研究を始めた当初(2002年頃)、予想もできなかった不思議な現象に出くわした。定電流の充放電電圧特性が、直線ではなく外側に膨らむ曲線になる(図1)。電気磁気学では、コンデンサの電荷は静電容量と電圧の積で($Q=CV$)、蓄えるエネルギーは $W=QV/2$ となっていた。これを図1の放電過程に当てはめると、電荷 $Q=It$ と電圧変化 $V=E-IR$ から静電容量は $C=It/(E-IR)$ となるが、何かおかしい。放電エネルギーは、電圧特性が直線的に変化するのと膨らむものとは、前者は $W_0=Q(E-IR)/2$ 、後者は $W=\int V I dt$ であり、図1から、明らかに $W < W_0$ なので、放出電荷が同じでもエネルギーの異なる直線と曲線とで静電容量が同じになるはずが無い? この問題は、静電容量の電圧依存性を把握することで定性的には納得した(1)が、充放電特性の膨らみが静電容量の大きさにどう係わるのかを明らかにするには至らなかった。

もう一つ、一般にキャパシタの等価回路は内部抵抗 R と C の直列接続で表される(図2)。回路の端子電圧を V とし、この端子電圧を V_c とすると、

$$\Delta V = V_1 - V_2 = V_{c1} - V_{c2} \quad \dots\dots(1)$$

の関係から、便宜的に V による C の測定を可能とする方法と理解されるが、その結果、内部抵抗の存在に無関係な、また、原理的に放電特性の形状が直線になる場合の測定法で、図1のような曲線の放電特性のキャパシタに対しては測定精度の検証が必要になる。

3. エネルギー法による静電容量の測定

まず、 Q を $V_{c1}=E$ 、 $V_{c2}=E-IR$ の放電開始時点 t_1 を $V_{c2}=IR$ 、 $V_{c1}=0$ の放電終了時点に採り内部抵抗 R を既知とする。回路端子からの放電エネルギーは $W=\int V I dt$ 、また、キャパシタンス素子から放出されるエネルギーは $W_0=\int C V_c dV_c$ 、内部抵抗でのエネルギー損失は $W_{IR} R dt$ となるので、次のエネルギー平衡式が成り立つ。

$$\int C V_c dV_c = \int V I dt + \int I^2 R dt \quad \dots\dots(2)$$

従って、エネルギー W を放出するキャパシタの実効静電容量 C は次のようになる(エネルギー法)。

$$C = 2(W + I^2 R) / (V_{c1}^2 - V_{c2}^2) \quad \dots\dots(3)$$

ここで、放電エネルギー W は、図1から、 $W = W_0 + \Delta W$ 、 ΔW は実線と点線で囲まれた面積に相当する理想分極特性からの乖離エネルギーを、また、 W_0 は理想分極特性の放電エネルギーを表し、

$$W_0 = It(E - IR)/2 \quad \dots\dots(4)$$

次に、電荷法とエネルギー法とは静電容量がどう異なるのかを明らかにする。

まず、電荷法の静電容量を C とすると、(4)式

放電によって V も V_c も結局は電圧が $E-IR$ だけ変化するため、計測可能な端子電圧 V で静電容量を求めると良さそうだが、 C に蓄えるエネルギーは端子からの放出エネルギー $W = \int V I dt$ ではなく、 $W_0 = \int V_{c1} I dt = W_0 + I^2 R t$ から求めなければならないはずなのに、どの文献にもそれらしい記述はない。 R を無視しても良いのだろうか? 今回、これらの疑問に対する答えを公表する機会を得た。詳細は文献(2)を参照していただくとして、ここではその概要を紹介したい。

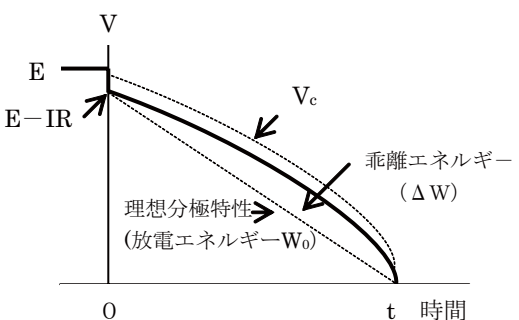


図1 キャパシタの定電流放電特性

の放電エネルギー W_0 を用いて、 C は、

$$C = It/(E-IR) = 2W_0/(E-IR)^2 = 2(W_0 + I^2 R)/(E^2 - (IR)^2) \quad \dots\dots(5)$$

また、 $V_{c1}=E$ 、 $V_{c2}=IR$ 、 $W=W_0 + \Delta W$ とすると、エネルギー法の静電容量は(3)式から、

$$C = 2(W_0 + \Delta W + I^2 R)/(E^2 - (IR)^2) \quad \dots\dots(6)$$

従って、エネルギー法と電荷法の違いは乖離エネルギー ΔW と内部抵抗 R の大きさに依存し、

$$C - C' = 2 \Delta W / (E^2 - (IR)^2) \quad \dots\dots(7)$$

4. 実験による理論の検証と従来法との比較

活性炭電極と有機系の電解液を用いた数F〜数千F級の14種類のキャパシタセルを用いて、周囲温度ほぼ一定(22.4〜26.6℃)の環境で実験を行った。詳細は文献(2)に譲るが、電荷法の静電容量は乖離エネルギーと内部抵抗を無視した結果、全てのセルで電荷法の静電容量はエネルギー法に比べ小さく、相対的に7.5〜88.5%の値になっており、測定精度の向上が必要なることを検証することができた。

5. むすび

エネルギー密度、出力密度あるいは充放電効率といった指標が重要視される大容量のキャパシタに対して、これらの評価に影響する静電容量の測定精度向上を意図した新しい測定法の概要を述べた。なお、考察に際しては、放電開始時の電圧降下から推定される内部抵抗値を用いていたが、静電容量と同様にエネルギー的考察に基づき、静電

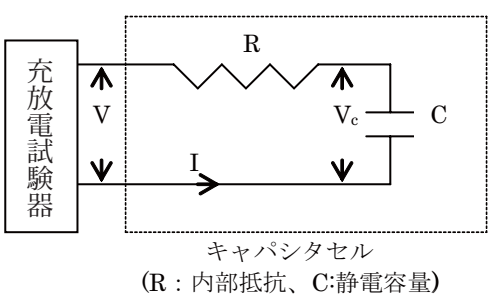


図2 キャパシタの等価回路モデル

2. 従来法(電荷法)による静電容量の測定と問題点

これまで公表されてきた静電容量の測定法(3)では、定電流 I による放電特性上の2時点(t_1 、 t_2)間の放出電荷量 $\Delta Q = It$ ($t_2 - t_1$)と電圧変化 $\Delta V = V_1 - V_2$ を測定し、静電容量は $C = \Delta Q / \Delta V$ としている。この方法をここでは電荷法と呼ぶことにする。電荷法は電荷と電圧の関係式が、本来、等価回路のキャパシタンス素子における電荷と電圧との間に成立するものを、

容量と内部抵抗の統一的測定法の開発が今後の課題となっている。

最後に、本研究はキャパシタフォーラムの前身であるECASSフォーラムの標準化委員会における議論とメーカー各社のご支援を得てなされたもので、関係各位に謝意を表する。

(参考文献)

- (1) 山田、山城、佐々木、荒木:『電気二重層キャパシタの等価回路モデルに関する一考察』『電気学会論文誌B』Vol.123, No.8, pp.1011 ~ 1017 (2003-8)
- (2) 山城、仲村、佐々木、荒木、木下、松井、伊崎:『エネルギー法による電気二重層キャパシタの静電容量の測定』『電気設備学会誌』Vol.29, No.3, pp.240 ~ 245(2009-3)
- (3) 『電気二重層コンデンサの試験方法』、日本電子機械工業会規格 (2000-4)

山城 迪



1967年北海道大学大学院工学研究科修士課程修了
 1977年北見工業大学電気工学科教授
 2005年同大学名誉教授。
 電気学会上級会員、電気設備学会、IIEEの各会員。
 2007年電気設備学会論文奨励賞受賞。

大容量キャパシタと出会うまで

それは約二十年前のことである。私は日産ディーゼル工業(株)研究部で、商用車に関する5〜10年先の新商品の開発を目指し、環境・安全・イーゾードドライブなどの課題に取り組んでいた。ある時、日産自動車(株)の研究発表会において、石油生産量と需要に関する将来予測の発表があった。その際、発表者が聴衆に対して「富士山をひっくり返して酒杯(サカヅキ)に例えると、全世界の可採埋蔵量は富士山の何杯分か?」という問いかけを行った。正解は何と僅か1〜8杯位しかないということである。石油資源にもいつか枯渇する時が来ると思っていたが、富士山の五合目以上の体積しかないという具体的イメージは強烈であった。その当時、中国の一人当たり石油消費量は米国の十分の一程度であったが、いずれそれ程遠くない将来に全消費量は米国を上回るであろうという予測もなされた。それらを勘案して、需要と生産量の予測をみると、最悪のシナリオでは2011年頃には石油資源保護のために、生産量の削減が始まり、以降石油価格が高騰していくというのである。それを聞き、抜本的に車両燃費を改善するシステムの開発が我々の使命であることを痛感させられた。

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンと比べ理論的にも熱効率が高く、耐久性に優れていることもあり、商用車用エンジンとして不可欠である。しかし、エンジン単体において、燃費を下げることは並大抵のことではなく、個々の要素の改良をしても数%程度しか期待できない。制動時に運動エネルギーを油圧の形で回収する蓄圧式ハイブリッドシステム搭載のバスを既に商品化していたが、加速・減速頻度の多い運転パターンでも燃費低減効果は数十%に留まっていた。折しも、NEDOの研究開発事業として1997年度から5年計画の予定で開始される、燃費を大幅に向上させるハイブリッド機構とクリーンエネルギーエンジンを組み合わせた新しい自動車の開発「ACE (Advanced Clean Energy Vehicle)」プロジェクトへの参加を求められ、どういふシステムにするか皆で徹底的に議論した。結論は「車両の燃費を数分の一にできる究極のハイブリッドシステムはSHS (Series Hybrid System) しかない」であった。通常のエンジンでは、運転者の意思(アクセルペダルの踏み込み状況)に合わせて、全負荷トルク曲線以下のあらゆる運転条件(回転速度、トルク)で運転される。一方、究極のSHSコンセプトではエンジンは停止されるか、最

も燃費の良いただ一点の運転条件で運転される。エンジンではなく、電気モータで車両を駆動する。車両駆動に必要なエネルギーを何らかの蓄電システムから取り出し、消費されたエネルギーをエンジンの間歇運転により補充するのである。あるいは、制動時に電気モータを発電機として用い、エネルギーを回収することもできる。このシステムが実現できれば、一回の燃料補給あたりの可能走行距離を数倍にすることが可能となる筈である。勿論、車両として完成させるためには、数限りなく多くの課題を克服しなくてはならないが、まずは、適当な蓄電システムが不可欠である。

鉛酸バッテリーは安価であり、容易に入手可能であるが、エネルギー密度や出力密度が低くて論外である。はるかに高いエネルギー・出力密度を有するリチウム電池やニッケル電池にもまだ課題が多かったし、電池メーカーは大手の乗用車メーカーと共同研究開発中とのことで、規模の小さいトラックメーカーなどを共同研究の相手にしてくれなかった。1996年秋に、EV13が大阪で開催され、それに出席した山田淳氏から、興味深いシステムがあると電子回路と電気二重層コンデンサを組み合わせたECS(注:当時、EcaSSはECSと呼ばれていた)についての報告を受けた。好奇心を刺激され、早速岡村さんにアポイントメントをとって、会いに行つたのが岡村さんとECSとの出会いであった。岡村さんのECSにかける情熱と理論の説明にECSの将来発展のポテンシャルと従来技術の延長線上にない新技術創出に挑戦する研究者のロマン(注:この言葉は日野自動車(株)元研究開発担当副社長の鈴木孝氏が1994年発行の著書「エンジンのロマン」の中で用いている)を感じた。その後、開発トップの了解を取り付け(株)岡村研究所と契約を締結し、ECSに関する技術指導を受けながら、キャパシタを用いたハイブリッドバスの開発を開始した。それに必要なECSを最初の試作車ではパワーシステムに作成依頼したが、コストダウンと必要量の確保には内製せざるを得ないとの判断もあり、キャパシタの内製に向けての取り組みにも着手することとなった。プロジェクトを率いている佐々木正和氏に後を託して、1999年3月に同社を定年退職した。それから10年経過した現在、リチウム電池やキャパシタの性能の進化も著しいようだ。EcaSSを含む大容量キャパシタのリチウム電池に負けない更なる発展を期待している。

渡邊 慶人

渡邊 慶人

【略歴】

1941年3月(東京)生まれ

1963年4月～1999年3月日産ディーゼル工業(株)

1999年4月～2002年8月ダイムラークライスラー日本ホールディング(株)



写真:日光中禅寺湖船上にて

失敗は成功のもと

篠塚 政彦

『失敗は成功のもと』と『言いつつわざがある。このことわざは失敗することにより問題点を抽出し、反省し改善することにより成功に繋げることである。』

しかし、このところいくつかの企業の製品実現の業務を見る機会に恵まれ、このことわざの影が薄くなってきた様に感じる。

それは色々な企業での製品実現の業務を見るにつけ、多くの技術者がシミュレーションや設計規定、検査規定、等の多くの管理規定で縛られ、本当に必要な製品実現作業の10倍もの作業を、管理規定で要求される資料の作成に費やしており、製品実現の工程が非常に重くなり、時間がかかるとなっていることから見て取れる。

その理由は、企業そのものが失敗を恐れ、完璧な製品を作る為、製品実現の担当者に管理の綱をかけ、より高い品質を要求しているからではないだろうか。

その結果、開発期間が多かかりリリース時期が遅くなり(企業側の不利益)、開発コストがかさみ製品価格が高くなる(顧客の不利益)という、企業側にとっても顧客側にとってもメリットの少ない活動をしている事になる。

もちろん、むやみに開発期間を短くし、開発コストを下げ、品質を下げると言っているわけではな

い。ISO9001の要求事項も、実現する製品の用途や量によって管理方法は異なる様にしなさいと言う様な項目もある。

最低限の管理で、失敗を恐れず製品を作り、リスク管理の下に製品をリリースし、発生した問題は速やかに対処し、改善を図り製品を育て上げるべきではないだろうか。

今までに失敗をした事がきっかけとなり、かえって顧客の信頼を得ることが出来たことが何度もある。その中の一例を以下に紹介する。

以前、群馬営業所の技術担当だった時、本日納入して貰った直流電源30台が要求したものとは違う、と言うクレームが舞い込んだ。

すぐに訪問して事情を調査したところ、顧客の要求したものは標準品の直流安定化電源なのに、納入したものはフロントパネルの蓋を取り除く等の改造が加えられていた。

本社に確認したところ、同時期に他社から同じ改造内容のものを受注しており、それと勘違いして改造を実施してしまったとの事。また、標準品は在庫が切れており、3ヶ月程度先にならないと入手できないので、なんとか納入したものを使える程度に再改造する事で了承してもらえないかと交渉してほしいとの話であった。

その旨顧客の担当責任者に話をしたところ、現在、新型電池の研究の最終段階で、量産試作ラインを立ち上げようとしているところで、工程がタイトになっている為、納期最優先で処理してもらえないのならそれでも

良いと言う事になり、必要最小限の機能を提示してもらった事が出て来た。

そこで、本社に連絡を取り、翌朝一番で必要な部品を持って応援をよこけて再改造を行い、顧客の要求機能を満足する事を確認し、一件落着となった。

この間、丸2日間、顧客の担当責任者かほとんど付きっきりで対応してくれ、その間でお互いの人となりを知ることが出来、ついでに試験設備が立ち上がるまで、ポイント毎に立ち会って貰いたい旨依頼があり立会を行った。その経過で試験開始から終了までの試験方法とノウハウを教えて貰うことが出来た。

それが基となり充放電試験装置の標準化が行われ、一つの商品カテゴリーが構築できたことは、失敗は成功のもと、の良い例と言えるであろう。



篠塚 政彦

昭和22年10月25日生

昭和45年東海大学 工学部

通信工学科 卒業

同年 日本音響機器(株) 入社
昭和48年 菊水電子工業(株) 入社
平成5年 (株)パワーステム 入社
平成20年 菊水電子工業(株) 入社
現在に在る

日本ゼオン株式会社

文章、写真提供：日本ゼオン株式会社



開発拠点である総合開発センター (川崎)

日本ゼオンは1950年に日本で最初の本格的塩化ビニル樹脂製造会社として設立いたしました。現在は自動車のタイヤやボンネット内の各所で使用されている合成ゴムを中心とした素材事業と、光学フィルム、重合合法トナーなどの高機能材料事業を展開しています。ちなみに社名の「ゼオン」は、ギリシャ語の「ゼオ」=「大地」と、「エオン」=「永遠」の合成語であり、「大地から原料を得て永遠に栄える」という意味が込められています。

材料メーカーということもあり、一般消費者の方には「ゼオン」という文字をお目にする事は少ないかもしれませんが、身近なものの中、例えば携帯電話や携帯ゲーム機のカメラレンズ、液晶モニタ内の各種フィルム、さらには化粧品のパフ、香水の香料、ゴム手袋、紙おむつ、横断歩道などを描いているトラフィックペイントにも弊社の材料が使用されており、いろいろなものの中に「意外にゼオン」ではないでしょうか。

近年は研究所である総合開発センターに新たな研究棟を建設し、新たな分野への研究開発も積極的に行っています。エネルギー分野についても、重点分野の1つとして新製品の開発に力を注いでおります。すでに販売しているものとして、ポリマー設計技術を応用したりチウムイオン二次電池の負極用バインダー、シール剤等の電池材料があり、柔軟性、結着性の高さで市場からは好評を得ております。

また電気二重層キャパシタ用材料についても開発を進めております。キャパシタは様々な用途で利用されるようになっていますが、さらなる普及のためには高性能化と低コスト化が課題であると考えております。弊社では現在、それぞれに貢献できる材料を提供することでキャパシタの適用用途を飛躍的に拡大させる、ということをコンセプトに高機能バインダー、バインダー特性を活かした電極等を開発しており、近い将来にはこのコンセプトを実現できる新製品を提供できることと思います。



日本ゼオン社製材料を使用した製品例

電気二重層キャパシタの放電

本号では、『EDLCが電気を放出する原理』について説明します。その前に『電気が流れるとはどんなことなのか』、『なぜ銅やアルミは電気が流れやすいのか』について説明します。

充電されたEDLCから電気を取り出すことを『放電させる』、またEDLCから電気が出てゆくことを『放電する』といいます。

図1はEDLCに電気が貯まっている状態を表しています。+端子と-端子間には電圧Vが現れます。この端子に抵抗Rを接続すると電流Iが流れます。

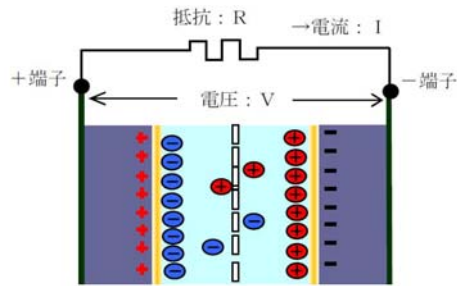


図1 電気二重層キャパシタ放電

次に『オームの法則』について説明します。

充電電圧がV (V) のキャパシタに抵抗値R (Ω) の抵抗器を接続すると流れる電流I (A) は図2に示すようになります。この関係がオームの法則です。

「電流が流れる」

電流がどのようにしてながれるのかも少し詳しく説明しましょう。

銅やアルミニウムなどの金属は『原子』から成り立っています。原子構造はプラスの電気をもった1個の原子核の回りをマイナス電気を持った電子が1個以上まわっています。

通常、この電子は原子核と強く結ばれていて離れません。金属によってはこの結びつきが弱いものもあり、自由に動きまわられる金属もあります。この電子を自由電子又は価電子とも呼んでいます。銅やアルミニウムなど電気を良く通す金属は、この自由電子を持った金属です。

では、銅やアルミニウム金属の中をどのようにして電流が流れるのかを図3で説明します。原子Aの電子①が何らかの刺激で外に飛び出したとする(図中の①)、原子Aは電子1個不足した形となるので、結果的にプラスの電気を帯びた原子になる。隣の原子Bの電子②が飛び出し、原子Aに入り(図中の②)、原子Aの電位はゼロになる。同様に原子Bは電子1個不足した形となるので、結果的にプラスの電気を帯びた原子になる。隣の原子Cの電子③が飛び出し、原子Bに入り(図中の③)、原子Bの電位はゼロになる(図中の③)。以後同様の繰

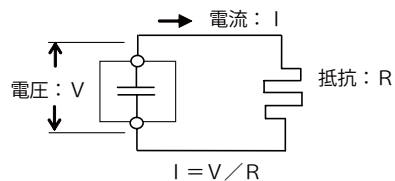


図2 オームの法則

り返しが続きます。この動作は、見かけ上、電子が右から左へ移動していることとなりますので、電流は左から右へ流れることとなります。

「電流が流れると熱が発生する」

金属の中を自由電子が移動するとき原子と衝突して、熱が発生します。この衝突現象が電気抵抗の発生です。自由電子が金属の中を移動する時、『衝突する頻度が多ければ多い程、又は衝突熱の発生が大きければ大きい程電気抵抗が大きい』と言っ事になります。銅やアルミニウムは衝突がすくないので電気良導体と呼んでいます。鉄などは、電気は通るが、熱が発生するので電気抵抗体と呼んでいます。電気ストーブや白熱電球はこの特性を利用したものです。

では、どのようにして電流はEDLCの+電極から-電極に向かって流れるのでしょうか。次にEDLCの放電について説明します。

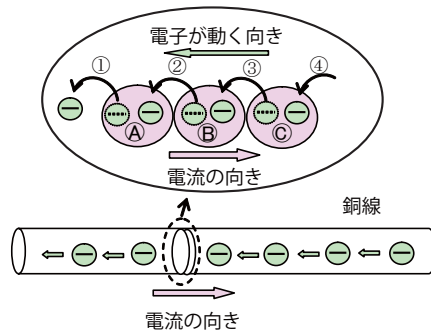


図3 銅線の中の電気の流れ

「クーロンの法則」

クーロンの法則とは「マイナスの電気(電子)とプラスの電気(電子が欠けた原子)はお互いにひきつけあう」現象です。この引き付け合う力には一定法則があります。この法則が『クーロンの法則』です。

図4は充電されたEDLCの中のイオンの状態を示しています。プラス側の分極性電極には既にマインスイオンが吸着しているのでクーロンの法則で、アルミ材の集電極にはこのマインスイオンに対応する量のプラスの電気(電子が欠けた原子・正孔(図参照)が引き寄せられ、充滿しています。銅線の中もプラスの電気が充滿し、プラス側端子Pにはプラスの電気が充滿しています。同様にマインス側の端子Nはマインスの電気(電子)が充滿しています。プラス側の端子Pとマインス側の端子Nには電気を流す回路が繋がっていないので電流は流れません。即ち放電はありません。それでは、図5の示すようにPとNの端子に負荷(例えば、電気ストーブのようなもの)を接続してみます。

図5のP側の充滿していたプラスの電気とN側に充滿していた電子は『クーロンの法則』に従い引き合う力によって抵抗体を通して、反対側へ移動し、そこで反対の電気と結合して消滅(電氣的に中立となること)します。P端子部(又はN端子部)で電気が結合してプラス電気(又はマインスの電気)1個が消滅すると、この消滅した電気を補充すべく、分極電極から電気1個が集電極に移動し

ます(EDLC内の白い丸印で示された電気が白い矢印の方向に移動します)。分極電極でイオンに対向していた電気が無くなってしまったので、そのイオンはクーロンの吸引力が消滅して分極性電極から離れ、電解液の中へ出て行きます(EDLC内の黒い○印で示された電気が黒い矢印の方向に移動します)。この動作でEDLC内に蓄電されていた電気が1個なくなる(図中の黒い○印で示された電気が1個なくなる)ことになり、この現象がEDLCの放電のメカニズムです。この動作はEDLC内の蓄えられた電気がなくなるまで続きます。

次号では、EDLCの内部抵抗とセパレータについて解説します。

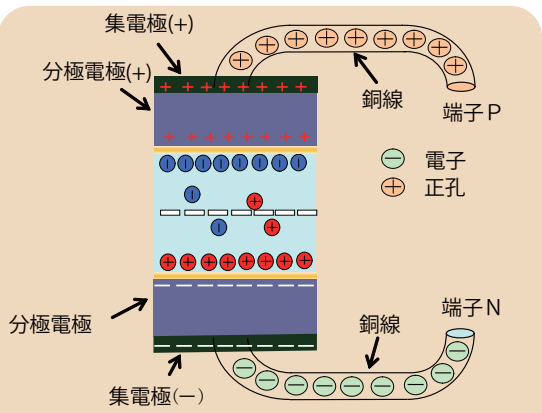


図4 充電された電気二重層キャパシタの電気の状態(端子には何もつながっていない状態)

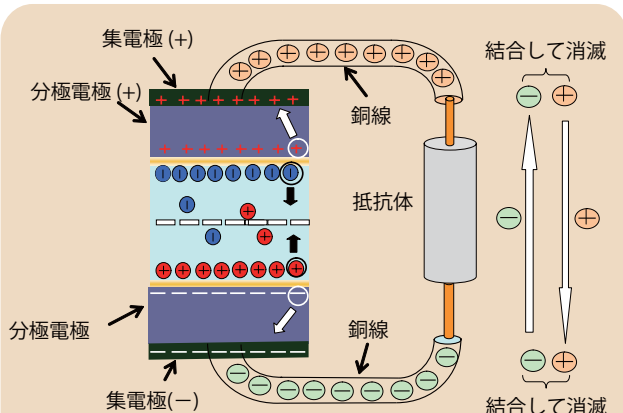


図5 電気二重層キャパシタの放電



しってる?

～猫でもわかる? わかりやすい～

連載
第3回

電気二重層キャパシタ 解説シリーズ

キャパシタフォーラム キャパシタ応用マニュアルワーキンググループ 副主査 木下 繁則

キャパシタフォーラム活動報告

2008年度、高知県で開かれた平成20年電気学会産業応用部門大会（第22回8月27日～29日）にあわせて開催することで、かねてから構想のあったフォーラムの高知開催が実現しました。（財）高知県産業振興センター・麻岡誠司氏の企画また、電気学会大会の主催者であります高知高専 野村弘先生の全面的なご協力のもと、盛況な会が催されたのでご報告いたします。

スケジュール

8月27日（水）
見学会

13時30分 高知龍馬空港集合

14時30分 「廣瀬製紙株式会社」視察

15時45分 「ニッポン高度紙工業株式会社」視察
フォーラム in 高知 18時00分～19時20分
場所：高知市文化プラザかるぼーと11階大会議室

18時 開会 フォーラム会長挨拶
高知県側代表挨拶

18時10分 「県内でのキャパシタ利活用に向けた取組み」
県・産業振興センター

18時20分 「製品・研究開発成果報告」
「彩（あや）の紹介」
（衛）土佐通信 社長 浜崎宏和社長

「屋外計測器用キャパシタ蓄電池ソーラー電源の製品化」
（株）オサシ・テクノスとの共同研究
高知高専 野村弘名誉教授

最近の2次電池の動向について
日産ディーゼル工業（株） 佐々木正和
（株）指月電機製作所 松井啓真

交流会 19時30分～21時30分 場所：「得月楼」
フォーラム出席者計85名 交流会 出席者計58名

写真解説：

- A: キャパシタフォーラム in 高知、B: 同 式次第
- C: 交流会場 得月楼入り口、D: 交流会 電気学会高知大会委員長 野村弘先生
- E: 交流会、F: 電気学会応用部門高知大会会場かるぼーと入り口
- G: 同大会オーガナイズドセッション 山田淳氏・木下繁則氏の発表、
オーガナイザーの近藤先生と木下氏
- H: 同大会「電気二重層キャパシタの将来性」

- I: 同大会セッション 電気学会応用部門長であり当フォーラム会長の堀洋一先生、J,K: 見学会－廣瀬製紙株式会社
- L: 2008年度年次総会・大会（5/15-16）講演
@湯河原三井物産人材開発センター
- M: 年次大会－講演 Q&A N: 忘年会 P: 年次大会 講演会
- Q: 年次大会 夕食会、R: 年次大会 岡村勉夫名誉会長
- S: キャパシタフォーラム in 高知 日本高度紙工業株式会社
（写真提供：S- 日本高度紙工業（株）、A,B,E,H,I,J,K 事務局
他全て堀洋一先生（背景画像含む））

高知到着後すぐに高知県の製紙メーカー二社を見学させていただきました。キャパシタはセパレータに紙を使用する場合があります。セパレータを製造するラインの見学、会社や紙の製造に関する解説や質問の時間もあり、充実した見学会となりました。

夕方からは、電気学会大会の会場でもある、高知県文化プラザかるぼーとにて、キャパシタフォーラム in 高知を開催。短い時間にもかかわらずの内容があり、活発な質問に「続きは交流会で」という一幕も。

夜には、高知県の企業とキャパシタフォーラムメンバーとの交流会が開かれ、なごやかで活発な雰囲気の中、キャパシタへの期待や現時点での問題点等の話題を中心に、積極的な交流がされました。

今回高知開催にたいへんご協力をいただきました野村先生および、麻岡様、松村様をはじめ、高知県の関係各位の皆様にご挨拶申し上げます。

また翌、二十八日（木）は、電気学会産業応用部門大会にて、「電気二重層キャパシタの将来性」という、千葉大の近藤圭一郎先生を座長としたオーガナイズドセッションが開催されました。フォーラムメンバーの講演や高知県西尾課長の発表もあるなか、学会員外にもオープンな形で開かれたこのセッションは、立ち見の出る大盛況となりました。

その他ご報告
今年度はキャパシタフォーラムは会の活性化のため多数の外部講師を招いて充実した交流会を行いました。また、懇親会の回数も増やし、交流・討論の時間を増やしました。標準化委員会は狙いを定めて、キャパシタ応用マニュアル作成ワーキンググループと形をかえ、また、会の運営を企画する企画委員会が発足、来年度は更なる発展を計画しています。

「キャパシタフォーラム in こうち」に参加して

昨年8月27日から29日の間、高知で初の電気学会産業応用部会が開催され、全国から企業や大学の研究者約1,000人が参加し日頃の研究成果が発表されました。

会期中、キャパシタの普及促進に取り組んでおられるキャパシタフォーラムの皆様による『キャパシタフォーラム in こうち』も同時開催され、フォーラム会員20数名や地元企業関係者等、60数名の参加者により、電気二重層キャパシタに関わる最先端の利活用方法や、高知県内での取り組み事例について相互に紹介するとともに、活発な意見交換がなされました。

フォーラムでもご紹介させていただきましたが、県内企業で既にキャパシタを搭載した街路灯・誘導灯を開発、販売を始めた会社もあります。また自社製品にキャパシタの応用を企画・検討している企業も数社出てきております。

高知県工業会電子電機部会としても、高知県の豊富な自然エネルギーを最大限活かせるキャパシタの特性に着目した新たな取り組みに、県と連携しながら積極的に関わっていきたいと考えております。

フォーラムの皆様方には、引き続きご支援ご協力をいただければ幸いです。



キャパシタフォーラム 2008年度の活動

- 2008/5/15-16（木、金）2008年度総会 @三井物産人材開発センター
- 2008/7/24（木）第1回会合（第33回）・第1回企画委員会@川崎市労働会館（サンビアン川崎）
- 2008/8/26（水）キャパシタフォーラム in こうち@高知市文化プラザかるぼーと
- 2008/9/19（木）第2回会合（第34回）・第2回企画委員会 @川崎市労働会館
- 2008/10/29（水）第3回会合（第35回）・キャパシタ応用マニュアルWG @MUSA 川崎シンフォニーホール研修室
- 2008/12/3（水）第4回会合（第36回）・第3回企画委員会・キャパシタ応用マニュアルWG @川崎市労働会館
- 2009/1/23（金）第5回会合（第37回）・第4回企画委員会@川崎市労働会館
- 2009/2/27（金）第6回会合（第38回）・キャパシタ応用マニュアルWG・第5回企画委員会 @MUSA 川崎シンフォニーホール研修室

キャパシタフォーラム in 高知

