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 9 月･第 64 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 153 回定例会議事メモ

１．日　時：２０２６年４月２３日（木）１４時～１６時
２．場　所：Ｚｏｏｍオンライン
３．出席者：八坂保弘、伊藤二朗、佐藤信利、佐藤勝雄、岡井政彦、木村軍司、古関庄一郎、萩原勝男、松岡孝一、松村基史、持永芳文、山内経則、佐野光夫、五十嵐征輝、石田隆張、上田茂太、江藤計介、川北浩司、木下繁則、近藤良太郎、斎藤涼夫、白川晋吾、白坂行康、高野哲美、谷口　元、寺嶋正之、中島昌俊、中村知治、森島洋一、森本雅之、山極時生、山寺秀哉　　（ＩＥＥＪプロフェッショナル）
相馬央令子（JAXA）　　（以上　３３名）
４．講演：「宇宙太陽光発電システムの研究開発　―長距離無線エネルギー伝送と大型宇宙構造物―」
講演者：相馬央令子（JAXA）

４．１　講演要旨

本日は、宇宙太陽光発電システムに関する研究開発についてご説明する機会をいただき、誠にありがとうございます。私は JAXA 研究開発部門第一研究ユニットに所属し、電気工学を専門として研究を進めております。東京理科大学で学部から博士課程まで学び、学部 4 年次より JAXA 宇宙科学研究所に関わってまいりました。スペースデブリ衝突時の電磁波発生現象、地震検出衛星、薄膜太陽電池を用いた探査機開発など、多様なテーマに携わってきました。

4．２　JAXA の組織と研究体制

JAXA は 2003 年に三機関が統合して発足し、筑波宇宙センター、相模原キャンパス、調布航空宇宙センター、種子島宇宙センターなど全国に研究拠点を有しています。私は筑波を中心に、実験は相模原、打合せは御茶ノ水、ロケット関連は種子島と、業務内容に応じて各地を行き来しています。

JAXA では基礎研究から実運用まで幅広い領域を扱い、宇宙飛行士の訓練も行っています。最新の成果として、H3 ロケット 7 号機による新型補給機 HTV-X1 号機の打上げ成功が挙げられます。HTV-X は従来の「こうのとり」後継機であり、ISS への物資補給後に人工衛星として追加実験を行う「二刀流」の宇宙機です。宇宙太陽光発電に関する実験も搭載されており、今後の技術実証に重要な役割を果たします。

4．３　宇宙太陽光発電システムの背景

宇宙太陽光発電の概念は 1960 年代のアメリカで提案されました。当時すでに地球規模のエネルギー問題が意識され、NASA とエネルギー省が 2,000 万ドル規模で本格的な検討を行いました。しかし、当時の技術では実現が難しく、研究は一旦停止しました。

一方、日本では 1990 年代から継続的に研究が進められ、現在では世界トップレベルの技術力を保持しています。宇宙空間は大気による太陽光の減衰がなく、昼夜の影響も受けにくいため、地上より高い発電効率が期待できます。宇宙で発電した電力をマイクロ波に変換し、地上へ無線送電するという構想は、再生可能エネルギーの新たな選択肢として注目されています。

4．４　宇宙太陽光発電の技術要素

本システムの実現には、以下の主要技術が必要となります。

（1）長距離無線エネルギー伝送

地上実験では高効率のマイクロ波送電が確認されており、今後は軌道上での実証が重要となります。HTV-X 搭載実験はその第一歩です。

（2）超大型宇宙構造物の展開

宇宙太陽光発電では数百メートルから数キロメートル級の巨大構造物が必要となります。私が携わった宇宙ヨット「IKAROS」での薄膜展開技術が基盤となり、軽量・大面積構造物の展開技術が進展しています。

（3）高効率太陽電池アレイ

民生品の太陽電池を使用する方針で、安全性と長寿命性を重視しています。40 年運用を想定し、耐放射線性や劣化特性の評価が進められています。

（4）姿勢制御・ビーム指向制御

地上の受電点に正確にマイクロ波を照射するため、高精度の姿勢制御が不可欠です。

4．５　まとめ

宇宙太陽光発電システムは、2050 年頃の実用化を目標に研究が進められています。技術的課題は多いものの、継続的な研究開発により実現可能性は着実に高まっています。宇宙をエネルギー取得の場として活用するという発想は、地球規模のエネルギー問題に対する新たな解決策となり得ます。

## ニュース 2．IEEJ プロフェッショナル会　第 154 回定例会議事メモ

１．日　時：２０２６年5月２２日（金）　１３時３０分～１６時

２．場　所：JR 東海綱島周波数変換変電所

３．出席者：西方正司、伊藤二朗、大島正明、長瀬　博、佐藤勝雄、佐野光夫、木村軍治、古関庄一郎、松岡孝一、目黒雅也、山内経則、木下繁則、佐藤光彦、谷口　元、中村知治、奈良宏一、野田紘憙、長谷良秀

(18 名)

４．見学内容

4.1 はじめに

東海道新幹線は、交流 60Hz・25kV 単相で走行しています。このため 50Hz の東京電力管内では、60Hz への周波数変換が不可欠です。

JR 東海の綱島周波数変換変電所は、隣接の東京電力変電所から 50Hz154kV で受電して、回転形と静止形の 2 通りの方式で、60Hz77kV 三相交流に変換しています。この変電所から、JR 東海の三相 77ｋV 送電線で各き電変電所へ送電しています。さらにスコット巻線変圧器で三相交流 77ｋV を単相交流 60Hz・25ｋV に変換し、き電線に供給します。三相単相変換を行うのは、不平衡で電力を使用すると、効率が落ちるため電力料金も高くなるからです。

４.2 綱島周波数変換所の概要

綱島周波数変換変電所は、50Hz を 60Hz へ変換するため、回転形と静止形のそれぞれ 2 系列を採用しています。将来的には、全て静止形にする予定です。

（１）回転形方式

- 回転形では、電動機と発電機を直結し、600 回転／分で回転させ、電動機 10 極（50Hz）と発電機 12 極（60Hz）の極数差により、周波数変換をします。
- 起動用電動機を別途装備し、同期投入を行います。
- 固定子は、同期の微調整のため若干移動ができます。
- 連続同期運転を基本とし、点検時のみ停止します。
- 近年は保守性向上のため、回転形方式から静止形方式への更新工事が進んでいます。

（２）静止形方式

- 半導体技術の進歩により、静止形方式のコンバータ・インバータ方式が導入されています。
- コンバータ・インバータ方式では、導入の時期により半導体素子の種類が異なり、制御方式も異なります。

4.3　回転形と静止形の利点・欠点

回転形は、堅牢でまた運転中は重い軸やローターが常時大きな回転エネルギーを蓄積しているため、瞬間的な過負荷に強いという特長があります。一方で装置が大きく重くなる上に回転部分があるため、定期的なメンテナンスが多くなります。銅損、鉄損、機械損などで変換効率が悪いという欠点もあります。

逆に静止形は回転形と比べると装置が小形・軽量で、変換効率が高く可動部がないのでメンテナンスが容易である特長があります。一方で、半導体であるがゆえに過負荷には弱く、過大な電流を流すと瞬時に壊れてしまうという欠点があるので、電力制御に工夫が必要です。また、回転形に比べ静止形は、装置の寿命が短いです。

4.4　なぜ東海道新幹線は 60Hz なのか？

建設当時は、高速鉄道用変圧器・電動機の設計上、60Hz の方が小型・軽量化に有利でした。また、西日本（中部・関西）の電源が 60Hz 系統であり、全線にわたり電源調達が容易でした。全

体の亘長から 10%未満であった東京電力の区間だけ、60Hz に周波数変換すればよかったからです。

ニュース３．IEEJ プロフェッショナル会　第 155 回定例会議事メモ

１．日　時：２０２６年6月２５日（木）１４時～１６時３０分
２．場　所：Ｚｏｏｍオンライン
３．出席者：伊藤二朗、佐藤信利、大島正明、佐藤勝雄、岡井政彦、木村軍司、萩原勝男、法貴慶一、松岡孝一、松村基史、持永芳文、秋山和成、天雨　徹、五十嵐征輝、岩本伸一、石田隆張、上田茂太、臼井正司、江藤計介、加藤紀光、金子英治、木下繁則、斎藤涼夫、佐藤康子、白川晋吾、白坂行康、谷口　元、中島昌俊、奈良宏一、長谷良秀、森島洋一、 吉満哲夫　（ＩＥＥＪプロフェッショナル）
松田道男　（以上　３３名）
4．講演：「電気事業 150 年―そのイノベーションの足跡と今後の展望」
講演者：松田道男（出でよ電力イノベーター・大来雄二共著）
４．１　講演要旨
1. 電気事業の成立と技術革新の進展
1-1 イノベーション概念と創業期の特徴
イノベーションは「技術・労働・資本・市場・組織などの要素を新しく結合し、新製品や新市場を創出する現象」とされ、電気事業の発展を支えてきました。エジソンは 1882 年に直流中央発電所を開設し、発電から配電まで一体化したモデルを構築しましたが、直流は昇圧が困難で配電距離に制約がありました。
1-2 交流方式の確立と世界標準化
1880 年代後半以降、変圧器や多相交流技術の発展により交流方式が長距離送電に適した方式として台頭しました。1893 年シカゴ万博や 1895 年ナイアガラ発電所の成功により、交流方式が世界標準として確立しました。また、日本では 50Hz と 60Hz の機器を独国と米国から別々に輸入したことが周波数分断の起源となりました。
2. 公益電気事業モデルの形成と自由化の進展
2-1 インサルモデルと日本への影響
インサルは 1898 年に「電気事業は自然独占であり公益性を持つべき」と提唱し、地域独占・垂直統合・総括原価方式を柱とする公益モデルを確立しました。この考え方は松永安左エ門により日本へ導入され、1951 年の 9 電力体制につながりました。
2-2 1990 年代以降の自由化と課題
英米を中心に発電・小売の競争導入が進み、日本でも 1995 年以降段階的に自由化が進展しました。しかし、カリフォルニア電力危機に象徴されるように、市場設計の不備は価格高騰や供給不安を招くため、規制と市場の適切な組み合わせが不可欠であることが示されました。
3. 2026 年の電力システム課題と今後の展望
3-1 供給責任と制度再設計
自由化後の市場任せの供給責任は十分に機能しておらず、容量市場や長期契約の強化など、供給力確保の再設計が求められています。
3-2 脱炭素・IBR 増加と系統安定性
再エネ拡大に伴い、同期機に代わり IBR（Inverter-Based Resources）が増加し、系統安定度の低下や広域停電リスクが高まっています。AC/DC ハイブリッド系統の高度運用が重

要となっています。

3-3 電力需要の再増加と投資誘導

　AI・データセンター需要の急増により電力需要は再び増加局面に入り、大規模電源や送電線投資を促す制度設計が急務となっています。