

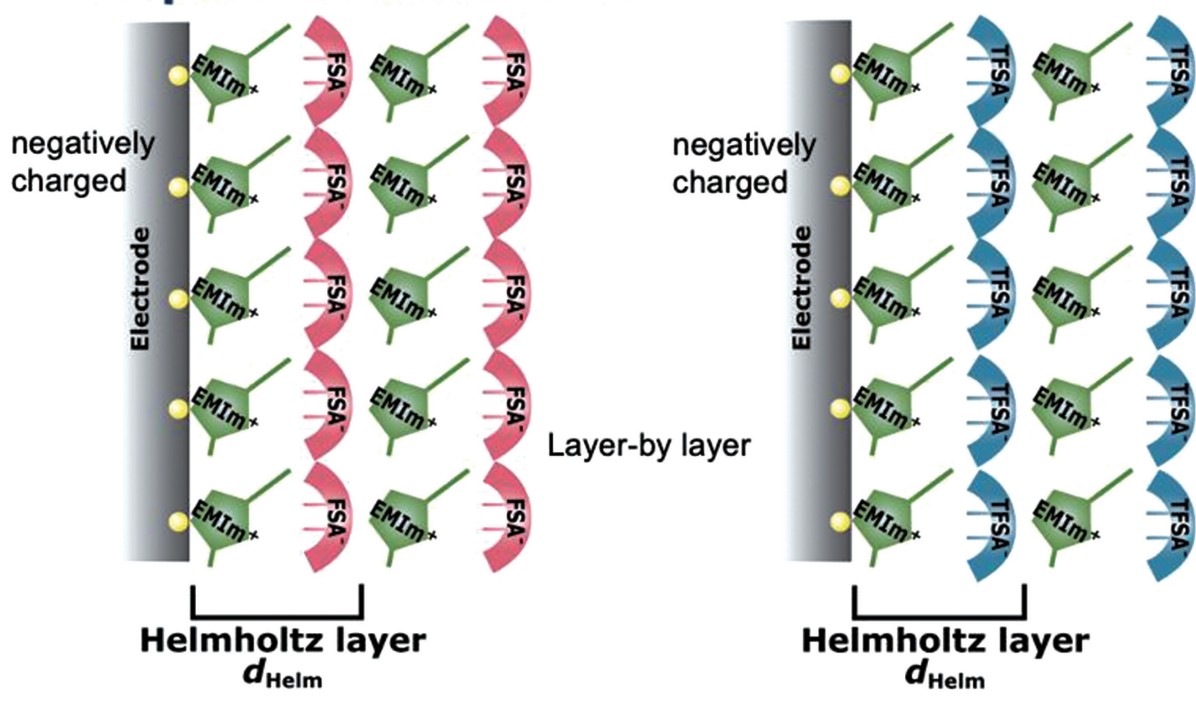
CAPACITORS FORUM

電気を貯める、世界が変わる

キャパシタフォーラム

vol.18

❖ Proposed structure of DL





5月 年次大会 東京理科大



理科大周辺 利根運河



9月 月例講演会 サンビア川崎



2022.12.16
12月 見学会後の懇親会 博多

表紙について：2022年5月年時大会 石川先生のご講演「イオン液体を用いた高信頼性蓄電デバイス - 宇宙・将来のために -」の資料より。詳細は、「総説 イオン液体リチウム二次電池の実現と応用」オレオサイエンス 第18巻第4号 185 (2018)

目次

会報発行に寄せて

Positive-Negative Junction：故 岡村会長のエッセイから 会長 堀 洋一 3

「フォーラムについて」と情報収集 理事 岸 和人 9

訪問レポート

水素エネルギー製品研究試験センター リケンテクノス株式会社 眞田 拓聖11

コラム

全固体電池を主体とした次世代革新電池の行方

名古屋大学未来社会創造機構客員教授・エスバック(株) 上席顧問・イリソ電子工業(株) 社外取締役

経済産業省「蓄電池産業戦略検討官民協議会」有識者委員・工学博士 佐藤 登13

会員企業紹介 EYE岩崎電気株式会社17

興和株式会社18

3DC株式会社19

技術最新情報 - 会員企業・大学からのレポート -

電気二重層キャパシタおよびアルミ電解コンデンサ用電解液材料の技術開発

日本カーリット株式会社 研究開発本部 R&Dセンター 主任研究員 和田 直人20

イオン液体電解液を用いたリチウムイオン電池と宇宙での実用化 関西大学 石川 正司24

Si負極を用いたリチウムイオンキャパシタの高エネルギー密度化 日本大学 工学部 助教 江口 卓弥
秋田大学 理工学部 教授 熊谷 誠治28

キャパシタ解説シリーズ (第18回)

社会と電気エネルギー (2) ~SGDsと電気~ 木下 繁則32

事務局からお知らせ他 事務局36

会報発行に寄せて

Positive-Negative Junction : 故 岡村会長のエッセイから キャパシタフォーラム会長 堀 洋一 (東京理科大学)

2014年に亡くなった岡村迪夫前会長が「トランジスタ技術」に連載された「Positive-Negative Junction」というエッセイ18編が、700号記念特別企画として掲載されたことを、日本ケミコンの鈴木さんが教えてくれた。決して大言壮語ではない、身近に話題を求めた等身大のエッセイであり、いつの時代にも色褪せることのない新珠の言葉である。

目次

- | | |
|------|--------------|
| 第1回 | 哲学のある人と作品 |
| 第2回 | 研究というもの |
| 第3回 | カッコいい |
| 第4回 | 文章を読み書きする力 |
| 第5回 | 整理と頭の関係 |
| 第6回 | 借りもの |
| 第7回 | 世の中の恩恵 |
| 第8回 | 百万の雑兵と百の精鋭 |
| 第9回 | 傲慢不遜ということ |
| 第10回 | 日本は壊れかけている |
| 第11回 | 討論はどうすればできるか |
| 第12回 | 世の中に貢献する一歩 |
| 第13回 | フェアとアンフェア |
| 第14回 | 経済大国は幸せになったか |
| 第15回 | 何でも他人のせい |
| 第16回 | イメージ時代の陥穽 |
| 第17回 | 反論のしかたと育てかた |
| 第18回 | 忙しさからの脱却 |



エンジニアの心得を記した岡村 迪夫さんの人気連載「Positive-Negative Junction」はトランジスタ技術1996年6月号～1997年12月号に掲載されていた

(出典：トランジスタ技術 2023年1月号 p.237)

翌年、キャパシタ・フォーラムで出版した岡村さんの追悼集に書かせてもらった自分の文章を、すこし引用する。

「岡村さんには、電気学会の電気自動車関係の委員会でご講演いただき、電気学会誌に解説も書いていただいた。それが機会となって急速に接近することになった。私は40代の半ばだった。

1999年から2000年にかけていくつもの長いメールを交わした。いま読み返してみると、私の稚拙な問いかけにたいへん丁寧に答えて下さっている。本会は『ECaSSフォーラム』から『キャパシタフォーラム』に名称を変え、運営の仕組みもすっかり変更して新しい船出となった。いくつかの選択肢があったが、岡村さんの築いたものを継続したいという会員の意見が強かった。残されたメールからその経緯の一端を知ることができる。

私はいわゆるラジオ少年の端くれである。愛媛の片田舎で小学校まで過ごし、中学・高校は松山にあるキリスト教系の私立に通った。ずっと寮生活だった。

中学ではゲルマラジオやアンプなどに興味をもつようになった。松山にはラジオデパートはなかったから、もっぱら雑誌CQの通販で秋葉原から部品を買った。10円20円の切手を同封すれば抵抗1本でも売ってくれた。昔の秋葉原にはそうやって地方のラジオ少年を育てる心意気があった。もとより採算度外視のサービスだったであろう。大学に入って東京に来た。秋葉原の部品店やジャンク屋は天国だった。週末にはうろうろしていた。

ごく自然に目にするようになった電子回路のノウハウ本が数冊あった。その記述は実に適確で役に立った。不要なことは一切書かれておらず、一字一句の迫力に圧倒された。著者の岡村という人は、とにかく人知の及ばない雲の上の超巨人、現人神（あらひとがみ）だった。よもやそのご本人に後日お会いし、ましてやキャパシタ・フォーラムを引き継ぐことになるなどは夢にも思っていなかった。

斎戒沐浴して臨んだ電気学会でのご講演に非常な感銘を受け、キャパシタの良さを知らなかった自分を恥じた。キャパシタの性能を引き出す周辺回路のアイデアは、いちいちもったもなとばかりであった。すべてが胃のなかにストーンと落ちるように感じた。いくつか質問もした。岡村さんは『これだけの話をこれだけ瞬時に理解する人は滅多にいない』とほめてくれた。嬉しくて有頂天になった。天にも登る気持ちとはまさにこのことである。

国際会議にも同行した。岡村さんの英語は日本語と全く同じだった。必要かつ大事なことだけを簡潔に、子供に諭すように話された。ペラペラと饒舌な外国の研究者に一步も引かず、結局その内容の論理性で、ぐうの音も出させず黙らせてしまう場面に何度も出くわした。」

以下に、Positive-Negative Junctionから、私の心に刺さる節を抜き出してみよう。一部を抜き取ったものだから、興味をもたれた読者はぜひ原文を読んでほしい。CQ出版社のページからpdf版を簡単に購入することができる。https://cc.cqpub.co.jp/lib/system/doclib_item/1681/（以下、水色文字はトランジスタ技術1996年6月号から1997年12月号から岡村先生の連載記事の引用）

研究の心得

●安全な研究は研究か

近ごろ仲間と同じ研究をする人が多い。成功するとわかっている、実績のあるものにとりついでいけば失敗する確率は低い。だが、他人がやったこと、世の中に知られていることをなぞる間は、勉強しているのであって研究とはいいい難い。そう定義すると世間の研究のうちで研究と言える部分はわずかで、多くの研究者はその時間のほとんどを勉強に費やして、たとえば国民の血税から月給をもらっていることになる。

それはそれでよい。なぜかという、次に本当の研究をするときに、勉強の成果がどんと出て、研究を押し進めるのに使われるからである。ただし、一生涯ユニークな研究をしない研究者がいたとすると、それは研究者の待遇に値しない穀つぶしである。

（まったくその通りである。まことに真摯でかつ厳しい言葉である。）

●衆愚は誰の責任か

試作した原子炉の最初の起動実験で、放射線が漏れる箇所が見つかったからと、原子力船プロジェクトをぶち壊したのは愚というほかはない。当時の放射線シールドの設計では、複雑な隙間を通る漏れを詳しく計算するのは不可能に近かった。どう計算したところで実物との差

は必ず存在する。だからこそ実験し、試作し、そのギャップを埋めるのである。

その実験や試作が100%完全にできるなら試作の必要はない。実験や試作では不具合などころがいくつも見つかって当然で、それが進歩の種となる。斬新なことをやろうとすればするほど、生ずる不具合は予測がつきにくいから実験のトラブルは増える。そのトラブルで環境や人的に被害が出るようでは困るが、トラブルは新しい発見として歓迎するくらいでなくては、新しい研究などはできない。

(NEDOやSIPなど国のプロジェクトは失敗を許さない。毎年見直しをしているといえれば聞こえはよいが、達成率が悪くならないように目標を修正しているだけに見える。)

●難しい文章と不出来な文章

難しい文章と不出来な文章とは、しばしば混同される。内容が高度なのか、表現が不備あるいは拙劣なため理解が困難なのかは厳しく区別する必要がある。「人は考える葦である」という文では言葉は明快だが、思想が高度で深く考えざるをえない。

これに対して、筆者の手元にある1983年のMSDOSの説明書は今読んでも非常にわかりにくい。原因は、内容は難しくないのに、定義されていない用語が順不同に出てきたり、同じ原語に複数の訳語が当てられたりして、翻訳が拙劣だからである。

コンピュータ関係の取扱説明書に見られるように、理科系の人の文書には、はじめから日本語なのにこういうのがある。義務教育の国語をサボったか、読む人の立場になれないかが原因であることが多い。

(工学者の能力は、中学の現代国語の成績ときわめて相関が高い、ということを知った。学位をいただいた曾根先生に教わった。)

日々の生活

●日本人は整理下手か

確証はないが一般に現代の日本人は、同レベルの欧米人に比べて物事の整理が下手な人が多いようだ。最近では日本でも建物は立派になったところが多いが、官庁や大学の机の上やその周辺を、欧米のそれと比べるとよくわかる。だが伝統的な和室はものすごく整理されているし、方丈記や徒然草を挙げるまでもなく、昔の日本人はもっと片付けていたらしい。そこに近代文明が押し込んできて、明治以来の消化不良になっているのではないだろうか。

机の上や下の書類の山をなぜ問題にするかという、頭の中の整理と密接に関係するらしいからである。机が片付かない同じ頭で働いた結果、家の中は散らかり、事務所はごたごたし、システム設計は不得手で、道路の渋滞は何年たっても解消せず、都市計画は進まず、国の機能は極端に都市に集中する。これらはすべて、頭の中が片付いていないことから始まるのではないか。

(私もそう思う。机の上やカバンの中がぐちゃぐちゃの人は気をつけるべきである。本が横に積んである本棚をバックにコメントする学者も胡散臭い。)

●雪かき

筆者は横浜に住んでいるが1年に一度くらい降雪がある。皆慣れていないので、ほんの10cmも積もると大雪だといって混乱する。拙宅から私鉄の駅に行く途中に高層マンションがある。その周囲だけ誰も雪をかかない。駅に行く人の30%くらいが通るその道は、マンション

の日陰とビル風で凍ってしまい危ない。

散歩のついでにある日、管理人室に立ち寄って話してみた。以前東京の団地に住んでいたとき。管理組合で建物の補修をする必要が起こり、意見がまとまらずに困っていた。そのとき月に一度、団地の草取りをしようという提案を実施したところ魔法のようにうまく進んだという実例をあげ、何百戸から10人で済むから雪かきを募集してはと提案したのである。

だが「俺達は税金を払っているんだから、市がやれ」という意見が多いという。そういえば拙宅の付近でも、雪国とは違ってまったく雪かきをしない家もある。昨年もまた、その雪は消えるまで道に残っていた。

(こういうご近所の暖かさ、思いやりが失われていくのはじつに残念である。)

●忙しくなる原因

なぜそれほど忙しくなるか。最大の原因は無計画で、よく考えれば一度ですむことを軽率に何度も繰り返し、ムダを生産するからだ。例えば頻繁すぎる新製品やモデル・チェンジ、行き当たりばったりのソフトウェア作成、種類が増えすぎる雑誌、資料と区別のつかない本、引き受けすぎる筆者による安価な促成原稿。

製品などを使う側にも同じ傾向がある。簡単に物を買うからすぐ買い換えの必要が起こる。今日は無責任で頼りない製品が多く、ユーザが時間を費やす迷惑を考えていないから、新しいものを買うことは物と時間の浪費と環境汚染の悪循環に陥りやすい。

(忙しがる人間は、自らの時間管理能力がないことを、世間に吹聴しているようなものだ。)

●自分の時間

残業と車とパソコン、これが現代が忙しくなる三悪のようだ。日本人は勤勉だというが、単位時間当たりの効率は高くない。つまり非効率な方法で長時間働いている。そこを見直すと時間に余裕ができるはずだ。

自家用車は都市では必需品というより時間を浪費する原因となりやすい。パソコン、インターネット、携帯電話も大局的な時間の節約になっているか。残業や休出をやめて自分の時間が生まれると、貧乏人が不意に大金を手にしたみたいで、それを何に使ったらよいかわからないという人も多い。

(電車の中で、マスクで顔を覆ってスマホをいじり続けるデート中のカップルを見ると、なにかが崩れていくような恐怖を感じる。)(*)

自分の頭で考える

●借りものから脱するには

新聞やテレビで現在の日本の政治を批判はするが、悪口を言うだけなら誰でもできる。したり顔の評論ではなく、どうすればよいかの提言がほしい。

こうしてはどうだろう。「お上の命令だから」「しきたりだから」などと妄信的に従うのではなく、「なぜこうするんだろう」「それが必要だろうか」「どうすれば解決できるか」などと、まず自分の頭で考えてみる。それを一人ではなく、個々人が行えばいろいろな知恵が出て、討論も可能となる。なるべくこういう話題を照れずに人と討論すると客観性が得られる。

もう一つ必要なのは、異論を唱える勇気と、それを支持し、受け入れる理解、あるいは寛容である。設計や研究の打ち合わせも、会社内の会合も、団地の管理組合も、町内会も、地

区も、区も市も、県も国も、こうした下からの積み上げがあってはじめて「借りもの」でない運営が、政治が行えるはずだ。

(ヤフコメが大衆の意見でないことは明白である。ちょっと読んで、あたかも自分の意見のようにいうのも止めよう。)

●丈夫で健やかだけでは

どこかの食品のコマーシャルのように子供が丈夫であればよい、健やかに育てほしい、というのは誤解されやすい。丈夫で健やかにむくむくとブタのように育っただけでは、社会の迷惑である。

そのうえに贅沢と浪費を身につけて成長したのでは、宇宙船地球号はやっていけない。子供の時代からしっかりした考えかたを教え、例えば世の中というものの考えかた、偉い人という定義、金と幸せの関係などを身につけさせる必要がある。

他人を幸せにする、作物を耕作する、物を製作する、といった働くことに対する喜びが、他人から金を巻き上げて贅沢をするより大きな幸せであることを、まず大人が知るのが先決だが。(将来の子供のために、という論理のすり替えがまかり通り、政府が翻弄される。)

●それなら何がやれるか

信念のないのはけしからん、原子力発電反対の座り込みをやれ、空港の土地収容を妨害しろ…などというつもりはない。あれほどまでに過激な運動をする人は、社会を改善するつもりで利害を超越しているかもしれないが、なぜそれほど彼等の信念に自信があるのか不思議である。

原発反対運動の古参の闘士に負けない年月、原子力の研究に従事した筆者から見ると、原子力にもよいところはたくさんあり、危ないから止めろ、では片付かない。自分の判断で独善的宗教みたいなものを他人に押しつけ、教唆、妨害までするのは不遜である。

(私は専門ではありませんが、と前置きして意見を述べる「有識者」は黙っていてほしい。)

討論のやり方

●討論の目的はどこに

この国の議論下手は国会にかぎらない。地方議会から町内会まで、会社も労組も、技術や研究の打ち合わせまで、「日本式討論」の弊害に蝕まれてはいないか。その問題点はいったいどこにあるか。

もっとも顕著な例は、議論の目的が自分もしくは自己の組織の利益を守るためである場合に見られる。そのときは結論が決まっただけで、討論の目的は相手からどれだけ譲歩を引き出すかにある。したがって討論とは形ばかりで相手の言い分はまったく聞かず、いうなれば強要、教唆、根回し、買収などの前段階にすぎない。目的がこれでは、ジガラミや権威、コネや金などが動くことになるのは当然の帰結である。

討論前にみな決まっているから議会はセレモニーでよい。その結果として形式ばかりのあの形になった。国や自治体がどう動くべきかを考えずに、自分の支持基盤の利益を考える、それで良い政治ができるわけがない。「おらが町に駅ができるが、先生さぁ日本全体のこと考えるるだべか…」。自分が不便でも、その先までを考える人に投票しないから、こうなった。

(セレモニーのような会議をやめれば、組織は風通しがよくなり、かなり余裕のある人生を送ることができる。)

●反論の出し方

受け入れられやすい異論の出し方を挙げよう。まず必要なことは、俺は知らないよと投げ出すのではなく、自分も共同責任だという姿勢で、少数意見であることを自覚し、謙虚に冷静に述べることである。

- ①機嫌よく、真面目に、自分の問題として
- ②あまり溜めない
- ③疑問形で出す（自分が正しいとは限らない）
- ④追いつめない（撤回もフェアに）
- ⑤相手の立場を考え、理解をそえて

ずっと我慢していると、手遅れになったり言いつのったりするから、②溜めすぎないほうがやりやすい。柔らかくぶっつけるには③が役立つ。自分の論旨が正しくても、④⑤相手を崖から追い落としてはいけない。否決されたとき、撤退するときには機嫌よく、フェアプレイでいくこと。いくら正論でも受け入れられないこともある。例えば、「絶対に正しいという主張は世の中にはないんだ…絶対に！」

（議論，討論，岡村さんはまさにその達人であった。）

なつかしい岡村節の名調子！最初に述べたように、決して大言壮語を吐くのではない。身近な日常における、今日からでもできそうな、ちょっとした心がけを述べている。岡村節を聞けなくなって10年近く経ってしまった。しかし、今でもいろいろな場面で、岡村さんだったらどう言われるだろう？と考える。

昨今のコロナ騒ぎはどうだろう。日本人の考え方の底に巣食う、かなり根深い問題が浮き彫りにされたと思う。数年前に話題になったPPAP問題とそっくりである。トヨタやデンソーはまだやっている。こういう会社の情報部門は .zi_ で情報セキュリティが保証できると信じているのだから、危機管理意識の甘いことを世間に宣伝しているようなものである。

ほとんど意味がないことを知っていながらだらだら続けてしまう。ちょっとは効果があるかも知れないが、その代償として大事なものをどんどん失っている。盲目的なコロナマスクの着用と同じく根は深い。このような、いまの日本に決定的に欠けていること、そしてそれがボディーブローのようにこの国を壊していることを、岡村さんは看破していたように思う。

こんな一節もある。「いったいネクタイはなんの役に立つのだろうとは思うけれど、あまり素っ頓狂なこととはしないという証明となり、相手を安心させる効果はある。自然の物事はそう一律に○と☒に分けられるものではない。」私はネクタイ嫌いなので、よほどのことがない限り着用しない。ただネクタイの効用を説明した岡村さんのコメントは見事である。コロナマスクも同じだよ、たいしたことじゃあるまい、と言われそうである。

（*）女房に言わせると、あれはLINEなどでさかんに会話をしているのだそうである。電車内ではリアルな会話を慎め、というではないか。バイバイも、スマホで言うのだそうである。なるほど。そのうち、生まれたらすぐにスマホチップを頭に埋め込んで、一種のテレパシーを人類は獲得するかもしれない。そうしたら大学入試なんてどうなるのだろう。チップも含めてその人そのものだから、そのままいいのさ。世の中が面倒なことになる前に、人生を逃げ切りたいものである。

「フォーラムについて」と情報収集

理事 岸 和人 (株式会社リコー)

●はじめに

キャパシタフォーラムのホームページ最上部「フォーラムについて」には、活動目的の一つが「キャパシタシステムなどの調査・情報収集」であることが示されています。そこでここでは、多量の文献から技術動向を把握する技術の最近の動向についてご紹介します。

●多量の文献調査は大変

新しい技術や製品が開発し発表される中、技術動向の把握はとても重要な活動です。主な公開情報として論文や特許がありますが、論文では最新の研究や技術開発に関する情報を得られる一方、実用化には少し時間が必要な内容も多いようです。

一方、特許情報には実際に開発した技術や商用化された情報も多いため、自社の技術開発戦略の立案に役立つ情報も多く含まれます。実際には両方の調査方法を組み合わせて、より網羅的に技術開発動向を把握することが望ましいといえます。

筆者の主な技術開発対象は複写機ですが、この技術領域（IPC:G03G）は年間で約五千件から一万件程度の国内出願があります。このため全ての文献を読み込み動向を把握することはとても難しい状況です。

●特許文献の分析に関する動向

従来の特許分析は、件数などの数値情報とIPC等の分類情報から全体の動向を把握するとともに、その中から件数を絞って特に興味ある文献を読み込んで、専門家の視点で技術動向を分析していました。

近年は多量の文献を自動で解析する技術が進展しています。数千件から数万件の文書を処理するテキストマイニング手法やパテントランドマークなど全体俯瞰をする技術が使われるようになっていきます。

●キャパシタの特許分析の例

従来分析手法として特許庁の技術調査報告書があります¹⁾。有望な技術分野について毎年、一般・機械・化学・電気電子の分野で10件前後を選定しており、平成22年度と平成27年度の2度、「電気化学キャパシタ」が選定され報告されています。

第一章で技術概要と技術俯瞰図、第二・三章で市場環境と日中韓各国の政策動向、第四・五章で特許と研究開発の動向が記載され、最後がまとめと提言です。

平成27年の提言では、・中国のバス用途、・電力貯蔵用途、・米韓中でのCNTやグラフェン等の材料とセル構造・組立などの出願数増加について指摘されています。

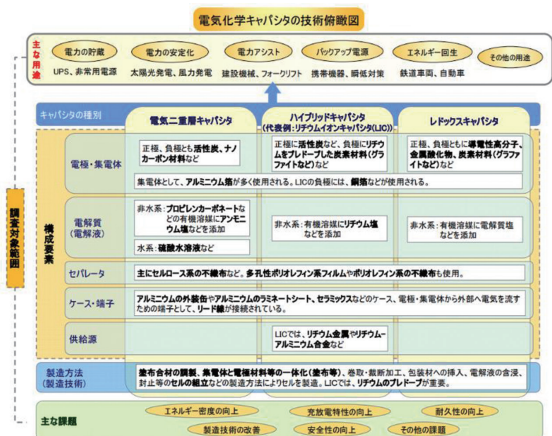


図1：特許庁技術調査報告書_技術俯瞰図

● IP ランドスケープ

「IP ランドスケープ」は、2017年に日本経済新聞で紹介され、知的財産（IP）全般の全体俯瞰をすることで、経営・事業戦略へ知財情報を活用する取り組みとして注目されています。

近年急速に進歩している自然言語処理、機械学習などの技術を使って大量のテキストデータから情報を抽出するテキストマイニング技術が、特許分析にも応用されています。技術分野、発明内容、特許出願者などを自動的に

分析することで競合他社の技術開発動向を把握することができます。

また、このテキストマイニング技術を用いて特許文書をクラスタリングすることで、特許分野のトレンドや技術の発展方向を把握する、パテントランドスケープと呼ばれる俯瞰解析が注目されています。特許出願戦略の立案や、特許ポートフォリオの構築や強化に役立てることもできます。

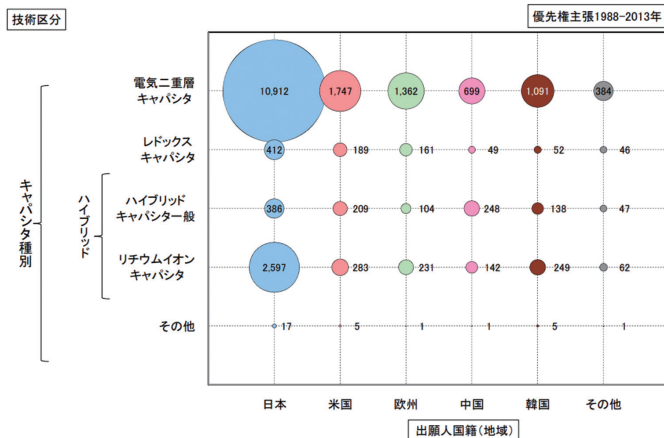


図2：特許庁技術調査報告書_各国比較例

●俯瞰解析の例

良い俯瞰解析ソフトが各社から販売されていますが、ここではイメージを共有するため、キャパシタ関連の特許分析情報を無料で確認できるサイトをご紹介します²⁾。

図3は「電気二重層コンデンサ等技術」に俯瞰解析が適用された例です。赤い領域はその用語に関連した特許出願が多数あることを示しており、電極に関する出願がキャパシタ特許の主な内容であることが確認できます。また、この手法は過去の出願傾向の変遷や出願人ごとの技術領域や提携の可視化が可能です。特許データの可視化により、自社や競合企業の技術的ポジションを説得力をもって示し、経営や事業戦略策定に有用だとされています。

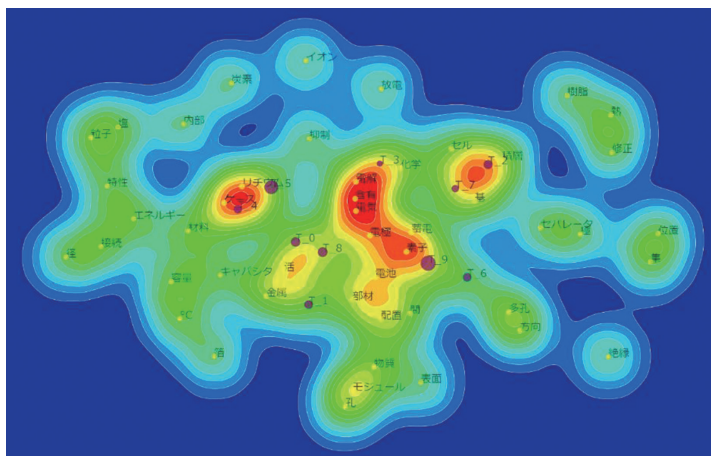


図3：EDLC 特許の全体俯瞰図

最近の chatGPT など、テキストを扱うツールは急速に進化しています。技術開発の加速にこのようなツール達が役立つのではないのでしょうか。

最近の chatGPT など、テキストを扱うツールは急速に進化しています。技術開発の加速にこのようなツール達が役立つのではないのでしょうか。

1) 特許庁 特許出願技術動向調査 <https://onl.tw/fkBS1L7>

2) パテントインテグレーションレポート <https://patent-i.com/report/jp/theme/5E078/>

【水素エネルギー製品研究試験センター】

リケンテクノス(株) 眞田 拓聖

●はじめに

昨今のエネルギー政策において、脱化石燃料として大変注目されている「水素」の利活用を推進するために設立された【水素エネルギー製品研究試験センター HyTReC】(福岡県糸島市)を2022年12月16日見学させて頂く機会に恵まれたので報告する。この3年間コロナ影響にて長旅を控える方が多かったが、東京からでもなんとか日帰り出来そうなので、貴重な機会であり意気揚々と参加させて頂いた。

●試験センターの紹介

2009年世界最高峰の水素エネルギー利活用の評価拠点とするべく、九州大学との産学連携地方団体として設立、2010年から本格稼働が開始。立地は、安全性を第一に考え、山沿いで周辺には広い干渉地を備えた場所。一方で福岡空港から電車で乗換無しで最寄り駅(筑前前原)までは1時間弱。車でも西九州自動車道 前原ICから程近く、大変アクセスしやすいロケーション。県外郭の財団法人ではあるが、人員、経費運営共に完全独立採算の組織にて、正に地方に根付いた産学連携団体と言える。



博多空港から地下鉄空港線・JR 筑肥線乗入れ乗換え無しで最寄り駅「筑前前原」まで 50分



西九州自動車道・前原 I.C 直ぐ、周りは安全性を最重視して山と空き地に囲まれた立地

主業務は市場未承認の様々な水素保管容器・製品の評価や不具合発生品評価にて、試作品の安全性・水素利活用の商品開発・国内外標準規格を見据えた試験法検討など、幅広い支援業務に従事。2014年TOYOTA初の燃料電池車「MIRAI」の部品開発評価にも携わり、その後の水素エネルギー利活用推進に大きく寄与されている。施設内には20の実験室があるが、当日見学可能な実験室は1つだけにて、新エネルギー政策を担う施設としてフル稼働されていた。大型水素容器試験施設CARDLE棟は「ものごとが発展する初めの場所」の頭文字をとったの事で正に新エネルギー推進拠点として日々貢献されている。



●見学概要

様々な容器（一般用・車両搭載用・輸送トレーラー用・ステーション用）や水素ガス環境下で使用する各部品（バルブ・センサー・ホース等）の安全性評価が行われている。

・高圧水素試験

時間2400立米の水素を使用した様々な耐久試験。映画に出て来きそうな大金庫の扉の様に分厚い円柱を30本以上の太いボルトで密封。万一円柱が吹き飛んでも室外には飛び出さないようにさらに分厚い扉が実験室を閉鎖出来る構造となっている。

・容器耐久(水圧)試験

一般用は280MPaまで昇圧させ破裂させる。因みに大砲の砲身強度圧は150~300MPaにて砲身と同レベルの高圧耐久試験。

水素タンク車両搭載用は安全係数2.25倍(75~80MPa)と耐久仕様は低めに設定。そうしないとガス開閉電磁弁が持たない。

ステーション設置用は安全係数4倍(160MPa以上)にて、車両搭載用のみ耐久性は実仕様に合わせて緩和されている。

・工作室

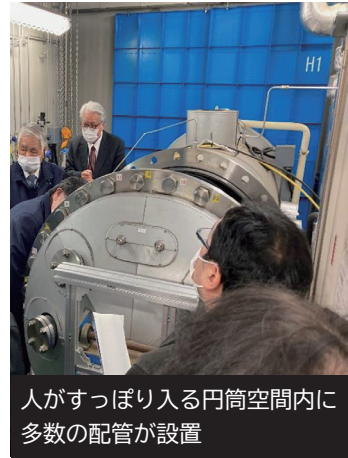
エンジニアの方々が見たら生唾ものの 非常に高価な工作治具や金属(Hi-Ni)・特殊部品が多数取り揃っている。精密且つ、安全な試験装置作成には不可欠との事。

・外部エリア

水素タンクの外部保管試験エリアや、過去行った破壊試験サンプルの残骸が所狭しと並んでおり、日々の試験の凄さを感じる。又、外から見学すると全ての実験室が稼働を示すランプが点灯しており、水素利活用分野が着実に進んでいる事を強く感じた。

●おわりに

久々の飛行機長距離出張・弾丸ツアーではあったが、大変有意義であり、懐かしい方々と交流出来た事にやっとコロナを脱したと心から感じられた見学会であった。世界中でカーボンニュートラル実現のため、「水素」活用含め、様々な取組がなされているが、電気をおき替える手段としても、キャパシターの役割は大いにあると感じる。残念ながら平和的な取組みが進みにくい時世ではあるが、地球温暖化は待ってはくれない。少しでも早く有益なエネルギー活用を世界中で議論し協力しあえる様に変わっていくことを心から願いたい。



全固体電池を主体とした次世代革新電池の行方

名古屋大学未来社会創造機構客員教授

エスペック(株) 上席顧問

イリソ電子工業(株) 社外取締役

経済産業省「蓄電池産業戦略検討官民協議会」有識者委員

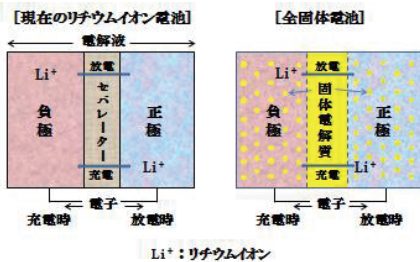
工学博士 佐藤 登

1 次世代革新電池研究の現状と展望

全世界的に進む電動化シフトと連動して、EVの今後の行方を大きく占うのが、ポスト・リチウムイオン電池（LIB）である。表1に示すように全固体電池をはじめ、リチウム空気電池、リチウム硫黄電池などがその候補にある。学术界、研究機関、産業界のそれぞれで世界的に研究開発が進展している。

表1. 次世代革新電池の種類と特徴（筆者作成）

種類	正極	負極	特徴	課題
リチウム空気系	酸素(空気)	金属リチウム	高容量 安全性	・超短寿命 ・空気からの酸素分離
リチウム硫黄系	硫黄 硫黄化合物	金属リチウム	高容量 安全性	・低伝導度 ・短寿命
期待度大 リチウムイオン系	第一世代 三元系(ニッケル-コバルト-マンガン)	グラファイト	安全性	・車載用途では硫化物系固体電解質のみが可能) ・酸化物系はイオン伝導率が課題
	次世代 高電位系	金属リチウム	高容量 安全性	



充放電過程で電池は膨張収縮：
 - EV用途では充放電容量の広範囲で使うため膨張収縮大
 - HEV用途では充放電容量の中間で使うため膨張収縮小

図1 液系LIBと全固体電池のモデル（筆者作成）

また、電解液は60度以上の高温下にさらされると電解液成分の分解が起こり、逆に零度以下の低温下にさらされると電解液の電気抵抗が上昇し、出力不足となる。これに対し、固体電解質の使用可能温度域はマイナス30度から100度ほどと、低温から高温域まで幅広いという特性を有している。図2に現状の開発状況を示す。

全固体電池の構成は図1に示すように正極、負極、それにLIBに適用されている電解液とセパレーター機能に代わって、固体電解質を適用するものである。可燃性溶媒からなる電解液を難燃性の固体電解質で置き換えることから、原理的に安全性は大幅に向上する。固体電解質中を充放電の過程で移動する物質はリチウムイオンのみであるから、LIBのような副反応（本来求められる反応に対して、伴って起こる望ましくない反応）が起こりにくく長寿命化が期待される。

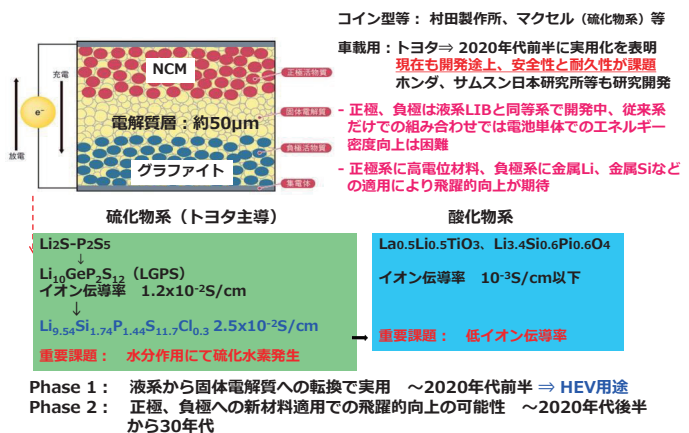


図2 全固体電池の開発状況と展望（筆者作成）

2 全固体電池の研究開発における課題

ただし硫化物系固体電解質は水蒸気を含む空気に触れると有毒な硫化水素を発生するという問題が付きまとう。電極製造工程での厳格な生産技術の確立が不可欠である。

図3には全固体電池の製法を示す。小形電池では粉体固体電解質の加圧成型法が可能であり、この分野では量産ならびにパイロット生産段階まで進んでいる。一方、期待値が大きい車載用の

大型電池では電極も大面積となるため加圧成型法では対応できなく、結果としてはコーティング製法になる。この場合、正極は図に示すように正極単体として電極化し、負極も同様に電極化し、セパレーターの代わりに適用される固体電解質層も単独でシート状にした上で、これらを正極-固体電解質層-負極という三層でセルにしていくことになる。

✓ 小形全固体電池⇒ 粉体固体電解質の加圧成型製法が可能

✓ 車載用途の大面積全固体電池⇒ コーティング製法

例) 正極

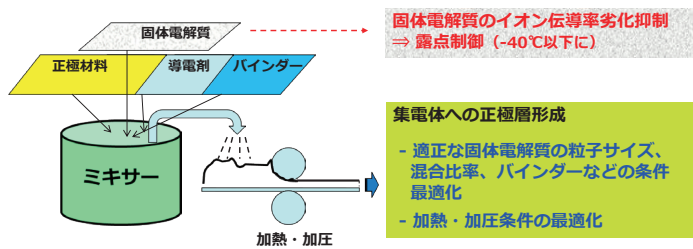


図3 全固体電池の製法事例 (筆者作成)

製法プロセスでは固体電解質が水分を嫌うことから製造設備では-40℃以下を実現する露点管理が不可欠となり、更には加熱や加圧条件の最適化を図る必要があるため生産技術開発もキーになる。このように、車載用全固体電池もかなりのところまで進んできたのも事実であるが、研究開発が進めば進むほど新たな課題も浮上している。図4は全体的な課題を示すものである。

一方で表2に示すように、期待が高まる全固体電池の中核材料は固体電解質であるが、車載用途で量産を目標として公表しているのは化学材料大手の三井金属鉱業と出光興産だけである。日本には数多くの化学メーカーがある中で、他のメーカーの動きが活発でないのは、特許問題、全固体電池の実用化に関する懸念でビジネスチャンスよりリスクを重視していることが背景にありそうだ。

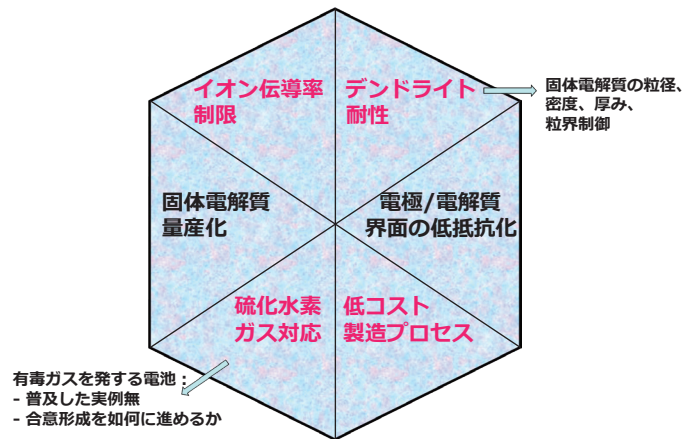


図4 全固体電池開発の課題 (筆者作成)

表2 キー材料である固体電解質材料の研究開発動向

三井金属鉱業 :

- アルジロダイト型 (Li-P-S-Cl) 結晶質で、上尾事業所に年間数十十規模の生産体制を構築
- マクセルとの協業でインフラ用や医療用で実用化する目標
- 車載用途では自動車メーカーや電池メーカーと実用化開発中

出光興産 :

- 千葉県市原事業所に生産設備を整え、2021年秋から稼働
- 硫化物系固体電解質の原料となる硫化リチウム (Li₂S) の高純度製造技術を保有

他の材料メーカーの参画は? :

- ビジネスチャンスより、ビジネスリスク?

3 全固体電池に対する期待

トヨタ自動車は世界に先駆けて車載用途の全固体電池の研究を開始し既に17年以上となっている。そのトヨタが2021年に、「EV用途での全固体電池の実用化には安全性、固体電解質材料、生産技術の課題が大きくEV用は先送りとし、代わりにHEV用を先に実用化する」と表明した。

図1に記述したように、液系LIBも全固体電池も充電放電の繰り返しの際には体積膨張と収縮が伴う。特にEV用は電池容量の広範囲を利用するため体積膨張収縮も大きくなる。液系電池の場合は正極と負極粒子の表面に電解液が接している固液界面を形成していることで安定な界面が維持される。他方、全固体電池の場合には正負極粒子と固体電解質が固体-固体界面を形成していることから、膨張収縮時に固体間に僅かな隙間ができると安定な界面が維持されず界面抵抗が上昇して電池性能が著しく低下することになる。

この課題もトヨタがEV用途での実用を延期した大きな課題の一つとなっている。これに対して同社が方向転換した先は、まずHEV用を先行するとしたことである。HEV用電池の場合には電池容量の中間ゾーンを利用するため電池の膨張収縮は小さく、界面形成は大きな影響を受けない。したがって、この方向転換には合理性がある。

グローバル市場ではEVシフトに舵を切っている中で、HEV市場がどうなるかを把握しておく必要があるが、それを表3に示す。

表3 市場におけるHEVの進展予測（筆者作成）

結論から言えば、2035年断面でもHEVとPHEVで2000万台を超える計算になる。逆に世界のEVシフトにはリスクも伴い、表3の下段に示したことがその具体例である。

全固体電池の魅力は安全性が高まることにあるとはいうものの、それだけでは魅力に乏しい。なぜなら、車載用で適用されている日系LIBでも安全性は担保されているからである。全固体電池が最も魅力を発揮するところ

は、電解液を有すLIBでは適用できなかった電極材、例えば負極用に金属リチウム、正極には高電圧系素材等を適用することで、エネルギー密度を大幅に向上させることである。それによってEVの航続距離が大きく拡大すれば、本当のEVシフトが実現することになるかもしれない。

4 電池産業の今後の展望

車載用LIBは経済安全保障の重要なテーマである。書籍「電池の覇者」¹⁾では、日本が築いてきた電池の歴史と産業興隆、科学と技術の融合により世界をリードしてきた背景を記述した。一方では韓中の急速な追い上げにより日本の競争力に陰りが見えていることを訴えている。

日本政府も、これまで「科学技術立国」「電池立国」「知財立国」を唱えてきたが、どうも掛け声だけの状況のようにしか見えなかった。このまま日韓中の電池業界の鏖張り合いが続けば、スピード感と投資力に長けた韓中勢が車載用電池でも電池立国を確立し、日本の電池産業が斜

2021年： EV：460万台 (前年比2.2倍、 中国291万台、 NEV 352万台、 全体では2627 万台) ドイツ 34万台 米国 49万台 日本 2万台 HEV：310万台 (前年比33%増)	⇒	2022年： EV：789万台 PHEV：274万台
2021年： EV：460万台 (前年比2.2倍、 中国291万台、 NEV 352万台、 全体では2627 万台) ドイツ 34万台 米国 49万台 日本 2万台 HEV：310万台 (前年比33%増)	⇒	2023年： 中国全体では約3000万台 ⇒ HEV1500万台 + 他にPHEV1500万台 x X% 2021年 HEV：グローバルで310万台 ⇒ トヨタ 2030年に EV350万台 + HEV&PHEV 600万台 日産：2030年：世界販売の50%をEV+HEV (EU域では80%) ホンダ：2030年以降もHEV主体 2035年の中国市場とトヨタだけでも【中国1500万台 + PHEV + 600万台】

EV普及に向けての課題：

- ・フランスや北欧ではEVとのマッチング性はあるが、火力発電主体国では効果無。
- ・一方で、EV補助金は拡大方向：フランス、米国、日本。普及に向けたシナリオは補助金減額～ゼロにした時点で自立するBiz.が前提、補助金増額は逆行。
- ・ドイツのアウトバーンで時速200km超での走行では実走行距離はモードの半分。急速充電設置場所で充電をする車が10台以上/1基で並んだら所要時間は？
- ・ドイツはEVシフト政策を転換、合成燃料前提でのエンジン車も許可とEUも合意。
- ・中国はHEVを認めた（自動車各社のロビー活動効果）ように、インドや東南アジア市場もHEVの方が圧倒的効果。トヨタ、ホンダ、日産、スズキが連携し、各国首脳と取り巻き幹部にロビー活動を通してHEVの効果を訴求する必要。

陽に陥る危機感さえ感じる。電池産業を半導体産業のようにさせてはならない。絶大なる補助金制度に展開されている中国電池産業、スピード感と規模感で存在感を示す韓国大手財閥の電池産業、EUをあげた政府主導の加速的電池産業の興隆、経済安全保障と明言した米国バイデン政権下の電池産業に対して、規模感や投資力に見劣りする日本の電池産業に対し、日本政府の直接的な支援が不可欠となっている。次世代電池の研究だけではなく、それを維持継続できる電池業界の投資力を助長する直接的な支援こそが経済安全保障の原点と考える。

経済産業省は2021年11月に「蓄電池産業戦略検討官民協議会」を立ち上げた。筆者は有識者委員として携わり、22年8月31日の最終報告までの期間、様々な意見を述べてきた。表4に示すように、最終的には日系電池業界が日本国内で160GWh、海外で450GWhのLIB生産容量の確保に向けて舵を切った。そのためには官民を挙げて電池産業に3.2兆円、その内訳は電池事業に2兆円、部材事業に1.2兆円が必要であることを明確にした。もっともその前段階として、2021年11月には政府が日本の電池業界の投資に対して直接支援する方針を打ち出している。これは過去にはなかった大きな前進である。

一方、全固体電池に前のめりになっていた国の支援は必ずしも正しくないことを経済産業省に直接提言したことから、2022年3月の時点で経産省は全固体電池よりも現行液系LIB事業に投資をしていくように順番を変えてくれたことも成果となって明記された。

尚、本協議会は2023年度も継続されている。

表4 「蓄電池産業戦略検討官民協議会」における提言と最終報告（筆者作成）

「蓄電池産業戦略検討官民協議会」での政策転換に向けた提言と効果

- 海外勢に比べて国の支援が全くない日本は崖っぷち：酸素飽和度93%の意見に対し、経産省は89%（2021年9月3日）
 - ⇒2021年11月4日 国が電池会社の投資に対して直接支援する声明
22年8月：電池産業に3.2兆円必要（電池事業2兆円、部材事業1.2兆円）
- 全固体電池に軸足を置いていた方向性（2021年9月まで）を修正提言：全固体電池が実用化される時に日本の電池産業は生き残っているか？
 - ⇒第3回（2022年3月28日）の協議会資料にて経産省の反省、現行の液系LIB事業に向けた軸足移動
- 第6回（2022年8月31日）の最終とりまとめにおける継続提言：
 - ① 「投資力・生産キャパ拡大」と「価格競争」は不可避
 - ② ・車載用LIBに対しては出遅れ、国連規則ECE R100-02. Part IIは義務教育、日本発の高等教育としての開発基準が必要、海外EVが国内に流入・定置型蓄電池の日本基準が必要、海外からの電池が日本に流入、火災事故とリコールが発生中
 - ③ 電池産業が魅力ある方向へ進化させることでの人材確保が必要
- 2023年度も協議会は継続、第7回 2023年4月20日

日本の電池産業がより強靱になるためには現行の液系LIB事業を盤石なものにすることが前提条件となる。その上で、長期的視点から全固体電池を捕らえ、勝算があるかないかを客観的に洞察していく必要があるだろう。

参考資料

- 1) 佐藤 登：「電池の覇者」、日本経済新聞出版、2020年9月刊行



EYE IWASAKI 岩崎電気株式会社

新たな光で未来を照らす。

■会社概要

- ・社名 岩崎電気株式会社
- ・代表者 代表取締役社長 伊藤義剛
- ・本社 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 1-1-7 京王東日本橋ビル
- ・設立 1944年(昭和19年)8月18日 ・資本金 86.4億円
- ・従業員数 単体：885名、連結：1,687名 (2022年3月31日現在)
- ・事業内容 各種光源、照明器具、光環境機器(紫外線・赤外線・電子線応用)などの製造及び販売

■2つの事業

岩崎電気の事業は、『照明事業』と『光・環境事業』の2つを柱として展開しています。

『照明事業』は、施設照明、産業照明分野で、市場のニーズに対応し、お客さまのご期待にお応えいたします。

『光・環境事業』は、紫外線、赤外線や電子線といった、さまざまな光技術を応用することで、殺菌、環境試験、UV/EB キュアなどの各分野で、関連技術と結合し、成長を続けています。

2つの事業ともに、付加価値が高く、独自性のある商品開発、および周辺事業を含めたトータルソリューションビジネスの創造に取り組んでおります。



■強み

- 世界に広がる岩崎電気の照明設備
岩崎電気の光源、照明器具や光・環境製品は、これまで培ってきた光技術を結集させた「IWASAKI ブランド」として、世界中に広まっています。
- 最先端の光テクノロジーを提供
光やEBの機能や特性を活用した殺菌や半導体生産ラインなどの用途に岩崎電気の光技術が貢献しています。
- 企画から設計までトータルサポート
研究から生産・販売・アフターサービスに至るトータルに管理した体制で、充実したサポートを実現します。

【 岩崎電気株式会社 URL <https://www.iwasaki.co.jp> 】



興和株式会社



《会社概要》

創業：1894年12月25日

資本金：38億4,000万円

売上高：4,595億円(2022年3月期：連結)

従業員数：7,922名(2022年3月末時点：連結)

主な事業内容

【メーカー部門】「医薬品・医療用機器・ビジョンユニット・省エネ・創エネ関連製品」

【商社部門】「繊維・機械・建材・化成品原料(活性炭、リチウム、ヨウ素他)等の輸出入、
三国間貿易および国内販売」



《活性炭事業について》

【資源素材部 活性炭課】

フィリピンPJACの自社工場でのヤシ殻活性炭の製造、販売を中核とした活性炭商事部門。ヤシ殻活性炭のみならず、石炭系活性炭、木質活性炭の取扱い。

50年にわたる世界30か国以上での販売実績と顧客ネットワーク。

【取扱い品目】

- ヤシ殻活性炭(キャパシタ電極材用 他)
- 石炭系活性炭(ガス処理、水処理 他)
- 木質活性炭(水処理、食品精製 他)
- 水処理添加剤(重金属除去)、イオン交換樹脂
- 浄水器フィルター、部材等



Philippine-Japan Active Carbon Corporation

- ・設立 1972年
- ・所在地 フィリピン、ダバオ
- ・製造品目 ヤシ殻活性炭
- ・興和 100%子会社

《キャパシタ関連の取り組み》

- ・ フィリピンPJAC(Philippine-Japan Active Carbon Corporation)の自社ヤシ殻活性炭工場で生産した活性炭を、日本国内パートナー企業で後工程を行うスキームにてキャパシタ用活性炭拡販に取り組み。パートナー企業の技術サポートのもと、興和が主に海外顧客(ヨーロッパ、北米、アジア各国等)に提案。
- ・ コロナ禍で現地訪問に制限がある中で、各国現地法人スタッフを中心に営業活動を行い、アメリカではオンライン展示会に出展。
- ・ ヨーロッパ、北米、アジア各国で主にキャパシタ用、次世代電池用電極向け、エネルギー吸蔵案件等で評価結果上々。量産ステップまで進めるべく各社のR&D部門と協議。
- ・ 活性炭以外のキャパシタ関連商材の取扱いも推進中。



株式会社3DC

代表者氏名・所属部局(機関)名・職名

代表取締役 CEO 黒田拓馬

代表取締役 CTO 西原洋知 (AIMR 教授)

研究の概要

当社は、次世代電池やキャパシタ、燃料電池などの蓄電・発電デバイスの電極への応用が期待されるカーボン新素材「グラフェンメソスポンジ (以下GMS)」の開発及び製造を担う東北大学のベンチャー企業です。

電池の進化を通じて、「炭素で真にサステナブルな社会の実現」を目指します。

研究の目的

電池は、カーボンニュートラルな社会の実現において、再生可能エネルギーなどと並んで必要な部材ですが、電池それ自身の製造に莫大なエネルギーと希少資源を使用するため、電池の材料削減や高寿命化が強く求められています。

弊社の研究する材料は、電池の材料削減と高寿命化というこれまでトレードオフを打破することを目的として開発されました。

期待される効果

- ・電池の進化を促進することで、EVなど電動化マーケットの普及加速に貢献します。
- ・電池の高寿命化により、廃棄物・エネルギー利用量の削減に貢献します。

実績

- ・ディープレックグランプリ 最優秀賞/リアルテックファンド賞
- ・NEDO NEP事業採択
- ・Innovation leaders summit 2022 Top20選出

キーワード

蓄電池、バッテリー、リチウムイオン電池、燃料電池、全固体電池、キャパシタ、炭素材料、グラフェン、多孔質材料、導電助剤

該当するSDGsへの取り組み



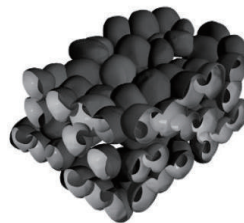
連絡先

E-mail address: info*3dc.co.jp

*を@に変換してください。

HP URL: <https://www.3dc.co.jp/>

資料



電気二重層キャパシタおよびアルミ電解コンデンサ用電解液材料の技術開発

日本カーリット株式会社 研究開発本部

R&Dセンター 主任研究員 和田 直人

1 はじめに

カーリットホールディングス株式会社には、化学品事業の製造販売を担う日本カーリット株式会社、飲料の受託生産などボトリング事業を担うジェーシーボトリング株式会社、半導体シリコンウェーハの製造販売を担う株式会社シリコンテクノロジーをはじめ、幅広い事業領域を持つ様々な会社がある(図1)。

日本カーリット株式会社には、化薬、受託評価、化成品、セラミック、電子材料の5つの事業部がある。化薬部では、自動車の発

炎筒、産業用爆薬などを取り扱っており、受託評価部では、電池試験所、危険性評価試験所を保有しているため、様々な電池試験および消防法の危険物確認試験に対応している。化成品部では、紙パルプの漂白剤、農業薬品など、セラミック材料部では、研削材などを取り扱っている。

また、電子材料部では、電気二重層キャパシタ(EDLC)用電解液や、アルミ電解コンデンサで用いられる導電性高分子、電解液関連イオン液体や近赤外線吸収色素などを



図1 カーリットホールディングス株式会社の事業領域

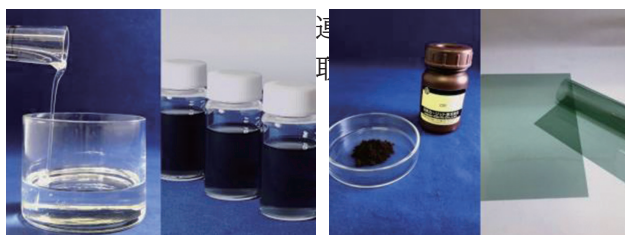


図2 電子材料製品

2 研究所(R&Dセンター)の紹介

日本カーリット株式会社の研究所(R&Dセンター)は、群馬県渋川市の群馬工場の敷地内にある。渋川と聞くと伊香保温泉を思い浮かべる方も多いのではないのでしょうか。山に囲まれ温泉が多い土地であるため、温泉やスキー・スノーボードが好きな方には羨ましい環境である。ただし、山に囲まれているため、冬はからっ風と呼ばれる北風が吹いて乾燥し、寒くなる。また、余談であるが、ジェーシーボトリング株式会社の工場が隣接しているため、群馬工場内を歩くと、飲料の香りに誘われる。是非、近くまでお越し頂いた際にはお立ち寄りください。

私は、二年前まで群馬工場の技術グループに所属し、主に電子材料関連製品の生産プロセスの構築に携わってきた。その後、現在は、R&Dセンターに所属し、主に、電子材料関連の研究開発に従事している。

今回は、電気二重層キャパシタ(EDLC)用電解液およびアルミ電解コンデンサ用電解液材料の技術開発について、紹介をさせて頂きたいと思う。

3 電気二重層キャパシタ用電解液

優れた特性を持つ電気二重層キャパシタの開発において、電解液の高性能化は不可欠の課題である。電解液には大きく分類して水系（主に硫酸水溶液）と非水系（主にオニウム塩の非プロトン性極性溶媒溶液）がある。非水系は水系に比較して電導度で約二桁劣るものの耐電圧が水系の二倍以上あることなどから、電気二重層キャパシタの高エネルギー密度化が期待できる。

優れた電解液の条件としては、①電解質の溶媒に対する溶解度が大きい、②電導度が大きい、③電解液の粘性率が小さい、④電解質イオン径が小さい、⑤電気化学的安定性が高い、等が挙げられる。

当社の開発したスピロ型第四級アンモニウム塩であるスピロー(1,1)-ビピロリジニウム(SBP)塩は、基本構造としては窒素原子に四つのアルキル基がついた通常の第四級アンモニウムと相違ない(図3)。しかしその最大の特徴は、四つのアルキル基が二つずつで二つの環を形成しており、結果として窒素原子を二つの環が共有している(スピロ構造)という点である。特に二つの環がどちらも五員環を形成している場合(SBP型)に最も優れた電解液特性を与えることが分かっている。

このSBP構造は、従来の対称型であるテトラエチルアンモニウム(TEA)と異なり、有機溶媒への溶解度が大きい。最大溶解度(30℃)は、プロピレンカーボネート(PC)では3.5(mol/L)、ジメチルカーボネート(DMC)では2.1(mol/L)、スルホランでは3.7(mol/L)であり、DMCへの特異的な溶解性を示すと共にスルホン系溶媒に対する溶解度が高いことから、様々なラインナップの製品を上市している(図4)。

最近では、高耐圧、高耐熱、かつ、低温特性に優れるEDLCの要望が高まっている。また、SBPの構造を活かしてLIB用添加剤としての利用が検討されている。引き続き、市場からの要望に応えられる電解液材料の開発を進めていきたい。

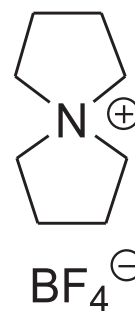


図3 スピロ型第四級アンモニウム塩

製品名	特長	電導度 (mS/cm)	粘度 (mPa・s)	使用 温度(℃)	耐電圧 (V)
KKE-15	プロピレンカーボネート(PC)を使用した標準品	15.8	4.8	約-40 ~70	~2.7
KKE-15D	副溶媒にDMCを使用した高電導度品	18.5	3.4	約-40 ~70	~2.7
KKE-20MSX	純スルホン溶媒のみで構成した高耐電圧品	6.6	21.1	約-20 ~90	~3.0

※電導度、粘度は25℃での測定値

図4 主な当社EDLC用電解液製品の概要

4 アルミ電解コンデンサ用電解液材料

近年、自動車の電動化、5G通信の高速化の流れなどが加速しており、アルミ電解コンデンサ用電解液についても、高耐電圧、低ESRで高寿命な材料が要望されている。

一般的に、アルミ電解コンデンサ用電解液の耐電圧はESRとトレードオフの関係になる。また、ESRは電解液の電導度と相関関係にあるため、電解液の粘度を上げずに、耐電圧に特化して特性を上げることが可能な材料が必要となる。そこで、コロイダルシリカに着目した(図5、6)。

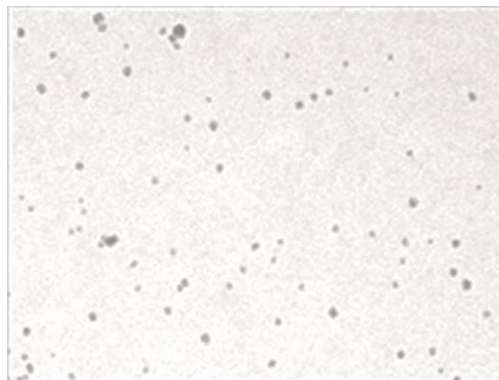


図5 コロイダルシリカのTEM画像

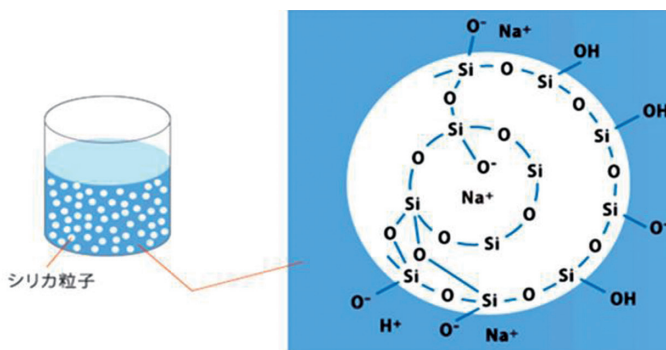


図6 コロイダルシリカの構造例

コロイダルシリカは、ナノサイズの粒径で、負電荷を有するコロイド粒子である。コロイダルシリカを添加した電解液において、コロイダルシリカは、コロイド現象により、陽極酸化皮膜に作用し、耐電圧が上がる仕組みになっていると推測される。

また、コロイダルシリカを添加した電解液は、大きな粘度の上昇が見られないため、電導度を維持して、耐電圧を上げることができる特徴がある。

当社では、電解液内でのコロイダルシリカの分散性を高める技術を開発したことで、低温領域、高温領域いずれにおいても、長期安定性に優れた製品CCE(エチレングリコール溶媒系)、CCG(ガンマブチロラクトン溶媒系)を開発している(図7)。

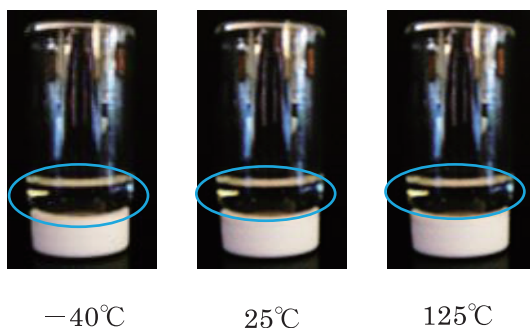


図7 当社コロイダルシリカ(CCE、CCG)添加電解液の安定性

アルミ電解コンデンサ用電解液は、使用される定格電圧帯によって、溶媒や電解質が異なる電解液が使用される。低圧用は、主にフタル酸塩をガンマブチロラクトンに溶解した電解液、中高压用は、アゼライン酸のような長鎖ジカルボン酸塩をエチレングリコールに溶解した電解液が用いられる。

低圧用、中高压用それぞれについて、当社で開発したコロイダルシリカを添加した電解液を、135℃で耐熱性試験を行い、電導度および火花電圧の推移を測定した。火花電圧は、電解液に、電圧フリー、電流一定値で印加した際に、酸化皮膜の損傷が発生する電圧であり、概ね電解液の耐電圧と近似している（図8～図11）。

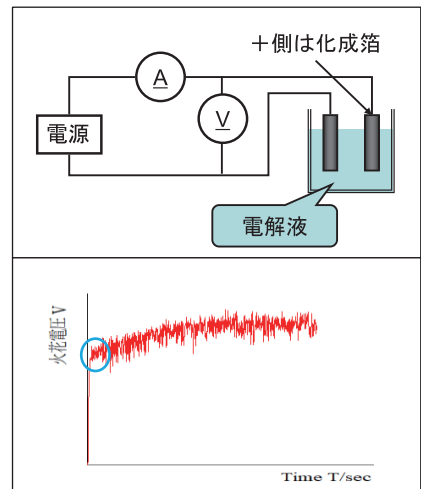


図8 火花電圧測定方法

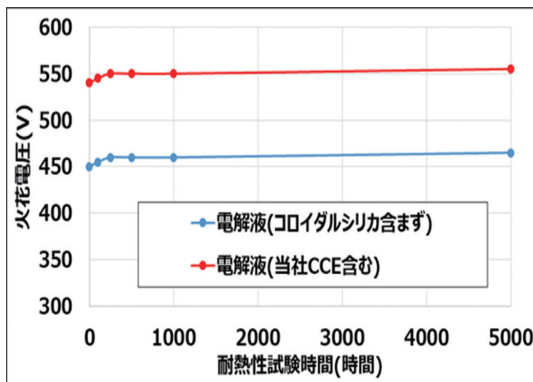


図9 135℃での耐熱性試験における火花電圧の推移 (中高压用電解液)

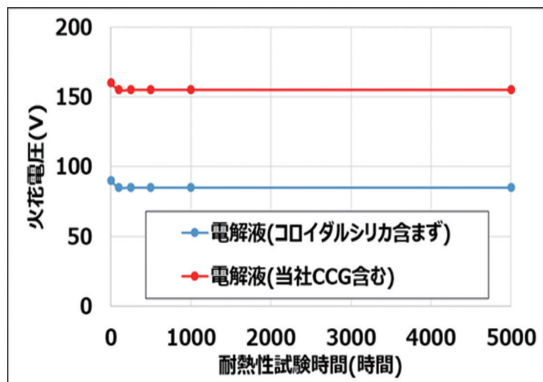


図10 135℃での耐熱性試験における火花電圧の推移 (低圧用電解液)

	低圧用	中高压用
電解液 (コロイダルシリカ含まず)	10.0	1.5
電解液 (当社 CCE または CCG 含む)	10.0	1.5

図11 耐熱性試験135℃5000時間後の電導度(30℃測定、mS/cm)

当社の開発したコロイダルシリカを添加した電解液は、低圧用、中高压用いずれも、長期にわたり、高い耐電圧と電導度を維持しており、アルミ電解コンデンサの高耐電圧化、低ESR化、長寿命化に貢献している。また、当社では、低圧用(CCG)、中高压用(CCE)いずれも、生産プロセスを構築し、上市している。

近々、ますますアルミ電解コンデンサの高耐電圧化の要望が高まっており、引き続き、市場からの要望に応えられる電解液材料の開発を進めていきたい。

イオン液体電解液を用いたリチウムイオン電池と宇宙での実用化

関西大学 石川 正司

1. はじめに

イオン液体 (IL) は無揮発性、無引火性で、ILをリチウムイオン電池 (LIB) の電解液に使用できれば、安全性、信頼性の向上に寄与できる。ILは様々なカチオンとアニオンから構成可能で、イオンの構造によって物理化学的な性質が大きく変化するため、LIBに適したILを探索して応用することは可能と考えられてきた。しかし、LIBの正極の作動はIL電解液中で可能であることは早くから知られていたにもかかわらず、LIB負極の代表例であるグラファイト (黒鉛) 負極の作動がIL電解液では困難であり、そのために肝心のLIBとしての作動が不可能であった。唯一、炭酸ビニレンなど添加剤を加えてグラファイト負極に被膜形成させることで、何とか負極の充放電は可能になるが、実用LIBとしての作動が可能といえる十分な可逆性や高い電流応答は2005年ごろまでは得られていなかった。

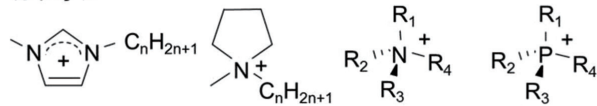
イオン液体

塩 (しお) なのに液体 !



代表的なイオン液体

カチオン



アニオン

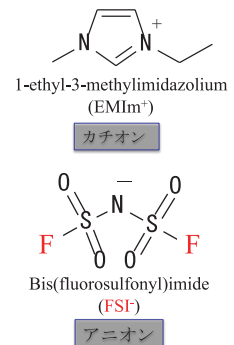
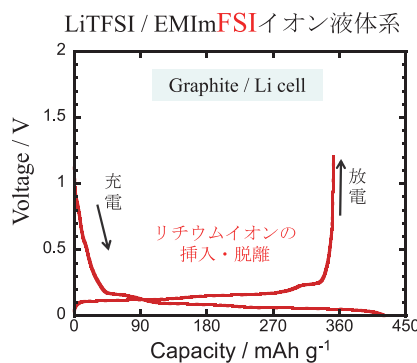


一般的にイオン液体は [cation][anion] と略記される。例えば alkyl methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl) imide は $[C_n\text{mim}][Tf_2N]$ と略記される。

2. イオン液体を用いたリチウムイオン電池の作動実現と宇宙用途の実用化

そのような状況の中で、ビス (フルオロスルホニル) イミド (FSI) アニオン系ILが入手できるようになり、低粘度、高イオン伝導性、比較的広い電気化学的安定電位窓などの優れた特性から、電池用途の電解質としての期待が高まった。その中で我々は、1-エチル-3-メチルイミダゾリウムビス (フルオロスルホニル) イミド (EMImFSI) とリチウムビス (トリフルオロメタン) スルホニル イミド (LiTFSI) からなるIL電解液によって、グラファイト負極に Li^+ を可逆的にインターカレーションできることを報告した。これによりILを電解液とするLIBフルセルの完全作動が可能になった。

FSI系イオン液体 黒鉛負極ハーフセル



EMImカチオンの分解が起きず **可逆な充放電が可能**

M. Ishikawa et al., *J. Power Sources*, **162**, 658 (2006).

さらに、FSI系IL電解質を用いたパウチ型LIBを東京大学の小型衛星の実証モジュールに搭載したところ、地球周回軌道上の宇宙空間で安定に動作することができた。これは2014年における宇宙での試験例であったが、この時点で、FSI系電解質を用いたパウチ型LIBセルが、超高真空および宇宙線環境などの厳しい条件下でも安定に動作することを実証できた。

イオン液体リチウム二次電池搭載人工衛星 打上げと運用成功



石川研究室が電池開発
JAXA、東大・中須賀研と共同

ヤースヌイ宇宙基地にて(2014年)



イオン液体電池外観
イオン液体は宇宙でも揮発しないため、補強材を使わないラミネートの電池のまま宇宙運用
(安全・コンパクト・高エネルギー密度化が可能)



ほどよし3号衛星に電池搭載
ドニエプロケットで宇宙へ
打ち上げ成功

M. Ishikawa et al., *Electrochemistry*, **83** (2015) 918.

その後2018年、JAXAの人工衛星打ち上げSS-520ロケットの制御アビオニクス用の電源として、関西大学ベンチャーの(株)アイ・エレクトロライト社が開発したIL電解液型LIBがJAXAに正式採用され、宇宙用途でのIL電池の実用化が果たされた。

SS-520-5

2018年
2月3日に
打ち上げと
人工衛星放出に
成功した。

2022年
7月にも打ち上げ
にも成功。

提供: ©JAXA



衛星打ち上げロケットに
イオン液体電池 (i-Electrolyte製)
が採用された。

ロケットの姿勢制御
(制御回路、火薬系など)
の電源として、複数個
搭載され、宇宙空間到達に
貢献。

宇宙用イオン液体電池の
実用。



Electrochemistry Laboratory



我々が関わったIL電解液LIBは用途が人工衛星にせよロケットにせよ、パウチのアルミラミネート外装だけで、一切の補強を行っていない。それにもかかわらず、高G加速、宇宙空間までの急減圧、高放射線環境にも何の問題もなく耐えられるのは驚くべきことである。これには宇宙運用者に強いインパクトを与えることとなり、現在ではJAXAとの共同で、さまざまな宇宙用途(天体基地用、深宇宙探査用など)のIL電解液LIB電池の開発が進行している状況である。

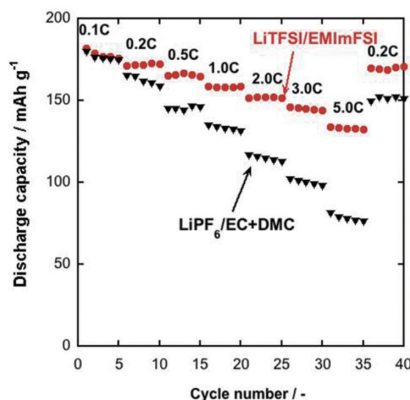
3. 高粘度のIL電解液による高出力特性の発現

ILの電池への応用に対しては、通常の溶媒系の電解液に比べてILが高粘度であるため、特に高入出力が要求される電池には適さないであろう、という先入観があると思われる。ところが、我々のこれまでの実証では、通常の電解液よりIL系は粘度がはるかに高いにもかかわらず、実はIL電解液の方がより優れたレート特性を示すことがある。この点は非常に興味深い現象である。例えばLi金属負極と三元系正極を用いた場合、これまで常識では電池の作動に不利に思われる。しかしながら図のようにIL電解液が高粘度であっても高出力が得られていることから、LIB特性は

電解液の粘度にどんな場合でも強く支配されるのではなく、溶媒が存在しないがゆえの体積あたりのイオンキャリア密度の増大、さらには電極界面での活性化エネルギーの減少など、高粘度に打ち勝つ高出力特性につながる要素はさまざまに推測できる。

さて、IL使用LIB電池の高出力特性を考察するにあたって欠かせないのは、LIBの電池反応に直接関わるLiイオンの寄与である。つまり粘度が増大してもLiイオン電流が高いであろうという仮説を立て、これを実証すれば良い。我々はこれを試み、

次のように実証できた。例えば代表的なLiFSI/EMImFSIによるIL電解液は、二種のカチオンのLi⁺とEMIm⁺、一種のアニオンのFSI⁻で構成されている。Li⁺とFSI⁻はIL電解液中で配位錯体を形成し、LiFSI濃度の増加とともに粘度が増加、イオン伝導度が減少することになる。例えばLi塩濃度を1.2 mol/kg、2.0 mol/kg、2.4 mol/kgと増大させるとともにIL電解液の粘度(η)は表のように倍以上に増加し、イオン伝導度(σ)は減少する。この粘度の上昇はLi⁺の自己拡散係数(D_{Li})も減少させてしまう。一方、電解液中のLi⁺輸率(t_{Li^+})を見積もったところ、表に示すように、 t_{Li^+} の値はLi塩が低濃度では比較的低い(< 0.2)が、Li塩濃度の増加とともに大きくなり、電解液のイオン伝導度(σ)と t_{Li^+} の積、すなわち $\sigma \times t_{Li^+}$ の値はどの塩濃度でも驚くべきことに同程度となった。この積 $\sigma \times t_{Li^+}$ は実効的なLi⁺伝導度であるため、Li⁺濃度が増えて粘度が倍以上増加しても、実効的なLi⁺伝導率はほとんど変化しないことになる。すなわち、LIBのレート特性は不利にならない可能性が明確に示された。



NMC111/ Li電池にIL電解液と通常電解液使用の放電レート特性比較

Y. Matsui, M. Ishikawa et al., *Electrochemistry*, 80, 808 (2012)

表 各Li塩濃度のIL電解液の組成、粘度、イオン伝導度、自己拡散係数、輸率、Li伝導度

mol/kg	Molar ratio			η [mPa s]	σ [mS cm ⁻¹]	$D_{Li} \times 10^{-7}$ [cm ² s ⁻¹]	t_{Li^+} [-]	$\sigma \times t_{Li^+}$ [mS cm ⁻¹]
	Li ⁺	EMIm ⁺	FSI ⁻					
1.2	1	2.9	3.9	40	8.4	2.65	0.08 ± 0.01	0.67 ± 0.08
2.0	1	1.7	2.7	64	6.0	1.73	0.12 ± 0.01	0.72 ± 0.06
2.4	1	1.4	2.4	89	4.5	1.38	0.15 ± 0.02	0.67 ± 0.09

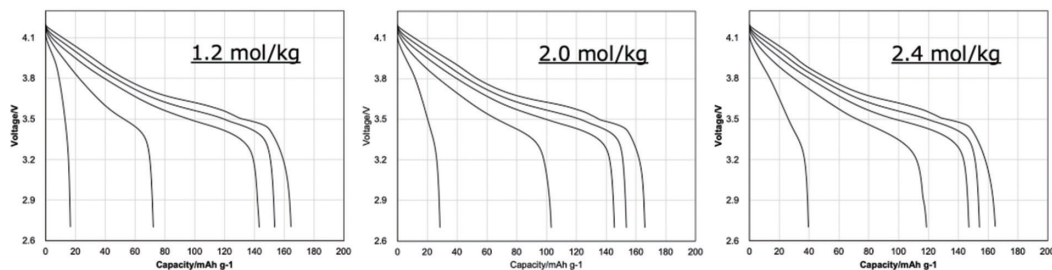


図 NMC532/ グラファイトIL電池の放電曲線：5つの曲線は右から、充電0.1C/放電0.1, 0.5, 1, 2, 5C

T. Takahashi, M. Ishikawa et al., *Electrochemistry*, 89, 455 (2021)

電解液バルク特性評価に加え、電池特性を評価したが、そのためにNMC532正極/グラファイト負極のパウチ型セルを構築し、電池試験を実施した。1Cレート以下の電流では、図のように濃度違いの三つのセルは類似した放電曲線を示している。しかし電流の増加に伴い、電解液のIRドロップと正極および負極での反応過電圧により、各セルの放電電圧は当然減少する。

興味深いことに、LiFSI濃度が高くなるにつれて、2Cレートと5Cレートの放電容量が増加している。図の高電流で観察される放電曲線の急勾配は、電解質中の Li^+ の拡散がセル内の放電反応を制限していることを示している。放電時には、グラファイト負極から Li^+ が放出され、NMC532正極が受け取る。大電流では、グラファイト負極近傍でLiFSI濃度が上昇する一方、NMC532正極近傍では低下し、電解液中にLiFSIの濃度勾配が発生する。この影響として例えば、NMC532の近傍でLiFSIの枯渇が起これば、放電電圧は急激に低下するはずである。そうすると、高濃度のLiFSIは正極界面での Li^+ の枯渇を緩和するのに有利である可能性がある。

以上のようにIL電解液を使用した場合、粘度が著しく増加しても充放電特性が同程度にとどまるところか、むしろ改善されることは驚きである。とはいえ、議論したように決して異常なことではなく、セル中のイオン挙動からこの現象を説明することが可能である。

4. IL電解液を用いたLIBの将来展望

IL型LIBは現在、さまざまな用途にむけて検証が続けられている。写真は(株)アイ・エレクトロライト社が納入した宇宙用セルであり、円筒型電池は国際宇宙ステーション内での機器用電源として採用された。ラミネート型は前述したようにロケットのアビオミクス電源、人工衛星の電源だけでなく、他天体の基地用電源としても開発を進めている。一方、地上用途ではIL型LIBが高温に耐性があることを活かし、高温環境での適用が期待されている。このように、IL電解液のメリットの認識と期待が近年再び高まりつつある状況である。

長寿命型 宇宙用イオン液体電池

円筒型電池

納入先: JAMSS様



iELECTROLYTE
KANSAI JAPAN

ラミネート型電池

納入先: JAXA様



5. おわりに

イオン液体を電解液とするLIBは、宇宙用途として実用化されたが、それだけでなく、通常のLIB電極材料とマッチし、しかも高粘度であってもレート特性に優れ、高温でも充放電繰り返しに伴う容量保持特性が良い。しかも無揮発性で全固体電池並みに安全であるため、最近再び注目されている。イオン液体電解液を用いたLIBの優れたポテンシャルが伝われば幸いである。

Si負極を用いたリチウムイオンキャパシタの高エネルギー密度化

日本大学 工学部 助教 江口 卓弥
秋田大学 理工学部 教授 熊谷 誠治

●はじめに

蓄電デバイスの性能の重要な指標として、エネルギー密度、出力密度、サイクル寿命が挙げられる。リチウムイオンキャパシタ (LIC) は電気二重層キャパシタ (EDLC) の正極とリチウムイオン電池 (LIB) の負極を組み合わせたキャパシタである (図1)。現状のLICの性能はEDLCとLIBの中間的なエネルギー-出力特性にとどまっている。本稿では、著者らのエネルギー密度と出力密度の双方が高いLICの開発に関する研究について紹介する。

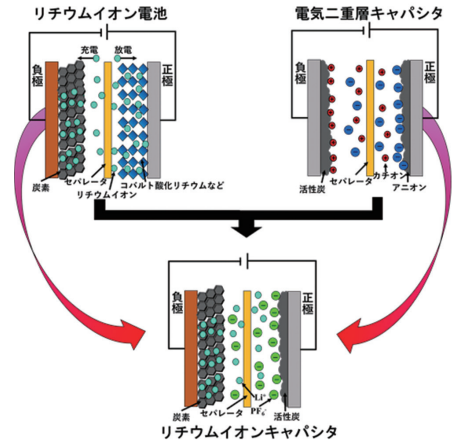


図1 リチウムイオンキャパシタ

●EDLCとLIC

EDLCとLICの違いは負極にある。図2にEDLCとLICの充放電時のセル電圧および電極電位の変化を示す。EDLCでは、充電時に電極表面に電解液中のイオンが吸着しながらセル電圧が高くなる (放電時は逆)。その際のEDLCの正極側では-イオンが、負極側では+イオンが吸着しながら正極の電位は高く、負極側の電位は低くなる。LICは負極の電位を低く一定にすることで、EDLCより高いエネルギー密度を実現している。LICの充放電時では、正極ではイオンの吸脱着、負極ではLiイオンの挿入・脱離が起こる。正極の活物質はEDLCと同様に活性炭が使用され、負極の活物質としては、炭素材料やチタン酸リチウムが採用されている。負極の活物質には、Liイオンの吸蔵の比容量が高い

こと、受放電中の電位 (V vs. Li/Li⁺) が低いことなどが求められる。負極の活物質の中において、シリコン (Si) はLiイオン吸蔵比容量が炭素材料の約十倍あり、LIBやLICの負極の活物質として注目されている。SiはLiイオンの挿入・脱離に伴い大きな体積膨張が生じるために、サイクル特性に課題があり、様々な手法で解決が試みられている。

Si系負極を用いたLICの開発は試みられており、そのエネルギー密度は従来の負極活物質を用い

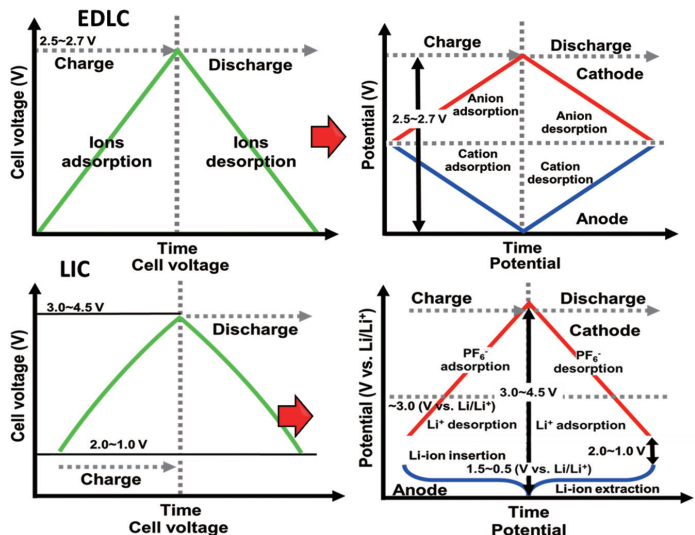


図2 LICとEDLCの充放電

たLICのエネルギー密度よりも高い値を示した例はいくつも報告されていた(表1)。しかしながら、著者らはSiのLiイオンの理論吸蔵比容量からすれば、報告されていたSi系負極LICよりも高いエネルギー密度を示す気がしていた。

表1 Si系LICのエネルギー密度

Active material		Energy density (Wh kg ⁻¹)
Cathode	Anode	
AC (YP-50F, Kuraray Chemical Corp.)	SiO _x /graphite	162 at 250 W kg ⁻¹
AC	Si/SiO _x	123 at <30 W kg ⁻¹
Porous spherical carbon (S _{BET} = 1014 m ² g ⁻¹)	Carbon coating B-Si/SiO ₂	128 at 1229 W kg ⁻¹
Biomass-derived AC	Low-carbon silicon oxycarbide	200 at <20 W kg ⁻¹
AC	Si nanowires/ Cu nanowires	210 at 193 W kg ⁻¹
Nitrogen-doped hierarchically porous carbon	Carbon coating capsulated Si	213 at 418 W kg ⁻¹
Biomass-derived AC (S _{BET} = 3011 m ² g ⁻¹)	Si/flake graphite/carbon composite	159 at 945 W kg ⁻¹
Biomass-derived AC (S _{BET} = 3250 m ² g ⁻¹)	Carbon-coated porous Si	257 at 867 W kg ⁻¹

●LICのエネルギー密度の最大化

LICのエネルギー密度を最大化するためにはセルの比容量を最大化する必要がある。電荷総量 q_t (Ah)、正負極の活物質質量を m_P と m_N (g)とすると、セル比容量 Q_t (mAh/g)は、 $Q_t = q_t / (m_P + m_N)$ と表され、正極と負極の比容量を Q_P と Q_N (mAh/g)とすると $Q_t = Q_P Q_N / (Q_P + Q_N)$ とも表すことができる($q_t = Q_P m_P = Q_N m_N$)。LICのセルの比容量を最大にするためには正極と負極の比容量を等しくする必要がある。LICは、正極の比容量の方が負極の比容量も小さい。正極の比容量はセル電圧、活物質の比静電容量に関連する。セル電圧は電解液の種類、比静電容量は活物質が活性炭の場合は活性炭の比表面積に主に依存する。これらの要因から正極の比容量を高くしても負極の比容量と等しくことは非常に難しい。ここで、LICの活物質質量比($r = m_P / m_N$)を考慮すると、セルの比容量は $Q_t = q_t / (m_P (1 + 1/r))$ とも表される。セルの最大の比容量を得るためには r を大きく設定する必要がある。

これまでのSi系LICは負極の容量が十分に利用されていなかったために、エネルギー密度が十分に高い値ではなかった可能性がある。そこで著者らは、上述したLICの設計方法を基にSi負極LICの未利用容量の最小化によるLICのエネルギー密度の最大化を図った。

●活性炭正極とSi負極を採用したLIC

正極の活物質には比表面積が高い活性炭、負極の活物質にはSiを採用したLICを作製した。活物質質量比(正極活物質/負極活物質)は六・三七とした。図3にセル電圧範囲1.0 V—4.3 Vでのレート試験から得られたSi負極LICのラグーンプロットとサイクル試験結果を示す。最大のエネルギー密度は400 Wh/kg(正負極の活物質質量換算値)であり、出力密度1359 W/kgでエネルギー密度317 Wh/kgを示した。他の研究グループで実現できているLICのエネルギー

密度の最高値は300 Wh/kgであったため、それを超えることができた。一方で、サイクル特性は乏しく、千サイクル後で初期の容量の二十パーセント程度であった(図2 LICのサイクル特性)。Si負極の未利用容量を小さくすることで、LICのエネルギー密度を極めて高くすることはできた。その一方で、充放電中のSi負極の利用容量が大きくなったために、負極側の劣化を加速させてしまった可能性があった。

●充放電中の負極の利用容量

図4に充放電中のLICの負極の利用容量のイメージを示す。負極の利用容量は充放電時に負極側でLiイオンが挿入・脱離した際の電荷容量に対応している。負極の利用容量はLICの設計で変更することができる。

負極の未利用容量を小さくすることは、充放電中の負極でのLiイオンの挿入・脱離する量が相対的に多くなることに繋がる。反対に、充放電中の負極の未利用容量を大きくすることは、負極でのLiイオンの挿入・脱離する量が相対的に少なくなることに繋がる。Si負極の劣化は主にLiイオンの挿入・脱離に伴う体積膨張である。そのために、充放電での負極の利用容量を小さくすることでサイクル特性を改善できる可能性があった。

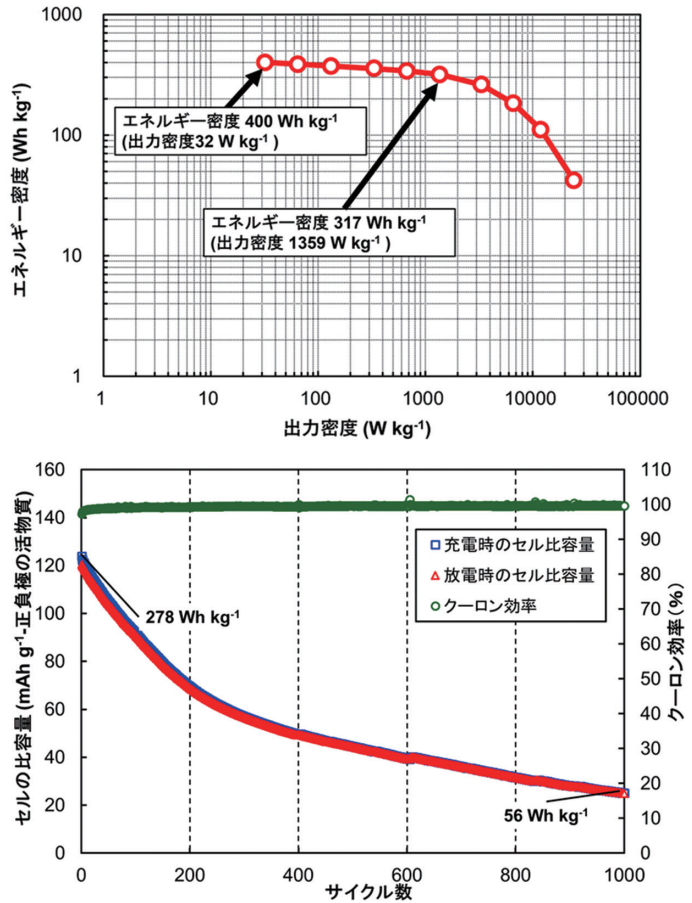


図3 LICのレートおよびサイクル特性

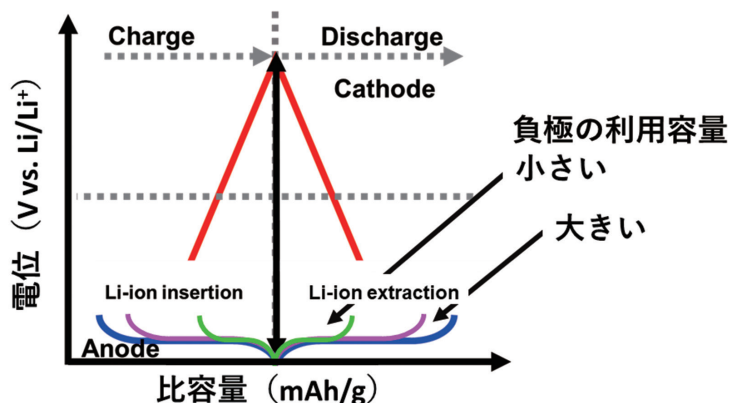


図4 充放電中のLICの負極利用容量

●サイクル特性を考慮したSi負極LICの設計

負極の利用容量が異なるSi負極LICを作製し、それらのサイクル試験結果を図5に示す。負極の利用容量はセル電圧範囲および活物質質量比を調整して変化させた。負極の利用容量が大きい(重負荷)ほど充放電サイクルに伴う容量の低下が激しく、軽負荷なLICほど初期容量を維持することを示した。軽負荷なSi負極LICのエネルギー密度の維持率は二千サイクル後で八十八・六パーセントであった。LICの設計方法からでもある程度のSi負極LICのサイクル特性を改善することができた。しかしながら、負極の利用容量を小さくすることで、エネルギー密度は低下した。Si負極LICのサイクル特性とエネルギー密度はトレードオフの関係であることがわかった。

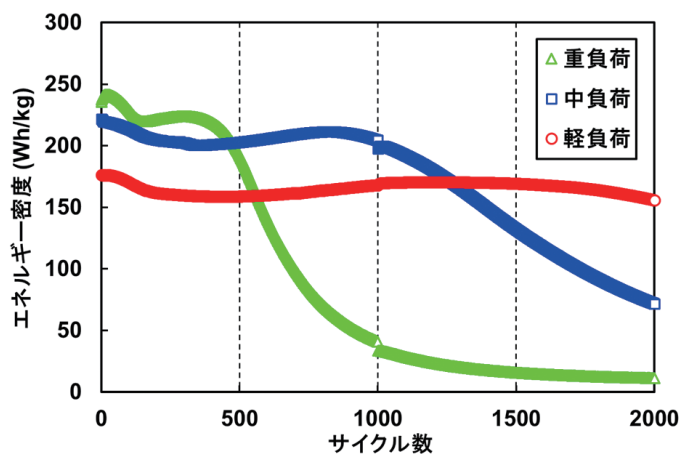


図5 Si負極の利用容量が異なるLICサイクル特性

●おわりに

活性炭正極とSi負極を用いたLICは負極の未利容量を小さく設計することで、従来のLIBのエネルギー密度に匹敵することを示すことができた。即ち、エネルギー密度と出力密度の双方が高い蓄電デバイスを実現することができた。しかし、サイクル寿命が短いという課題が残った。Si系負極のサイクル特性の改善は多くの研究者と企業が精力的に行っている。エネルギー密度を犠牲にすることなくサイクル寿命を向上させることができれば、蓄電技術のブレークスルーに繋がるのではないかと思う。

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費23K13319の助成を受けて実施された。

参考文献

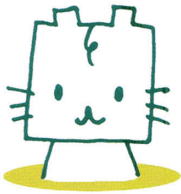
T. Eguchi, K. Sawada, M. Tomioka, S. Kumagai, "Energy density maximization of Li-ion capacitor using highly porous activated carbon cathode and micrometer-sized Si anode", *Electrochimica Acta* 394, 139115 (2021.10)

●研究室の紹介

秋田大学熊谷研究室は教授一名、技術職員一名、博士後期課程三名、博士前期課程十四名、学部生七名、計二十六名(令和五年度)で研究活動している。研究室では、キャパシタ・電池や電力・エネルギー関連の研究が活発に行われている。

日本大学工学部パワーエレクトロニクス研究室の江口研は令和四年度にスタートし、当初は学部生二名であったが、令和五年度より学部生九名で蓄電デバイス関連の研究を行っている。

社会および産業界からの要請に応えるべき研究・教育・社会貢献活動を積極的に進めていきたいと思っております。



してる？

～ 猫でもわかる？ わかりやすい ～

連載
第18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

社会と電気エネルギー(2) ～SGDsと電気～

はじめに

前回(会報誌Vol.17)では、「社会と電気」と題して3回シリーズの1回目で「電気とはなにか」について解説しました。

シリーズ2回目の今回は脱炭素社会に向けての「SDGsと電気」について解説します。「脱炭素社会と電気」について次号で解説します。

環境問題の世界の潮流

地球温暖化の顕在化から環境問題が地球の将来に向けた活動が世界の潮流になって来てます。図1にその一例を示します。

図1では、世界の潮流として、地球温暖化、SDGs、EGSを採り上げました。

地球温暖化抑制は大気中のCO₂による地球温暖化で、海面の水位の上昇、異常気象の多発などの問題で人類として待ったなしの課題です。

SDGsは2001年に策定されたミレニアム開発目標(MDGs)の後継として、2015年9月の国連サミット加盟国の全会一致で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」です。2030年までに持続可能でより良い世界を目指す17の目標と169のターゲットが設定されています。SDGsでは地球上の「誰一人取り残さない(leave no one behind)こと」を誓っています。また、SDGsは発展途上国のみならず、先進国自身が取り組むユニバーサル(普遍的)なもので、日本としても積極的に取り組んでいます。

動き	行動	目標
地球温暖化抑制 (COP*1)	➡ 脱炭素社会の実現	➡ 2050年時点での大気温度を産業革命以前に対し温度上昇を1.5℃以下にする。
持続可能な開発目標(SDGs*2)	➡ 持続可能でより良い社会の実現	➡ 2030年迄に、開発目標17の達成。
環境、社会、企業統治に配慮した企業経営(ESG*3)	➡ 企業の長期的き基盤強化	

* 1: COP : Conference of the Parties * 2: SDGs : Sustainable Development Goals
* 3: ESG : Environment, Social, Governance




図 1 地球の将来に向けての動き

EGSは環境(Environment)、社会(Social)、ガバナンス(Governance)の頭文字を取って作られた言葉です。気候変動問題や人権問題など世界的な社会問題が顕在化している中、長期的成長を目指す上で重視すべきEGSの観点での配慮が出来ていない企業は、投資家などから企業価値毀損のリスクを抱えているとみなされます。そのため、EGSに配慮した取り組みを行うことは、長期的な成長を支える経営基盤の強化につながると考えられています。

SDGsの17の目標とその内容

SDGsとしては17の目標と169のターゲットを決めています。17の目標とその内容を図2に示します。同図に示した目標は間接にはすべて電気に関わりますが、同図で太線枠で示した目標は直接電気に関わる目標を示しています。

図2に示した目標のうち、最も電気に係わる目標17の”エネルギー“のターゲットを図3に示します。

	目標1【貧困】 あらゆる場所あらゆる形態の貧困を終わらせる		目標2【飢餓】 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養の改善を実現し、持続可能な農業を促進する
	目標3【保健】 あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する		目標4【教育】 すべての人に包摂的かつ公正な質の高い教育を確保し、生涯学習の機会を促進する
	目標5【ジェンダー】 ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女児のエンパワーメントを行う		目標6【水・衛生】 すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する
	目標7【エネルギー】 すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的なエネルギーへのアクセスを確保する		目標8【経済成長と雇用】 包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用(ディーセント・ワーク)を促進する
	目標9【インフラ、産業化、イノベーション】 強靱(レジリエント)なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る		目標10【不平等】 国内及び各国家間の不平等を是正する
	目標11【持続可能な都市】 包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する		目標12【持続可能な消費と生産】 持続可能な消費生産形態を確保する
	目標13【気候変動】 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる		目標14【海洋資源】 持続可能な開発のために、海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する
	目標15【陸上資源】 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する		目標16【平和】 持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する
	目標17【実施手段】 持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化させる		

引用 外務省 パンフレット
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/SDGs_pamphlet.pdf

図2 SDGsの17目標



目標7 すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的 エネルギーへのアクセスを確保する

ターゲット	
7.1	2030年までに、安価かつ信頼できる現代的エネルギーサービスへの普遍的アクセスを確保する。
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の割合を大幅に拡大させる。
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、エネルギー効率及び先進的かつ環境負荷の低い化石燃料技術などのクリーンエネルギーの研究及び技術へのアクセスを促進す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、各々の支援プログラムに沿って開発途上国、特に後開発途上国及び小島嶼開発途上国、内陸開発途上国の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供給できるよう、インフラ拡大と技術向上を行う。

出展 http://www.tochigi-iin.or.jp/content/files/shinsangyou/R2/SDGs/setumeikai_siryou6.pdf

図3 目標17のターゲット

SDGsの取り組み状況

図2に示しました様にSDGsの目標は「誰一人取りのこさず、豊かな生活を実現するため、人間社会のあらゆる分野の活動に亘っています。このようなことから各国、各企業が目標達成に向けて積極的に活動を続けています。

各国の取り組み状況

表1に20カ国の取り組み状況（順位）の調査結果の一例を示します。

表1から、上位は北欧、ヨーロッパ諸国が占め、日本はアジア圏で最も高いが、17位となっています。

表1 20カ国のSDGs取り組み順位

順位	国名	順位	国名
1	スウェーデン	14	アイルランド
2	デンマーク	15	スイス
3	フィンランド	16	ニュージーランド
4	フランス	17	日本
5	ドイツ	18	ベラルーシ
・	・	19	ドイツ
・	・	20	韓国

引用 https://service.nikkei-r.co.jp/report/sdgs_id54

企業の取り組み状況

企業はSDGsの目標達成に向けて活発な活動を進めています。公表されています企業ランキングの一例を表2に示します。

表2に示す様に、エネルギー、電気・電機が上位を示しているのは、SDGsが電気・電機に強く係わっていることを示しています。

表2 SDGs活動に活発な事業分野

事業分野	該当事業分野の企業数
エネルギー	3
電機、電気関連	3
銀行	2
その他の事業分野(企業数(1))	食品化学、石油、通信、ソフトウェア、特殊化学、化成品、保険、コンピュータ(ハード)、水道関連、機械製造、技術コンサルティング

引用 https://service.nikkei-r.co.jp/report/sdgs_id54

SDGsと電気

SDGsの17目標のうち、直接“電気”に係わる目標を図2に示しましたが、その目標を実現するために電気技術に係わる主な活動を表3に示します。

SDGsの目標は2030年ですので、目標を実現するための電気技術はイノベーションを伴う技術ではなく、現在実用化されている技術の活用が主となります。

SDGsは誰一人取り残すことなく住みよい社会を実現することが目標です。このため、主要技術の一つである電気技術を効率よく利活用してSDGs目標を達成することが望まれます。

おわりに

現在、地球温暖化抑制は“待ったなしの状況”にあります。地球温暖化抑制の基本は大気に放出されるCO₂をゼロにすることにあります。すなわち、脱炭素社会をいかに早く実現するかにあります。この実現には“電気”は主要技術の一つであります。

脱炭素社会の目標は2050年で、今から四半世紀先ですので電気技術もイノベーションが期待されます。

次号はシリーズ3回目（最終回）で「脱炭素社会と電気」について解説します。

表 3 電気技術に係わる主な SDGs 活動

目標 (番号)	分野	電気技術に係わる主な活動
6	水・衛生	・上下水道の普及・整備 ・海水の淡水化 ・水のリサイクル
7	エネルギー	・エネルギー効率向上 ・再生可能エネルギー発電(太陽電池、風力発電、水力発電、潮力発電などの)普及
9	インフラ、産業化、イノベーション	・インフラ:持続可能で強靱なインフラの整備 ・産業:資源利用率向上、グリーン化、環境に配慮した産業改善 ・イノベーション:すべての国の科学技術の促進、技術能力の向上
11	持続可能な都市	・安全、安価の住宅の確保 ・障害者、高齢者に配慮した交通網整備 ・気候変動や災害に対し強靱な都市づくり
12	持続可能な消費と生産	・廃棄物の利活用 ・天然資源利活用 ・化石燃料からの脱却 ・科学的、技術的能力強化
13	気候変動	・気候関連災害、自然災害強靱化 ・気候変動対策の国策への盛り込み ・気候変動の緩和、適応、影響軽減
14	海洋資源	・陸上活動による汚染防止 ・海洋汚染防止、海洋酸性化抑制 ・海洋資源利活用の増大
15	陸上資源	・森林資源の保全、利活用の推進 ・砂漠化抑制

—事務局から—

■2022年度のキャパシタフォーラムの活動を振り返って 佐久間一浩

皆様の協力で2022年度の活動は5月の年次大会・7回の定例会・福岡の水素エネルギー製品研究試験センター見学会など精力的な活動が出来ました。会員も新たに法人会員3社・個人会員3名の方が参加され法人会員29社・個人会員35名の陣容になりました。

これも皆様の協力の賜物です。さてキャパシタフォーラムは2005年ECASSとして発足以来今年5月で18年を迎えます。会発足の提案者の故岡村先生も当フォーラムの発展を喜んでおられると思います。本年7月には上海で開催されるIESES2023にキャパシタフォーラムとしてスペシャルセッションを行います。是非、皆さまには期待して頂きたいと思います。今回はIESESに参加される方にはCATLやEV製造会社の見学会も付いてます。参加費用は多少掛かりますが参加希望の方は事務局まで連絡を頂きたいと思います。2023年度も宜しくお願い致します。

会員企業 (2023年4月時点)

(株)IHI検査計測
 旭化成(株)
 岩崎電気(株)
 大塚化学(株)
 加賀電子(株)
 エア・ウォーター・パフォーマンスケミカル(株)
 CAP-XX
 (株)クラレ
 興和(株)
 (株)小松製作所
 (株)サンクメタル
 (株)GSユアサ
 (株)3DC
 積水化学工業(株)
 (株)センチュリーアークス
 日本カーリット(株)
 日本ケミコン(株)
 日本特殊陶業(株)
 パーソルクロステクノロジー(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)
 UDTラックス(株)
 リケンテクノス(株)
 (株)リコー
 (法人会員 29社)
 (個人会員 35名)

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

12月、水素試験センターの見学会に参加をしました。FCVが注目されますが、見学を通して周辺技術の開発やその信頼性を評価方法、設備の構築の重要性を勉強させていただきました。また、本号では電解液と負極材の最新技術を掲載しました。このような研究開発が日本の強みとなっているのだと思います。今回の編集を通して。モノづくり日本のすごいところを実感しました。

本号から紙面を横書に変更をしました(印刷会社様のご提案)。雰囲気がガラッと変わりました。会員のみならずも気に入っていただけると嬉しいです。