

# 鉄道実装に向けた超電導と 磁気浮上・電磁気に関する研究開発

浮上式鉄道技術研究部長 富田 優

# 目次

1. 浮上式鉄道技術研究部の研究開発
2. 磁気浮上・電磁気の研究開発
3. 超電導の基礎研究
4. 超電導の応用研究

# 目次

1. 浮上式鉄道技術研究部の研究開発
2. 磁気浮上・電磁気の研究開発
3. 超電導の基礎研究
4. 超電導の応用研究

# 浮上式鉄道技術研究部

26人体制

## 磁気浮上研究室

- ・地上コイル関連技術  
→地上コイル絶縁診断手法  
状態監視技術
- ・非接触給電
- ・浮上式の車両運動

## 電磁気研究室

- ・リニアモータ技術  
→レールブレーキ
- ・磁気シールド解析  
→鉄道車両の磁界評価、  
地上電力設備の磁界評価

## 超電導・低温研究室

- ・送電・電力貯蔵技術  
→超電導ケーブル  
→磁気エネルギー貯蔵、  
電力変換
- ・磁場発生技術  
→高温超電導磁石
- ・冷却技術
- ・高温超電導材料

- ・浮上式鉄道の基盤技術の研究
- ・在来式鉄道へのリニア技術の応用研究
- ・超電導技術の基礎から応用までの一体的研究

# 超電導リニアの基本構成

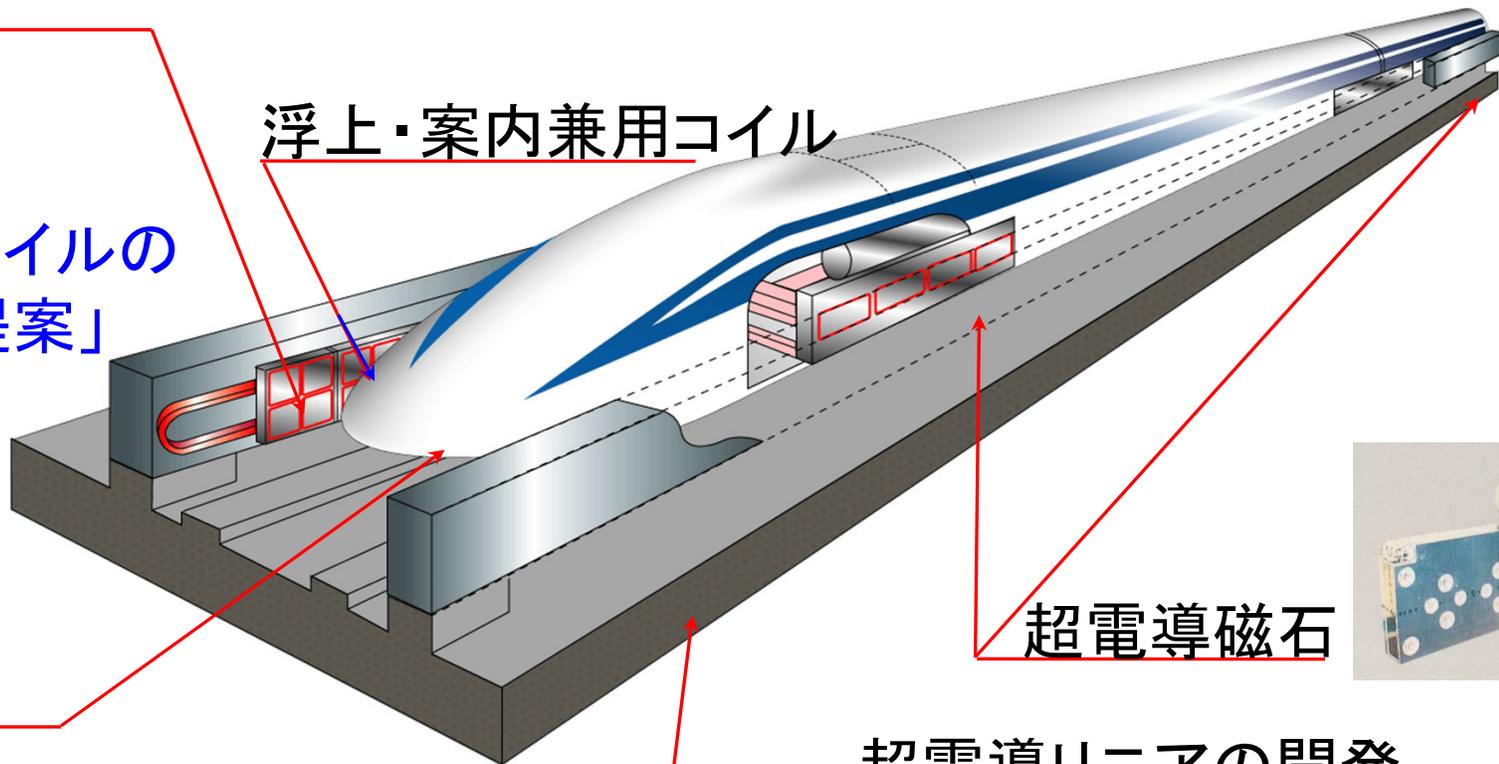
推進コイル



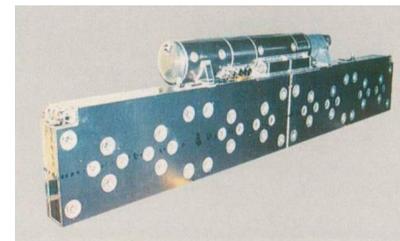
診断技術

「部分放電検出による地上コイルの  
絶縁診断用車載装置の提案」

浮上・案内兼用コイル



超電導磁石



リニアモータ



ブレーキへの応用

「付随車発電制動を実現する非接触  
ディスクブレーキの回路構成」

ガイドウェイ

超電導リニアの開発



超電導技術

「鉄道路線における超電導き電システムの検証」



# 目次

1. 浮上式鉄道技術研究部の研究開発
- 2. 磁気浮上・電磁気の研究開発**
3. 超電導の基礎研究
4. 超電導の応用研究

## 部分放電検出による地上コイルの絶縁診断手法

- ◆ 高速走行に用いる推進コイルに高電圧が印加されるため、絶縁の信頼性が必要
- ◆ 走行車両に絶縁診断装置を搭載、推進コイルを走行中に検査
- ◆ 検査に必要な**高電圧**を走行から得る(**逆起電力**、**通電電流**)



- ◆ 絶縁診断に必要な各部(検出部、計測部、記録部、解析部)を装置として搭載

部分放電の検出による  
絶縁診断手法を提案

# 付随車発電制動を実現する非接触ディスクブレーキ

一般的に電動車の電気ブレーキは回生されるが、不随車のブレーキは回生されない

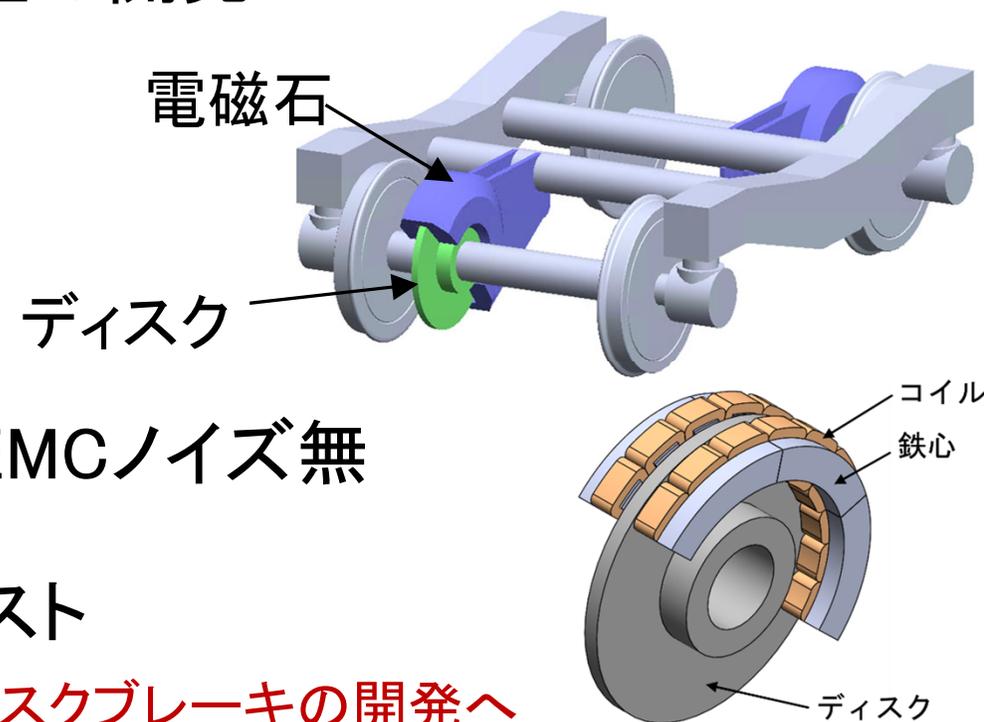
**目的** 回生を得られる付随車のブレーキ装置の開発

**提案** 付随車で電気ブレーキを可能する  
非接触ディスクブレーキ

**特長** **発電・回生, 停電時動作, 摩耗レス, EMCノイズ無**

**目標** 所望の性能を満たしつつ, 簡素・低コスト

発電・回生機能を持つ非接触ディスクブレーキの開発へ

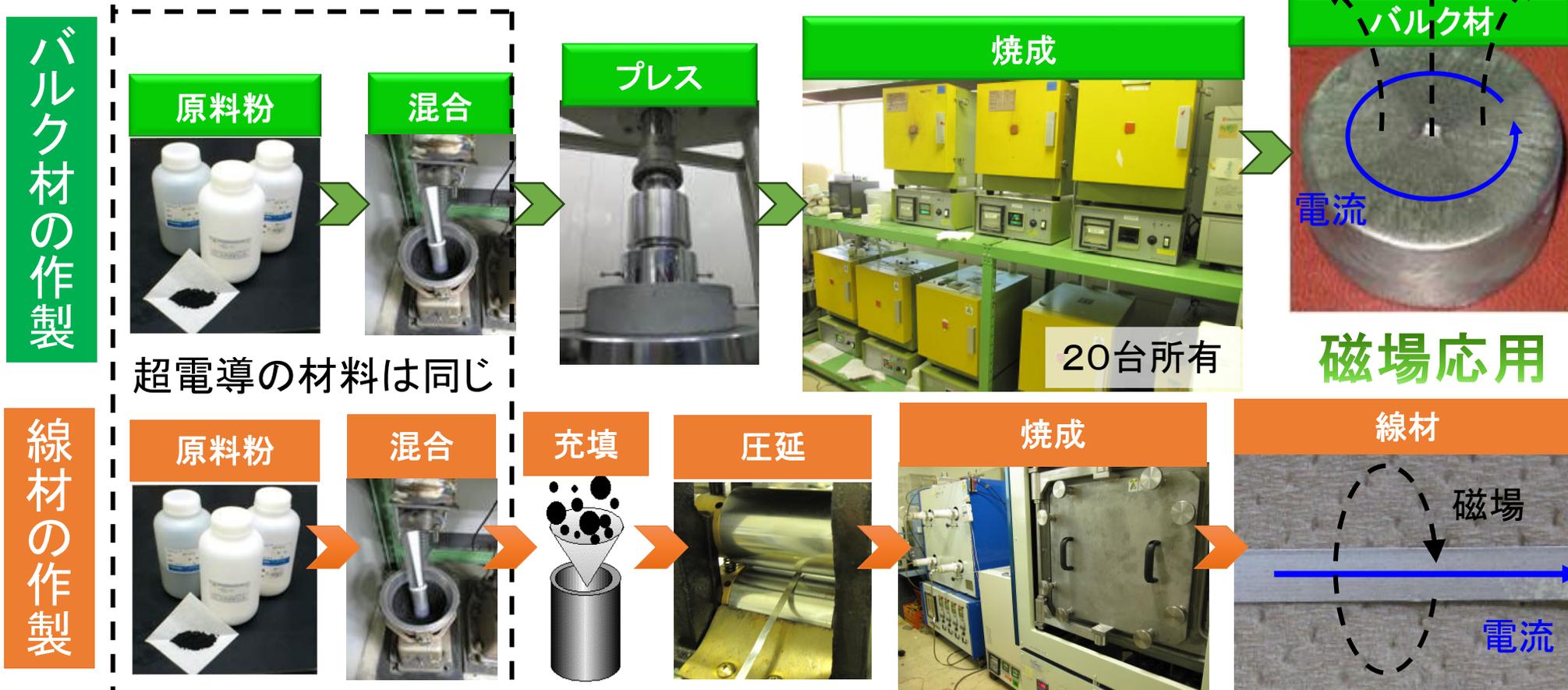


# 目次

1. 浮上式鉄道技術研究部の研究開発
2. 磁気浮上・電磁気の研究開発
- 3. 超電導の基礎研究**
4. 超電導の応用研究

# 鉄道総研の超電導基礎研究：材料作製

高温超電導材料の形態：バルク材と線材

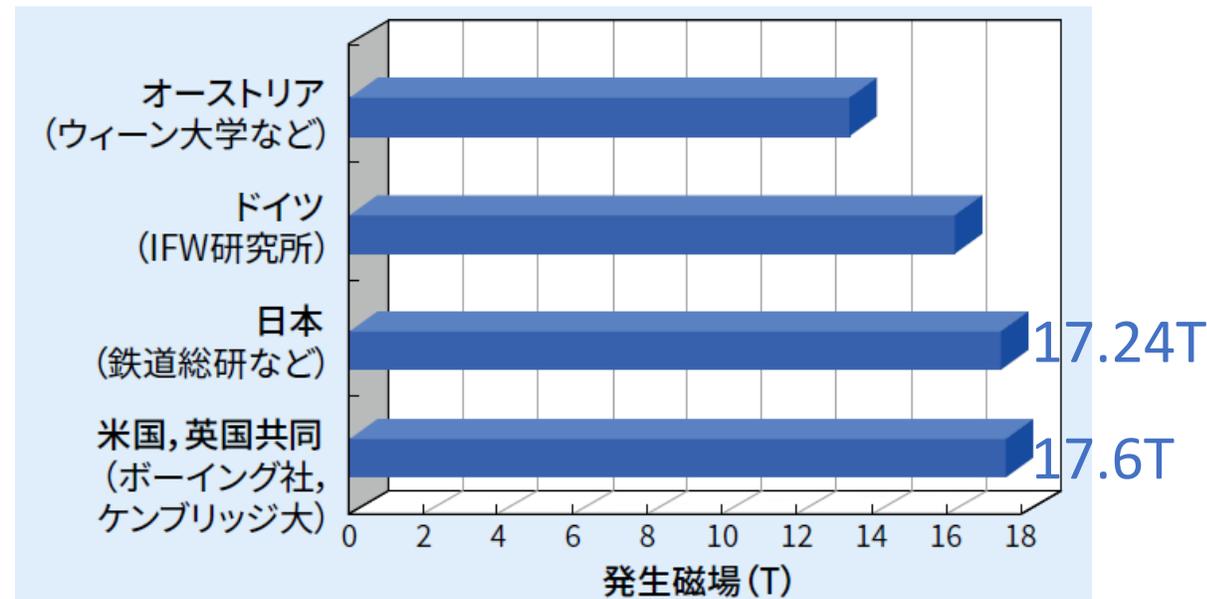
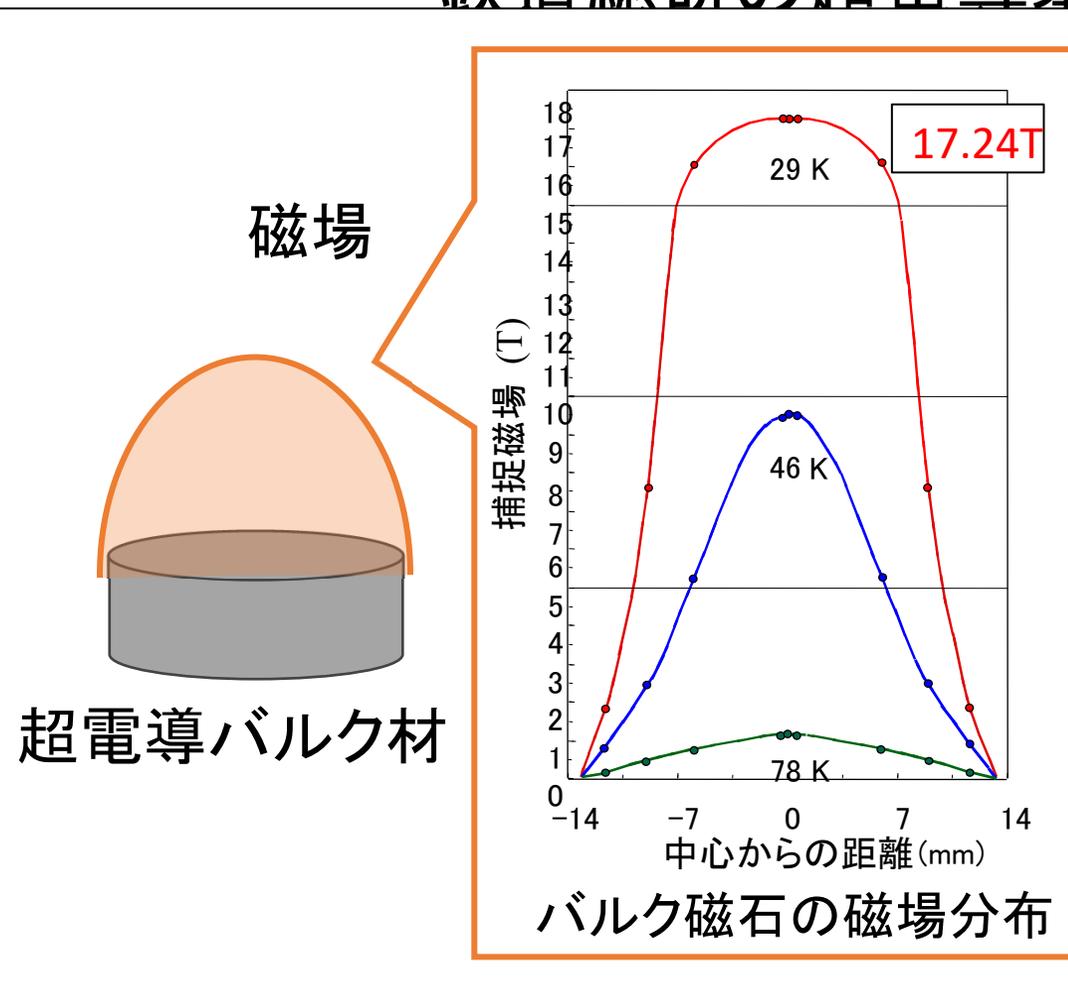


同一の原理で用途に応じ、バルク材と線材がある

⇒ 高い電流密度の高温超電導材料開発

## 鉄道総研の超電導基礎研究：材料作製

高温



11年5ヶ月間、記録を維持

同一の原理で用途に応じ、バルク材と線材がある

通電応用

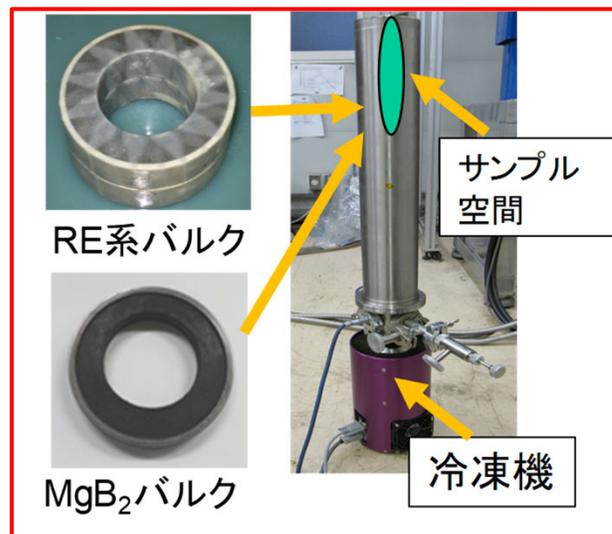
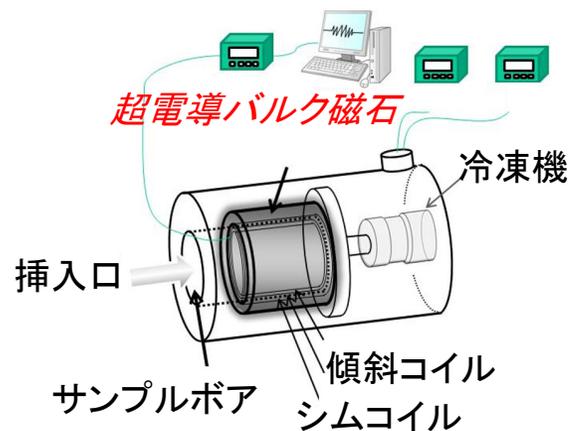
⇒ 高い電流密度の高温超電導材料開発

# 目次

1. 浮上式鉄道技術研究部の研究開発
2. 磁気浮上・電磁気の研究開発
3. 超電導の基礎研究
- 4. 超電導の応用研究**

# 鉄道総研の超電導応用研究

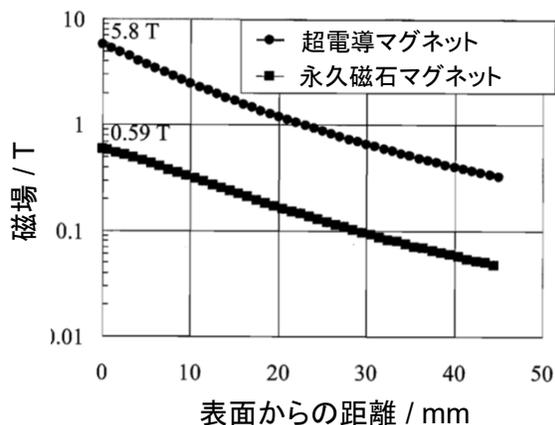
## 材料分析用小型NMR/MRI



## 超電導磁気エネルギー貯蔵(SMES)



## ドラッグデリバリーシステム



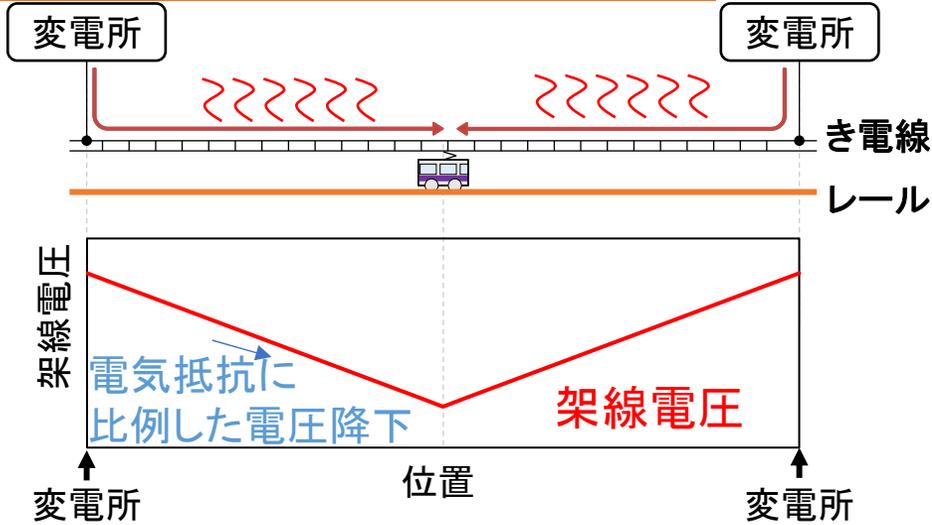
5T以上の発生磁場を確認

## 超電導ケーブル



# 超電導き電の提案

## 直流き電方式の電気の流れ



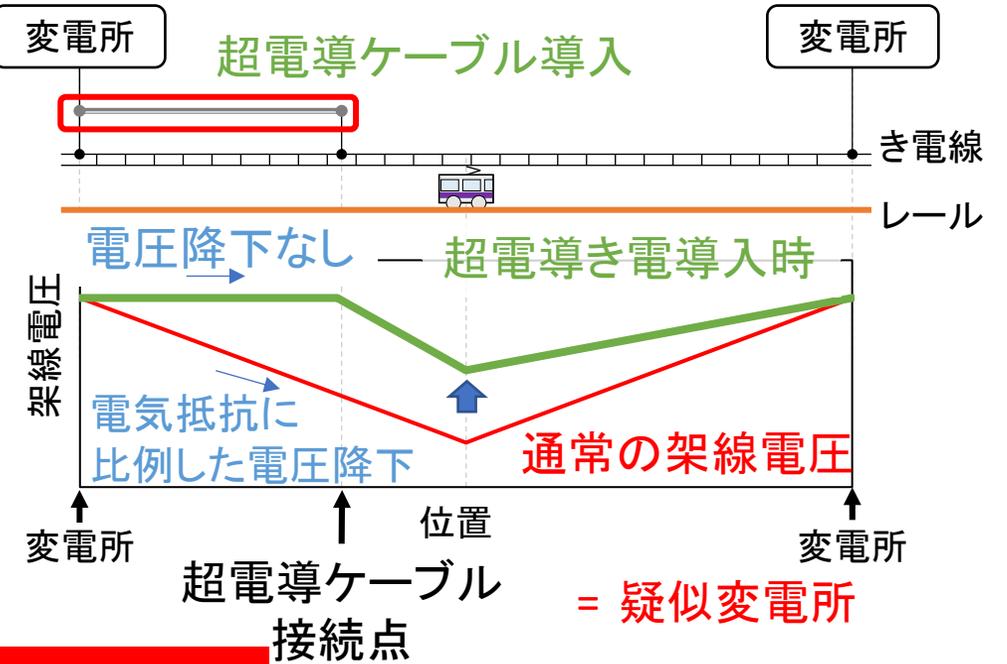
## 課題

- ・車両電圧の低下による運行の乱れ
- ・送電損失、回生失効によるエネルギーロス

電気抵抗に起因

→ 超電導送電により解決

## 超電導ケーブル導入時

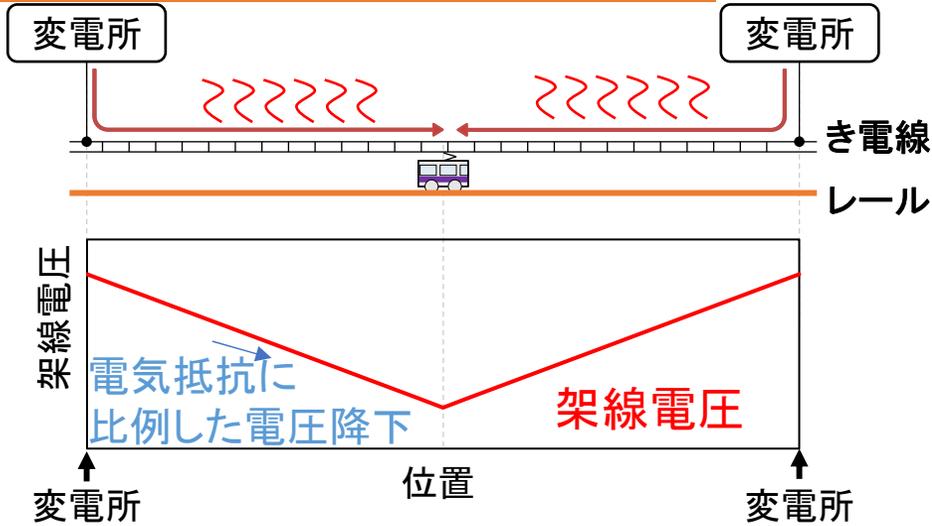


## 導入効果

- ・き電電圧安定化による安定輸送への寄与
- ・回生効率の向上、送電損失の低減

# 超電導き電の提案

## 直流き電方式の電気の流れ



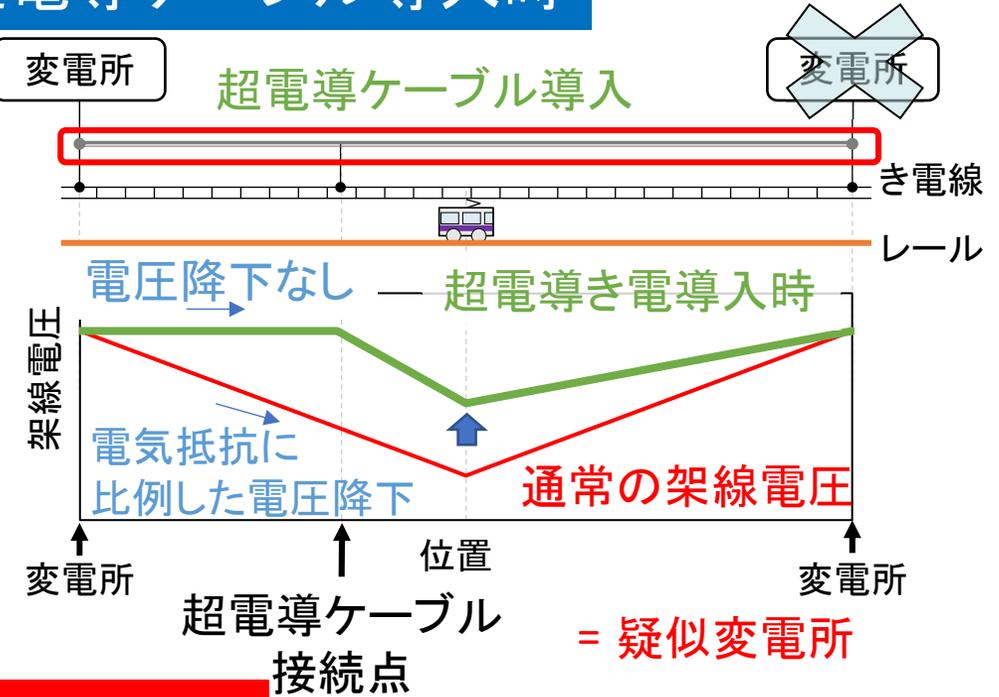
### 課題

- ・車両電圧の低下による運行の乱れ
- ・送電損失、回生失効によるエネルギーロス

電気抵抗に起因

→ 超電導送電により解決

## 超電導ケーブル導入時



### 導入効果

- ・き電電圧安定化による安定輸送への寄与
- ・回生効率の向上、送電損失の低減
- ・変電所の削減・集約化

超電導ケーブルにより、鉄道の安定輸送、省エネ化、省設備化に寄与

# 超電導き電の開発

基礎研究

(材料評価、巻線技術、ケーブル化)



営業線(試験列車)による検証試験

(基本回路検証、遮断試験、回生電流送電試験)



営業運用検証



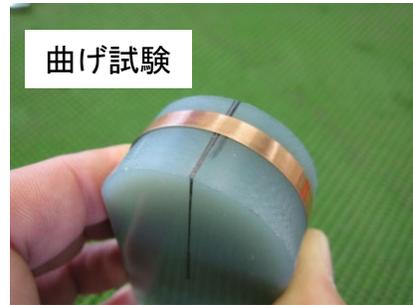
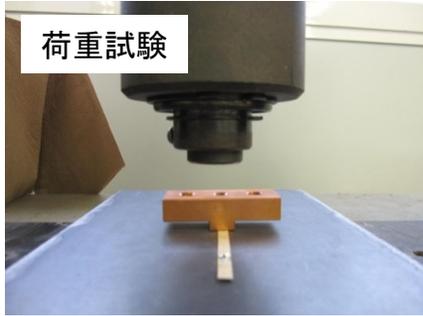
実仕様(長距離化)を見据えた検証

# 超電導き電の基礎研究

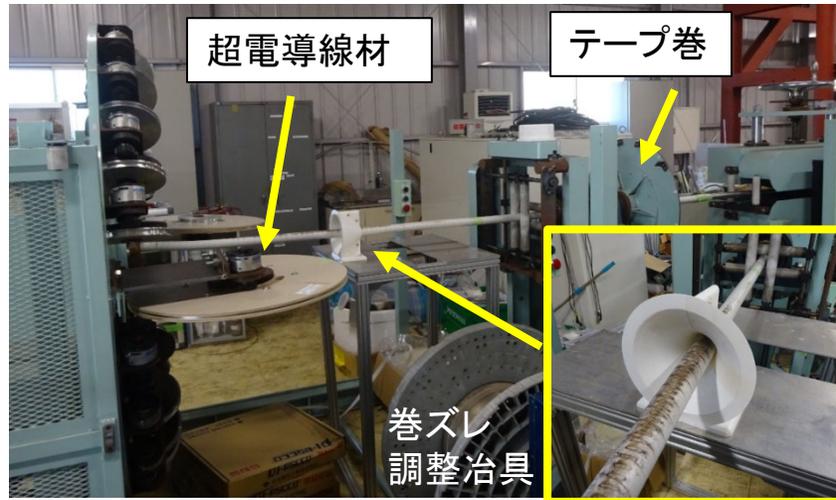
超電導線材の評価

巻線技術

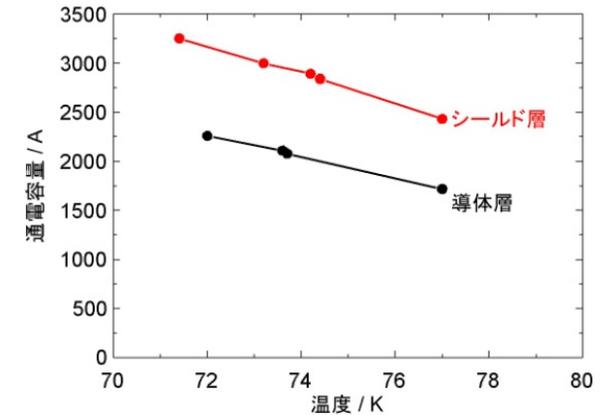
き電ケーブル化



超電導材の特性把握



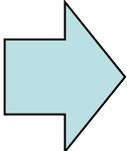
通電評価 (Current carrying evaluation)



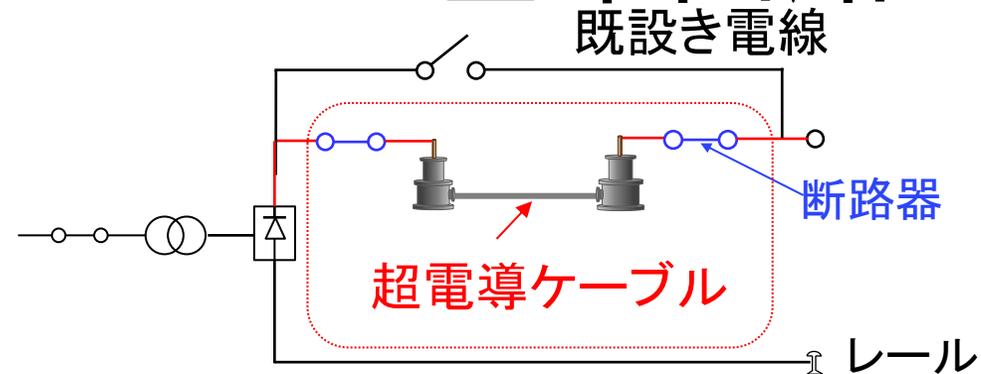
ケーブルの特性評価

# 営業線（試験列車）における検証

- き電システムとしての基本回路の検証
- 超電導き電システムの遮断試験
- 回生電流（逆方向）送電試験

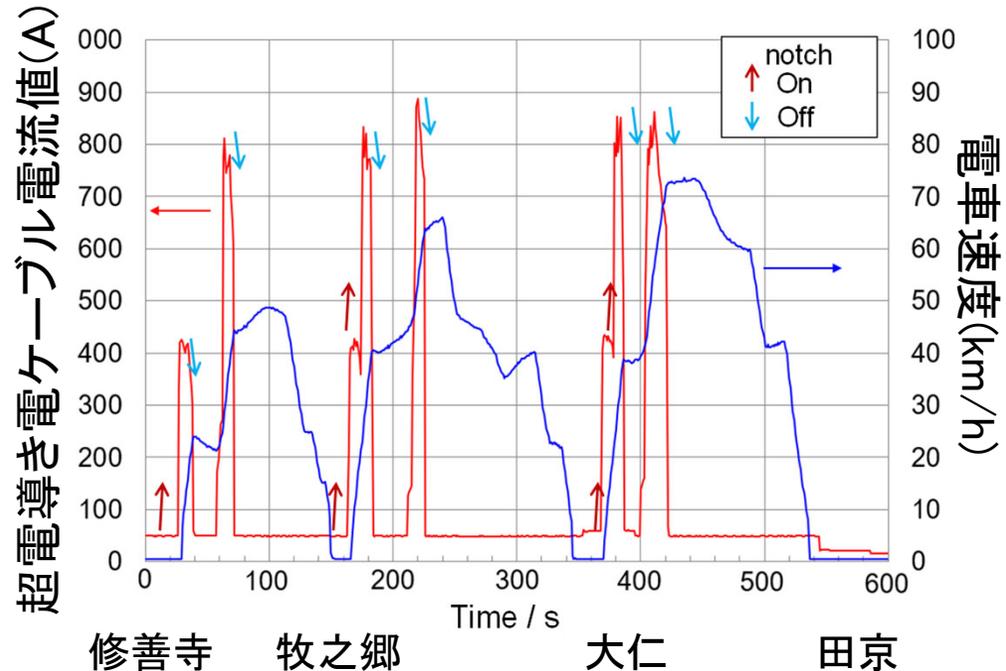
 営業運用検証へ

# き電システムとしての基本回路の検証



本線へ実験用に基本回路(き電)で構成

2015/4/30 鉄道総研プレスリリース

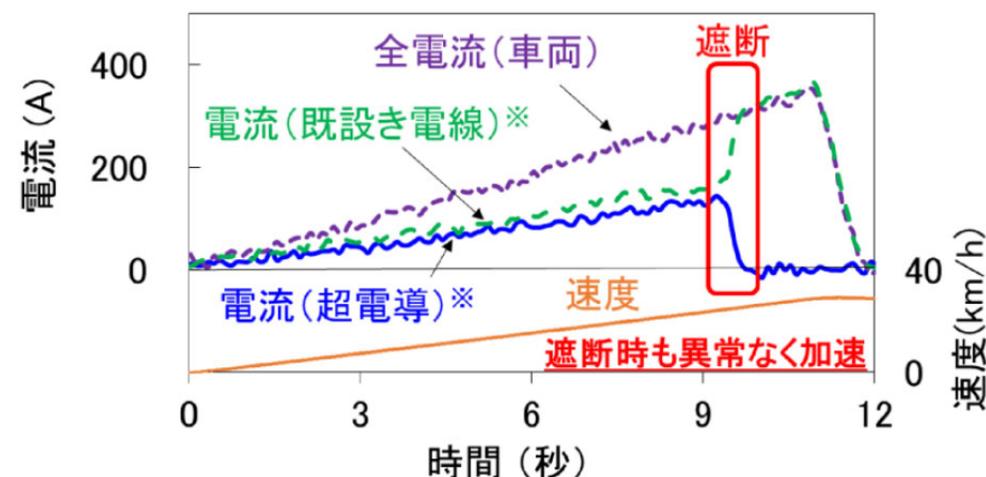
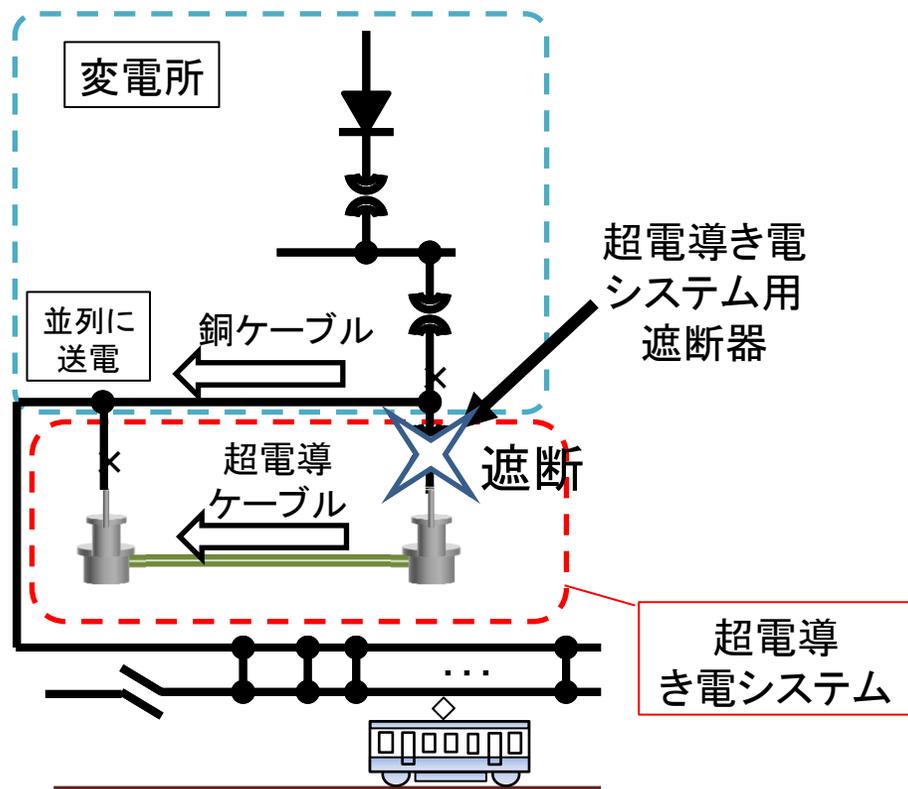


営業線において  
超電導ケーブル  
による列車走行に成功



# 超電導き電システムの遮断試験

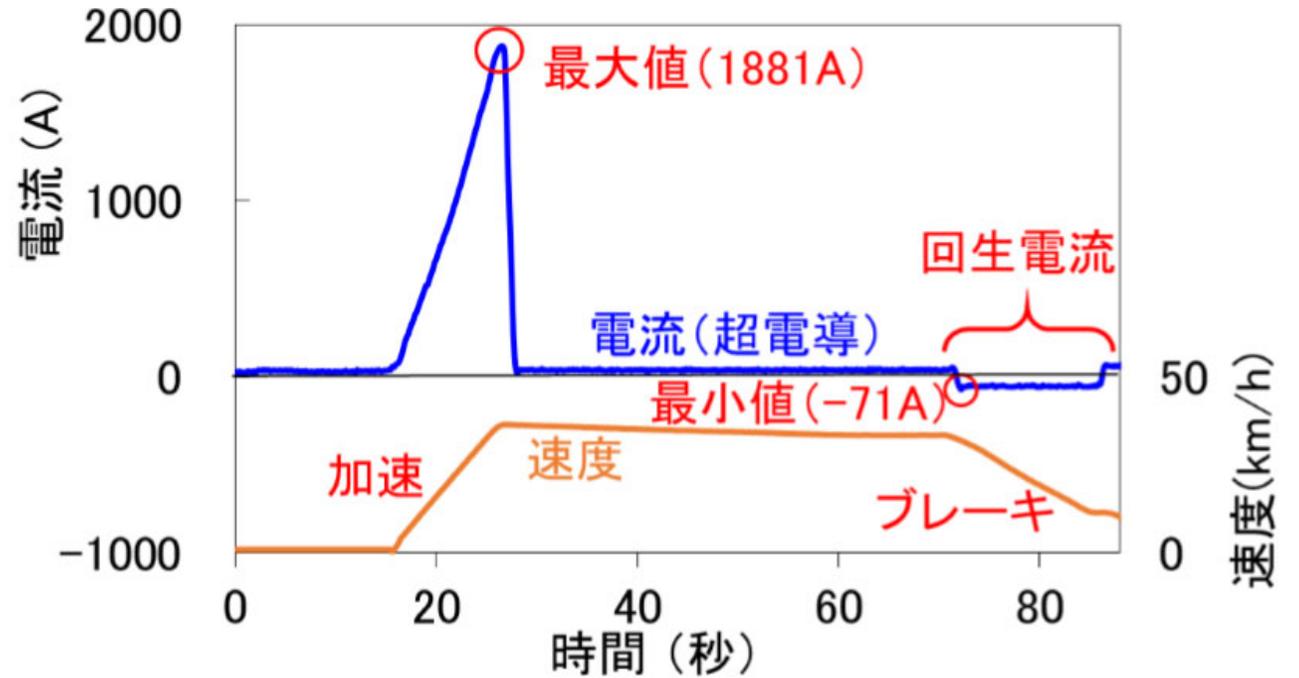
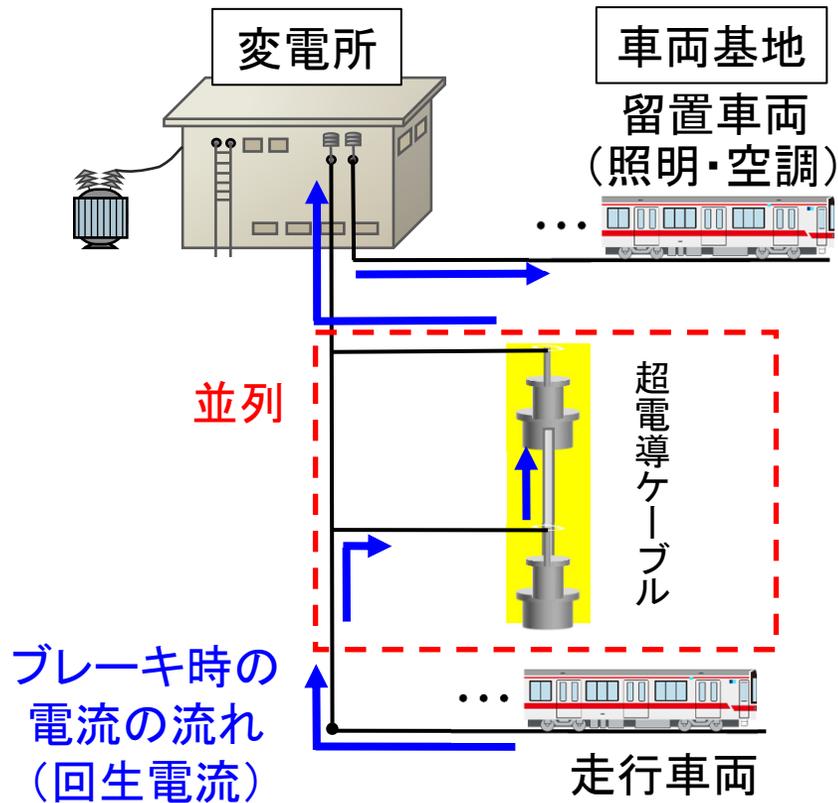
超電導き電システムの故障時を想定し、  
き電回路からの切り離し試験を実施



列車加速中に遮断器により超電導き電システムを切り離した後も  
既設き電線から送電できることを確認

# 回生電流(逆方向)通電試験

鉄道システムへ導入した際に流れる回生電流(逆方向)の通電試験を実施

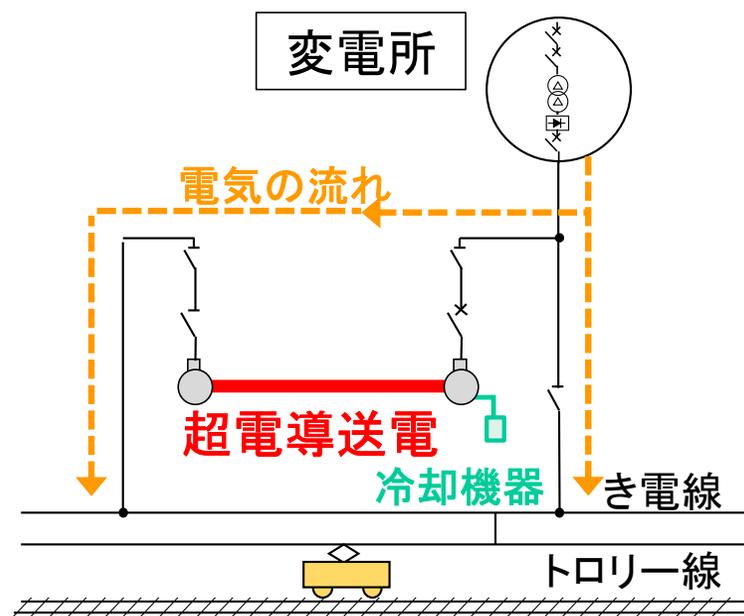


2019/7/3 鉄道総研プレスリリース

ブレーキ時には列車からの回生電流が本システムを通じ、  
車両基地内への留置列車へ送電されたことを確認

# 超電導送電による営業運用検証

## 導入した超電導き電システム



- ・超電導き電の設置に関して申請し、国土交通省の認可を取得
- ・一日あたり上り方面67本、下り方面68本、合計135本の営業列車への電力供給を確認

国交省の認可を得て、国内外で初めて超電導送電による営業運用検証を実施

# 成果の活用

- ◆ 浮上式鉄道に関する研究と、磁気浮上・電磁気および超電導に関する在来鉄道への応用研究を進め、浮上式鉄道のコスト低減や省エネに資する技術として活用
- ◆ 地上コイルの診断手法や非接触ディスクブレーキの他、超電導分野の基礎から応用までの研究開発を進め、JRや民鉄、全国の鉄道路線へ超電導ケーブルをはじめ、応用機器を導入する際に活用

紹介した研究開発の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の「戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ) (JPMJSV0921)」・「未来社会創造事業(JPMJMI17A2)」、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・助成事業を受けて行っている。