

電気学会 IEEJ プロフェッショナル アクションレポート

2021年11月・第52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117回議事メモ

1. 日時：2021年5月27日（木）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、佐藤信利、松岡孝一、木村軍司、谷口 元、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、山内経則、伊瀬敏史、上田茂太、大西和夫、小川 勝、桂誠一郎、金澤秀俊、荻田充二、河合三千夫、木下繁則、古関庄一郎、児玉孝亮、小西博雄、近藤良太郎、斉藤涼夫、佐々木三郎、篠原勝次、柴崎一郎、白川晋吾、杉本敏文、鈴木 浩、寺嶋正之、徳田憲昭、中瀬 真、中道好信、中村知治、野田紘憲、羽馬洋之、松村基史、三木一郎、山極時生、山田忠利、渡辺和夫
(技術士会) 薄井和久、(神奈川大) 大石不二夫 (44名)
4. 今後の予定について
オンライン定例会(120回)は、10月19日に実施。演題は検討中。
10月幹事会は、11月18日に変更する
5. 講演：大石不二夫氏（神奈川大学名誉教授）
「リニア中央新幹線のアウトラインと開発事例～六十年かけた夢～」

5.1 講演要旨

(1) プロローグ

- a. 車上の超電導磁石と地上の電磁石・コイルとの相互作用により推進・案内・浮上し、最高時速 505km/h で浮上走行
- b. 経済効果は 8,700 億円、名古屋までの工事費は 7 兆円、2050 年の経済効果は 10.7 兆円。品川～名古屋間は 40 分、大阪まで 60 分。

(2) リニア中央新幹線の必要性和効果

東海道新幹線の限界、安全保障（4大動脈）、内陸部の開拓・都市開発、高速志向へのチャレンジ、海外輸出など

(3) リニアモーターカーのパイオニア

リニア方式：宇佐美吉雄氏、超電導：京谷好泰氏、実用化：葛西敬之氏

(4) 開発事例

- a. 極低温断熱荷重支持材（車上コイル極低温槽と車体をつなぐ断熱荷重支持材の開発） 温度と熱伝導率、温度と引張り強さ、熱伝導率と引張り強さの評価、CF（Carbon Fiber）含有率と引張り強さ、CF含有率と熱伝導率を評価
- b. 超軽量車両用台車枠および構体 CFRP（※1）と高張力鋼等の比較、台車枠の基本構造体（CFRPとAFRP（※2））、同一曲げ剛性における評価

(※1) CFRP : Carbon Fiber Reinforced Plastic

(※2) AFRP : Aramid Fiber-Reinforced Plastic

- c. リニアモーターカー用ゴムタイヤ ALPS (※3) 用ゴムタイヤ、MAGLEV (※4) 用ゴムタイヤ、航空機タイヤ試験機による限界 WS 値 (ゴムタイヤの受ける荷重 ton×速度 km/h) の測定、無響室における騒音測定、フィールドテストと騒音測定、ALPS 用ゴムタイヤの要求値と提案タイヤ

(※3) ALPS : Automated Linear Motor Car-Pneumatic Tire System

(※4) MAGLEV : Magnetic levitation

- d. 開発成果 宮崎実験車両用極低温断熱・荷重支持材、宮崎実験車両用緊急・補助ゴムタイヤ、実用車両用超軽量鋼体、CFRP 製台車枠

(5) 宮崎・山梨リニア実験線紹介

- a. 宮崎実験線 全長 7km、ML-500 が世界最速記録時速 517km/h 達成 (1979 年)、垂直面：推進・案内コイル、水平面：浮上コイル、有人実験で時速 431km/h 記録 (MLU-002 : 3 両連結、1994 年)
- b. 山梨リニア実験線 全長 42.8 km、リニア中央新幹線の一部として建設、垂直面コイルで推進・案内・浮上を実現

5.2 質疑応答・意見感想

- (1) ブレーキ方式は ⇒ 車両は 135km/h 以上の速度で支持脚を上げて浮上走行し、通常運転時は、回生ブレーキにより、減速・停止するが、バックアップとして発電ブレーキ、コイル短絡ブレーキがある。車両には、空力ブレーキ、車輪ディスクブレーキシステムが構築されている。
- (2) 宮崎から山梨での車両の改良点 ⇒ 宮崎ではアナログ時計の針が止まったが、それは磁石が座席の下にあり影響大、山梨では連結器のところに磁石設置し、影響を極力抑えた。
- (3) 中国の上海リニアは ⇒ ドイツのシーメンスが開発したもののだが、現在ドイツは開発を止めている。浮上距離は約 1cm である。因みに日本は 10cm 浮上する。
- (4) 宮崎の火災の原因は ⇒ タイヤで 400km/h 走行時にタイヤがパンクし、タイヤのスチールワイヤが走行面で火花を出し、油圧の油に着火したのが原因。
- (5) 山梨の浮上コイルを横付けにした理由 ⇒ 低速走行時における磁気抗力が非常に大きいのが問題となり、それを解決する方策として側壁浮上方式が採用された。
- (6) 輸送効率はどれだけ違う ⇒ リニアモータは空隙が大きいこと磁石と結合しないコイルにも電流を流すことから回転モータより効率が低くなる。また、地上一次方式のため、全長に渡ってリニアモータコイルと浮上コイルを敷設する必要がある、コストが大きくなる。
- (7) リニア新幹線の速度限界とその理由 ⇒ 空気抵抗は速度の 2 乗で増加するため、経済速度の限界が 500km/h~600km/h にあり、空力音も難点 (速度の約 6 乗に比例)。

以上

ニュース2. IEEJ プロフェッショナル会 第118回 定例会 議事メモ

1. 日時：2021年6月29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、佐藤信利、大島正明、松岡孝一、木村軍司、谷口 元、長瀬 博、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、天雨 徹、伊瀬敏史、上田茂太、臼井正司、江藤計介、桂誠一郎、河合三千夫、木下繁則、古関庄一郎、小西博雄、近藤良太郎、斉藤涼夫、佐々木三郎、柴崎一郎、白川晋吾、杉本敏文、鈴木 浩、中瀬 真、中村知治、奈良宏一、松村基史、三井宜夫、室 英夫、八坂保弘、山極時生、渡邊 稔（37名）
4. 今後の予定について
総会はオンラインで実施、電気学会幹部が参加予定。
12月講演会はコロナの状況もあり未定。
5. 講演：中村知治氏（IEEJ プロフェッショナル）

「地域の再生可能エネルギーと既存配電線を活用した地域マイクログリッド」

5.1 講演要旨

- (0)自己紹介 保護制御に従事し、その後マイクログリッド開発、再生可能エネルギー特に太陽光発電所建設に従事
- (1)地域マイクログリッド 取り組みの背景
 - ・エネルギー供給強靱化法の施行 強靱な電力ネットワークの形成、電力システムの分散化と電源投資（特に配電事業制度の創設）。
 - ・事業には、地域マイクログリッド事業と配電事業の2形態がある。
 - ・地域マイクログリッド促進策として、災害時でもエネルギー供給可能なための蓄電池等への補助金公募に応募したものを紹介。
- (2)地域マイクログリッドの概要（熊本県芦北町御立岬エリア実証事業）
 - ・災害時（送電鉄塔倒壊、大規模事故停電等）のレジリエンス強化。
 - ・全体のまとめは地元企業が担当し、講演者（中村）はエンジニアリング担当。
 - ・全体構成 電源：太陽光発電所（メガソーラ）（既設 1.98MW と新設 300kW）、需給調整：蓄電池 500kW 新設、需要：600kW、既存配電線を利用。
- (3)システム設計
 - ・電力供給先は、町役場（支所）、小学校、中学校、道の駅など
 - ・蓄電池容量は 500kWh、出力容量は 500kW とした。
 - ・蓄電池容量検証：シミュレーション実施し、3日間の連続運転での出力ピーク値が設計条件内、SOC（蓄電池充電状態）が 10%～90%維持を検証。
 - ・電圧変動の検証：メガソーラと蓄電池の負荷分担、想定される需要パターン／発電パターンでの蓄電池の運転状態と、上位系統の電圧変動幅を規定範囲内に抑えるための配電線の電圧変

動幅を確認。

- 電力供給線はコストの関係から配電線を活用するため、多くの課題、特に一般需要家への対応、配電線事故時の検出と遮断（安全性の担保）があることを確認。

(4)事業性検討

- 災害時のみでは収益性が悪いため、温泉センターに電源を集中させた事業モデル1と各需要個所に小型太陽光発電と小型蓄電池を分散配置する事業モデル2を検討。

(5)まとめにかえて

- 経産省と環境省共催で分散エネルギープラットフォームの検討が進んでおり、多くのエネルギー関連企業・メーカー・自治体等が参加している。
- 目的は、官民が連携して需給一体型の再エネ活用モデルに取り組む上で課題分析を的確に行うと共に、分散型エネルギーに関係するプレイヤーが共創していく環境を醸成すること。

5.2 質疑

(1)災害時には、マイクログリッドシステムより、EV（電気自動車）・水素自動車の活用が現実的では ⇒同感である。

(2)FIT（固定価格買取制度）対象電源でなくなるメガソーラなどを事業化で考慮する必要がある。⇒FIT切れの太陽光発電を活用して事業化することが大事である

(3)EMS（エネルギー管理システム）のクラウド化などを検討しては ⇒地元の企業に関わる必要があり、大手企業はEMSのプラットフォーム設計などの分担になる。

(4)採算が取れるか疑問。配電線設備の維持はコスト的にも大変。電力会社は、離島、山間僻地などを対象に検討してきた。過去の配電の歴史を知っておいて欲しい。供給責任を全うすることは大変。配電は合理化が難しく、サービスで収入を得難い。⇒電力会社と同じ質の高いサービスを求めるのではなく、レジリエンスの向上とか事故時の対応など、それに見合ったものにすることが必要。

(5)EVなどの活用を言われているが、逆潮流で事故も発生している。歴史を理解して欲しい。

(6)太陽光発電などの分散電源化などは補助金があり取り組んでいるが、本当のニーズはあるのか。⇒実際は再エネの大量導入とその地産地消を推進し、結果として災害対策（レジリエンス強化）になる。

(7)マイクログリッドでは事故点標定が出来ればよいのでは ⇒そうできれば、より簡易な方法で実現できる。

(8)マイクログリッドでは、単独運転、機器の解列、変圧器のインラッシュへの対応などロバスト性（耐性）をどうするかが大事である。

(9)災害対応と言っているが、実は太陽光発電設備が災害の原因になっている。太陽光発電事業者には供給責任を自覚していない事業者も多く、太陽光発電に頼るのは不安がある。FIT切れの設備も放置されることも考えられる。⇒再エネ業界も認識しており、規制も強化される動きがある。

(10)温泉地では蓄熱も考えられるのでは。

⇒温泉の温度が低いので難しい。

(11)A エリアと B エリアの上位系統は異系統か

⇒配電線が違うだけで、同じ配電用変電所から供給されているので同系統である。

以上

ニュース3. IEEJ プロフェッショナル会 第119回 定例会 議事メモ

1. 日時：2021年9月30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、佐藤信利、長瀬 博、木村軍司、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、松岡孝一、山内経則、天雨 徹、伊瀬敏史、白井正司、大西和夫、桂誠一郎、河合三千夫、木下繁則、古関庄一郎、児玉孝亮、小西博雄、近藤良太郎、斉藤涼夫、堺井稲生、佐々木三郎、白川晋吾、津久井勤、寺嶋正之、中瀬 真、野田悦夫、野田紘憲、羽馬洋之、松村基史、八坂保弘、山極時生、渡邊 稔
武田隆司（技術士会）、佐藤浩之助（講演） (37名)

4. 講演：佐藤浩之助（九州大学名誉教授、核融合科学研究所名誉教授、その他多数）
「プラズマ研究最前線と日本の科学技術—神秘さ・面白さ・応用、そして科学技術の将来—」

4.1 講演要旨

(1) プラズマにはいろいろ有る

- ・宇宙の99%以上はプラズマ。太陽・恒星は自然界での核融合炉。
- ・蛍光灯、プラズマテレビ、オーロラなど

(2) プラズマは物質の第4の状態（固体、液体、気体、プラズマ）

- ・電子とイオンが電氣的吸引力に打ち勝ってバラバラな状態をプラズマ状態と呼ぶ。

(3) プラズマの定義（4条件）

- ① プラスとマイナスの荷電粒子群を含んでいること。
- ② 全体として、ほぼ電氣的中性が保たれていること。
- ③ この中の少なくとも1種の荷電粒子群が不規則な運動を行っている。
- ④ 2つの荷電粒子が力を及ぼし合う平均距離（デバイ距離）より大きな寸法を有すること。

(4) プラズマ定義の主なポイント

- ① 荷電粒子の集合体（プラスとマイナス電荷を含む）
- ② 集団的性質（デバイ遮蔽、プラズマ振動と電磁波に対する分散性・・・磁界・外力下での集団効果「誘起電場など」）

(5) 生活との結びつき例

- ・電離層はプラズマ状態であり、電波の周波数により反射する。電離層の密度が $10^4 \sim 10^6/\text{cm}^3$ なので、周波数1～10MHzの電波が反射される。

(6) 核融合発電の特徴

- ・燃料資源の偏在なし（ $\sim 10^4$ 年、燃料は海水）
- ・安定大容量供給可能
- ・環境・安全性（CO₂排出なし、炉心暴走なし、中レベル放射性）
- ・建設費 大、発電費 小

(7) 核融合発電研究開発

- ・トカマク型（トロイダル磁場コイル）、ヘリカル型（ヘリカルコイル）、レーザー
- ・日本の研究

Heliotron J (京大)、JT-60U (量子科学技術研究開発機構)、ガンマ 10 (筑波大)
QUEST (九大)、レーザー (阪大)、LHD (核融合科学研究所)

・ ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)

欧州、米国、日本、ロシア、中国、インド、韓国

・ 21 世紀半ば過ぎを目途に、見通しが出来つつある。

(8) 日本の科学技術と将来

・ 工学 (物を作り上げる) と理学 (減少の解明と理解) の両方が必要。

・ 日本の科学技術力の低下が起きている

日本の引用論文数が 1999 年 4 位から 2019 年は 10 位に低下

米国(1→2 位)、英国(2→3 位)、ドイツ (3→4 位) は殆ど順位が落ちていない。

4.2 質疑

(1)現在の企業は、基礎研究は大学に依頼し、企業は応用研究に特化している。大学に企業からのファンド等が必要ではないか。

⇒政府は長期的なことが出来ていない。大学は独立行政法人化により足腰が弱くなっている。重点化・集中化して科学技術開発を進めようとしており、危惧している。底辺の広げることが長期的には必要と考えている。

企業も基礎研究は長期的には必要である。ベル研では自由な基礎研究に 7%振り向けている。

(2)核融合研究の進め方、日本の現状、人数、予算は

⇒原型炉は各国で研究を進めている。ITER の成果を各国の開発に取り込んでいく。

大学は 100 億円～200 億円、量子研が 200 億円～300 億円。

研究者は核融合学会で 1,500 人～2,000 人。

(3)核融合発電の今後は

⇒ITER は 4、5 年で初プラズマ点火の予定、日本では JT-60SA が運転開始。

ITER は 2025～6 年までに実用化し、その後 10 年間位最適化する。

2035～40 年に運転し、2050 年頃に次の計画を立ち上げる。

21 世紀後半には発電まで行くだらう。

(4)過去 20 年は各国とも新自由主義経済から政府の効率化を目指してきたが、引用論文数では米国、英国、ドイツとも日本ほど順位を落としていない。予算と引用論文はリンクしている。各国の政策は？

⇒各国の具体的な政策は不明。

以上

ニュース4. IEEJ プロフェッショナル会 第120回 定例会 議事メモ

1. 日時：2021年10月19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、佐藤信利、大島正明、長瀬 博、木村軍司、谷口 元、萩原勝夫、深尾 正、深川裕正、松岡孝一、天雨 徹、伊瀬敏史、上田茂太、臼井正司、桂誠一郎、河合三千夫、木下繁則、古関庄一郎、児玉孝亮、小西博雄、近藤良太郎、斉藤涼夫、堺井稻生、白川晋吾、杉本敏文、津久井勤、寺嶋正之、福島哲治、松田昭信、松村基史、森本雅之、八坂保弘、山極時生、渡辺和夫
留目真行（技術士会）、中津欣也（講演）（38名）

4. 定例会予定

- ・11月予定の勿来IGCC見学は、都合により2022年5月に延期する。

5. 講演：中津欣也氏（日立製作所研究開発グループ）

「2050年カーボンニュートラルを牽引する電動化技術」

5.1 講演要旨

- (1) 日立グループの環境対応事業：オートモティブ、家電・民生機器、産業システム、建設機械、電力システム、社会システム
- (2) エネルギーバリューチェーン：発電、変電、鉄道、船舶、直流設備、ビル、製造業、急速充電器、系統安定化装置、ウィンドファーム、太陽光発電など
- (3) パワエレ製品の進化：電力安定化⇒高効率化⇒冗長化⇒小型高出力化、GTO ⇒ IGBT ⇒ SiC、アナログ⇒デジタル、単独運転⇒並列運転
- (4) 自動車分野パワエレの進化：'96年低損失化研究開始、'04年両面直接水冷モジュール開発開始、'10年低インダクタンス化、'14年PHV車向け両面直接水冷パワーモジュール搭載インバータ製品化（400V）、'17年800V対応両面直接水冷パワーモジュール搭載インバータ出荷開始、'19年800V対応EV向けインバータ搭載量産、'21年EV/PHV用高電圧高出力インバータの開発、'21年800V小型高出力インバータ開発
- (5) 社会課題：二酸化炭素削減に向けた取組（再生可能エネルギーへの投資）、ゼロエミッション電源比率（日本：'30年に44%、EU：'30年に66%、中国：'30年に42%）
- (6) IEA（国際エネルギー機関）によるEV化アセスメント：2030年には2010年の20倍に
- (7) 自動車部門でのCO₂排出量削減への貢献：電動化により、世界運輸分野の排出量67億tの8.6%（5.8億t）の削減に貢献
- (8) 電動化のコア技術：パワー半導体（高速大電流・SiC-MOS、低損失Si-IGBT・SiCダイオード）、インバータ（高密度実装・低L実装・高信頼システム、空冷・両面冷却・水冷）、制御・電池（非接触給電・高効率制御・無線制御、EMS、蓄電、難燃、固体）、モータ（振動騒音・レアアースレス）

- (9) 従来インバータの技術課題：絶縁と放熱を同時に行うため、冷却面積が増大し大型化、絶縁性と放熱性の両立とサージ電圧と損失の低減が必要。
- (10) 開発コンセプト：低インダクタスのループ状配線実装技術、多層絶縁薄膜による高耐圧・低熱抵抗化、高い信頼性で冷却フィンと接合可能なアルマイト表面処理技術
- (11) 低インダクタンス化：電力配線ルートをループ状として、誘導電流（渦電流）が作り出す反抗磁束による低インダクタンス化とそれによるサージ電圧の抑制。
- (12) 直接水冷、低熱抵抗冷却技術：パワーモジュールを縦置きし丸ごと水中に浸漬させフットプリントの縮小とフィンエリアの小型化実現、放熱グリスを使用しない直接水冷により熱伝導効率向上（約 20%向上）。
- (13) 自動車に必要な高信頼度化を実現する接合生産技術の開発：フィン両面外周に薄肉部を設け、組立時に片側ずつ内側に変形させ第 1 面の変形を第 2 面変位時に外に押し出すことで、絶縁層へ圧縮残留応力が残存する 2 段押し接着工法を開発
- (14) 多層絶縁薄膜技術：ボイドに電解が集中して生じる各薄膜絶縁層の絶縁破壊を抑制するため、中間導体を設けて電圧分布を安定化し、絶縁性と放熱性を向上。
- (15) 冷却フィンの高信頼アルマイト処理技術：封止用エポキシ樹脂の剥がれを抑制するため、フィンの表面にアルマイト皮膜を形成し、電解質を工夫することで孔径を最適化し接着力を向上。
- (16) 直接水冷型両面冷却パワーモジュールの冷却性能：第 2 世代の両面冷却方式は熱抵抗を 3 5 % 低減し、第 1 世代の片面方式と比較して、5 0 %低減に成功。
- (17) 800V 対応インバータを開発し、車載規格（高温高湿バイアス、温度サイクル寿命、断続通電サイクル寿命）の信頼性を凡そ 2 倍以上を実現。
- (18) 小型・高出力インバータを実現（パワー密度従来比 2 倍）：直接水冷型冷却パワーモジュール、低インダクタンスバスバー、キャパシタの高放熱構造、接続ハーネスの削減により実現
- (19) 量産製品の実現：EV システム電圧（世界初 800V 化）、高出力パワー密度（世界トップ 94.3kVA/l、充電時間を従来比半減（400km/20 分）
- (20) 実用化状況：800V・670Arms と 800V・335Arms を市場に同時供給。
- (21) 事業展開：コア技術をデータセンタ、鉄道、ビル、産業、建設機械、船舶、航空機などに適用し電動化市場の拡大を目指す
- (22) まとめ：800V インバータの開発（航続距離拡大、短時間充電機能実現）、その結果 400km 走行に必要な充電時間を 20 分に短縮、2025 年には 500 万台に搭載されデータセンタの無停電電源にも適用し脱炭素化に貢献する。CO2 削減効果は、500 万台で 0.112 億 t/年となり、日本の総排出量の約 1%の削減の効果。

5.2 質疑

- (1) 水冷両面フィンは接地されているか
⇒当初はねじ止めで接地したが、現在は接地していない。
- (2) EV 技術に関しての中国の存在感は
⇒研究所もあり技術の調査分析を進めている。チップは同じものを使用するので効率は同等。

小型軽量化は日本がリードしている。中国はパワー密度ではなく数量に重点おいている。組立・生産はデッドヒート状態。中国の数量は日本より 2~3 桁多い。

(3) エディカレントについて

⇒エディカレントのアイデアは 96 年に考え、絶縁距離は小さい方がよく $50 \mu\text{m}$ が最適だった。ループ状配線はソレノイドコイルに近く集磁率が向上。

(4) ①ループは必然的か。②フィンが棒状か。③黄色のものは

⇒①効果をも高めるため必要。②棒状である。③銅の配線材を使用

(5) 実装技術は上だが、素子の状況は（半導体製造装置が日本では売れていない現実）

⇒インフィニオンが巨額な投資をして実質的に市場を押さえている。日本はパワー半導体などパワーリッチで高耐圧の難しいところを狙っている。

⇒SiC は自動車会社のライン買いが主流となっている。2022 年頃から自動車も含めて SiC の時代になる。

(6) 充電器の 100kW~200kW になると系統からもらう必要があるが、6kV は設備投資が大きくなるので、電力をどうまわすかが課題

⇒国内は家庭では 50kW、200V までで、100kW の設置は難しい。大容量のものは、マンション、ビルなど 6.6kV 受電するところに設置する。コンビニへの設置は難しいが、スーパー、ガソリンスタンドなどでは設置が進むだろう。

(7) キャパシタはフィルムコンデンサーか ⇒ その通り

(8) DC800V について、国内では DC750V から高圧と定義されているが。

⇒系統に接続していないので、高電圧取扱責任者がいればよいと解釈している。Discharge 回路を実装して安全は確保している。

(9) 電圧区分の標準化では、高電圧は日本 750V、IEC は 1,000V から。モジュールの標準化での課題はあるか

⇒IEC と ISO の TC22 で調査段階である。800V のコンボ規格ではドイツの VDE 規格に準拠するだろう。

(10) 800V では出力パワー密度は 4 倍あるが、充電時間は 2 倍となっている理由は

⇒電池などの事情により、出力が抑えられている。

以上