

調査研究委員会レポート

鉄道システムにおける耐雷技術の現状と課題調査専門委員会

委員長 林屋 均

幹事 関岡 昇三, 藤田 浩由, 幹事補佐 田中 弘毅, 天田 博仁

1. はじめに

鉄道は重要なインフラの一つであるが、我が国における鉄道の運行スケジュールの正確さや鉄道網の複雑さは、来日する人々に驚きを与える。安全・安定輸送を実現している鉄道インフラは、技術集約的な巨大システムのため、小さなトラブルが大きなトラブルに発展することが多く、極めて高い信頼度が求められる。一方で、特に地方圏の鉄道電気工事分野における労働力不足を見据えれば、現状の鉄道の信頼度を維持した上で保守性の向上やコストダウンも求められている。

鉄道における電気設備並びに信号設備に関するトラブルの原因として、雷は大きな割合を占めており、鉄道における信頼度向上には合理的な耐雷設計の確立が望ましい。従来、鉄道分野における耐雷設計は、鉄道会社毎に検討が進められてきたが、特に私鉄とJR（旧国鉄）において統一的な雷害対策が取られているとは言い難い。

電気学会において主に鉄道のテーマは産業応用部門（D部門）に属するが、雷に関しては電力・エネルギー部門（B部門）の高電圧技術委員会における調査専門委員会にて活発な議論がなされてきた。例えばB部門傘下では、接地システムの雷サージ・EMCへの影響評価調査専門委員会（本山英器委員長）や雷リスク評価に基づく電力設備・ICT機器の絶縁・EMC設計調査専門委員会（舟橋俊久委員長）などが設置され、その一環として鉄道電気設備の耐雷性能についても検討が重ねられてきた。

加えて、近年では東南アジアや南米など雷が多発する地域への今後の鉄道輸出を見据えて、新たな鉄道技術や地域の特性に対応するための検討が求められている。このような背景から、鉄道電気設備の耐雷技術に特化した検討をするため、2019年4月に本委員会を設置し、3年間にわたり議論をすすめていく予定である。

このような観点から、本委員会では、鉄道における雷害対策の課題を明らかにすることを目的として、鉄道における耐雷設計の移り変わりについてまとめるとともに、近年の鉄道電力設備における雷害事例の調査を行う。

2. 調査項目と期待される効果

本委員会では下記の項目を中心に調査を進める。

- (1) 鉄道における耐雷設計変遷の調査
- (2) 鉄道における雷害対策の実態調査
- (3) 鉄道システムと電力システムの相似性に関する調査
- (4) 鉄道における耐雷設計の課題の提言

これらの項目の調査を通じて、鉄道に関する耐雷設計の



図1 工事中の高輪ゲートウェイ駅前での集合写真

現状や課題を明らかにすることにより、鉄道の合理的な耐雷設計手法の確立に貢献でき、今後の我が国の高信頼な鉄道システムの輸出への支えとなることを期待している。

3. 活動内容

本委員会は平成31年4月に発足し、現在まで3回の委員会や令和元年産業応用部門大会でのシンポジウムを実施した。シンポジウムでは、今後の調査専門委員会活動の参考とするために、鉄道電気設備における雷害事例を鉄道事業者各社から紹介して頂いた。

委員のメンバ構成として、鉄道事業者だけでなく雷・雷害対策・耐雷設計に詳しい大学の研究者や関連メーカーの技術者など多様性に富んだ構成となっている。そのため、委員会では鉄道電気設備の概要を説明することで鉄道電気設備の特異性を理解していただくと共に、委員会毎に鉄道に関連する設備や工場などの見学会などを実施している。

今後は文献調査を中心に本格的な調査を進めていき、鉄道における雷害対策の課題を明らかにしていきたい。

委員会構成メンバ

委員長	林屋 均 (JR 東日本)
委員	石井 勝 (東京大), 舟橋俊久 (琉球大) 植田俊明 (大同大), 馬場吉弘 (同志社大) 松本 聡 (芝浦工大), 道下幸志 (静岡大) 安井晋示 (名古屋工大), 山本和男 (中部大) 岩淵大行 (横浜国立大), 鈴木敬久 (首都大東京) 横山 茂 (電中研), 立松明芳 (電中研) 森田 岳 (鉄道総研), 杉浦弘人 (JR 東日本) 五十嵐裕孝 (JR 東海), 武市 徹 (JR 西日本) 高橋弘隆 (日立製作所), 大嶋隆司 (東芝インフラシステム) 森山貴旨 (三菱電機), 今伸一郎 (明電舎) 小高英明 (富士電機), 田口正和 (永楽電気) 古賀佳康 (音羽電機), 玉谷 茂 (昭電) 小山敏雄 (サンヨーシヤ), 加藤幸二郎 (シーエスディ)
幹事	関岡昇三 (湘南工大), 藤田浩由 (鉄道総研)
幹事補佐	田中弘毅 (JR 西日本), 天田博仁 (JR 東日本) 途中交代委員 畠山邦俊 (永楽電気)

用語解説 第 111 回テーマ：超電導限流器

石田 隆張（明星大学）

1. はじめに

限流器は事故時にだけ作動して、過大な電流を限流する装置である。限流器に要求される特性として、

- ・常時はゼロ、あるいはゼロ近くのインピーダンス
- ・事故時に高インピーダンス

ということが要求される。これを拡充・連系が強化されつつある電力系統に導入すると事故電流を抑制すること、すなわち大電流を切ることが求められる遮断器において、過大電流最大値を下げるのが可能となる。したがって、余裕度（過電流設計倍数）を低く抑えることができ、経済的メリットが大きいものと考えられる。また副次的な効果として、系統運用の柔軟化、過渡安定度の向上等が期待される。

2. 超電導/常電導 (S/N) 転移型超電導限流器

超電導限流器は電気抵抗ゼロと、マイスナー効果⁽¹⁾を示す超電導特有な現象を利用したものである。特徴として、

- ・制御系が簡易
- ・故障電流に対して事故起動型であり、高速に動作が挙げられる。

S/N 転移型超電導限流器には直接限流形、転流形、磁気遮へい形がある。それぞれの回路構成と動作原理を表 1 に示す。

期待が大きい超電導限流器であるものの、6.6kV 以上の

表 1 回路構成と動作原理⁽²⁾

		直接限流形	転流形	磁気遮へい形
回路構成				
超電導体	平常運転時	超電導状態	<ul style="list-style-type: none"> ・超電導状態 ・負荷電流が通電 	磁気遮へい効果によって限流インピーダンスが極めて小さい
	限流動作時	過電流により超電導体に抵抗が発生	<ul style="list-style-type: none"> ・過電流によって超電導体に抵抗が発生 ・限流素子に過電流を転流して限流 	磁気遮へい効果が消滅し、限流インピーダンスが出現

高圧化技術の開発が必要⁽³⁾となっているため、実用化まで時間が必要と思われる。

文 献

- (1) 電気学会大学講座：超電導工学（第 3 版），電気学会（1983）
- (2) 電気学会・大電流エネルギー応用技術調査専門委員会編：大電流エネルギー工学，オーム社（2002）
- (3) https://www.meti.go.jp/policy/tech_evaluation/e00/01/h21/108.pdf

（2019 年 9 月 10 日受付）

目 次

電力・エネルギー部門誌 2020 年 6 月号

（論文誌電子ジャーナル版 <https://www.iee.jp/pub/journal/>）

特集：電力系統の電圧運用・制御技術

〔巻頭言〕

「電力系統の電圧運用・制御技術」特集号に寄せて…… 宮内 肇

〔特集解説〕

太陽光発電からの大規模な逆潮流に起因する配電系統の電圧制御に関する課題と解決技術 …… 飯岡大輔

〔特集論文〕

需要家分散電源を活用した SVR 協調型配電系統電圧制御 …… 石原浩毅，灘 香帆，田中美和子，井上禎之，桑田朗子，高野富裕

PV の地点別 PQ 価格に基づく配電系統の電圧値指令型電圧管理手法 …… 餘利野直人，渡壁 翼，Ahmed Bedawy Khalifa，佐々木 豊，造賀芳文

配電用電圧調整機器の課題別対応技術と得失評価 …… 白土紀明，平野南洋

電圧制御機器のタップ切替動作削減に貢献する蓄電池群の運用および必要容量評価に関する検討 …… 中村勇太，青木 睦，金沢由樹，上西宏和

送電損失低減を目的とした PV 連系送電系統における 2 電圧階級の VQC 装置協調運用決定手法 …… 金子曜久，芳澤信哉，林 泰弘，杉村修平，植田喜延，田邊隆之

特高系統における回帰木を用いた電圧推定手法に関する検討 …… 説田貴旭，青木 睦，大堀良介，Suresh Chand Verma，下野晃裕

南相馬変電所における大容量蓄電池システムを活用した電圧変動抑制実証 …… 植田喜延，金山哲也，疋田裕幸，飛田雄一，関沼和浩

〔論文〕

分散電源大量導入の影響を考慮した系統信頼度評価手法の検討 …… 山口 遼，中地芳紀，Suresh Chand Verma，辻 隆男，大山 力

再エネ普及シナリオに基づく長期的な太陽光・風力発電導入価値変遷の分析 …… 鈴木郁海，根岸信太郎，池上貴志

大規模ウィンドファームを有する電力系統の蓄電池と LFC 水力発電機の協調による仮想同期発電機制御 …… 長牛康太郎，梅村敦史，高橋理音，田村淳二，坂原淳史，登坂史仁，中本涼介

自励式 BTB システムの接地方式検討 …… 中村文則，田島和順，大西亮太，伊瀬敏史

〔研究開発レター〕

直流 GIS における絶縁スペーサの表面帯電特性—1 万時間電圧印加による表面帯電の飽和傾向の調査— …… 嶋川 肇，熊田亜紀子，日高邦彦，安岡孝倫，保科好一，椎木元晴

令和2年度電力・エネルギー部門事業計画の概要

電力・エネルギー部門総務企画担当
令和元年度担当役員 土屋 武彦
東芝エネルギーシステムズ(株)

電力・エネルギー部門(B部門)は「世界的なニーズである低炭素社会の実現および信頼性と経済性の両立等、電力・エネルギーに関する多様な課題に先導的に対応し、技術の着実な発展に貢献する」を旗印に活動しています。みなさまにも、日頃より本部門に関わる様々な研究・開発、技術交流・支援、育成、学会活動への協力など、部門の活性化に貢献頂きありがとうございます。B部門の活動に際し、毎年事業計画を立てておりますので、ここでは令和2年度B部門事業計画の概要をご紹介します。

令和2年度事業にあたっての注力テーマは以下の4テーマとなります。

① 活動内容の充実・レベルアップ

技術論文拡充、研究調査活動企画、講演会等企画、部門大会、国際化活動など、活動内容の充実・レベルアップを図るべく、積極的に各種企画を立案し実行する。

② 活動内容・成果に関する情報発信の充実

部門ホームページ(部門HP)を通じた情報発信の充実など、広報一般の活動強化を図る。

③ 若手会員活動の拡大

電力・エネルギー分野の若手技術者・研究者の育成を目的に、若手会員が多数参加し活躍できる場を提供し、自発的なネットワークの醸成を支援する。

④ 部門会員の増加施策

会員への魅力を創出し、部門の発展に向けた取り組みを行なう。

これらの注力テーマの達成に向けて、部門内の各委員会などでは次のような活動を進めてまいります。

【広報活動】(注力テーマ②, ④)

- ・部門HP、部門論文誌、ニュースレター、部門大会を通じて情報発信、会員とのコミュニケーション活性化
- ・会員数増加に向けた魅力ある施策の検討と実行
- ・SNSを活用した情報発信力の強化

【編修活動】(注力テーマ①, ②, ③, ④)

- ・部門論文誌：査読体制改善などにより論文価値を向上、特集号の活性化により投稿件数増加を推進
- ・共通英文論文誌：若手研究者優秀論文の英文化、海外論文委員拡充による編修体制強化
- ・ニュースレター：様々な活動情報を継続して掲載

【研究調査活動】(注力テーマ①, ②, ④)

- ・トレンドに沿った調査専門委員会活動の実施、活動成果の積極的な情報発信



- 世界を表す球体の中に「電力とエネルギー」をイメージしたデザイン。
- 今後進展する電力に対し、会員が一丸となり活性化し未来に向けて躍進する様子を表現。

図1 新たに制定したB部門ロゴマーク

- ・技術報告に基づく講習会の積極開催による成果周知、技術報告の販売数増大
- ・複数の技術委員会による合同研究会を企画
- 【部門大会開催】(注力テーマ①, ②, ③, ④)
 - ・令和2年9月9日～11日に東北大学川内北キャンパスにて開催、各種企画もあわせて開催
- 【国際化活動】(注力テーマ①, ②)
 - ・ICEEなどの国際会議の機会を活用して、IEEE PES, CSEE, KIEEなどへ我が国への理解と協力を高めるための交流方法を検討
 - ・タイとの合同シンポジウムの開催、今後の方針検討
- 【若手会員創出に向けた活動】(注力テーマ③, ④)
 - ・高校生みらい創造コンテストの開催
電気学会に関連するより幅広い分野から募集し、表彰
 - ・U-21学生研究発表会の開催
対象は中学生から大学3年生まで、発表方法も多彩、テーマの範囲も幅広くして募集し、全国大会と同時開催
 - ・学生ランチの設立支援・活動支援
学生員に活動の場を提供し、自発的なネットワークの醸成を支援
 - ・エネルギーワンダーランドの開催
高校生/高専生(大学生も可)を対象に電力関連設備の見学と大学での解説講義で構成する企画を開催
事業計画内容は部門HPにも掲載されますので、詳細につきましては是非そちらもご確認下さい。

https://www.iee.jp/pes/about/biz_plan/

令和のはじめにB部門ロゴマークも制定できました。今後もみなさまのお力添えを得て、部門の活性化と一緒に取り組んでいきましょう。ご意見・アイデアなどがございましたら是非部門役員会、各活動までお声かけ下さい。

学会カレンダー

国際会議名	開催場所	開催期間	URL, 連絡先, 開催・延期・中止の情報	アブストラクト	フルペーパー
ICEE 2020 (The International Council on Electrical Engineering Conference)	高松 (日本)	中止	https://icee2020.itlab.org 中止	済	済
PSCC2020 (XXI Power Systems Computation Conference)	Porto (ポルトガル)	20.6.29～7.3 (Virtual)	https://psc2020.pt 野田琢 電力中央研究所 takunoda@criepi.denken.or.jp Virtual Conference による開催	済	済
IFAC World Congress 2020 (21st International Federation of Automatic Control World Congress)	Berlin (ドイツ)	20.7.12～17 (Virtual 可能)	https://www.ifac2020.org/ 森啓之 明治大学 hmori@meiji.ac.jp Virtual Participation も可能に 延期の可能性もあり	済	済
IEEE CIS WCCI 2020 (2020 IEEE World Congress on Computational Intelligence)	Glasgow (イギリス)	20.7.19～24 (Virtual)	https://wcci2020.org 森啓之 明治大学 hmori@meiji.ac.jp Virtual Conference による開催	済	済
IEEE PES GM 2020 (2020 IEEE PES General Meeting)	Montreal (カナダ)	20.8.2～6 (Virtual)	http://pes-gm.org/2020/ Virtual Event による開催	済	済
IEEE PES PMAPS2020 (The 16th International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems)	Liege (ベルギー)	20.8.18～21	http://aimontefiore.org/en/evenement/pmaps-2020 森啓之 明治大学 hmori@meiji.ac.jp	済	済
ICSGSC 2020 (The 4th International Conference on Smart Grid and Smart Cities)	大阪 (日本)	20.8.18～21	http://www.csgsc.net	済	済
CIGRE Session 2020	Paris (フランス)	20.8.23～28 (e-session)	2020 年は Digital e-session として開催 2021 年に Centennial Session を開催	済	済
ICREPQ 2020 (18th International Conference on Renewable Energies and Power Quality)	Granada (スペイン)	20.9.2～4 に 延期	http://www.icrepq.com 20.4.1～3 から延期	済	20.6.15
SEST 2020 (International Conference on Smart Energy Systems and Technologies)	Istanbul (トルコ)	20.9.7～9	https://www.sest2020.org	済	済
EPE'20 ECCE Europe (The 22nd European Conference on Power Electronics and Applications)	Lyon (フランス)	20.9.7～11	https://epe-ecce-conferences.com/epe2020/ 延期の可能性はあり	済	20.6.4
POWERCON 2020 (IEEE International Conference on Power System Technology)	Bangalore (インド)	20.9.13～16	http://www.powercon2020.org	済	済
CIREB Berlin 2020 Workshop	Berlin (ドイツ)	20.9.22～23 に延期	https://www.cired2020berlin.org/ 20.6.4～5 から延期	済	済
RPG 2020 (The 9th International Conference on Renewable Power Generation)	Dublin (アイルランド)	20.9.23～24	https://events2.theiet.org/rpg/about.cfm	済	済
T&D 2020 (2020 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition)	Chicago (米国)	20.10.12～15 に延期	https://www.ieeet-d.org 20.4.21～23 から延期	済	済
CIREB SHANGHAI WORKSHOP 2020	Shanghai (中国)	20.10.26～27	http://www.cired2020shanghai.org	済	20.7.3
ISGT Europe 2020 (The 2020 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe)	Hague (オランダ)	20.10.26～28	https://www.isgt-europe-2020.nl 森啓之 明治大学 hmori@meiji.ac.jp	済	済
Grid Integration Week 2020 (19th Wind, 10th Solar Integration Workshop, 4th E-Mobility Integration Symposium)	Ljubljana (スロベニア)	20.11.9～13	https://windintegrationworkshop.org https://solarintegrationworkshop.org https://mobilityintegrationsymposium.org	20.7.11	20.10.12
ISGT Asia 2020 (10th IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference – Asia)	Perth (オーストラリア)	20.11.23～26	https://iee-isgt-asia.org	20.6.1	20.6.1
IEEE CIS SSCI 2020 (2020 IEEE CIS Series Symposium on Computational Intelligence)	Canberra (オーストラリア)	20.12.1～4	http://ieeessci2020.org 森啓之 明治大学 hmori@meiji.ac.jp	20.8.7	20.8.7
ICHQP 2020 (2020 19th International Conference on Harmonics and Quality of Power)	Dubai (アラブ首長国連邦)	延期	https://www.uowdubai.ac.ae/ichqp2020 延期	済	済
ICLP2020 (36th International Conference on Lightning Protection)	Colombo (スリランカ)	延期	https://iclp2020.org 道下幸志 静岡大学 michishita.koji@shizuoka.ac.jp 延期: International Symposium on Lightning Protection (SIPDA) と ICLP/SPIDA として 2021 年秋に併催	済	済

*連絡先: 太田豊 (大阪大学, y.ota@jrl.osaka-u.ac.jp) 2020 年 7 月以降に開催予定の国際会議の情報がありましたらお寄せください。