

# 電力技術に関する最近の研究開発

電力技術研究部  
部長 奥井 明伸

## 1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による鉄道施設の被害とそれに続く電力不足は、鉄道電力設備に関する技術開発の考え方、特に、電車線設備の耐震設計法や電力供給設備の省エネルギー技術に関して幾つかの改善を促した。また、近年急速に進む少子高齢化の波は、近い将来、労働人口の減少と産業構造の変化をもたらすことから、社会インフラの整備・構築は急務であり、特に利用者の減少が懸念される鉄道事業にあっては、保全の省力化や低コスト化が望まれる。鉄道総研では、平成22年度から26年度までの5年間で、鉄道技術に関する総合的な研究所として各界からの負託に応える活動を効果的に推進し、鉄道の持続的発展を目指すために、基本計画-RESEARCH 2010-を進めてきた。研究開発活動については、「安全性の向上」「環境との調和」「低コスト化」および「利便性の向上」の実現を目指すことを研究開発の目標として掲げ、これらを達成するための研究開発の柱である「鉄道の将来に向けた研究開発」「実用的な技術開発」「鉄道の基礎研究」のもと、多くの研究開発課題を社会情勢に応じて逐次見直しながらか進めてきた

本稿では、研究開発の柱の一つである「鉄道の将来に向けた研究開発」の中で電力技術に係わる技術開発の計画・概要について述べるとともに、最近の研究開発として、低コスト化に係わる研究開発課題の一部について紹介する。

## 2. 鉄道の将来に向けた研究開発

### (1) 基本計画と将来指向課題

平成24年度は、平成22年度に開始した基本計画 (RESEARC 2010) の中間の時期にあたることから、これまでの実施状況を的確に把握しつつ基本計画に沿って各事業を推進する予定である。研究開発活動では、国や鉄道事業者との密接な関係を保ちつつ、鉄道におけるさらなる安全性の向上や環境との調和を目指した研究開発や、IT等を活用してさらに低廉で利便性の高い鉄道の実現を目標とする研究開発に取り組むとともに、シミュレーション技術の高度化を進める計画である。

研究開発の中で「鉄道の将来に向けた研究開発」(以下、「将来指向課題」と呼ぶ)は、鉄道の持続的発展のために将来

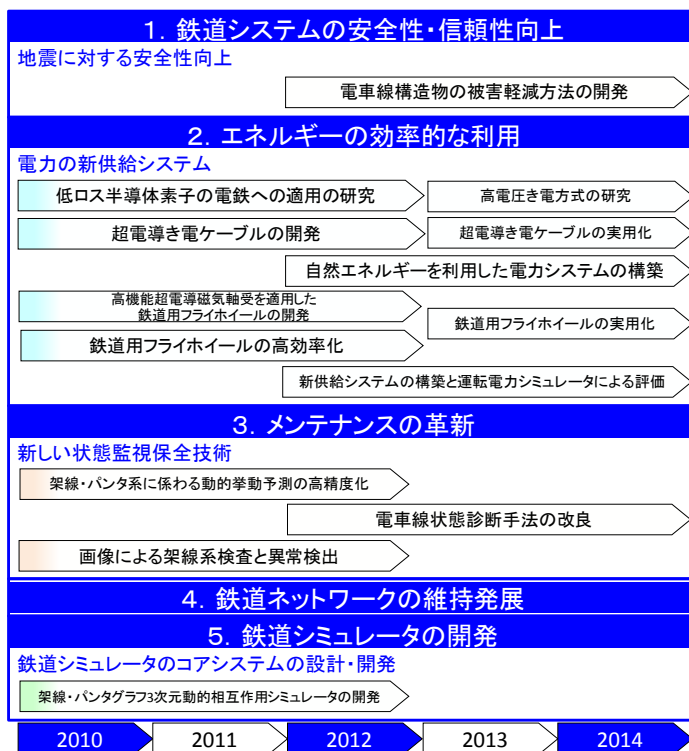


図1 電力技術に関する将来指向課題

必要となる技術課題を解決することを目的としており、5つの大課題に下に複数の個別課題を設定し、さらに、個別課題の下に各研究室が分担する複数の研究開発課題が設定されている。以下に、電力技術に係わる将来指向課題の概要について述べる。

## (2) 電力の新供給システム

鉄道事業者の一部においては、駅構内電力用として既に太陽光発電システム等の自然エネルギーの導入が進んでいる。一方、電力貯蔵装置を多角的に施設するような分散化電源システムについても検討が進んでおり、電力会社や経済産業省では、導入を見据えた具体的な検討も進められている。さらに、電力エネルギーの送電損失低減を目的とした超電導ケーブル導入の試みは既に電力会社において実績があり、鉄道総研においても、従来から直流電気鉄道の電圧降下対策としての適用が検討されてきた。このような背景のもと、本課題では、従来の電力供給システムに代わる高電圧直流き電方式の検討や、低ロス半導体素子等の直流電鉄機器への適用による新しい電力供給方式の提案、自然エネルギー（風力、太陽光）と蓄電装置（電池、キャパシタ、超電導磁気軸受鉄道用フライホイール）を組み合わせた分散化電源による電力供給システムの信頼性向上、さらに電力供給設備の評価・解析が可能なシミュレータを併せて開発する。また、電圧降下対策や送電損失の低減に有効な直流鉄道用超電導き電ケーブルについても併せて開発を行い、実用化の可能性について検討する計画である。図2に成果の活用イメージを示す。

なお、本研究開発課題の一部は国土交通省の補助金を受けて実施している。

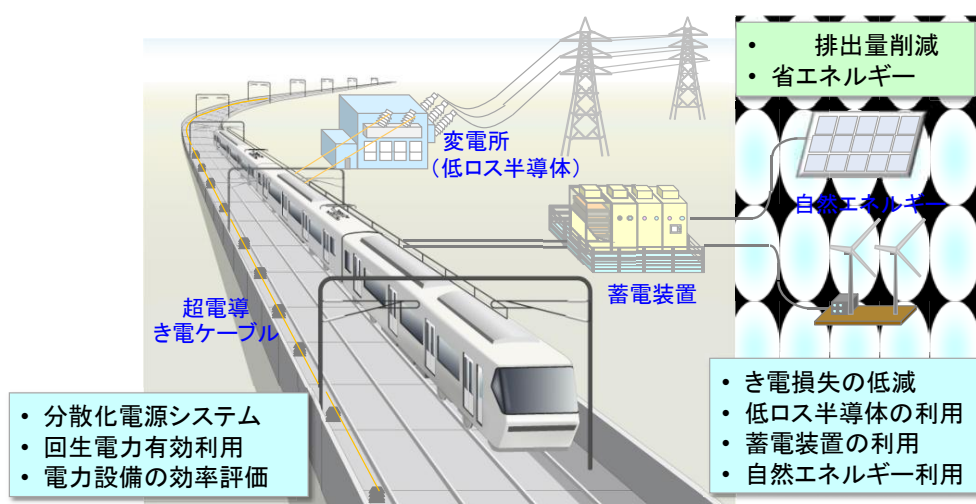


図2 電力の新供給システムに関する成果のイメージ

## (3) 新しい状態監視保全技術

様々な設備を対象としたセンシング技術が、系統を超えた共通利用可能な技術として実施されてきている。これまで、特定の部材や変状個所に焦点を絞ったモニタリング技術について検討されてきたが、通常状態における設備全体の状態を継続的に把握することも保守点検の効率化のためには重要である。本個別課題は構造物、軌道、電車線を対象に、状態監視保全のための効率的な状態監視手法および異常検知・診断技術を確立することを目標としている。電力関係の子テーマとしては、車上からのセンシング技術として画像による集電系の検査と異常検出システムの開発、架線・パンタグラフの接触力の測定による電車線状態診断手法の開発がある。これらの開発によりちょう架線、補助ちょう架線などの上部線条の状態診断、トロリ線のひずみ・静高さ・張力の推定などが可能となり、保守業務の効率化が期待される。

(4) 地震に対する安全向上

巨大地震に対する安全性を議論する場合には、現行の設計地震動を超えるような大振幅の揺れはもちろんのこと、長周期成分や長継続時間の揺れに対して注意を払う必要がある。また、本振はもちろんのこと、続く余震群に対しても安全性を確保することが要求される。そのためには、現有構造物の耐震余裕度や残存耐力を適切に評価し合理的な安全性の評価方法を開発すること、新しい対策工法を提案することが必要である。電力関係の技術課題としては、電車線構造物の被害軽減方法として、既設・新設設備の耐震方策の提案、要注意箇所抽出手法・診断手法の提案を行う計画である。

なお、本研究開発課題は国土交通省の補助金を受けて実施している。

3. 電力技術に関する実用的な研究開発課題

(1) 電力技術に関する最近の研究開発

鉄道総研で実施している電力技術に係わる最近の研究開発課題を、安全性、環境、利便性、低コスト、という4つのキーワードで分類したものを図3に示す。先に2章 項で述べたように、鉄道総研では、多くの研究開発課題を「鉄道の将来に向けた研究開発」、「実用的研究」、「基礎的研究」に区分して研究開発を進めているが、「鉄道の将来に向けた研究開発」課題については先に述べたとおり先進的な研究開発を目標とする一方、「実用的研究」は、鉄道事業者に即効性のある実用的な技術開発成果を提供することを目的としており、「基礎的研究」は実用技術の萌芽または基盤となる研究課題で、鉄道固有現象の解明、事象のモデル化、評価法の確立、新しい技術・材料・研究手法の適用等を目的としている。

図3に示された中で「実用的研究」に分類される研究開発課題は 1件であり、「基礎的研究」に分類される研究開発課題は、 1件である。以下、低コスト化に分類される2件の研究開発課題について簡単に述べる。

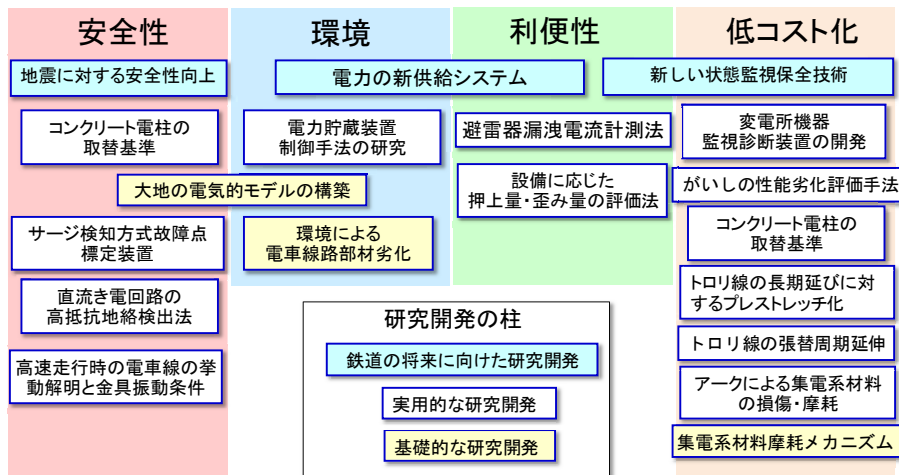


図3 電力技術に関する最近の研究開発課題

(2) 高圧がいし性能劣化評価手法

磁器がいしやポリマがいしの性能劣化評価手法を確立することにより、電車線の信頼性向上、保全の省力化が可能になる。そこで、重汚損地区（勝木塩害試験場）においてがいしの課電暴露試験を行い、汚損に対する電気的性能の変化及び機械的強度の変化を測定するとともに、がいしに対する有効な保全検査方法を検討した。

暴露試験結果から、磁器がいし及びポリマがいしについて比較を行った結果、漏れ電流は、気象条

件、雨洗効果、課電電圧（ ， ）に影響されるが、一般的な気象条件下では、撥水性を有するポリマがいしの方が漏れ電流が少なく、絶縁性能が高いことが確認された（図4）。

一方、ポリマがいしの材料劣化を確認する目的で、曲げ試験等を実施し、機械的強度を確認した。

また、がいしの保全方法の適正化を目的に、電気化学的に発生する金属の腐食電流を直接計測するセンサ（ ）を設置し、がいしの漏れ電流や等価塩分付着密度とセンサ出力の相関性について検証を行っている。

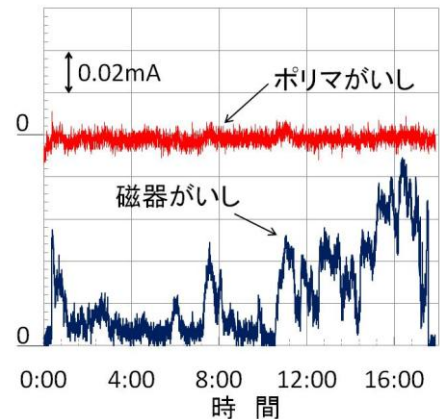


図4 汚損時のがいしの漏れ電流

### （3）電車線構成の適正化によるトロリ線張替周期延伸

トロリ線の局部摩耗は、高さの不整箇所に限らず偏位が過大な箇所でも発生している。そこで、偏位に起因する局部摩耗の進行要因と抑制方法を明かにし、適切な偏位構成方法を提示して張替周期の延伸を図る。また、オーバラップの偏位と高さ構成を見直し、高速域に適した電車線構造を提案する。新幹線で一般的に用いられている 径間オーバラップについて、入り口部分でのトロリ線上下離隔を現状の および から （明かり区間）、（トンネル区間）程度に低減することで、移行時の過大な接触力が改善できることを確認した。

また、トロリ線上下離隔を低減する手法が、ヘビーコンパウンド架線、高速シンプル架線の両電車線方式とも構成可能であることを確認するとともに、曲線引き装置等を試作し、電車線金具として所定の性能が得られることを確認した（図5）。一方、これまでの調整により、トロリ線の偏位が を越えると摩耗が進行し易いことがわかっている。また、さらに 以上増加すると急激に摩耗率が増加する可能性があることから、変位の制限を とすることを提案した（図6）。

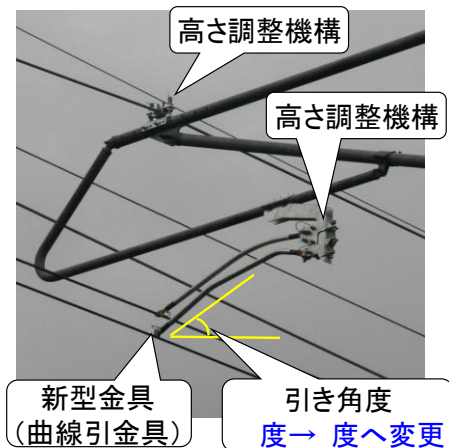


図5 支持点の対策例

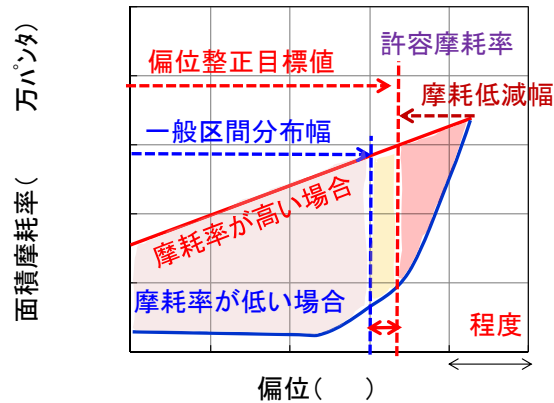


図6 トロリ線偏位の制限

## 4. おわりに

電力技術に関する重点課題として、鉄道の将来に向けた研究開発課題（将来指向課題）の枠組みの中で「地震に対する安全性向上」、「電力の新供給システム」、「新しい状態監視保全技術」を設定し、先進的な研究開発を進めている。また、迅速な成果が期待される実用的な研究開発ならびに基礎的な研究開発については、鉄道事業者の要請やニーズを踏まえて実施して行く計画である。今後、電気鉄道の高速度化、省エネルギー化、省力化・低コスト化といった社会的要求に即して有益な研究開発課題を設定し、広く社会に貢献して行きたい。