電気学会 IEEJ プロフェッショナル　アクションレポート
2026 年 3 月･第 63 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 150 回定例会議事メモ

1．日時：2025 年 10 月 23 日（木）12 時～14 時

2．場所：国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

那珂フュージョン科学技術研究所（茨城県那珂市）

3．参加者：（IEEJ プロフェッショナル）

八坂保弘、伊藤二朗、佐藤信利、佐藤勝雄、相知政司、古関庄一郎、斎藤涼夫、中島昌俊、長瀬博、野田悦夫、深川裕正、法貴慶一、松岡孝一、持永芳文、渡辺和夫（15 名）

概要説明および質疑応答：2 名の副所長

4．議事録

那珂フュージョン科学技術研究所を見学した。

（1）概要説明

・研究所の概要説明

・核融合とは何か、太陽のエネルギーを地上で再現する技術

・研究所の役割：日本の核融合研究の中核施設

・国際熱核融合実験炉（ITER：仏国）との連携

（2） 施設見学：主な見学箇所

①JT-60SA 装置

・世界最大級の超伝導トカマク型核融合実験装置

・装置の構造、磁場制御、プラズマ生成の仕組みについて説明

・現在の稼働状況と今後の実験計画

重水素の投入方法（核融合プラズマ実験）

核融合実験では、重水素（D_2）を以下の手順で投入・プラズマ化する。

ガス供給系からの注入

・高純度の重水素ガスを、真空容器内へ導入する。

・ガス流量は、精密なバルブとマスフローコントローラーで制御する。

・通常は数秒単位でパルス的に供給（例：1 回 3 秒）する。

重水素ペレットによる投入

・極低温で固化した燃料（D または DT 混合）を高速でプラズマ中心に射出する方法で、核融合炉の燃料供給手段のひとつである。磁場核融合では「パイプガン方式」などで毎秒数個のペレットを射出する。

ペレットの構成：重水素（D_2）または重水素・トリチウム（DT）混合ガスを極低温で固化した直径 0.4～6mm 程度の球状または円柱状の固体である。

投入目的：

・プラズマ中心部への直接燃料供給

・プラズマ密度の制御

・長時間運転時の燃料補給

②中央制御室

・実験時のモニタリング・制御の様子を紹介

・研究開発エリア

・中央制御室の役割

- プラズマ実験の統括制御

JT-60SA の運転中、プラズマの生成・加熱・制御・停止までの一連のプロセスをリアルタイムで監視・操作する。

- 安全管理と緊急対応

装置の異常やトラブルを即座に検知し、必要に応じて自動停止やアラー　ム発報などの安全措置を実行する。

- データ収集と解析

数千チャンネルに及ぶセンサーや計測機器からのデータを集約し、プラズマの状態や装置の挙動を解析する。

③ジャイラトロン

ITER では、マグネトロンは主にマイクロ波加熱として使われるが、実際にはより

高精度な加熱方式ジャイロトロンが主流である。マグネトロンは基本的に強力なマイクロ波を発生する真空管で、構造はシンプルながら高出力が得られるため、産業用途では広く使われている。

ITER（国際熱核融合実験炉）では、プラズマ加熱に以下のような電磁波加熱方式が使われている。ITER では、周波数の安定性・制御性が重要なため、ジャイロトロンのような高精度な発振器が選ばれる。ジャイロトロンを用いてプラズマの電子を局所的に加熱し、核融合反応に必要な高温状態（約 1 億度）を維持する。 日本の量子科学技術研究開発機構（QST）は、ITER 向けに 8 基のジャイロトロンを開発・納入しており、さらに追加の本数を納入する予定である。

ジャイロトロンは、導波管を通じて炉内にマイクロ波を送り込み、磁場　閉じ込め方式（トカマク型）のプラズマ加熱に最適です。

ニュース 2. IEEJ プロフェッショナル会　第 151 回定例会議事メモ

１．日　時：２０２６年1月２７日（火）１４時～１６時
２．場　所：Ｚｏｏｍオンライン
３．出席者：伊藤二朗、佐藤信利、佐藤勝雄、大島正明、木村軍司、古関庄一郎、
佐藤勝雄、深川裕正、松岡孝一、松村基史、佐野光夫、秋山和成、
天羽　徹、臼井正司、加藤紀光、木下繁則、白川晋吾、白坂行康、
谷口　元、寺嶋正之、中瀬　真、中道好信、福島哲治、森本雅之、
山極時生、吉田昭太郎　（ＩＥＥＪプロフェッショナル）（26 名）
有田雅紀（日本電設工業株式会社）
４．講演：鉄道電気設備についての技術総論　～温故知新～
講演者：有田雅紀（日本電設工業株式会社）
４．１　講演要旨

1975 年に国鉄の電気部門へ入社し、主に信号通信関係の業務を担当しました。当時は電化･CTC(列車集中制御装置)化の進展に伴い、九州から北海道まで各地へ転勤しながら業務に従事しました。

1983 年からは本社電気局にて、設備投資や通信設備の工事計画を担当しました。東海道新幹線列車無線の漏洩同軸ケーブル（LCX）化や在来線列車無線にも携わりました。

その後、通信自由化の流れで日本テレコム(現在の通信事業者ソフトバンク)の設立に関与しました。

高度成長と技術革新の双方が加速する時代にあって、大変やりがいのある仕事でした。

４．２　鉄道と電気技術の出会い

1872 年の新橋–横浜間開業時に通信線が敷設され、モールス信号による列車運行の安全確保が始まりました。これが日本の鉄道と電気技術の最初の結びつきです。

その後、現在の都市圏鉄道路線の基盤が形成され、1919 年に「国有鉄道運輸に関し石炭節約を図る件」が閣議決定されて、電気運転の方向付けがされます。電化や信号通信の進歩が鉄道発展を支え、戦後には東海道線全線の電化が実現。長距離電車列車としての湘南電車、電車特急こだまや新幹線につながっていきます。

1964 年の東海道新幹線の開業は、日本の交通体系を大きく変革し、現在の大量高速輸送体系の礎となりました。

４．３　鉄道の通信技術

大正時代の火花式無線から始まり、戦後は UHF 帯や 4GHz 帯の多重無線通信が導入され、全国 7000km の固定マイクロ無線網が整備されました。

また、1962 年の三河島事故を契機に列車無線の全国整備が進みました。

1970 年代から光ファイバ通信の開発が進み、1985 年には新幹線や山手線などに光ファイバ通信が導入されました。

列車無線は LCX 方式へ更新され、通信品質が大幅に向上しました。

４．４　コンピュータの進歩と鉄道

1960 年に座席予約システム「マルス 1」が稼働し、日本初のオンライン・リアルタイムシステムが実現しました。その後、順次増強されてマルス 301 へと発展し、発券システムの高度化も進みました。

また、データ交換システム(DACS)、コンテナ情報システム(EPOCS)、貨物システム（FOCS）も整備され、鉄道業務の情報化が加速しました。

４．５　無線通信技術の進歩

3G・4G・5G と進化したモバイル通信は、社会インフラとして定着しました。鉄道においても、自動運転、サービス向上、労働力不足対策などへの応用が期待されています。特に 5G の高速・低遅延・高信頼性は、鉄道の安全性向上や遠隔監視の高度化に寄与する可能性があります。

４．６　将来技術と鉄道の展望

政府の「デジタル田園都市国家インフラ整備計画」では、光ファイバ、5G、データセンター、海底ケーブルに加え、NTN（非地上系ネットワーク）や Beyond 5G/6G の研究開発が推進されています。これらは衛星通信や広域に通信サービスを提供する“空飛ぶ基地局”HAPS も活用し“国土 100%カバー”が期待されています。

鉄道においても山間部・トンネル区間の通信強化、災害時のバックアップ通信、広域遠隔監視などに大きな効果が期待されます。次世代通信の社会実装が進むことで、鉄道の安全性・効率性・サービス水準はさらに向上すると見込まれます。

ニュース 3. IEEJ プロフェッショナル会　第 152 回定例会議事メモ

１．日　時：２０２６年2月２６日（木）１４時～１６時
２．場　所：Ｚｏｏｍオンライン
３．出席者：西方正司、伊藤二朗、八坂保弘、佐藤信利、佐藤勝雄、大島正明、長瀬　博、岡井政彦、木村軍司、萩原勝夫、松岡孝一、松村基史、持永芳文、佐野光夫、秋山和成、五十嵐征輝、石田隆張、岩本伸一、上田茂太、臼井正司、江藤計介、大来雄二、加藤紀光、木下繁則、近藤良太郎、斎藤涼夫、佐藤　博、白川晋吾、白坂行康、谷口元、寺嶋正之、中島昌俊、奈良宏一、福島哲治、星野昭広、森本雅之、吉田昭太郎　（以上　３７名）
４．講演：　近代日本における電力系統の形成過程　北海道を例にして
　講演者：石田隆張（IEEJ プロフェッショナル）
４．１　講演要旨

本講演では、日本の電力周波数が 50Hz と 60Hz に分離した歴史的背景と、北海道における独自の電力系統形成について解説がありました。日本の周波数の分離は、東京電灯がドイツ製 50Hz 発電機を採用したこと、大阪電灯がアメリカ製 60Hz を導入したことに端を発します。初期の日本では直流方式が主流でしたが、長距離送電の必要性から交流方式が急速に普及し、藤岡市助（東芝の創業者）と岩垂邦彦（日本電気の創業者）の技術選択を軸とした「日本版電流戦争」が展開されました。

北海道では、本州とは異なり製紙業が電力系統形成を主導しました。王子製紙は千歳川に 60Hz 水力を建設し苫小牧へ供給、富士製紙は空知川流域に 50Hz 水力を整備し旭川電気を合併するなど、企業間競争が周波数形成を左右しました。戦時期の国策（満州・朝鮮が 50Hz）も影響し、北海道の大部分は 50Hz に統一されましたが、苫小牧工場と支笏湖温泉周辺には、現在も 60Hz の飛び地が残っています。

講演では、技術選定・資本力・地形条件・国策が複雑に絡み合い、現在の周波数地図が形成された点が強調されました。

４．２　50Hz・60Hz・北海道電力：周波数形成の３つの軸

（１）50Hz 地域（東日本の形成史）

- 東京電灯は、ドイツ・AEG 製の 50Hz 発電機を採用し、これが東日本の基準となった。

- 藤岡市助は、エジソンの影響を受け直流派だったが、長距離送電の必要性から交流へ転換した。
- ドイツでは 25Hz や 133Hz が使われていたが、最終的に 50Hz が標準化され日本へ導入された。
- 駒橋水力発電所から早稲田変電所への 55kV・80km 送電が、50Hz 普及の転機となった。
- 当時の電気学会の技術者ネットワークが、50Hz 技術の普及を後押しした。
- 50Hz は、水力中心の北海道・東北と親和性が高かった。
- 戦時期の国策（満州・朝鮮が 50Hz）が、50Hz 優位を強めた。
- 現在も、東日本の広域系統の基盤として 50Hz が維持されている。
- 東日本大震災後、50Hz 地域の供給力不足が改めて注目され、その後 60Hz との広域連系が強化された。

（２）60Hz 地域（西日本の形成史）

- 大阪電灯は、アメリカ・GE 製の 60Hz 発電機を採用し、西日本の基準となった。
- 岩垂邦彦は、GE の日本総代理権を持ち、60Hz 普及の中心人物となった。
- 大阪電灯が総代理店権を保持したことが、東京電灯への普及の足かせとなった。
- アメリカでは水力用 25Hz と一般負荷用 60Hz が併存していたが、火力発電のタービン発電機の普及で 60Hz が主流化した。
- 大阪は商工業中心で、60Hz はモーター用途に強く、工業地帯の発展を支えた。
- 60Hz は、関西・中部・四国・九州へ広がり、広域の産業地帯を形成した。
- 佐久間水力発電所では、中間点として 50/60Hz 両用運転が行われ、周波数変換の先駆けとなった。
- 東北電力の佐渡に、60Hz の飛び地がある。阪神大震災の時に配電機材が役立った。

（３）北海道電力（周波数形成の独自性）

- 北海道では２大製紙業が電力系統形成を主導し、本州とは異なる発展を遂げた。
- 王子製紙は、千歳川に 60Hz 水力発電所を建設し、苫小牧・札幌へ供給した。
- 現在も、苫小牧工場と支笏湖温泉周辺に 60Hz の飛び地が残る。
- 富士製紙は、空知川流域に 50Hz 水力発電所を建設し、道北・道東へ供給した。

- その後、旭川電気を合併して勢力を拡大した。
- 両社の競争により、北海道は 50Hz と 60Hz が混在する構造が生まれた。
- 戦時期の国策によりアジアの占領地域と共通の 50Hz が優位となり、道内の大部分が 50Hz へ統一された。
- 北海道は地形が広大で、配電用変電所からの配電線が長く、需要地の電圧維持が難しいという課題がある。
- 北海道電力発足後も、周波数の飛び地は歴史的経緯として維持されている。
- 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災後の安定運用と道内の再生可能エネルギーの活用の目的で、北本連系線の増強を行い 50Hz 系統としての安定性が高まっている。
- 2018 年 9 月の北海道胆振東部地震では、原子力発電所の長期間停止と大型火力発電所への過度の依存が、大停電を引き起こした。