

電気学会 IEEJ プロフェッショナル アクションレポート

2025 年 10 月・第 62 号

IEEJ プロフェッショナルニュース

ニュース1. IEEJ プロフェッショナル会 第 147 回議事メモ

1. 日時：2025 年 5 月 28 日（水）11 時 30 分～14 時

2. 場所：JAXA 相模原キャンパス（淵野辺）

3. 参加者：(IEEJ プロフェッショナル)

伊藤二郎、大島正明、天雨徹、石月照之、今成宏幸、木下繁則、木村軍司、佐藤勝雄、中島昌俊、野田紘憲、萩原勝夫、深川裕正、松岡孝一、持永芳文、山内経則、山極時生、渡辺和夫

(17 名)

4. 議事録

(国立研究開発法人) 宇宙航空開発機構 (JAXA) 相模原キャンパスを見学した。

相模原キャンパスでは、太陽の活動や月・惑星、ブラックホール、銀河の成り立ちなど、宇宙に関するさまざまな謎を研究している。宇宙科学研究所には、メインキャンパス、宇宙教育センター、宇宙探査イノベーションハブの実験施設、ロケット・人工衛星搭載機器の基礎開発・試験を行う先端宇宙科学実験棟などが設置されている。特徴は、全国の大学の共同利用システムの役割も担い、大学院として博士号も取得できる。宇宙科学の研究者たちの頭脳を結集し、計画の策定と実行に、全国の研究者たちの知恵が活かされていくことが期待されている。

見学できる施設は、宇宙探査実験棟と宇宙科学探査交流棟の二つである。また、屋外には日本の宇宙開発を象徴する 2 基の固体ロケットである M-V ロケット実機と M-3SII ロケット模型が展示されている。

(1) 宇宙科学探査交流棟で、宇宙科学関連の映像 3 点を壁面シアターで鑑賞した。

(2) 宇宙探査実験棟については、使用中で見学できなかった。主に月面探査車の研究開発に利用され、日本の探査機が 2024 年 1 月に月面着陸を成し遂げた時に、その月面着陸検証を事前に行った。

代わりに佐藤勝雄幹事から、実験棟およびイオンエンジンとスイングバイ航法についての解説があった。小惑星探査機「はやぶさ」と「はやぶさ 2」に搭載されたイオンエンジンは、地球から小惑星「イトカワ」と「リュウグウ」への往復のための推進システムとして使用された。これの推力は 1 円玉を動かせるくらい小さいが、太陽電池の電気でイオンを発生する為稼働時間が長く、効率よく加速が継続できる。また、スイングバイ航法により、星の重力を利用することによって、推進機関を使わずに加速でき、燃料の節約になる。

(3) 宇宙科学探査交流棟について、OB 職員による展示解説ツアーが行われた。

主な展示物

1	糸川英夫博士によって進められたペンシルロケットの実物
2	大型化された一段式ロケット
3	1970 年に打ち上げられた日本初の人口衛星おおすみ
4	2010 年に打ち上げられた太陽光推進の IKAROS 衛星
5	探査機「はやぶさ」を格納状態の M-V ロケット
6	「はやぶさ」の帰還カプセルと持ち帰った石の展示
7	北海道の気球による宇宙観測

【参考】展示物の写真

<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/u5r/cnt/f550/tabi-090.html>

集合写真（M-V ロケット実機の前にて）



以上

ニュース 2. IEEJ プロフェッショナル会 第 148 回議事メモ

1. 日 時：2025 年 6 月 24 日（火）14 時～16 時
2. 場 所：Zoom オンライン
3. 出席者：佐野光夫、伊藤二郎、八坂保弘、佐藤信利、大島正明、長瀬 博、岡井政彦、木村軍司、古関庄一郎、佐藤勝雄、谷口 元、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、法貴慶一、松岡孝一、松村基史、持永芳文、金澤秀俊、金子英治、河合三千夫、木下繁則、近藤良太郎、斎藤涼夫、柴崎一郎、白川晋吾、白坂行康、高野哲美、中瀬 真、福島哲治、三井宣夫、山極時生（IEEJ プロフェッショナル）
中村英夫（日本大学名誉教授）（以上 33 名）
4. 定例会次第
伊藤副代表より、今後のスケジュールの説明があった。
5. 講演：『列車制御システムの目指すべき方向と当面の課題への対応』
講演者：中村英夫（日本大学名誉教授）
5. 1 講演要旨
中村英夫氏は、公益財団法人鉄道総合技術研究所を経て、日本大学で教鞭をとった。現在は、国土交通省の「地方鉄道向け無線式列車制御システム技術評価検討会」の委員長をしている。
(1) 安全確保の形態：Safety0.0 から Safety2.0 まで
SAFETY0.0 注意力による安全、SAFETY1.0 安全確保仕組みによる安全、SAFETY2.0 構成要素間の相互情報交換による安全：協調安全について、定義の説明があった。特に鉄道事故が、技術の進歩に大きく関わった。
(2) ATS の進歩
人間の錯誤による事故の防止のため、機械式や電気式の ATS が、国鉄や公民鉄で次々に開発された。
最初の ATS
打子式 ATS：1927 年機械式
国鉄の ATS
 1. [A 型車内警報装置]1960 年～1970 年
 2. [B 型車内警報装置]1960 年～1991 年
 3. [C 型/S 型車内警報装置] 1960 年～公民鉄の主な ATS
通達「自動列車停止装置の設置について」昭和 42 年鉄運第 11 号（1967/01）が施行された。自動列車停止装置の構造基準は示されたが、実現方式は示されなかったもので、鉄道とメーカーは様々な方式を開発した。
 1. 点制御地点速照式

2. 点制御連続速度照査式

3. 連続制御連続速度照査式

(3) 新しい列車制御方式

1970年代にATS-P形まで改良して、列車制御に必要なことが明確になった。

- ① 電子機器の進歩による情報量増加ではなく、本質的な制御の把握が必要である
- ② 地上からの速度制御は絶対ではない。中間信号現示に伴う速度信号の限界を暗示した
- ③ 停止信号までの距離を情報とした制御は、デジタルATC、ATACSに引き継がれた など
鉄道制御の理解は、貨物、特急、普通などの列車の種別に寄らない「車上主体型」への新しい制御方式CBTCへの道を切り開いた。

(4) 欧州における鉄道制御の状況

「SDGsを考えたモビリティを鉄道主体に構築する」という考えを基に、EUからの潤沢な資金をもと意欲的な研究が行われている。2014年～2022年Shift2Railプロジェクトが行われ、2023年からEurope's Railに移行した。Shift2Railでデジタルツインを開発しなかったもので、Europe's Railではデジタルツインを開発している。

私見ではあるが、実世界と仮想現実（シミュレーション）を対比して、事故原因を解明することはできないので、デジタルツインに過剰に投資するのは意味がない。

一方規格化したETCSは、メーカー毎に実装が異なるため互換性がなく、鉄道の相互乗り入れに課題がある。これを解決するためにマルチベンダー（複数メーカーによる供給）化であるEULYNXを開発中である。しかしながら、基本の技術は35年も前の技術であり、通信方式などは時代に合わないものになっている。

(5) 日本の課題と開発の状況

地方交通線の状況も踏まえつつ、鉄道事業の抱える課題を挙げる。

- ① 環境問題・エネルギー問題
- ② 上下分離（列車運行と地上設備の保守を分離した運用形態）の施策
- ③ 少子高齢化がもたらす労働環境
- ④ 鉄道技術の共通仕様の確立 など

現在のシステム検討の前提を挙げる。

- ① 必ずしも機能縮退がコスト削減に結びつかない
- ② 在来線の自動運転は現実的到達点である
- ③ 線区ニーズの多様化は必ずしもシステムの多様化ではない
- ④ 国内でのインターオペラビリティ（相互運用性）の実現と製造のマルチベンダー化は必須の前提である
- ⑤ パターン式キャブシグナル方式の採用による乗務員運用の柔軟性を確保する
- ⑥ 導入コストはもとより運営コストの削減は必須要件
など

システム開発の進め方は、検討の背景・あるべき論を踏まえた上で、線区における多様性や鉄道事業者の判断を活かしたシステム開発の進め方を提案すべきである。

- ① インターオペラビリティを前提にした「将来的に目指すべき理想システム」の確立
- ② 線区や事業者の戦略は同一ではないので柔軟に対応するソリューションを提供する
目指すべき列車制御システムがもたらす効果を列挙する。

- ① 信号保守の大幅軽減
- ② 軌道関連保全用計測データの収集と保全性向上
- ③ 運営経費の大幅削減
- ④ 乗務員運用の自由度向上
- ⑤ 踏切安全性の向上と指令との連携で自動運転レベル GOA3 以上への展望を開く
- ⑥ インターオペラビリティとマルチベンダー化に資する

さらに

- ⑦ 本システムはセンター処理装置の場所を制限しない
 - ⑧ 本システムをもとに、地方交通線の課題に正面から取り組む
 - ⑨ 海外への展開
- などを目指す。

5. 2 質疑応答

(1) 長瀬氏：新しい安全確保の規格を日本が開発し、完成した時には国際規格として提案するとあった。しかし、自動車、通信などの他の規格の事例を見ると、規格の開発段階から各国に声をかけ、仲間づくりをしないと難しい。規格が完成してから声掛けをするのは、遅すぎると思う。

中村氏：参考にさせていただきます。

(2) 柴崎氏：2点意見があります。①センサー技術の専門家です。鉄道の分野は同専門家だけで「列車制御」の研究がされており、必要とされるセンサーについて要求仕様が外部に出て来ない。もっと他分野とも共同研究を促進するべきだ。②鉄道は200年以上の技術の蓄積がある。しかしながら、鉄道技術が進歩する一方、赤字だから廃線するローカル線が多い。欧州のようにモビリティの位置付けを明確にして、自動運転、省エネルギー、省メンテナンスなどの技術を活用して、1日の便数を増やすなど利便性の向上に努めて欲しい。

中村氏：参考にさせていただきます。

(3) 佐藤氏：観光立国を標榜しているが、近年、旅情がある食堂車や夜行列車が削減されている。一方、通信販売などで貨物輸送が増加され、新幹線なども活用されている。鉄道の新しい利用形態も必要ではないか？

中村氏：レールや信号などのインフラが新技術で省力化され自動運転ができれば、ローカル線の復帰などができ、地方のモビリティに貢献できるだろう。

以上

ニュース 3. IEEJ プロフェッショナル会 第 149 回議事メモ

1. 日 時：2025 年 9 月 30 日（火）14 時～16 時
2. 場 所：Zoom オンライン
3. 出席者：西方正司、伊藤二郎、八坂保弘、佐藤信利、佐藤勝雄、岡井政彦、木村軍司、古関庄一郎、深川裕正、法貴慶一、松岡孝一、持永芳文、佐野光夫、江藤計介、片貝昭史、加藤紀光、木下繁則、合田 豊、近藤良太郎、白川晋吾、白坂行康、高野哲美、谷口 元、中島昌俊、中村知治、長谷良秀、福島哲治、山極時生、吉田昭太郎、吉満哲夫、渡辺和夫（IEEJ プロフェッショナル）
(以上 31 名)
4. 定例会次第

伊藤副代表より、今後のスケジュールの説明があった。

5. 講演：『電力ケーブル開発の歴史と将来展望～ 持続維持が求められる世界において～』

講演者：片貝昭史（IEEJ プロフェッショナル、住友電気工業株式会社兼日本電線工業会）

講演要旨

1. はじめに

過去の電力ケーブル開発の歴史を振り返るとともに、さらに昨今話題である温暖化防止、カーボンニュートラル、持続可能な世界・日本の動向をレビューし、今後の電力ケーブルの展望について述べる。

2. 電力ケーブル開発の歴史

2.1 電力ケーブルの固体絶縁化と高電圧化

ケーブルの絶縁材料をオイルの液体絶縁 OF から架橋ポリエチレン固体絶縁 CV に変えると次のようなメリットがある。

①防災対応②油圧管理：保守管理の手間、高低差布設、長尺布設③環境対策

2.2 XLPE ケーブルの高電圧化（交流）とその開発

① 275kV 級までの開発は、「原始の力とコンピューター」で達成できた。

② 500kV 長尺線路実用化は、真の破壊原因の究明によって達成された。破壊原因は、ケーブルの欠陥である異物・ボイド・突起による誘電泳動現象であった。

2.3 直流 XLPE ケーブルの開発

昭和 54 年(1979 年)12 月に日本初の直流線路(北本直流幹線) が布設された。

CV ケーブルは、なぜ交流では優れるのに直流に弱いのか？を研究した。油浸絶縁は、万が一、漏油が起こると大きな環境問題となるため、直流 XLPE ケーブルを開発した。しかし、XLPE は、直流に弱いことが判明したが、長距離では充電ロスが少ない特徴があった。また、XLPE ならオイルフリーで環境にやさしく、耐熱温度も高く、大容量送電が可能であった。日本では、北海道-本州間、本州-四国間のみで実用化されている。

3. 環境動向と電力ケーブルの課題

2015 年パリ開催「国連気候変動枠組条約締約国会議(通称 COP)」後の動向は、一般論なので省略する。

電線工業会は、2030年までにケーブル生産におけるエネルギー消費量を2013年比37%削減する。再生可能エネルギーの市場において、洋上風力発電や発電地から需要地への海底ケーブル送電が期待され、需要が伸びているが、克服すべき技術的課題も多い。

4. 環境視点からの架橋ポリエチレン (XLPE) の問題と課題

①架橋（特に化学架橋）において架橋反応＋乾燥（ガス抜き）で熱処理をするので多量のエネルギーを消費する。

②架橋は、高温下でも形態保持し、不可逆反応であるのでリサイクルが困難である。新しい試みとして XLPE の熔融剪断処理によるリサイクルが東京電力で施行されており、ドラム、トラフやパレットなどに再生されている。

5. 環境視点からの電力ケーブルのもうひとつの大きな課題

ケーブルをライフサイクル全体で考えると、①原材料②製造③廃棄が通常考えられるが、使用時のジュール損が大きいことが話題になっている。ジュール損を減少させるには、1段大きいサイズのケーブルを選択する必要がある。

6. カーボンニュートラル対応のまとめ

カーボンニュートラルは避けがたい世の中の流れであり、今までのあらゆる考え方が劇的に変化する可能性がある。

7. 電力ケーブルの今後の研究・開発課題

水トリ現象は、①水の比誘電率 $\epsilon_r: 80$ ②ポリエチレンの $\epsilon_r: 2.3$ の違いによって、誘電泳動現象により破壊されることによる。

洋上風力発電用アレイケーブルとして、遮水層なしの XLPE ケーブルの要求が高まっているが、それは水トリの怖さを知らない世代が増えているからである。遮水層があっても防ぐことは難しい。

直流ケーブルの劣化とその指標も、未だ解決されていない課題である。また、交直両用ケーブルの開発も夢である。

8. おわりに

カーボンニュートラルが叫ばれる今日、ケーブルの大きな変革が起こる可能性がありうる。時代の趨勢を機敏にキャッチし、変化に対応してゆくことこそが、何よりも重要である。

質疑応答

1. A氏：風力発電の送電を研究している中で、電流一定送電を考えているが、海底ケーブルへの影響はどうか？

⇒電流は銅損に影響するので、得策ではないと思う。また 90℃が上限なので裕度が必要である。芯線は、アルミの方が軽いが、ジュール損は増加するので、長距離には不利である。

2. B氏：日本海側の北海道から新潟までの 800 km の海底ケーブル送電線は、①接続点の多さ②事故評定の難しさなどの欠点があるが、用地取得困難の陸上架空送電と比較して、課題が多く実現できないと思うが、どう思うか？

⇒北本連携の 50 km でも、電氣的な課題以外に漁業などへの影響などがあつた。電源開発では、敷設船や防護埋設などいろいろ経験を積んだと思う。

3. C氏：p.23 直流ケーブルの図のプロットのばらつきはなぜか？

⇒同一材料のばらつきではなく、色々な試料を試したことによるばらつきである。

4. D氏：30年前の経験であるが、CV ケーブルの共同溝でのジョイント工事で苦勞した。充電後すぐにパンクして散々な目にあったが現在はどうか？

⇒それは押し出しジョイント工法で、今は手間がかかり管理も難しいのでやっていない。現在は、自己収縮型ゴムを使用している。電力会社は、30年以上使用することを目標にしているが、洋上風力は寿命が20年なので、ケーブルも20～25年と期間を限定して割り切っている。

以上