

超電導き電ケーブル

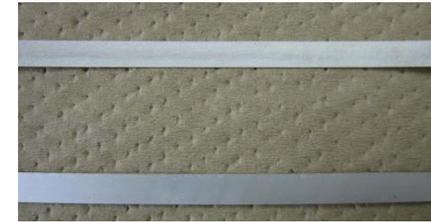
研究開発推進部 担当部長
超電導き電ケーブル課 課長
材料技術研究部 超電導応用研究室 室長
富田 優



超電導とは

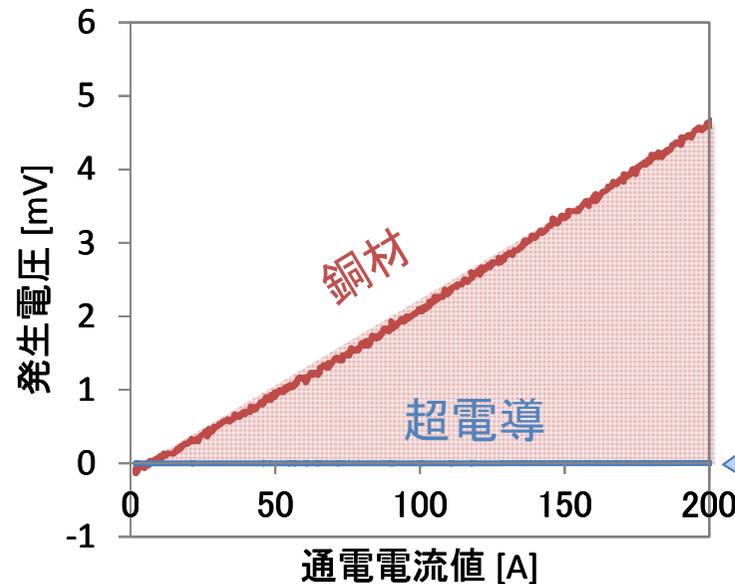
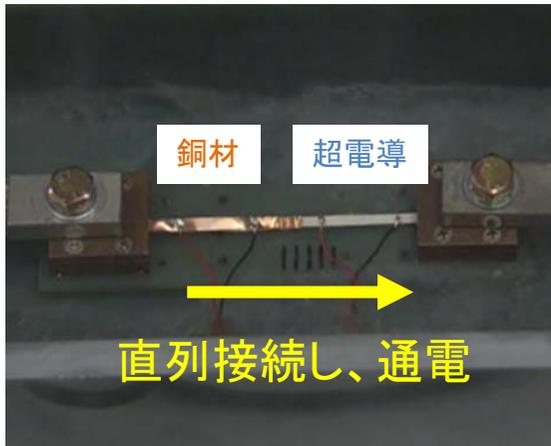
超電導の特性

電気抵抗ゼロで高い電流値！



超電導線材

超電導線材と銅材への通電試験



電気抵抗に比例した電圧発生
↓ $V=R \times I$
送電損失が発生！

電圧発生なし(電気抵抗ゼロ)
↓
送電損失なし！

ただし、電気抵抗ゼロは直流送電のみ！

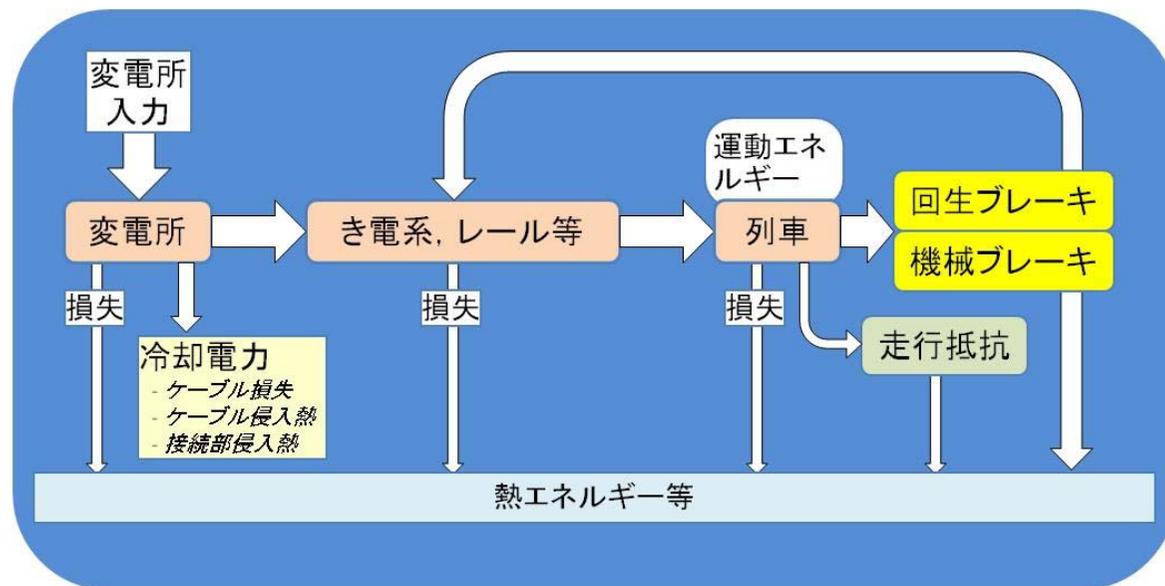
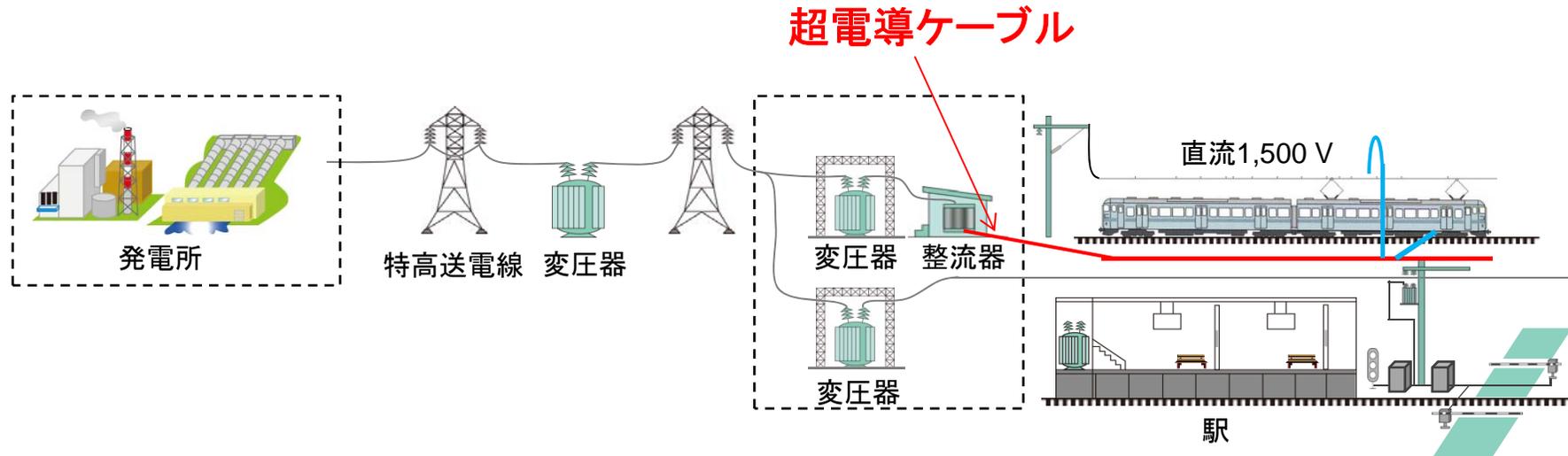
1kW/km程度

変動磁場が発生すると周囲の線材に悪影響が生じ、損失となる(交流損失)

直流送電が有利！ → 超電導き電ケーブルの開発



超電導ケーブルの導入法とエネルギーフロー



超電導ケーブル

回生率の向上

き電系損失の低減

冷却電力が必要

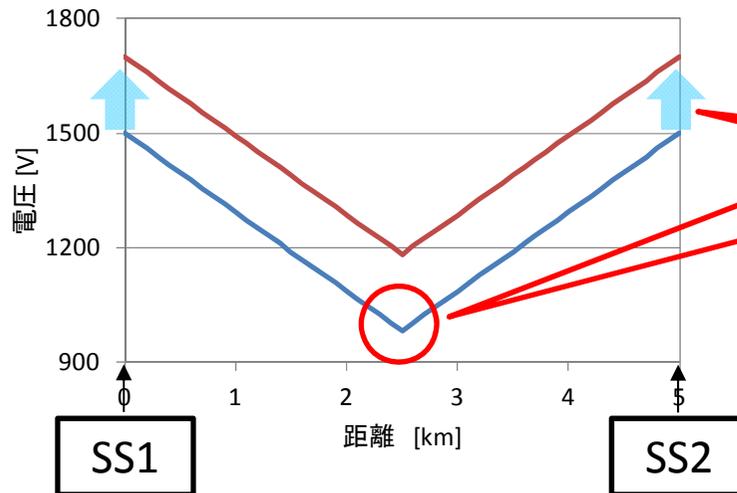
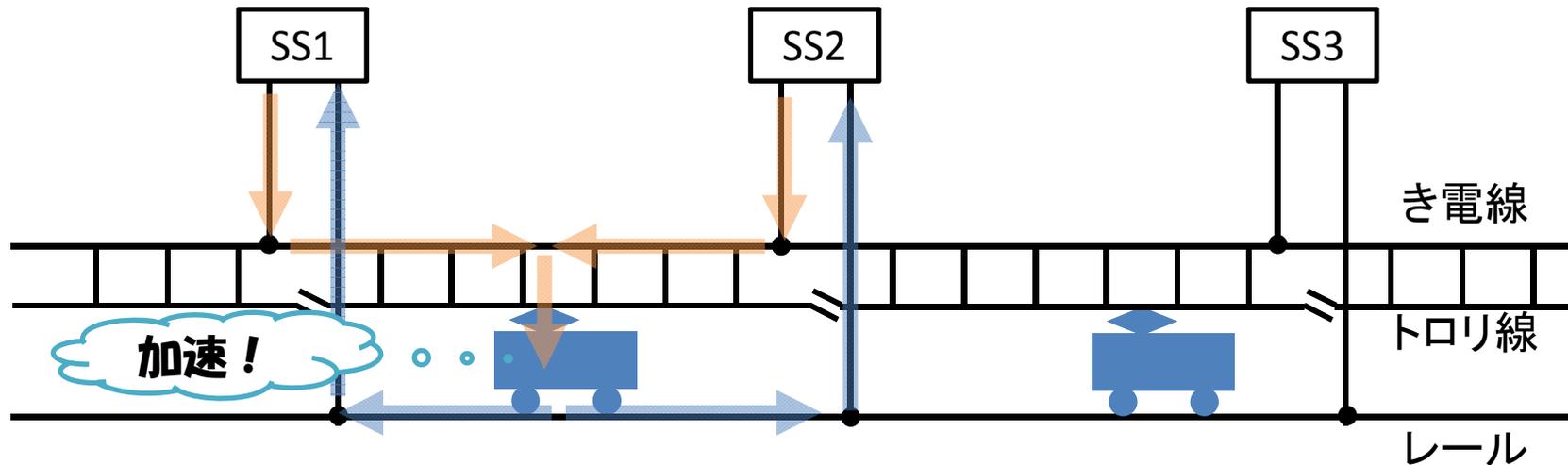
機械ブレーキの使用頻度低下

メンテナンス効率の改善

省エネ

変電所:
設置数削減 or
冗長性(信頼性)向上

直流き電方式の電気の流れ



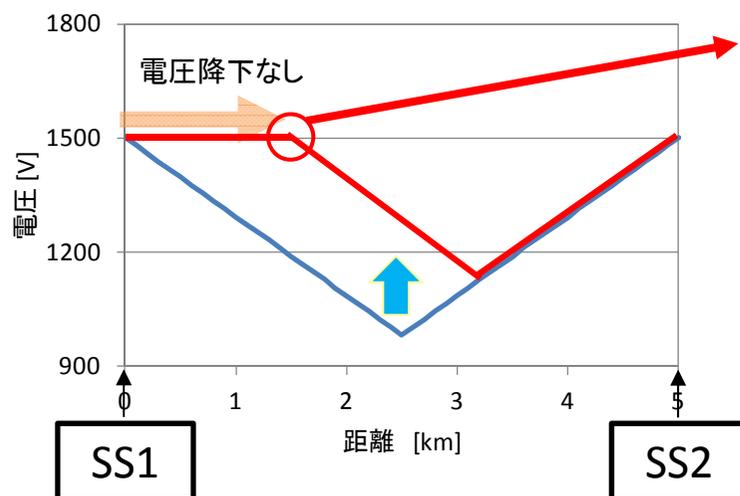
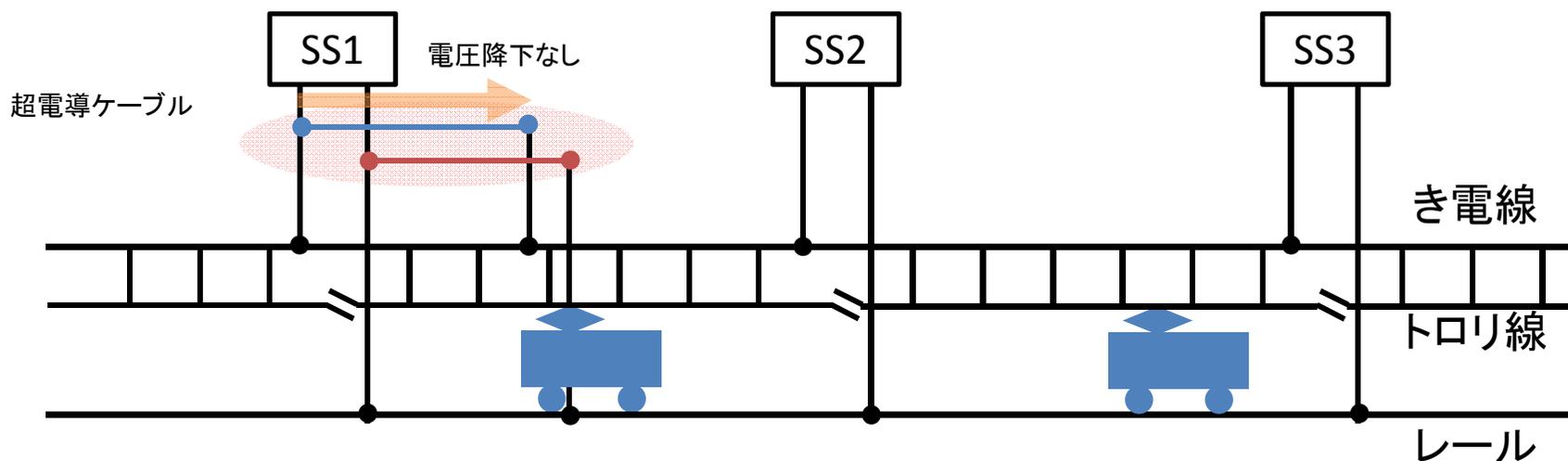
電圧降下が著しい
場合によっては運行に支障をきたす！

変電所の送り出し電圧を上げる
(例えば、1500V→1700V)

電圧低下に対する対策

- 変電所の送り電圧を上げる
- 変電所の間隔を狭める

直流き電方式の電気の流れ～超電導ケーブル導入時～



超電導ケーブルとき電線の接続点が
疑似変電所となる

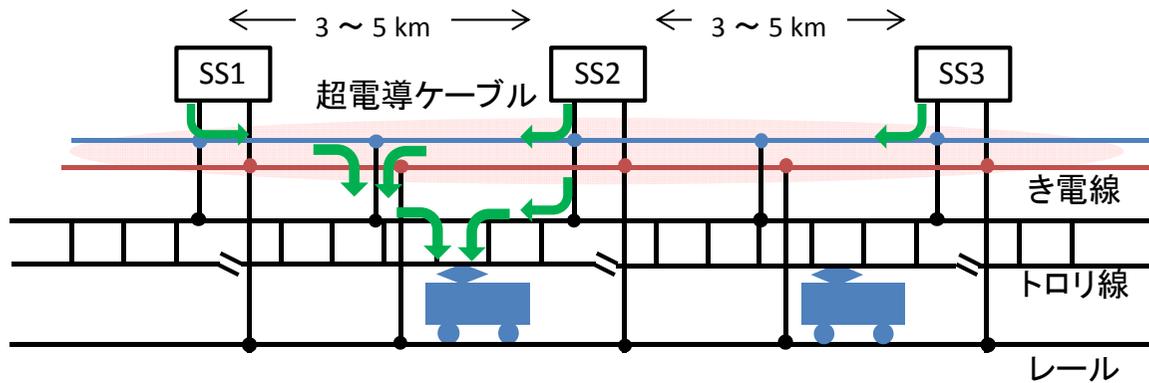
導入効果

- 電圧降下なし→き電電圧の安定化
- 回生効率の上昇
- 変電所間隔の拡大

超電導ケーブル導入効果

直流電気鉄道課題

① 電圧降下、送電損失が発生する →ダイヤが増やせない

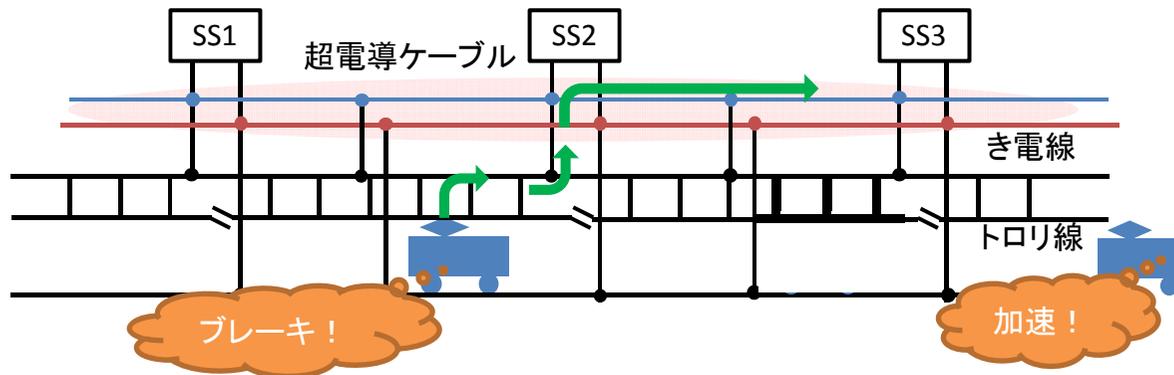


解決!

変電所間の負荷平準化

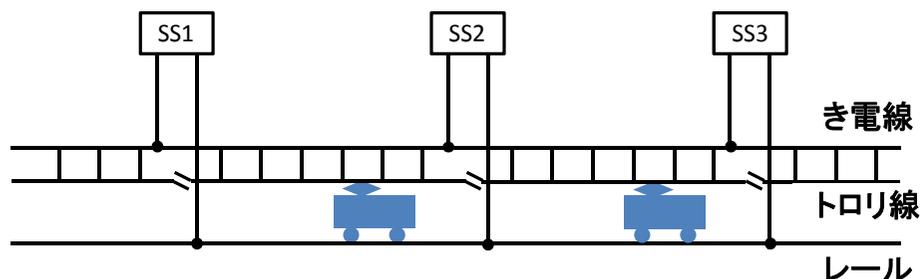
- ① ダイヤの増強が可能
- ② 変電所の削減、商用地利用

② 回生失効の問題

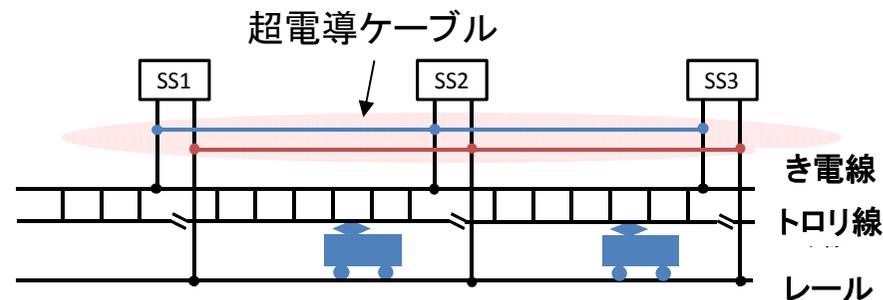


送電損失低減
回生効率
の向上(省エネ)

超電導ケーブルのき電導入例

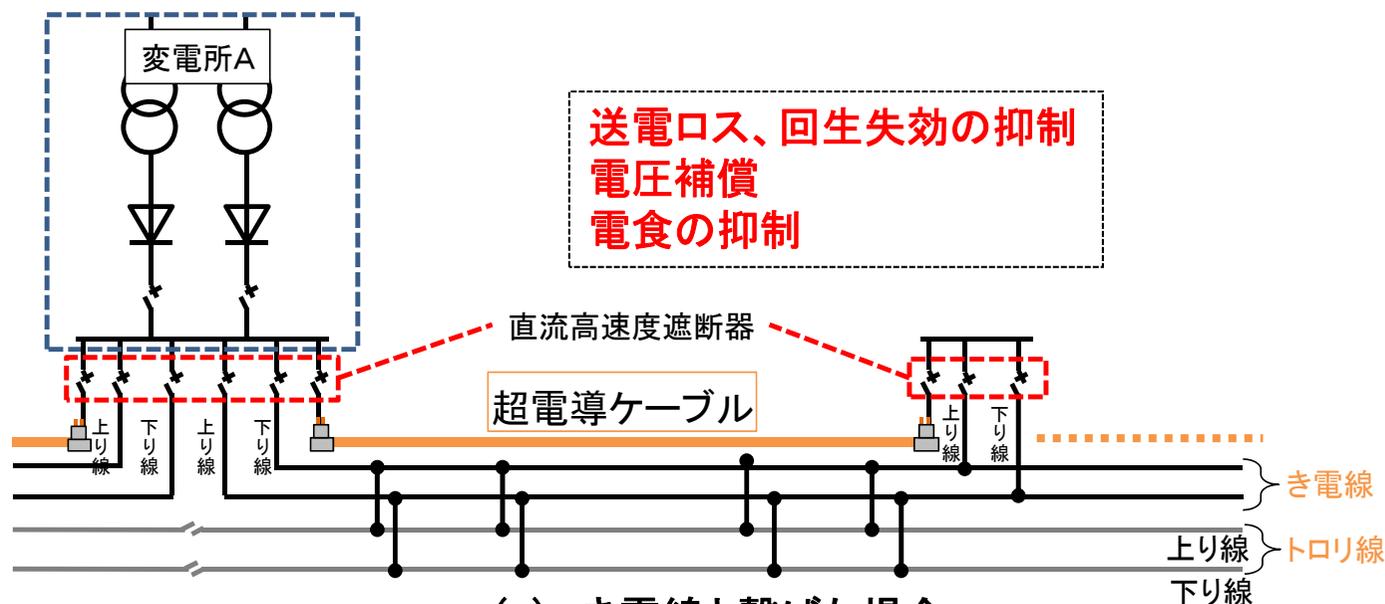


(a) 現在の直流き電システム



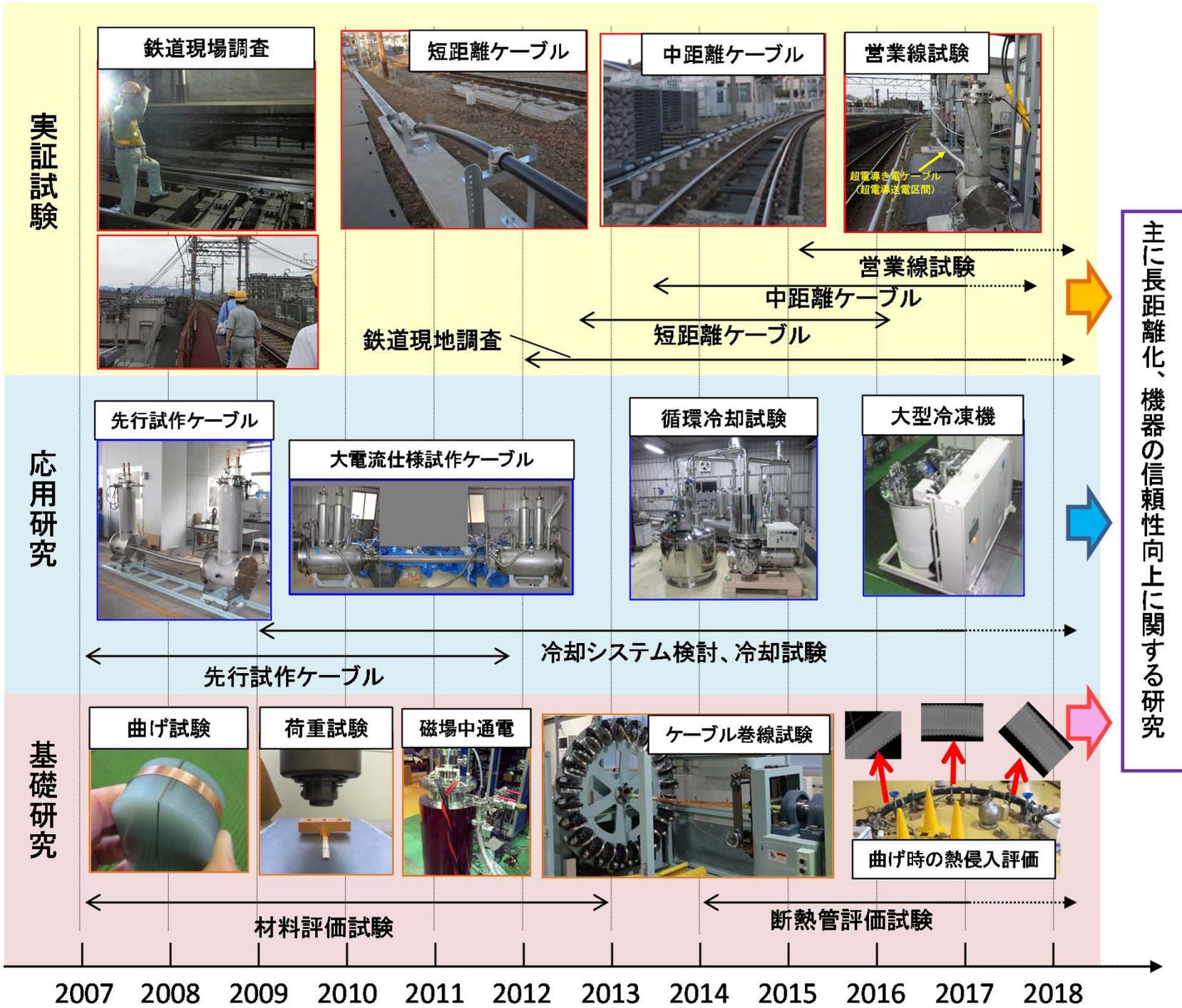
(b) 変電所間を結んだ場合

変電所間の負荷平準化
送電ロス、回生失効の抑制



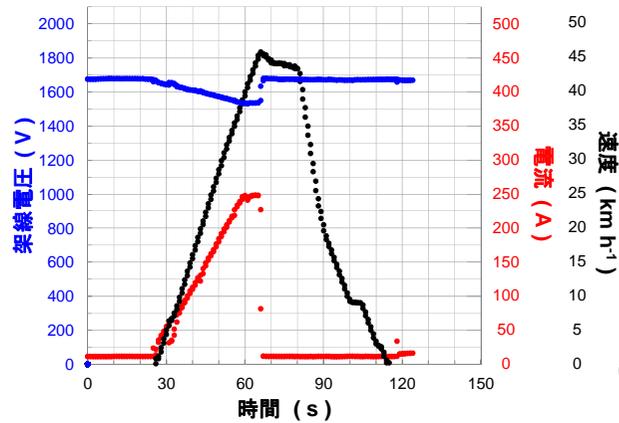
(c) き電線と繋げた場合

送電ロス、回生失効の抑制
電圧補償
電食の抑制



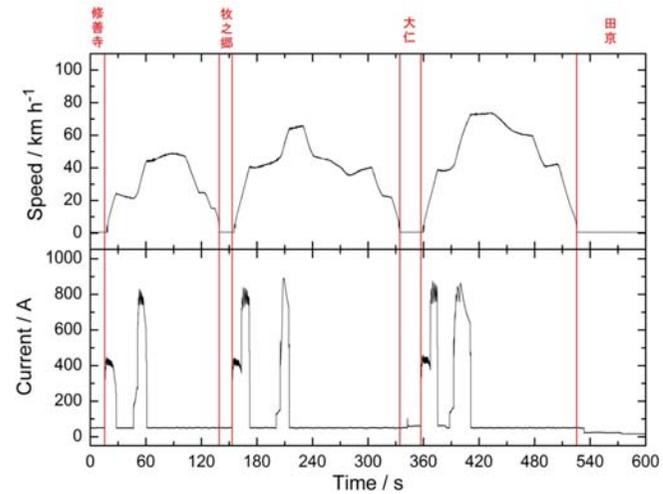
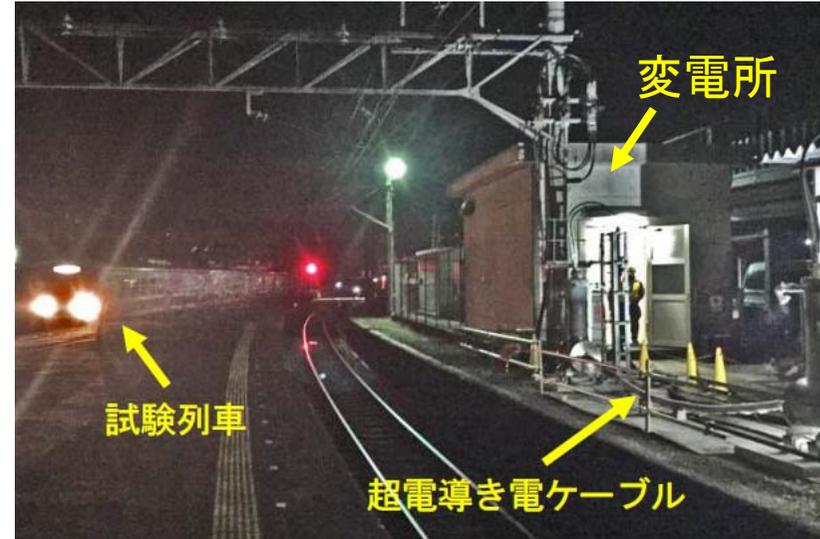
超電導き電ケーブルの動作試験

構内試験線による超電導き電ケーブル



(国立、30m)

伊豆箱根鉄道における検証



(夜間営業線、6 m)

短尺超電導き電ケーブルによる電車走行試験に成功

超電導き電ケーブル敷設技術の構築～国立研究所

- 敷設技術
- ①超電導き電ケーブルを内包した断熱管を現場で敷設する方法
 - ②超電導き電ケーブルと断熱管を現場で別々に敷設する方法

①超電導き電ケーブルを内包した断熱管の敷設(300 m級超電導き電ケーブル)

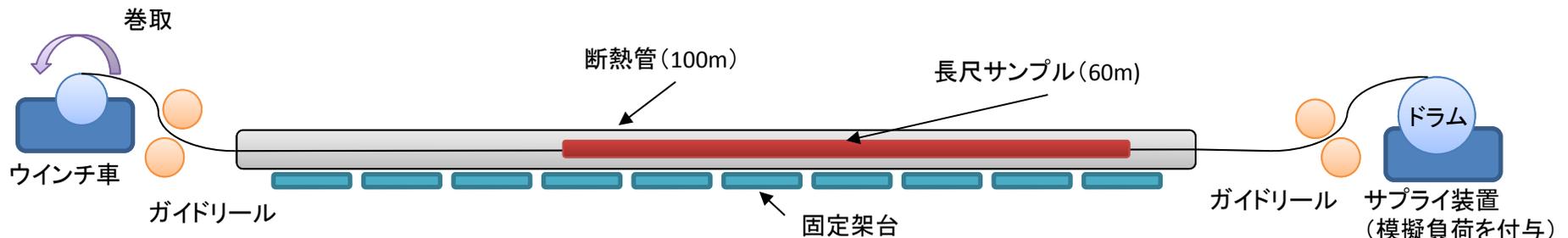


超電導き電ケーブルを内包した断熱管の敷設技術を構築

超電導き電ケーブルの断熱管への引込手法～日野土木実験所

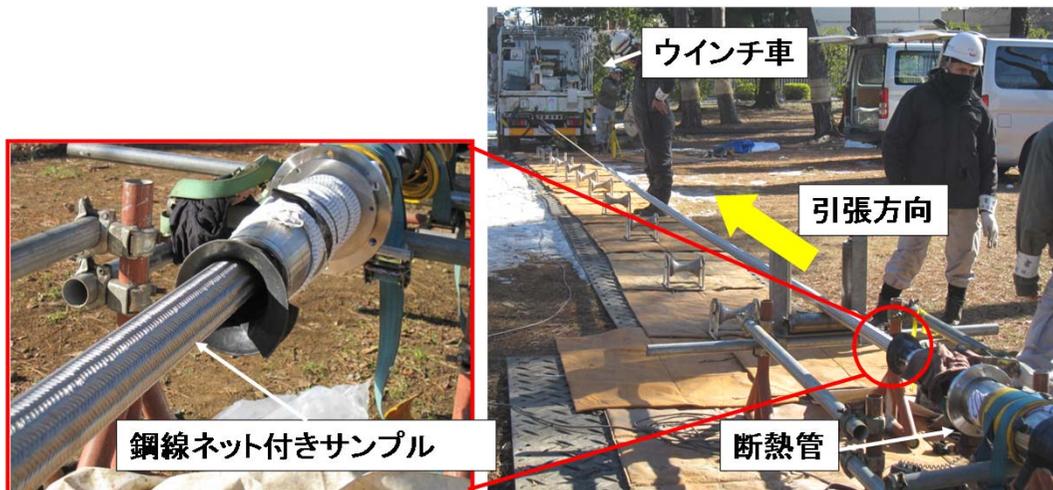
②超電導き電ケーブルと断熱管を別々に敷設(400 m級超電導き電ケーブル)

- ✓ 施工性を考慮し、断熱管の材質としてSUSを採用
- ✓ 超電導き電ケーブルに引込層として鋼線ネットを付与 (特願2017-001906)



100 mサンプルでの模擬試験

400 m級超電導き電ケーブルの引込

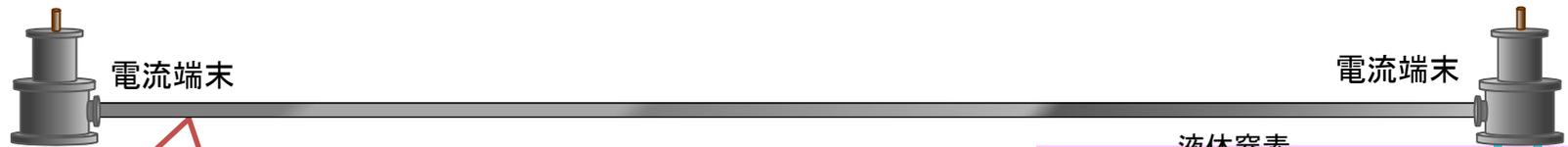


- ・6.1 kNまでの動摩擦力を模擬
- ・超電導ケーブルに異常のないことを確認

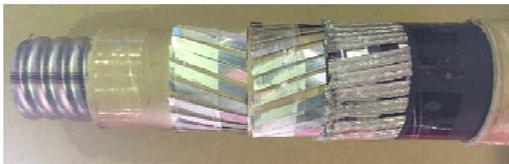
張力を監視し、1.3 kNで引込成功

断熱管への超電導き電ケーブルの引込技術を構築

開発した超電導き電ケーブルシステム～日野土木実験所

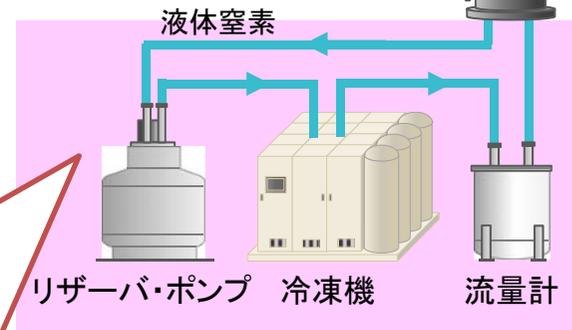
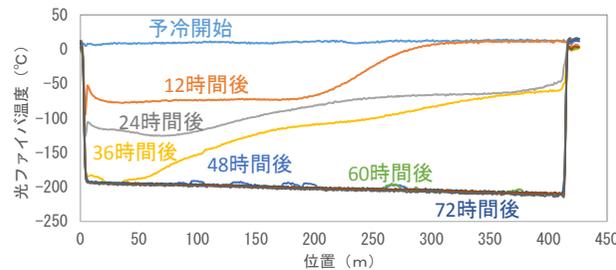
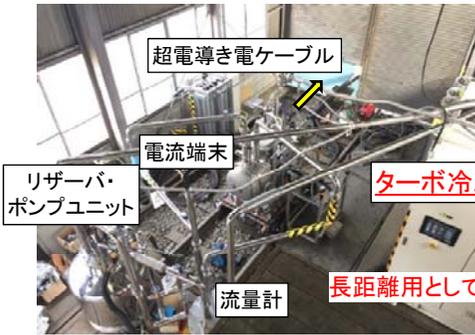
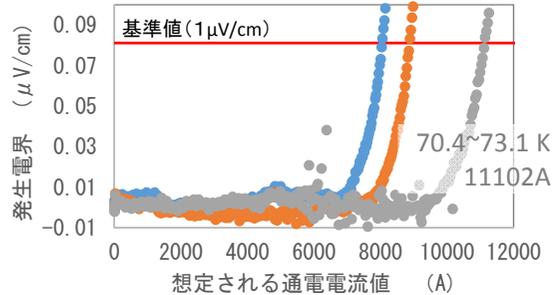


超電導き電ケーブル



通電試験

77.5~79.9 K 8028A
75.5~77.9 K 8850A



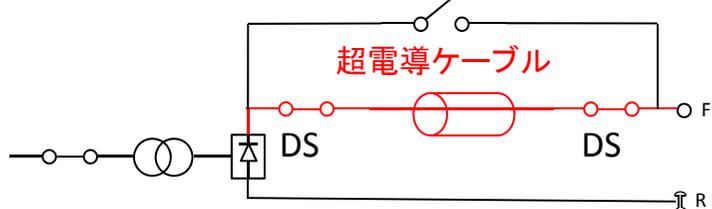
冷却システムの構築

**システムの
信頼性を確認**

鉄道接続に向けた回路の設計検討

保護回路の設計

伊豆箱根鉄道の実験用回路

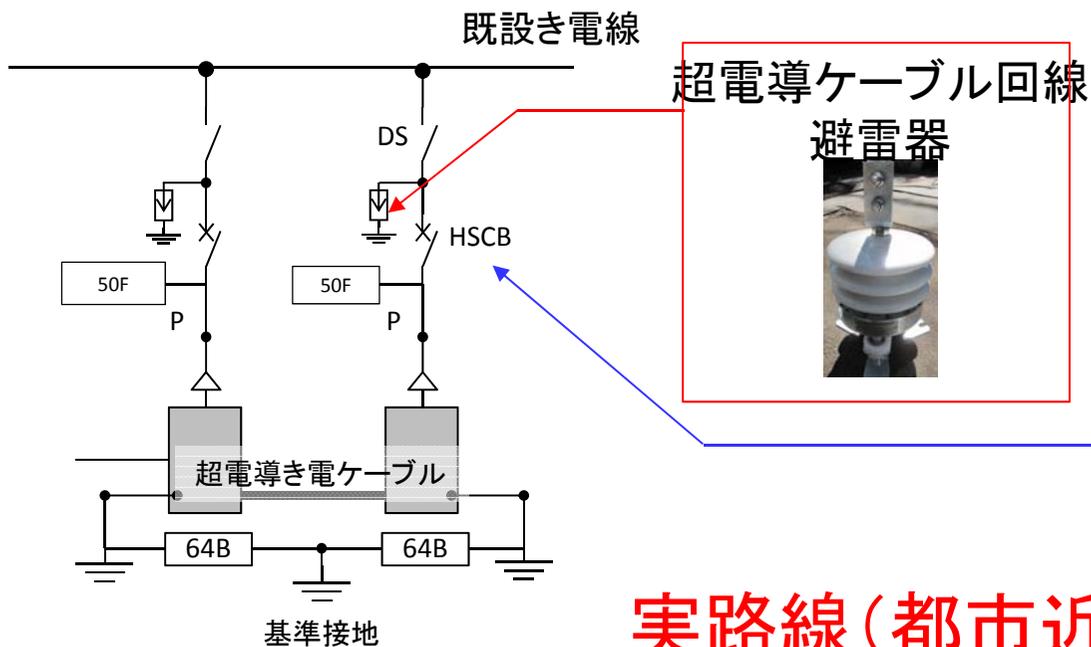


切り替えのための断路器(DS)のみ

変電所の調査をふまえ、

- ・過電流保護(50F)、
- ・地絡故障保護(64B)

など、既設設備との接続試験に
必要な保護回路を設計



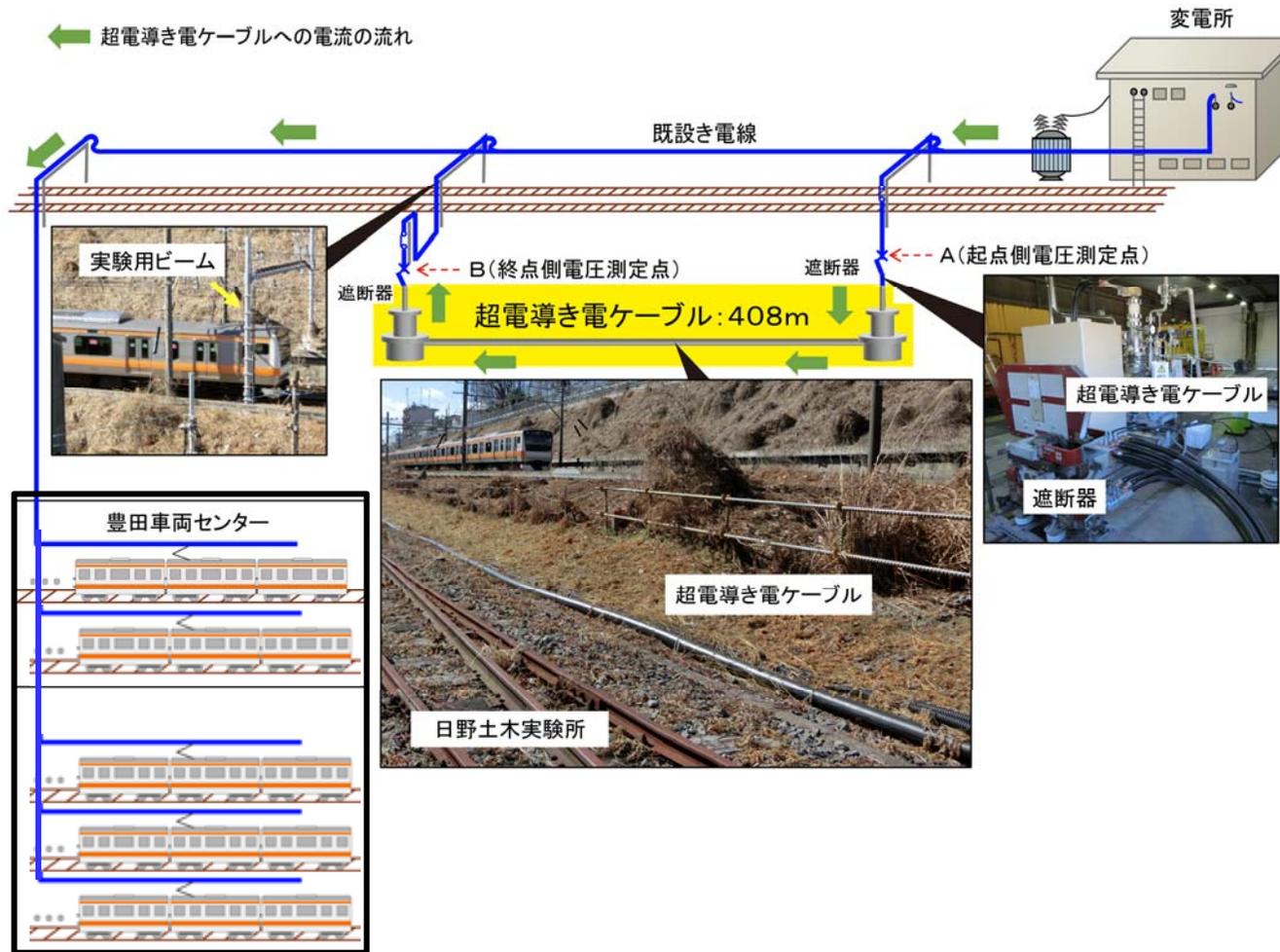
実路線用の保護回路

超電導ケーブル回線
直流高速度遮断器

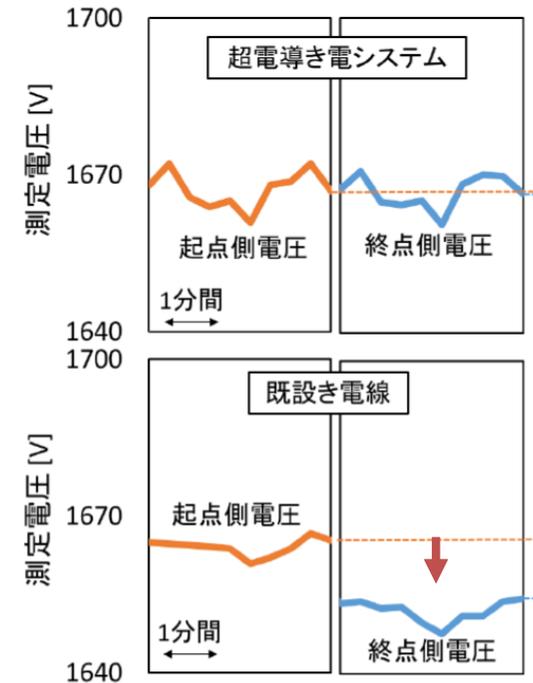


実路線(都市近郊路線)に接続可能な
超電導き電ケーブルシステムを実現

超電導き電の電圧降下対策の実証



電圧降下
0.02 V以下まで抑制

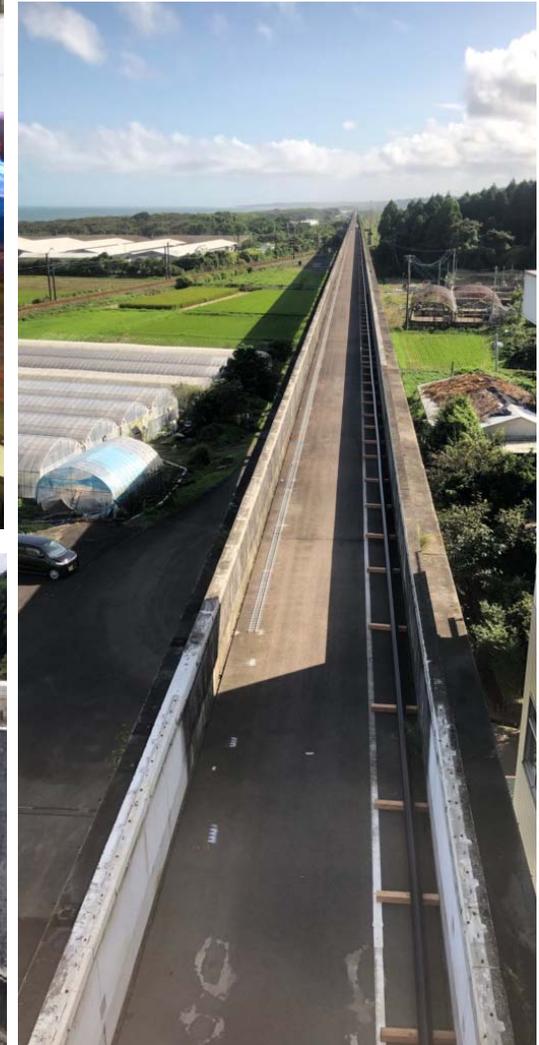


電圧降下
9.41 V

超電導き電による電圧降下の抑制を実証

長距離超電導き電ケーブルの開発

宮崎実験センター建屋



km級の実証試験に向け、システムを構築中