

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

高温超電導ケーブル実証プロジェクト (平成19年～平成24年)

中間評価分科会説明資料

－プロジェクトの概要－

平成21年11月25日

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
新エネルギー技術開発部

プロジェクトの概要説明

I. 事業の位置づけ・必要性

高温超電導ケーブル実証プロジェクト

I 高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

- ・実用化に向けて
- ・実系統連系を行い実運用に近い形態で
- ・線路建設、運転、保守を含むトータルシステムの長期信頼性を検証する

II 超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

- ・実証試験の評価項目、方法などの知見をデータとして提供し、国際標準化に貢献する

→ 革新的な高効率送電技術の開発・検証

研究開発の背景

○電力需要見通し（東京電力の場合）
a) 販売電力量 ・平成17年～28年度：1.1%
b) 最大電力 ・平成17年～28年度：0.9%

○経年劣化したケーブルの更新
・大半のPOF、OFケーブルは布設後既に30年以上経過し、経年劣化問題が顕在化。
→ 今後リプレース工事が増加する予定

建設コストを極力抑えつつ、都市地域の過密化による需要増加に対応した流通設備形成が必要

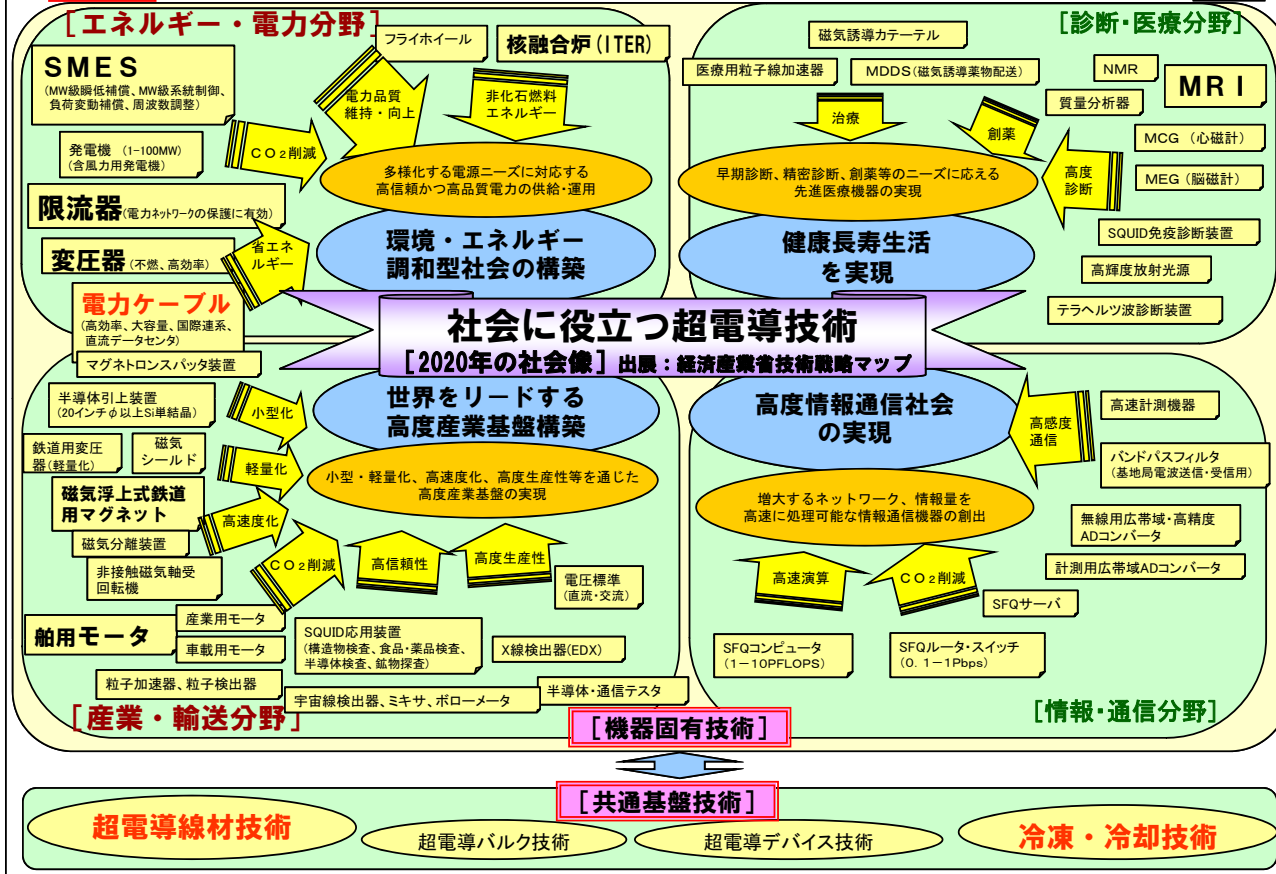
需要増を見越した大容量化
建設コストを抑えるコンパクト化

地球環境問題への対策の観点から省エネルギーや環境負荷低減に配慮したエネルギー利用

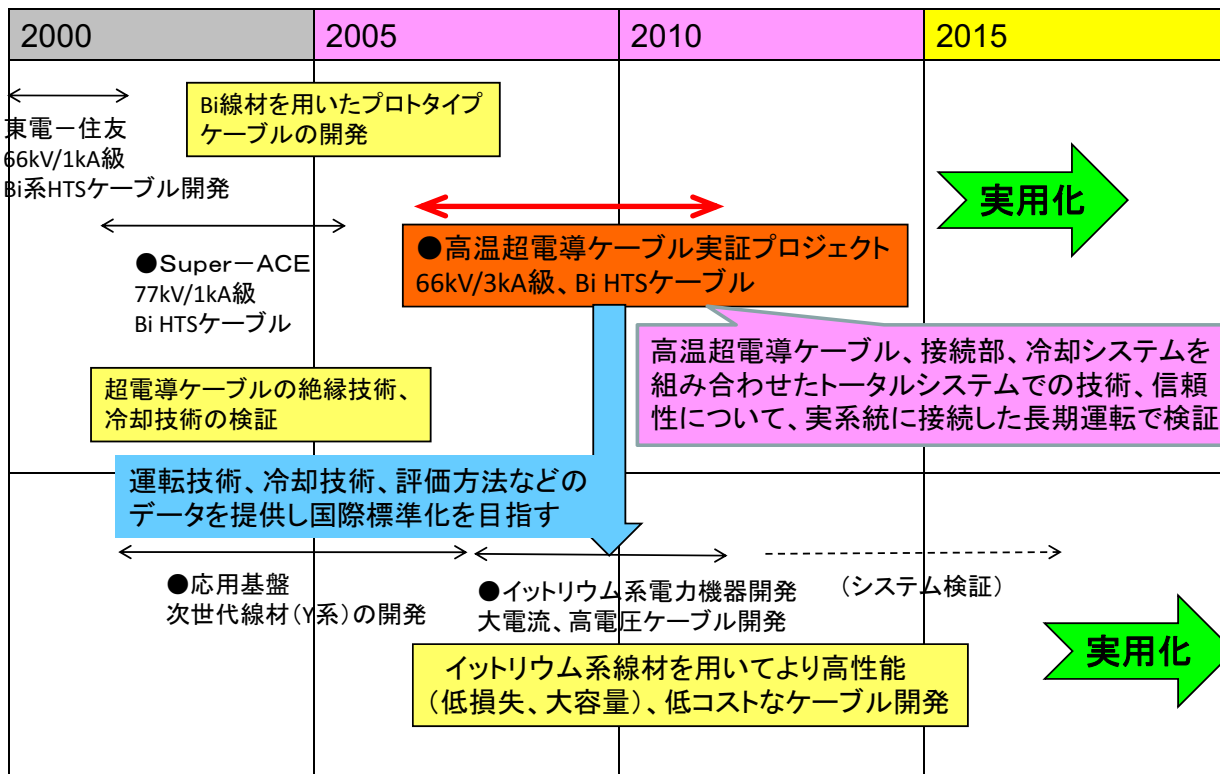
- 国家エネルギー戦略（2006年5月経済産業省）省エネルギーとして2030年までに30%の効率改善
- 新エネルギーイノベーション計画
新たなエネルギーの貯蔵・輸送技術など、「革新的なエネルギー高度利用技術」の開発
- 原子力の推進・電力基盤の高度化計画
送配電分野においては、電力供給を安定化させる技術や、発電電力を無駄なく輸送するための技術開発の促進
- Cool earth-エネルギー革新技術計画
2008年3月経済産業省が制定。21のエネルギー革新技術の一つに「高効率送電技術」が選定される
- 新政府方針
CO₂排出量を1990年比25%削減

環境を考慮した送電ロス削減

高温超電導ケーブルの早期実用化が必要



事業の位置づけ



研究開発の必要性

社会的要請

電力需要
増大

都市地域
過密化

電力機器
老朽化

地球環境問題
対応

省スペース・高効率機器の必要性

高温超電導線材・導体を使用した電力ケーブル

NEDOが関与する意義

社会的側面

- ・ エネルギー安定供給（電力ケーブル老朽化更新）
地球環境問題への対応
→ 超電導技術の**早期実用化**、**導入普及**が期待される

技術的側面

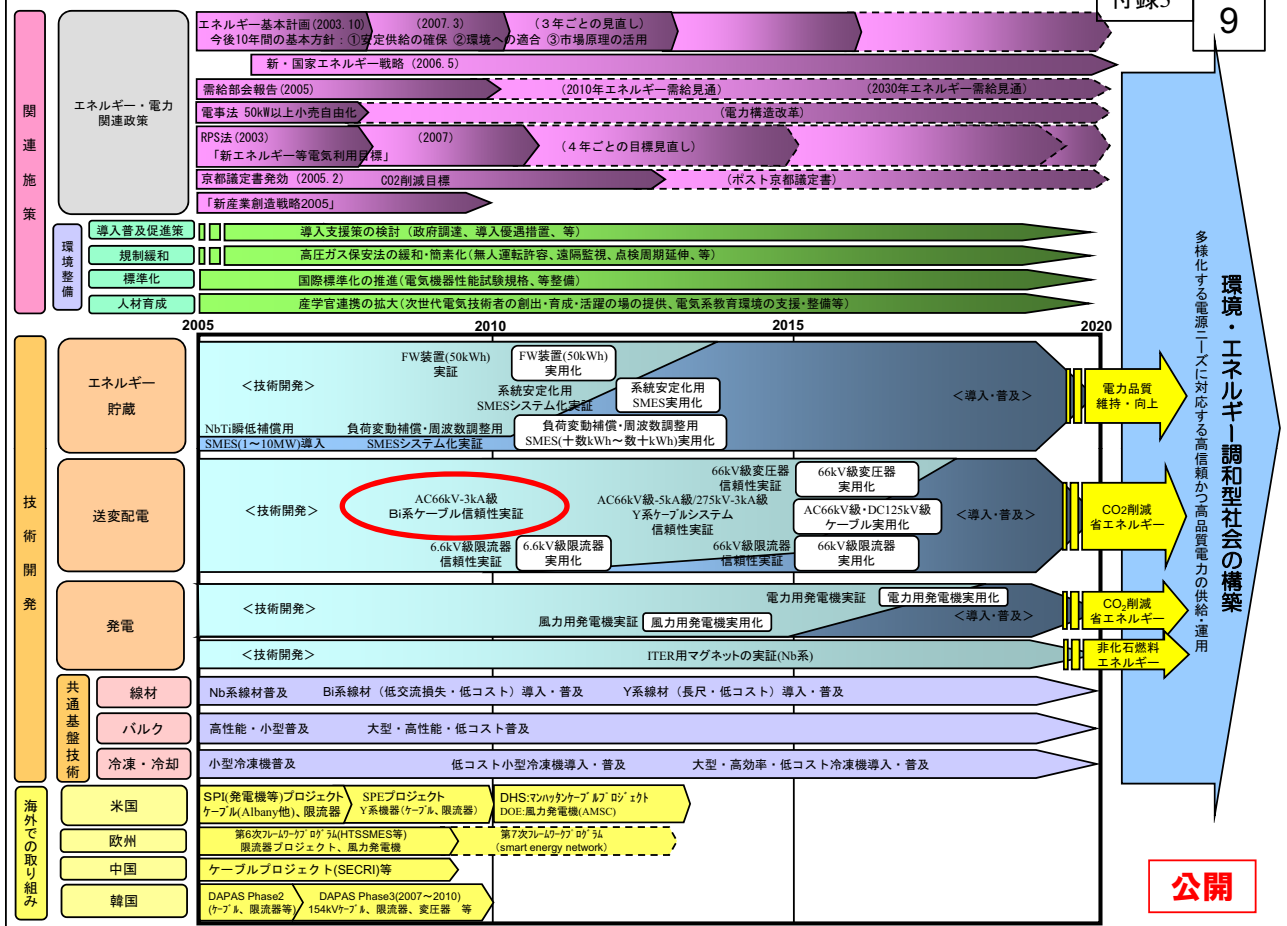
- ・ ほとんど実用化例がない、**高温超電導現象**による**革新的技術開発**
- ・ 実用化には多くの技術課題（**適用法令含む**）を有する
→ **民間のみでの事業は困難**
- ・ 国際競争力強化→主に**米国**、**韓国**（**国の支援で強力に推進**）

国・NEDOが主導し、官学産の英知を結集して
研究開発を推進する必要がある

超電導技術分野導入シナリオ (エネルギー・電力分野) (1/4)

付録3

9



公開

国内外の超電導ケーブル開発状況

II p.6, 24-27

10

プロジェクト	国	電圧 kV	電流 A	容量 MVA	長さ m	形態	線材	系統連系	試験年	その他
Albany (DOE)	米国 Albany, NY	34.5	800	48	330	三心	Bi+Y	○	2006	
AEP (DOE)	米国 Columbus	13.2	3000	69	200	tri-axial	Bi	○	2006	
LIPA1 (DOE)	米国 Long Island, NY	138	2400	574	600	単心×3	Bi	○	2008	
LIPA2 (DOE) *	米国 Long Island, NY	138	?	?	600	単心×3	Y	○	?	1相中間接続部有 LIPA1の張替
Hydra (DHS) *	米国 NY	13.8	4000	96	300	tri-axial	Y	○	2010	3m、25mテスト実施中
SPE: Entergy (DOE)	米国 New Orleans	13.8	2000	48	1760	tri-axial	Y	○	2011	
DAPAS2	韓国	22.9	1250	50	100	三心	Bi		2006	KERI/LS Cable
DAPAS3	韓国	154	3750	1000	200	単心×3	?		2010	KERI/LS Cable
KEPCO	韓国	22.9	1260	50	800	?	Y	○	2010	KEPCO/LS Cable Soul 近郊
Bi実証試験	日本	66	3000	200	200-300	三心	Bi	○	2011	
Y系プロジェクト	日本	66	5000	570	15	三心	Y		2012	
		275	3000	1430	30	単心	Y		2012	

黒字は完了または運転中のプロジェクト 青字は開発・計画中のプロジェクト *印は限流機能付き

事業の目的と実施の効果

<事業目的>

高温超電導ケーブルを実系統に連系し、線路建設、運転、保守を含めたトータルシステムの信頼性を実証する

<実施の効果>

- ・従来技術では実現し得ない革新的技術の確立
- ・従来機器の飛躍的な性能の向上

対象: **エネルギー分野**、産業・輸送分野、医療分野等

エネルギー効率化による
省エネ及びCO₂削減効果

コンパクト化、建設コスト削減による
電気料金の低減効果

高温超電導ケーブル実証プロジェクト

中間評価分科会説明資料 —プロジェクトの概要—

- Ⅱ. 研究開発マネジメントについて
- Ⅲ. 研究開発成果について
- Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて

平成21年11月25日

プロジェクトリーダー
東京電力株式会社 技術開発研究所長
原 築志

プロジェクト概要

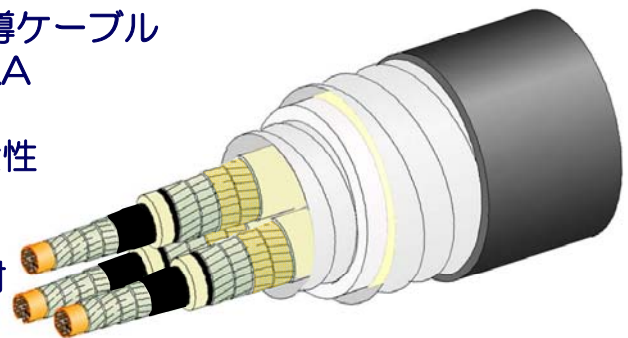
- 高温超電導ケーブルシステムを実システムに連系した実証試験を行うことにより、トータルシステムとしての総合的な信頼性を実証
- コンパクトで革新的な高効率送電技術の確立

<開発目標>

- ✓ 66kV, 200MVA級の三心一括型超電導ケーブル
- ✓ 低損失化 : 交流損失1W/m/相@3kA
- ✓ コンパクト化 : ϕ 150mm管路収容
- ✓ 事故電流対応 : 31.5kA, 2secでの健全性

<検証項目>

- ✓ 実システムへの接続技術、システム構成検討
- ✓ 負荷変動への冷却システムの追従性
- ✓ 運転監視方法、保守方法の検証

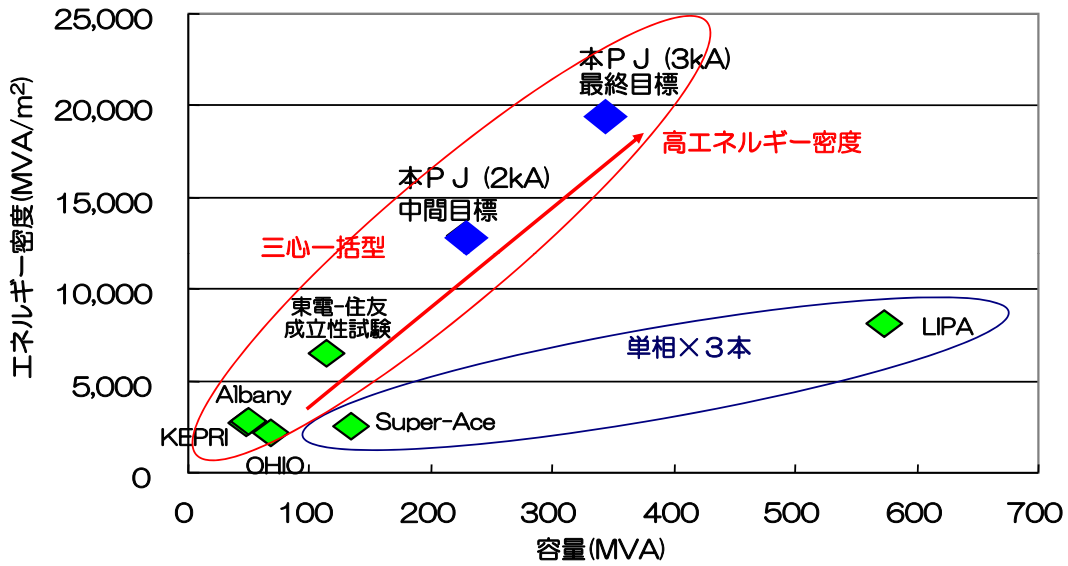


項目	中間目標 (H21年度末)	最終目標 (H24年度末)
(1)総合的な信頼性研究 ①高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 交流損失：1W/m/相 @2kA ✓ 事故電流対応：31.5kA, 2secでの健全性検証 ✓ 中間接続部の導体接続損失：1$\mu\Omega$/相以下@2kA ✓ 30m事前検証試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 交流損失：1W/m/相 @3kA ✓ 中間接続部の導体接続損失 1$\mu\Omega$/相以下@3kA
②トータルシステム等の開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証試験場所の決定 ✓ 実証用冷却システムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証試験線路建設 ✓ 運転監視、運用・保守技術確立
③送電システム運転技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証ケーブルの系統特性調査 ✓ 平常時のシステム制御方法の決定 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 平常時/事故時、障害復旧時等の制御指針決定
④実システムにおける総合的な信頼性の実証	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証ケーブルの確認試験の検討 ✓ 超電導線材他の製造 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実システムでの12ヶ月の長期実証試験
(2)超電導ケーブルの適用技術標準化の研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国際標準化項目の作成 ✓ 関連法規対応 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 超電導ケーブルの導入シナリオの策定 ✓ 国際規格化を進めるための実証試験データの収集・整理

▶ 実システム適用を念頭においての開発目標設定を実施

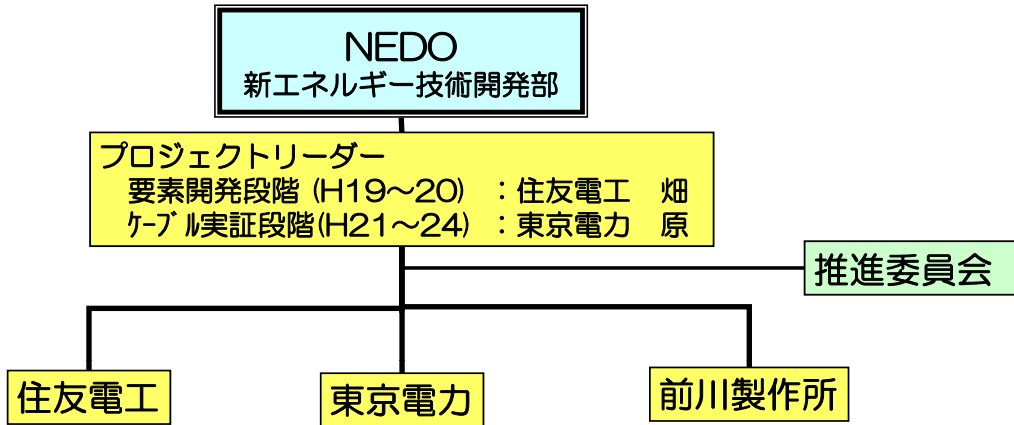
主な開発目標	根拠
最終目標値： 定格 66kV/3kA 容量 350MVA	既存275kVケーブルの代表的ケーブル容量350MVAを66kV超電導ケーブルで実現するために必要な目標値
中間目標値： 定格 66kV/2kA 容量 200MVA	66kV系統における代表的な送電容量 (154kV/66kV変圧器の2次側定格容量に相当)
交流損失： 1W/m/相	超電導ケーブルの冷却に必要なエネルギーを考慮しても、送電損失が既存ケーブルの1/2以下となる損失レベル
短絡電流： 31.5kA, 2sec	66kV級遮断器に規定されている過電流レベル
ケーブルサイズ： φ150mm管路収容可能	66kV既存ケーブル用の代表的な管路サイズ
12ヶ月の実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対環境性を考えた場合、四季を経験させる最小の期間 ・ 従来ケーブルにおける開発試験の期間は半年～1年 ・ 冷却システムのメンテナンス間隔の最低期間

▶ コンパクトな三心一括構造により、世界最高のエネルギー密度



国内外の主要超電導ケーブルPJのケーブル容量とエネルギー密度

項目	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度
ケーブル・機器検証 <要素技術>	交流損失評価 短絡電流対策確認 大容量接続部の検証	30mケーブル検証 システム構築	①定格試験 ②昇温再冷却試験 ③限界性能確認	中間目標 ACロス <1W/m/相 @2kA 短絡電流 31.5kA 2sec 中間接続部抵抗 <1μΩ/相		
運転技術開発	運転・制御基本計画の策定 異常モードの整理と対応検討		中間評価	運転・監視システム設計・構築 警報・遮断システム設計・構築		最終目標 ACロス <1W/m/相 @3kA (短尺サンプルでの検証)
実証試験	実証場所選択 冷却システムの設計検討	系統への影響検討	ケーブル・機器製造 冷却システム製造 工事内容調整	ケーブル・機器設置 冷却システム設置 現地整備	変電設備工事 初期冷却竣工試験	最終評価 解体撤去 実証運転
法規対応	関連官庁との調整 対応データ収集		法令手続き準備 (建築申請他)	関連法令手続き (消防等)		対応プロセスまとめ
標準化	項目整理、内容検討		検証試験内容評価			実証試験評価 標準化提案資料作成
年度予算	0.8億円	2.3億円	9.2億円	6.5億円	4.0億円	3.8億円



住友電気	<ul style="list-style-type: none"> ✓プロジェクト総括 ✓超電導ケーブル・接続部の要素技術開発、設計、製造、工事
東京電力	<ul style="list-style-type: none"> ✓プロジェクトリーダー ✓実系統との接続検討、運転技術開発、法令対応
前川製作所	<ul style="list-style-type: none"> ✓冷却システム設計、製造、工事
経済産業省・NEDO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ファンドの提供、プロジェクト管理

推進委員会の構成および活動実績

【推進委員会 開催：年2回】

＜設置目的＞

外部有識者による評価・審議の実施、指摘事項のPJへの反映

＜委員長＞ 原（東京電力）

＜委員＞

雨宮教授（京大）、荒木教授（福井工大）、大久保教授（名大）、日高教授（東大）、淵野主研（産総研）、横山教授（東大）、大田室長（関西電力）、岡本参事（電中研）
佐藤（住友）、川村（前川）

➤ 推進委員会での主な指摘事項およびPJへの反映状況

- ✓ 30m事前検証試験の充実
→ ヒートサイクル試験、限界性能試験追加
- ✓ 長尺ケーブルでの過電流通過後の冷却特性検証
→ シミュレーション解析の追加
- ✓ 実証試験時、過電流通過後の健全性確認方法
→ 部分放電測定可否の追加検討

WGの活動実績

各社での検討結果を持ち寄り方針・対策決定するため随時実施

	H19	H20	H21
WG1（系統・実証試験関係）	9回	8回	6回
WG2（機器開発・検証関係）	10回	11回	6回
WG3（冷却システム関係）	6回	16回	13回

(1) 実施計画の変更 (H20年度)

NEDO技術委員会、実証プロジェクト推進委員会からの指導により、事前の検証試験の充実を図る。

→ヒートサイクル試験、限界性能試験の追加

(2) 事業期間の変更 (H20年度)

(1)の実施内容の追加を考慮し、全体計画の見直しを実施。実証場所での工事停止期間のタイミングを考え、H23年11月に系統運転を開始。これにより事業期間をH24年度まで延長。

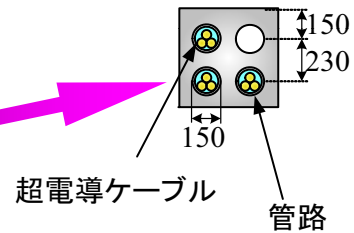
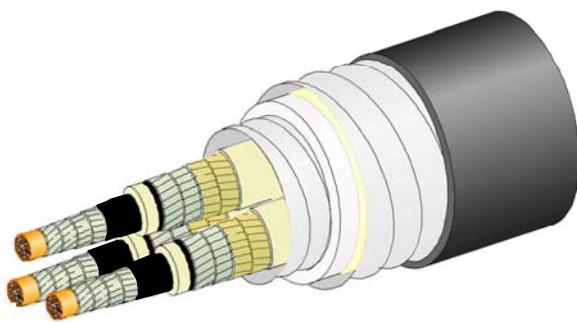
(3) プロジェクトリーダー (PL)の交代 (H21年度)

事業が3年目に入り、要素技術開発からシステム検証の段階に移行することに伴い、PLを住友電工・畑から東京電力・原へ交代

項目	中間目標 (H21年度末)	達成度
(1)総合的な信頼性研究 ①高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 交流損失：1W/m/相 @2kA ✓ 事故電流対応：31.5kA, 2secでの健全性検証 ✓ 中間接続部の導体接続損失：1$\mu\Omega$/相以下@2kA ✓ 30m事前検証試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 達成 ✓ 達成 ✓ 達成 ✓ 達成見込み (H22/3予定)
②トータルシステム等の開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証試験場所の決定 ✓ 実証用冷却システムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 達成 ✓ 達成見込み (H22/3予定)
③送電システム運転技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証ケーブルの系統特性調査 ✓ 平常時のシステム制御方法の決定 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 達成 ✓ 達成見込み (H22/3予定)
④実系統における総合的な信頼性の実証	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 実証ケーブルの確認試験の検討 ✓ 超電導線材他の製造 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 達成 ✓ 達成見込み (H22/3予定)
(2)超電導ケーブルの適用技術標準化の研究	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国際標準化項目の作成 ✓ 関連法規対応 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 達成 ✓ 達成

▶ コンパクトな三心一括型超電導ケーブルシステムの実系統における実証

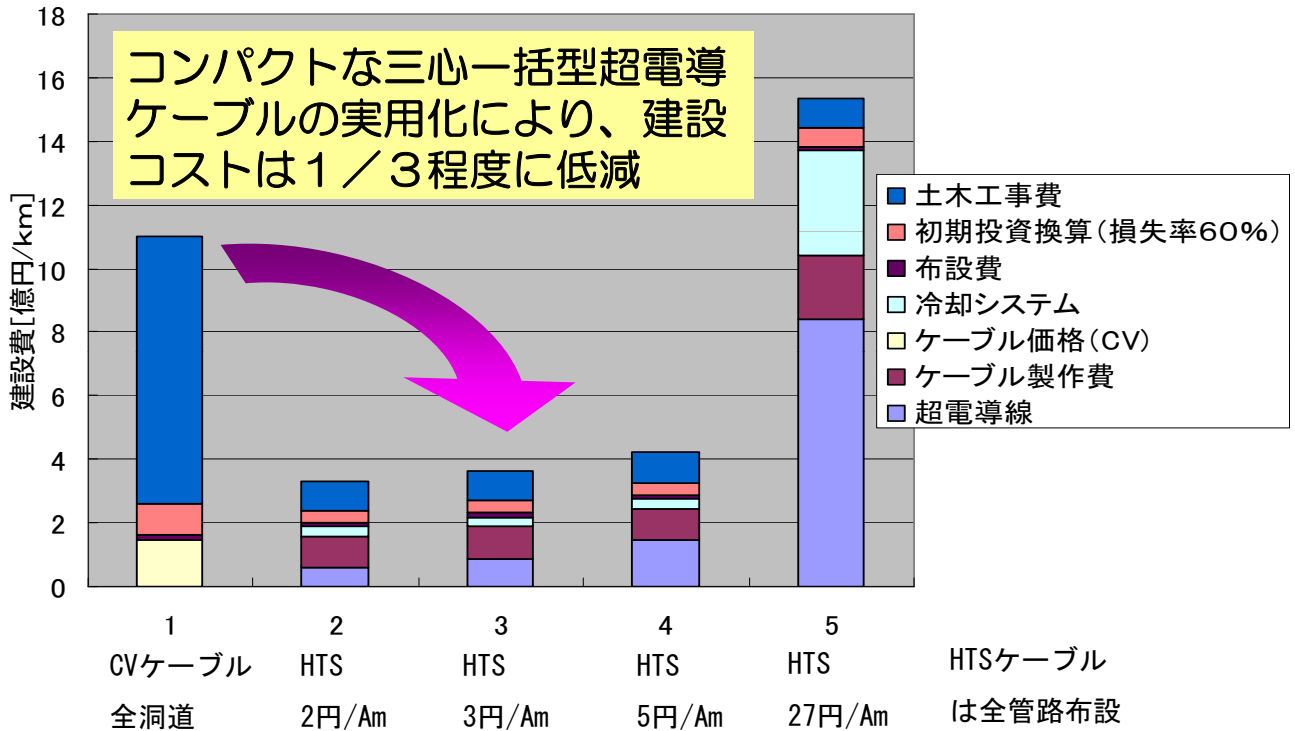
- ✓ 内径150mmの既設管路に収容可能なコンパクト性
- ✓ 河道布設が必要な275kV既存ケーブル並の送電容量を66kVで実現
- ✓ 送電ロスが半減→CO2削減効果
- ✓ 建設コスト低減→電気料金低減効果



コンパクト構造により
世界最高のエネルギー密度

- ▶ 三心一括型超電導ケーブルシステムにより、同容量の既存ケーブルと比較して、送電ロスは1/2~1/3に
- ▶ 2030年の省エネ効果は279GWh/年：8万世帯分の消費電力量

年	超電導化による 損失低減量 (Lf=1.0)	累積 導入量	損失率 (Lf)	1年間の低減電力量 A×B×C×(24× 365)	1年間の CO ₂ 削減量
単位	kW/km	km		GWh/年	千t-CO ₂ /年
	A	B	C	D	E
2015年	50	30	0.7	10	3.5
2020年	70	190	0.7	82	28
2025年	70	400	0.7	172	58
2030年	70	650	0.7	279	95



知的財産権 <出願状況>

出願年	要素技術・製造技術	施工・運用技術	冷却システム
H19年度	9	0	0
H20年度	7	4	0
H21年度 (11月現在)	0	4	1

※本PJ推進のために、受託者費用で実施した関連研究に基づく特許出願を含む

研究発表数（論文・講演など）

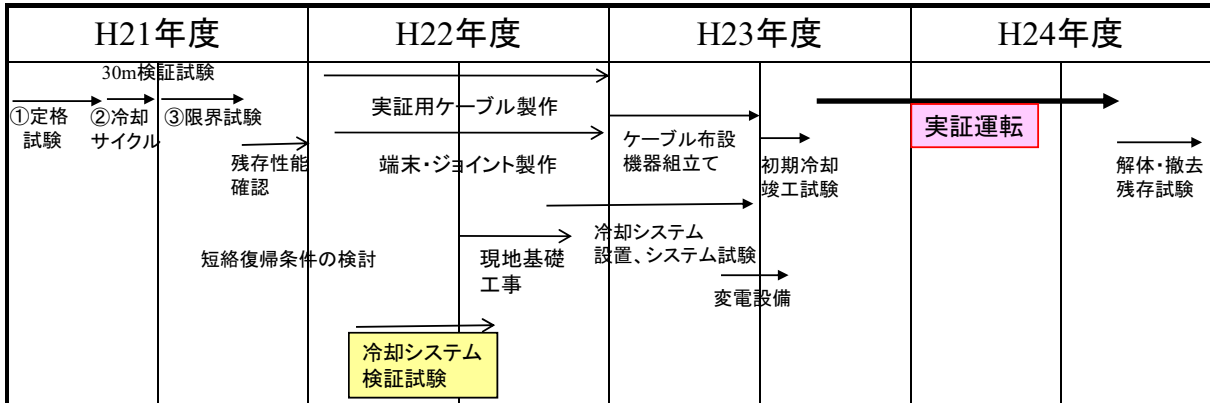
年度	論文（査読付き）	論文（その他）	その他外部発表
H19年度	0	4	2
H20年度	3	16	3
H21年度 (11月現在)	3	6	2

- ✓ 30m検証ケーブルシステム試験結果は、現在までの所、事前検討通りの成果
- ✓ 旭変電所については、詳細レイアウト、工事手順を設計中
- ✓ 冷却システムは、冷却システム検証試験を経て、旭変電所に構築予定

➡ **計画通り、実証試験をH23年度後半からスタートの予定**

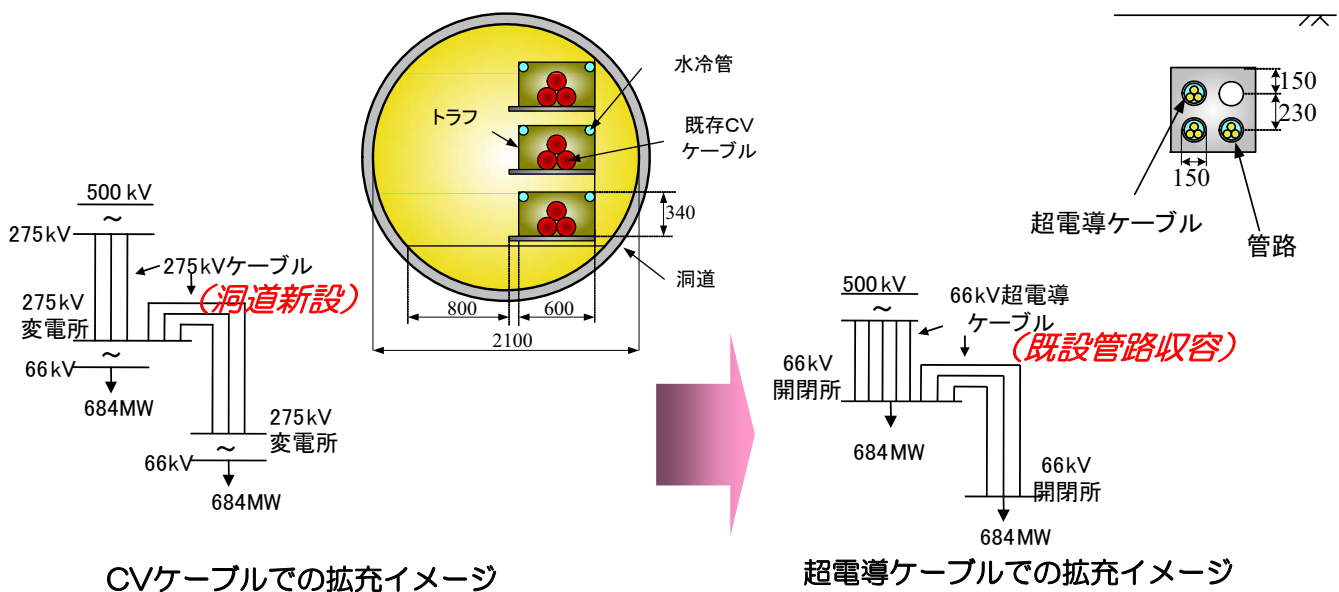
<残された課題への対応方針>

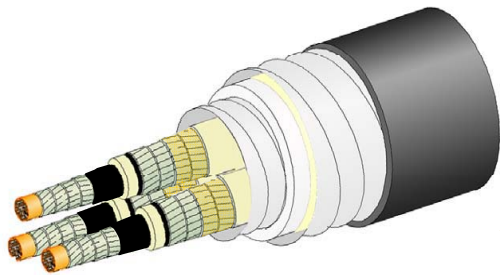
- ✓ 交流損失 1W/m/ph@3kA：線材の低損失化、ケーブル構造最適化で対応
- ✓ 短絡電流通過時の熱特性評価：30m試験とシミュレーションで解析(産総研と協業中)



<都内導入系統>

- ✓ 洞道布設が必要な既存275kVケーブルの代わりに、既存管路に収容可能な三心一括型超電導ケーブルの活用





交流大容量高温超電導ケーブルシステム

海外展開

- ✓米国ではスマートグリッド構想の一環として、超電導ケーブル技術に注目
- ✓実証中の超電導ケーブルと比べ、大容量化・コンパクト化・低損失化をバランス良く実現しており、技術的に優位

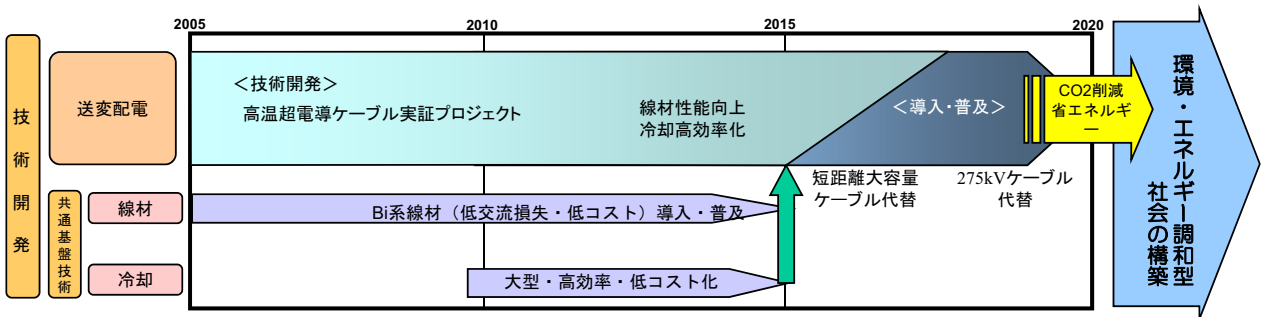
直流ケーブル応用

- ✓自然エネルギーを利用した大規模電源からの直流送電への適用
- ✓データセンターなど低電圧大電流の直流配電システムへの適用

冷却システム

- ✓超電導電力機器の冷却技術として幅広く活用可能

超電導技術分野導入シナリオ（エネルギー・電力分野）



2007~2012
高温超電導ケーブル
実証プロジェクト
—本プロジェクト—

超電導線材の高性能化、低価格化
冷却システムの大規模化、高効率化

コストダウン効果の実現

2016年~本格導入

- ・大電流ケーブル代替
- ・OF,POFケーブル代替
- ・基幹電力網への適用

(1) 高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

① 高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証

平成21年11月25日

住友電気工業株式会社
増田 孝人

高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証

開発目標

● 基本計画 : 高温超電導ケーブルの重要要素に関して実系統に適用しうる所定の性能、機能を有し、送電システムが構築できることをモデルシステムによって検証する。

項目		中間目標 (H21年度)	最終目標 (H24年度)
要素技術 開発	低交流損失化	【1】<1 W/m/ph @ 2kA	<1W/m/ph @ 3kA
	対短絡電流	【2】31.5kA @ 2secでダメージなし 【3】10kA@2sec通過後、定格課通電可	同左
	中間接続部の接続抵抗	【4】<1μΩ/箇所 @ 2kA	<1μΩ/箇所 @ 3kA
システム	30m検証用システムの構築	【5】30m級ケーブルの設計、製造 【6】接続部の設計、製造 【7】検証システム建設	—
	30m検証用システムの評価	【8】定格性能の検証 【9】ヒートサイクルの影響確認 【10】限界性能の確認	—

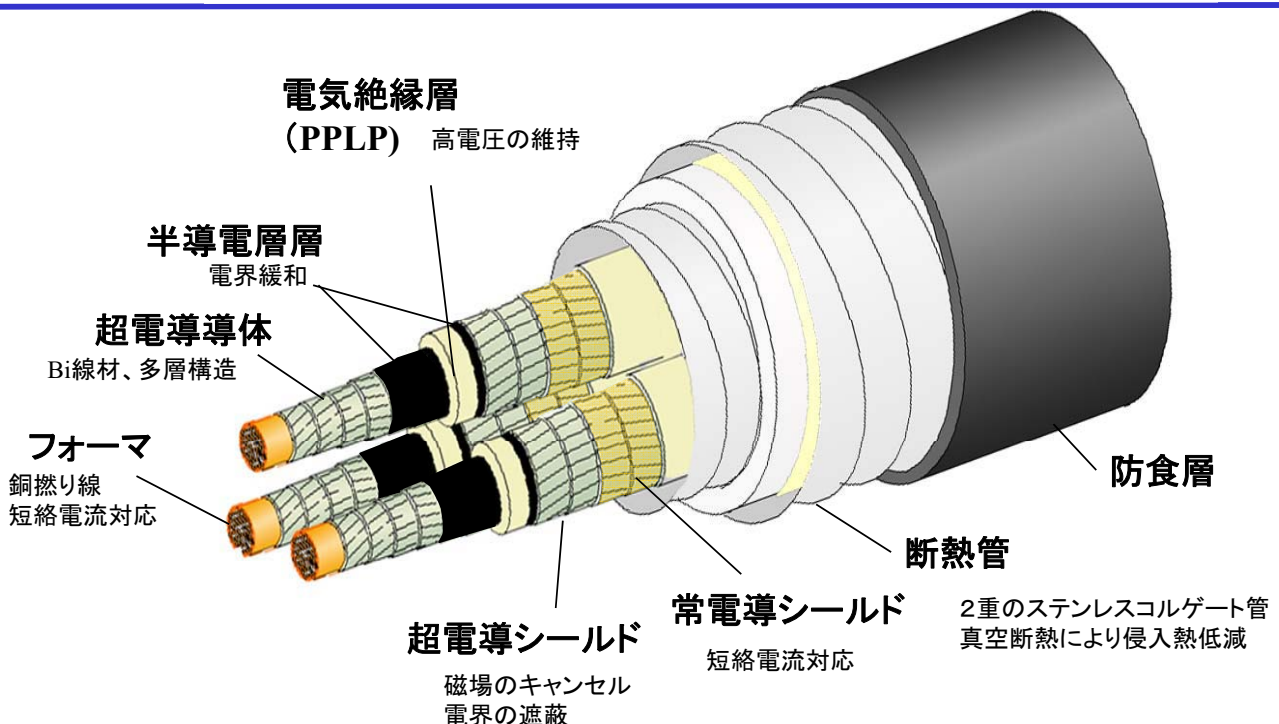
赤字: 基本計画記載事項、青字: 実施計画書記載事項

研究開発目標の根拠・意義

主な開発目標	根拠
最終目標値： 定格 66kV/3kA 容量 350MVA	既存275kVケーブルの代表的ケーブル容量350MVAを66kV超電導ケーブルで実現するために必要な目標値
中間目標値： 定格 66kV/2kA 容量 200MVA	66kV系統における代表的な送電容量 (154kV/66kV変圧器の2次側定格容量に相当)
交流損失： 1W/m/相	超電導ケーブルの冷却に必要なエネルギーを考慮しても、送電損失が既存ケーブルの1/2以下となる損失レベル
短絡電流： 31.5kA、2sec	66kV級遮断器に規定されている過電流レベル
ケーブルサイズ： φ150mm管路収容可能	66kV既存ケーブル用の代表的な管路サイズ
1年間の実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対環境性を考えた場合、四季を経験させる最小の期間 ・ 従来ケーブルにおける開発試験の期間は半年～1年 ・ 冷却システムのメンテナンス間隔の最低期間

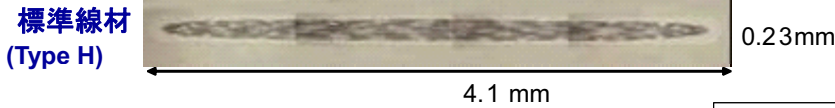
高温超電導ケーブルの重要要素技術の検証

三心一括型超電導ケーブル構造

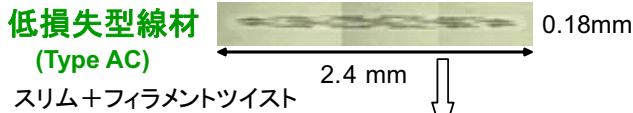


主要成果 【1】低交流損失化(1)

低損失型DI-BSCCO線材 (TypeAC) 開発 [住友独自開発]
TypeAC “スリム + フィラメントツイスト” → ACロス低減可能

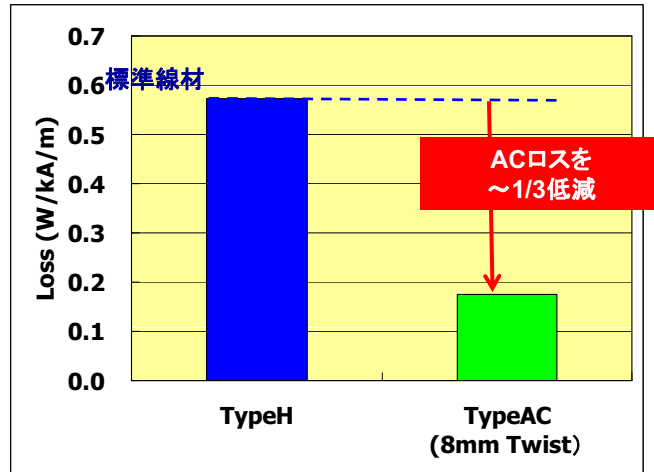
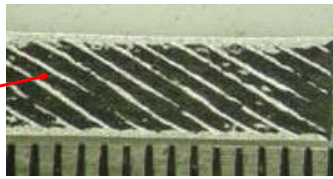


@ Parallel Field 0.07T, 50Hz



スリム + フィラメントツイスト

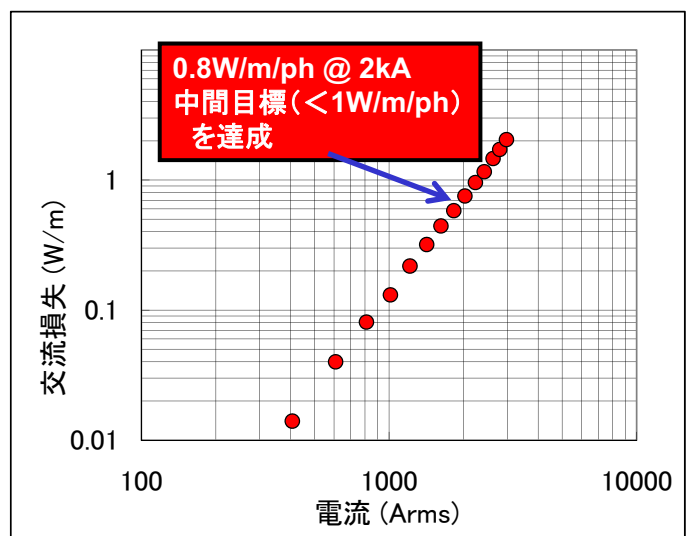
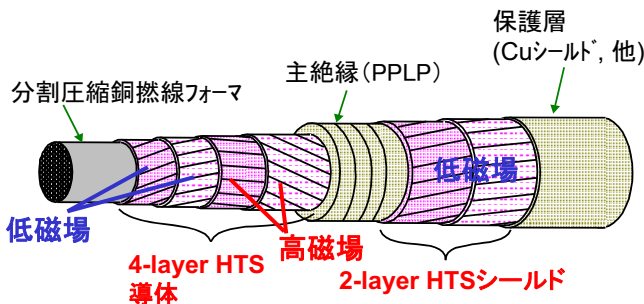
フィラメントツイスト : 8mm ピッチ



主要成果 【1】低交流損失化(2)

低損失線材と標準線材を組合わせて使うケーブル導体構造を開発

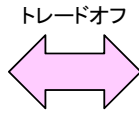
高磁場部: 導体3, 4層目 → 低損失線材適用
 低磁場部: 導体1, 2層目、シールド → 標準線材適用



主要成果 【2】短絡電流対応 対応方針

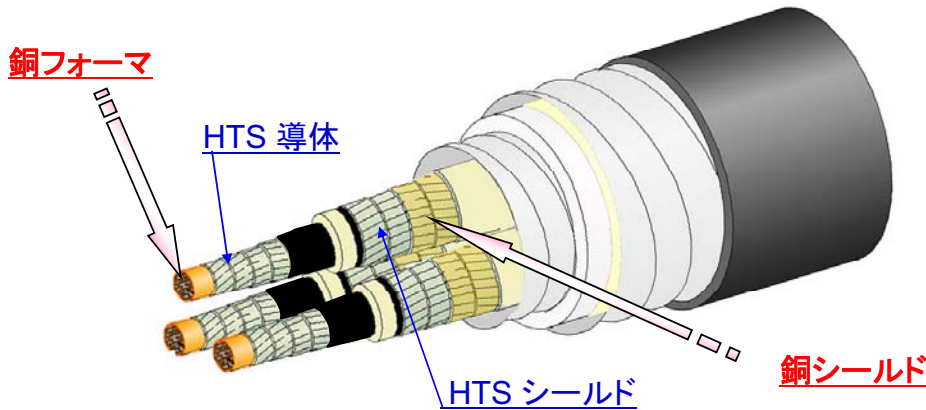
III p.27-28

過電流をフォーマ、銅シールドに流し、
温度上昇を抑制する。



サイズ制限
(Φ150mm管路適用)

→ フォーマ140mm²、銅シールド80mm²を選択

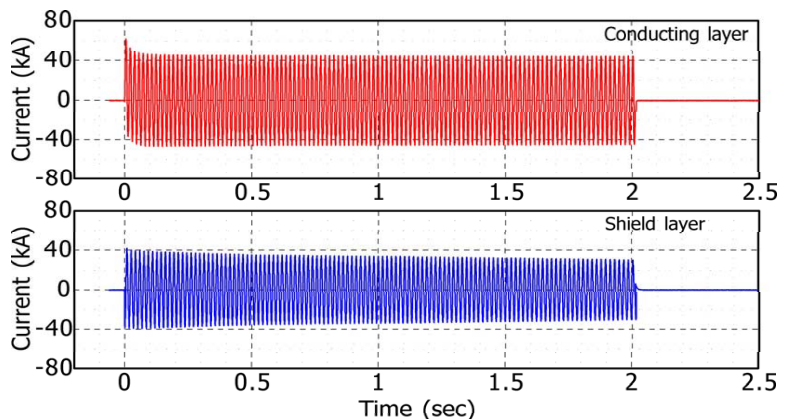


主要成果 【2】短絡電流対応 試験方法

III p.28-31

試験条件

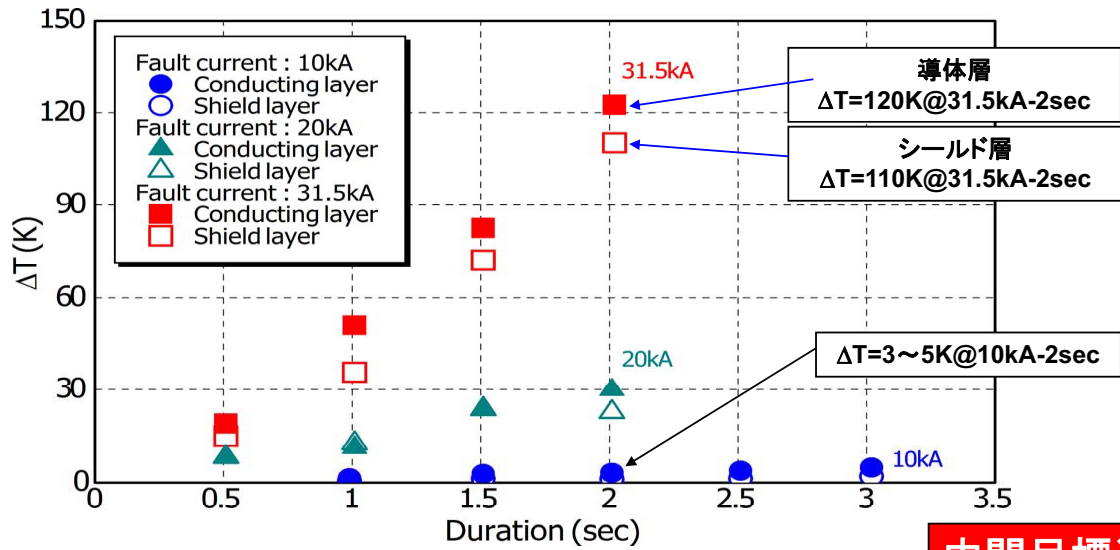
- 試験電流 : ~ 31.5kA
- 通電時間 : ~ 3sec
- 冷却条件 : open bath (77K)
- サンプル長 : 2.4 meter



試験波形の例 (31.5kA_{rms}(44kA_p), 2sec)

主要成果 【2】短絡電流対応 試験結果

IIIp.28-31

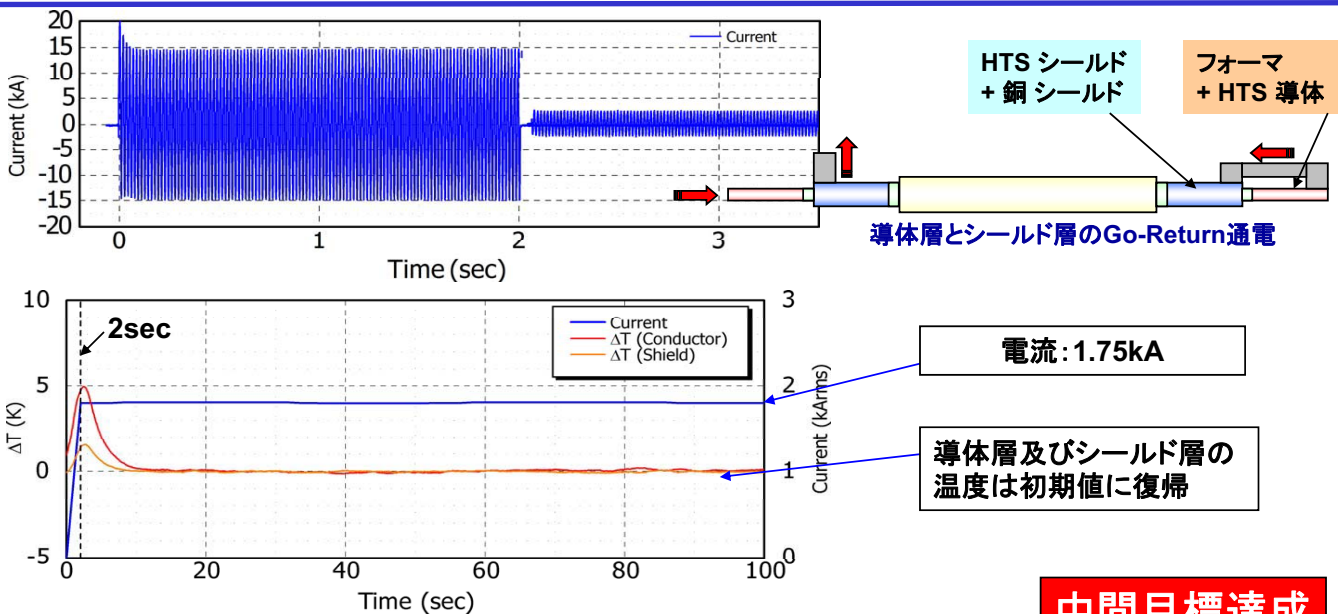


中間目標達成

Ic 特性 : 短絡試験前後でIc特性に変化なし(ダメージなし)

主要成果 【3】短絡電流対応 もらい事故通電試験

IIIp.31-33

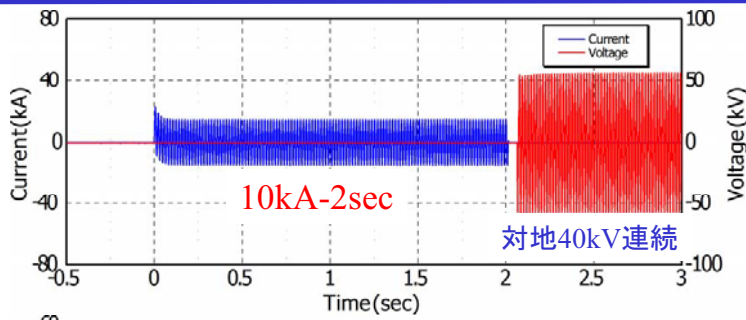


中間目標達成

● 10kA-2secの短絡電流印加後に1.75kAを安定に連続通電可能

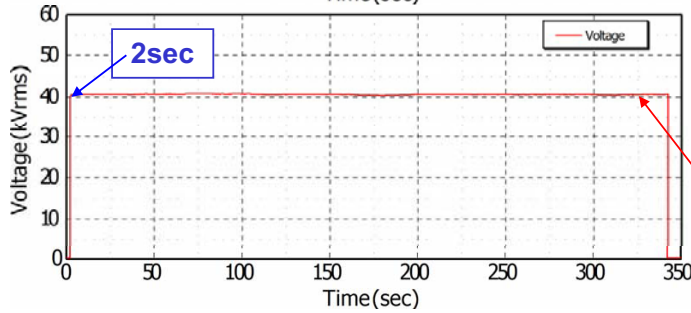
主要成果 【3】短絡電流対応 もらい事故課電試験

III p.33 -36



冷却 : Open Bath (77 K)
Ic : 導体層 4800 A

『ジョイント込み』のサンプルの導体層に過電流通電を行った直後に課電



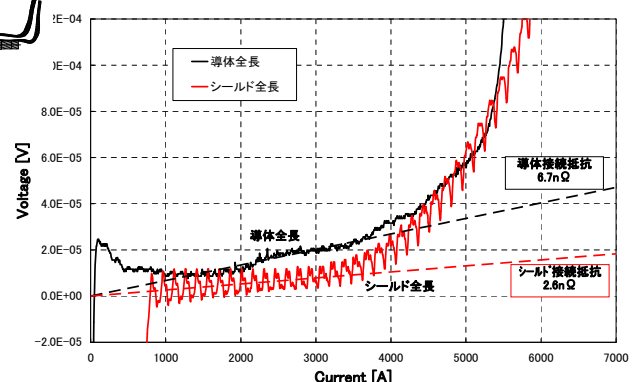
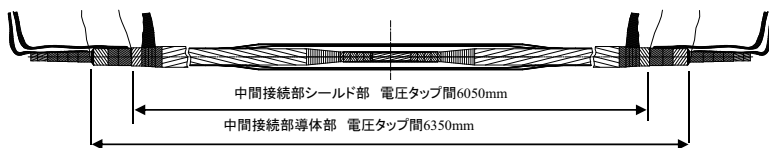
中間目標達成

10kA-2secの短絡電流通過後に対地40kV課電可能なことを確認

主要成果 【4】中間接続部の接続抵抗

III p.41 -42

導体・シールド接続部のDC抵抗測定結果



測定箇所	接続抵抗/相
HTS導体ブリッジ部	6.7nΩ
HTSシールドブリッジ部	2.5 nΩ

中間目標達成

主要成果 【5】検証用30mケーブル(設計)

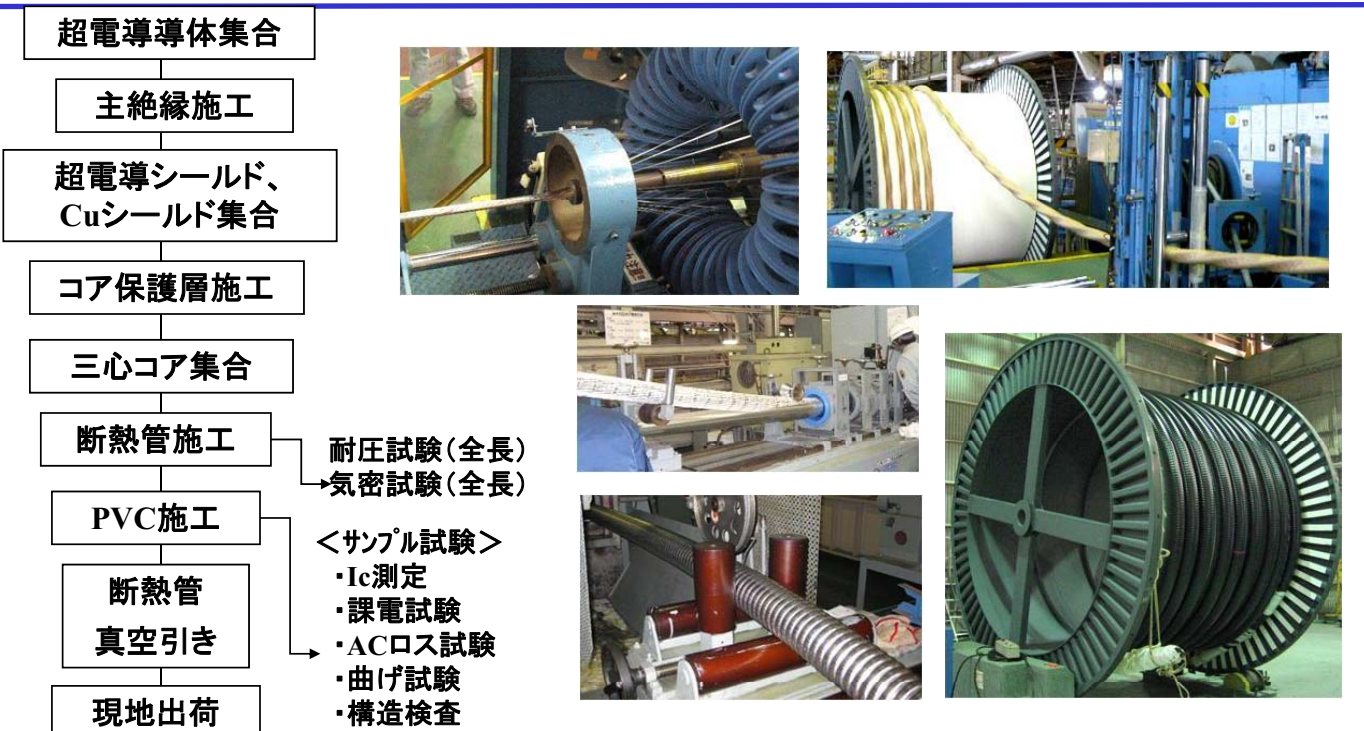
III p.71-77

項目	設計諸元	補足
フォーマ	素絶分割集合導体(140mm ²)	短絡試験結果より選定
HTS導体	4層(線材:HT/HT/ACT/ACT) 素線のIc総和: 約6100A	設計交流損失 0.5W/m/ph @ 2kArms
主絶縁	PPLP-7mm厚	(6mm厚でスペッククリア) 今回は実績と裕度を考え7mm厚を採用
HTSシールド	2層(線材:HT/HT) 設計Ic: 約7000A	設計交流損失 0.3W/m/ph @ 2kArms
保護層	Cuシールド(80mm ²)、保護紙&布テープ	Cuシールドは短絡試験結果より決定
三心コア	撚りピッチ: 約1200mm	従来実績準拠(ケーブル試作で確認済)
断熱管	SUSコルゲート二重管	東電-住友100mと同等構造を採用
防食層	PVC-3.5mm厚	従来ケーブル規格準拠

※3心コアのうち 2心:超電導コア、1心:ダミーコア(絶縁厚6mm)

主要成果 【5】検証用30mケーブル(製造)

III p.78



主要成果 【5】検証用30mケーブル(出荷試験)

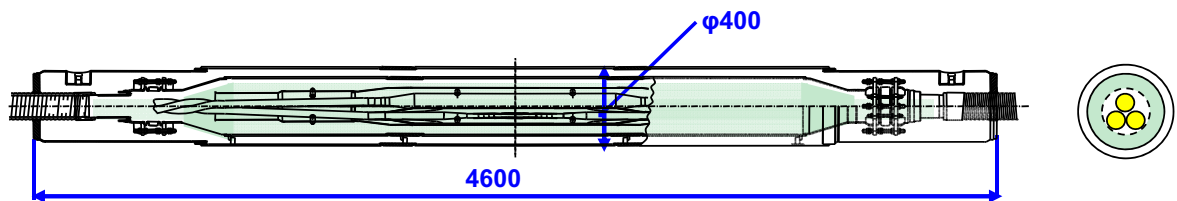
試験No	試験項目	サンプル	試験結果	備考
No.19	Ic測定	三心コア:6m	■ 導体:6100A(赤相)、6080A(青相) ■ シールド:7090A(赤相)、7080A(青相)	素線Icからの計算値と一致
No.20	ACロス測定	単心コア:2m	■ 0.83W/m/コア@2kArms	目標達成(≤1W/m/コア@2kA)
No.33	インダクタンス測定	単心コア:2m	■ 0.12μH/m	計算値(0.12μH/m)と一致
No.1 No.4 No.7 No.8	課電試験	単心コア:5m (ジョイント含)	【試験条件】 77K, 0.2MPaG ■ AC耐電圧試験 : AC 90kV-3hr : 良好 AC 150kV-10min : 良好 ※PDなし(PD感度 60pC) ■ 雷インパルス試験 : ±385kV/各3回 : 良好 ±475kV/各3回 : 良好 ■ DC耐電圧試験 : DC 152kV-10min : 良好	スペックを満足する良好な結果を得た
No.16	曲げ試験	ケーブル:6m	【試験条件】 直径2.4m(16.7D相当), 180度曲げ2回 ■ 導体およびシールドIcに変化なし(健全) ■ 解体調査で、超電導線&絶縁層に有害な異常なし	出荷ドラム径:2.6m
No.15	構造検査	ケーブル:1m	■ 各部寸法(サイズ、ピッチ)等が設計に対し許容範囲	製造に問題なきことを確認

これらのデータはCIGREで検討するケーブル標準化のための基礎データとして活用する。

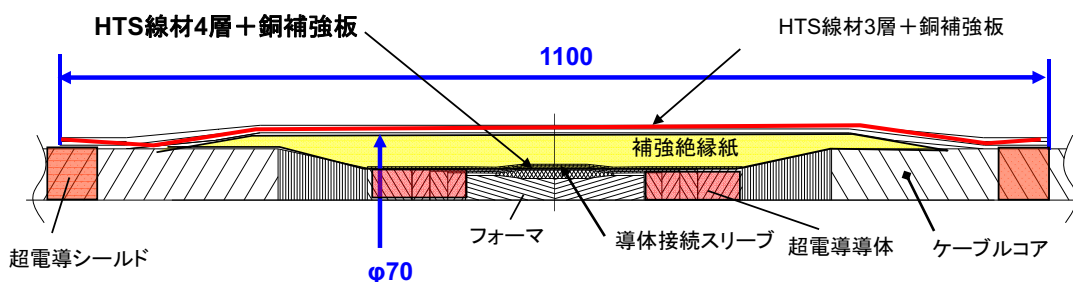
中間目標達成

主要成果 【6】中間接続部の構築(設計)

3心一括型 ジョイント全体構造



ジョイント接続部



主要成果 【6】中間接続部の構築(設計検証)

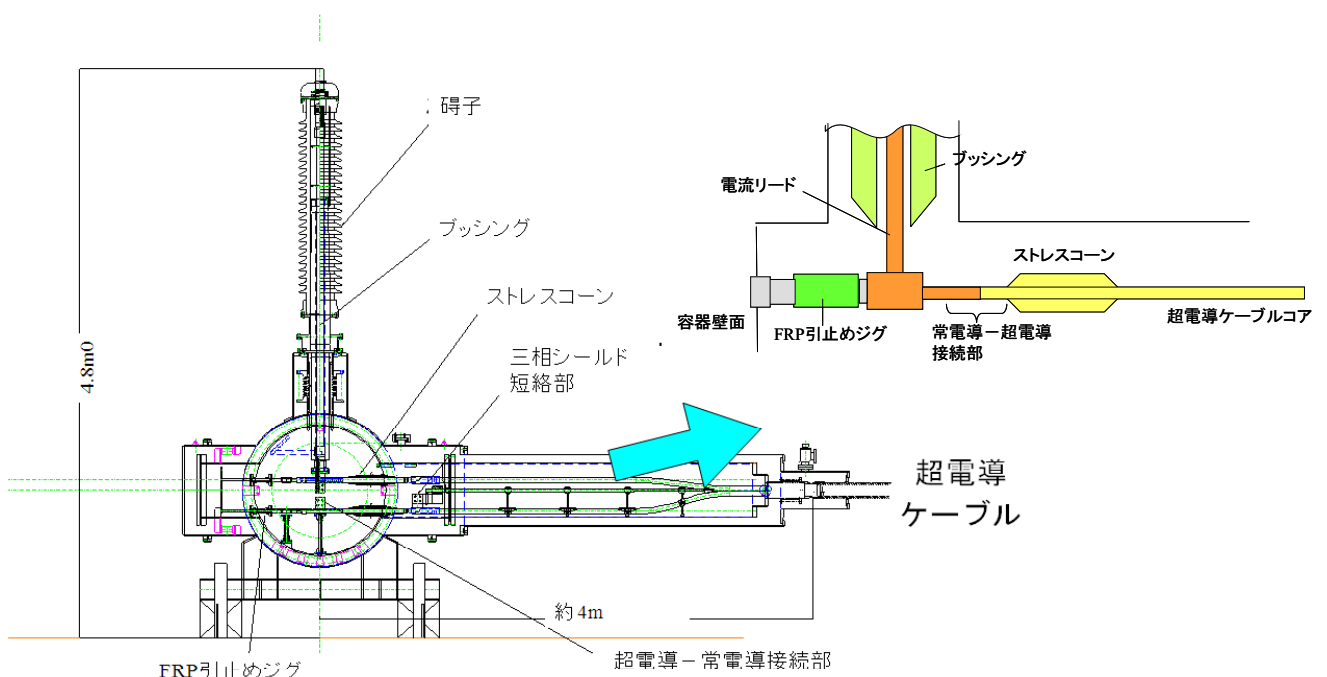
IIIp.38-51

項目	要求仕様	要素試験内容・状況
構造・寸法	省スペース施工可能なこと (~7mマンホール目標)	構造: 7mマンホール対応 組立・施工性を確認済み
電気特性	耐電圧特性	実証HTSケーブルに準拠 AC 90kV/3h, 150kV/10min, OK Imp ±475kV, OK
	通電特性	①DC抵抗 1μΩ/相以下@3kA ②AC 3kArms連続通電で安定 運転可能 2.75kA連続通電(大気圧LN2浸漬条件)確認 → 中間目標(2kArms連続通電)達成 → 過冷却条件で3kA通電試験を計画
	短絡電流特性	①31.5kA, 2secでダメージなし ②10kA, 2secで再送電可能 ①31.5kA, 2secでIcに変化なし ②10kA, 2sec直後に、1.75kA通電・40kV課電 可能
機械特性	ケーブル 応力対応	引っ張り : 最大 3ton/3相 圧縮 : 0.5ton/3相 三心ジョイントサンプルにて、 引っ張り: 最大3.8ton/3相でIc低下なく良好 圧縮 : 0.5ton/3相でIc低下なく良好
	圧力設計	最大圧力 : 0.6MPaG 気密試験(0.6MPaG)を良好に完了

中間目標達成

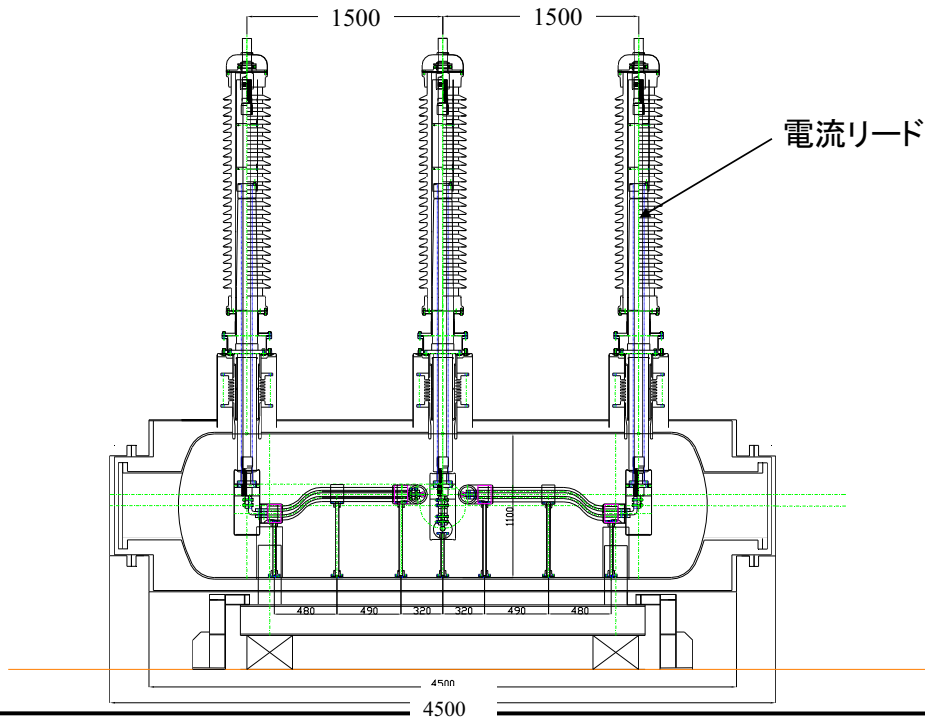
主要成果 【6】終端接続部の構築(設計)

IIIp.54-55



主要成果 【6】終端接続部の構築(設計)

III p.54 -55



超電導ケーブル実証プロジェクト中間評価

公開



主要成果 【6】終端接続部の構築(設計検証)

III p.56 -68

検討項目		要求特性	要素試験内容・状況
電気特性	耐電圧	実証HTSケーブルに準拠	端末接続部および容器単体で耐電圧試験を実施 AC : 90kV/3h, 150kV/10min, OK Imp : ±475kV, OK
	通電	定格1.75kA、最大電流 3kA	端末接続部モデルサンプルで3kA×8時間通電、良好
	短絡電流	①31.5kA/2secでダメージなし ②10kA/2secで再送電可能	ストコン部モデルサンプルにて ①31.5kA/2secでIcに変化なし ②10kA/2sec直後に定格1.75kA通電可能
機械特性	ケーブル熱伸縮	引張り最大3ton/3相 圧縮 0.5ton/3相	FRP引留治具、コア接続部 引張1.5ton/相、圧縮0.3ton/相を確認済み
	耐圧	最大圧力 0.6MPaG	気密試験(0.6MPaG)を良好に完了
	電磁力	短絡電流通過時に発生する電磁力に耐える構造	電磁力解析を実施済み(最大:約200kgf/m@31.5kA) モデルサンプルにより試験を実施、Ic低下なく良好 電磁力は最大約230kgf/mと解析値とほぼ同等レベル
	耐震性	垂直:0.15G 水平:0.3G	LN2槽断熱支持固定設計&端末容器の大地固定設計, 完了
熱的特性	電流リード損失	コンパクト化と低損失をバランス	モデル試験で約170W/本 → 設計/実測と良く一致

中間目標達成

超電導ケーブル実証プロジェクト中間評価

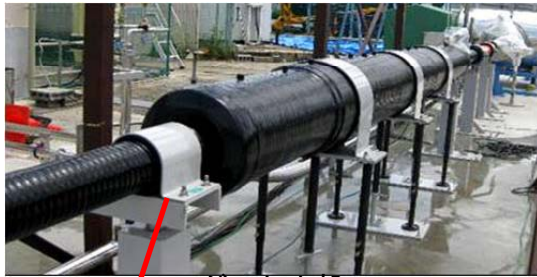
公開



主要成果 【7】検証システムの構築



HTSケーブル



ジョイント部



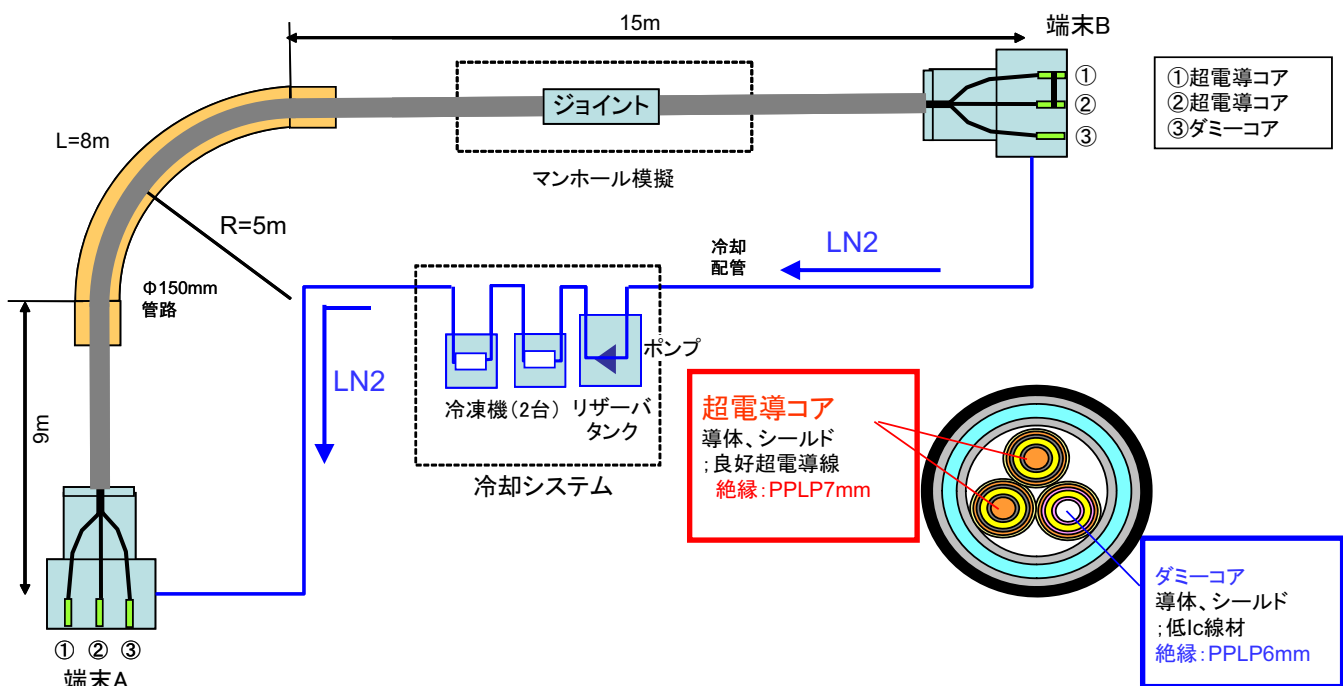
端末部



冷却システム室

中間目標達成

主要成果 【7】検証システムの構築

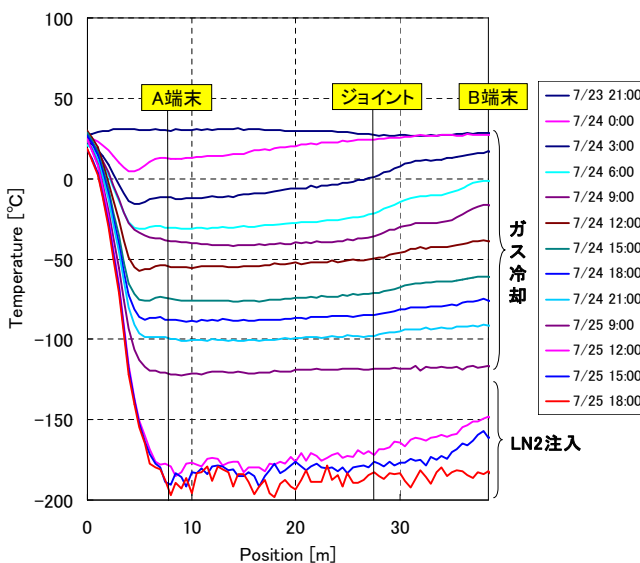


主要成果 【8】検証用システムの評価(試験計画)

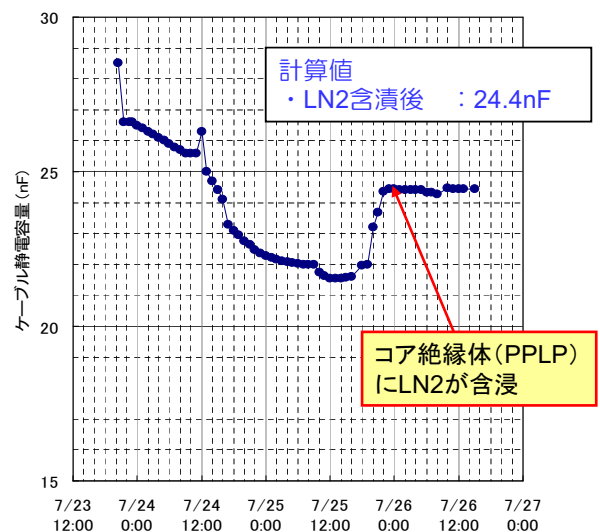
試験目的: 設計した超電導ケーブル含む各機器の送電システムとしての機能確認

試験名	予定	試験項目・内容	
① 定格確認試験	H21/7 ~9	電気特性試験	Ic測定(導体部)、シールド誘導電流計測 C・tanδ特性確認、定格課通電(対地40kV, 2kA)
		機械特性試験	冷却時の張力測定
		熱的特性試験	ACロス測定、断熱管侵入熱測定
		長期課通電試験	対地51kV-連続、 通電2kA-8hrON/16hOFF、1ヶ月
② ヒートサイクル試験	H21/9 ~10	ヒートサイクル試験	一旦昇温し、再度冷却を行い、上記電氣的、機械的、熱的特性に変化がないことを確認する。
③ 限界性能確認試験	H21/11 ~H22/1	ヒートサイクル試験	一旦昇温し、再度冷却を行い、上記電氣的、機械的、熱的特性に変化がないことを確認する。
		限界性能試験	短絡電流模擬試験(～10kA)、 過電流通電(～3kA)試験、冷凍機故障模擬試験

主要成果 【8】検証用システムの評価(定格確認試験)



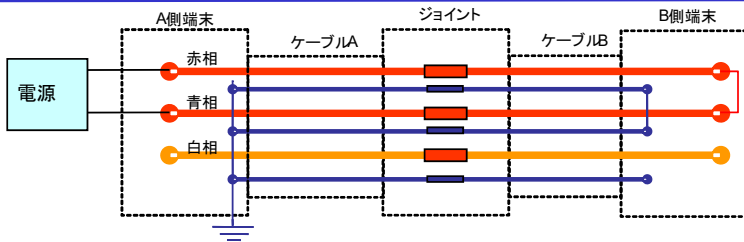
【ケーブル初期冷却時の温度プロファイル】



【冷却に伴うケーブル静電容量の変化】

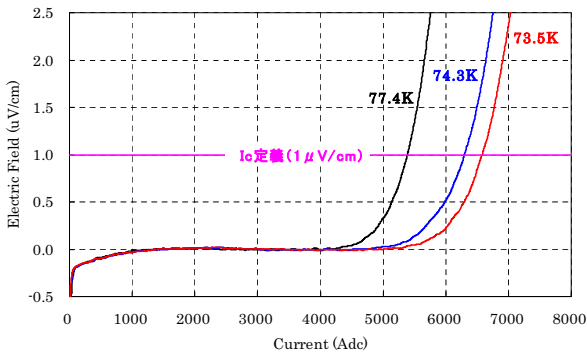
主要成果 【8】検証用システムの評価(定格確認試験)

IIIp.96-98



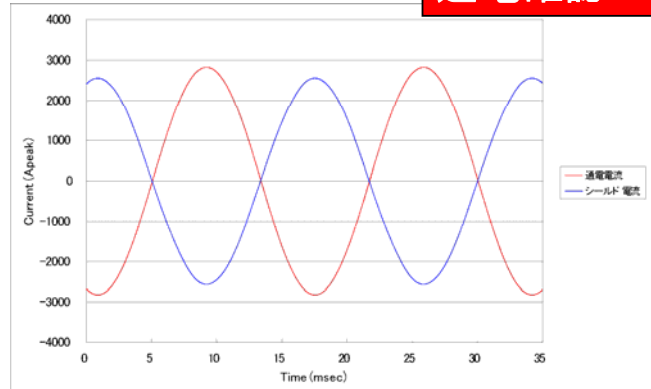
超電導ケーブルコア2相を用いて、
Ic測定、AC通電試験を実施。

- Ic測定結果: 導体のIcは5.4kA~6.5kA
→ 磁場、温度を考慮した設計値とよく一致
→ 製造、冷却を通じてケーブルダメージなし



- AC通電試験結果:
定格2kAの連続運転に成功

設計通りの
通電確認



主要成果 【8】検証用システムの評価(定格確認試験)

IIIp.100-101



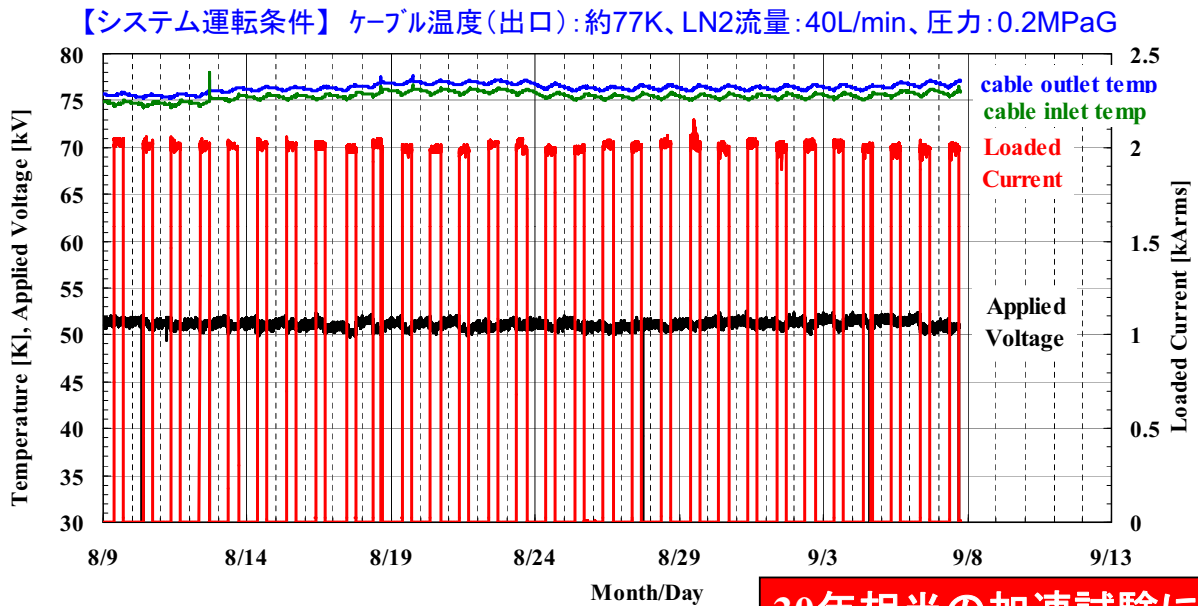
【定格課通電および長期課通電条件】

- 電圧: 51kVrms (対地、単相)
- 電流: 2kArms / 8時間ON - 16時間OFF
- ケーブル温度(出口): 約77K
- 試験期間: 約1ヶ月

- ◆ 超電導コア導体(2相)にCTで通電
- ◆ 超電導シールド(2相)は誘導でシールド電流が流れる
- ◆ 超電導コア導体(2相) & ダミーコア導体(1相)、すなわち3相に電圧が印加される

主要成果 【8】検証用システムの評価(定格確認試験)

長期課通電試験 (51kV/連続, 2kArms通電—8時間ON/16時間OFF)



30年相当の加速試験に成功

開発目標(中間)の達成度

項目	中間目標(H21年度)	達成度	
要素技術 開発	低交流損失化	【1】<1 W/m/ph @ 2kA	達成
	対短絡電流	【2】31.5kA @ 2secでダメージなし 【3】10kA@2sec通過後、定格課通電可	達成 達成
	中間接続部の接続抵抗	【4】<1μΩ/箇所 @ 2kA	達成
システム	30m検証用システムの構築	【5】30m級ケーブルの設計、製造 【6】接続部の設計、製造 【7】検証システム建設	達成 達成 達成
	30m検証用システムの評価	【8】定格性能の検証 【9】ヒートサイクルの影響確認 【10】限界性能の確認	達成 【8, 9】 達成見込み (H22/3)

赤字:基本計画記載事項、青字:実施計画書記載事項

知的財産権、成果の普及

知的財産権 <出願状況>

出願年	要素技術・製造技術	施工・運用技術	冷却システム
H19年度	9	0	0
H20年度	7	4	0
H21年度 (11月現在)	0	4	1

「重要要素技術の検証」テーマ対象特許

※本PJ推進のために、受託者費用で実施した関連研究に基づく特許出願を含む

研究発表数（論文・講演など）

年度	論文（査読付き）	論文（その他）	その他外部発表
H19年度	0	4	2
H20年度	3	16	3
H21年度 (11月現在)	3	6	2

最終目標達成の見込み

●実証ケーブルの設計、構築

現在までの検証試験の結果、ケーブル、接続部は所定の性能を示している。今後、ヒートサイクル試験、限界性能試験を実施し、その結果をシステム設計にフィードバックするが、予定通り、H22年に製造を行える見込み。

●交流損失 1W/m/ph @ 3kArms

これまでの成果で、線材損失からケーブル交流損失をシミュレーションできる見通しを得た。最終目標を達成するには、超電導線材のさらなる低損失化が必須である。ツイストピッチの短尺化、フィラメント間結合の高抵抗化、高Ic化などの手法を検討していく。

成果の実用化の可能性、波及効果

●66kV、三心一括型ケーブル

今回開発したケーブル、接続部は、66kV級系統に接続可能な所定の性能を満足した。これにより、実用化に向けての最初のステップをクリアしたと考えられる。今後、最終目標に向けて、さらなる性能向上、信頼性実証を進めていく。

●低損失化技術

低交流損失線材は、ケーブル以外にモータ、SMESなどの交流マグネットへの転用が可能である。

●ケーブル試験データ

ケーブル標準化のための基礎データ、並行して進んでいるY系プロジェクトのケーブル開発に活用できる。

(1) 高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

② トータルシステム等の開発

平成21年11月25日

東京電力株式会社
本庄 昇一

② トータルシステム等の開発

開発目標

基本計画：(中間目標) 高温超電導ケーブルシステムの線路建設、運転監視、保守方法等のトータルシステムとしての構築要領の作成

(最終目標) 上記基本指針の作成、送電損失1/2の高効率送電システム設計技術確立

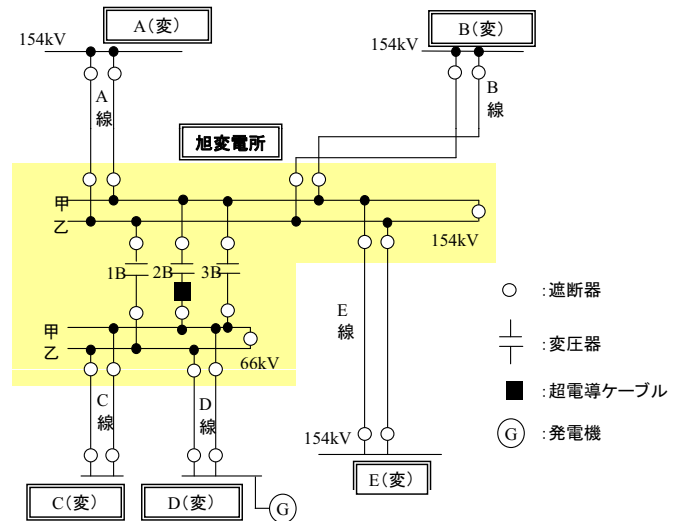
実施計画書での中間目標(H21年度まで)

項目	内容
(a) 実証ケーブルシステムの概念設計	【1】実証場所の決定 【2】実証ケーブルシステムの基本仕様の整理
付帯機器の基本設計	【3】運転・監視システム、保護・遮断システムの基本設計
冷却システムの設計 保守・メンテナンスの基本 計画作成	【4】実用化時をイメージした、実証用冷却システムの設計 基本計画の策定
(b) 線路建設手法の開発	【5】実証場所での施工基本計画の立案
(c) 実証システムの設計	【6】実証場所レイアウト、実証用ケーブル、ジョイント、端末の設計

主要成果 【1】実証場所の決定

- ・実証試験場所の選定にあたり、東京電力管内の30数か所の候補地から、送電容量、建設スペース等の観点から比較検討し、旭変電所(横浜市)に決定。
- ・旭変電所内での超電導ケーブル接続形態を検討。

154kV/66kV、200MVAの2号変圧器2次側の66kV端に接続



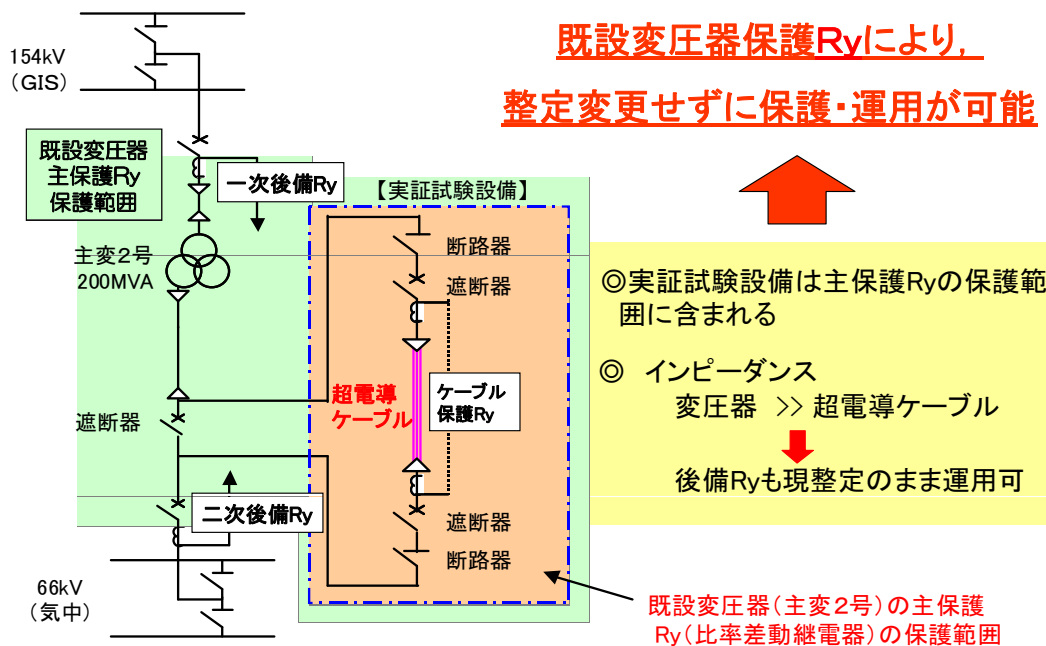
主要成果 【2】ケーブル基本仕様の整理

項目	要求事項
電圧階級	66kV(最高使用電圧72kV)
電流容量	1.75kA連続 (変圧器定格容量200MVA相当)
過負荷電流耐量	変圧器過負荷条件を満足(135%連続等)
短絡電流耐量	・31.5kA-2sec, 10kA-3secでケーブルにダメージなし (短絡電流通過後の課電通電なし)
	・10kA-2sec通過後の定格課電・通電が可能なこと。 (短絡電流通過後の課電通電あり)
	・短絡電流通電後の復帰時間明確化 (短絡電流通過後の課電通電あり・なしの双方で)
雷インパルス耐電圧	±350kV

③送電システムの
運転技術にて
詳述

➡ ケーブル設計へフィードバック

主要成果 【3】保護・遮断システムの検討



主要成果 【4】冷却システムの検討(仕様)

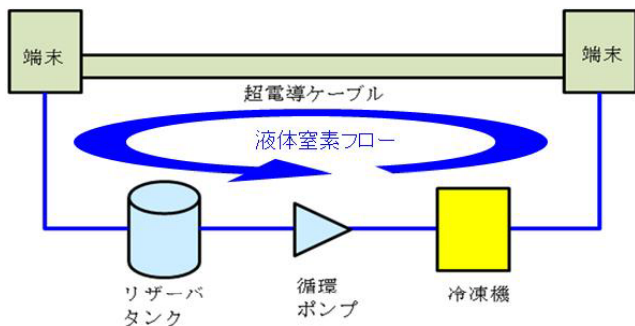
●実用化を想定した実証試験冷却システムの開発方針
運転を中断しない技術の検証(高信頼性)、負荷変動等に追随した運用

冷却システムへの要求事項

項目	要求事項	本プロジェクトでの対応方針
信頼性	・冷却システムの故障によりシステムの運転を止めないこと	・冷凍機、ポンプ等主要機器は冗長性を持たせ、連続運転可能とする。 ・故障機器からの切り替えは自動で行うこととする。
運転・制御	・長期安定運転が可能な制御システムであること ・異常検知、警報発信のシステムを備えていること	・温度: 入口温度を設定値に自動制御 ・圧力: 最低圧力以上に維持 ・警報システムの構築
保守・メンテナンス	・保守すべき管理項目が明確であること、メンテナンスが容易であること	・保守項目の明確化、メンテナンス方法の検討および検証
経済性	・高効率であること ・安価であること	・冷凍機の高効率化は対応せず ・信頼性とのバランスを考えた設計の実施

主要成果 【4】冷却システムの検討(構成)

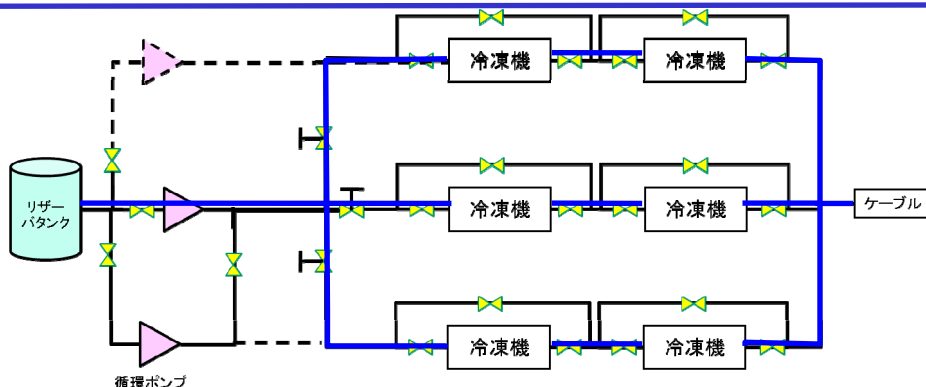
- ・**冷却方式**: 運転実績と応答性の良さから、超電導ケーブルと冷凍機がシリーズにつながる**冷凍機直接冷却方式**を採用
- ・**冷凍機**: 過去の実績と効率の良さから、**1kW級スターリング冷凍機**を採択
- ・**冷凍機台数**: 系統運転での必要台数は5台。故障時の冗長性を考慮し、**予備機1台を含めた6台構成**



通電	0A	1kA	定格 1.75kA
ケーブル総負荷	1746	2112	2780
冷凍機圧損	994		
全負荷	2740	3106	3774
冷凍機台数	3.7	4.1	5.0

予備機1台を含め6台構成を採用

主要成果 【4】冷却システムの検討(レイアウト)



項目	内容
常時運転	循環ポンプは交互運転。冷凍機は、2台直列×3並列構成で、バイパス以外のバルブは常時開。冷凍機は必要台数だけON/OFF運転。但し、OFF冷凍機は熱負荷となる。
異常時	ポンプ異常時は、もう一台と切り替え。故障ポンプは切り離し、修理。冷凍機異常時は、OFF冷凍機と切り替え。故障冷凍機はバイパスを使って切り離す。ポンプと冷凍機の故障は独立して扱える。
懸案事項	液体窒素の三分岐流量はバルブ、配管により決まり、能動的な制御は不可。安定性の検討必要。→バックアップとして並列パス毎にポンプ設置可能なレイアウトも考慮。(図点線)

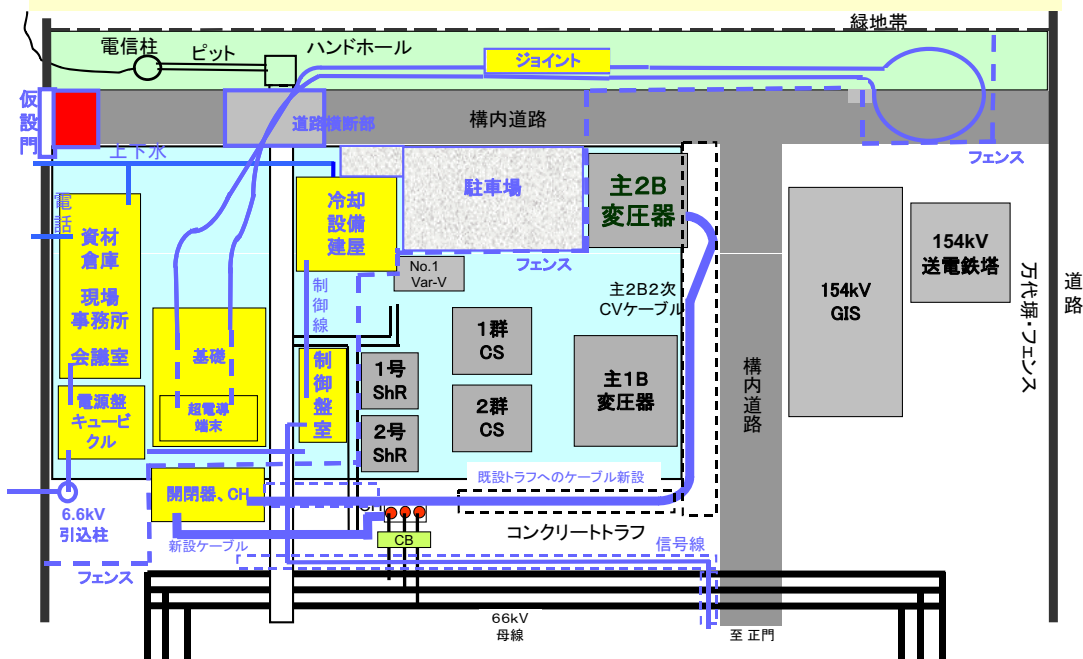
主要成果 【5】線路建設手法の開発

実証試験場所の布設条件を考慮した施工計画・スケジュールを策定

項目	平成21年度				平成22年度				平成23年度				平成24年度			
	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
設計(建築・土木・変電)	■■■■															
現地整備(整地・基礎・上下水・電話)					■■■■											
冷却建屋・工事事務所建設					■■■■											
開閉器基礎・超電導端末基礎・門扉					■■■■											
電源盤搬入・冷却システム搬入組立・試験					■■■■											
開閉器据付・試験					■■■■											
管路布設、超電導ケーブル布設・端末・ジョイント据付施工					■■■■											
超電導ケーブル用リレー設置・試験					■■■■											
ケーブル初期冷却・警報対向試験					■■■■											
既設主変2次ケーブル撤去・新ケーブル布設・CH端末					■■■■											
制御回路切替・シーケンス					■■■■											
給電対向試験・使用前自主検査					■■■■											
実系統連系試験									■■■■							
最終試験・冷却システム停止・昇温・撤去													■■■■			
撤去・復旧													■■■■			

主要成果 【6】実証システムの設計

旭変電所における超電導ケーブル布設レイアウトを決定



成果と達成度

実施計画書での中間目標(H21年度まで)			
項目	成果		達成度
(a)実証ケーブルシステムの概念設計	実証ケーブルシステムの基本仕様	実証場所の旭変電所に決定 実証ケーブルシステムの基本仕様の整理	達成
	付帯機器の基本設計	運転・監視システム、保護・遮断システムの基本構成を検討	達成
	冷却システムの設計 保守・メンテナンスの基本計画作成	実用化時をイメージした、実証用冷却システムの構成検討。詳細設計中 保守すべき項目と期間、処置法を検討・整理	達成見込み (H22/3予定)
(b)線路建設手法の開発	実証場所での施工手順、スケジュールを策定		達成
(c)実証システムの設計	30mケーブル検証試験の結果を反映し、各部の設計を終える予定。		達成見込み (H22/3予定)

(1)高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

③送電システム運転技術の開発

開発目標

基本計画:(中間目標)高温超電導ケーブルの運転技術が既存送電システムの運転技術と整合するための課題を整理
 (最終目標)平常時/事故時及び障害復旧時等の送電システム運転技術指針の作成

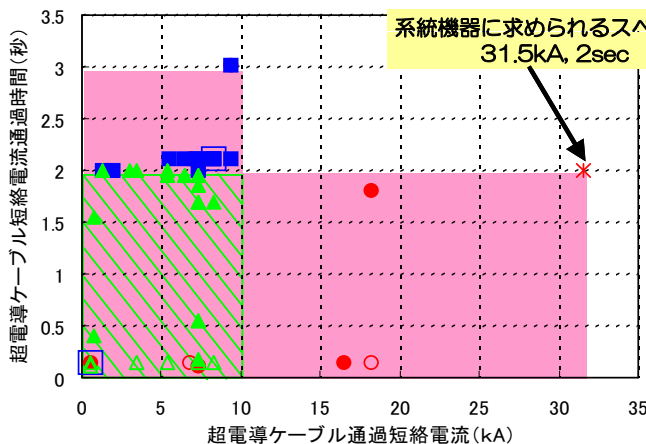
実施計画書での中間目標(H21年度まで)

項目	内容
(a)高温超電導ケーブルの系統特性調査	系統特性調査
	【1】実証場所での短絡電流の調査
	【2】実証場所でのサージに対する影響調査
系統側への影響調査	【3】系統インピーダンスの変化及びその影響検討
(b)運転技術開発	平常時の運転技術開発
	【4】運転制御に必要なパラメータの制御方針
	【5】温度制御方法のまとめ
	【6】圧力制御方法のまとめ
事故時の運転技術開発	【7】事故時の故障モード分析と超電導ケーブル復帰条件の検討

主要成果 【1】短絡電流条件の検討

旭変電所にて想定される事故ケース(17パターン)での電流値・継続時間を算出

	主保護Ry動作	後備保護 Ry動作	備考
超電導ケーブル直近事故 (バンク保護リレー保護範囲内)	○	●	事故直後課電通電「無」
もらい事故(事故電流通過) (バンク保護リレー保護範囲外)	□	■	事故直後課電通電「無」
	△	▲	事故直後課電通電「有」



短絡試験条件

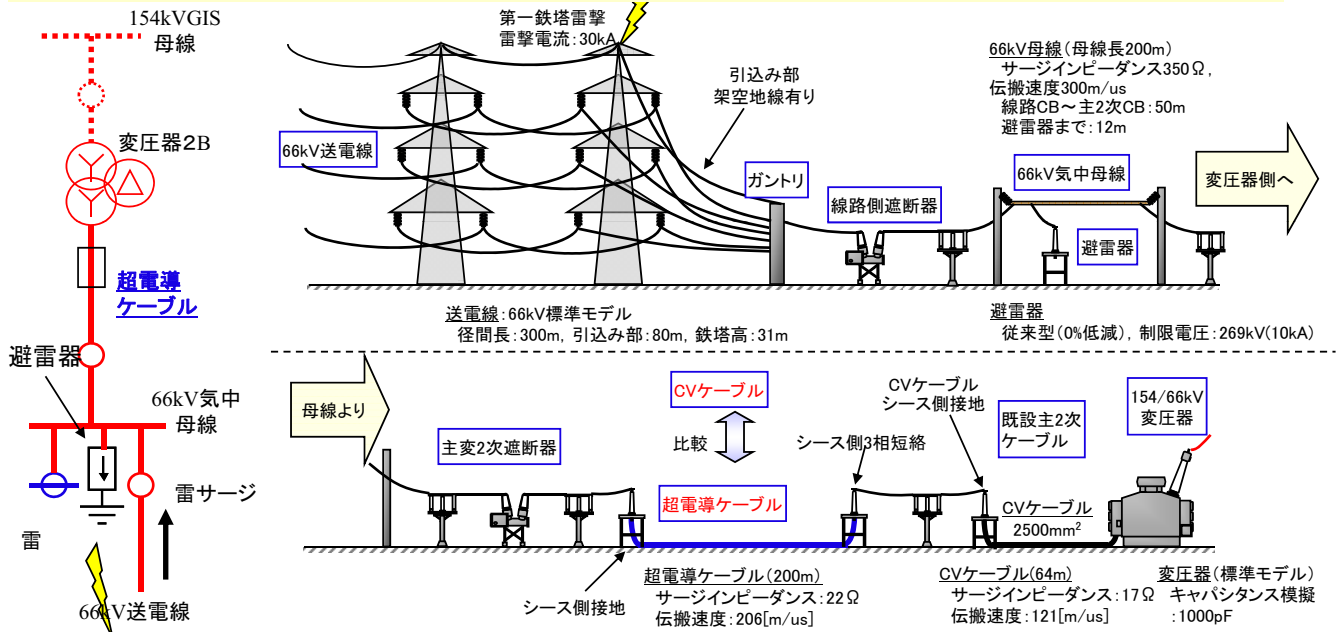
①事故直後課電通電「無」: 0~31.5kA,2sec
 0~10kA,3sec

②事故直後課電通電「有」: 0~10kA,2sec
 (短絡電流直後の課電・通電への影響検討)

ケーブル設計へフィードバック

主要成果 【2】サージに対する影響調査

●雷サージ解析 超電導の低インピーダンス特性がサージに与える影響及び試験電圧の検討をEMTP解析を用いて実施



超電導ケーブル実証プロジェクト中間評価

公開



主要成果 【2】サージに対する影響調査

発生過電圧値はCVケーブルのケースと同レベル

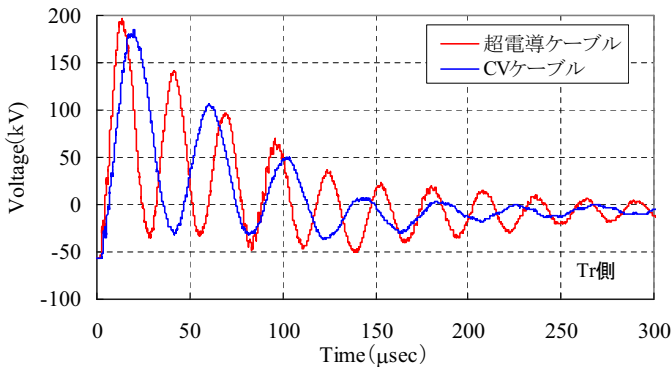


「超電導」の低抵抗特性は雷サージ伝搬特性に影響を与えないことが判明

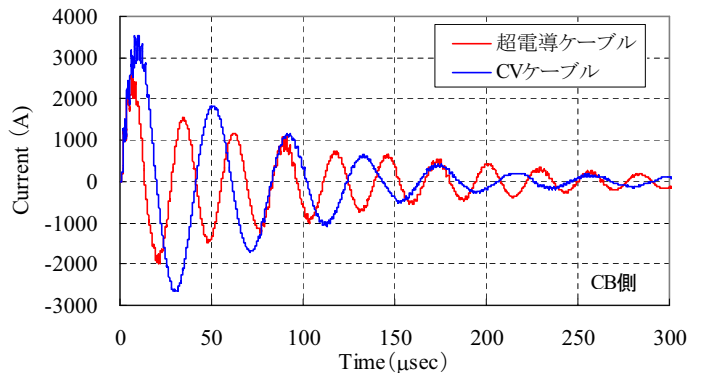
旭変電所での発生過電圧196kV



従来ケーブル規格の雷インパルス耐電圧(LIWV) 350kVを超えない→試験法へ



電圧波形



電流波形

図 雷サージ解析結果 (解析条件: 第一鉄塔、シース片端接地、30kA雷撃)

超電導ケーブル実証プロジェクト中間評価

公開



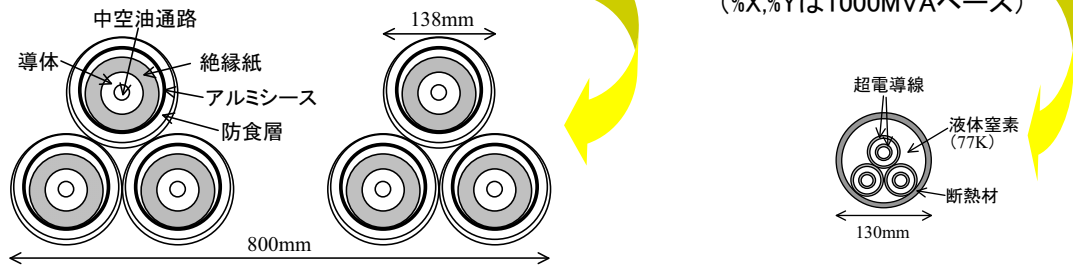
主要成果 【3】系統インピーダンスの変化とその影響

従来ケーブルと超電導ケーブルの系統インピーダンス、SIL値を比較・検討

- ・超電導ケーブルは、超電導シールド層の効果で、従来ケーブルよりリアクタンスが1桁以上小
- ・超電導ケーブルは、同電圧の従来ケーブルと比較してSIL値が大きく、大容量送電向き

	電圧	従来ケーブル		
		275kV (OF,CV)	66kV CV	高温超電導ケーブル
リアクタンス	V(V)	275	66	66
	X (Ω/km)	0.114	0.159	0.0165
	%X (%/km)	0.151	3.65	0.378
対地アドミタンス	Y (Ω ⁻¹ /km)	1.19 × 10 ⁻⁴	7.54 × 10 ⁻⁵	1.53 × 10 ⁻⁴
	%Y (%/km)	9.02 × 10 ⁻¹	3.28 × 10 ⁻²	6.65 × 10 ⁻²
サージインピーダンスローディング	SIL (MW)	2444	95	419

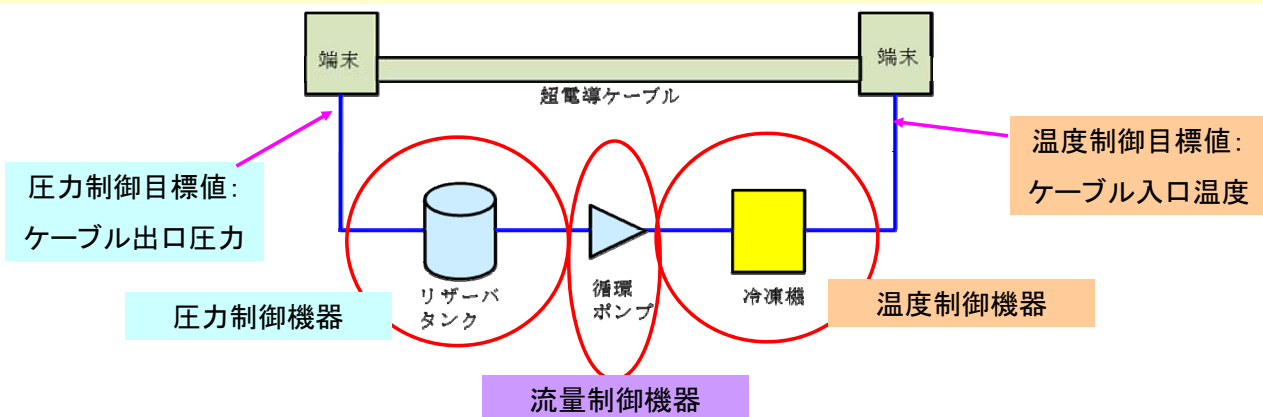
(%X,%Yは1000MVAベース)



主要成果 【4】冷却系制御パラメータの検討

平常時の運転技術開発として、液体窒素の運転・制御条件を検討

- ・制御対象: 温度、圧力、流量
- ・基本的な制御方法
 - <温度> 冷凍機の運転制御により実施
 - <圧力> リザーバタンクの圧力コントロールにより実施
 - <流量> 循環ポンプの出力調整により実施



主要成果 【4】冷却系制御パラメータの検討

制御対象	基本指針	実証ケーブルでの制御範囲	設定根拠
温度	ケーブル入口温度を所定の温度となるように一定制御する。	65~77 K	<ul style="list-style-type: none"> 液体窒素の固化温度:63.5K。裕度を考慮し入口下限を65Kに設定 ケーブル臨界電流値の設計温度である77Kを出口上限として設定
圧力	電気絶縁性能と、経済性を考慮した圧力範囲を設定する。	0.2~0.5 MPaG	<ul style="list-style-type: none"> 絶縁層の電気絶縁特性からの要求:0.2MPaG以上 下記流量時のシステム圧力損失:0.15MPaG。裕度と経済性を考慮し上限を0.5MPaGに設定
流量	流量を一定に制御する。	40 L/min	<ul style="list-style-type: none"> 流量大→運転圧力増加、流量小→温度上昇大 両者の兼ね合いから最適点選定

主要成果 【5】温度制御方法の検討

＜温度制御は冷凍機の運転制御により実施＞

- ・制御対象をケーブル入口温度とし、一定温度に維持するように冷凍機出力を制御
- ・得失を考え、インバータ方式とON/OFF運転を採用

(詳細制御方法は冷却システム検証の中で実施予定)

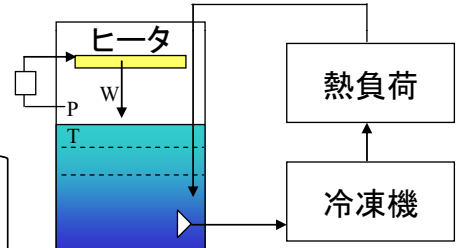
制御方式	内容	制御幅・範囲	デメリット	判断
インバータ	冷凍機の出力をインバータにより制御	60~100% ±0.1K	ノイズ対策の費用大	○
冷凍機内蔵ヒータ	冷凍機はフル運転し、ヒータで負荷調整	0~100% ±0.1K	負荷の増大ヒータの信頼性	×
ON/OFF運転	負荷に応じた冷凍機台数のみ運転	0~100% ±1K	冷凍機の発停回数増→故障の要因	○

主要成果 【6】圧力制御方法の検討

＜圧力制御はリザーバタンク内圧力調整で実施＞

- ・リザーバタンク内圧力制御により、許容圧力以上(0.2MPa)に圧力維持
- ・N₂ガス加圧方式とヒータ加熱方式を採用
(N₂ガス加圧方式とヒータ加熱方式を組み合わせ、お互いの課題を補う方法を検証中)

方式	特徴	課題	
Heガス加圧	Heガスで加圧。LN ₂ 温度で液化せず安定した加圧が可能(実績あり)	HeガスがLN ₂ に溶融し、絶縁性能に影響する危険性あり	×
N ₂ ガス加圧	N ₂ ガスで加圧。調圧バルブ等での制御が容易(実績あり)	N ₂ ガスは液化するため、ガスの補給、液の排出など必要→補給量の低減が課題	○
ヒータ加熱(右図参照)	タンク内ヒータにより液をガス化し加圧。ガスの補給が不要	制御特性(応答性、安定性)ヒータ熱負荷の低減が課題	○



30m検証試験で加圧方式の検証中

主要成果 【7】事故時の故障モード分析

分類	機器	故障原因例	故障の結果生じる事象
超電導ケーブル	ケーブル断熱管・端末・中間接続部	機械的リーク、溶接不具合	真空悪化→侵入熱増大→温度上昇、圧力上昇
機器・配管・容器	冷凍機	コールドヘッド凍結防止用ヒータ異常(断線)	冷凍機停止
	液体窒素循環ポンプ	短絡、地絡	液体窒素循環ポンプ停止
	極低温バルブ	シール劣化	真空悪化→侵入熱増大→温度上昇、圧力上昇
	真空断熱配管		
	リザーバタンク		
計測器	質量流量計	ピックアップコイル断線	データ表示不能
	圧力計	ひずみゲージ断線	圧力制御不能
	温度計	断線、温度計素子故障	温度制御不能
	液面計	断線、変換器故障	液面不明
制御機器(制御盤)	コントローラー(温度、圧力)	コントローラCPU・I/O不調	冷凍機停止、圧力制御不能
	圧力制御用ヒータ	ヒータ断線	圧力制御不能
	リレー(冷凍機ヒータ用)	電源過電流	冷凍機停止
電源関係	UPS	制御系故障	停電時の制御系停止
冷凍機冷却用循環水	冷却塔、循環水ポンプ	過電流	冷却水温度上昇→冷凍機停止

開発目標と達成度

実施計画書での中間目標(H21年度まで)			達成度
項目	内容		
(a)高温超電導ケーブルの系統特性調査	系統特性調査	【1】実証場所での短絡電流の調査	達成
		【2】実証場所でのサージに対する影響調査	達成
	系統側への影響調査	【3】系統インピーダンスの変化及びその影響検討	達成
(b)運転技術開発	平常時の運転技術開発	【4】運転制御に必要なパラメータの制御方針	達成
		【5】温度制御方法のまとめ、検証試験での確認	達成
		【6】圧力制御方法のまとめ、検証試験での確認	達成見込み (H22/3)
	事故時の運転技術開発	【7】事故時の故障モード分析と超電導ケーブル復帰条件の検討	達成見込み (H22/3)

(1)高温超電導ケーブルの総合的な信頼性研究

④実システムにおける総合的な信頼性の検証

開発目標

基本計画：(中間目標)実システム連系試験の基本計画の作成
 (最終目標)実システムに連系した12か月以上の長期試験による総合的な信頼性評価を行う。

実施計画書での中間目標(H21年度まで)

項目	内容
(a)総合的な信頼性検証のための試験計画立案	【1】実システム接続前の確認試験の整理

主要成果 【1】試験項目の整理（従来ケーブル項目）

No.	項目	要素試験	30m出荷試験	30m試験	実証出荷試験	実証竣工試験	残存性能試験
1	商用周波長時間耐電圧試験	●	●		●		●
2	長期課通電試験			○			
3	商用周波耐電圧試験	●		○(2の後)			
4	雷インパルス耐電圧試験(絶縁体)	●	●	●(2の後)	●		●
5	雷インパルス耐電圧試験(保護層)			●	●		●
6	出荷耐電圧試験		●		●		
7	部分放電試験	●	●	○	●		●
8	絶縁耐力試験			○		○	
9	外観点検	○	○	○	○	○	○
10	静電容量試験	●(室温、低温)	○(室温)、●	○	○(室温)、●	○	●
11	誘電正接試験	●	●	○	●	○	●
12	絶縁抵抗試験		●(室温)	○	○(室温)	○	○
13	直流耐電圧試験(シース)		○		○		○
14	導体抵抗試験(フォーマ)		●(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
15	構造試験		●		●		●
16	曲げ試験	●	●		●		
17	極度曲げ試験	●(参考)					
18	ブーリングアイ試験	●					

●サンプル or モデル試験

○全長試験

実施済みの項目

継続実施中の項目

主要成果 【1】試験項目の整理（超電導特有項目）

No.	項目	要素試験	30m出荷試験	30m試験	実証出荷試験	実証竣工試験	残存性能試験
19	Ic測定(導体、シールド)	●	●	○(導体のみ)	●	○(導体のみ)	●
20	交流損失測定	●	●	○(ΔT)	●		●
21	断熱管侵入熱測定	●(参考)		○(参考)		○(参考)	
22	断熱管側圧試験	●(参考)					
23	引張り、圧縮試験	●(参考)					
24	短絡試験(31.5kA)	●					
25	短絡通電試験	●					
26	短絡課電試験	●					
27	ケーブルコア側圧試験	●					
28	耐圧力試験		■(室温)	■(室温)	■(室温)	■(室温)	
29	気密試験		○(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
30	真空リーク試験		○(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
31	布設模擬試験	●					
32	圧力損失測定			○(参考)		○(参考)	
33	インダクタンス測定	●(参考)	●(参考)		●(参考)		
34	液体窒素性能検査						●(参考)

- サンプル or モデル試験
- 全長試験
- 部品での試験

■ 実施済みの項目

○ 継続実施中の項目

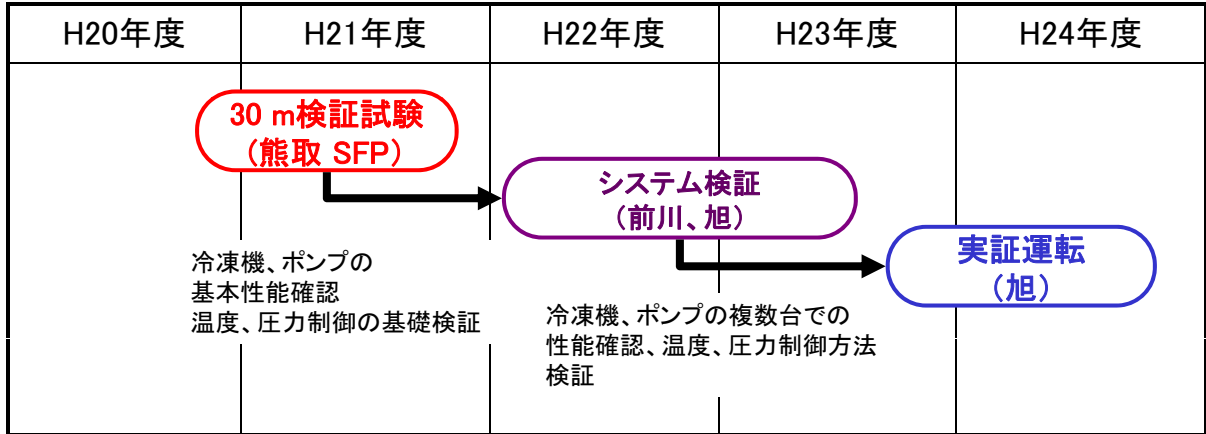
開発目標と達成度

実施計画書での中間目標(H21年度まで)		達成度
項目	内容	
(a)総合的な信頼性検証のための試験計画立案	【1】実系統接続前の確認試験の整理 ・試験項目の整理(従来ケーブル項目) ・試験項目の整理(超電導特有項目)	達成

計画の変更

実証プロジェクト推進委員会にて、冷凍機、ポンプの複数台での制御検証を事前に十分行うべしとの指摘を受けた。

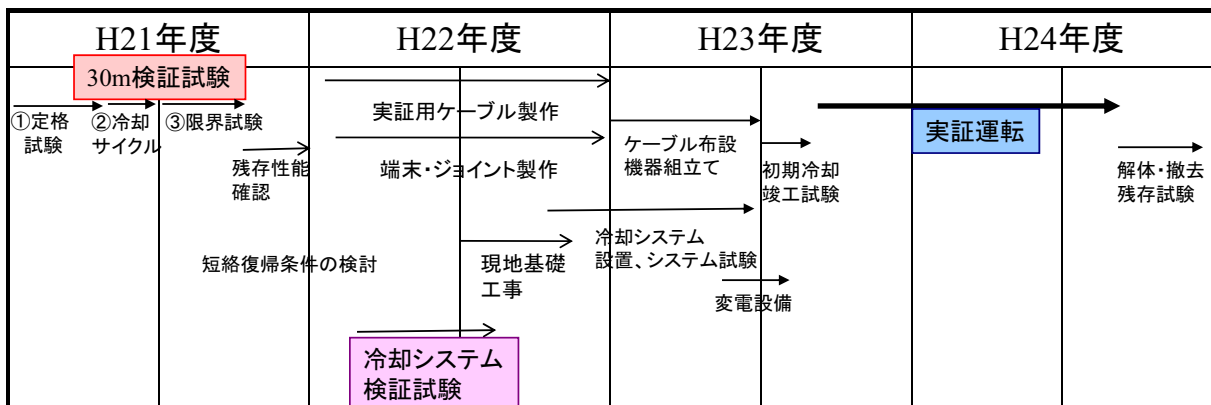
→全体計画を見直し、システム検証試験を旭変電所での運転前に計画する。



最終目標達成の見込み

- ✓ 実証ケーブル用超電導線材はH22/2月までに総量が製造完了予定 (HT線材：約60km、ACT線材：約45km)
- ✓ 旭変電所については、詳細レイアウト、工事手順を設計中
- ✓ 冷却システムは、冷却システム検証試験を経て、旭変電所に構築予定

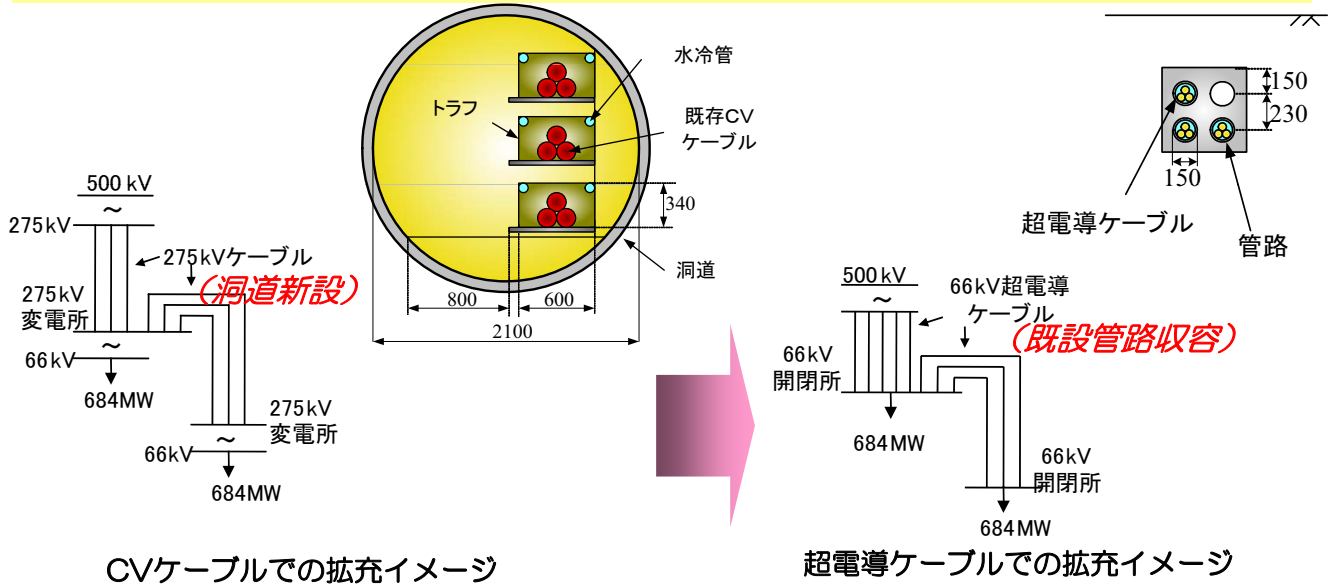
➡ 計画通り、実証試験をH23年度後半からスタートの予定



成果の実用化の可能性、波及効果

<都内導入系統>

✓ 洞道布設が必要な既存275kVケーブルの代わりに、既存管路に収容可能な三心一括型超電導ケーブルの活用

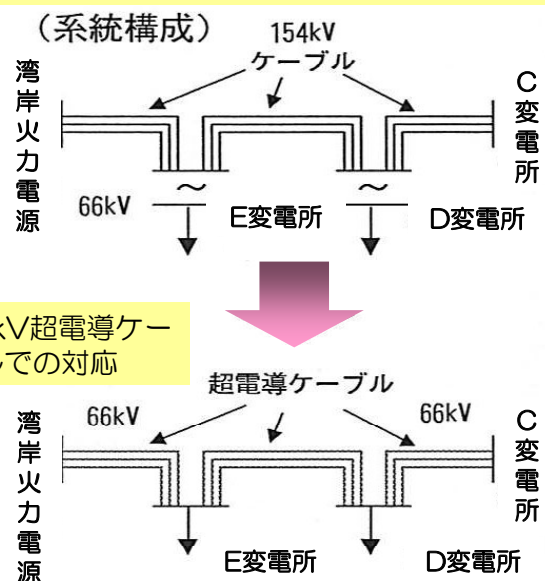
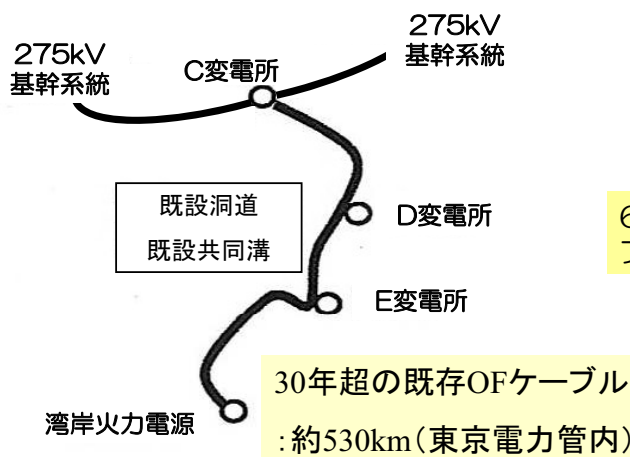


成果の実用化の可能性、波及効果

<老朽化したOFケーブル代替>

✓ 154kV変電所・地中送電線の老朽化及び増容量対策として、66kV超電導ケーブルの活用。電圧階級の整理も同時に実現可能

導入箇所例：C～D～E変電所～
湾岸火力電源間の154kV系統



成果の実用化の可能性、波及効果

<適用箇所例>

○発電所引出口等の大電流ケーブル代替

例：内部水冷ケーブル

GIL (Gas Insulated Line)

POF (Pipe-type Oil Filled cable)

・発電所の引出口（発電機～変圧器間）は、低電圧・大電流のケーブル等での連係が必要

・大電流の内部水冷ケーブル等が適用されているが、コンパクト・大電流の超電導ケーブルが代替候補

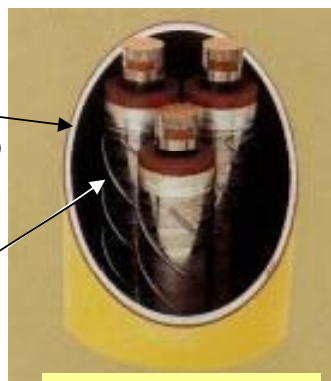
・大容量送電用のPOFケーブルは、東京電力管内だけで約250km存在。経年化による代替が必要



内部水冷ケーブル断面

鋼管
(Φ250mm)

パイプ充填油
(1MPa程度に加圧)



POFケーブル断面

知的財産権、成果の普及

知的財産権 <出願状況>

出願年	要素技術・製造技術	施工・運用技術	冷却システム
H19年度	9	0	0
H20年度	7	4	0
H21年度 (11月現在)	0	4	1

※本PJ推進のために、受託者費用で実施した関連研究に基づく特許出願を含む

研究発表数（論文・講演など）

年度	論文（査読付き）	論文（その他）	その他外部発表
H19年度	0	4	2
H20年度	3	16	3
H21年度 (11月現在)	3	6	2

(2)超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

平成21年11月25日

住友電気工業株式会社
増田 孝人

(2)超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

II p.5-6

36

開発目標

- 基本計画:(中間目標)**
- ・超電導送電システムの国際標準化の項目作成
 - ・超電導ケーブルの適用技術の評価項目の作成
 - ・冷却設備の法規制のあり方の概要まとめ
- (最終目標)**
- ・超電導ケーブルの運転管理、評価・計測方法の国際規格への提案用データの整理
 - ・超電導ケーブル導入のシナリオ作成
 - ・冷却設備における法規制緩和に向けた提案資料の作成

実施計画書での中間目標(H21年度まで)

項目	内容
(a)高温超電導ケーブルの標準化研究	【1】国際標準化を行うべき項目の整理、提案のための30mケーブル試験のデータ収集。
(b)高温超電導ケーブルの適用技術研究	【2】高温超電導ケーブルシステムの適用効果・導入効果の評価項目の整理
(c)関連法規への対応	【3】関連法規への対応プロセスを取りまとめる。

主要成果 【1】 国際標準化への貢献

我国が国際的イニシアティブを取るべく、産官学連携して、国際標準化へ取り組み中

【IEC関連活動】

- ・IEC国内委員会(TC20&90)を中心にアドホック委員会を設立(H19/5月)



CIGREに検討要請

【CIGREの活動】

- ・SC-B1内にTFを設置、依頼を取り上げるか否か検討(H20/10~H21/9)→賛成で可決
- ・超電導ケーブル試験法に関する可能性について、WG内で3年間検討する(H21/9月)



本プロジェクトの貢献内容

- ・試験法に関して整理
- ・30mケーブル試験での試験方法の検証、試験結果の妥当性の確認
- ・国内委員会、CIGRE委員会への情報提供



IEC内の審議を経て、国際標準化へ

主要成果 【2】 超電導ケーブル評価項目の整理

目的:超電導ケーブルの経済性を評価する際に検討すべき項目の整理

①線路建設コストの評価項目

分類	項目
構成要素の製造コスト	超電導ケーブル
	付属品 (中間接続部、終端接続部)
	冷却システム
	計測、警報システム
送電線路の建設コスト	土木費 (管路、洞道、マンホールなど)
	超電導ケーブル布設
	付属品組立
	冷却システム据え付け
竣工試験コスト	ケーブルシステム
	冷却システム

②運転コストの評価項目

$$\text{送電損失} = (Q_{ac} + Q_e + Q_h + Q_a + Q_c) / \eta$$

交流損失 Q_{ac} 、誘電損失 Q_e 、断熱管侵入熱 Q_h
付属品熱損失 Q_a 、冷却配管熱侵入 Q_c 、冷凍機の効率 η

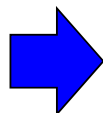
運転コスト:下表の送電損失、メンテコストの総和

分類	項目
送電損失コスト	送電損失×電力単価
ケーブルメンテナンス	真空維持 (必要時)
保守・メンテナンス	冷凍機メンテナンス
	循環ポンプメンテナンス、他
補器類	計測、警報システム動力、他

CO2排出量低減効果を考慮すべき

主要成果 【3】 関連法規への対応

●旭変電所における法対応「電気事業法」と「高圧ガス保安法」との関係を整理



実証用超電導ケーブルは、変電のために設置する電気工作物である→高圧ガス保安法ではなく、電気事業法が適用される
(H20.6.3に原子力安全・保安院関東東北産業保安監督部に確認)

プロジェクトでの対応方針

電気事業法の遵守	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転マニュアル、事故・故障時の対応マニュアルを整備→保安規定の作成 ・ JEC、IECを参考に、電気設備性能試験の実施
高圧ガス保安法の技術基準拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用材料、設計基準の遵守 ・ 気密、耐圧力試験の実施 ・ 検査、管理の準拠 (運転については無人運転技術の確立を目指す。)

中間目標の達成度、最終目標への指針

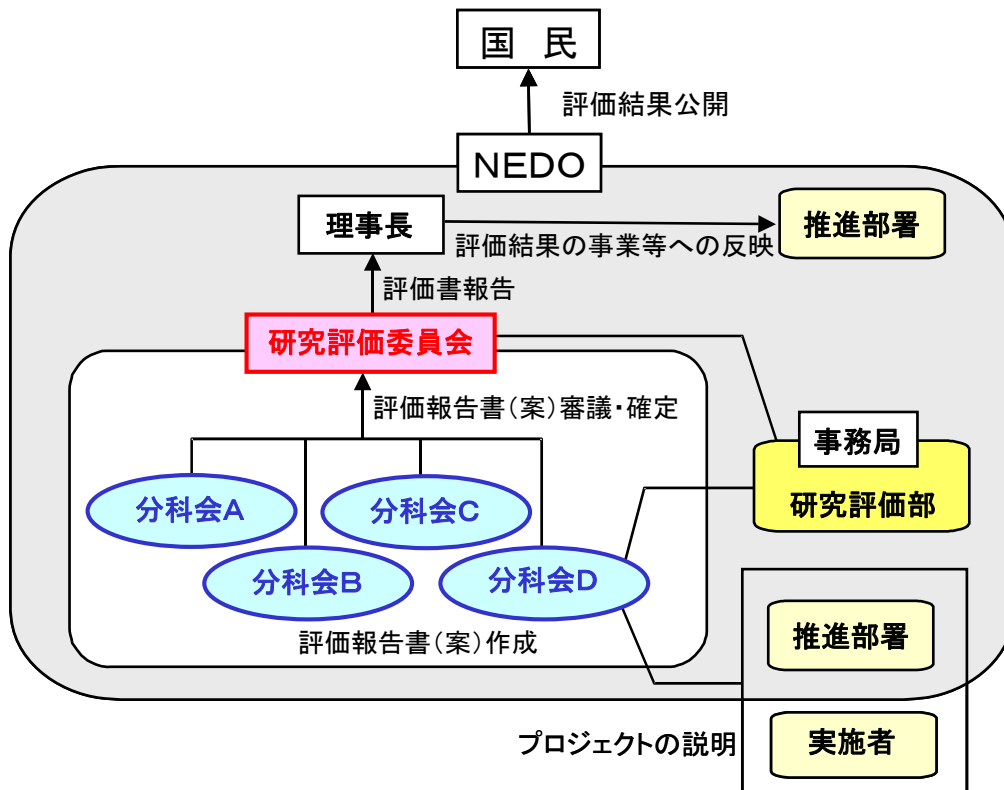
実施計画書での中間目標(H21年度まで)			最終目標に向けての指針
項目	内容	達成度	
(a)高温超電導ケーブルの標準化研究	【1】国際標準化を行うべき項目の整理、提案のための30mケーブル試験のデータ収集。	達成見込み (H22/3) 30mデータ収集中	CIGRE WGの活動をサポート、情報を逐次提供
(b)高温超電導ケーブルの適用技術研究	【2】高温超電導ケーブルシステムの適用効果・導入効果の評価項目の整理	達成	整理した項目に従って、建設コスト、損失を予測。導入シナリオの作成
(c)関連法規への対応	【3】関連法規への対応プロセスの取りまとめ	達成	実証プロジェクトのプロセス、結果をまとめ、法的取扱いの提案書の作成を行う。

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ
関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構研究評価広報部が担当した。

3. 評価対象

平成19年度に開始された「高温超電導ケーブル実証プロジェクト」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-9 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ エネルギーイノベーションプログラムおよびナノテク・部材イノベーションプログラムの目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環

境が整備されているか。

- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2) 事業化までのシナリオ

- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

個別テーマ3.「超電導ケーブルの適用技術標準化の研究」の「研究開発成果について」および「実用化の見通しについて」の評価項目に関しては以下の評価基準を用いる。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1) 成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S 化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（中間評価）

2008. 3. 27

【中間評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1・・・、2・・・、3・・・、4・・・が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)・・・、(2)・・・が標準的評価基準、それぞれの基準中の・・・が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの中間評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法をを経由する場合、研究管理法が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。

- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)中間目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(5)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年2月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 室井 和幸

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162