

実証研究の内容

研究の目的

高温超電導直流送電システムを試作し、実系統等から直流での電力需要を有するデータセンター等に対して、実際に課通電試験を行うことで、技術的、制度的な課題を抽出する。

実施期間

2013年4月～
2015年3月の2年間

実施場所

北海道石狩湾新港地域

事業の概要

千代田化工建設株式会社、住友電気工業株式会社、中部大学、さくらインターネット株式会社にて経済産業省が所管する「高温超電導直流送電システムの実証研究」を実施する。

新たに高温超電導直流送電システムを石狩湾新港地域に設置し、さくらインターネットの石狩データセンターと直流電源施設間および商用の交流変電所からの送電を行い、トータルシステムとして実運用システムの構築、さらに、将来の長距離送電システムを実用化するための技術的、制度的課題の検証を行う。



試作システム

高温超電導材料を用いた超電導ケーブルにより、データセンターへの直流給電システムを構築する。システムは2つの回線を設置する。太陽電池等ローカルな直流電源と接続して直流電源との接続および通電安定性を検証する回線1と、既存の送配電交流系統に接続して公共道路沿いに長尺ルートで構築する回線2の2つである。

■ 試作システムの概要

送電方式		直 流
回線1 Ph1	送電距離	500 m程度
	送電元(発電設備)	太陽電池等直流電源
	受電先	さくらインターネット株式会社 石狩データセンター
	ケーブル送電容量	50 MW程度
回線2 Ph2	送電距離	2 km以上
	計画送電元(発電設備)	商用交流電源
	計画受電先	さくらインターネット株式会社 石狩データセンター
	ケーブル送電容量	50 MW程度

長距離送電のための技術開発

長距離送電実現のために、超電導線材およびケーブルの高性能化と合わせて安価に作ることを目指し、主に下記の分野において技術開発を行う。

1 超電導ケーブルの熱収縮および膨脹対策

超電導ケーブルは常温から液体窒素温度間で約0.3%の熱収縮が生じる。特に超電導ケーブルが長くなると、熱収縮は大きな問題となり抜本的な解決が必要である。ケーブル長が500mの場合、熱収縮は1.5m程度、2kmの場合6m程度となる。このため熱収縮時にケーブル破断や昇温時に座屈を生じないように対策を実施する。

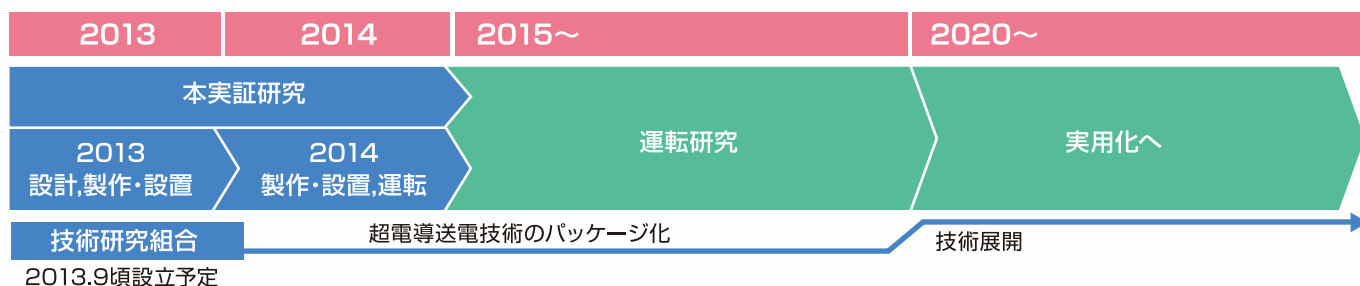
2 長距離冷媒循環システムの構築

冷媒を長い距離にわたり安定に循環させるために、断熱2重管からの熱侵入を十分に低くすると同時に管摩擦係数の低いシステムを構築する。

3 超電導線材の接続

ケーブルを長尺化するためには、途中で超電導線材を接続する必要がある。直流の場合には複数の超電導線材の電流比はそのままでは接続抵抗比になるが、これではケーブルに十分な電流を流すことができないため、均流化処置を行う。

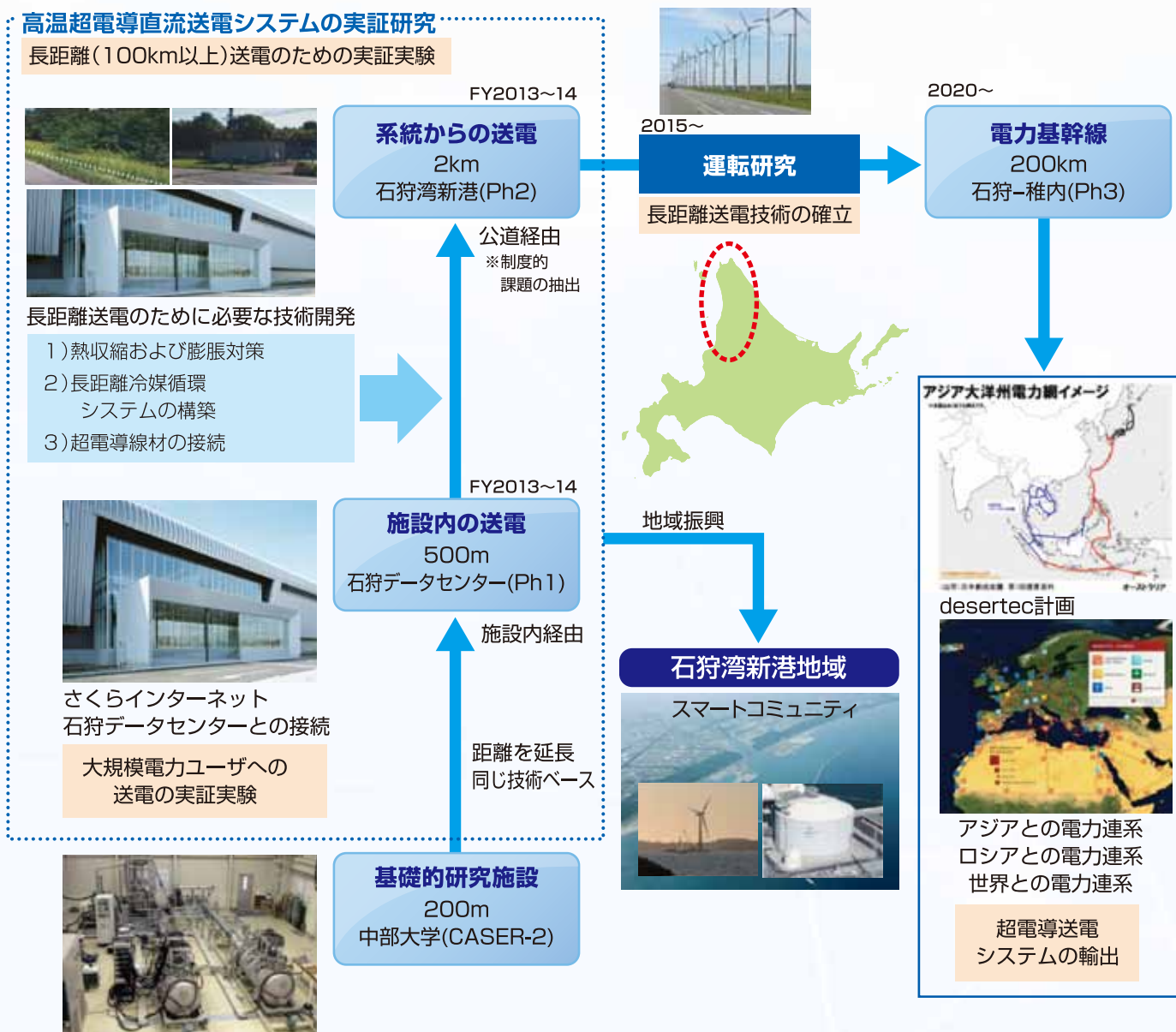
今後の計画および構想



将来構想のイメージ

- **石狩湾新港地域**に超電導送電を核とした、多様なエネルギーソースを活用する**スマート・コミュニティ**“COOL SMART LAND, ISHIKARI”を展開。
- 稚内方向へ200km程度延伸し、風力発電などの電力と接続、**長距離送電技術を確立**。
- 超電導送電技術を**パッケージ化**し、アジアやロシアなど**グローバルに展開**。

超電導直流送電の全体構想

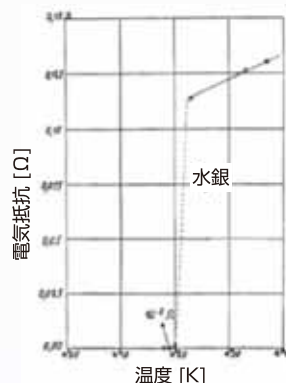


超電導送電とは

超電導とは

超電導とは、特定の金属や合金(超電導体)を超低温に冷却すると電気抵抗がゼロになる現象。1911年に水銀で超電導現象が発見されて以来、医療用のMRI(磁気共鳴画像装置)や加速器などの研究設備に利用されている。

以前は、超電導状態にするために絶対零度近くまで冷却しなければならず、冷却に高価な液体ヘリウムが必要とされたが、近年、70K~110K(セ氏マイナス160度~200度)程度と従来より大幅に高い温度で超電導状態となる「高温超電導体」が開発されたことで、超電導材料を利用した応用製品の実用化が進んでいる。



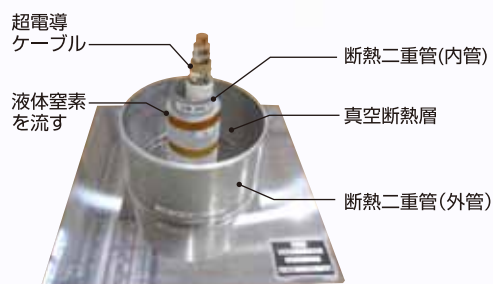
水銀の抵抗率は温度が下がると急にゼロになる

From K. Onnes in 1911.

超電導ケーブルとは

超電導体を線材として送電ケーブルを作ったもの。ケーブルを冷却するため断熱二重管でケーブルを覆い、内管の内部に冷却用の液体窒素を流し、内管と外管の間は真空にして(真空断熱層)、外部からの熱侵入を低減している。電気抵抗による損失なく電気を送ることができ、以下の特長がある。

- 環境に優しい(漏れ磁界無し、不燃)
- 経済性に優れている(低送電損失)
- 省スペース(大容量送電/コンパクトサイズ)



超電導送電とは

超電導送電とは、超電導ケーブルを利用して、電気を送る方法である。通常電気を送る送電線には電気抵抗が存在し、電気を流すと電力エネルギーの一部が、熱エネルギー(ジュール熱)となって失われる。

超電導送電では、電気抵抗がゼロになるため送電時のロスがほとんどなく電気を送ることができる。

送電の方式には直流と交流があるが、直流送電は交流送電に比べ以下のメリットがある。

- (1)交流送電では発生する交流損と呼ばれる損失がなく、実質抵抗がほぼゼロで長距離送電が可能。
- (2)交流に比べケーブル全体の断面積が小さく冷却コストが低い。

日本の発電所で作られる電力の4.8%^{*1}は、家庭に届くまでに送電ケーブルの電気抵抗などで失われている。年間の損失は約440億kWh^{*2}にのぼり、標準的な原発(110万kW、稼働率80%)で約6基分の発電量に相当する。超電導送電を用いることでこれらの損失を低減することが可能となる。

^{*1}「平成23年度版 電気事業便覧」2010年度値 ^{*2} 2010年度の発電電力量で計算

コンソーシアムメンバー紹介

千代田化工建設株式会社

石油・ガス・産業設備を手掛けるエンジニアリング会社。LNG分野においては世界主要LNGプロジェクトにおけるシェアの約4割を占める。

住友電気工業株式会社

1960年代より超電導の開発をスタートし、超電導ケーブルを製品化しており、世界各国の超電導プロジェクトに超電導ケーブルを供給している。

学校法人中部大学

世界初の本格的な200m級の超電導直流送電の実験設備を用いて研究開発を実施している。

さくらインターネット株式会社

データセンター事業を展開。外気を利用した空調や直流給電(HVDC 12V方式)で世界的にも高い電力効率を実現している石狩データセンターが実証研究の送電先となる。

【協力機関】「石狩超電導直流送電プロジェクト推進協議会」

石狩市により設立。石狩湾新港地域において本事業と協力して超電導直流送電の実証事業を推進。

(参加機関)北海道大学、中部大学、さくらインターネット株式会社、石狩開発株式会社、北海道、小樽市、石狩市