

光切断式電車線摩耗計測装置

電車線の保守管理の効率化・高度化を目的として、トロリ線や剛体電車線の摩耗をその形状によらず非接触かつ連続的に計測可能な、光切断式摩耗計測装置を開発しました。

研究の背景と目的

- 電車線の保守においてトロリ線の摩耗管理は重要です。現行はしゅう動面幅に基づいて摩耗量を計測しています。しかし、しゅう動面の形状によっては摩耗量の計測に誤差が生じることがあります。
- また、トンネル区間等で採用されている剛体電車線では、保守管理を効率的に行うため、非接触かつ連続的に高精度な摩耗計測が可能な装置が求められています。
- そこで本研究では、光切断法を用いてこれらの課題を解決する装置を開発しました。

研究成果

開発した装置の概要を以下に示します。

【光切断式トロリ線摩耗計測装置】

- レーザー光源8台、カメラ4台（在来線は8台）の構成で、昼夜問わず、最高速度360km/h、計測間隔50mm、摩耗計測精度 $\pm 0.3\text{mm}$ 以内（残存直径換算）で計測可能です。
- 残存断面積に基づく摩耗管理や、偏摩耗の程度の定量評価が可能です。

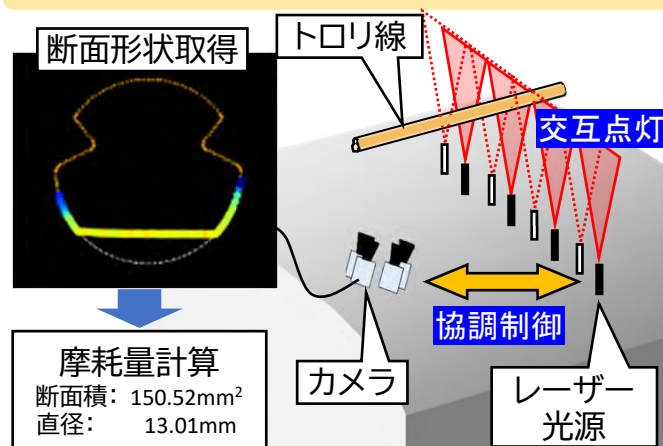
【光切断式剛体電車線摩耗計測装置】

- 最高速度30km/h、計測間隔20mm、摩耗計測精度 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内で計測可能な可搬型の計測装置を開発しました。
- 導電鋼レール、T型架台、 π 型架台等、各種剛体電車線に対応しています。

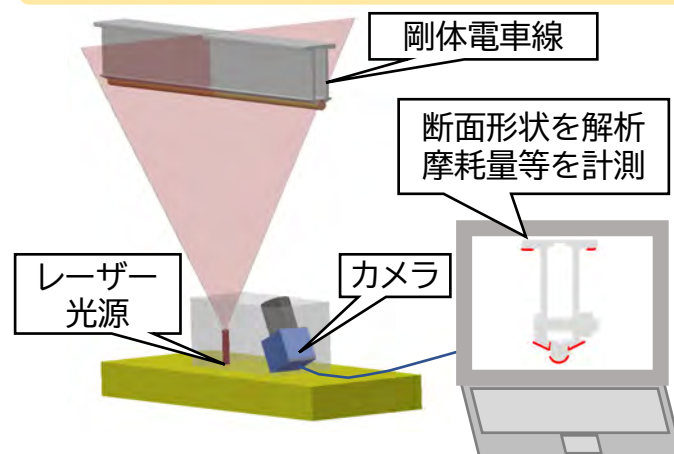
今後の展開

- 両装置ともに導入に向けた技術支援を進めています。

光切断式トロリ線摩耗計測装置

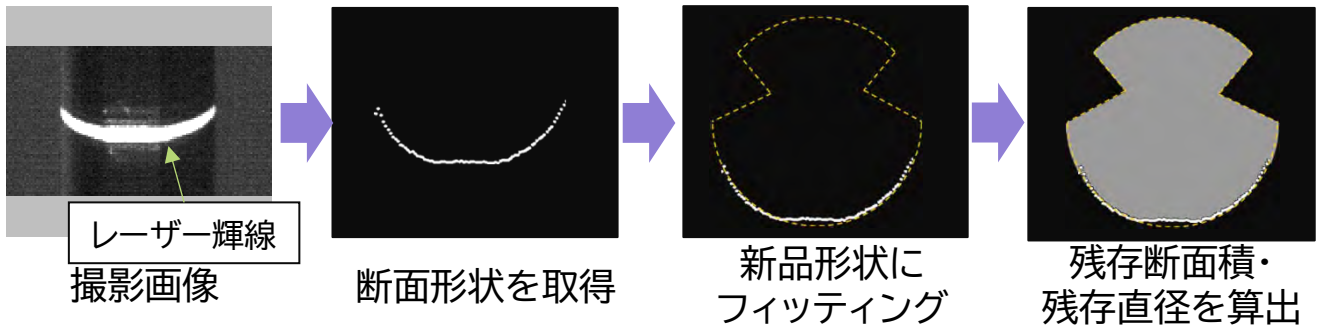


光切断式剛体電車線摩耗計測装置

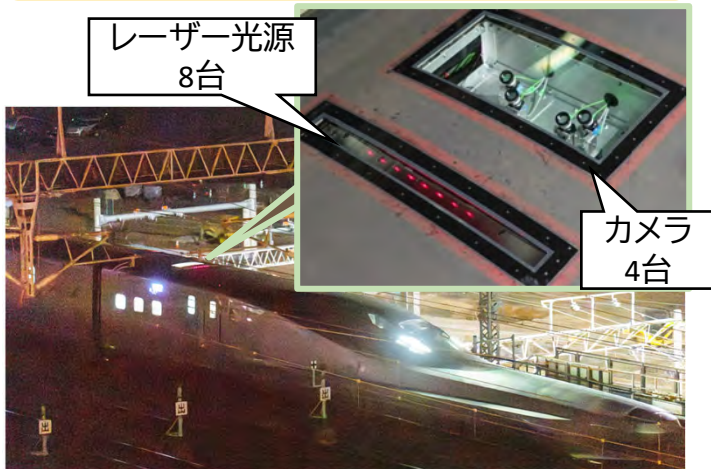


光切断式トロリ線摩耗計測装置

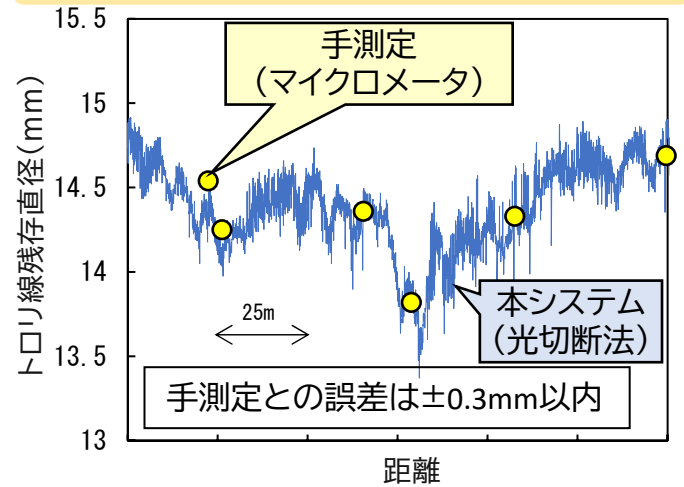
トロリ線摩耗計測アルゴリズム



実車への搭載例(～360km/h)

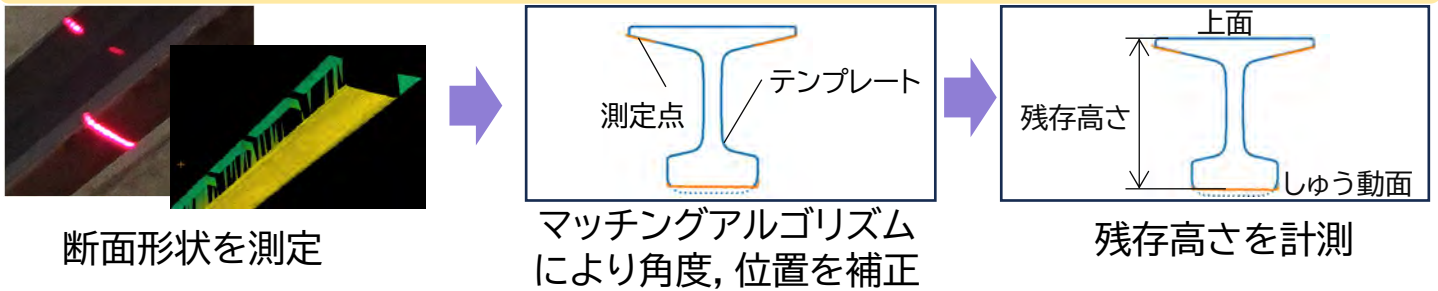


計測例と計測精度



光切断式剛体電車線摩耗計測装置 (日本電設工業との共同研究で開発)

剛体電車線摩耗計測アルゴリズム (導電鋼レールの例)

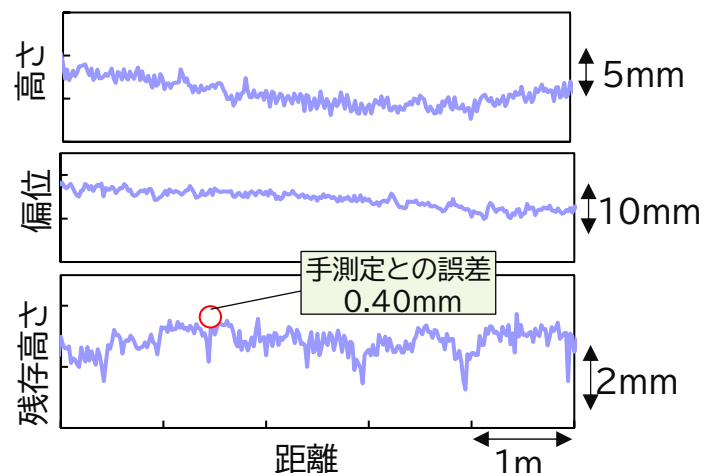


適用例(都営大江戸線)



実証試験の結果、4回の夜間作業で
全線(営業キロ40.7km)を計測

計測例と計測精度



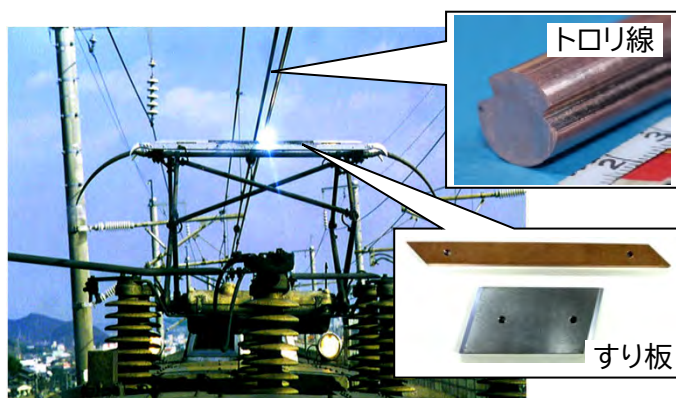
集電材料の摩耗メカニズム解明

トロリ線やすり板の摩耗形態を機械的な4種類、電気的な3種類に分類し、各摩耗形態の発現メカニズムや、電気鉄道の摩耗現象を説明するために必要な要因を解明しました。

研究の背景と目的

- 集電材料(トロリ線やすり板)は、主に摩耗によって寿命を迎えます。本研究は集電材料の摩耗を低減し、メンテナンスコストを低減することを目的としています。
- 摩耗率は、摩耗の形態によって異なるため、各形態の発現メカニズムに着目した現象解明を実施しました。

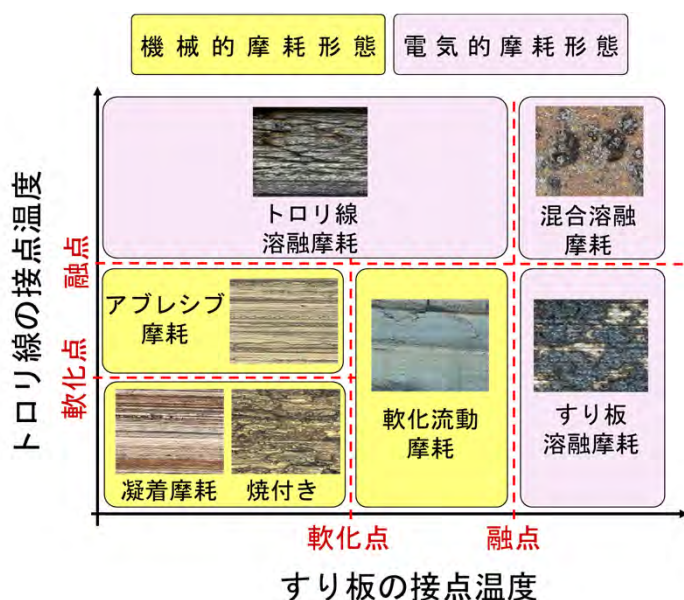
集電材料



研究成果

- 硬銅トロリ線と鉄系焼結合金すり板の組合せでは、機械的な摩擦熱や電気的なジュール熱に起因する接点の温度上昇によって、7種類の摩耗形態が存在することを明らかにしました。
- 接点温度に加えて、すり板に蓄積される熱や、摩耗面の履歴を考慮することで、時々刻々と変化するしゅう動条件に対応した摩耗形態を推定することができます。

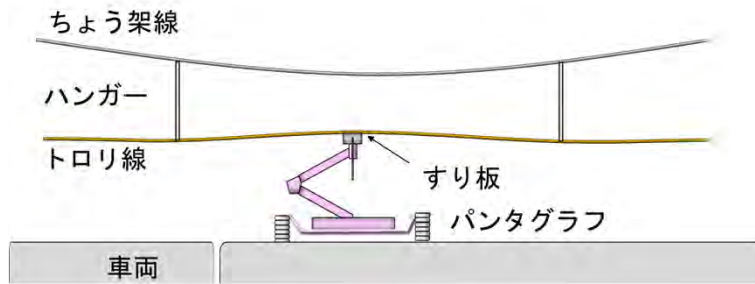
摩耗形態とトロリ線の摩耗面



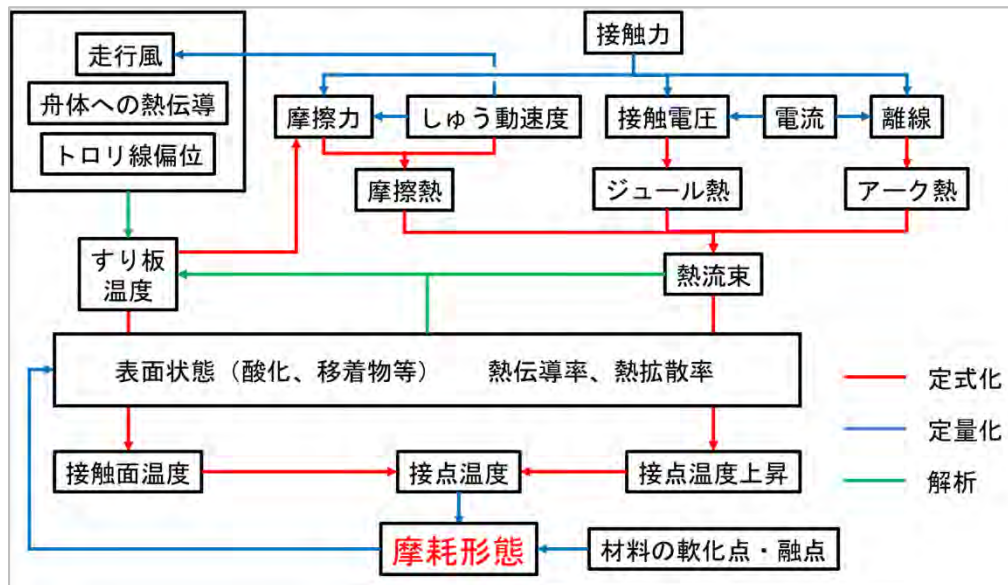
今後の展開

- 3次元架線ーパンタグラフシミュレーションとの連携により、現場の摩耗進展を予測する手法に展開します。
- 摩耗メカニズムを活用して、摩耗を低減する材料や開発指針を提案します。

摩耗形態の発現メカニズム



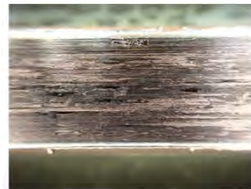
走行条件:
速度、電流、気温、雨
設備条件:
トロリ線偏位
相互作用
接触力



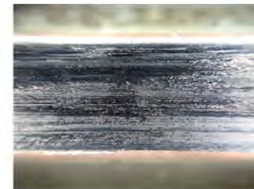
トロリ線
表面



焼付き摩耗形態



アブレシブ摩耗形態

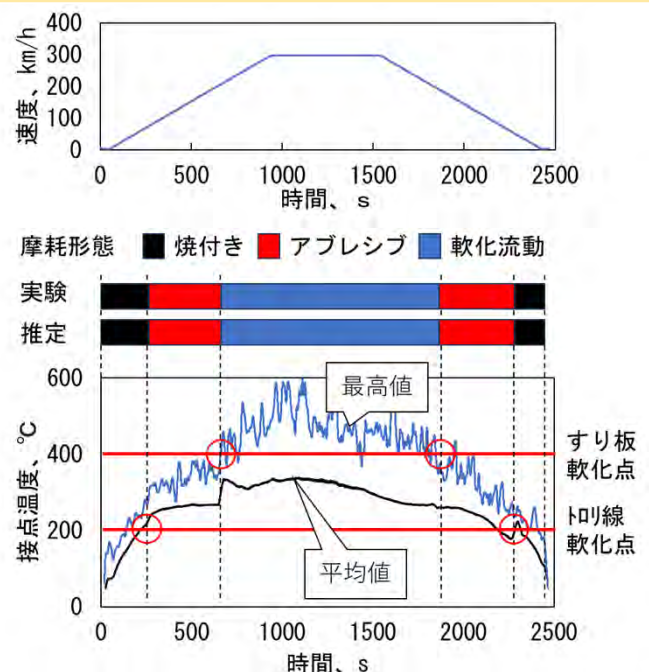


軟化流動摩耗形態

摩耗メカニズムに基づく摩耗形態推定手法の検証実験



しゅう動速度を変化させ、
摩擦力とすり板温度を測定した。



地上蓄電装置と車載蓄電装置の 統括制御手法

直流電気鉄道における複数の地上蓄電装置と車載蓄電装置の充放電を統括制御するシステムを考案しました。その適用により、再エネ電力の積極活用につながる電力需給調整を実現できます。

研究の背景と目的

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、鉄道分野においても再エネ電源(主に太陽光発電)の導入が加速しています。しかし鉄道の需要が朝夕ラッシュ時に大きいのに対して、太陽光の発電量は昼に最大となり朝夕は小さいという電力需給のギャップが存在します。
- 複数の蓄電装置を統括して充放電を行い、発電電力量と需要電力量のギャップを埋めることにより、再エネ電源の積極活用につながります。

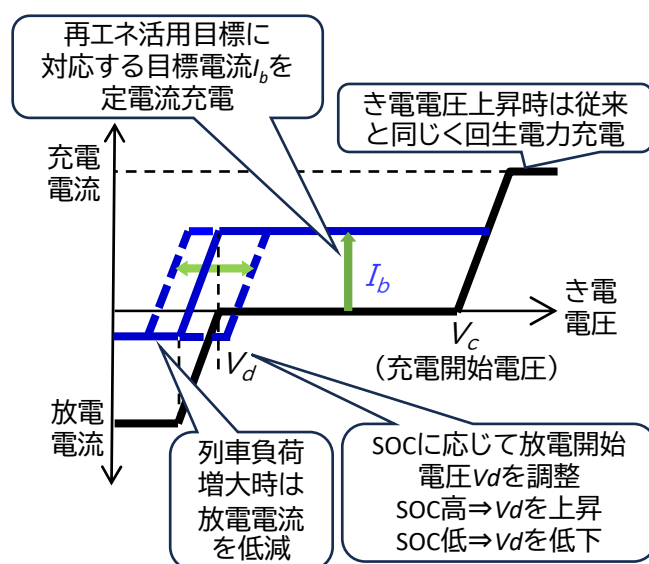
研究成果

- 従来の回生電力活用に加えて余剰再エネ電力活用を併せて実現する蓄電装置の充放電制御手法を提案しました。
- 再エネ電力をより効率的に利活用するため、地上蓄電装置と車載蓄電装置の充放電を統括制御するシステムを考案し、シミュレータに実装しました。各蓄電装置の充電率(SOC)のばらつきを抑えて蓄電可能な電力量を増やし、目標とする電力需給調整が実現できることを、シミュレーションで確認しました。

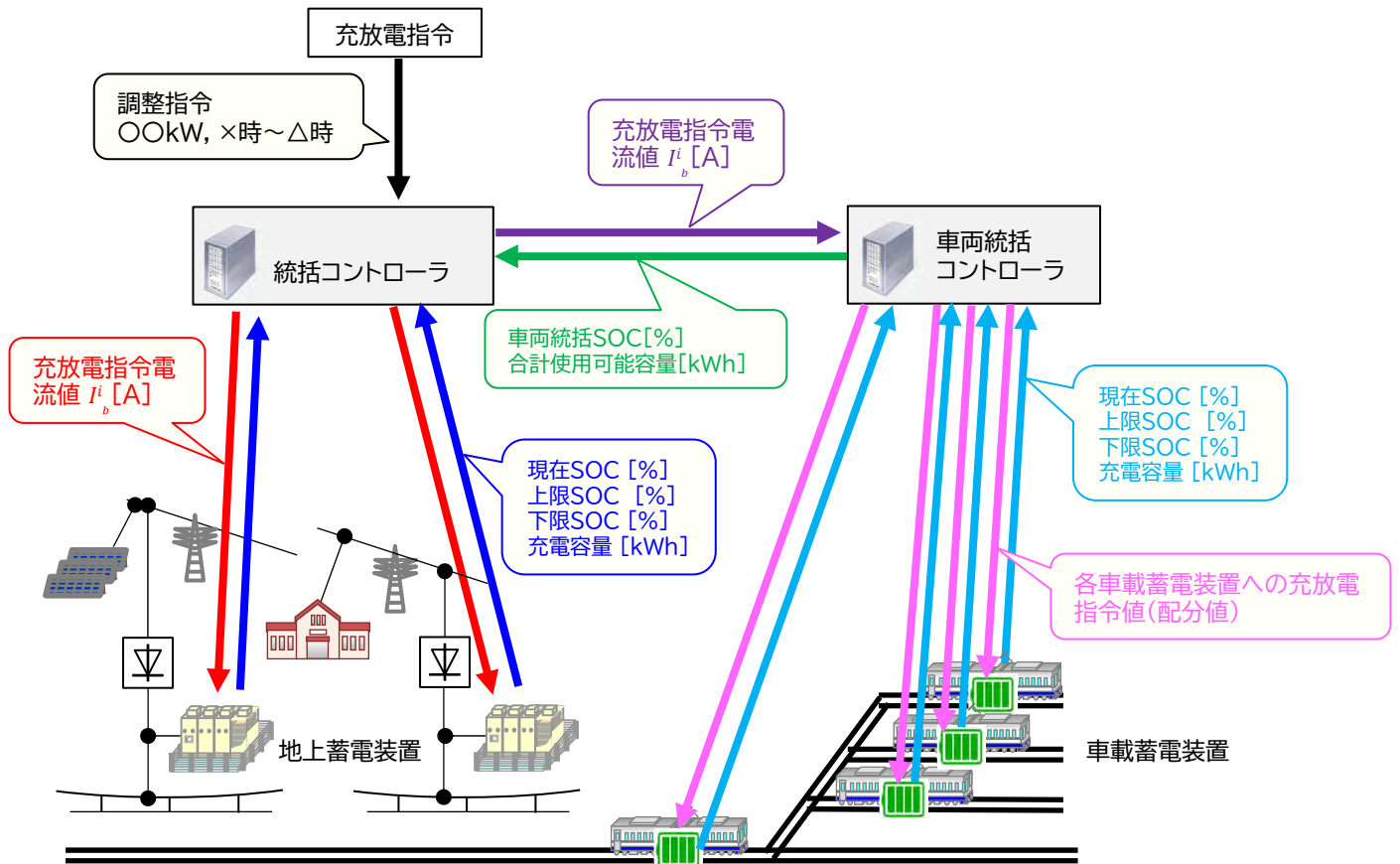
今後の展開

- 複数の蓄電装置を導入し、再エネ活用あるいは電力需給調整市場に参入する際のツールとしての活用が期待されます。

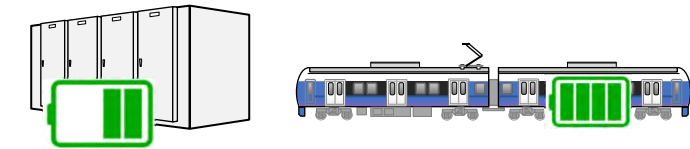
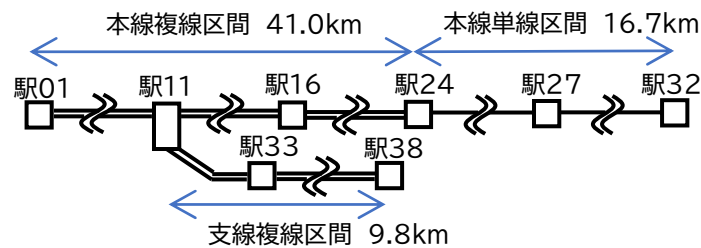
余剰再エネ電力を活用する 蓄電装置の充放電制御



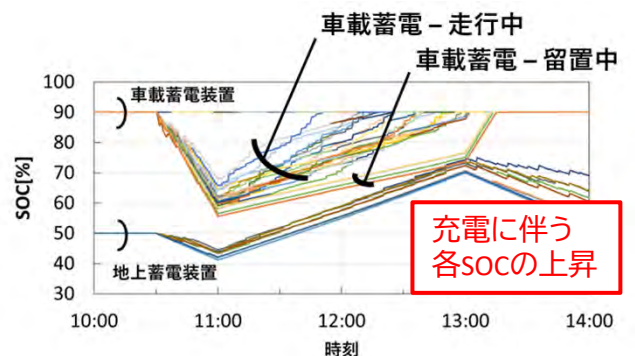
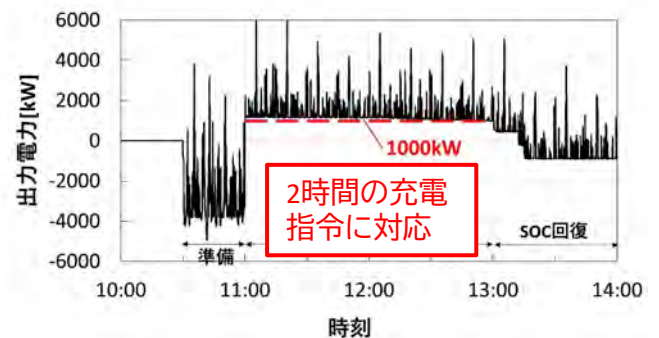
地上蓄電装置と車載蓄電装置の統括制御イメージ



再エネとの協調制御(デマンドレスポンス)のケーススタディ例



各蓄電装置を制御して、11時~13時に1000kWの電力を充電



地上蓄電	車載蓄電
11台(各変電所)	39編成(1編成7両)
回生吸収用	非常走行用
500kWh/台	110kWh/編成
初期SOC:50%	初期SOC:90%

本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました。

電車線画像検測装置

トロリ線、補助ちょう架線、ちょう架線の静的な3次元位置を連続的に測定するとともに、画像解析により電車線金具の外観検査が可能な電車線画像検測装置を開発しました

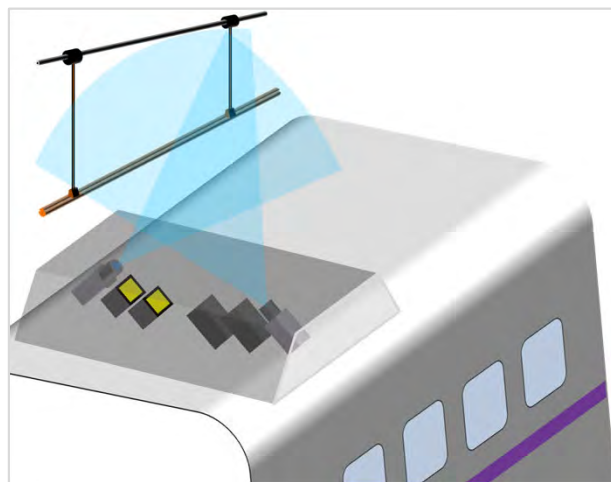
研究の背景と目的

- 電車線設備は、保全に多くの人手が必要とされており、検査の省力化が課題となっています。検査の省力化には画像解析技術を用いて線条の位置測定と金具の異常スクリーニングを自動化することが有効です。
- 本研究では、画像取得と線条位置の3次元測定が可能な車上装置と、画像および測定データから金具の外観検査や電車線構成の検査を支援する手法を開発しました。

研究成果

- 営業車の屋根上から電車線の画像を撮像可能な電車線検測装置を開発しました。
- 装置で取得した画像から電車線金具を抽出し、異常スクリーニングとAIによる異常箇所可視化を行うことで外観検査を支援します。
- トロリ線やちょう架線の静的な3次元構造を測定し、オーバーラップ区間などにおける電車線構成の検査を支援します。
- 列車巡視や徒歩巡回、線条位置測定の代替として、現地へ行くことなく電車線金具や電車線構成の検査が可能です。

開発装置の営業車搭載イメージ



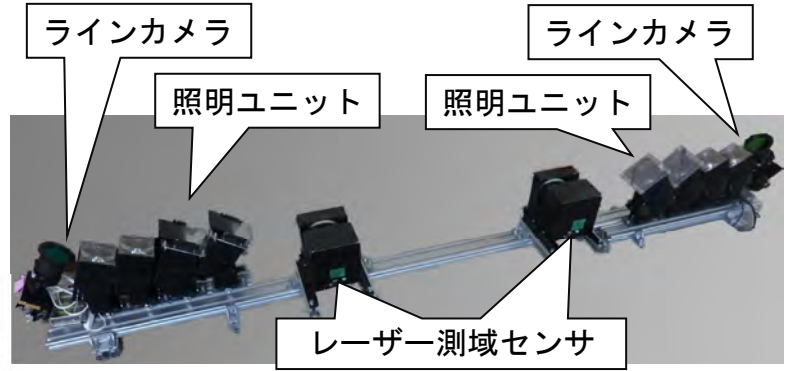
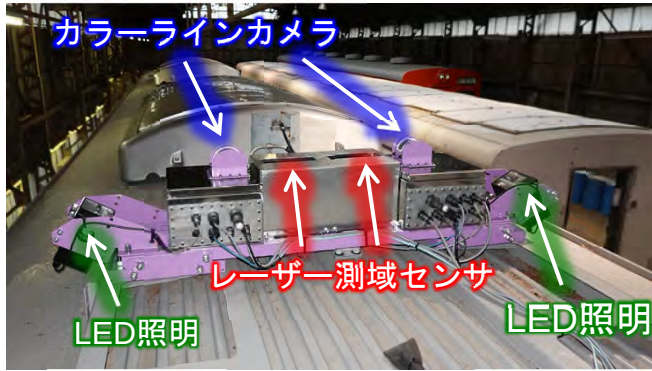
撮像例



今後の展開

- 異常検出の対象とする電車線金具の拡大に取り組んでいます。
- 将来的には電車線構成に基づく金具の劣化予測にも活用予定です。

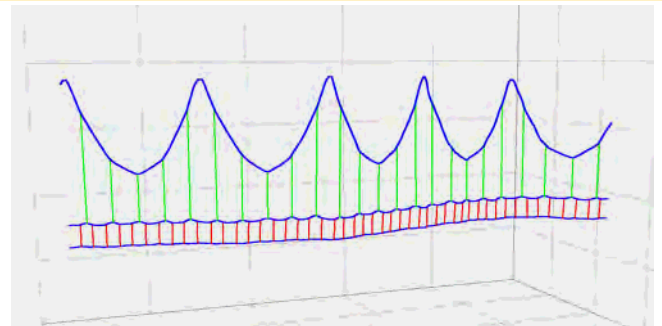
電車線画像検測装置検証用試作機の外観と仕様



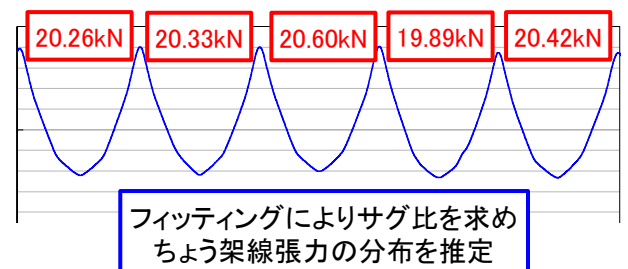
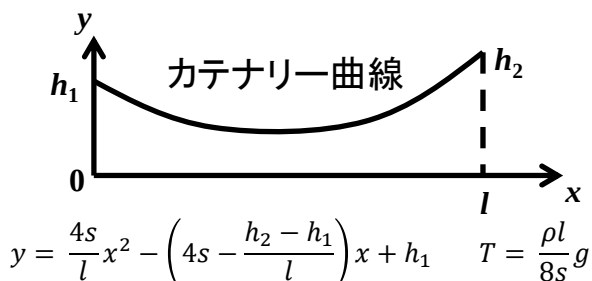
	在来線用(左)	新幹線用(右)
取得画像	モノクロ / カラー	モノクロ
対応速度	130km/h / 45km/h	300km/h
撮像ピッチ	2mm	2.1mm
撮像範囲	パン廻り+引留・き電線	パン廻りのみ
その他	防水仕様(雨天時撮影不可)、営業車屋根上搭載可能	

電車線三次元静構造測定例

- 線種を自動で識別
- 静的な位置を測定可能
- 測定精度±50mm以内
- 繰返し測定精度±10mm以内
- AIによる電車線金具の位置検出



静構造測定活用例：ちょう架線静高さによる張力推定



AIによる金具異常箇所の可視化例

形状異常

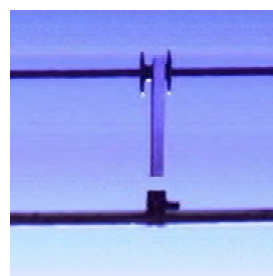
変形 外れ 破断

ボルト取付不良

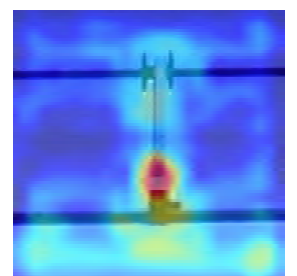
色異常

腐食

示温材管理



破断



新幹線用コンパウンド架線の 中間接続法

新幹線用コンパウンド架線に適用可能なトロリ線中間接続の要件と課題を整理し、通過速度の制限を従来の低速域110km/hから中速域200km/hまで向上可能であることを明らかにしました。

研究の背景と目的

- トロリ線疲労破断等の懸念から、新幹線用トロリ線は中間接続を設けず、例外的な応急復旧使用時は通過速度を在来線相当に制限していました。
- 応急復旧時の通過速度制限の緩和と、将来的な部分張替の導入を目指し、新幹線用トロリ線の中間接続の適用可能速度を検討しました。

研究成果

- 接続要件を満たす中間接続金具の質量・曲げ剛性を概算し、これらがトロリ線ひずみに与える影響について簡易推定する手法を構築しました。
- 既開発シミュレータを改良し、中間接続金具による質量と曲げ剛性の局所的な増加を考慮したトロリ線ひずみ解析手法を構築しました。
- 実測から中間接続施工時に1～2mm程度のトロリ線凹凸(施工くせ)が生じることを明らかにしました。
- 集電試験装置で走行試験を行い、施工くせが残る条件でも速度200km/hまで集電性能上問題ないことを確認しました。

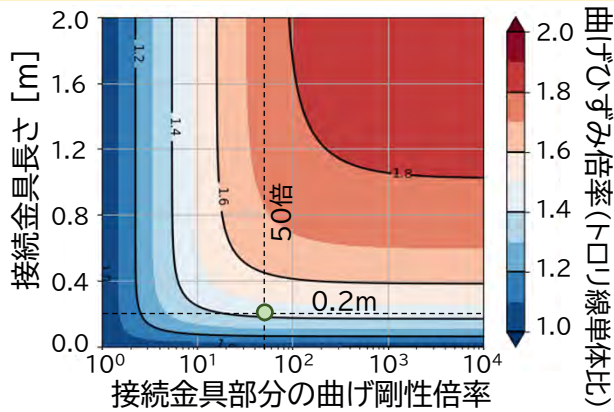
中間接続のひずみ増加要因(中速域)



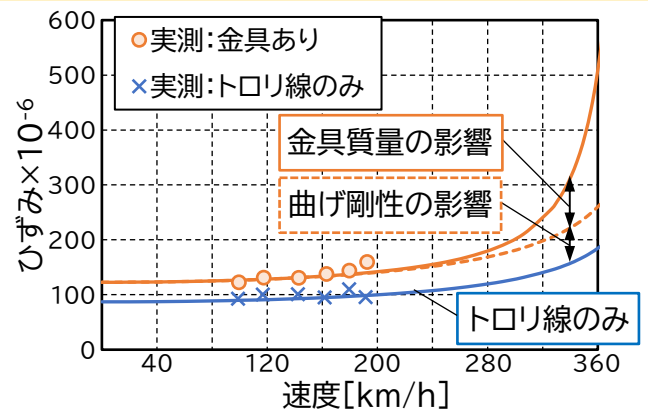
今後の展開

- 速度200km/h超の高速域適用に向けた検討を深度化します。
- 新幹線用トロリ線の保守コスト低減のため、在来線と同様に中間接続による部分張替を常設可能か検討を進めます。

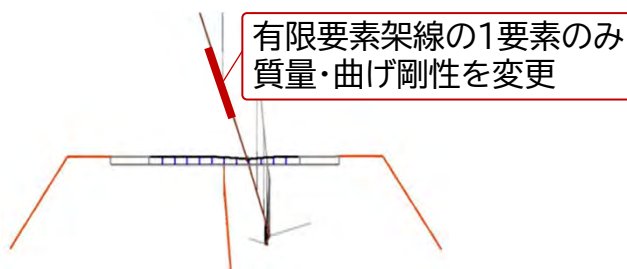
曲げ剛性とひずみ倍率(静的)



ひずみ速度特性の簡易推定

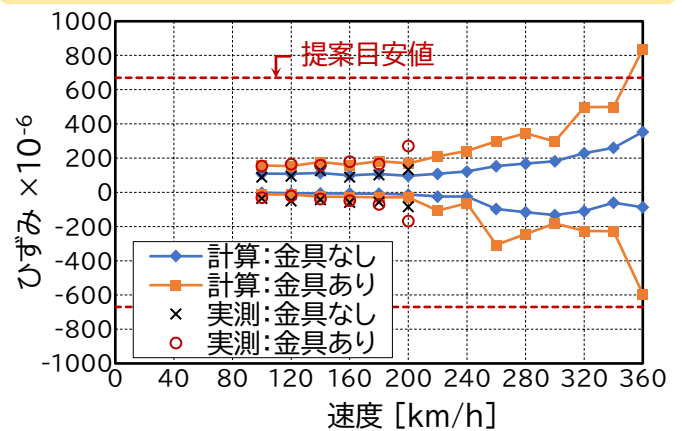


シミュレーションの概念図

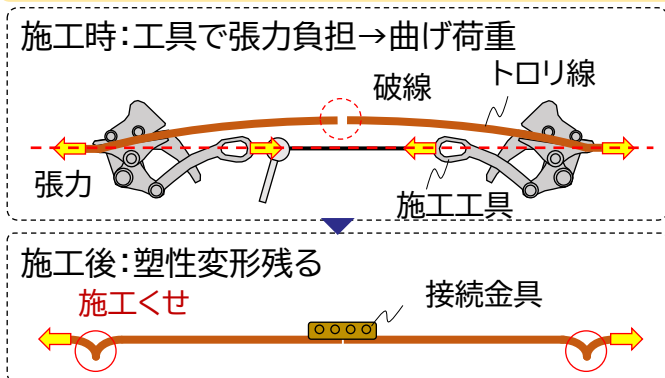


- 既開発シミュレータにひずみ計算機能と架線要素毎のパラメタ設定を実装

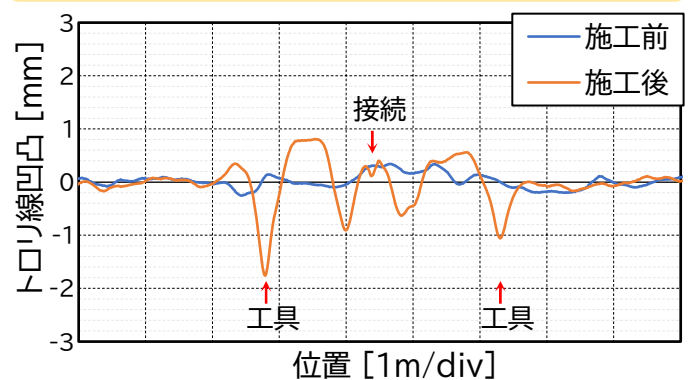
シミュレーション:ひずみの速度特性



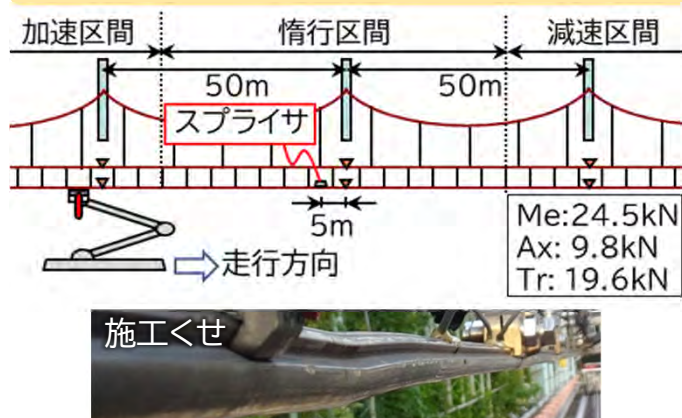
施工くせの形成過程



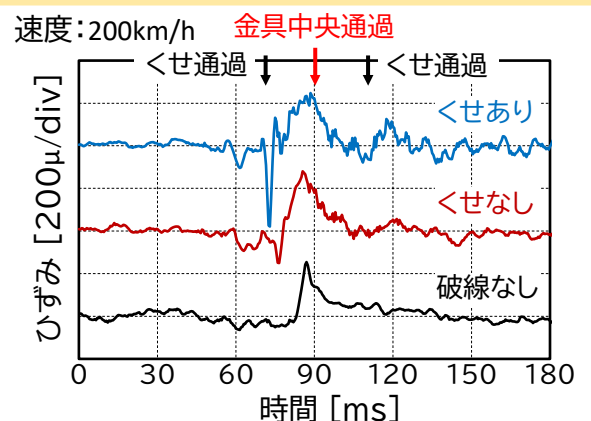
実施工時のトリ線凹凸



走行試験の模式図



走行試験:ひずみの時間波形



超電導き電ケーブル

超電導材料は大電流を電気抵抗ゼロで流せる特徴があるため、直流電気鉄道のき電線に適用した場合、電圧降下抑制による変電所の集約化や、回生失効・送電損失の低減などが期待できます。

研究の背景と目的

- 直流電気鉄道における送電損失の発生や電圧降下など送電時の電気抵抗に起因する課題解決に向け、超電導き電システムの開発を進めています。

研究成果

- 鉄道の変電所間隔などに敷設可能な長さを目指した設備として、長距離超電導システムを宮崎実験センターに構築し、評価試験を進めています。
- 営業線における運用に向け、国土交通省の認可を得て、直流1500Vの鉄道路線に超電導き電システムを構築し、営業線における運用検証に着手しました。

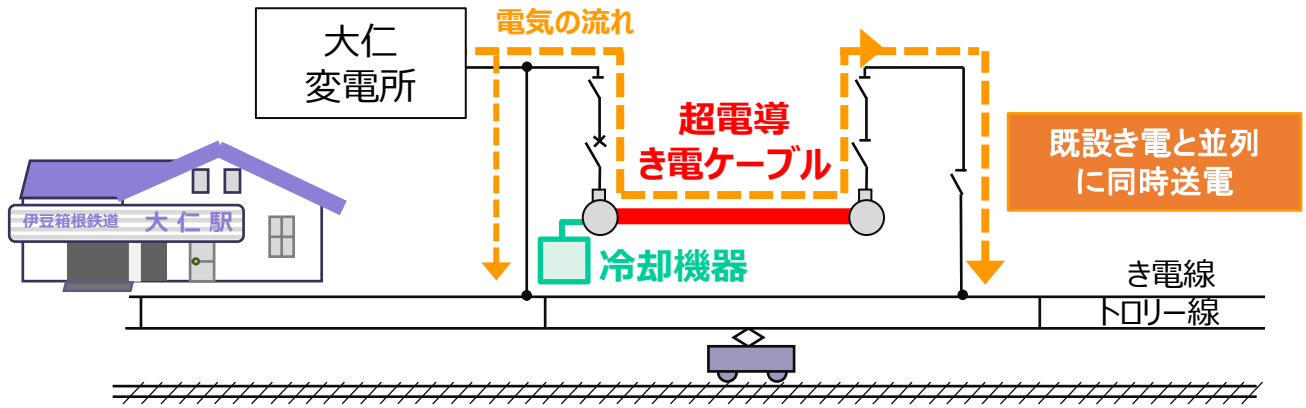
今後の展開

- 本格的な実用化と普及に向け、システムの長距離化や、営業列車負荷への適用性と信頼性など、実運用における課題の抽出・解決に取り組んでいきます。

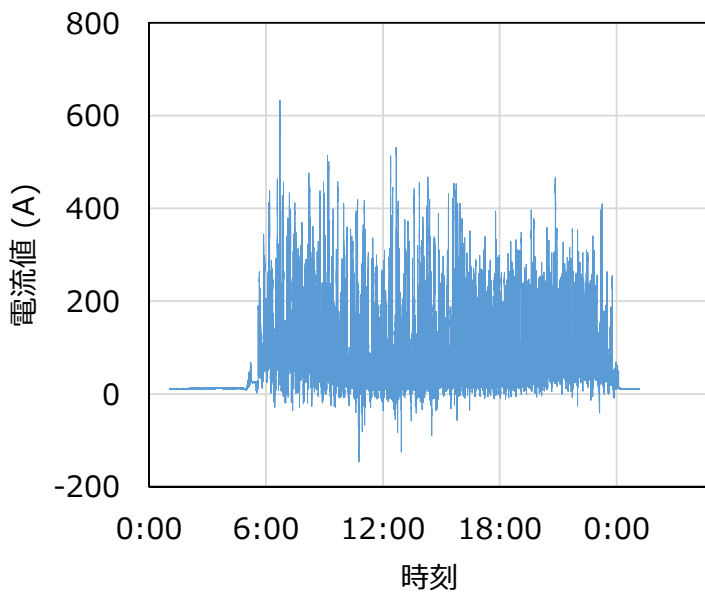
宮崎実験センターにおける長距離超電導システムの開発



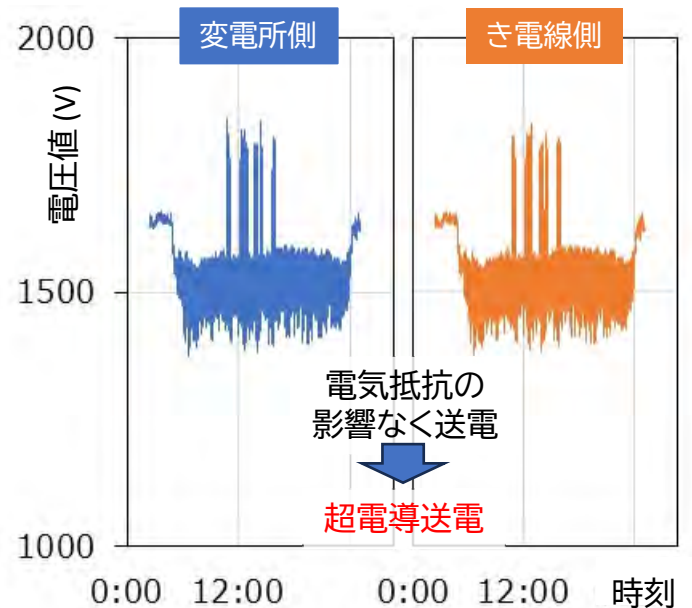
超電導き電システム送電による営業線運用検証



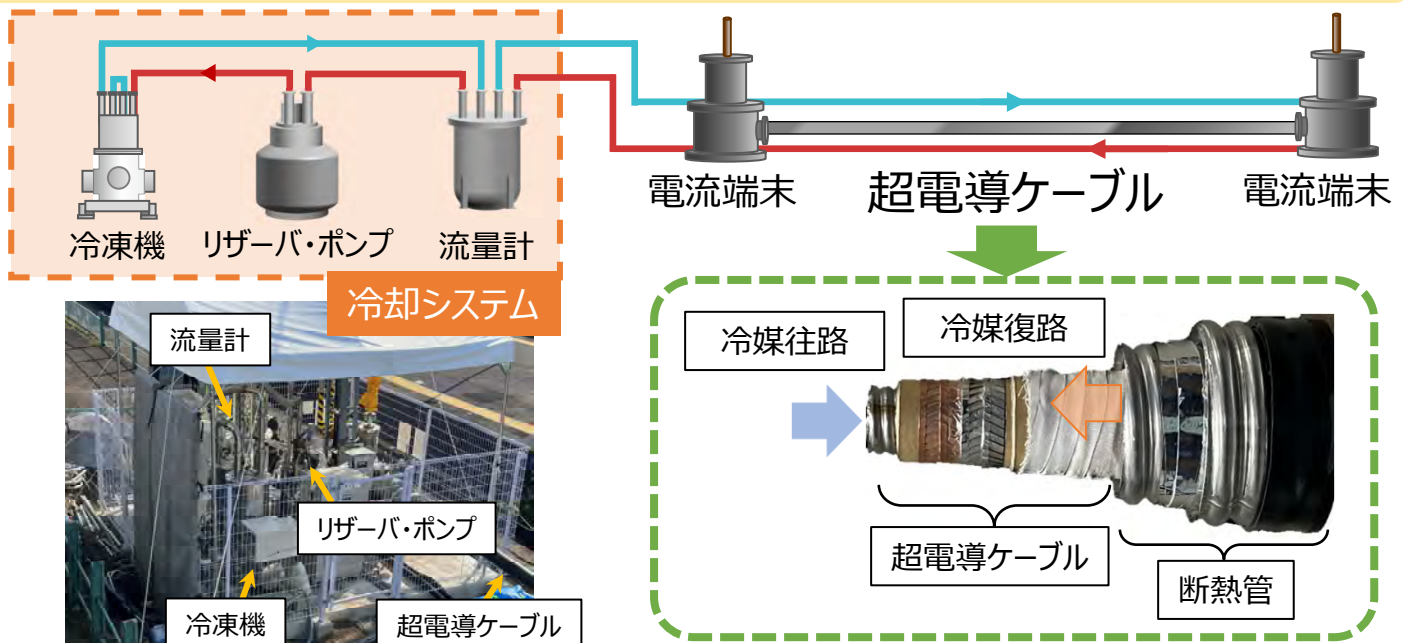
超電導による送電電流



超電導き電ケーブル両端の電圧測定結果



超電導き電システムの構成例



本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託・助成事業を受けて実施しました。

超電導材料の製作と応用機器開発

超電導材料の製作や各種電力応用機器の開発を行っています。
超電導磁気エネルギー貯蔵装置、超電導き電ケーブル、小型超電導マグネットなどの開発を進めています。

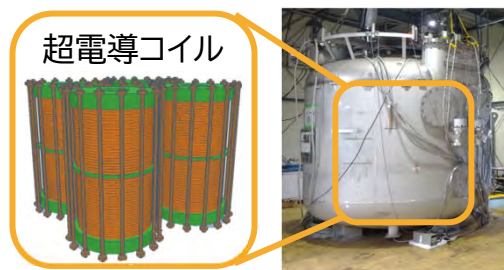
研究の背景と目的

- 各種超電導材料の作製、評価を実施しています。また線材の特徴を生かした超電導き電ケーブルやコイルの開発、またバルク材の特徴を生かした小型磁石の開発を実施しています。

研究成果

- 超電導磁気エネルギー貯蔵装置(SMES)では、超電導線材の導体化技術やコイル巻線技術に加え、電流の入出力の制御やコイルを保護するための鉄道用電力変換装置(インバータ盤・リアクトル盤)を開発しました。
- RE系超電導材料を用いた超電導バルク材において、樹脂含侵や金属含侵を施すことにより機械強度を向上させ、17 Tを超える強い磁場の捕捉に成功しています。
- ニホウ化マグネシウム(MgB_2)超電導材料を用いることにより、磁場均一性の高い超電導バルク材を開発しました。
- 超電導線材の接続技術として、圧接接続やはんだ接続など様々な接続方法の検討を実施しています。特に、接続部を非破壊で観察が可能なX線CT技術を活用することによって、接続部の空隙の影響や接続面の観測により、高性能化を図っています。

超電導磁気エネルギー貯蔵装置(SMES)



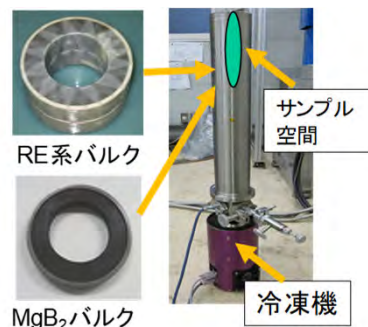
SMES用
リアクトル盤



SMES用
インバータ盤



小型超電導マグネット



今後の展開

- 鉄道への導入に向け、超電導材料を用いた応用機器の開発を進めていきます。

本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の未来社会創造事業(JPMJMI17A2)の委託を受けて実施しました。

超電導線材の応用機器開発



超電導磁気エネルギー貯蔵装置(SMES)



超電導き電ケーブル
(長さ102m)

冷却システム



超電導主変圧器

巻線技術の開発

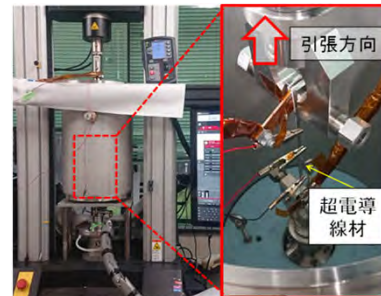


超電導コイル巻線機



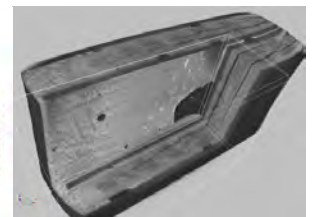
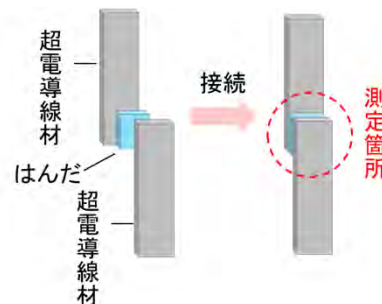
超電導ケーブル巻線機

超電導線材の機械特性評価



超電導線材の
液体窒素中
引張試験

超電導線材の接続技術の開発



超電導線材接続部の
X線CT撮影

超電導バルク材の応用機器開発



小型超電導マグネット用



ドラッグデリバリーシステム用

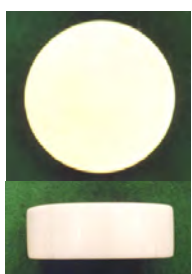


電流リード用



周期磁場生成用

超電導バルク材の補強技術



樹脂含浸

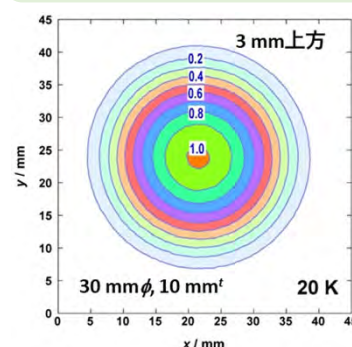


低融点金属
含浸



炭素繊維
補強

MgB₂超電導バルク材における 磁場均一性評価



MgB₂超電導
バルク材

クラウド型連動装置

電子連動装置の論理演算機能を異なる線区の複数駅に対して提供する、連動機能のサービス化(Interlocking as a Service, IaaS)の実現を目指した、クラウド型連動装置をご紹介します。

研究の背景と目的

- ネットワーク上の計算資源、ソフトウェアやデータを提供するクラウドコンピューティングは、計算機の利用形態として近年広く用いられるようになっていきます。
- 電子連動装置の論理演算機能を、装置の物理的な位置や台数、個々の稼働状況を意識させずに、異なる線区の複数駅に対して提供する方法を開発しました。

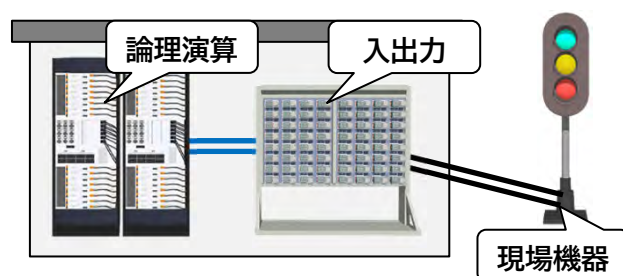
研究成果

- 連動論理部(電子連動装置相当)に、異なる線区の複数駅の処理を割り当てる方法を開発しました。
- システムの規模が可変なため、処理量に応じた連動論理部等の追加や、予備装置の集約が可能です。
- 駅毎にクラウド型連動装置に移行することが可能です。
- 論理演算の実行場所を問わないため、災害に対する強靱性を確保できます。

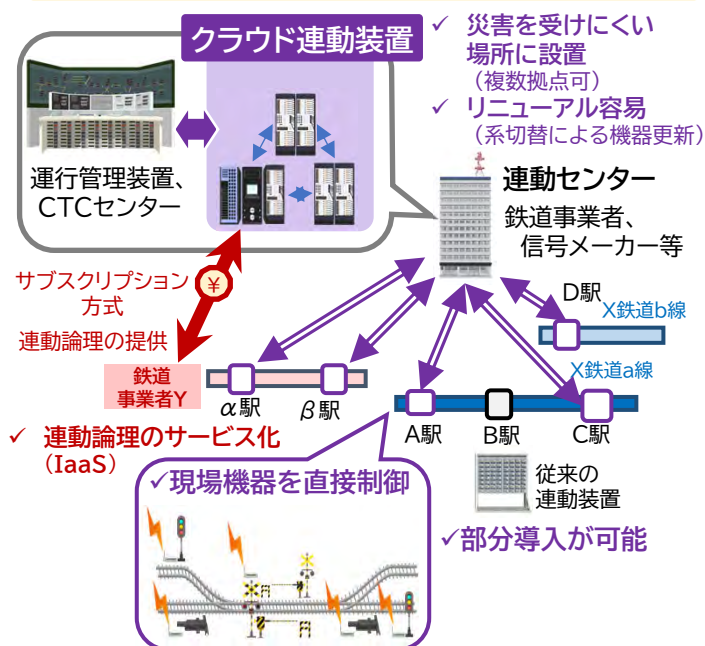
今後の展開

- 規模に応じたシステム変更が必要な中央装置等にも適用可能です。
- 将来の大規模システムの構築に備えて、処理能力を低いコストで向上させるため、汎用CPUによる高安全な連動論理処理手法を開発していきます。

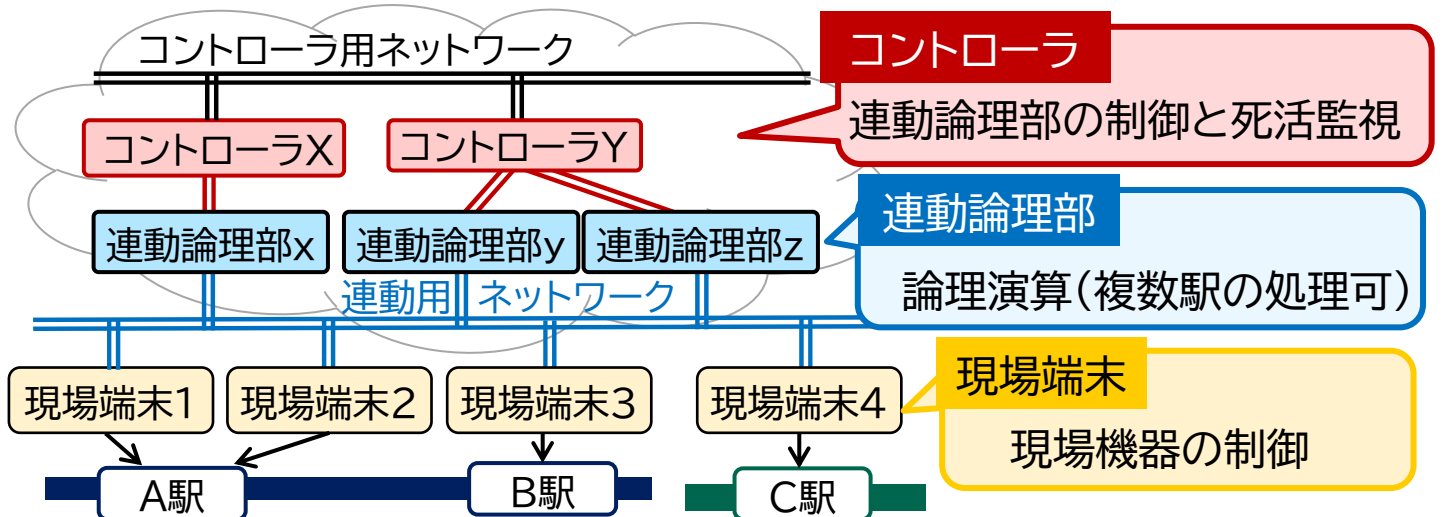
従来の連動装置



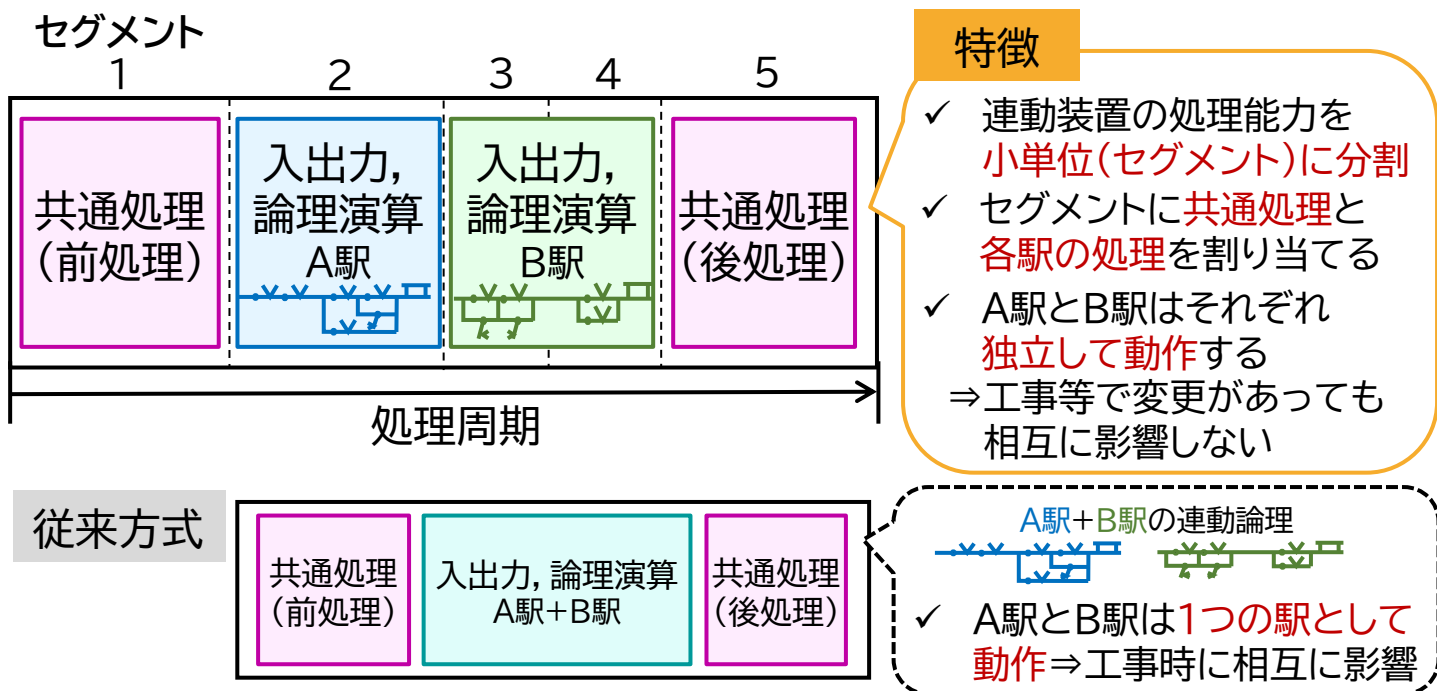
クラウド型連動装置とIaaS



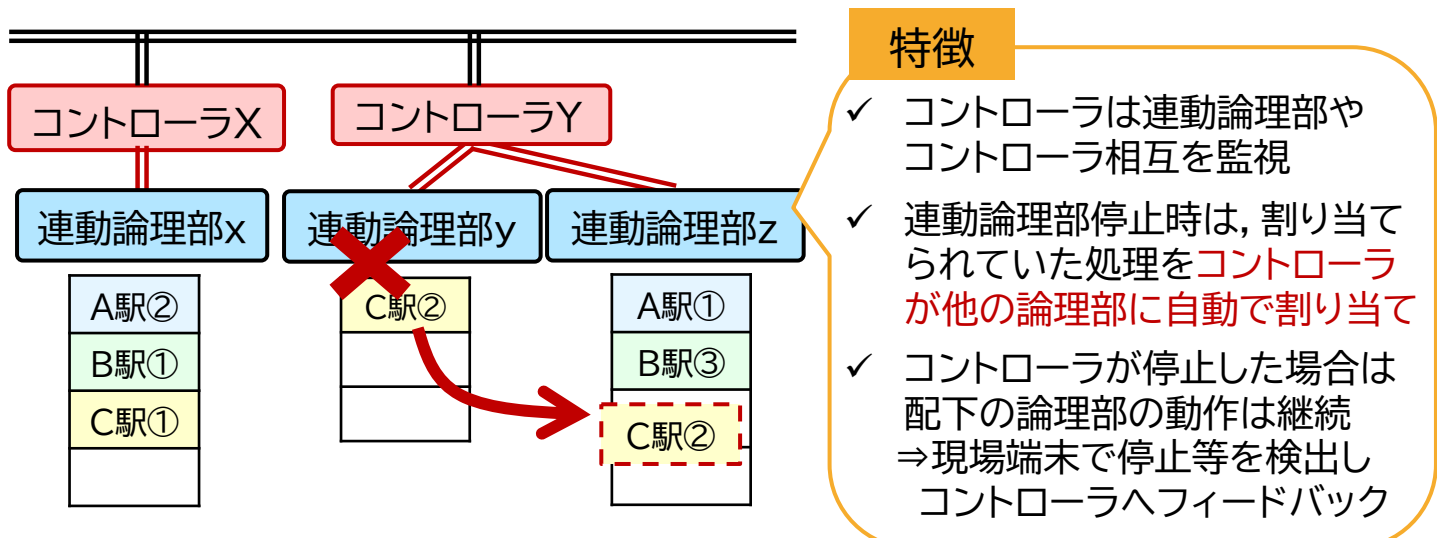
クラウド型連動装置の構成と主な機能



連動論理部に複数駅の処理を割り当てる方法(セグメント方式)



高信頼性の確保(コントローラによるセグメントの自動再配分)



使用環境センシングによる 信号用電子機器の寿命予測手法

長期的な寿命予測の精度向上と状態基準保全(CBM)への適用を目指し、使用環境の変化を捉えることで、機器の寿命予測を行う新たな手法を構築します。

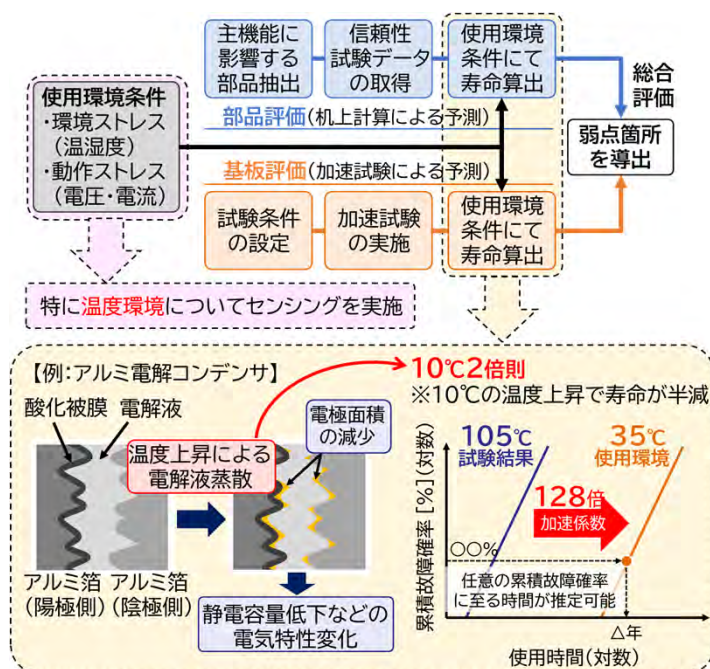
研究の背景と目的

- 信号設備の高機能化・小型化に伴い、電子部品で構成された機器への置き換えが進んでいます。一方、電子機器の故障メカニズムが把握されていないため、更新時期の設定が困難といった課題が存在しております。
- 鉄道総研が提案している信号用電子機器の寿命評価手法を基に、機器が設置された環境の変化を捉えることで、機器の寿命予測を行う新たな手法を構築しました。

研究成果

- 寿命の支配的要因であり、使用環境によってその高低や変動幅が異なる温度を必須のセンシング項目として選定しました。
- センシング情報を予測に反映した逐次寿命予測手法を構築し、寿命実況値算出、将来予測、異常検出の各アルゴリズムをツールに実装しました。
- アルミ電解コンデンサを例としたケーススタディにおいて、残寿命10年時点で半年以内の寿命予測誤差となることを確認しました。

寿命予測手法の概要



今後の展開

- 鉄道事業者が信号用電子機器の更新計画を策定する際、設置環境に応じた寿命予測手法をご提供できます。
- 信号用電子機器のCBMの実現手段として適用が可能です。

センシング箇所に応じた温度推定精度

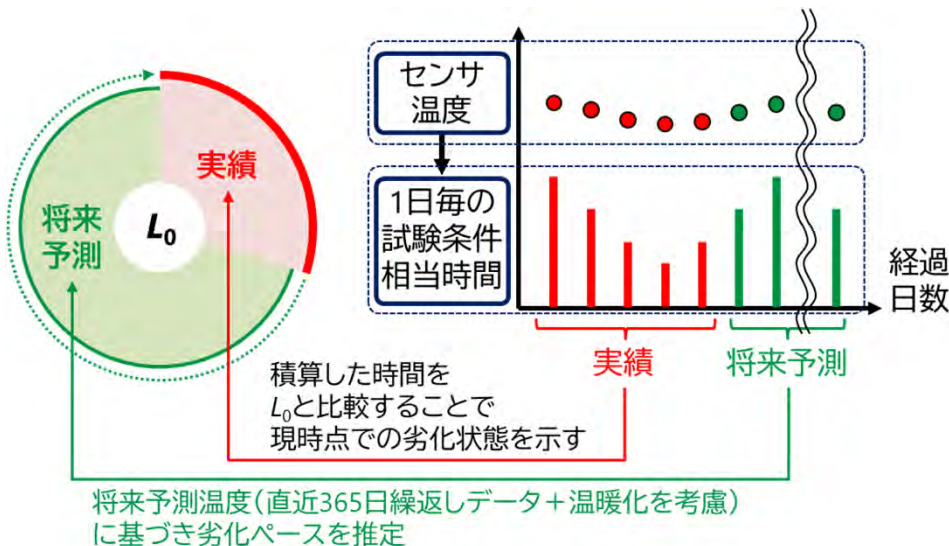
設定条件	センサ方式		センサレス方式	
	逐次寿命予測手法			従来方式
	機器毎	代表収容箱	観測所データ	
対象	アルミ電解コンデンサ (105℃, 2000h品, 試料数22個)			
使用環境温度	観測所(府中)、部品発熱25℃			
温度推定精度	±1℃	<±3℃	<±5℃	<±5℃
設定時間間隔	1日毎			四季毎
将来温度予測	直近365日繰返し+ 0.04℃/年 (温暖化考慮)			事前設定
寿命予測値※1	15.7年	13.7年	12.1年	12.7年
実績比※2	91.7%	80.0%	70.5%	73.7%

従来方式と比較し、
約18%の精度向上

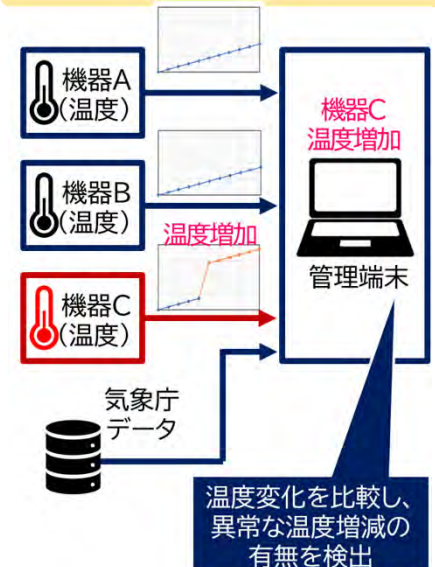
※1 寿命到達(17.2年)の10年前時点(7.2年経過時)における予測値

※2 寿命到達(17.2年)を基準とした場合の寿命予測値の比率

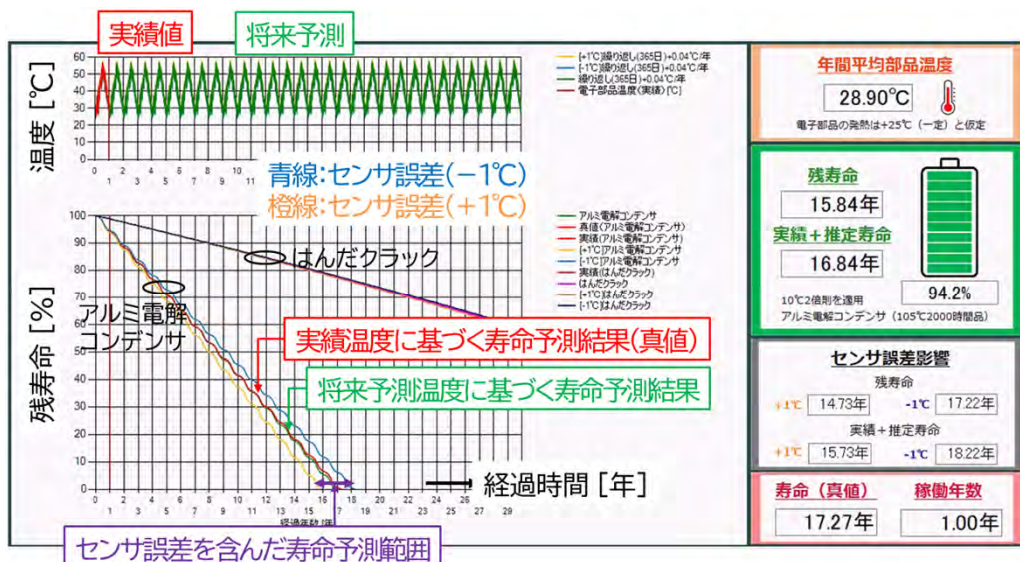
寿命実況値算出・将来予測



異常検出



逐次寿命予測手法を実装したツールによるケーススタディ結果



現時点から
過去365日間の
電子部品の平均温度

実況値計算結果
(現時点での劣化度合い)

将来予測結果
(劣化ペースの推定)

残寿命17.27年(真値)に対して
16.84年の予測
⇒半年以内の予測誤差を実現

列車制御システムへの 公衆回線と汎用端末の適用

無線式列車制御システムへの公衆通信回線の適用が容易になるほか、保安装置の更新時期とは独立して、最新の通信技術や情報セキュリティ技術へアップデートできます。

研究の背景と目的

- 保守の省力化・省設備化のために無線式列車制御システムが注目されています。
- 無線式列車制御システムの更なる省設備化のため、**公衆通信回線**を適用する構成手法と、公衆通信回線の適用において課題となる**情報セキュリティ**を汎用端末によって解決する構成手法を開発しました。

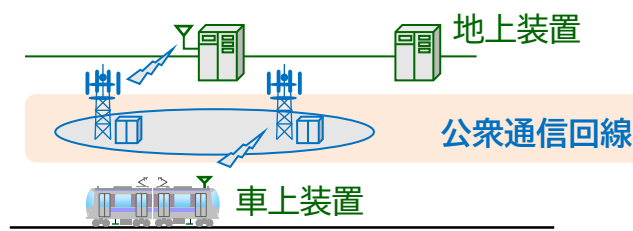
研究成果

- 無線式列車制御システムの具備すべき要件を整理し、**システム設計手順**を策定しました。
- 公衆通信回線を適用するためのモデルとして、**保安制御機能と伝送機能を分離**した構成モデルを提案しました。
- 安全性と情報セキュリティの要件を定義し、**汎用端末に情報セキュリティ機能**を搭載し、FS装置により診断する手法を開発しました。
- 最新の通信技術、セキュリティ技術への**アップデート**が容易にできます。

公衆通信回線の活用イメージ

- ◎ 地上設備のさらなる削減によるメンテナンスの省力化・低コスト化の向上
- △ 安全性・セキュリティの確保が課題
→ ○ 本手法で解決
- 自営の専用無線設備が不要

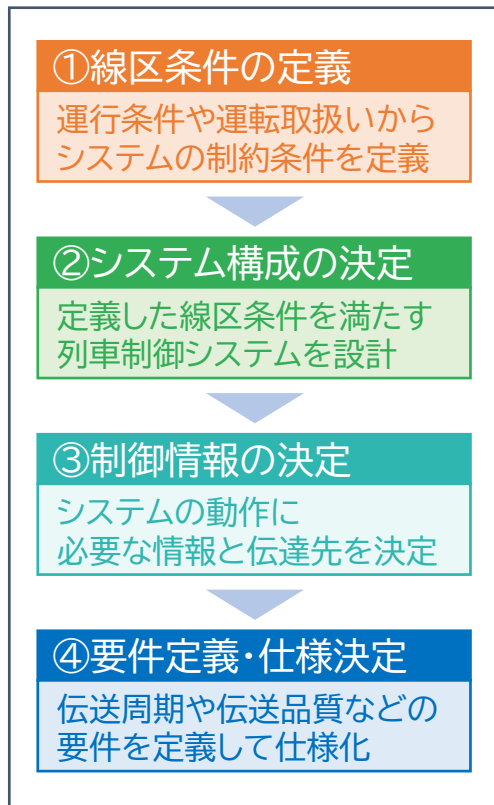
地方交通線
でのニーズ



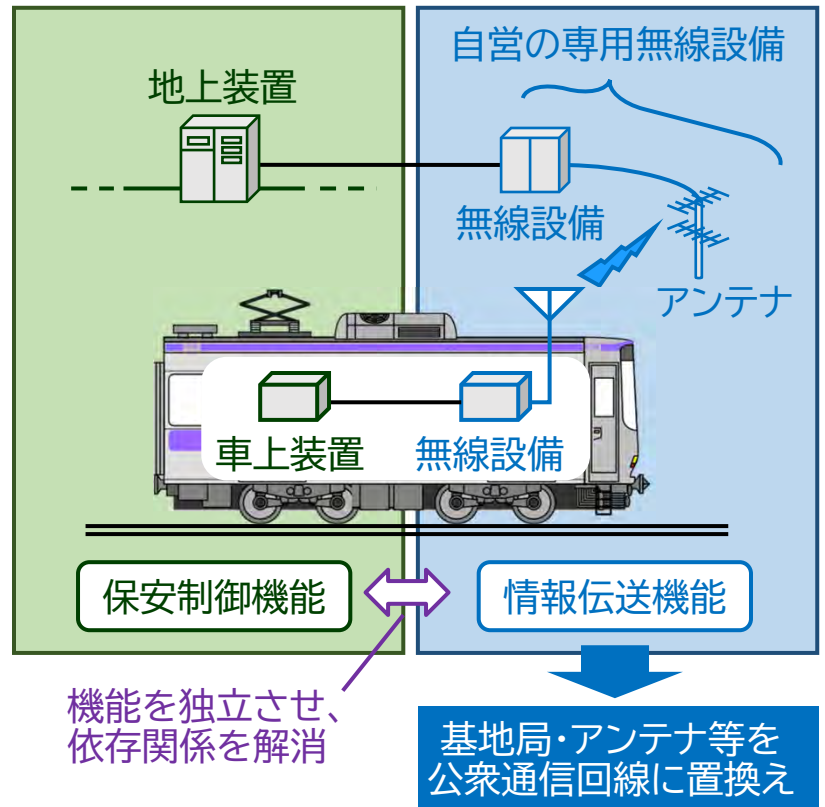
今後の展開

- 公衆通信回線を適用した無線式列車制御システムの実証試験を実施します。
- 公衆通信回線を含む無線式列車制御システムの要件定義、設計等を支援します。
- 導入予定線区の公衆通信回線の調査、分析を実施し、導入に向けた支援をします。

システム設計手順



公衆通信回線を適用する構成



公衆通信回線適用時のセキュリティ対策の実装の考え方

セキュリティ技術の課題

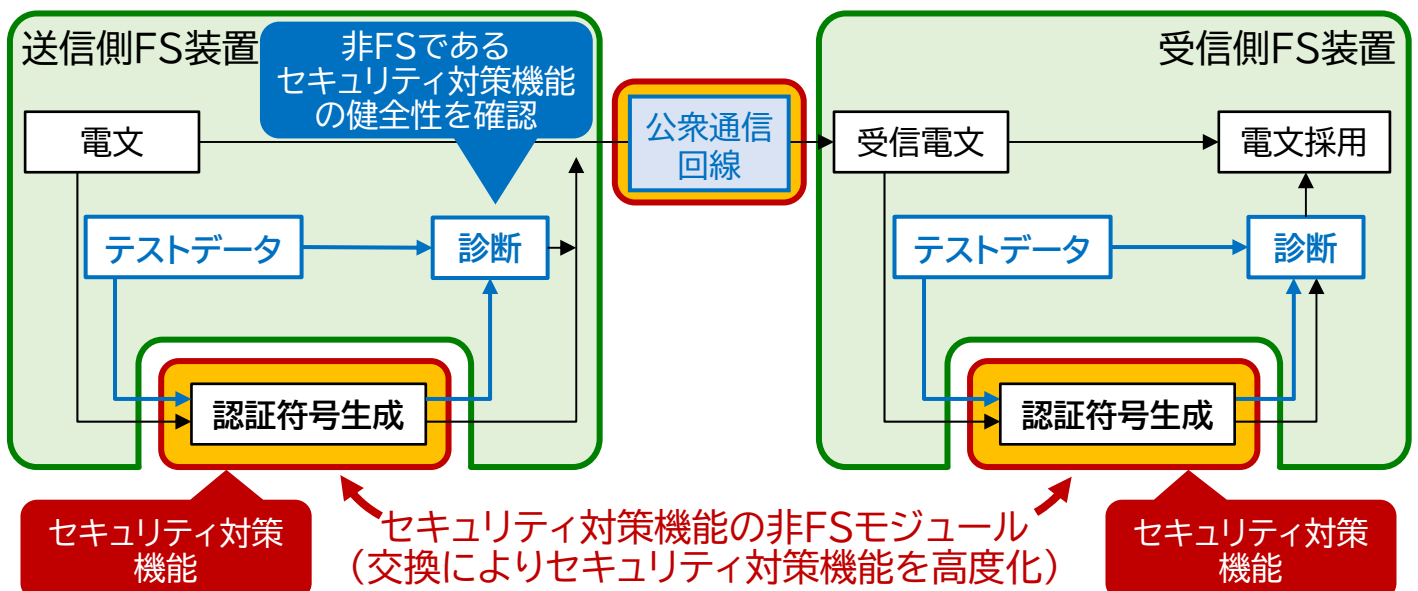
- × 処理が複雑で処理負荷が高く、FS-CPUでの**処理困難**
- × 更新頻度が高い
- × セキュリティ技術の**危殆化**

提案する実装法

※FS:フェイルセーフ

- セキュリティ対策機能を非FSモジュールに実装、動作をFS-CPUで検証
- セキュリティ対策機能を**単独で更新可**
- 汎用の**高度なセキュリティ技術**を適用

セキュリティ対策の具体的な実装例



公衆無線通信回線特性の 簡易測定システム

鉄道事業者が公衆無線通信回線の通信品質に関するデータを簡易に取得し、分析するためのシステムを開発しました。

研究の背景と目的

- 列車運行や制御に関わる情報伝送には、主に鉄道事業者が設置した自営通信回線が用いられてきましたが、自営設備数の削減による保守の省力化や高機能化を目的として、通信事業者が提供する公衆無線通信回線の活用が検討されています。
- 鉄道事業者において、簡易に回線特性を把握・評価する手法が求められています。

研究成果

- 公衆無線通信回線を利用したシステムの導入を検討する段階で、鉄道事業者が通信品質に関するデータを簡易に取得できる測定システムを構築しました。
- 測定したデータをブラウザで表示・分析できるビューアアプリを開発しました。

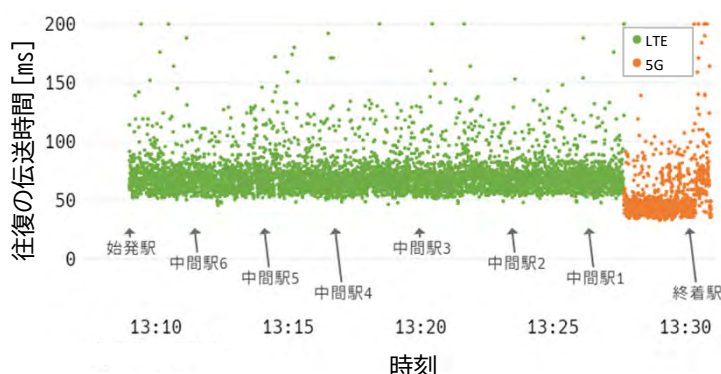
今後の展開

- 本システムを活用して、自営通信回線や複数の通信事業者回線を併用する通信システムの導入手法を検討する予定です。

測定システムの外観



情報伝送時間の測定結果表示例



受信電力の大きさの測定結果表示例



本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機関(NICT)の委託研究(04901)により得られたものです。

無線式列車制御システムへの ビームフォーミング方式の適用

無線式列車制御システムを都市圏に展開する際に問題となる周波数チャンネル不足を解消するため、ビームフォーミング方式を用いた同一周波数による対複数列車への同時通信を実現します。

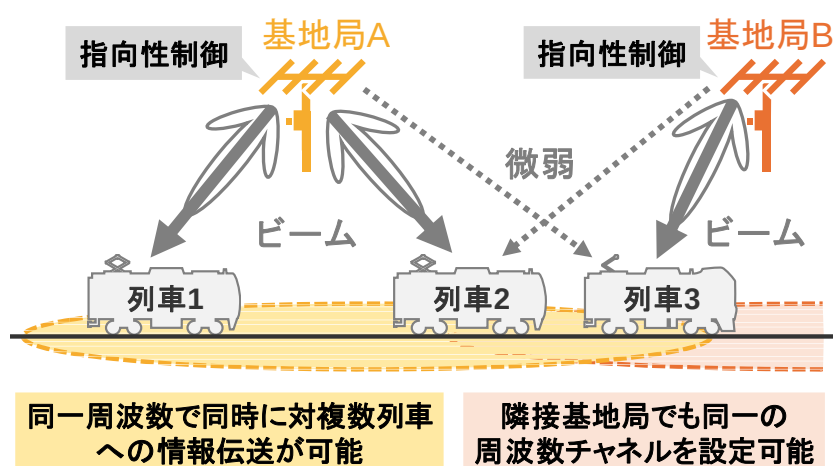
研究の背景と目的

- 近年、都市圏で無線式列車制御システムの導入が拡大する一方、複数線区が併走する区間への導入時、限られた周波数資源の中で列車制御を行うための**空間分割多重技術**が注目されています。本展示では、電波の振幅および指向方向の制御で空間分割多重を行う**ビームフォーミング方式**の適用について紹介いたします。

研究成果

- ビームフォーミング方式の適用可否を判断する上で、**伝送品質推定シミュレーション**および**電波伝搬シミュレーション**を用いた評価手法を策定しました。
- 各アンテナで送受信した電波の指向性制御、変復調、歪み補正等を計算する伝送品質推定シミュレーションの計算手法を策定しました。
- 電波伝搬をブラックボックス化し、物理量と乱数でモデル化する電波伝搬シミュレーションの計算手法を策定しました。
- ビームフォーミング方式の適用効果として、同一基地局エリア内で制御可能な列車数が増加する上、隣接基地局に同一の周波数チャンネルを設定可能になることを明らかにしました。

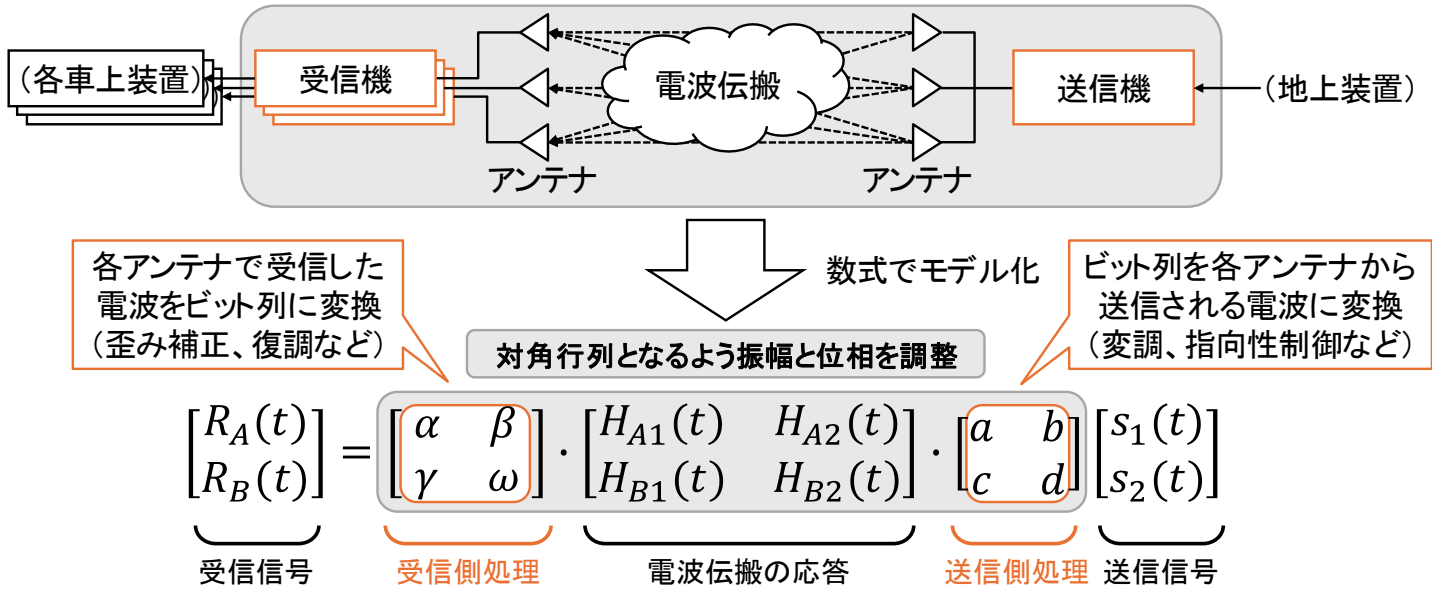
ビームフォーミング方式による空間分割多重



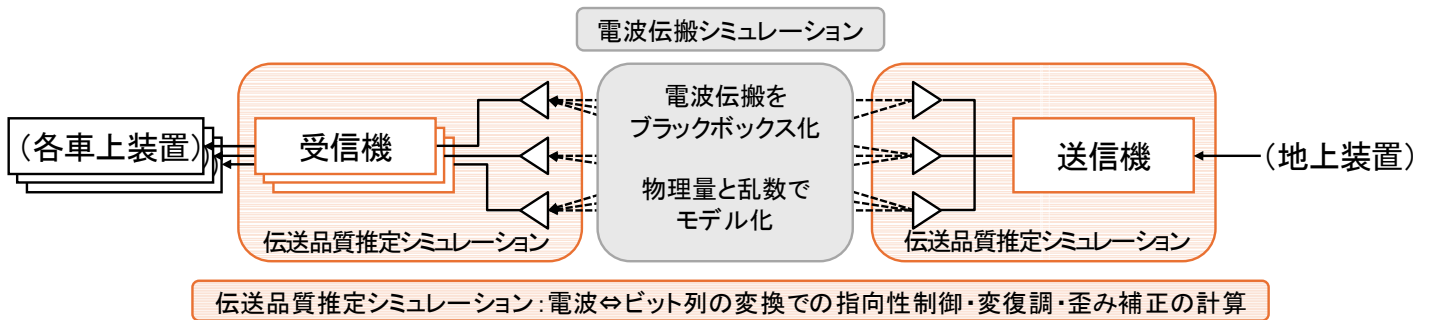
今後の展開

- 周波数に依らず、鉄道通信におけるビームフォーミング方式の導入を支援します。
- 通信エリアの設計および伝送不良の原因究明について、シミュレーションによる無線通信の伝送品質推定を用いた支援を行います。

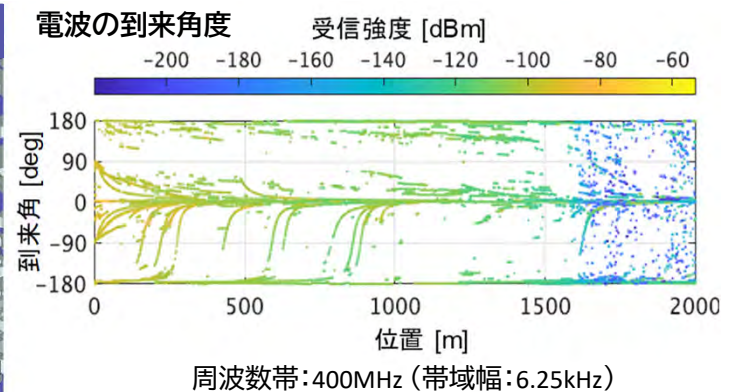
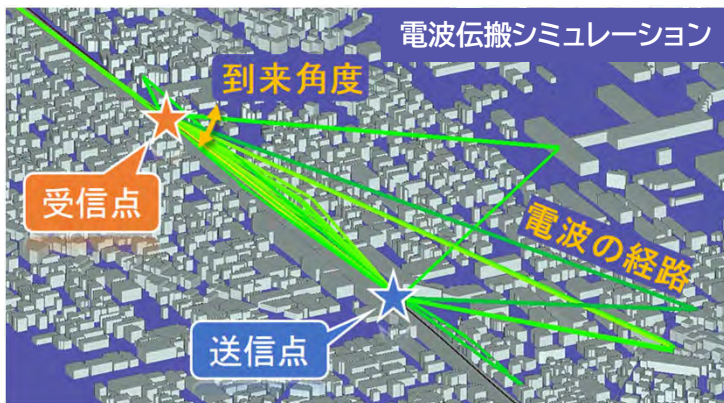
ビームフォーミング方式による空間分割多重の制御方法



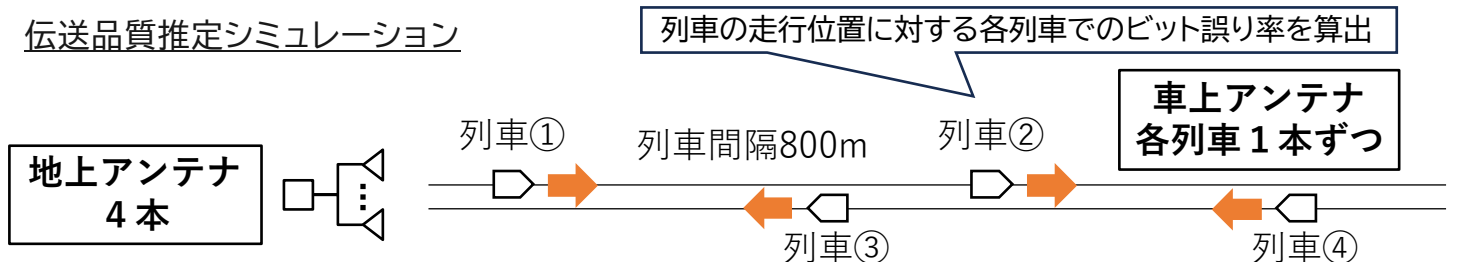
伝送品質推定シミュレーションと電波伝搬シミュレーションの関係性



具体的なシミュレーションの方法と算出例



伝送品質推定シミュレーション



算出結果	列車①	列車②	列車③	列車④
ビット誤り率	10^{-4}	10^{-3} 以下	$5 \sim 6 \times 10^{-3}$	$2 \sim 7 \times 10^{-2}$
評価	良好な伝送品質	良好な伝送品質	情報伝送が可能な範囲	情報伝送が困難

転てつ装置の密着度の管理手法

密着度(トンブール先端開口力)に基づく密着力の管理において課題とされていた、検査者による検査結果のばらつきや、特定の設備における特異傾向を解消する管理手法を開発しました。

研究の背景と目的

- 密着度の管理において、特定の設備において検査基準値内に調整しても密着力が過大になることや、検査結果が検査者によってばらつくことが課題でした。
- 設備の種類や状態、検査方法などが密着度に与える影響、および密着力と密着度の力学的な関係について整理し、上記の課題を解消する管理手法を開発しました。

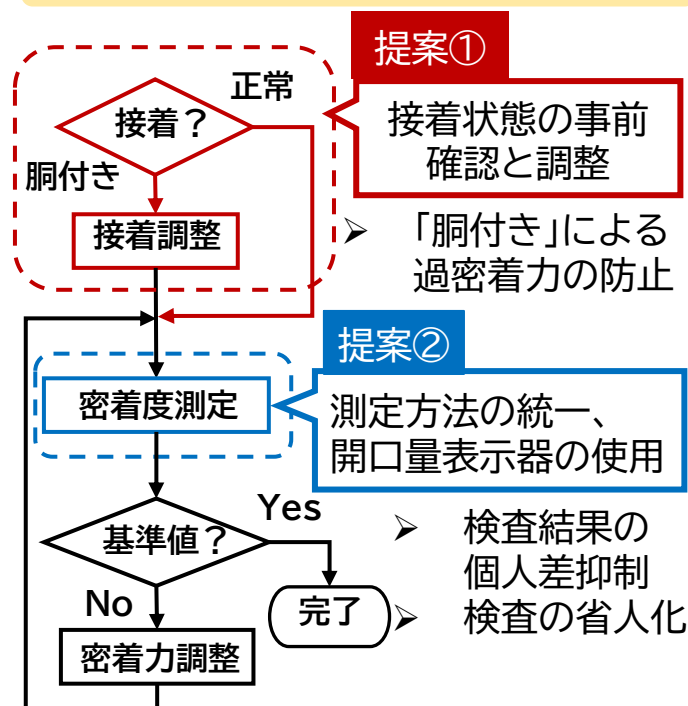
研究成果

- 密着度が特定の分岐器で特異な傾向を示す原因が、トンブールの接着状態(胴付き)であることを明らかにしました。
- 検査者による密着度のばらつきが、開口量の測定に用いる鉄片の使用方や操作力の個人差によることを特定しました。
- 上記を踏まえ、設備や検査者による検査結果のばらつきを抑制するための管理方法(フロー、検査手順)を提案しました。
- 「開口量表示器」を用いた密着度測定により、鉄片を用いた開口量確認に伴う検査結果の個人差の抑制と、検査の省人化を実現しました。

今後の展開

- 密着度の管理方法(フロー、検査手順)、開口量表示器による検査方法は複数の鉄道事業者で採用頂いております。

提案する管理手法



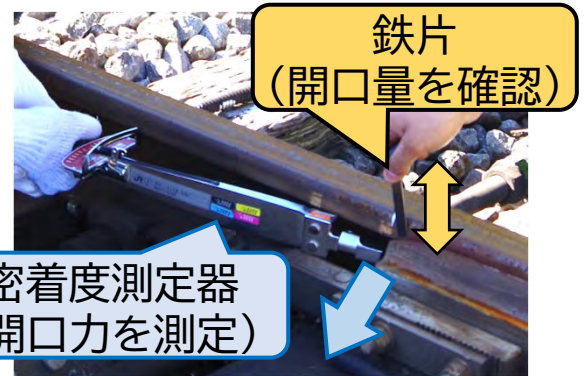
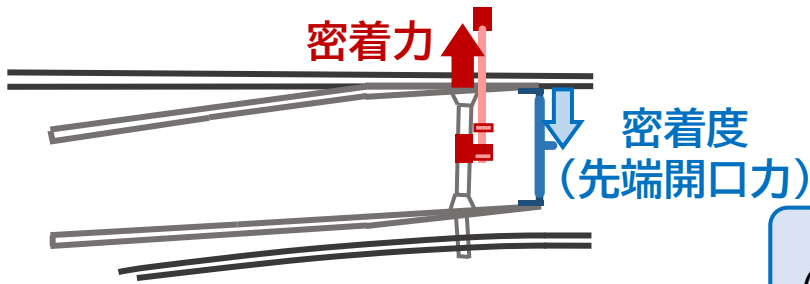
密着度測定器(従来品)



開口量表示器
(所定開口量到達を通知)

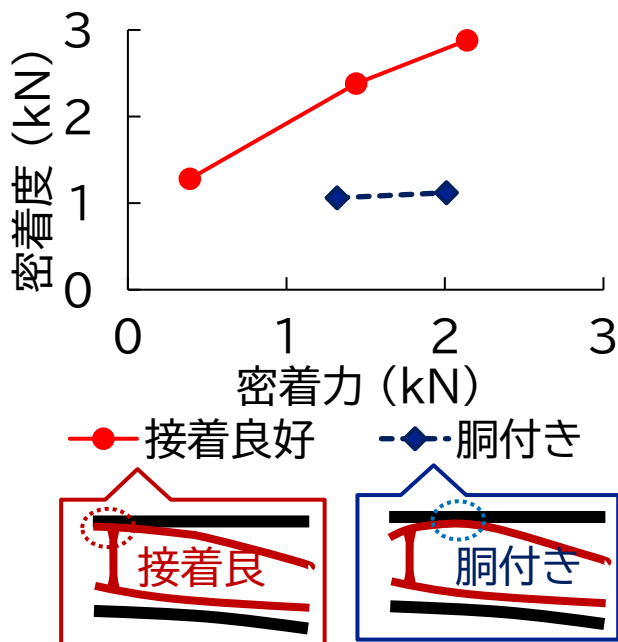
密着度の測定とその目的

直接測定が困難な密着力(トンゲールの保持力)を密着度の大きさに
間接的に管理

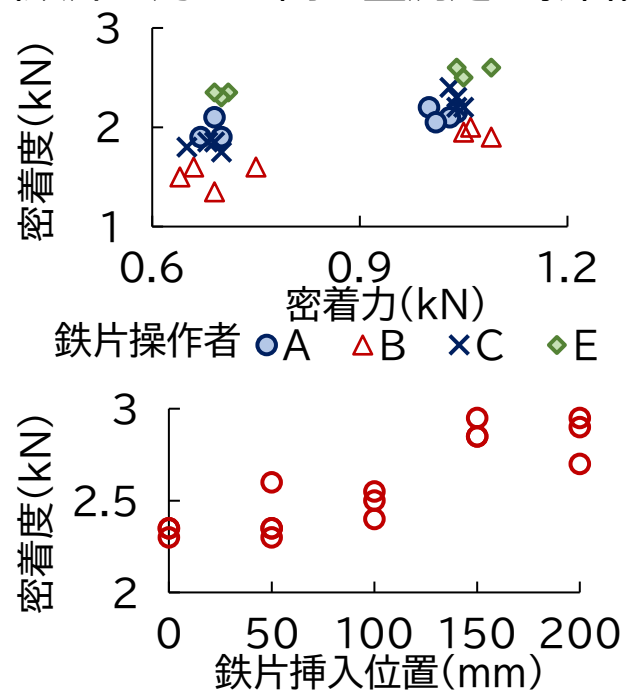


密着度による設備管理の課題

① トンゲールが特定の接着状態
(胴付き)の時に、密着力に対する
密着度の大きさが特異になる



② 測定方法や検査者によって、
密着度の値にばらつきがある
(鉄片を用いた開口量測定が影響)

密着度測定方法を明示した
保守マニュアルの例

保全要項・判定標準 (赤字:追加事項)

【関節分岐器】

密着度は先端1mm開口時に○～△kN

【弾性分岐器】

密着度は先端0.5mm開口時に□～×kN

- ・先端が開口している場合、密着度測定時の開口量に先端開口量を加えること
- ・鉄片挿入位置はトンゲール先端とするなど

開口量表示器



鉄道向け統合ネットワーク および高機能ルータ

鉄道システムの様々なアプリケーションが接続可能かつ任意の伝送媒体を採用したネットワーク構成が可能な「鉄道向け統合ネットワーク」とそのIF装置となる「高機能ルータ」を提案しました。

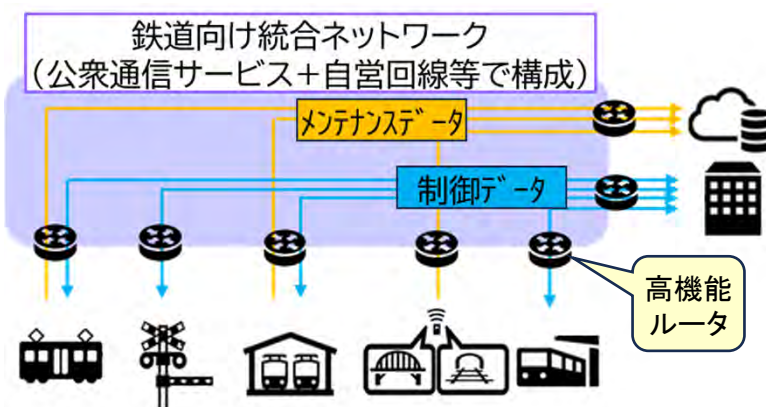
研究の背景と目的

- 鉄道システムの情報通信で利用されるネットワークは、系統や設備ごとに別々に構築されているため、免許の管理や導入・設備メンテナンスに多大な労力が必要です。
- そこで、現在個別に構成されている各系統のネットワークを統合し、多系統が共通して利用可能なネットワークを構築することが目的です。

研究成果

- 複数の伝送媒体で構成する同一ネットワークで多系統のデータ伝送を実現するため、アプリケーションと伝送機能を明確に分離し、伝送上のインターフェース点にゲートウェイ装置(=高機能ルータ)を設けるネットワーク構成を提案しました。
- 伝送機能側で、通信品質のよい伝送媒体を選択する(回線切替)ことで、安定性を確保することができます。
- 回線切替を実装した高機能ルータのプロトタイプシステムを試作し、異なる通信事業者の公衆通信サービス(2回線)で構成した統合ネットワークによる試験から、主回線の切断時に1秒程度で副回線に切替可能であることを確認しました。

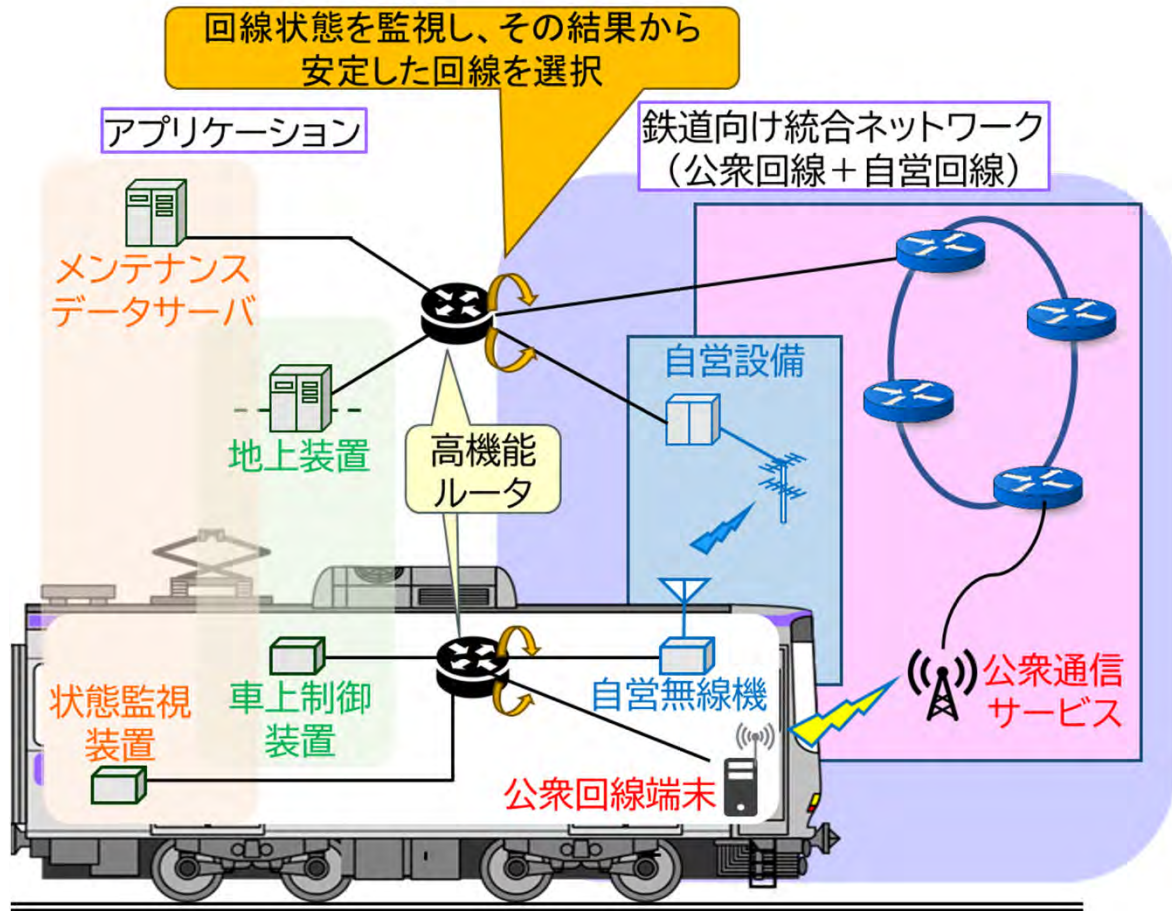
鉄道向け統合ネットワークと高機能ルータ



今後の展開

- 鉄道事業者における公衆通信サービスを利用したネットワーク構成に適用可能です。
- データの優先度に応じた制御機能の仕様を策定して高機能ルータに実装し、その機能を検証する予定です。

車上-地上間伝送システムの構成のイメージと回線切替機能



実装した回線切替機能のシーケンス

全ての回線の状態をping応答時間(t)を利用して監視

- tがk秒以内ならば、応答結果「○」
- 監視期間p秒の「×」の個数をカウントし、閾値を超えたら回線を切替
- 公衆通信サービス2回線で主回線を切断時に副回線に切り替わるまでの時間を計測
i=0.1, k=0.6, p=1, ×の個数=5の結果

伝送方向	データサイズ [byte]	切替時間[秒]		
		最小値	最頻値	最悪値
地上(光)→ 車上(LTE)	100	0.4	0.8	1.0
	1000	0.3	0.7	1.0
車上(LTE)→ 地上(光)	100	0.6	1.1	1.1
	1000	0.5	1.0	1.0

