

CAPACITORS FORUM

電気を貯める、世界が変わる

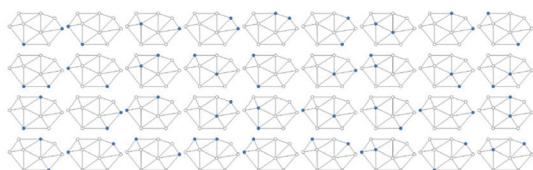
キャパシタフォーラム

vol.20

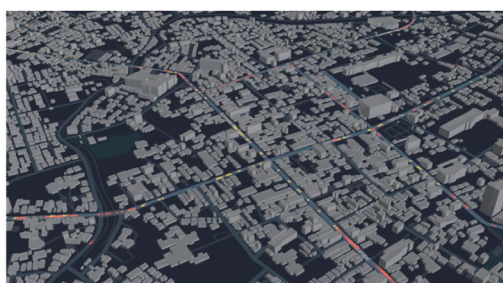
数理最適化（大規模 離散最適化問題）

詳細交通シミュレーション

分析手法



×



1453121215908490743886090297935140888480217656001020278935491626511424489495003816635561089688602504465946217194898192372086
06105862622086120460614832507592978912024104778899415394170385864215101064838157403361546205043595713670238276632155260
6747386588178788884589147551575509918198472064539128122865783774527428218484408758332370554670132213402286123222477080625
5497257938166213700781393386834583417016291705058957529726497294602758630433780423462649244982511465510935861148104114932881
0977041130293778291226205046471527103513075904686527712173346620311228184214554570302912188827295118626270075045688108424505
8733030818321340210295657404511465264002568584640615921740811685012728274875673606225864767079406875935268032
= 1.45 × 10⁷⁴⁹ パターン

- ・ 150km近くの道路を7mセグメントに分割した21,000以上の0-1変数からなる離散最適化問題
- ・ 信号パターンや待ち行列の変動も反映した詳細交通シミュレーション



最適配置結果



- ・ 市内の総道路長147,868[m]に対し 総DWPT敷設長は2,359[m]
(道路全体の高々 1.6% 程度)
- ・ 一か所当りの平均DWPT敷設長：14.77 [m]

＜特集＞ 移動体におけるワイヤレス給電の最新技術動向
～無限走行の可能性～

月例会の様子
24年度の月例会は
東京理科大 森戸記念会館の
会場をお借りしての開催



オンサイトとオンライン開催を継続



懇親会は必ず開催



会員有志, いろいろなイベントで
親睦を図っています。
(懇親会の時に偶然, 企画される)
写真は川越城ツアーの様子



表紙について 東京大学生産技術研究所2025年01月07日 プレスリリース
EV充電から解放、走り続けられるモビリティ社会像を提示ー市街地で「無限走行」を実現させる走行中ワイヤレス給電の最適配置
——より引用。埼玉県川越市中心部において全道路長約150kmの1.6%未満にDWPTを敷設するだけで無限走行が可能。

目 次

巻頭言

未来を拓くEVの「無限走行」 会長 堀 洋一 3

私のキャパシタ開発史 理事（日置電機株式会社）高橋 哲哉 7

訪問レポート

キューベン変圧器工場・福岡工業大学田島研究室 見学記 丸紅株式会社 佐々木 龍一 11

コラム

走行中給電の国内外動向とMRIの活動について 株式会社三菱総合研究所 モビリティ・通信事業本部 大島 竜輝 15

会員企業紹介 GiTV株式会社 22

技術報告特集：移動体におけるワイヤレス給電の最新技術動向～無限走行の可能性～

バス及びトラックの電動化の動向およびエネルギーリソースとしての活用の可能性

三菱電機株式会社 モビリティソリューション事業推進部 浅木森 孔貴 23

ワイヤレス給電技術の社会実装に向けて建築会社の取り組み

大成建設株式会社 技術センター先進技術開発部 遠藤 哲夫 27

世界最大のバスショー「busworld(ベルギー)」の紹介

株式会社東京オールアンドデー 経営企画室 室長 福田 雅敏 33

移動体向けのキャパシタ技術について 武蔵エナジーソリューションズ株式会社 開発部 安東 信雄 41

キャパシタ解説シリーズ（第20回）

～自然エネルギーによる創電～ 木下 繁則 47

活動報告

2024年度活動報告 事務局 51

事務局からお知らせ他 事務局 52

未来を拓くEVの「無限走行」

キャパシタフォーラム会長 堀 洋一（東京理科大学）

「無限走行」は走行中給電を表わす、東大生研の本間准教授のオリジナル造語である。EV ワイヤレス給電協議会（WEV）を作った最大の目的は、「走行中給電（DWPT）をやらないと日本は滅びる」と考えている業界人がたくさんいることを世に示し、とくに「官」の省庁の壁を超えた強いリーダーシップによって世界に勝つためである。長岡など雪国の道路に敷設された消雪装置は、田中角栄元首相が主導して反対する人々を説得したことは有名。これがお手本となるモデルである。

以下の文章は「電気新聞」に連載された「WEV 協議会」の幹事会社の記事の最後に会長として将来への期待を述べたものをもとにしている。

電気自動車（EV）のリチウムイオン電池はクリーンでも脱炭素でもなく、原料のレアメタルには政治問題がつきまとう。EV は航続距離が稼げないから電池を大量に積むべきだと考えられているが、電気は発電したらすぐ使うのがよく、ためて使うのはそもそも賢くない。

車載電池（あるいはキャパシタ）は必要最小限にしたい。しかし EV は大量の電池を搭載することで内燃車なみの航続距離をもつこととなり、ようやく実用の域に達した。WEV 協議会はワイヤレス給電（WPT）を活用して充電の手間を省き、まずは EV の普及を支援したい。そこでは、走行エネルギーを EV に供給すると同時に、双方向の電力授受によって分散型エネルギーリソース（DER）として貢献する。ここでは停車中ワイヤレス給電（SWPT）になるが、これは通過点にすぎない（図面参照）。

そして、その先には走行中給電（DWPT）という本命がある。DWPT は車載電池を劇的に減らすことができ、乗用車はもちろん、トラックやバスなど大型車への恩恵が大きいため、世界中で熾烈な開発競争下にある。

モビリティの電動化、さらには、資源

と政治に左右されないエネルギーの未来のために、次の 3 点を意識しながらものごとを進めよう。



（図面）EV への給電方式

「なんでも白黒つける習慣をやめる」「短期の成果を求めない」「棲み分けを求めない」こと。ワイヤレス給電に参入したいが、規格や標準ができるまで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チャンスは来ない。やるなら今である。

日本人は、新しいが当面都合の悪いことには目をつぶってしまう悪い癖がある。日本がいつもの決断力のなさのせいで、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。

EV 走行中ワイヤレス給電 (DWPT) について、とくに注意すべき点を少し述べてみる。

●自動運転との相性 (信頼性の違い)

勘違いしている人が多いが、自動運転と走行中給電の相性はよくない。要求される信頼性がまったく違う。全者はほぼ 100%，後者は 90% ぐらい稼働していれば十分。ただし、コストを数十分の 1 にすること。こういう技術は日本にはない。中国にはある。自動運転の高信頼性への要求を走行中給電に持ち込んではいけな。さてできるか！？

●首都高の電化 (コンクリート舗装)

首都高の電化に意義があることは論をまたない。これには、鉄筋の入った高架道路や橋梁への敷設が必須であるが、そのための技術開発も進んでいる。そもそも「無限走行」には冒頭の本間によって 5% ぐらいの電化でよいことが示されている。

●国内電池産業への寄与

車載電池を数十分の 1 に減らせるなら、日本製の燃えない電池で十分まかなえる。これは国内電池産業の保全、ひいては国益の確保につながる。DWPT の推進は日本の電池屋には朗報なのである。わがキャパシタの出番も十分に可能性ありである。

●中国が目覚める前に

中国は粗悪な電池を売りたいので、WPT はしっかりやっているが声高には言っていない。早晚電池はやばい、ということになれば、WPT によってあっという間に世界を制覇するだろう。日本はその前に急いでやらないといけな。

●政府の役割

DWPT には、クルマ、道路、電池、電力、エネルギー、電波、通信、材料などの多くの分野が関わる。下々の産業が全体最適を考えなくても安心して研究開発ができるように、政府はリーダーシップを発揮して指示を出し、スピード感をもって対処しなければならない。この点は中国に見習うべきであろう。

Kana ちゃん結婚式スピーチ

この「自動運転との相性」に関連して、「信頼性は 90% でもよいのでコストを数十分の一に下げる」という技術が日本にはないのではないかと、という理由を考察した、ある結婚式でのスピーチ原稿をお目汚しに載せてみる。皆さんのお考えはいかがでしょう。

Kana ちゃんが SS 女子大に在学中、まだ未成年のころ、ご学友数人とやってきて、電気自動車の話をいろいろ聞いていった。聞けば、T 大の学生と一緒に何かのイベントをするという。そして後日、なんと優勝したということであった。ではお祝いをしましょうか、というと、まだ未成年だ

から呑めないんです、ということで、その時は行かなかった。20 歳になったらお祝いをして下さい、そこで初めてお酒を呑みます、と言っていたが、誰も信じなかった。

そのころ自分は、浦和会という異業種交流会、実質合コンを主催していたが、Kana ちゃんはまたたくまに主催者側の顔役になり、真夏の隅田川屋形船をはじめ数多くのイベントを盛りあげてくれた。たいへん感謝している。ご自分も酒類は大好きなようであるが、人に勧める天賦の才がある。

大学を卒業し、ANA の CA さんになった。まさに天職である。CA+ANA で CANA という語呂合わせもちょうどよい。いろいろ嫌なこともあるらしく、ブチブチ言うのを聞いたりしていたが、アドバイスがほしいわけではなく、結局はフン！ツてかんじで自分で解決している。打たれ強い。

新郎君との馴れ初めは、聞いたかも知れないがあまり覚えていない。変なやつだったら嫌だなあと思っていたが、これがなかなかいい男で、よく一緒にできるようになり、長岡の花火にも少なくとも 2 回一緒に行った。長岡駅前の行きつけの飲み屋で飲んでから、信濃川の花火会場まで 30 分ぐらい歩いて行くので、着いた頃にはもう汗だくになる。夫君の仕事は、何度聞いてもよくわからない職種であるが、どうやら金持ちらしいことは確かなので安心である。

さて、Kana ちゃんのいいところはたくさんある。Kana ちゃんは、小顔にしたりドレスにこだわったり、どうも外面を磨くことに余念がないが、実は素晴らしい内面をもっている。それは、ツアーや懇親会などのイベントに、率先して参加の意思表明をし、よほどのことがない限り、まずキャンセルすることはない、という点である。これは、多くの日本人が持っていない稀有な美德である。一般ピープルは、誰か出席するのか、あるいはしないのかとさぐりをいれて、なかなか意思表明をしない。

Kana ちゃんは、ほぼ一番にさっと手を上げ、その決断を変えない。そういう人は人望があり、鳥合の衆が追いてくるカリスマ性がある。

むかし、二番じゃだめなんですか、と言った政治家がいたが、彼女は、堂々と、二番がいいんですよ、社会を支えているのは二番の人々ですからね、と言い返せばよかった。私は二番の人々を尊敬しているので「二番会」というのを作ろうと思っている。

なぜ、日本が敷島の大和魂を忘れてしまったか、それは、日本人が、共存を認めず二者を対立させて白黒つけたがり、小さな失敗を針小棒大に罵倒し、意味もない形式にとらわれ、短期の成果を求める、棲み分けが新規性や独創性と勘違いし、自分の頭で考えずお上の言うことをまつ、といった、なんとも情けない国民になってしまったからである。文句もいわず（じつは陰で言いながら）肅々と働く人材を育てることも重要であるが、それと同時に、出る杭を育てなければこの国の未来は暗い。最初にさっと手を上げ、強い意志でその道を変えない、という Kana ちゃんのマインドは、この国を救う。私は、そういう人が、もっと出てほしいと願っている。ただ、全員がそうなのは二番の人々がいなくなるから、ごく少数でよい。

最近「個人的意見ですが」というエッセイを書いた。最初の文章は、「私は『個人的意見ですが』と言う人が大嫌いである」という文である。「個人的意見ですが」というのは、大阪弁の「しらんけど」の標準語訳である、などと考察している。この口癖のある人は、私の前では気をつけてほしい。この言い草が日本人の活力を下げ、ものごとをソフトにしまう元凶の一つである。

さて、結婚式なので、人生の多少の先輩として、ひとこと有り難いお言葉を述べる。それは、「そううまくはいかないよ」「Never "Never give up"」というものである。私の座右の銘で、私の祖父の口癖だった。あれこれとベストシナリオを描いても、その通りにいくとは限らないよ、という一見投げやりな態度である。諸君はものごとがうまく進まないとき、どうするか。人のせいにするのは言語道断だが、同じぐらいよくないのは、自分が悪いのだ、努力がたりないのだ、と思うこと。そして、思いつめたり、やり過ぎてしまったりする。ひどく精神を病むこともある。

世の中には自分の努力だけではうまくいかないこともたくさんある。そのときには、「そううまくはいかないよ」と言い、いまを受け入れよう。Never give up などと言って、頑張らないようにしましょう。自分の能力に限界を感じたら、未練たらしく頑張らないでさっさと諦めよう、ということである。的確な自己能力判断と、決断力が重要。人生の評価関数はスカラーではないから最適化はできない。さまざまな局面におけるローカルオプティマムの積み重ねは、トータルオプティマムにならない。

数年前に、奈良の石光寺というお寺に行った。ここは関西「花の寺」25のひとつで、ボタンや芍薬で有名。住職は昔は都会の大企業で営業をやっていた人で、先代が亡くなって急遽あとをついだ。広い庭の牡丹を育てることになったが、病気にかかってどんどん枯れる。5年10年いろいろ試したがうまくいかない。悪い菌を殺すことばかり考えて除草剤を撒く。2～3年はうまくいくけど、すぐにいいやつも一緒にだめになってしまう。

ある時、ひょんなことでアドバイスを受けた。悪い菌は放おっておいて、善玉の方をもっと元気にしようという考えに変えろという。それで草の汁とかを撒く方法に変えたら、花は生き生きとよみがえり、喜んで咲くようになった。つまり、悪いやつ、弱いやつをなくそうとしてはいけないよ、という教えである。

本当の強さとは、数ある問題を抱えながらも明日もしっかり生きていくことである。小さな問題にこだわって、それを解決しないと先に進まないということがあるならば、なんという愚かしいことだろう。

このような、一見いいかげんな考え方が、「信頼性を90%にするかわりにコストを数十分の一に下げる」という技術につながらないかと思う。ただし、1人も置いてゆかない、1人も取りつぱぐれを許さないという、いま日本人が金科玉条と掲げているマインドに反するので、言い方は難しいのだが。



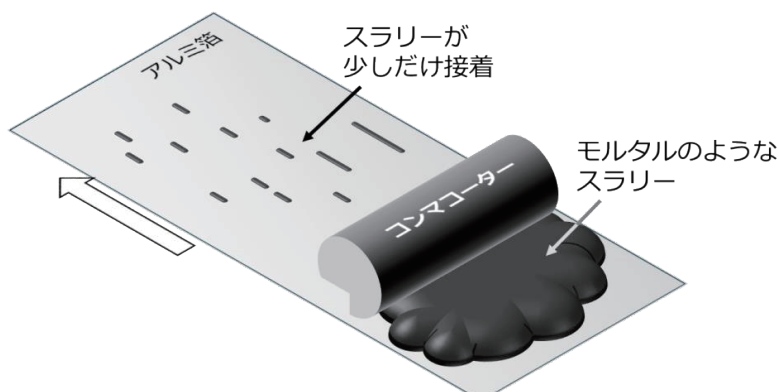
私のキャパシタ開発史

理事 高橋 哲哉（日置電機株式会社）

私の電気二重層キャパシタ（キャパシタ）との出会いは1993年、大学の研究室に配属された時だったのでキャパシタとのかかわりは今年で32年になる。学科は電気電子工学科だったが炭素材料の研究室で、PVdC（ポリ塩化ビニリデン サランラップの原料）などがキャパシタの材料として研究されていた。大学時代の私の研究テーマはリチウムイオン電池（LiB）の炭素材料負極だったため社会人になった後もLiBとのかかわりの方が深いのだが、キャパシタの開発をしていた時もあり、それぞれの難しさを経験した。キャパシタを開発していたのは20年以上前なのでいろいろと時効になっていることとして、LiBしか作ったことが無い素人がキャパシタを作り始めて苦労したことを紹介する。キャパシタメーカーの方々からすると突っ込みどころは多いと思うが、そこは笑って読み飛ばしていただきたい。

1. 電極づくり

LiBの開発からキャパシタの開発に移った中で最も苦労したのが、電極をどうやって作るかだった。LiBは活物質、導電助材、バインダーと溶剤を混ぜればそれなりのスラリーになる。スラリーとは粉体と液体の混合物でペンキのようなものであり、LiBではこれを銅箔やアルミ箔に塗布して電極を作っている。スラリー中の材料の混ざり具合が電池特性の良し悪しに影響するが、「とりあえず作ってみる」程度だとLiBは簡単にできる（EV用電池製造に参入しても量産できずに撤退する企業が多いのはそれが理由かもしれない）。そのつもりで始めたら活性炭を使ったキャパシタではそうはいかなかった。LiBと同じようにスラリーを作るとモルタルのような流動性に乏しいものしかできないのだ。これを無理やり塗布してみてもスラリーがアルミ箔に接着せずに箔だけが出てくる始末。試行錯誤の末、なんとかスラリーができて電極が作れるようになるまで3か月以上かかった。セル特性評価担当者と二人で始めたテーマであったが、評価できるセルが一向にできてこないにもかかわらず辛抱強く待ってくれた同僚には本当に感謝しかない。



開発初期のスラリー塗布の状態

2. 電極の乾燥

比表面積が大きい活性炭は脱臭剤に使われるように気体だけでなく液体も大量に吸着する。バインダーを溶かす有機溶剤も当然活性炭に吸着される。スラリーを塗布した電極ができるようになってから問題になったのは電極の乾燥方法だった。

LiB の電極では塗布後に乾燥炉で溶剤を蒸発させればよい。急激に乾燥させるとバインダーの偏析が起こるので乾燥時に温度プロファイルを持たせることは必要だが、電極に溶剤はほとんど残らない。電解液を入れる前に電極を真空乾燥させることはあるが、これは脱水のためである。しかし、溶剤が吸着したキャパシタ電極から溶剤の抜くのは大変だった。塗布後に乾燥炉で溶剤を蒸発させても活性炭の中には溶剤は残っており、そのままセルに組んで電解液を入れると溶剤が電解液に溶け出して、充放電をする
と溶剤が分解する。電極ができるようになってからしばらくは、特性の悪いキャパシタしかできなかった。電解液を入れる前の真空乾燥の条件を何度も見直してようやくまともな特性が出るようになったが、排気経路に冷却トラップを付けても真空ポンプのオイルに溶剤が混ざってしまい、別方式の乾燥機を導入するまで何台もの真空ポンプが使えなくなった。テフロン[®]の粉をバインダーにして乾式で電極を作る方法は岡村先生の著書でも紹介されており、その手法は当然知っていたが、問題が起きるたびになぜ乾式の方法が採用されていたのかを痛感した。



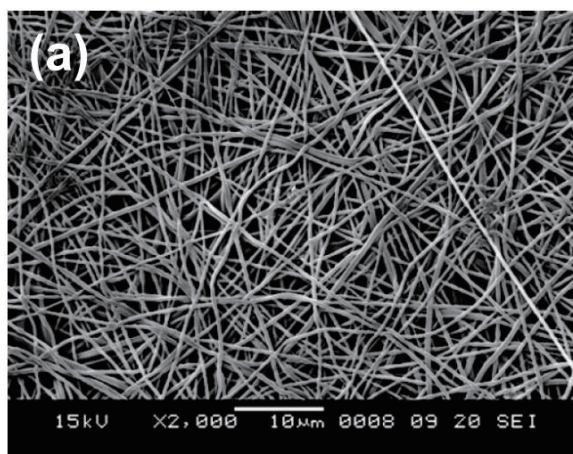
乾式で作成した活性炭電極断面の走査型電子顕微鏡写真

出典:<http://capacitors-forum.org/jp/admission/>

3. セパレータの検討

キャパシタは容量エネルギー密度で LiB に勝てない。ご存じの通りキャパシタの優位性はサイクル寿命の長さとお出力エネルギー密度の高さである。当時の市販材料を使用してもサイクル寿命や耐電圧はでは他社製品と差別化が困難であったため、出力エネルギー密度、つまりは内部抵抗の低さを特長にすることにして、電極間を絶縁するセパレータを検討した。当時、セパレータは紙（セルロース不織布）を使うのが主流だったが、紙は十分に乾燥させると脆くなり電極間短絡する心配もあったため合成繊維の不織布をいろいろ試した。ある日、繊維メーカーが別用途の試作品だけれどセパレータとして使えないかと繊維径がナノメートルオーダーの不織布を持ってきた。そのまま使用すると薄すぎて電極間を絶縁できず使い物にならなかったので数枚重ねて使ってみると、セパレータとしての厚みは今までと変わらないのに内部抵抗がいきなり半分になった。セパ

レータでこれほど内部抵抗が変わるとは驚きであった。繊維自体が電解液との濡れ性が良かったことと、繊維の表面積が増えて電解液の保液性が向上したためと推測された。その後繊維メーカーと協力してセパレータとしての特性を満たすものを作ったが、量産される前に私は転職した。転職後しばらくしていくつもの会社からナノファイバー不織布のセパレータが発表されており、自分の目の付け所は悪くなかったと安心している。

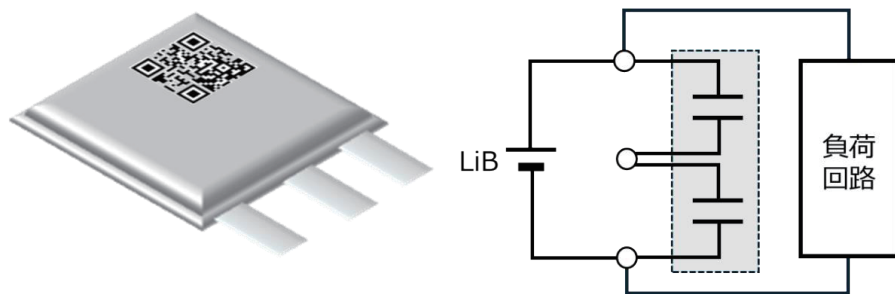


PAN ナノファイバー不織布の SEM 像

出典:電気化学, No.12(2010), 982-987

4. 活性炭を使わないキャパシタ

内部抵抗を下げるのと並行して、耐電圧を上げる検討も行っていた。活性炭は表面にある様々な官能基がキャパシタの耐電圧に影響を与えていると考え、活性炭を使わないキャパシタを検討した。LiB の黒鉛負極では粒子が大きすぎて表面積が足りず、カーボンナノチューブは当時値段が高すぎて候補にすら上がらなかった。純粋な炭素に近く、そこそこに比表面積が大きな材料としてアセチレンブラックを選んだ。LiB の導電助材として広く使われており、使い慣れた材料ということも選んだ理由だった。アセチレンブラックを使うとスラリーは滑らかで安定しており、残存溶剤もなく簡単に電極ができた。キャパシタを作ってみると狙い通り耐電圧は 2.7V 以上あり、セルの内部抵抗も低かった。容量は活性炭よりは明らかに劣るが比表面積の差ほどではなく、エネルギー密度よりも低抵抗化を目指すコンセプトにも合致した。耐電圧向上と電極の製造ばらつきが小さくなったことも合わせ、2 直列にしても電圧バランス回路なしで LiB と並列に接続して使用できるようになった。そして、バイポーラ構造とはいかなかったが、小型のラミネートセルで中央の端子を接続した三端子構造のキャパシタができた。しかし、そのキャパシタが製品化される前に転職したため量産化の苦労を私は知らないのだが、某社の有名な携帯音楽プレーヤに採用され音質向上に貢献できたい。

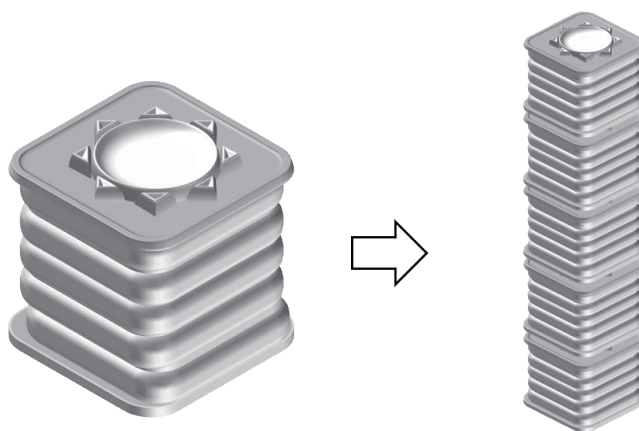


LiB と直接接続して使う直列構造のキャパシタ

5. 燃料電池自動車

キャパシタ開発は私に多くの経験をさせてくれた。全くの手探り状態から始めたテーマだったが、開発が進むにつれメンバーと設備が急速に増えていくのは貴重な経験だった。以前の会報でも書いたが、燃料電池車の補助電源として自動車メーカーと共同開発も行った。これは約 5cm 角の立方体の 1000F 程度のセルで（これは活性炭を使用）、上下面に連結金具がついておりセル同士を接続できるユニークな構造だった。実車での性能試験はパスしたが、エネルギー密度の点で LiB に負け（カーゴスペースが不足した）、採用されるには至らなかった。ただ、CEATEC（展示会）では 2 直列で 4.5V に充電して 100kg の重りを持ち上げるデモを行った際は、構造の目新しさもあり、自動車やキャパシタ業界の方にはそこそこに注目していただけたと思う。

キャパシタを開発している時ではなく、計測器メーカーに転職した後に当フォーラムの前身である ECaSS フォーラムに奇縁で参加するようになり、現在に至ってる。様々な知識と経験を持つ人たちが集まり気軽に意見交換できるキャパシタフォーラムは得難い機会であり、多くの方々に役立てていただけることを切に願う。



スタッキング構造のキャパシタ

1. はじめに

総合商社でキャパシタを担当している私ですが、再生可能エネルギーの普及により電力系統安定化用途でのキャパシタ需要が高まっていることから、独学で電力変換技術の学習をしております。しかし、実物に触れる機会がないことから中々実感を持つことができません。そんな折、キャパシタフォーラムの企画で株式会社キューヘンの変圧器工場見学と、福岡工業大学で環境問題とエネルギー技術を融合させた先進的な研究を行っておられる田島先生の研究室との交流の機会を得ました。そして、製造現場の壮大さと精緻さに圧倒されつつ、また、前途有望な若き研究者たちのフレッシュな情熱に触れて私の心にも爽やかな風が吹き、独学へのモチベーションを新たにすることができました。文系人間の感想となり恐縮ではありますが、レポートを書かせて頂きます。（尚、以降の変圧器以外のすべての写真は堀先生ご撮影によるものを使用させて頂きました。堀先生、素晴らしい写真をどうもありがとうございます。）

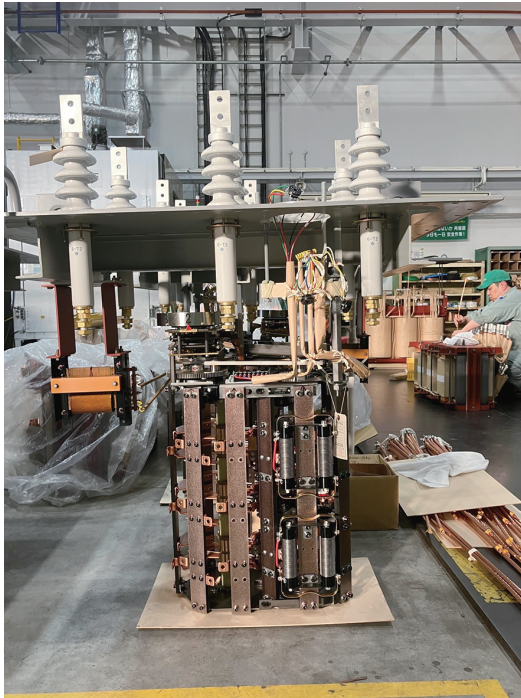
2. キューヘン工場見学

11/22（金）13時半に福岡工業大学に集合し、田島研究室の学生さん達と一緒に貸切バスで福津市のキューヘン本社工場に移動。14時半に到着しまずは安全説明を受け変圧器工場をご案内頂き、その後キューヘンの会社概要をご紹介頂きました。キューヘンは、1959年に設立された九州電力グループの変圧器メーカーであり、福岡県福津市に本社・工場を置き、小型の柱上変圧器から275kV級特高変圧器まで幅広い電力機器を製造しています。九州地区の変圧器市場では圧倒的なシェアを誇り、近年はSTATCOMなどの系統安定化装置の開発にも注力しています。また、使用済み変圧器から回収した絶縁油のリサイクルなど持続可能社会実現への取組も高く評価されているそうです。





工場見学でまず印象的だったのは巻線工程です。ここでは銅線を特殊な機械で巻いて、変圧器の心臓部となるコイルを作っているのですが、均一に銅線を巻くのは機械よりも作業員の繊細な手作業に懸っているようです。大型変圧器用のコイルは人間よりも大きく作業員が2人掛かりで全身を使って扱っているのも壮観でした。巻線工程の後には、コイルへの鉄心入れ、乾燥炉での熱風乾燥、絶縁油含侵を経て、函入れ・注油となります。人間の力仕事や繊細な手作業がかなりの部分を占めており、変圧器の一つ一つに人間の魂が籠っているように思えてきて、電柱の上や変電所で、いつも見えないところで我々の生活を支えてくれているのだなあと胸が熱くなります。また、大型変圧器についている巨大な碍子は、目に見えない超高圧電流の具現化したような造形的なかつこよさがあり、グッとくるものがあります。



3. 福岡工業大学・田島研究室との交流会

キューヘン見学を終えて再び貸切バスで福岡工業大学へ戻り、17 時頃より大学食堂にて田島研究室との交流会となりました。立食形式で寿司やローストビーフ等の料理を楽しみながら交流しつつ、パーティーの後半では、研究室に所属する学生たち一人ひとりが自分の研究内容についてプレゼンテーションを行いました。緊張した面持ちながらも、自分の研究に対する誇りと情熱を持って発表する姿は、とてもフレッシュで印象的でした。発表テーマは、「焼酎カスを用いた高性能キャパシタの開発」、「廃タイヤを活用した二次電池の開発」、「鉛蓄電池のサルフェーション抑制技術」など多岐に渡り、廃棄物の有効活用による環境負荷低減と性能向上の両立や実用化を見据えた研究発表がありました。特に印象的だったのは、学生たちが自ら材料を収集するところから電極製作、実験まで一貫して取り組んでいる点です。焼酎メーカーから直接廃棄物を受け取りに行くという行動力には驚かされました。

発表後の質疑応答では、企業の参加者からときに鋭い質問が投げかけられ、和やかな雰囲気ながらも時に「マネーの虎」のような場面も展開されました。「なぜその材料を選んだのか」「コスト面での実現可能性は」「量産化した場合の課題は何か」など、実務的な視点からの質問に、学生たちは時に言葉に詰まりながらも、自分の研究の意義や将来性について真摯に答えていました。また同じ研究グループの先輩が回答に窮した後輩をフォローして発表内容を的確に整理して伝える姿に、研究室の温かい人間関係が垣間見えました。また、田島教授も時折補足説明を加えながら、学生の発表をサポートされていました。学生の成長を温かく見守りながらも、研究者としての厳しさを教えているという印象を受けました。



さらに福岡工業大学での交流会の後は、田島先生行きつけの素敵な和食居酒屋にお連れ頂きました。大変美味しい料理とお酒に舌鼓を打たせて頂きました。この会の後田島先生は大学で引き続き行われていた研究室コンパに戻られるとのことで、田島研究室の篤い人間関係に再び感じ入りました。

4. 結びに一技術と人を繋ぐ架け橋として

今回の訪問を通じて、私は「モノづくり」と「人づくり」の本質に触れる貴重な体験をさせて頂きました。キューヘンの工場では、最先端技術と職人技が融合した変圧器製造の現場を目の当たりにし、田島研究室では、環境問題の解決とエネルギー技術の革新に情熱を注ぐ若き研究者たちと交流することができました。田島研究室の学生たちの研究が実を結び、いつか私たちの日常生活や産業界で当たり前に使われる技術となることを心から期待しています。

最後に、貴重な見学と交流の機会を提供して下さった株式会社キューヘンの皆様、田島大輔教授をはじめとする福岡工業大学の皆様、そして今回の企画を実現して下さったキャパシタフォーラムの関係者の皆様に心より感謝申し上げます。この経験を活かし、私自身も電力変換技術の学習をさらに深め、微力ながら業界の発展に貢献していく所存です。

以上

走行中給電の国内外動向とMRIの活動について

株式会社三菱総合研究所 モビリティ・通信事業本部 大島 竜輝

1. 走行中ワイヤレス給電への期待が現実

1.1. 走行中ワイヤレス給電への期待とは

EV普及の課題を一掃すると期待されているのが走行中給電技術（究極的には走行中ワイヤレス給電：DWPT）である。地面から空間を隔てて相対するコイルに電力を供給するワイヤレス給電は、送電効率が低いという懐疑的な見方もあるが、実は磁界共振結合技術により接触式の有線充電器と遜色ない。それ以上に、電気エネルギーを別のキャリア（バッテリーや水素など化学エネルギー）に変換することなく、「発電所の電気をそのまま駆動力として消費する」ことは、エネルギー効率が高く、EVの理想的な姿である。

DWPTにより、エネルギー効率改善とバッテリーの小型化、自国の産業を守りながらEV化が困難な商用車のGXを実現するとともに、「ちょこちょこ充電」によるEVの系統との接続頻度の向上が、余剰の再生可能エネルギーの活用に寄与すると期待されている。これは出力密度に優れ、繰り返し充放電による性能劣化の少ないキャパシタの特性と親和性が高い。停車中ワイヤレス給電（SWPT）はその通過点にあるものの、EVの使い方を変える試金石になるとみている。

2024年6月に業界団体「EVワイヤレス給電協議会（WEV）」が設立され、いよいよ国内市場が盛り上がりを見せるところである。諸外国は我が国よりも先行している部分が多く、一層注目を集めている分野であるので少し紹介したい。

1.2. 国内での取り組み、国交省が技術基準を策定へ

日本では、2023年から柏の葉スマートシティにて、DWPTで国内初の公道実証が開始された。2025年4月中旬から10月中旬には経産省プロジェクトにおいて大阪・関西万博会場内で一般来場者向けのEVバスでDWPT実証が行われている。是非会期中に足をお運びいただきたい。その後、NEXCO東日本の高速道路本線上や大阪府市の営業バス路線上のDWPT実験・実証も計画されている。

三菱総合研究所（以下MRI）では、WPTに関する技術・制度・事業に対する深い理解と豊富な実績、国内外の産学官のキーパーソンとのネットワークを基盤として、実証、制度化、導入支援等、ワイヤレス給電が世の中に溶け込むような社会インフラを目指して活動をしている。日頃の活動を通じて、国土交通省・経済産業省・環境省・総務省等の関係省庁とも意見交換を実施している。

最近の動向として、国土交通省では、道路分野における脱炭素政策の1つとして走行中給電を位置付け、2026年度にかけ道路管理者が参照する技術基準を策定することになった。

背景として担当部署である道路局は2020年度より「道路技術懇談会」にて「新技術導入促進計画」を決定しており、2024年度からは走行中給電の基準整備を進めることとなった。導入促進機関となった（一財）国土技術研究センター（JICE）の技術公募により、実証実験等を通じて技術の有用

性や安全性が検証できたものは、「新技術導入促進計画」に位置付けられ、現場実装が促進される。2026年度に公表される予定の技術基準は、道路管理者の判断材料になり、公道を利用した大規模な実証を進めるための重要な一歩を意味する。

環境省では、MRIの他、(株)ダイヘン、三菱ふそうトラック・バス(株)を受託者として、商用EV(バス、トラック、タクシー)への停車中ワイヤレス充電(SWPT)の実証を行い、商用EVの利用者が参照できる導入ガイドラインを公表する事業を開始した。2024年度から3年間の事業として取り組み2026年度の導入ガイドライン公表を目指す。

1.3. 欧州政府の動向は我が国にチャンスである

欧州では、AFIR(代替燃料インフラ規則)に走行中給電が「ERS(電気道路)」として記載される他、特にスウェーデン、フランス、ドイツの三カ国では政策的意欲が高く、2030年代までの整備目標の検討とともに、国家プロジェクトとして複数の実証実験が行われている。

例えば、フランスのエコロジー・持続可能開発・エネルギー省は国全体のERS建設の計画として、2030年に4,900km、2035年に8,850kmのERSを整備する2段階の計画とし、フランス国内のどの地点からでも125km以内でERSにアクセス可能とする面的な整備を含む報告書が大臣へ提出されている。

ドイツでは、経済団体であるドイツ産業連盟(The Federation of German Industries:BDI)が実施した委託調査で、費用対効果の高い脱炭素政策として、2030年までにアウトバーン全長13,000kmのうち、4,000kmをERSとすることを提案している。

欧米の先進事例は国や州政府がリーダーシップをもって進めている。我が国も欧米から学ぶ必要があるが、欧州では国際物流網と陸続きの複数国連携が課題であり、米国では州政府の方針の違いによって実は一枚岩ではない側面もある。我が国においては島国である優位性を活かし、追いつけ追い越せの精神をもって、省庁横断で政策的検討へ結びつけることが肝要と考える。

2. スウェーデン、ドイツ視察(2024年2月)の回顧録

2.1. 視察の概要

大林組は2021年度～2023年度にNEDOによる助成を受け、「EV 走行中給電システムを活用した都市とモビリティのエネルギーに関する革新的な技術開発」を行った。助成事業の一環で、2024年2月に走行中給電に関する情報収集や、欧州の産官を代表するリーダーとコネクションを構築することを目的にスウェーデン、ドイツへ渡航した。スウェーデンでは省庁へのヒアリング、ドイツでは国のDWPT実験施設、路線バスのDWPT公道実装例の視察を行った。本章は大林組から業務委託を受け実施した海外調査の結果の一部を、大林組の承諾の元に報告するものである。

2.2. スウェーデン(運輸局訪問)

スウェーデン政府は、2037年までに2400キロメートルものERS(電動道路システム)の整備を目指している。2021年9月に提出された報告書「Rules for State Electric Roads」に基づいており、恒久的なERS構築に向けての第一歩として、スウェーデン国内の高速道路E20のうち、ハルスベリ＝エーレブロー間の21kmでフルスケールかつ恒久的なERS建設を実施すべく公共調達を実施する予定であった。

本出張では、国土交通省に相当する行政組織であり、ERS構想を担うスウェーデン運輸局へ訪問した。当時は日本からの直行便が無かったため、ロンドン経由で入国し、運輸局を訪問して足早にドイツへ出国する弾丸訪問である。

ERSのパイオニアたる運輸局からは、高速道路本線E20でのERSの実証実験について紹介があった。実は訪問直前である2023年9月に、調達仕様に基いた4パターンの技術方式と事業者から1方式を調達にて選定するという公共調達プロセスが中断していた。担当者によると、調達コストが各方式の平均値で、想定約2倍高額なことが理由とのことだった。その影響で、運輸局は分析フェーズに立ち返っているため2～3年計画は遅延すると知らされた。E20での成果を踏まえないと大規模な計画に着手しないとのことで、ERS計画自体の見直しも含めて、足踏みしている実態が透けて見えた瞬間である。

その後、スウェーデン運輸局から「将来のERS設置の影響評価」という報告書が2024年11月29日に提出され、道のりが平坦ではないことが示唆されている。

報告書によれば、ERSの大規模拡張にはコストおよび、技術の未成熟リスクが大きく、現時点では採算が取れないため、スウェーデンのみで先行するのではなく、大国であるフランス・ドイツと足並みを揃えるべきと評価された。2040年頃には車両の多くがすでにEV化されていると予測され、ERSの脱炭素効果も限定的としている。そのため、スウェーデンは直ちに大規模拡張を計画することはせず、国際的な進展を注視しながら知識を蓄積し、小規模で市場志向のプロジェクトを模索する方針とのことである。

運輸局で国の強力なリーダーシップと社会実装に向けた実像を確認できた後、我々は足早にスウェーデンを出国した。

2.3. ドイツ（連邦高速道路研究所訪問、バスの実証実験視察）

ケルン——ライン川流域に位置し、ケルン大聖堂が鎮座する現代都市で静かに技術開発が進んでいた。ケルンを訪問した目的は、連邦高速道路研究所(BASt)の視察とヒアリングである。BAStは交通運輸省の傘下にあり、高速道路を対象とした幅広い研究を行う機関である。

今回は、BAStの本館である「The main building」と、アウトバーン(ドイツの高速道路)のジャンクション内に位置する野外実験施設「the dura BASt」を訪れた。「the dura BASt」は、まさに未来の道路技術を生み出すショーケースだった。敷地内に設けられた複数の試験路では、リアルな道路環境を再現しながらさまざまな実験が行われている。

その中でも、DWPTに関するプロジェクトは注目されていた。アスファルト舗装を対象とする「e-Charge」、コンクリート舗装を対象とする「e-Road」、さらにPC舗装（プレキャストコンクリート）を使う「InductInfra」の各プロジェクトのうち、国家プロジェクトである「e-Charge」では、イスラエル発のDWPTリーディングカンパニーであるエレクトレオン社により100m走路にて耐久性試験を実施していた。BAStとしてはエレクトレオン社のコイルと埋設構造はドイツの土木的な基準では問題ないと評価した。

バーリンゲン——シュトゥットガルトの南70 kmに位置する、バーデン・ヴュルテンベルク州の人口3.5万人の小さな町である。ケルンからドイツ高速鉄道ICEで2時間、さらに気動車のローカル線で1.5時間かけてようやくたどり着く。

この町では、市中心部の景観に溶け込むDWPTインフラが稼働しており、路線バスが商業運航をしながら充電している「ELINA」というプロジェクトが進んでいる。



図 1 ドイツ連邦高速道路研究所（BAST）の
野外実験施設の全体像



図 2 エレクトレオン社の送電コイル

2023年にバーリンゲンで実施されたイベント「ガーデンショー」に合わせ、中国HIGER BUS製の電気バスを1台導入、エレクトレオン社のDWPTインフラを整備して、商用利用に近い形でのサービス提供を行った。「ガーデンショー」終了後には、DWPT区間を拡張して実導入されている。今回は「ガーデンショー」開催当初に整備された400mのDWPT区間を視察した。

特に印象的だったのは、DWPT走路のさりげなさだ。無電柱化も相まって、目立った存在感はなく、むしろ「地味」と言えるほど周囲に溶け込んでいる。それが、完成度の高さを物語っているようだ。舗装のテクスチャからDWPTの区間が判別できる程度である。電力制御を行うマネジメントユニットの筐体が歩道に4個点在している。

地元バス運行会社のご厚意で、特別にDWPT対応の電気バスに試乗させていただけた。残念ながら当日は乗降扉の不具合で通常の路線バスの運行から外れていたものの、貸切の臨時コースとして車庫からDWPT区間を巡る30分ほどの試乗体験をした。運転手から聞いたDWPTへの好意的な評価が、DWPTが現実のものであることを実感させた。また、地味な技術であるにも関わらず、「ガーデンショー」期間中の乗客がDWPTに対して一定の認知を示していたことも興味深い点であった。

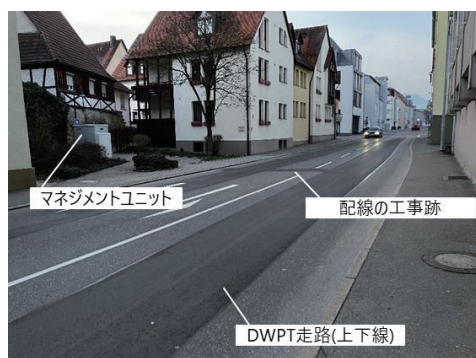


図 3 バーリンゲン町内の公道 400m
に DWPT が埋設



図 4 DWPT 対応 EV バスの運転席

なお、図1～図4は、すべて2024年2月実施の海外調査報告書からの抜粋である。

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の助成事業（JPNP21005）の結果得られたものである。

3. EVワイヤレス給電協議会(WEV)立上げ

3.1. 業界団体の立上げの背景と構想

DWPTは革新的なGX技術であるため、導入促進と産業発展を実現するためには、当然様々な規制やルールへ向き合うことが不可欠である。当社の日頃の業務で付き合いのある民間各社および各省庁と意見交換を重ねる中で、DWPTの必要性を府省庁へインプットしていくには、個社としてではなく業界団体として意見を上げていく必要性を痛感していたところであった。省庁だけではなく、社会的認知度・受容性を向上させるとともに、ニーズの醸成を図るためにも、個別の民間企業・研究機関の活動だけでは達成することは困難である。

当社としても産学官のネットワークを発展させて、社会実装を推進（制度整備、補助金確立等）するための協議会等を立ち上げたいと考えていたため、省庁のニーズを踏まえ、早速水面下で動き出した。2023年秋頃のことである。

関西電力(株)、(株)ダイヘン、シナネン(株)、WiTricity CorporationとMRIの発起人5社において日本でWPT市場を立ち上げるための協議を行い、想いを一つにして業界団体の立上げの合意に至った。協議会会長は、この分野で長く尽力され産学官のネットワークのハブとして相応しく、キャパシタフォーラムも会長を務められる堀 洋一先生に依頼することで決まった。その後は業界団体を立ち上げるための設立準備会を立上げ、2024年6月の設立総会を迎えることとなる。

民間発の業界団体であるものの、実は省庁からも関心があってこそその発足であることに言及しておきたい。官民の対話を進めていくための橋渡しとして立ち上がったのが「EVワイヤレス給電協議会」である。下記に設立趣意を引用する。

電力・機械・自動車・道路・運輸等の様々な分野の産学官が連携し、EVワイヤレス給電の普及促進や制度化・標準化・事業化に資する各種検討・対外活動等に取り組む必要があります。

そこで、EVワイヤレス給電を社会インフラとして整備していくため、民間企業及び研究機関が協力する場として、また行政機関と業界をつなぐ窓口として「EVワイヤレス給電協議会」を設立します。

SWPTの業界団体と誤認されることもあるが、DWPTを最終的に目指す姿として位置づけた上で、活動範囲に含めている。また、先行するWPT技術を中心として活動するものの、他方式とのベストミックスも検討して、EV給電の利便性向上に貢献する。

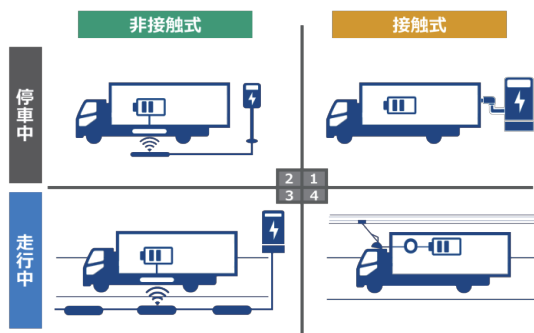


図 5 EV ワイヤレス給電協議会 (WEV) がスコープとする給電方式、最終的に DWPT を目指す
出所：EV ワイヤレス給電協議会、設立総会資料（2024/6/10）

3.2. EVワイヤレス給電協議会（WEV）の立上げにあたって

執筆者自身、業界団体立上げ自体は初めての経験だったが、設立準備会を高頻度で開催し、発起人の多大なる尽力により、無事に立上げに至ることができた。ホームページの製作、事務局の設置、会計管理、リクルーティングや広報活動といった表に見える準備から、設立総会の会場準備や講演の依頼など裏方の業務に至るまで、どれも欠かせない要素だった。これらの活動を発起人がボランティアとして一つひとつ丁寧に取り組んでいただいたことに深く感謝と敬意を表したい。

当協議会「EVワイヤレス給電協議会」の名称は、キャパシタの特性と親和性が高い「発電所の電気をそのまま駆動力として消費する」というWPTに期待される「給電」のコンセプトを大切にしている。英語名は「Wireless EV Alliance」とした。他にも候補名はあったが、商標登録の状況を鑑み、端的で記憶に残りやすい略称「WEV」から逆算して決めた。読み方は「ウェブ」ではなく「ウィーブ」である。ロゴマークは当協議会内で蚊取り線香と呼ばれ愛着のあるものに決まった。

協議会の名称が決まったところで設立に向けては早期立ち上げが求められるなか、準備作業は当初の想定以上に多岐にわたり、結果として2024年6月の設立総会を迎える運びとなった。2024年4月にプレスリリースを発表させていただいたが、反響は予想を大きく上回り、会員数は雪だるま式に増加していった。設立総会時点（2024年6月）で正会員55社が参画、2025年2月現在で正会員85社に達しており、自動車メーカー、電力会社、電機メーカー、ゼネコン、商社など業界を超えた幅広い企業が参加している。競合の垣根を越えてワンボイスとして業界の意見を届ける体制の構築に成功した。またオブザーバーとして、国土交通省、経済産業省、環境省の3省庁4課室に加え、地方公共団体、各業界団体、学術団体、大学、研究機関など計25の団体が名を連ね、計115の企業等の組織・団体が所属する業界団体へと成長した。

さらに、設立の反響は参加企業に留まることなく、一般紙やテレビといったメディアにも多く取り上げられた。設立総会では、テレビ東京、日経新聞、産経新聞、読売新聞、日刊工業新聞、電気新聞、共同通信、時事通信など数多くのメディアに報道いただいた。その後も、日経新聞、電気新聞、共同通信などから継続的な取材を頂いており、これらの報道を通じてワイヤレス給電の認知度向上に寄与できていることを大変ありがたく思っている。

3.3. EVワイヤレス給電協議会（WEV）の活動紹介

WEVの活動項目としては、下記の3つを掲げ、図のように3カ年計画で進めることを計画している。

1. EVワイヤレス給電の社会インフラ化の推進

経済的合理性があり、誰もが参入できる産業構造を目指す。

都市、交通などの課題解決のために、自動運転等の技術におけるEVワイヤレス給電技術の有益性の理解促進を目指す。

2. 実用化・普及促進の対外発信・啓発

社会インフラとして認知向上させ、業界の活性化に寄与する。

社会インフラとしての整備を推進するため、関連制度の整備など官公庁と丁寧な対話をして進める。

3. 標準化活動の推進

EVワイヤレス給電技術の相互運用性やセキュリティ確保のために標準化活動を行い、相互利益のある基準・規格の確立を目指す。

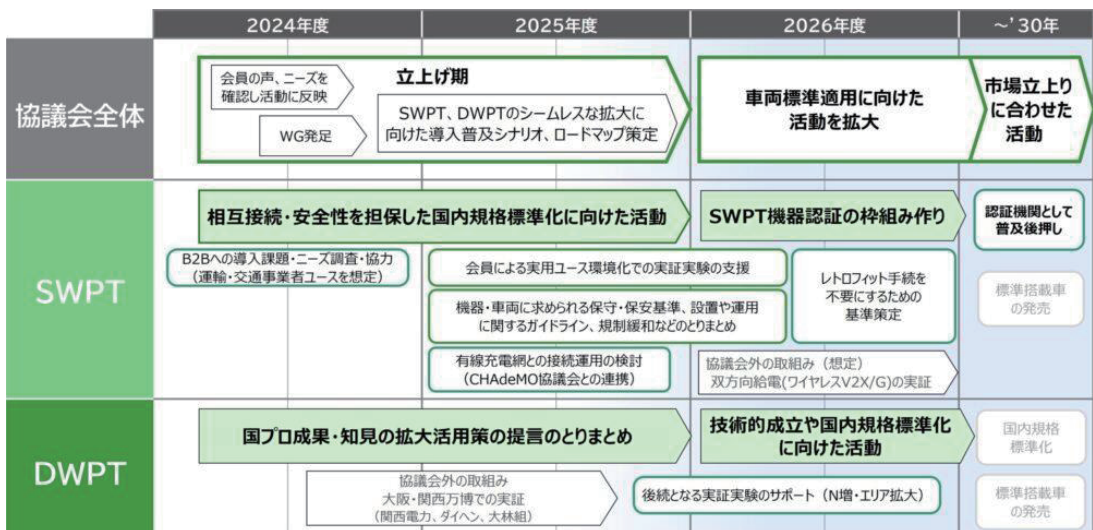


図 6 EV ワイヤレス給電協議会（WEV）の活動ステップ

出所）EV ワイヤレス給電協議会「主な活動・計画」<https://wireless-ev.org/ev-wireless/#n1>（2025/2/12）

具体的には、WPTの普及に向けた課題解決と、業界を横断した意見集約のため、WEVではワーキンググループ（WG）を発足させている。相互運用性の確立に向けた技術的な検討、SWPTが導入できるユースケースの検討などをテーマに5つのWGを設立し、自動車メーカー、関連メーカー、電力会社、建設会社、自治体などを広く巻き込んだ体制構築が出来ている。

加えて、会員限定の勉強会として、WPT業界の第一線で活躍する有識者の講演や、WPTの実証実験の現場を視察する機会などを企画しており、大変な好評をいただいているところである。

協議会外の活動として、環境省の「商用EVへのSWPTの実証および導入ガイドライン作成事業」における検討会にSWPTの有識者として、当協議会の事務局長が委嘱され、業界団体として具体的な省庁への橋渡しの準備が進みつつある。

4.最後に

EVでもキャパシタでも「勝つ」べく、DWPTを社会実装するには、電源の安定供給、道路と運輸の協力、電波規制、金融手法など、多くのステークホルダーに関連する課題とGX産業構造への変革が必要である。業界のワンボイス化をはからねば、DWPTは産声を上げることができない。

DWPTが整備されれば車載蓄電デバイスとして化学電池がスーパーキャパシタに代替される可能性がある。我が国がDWPTで巻き返しを図り、アジアを中心に市場を牽引できる勝ち馬になれるか、今後の行方が大きく占われている。設立1年を迎えるEVワイヤレス給電協議会が台風の目となるべく尽力したい。

会社概要

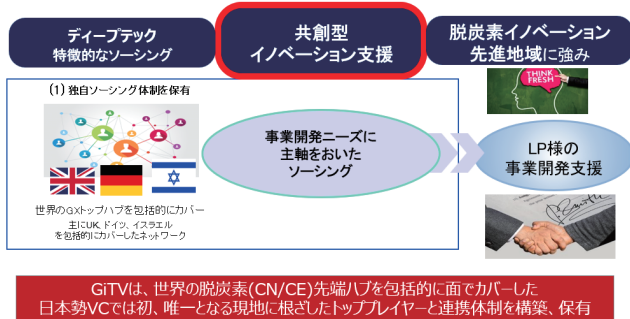
社名	GiTV 株式会社	代表者	代表取締役社長 安達 俊久
設立年	2016 年	住所	東京都千代田区内幸町 2-1-6 日比谷パークフロント

主な事業内容

GiTV 株式会社は、インダストリー分野の研究開発型ディープテックをグローバルに手掛ける日本の特化型ベンチャーキャピタル (VC) です。

AI など先端インダストリーDX テクノロジー、グリーンエネルギーなど GX テクノロジーを中心に、EU、イスラエル、米国主要イノベーションハブにおいて、現地に根付いたディープテック領域のトッププレイヤーと連携体制を保有し機動的にオープンイノベーション活動の支援、日本との橋渡しを手がけています。

ユニークな特徴として、日本の事業会社様によるオープンイノベーションによる事業開発活動支援に向けて世界の先端ディープテックスタートアップ発掘から事業シナジーを追求した共創型イノベーションの支援をミッションとしています。



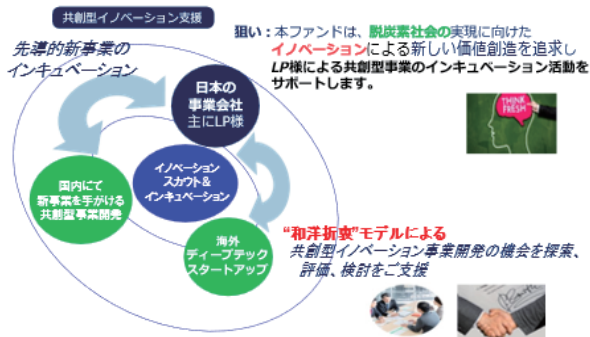
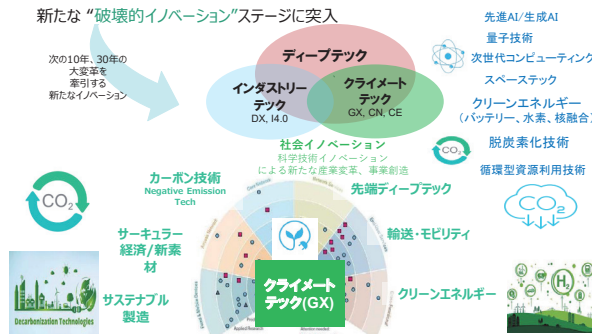
新世代ディープテックの潮流



GiTVの共創型事業開発活動支援コンセプトについて



社会全体の価値観とルールが不可逆的に大変革する産業革命以来の新たな“破壊的イノベーション”ステージに突入



参考：バッテリー技術関連ポートフォリオ紹介

ディープテック イノベーションの例 3次元集電体技術によるバッテリー技術革新



ADDIONICS

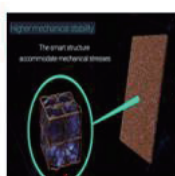
GiTV192号ファンド直営

革新性：化学材料非依存*の汎用性を備えたスマート3D電極技術を開発（特許技術）

インパクト：低コストでバッテリー性能、容量、充電時間短縮、寿命、安全性を大幅に向上



バッテリー集電体の3次元構造開発に成功
バッテリーパフォーマンス革新



Addionicsの3D集電体デザインは次世代バッテリーへ幅広く適用



バス及びトラックの電動化の動向および エネルギーリソースとしての活用の可能性

三菱電機株式会社 モビリティソリューション事業推進部 浅木森 孔貴

1. はじめに

パリ協定以降、地球温暖化の抑制を目的として世界的にカーボンニュートラルの関心が高まっている。国内で約 20% 程度の CO₂ 排出量を占める運輸部門においても同様にカーボンニュートラルへの要求が近年高まっており、国内外にてバスやトラックの電動化に向けた議論や導入に向けた取組みが活発化している [1]。バスやトラックの内燃機関が電動化されると、エネルギーの補給形態が化石燃料による充填から蓄電池への充電に変わり、需要家のオペレーションや充電電力を供給する電力系統は大きな影響を受ける。一方で、電動化されることによりモビリティを走行用途だけでなく、積載する蓄電池を需要家向け、電力系統の安定化向けにエネルギーリソースとして活用できる可能性が生まれる。本稿では、バスおよびトラックの電動化の動向とエネルギーリソースとしての活用の可能性そして三菱電機の取組みに関して紹介する。

2. バス及びトラックの電動化の動向

主要各国は 2050 年、2060 年をカーボンニュートラル達成時期として表明している。この達成に向け、運輸部門におけるカーボンニュートラルについても一定の方針が示されている。日本では、大型バス及びトラックで電動車を 2020 年代に 5000 台導入する目標や小型バス及びトラックを 2030 年までに新車販売の 20 ~ 30% を電動車とする目標が掲げられている [2]。また乗用車については 2035 年までに新車販売で電動車 100% を目指す事を目標としている [2]。米国や欧州においても 2030 年から 2035 年で数十 % から 100% 電動化の目標が掲げられている [3]。

各国においてカーボンニュートラルや車両電動化に向けた方針が定められる中、弊社と取引のある調査会社ではバス及びトラックの電動化は世界的に今後堅調に進んでいくと予想している。米国・欧州・日本の年間におけるセールスを対象として、バスは 2030 年に全体の 60%、2035 年に全体の 70% が電動化されると予想している [4]。商用トラックについては現在約 5% を電動車が占めており、2030 年に 20%、2035 年に 30% を占めると予想している [4]。なお、昨今の電動車の販売台数の鈍化の影響等の潮流を鑑みると調査会社の数字はやや楽観的な可能性がある。参考程度で捉えて頂きたい。

3. エネルギーマネジメントシステムの全体像

モビリティの電動化の進展に伴い、需要電力に占めるモビリティの充電電力の割合が大きくなる。これは需要家および電力会社双方に課題と機会を創出する。需要家は、電気料金や充電のための設備投資コストが増大する課題がある一方、積載蓄電池を再エネ余剰電力の蓄電用途や停電時における BCP 用途で活用できるといった機会を得られる。電力会社は、電力需要の増大に伴う電力混雑への対応や送配電網の増強コスト増大といった課題がある一方、積載蓄電池を電力系統安定化のためのエネルギーリソースとして活用できる可能性を得られる。モビリティの充電量や充電時間を調整する事で需要家、電力会社双方の要求に応えることができ、この実現手段として EMS（エネルギーマネジメントシステム）の活用が期待される。

表 1 に EMS の全体像を示す。縦軸に目的、横軸に需要家設置機器を記載し、それぞれで扱われるエネルギーマネジメントをまとめている。電動車に積載される蓄電池は、定置型蓄電池とエネルギーマネジメントの考え方は同一であるが、特に電動車向けのエネルギーマネジメントは V2X という言葉で説明される事が多く、家庭向けは V2H（Vehicle to home）、建物やビル向けは V2B（Vehicle to building）、電力系統向けは V2G（Vehicle to grid）という言葉で説明されることが多い。需要家最適の目的は、概ね電気料金の最小化、再エネの需要家拠点内最大活用、走行用 SoC（State of Charge）の確保があげられる。実現手法として再エネ余剰電力充電、夜間充電、日中放電等があり、充電計画を作成する上で合わせて再エネ発電量や需要家消費電力の予測がなされる。エネルギーリソースとしての活用目的では、電力系統への影響抑制として消費電力を抑える事を目的としたピークシフト / ピークカット、更に電力系統の安定化を目的とした上げ DR（デマンドレスポンス）やアンシラリーサービスがある。

表 1. EMS の全体像

		需要家設置機器	
		定置型蓄電池	電動車
需要家最適		余剰電力充電・ 夜間充電・日中放電・ BCP 活用	余剰電力充電・ 夜間充電・日中放電・ BCP 活用（V2H・V2B）
エネルギー リソース としての活用	電力系統 影響抑制	ピークシフト・ ピークカット	ピークシフト・ ピークカット （V2H・V2B）
	電力系統 安定化	ピークシフト / ピークカット に加え、上げ DR・アンシラ リーサービス	ピークシフト / ピークカット に加え、上げ DR・アンシラ リーサービス（V2G）

4. バス及びトラックのエネルギーリソースとしての活用の可能性

バス及びトラックは、電動車両の種類にも依存するが BEV (Battery Electric Vehicle) で考えると 1 台の車両が積載する蓄電池容量が大きい。また、バス及びトラックは運行後多数の車両が一か所に駐車されるが、電動化に伴い充電を駐車場ですべて行う場合は駐車場における消費電力量が非常に大きくなる可能性がある。一例として、数十 kW ～数百 kW の充電を数十台の車両に対し同時に行う場合、数百 kW ～数 MW の電気を充電用途で使用する可能性があり、需要家における充電設備コストや電気料金が非常に大きくなると考えられる。また、逆に蓄電容量が大きい分、エネルギーリソースとしての活用の可能性も高いと言え、系統安定化のための利用ポテンシャルも大きい。

バス及びトラックの電動化に伴う充電電力のインパクト、エネルギーリソースとしての活用の可能性の高さについては近年既に認知されており、電力会社、バス会社、充電器メーカー等が協力し、インパクトの抑制およびエネルギーリソースとしての最大限の活用に向けた実証試験を進めている。東京電力ホールディングス（株）は、（株）みちのりホールディングス等と共に電気バス向け EMS の開発および電気バス導入の経済性および実用化に向けた検証を 2022 年より開始している [5]。また、関西電力（株）は大阪市高速電気軌道（株）等と共に同様に電気バス向け EMS や運行管理システムの開発、運行管理や充電制御の検証を行う実証試験を 2022 年より開始している [6]。関西電力（株）が進める実証は普通充電器、急速充電器だけでなく、走行中充電システムの検証もなされる事を特徴としている。実証計画では、社会実装のターゲット時期を 2030 年頃で設定している。社会導入に向けた課題は、電動車及び充電設備の導入コストや電力安定化のインセンティブ形成等が挙げられるが、実証を通してシステムの開発や技術検証と合わせてこれら課題に対する対策の検討が進むと予想される。

5. 三菱電機の取組み

三菱電機は、これまでにモビリティのエネルギーリソースとしての活用に向け、多くの実証や取組みを行ってきた。また、2024 年にはモビリティソリューション事業推進部を設立し、モビリティの電動化および自動化を見据えたモビリティソリューションの創出を目指している。

これまでに、V2G 実証試験と大容量電動モビリティ向け充電システムの開発に取り組んでいる [7][8]。V2G 実証試験は、九州電力（株）、他 3 社と共に、経済産業省資源エネルギー庁の需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業の補助金を受けて 2018 年より行っている。実証試験では、V2G 機能として充電および放電機能を有する充放電ステーションの構築及び機能検証、充放電ステーションを制御する V2G システムの構築及び機能検証、そして充放電制御量の系統安定化のポテンシャル評価等を行っている。充放電ステーションや V2G システムは十分に機能する事が確認され、また電力系統安定化に向けたポテンシャルについても確認している。大容量電動モビリティ向け充電システムは、電気バスや電気トラック

向けの大容量充電システムである。本システムの充電器は、AC/DC 変換器と DC/DC 変換器が分離した構成となっている事を特徴とする。電動車充放電向け、PV 制御向け、定置型蓄電池充放電向けの DC/DC 変換器を並列接続できる構成となっている。この構成により AC/DC 変換の経由段数を削減する事で再エネ発電電力や定置型蓄電池の充放電電力の損失を削減する事や電力系統が停電した場合でも電動車と PV および定置型蓄電池を DC 配線で接続する事で BCP 用途にて活用できる事を特徴としている。本システムは、四国電力（株）、（株）四国総合研究所と共同で 2020 年 12 月から坂出發電所や四国総合研究所で技術検証しており、充電オペレーションの実現性や DR の検証等を行っている。

モビリティソリューション事業推進部は、モビリティの電動化を見据えたエネルギーマネジメントおよび自動化を見据えたインフラソリューションを組合せ、統合的なモビリティソリューションの創出を目指す。物流事業者や小売事業者など自社で倉庫およびトラックを保有する事業者のカーボンニュートラルに向けた車両電動化をターゲットとする。本稿では、主にバスやトラックのエネルギーリソースとしての活用について述べたが、自動化についても近年導入に向けた議論や取組みが活発化しており、三菱電機はこれまでに自動化技術についても実証や技術開発を行ってきている。モビリティソリューション事業推進部は、これまでの実証や開発の取組みにて得られた技術や経験を活かし、カーボンニュートラルを実現するためのモビリティソリューションを創出していく。

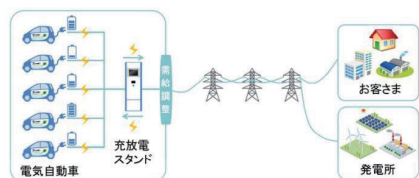


図 1. V2G 実証試験イメージ

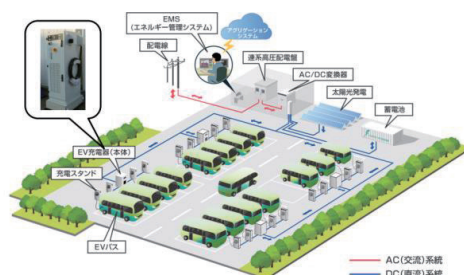


図 2. 大容量電動モビリティ向け充電システムの概要

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 2021 第 1 部第 2 章第 3 節
- [2] 国土交通省 第 32 回技術部会配付資料 3
- [3] 経済産業省 第 25 回産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会資料 4
- [4] BloombergNEF
- [5] 東京電力ホールディングス（株） 2022 年 7 月 19 日プレスリリース
- [6] 関西電力（株） 2022 年 7 月 20 日プレスリリース
- [7] 三菱電機 2018 年 5 月 31 日プレスリリース
- [8] 三菱電機 2020 年 10 月 29 日プレスリリース

ワイヤレス給電技術の社会実装に向けて 建築会社の取り組み

大成建設株式会社 技術センター先進技術開発部 遠藤 哲夫

1. はじめに

2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、運輸部門におけるCO₂排出量の削減は喫緊の課題である。電気自動車（以下、EV）など内燃機関を有しない自動車の場合、連続航続距離が短いことが課題であり、充電設備の整備は不可欠である。

国土交通省では、EV等の普及促進に向けた環境整備の一環として、「電気自動車等用充電機器の道路上での設置に関するガイドライン」を令和5年5月に発行した¹⁾。EV等の充電設備の利用形態は、EV等の保管場所で充電する「基礎充電」、移動の経路上（高速道路のSA/PAなど）で充電する「経路充電」、移動先の目的地（宿泊施設、商用施設など）で充電する「目的地充電」に分類される。EVの普及に当たってはこれらのユースケースにおいて利用者のニーズに合わせた充電設備を設置することが重要であると考えている。

停車中ワイヤレス給電（SWPT、Static Wireless Power Transfer）機能を有した充電設備は、高出力な高周波電源の整備や漏えい電磁界などの課題により有線式の充電設備に比べて「急速充電」に対して不利である。一方、充電プラグの抜き差しが不要になるなど利便性が高く充電機会の増加が期待できることから、SWPTはEV普及に貢献できる技術であると考えている。さらに、EVバッテリーをビルの定置型蓄電池として活用することが可能になれば、ビルの電力需要におけるピークカット・ピークシフト電源としてEVバッテリーが機能するため、ビルが保有する定置型蓄電設備の大幅削減が期待できる。さらに、経路充電の範囲を道路区画内とした場合、道路上を走行するEVへワイヤレス給電（DWPT、Dynamic Wireless Power Transfer）することによって、走行中でも充電機会が確保できると共にEV搭載バッテリーの少量化が可能になる。つまり、ワイヤレス給電は、EVの普及を促進し、社会全体のバッテリー量を削減することが可能な技術であり、CO₂排出量の削減に大きく貢献できると考えている。

WPT技術の展開シナリオを図1に示す。現在、特定の車種のみ限定的な台数が設置される施設において、EVバスなどの商用車に対するSWPTの効果を検討するための実証実験が各所で進められている。戦略的イノベーション創造プログラム第3期（略称、SIP3）スマートエネルギーマネジメントシステムの構築 A1 エネルギーとモビリティのセクターカップリングにおいて実施されている「電動モビリティの遠隔制御によるワイヤレス充放電を含めた建物のエネルギーマネジメントシステムの構築」は、その一例であり、都市部の需要側である「建物」に焦点を当て、都市部に多数存在するモビリティの電動化を基に、これらを蓄電池として活用した、建物需要と協

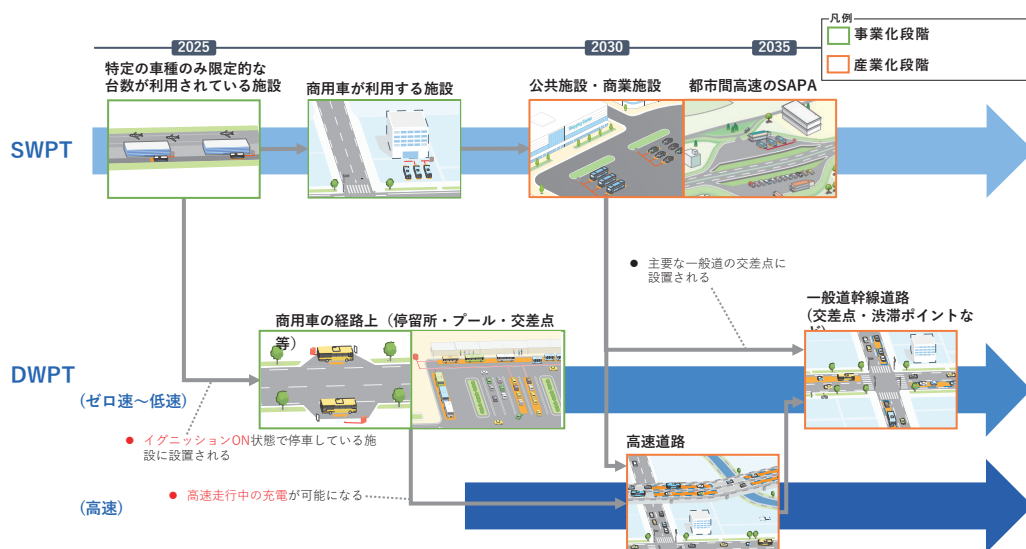


図1 WPT技術の展開シナリオ

調する建物・EV一体型エネルギーマネジメントシステムの実証実験を行っている。さらに、電動モビリティの普及率向上へ向けて、ワイヤレス給電機能を有する充放電インフラの実証も実施している2)。本稿では、SIP3の最新動向を紹介する。

また、DWPTに関しては、東京大学藤本・清水研究室が柏の葉スマートシティにおけるEVへの走行中給電の公道実証実験を行うなど3)、現在、研究開発が活発に行われている。さらに、今後の公共的な空間（公道など）における大規模実証実験に向けて、初期的な基準整備が進められている。建設会社では、DWPTの送電ユニットを埋設する道路建設に関する技術開発が進められており、道路政策の質の向上に資する技術研究開発（略称、CART）で実施した「走行中の電気自動車に連続的に無線給電を行う道路の実用化システムの開発」は、高速道路に求められる舗装耐力を実現するための道路構造について研究開発した事例である4)。本稿では、CARTで実施した無線給電道路の研究結果と現時点の最新情報を紹介する。

2. ワイヤレス給電機能を有する充放電インフラの開発

SIP3では、再生可能エネルギーの電力調整余力として利用される定置型蓄電池としての機能をEVバッテリーに求めることから、充電（蓄電デバイスに対して、電力を供給する）と放電（蓄電デバイスから、電力を放出する）機能を有した双方向給電が可能なV2Bシステムの開発を行った。また、V2Bシステムは建物EMSと連携することによって建物のエネルギーの需要と供給を最適に管理し、エネルギーの効率利用向上を目的とした。

図2にSIP3において取り組むSWPTの事業化ロードマップを示す。SIP3では実験を通じて社会実装に向けた技術課題を整理することを目的としており、Step1では、商用車（EVバス）に10kW級充電、5kW級放電に対応したWPTを搭載し、当社研究施設内の電力システムと連携

した V2B 実証を実施する。Step2 では、20kW 級充電の準急速充電に機能拡張を行い、一般施設（管理区画）における V2B 実証を実施する予定である。Step3 では、100kW 級急速充電の計画と課題整理を行う。

実証実験に利用する EV バスは、EV モータズジャパン製であり、114kWh のバッテリーが搭載されている。実証実験における電力と通信のイメージを図 3 に示す。充放電制御の信号は BEMS から OCPP による通信プロトコルでワイヤレス充電装置を介して、車載充放電装置に送信される。車両内では CHAdeMO Ver2.0 によって充電制御を行った。放電側は車両に高周波電源を搭載し充電側と共通の結合器（送受電コイル、送受電電極）から地上側バッテリーに給電するシステムとした。また、本実証では、磁界結合方式（送受電周波数：85kHz）および電界結合方式（送受電周波数：6.78MHz）の両方を EV バスに搭載し比較検証を実施している。写真 1 にワイヤレス給電機能を有した V2B 実証システムを示す。25 年 3 月時点で WPT システムは車両に搭載されており、25 年度からの実証実験を開始する予定である。今後、実証実験の成果を展開し各種規制緩和や標準化の推進、車両側 OEM への機能搭載要望等を進めることで社会実装を推進したいと考えている。

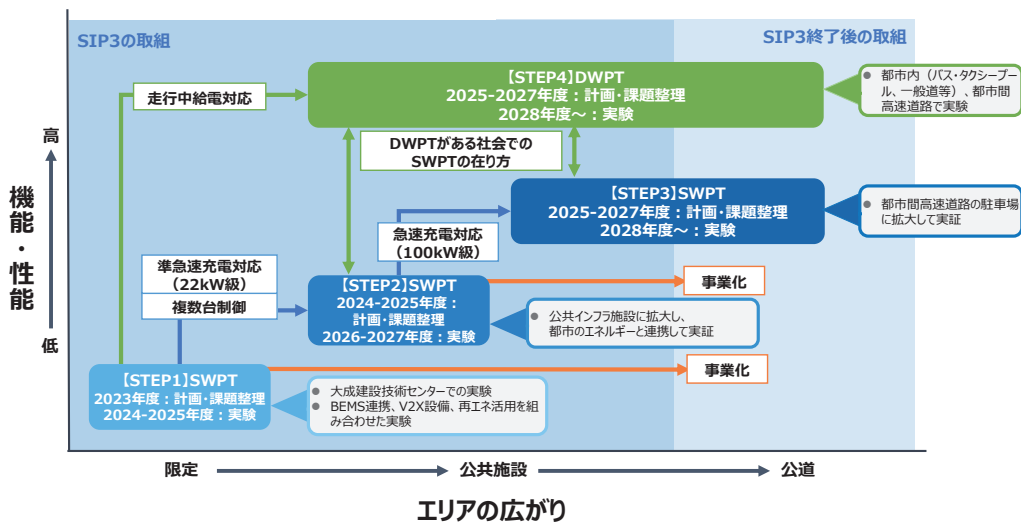


図 2 SIP3 において取り組む SWPT の事業化ロードマップ

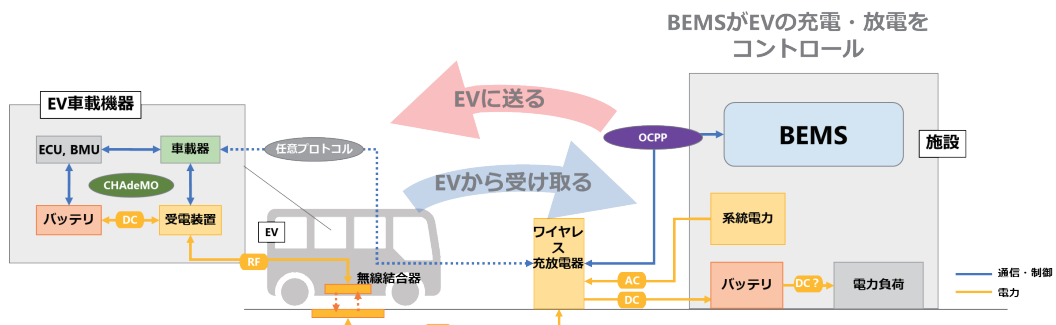


図 3 SWPT 実証のシステム構成



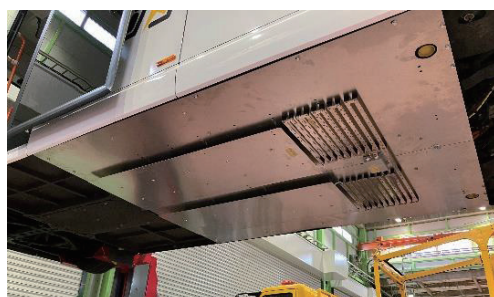
充放電機



EV バス



磁界結合方式 WPT システム
(現在、受電コイル・車載装置は実装済)



電界結合方式 WPT システムの車両側送受
電電極と整合回路

写真 1 ワイヤレス給電機能を有した V2B 実証システム

3. DWPT の実現に向けた無線給電道路の開発

CART では、高効率で汎用性に優れた無線給電を行う道路を実現するために、電界結合方式を基幹とする無線給電道路の構成材料・構造を開発し、延長 20m の道路を試験施工し、DWPT および伝送効率の実験を行った。

電界結合方式無線給電道路の舗装断面を図4に示す。また、無線給電道路の施工風景を写真2に示す。無線給電道路は、下記の5層構造で構成する。施工基盤（ポーラスアスファルト混合物）上にグラント金属板を施工し下層路盤として雨水浸透材（100mm）を敷きならべる。次に、セラミック骨材を混入した特殊アスファルト安定処理層（100mm）を施工し、埋設電極（SUS304）を延長約 20m 敷設する。埋設電極上に特殊アスファルト混合物を基層 60mm、表層 40mm 施工し、総厚 300mm の無線給電道路が完成する。CART では、試験施工の各作業を通

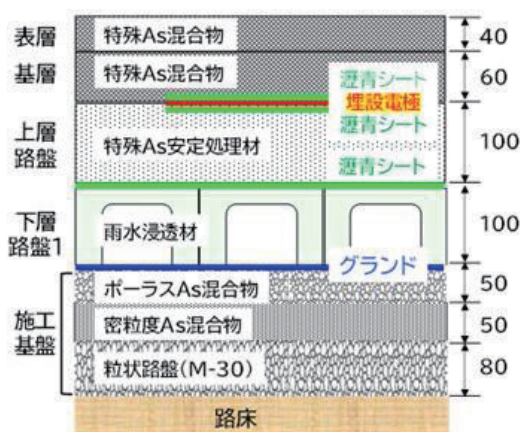


図 4 電界結合方式無線給電道路の断面

じて標準的な施工手順を構築した。また、荷重車の往復によって、5トン換算輪数 33,494 輪における、舗装体支持力や路面性状の低下がないことを確認した。さらに、維持修繕の方法として、シール注入・切削オーバーレイ工法・打換え工法が適用できることを確認した。

本研究開発では、非 EV の車両で受電システムを搭載したトレーラを牽引し、伝送効率および DWPT 実験を行った。伝送効率は、最大 62.7%、平均 58.1%であり、電界結合方式の課題である「定在波対策」を行うことによって、時速 20km で走行する車両に対して、連続して無線給電できることを確認した。写真 3 に DWPT 実験の風景、図 5 に伝送効率の測定結果を示す。

現在、CART で課題となった伝送効率の向上および走行速度の高速化、荷重車の実走行試験を検証するため、図 6 に示す延長約 900m のトラックの一部に無線給電道路を施工し、研究開発を実施している。さらに、今後の公共的な空間（公道など）における大規模実証実験に向けた技術課題の抽出と技術改良を実施する予定である。



グラウンド施工



雨水浸透材施工



埋設電極施工



表層施工①



表層施工②



舗装耐久性実験

写真 2 延長 20m 無線給電道路の試験施工



写真 3 DWPT 実験の風景

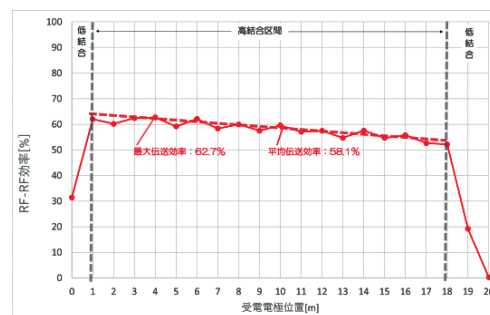


図 5 伝送効率実験の結果



図 6 次世代舗装実験走路 https://www.aisei.co.jp/about_us/wn/2025/250205_10319.html

謝辞

第 2 章で紹介した内容は、内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（第 3 期）」課題のうち「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」に係る研究開発テーマ「エネルギーとモビリティのセクターカップリング」で行った研究成果（の一部）である。

第 3 章で紹介した内容は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「走行中の電気自動車に連続的に無線給電を行う道路の実用化システムの開発」で行った研究成果（の一部）である。

参考文献

- 1) 「電気自動車等用充電機器の道路上での設置に関するガイドライン」、国土交通省道路局、令和 5 年 5 月
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/utilization/datutannsoka/guideline.pdf>
- 2) 「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）スマートエネルギーマネジメントシステムの構築社会実装に向けた戦略及び研究開発計画、内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局、令和 6 年 6 月 30 日
https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sip_3/keikaku/smartenergy.pdf
- 3) 「柏の葉スマートシティにて、日本初、電気自動車への走行中給電の公道実証実験を開始」、東京大学、記者発表、2023 年 10 月 5 日
<https://www.k.utokyo.ac.jp/information/category/press/10514.html>
- 4) 「走行中の電気自動車に連続的に無線給電を行う道路の実用化システムの開発」、道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポート No.2020 - 6、新道路会議、令和 6 年 5 月
<https://www.mlit.go.jp/road/tech/jigo/r06/pdf/report2020-6.pdf>

世界最大のバスショー「busworld(ベルギー)」 の紹介

株式会社東京アールアンドデー 経営企画室 室長 福田 雅敏



展示ホール外観(エントランス)



屋外展示場(ディーゼル観光バス)

busworld2023(主催: Busworld Europe)が10月7日(6日プレスデー)から12日まで、ベルギー・ブリュッセル(Brussels Expo)で開催された。

通常は隔年の開催だが、コロナの影響で2021年が中止となり、今回は2019年以来4年ぶりの開催。来場者数は約40,120人。世界111の国と地域から参加していた。出展社数は過去最大となる526社。バスの展示台数は251台と世界最大のバスショーである。

ここでは、バス車体の展示のほか、あらゆるバス機器(部品)なども展示される。

筆者はこれまで中国を含め5回のバスワールドに参加しており、前回の2019年にも参加したが、その時のEV、FCEVバスの出展台数は全体の1割の40台程度と記憶しているが、今回は、出展台数の約6割以上の100台を超えるEV、FCEVバスが大幅に増えて出展されていたのである。

今回は、バスワールドの中から、EV、FCEVバスについて報告する。

1. 路線EVバス

一番出展台数の多かった路線タイプから紹介する。全体の6割程度が路線バスであっただろう。はじめにドイツのメルセデスベンツ。EVの「eCitaro」と「CITARO fuel cell」を会場内に展示。ともに12mクラスボディの2ドア車を展示。「eCitaro」のモーターはZF社の「AVE130」のハブモーターを採用。120kW×2の合計250kWの出力。バッテリーは98kWhのパックを5パック、総容量は490kWh。「CITARO fuel cell」は98kWhのバッテリー、60kWのトヨタの第二世代の燃料電池(FC)システム、5本のType-4の35MPaの水素タンクを搭載。屋外には18mの連接バスも展示されていた。



●Citaro(左)と Citaro fuel cell(右)



●eO500U

他にも、「eO500U」EV シャシも展示され、これはブラジル向け。モーターは同じ ZF 社の「AVE130」を採用するが、バッテリー総容量は 588kWh。後部に EV コンポーネント一式が纏まる。



EWAY



STREET WAY

イタリアの IVECO。「E-WAY」と「STREET WAY」の 2 台を出展。同じ 12m クラスなのだが、モーターが、「E-WAY」は SIEMENS 社の 310kW に対して「STREET WAY」は Voith 社の 310kW を採用する。バッテリーメーカーはともに FPT 社だが、容量は 486kWh と 485kWh と微妙に異なる。「E-WAY」は架装メーカーがフランスの「HEULIEZ」。外の展示会場には 9.5m の「E-WAY」も展示されていた。仕向け地別で仕様が分かれるようである。



3.0



CFRP 製ボディパネル

オランダの EBUSCO。12m クラスの「3.0」を出展。125kW × 2 のモーターに 350kWh バッテリー容量を搭載。特徴はボディサイドウォール（ボディパネル）がカーボンファイバー（CFRP）製。このサイズで空車重量が 11 トンと軽量化を達成している。他に 18m の連接 EV バスも出展していた。



ANADOLU ISUZU(トルコ)



CITIVOLT 12

ISUZU と言ってもトルコいすゞ。日本でも「ジャパンモビリティショー 2023」でいすゞがEVバスを発表していたが、こちらの方が早く中型と大型のEVバス2台を出展。7.3mクラスの「NOVO VOLT」は270kWのモーターに211/268kWhの2種類のバッテリー容量を用意。12mクラスの「CITIVOLT 12」は、ドライブシステムには、ZF社のハブモーター「AVE130」が採用されている。225～450kWhと4タイプのバッテリーが選択できる。



VERO7



VERO9

スロベニアのTAM。7.7mの「VERO 7」と9.7mの「VERO9」を出展。250kWのモーターにいずれも141/282kWhの2種類のバッテリーが選択できる。デザインも特徴的だが、フレームにモジュールシステムを採用しており、7.7～10.7mと1mごとにボディが延長できるシステム。前後は同じ形状なので、そのぶんホイールベースが延長される。



C127 EV



Volvo BZL

エジプトのMCV。12mクラスで250kWのモーターに462kWh(仏Forsee製)のバッテリーを搭載する「C127 EV」とVOLVOシャシの右ハンドル車「Volvo BZL」を出展。9m～13mクラスが13タイプのボディからなる。200kWのモーターに94～376kWhのバッテリー容量が選択できる。エジプトで創業だが、現在の拠点はイギリスにある。



B15



床下搭載のブレードバッテリー

中国 BYD。日本仕様とは異なるデザインを持つ BYD ヨーロッパ。12m クラスの「B12」と 15m クラスの「B15」に BYD のブレードバッテリーを床に敷き詰めたシャシを展示。バッテリーは最大 563kWh を搭載し、最大 600km の航続距離を持つ。他にも 19m クラスの連接とダブルデッカーも展示していた。



フランスの bluebus。小型の 6 m を出展。140kW のモーターに 126kWh のバッテリーを積み 35 人の定員と 280km の航続距離を持つ。大型タイプはパリ市内に相当数導入されており、パリ市内では頻繁に見かける。

2. 連接バス



ベルギーの VANHOOL。「EXQUI.CiTY 24」。その名のとおり 3 連接 24m と巨大（長い）。全幅は他の大型バスと同じ 2.55m。定員は 185 名。一番後ろのタイヤもステアする 4WS を採用し最小回転半径を小さくしている。

PARIS 2024 オリンピックで活躍した車両である。LRT のようであるが EV である。



スペインの Irizar. 「ie tram」 は見ての通りトラム型の接続バス「EXQUI.CiTY」同様タイヤもカバーで覆われている。18.7m4ドアで125人乗り。285kWのモーターに726kWhと大容量のバッテリーを搭載する。充電はパンタグラフとCCS2（コンボ2）に対応。全体デザインもトラム風だが、ガラスが腰下まであるのも特徴。ガラス面が多いのと内装も明るいカラーでトラムそのものである。



ポーランドの SOLARIS. 18 mクラス4ドアの「Urbino 18」。定員は160人。バッテリー容量は800kWhで今回のバスワールドで最大容量と思われる。充電はパンタグラフ式とCCS2のいずれか若しくは両方が選択できる。乗車定員を入れた車両総重量は29トンに達する。SOLARISは同じ接続モデルのFCEVも出展していた。

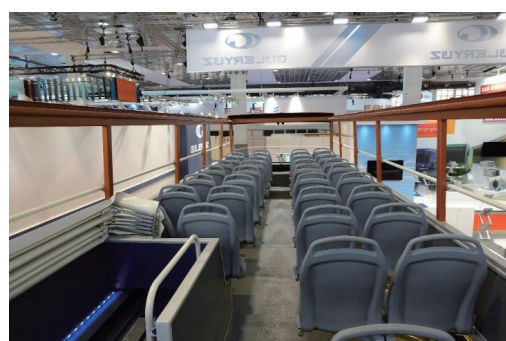


中国の YUTONG. 18mクラスの「U18」。4ドアで定員は120人。240kW×2のモーターに液冷式の564kWhのバッテリーを搭載する。航続距離は500km以上。充電はCCS2を2口で行う。YUTONGは路線EV、ダブルデッカーEVも出展していた。

3. ダブルデッカー（二階建て）

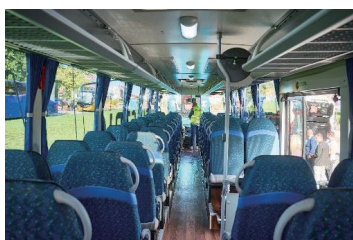


中国のBYDとスペインのUNVIの提携開発されたもの。「BYD UNVI DD13」を出展。150kW × 2 のホイールハブモーターに最大 484kWh の LFP のバッテリーを搭載。最大 77 人乗りで車両総重量は 27 トン。BYD も UNVI も他に EV バスを出展していた。



トルコのGULERYUZ。11m のオープンバス「EV PANORA」を出展。モーターはZF 社の「AxTrax AVE」の 250kW でバッテリー容量は 280kWh。定員はロワーデッキ 25（23 + ドライバー + 車イス）人、アッパーデッキ 50 人に立席 8 人の合計 83 人となっている。雨に備えアッパーデッキのオープンエリアには開閉式のキャンバストップが用意される。他に路線 EV も出展していた。

4. 観光バス



トルコのTEMSEA。12m クラスの「LDSB E」を出展。モーターはTM4 社の 250kW でバッテリー容量は 350kWh。12m クラスと 13m クラスがあり、定員は運転席、ガイド席を入れそれぞれ、59 人と 63 人となっている。他にも路線 EV と観光タイプの FCEV も出展していた。

5. FCEV(燃料電池)バス



スペイン Irizar の観光タイプの「i6S Hydrogen」。13m クラスで定員は車イスを含め 52 人。400kW のモーターに 60kWh のバッテリーパックを搭載。200kW の FC スタックに 35MPa のタンクで 56kg の水素容量を持ち、約 1,000km の航続距離と約 20 分の充填時間と発表されていた。また FC システムの寿命を 30,000 時間と発表しており、大幅に寿命を延ばしている。



ポルトガルの CAETANO。「H2.City Gold」は、右ハンドルの 11.7m と左ハンドルの 12m の 2 種類のボディを用意。右ハンドルは主にイギリス向け。180kW の Siemens のモーターに 44 ~ 80kWh のバッテリーを搭載し、トヨタ製の 60kW 又は 70kW の FC システムを搭載。5 本の Type-4 の 35MPa のタンクに 37.5kg の水素でおよそ 600km の航続距離。リアには TOYOTA のエンブレムが付いていた。

6. 自動運転バス



トルコの KARSAN。日本へは小型 EV バスが輸入されている。8m クラスの「AUTONOMOUS e-ATAK」を出展。TM4 社の 230kW のモーターに 220kWh のバッテリーを搭載する。レベル 4 の自動運転に対応する。他にも路線、FCEV も出展していた。



フランスの Gaussin Macnica Mobility (旧 NAVYA)。日本のマクニカが出資する会社。出展されていたのは「ARMA」。4.7m で最大 15 人(公道と私道で異なる)に 25kW のモーターと 33kWh のバッテリーを搭載する。最高速度は 25km/h で 2D、3DLiDAR を搭載し、レベル 3 とレベル 4 に対応する。既に 200 台以上が販売されている。

7. 小型バス



オランダの TRiBUS。Volkswagen「E-Crafter」ベースのノンステップな「E-CIVITAS」を出展。6.8m に Volkswagen 製 100kW のモーターに 35,8 kWh バッテリーを搭載し、115 km (WLTP) の航続距離を持つ。このような小型バスの出展も多かったが、ノンステップが多いのも特徴であった。

8. まとめ

ここに紹介できたのはごく僅かであるが、色々なカテゴリーのバスが既に EV、FCEV 化されていることがお判りいただけたと思う。他にも、ディーゼルや CNG なども出展されているが、年々 EV、FCEV の出展が多くなってきている。出展国では、中国、トルコが多かったのではないだろうか。EV では 800kWh ものバッテリーを搭載するもの、MCS (メガワットチャージャー) 対応のもの、FCEV では、観光バスなども出てきており航続距離も 1,000km に達する。展示会場内だけではなく街中でも見かける現実でもあった。

移動体向けのキャパシタ技術について

武蔵エナジーソリューションズ株式会社 開発部 安東 信雄

1. はじめに

リチウムイオンキャパシタ（LIC）からハイブリッドスーパーキャパシタ（HSC）と呼び名を改めて丁度1年になる。そのおかげでもないが、2024年度は生成AI向けデータセンター特需となり、ようやく希望の光が見えた1年になった。図1に示すように生成AIでは推論リクエスト時にスパイクが発生する。それはモーター駆動時の初動電流（最大出力）に似ているのであるが、それをサーバーラック単位でピークカットする需要が高まってきたのである。スパイク発生時間は秒単位であり、エネルギーを必要としないことからHSCが適しているようである。



参照：POLCA: Power Oversubscription in LLM Cloud Providers
Pratyush Patel*, Esha Choukse, Chaojie Zhang, Inigo Goiri, Brijesh Warner, Nitish Mahalingam, Ricardo Bianchini
Microsoft, Azure

- ・生成AIの登場によりデータセンターにおけるAIワークロードの増加。
- ・生成AI LLM推論時に瞬間的かつ周期的な大電力消費が発生する。
- ・データセンター全体のパワーサプライが不安定となり深刻な問題として顕在化。
- ・パワーサプライ安定化には電力変換効率改善とあわせて、サーバーラック単位での急峻な電力調整力4kWが必要。

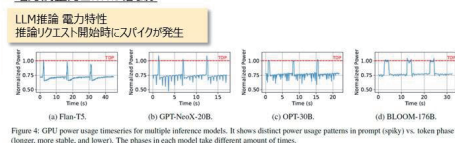


Figure 4: GPT power usage time-series for multiple inference models. It shows distinct power usage patterns in prompt (spiky) vs. token phase (longer, more stable, and lower). The phases in each model take different amount of times.

顧客の求めるソリューション サーバーラック単位での急峻な電力調整力4kW

図1 データセンター電力特性

今回はその好調なデータセンター用途ではなく、モビリティ向けの話になる。自動車業界は100年に一度のパラダイムシフトと期待されているが、電気自動車（EV）もガソリン車を模倣すべく、航続距離や急速充電の研究が主となっているためか、キーデバイスである蓄電デバイスは相変わらずレッドオーシャンから抜け出られていない。この辺りは、データセンターとは大きな違いである。エンジンをモーターに、ガソリンタンクをバッテリーに置き換えたもので、新しい価値がたくさんあるのだろうが、ユーザーは高いお金を払ってまで買おうとは思わないようだ。出来ればHSCを搭載するモビリティは、その街にはなくてはならない乗り物として普及し、高くても売れる、ブルーオーシャンになって欲しいと願っている。現時点でHSCはモビリティ用途として大量に売れているわけではないが、架線レストラムやレンジエクステンダー式のFCVとして採用されている。いずれも、量産と言うよりはコンセプト的な用途であるが、キャパシタの価値を理解していただいていることに他ならないと思っている。つまり環境を優先した取り組みである。

2. HSCのご紹介

HSCは1999年のキャパシタ技術委員会で富士重工業の方が「キャパシタのエネルギー密度が3倍になれば、ハイブリッド自動車（HEV）の電源として使える」と講演されたことがきっかけで開発した高電圧キャパシタである。図2に示した通り、HSCの正極には電気二重層キャパシタ（EDLC）と同じ活性炭を、負極にはリチウムイオン電池（LIB）と同じ炭素材料を用いたハイブリッドキャパシタである。

当時のEDLCのエネルギー密度は、1kW/Lの出力で3Wh/Lであった。つまり、1kW/Lの出力でのエネルギー密度を9Wh/Lに高めればHEVに使えるという事である。18Wh/Lになれば普及するとのことであった。これまで、講演会の場で自動車メーカーから目標値が示されることはなかったので、キャパシタ業界は大いに盛り上がった。

表1は武蔵エナジーソリューションズの商品一覧である。2種類あるがいずれも同サイズの角型セルで、CPQ3300SDは3000Fの高出力、長寿命タイプ、CPP4100SAは3800Fの高容量タイプである。参考までにCPQ3300SDの充放電カーブを図3に示すが、その充電カーブ、放電カーブともに直線的に変化しており、10Aから500Aまで各電流の充放電カーブの傾きはほぼ同じである。つまり、高い入出力特性を有していることが分かる。500A流せば8秒ほどで8割程度充電可能である。いずれも1kW/L出力でのエネルギー密度は18Wh/L以上であり、普及レベルを超えているのであるが、未だに自動車用途としては限定的である。普及しない最大要因はコストだと思われるが、キャパシタの価値を理解していただけていないためだと私は思っている。

LIBがあれば何でもできるとの固定観念が他の蓄電デバイスを寄せ付けないものと思われる。

LIBはそもそもエネルギー密度の高い蓄電デバイスであるが、そのエネルギー密度を犠牲にすれば出力密度を高めることが可能である。図4にLIBとキャパシタのラゴンプロットを示す。この図からも明らかであるが、LIBの出力密度もかなり高い。1kW/Lの出力で100～400Wh/Lのエネルギーを取り出せるものが既に実用化されているのである。出力とエネルギー密度だけから言えば、キャパシタの出番はなさそうに見えるが、

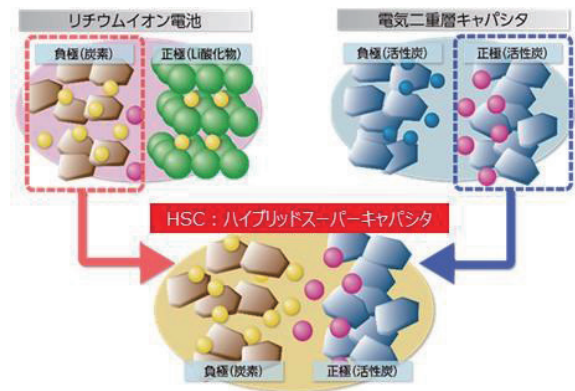


図2 HSCのセル構成

表1 HSCの商品特性一覧

	CPQ3300SD	CPP4100SA
電圧範囲(V)	3.8V~2.2V	
初期特性		
静電容量(F)	3000	3800
DC-IR(mΩ)	0.80	1.13
質量エネルギー密度(Wh/kg)	12	16
体積エネルギー密度(Wh/L)	18	23
質量出力密度(kW/kg)	9	9
体積出力密度(kW/L)	15	13
最大放電電流(A)	1,300	1,200
サイクル寿命 (静電容量維持率80%)	≥1,000,000	≥100,000 (≥800,000 @DOD60%)
使用温度範囲	-30℃~70℃	-30℃~70℃
セル寸法(mm)	150.2×93.2×15.8	
セル重量(g)	343	323

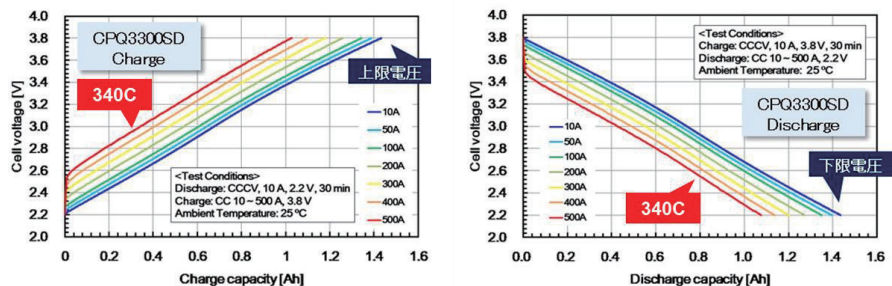


図3 HSCの入出力特性

キャパシタに求められているのは出力だけではない。表2は自動車ハンドブックに記載されている一覧表を一部並べ替えたものであるが、富士重工業の方がキャパシタをHEVに使いたいと言われたのは、キャパシタがエネルギー密度以外の要求条件を満たしているからだと考えられる。つまり、出力やエネルギーに目を奪われるのではなく、その他の特性の重要性を理解して、キャパシタの価値を上手く使いこなすべきなのである。

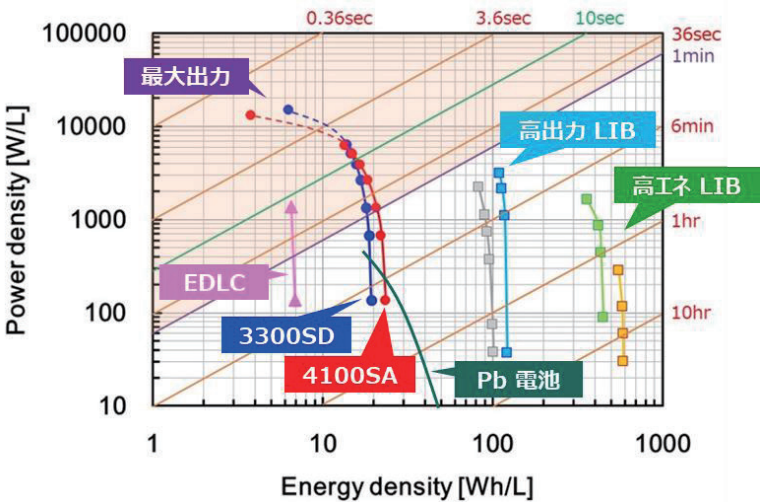


図4 各種蓄電デバイスのラゴンプロット

3. HSCを移動体へ展開するためには

とは言え、移動体用途にキャパシタを採用していただくためには、必ずLIBとの比較で優位性を示す必要がある。今や、どんなにメリットがあっても価格が高ければ却下されてしまう時代である。LIBの代わりにキャパシタを使うのではなく、キャパシタでなければ成立しない新しい考え方、仕組みを見出せない限り、価格以上の価値は認めてもらえない。

キャパシタの価値は表2に示されている通り出力だけでなく、耐久性や安全性、低温特性、金属資源を使用しない環境適合性など様々である。例えば耐久性であるが、HSCは100万サイクル以上使用できるのに対し、LIBは3000サイクル、上手くいっても10000サイクルと言われている。この差はあまりに大きすぎてピンとこない数字であり、LIB派の方々からは過剰と一言で片づけられている。耐久性を犠牲にしてよいから安くしてくれと。しかしながら、SDGsやカーボンニュートラルの観点で言うと話は変わってくる。図5はHSCとLIBのエネルギー密度にサイクル数を乗じた生涯積算エネルギー密度を比較したものである。つまり、生産されて廃棄されるまでにどれだけの仕事ができるかを比較したものである。HSCの1回の充放電でのエネルギー密度（仕事量）はLIBに対して1/10である

表2 キャパシタと電池に特性比較

	電気二重層キャパシタ	評価	鉛蓄電池
エネルギー密度	軽い	×	重い
パワー密度	高パワー密度	○	急速充放電が苦手
充電性能	秒単位の充放電が可能	○	充電に時間を要する
効率	高効率	○	充放電効率が悪い
内部抵抗	充電状態で変化なし	○	充電状態で著しく変化
耐温度性	広い使用温度範囲	○	使用温度範囲が狭い
保守性	メンテナンスフリー	○	保守管理が不可欠
寿命	長寿命	○	短命
安全性	安全	○	危険性が懸念される
短絡事故	短絡に強く安全	○	短絡に弱く、極めて危険
深放電	寿命低下要因とならない	○	極めて深刻な寿命低下要因
過充電	寿命低下要因となるだけ	○	極めて深刻な寿命低下要因
充電性	制御不要	○	充電時の制御が必要
公害性	無害	○	有害である

が、生涯積算エネルギー密度で比較すると30倍以上となる。つまり、長い目でみるとHSCの方が多くの仕事を実行することができるという事を示しており、言い換えると耐久性が高いという事はエネルギー密度が高いという事と同義であることが分かる。

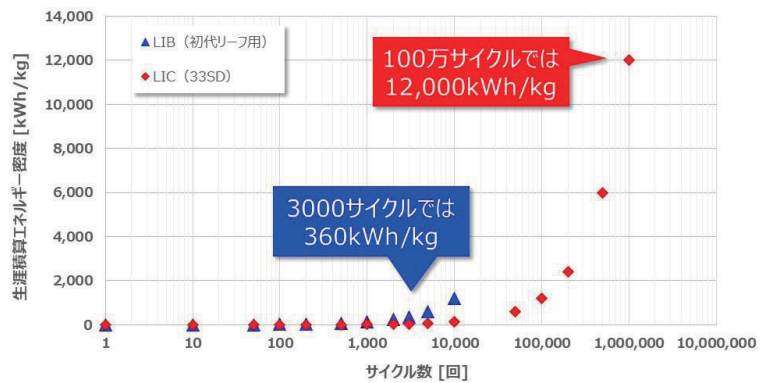


図5 LIB と HSC の生涯積算エネルギー密度比較

日産自動車の初代リーフ

の仕様を参考に、200kgで24kWhのLIBと200kgで2.4kWhのHSCを搭載したEVの走行距離を比較してみた。結果を表3に示したが、LIB搭載のEVはフル充電すると60km/hrの速度で5hr、300km走行が可能であり、サイクル寿命が3,000回の場合、繰り返し充電による容量減少や車両の劣化を無視すると生涯積算の走行距離は300km×3,000回=900,000kmとなる。一方、HSC搭載のEVの場合はフル充電で0.5hr、30kmしか走行できない。しかし、サイクル寿命が100万回である。同様に繰り返し充電による容量減少と車両の劣化を無視すると生涯積算の走行距離は30km×1,000,000回=30,000,000kmとなる。しかし、HSCを200kg搭載すると居住空間を圧迫するため過剰と思われたので、思い切って1/10の20kg搭載を考えてみる。

エネルギー量は0.24kWh 表3 LIB および HSC 搭載の EV 性能比較

となり、フル充電で3min、3kmしか走行できないので生涯積算の走行距離は3km×1,000,000回=3,000,000kmとなる。HSCにかかる負荷も

	搭載量 [kg]	エネルギー [kWh]	走行時間 [hr]	走行距離 [km]	生涯走行距離※ [km]
LIB	200	24	5	300	90万
HSC	200	2.4	0.5	30	3,000万
	20	0.24	0.05	3	300万

※ LIB のサイクル数は 3000回、HSC は 100万回で計算。

10倍となる。モーターの最高出力が80kWだとすると、HSCの出力密度としては4kW/kgである。LIBでは厳しいが、HSCなら4kW/kgでも10sec入出力可能である。

しかし、HSCを用いてモーターを回転させる駆動用バッテリーをどんなに小型軽量できても、エネルギーが無いので遠くまで行けない。解決する方法は2つある。一つはバッテリーとの併用(シリーズハイブリッド)であり、もう一つは道路からエネルギーを受け取る走行中給電である。前者はHSCがモーターを回転させ、そのHSCにバッテリーがエネルギーを供給する形である。バッテリーをレンジエクステンダーとして使用するため、バッテリーに高い出力特性が必要なくなり色々な選択肢が生まれる。1日の走行距離が30km程度で良いのなら安価な鉛電池をエネルギー源に出来るかもしれない。100~200km必要ならばLIBを選択するとか。もしかすると、スマホ用のLIBくらい高いエネルギー密度であれば500km走れるかもしれない。車載バッテリーの研究方針も急速充電を目指した高出力LIBから高エネルギー型に変える必要があるかもしれない。しかも、

高電流はモーターとHSC間で流れるだけなので、エネルギー供給源であるバッテリーは細い配線で良いためレイアウトの自由度が高まる。着脱式にもしやすいかもしれない。1000kmを目指して燃料電池（FC）との組合せが良さそうである。出力は小さく、水素ポンペを大きくすることで、コストダウンを目指せるかもしれない。ただ、回生充電はHSCが担うことになるが、必ず言われるのが長い下り坂の回生電流を取りきれぬのか？である。確かに取り込めるエネルギー量は少ないが、急ブレーキ時や低温時の回生電流など、LIBでは取り切れない大電流もHSCでは多く取り込めるはずである。

次に後者であるが、走行中給電のインフラが整った暁には、エネルギー供給源としていたバッテリーを外し、受電ヘッドと充電ユニットを取り付ければ良いことになる。現行HSCは20kg搭載だと3min、3km毎にワイヤレス給電が必要である。さすがに距離が短すぎるかもしれないが、それよりも10年で一体何回充電することになるのか気になった。1日5時間運転した場合、 $300\text{min} \div 3\text{min} = 100$ 回／日である。1年だと100回／日×365日 = 36500回、10年だと365,000回になる。HSCだと30年くらい使いそうである。

後者のワイヤレス給電はもう少し先の話になるので、応用事例として前者のHSCとFCを組合せたFCVへの搭載例を紹介する。

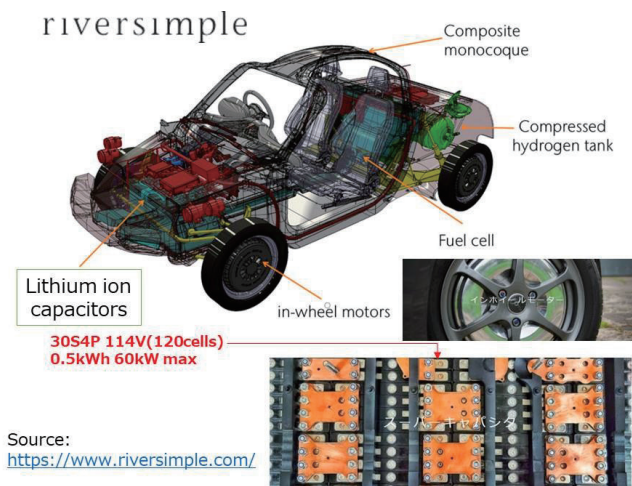


図6 リバーシンプル社のFCV構造

4. FCVへの展開

HSCはイギリスのリバーシンプル社が製造するレンジエクステンダー型のFCV「RASA」に搭載されている。比較的小型な燃料電池（8.5 kW）とHSC、4個のIn-wheel motor、軽量カーボンファイバーの適用などにより580 kgを実現している。3300FのHSCを30直列×4並列（トータル120セル）使用しており、エネルギー量は

0.5kWhとMIRAIと比較して小さいが出力は高い。RASAは一定速度での巡行はFCで行い、余剰な電力はHSCに充電し、加速時や登坂時はその必要エネルギーの80%程度をHSCが出力している。つまり、駆動電源としてHSCが主となっている。一方、MIRAIの主たる駆動電源はFCであり、加速時の出力変動もFCが対応し、LIBはFCの起動時や回生充電による電費改善に使用されていると思われる。表4に示した通り、RASAとMIRAIでは設計コンセプトが異なっている。

表4 RASA と MIRAI の特性比較
※2 図4のラゴンプロットから筆者が試算

	RASA : HSC※1	MIRAI : LIB※1
FC 最大出力	8.5kW×4=34kW	128kW
モーター出力	max 60kW	max 134kW (48kW)
補助電源※1エネルギー	4.4Wh×30直列×4並列 =0.5kWh	14.8Wh×84直列 =1.2kWh
補助電源※1最大出力	106kW (10sec) ※2	31.5kW

※ MIRAI のデータは下記参照

<https://response.jp/article/2021/06/02/346356.html>

5. おわりに

これまで、大量生産、大量廃棄という経済優先でモノ作りが行われてきた。その結果、地球温暖化を招き、皆が苦しんでいる。これからはSDGs、カーボンニュートラルなど、地球優先でのモノ作りが必要である。そのために自動車業界はガソリン車から電気自動車へと大きく舵を切ろうとしているが、図7に示した通り、ガソリンタンクをLIBに、エンジンをモーターに置き換えただけではLCA観点では大きなCO₂削減は期待できない。LIB製造時に多量のCO₂を排出するからである。動力源となるバッテリーを長く使う、あるいは搭載量を少なくして省資源化するなどの工夫が必要である。例えば鉛電池はエンジンルームの中にあり、過酷な環境下でも使えるバッテリーであることから代替品がなく、今でも使い続けられている。しかし、FCVやHEVに使われているLIBはキャパシタに置き換えられそうである。LIB以外で代替できそうな用途なら、多少価格が高くてもキャパシタへと切り替えていくという考え方が必要かもしれない。

既に始まっているデータセンター同様に、モビリティにも高出力、長寿命なキャパシタを有効に活用する時が来ているように感じられる。

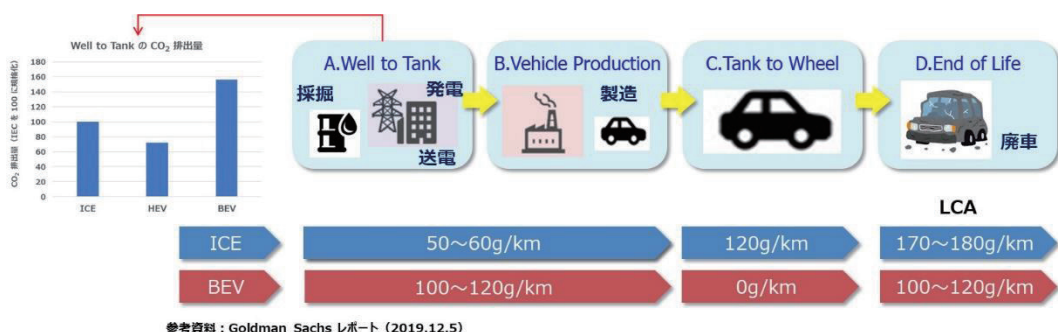


図7 ガソリン車と BEV の CO₂ 排出量比較



図8 未来社会に求められる取組み



しってる?

～ 猫でもわかる？ わかりやすい ～

連載
第20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

～自然エネルギーによる創電～

1. はじめに

会報誌Vol.17～19で、3回シリーズの“社会と電気”と題して脱炭素社会の電気について解説しました。日本は世界有数の自然エネルギー豊富な国です。2050年のカーボンニュートラルの先の脱炭素社会の電気システムとして、この日本の特徴を生かした自然エネルギー発電が望ましい。そこで今回は、自然エネルギーによる創電について解説します。

2. 脱炭素社会の電気

日本は自然エネルギーに恵まれた世界有数の自然エネルギー大国です。2050年のカーボンニュートラル実現に向けて世界各国、各地域で脱炭素社会実現への新しい電気システムの取り組みが進められています。

1) 脱炭素社会に求められる電気

脱炭素社会の電気の基本はエネルギー源を化石燃料から太陽をエネルギー源とする再生可能エネルギーへの転換です。

脱炭素社会の電気として求められる事は①CO₂フリーエネルギーの発電であること、②発電が安定していること（昼夜を通しての発電出来ることが望ましい）、③電力品質が現状と同程度であること、④発電が低コストであること、⑤長期にわたって発電が継続できること、です。

2) 脱炭素社会の電源構成

2024年12月に我が国の第7次エネルギー基本計画が公表され、2040年度の電源構成の目標が示されました。2022年度実績と2040年度目標の電源構成を表1に示します。2040年時点で、再生可能エネルギーの割合は50%程度ですので、2050年のカーボンニュートラルを実現す

表1 2040年における日本の電源構成目標

エネルギー源	電源構成 (%)	
	2022年度 実績	2040年度 目標
再生可能エネルギー	21.7	40～50
原子力	5.5	20
火力	72.8	30～40

るには、更なる再生可能エネルギーの割合を増やすことが求められます。

3) 脱炭素社会に相応しい電気

再生可能エネルギーとして実用化が進められている太陽光発電（以下PV発電と表記）や風力発電は天候に大きく左右されます。特にPV発電は昼間のみの発電であり、夜は発電できません。再生可能エネルギー発電の普及をさらに高めるには、より電力の安定給電が求められます。

PV発電の普及には昼間の余剰電力を吸収して夜間に使用できるようにすることが必須です。現状では、余剰電力吸収用として電池方式が普及しています。

この電池方式の場合、電池製造時のCO₂排出の問題もあるので、CO₂を排出しない電力吸収システムが望まれます。

3. カーボンニュートラルの先の創電

日本は世界有数の海洋国と森林国及び火山国であり、世界に類を見ない自然資源の豊富な国です。カーボンニュートラル2050の先を見据えた脱炭素社会のエネルギー源としてこの自然資源を活用した以下に示すような創電に注力すべきと考えます。

1) 小水力発電

日本の国土は、①山が多い、②山の勾配が急である、③四方を海に囲まれ、雨量が多い、④多くの河川が全国に分布している、等の特徴があり、小水力発電に適した国です。図1は日本の2級河川以上の河川を示した図で、河川が全国に分布していることがわかります。



出典：国土交通省ホームページ 国土交通省 e3 80 80 日本 の 二 級 河 川 全 国 地 図

図1 日本の2級河川図

2) 海洋エネルギー発電

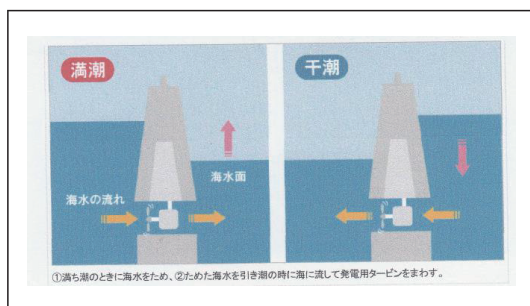
日本は世界有数の海洋国家で、海岸線総延長は世界5位（29,751km）です。また国土の面積当たりの海岸線長は世界4位（0.0794km/km²）です。

日本は海洋発電に適した国です。海洋発電には、潮力発電、波力発電、海流発電等があります。

(1) 潮力発電

地球の自転や月の公転に伴って海水には潮汐力が働きます。そのため、時刻によって潮位が変動します。入り口の広い湾内では干満の差が大きい。そのため、満潮時には堰を解放し、湾内に海水を導入し、干潮時に堰を閉鎖し、海水をタービンに導入して発電機を回し発電します。

図2に潮力発電の一例を示します。



出展 パワーアカデミー資料

<https://www.power-academy.jp/electronics/familiar/fam03200.html>

図2 潮力発電

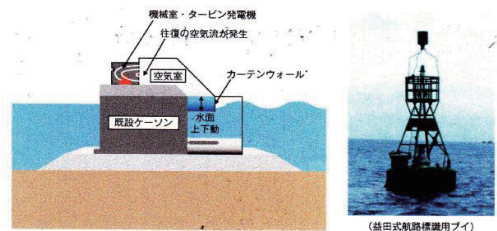
(2)波力発電

波力発電は波のエネルギーを利用した発電システムです。波力発電の一例を図3に示します。

(3)潮流発電

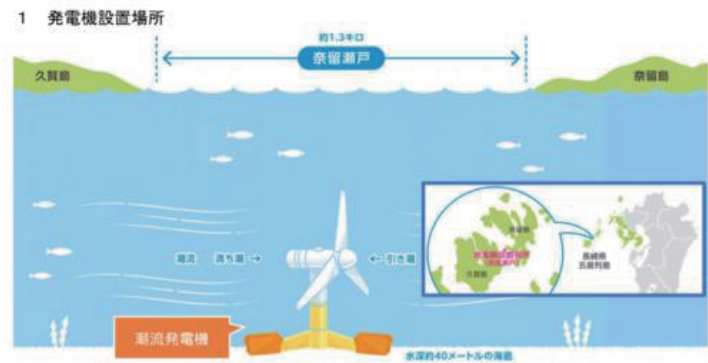
潮流発電は、潮流そのもの、もしくは潮汐に伴う潮位差を利用してタービンを回し、発電する方式です。潮力発電、潮汐発電などとも呼ばれています。発電システムには、干潮時の一方向の流れで発電する方式と、タービンが双方向の流れに対して回転し、満潮時および干潮時の二方向流れで発電を行う方式があります。

日本では海峡・瀬戸を中心として沿岸域に適地が存在しているものの、現状では世界の国々と比較して開発は大きく遅れを取っています。国内で導入が計画されている潮流発電システムの一例を図4に示します。



出典：NEDO 再生可能エネルギー備忘書(第2版)
<https://www.nedo.go.jp/content/100544821.pdf>

図3 波力発電



出典：新電力ネット 資料 <https://pps-net.org/column/111084>

図4 潮流発電

3) 森林によるCO₂吸収

日本は国土の2/3が森林で、世界有数の森林国です。樹木は、大気中のCO₂を吸収し、光合成により樹木内にCO₂を固定して成長します。樹木の集合体である森林はCO₂の吸収源です。地球温暖化抑制から、森林大国日本としてはCO₂吸収源の木材を大いに利活用すべきであると考えます。木材を利活用するには植林→下草刈り→間伐→切り出し→製材→材木の利活用→植林等、四半世紀から半世紀に亘る年月を必要とします。図5に木材の利活用サイクルを示します。



出典：林野庁ホームページ
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r3hakusyo/attach/pdf/zenbun-21.pdf>

図5 木材の利活用サイクル図

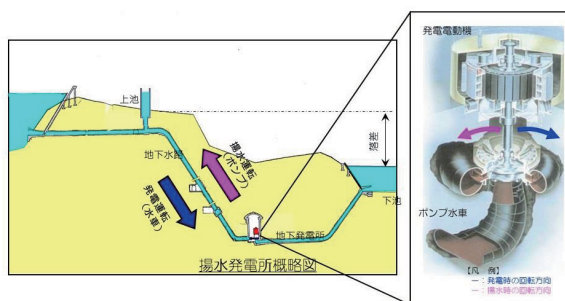
4) 小容量揚水発電

我が国は世界に類を見ない山河の豊富な自然大国で、自然エネルギーに恵まれた国です。揚水式発電は、発電所を挟んで上部と下部にダムを築いて、水を貯えるための調整池を作り、上部調整池から下部調整池に水を流下させて発電します。図6に揚水発電の仕組みを示します。この発電では水車を逆回転させて上部調整池に水をくみ上げ貯水し、必要な時に水を流下させて電気を作ることができます。このようなことから揚水式発電所は大きな蓄電池であると言えます。

小容量揚水発電システムは図7に示す様に昼間のPV発電の電力で水を揚水池に汲み上げて、PV発電の電力がない夜間に水力発電しようとするものです。

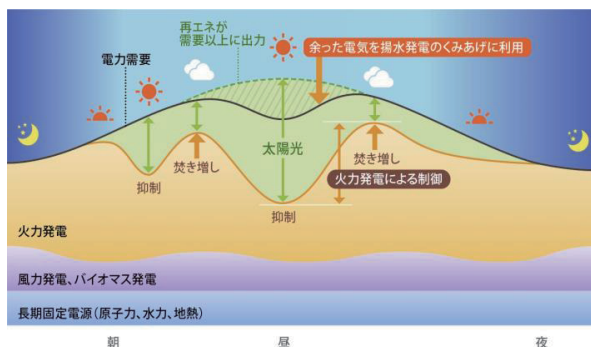
小容量揚水発電システムの模式図を図8に示します。

PV発電と小容量揚水発電システムは電力の地産、地消システムであるとともに、従来の水力発電システムと同様、インフラが長寿命である特徴を持っているのでカーボンニュートラル2050の先の電力システムとして望ましいシステムであると考えます。



出典：TEPCO 資料
https://www.tepco.co.jp/toudenhou/rp/1665255_19888.html

図6 揚水発電の仕組み

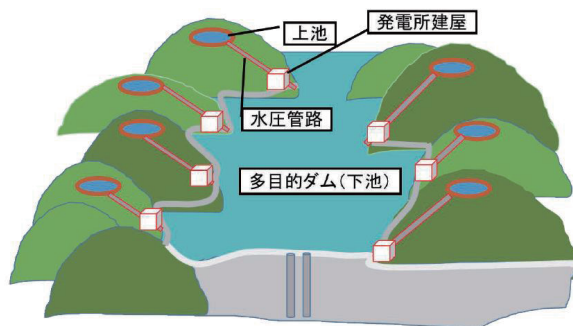


出典 資源エネルギー庁資料
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/yousuihatuden.html>

図7 PV 発電余剰電力吸収揚水発電システム

4. あとがき

2050年のカーボンニュートラルの先の主要電源となる再生可能エネルギーのPV発電を安定した電力源とするための補完電力システムとして小容量揚水発電システムが望ましい発電システムとして期待されます。自然エネルギーによる創電の実用化、普及には長期間に亘る投資と開発が必要で、関連する各界の理解と協力が必須です。早期実現に向けての注力を期待したい。



出典 国立研究開発法人科学技術振興機構
 低炭素社会戦略センター資料
<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/fy2018-pp-08.pdf>

図8 小容量揚水発電の模式図

2024年度活動報告

【2024年次大会と総会】

2024年5月18日東京理科大学野田キャンパス7号館6階講堂とオンラインとのハイブリッド形式で開催（前日5月17日会員様向け総会をオンラインにて開催）

NOS.	講師ご氏名	ご所属	ご講演題名
1.	宮本裕介氏	株式会社関電工	いすみ市地域マイクログリッドの概要
2.	遠藤哲夫氏	大成建設株式会社	ワイヤレス給電技術の社会実装に向けて、建設会社の取り組み
3.	高見則雄氏	東芝	チタン酸化物系負極を用いた大型リチウムイオン電池の技術と応用
4.	宇恵誠 氏	早稲田大学	電動車とその蓄電デバイスの現況と動向
5.	今村大地氏	日本自動車研究所	車載用バッテリーの発熱・電熱シミュレーション技術
6.	大山和宏氏	福岡工業大学	BEV向けスイッチトリラクタンスモータの開発
7.	Linus Froböse氏 Ludovico B. Savonuzzi氏	OÜ Skelton Technologies	Ultrafast charging with next generation SuperCapacitors and SuperBatteries by using the key enabler Curved Graphene.

【2024年度定例会講演】

定例会のフォーラムは下記の通り7回開催

時期	講師ご氏名	ご所属	ご講演題名
7月	木下繁則氏	CF理事	基礎講座 健康を考えよう～プロローグ
	小澤 正 氏	日本ケミコン株式会社	電解コンデンサの進化：過去から未来への旅
	佐藤 登 氏	名古屋大学他	自動車の電動化政策に伴う電池産業への影響と今後の展望
9月	木下繁則氏	CF理事	～健康づくり
	畑 勝裕氏	芝浦工業大学工学部	先進電源システム研究室のご紹介
	相曽浩平氏	芝浦工業大学工学部	磁気ギアと複数台の高速モータを用いたモータシステム
10月	木下繁則氏	CF理事	～病気になるらないために
	福田雅敏氏	株式会社東京R&D	欧米のEV動向ヨーロッパのEVバスショーの紹介、ヨーロッパの都市のEV状況、CESでの最新EVの動向
	横井行雄氏	JSAE委員会幹事	ワイヤレス給電の日本・世界での経緯と最近の動向
11月	見学会	株式会社キューヘン、 福岡工業大学田島研	参加15名でキューヘン殿製造工場を含めた視察見学を実施し、学生との交流も実施。就職活動中の頼もしい学生との懇親を深められ有意義でした。
12月	木下繁則氏	CF理事	～薬、サプリメント
	浅木森孔貴氏	三菱電機株式会社	バス・トラックの電動化の動向およびエネルギーリソースとしての活用の可能性
	小野夢樹氏	株式会社明電舎	2024現場レポート ～国内・中国・ベトナム～
1月	木下繁則氏	CF理事	～加齢
	石田隆張氏他	元明星大	電気学会誌 ～キャパシタ特集～のご紹介
	本間 裕大氏	東京大学生産技術研究所	EVの無限走行を実現する走行中ワイヤレス給電システムの数理最適配置
2月	木下繁則氏	CF理事	～エピローグ 無病社会を目指して
	木下剛 氏	GiTV株式会社	世界で注目されるディープテック・脱炭素イノベーション動向のご紹介
	真島隆司	CF事務局	イノベーションとしてのElectric Vehicle および 蓄電素子としてのキャパシタ仕様の議論他

—事務局から—

2024年度のキャパシタふおーラム活動を振り返りまして

本年度、当フォーラムでは副会長佐久間一浩様ご希望によりご退任されました。これまでの長年にわたるご尽力に、心より感謝申し上げます、本当にありがとうございました。その後、理事会の推薦と総会での承認を得て、岸和人様が副会長に就任されました。

また、皆様からいただいたご意見を反映し、会則の改正を実施いたしました。さらに、企画委員には若い世代の参加を促し、より会員の皆様に役立つフォーラム運営を目指しております。

大学への見学会においては、学生との積極的な交流により、新たな絆が生まれた会員の方々もあられたことが印象的でした。

一方で、この度の自然災害に際し、心よりお見舞い申し上げますとともに、皆様のご無事と一日も早い復興をお祈り申し上げます。

世の中は依然として不安定な状況ではありますが、本フォーラムは会員の皆様のご理解とご協力を賜りながら、前向きな活動を続けております。今後とも変わらぬご支援をお願い申し上げます。

最後になりますが、会員皆様のご健勝を心よりお祈り申し上げます。

会員企業（2025年4月時点）

株式会社IHI検査計測
旭化成株式会社
岩崎電気株式会社
大塚化学株式会社
エア・ウォーター・パフォーマンスケミカル株式会社
株式会社クラレ
興和株式会社
株式会社小松製作所
株式会社サンクメタル
GiTV株式会社
株式会社GSユアサ
株式会社3DC
株式会社センチュリーアークス
株式会社東京アールアンドデー
日本カーリット株式会社
日本ケミコン株式会社
日本特殊陶業株式会社
日置電機株式会社
株式会社プラズマイオンアシスト
株式会社 マテリアルイノベーションつくば
丸紅株式会社
三菱製紙株式会社
三菱電機株式会社
武蔵エナジーソリューションズ株式会社
UDトラックス株式会社
株式会社 リコー

計 26社

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。

編集後記

今話題の走行中ワイヤレス給電 (DWPT) の特集ができました。表紙の図は、伊東が30年以上住んでいる埼玉県川越市です。DWPTと言われるよりも本間先生が提唱される「無限走行」の方がワクワクします。川越市は小江戸と呼ばれる観光地でもあります。観光するなど野暮なことは言わずに将来設置されるであろうDWPTの“給電ポイントめぐり”をして是非、ワクワクしてください。