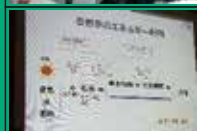


# CAPACITORS FORUM

## キャパシタ フォーラム

vol.16





懐かしのサンピアンかわさき



バスで花園工場へ



Web 上企画委員会



2020 唯一の現地フォーラム

目次

会報発行に寄せて

走行中給電の検討を！(脱炭素社会と自動車) 堀会長…………… 3

脱炭素社会とキャパシタ 木下繫則…………… 6

明白なこと 奥谷弘義…………… 8

キャパシタへの期待と試練 光田憲朗…………… 10

キャパシタと関わって25年 佐々木正和…………… 14

ナノハイブリッドキャパシタを用いた…………… 18

太陽光発電の利用率向上 杉山浩規…………… 22

大型車の環境対応について 肥喜里邦彦…………… 28

中国でのLiC応用事例 青木良康…………… 32

エネルギーシステムの現状と今後に関する一考察 石田隆張…………… 39

キャパシタフォーラム事務局 事務担当 藤本泰子…………… 32

会員企業紹介

日本ケミコン株式会社 宮川尊…………… 40

パールR&D株式会社 藤井勝仁…………… 41

株式会社マテリアルイノベーションつくば 羽藤之規…………… 42

キャパシタ解説シリーズ(第15回) 木下繫則…………… 43

2020年度フォーラム活動実績 事務局…………… 47

事務局からお知らせ 事務局…………… 48

会報発行に寄せて

## 走行中給電の検討を！

(脱炭素社会と自動車)

会長 堀 洋一

### ポイント

- エネルギ―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

### ガソリンと電気

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、と言ってきたが、これが2030年に早まりそうな勢いである。

モーターはいいがEVへのエネルギー供給問題は未解決である。なぜEVに「止まって」「短時間で」「大きな」エネルギーを入れようとするのか、じつに不思議である。ガソリンを町中に噴霧し、クルマがそれを吸い込んで走るなどということはまず無理だが、電気は実質同じことができる。ガソリンと電気はエネルギー形態がまったく違うのである。

電池型EVへの航続距離が不十分であることは皆知っているから、短い航続距離でがまんしようとか、急速充電や高性能電池こそがキー技術だと誰もが考えた。リチウムイオン電池EVは当面は重要である。しかしリチウムはよくてもコバルトが容易に枯渇するという理

由だけでも、長期的には消えるクルマである。これは日経エレクトロニクスの記事（参考文献(2)）によくまとめられている。

### モーター／キャパシタ／ワイヤレス

ではどうすればいいだろう。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、「充電航続距離」は意味を失う。停車中の「ちょこちょこ充電」、交差点などでの「準走行中充電」、さらに走行中の「だから給電」によって、EVは大きなエネルギーを持ち運ばず、電池に依存しないクルマ社会を描くことができる。

ここでは、EVを電力系統につなぐための「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。

### ●モーター

EVの特長は電気モーターの特長そのものである。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

分散配置できる、(3)発生トルクが正確に把握できる、という3点である。微小なタイヤの空転に対してミリ秒オーダーでトルクを下げることではタイヤはすべりにくくなり、同じ性能であれば、幅の狭い固いタイヤが使えるので燃費は一気に数倍になる。

クルマのエネルギー効率は電車並みに上がり、大量の電池を積む必要性はさらに小さくなる。加えて、車輪に直結するインホイールモーターを使ったアクティブサスペンション、ヨーピッチ、ロールといった姿勢制御が当たり前になり、安全性や乗り心地は大きく向上するだろう。

### ●キャパシタ

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、数分、数十分を走るエネルギーは自前で持つ必要がある。電力を頻繁に入れ入れするには、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に供されている。

### ●ワイヤレス

現在、50cm〜1m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メートル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道路への敷設

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。

2012年に162kmが部分開通した新東名高速道路は人件費など含めて2の兆円かかったという。割り算すると1mあたり1.600万円である。3mも走れば普通の家が建つ。東京湾アクアラインや最近の地下鉄の建設費は1mあたり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5000億円ほど、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る。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まったく事情が異なっている。

### ■100年ごとのパラダイムシフト

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こと。巨大企業のGAFANAといわゆる

勝ち組のありさまを見れば、ユーザはインターネットである安価な端末を持つだけで、肝腎の知能はクラウドに置くことになる。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持ち運ぶ、エンジン車、電池EV、燃料電池FCは時代錯誤の商品ということになるだろう。

クルマを電力系統につなぐ最後の数m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はハードウェアとしてすぐそこまで来ていても、最後の数mは高速WiFiが担うこととよく似ている。

### ■まとめ

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は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)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CO<sub>2</sub>だけに求めると道を誤る。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全員間違っていることがある。

災害時は停電するから電池EVは最初の日しか使えず、内燃自動車が必要なことは事例が証明している。逆にEVは火種になる危険がある。いろいろな見方があるということである。

にわかブームや一時の金儲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ら、妙なプライドは捨て「改むるにはわかることなかれ」の精神が肝要である。走行中ワイヤレス給電は、SiCやGaNのようなパワーデバイス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FES(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、内閣府SUや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したたかに築きたいものである。

### 【参考文献】

- (1) Breakthrough 充電技術が決めるEVの未来、これらが充電技術ごとのEVの未来、日経エレクトロニクス 第1198号 (2018.12.1発行) pp.29-51(2018)
- (2) 堀：これからの動力システムの変化と道路道路建設 30-11 pp.11-16(2018)
- (3) 堀クルマと電気、自動車技術「巻頭言」、Vol.74、No.7(2020)

★本稿は、日本経済新聞「経済教室」自動車の未来企画(2021.1.25朝刊掲載)のため執筆した著者の原稿をもとにしたものです。



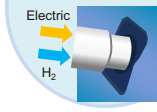
### 1. バッテリーの大容量化

- Li-ion電池の改良
- 革新的電池



### 2. 急速充電

- 超急速充電器
- 燃料電池



### 3. 走行中給電

- 接触式の給電
- ワイヤレス給電



いかにしてクルマに積む  
エネルギーを増やすか

いかにしてクルマに  
エネルギーを積まずに走るか

## EVの航続距離をのばす3つの方法

(郡司ほか「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. より引用) (原文は英語表記)

2021/1/25

日本経済新聞

EVの航続距離をのばす3つの方法

「郡司ほか」は、EVの航続距離をのばす3つの方法として、(1)バッテリーの大容量化、(2)急速充電、(3)走行中給電を挙げ、それぞれの特徴や課題を解説している。特に、走行中給電については、接触式とワイヤレス給電の2種類があり、それぞれの実用化に向けた取り組みが紹介されている。



ほり・よういち  
55年生まれ。東京大学博士(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

脱炭素社会と自動車 ⑥

堀洋一 東京大学教授

# 走行中給電の検討を



(出所) 郡司ほか「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)

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

EVの航続距離をのばす3つの方法

バッテリーの大容量化

- Li-ion電池の改良
- 革新的電池

急速充電

- 超急速充電器
- 燃料電池

走行中給電

- 接触式の給電
- ワイヤレス給電

いかにしてクルマに積むエネルギーを増やすか

いかにしてクルマにエネルギーを積まずに走るか

安全性能も高く、燃費も高く、コストは5千億円ほど、という試算もある。ワイヤレス給電の導入には、道路を電化し給電可能なシステム導入が必要だ。また、ワイヤレス給電には、道路を電化し給電可能なシステム導入が必要だ。また、ワイヤレス給電には、道路を電化し給電可能なシステム導入が必要だ。

# 脱炭素社会とキャパシタ

理事 木下 繁則

日本政府は昨年10月「2050年迄に温暖化ガスの排出を実質ゼロにすることを目指す」と脱炭素社会の実現を宣言しました。

現在、電気エネルギーの大半は石炭や石油の石化燃料を燃やして蒸気を作り、この蒸気でタービン発電機を回し、電気を作っています。内燃機関（エンジン）自動車も化石燃料を燃やし、動力を作っています。化石燃料を燃やした時に発生す排出ガスが地球温暖化の大きな要因になっていることから、エンジン自動車の削減や廃止する国々が増えてきています。

ここでは、現在の電気エネルギーについて考えてみます。

色々な発電所で発電した電気は送電線や配電線等の電力ネットワークを通して需要家（家庭や工場など）に送られています。

電気エネルギーは電力ネットワークを介して需要家に電線から送られますが、等価的に

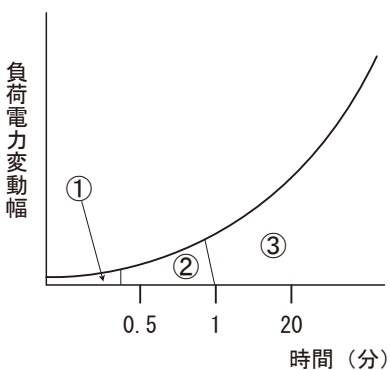
発電所と需要家の間是一对の電線で結ばれ、この電線を通って発電所で発電した電気が需要家に届けられる仕組みです。

電気の素は電子です。発電所で発生した電子が電線を通って需要家に届けられますので、需要家で受け取る電子の数は発電所で発生した電子の数と何時も同じです。すなわち発電所の電気と需要家の電気は同時・同量であることとなります。この同時・同量は電気エネルギーでは非常に大事なことです。多くの発電所と多くの需要家が繋がれている電力ネットワークでもこの同時・同量は守らなければなりません。この同時・同量から外れると電圧の大きさ（家庭では100Vと200V）や周波数（50Hzまたは60Hz）がずれてしまいます。

この同時・同量を守るため、現在では電力システムの制御によって電圧変動や周波数変動が規定値以内になるようにしています

この電力制御の一つとして電力の需要を予測し、この予測に合わせて発電する電力を決めています。

時々刻々変化する需要（負荷）に対応するため現在では負荷変動量と変動時間に対応して左図に示すような制御を行っています。同図で①の領域はタービンや発電機回転体の慣性エネルギーを利用して負荷変動を吸収しています。②の領域ではG<sub>TC</sub>（ガバナフリー）と呼ばれる領域で秒オーダーの変動に対しタービンの蒸気噴射量を制御しています。③の領域では需要予測等に対応した分オーダー以上の負荷変動に対応して発電量を調整しています。



電力需給調整図

同図に示した制御はいずれも発電機側の一方向の制御（発電のみで、電力を吸収する機能のない制御）です。

近年、太陽光発電や風力発電など自然エネルギー（再生エネルギー）により発電する発電所が増えてきています。この自然エネルギー発電の大きな問題は基本的に発電を人の手で制御できないことです。電力系統に接続される再生エネルギー発電量が少なければ「同時・同量」制御へ与える影響は小さく問題ありませんが、大きくなるとこの影響は無視できなくなります。また、自然エネルギーによる太陽光や風力発電の発電量を精度高く予測することも困難です。

従来は、精度よく需要（負荷）を予測して需要（負荷）に合わせて発電して、発電と需要のバランスをとってきましたが、脱炭素社会では、不安定な自然エネルギーをエネルギー源とする再生エネルギーの比重が増大してきますので、より電気を安定に送ることが益々重要となってきます。

脱炭素社会の進展によって火力発電が減少し、不安定な再生エネルギーが多くなりますので発電電力も時々刻々変動します。このた

め、新たな同時・同量制御の仕組みが必要となつてきます。図に示した①から③の領域の制御は双方向型であることが求められます。双方向とは発電したり、電力を吸収したりすることです。その方法の一つは蓄電システムを活用です。すなわち充電ができる蓄電システムを電力系統に接続することです。

蓄電デバイスとしてはキャパシタとバッテリーがあります。キャパシタは秒オーダーの充電を繰り返し行っても本質的には劣化しない短時間の充電に適したデバイスです。またバッテリーはキャパシタより多くのエネルギーを蓄えることが出来、長時間の充電に適したデバイスです。このことから、図の①と②の領域の電力調整にはキャパシタが、③の領域で時間の短い電力調整にはバッテリーが、時間の長い領域では揚水発電が適しています。また、水素と電気とのエネルギー可逆変換技術が進展すれば、電力調整として水素の活用が期待されます。

②と③の境界では、キャパシタとバッテリーの両方の性能を持ち合わせた蓄電システムであることが望ましい。すなわち、キャパシタとバッテリーを併用した蓄電システムが

望ましい。これは、キャパシタとバッテリーの間にチョッパ（直流を直流に電力変換するパワーエレクトロニクス装置）を挿入することによって実現できます。しかし、現時点ではこのチョッパは大きく、且つ高価で実現することは難しいですが、脱炭素社会の頃になりますと、このチョッパは今より大きさが1/100程度になると期待されます（本会報誌の「解説シリーズ参照ください）。チョッパの大きさが1/100になりますと、チョッパを内蔵したキャパシタ装置の実現は夢でなくなり、キャパシタとバッテリーの両方の優れた性能を持ち合わせた蓄電システムが実現できると思われます。

脱炭素社会では、基本的には太陽光エネルギーから発電する電気で生活する社会となります。この社会でも安定した電気を作るため、キャパシタの活用が益々広まってくると思われれます。このため、キャパシタの更なる性能向上や価格低減に向けた弛まぬ努力が求められます。関係者皆様の注力をお願い致します。

## 明白なこと

個人会員 奥谷 弘義

弊社アイオクスジャパン(株)は、キャパシタフォームの会長でもあった岡村迪夫の岡村研究所が母体となった(株)パワーシステムが2012年にアメリカのアイオクス社に買収されてきた会社である。私は、買収後にアメリカ側で採用され、アメリカ本社のミッションを背負って当時の(株)パワーシステム草津本社工場(オムロン(株)草津工場内の建屋)に赴任し、これまで約9年間、売上・利益をいかに上げ、日本事業の位置づけをいかに本国にロコするか(これに失敗すると、私のみならず、社員並びにそのご家族をも路頭に迷わすことにもなりかねない)に全集中してきた。という生い立ちなので、社員をいかに食わせるかということに、より時間を費やし、何年たってもキャパシタとは何ぞやすら説明できない経営者である。

そんな経営者ではあるが、掃除ぐらいはできるわいと、2020年年末に弊社書庫の大掃

除をしていたところ、岡村迪夫会長(弊社での最終役職が会長なので以後、岡村会長とする)の「電気二重層キャパシタと蓄電システム」の記念すべき初版がでてきた。技術的な本は学生(私事ですが、これも電子工学部出身)のところに読んだきりで、どうせ小難しい技術用語が並んで、分けのわからん数式を使った説明ばかりの類で、私には何の役にもたたないだろう、と鞆にしまっていた。それをこの年末年始の休みにページをめくったところ・・・岡村会長が平易な言葉で思いを綴られていた。以下、序文を少しご紹介する。

「地球の環境問題を考えると、太陽とか風力といった天然のエネルギーを利用したくなる。だが日が陰ったり風が凪いだり天然のエネルギーはムラが多い。人間のエネルギーの使い方もコンスタントではない。これらのムラ、そして供給と需要の差を埋めるには高効率で長寿命、つまり充放電の際の損失が少な

く、何千回使っても壊れない蓄電装置が欲しい。そういうものが存在したら世界が変わるほどの、切実な要求が存在する。これが解決すれば地球環境への負荷軽減にも、すでに始まっている地球温暖化を食い止めるにも大きく貢献する。バケツに水を汲んでおくように安直に使える蓄電装置がないか・・・この答えとして最適なのがキャパシタである。」

また、まえがきにはこんな記述も。「電気をキャパシタに蓄えるのは、別に新しい事ではない。だがキャパシタを二次電池の代わりに使うには20倍以上の性能にする必要がある。それができるはずだと言いついたところ、著書や研究で実績のあつたはずの著者が、急に世間から相手にされなくなった。研究論文が通りにくくなり、研究発表をやっても聴衆は少なく、学会誌の総評では無視されたりした。まったく新しい産業を興し、炭素や電解液の工場まで建設する必要のあるECSを普及させるプロジェクトは、一朝一夕には完成しない。売れるなら量産するのだが・・・、安くなれば使うのだが・・・、という鶏と卵の検討のなかで現状では各社の事業化が、まさにこれから展開」しつつある、という時期



にいます。(1999年2月)

いまから21年前である。第一次キャバシタブームの到来である(私個人の私見)。「大企業10社余が参入し、市、県、国から補助金を受けた」、とまえばきにもある。

その後、2012年には、日本ケミコンさんのキャバシタがマツダ車、ホンダ車に採用され、第二次キャバシタブーム到来である(これも私見)。乗用車への採用のほか、産業機器、事務機器や医療器などでキャバシタの採用事例が少しずつ増えてきたものの、「出る杭は打たれる」、「石橋を叩いて渡る」、「赤信号みんなで渡れば怖くない」といった日本文化(これも私見)のせいなのか、日本では「田へ急速に傾倒していくなか、キャバシタから撤退するメーカーも多く、日本国内でのキャバシタ市場は思いのほか広がらなかった私見。

この間、中国では、国の補助金の追い風を受けて、キャバシタを使用したハイブリッドバスや、風車のピッチコントロール等々で採用が進み、キャバシタメーカーも雨後の筍の如く出現するなど世界一のキャバシタマーケットとなっていく。現在は、第三次ブーム到来といつていいのかまだわからないが(数年後

に判明する)、「JENX」さんが温度範囲の広い「O」を開発して電動パワーステアなどの自動車応用に採用されていくと聞いている。また、グラフェン等の新材料を使用したより大容量のキャバシタの研究開発も行われていると聞く。これまでの弱点を克服すれば、高効率で長寿命という特性を持ったキャバシタは、現在の世の中の潮流に乗って、より大きな市場に必須の技術となっていくであろう。

弊社はいつと、2020年4月に親会社社のIOXUS,Incが、アメリカのSPSというバッテリー会社に買収され、その傘下でこれまでと同様にキャバシタの製造・販売を行っている。

今後はこれまでのキャバシタ専門メーカーからAGMバッテリーやリチウムイオンバッテリー、あるいはそれらとキャバシタを組み合わせたソリューションの提案・販売も行う蓄電池デバイスメーカーへと変わっていくことになる。そうした中、あたらしい体制での企業理念を考えているときに、たまたま見つけた岡村会長の著書を読んだのだった。環境負荷低減のための答えとしてキャバシタを使った蓄電装置を何とか作り上げたい、といった岡村会長の熱い気持ちも盛り込み、企業理念を「蓄電技

術で持続可能な社会を創造する。仕事を通して全社員の人格向上の追求と物心両面の幸福を追求する」と制定した。持続可能な社会を創造するなど、弊社の現在の企業レベルからすると大きすぎる理念だが、先思後動、夢は大きいほうが良い。また世の中が、物質主義から人間中心の考え方にシフトしていきなから、全社員の人格向上が今後の社会貢献、会社発展には欠かすことのできないテーマとなってくると考える。経営側としては、物心両面の幸福追求のためには、社員には、まず「足るを知る」ことをいの一歩に学んでもらいたいものと願っている。(笑)

日本、アメリカ、EUと2020年末にかけ、先を争うように脱炭素化・再生可能エネルギーへのシフトを発表した。また、年始には堀先生のちよこちよこ給電が日経新聞に掲載された。間違いなくキャバシタがマストで必要な世の中がもう問もなくやってくる。これは明白である。環境負荷低減をキャバシタで、と訴えた岡村会長のご意思を引き継ぎ、新しい理念のもと社員とともに成長していけるよう、またキャバシタ業界の発展に微力ながら貢献できるようこれからも尽力してまいります。

# キャパシタへの期待と試練

三菱電機株 光田 憲朗

キャパシタフォーラムには確か発足時から参加させていただいていると思います。

キャパシタには個人的な思い入れもあり、その未来には大いに期待しています。

でも、EVやFCVなどの追い風の中で、バッテリーやコンデンサが、コストや性能で競争が激化し、日本のお家芸と思われるリチウムイオン電池（LIB）が、韓国や中国に世界市場を奪われ、さらに韓国や中国のLIBメーカーに納入していた日本の材料メーカーも、韓国や中国の材料メーカーに市場を奪われている現状を見ていると、キャパシタにとっての未来は決して楽な道のリではないのだろうと懸念してもいます。

キャパシタに対してユーザの立場でエールを送るようと要請されたのですが、単なる夢物語を語っても仕方がないので、ここでは、あえて4つのテーマに分けてキャパシタの置

かれた試練について皆さんと共に考えてみたいと思います。

## 1. バッテリーとコンデンサの狭間であって

図1は、縦軸に瞬発力（出力密度）、横軸に持続力（エネルギー密度）をとってバッテリー、コンデンサ、キャパシタを比較したものです。キャパシタの代表としてEDLC（電気二重層キャパシタ）とLIC（リチウムイオンキャパシタ）を挙げています。

当然ながら、バッテリーは持続力、コンデンサは瞬発力に優れるわけで、キャパシタはその中間に位置しています。昔は僕も、じゃあキャパシタは、バッテリー用途でもコンデンサ用途でも使えて便利なのかなあと単純に考えていたのですが、実際には、そんなに甘くはありませんでした。

図1の縦軸と横軸は対数軸になっていて、用途は、実は非常に狭い範囲で限定された工

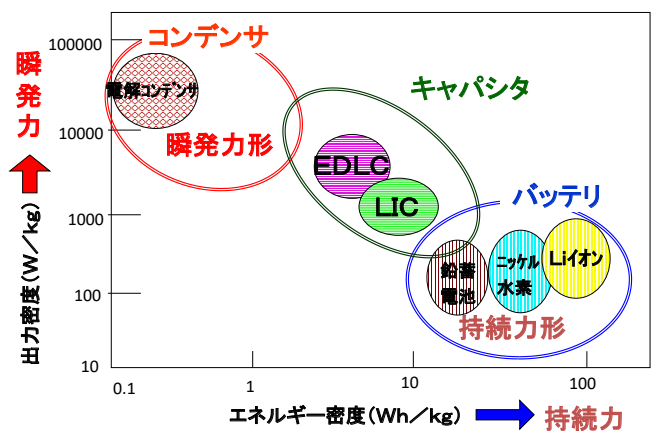


図1.各種蓄電デバイスの比較

リアにしか存在しなかったんですね。バッテリーとコンデンサのそれぞれの瞬発力と持続力に合わせて、さまざまな用途の仕様が決まり、それぞれの用途の市場規模が大きくなっていったと言い換えた方が良いでしょう。

鶏が先か卵が先かの関係ともいえるのですが、既存の用途の瞬発力と持続力の範囲は、

長い歴史の中で培われてきたものであって、その中間にあるキャパシタの瞬発力と持続力の領域の中には、そもそも既存の用途がほとんど無かったんですね。従って、キャパシタの瞬発力と持続力の領域に新たな用途を見出さなければならなかったんです。

それが、キャパシタフォーラムの前身であるECSSSの創業者であられる岡村迪夫先生がキャパシタの普及に向けて大変ご苦労された原因の1つのような気がします。

キャパシタの瞬発力と持続力の領域での新たな用途については、このキャパシタフォーラムの会員を中核として模索が継続的に進められています。ただ、キャパシタの瞬発力と持続力の領域に合わせて新たな用途を探すというのは一筋縄ではうまくいかないんですね。もちろん、大型瞬低補償装置とか、風力発電のピッチ制御用電源とか、ガソリン車のブレーキ回生とか、キャパシタの用途は徐々に広がっています。バッテリーとコンデンサがその用途とともに長い歴史の中で培われてきた市場規模に比べるとどうしても小さいんですね。

キャパシタフォーラムから発刊されている応用事例集の中に、キャパシタフォーラムの会員の皆さんを中心とした懸命な努力の跡を見ることが出来ます。

では、どうするか、それが次のテーマになります。

## 2・EDLCを瞬発型と持続型のどちらにもっていか

実は、EDLCは、電極を分厚くすると持続力型に、電極を薄くすると瞬発型になるんですね。実をいうと、バッテリーの場合も同じなんですが・・・

図2は、標準型のEDLC（瞬低補償装置用）を右回りに持続型、左回りに瞬発型にした場合に想定される用途を記載した図です。

実際、僕が中心になって、どちらも開発してみました。持続型では、手帳のような薄い電極を使って試作しました。でも、バッテリーの持続力には勝てず、見込みはありませんでした。一方、瞬発型では、当時、自動車のブレーキのエネルギーを回生して、アイドルストップ時のエンジン始動のエネルギーに使用

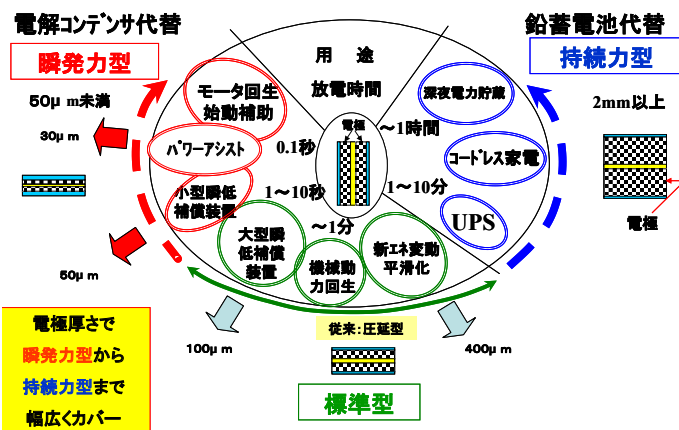


図2.EDLCの電極厚さによる用途拡大

うというニーズが出てきたところでした。三菱電機ではオルタネータを製品にしていたので、エンジンブレーキでオルタネータに発生する瞬時電力を有効に使用して燃費を高めたかったんですね。オルタネータは、昔はダイナモとも呼ばれていて、エンジン始動やライトなどの車内電力を生み出すためにエンジンに取

り付けられた発電機なのです。実は、発電機はそのままでモータにもなるんです。でも、鉛蓄電池に瞬時大電流で戻すと充電できずに発熱するだけで、コンデンサでは十分なエネルギーが貯められないということで、キャパシタへの期待があつたんですね。でも、標準型のEDLCでは内部抵抗が大きすぎて、大容量のEDLCを搭載しないと、瞬時大電流を効率よく充電することはできませんでした。そこで、極限にまで電極を薄くして、内部抵抗を徹底的に下げて、ついに1秒充電が可能な瞬発キャパシタを開発したんです。1秒充電1秒放電を1年間連続で繰り返してもほとんど発熱せずに充電でき劣化しないという優れモノでした。残念ながらエンジンルームに搭載することになるので100℃以上での耐久性が求められ、コストの壁もあって製品化にまでは至りませんでした。でもEDLCの目指すべき方向の1つであることは間違いないと思います。

### 3・キャパシタのコストをさげるには

キャパシタの用途開発でコストをいかに下

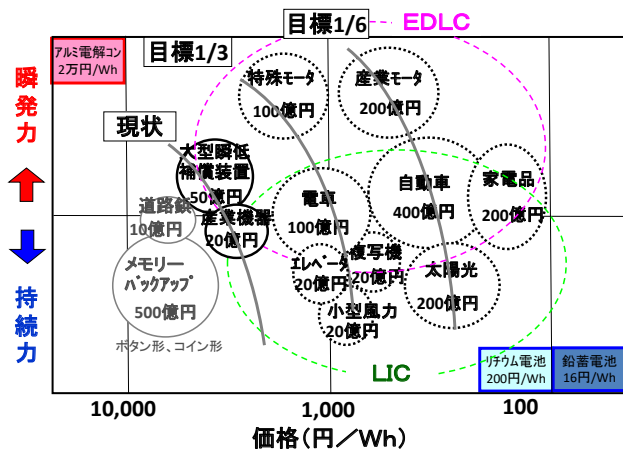


図3.キャパシタの創出する新規市場(2009年作成)

げるかが今でも大きな課題となっております。図3は、新たなNEEDプロを立ち上げてもらうためにキャパシタメーカー各社や活性炭などの材料メーカーと相談させていただいて2008年に僕が作成した低コスト化へのシナリオです。僕の分析ではキャパシタのコストは、現状の6分の1にまで下げないとバッテリーやコンデンサに対抗して新規市場に入り込

むのは難しいと思われました。

結局は蓄電なのでWh単価がいくらになるかがポイントなんです。EDLCやLICのメーカだけでなく、活性炭、電解液やキャパシタ用のアルミ箔などのメーカーも巻き込んで皆でキャパシタのコスト低減を図らないと6分の1へのコスト低減は無理だと判断しました。

幸い、この図を使って、新規NEEDプロを立ち上げていただくことができたのですが、ちょうど政権交代があつて、予定されていた100%委託のNEEDプロではなく、3分の2補助の事業にするように事業分けされてしまいました。結果、プロジェクト全体の予算は増えたのですが、参画を予定していたいたキャパシタメーカー各社やキャパシタ材料メーカー各社は、3分の1の自社費用の捻出はとて無理ということで、3分の2補助でも応募する会社は三菱電機1社のみになってしまいました。

三菱電機としては、リン酸鉄を正極とする「EDLC」を組み合わせた持続力複合型キャパシタの開発を提案しました。でも、他に応募しそうな企業がなかったため、結局同じく



事業仕分けで予算をゼロにされていた経済産業省主導のスマグリ4地域のプロジェクトに取り込まれてしまいました。経産省のプロジェクトがNEEDプロになるのはこれまでもあったようですが、NEEDプロが経産省のプロジェクトになったのは初めてのことだったようです。

2年目からは経産省の予算がついて、経産省のプロジェクトとなり、唯一R&Dで入っていた持続力複合型キャパシタは異質だったこともあり、スマグリ4地域での実証試験が継続の条件とされたのですが、実証試験までは困難と判断して一年で終わってしまいました。僕としては大変心残りでした。キャパシタメーカー各社やキャパシタ材料メーカー各社が一丸となってNEEDプロを推進し、6分の1への低コスト化を実現できていれば、現在の時流に乗ることができたのではないかと残念に思います。

#### 4・全固体化と高温動作化への流れ

電力変換器は大きな発熱を伴ったため、冷却しなければなりません。でも動作温度が

100℃を超えると放熱効果もあって冷却は簡単になります。電力変換器の小型化が求められるにつれて冷却機構を簡素化する必要が生じ、高温動作化が必須となっています。

SパワーデバイスからSiCパワーデバイスに進化すると150℃を超える動作も可能になるので、より一層の高温動作化が求められる。従来アルミ電解コンデンサが用いられていた用途でも、フィルムコンデンサやセラミックコンデンサ（セラコン）に置き換わっています。これらは電解液を使用しないので100℃以上の動作も可能です。スマホですでに数百個の微小なセラコンが使用されています。

バッテリーでも高温動作化と全固体化が進んでいます。電気自動車用に硫化物系の全固体「ED」がトヨタ自動車を中心に開発されているのは皆さんご存じかと思います。硫化物系全固体「ED」は、水分があると自殺ガスで有名な硫化水素が発生するため、人の入らないドラムで製造する必要があります。また、超高压でプレスしないと抵抗を下げることで、一般的な巻モノ（連続モノ）の高速

な製造手段が使えないなど量産化に向けて多くの課題がありますが、燃料電池スタックの量産化にいどんだトヨタ自動車の底力で、すでに実用化に近いレベルにあるようです。

一方、酸化物系の全固体「ED」は、接触抵抗が大きく、焼成プロセスが必要など、大型化が難しいのですが、EVへの応用が期待されており、セラコンと同じような超小型の酸化物型全固体「ED」については、コンデンサメーカーからすでに市販が始まっています。しかも、燃料電池と同じようにバイポーラ型で正極負極を交互に積層することで出力電圧を大幅に上げることができ、セラミックですから200℃近い温度での動作も可能です。

こうした全固体化、高温動作化への流れにキャパシタがどう対応できるかが、今後キャパシタが大きな市場を形成できるかどうかの力ギになるような気がします。

あるいは、あえて全固体化や高温動作化への道を選ばずに、従来と同じように電解液を用いて新たな用途を模索することも考えられます。キャパシタフォーラムの会員の皆さんの創意工夫を期待したいと思います。

# キャパシタと関わって二十五年

個人会員 佐々木 正和

すぎさった人生を語るような記事を頼まれる年代になってしまったかと、落ち込みながらもさて何を書こうか、やはりここはキャパシタとの関わりということに限るでしょうから、そこへたどり着くまでも含めながら思い出すままに書き進めたいとおもいます。

## 1. どうして技術屋に

国語で点数をかせぐ自信が全くなかったので入試科目にない理系を志望した気がします。大学3〜4年にかけて学生運動が盛んな時期でしたが、理工館を全学連に乗っ取られて、理系は個人ロッカーを与えられていたのでここに行かせろ、行かせないという単純な理由で全学連と対決というか徹夜でならみ合ったことがあります。結局、学内に機動隊が入ってしまつて、我々は直接催涙弾を撃ち込まれるところにはいなかったけど、流れてくる煙りによる目への刺激がものすごくがまんの限度を超えていましたね。あれから半世紀かな、今、香港やミャンマーで若者たちが催涙弾を

撃ち込まれているニュース映像を見るにつけ遠い当時ですがよみがえってきます。

しかし、若者はわかものですよ。学生時代、部活でテニスをやっていました但那かの学生運動で毎日のようにあつちこつちのデモに参加し機動隊に追われてるヤツがいました、どうしてうまく逃げれているんだと聞くと、追われたらどこかの家に逃げ込んで2階にあがつて物干し台からとなりに逃げればうまくいくといっていました。機動隊は一般家庭のなかまでは追つてこないし、家に人はいても、すみませーん、といえばぼかんとしたままだよと、昔は東京ものどかだったということもあつたろうが、若いというのは今もそういうことでしょう。香港でもミャンマーでも多くの若者はうまくやっていますよ、うまくやっているとしたいと思います。

## 2. どうして車屋に

卒論が車の排ガス対策についてでした。実験もかなりやることになっていましたが学生

運動の影響であんまりやれずに、大学にもあまり行けず、卒論は枚数だけ書いて終了です。今のコロナのように、大学が冬の間ロックアウトしていたので、その間ほとんどスキーに明け暮れていました。白馬と二セコがメインでした。白馬にはバイトしながら長逗留しました。宿の主はスキー連盟の幹部らしく、我々バイト連中に白馬スキー大会への参加を強要し、当時は自衛隊が来てコース管理をするほどの大きな大会でしたが、もちろん順位はピリの方で転倒しながらも完走はしました。

二セコには高校時代の友人が山籠もりし二セコに自分で家を建てたというので厳冬の最中行つたわけですが、その家というか小屋は朝起きると布団の上につつすら雪が積もつてる状態、スキー場に行くとゲレンデを滑る奴は二セコを知らないやつだと林間に連れていかれ、粉雪は確かにスピードが出ると浮くので新雪を思うように滑れるが転倒すると大変、スキーで足が浮き、頭が下になつて雪にうまり、もがくほど頭が沈むというのはまいった、それだけ粉雪だということでした。そんなことの影響で入社してから結婚するまでの収入のほとんどは冬のスキーで消えてしまった。その二セコを数年前に尋ねたら、当時あまり人も来ないスキー場でまわりは買い手もない

ような原始林だったが、今はすさまじく広く開発されていて、友人がアルバイト代くらいかもうちよつとかで買った土地が、今は億を超えてると言っていました。海外客依存のニセコ、今はコロナでさんさんかな。

話がそれってしまった、卒論でついた研究室の先生は日産ディーゼルの顧問でした（当時は企業の顧問などで稼ぐ先生が多かった。当時は企業側からの指定校制度でそこに先生の推薦で入社試験を受ける方式、それで試験を受けたわけです。他にも数社推薦をもらっていたが一つ合格が決まると他の推薦は取り消しという冷たいルールにより決まってしまう次第で、当時はより管理社会だったのかな。ちなみに、一昨年訪問した中国の一汽・トヨタでも指定校制度を採用しており（一汽自体がその方式）、学生は入りたい会社を選べないそうです。

### 3. 日本の技術は弱かった

このタイトル間違っていないか、と言われるそうですが半世紀前の話です。最近というかコロナの前ですが、東京モーターショー会場で車の下にもぐって写真やらメジャーで寸法計ってる若者を時々見かけましたが、それを見た日本の若い技術者が「なにやっつてんだろ

うね、かっこわるい」と漏らしましたが、数十年前、我々日本の技術者が特に欧州のモーターショー会場でそんなことをやっているのをよく見ました、というか見られましたかな。そして会社でも、海外の新型車、エンジンをどういう手ずるかで発売早々に購入し分解し実験しさんさん調査しました。とにかく目新しい機構がふんだんで、設計がスマートという印象が強かった。設計がスマートというのは今のあちら製の車・エンジンでもそう感じます。ルーブルに行くときどき小学生集団が授業で来ていて絵を描いている光景に出会いますが、そういう一流を見る経験が効いているかとも思ったりしました。

日本もがんばっているぞと思っても、やはり新技術では欧米車に勝てないなと思わされた時期がかなり長かった。

そんな時代があつて、オイルショックを越え高度成長の後半あたりからやっつと日本の技術が強いとみられるようになった気がします。大型車はもうちよつと後かな。

ところで、下の写真は欧州のモーターショーに行つたついでに寄つたところ、ベルサイユの庭園です、庭園に入るのに別途入場料をとられるほど大規模な庭園ですが、池が数限りなくあつて宮殿に近い二、三の池では時間ご

とに大噴水と大音楽が始まります。そこから数百メートルのセー又川まで池が並んでいて、かつて舞踏会のときにはセー又川を船で来たお客さんを池の船で送迎したとか。その多くの池の上流に大きな川はないようでセー又から人力でくみ上げたとか、特に噴水用は宮殿の屋上まで人力でくみ上げたらしい。その庭園の管理監督をやっていた人物がセー又から機械で水をくみ上げられないかと、その構想図を兄弟に送つたそうでその図が残っていて、シンブルな形です。それがニューコメンの蒸気機関（負圧機関）へつながり、そしてその修理を担当したグラスゴー大学の技術員だったワットが今でいう蒸気機関（正圧機関）と



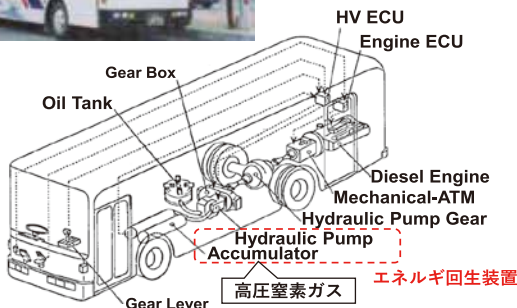
ベルサイユ宮殿の庭園、池・池・池

いう形に改造した（ワットは発明者とは言えない？）ということ調べて先人が大型車メーカーにいて、それを私は大学の授業で時々使わせてもらいました。地球温暖化の始まりである蒸気機関の出現の背景は、ということはキャパシタや蓄電池の必要性の発端ということにもなりますが、ベルサイユの庭園の池かもしれないということになります。「必要は発明の母」その通りです。その庭園管理監督者は、物理の教科書だったか有名なクリスチャン・ホイヘンスという人だそうです。

やはり日本の技術は歴史が浅いのでちょっとの期間の自信では持続が危ういかも、これからの頑張り次第ってとこでしょう。

#### 4. キャパシタとバス・トラック

高度成長とともに大気汚染含めた公害問題が浮上し、特にディーゼルの排ガスはやり玉にあげられました。その排ガス対策の研究を担当していましたが、ディーゼルが禁止されるかもしれないという圧力というか危機感に迫られ、排ガスを下げる努力を日々一生懸命やっています程度じゃだめだ、ディーゼル以外の手立てはないのか、と責められる側でした。鉛バッテリー応用電動化の試しはすでにやっけて、電動化の格好が付くだけで実効は出ない、



機械式(蓄圧式)ハイブリッドバス

重さがダメージになると分かっていました。プリウスが登場する以前で新たなバッテリー応用の可能性はほぼなかった時期でした。

それで電動以外の他の手段、バスの耐久性に適応し実効も上げられるという狙いで左図のようなHVバスを開発し発売したのがその第一号でした。1990年代初め、この機械式HVは国内大型バスメーカー4社の内、3社が発売しましたからどこでも鉛に困って苦肉の策としたのでしよう。ところで、写真のバスは会津側から尾瀬に向かう路線ですが、

東京、大阪、横浜などでかなり多く活用してもらいました。

なお、写真のバスの尾瀬路線、今はBYDのEVバスが走ってるらしい、う〜ん。

キャパシタの話の書きが長くなってしまいました。実はこのHV方式が、キャパシタを車に応用へと展開することになった第一の背景だった気がします。

1990年代中盤ころだったか、バスのバリアフリー化の動きが急拡大し、床を低くしてノンステップにすることが標準化されることになり、大砲の砲身のような高圧アキウムレータは重くて床下に車載するしか手がなかった。機械式HVは急に終焉を迎えることになってしまったわけです。この機械式HVは高効率な回生性能を有していて、ディーゼルのハイブリッド化では高効率な回生が不可欠だと実感させられていたことから、これの代わりになるような回生の手立てはないものかということになったわけです。LIBを車に応用できさうだという情報が聞こえ始めたころです。

#### 5. キャパシタとの出会い

「次世代高効率自動車の研究開発」というプロジェクトがNEDOで立ち上がって、車



メーカーは全参加のこと、ただし、ガソリン、軽油は不可、ということだったかな。要はクリーン化と代エネ化の努力を示せということだったんでしょ。

なにをテーマに応募するかでは、天然ガス利用は得意分野だったのですぐ決まり、さて次世代策はとなって、ちょうど機械式HVの代替が必要となっていたので高効率回生型蓄電装置応用クリーンエネルギーHVバスの開発という内容にしたと思う。蓄電池とせず蓄電装置としたわけです。L-i-B推奨一派もいました、その当時は車へのL-i-B応用は研究の初期段階であり、かなり危ないとの見方も多かった、そんな中でキャパシタというのがあるらしい、回生に効果的らしいという意見が急浮上し、それで電池に固定せず高い可能性を探るといふあいまいな目標の蓄電装置という名称で応募したと思うがそのまま採用された。

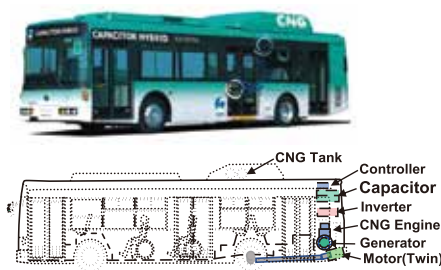
キャパシタというのがあるらしいという原点は、1996年大阪で開催されたEVS13において元名誉会長岡村迪夫氏が「大きなパワーで高効率に充／放電できるキャパシタ」という内容の論文を発表され、それを同じ部署の先輩である渡邊氏が聴講し興味を持ったというのが始まりだった。

NEEDOPロでは、L-i-Bがキャパシタかを見極める開発評価をしたうえでいずれかを選択するという流れだったが、途中から予算削減しろということになり、見極める前に選択を迫られてしまい、NEEDOPロの社内責任者をやっていた関係で自分で決めるしかなく、他社の多くが選択していたL-i-Bでは優位にはなれないからキャパシタにしようと思ったように思う。

それからキャパシタとの引くに引けない付き合いの始まりで、若手技術者を岡村研究所に頻繁に通わせ、例えば私も時々そこに参加するのが楽しみであった。そして社内でキャパシタを内製できるようになり、キャパシタ応用により機械的に回生可能な限界までエネルギー回生が可能なハイブリッドバス(下図)を開発し、当時、自動車の効率としては最高の48%を達成しNEEDOPロを無事完了できた。商品化はバス事業の影響でハイブリッドトラック(下図)が先であった。なお、下図HVバスはキャパシタを含めて後部の旧エンジンルーム内に搭載され、3ドア付で後部までフラットなバスになったが、日本の標準化は未だ中扉までのフラット化にと止まっている。

## 6. 技術も人と人との縁が基盤かな

NEEDOPロ乗り切り策であったキャパシタであるが、これが岡村先生との、当フォーラムの皆さんとの縁に広がり、また、左図2台のHVモータシステムの開発では、当時まだ大型車用モータがなかったなかで、富士電機さん、特に今はフォーラムの理事である木下さんには語りつくせないほどお世話になりました。山中湖だったり秩父だったり度々泊まり込みで夜は飲み続けながらも、会議というか、技術論戦というふうなお付き合いを得て2台を完成させることができました、感謝感謝です。その縁で今もってフォーラムに楽しく参加させていただいております。技術は人と人が創るものです。楽しく創りたいですね。



キャパシタ CNG HV バス



キャパシタ HV トラック

# ナノハイブリッドキャパシタを用いた 太陽光発電の利用率向上

日本ケミコン(株) 杉山 浩規

## 1 はじめに

本検討は、東京農工大学発ベンチャー(有) ケー・アンド・ダブル発案のもと、東京農工大学、(株)T-HI検査計測、サンケン電気(株)、日本ケミコン(株)により、環境省技術開発・実証事業として実施されたものです。

## 2 背景

日本政府は、第5次エネルギー基本計画(平成30年7月)のなかで、パリ協定における温室効果ガスの削減目標を、2030年度に2013年比▲26%、エネルギーミックスにおいて、再生可能エネルギー比率を2030年で22~24%にするビジョンを公表、温室効果ガスの削減を目指してきました。さらに、菅総理の所信表明演説で「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。すなわち、2050年カーボンニュートラル、脱

炭素社会の実現を目指す」ことが宣言され、温室効果ガス削減に向けて、今後、各種政策が加速されることが予想されます。

温室効果ガスの8割以上は、燃料の燃焼によつて発生するエネルギー起源CO<sub>2</sub>であることから、エネルギー転換により、再生可能エネルギーの導入が今まで以上に、積極的に進められていくのは間違いないところです。

再エネはいろいろありますが、太陽光発電(PV発電)が真っ先に思い浮かびます。2012年に変更された固定価格買取制度(FIT)が後押しとなり、売電目的での導入が加速し、一般住宅向けからメガソーラーまで、様々な規模で導入が進みました。その後、FIT自体は買取価格の改訂により、売電目的での導入はメリットが失われましたが、今後は電力供給者からの買電から自家消費のための導入へと変わり、自立電源化も推奨されて

いることから、PV発電が再エネの主役を務めていくことは、PV発電のポテンシャルから考えても間違いないところです。

## 3 太陽光発電の課題

PV発電は、その名が示すように太陽からの光エネルギーがPVパネルに到達することで電力を発生させます。PVパネルでの発電量に影響するパラメータは各種ありますが、基本的には日射量により決定されます。実用性はともかく、パネル自体は満月の月明りでも発電可能といわれるように、僅かな光から晴天時の十分な日射まで幅広く対応します。直流として発電された電力は、パワーコンディショナ(PCS)で交流に変換され、電力系統網などの負荷へと配電されますが、PCSは自身の定格電力に対して、入力電力が微弱になるほど、変換効率が低くなります。さらに入力小さくなると、設定パラメータにより休止モードになり、発電が停止します。一旦休止モードになると内部回路保護のために、日射によりPVパネルでの発電量が回復できても、再起動条件を満たすまでは休止モード

が継続され、PVパネルの発電実効能力を生かすことができなくなります。

図1は、雨時々曇りであった日の日射量と発電量を示したもので、日射量の急激な低下などで、PCSが休止してPVパネルがオープン状態となり、出力が0kWに数回なっているのが分かります（矢印部分）。

微弱な発電は、雨天といった気象条件が悪い場合は無論ですが、朝・夕方の日射の入射角が浅くなる時にも発生します。また、不安

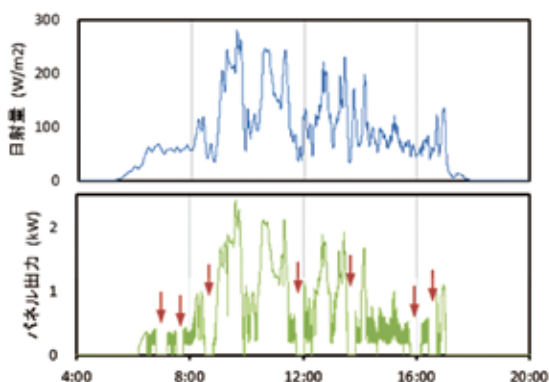


図1 日射量とPVパネル出力（雨時々曇）  
日射量の急激な低下でPCSが停止、パネル出力が0kWになっている様子が見て取れる（矢印部）

定な天候で雲によって一時的に日射が遮られ、発電量が著しく変動する場合は、システム出力を最大化する最大電力点追従(MPPT)制御が対応しきれないために変換効率が低下して設備利用率を下げる問題もあります。

#### 4 太陽光発電支援システムについて

このように、既存の太陽光発電システムでは、PCSでの電力変換に適さない発電条件があり、活用ができない電力をキャパシタで回収し、PCSでの変換に適した電力へ整流することで、太陽光発電システムの設備利用率向上を目指したのが太陽光発電支援システムになります。

太陽光発電と組み合わせられる蓄電デバイスとしては、リチウムイオン電池製品が既に市販されていますが、これらの製品は系統へ売電できない余剰電力を充電して、夕方から深夜電力に切替るまでの時間帯での利用や災害時の独立電源として使用することを目指したもので、PV支援システムとは方向性が異なります。リチウムイオン電池でも、微弱電力の回収は可能と思われませんが、気象

条件等によって変動する発電電圧を電池に充電が出来る電圧に調整するDDコンバータが不可欠となります。これに対して、キャパシタはその特異的なI-V特性から、電圧調整を行う必要がありません。PVパネルとダイレクトに接続して使用が可能であり、電圧変換によるロスもないことから、微弱な電力回収に適したデバイスと言えます。図2にキャパシタと電池のI-V特性を示します。

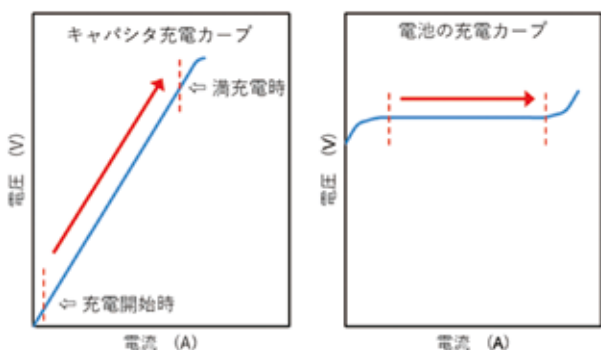


図2 キャパシタと電池のI-V特性  
キャパシタは充電量に応じて電圧が変化するが、電池では、一定電圧での充電が必要

図3に示したのが、PV支援システムの概略回路になります。通常のPV回路に対して、キャパシタ回路は並列に接続されます。気象情報からの発電量予測やパネルでの発電状況をモニターして、PV用PCSの変換効率を低くすると判断した場合に回路を切り替えて、キャパシタへの充電を開始します。充電中は電圧をモニターして、キャパシタが満充電になれば、キャパシタPCSで定電力での交流変換が行われます。キャパシタからの放電中は、PV用PCSも稼働させて、変換効率は低くなりますが、PVパネルが発電する電力

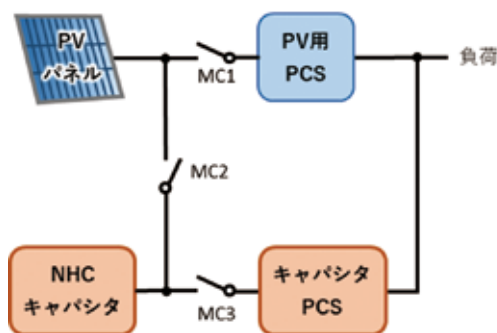


図3 PV支援システム概略図

- ・発電量が十分な場合は、PV用PCSで電力変換する。
- ・微弱電力は、NHCキャパシタへ充電後、キャパシタPCSで電力変換を行う。

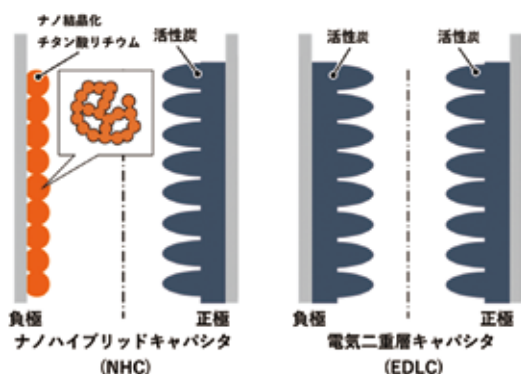


図4 NHCとEDLCの電極構造

NHCキャパシタは、負極にナノ結晶化チタン酸リチウムを用いる。ナノ結晶化により、高速充放電特性を発現する。

を可能な限り電力変換して利用率向上を図ります。また、キャパシタPCSは、パワー素子にSiCを用いるなどして電力変換効率を高めた、専用設計品となっています。

5 ナノハイブリッド  
キャパシタ (NHC) について  
システムで使用するキャパシタモジュールには、ナノハイブリッドキャパシタ (NHC) を用います。図4に示すように、電気二重層キャパシタ (EDLC) では、正負極が活性

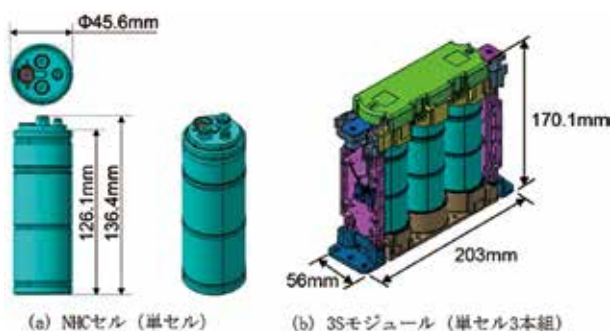


図5 NHCセル(a)と3Sモジュール(b)

NHCキャパシタは、円筒形ネジ端子構造モジュールは、単セル3本を1セットした3Sモジュールを複数台組み合わせて、キャパシタモジュールとする。

炭であるのに対して、NHCでは、負極にナノ結晶化したチタン酸リチウム (LTO) を用います。ナノ結晶化することで、電子伝導性が低いLTOの欠点を改善して、高速な充放電に対応可能としています。また、LTOの合成段階で、ネットワーク構造を形成させて、その間隙部分が電解液の浸透性を促進し、リチウムイオンの電導性を助けます。NHCはEDLCより約3~4倍の容量体積効率がありモジュールの小型化につながります。



キャパシタセルは、図5に示すように、外形は円筒型ネジ端子構造をとり、素子構造での低抵抗対策がなされ、微弱電力回収の効率化に寄与させています。PV支援システムには、この単セル3本を1組とした3Sモジュールを基本単位として組み込まれます。3Sモジュールは、保護回路・電圧安定化回路を内蔵した治具カバーで固定され、システムの動作電圧に合わせて複数台を組み合わせます。これらのセル・モジュールは、自社設計・製造によるものです。

## 6 システムの実証試験

本システムの実証試験は、東京農工大学小金井キャンパスのPVパネル（20kW）を利用させていただき、令和元年度下期より開始されました。

図6に、システムの運転実施例として、日射量、PVパネル出力、PV用PCS、キャパシタ用PCSへの入力電力量を示します。この日の気象状況は、曇りのち一時晴れであり、朝・夕方の日射量が少ない時に加えて、日中の日射量が低下した時に、キャパシタで

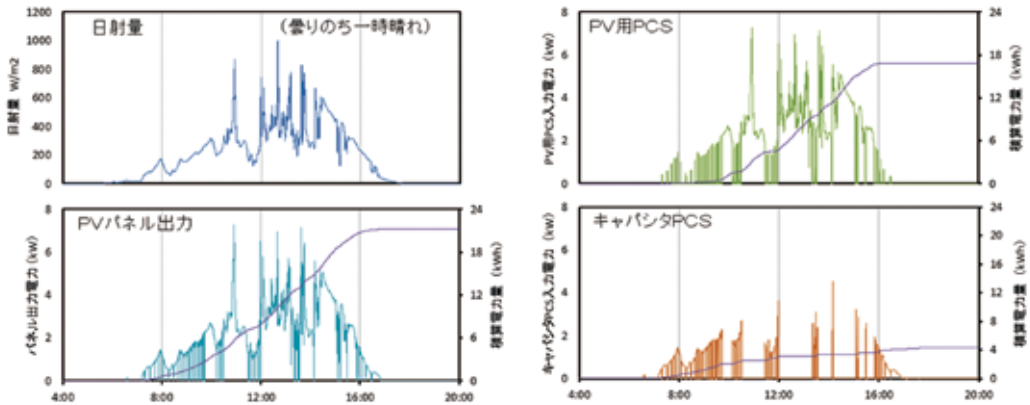


図6 PV支援システムの運転実施例

朝・夕方に加えて、日中の日射量が低下した場合に、キャパシタ回路に切り替わり、電力回収が行われている。

の充放電が行われ、キャパシタPCSが作動していることが確認できます。パネルでの発電量に対して、既存のPV回路で約80%、キャパシタ回路で約20%の電力変換が行われました。

## 7 おわりに

PV支援システムを用いて、未活用となっている電力を回収することで、設備利用率を向上させることが可能になりました。また、実証試験を行ったことで、新たな知見、システムの改良点も挙がっています。今後は、これらの改良点の検討を進めることで効率化を図り、CO2削減に貢献できる新たなPV発電システムとして上市が出来るように、さらなる検討を進めて行くこととなります。

## 謝辞

本件は、環境省・平成30年度CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業により遂行することができました。ご指導を頂きました(一社)国際環境研究協会に感謝いたします。

# 大型車の環境対応について

UDトラックス(株) 肥喜里 邦彦

## ■2050年カーボンニュートラル宣言

昨年10月の菅首相による「2050年までに温室効果ガス実質ゼロ」宣言を機に、脱炭素社会に向けた動きが目に見えて慌ただしくなってきた。そもそも温室効果ガス削減に向けた取り組みは今に始まったわけではないが、この「実質ゼロ」というのが産業界に大き

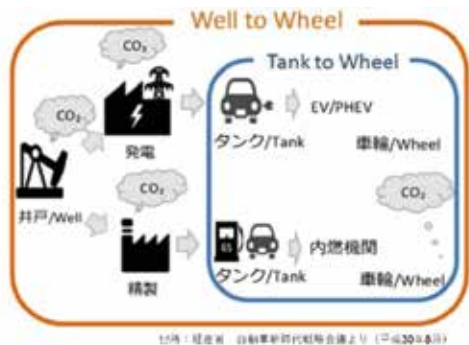


図1 Tank to WheelとWell to Wheel

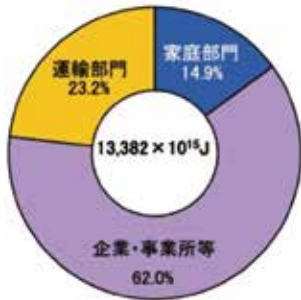
なインパクトをもたらしている。2015年のCOP21におけるパリ協定の実現に向けては、中期目標(2030年度までに13年度比26%削減)及び長期目標(2050年までに80%削減)が提示されていた。自動車においては、2050年までの長期目標として自動車から排出される温室効果ガス排出量を2010年比で8割程度削減を目指すとし、究極のゴールとしてWell to Wheel(一次エネルギー採掘から車両のテールパイプまで。図1)でゼロエミッションにチャレンジするとしていた(経産省「自動車新時代戦略より」)。このゼロエミッションが2050年にコミットされたわけである。しかも製造時に排出されるCO2も含めたLCA(ライフサイクルアセスメント)で実質ゼロということで非常にチャレンジングな目標が言い渡されたわけである。因みに欧州でもグリーン

## ■大型車の環境対応について

ディール政策において、2050年までに温室効果ガスの排出ゼロを目指すとする「欧州気候法」を軸に、1990年比の削減目標を従来の40%から55%に引き下げるとした挑戦的な内容にシフトしている。

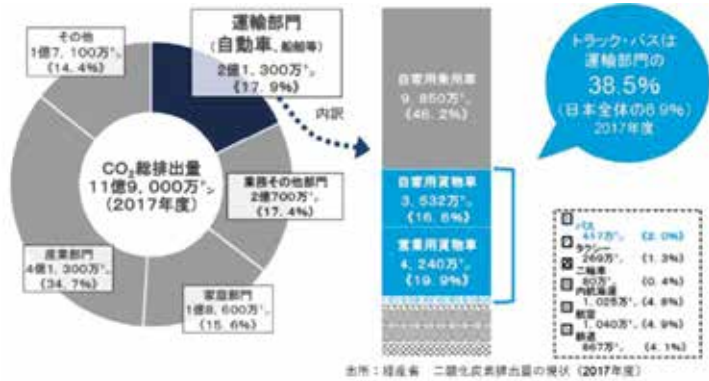
日本のCO2排出量のうち、運輸部門からの排出量は17.9%を占めており、その中で貨物自動車の割合は38.5%(日本全体の6.9%)とその占める割合は非常に大きいものとなっている(図2)。また、エネルギー消費の観点でも、運輸部門は全体の23.2%を占め、その中で貨物部門は40.7%を占めており、その省エネルギー化も重要となっている(図3)。ご存知のように日本はエネルギー自給率が非常に低いため、省エネ対策を図ることによって温室効果ガス削減に貢献してきている。1997年のCOP3によって採択された京都議定書において、温室効果ガスの削減目標の主要な対策として、エネルギー消費効率(燃費)基準の策定方法にトップランナー方式が採用された。これは、基準

を占め、その中で貨物部門は40.7%を占めており、その省エネルギー化も重要となっている(図3)。ご存知のように日本はエネルギー自給率が非常に低いため、省エネ対策を図ることによって温室効果ガス削減に貢献してきている。1997年のCOP3によって採択された京都議定書において、温室効果ガスの削減目標の主要な対策として、エネルギー消費効率(燃費)基準の策定方法にトップランナー方式が採用された。これは、基準



出所：資源エネルギー庁 最終エネルギー消費の構成比 (2017年度)

図2 最終エネルギーの構成比



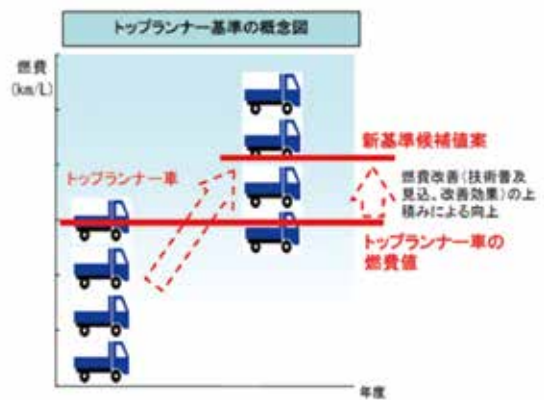
出所：経産省 二酸化炭素排出量の状況 (2017年度)

図3 運輸部門における二酸化炭素排出量

一方、欧州の規制は、CO<sub>2</sub>排出量が基準となっており、大型車においては、2030年に2019年比で15%のCO<sub>2</sub>削減、2030年には2019年比で30%のCO<sub>2</sub>削減が義務付けられ、非常に高い目標となっている。乗用車においては、2021年に世界で最も厳しい目標値（CO<sub>2</sub>排出量 平均95g/km）が設定され、達成できない場合は販売1台ごとに1g超過当たり95ユー

値策定時点において市場に存在する最も効率の高い車両をベースに、今後想定される技術進歩の度合いを効率改善分として加えて基準値とする方式で、極めてレベルの高い目標値になる（図4）。そこには十分な移行期間を設け、企業の革新的なイノベーションを促進する狙いが含まれている。大型車においては、2015年度を目標年度として、2005年度に世界で初めてこの方式で燃費基準が策定された。現在、2025年の燃費基準も既に決まっており、非常にチャレンジングな目標となっている。このようにして大型車においても燃費規制を通じて温室効果ガス削減に貢献してきている。

このように、現状でも非常に厳しい規制ではあるが、2050年にカーボンニュートラル化となると次元が異なる。燃費改善やCO<sub>2</sub>改善といったレベルではなく、車両としては電気自動車や燃料電池車のようなゼロエミッション車が不可欠になる。これ以外にも、再生可能エネルギー由来の水素とCO<sub>2</sub>で作った



出所：国土省・経産省 燃費規制に関する重量車の現状等について

図4 トップランナー方式

た合成燃料、いわゆるeFuelなどもカーボンニュートラルの車両として共存していくものと思われる(図5)。

もちろん、電気の発電時、水素製造時や運搬時など、すべてのライフサイクルにおいて

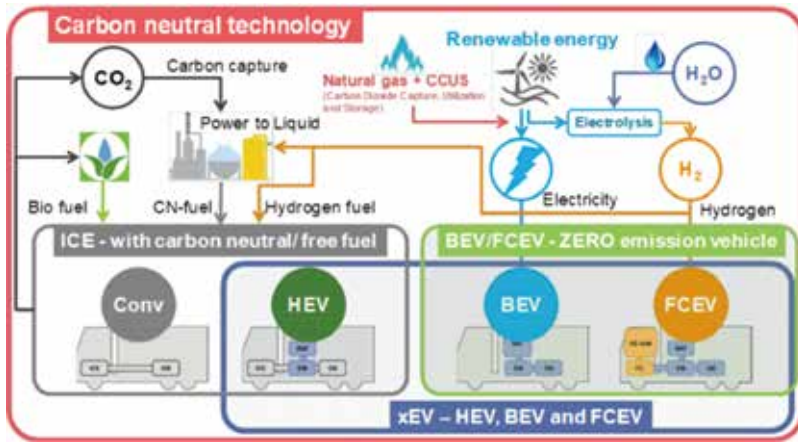


図5 カーボンニュートラル車両



図6 電動車両のWtW CO2排出量

カーボンニュートラルを達成していることが前提である。因みに、現状の火力発電をベースとする発電構成や水素製造だった場合、電気自動車や燃料電池自動車の Well to Wheel のCO2排出量は、ハイブリッド車と同等か逆に悪化する傾向であり(図6)、温室効果ガス削減にあまり貢献できていない。今後、再生可能エネルギーの割合は増加する計画になっているが、当面は火力発電が主流であり

(図7)、車両だけでなく、ライフサイクルでのCO2排出量を考慮した検討が必要になってくる。

2050年はまだ先のように見えて、そう遠くない未来である。保有台数で2050年までにカーボンニュートラル化を達成することを考えると、車両入れ替えの期間を考慮して、2050年以前にカーボンニュートラル対応車に置き換えなければならないことは容易に想像できる。本格的普及に向けての道のりを考えるとあまりリードタイムがないのが実情である。

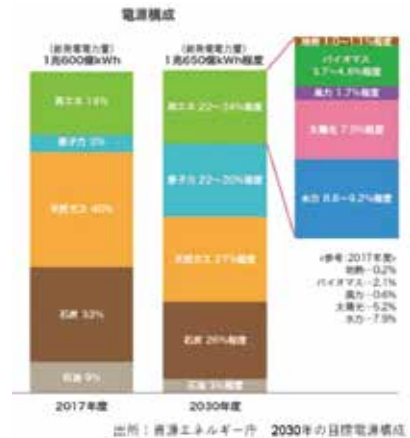


図7 発電の電源構成



## ■大型車のお客様について

一方で、大型車のお客様は、私たちの商品(トラック)を使って仕事をしなければならぬ。そのため、使い勝手が良く、儲かる車でないとい、お客様は私たちの商品を使って商売ができないことになる。例えば、使い勝手の面で見てみると、トラックの場合、最大積載量

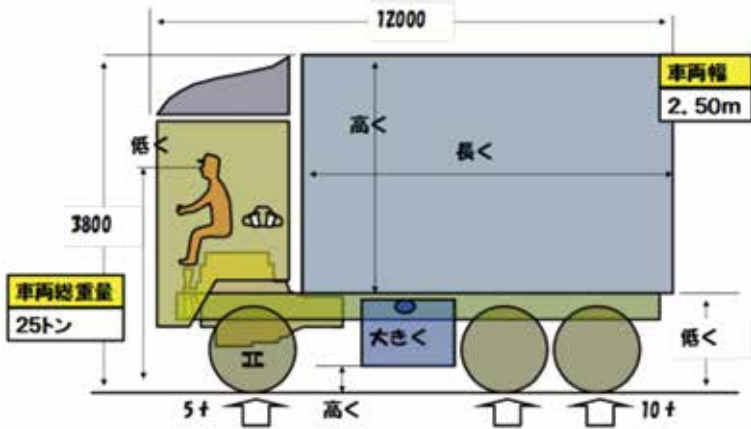


図8 トラックの開発要件

や全長・全高・全幅が決められているので、

この限られた中で、如何に積載量やスペースを確保できるかが重要となってくる。これらで、車両重量の低減によって積載量を確保したり、タイヤサイズを小さくしてローデッキにしたり、運転席のキャビンを短くしたりして荷室のスペースを確保するなど並々ならぬ対応をしてくている(図8)。また、一日あたりの走行距離は、車両の仕様によって異なるが、数百~千数百kmに及ぶ。

これを電気自動車に置き換えた場合を想定すると、「一般的に航続距離が短い」、「バッテリーを搭載した分積載量が犠牲になる」、

「充電時間が非常に長くなる」、「そもそも大型車用に見えるスペースの充電ステーションが無い」など、多くの課題が出てくる。電池などによるコストアップも考えると、お客様が商売を成り立たせるためには、相当なチャレンジが必要になる。

燃料電池車の場合は、電気自動車と比較して「搭載できるエネルギー密度が大きいいため航続距離が長い」、「充填時間を短くでき」といったメリットがあるが、相当量の水素タ

ンを搭載する必要があり、荷台のスペースを確保するためのレイアウト検討が課題となる。また大型車用スペースや大容量のキャパシティをもった、水素ステーションのインフラ整備も大きな課題である。これらの課題に対しては、政府の政策的、財政的措置等の支援が必要不可欠である。

昨年末、政府のグリーン成長戦略において、「2030年代半ばまでに、乗用車の新車販売で電動車100%（ここで電動車とはHEV、PHEV、BEV、FCV）とする。商用車に関しては2021年（今年）の夏までに検討を進める」との方針がなされた。我々大型車メーカーにとって、環境対応は社会的責任から取り組まなければならない重要な課題であるが、お客様の経済合理性（コスト）と使い勝手を考慮しながらの検討が必要になる。

## ■UDトラックの環境対応への取り組み

UDトラックスでは、これまで低燃費車や低公害車の開発・販売を通じ、長きにわたる環境対応に取り組んできている。その中で私が（どっぴりと）携わったものの1つ



図9 CNGとキャパシタハイブリッドトラック

に、CNG（天然ガス）の大型バス、大中型トラックの開発がある。当時1990年代後半は、ちょうど佐々木さんが研究部部长でいらっしやったときで、研究部主導で開発を進め、量産化まで図り、環境対応にいち早く取り組んできた。私はそのとき、CNGエンジンの技術及び制御設計担当として、エンジンの性能評価、ソフトウェアの仕様書作成からECUの開発、そして試作車に搭乗してのチューニングまでの一連の研究開発に（楽しく）携わらせていただいた。また、ディーゼ

にとつては、CNG車の取り扱いは特殊（ゲテモノ）であったため、全国の販売会社の担当者に向けて座学と実技の講習を行い、基本的なシステムの内容から問題発生時のトラブルシューティングに至るまでの一連の流れを理解してもらった。今でもこのときに得られた経験が私の研究開発に対する礎になっている。販売台数は少なかったものの、それでも当時200台弱の車両を販売できたことは、少なからず環境対策に貢献できていたと思う。このようにちょうど私がCNG車の研究開発に没頭していたころ、皆さんご存知のように、2002年に世界で初めてキャパシタを搭載した中型トラックを発売した。本トラックは、ハイブリッド化による優れた燃費向上性能を評価され、2003年度には省エネ大賞において最高賞である経済産業大臣賞を受賞した。今思えば、やや時代の要請に対し先行し過ぎた感があり、残念ながらビジネス面での成功をおさめることはできなかった。しかしながら、キャパシタを内製し、今までに経験したことのない数百ボルトの高電圧システムへ初めてチャレンジするなど、製品



図10 開発したキャパシタセルと量産装置

化に絡み開発された技術内容は現在でも十分通用する要素を含んでいる。1990年後半の開発を開始したころは自動車搭載に必要とされる大容量キャパシタがようやく技術的な可能性が見えてきたぐらいで、ましてサブライヤなどいかなかったため、やむなく自社開発製造ということになった。また、当時では最先端であったMATLAB Simulinkを活用したモデルベース開発を初めて適用し、ECUそのものを内製開発した。また併せてハイブリッドしかもキャパシタという初物であったため、HILLS（ハードウェアインザループ）による机上での検証であらゆるハイブリッドシステム失陥に対する安全性の確保に努めた。先ほど述べたようにビジネス面では成功できなかったが、内製してまで製品化を成し得た経験は技術者育成面では大きな意義があったと思う。

2009年にボルボグループ傘下となり、開発を取り巻く環境も大きく変化した中でも大型車に要求される高出力や耐久性などの観点から、引き続きキャパシタの重要性を訴求し、研究開発を進めてきた。エネルギー密度

が不足する課題については、リチウムイオンと併用したコンバインドバッテリーの開発についても進めてきたが、残念ながら実用化までには至らなかった。その後はボルボグループの技術を有効活用しながら、2015年には中型の電気トラックの実験車、2019年には大型のハイブリッドトラックの実験車を東京モーターショーに参考出展するなど、継続して環境対応に取り組んできた。

2020年10月末には、ボルボグループはいすゞ自動車と戦略的提携を結び、その一環としてUDトラックスの事業がいすゞ自動車に譲渡されたが、引き続きUDトラックスブランドによるビジネスは継続し、提携により生み出される規模や世界最先端の技術を礎に、引き続き、環境対応への取り組みを推し進めていく予定である。

#### ■終わりに

先に述べたように、これまでも温暖化対策は進めてきているが、菅首相の所信表明演説を機に、「2050年までに温室効果ガス実質ゼロ」という目標が掲げられ、その取り組

みが一段と加速してきている。  
このような中、お客様への経済合理性（コスト）と使い勝手を第一に考え、持続的な社会実現に向けて環境改善に取り組んでいきたいと思う。



図11 大型ハイブリッドトラック（2019東京モーターショー参考出展）

# 中国での「IC」応用例

青木エナジーコンサルティング代表 青木 良康

最近のキャパシタフオーラムの中国交流を振り返ってみると2019年には寧波市公共交通、浙江南車電車や、江陰のアルファバスらの純電動バスの実態を見学した。

寧波市公共交通ではキャパシタ (EDLC) と「IC」のハイブリッド電源での充電時間短縮や長寿命化を図っており、充電インフラも充電ステーションでのパンダグラフで短時間充電の様子なども見学できました。

また、アルファバスでは日本製の「IC」モジュールを使用した純電動バスの製造工程などが見学でき、中国での電動バスの進展が目の当たりに見ることができたのは記憶に新しいものがあります。

更に2019年にはキャパシタ製造メーカーである南通江海電容器有限公司のEDLC「IC」専用の大規模な新工場を見学するなど中国でのキャパシタの生産規模の大きさと電動バスをはじめとする応用の活性化に接することが

できた。

本稿では近年の中国での「IC」がどのような用途に適用されているかを前出の南通江海電容器社の協力を得たので報告する。

## 一．現代の都市トラム

リチウムイオンキャパシタ (LIC) の急速充電、長いサイクル寿命、高エネルギーと高出力の特性を活かして、「IC」は現代の都市トラムの車載電源として使用されている。

スタートステーションで「IC」の急速充電を実現し、ターミナルステーションで再急速充電する方式でサイクル運行している。DCリン



図1. 都市トラムの一例

グネットワークがキャンセルされるため、インフラストラクチャーへの投資が大幅に節約され、大きな経済的メリットがある方式である。中国の多くの近代的な都市トラムシステムは、「IC」電源システムを採用している。



図2. 都市トラム用LICモジュール

## 二．純電動バスとインフィールド車両

「IC」の急速充電、長いサイクル寿命、高エネルギーと高出力の特性により、純電動バスや純電動港灣車両 (インフィールド) など、固定回線と短距離往復動作を備えた純粋な電動車に特に適しています。「IC」を使用した純電動車は、安全性と信頼性が高く、低価格、長寿命、便利な操作、低コスト性能などの特徴があり、中国で量産され、輸出されている。





図4. 純電動港湾車両用LICモジュール



図3. 純電動港湾車両



図6. 純電動電気機関車用LICモジュール



図5. 純電動電気機関車

三. 純電動電気機関車  
 主に鉱山、地下鉄、トンネル工事などの電気機関車の主電源として使用されています。清潔感、高効率、連続運転が特徴である。



図7. 港湾のホイストクレーン設備群



図9. ホイストクレーン用LICモジュール



図8. ホイストクレーン設備

四. ホイストクレーンの省エネ  
 「ICエネルギー貯蔵装置を使用して、ポテンシャルエネルギーによって生成された電気エネルギーを回収および再利用して、ポート機械の60%以上（燃料モデル）または30%以上（石油から電気に変換するモデル）の省エネを達成し、大きな経済的利益をもたらす。

## 五. 純電動ポートスタッカー

純電動ポートスタッカーは、 $\Gamma$ の電源を使用しており、純電動の特性に加えて、ポテンシャルエネルギー回収も実現でき、省エネ効果が大きい。



図10. 純電動ポートスタッカー



図11. ポートスタッカー用LICモジュール

## 六. グリッドエネルギー貯蔵

$\Gamma$ のメンテナンスフリー、長寿命、高信頼性の特性を生かし、電力グリッド機器のバックアップ電源として $\Gamma$ のモジュールを採用している。



図12. 電力グリッド機器のバックアップ電源

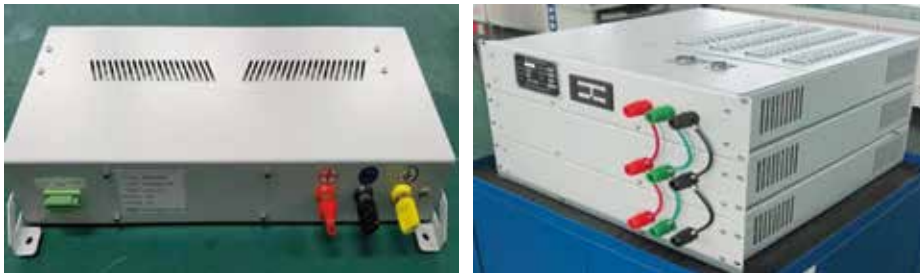


図13. 電力グリッド機器用LiCモジュール

## 七. 小型LiCの応用例

これまでの事例は大容量のLiCに関するものであったが、小型円筒型LiCの応用例もある。

特に面白いと思ったものは、巻回型LiCを塩化チオニルLi電池と並列接続し複合独立電源にして使用する例である。(図14)

塩化チオニルLi電池は一次電池であるが、長寿命・高容量を特徴とし、3.6Vの電圧を有している。一方LiCは漏れ電流が小さいため一次電池と並列接続しても容量劣化が少なく、しかも大電流パルス放電特性に優れているため、長寿命で重負荷パルス放電特性に優れた独立電源として応用範囲が広く、LiC装置、ドライブレコーダー、スマートメータ、家電等の電源に使用されている。



図14. 巻回型LiCと塩化チオニルLi電池との複合独立電源の例

この例では化学電池と組み合わせた独立電源の応用例であるが、太陽電池とLiCを組み合わせるの独立電源の例は国内でもある。

早いもので、2011年の東日本大震災から今年で10年の月日が経ったが、当時福島地区では原発災害により警戒区域に指定されていた立入禁止地区での環境測定が困難であったため、独立電源での無人測定・監視装置の開発が進められた。

例えば、神戸のバイセンというセンサーデバイス開発会社ではLiCメーカー社と共同で放射線量の測定や土砂崩れ等の災害監視に使える遠隔監視センサーを2012年に開発した(図15)

この装置で計測された放射線量などの各種データを無線でLiCの回線を使用してセンタースタに送り監視・解析するというものであった。同様のコンセプトでプロパンガスの使用量監視システムも国内で存在する。やはり太陽電池とLiCを組み合わせた独立電源監視センサーシステムである。

これらのような独立電源のセンサー、メータ類は今後も国内外を問わず大きく普及されるものと思われる。

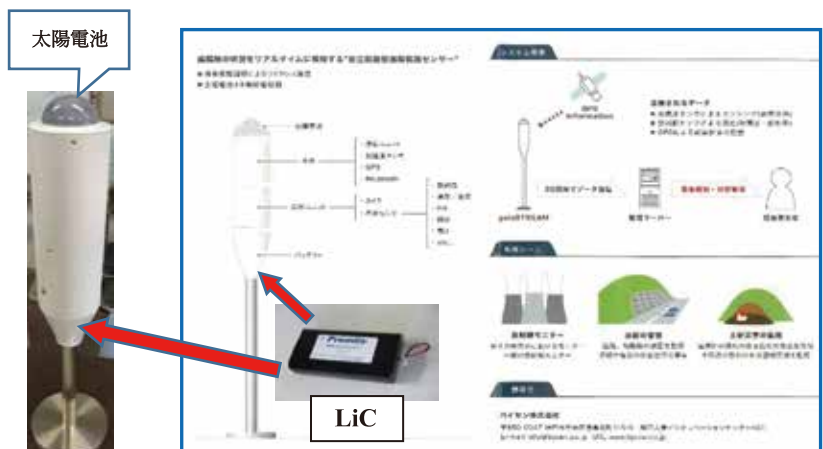


図15. バイセン社開発の独立電源遠隔監視センサー

更には、エナジーハーベスティングでの微小電力を小型LiCに蓄えてパルス的に使用するLiC関連や搭載機器などへの応用例が今後増えていくものと考えられる。

## 1 はじめに

2015年に地球規模での目指すべき到達点が描かれているSDGs(Sustainable Development Goals)が合意され、その社会実装を2030年までに実施することが求められている。SDGsにはエネルギーに関する内容も明記されていて、2030年までの社会実装のために、今後はSDGsの観点からエネルギーを考える必要がある。本稿では現状のエネルギーを取り巻く状況を公開されているデータについて示した後に、2030年に予想される日本の状況を考慮したSDGs実装時における使う側のエネルギーの考え方についての私見について示す。

## 2 SDGsの目標とターゲット

### 2.1 一次エネルギーの国内供給と国際情勢

図1に1965年から2018年までの一次エネルギーの国内供給に関するデータ(1)を示す。戦後の水主火従の時代を経て、高度経済成長期に火主水従のエネルギー構成に移行した。その後、原子力発電が東日本大震災まで国内の一定の供給割合を担ったものの、その後天然ガスがその役割の多くを担っていることが読み取れる。一方、東日本大震災以後太陽光、風力、地熱等の再生可能エネルギーの割合が原子力発電の減少分の一部を補っていることも読み取れる。再生可能エネルギーの全体の国内供給量に占める割合の増加比率はここ5年で毎年0.6%となっているものの、全体としては8.18%(2018年)となっている。この値はエネルギーを比較的多く消費している米国、英国、ドイツ、フランス、中国、インドの中と比較しても低くなっている(1)。また、日本では2012年以後49の石炭火力の新設計画が登場している一方で、海外では欧州を中心に6000万kWの石炭火力が廃止され、さらに中国インドでも100か所以上の新設計画が凍結されている状況にある(2)。日本の石炭火力発電所は高い排煙脱硝性能を誇るものの、脱炭素化という観点から厳しい目を向けられている。

今後欧米の一部の国では再生可能エネルギー由来のエネルギーで作成された製品以外を締め出す動きも出てきているとのことで、日本としては多方面からエネルギー政策を考える必要があると思われる。



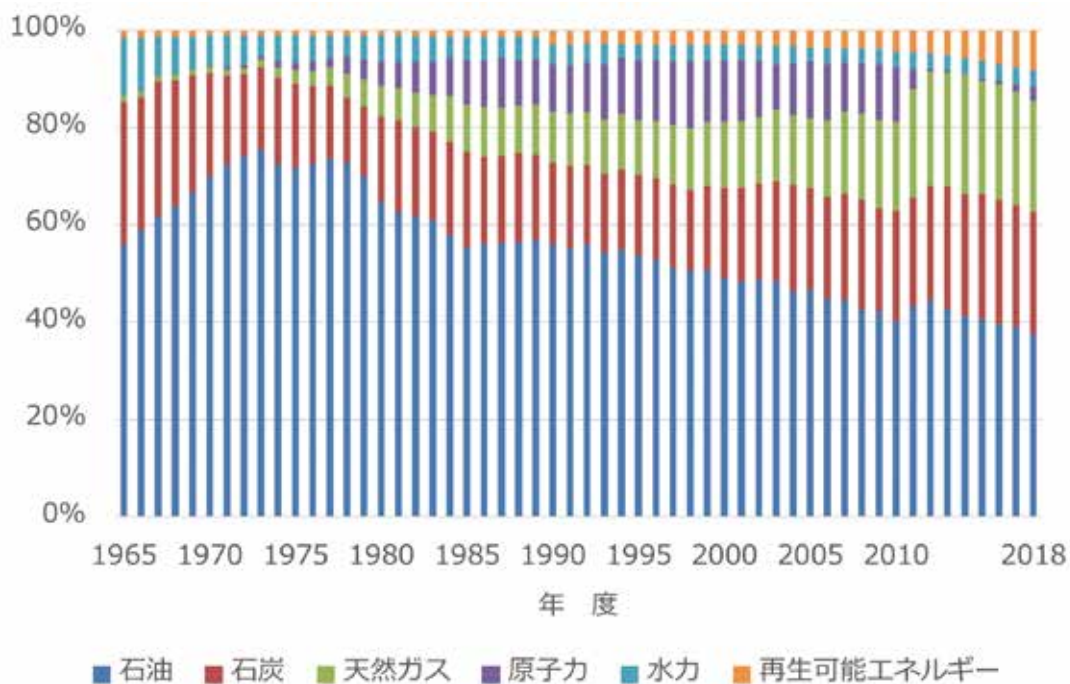


図1 一次エネルギーの国内供給  
(文献(1)のデータから筆者作成)

## 2.2 SDGsとエネルギー

SDGs(3)は2015年の国連総会で全加盟国が合意し、2030年までにそのような社会を実現しようとする目標である。エネルギーの観点からSDGsを俯瞰すると、目標7「すべての人々が手ごろな価格で信頼性の高い持続可能で現代的なエネルギーを利用できるようにする」との項目があり、その具体的ターゲットとして以下の記述がある。

- 【7.1】 2030年までに手ごろな価格で信頼性の高い現代的なエネルギーサービスをすべての人々が利用できるようにする。
- 【7.2】 2030年までに世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギー割合を大幅に増やす。
- 【7.3】 2030年までに世界全体のエネルギー効率の改善率を倍増させる。
- 【7.a】 2030年までに、再生可能エネルギー、エネルギー効率、先進的でより環境負荷の低い化石燃料技術など、クリーンなエネルギーの研究や技術の利用を進めるための国際協力を強化し、エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する
- 【7.b】 2030年までに、各支援プログラムに沿って、開発途上国、特に後発開発途上国や小島嶼開発途上国、内陸開発途上国において、すべての人々に現代的で持続可能なエネルギーサービスを提供するためのインフラを拡大し、技術を向上させる。

これらのSDGsの題目から、2020年度にキャパシタフォーラムで「エネルギーシステムの基礎講座」を担当した筆者の立場から、SDGsを実現するためのキーワードとして「信頼性」、「再生可能エネルギーの拡大」、「エネルギー効率の向上」に関し、現状の動向について述べる。

## 2.3 SDGsのエネルギーに関するキーワード

### (a)信頼性

信頼性というキーワードは電力システムを運用する側と、電力システムを使うユーザー側で本質は同じであるものの、見る指標が異なっている。電力システムを運用する側では周波数、電圧、安定度の3項目をいかに一定範囲に維持するか、という観点である一方で、電力システムを使うユーザー側は停電時間という指標がわかりやすいと思われる。図2に日本国内における停電時間と停電回数の推移について示す。近年、自然災害による停電が発生する頻度が多くなってきていて停電時間、ならびに停電回数を平均にならずと増加する傾向にあるものの、自然災害の要因を除けばほぼ回数で1回以下、発生時間は10分強という状態となっている。

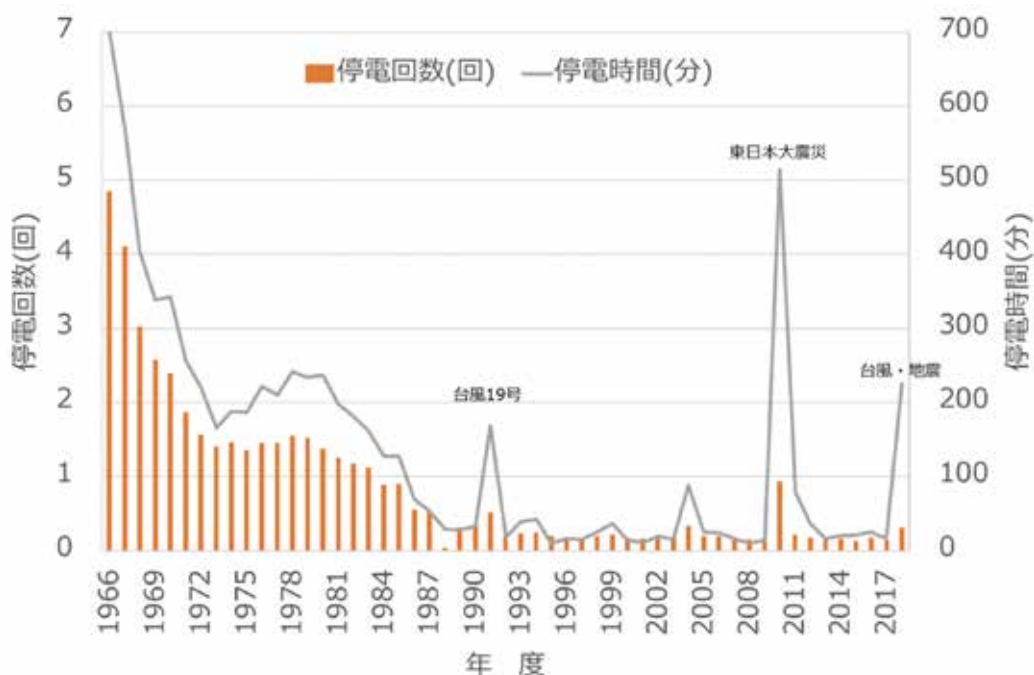


図2 停電時間と停電回数  
(文献(4)のデータから筆者作成)

### (b)再生可能エネルギーの拡大

再生可能エネルギーの拡大、に関しては現代的なエネルギーサービス（清潔＝汚染を伴わない燃料を利用）に繋がるものである。日本国内の導入見込み量（発電電力量ベース）についてのデータ

を図3に示す。図中での低位、中位、高位の意味は以下(5)である。

高位：将来の低炭素社会の構築、資源・エネルギーの高騰等を見据え、初期投資が大きくとも社会的効用を勘案すれば導入すべき低炭素技術・製品等について、導入可能な最大限の対策を見込み、それを後押しする大胆な施策を想定したケース。

中位：将来の低炭素社会の構築等を見据え、合理的な誘導策や義務づけ等を行うことにより重要な低炭素技術・製品等の導入を促進することを想定したケース。

低位：現行で既に取り組み、あるいは、想定されている対策・施策を継続することを想定したケース。

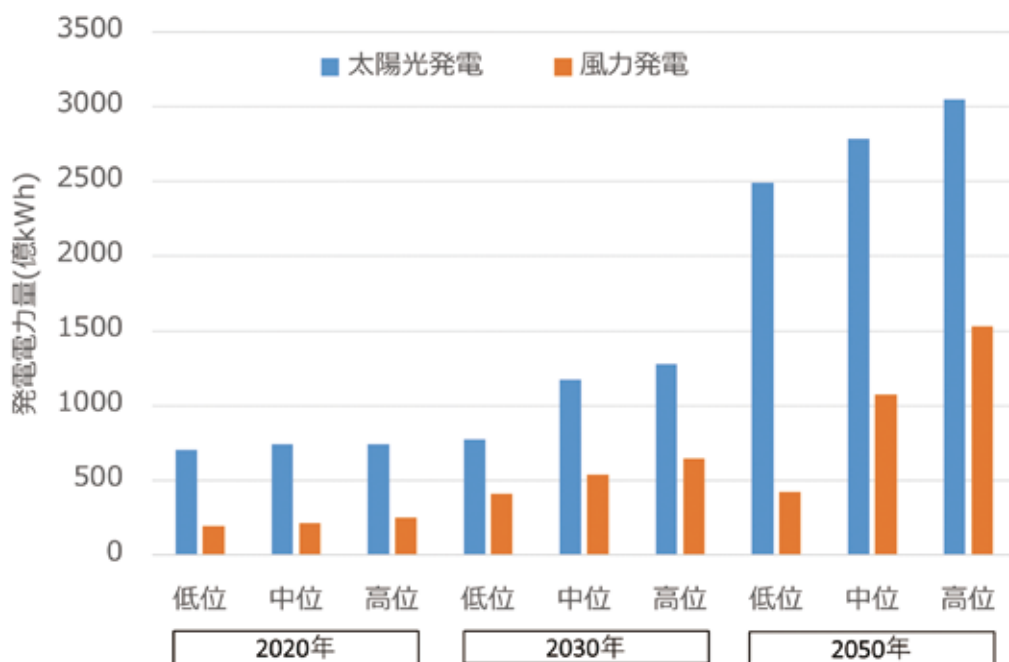


図3 太陽光、風力発電の導入見込み量  
(文献(5)のデータから報告者作成)

太陽光発電に関してはFIT(Feed-In Tariff)制度が終了後の導入見込み量に対する動向がデータ発表時点では不明確であったため2030年、2050年における高位、中位、低位での予測量にばらつきが発生している。風力発電に関しては日本国内では2030年前後における洋上風力の導入が50万kWにのぼる(6)との試算もある。

### (c)エネルギー効率の向上

エネルギー白書2020(1)によると、日本国内に関し、発電・転換部門で生じるロスまでを含めたすべてのエネルギー量として「一次エネルギー供給」、消費者が使用するエネルギー量として「最終工

エネルギー消費」の概念が用いられている。最終エネルギー消費は一次エネルギー消費から発電ロス、輸送中のロス、発電・転換部門での自家消費を差し引いたものとなる。国内の一次エネルギー国内供給を100とした場合、最終エネルギー消費は66程度(2018年度)となっている。この値にはさらに一次エネルギー国内供給、例えば風力発電をその電源と想定する場合、風力エネルギー100のうち30~40程度が電気エネルギーとして供給されること、また、LNG火力発電を想定した場合、送電端効率で63%(1700℃級ガスタービン)であること(7)を考慮する必要がある。エネルギー源から一次エネルギー供給、最終エネルギー供給の経路でエネルギー効率を向上させるには、少なくとも発電技術の進展が欠かせないものと考えられる。

## 2.4 考察

2.3での内容をまとめると、国内に関して

- ・災害等の発生を除けば停電時間、停電回数ともに低いレベルで抑えられている
- ・再生可能エネルギーは拡大基調の予測結果となっている
- ・エネルギーの効率の向上には発電技術の向上が欠かせない

というのが筆者の結論となる。ここで2.2に示したSDGsの目標7の【7.1】から【7.b】のターゲットを横軸に技術と政策、縦軸に利用、消費/供給の4象限で筆者なりの考えに基づいて示したものを図4に示す。

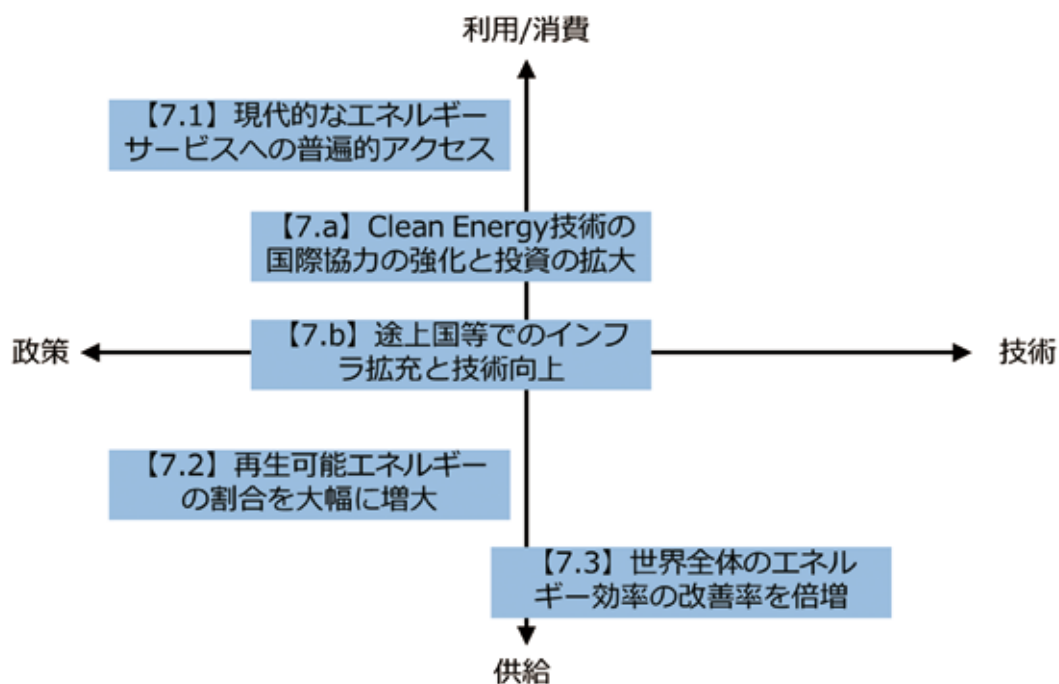


図4 SDGsのターゲットのマッピング例



図4からわかることはSDGsの社会実装を2030年までに行うためには技術よりも政策への力点が重要ではないかということである。なお【7.a】に関しては技術を提供するにはそれを裏付ける資金と政策が必要ではないかと思い、政策側に重心を配置した。

また、ターゲット【7.2】に関し、主要電源の環境負荷と安定供給の観点から4象限で筆者なりの考えに基づいて示したものを図5に示す。図5は縦軸に電力品質、横軸に環境負荷とした図である。図5は左上に行くほど従来の大規模電源指向の発電システムとなり、右下に行くほど再エネによる分散型電源指向の発電システムとなっている。また、設置の際の環境破壊は考慮していない。環境負荷が大きい火力発電を減らして再生可能エネルギーに移行する右下に行くほど、環境負荷は減少するものの電力品質の低下も伴うことが予想される。

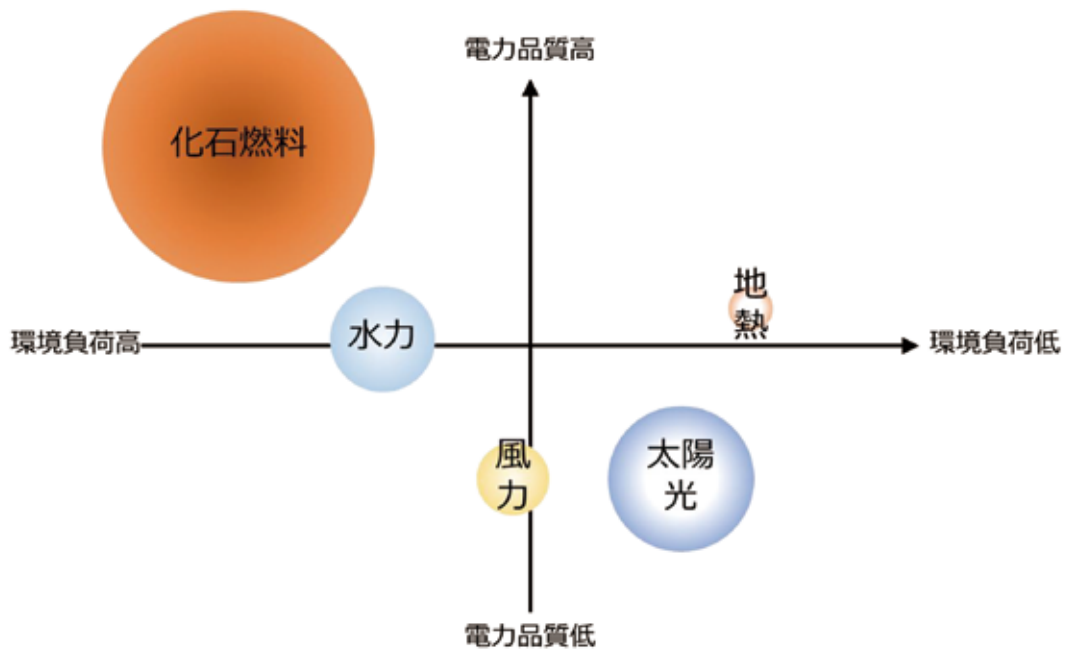


図5 発電方式と環境負荷・電力品質マッピングの一例

以上のように再生可能エネルギーの拡大と安定供給という課題はトレードオフの関係にあると筆者は考えている。再生可能エネルギーの不安定性を許容して、周波数の変動幅を現状の基準周波数 $\pm 0.2\text{Hz}$ 、あるいは基準電圧 $101\pm 6\text{V}$ よりも変動幅を大きくとって、そこそこ停電が発生することを前提としてよい世の中になる、あるいは再生可能性エネルギーの不安定性を電力貯蔵装置等で補うコストを世の中が負担するのであれば、再生可能エネルギーの拡大は大きく進むことになる可能性が高いものとする。しかし、これには図2に示す日本国内の停電回数、停電時間が当たり前になっている生活を見直す必要が生じる。ここには大きな社会変化が必要になるものと考えている。

## 4 おわりに

日本は少子高齢化で人口が減少し、このままでは国力が低下していくことが予想され、中東からの原油入手が困難になる可能性がある。このことが現実化すると、一次エネルギーのほとんどを輸入に頼っている日本では発電エネルギーの構成を変更することがある程度まで必要であり、このままでは現在のレベルのエネルギー供給に支障をきたす可能性が高い。将来的にこれまでのように信頼性の高いエネルギーを豊富に使うことが困難になることを想定した、将来の日本のエネルギー供給に関する姿を考えておいた方が良いかもしれない。

### 参考文献

(1)経済産業省資源エネルギー庁,「エネルギー白書2020」

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2020html/2-1-1.html>(2021年3月3日最終確認).

(2)Climate Analytics,「自然エネルギー財団の石炭火力発電所データベース」,2018年2月

[https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/pdf/20180529/CoalPhaseOutTimelineforJapan\\_JP\\_180529.pdf](https://www.renewable-ei.org/activities/reports/img/pdf/20180529/CoalPhaseOutTimelineforJapan_JP_180529.pdf)(2021年3月3日最終確認).

(3)蟹江憲史,「SDGs(持続可能な開発目標)」,中央公論新社,2604,2020年.

(4)電気事業連合会,「電気事業のデータベース(INFOBASE)」,

<https://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/>(2021年3月3日最終確認).

(5)環境省,「地球環境・国際環境協力 報告書」,[https://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/H26\\_RE\\_4.pdf](https://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/H26_RE_4.pdf)(2021年3月3日最終確認).

(6)Global Wind Energy Council,“Global Offshore Wind Report 2020”,

<https://gwec.net/global-offshore-wind-report-2020/>(2021年3月3日最終確認).

(7) 経産省,「火力発電技術(石炭、ガス)の技術開発の現状」次世代火力発電の早期実現に向けた協議会(第1回)資料,平成27年6月16日.

## キャバシタフォーラム事務局 事務担当 藤本 泰子

私は、ECaSSフォーラム準備委員会（2005年位）から事務担当として関わらせていただいています。

堀会長を始め、キャバシタフォーラムに関わる方々との出会いで、私自身も成長していきます。

キャバシタについての知識はあまり頭に入っていないのですが、企画委員会の様子、フォーラムの講師の方のご講演とその質疑応答の議論、懇親会での交流を見ていて、縁で人がつながって、一人ひとりの熱い思いが集まって大きな力になり社会を動かしていくんだな、ということを感じています。

2020年度からはZoomでのフォーラム開催が実現できて、遠方からの会員も参加しやすくなったとの声もいただいておりますが、やはり顔を合わせての、川崎での現地フォーラム・懇親会がおすすです。

今後、できるだけ快適に皆様に参加して

いただけるようにしたいです。

ここ数年は、私もフォーラム後の懇親会にも参加して皆様との交流を楽しんでいます。

川崎での現地フォーラム、懇親会でお会いしましょう。



写真はこれまでに作成されたパンフレットや会報・Tシャツです。

### 事務局山口の蛇足。

こういふのを蛇足というのですが少し空白がありますのでいらぬ話を。

私も実は現役時代に岡村さんの所へしばらく通っております。京急の井土ヶ谷だったか南太田だったか忘れるくらい昔です。岡村さんのお宅に入る最後の阪がきつかったのだけは覚えています。

まだフォーラムは設立されていなかったと思います。それがどうしたはずみか定年後事務局をやることになり既に十数年が経ちました。この時から藤本さんのお付き合いが始まったわけです。

大変お世話になってます。何しろ会員に迷惑をかけないというのが最低条件なのですが細かいことで藤本さんに何回も助けられています。

特にZoomなどは自慢じゃないが電話とメールしかいじらずfacebook！なにそれという老人には大変なことです。開始時間を間違ったり冷や汗もの事態も藤本さんのおかげで何とか乗り越えてきました。これからもよろしくお願ひ申し上げます！



# 日本ケミコン株式会社

アルミ電解コンデンサのリーディングカンパニー。

おかげさまで創業90周年。

## ■会社紹介

当社は1931年に、日本に初めて誕生したアルミ電解コンデンサメーカーで、今年創業90周年を迎えます。創業当時、日本にはアルミ電解コンデンサを作るための設備や材料がほとんど存在せず、必要なものはすべて自社開発しなければなりませんでした。

その文化が、材料から製品までの一貫した生産体制として今に受け継がれ、当社が誇る品質を支え続けています。



1941年～45年頃に作られた製品（電解コンデンサ）。戦時中は物資の入手が困難になり、金属ケースに替えてワックスカードボード（紙）の箱に素子を取めた製品が作られた。



現在の製品群。アルミ電解コンデンサを中心に、積層セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサ、電気二重層キャパシタ、セラミックバリスタ、チョークコイル、カメラモジュールなどを取り揃える。近年いずれの製品も車載機器への販売比率が高まっており、売上高全体では3割程度を占めている。売上の8割強を占めるアルミ電解コンデンサの世界シェアは約25%で首位。

## ■電気二重層キャパシタ事業

当社における電気二重層キャパシタ事業は、1990年代にスタートしました。当初から自動車への搭載を想定し、大形・大容量タイプに特化して開発を進めました。複合機の補助電源やハイブリッド型港湾クレーンの回生システム用途などを経て、2012年にはマツダ株式会社様から発売された「アテンザ」の減速エネルギー回生システム用蓄電デバイスに採用され、現在も複数の自動車メーカーと車種に供給中です。

2018年からは高出力タイプのリード形品の量産をスタートし、自動車の電源失陥対策用などに用途を拡大しています。



**DLCAP™**

## ■住所

〒141-8605 東京都品川区大崎5-6-4

## ■電話

03-5436-7711（代表）

## ■URL

<https://www.chemi-con.co.jp/>



# パーソル R&D 株式会社

## ■ 会社概要

社名	パーソル R & D 株式会社
代表者	代表取締役社長 磯田英嗣
本社	愛知県名古屋市中区栄3-18-1 (ナディアパークビジネスセンタービル20F)
設立	1979年(昭和54年)10月11日
資本金	4億9,500万円
従業員数	2,447名(2020年3月31日)
事業内容	設計・研究開発・実験事業



## ■ 対応領域の特徴

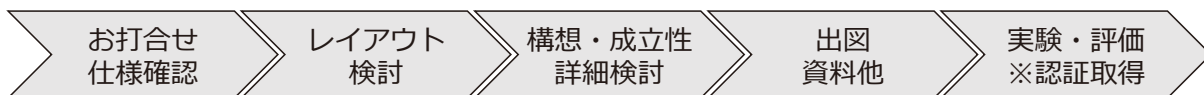
- ・自動車関連をはじめ、航空宇宙関連機器、デジタル家電製品やロボットまで
- ・設計から市場改善対応を含む実験までの開発サービスのご提供が可能
- ・技術コンサルティング、一括請負、技術者派遣にて、お客様の設計開発をサポート

## 官公庁業務実績 (抜粋)

受託機関	実績業務
国土交通省	大型車車輪脱落事故の注意喚起に関する調査業務
環境省	平成30年度ディーゼルエンジン排出ガス試験実施業務
宇宙航空研究開発機構	平成21年度飛行実験に係わる支援業務
産業技術総合研究所	エネルギーキャリアに関する現状、動向調査
交通安全環境研究所	実路走行排出ガス試験 (RDE) 補助業務労働者派遣
自動車技術総合機構	水素燃料電池車の一充填走行距離測定試験等補助労働者派遣
熊本大学	大型電気バスの商品性評価試験業務

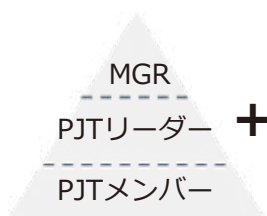
## 技術支援例：車載用リチウムイオン電池パック開発

### ■ 開発の流れ (期間は開発規模・内容により大幅に変わります)



※認証までご要望の場合は要相談

## ■ 業務体制



専門チーム  
 ・解析  
 ・実験・認証  
 ・ハーネス製作

## ■ 請負可能範囲

- ・筐体設計・セルモジュール化・一部試作評価
- ・冷却路・電池モジュール・ジャンクションBOX
- ・電装部品・ハーネス・筐体、電装品用BRKT

## ■ 支援実績例

- ・乗用車OEM様向けLiBパック
- ・大手建機メーカー様向けLiBパック



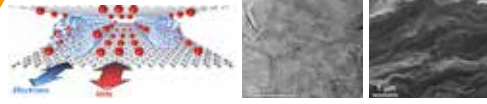
株式会社

Materials Innovation Tsukuba, Inc.  
マテリアルイノベーションつくば

## 驚異の新素材 グラフェンスーパーキャパシタとは？

従来のキャパシタ (EDLC) と比べて、高電圧・高容量・高エネルギー密度を実現し、耐久性にも優れています。  
大電流放電充電にも優れた数秒から数十秒で充電が可能となり、重金属を含まない環境性能と高い安全性を実現。  
OVまで放電が可能のため、放電保護回路も不要です。  
エネルギーの少ない状態での機器への組み込みや輸送が可能となりました。

### 独自開発の グラフェン・ナノチューブ 複合体を電極に採用



イメージ図      TEM像      SEM像

エネルギーを担う電解質イオンを効果的に蓄積させるために、**独自技術**によりグラフェン材料とカーボンナノチューブ (CNT) を3次的に組み合わせ、**サンドイッチ複合構造**を形成させます。

### 蓄電デバイスの 開発・製造・販売

原料(黒鉛)から蓄電デバイスまでの作製や評価、独自の材料でフィルム化などを駆使して御社をサポートいたします。

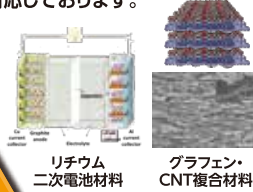


## 事業内容 私達にできること

コンサルティング  
業務

### 役立つ機能材料の 製造・販売

LIB正極・負極材料、CNTキャパシタなどの他の蓄電デバイスや蓄電デバイス以外のグラフェン複合材料にも対応しております。



リチウム二次電池材料      グラフェン・CNT複合材料

## 用途・展望

### 様々な機器への応用

### 各種蓄電デバイス (大容量急速充電用)



ボタン型      フレキシブル型



バイオセンシング用

IoT  
スマートグリッド  
携帯機器への  
応用

## グラフェン材料 幾つもの最高の物質性能を持つ優れた素材

グラフェン材料は、炭素から作られた典型的なナノ材料物質で、質量あたり最も大きな表面積を持ち、最も薄い物質であるとともに電気伝導に優れ、いくつもの「最高の材料特性」を有する物質です。

- 【設立・沿革】
- 2017年11月 会社設立 (NIMS認定ベンチャー、NIMS内に設立)
  - 2018年12月 広沢技術振興財団ものづくり助成事業受領
  - 2019年 3月 サイバーダイン社・筑波銀行から共同で資本出資・事業支援
  - 2019年 6月 NEDO新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業に採択

<http://www.mitsukuba.com>

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1 国立研究開発法人 物質・材料研究機構内  
☎029-859-2728 Email tang.jie@mitsukuba.com TANG JIE(唐捷)まで



# これからの パワーエレクトロニクス

会報誌Vol.14とVol.15でパワーエレクトロニクスの基礎について解説しました。キャパシタにとってパワーエレクトロニクスは重要な技術です。昨今、地球温暖化の抑制から脱炭素社会への移行が叫ばれています。ここでは、脱炭素社会に向けて、これからのパワーエレクトロニクスについて解説します。

## パワーエレクトロニクスの歴史

1960年代に誕生したシリコン半導体のサイリスタ(当時はSCR (Silicon Controlled Rectifierと呼称))によって電力変換器の静止化が実現しました。その後、パワーデバイスと制御技術の進展によってパワーエレクトロニクス(以下パワーエレクトロ)は大きく進歩しました。近年、SiC(Silicon Carbide)半導体やGaN(Gallium Nitride)半導体がシリコン半導体に置き換わろうとしています。SiCデバイスやGaNデバイスは当初のサイリスタに比べてスイッチング動作周波数は3桁以上高くなり、パワーエレクトロ機器の小型・軽量化

が大きく進展しました。

平成15年の電気学会産業応用部門大会で、パワーエレクトロの進歩の評価指標として、従来の効率に代わって出力密度(単位体積当たりの出力)の表示が望ましいと提唱されました(論文番号No.S-58-8)。同提唱は1970年から2000年迄の出力密度の推移が示され、出力密度が年々向上し、1970年から2000年の30年間で約100倍になっていることが示されました。

前述の大会で発表された2000年迄の出力密度の推移のデータに、現在までのデータと今後の予想を追加して推移を示しますと図1のようになります。

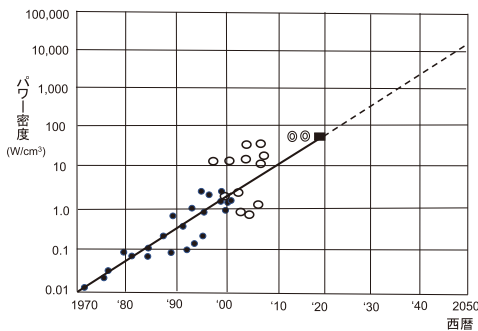


図1 パワーエレクトロ機器の出力密度の推移



連載  
第15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 個人会員 木下 繁則

同図で破線は筆者が今後の推移を予測をしたものです。同図からパワーエレ機器の小型化は進展し、今後15年で1/10に、30年後の2050年には大きさが現在の1/100になると期待されます。

## パワーデバイスの進歩

パワーエレの基本は「半導体スイッチのスイッチングによって電力を制御する」ことです。で、パワーエレ機器の性能、大きさはパワーデバイスによって決まると言っても過言ではありません。このパワーデバイスの性能としてはスイッチング動作周波数、温度、電圧、電流等です。

パワーデバイスの変遷を図2に示します。

同図では、パワーエレ機器の小型化、性能向上に大きく寄与したパワーデバイスの動作スイッチング周波数の変遷を示しています。

図2に示したパワーデバイスの代表的な特徴、性能の一覧を表1に示します。

バイポーラ型は逆回復電流が高周波化の障害となっていました。ユニポーラ型は逆回復電流が非常に小さいことから高周波化可能になりました。

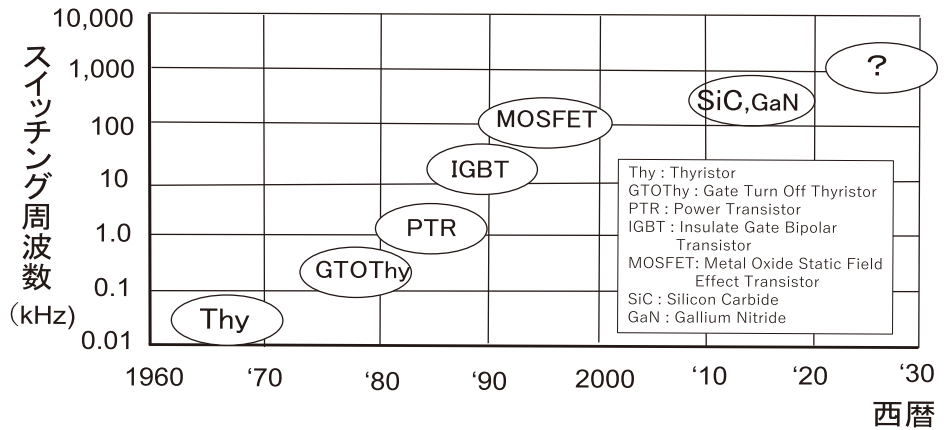


図2 パワーデバイスの変遷

## パワーエレ実装技術の進歩

パワーエレ機器の小型・軽量化技術としては前述のパワーデバイスそのものの他に、パワー

表1 パワーデバイス一覧

デバイス		Thy	GTO Thy	PTR	IGBT	MOSFET	SiC	GaN
半導体の種別	バイポーラ	○	○	○	○			
	ユニポーラ					○	○	○
ゲート駆動方式	電流形	○	○	○				
	電圧形				○	○	○	○

デバイス実装技術があります。この実装技術の最重要技術が主回路配線技術です。Thy、GTOThy、GTR時代はデイスクリートのパワーデバイスと主路部品(例えばキャパシタ(コンデンサ))とは主に電線で接続しています。

1960年代に入るころと電線のインダクタンスが問題になりパワーデバイスのモジュール化へと進展して行きました。主回路配線もインダクタンスの低減が図れる積層配線となってきました。図3に主回路配線の進歩を示します。

冷却の基本はパワーデバイスやコンポーネントで発生した熱を如何に小形で効率よく大気に放出するかにあります。この冷却システムの小型・軽量化への挑戦が続けられ、現在もその挑戦が続けられています。

図4に各種冷却方式を示します。



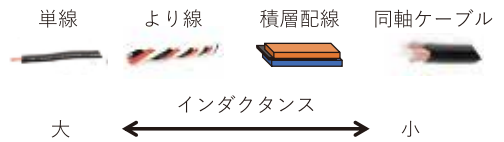


図3 主回路配線とインダクタンス

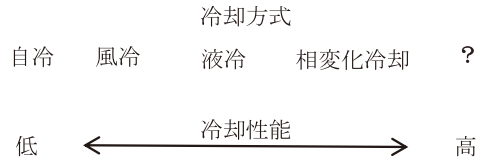


図4 各種冷却方式と冷却性能

## 小型パワーエレ時代の出現

日本政府は「2050年迄に地球温暖化排出ガスを実質ゼロにする」と宣言しました。

前述しましたようにパワーエレ装置の大きさは30年での1/100になる進化を続けています。2050年は今から30年先のことですが、パワーエレ装置の大きさは現状より1/100になることが期待され、超小型パワーエレ時代の到来が予測されます。超小型パワーエレ時代の到来で、現状では予想もつかないシステムや装置の出現が期待されます。いくつかの期待の例を次に示します。

## 電動機可変速システム

電動機可変速システムの進化を図5に示します。同図(a)は従来のシステムで、別々の電動機とインバータ間を電線で接続しています。インバータの小型化が進むと電動機とインバータの一体化が可能となり、近年同図(b)に示す事例が紹介されています。更にインバータの超小型化が進むと同図(c)に示すように電動機の端子箱にインバータを収納した電動機可変速システムの実現が期待されます。



(a)

(b)



(c)

図5 電動機可変速システムの将来

## ハイブリッド蓄電システム

理想的な蓄電デバイスは高出力型と高エネルギー型の方の性能を持ち合わせたものですが、現在はこのようなデバイスはありません。そこで図6(a)に示しますように高出力型デバイスのキャパシタと高エネルギー型のバッテリーとをチョッパで並列接続してハイブリッド型にすることにより実現できますが、現時点ではこのチョッパは大きく、且つ価格が高いため、普及していません。図1に示しましたようにチョッパの大きさが今の1/100になると期待されますので、このハ

## 制御技術の進歩

制御技術として制御理論の高度化とそれを実現するための制御回路とがありますが、ともに大きく進展し、パワーエレ機器の小型化を実現しました。代表的な制御理論としては、ベクトル制御が挙げられます。

また制御回路としてはマイコン制御、制御回路のLS化などがあり、パワーエレ機器の小型・軽量、高性能化に大きく寄与しました。



# 2020年度活動報告

## 〔2020年度年次大会〕

2020年5月15日 Web上で総会及び技術セミナーとして下表の講演が行われた。

日本ケミコン(株)	玉光 賢次 様	次世代キャパシタについてー材料トレンドー
日本自動車研究所	森田 賢治 様	重量車の電動化に関する技術動向
(株)三菱総合研究所	高橋 香織 様	モビリティへの移動中給電技術に関する取組～NEDO委託調査報告～
電力中央研究所	小野 新平 様	電気二重層エレクトレットを利用した振動発電素子
東京大学生産技術研究所	畑 勝裕 様	電気自動車の走行中ワイヤレス給電技術～EV中心の車社会～
(株)ジェイテクト	三尾 巧美 様	高耐熱リチウムイオンキャパシタと応用システム

## 〔定例フォーラム〕

定例フォーラムは下表のように計7回開催された。

①日本ケミコン ②アルファバスジャパン	石本 修一 様 伊東 俊輔 様	①キャパシタの高エネルギー密度に向けた取組み ②EVバス普及による脱炭素社会への貢献と分散化エネルギーシステムの役割 ③世界のe-mobilityの挑戦ーワイヤレス給電とその周辺ー
③自動車技術会	横井 行雄 様	
①個人会員 ②個人会員 ③個人会員 ④個人会員	石田 隆張 様 木下 繫則 様 畑 勝裕 様 佐藤 登 様	①電力の需給バランス (2) 当日のリアルタイム需給制御 ②パワーエレクトロニクスのパラダイムシフトの提案 ③ワイヤレス給電技術とパワエレ・モビリティの関連技術について ④電池の覇者は？ー車載電池を巡る日韓中の攻防と今後の展望ー
①個人会員 ②神奈川大学	石田 隆張 様 松本 太 様	①電力の供給バランス (1) 需要予測から発電機の起動停止計画 ②ピコレザーを使った穴あけ技術によるLiブレード次世代エネルギーデバイス ③日本特殊陶業と研究開発活動のご紹介
③日本特殊陶業	岩崎 将任 様	
①個人会員 ②個人会員	石田 隆張 様 山田 学 様	①エネルギーシステムの概論 (4) 電力輸送 (配電) ②電池と電源システム開発の取組み 当日はジェイテクト社の見学と会場をお借りしてのWebフォーラムを行った。
①個人会員 ②東京理科大学 ③個人会員	石田 隆治 様 近藤 剛史 様 白石 壮志 様	①エネルギーシステムの概論 (3) 電力輸送 (送変電) ②導電性ダイヤモンドのスーパーキャパシターへの応用 ③キャパシタ用シームレス炭素電極の開発
①個人会員 ②産業技術総合研究所 ③東京大学生産技術研究所	石田 隆張 様 加登 裕也 様 久保 登 様	①エネルギーシステムの概論 (2) 発電 ②黒鉛の機械粉碎によるキャパシタ用電極材料の開発 ③NCCコンセプト～コロナ以降の社会を持続させる新しい移手段～
①個人会員 ②個人会員	石田 隆張 様 朝山 紀子 様	①エネルギーシステムの概論 (1) 歴史と構成 ②産学連携取り組みについて：台湾ARTCとワイヤレス給電他の取り組みについて・EVカート開発・航空消火システムの開発とインドネシアへの挑戦 ③江海のキャパシタビジネスの紹介
③個人会員	青木 良康 様	

# INFORMATION

## —事務局から—

2020年度は世界中が新型コロナウイルスでかき回され、まだ真最中です。キャパシタフォーラムも影響は免れず重要性を認めている懇親会もかろうじて11月に1回だけ開催できました。

会員の方々に感染されたお話がないのがせめてものことでしょうか。

フォーラムの活動は“Zoom”で5月の総会、年次大会、月次フォーラムもいつもと同じ回数開催できました。これは堀会長、畑さん、岸さん、藤本さんなどの強力なバックアップのおかげです。ありがとうございました。Web開催の良いところは距離的な問題で参加しなかった方も参加しやすくなることです。海外からも参加いただいています。

特に公開セミナーになっている年次大会は約200名の方に参加いただきました。例年のほぼ2倍です。月次フォーラムへの参加も毎回5から10名多くなっていました。

本年度の開催はできれば会場とZoomのハイブリッド開催で行いたいと考えております。

会員増のためにフォーラムへのお試し参加を歓迎しています。関心をお持ちの方がおられましたらお誘いしてみてください。ご協力をお願いします。

この会報をご覧になった方でキャパシタフォーラムに関心をもたれた方下記の事務局アドレスまでメールをください。詳しい資料をお送りいたします。

### 会員企業 (2021年4月時点)

(株)IHI検査計測  
旭化成(株)  
大塚化学(株)  
川崎化成工業(株)  
CAP-XX (Australia) Pty Ltd(キャベックス)  
クラレ(株)  
(株)小松製作所  
(株)サンクメタル  
スペースリンク(株)  
積水化学工業(株)  
(株)センチュリーアークス  
太陽誘電(株)  
日本ケミコン(株)  
日本特殊陶業(株)  
パーソルR&D(株)  
日置電機(株)  
(株)プラズマイオンアシスト  
(株)マテリアルイノベーションつくば丸紅(株)  
三菱製紙(株)  
三菱電機(株)  
武蔵エナジーソリューションズ(株)  
UDトラックス(株)  
リケンテクノス(株)  
リコー(株)  
(他2社合計27社)  
(個人会員34名)

### 編集後記

そろそろ終活というわけで読みもしなかった文献などを整理始めている。人生の最後に何を反省するかというともう少し勉強をするべきだったである。勿論サルでもできるやつだが。

その中に茶色に変色した1990年の電波新聞が有った。創刊40周年で電子部品メーカーへ21世紀への展望を聞くアンケート結果の特集版だった。面白かったこと①1990年は昭和と思ったら平成2年。昭和は遠くなりけり。②日本の元気の真最中。③半導体：VLSI時代に突入！④一般部品：チップ化時代本番に ⑤国際的課題：製造コストを把握ダンピング批判に備える。⑥新技術の出現、実用化：超電導、ポケット電話！、立体テレビ？、人工知能、ニューロ、光コンピュータでした。