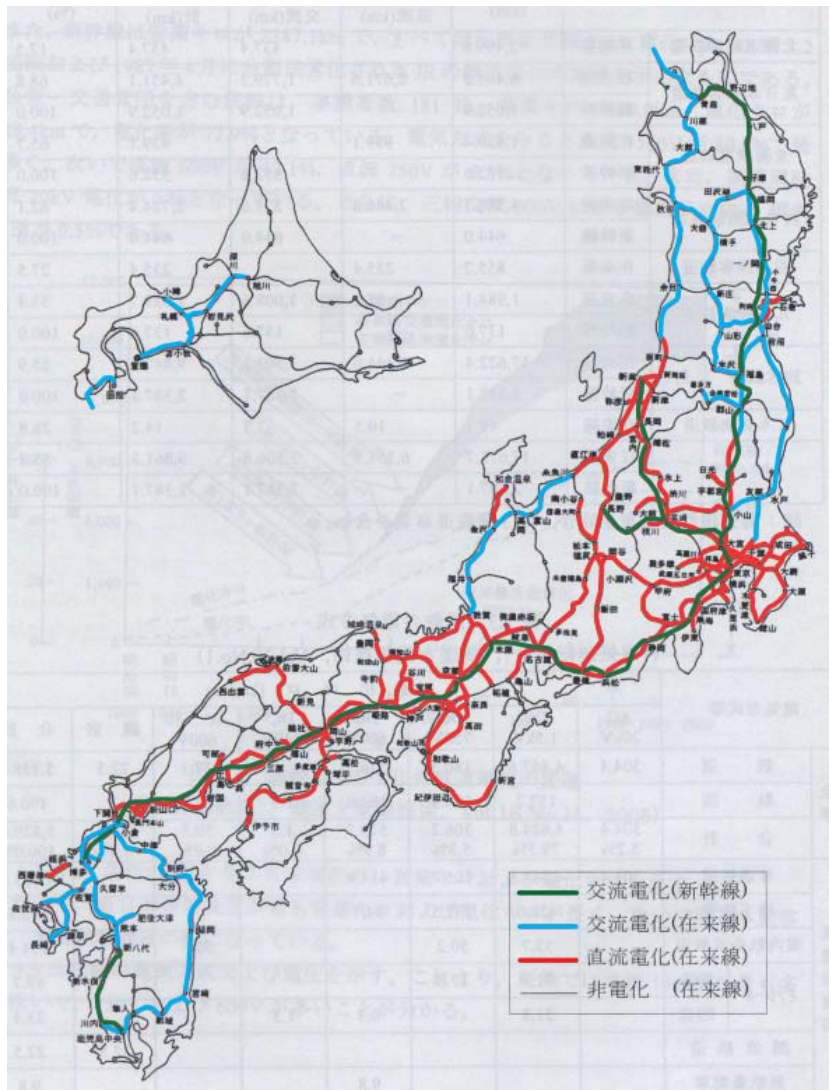


鉄道用超電導ケーブルの開発

(公財)鉄道総合技術研究所 富田 優

鉄道の電化方式の現状



JR (20058.8km)

在来線 (17671.7km)

直流電化: 36.0% (6354.5km)

交流電化: 19.8% (3506.8km)

非電化: 44.2% (7810.4km)

新幹線 (2387.1km)

交流電化: 100%

民鉄 (7614.0km)

直流電化: 71.6% (5452.0km)

交流電化: 5.0% (377.4km)

非電化: 23.4% (1784.6km)

* 2007年3月現在

超電導送電のメリット

現在の直流電化の課題

- ・送電線容量が増やせない
- ・電圧降下の許容が小さい
 - ⇒ 変電所が多い
- ・沿線への直流磁界の影響
- ・回生失効
- ・漏洩電流による電食の問題

交流電化の課題

車両(特にモーター)設備のコスト高

直流超電導電化

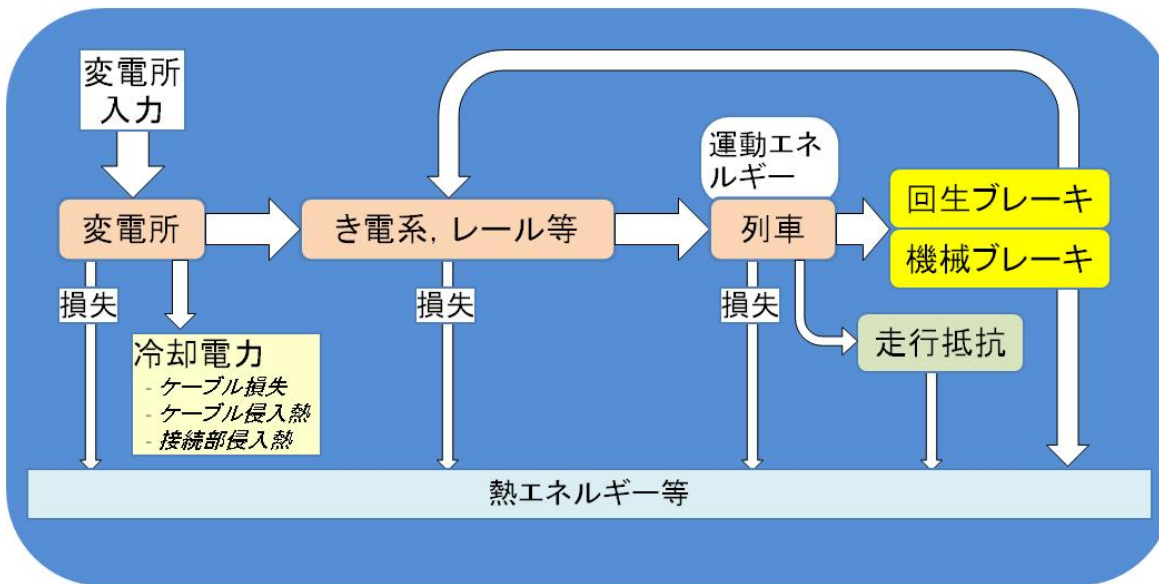
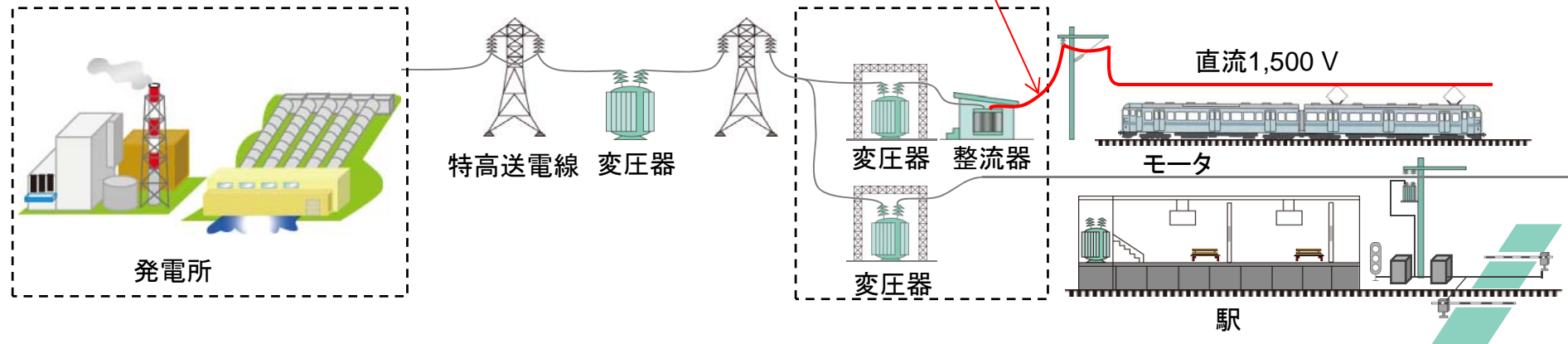
- ・大きな送電容量かつ低い送電損失
- ・大電流でありながら低電圧降下
- ・電磁波障害(Electro Magnetic Interference, EMI)の低減
- ・送電距離を延伸(変電所数削減) ⇒ 電力回生を有効利用
- ・漏洩電流が低減 ⇒ 電食防止

鉄道においては直流超電導ケーブルに最大のメリット



鉄道用超電導ケーブルの導入法

超電導ケーブル



超電導ケーブル

省エネ

き電系損失の低減

回生率の向上

冷却電力が必要

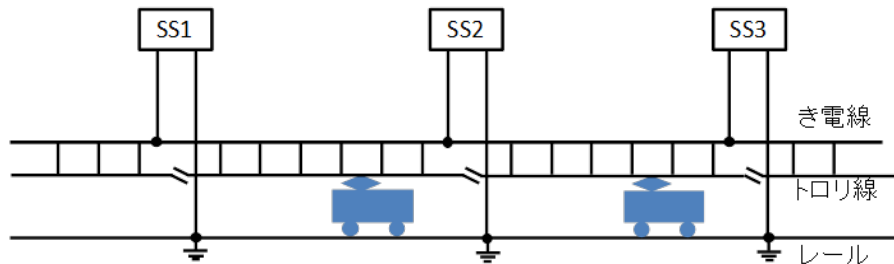
+

変電所:
設置数削減 or
冗長性(信頼性)向上

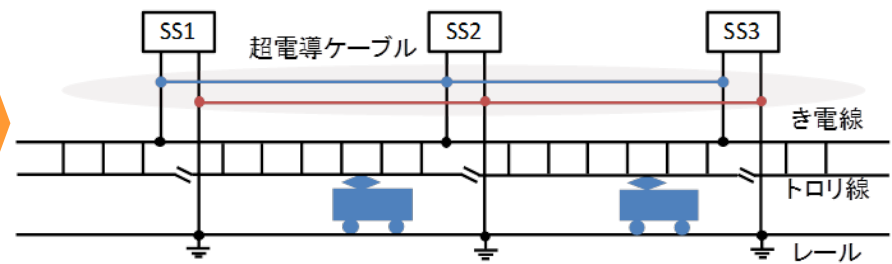
機械ブレーキの
使用頻度低下

メンテナンス
効率の改善

超電導ケーブルの導入例

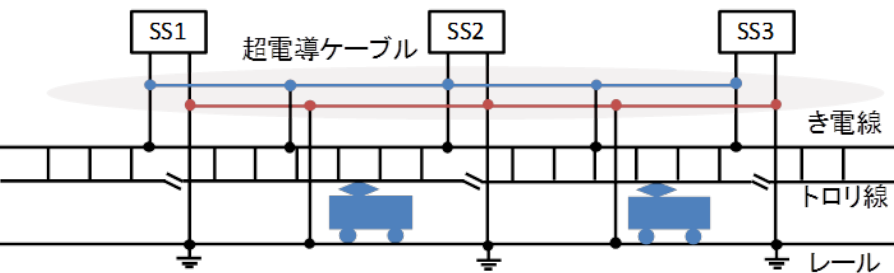


(a) 現在の直流き電システム



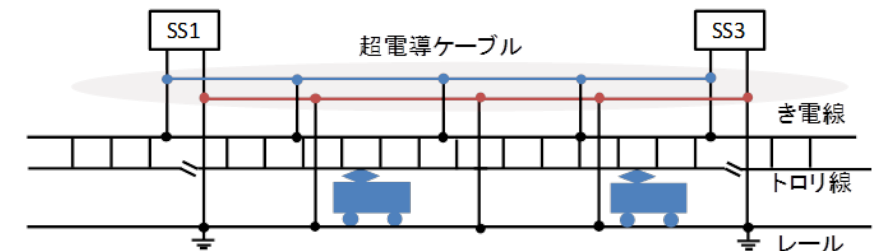
(b) 変電所間を結んだ場合

変電所間の負荷平準化



(c) 変電所間を結び、き電分岐を設けた場合

変電所間の負荷平準化
送電ロス、回生失効の抑制
電食の抑制



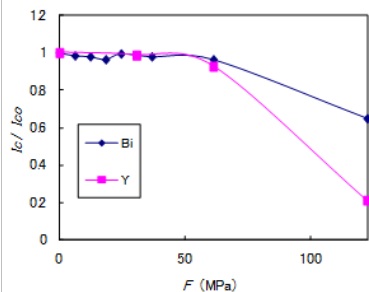
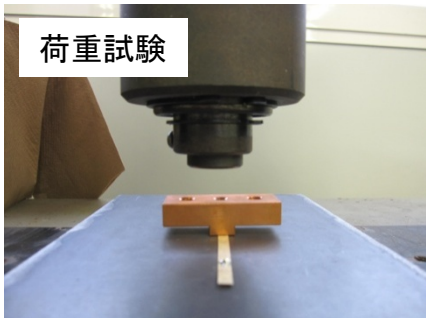
(d) 変電所を削減した場合

変電所間の負荷平準化
送電ロス、回生失効の抑制
電食の抑制
変電所の集約化

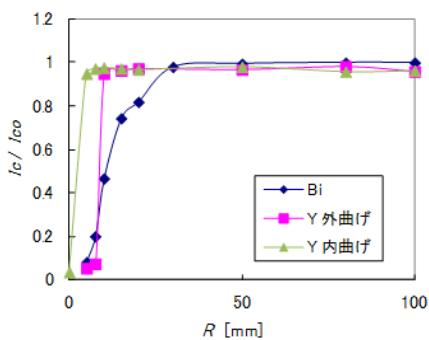
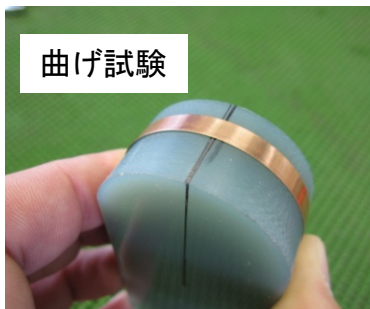
超電導ケーブルの試作

超電導線材の評価

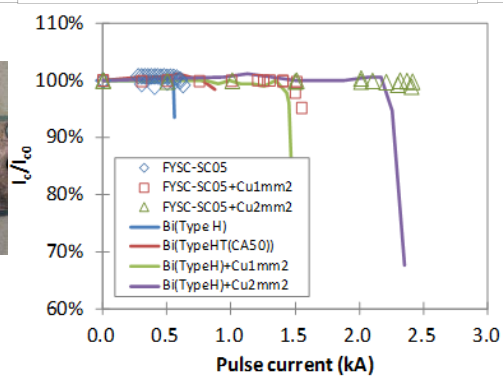
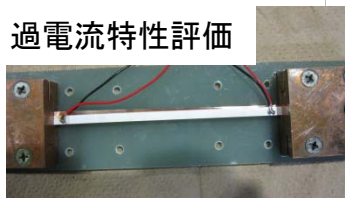
荷重試験



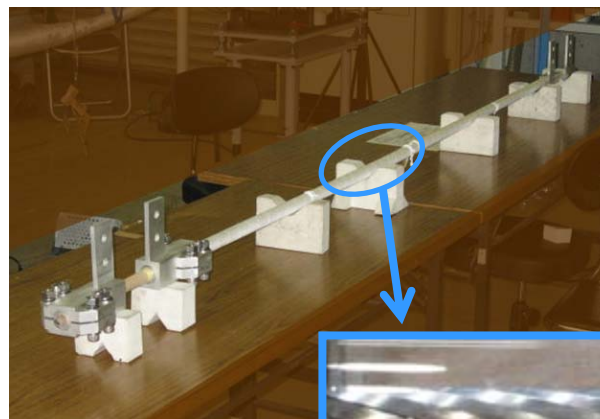
曲げ試験



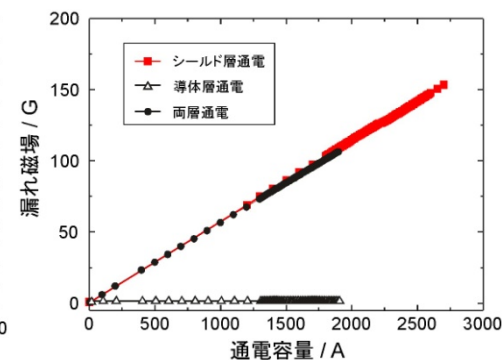
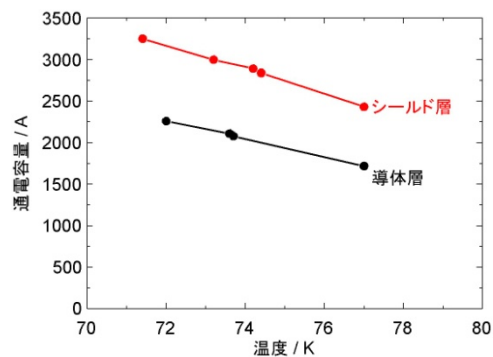
過電流特性評価



ケーブル化

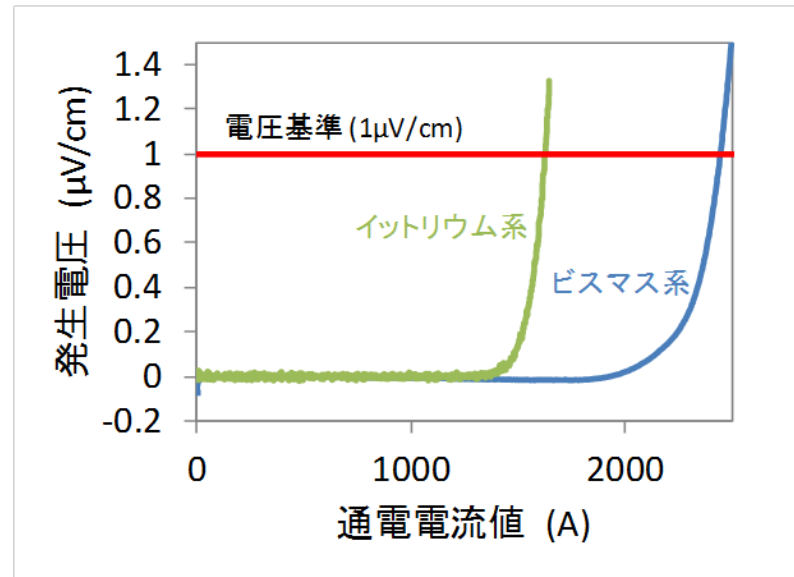
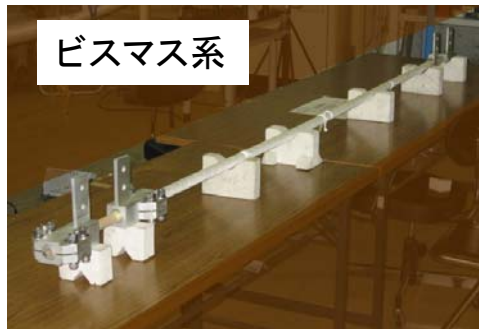


通電試験



異なる高温超電導材の比較

| | ビスマス系 (4.5mm幅、 $I_c > 160A$) | イットリウム系 (4.1mm幅、 $I_c > 105A$) |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|
| フォーマ径 | 16mm | 16mm |
| 超電導層(P) | 10本、1720A | 11本、 $I_c = 1223A$ |
| 超電導層(N) | 14本、2430A | 15本、 $I_c = 1610A$ |
| コア外径 | 25.5mm | 24.41mm |

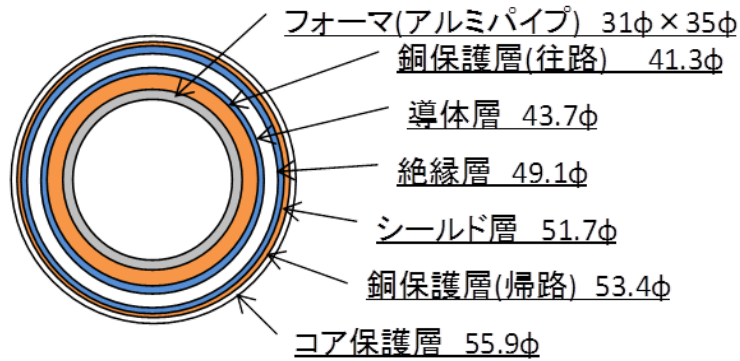


通電試験結果(シールド層)

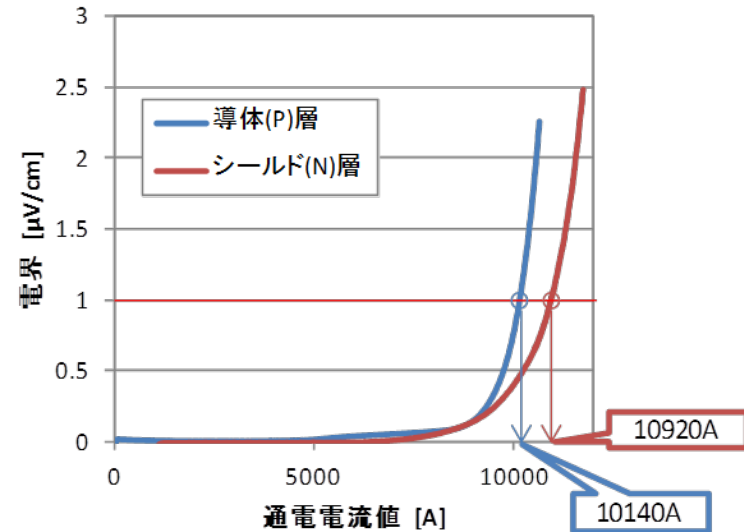
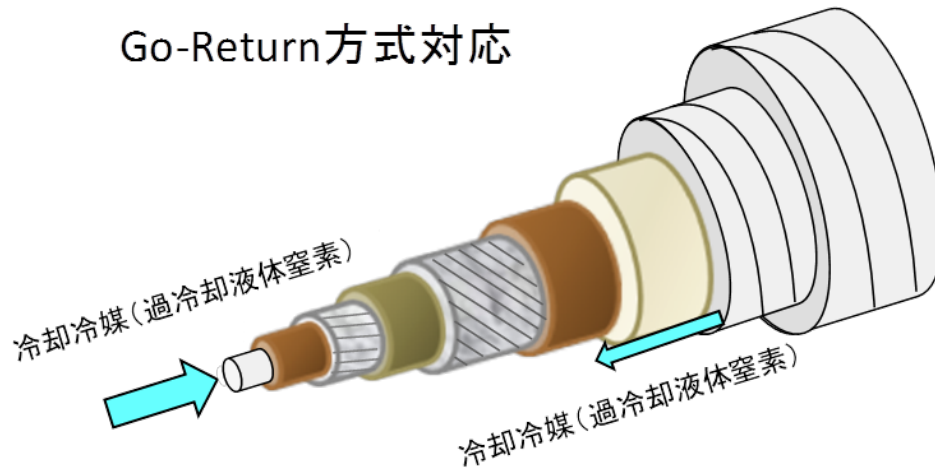
8kA級超電導ケーブルの試作

超電導き電ケーブル

導体(P)層: 10140A@77K
シールド(N)層: 10920A@77K



Go-Return方式対応

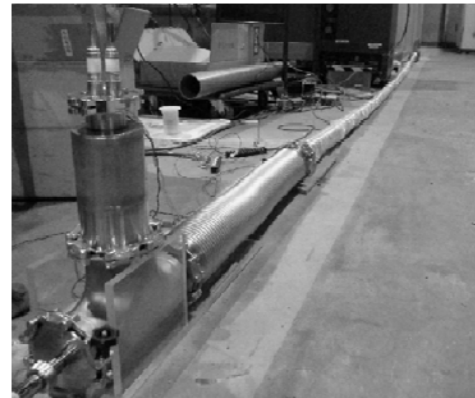


鉄道総研の超電導ケーブル開発

1 mケーブル (200 A)



6 mケーブル (200 A)



2 mケーブル (1500 A)



5 mケーブル (8000 A)

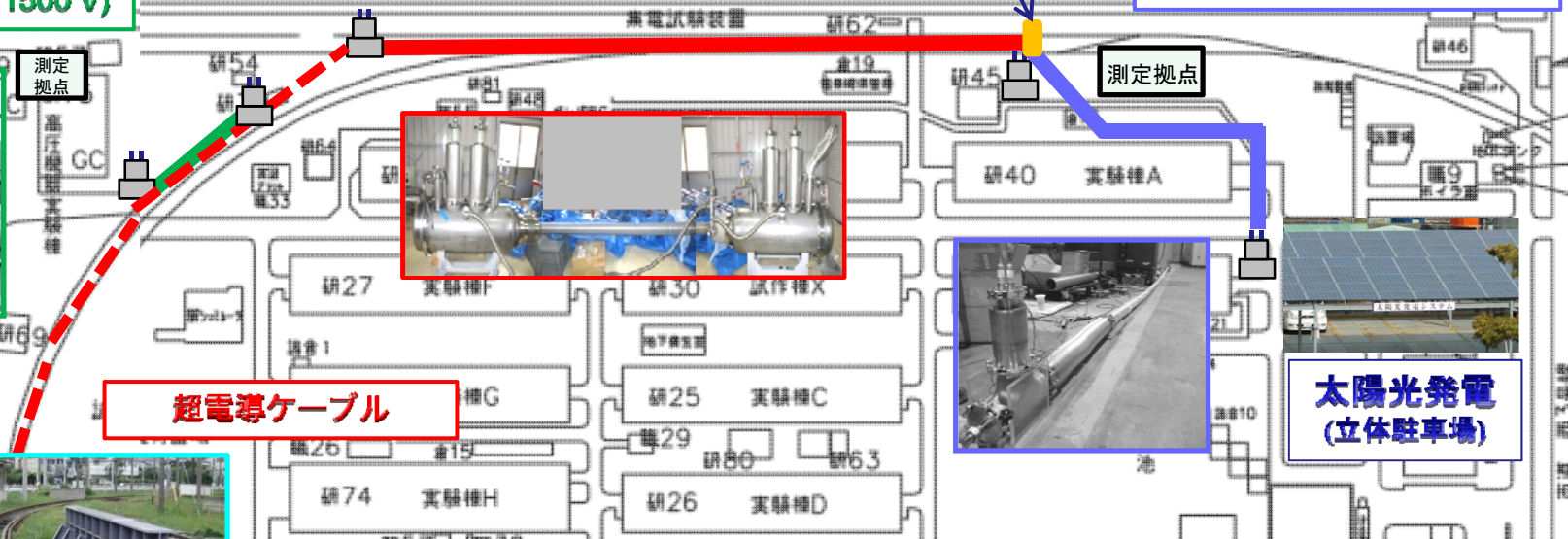
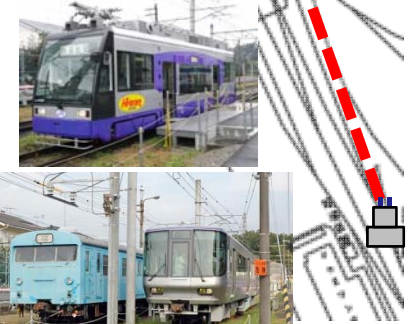
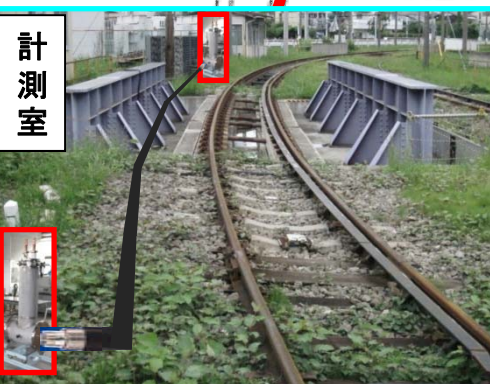


実験線による超電導き電モデル

BI系超電導ケーブル
30 m (3 kA以上, 1500 V)

BI系超電導ケーブル
300~400 m (1kA以上, 1500 V)

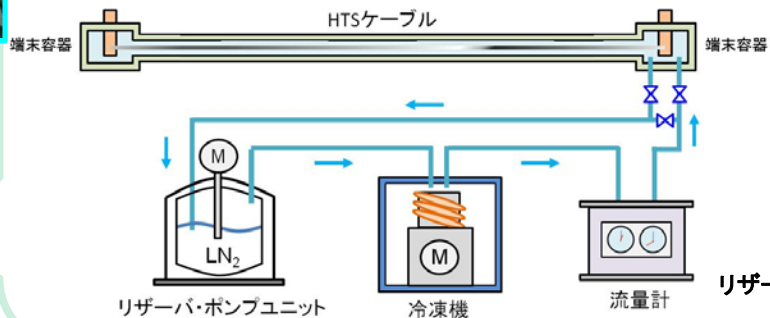
BI系超電導ケーブル
100 m (180 A, 250 V)



超電導ケーブル

太陽光発電
(立体駐車場)

冷却システム

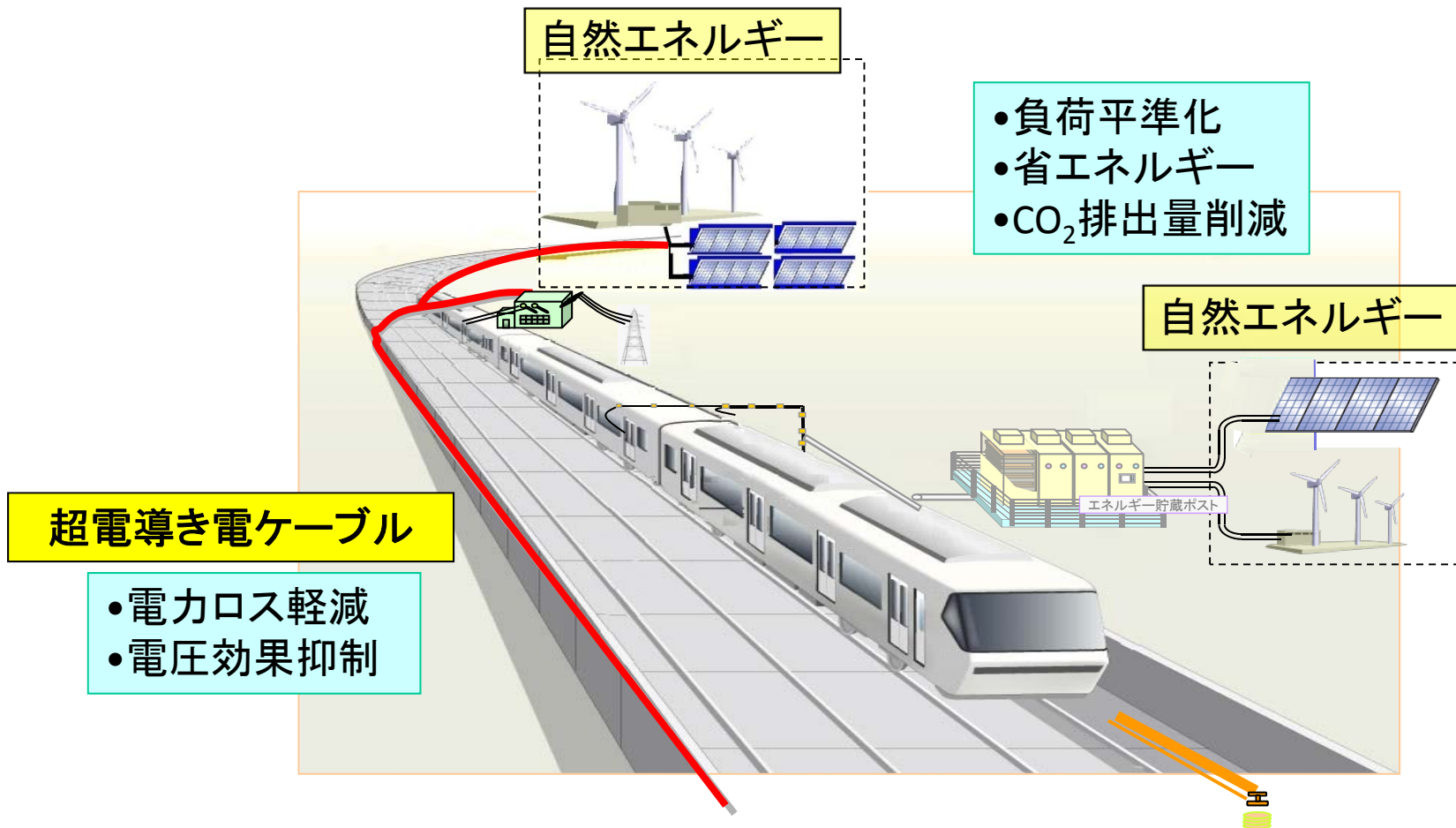


リザーバ・ポンプユニット
(H23製作)

冷凍機
(H22製作)

流量計
(H22製作)

10年後の超電導ケーブルシステム



省エネ効果目標: おおむね5% (送電損失分)

10年以内の超電導ケーブルシステムの実用化を目指す