

研究グループ紹介

筑波大学 エネルギー変換研究室

石田 政義（筑波大学システム情報系）

1. はじめに

本研究室では、“環境調和型エネルギーシステム構築”を目指す研究開発を進めている。具体的には、主に再生可能エネルギーを活用した各種分散型電源のシステム合理化による、CO₂排出削減としての環境性能に加え無停電のような付加価値向上を兼ね備えた、社会実装に繋がる技術の創造である。特徴的取り組みは、金属水素化物を適用した水素精製・貯蔵プロセス、固体エネルギー変換デバイスに係る電気絶縁などで、最近では特に再生可能エネルギー対応水電解水素製造に注力している。これらを統括したエネルギーネットワーク(図1)構築の活動状況について紹介する。

2. 研究開発概要

この研究室の歴史は比較的長く、本間琢也名誉教授が1980年頃から立ち上げ、命名した研究室名を今に引き継いでいる。当時から、太陽光・風力発電、レドックスフロー電池、MHD発電など、“エネルギー変換”があらゆるエネルギー技術の基礎であるとの理念の下で、研究と教育が進められてきた。筆者はその概念のスケールに憧れ、門を叩いたのであるが、縁あってか舞い戻ることとなり、既に四半世紀が経過した。シンプルに体を表すこの名称には、我ながら拘りを持っている。

究極の目標は、人類にとって持続可能となるエネルギー技術の構築である。このところ注力しているのは、再生可能エネルギー利用拡大に繋がる、水素活用を始めとした電力貯蔵であろう。媒体として、金属水素化物、メタノール水に着目し、新型電池や、果ては液体空気のような既存技術の復活も視野に入れている。とりわけ、地元の茨城県では、昨今、水害が頻発化していて、温暖化対策の必要性を肌身で感じつつ、具体的に何ができるのかを考え直す心境にある。高効率かつ大規模なエネルギー貯蔵手段の実現は、発電資源を自由に選べ、環境負荷削減には最も効果的と言える。

継続的に深く携わってきた特徴ある個別課題を挙げる。

①水素吸蔵合金による水素精製： 大学に赴任してから、何か新しいことをやりたいと考え、着想したのがこのテーマである。当時、自動車用や家庭用の固体高分子形燃料電池(PEFC)開発が盛り上がり始めた頃で、従来の熱機関にない負荷追従性や部分負荷でむしろ効率が高い、電気化学発電に関心を持った。一方で、水素製造のための改質装置が、そのメリットを損なうと見て開始した研究である。プロセスとして精製とバッファを兼ねられると、改質では定格運転、PEFCでは純水素による受動的変動追従、としてプロセス分離が担える目論見であった。耐不純物合金材料、熱交換およびガス流通としての容器構造、全体プロセス設計に基

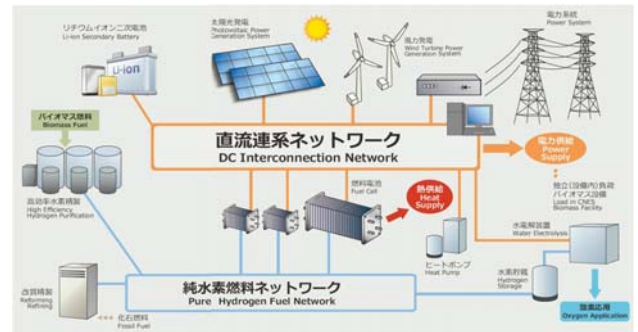


図1 提唱するエネルギーネットワークシステム概念

づき、ベンチスケール(3Nm³/h能力)の実証にまで至った。CO₂のみならずMCHに絡みトルエン等の除去、既存ガスパイプライン(P2G)での水素流通を睨んだ都市ガスからの水素分離でも、実現の可能性を見出しているところである。②高温無機材料電気絶縁： 従前はFBR電磁ポンプ開発に向けて取り組んでいたが、高温作動の固体酸化物形燃料電池(SOFC)の長期運用健全性確保に資する狙いで進めている。600~1000℃の超高温、無機材料、酸化還元雰囲気、直流との特殊環境でもあり、多少の構造もしくは組成変化が絶縁性能に大きく影響することから、とりわけ興味深い現象や特性が見られる。他にライバルがほぼ無く、宇宙応用や核融合等の先端開発への応用も見込めることで、やはり必然的に息の長いテーマとなっている。

③その他： 太陽電池、水電解(PE/SO)、キャパシターバッテリーハイブリッド蓄電等々、材料からシステムまで、ソフトもハードもやるのが、最たるユニークさとも言える。何でも屋ではなく、エネルギー工学とはそういうものであると勝手に解釈した顛末かもしれない。とにかく実用できなければエンジニアリングではないとの持論に則る。

3. 研究室の特長と運営指針

筑波研究学園都市に位置する地の利を活かして近隣研究所と、また実用化を意識する立場で民間企業との共同研究は多い。社会貢献を目指すことと、自由闊達な議論ができるリベラルな雰囲気を重視することで、様々な国からの留学生を含む多くの学生が在籍する。研究も教育もこのような環境から支えられ、成果が産み出されてゆくものと考えられる。環境保護活動家のグレッタ・トゥーンベリさんのお怒りのとおり、“お金”だけが罷り通る時流になっている空気が肌で感じられる。知の拠点であるべき大学もまた然り。彼女のように若くても、堂々と権力者にはっきりと自らの主張をぶつけられる、有能な人材が育つのが儂い夢でもある。

(2019年12月28日受付)

21st International Symposium on High Voltage Engineering (ISH2019) 報告

吉田 昌展〔中部電力(株)〕

1. はじめに

ISH2019がハンガリー・ブダペストにて2019年8月26日～30日の会期で開催された。ISHは高電圧工学に関するシンポジウムであり、2年に1度の間隔で開催されている。

2. 大会概要

ISH2019では、4件のキーノートスピーチと、表1に示すセッション分類で300件以上の論文が発表された。日本からの投稿論文は36件であり、国別では、ドイツ(81件)、中国(59件)に次いで3番目に多い件数である。

論文内容は、高電圧現象・雷現象、絶縁材料・絶縁システム、過電圧保護、高電圧試験・計測、シミュレーション・モデリング等に大別される。個別の電力設備を対象としたセッションは、変圧器(論文発表件数17件)、GIS(12件)、ケーブル(6件)、架空送電(5件)であった。

スペシャルセッションのFlexitranstore (An Integrated Platform for Increased FLEXibility in smart TRANSmision grids with STORAge Entities and large penetration of Renewable Energy Sources)では、このプロジェクトの目的である欧州の電力システム柔軟性を高めるために必要とされる電力システムの相互接続・制御、再生可能エネルギー源のシェア、スマートグリッド、蓄電等の技術開発・試験および、電力市場検討について議論が行われた。

表1 セッション分類と論文件数

	セッション	件数
1	Frequency Response Analysis of Transformers	6
2	Switchgears and Gas Insulated Equipment	6
3	Outdoor Insulation I, II	12
4	Diagnostics and Asset Management of Transformers	5
5	Transients and Overvoltage Protection	6
6	Gas Insulation	5
7	Discharge Phenomena in Air	5
8	Breakdown in Advanced Insulation Systems	6
9	Design Considerations of Transformers and Windings	6
10	High Voltage Measurement and Testing I, II, III	17
11	Partial Discharge Measurement in Transformers	6
12	Partial Discharges I, II	12
13	Overhead Power Lines and Live Line Maintenance	5
14	Advanced Materials and Insulation System	6
15	Transients and Electromagnetic Compatibility I, II	11
16	Partial Discharges in Gas Insulated Systems	6
17	Space Charges	6
18	Cable Materials and Diagnostics	6
19	Discharges in Liquid Insulations	6
20	Measurement and Testing	6
21	Lightning and Lightning Protection	4
22	Modelling and Simulation	6
23	未分類: Dialogue (ポスター発表に相当)	173
24	Special session: Flexitranstore I, II	10



図1 論文発表の様子

口頭発表は3セッションが並列して行われたため、興味のある内容の発表時間に合わせて会場を歩き来する様子が見られた。口頭発表の発表時間は論文1件につき15分であり、発表1件あたり3～5件程度の質問・コメントがなされた。口頭発表とDialogue(ポスター発表に相当)とは発表時間が分かれていたため、Dialogue会場にも多数の聴講者が来場した。

今大会からの新たな取り組みが多くなされた。まず、論文様式は、従来のISHオリジナルテンプレートと新テンプレートの2種類が選択できるようになった。新テンプレートは、ISHの投稿論文をSPRINGER社から“Lecture Notes in Electrical Engineering”のタイトルで出版することに対応したものである。

次の取り組みとして、スマートフォンアプリの活用が図られた。学会プログラムの閲覧・進行状況の表示はもとより、論文著者に個別に質問・コメント送信も可能である。また、Young Scientist Awardの審査・投票もアプリを使用した形式となり、聴講者全員に投票権(“Scientific content”, “Presentation Style”, “Suggest the Award or not”の3項目をそれぞれ5段階で評価)が与えられた。

Dialogueでは、従来のポスター発表(印刷した紙を掲示)から液晶モニタを用いた掲示に替わり、ポスター印刷・運搬の手間が省かれた。

3. あとがき

天気にも恵まれ、ISH2019は熱く(暑く)、活気のある大会となりました。開会式では、高電圧工学の発展に多大な功績を残されて昨年ご逝去された河村達雄先生に、感謝と哀悼の意を込めて、出席者全員より黙祷が捧げられたことを記したいと思います。

次回のISHは2021年8月23日～27日に中国(西安交通大学)にて開催される予定です。

(2019年10月23日受付)

タイ バンコク滞在記

薄井 康夫 [矢崎エナジーシステム(株)]

1. はじめに

赴任していたタイから帰国後もタイへの出張がありましたが、そういった機会は極めて稀ですので、ふとした時にタイを思い返し、懐かしむことが未だ多くあります。懇意にしていたタイ人スタッフの方々とは、今でも折に触れてお土産を授受する間柄です。今でも私の心の財産となっております。

タイは親日国として有名であり、観光地として日本でも人気で、赴任中も多くの日本人観光客を見る機会がありました。タイ料理も本当に美味しく、いつもつい食べ過ぎてしまっていました。

また、私の赴任していた最中に前国王が崩御され、私たち外国人赴任者も前国王に弔意を表し喪に服したことも、昨日の事のように覚えています。

そんな思い出深いタイについて、ご紹介したいと思いません。

2. タイでの業務

私は、タイ国内にあるタイ矢崎電線にアドバイザーとして3年滞在し、新工場の立ち上げ対応、商品開発、技術サービス、品質保証、原価などの幅広い業務に従事しました。業務における日本とタイとの違いは、一にも二にもスピード感です。諸項目の決定から現地スタッフに実行してもらうまでのプロセスを、常に理解し易く、且つ実行し易いものであるよう配慮しなければなりません。そんな状況にもかかわらず、タイ人スタッフの気質は、良くも悪くも「マイペンライ（大丈夫の意で、タイ人の気質を表すとされる）」。南国故のおおらかさが、功を奏す時もあれば、頭を抱える時も度々ありました。

しかしながら、57年の歴史があるタイ矢崎電線の出向者として責任を果たすべく、常に全力で業務にあたりました。そういった積み重ねの結果、日本では味わえない達成感を味わうことができました。今ではタイでの業務全てが素晴らしい思い出となっています。

3. 赴任中の生活

赴任前は極力タイ語学習得を心掛けましたが、現地ではタイ人スタッフと直接話をする機会を多く持ち、赴任後更にタイ語を上達させることができました。依って、工場現場担当のタイスタッフともタイ語で話すことで、壁の無い意思疎通を図ることができ、業務の効率化に一役買いました。

タイ人スタッフとのコミュニケーション向上の一環として、ローカルスタッフお勧めのレストランに行ったり、工場の食堂では特に朝食にはタイ料理（クイッテオ）を食べ



図1 チャオプラヤ川の流れ（弊社パパデーン工場より）

ていました。工場の食堂（昼食）でも日本食があるのですが、私は好んでタイ料理を食べていました。自己の言語習得は、赴任に同行した家族へのタイ語学習へも役に立ち、家族もタイ語会話を初級ではありますが楽しんでおりました。

そして、妻も私同様にタイナイズされ、自分で車を運転できないという状況下において、タクシーかシーロー（改造軽トラ、荷台に人が乗る）で価格交渉が出来るようになり、仕舞いには地元の人しか利用しないような満員の中型ボートに乗って移動出来るようになっていました。そのボートは狭い運河をバスのように周航しているものなのですが、その運河の水質が著しく不衛生なのに時折しぶきが飛んでくるので、自分は二度と乗りたくないと思うものでしたが、安価であるため妻は平然と利用し、遠方にある有名なローカルフードのお店にしばしば通っている様でした。

4. 赴任を振り返り

私たち家族はタイでの生活を日頃満喫しておりましたが、先述しました通り前国王の崩御の折には、タイ人と同じく黒い服を着たり、黒いブローチを着け、弔意を表しました。そういった稀な場合だけでなく、私は現地で現地の方々と心を共にして業務にあたったことが誇りであり喜びであったと思っています。また、家族が赴任地を満喫しているという事もローカルスタッフには自然に伝わり、私はスタッフの方々との関係を円滑に保っておりました。彼等と自分達が近いポジションにいて、それを楽しむことが、海外赴任において円滑に業務にあたることのできる一つの秘訣だと思います。敢えて強いてそれを試みるという訳ではなく、楽しんで現地に染まる事が出来る冒険心さえあれば、海外赴任は人生最大の楽しいチャレンジになると確信しています。

(2019年12月3日受付)

原子力施設への無線通信技術導入に向けた技術動向調査専門委員会

委員長 高橋 信

1. はじめに

無線通信技術や IoT 技術の発展によって一般産業ではあらゆる設備をネットワークでつなぐことが可能となり、設備のスマート化や生産性向上、保守点検の合理化が進んでいる。例えば、化学プラントでは計装監視のワイヤレス化、モバイル端末による現場情報や運転管理などが行われている。さらに実用化が始まる 5G（第五世代無線通信）ではサイバー空間での運転シミュレーションや AI による設備診断など新たな価値も期待される。

原子力施設の計装制御システムにおいてもデジタル技術の適用が始まっており、無線通信技術は現場作業の効率化、設備監視の詳細化やオンライン監視などが期待できる。しかしながら、原子力施設は一般産業とは異なり、通信電波による重要機器への電磁障害やサイバーセキュリティの懸念から無線通信技術の導入が進んでいない。

そこで原子力施設への無線通信技術の導入に向け、技術動向やアプリケーション調査、規格・基準の調査分析、これらに基づく技術課題の整理を行い、今後の技術開発や実用化に向けた計画立案に資することを目的として本調査専門委員会を設立した。

2. 活動内容

本調査専門委員会は平成 31 年 4 月に発足し、電力事業者、大学や研究機関、プラントメーカーなどにおける専門家委員が構成される。

前委員会「原子力施設における計装制御への最新技術導入に関する調査専門委員会」（平成 29 年 4 月～平成 31 年 3 月）では原子力の計装制御技術で優先的に取り組む技術課題を調査し、無線通信技術、セキュリティ技術、AI 技術、IoT 技術を重点技術と評価した。本調査専門委員会では、このうち他産業で著しく普及が進み、そのメリットが大きい無線通信技術に着目して原子力施設への導入に向けて調査検討する。そして、今後の技術開発や実用化への計画立案、規格・基準への提言をまとめることを目的とする。調査検討では、(1) 無線通信をはじめとする最新の情報通信技術の調査に加え、(2) 無線通信技術と融合したアプリケーション調査 (IoT や AI など)、(3) 電波とサイバーセキュリティなどの規格・基準の調査を実施する。

(1) 無線通信をはじめとする最新の情報通信技術の調査
5G, 無線 LAN, IoT 向け LPWA (Low Power Wide Area :

広域無線通信) などの情報通信技術に関する技術調査を行う。また通信電波が与える電磁障害や通信時のサイバーセキュリティなどの原子力施設適用時における技術課題を調査・検討する。

(2) 無線通信技術と融合したアプリケーション調査

無線通信技術は IoT 技術と融合することで多種・大量のデータが計測可能となり、いわゆるビッグデータが取得でき、これにビッグデータ解析や AI を活用することで様々なアプリケーション技術を提供できる。そこで IoT 技術や AI 技術を中心として無線技術応用のアプリケーションを調査する。

(3) 電波とサイバーセキュリティなどの規格・基準の調査

原子力施設で無線通信を行う場合には通信電波による重要機器への電磁障害 (機器での誤信号や誤動作の発生) やサイバーセキュリティが懸念される。

通信電波で発生する電磁障害に関する規格・基準、評価方法が確立していないことから評価手法や指針等の基本的な考え方を整理する。また、サイバーセキュリティ対策については国内の規制・ガイダンスの策定状況、さらには海外の動向について調査・検討を行う。

3. 活動計画

本調査専門委員会では、専門家を招いてのセミナー形式での講演と討議、定例の委員会における議論、原子力プラントや他産業のプラントへの見学会による調査などの活動を活発に行っている。

引き続き活動を着実に進め、原子力施設への無線通信技術の導入に向け、無線通信技術の適用イメージを具体化し、実現に向けた技術開発や計画を立案する予定である。

委員会構成メンバー

委員長	高橋 信 (東北大)
委員	五福明夫 (岡山大), 高橋浩之 (東京大) 吉田智朗 (電中研), 宮原 聡 (東北電力) 遠藤亮平 (東京電力 HD), 角木孝暢 (中部電力) 池田 隆 (関西電力), 瀧川浩主 (日本原子力発電) 西村直樹 (中国電力), 柚木 彰 (産総研) 北村純一 (日立 GE), 小田中滋 (東芝エネルギーシステムズ) 内海正文 (三菱重工), 吉永光伸 (三菱電機) 安藤 弘 (原子力安全システム研究所), 氏田博士 (環境安全学研究所)
幹事	黒田英彦 (東芝エネルギーシステムズ)