

戦略的省エネルギー技術革新プログラム
フェーズ名：実用化開発フェーズ ～ 実証開発フェーズ

プラント内利用のための低コスト型 三相同軸超電導ケーブルシステムの開発

昭和電線ケーブルシステム株式会社
基盤技術開発部 超電導応用製品課
塩原 敬

プロジェクト実施者：昭和電線ケーブルシステム株式会社
プロジェクト事業実施期間：2017年4月 ～ 2021年10月



脱炭素社会の実現

現状

国内の送配電網における**送電損失は5%**程度。
年間で**480億 kWh**
(100 MWクラスの**原発5基分**に当たる発電量)



電力分野
ケーブル分野 **の貢献**

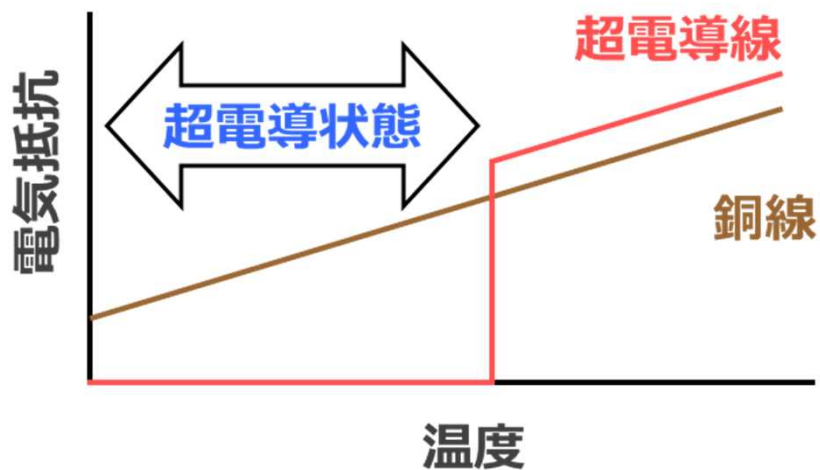
超電導ケーブルは

この**送電損失を大幅に削減**する可能性を秘めており

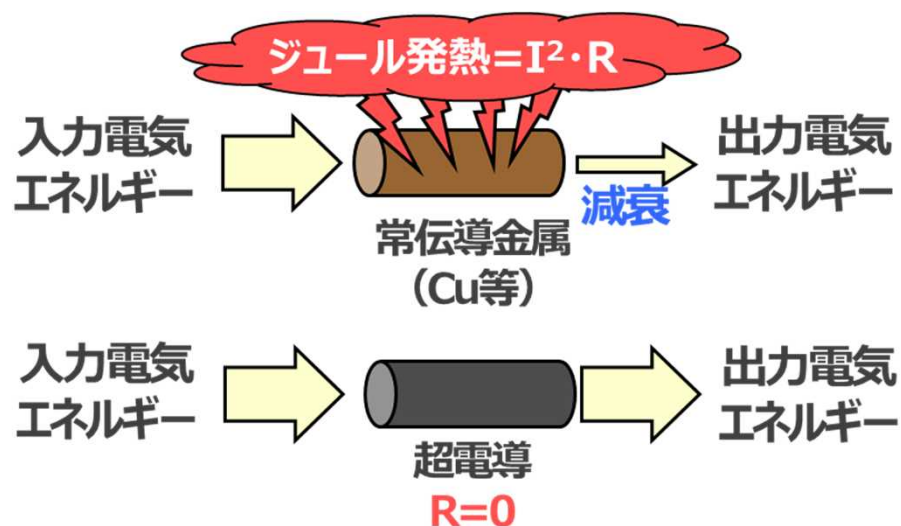
脱炭素社会実現に大きく貢献できる

極低温環境下で電気抵抗がゼロになる現象!!

【電気抵抗ゼロ】

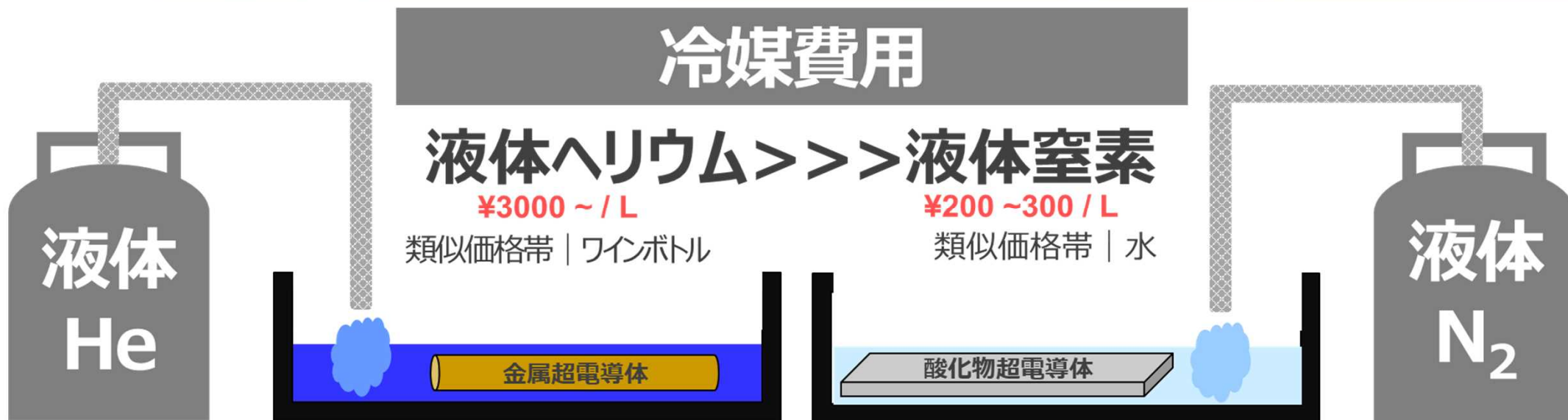


【超電導現象による効果】



【超電導ケーブルへの期待】

送電ロス低減による大幅な省エネによる経済効果

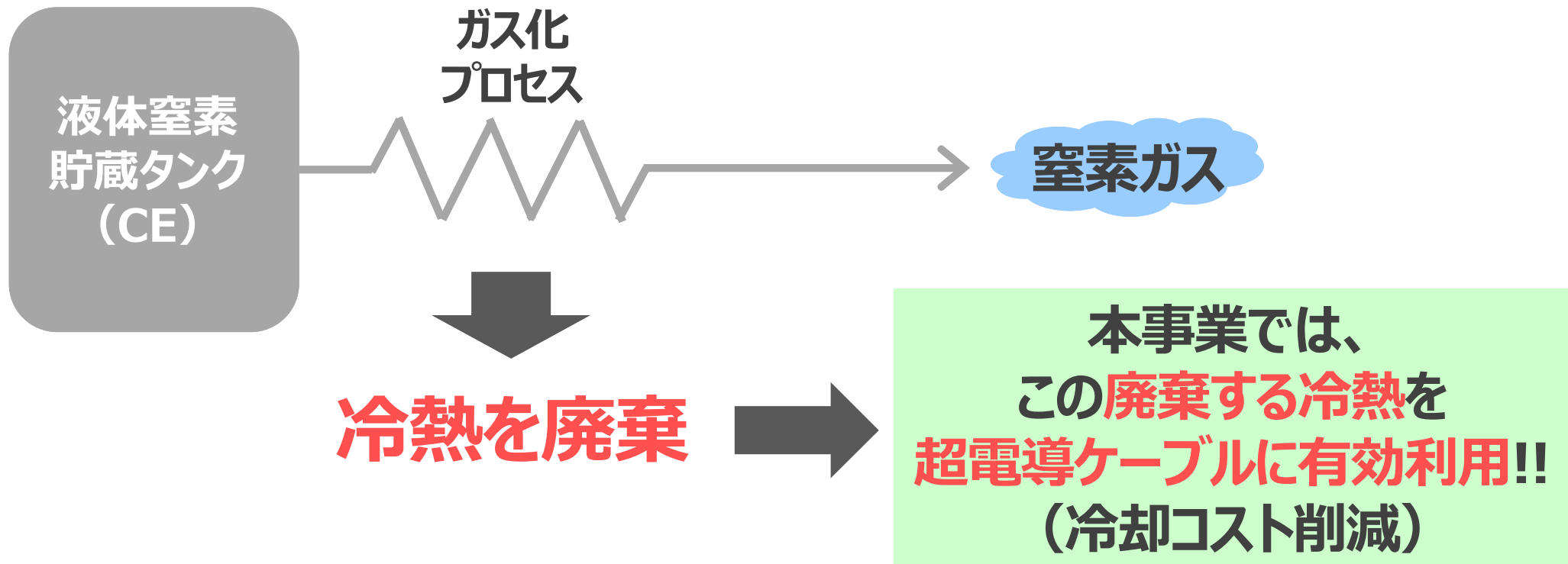


液体ヘリウム冷却に比較して
安価な液体窒素冷却による超電導状態が可能に!!

冷却の課題

冷却し続けなければならない!!

工場内にて窒素ガスを使用する場合、
液体窒素にて貯蔵し、ガス化させて利用する。



<ターゲット>

プラント内の既存冷熱の利用による
『**低コスト & 高い省エネ効果**』の実現

- ◆送電損失の低減
- ◆冷熱の有効利用（冷却コスト削減）



世界初!!

三相同軸超電導ケーブルを
民間プラントで実系統に適用した実証試験

【狙うマーケット（事業ユーザー）】

◆構内に**液体窒素などの冷媒貯蔵設備を有し、この冷熱を利用して冷却コスト低減が可能なプラント**

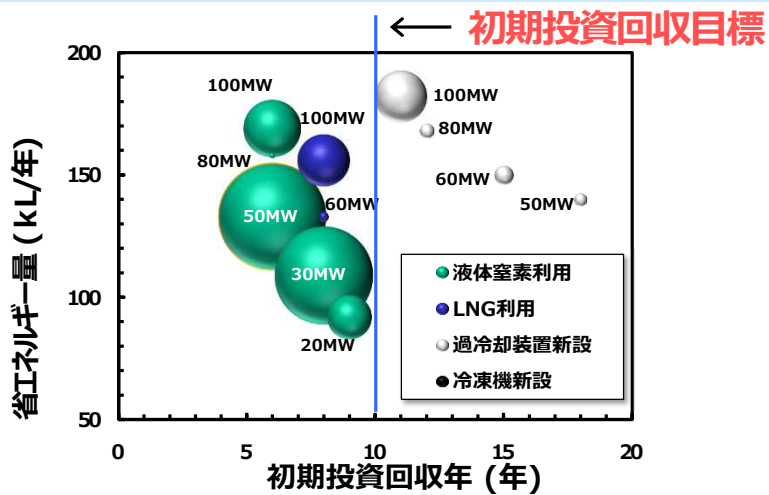
【本事業コンセプトによる社会課題の解決】

<エフォート> **省エネ化 & 低CO₂排出量化**

→超電導化による**送電損失低減**

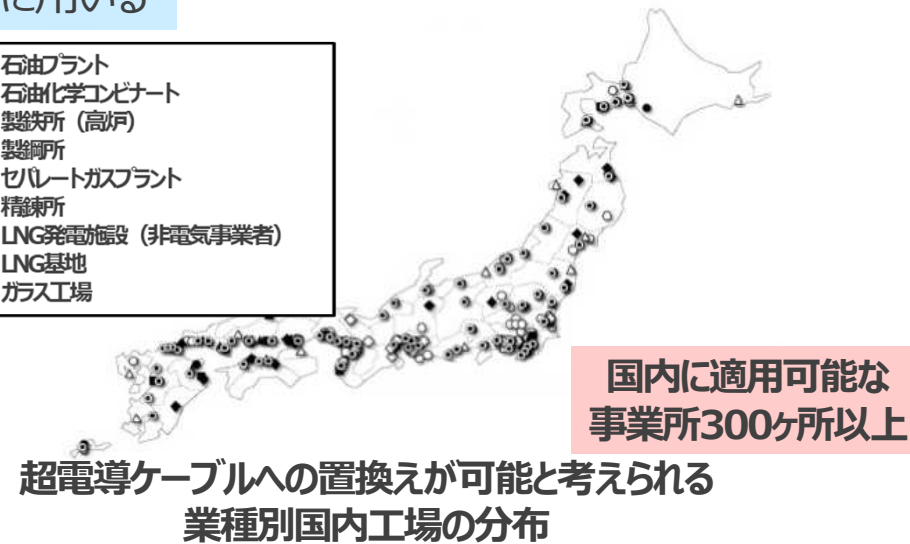
→**超電導ケーブルの普及**が必要

→既存では**廃棄する冷熱を有効活用して、超電導ケーブルの冷却**に用いる

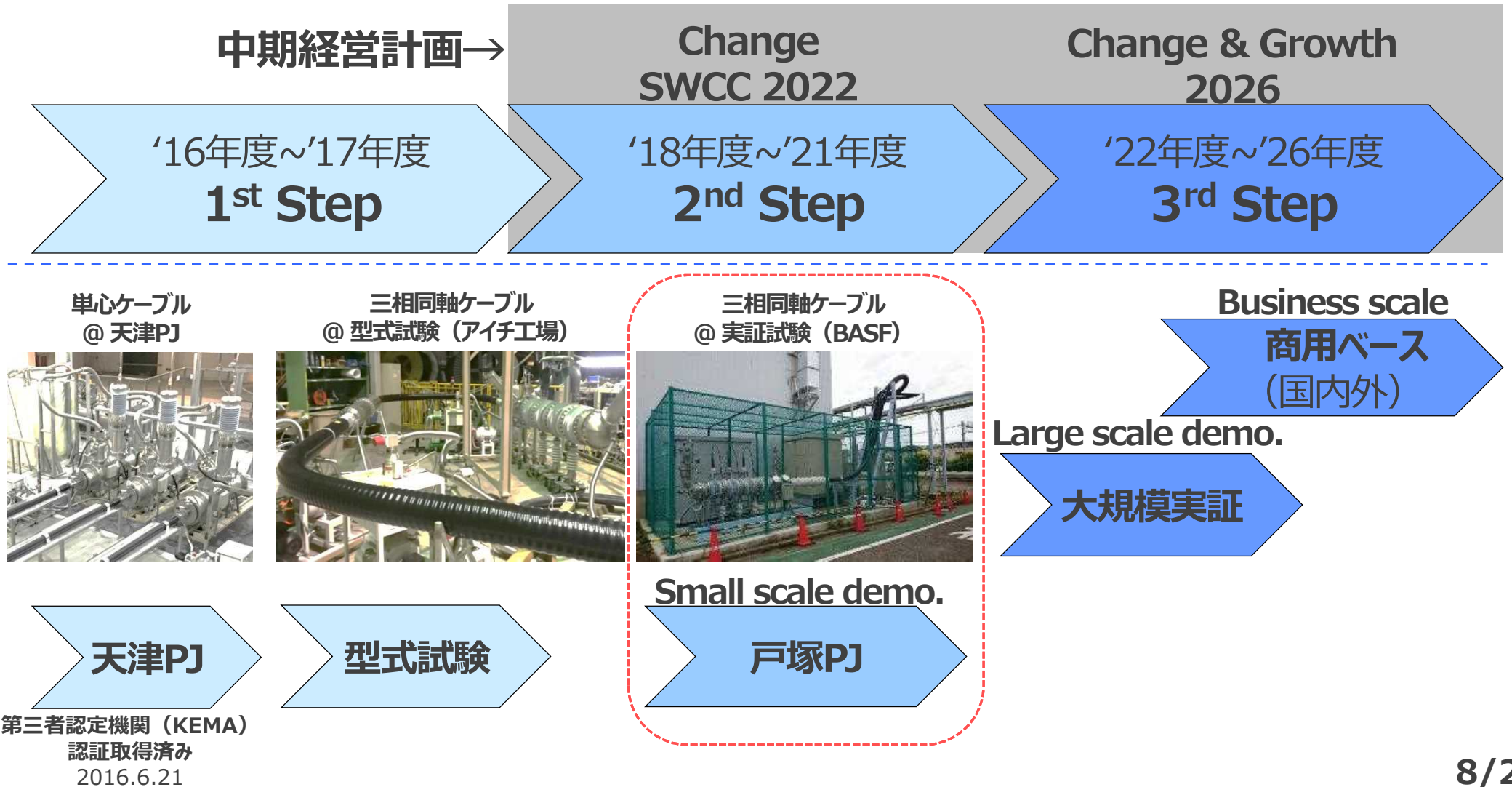


初期投資回収年と省エネルギー量の関係

- 石油プラント
- ▲ 石油化学コンビナート
- 製鉄所 (高炉)
- 製鋼所
- ◎ セラートガスプラント
- ◆ 精錬所
- LNG発電施設 (非電気事業者)
- △ LNG基地
- ◇ ガラス工場



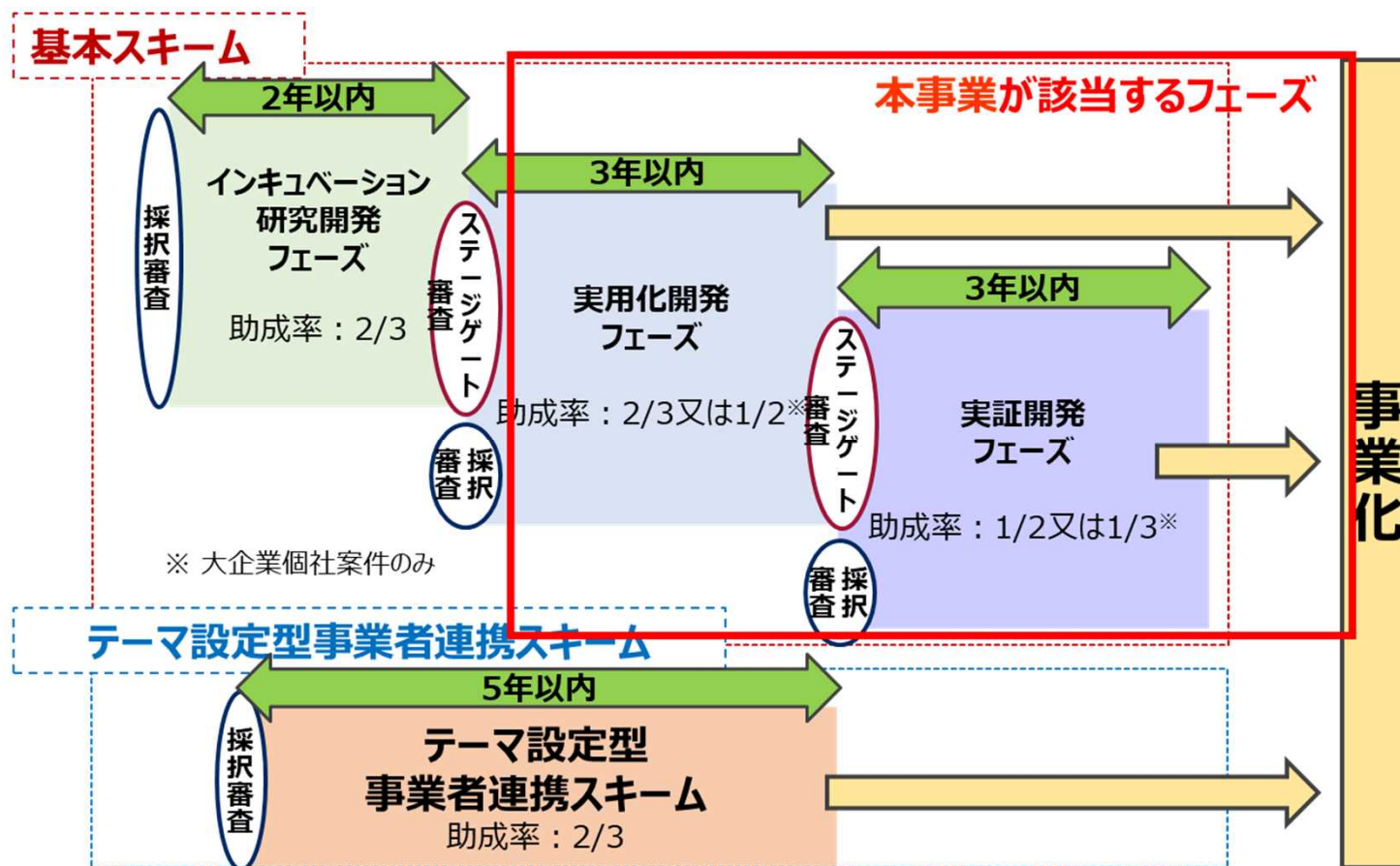
2. 本事業 とこれまでの事業、これからの事業



3.1 戦略的省エネルギー技術革新プログラムにおける

本事業のフェーズ

本事業は2年間の実用化開発フェーズを終え、実証開発フェーズにフェーズアップした事業。

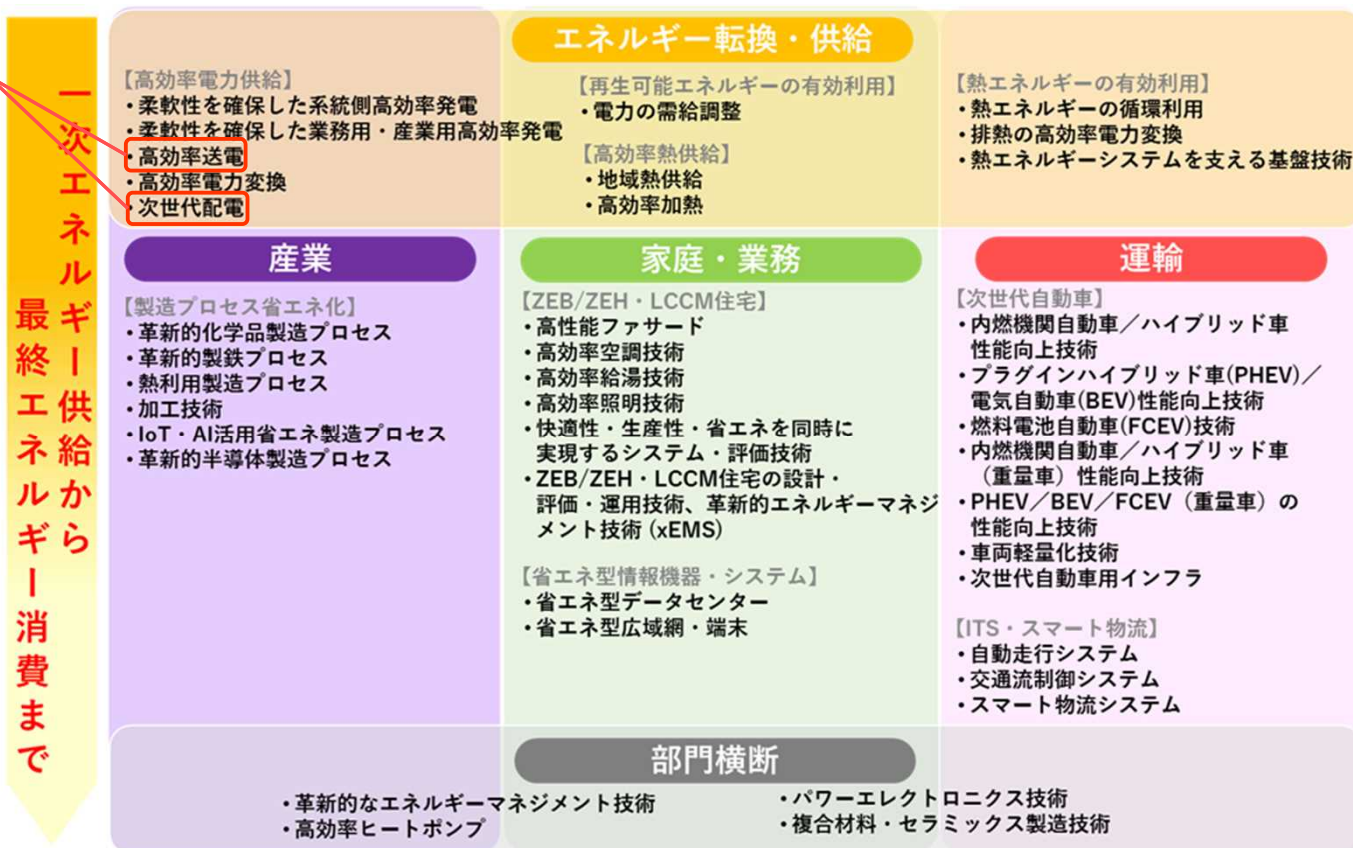




3.2 戦略的省エネルギー技術革新プログラムにおける 本事業の該当する重要技術

NEDO並びに経済産業省が定める『省エネルギー技術戦略』で掲げる39の『重要技術』を中心に、**高い省エネルギー効果が見込まれる技術開発**を助成事業として支援されている。

本事業が該当する
重要技術





4. 昭和電線の超電導技術

Y系超電導線材

- ◆MOD法 YBCO
- ◆nPAD-YBCO®



超電導電流 リード



超電導 ケーブルシステム



線材開発

から

より実社会貢献度の高い

超電導ケーブルシステム開発

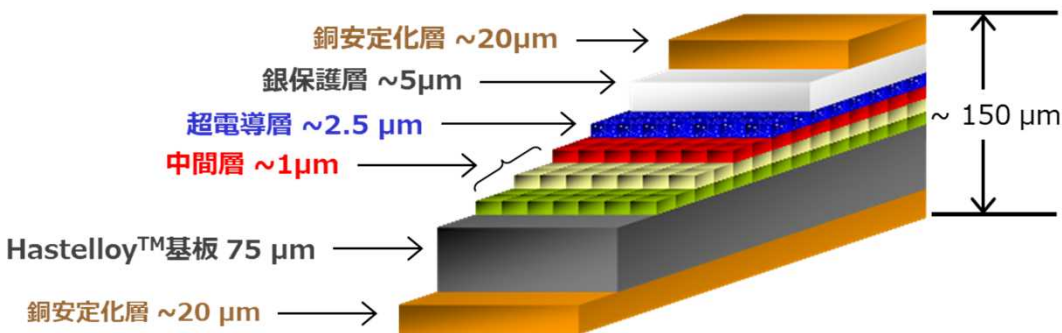


Y系超電導線材を選択するメリット

産業応用へのさらなる普及に適した線材

- ◆ 応用開発に求められる**高機械的強度**を有する
- ◆ 磁場中における**高い電流密度**
- ◆ 高い電流密度を有するため**コンパクトなケーブル構造**に
- ◆ **交流損失のさらなる低減**
- ◆ 将来的な**低コスト化**

Y系超電導線材の構造



三相同軸ケーブルを選択するメリット

“低電圧-大電流” 適用範囲の広い構造

- ◆ シンプルな構造による**ケーブル外径のコンパクト化**
- ◆ LN2循環による冷却とシンプルな端子設計による**低コスト化**

超電導ケーブルの構造

ケーブル種類	三相同軸ケーブル	単心ケーブル	三心一括ケーブル
ケーブル構造			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> • 低熱侵入 • コンパクト化 • 超電導線材の低減による低コスト化 (遮蔽層) 	<ul style="list-style-type: none"> • 構造が簡単 • 超高電圧対応が容易 	<ul style="list-style-type: none"> • 低熱侵入量 • 単心ケーブルの技術応用が可能
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> • 高電圧には不向き 	<ul style="list-style-type: none"> • 高熱侵入と高コスト ※三相にするために三条必要 	<ul style="list-style-type: none"> • 三相同軸に比較して大型

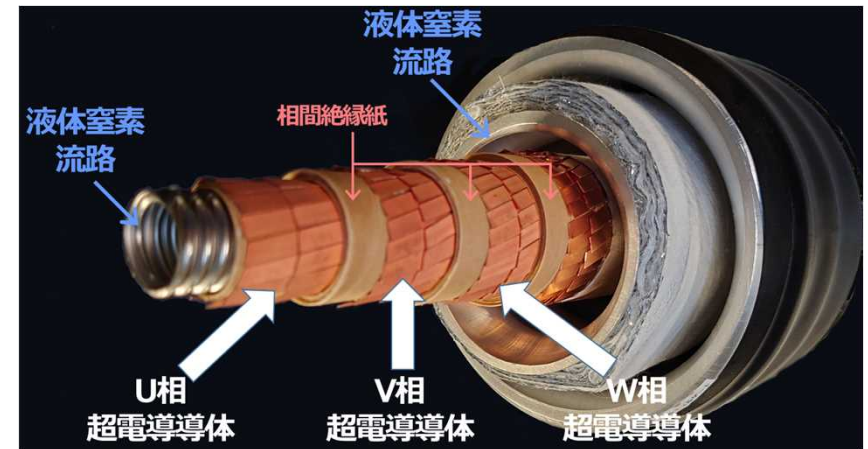
6. 常伝導ケーブルと三相同軸超電導ケーブルの比較

常伝導母線 (ケーブル)

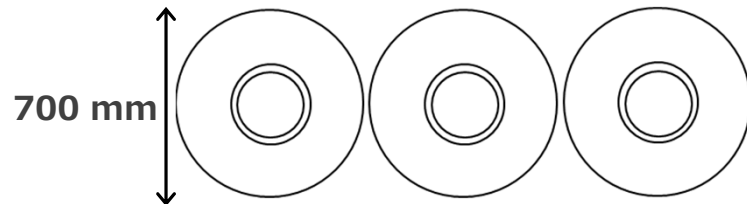
外観
写真



三相同軸 超電導ケーブル



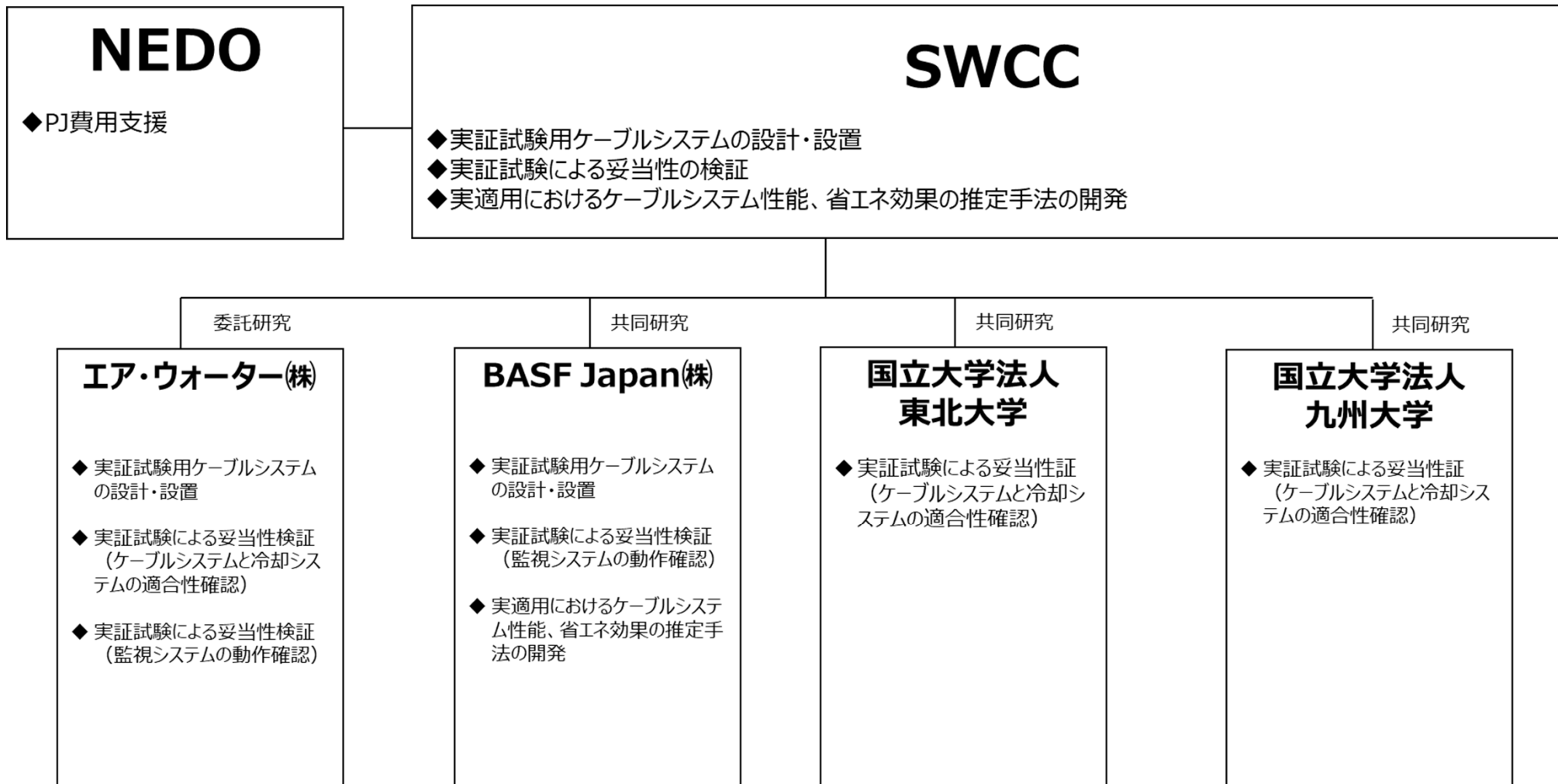
構造
概略



約 $\frac{1}{60}$ に!!



7. 研究開発体制



8.2 ケーブル敷設場所

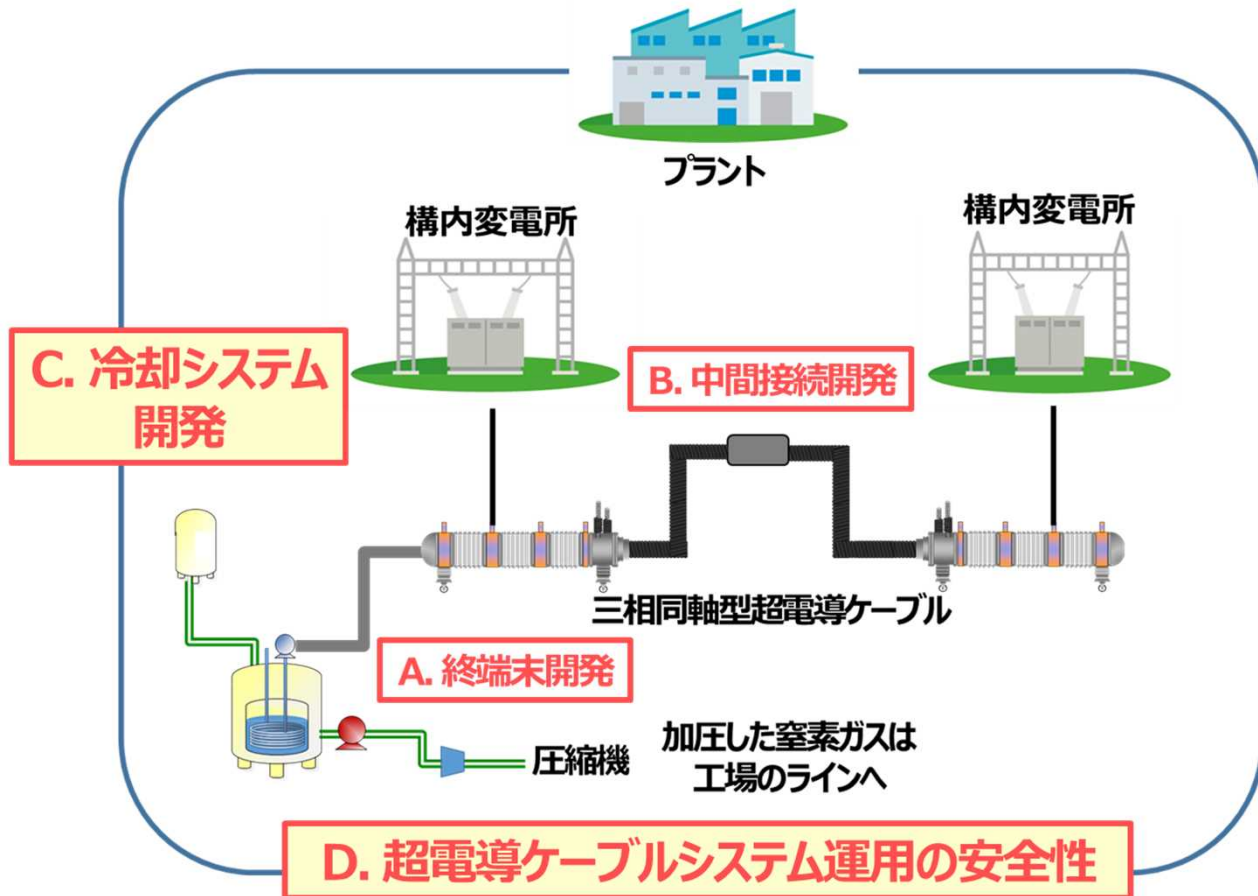


西側からの鳥瞰図

世界初!!

立上り部を含め、曲がり部を計4箇所含む
超電導ケーブルシステム布設

8.3 開発した超電導ケーブルシステムの項目



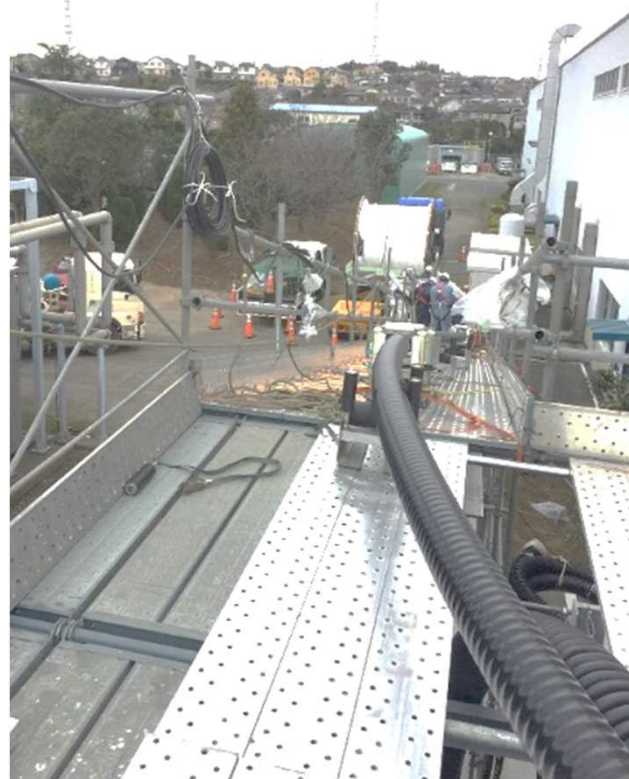
電力部品を含む 超電導ケーブルシステムの開発

- A. 三相同軸型超電導ケーブルの終端
(BASF社開発の新規断熱材適用)
- B. 将来のケーブル延伸化を見据えた
低抵抗接続による中間接続
- C. 連続10,000時間稼働設計の
サブクール式冷却システム
- D. 監視システムによる情報の一元管理 & 省人化

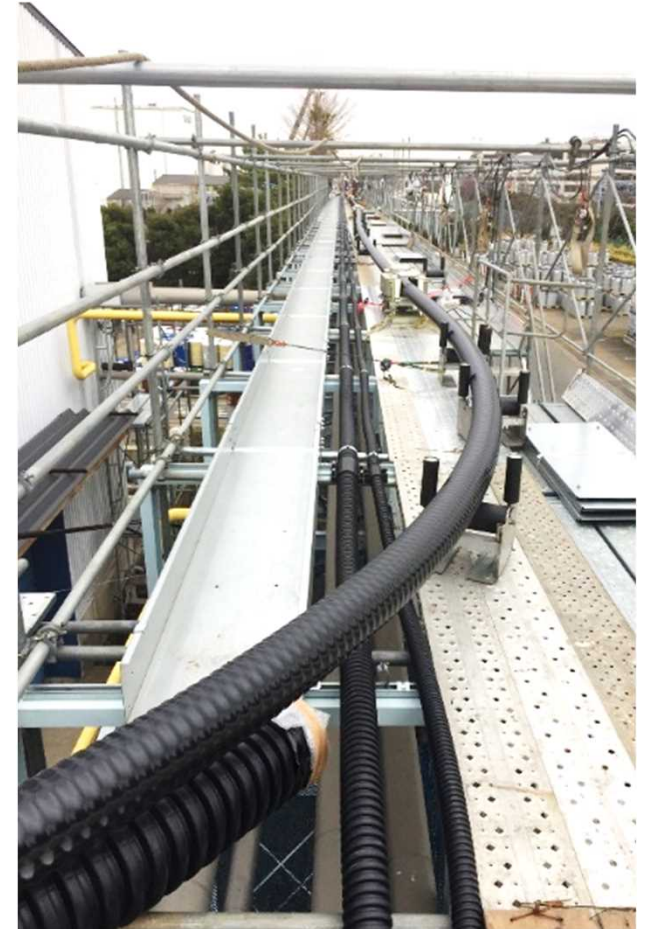
8.4 本事業における ケーブル 敷設状況



ケーブル延線前



ケーブル立上り部
延線作業中



地上高6 mにおけるケーブル
延線作業中

8.5 本事業における 終端・中間接続 敷設状況

同軸上に
3相の電流端子を
配置した
コンパクト設計!!



送電側 終端



受電側 終端



中間接続 組立状況



中間接続 布設状況

ケーブルを同軸に
て低抵抗接続した
コンパクト設計!!
将来的なケーブル
延伸可能に!!

8.6 実証試験より得られた概略結果

【現地敷設対応】

- ◆全長約200 mのケーブルを4ヶ所で90度方向に曲げ、地上6 mの高さに敷設
- ◆低抵抗接続な中間接続技術確立し、ケーブルの延伸化可能

【冷却対応】

- ◆地上高さ5 mの高低差を含む液体窒素による循環冷却を約1年間維持
- ◆酷暑を含む約1年間の安定的な液体窒素による冷却の維持（監視システムの有効利用）
- ◆無事故かつポンプのメンテナンスフリーによる運転を達成

【省エネ効果】

前提：窒素や水素の冷媒を既存で有する30 MW以上の大規模電力利用プラント内に
超電導ケーブル1 kmを適用した場合

- ◆電力送電時の送電損失 95%以上削減
- ◆年間省エネルギー量（原油換算）110 kL = ドラム缶 550本分
- ※年間CO₂排出低減量 554 ton

社会課題のキーワード 省エネ化 & 低CO₂排出量化

エネルギーの未来

既存技術を活かした超電導技術を新市場に落とし込むことで、
『脱炭素社会』、『グリーン成長戦略』への貢献度が高まる

<超電導ケーブルシステムの想定される用途例>

- 工場内に冷媒（窒素や水素）の貯蔵設備があるプラント
- 構内プラント内の老朽化した連系用ケーブルの代替
- 石油精製、化学プラントなどの大容量引込線、連系線
- 巨大都市の郊外変電所からの引込線
- スマートシティ・クローズドグリッドへの展開



超電導ケーブルシステムの普及による 持続可能な脱炭素社会構築へ



電動化やコンパクト化を既存技術と超電導の融合で実現
脱炭素社会・新市場でも『信頼の輪』をひろげます