

電力技術研究部



電力技術研究部では、き電用変電所から電気車に電力を供給する一連の電気設備を対象とした研究開発を行っています。近年は、持続可能な社会に貢献する電力システム構築に向けた取り組みを研究開発の重点項目に掲げ、「鉄道が排出する温室効果ガスの削減」と、「鉄道電力設備のメンテナンスにおける省力化・コスト削減」に向けた取り組みに注力しています。これらの研究課題について、電力技術研究部における最近の研究開発を紹介します。

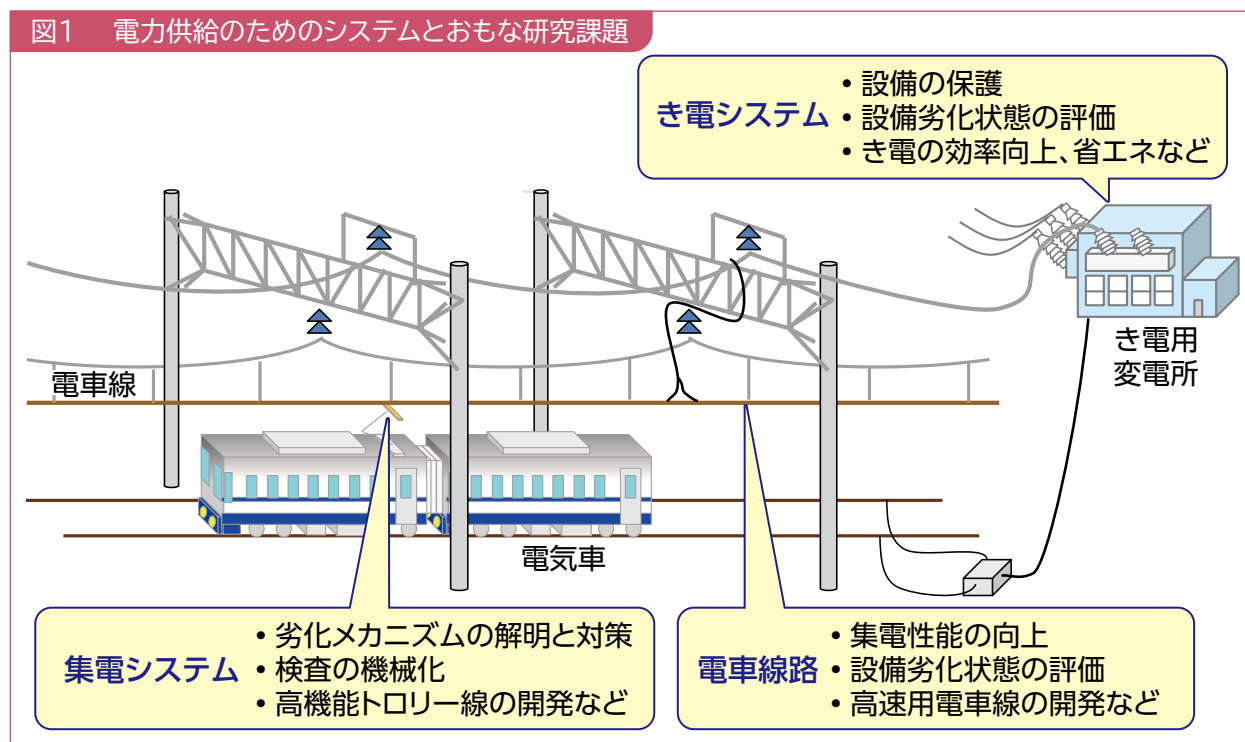
電力技術研究部長 重枝秀紀
ホームページ <https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd44/>

はじめに

電気鉄道には、き電用変電所から電気車に電力を供給する目的で、一連の電気回路とその制御装置などで構成される「き電システム」、走行しながら電気車に電力を取り込むための「集電システム」、変電所と電気車との間の電力の

通り道である電車線とその支持物などで構成される「電車線路」の各システムがあります(図1)。電力技術研究部は、各システムに対応する「き電」「集電管理」「電車線構造」の3研究室からなり、鉄道総研における研究開発の目標である「安全性の向上」「低コスト化」「環境と

図1 電力供給のためのシステムとおもな研究課題



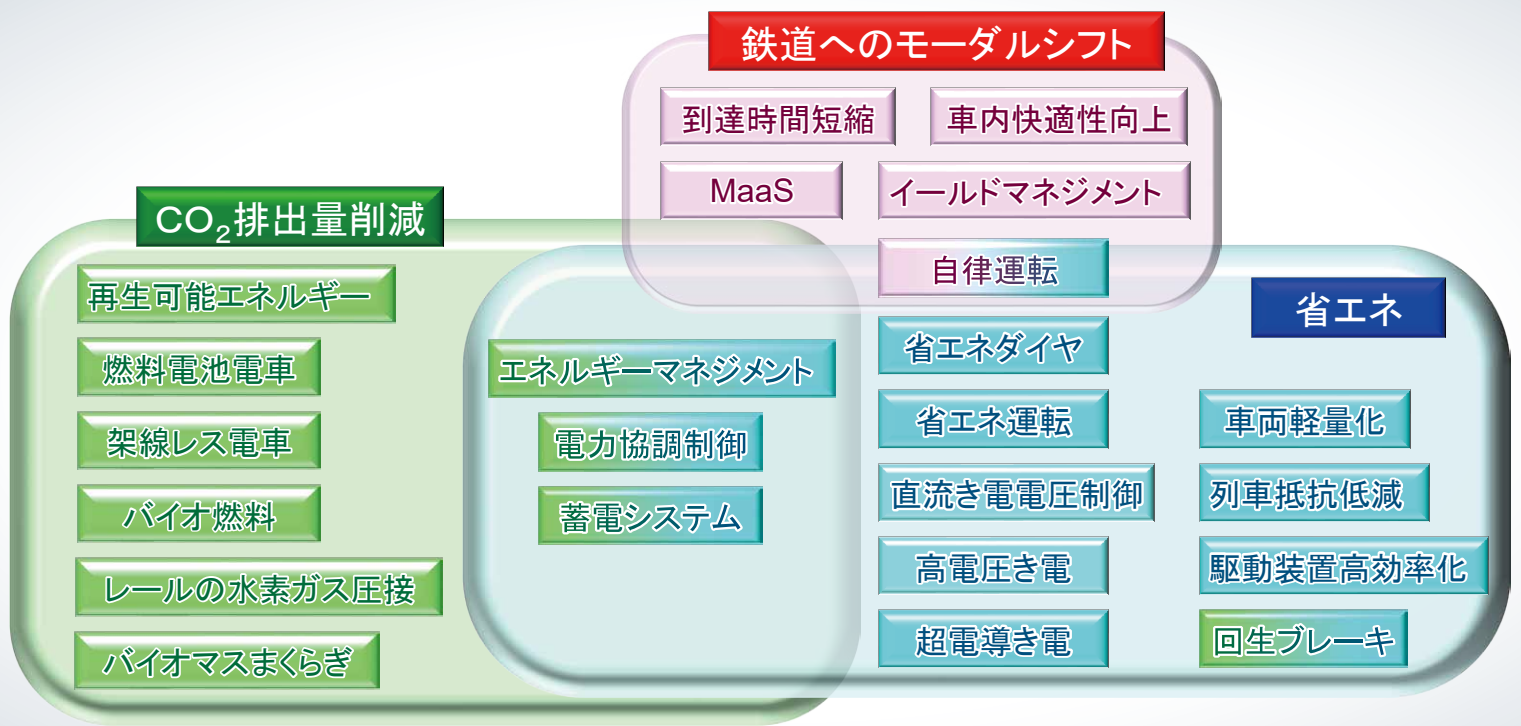


図2 脱炭素化に関する鉄道総研の技術課題例¹⁾

の調和」「利便性の向上」に対応して、図1に示すような研究課題に取り組んでいます。

電力技術研究部では近年、持続可能な社会に貢献する電力システム構築に向けた取り組みを研究開発の重点項目としています。これには、地球温暖化対策として鉄道が排出する温室効果ガスの削減に取り組むことで社会の持続可能性に貢献するという目的と、鉄道電力設備のメンテナンスにおける省力化やコスト削減に取り組むことで鉄道の持続可能性に貢献するという目的が含まれており、いずれも鉄道事業者のニーズが高い喫緊の研究課題となっています。ここでは、これらの課題に対する最近の研究開発を紹介します。

温室効果ガス削減に向けた取り組み

削減の方向性

我が国では、温室効果ガス削減について2050年カーボンニュートラル実現の方針を表明し、それと整合的かつ野心的な目標として、2030年度において温室効果ガスを2013年度から46%削減することをめざしています。我が

国で排出される温室効果ガスのうち、大部分をエネルギー起源の二酸化炭素(CO₂)が占めており、これを削減することが重要です。CO₂削減の方向性として、電力利用によるものは火力発電を太陽光発電などの再生可能エネルギー(再エネ)に転換するなどして電源を脱炭素化することで削減し、化石燃料などの利用によるものは電化、あるいは燃料を脱炭素化された水素などに転換することで削減することになります。もちろん、電力や燃料の消費を削減する省エネもCO₂削減に有効です。

電力技術研究部の取り組み

鉄道総研が取り組んでいる、脱炭素化に関する技術課題の例を図2に示します。鉄道総研では、鉄道のCO₂排出量を直接削減する省エネや、エネルギー転換などの取り組みに加え、ほかの輸送手段と比べてCO₂排出量が少ない鉄道の特性をふまえて、鉄道へのモーダルシフトを促進するための取り組みも進めています。

電力技術研究部では、2020年度に開始した基本計画RESEARCH 2025～鉄道の未来を創る研究開発～において、鉄道の将来に向けた研

外部系統と蓄電システムによる
電力協調制御法

リアルタイムエネルギー協調
制御法

リアルタイム省エネ運転手法

回生電力



再生可能エネルギー

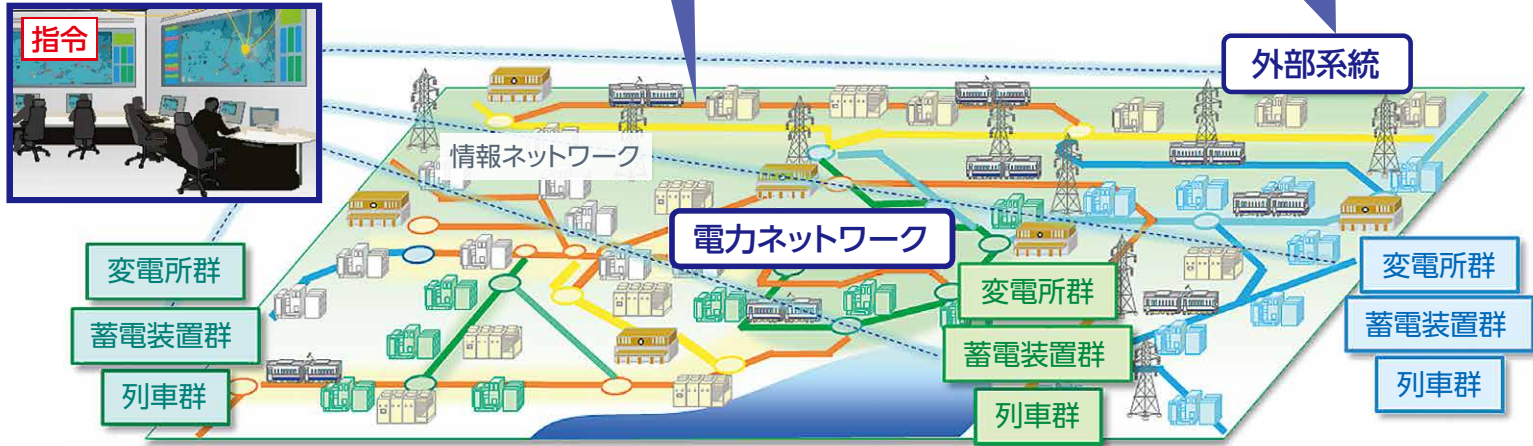


図3 電力ネットワークの電力協調制御による低炭素化

究開発課題の一つとして設定した「電力ネットワークの電力協調制御による低炭素化」(図3)を中心に、鉄道が排出するCO₂の大部分を占める電力利用によるCO₂の削減に取り組んでいます。この課題は、従来から取り組んでいる省エネに加えて、鉄道外部の電力システムにある再生エネを積極的に活用することで鉄道の低炭素化を図るために、鉄道用の蓄電システムと外部システムとを協調制御する手法の構築に新たに取り組むことを大きな特徴としています。その一環として研究中の「スマート蓄電システム」を図4に示します。

スマート蓄電システムでは、従来単体で機能している鉄道電力システム内の蓄電装置を協調して制御することで、列車のブレーキ時に生じる回生電力の有効活用による省エネ効果のさらなる向上を図ります。また、蓄電装置を外部系

統に連系された再生エネとも協調させることで、鉄道における再生エネの利用率を向上させるとともに、天候などで変動する再生エネに対する調整力を提供することで、外部システムにおける再生エネ導入の促進に貢献することをめざしています。おもな研究開発として、列車の運転状態や再生エネ発電量などの情報に基づき複数の蓄電装置を協調して制御するためのアルゴリズム構築、新しい制御の効果を検証するためのシミュレーター改良、鉄道用の蓄電装置を再生エネの充放電に適用した場合の蓄電池寿命の評価などを現在進めているところです。

メンテナンスの省力化・コスト削減に向けた取り組み

我が国における少子高齢化の進行にともない、鉄道設備のメンテナンス要員を確保することが

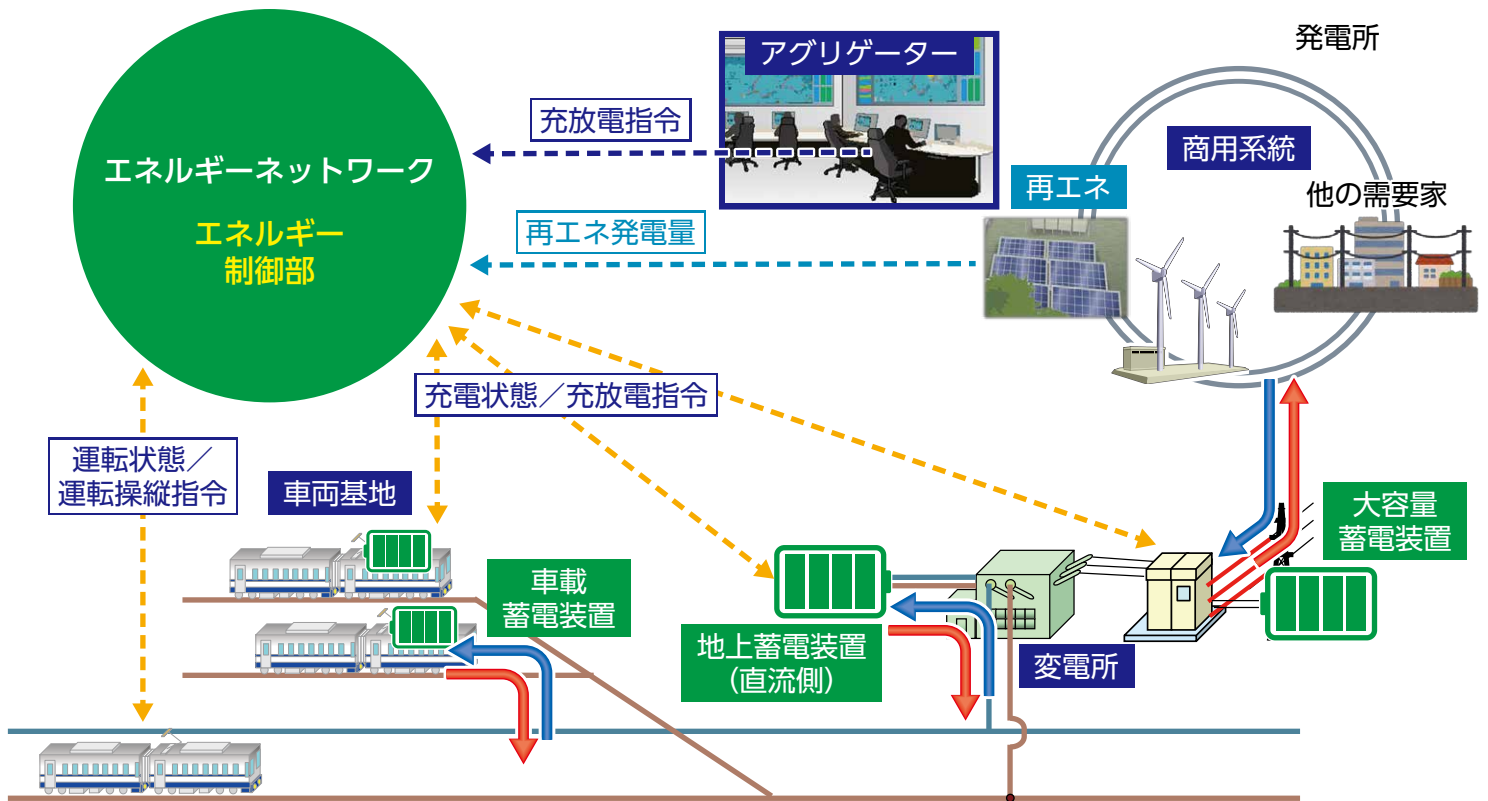


図4 スマート蓄電システム²⁾

次第に難しくなると想定されています。加えて、近年の新型コロナウイルス感染症拡大にともなう旅客輸送の減少は鉄道経営に大きな影響を与えています。このため、設備メンテナンスにかかる労力とコストを削減するための研究開発が望まれており、設備点数を減らす「スリム化」、設備の更新周期を伸ばす「長寿命化」、メンテナンス作業の「機械化・自動化」などの取り組みを進めています。これらの取り組みにおいては、鉄道の安全性・信頼性を損なうことなく進められることが重要であり、本号の特集で紹介する“設備の信頼性を高める取り組み”のなかにも、メンテナンスの省力化につながると期待される研究開発があります。

例えば、電車線路設備の摩耗に関する研究では、トロリー線などが摩耗する要因を明らかにし、それらの要因に対して耐久性のある材料を

開発できれば、設備の長寿命化になります。また、設備の絶縁不良や腐食の要因となる海塩の付着量を気象データなどから推定する研究では、海塩付着量を推定することで設備の汚損状況をモニタリングすることが可能となり、これまで定期的に行ってきた清掃などのメンテナンスを汚損状況に応じて行うことで、メンテナンス周期の延伸が期待されます。

電力技術研究部では、デジタル技術を活用したメンテナンスの機械化・自動化を支援する研究開発も行っています。これまでに架線の非接触測定装置(図5)を開発し、架線の位置を3次元で計測するとともに、装置で取得した設備画像から機械学習を用いて架線金具を検出し、その良否を判定する研究を進めています³⁾。また、鉄道事業者各社では電車線設備の点検や画像データ収集に無人航空機(ドローン)を用いる

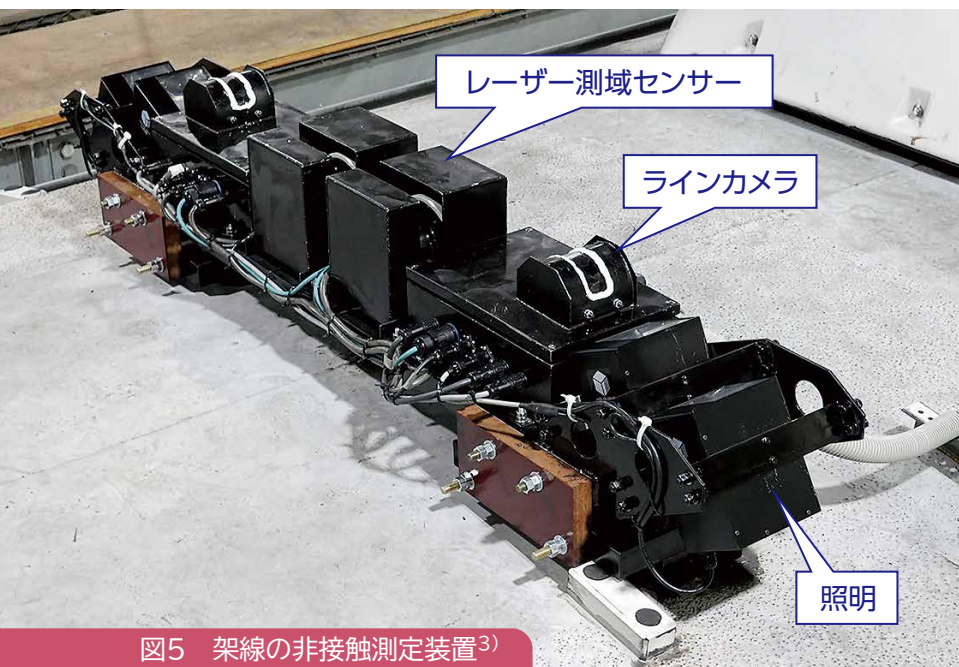


図5 架線の非接触測定装置³⁾

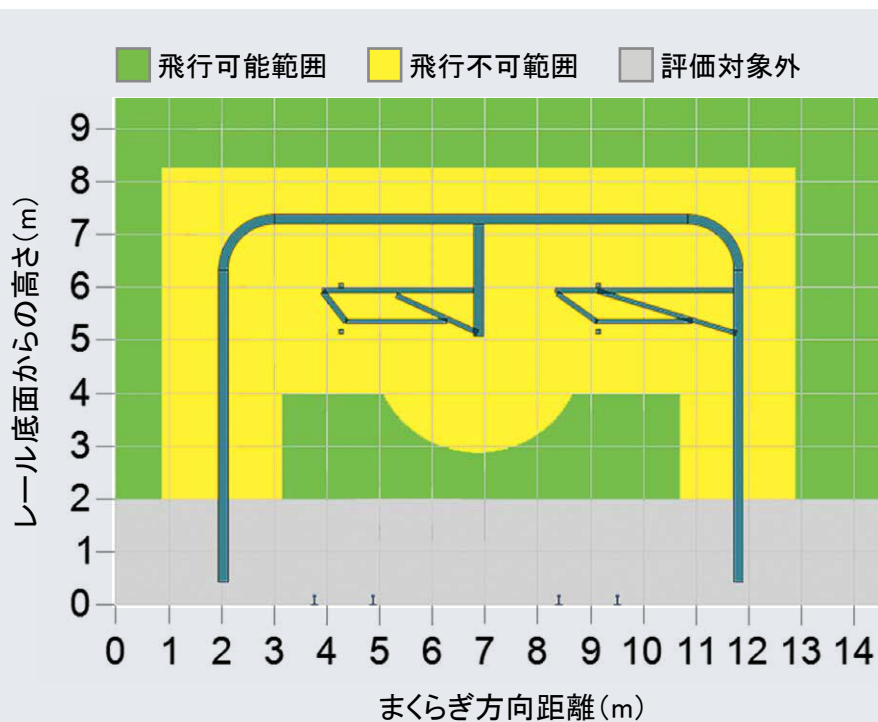


図6 ドローンの飛行可能エリア設定例

研究開発が行われていますが、電車線などに流れる電流によって生じる磁界が、ドローンの飛行制御に影響を及ぼす可能性が懸念されます。とくに、直流の電車線路設備ではビームや鋼管柱などの金属構造物が磁化することで残留磁界が生じ、夜間の停電時においても飛行にも影響する可能性が考えられます。このため、直流磁界がドローンの飛行制御に及ぼす影響の調査を行い、ドローンの飛行制御が可能と想定される磁界レベルを提案しました。また、金属構造物の残留磁界に関する実測とシミュレーションを行い、磁界レベルに基づく飛行可能エリア設定(図6)の考え方を示しました⁴⁾。

おわりに

ここでは、温室効果ガス削減に向けた取り組みと、メンテナンスの省力化・コスト削減に向けた取り組みを紹介しました。このほか電力技術研究部の研究成果については、鉄道総研のホームページも参照ください(<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd44/>)。

文献

- 1) 古川敦：脱炭素化に求められる鉄道技術，第34回鉄道総研講演会要旨集，pp.11-18，2021
- 2) 重枝秀紀：脱炭素実現に向けた鉄道電力システムの高度化，第34回鉄道総研講演会要旨集，pp.19-24，2021
- 3) 松村周，根津一嘉：レーザーセンサーと画像解析技術で架線の検査を省力化する，RRR，vol.78，No.8，pp.4-7，2021
- 4) 森田岳，樋口靖展，笹川卓：直流電車線路の点検を想定した無人航空機飛行可能エリアの提案，鉄道総研報告，vol.35，No.12，pp.17-22，2021