

「超電導機器用線材の研究開発」

(中間評価)

(2008年度～2012年度 5年間)

プロジェクトの詳細説明 (公開)

サブプロジェクトリーダー

(財)国際超電導産業技術研究センター 和泉輝郎

2010年 9月 1日

複製を禁ず

1/39

II. 研究開発マネジメントについて 2.2 研究開発の実施体制

公開

参画機関

(財) 国際超電導産業技術研究センター 

中部電力 (株)



住友電気工業 (株)



古河電気工業 (株)



(株) フジクラ



昭和電線ケーブルシステム (株)



(財) ファインセラミックスセンター



(独) 理化学研究所



(独) 産業技術総合研究所



ロアラモス国立研究所



東北大学



東北大学
TOHOKU UNIVERSITY

東京大学



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

早稲田大学



早稲田大学
WASEDA UNIVERSITY

上智大学



上智大学
SOPHIA UNIVERSITY

東京工業大学



東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

名古屋大学



名古屋大学

新潟大学



新潟大学

京都大学



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

九州工業大学



九州工業大学

九州大学



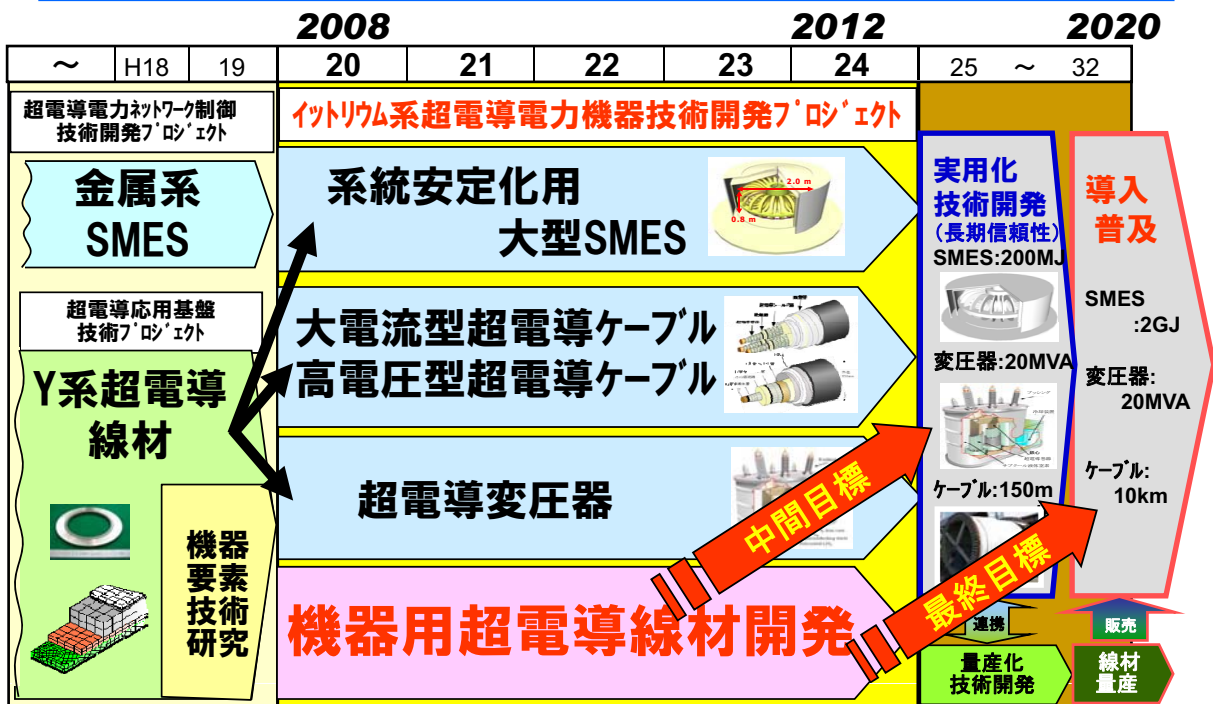
九州大学

鹿児島大学

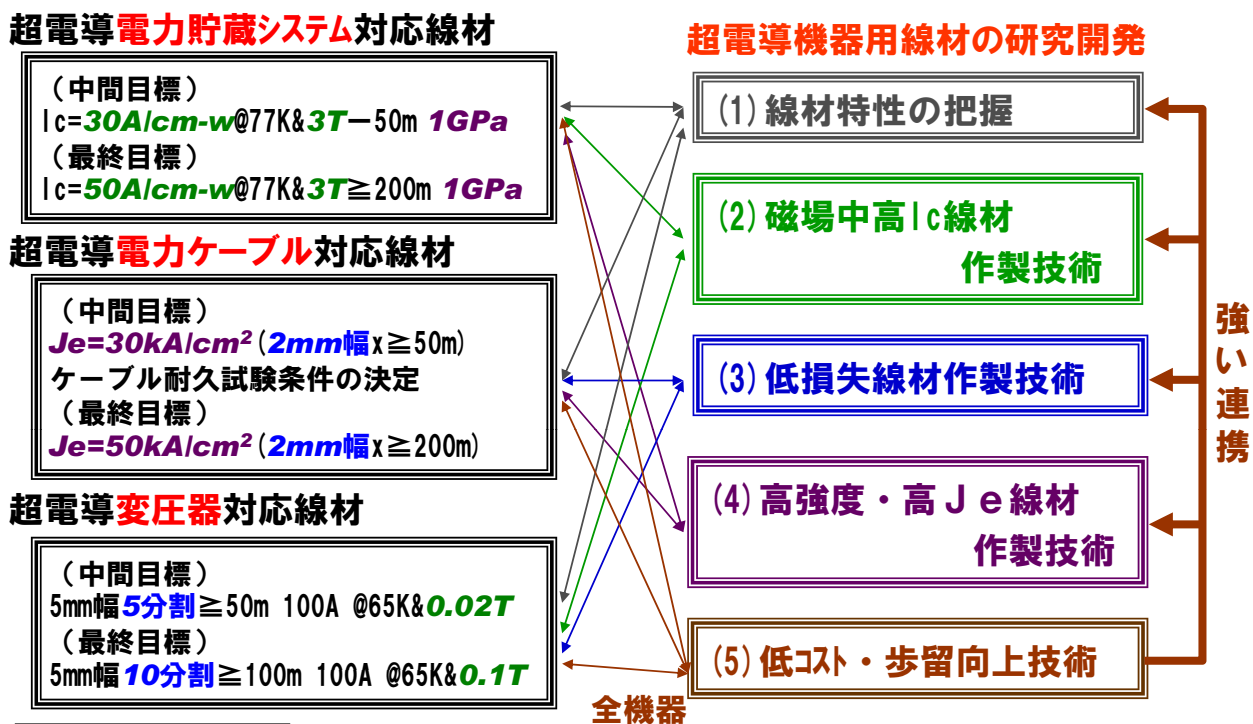


鹿児島大学
KAGOSHIMA UNIVERSITY

線材開発の位置づけ



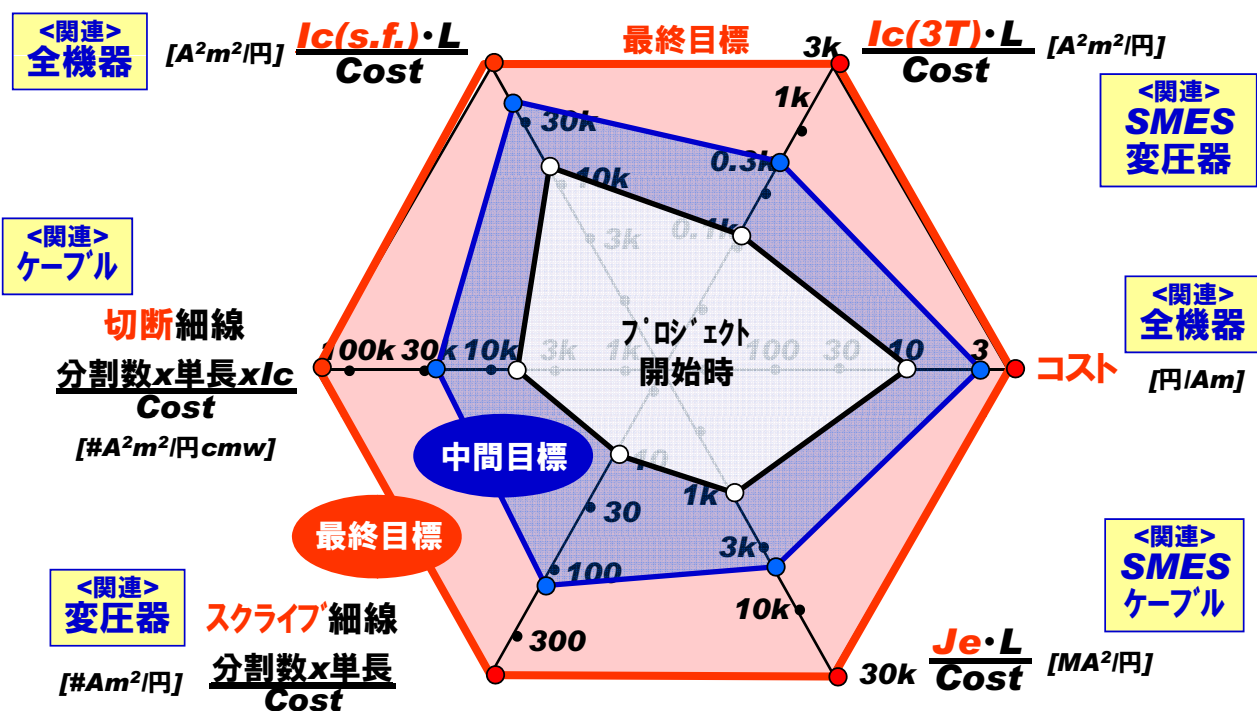
線材開発目標の再編（実施計画）



再編後の線材開発目標

テーマ名	中間目標	最終目標
①線材特性の把握	・ケーブル耐久試験適正条件の決定	■各種機器環境に対する耐久性を評価(内部目標)
②磁場中高Ic線材作製技術	・30A/cm-w @77K,3T-50m ・300A/cm-w@65K,0.02T-50m	■50A/cm-w@77K,3T-200m ■400A/cm-w@65K,0.1T-100m
③低損失線材作製技術	・2mm幅-300A/cm-w-50m ・5mm幅5分割-50m-分割無しに比べて交流損失1/5	■2mm幅-500A/cm-w-200m ■5mm幅10分割-100m-分割無しに比べて交流損失1/10
④高強度高Je線材製作技術	・300A/cm-w-1GPa-50m ・Je=30kA/cm ² -50m	■500A/cm-w-1GPa-200m ■Je=50kA/cm ² -200m
⑤低コスト・歩留向上技術	・技術コスト3円/Amの実証	■技術コスト3円/Am未満足証 ■中間目標技術を安定に作製可能な技術を確立する。

プロジェクト開始時技術と目標値の関係



中間目標 と 達成状況 及び 今後の課題

研究開発項目	中間目標	研究開発主要成果(赤字は目標達成成果)	達成度	今後の課題
① 線材特性の把握	・ケーブル耐久試験適正条件の決定	<ul style="list-style-type: none"> 「温度」、「加熱」、「応力歪み」、「通電・過電流」という必要な負荷に対する試験を実施。 ・ケーブル耐久試験用線材評価適正条件を決定 	◎	最終目標へ向けた技術開発
② 磁場中高 J_c 線材	<ul style="list-style-type: none"> ・30 A/cm-w @77 K, 3 T-50 m ・300 A/cm-w @65 K, 0.02 T-50 m 	IBAD-PLD線材 ・ 33 A/cm-w@77K, 3 T - 51 m ・ 492 A/cm-w@77 K, 0.02 T - 51 m IBAD-MOD線材 ・14 A/cm-w@77K, 3 T- 27m (New) ・> 300 A/cm-w@65 K, 0.02 T- 50 m	◎	最終目標へ向けた技術開発 (PLD以外は残り)
③ 低交流損失線材	<ul style="list-style-type: none"> ・2 mm幅-300A/cm-w -50m ・5 mm幅5分割-50 m-分割無しに比べて交流損失1/5 	IBAD-PLD線材 ・ 2 mm幅-388 A/cm-w -50 m ・ 5mm幅・5分割- 50m損失1/5 見通す IBAD-MOD線材 ・ 2 mm幅-397 A/cm-w -50 m ・ 5mm幅・5分割- 40m損失1/5 見通す (New) RABITS-PLD線材 ・2 mm幅-293 A/cm-w -28 m	○	コイル形状での損失の検証
④ 高強度・高 J_c 線材	<ul style="list-style-type: none"> ・300 A/cm-w -1 GPa-50 m ・$J_c=30$ kA/cm²-50 m 	IBAD-PLD線材 ・80 μ m Hastelloy- 50 m $J_{cmin} \geq 400$ A/cm-w Je>36 kA/cm ² -0.9 GPa (RT) IBAD-MOD線材 ・70 μ m Hastelloy- 37 m $J_{cmin} \geq 300$ A/cm-w Je>30 kA/cm ² -0.9 GPa (RT)	○	低温における強度評価
⑤ 低コスト・歩留向上	・技術コスト3 円/Amの実証	基板中間層 ・各層での必要条件確認 PLD線材 ・ 435 A/cm-w@15 m/h-50 m (2.9円/Am) MOD線材 ・370 A/cm-w@5 m/h-25 m (2.9円/Am)	○	全中間層の極低コスト条件組合せ、MOD長尺化等

事業原簿 III-1.4.10

◎:達成 ○:達成見込み(H22年度中に達成)

7/39

詳細成果

①線材特性の把握

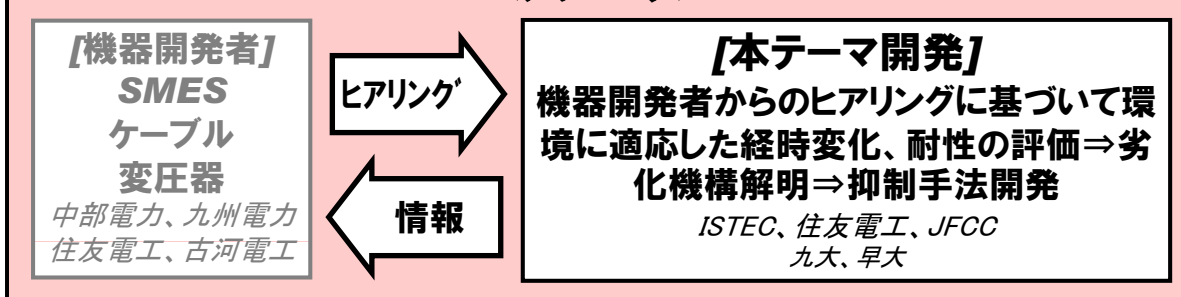
<概要>

超電導機器(SMES,ケーブル,変圧器)の応用に際して、線材が与えられた環境条件(雰囲気、温度、湿度、歪み等)に対して、**経時経年変化**に関する性質を定量化すると共に、**劣化防止策**の開発を行う。

<目標値>

中間目標 (H22末)	最終目標 (H24末)
ケーブル耐久試験適正条件の決定	各種機器環境に対する耐久性を評価

<アプローチ>

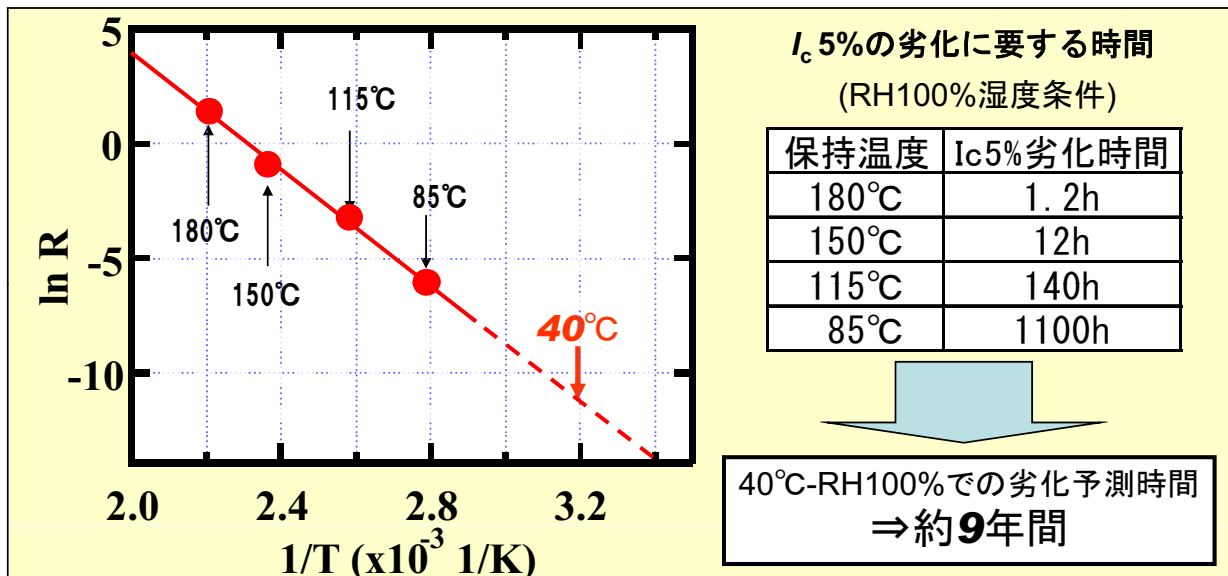


ケーブル製作・運転条件での環境把握及び課題抽出

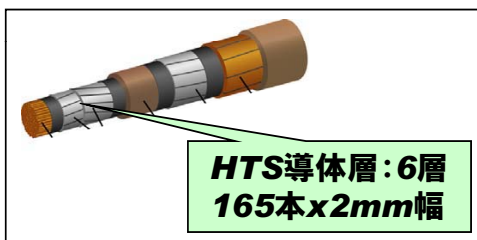
	工程	処理、操作	原因分類	条件
製作環境	工場での線材保管	保存時の湿度	湿度	常温常圧力保管、 1年間(最大40℃-100%)
	線材加工ケーブル製作	絶縁紙乾燥	温度	真空100℃-24h
		接続時の半田加熱	温度	230℃-20分以内
		らせん巻時の曲歪	機械強度	らせん巻 30mmφ (43mmピッチ)
		ドラム巻き時の歪	機械強度	0.1%の両曲げ、8回、 引張り、圧縮曲げ
		コルゲート管による圧縮	機械強度	絶縁紙に9mmφの円筒で 16kgfの圧縮印加、24h
敷設時	管路ケーブル引込	機械強度	0.07%(伸び)	
運転環境	通常運転	液体窒素の加圧減圧	機械強度	0.2MPa-1MPa : 30年間
		通電	電流	負荷率、冷却起因歪・曲歪下通電
	事故	過電流	電流	63kA, 0.6s、数回/年
	保守	熱サイクル	電流	室温-液体窒素温度: 数回/年

湿度劣化（線材保管環境耐性）

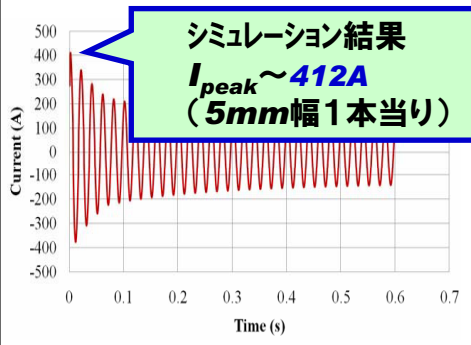
対象工程	想定環境条件
工場での線材保管	常温常圧-1年間(最大40℃-100%)



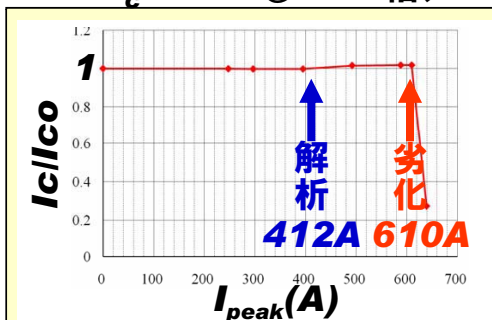
過電流耐性



高電圧型ケーブル過電流条件
63 kArms, 0.6s

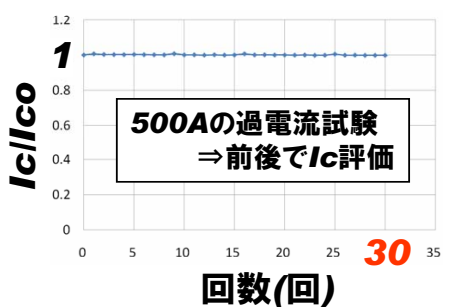


$I_c = 160A @ 5mm$ 幅、Cuメッキ



I_{peak} 値
VS
特性劣化

短絡電流に
対する裕度
約1.5倍



過電回数
VS
特性劣化

年1回-30年
の耐性確認

275 kV高電圧ケーブル用線材の耐久性試験条件

大項目	処理、操作	試験方法	判定方法
湿度	湿度劣化試験	40℃-RH100 %相当の加湿環境下において、150℃-10時間の熱処理を行った前後の I_c を測定	試験後の I_c 低下5%以下
加熱	半田温度加熱試験	大気中、230℃-20分間加熱した前後の I_c を測定	試験後の I_c 低下5%以下
歪み	限界歪確認試験	20mmφに曲げ履歴を加えた後、平坦形状にて I_c 測定し、 I_c 低下率を評価するとともに可逆限界値を測定	20mmφでの I_c 低下率が5%以内でかつ可逆であること
電流	過電流試験	室温-液体窒素のサイクル3回で I_c 測定	1~3回目で変化ないこと。 I_c 低下が5%以内
歪み	繰返し熱サイクル試験	想定最大過電流値412 A-0.6sec (63kV-0.6 sに対応する1本あたりの電流値) から数A毎に電流を増加させ、 I_c が5%以上低下する電流値を計測	想定過電流値に対する裕度が1.2倍以上あること

中間目標達成

世界初の系統的研究!

詳細成果

②磁場中高 I_c 線材作製技術

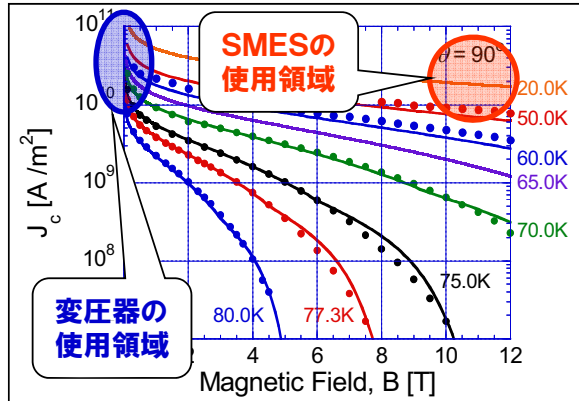
<概要>

「SMES」や「超電導変圧器」で求められる磁場中での I_c 特性の向上を目指す。

<目標値>

	中間目標 (H22末)	最終目標 (H24末)
SMES	30A/cm-w @77K,3T-50m	50A/cm-w @77K,3T-200m
変圧器	300A/cm-w @65K,0.02T-50m	400A/cm-w @65K,0.1T-100m

*極低コスト系線材で実施



<アプローチ>

(a)人工ピン止め点導入関連技術開発

ISTEC、中部電力、昭和電線、JFCC、
九大、九工大、東北大、新潟大、上智大

(b)高不可逆磁場材料の開発

ISTEC、JFCC
阪大、理研、LANL、東工大、東大

PLD法 磁場中高 I_c 線材作製技術

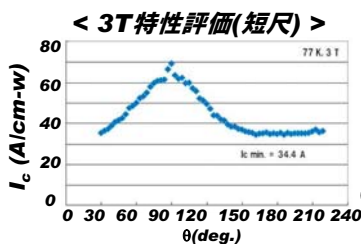
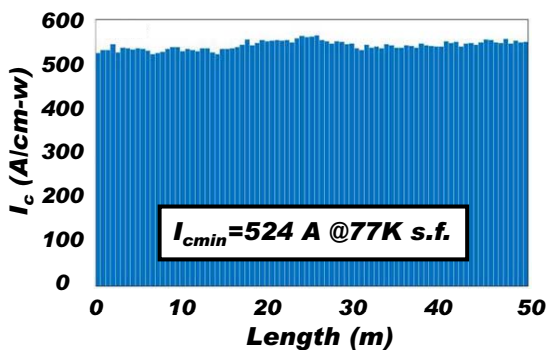
<アプローチ①>

高 J_c 厚膜化 $\Rightarrow I_c$ 向上 + ピン力向上

and/or

<アプローチ②>

人工ピン導入 \Rightarrow ピン力向上(強) + T_c 低下



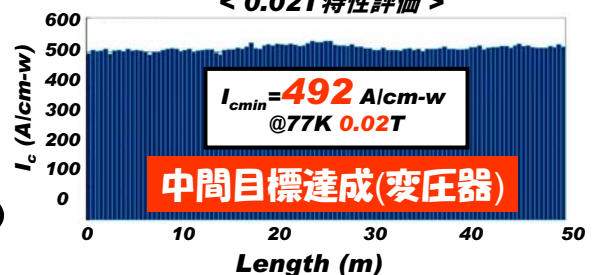
基板 : Hastelloy/GZO/IBAD-MgO/LMO/CeO₂
超電導層: PLD-GdBCO (10mlh, 1.5 μ m, 2.9円/Am)

中間目標達成(SMES)

$$524 \text{ A} \times 0.062 = 33 \text{ A/cm-w@3T}$$

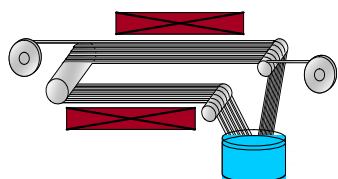
世界最高の長尺線材磁場特性!

< 0.02T特性評価 >



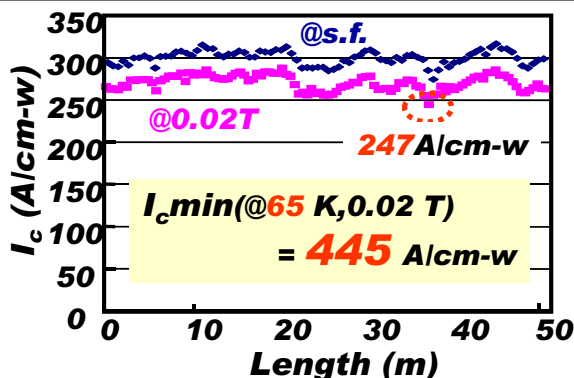
中間目標達成(変圧器)

TFA-MOD法 磁場中高 I_c 線材作製技術



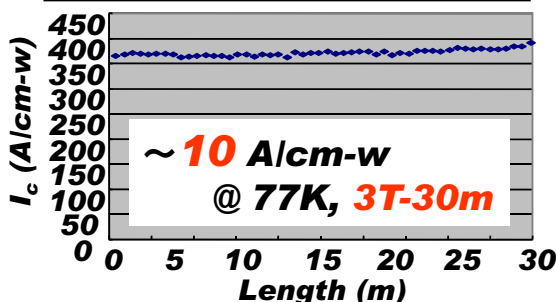
厚膜化 & 高 I_c 化

MOD-YBCO/CeO₂/LMO/IBAD-MgO

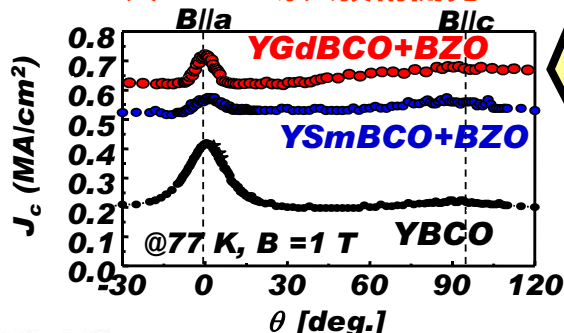


中間目標仕様(変圧器)達成

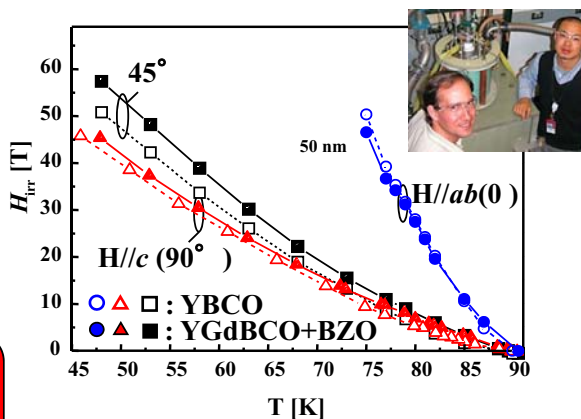
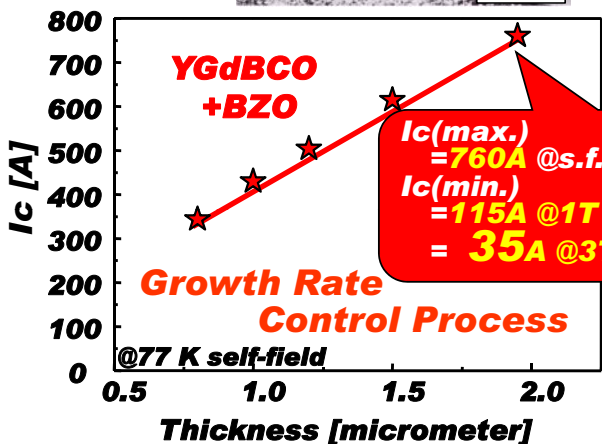
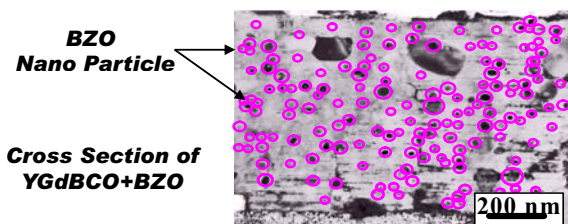
高 I_c 化による3T磁場中特性向上



人工ピン導入技術開発



TFA-MOD法 磁場中高 I_c 線材作製技術



長尺化への展開
YGdBCO+1wt%BZO/IBAD-MgO
12⇒27 m長(1.0 μm厚) New
 $I_c(77K, 3T) = 14 A/cm-w$

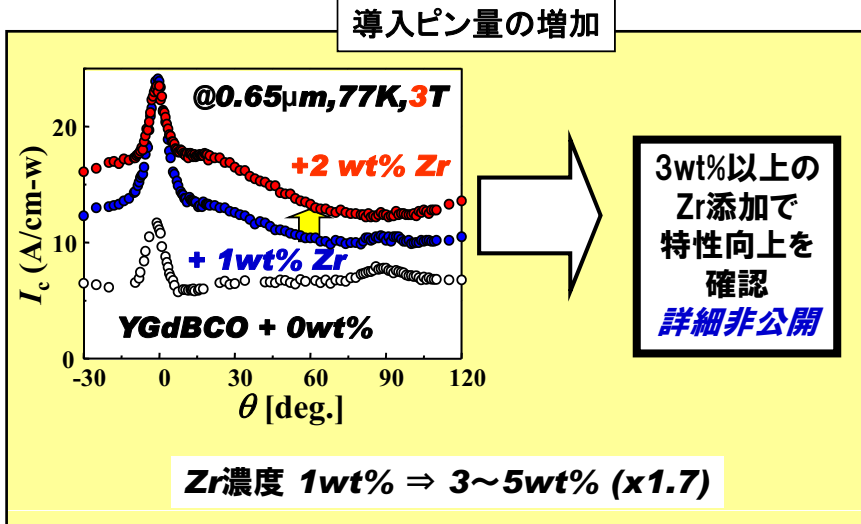
MOD法における世界最高値!



⇒ 今後の方針

TFA-MOD法 磁場中高_c線材作製技術 今後の方針

長尺線材における磁場中 (3T) I_c 特性の向上
(14 ⇒ 30 A/cm-w)



超電導層厚膜化

<課題>
長尺における
限界膜厚向上
(端部の厚膜部での
クラック発生)

↑
線材均一化成果の統合

膜厚
1.0 μ m
⇒ \geq 1.5 μ m
(x1.5)

年度末までに中間目標達成の見込み

詳細成果

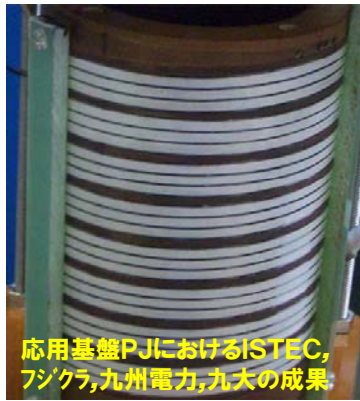
③低損失線材作製技術

<概要>
「超電導ケーブル」や「超電導変圧器」で求められる交流損失低減を線材レベルで達成する技術を開発する。

<目標値>

	中間目標 (H22末)	最終目標 (H24末)
ケーブル	2mm幅-300A/cm-w -50m	2mm幅-500A/cm-w -200m
変圧器	5mm幅5分割-50m 分割無比交流損失1/5	5mm幅10分割-100m 分割無比交流損失1/10

*極低コスト系線材で実施



<アプローチ>

(a) 均一線材作製技術開発
ISTEC、住友電工、JFCC
九大、京大

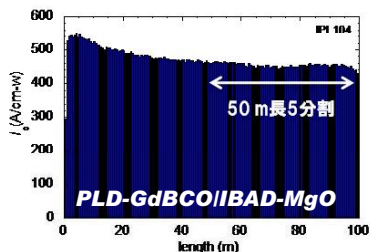
(b) 細線加工技術開発
ISTEC、住友電工、JFCC
九大、鹿大、産総研

PLD法 低交流損失超電導線材プロセス開発

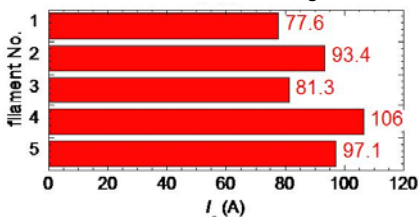
＜アプローチ：特性均一線材＞
均一基板、安定成膜条件等

＜アプローチ：線材加工技術＞
加工ダメージ抑制、フィラメント間絶縁性確保等

2mm幅切断加工

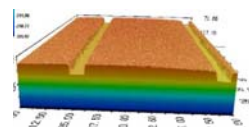


50m-2mm幅線材のIc評価



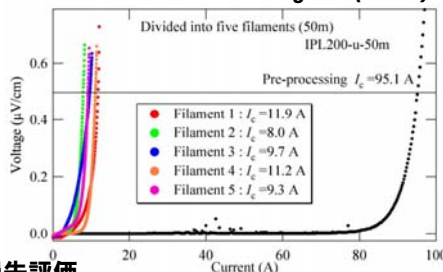
中間目標(ケーブル)達成

5mm幅5分割スクライピング加工

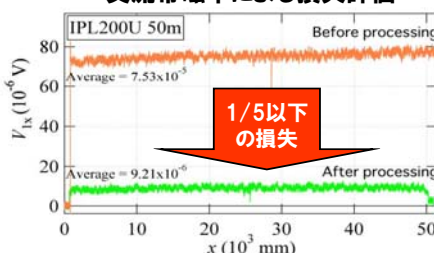


改良型レーザースクライプ加工による溝の三次元観察像

スクライピング加工前後のIc評価(50m)



交流帯磁率による損失評価

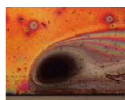
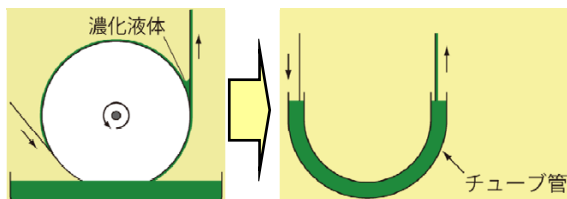


コイル状での長尺評価による交流損失



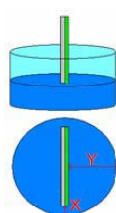
TFA-MOD法 低交流損失超電導線材プロセス開発

＜長手方向の均一性向上技術開発＞

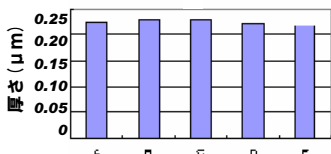


濃化液体付着部の焼損
⇒チューブ方式で解消

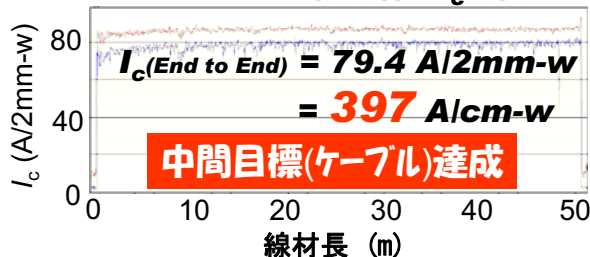
＜幅方向の均一性向上技術開発＞



塗布条件による膜厚の均一化

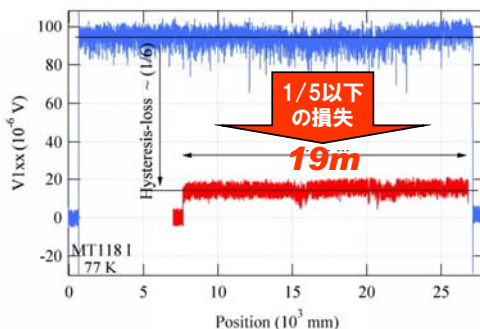


50m-2mm幅線材のIc評価



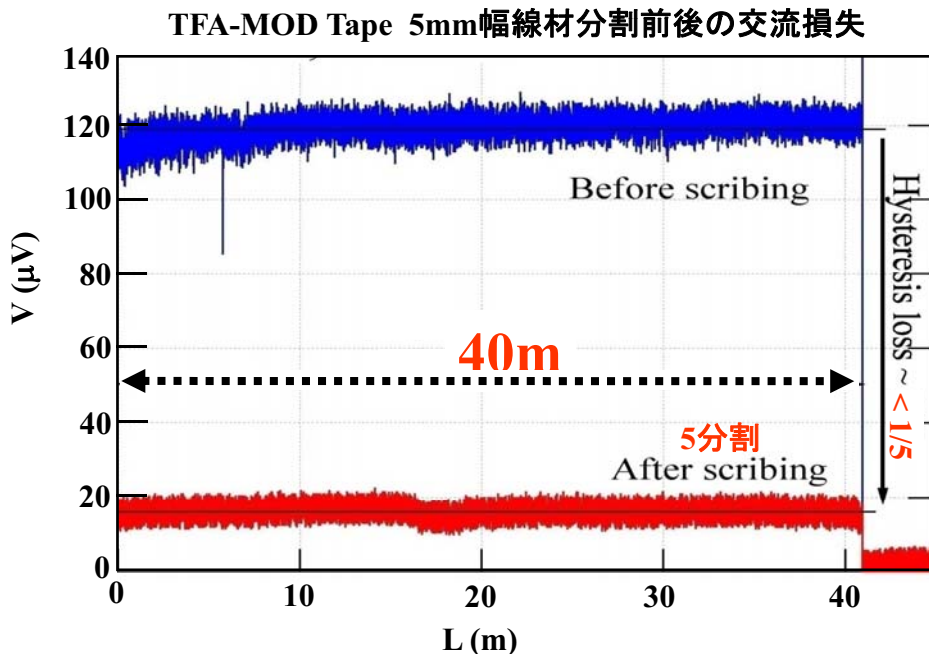
5mm幅5分割スクライピング加工線材評価

交流帯磁率による損失評価



コイル状での長尺評価による交流損失

TFA-MOD法 低交流損失超電導線材7'ロイス開発



New

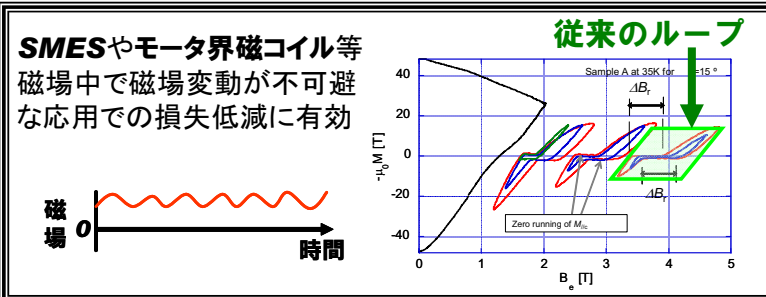
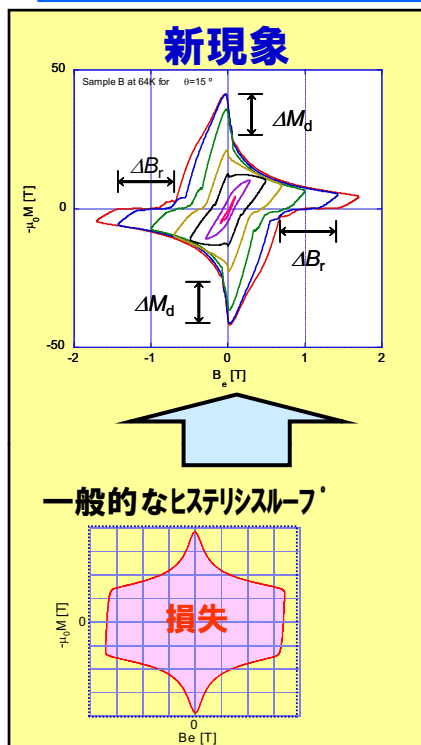
40m-損失1/5
への見通し



コイル状での
長尺評価による
交流損失



Y系超電導線材における新現象発見（低損失）



<線材への必要条件>
高配向・高 J_c ($\Delta\phi < 3^\circ$ & $J_c > 3MA/cm^2$)

<使用環境(顕著な出現)条件>
低温、高磁場、磁場印可角度(低角度)

Y系超電導線材特有
⇒自動的な低損失が期待可

**Y系線材の
本質的な性質**

詳細成果

④ 高強度・高Je線材製作技術

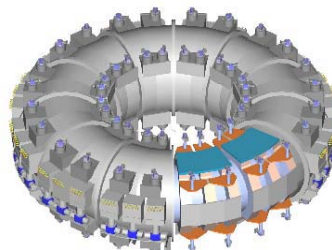
<概要>

「ケーブル導体作製工程&冷却時熱収縮起因応力」更には、「SMES等の高磁場応用時フープ力」に耐えるために必要な強度を有した線材作製技術と共にコンパクト機器を目指した高Je線材の作製技術を開発する。

<目標値>

	中間目標 (H22末)	最終目標 (H24末)
SMES	300A/cm-w-1GPa -50m	500A/cm-w-1GPa -200m
ケーブル	$J_e=30\text{kA/cm}^2-50\text{m}$	$J_e=50\text{kA/cm}^2-200\text{m}$

*極低コスト系線材で実施



<アプローチ>

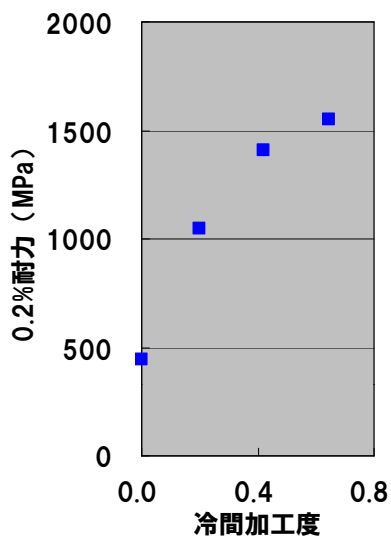
(a) 高強度金属基板対応線材作製技術開発

ISTEC、古河電工、JFCC、九大、早大

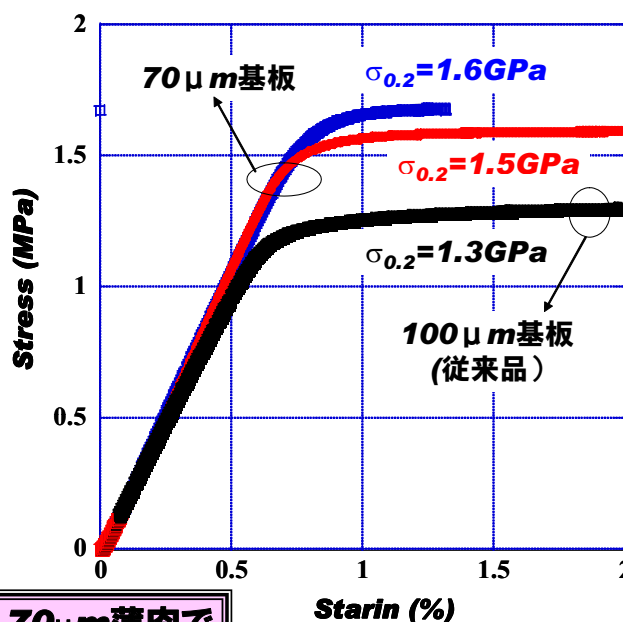
(b) 高臨界電流(I_c)化技術開発

ISTEC、JFCC、九大

薄肉高強度基板作製技術



冷間加工度と耐力との関係



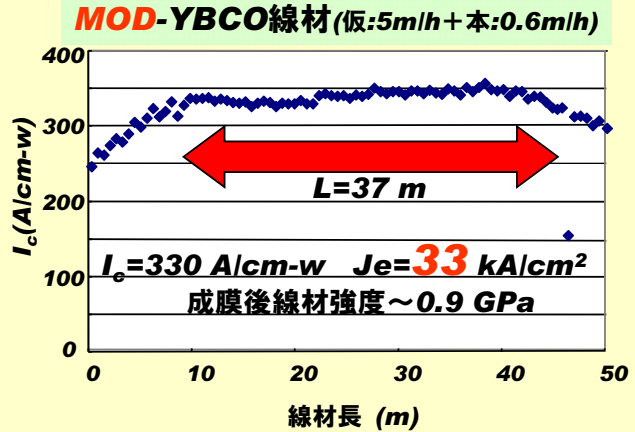
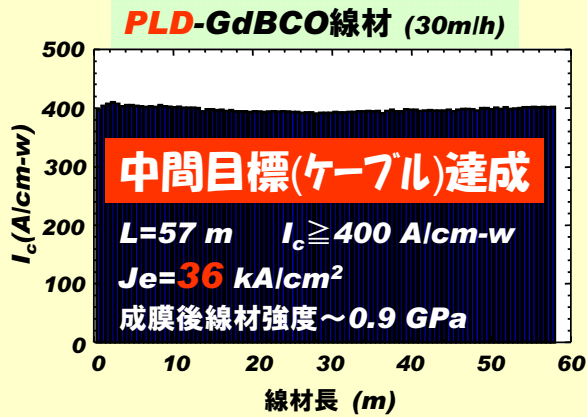
70μm薄肉で
高強度実現

中間層|超電導層成膜試験へ⇒

薄肉高強度基板線材作製技術

強加工 70~80 μ m Hastelloy 基板 \Rightarrow 基板強度: $\sigma_{0.2} = 1.6$ GPa

薄肉金属基板対応: 適正温度制御、張力制御 等



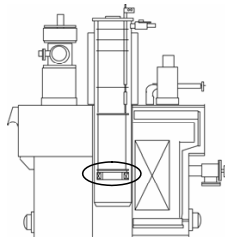
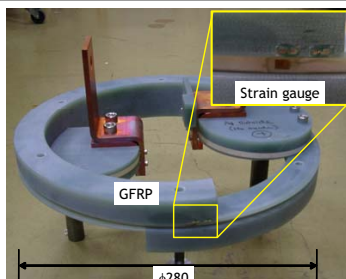
<今後の方針> ■MOD: 高速化技術(極低コスト技術導入), 長尺化
 ■線材強度: 低温評価

高強度線材評価

大口徑超伝導マグネットを用いたフープ力試験

Hoop stress = $B \cdot J \cdot R$ [MPa]

B: magnetic field [T] R: coil radius [m]
 J: current density [A/m²]



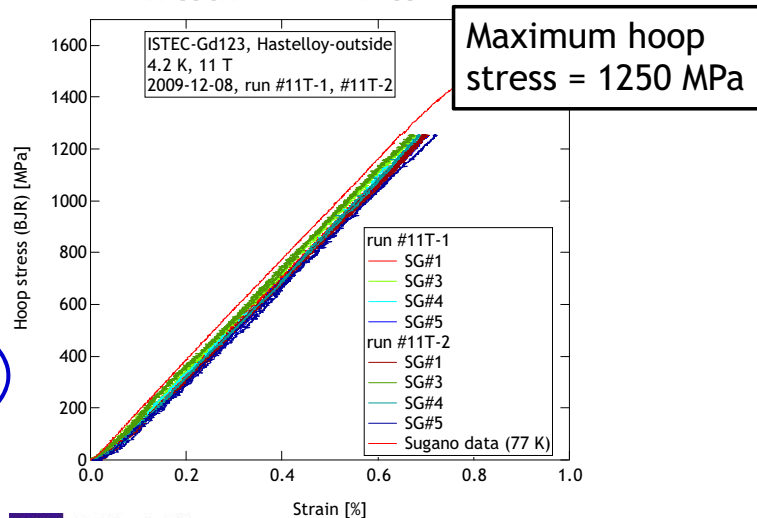
**SMESへの
適用性確認**

基板: Hastelloy (100 μ m)-IBAD-MgO

超電導層: PLD-GdBCO ($I_c \sim 200$ A)

安定化層: Ag (10 μ m)

線材幅: 5mm 線材長: 5m



詳細成果

⑤ 低コスト・歩留向上技術

<概要>

全ての機器に求められる要素として、安定製造とともに、より低コストで提供できる線材開発を目指す。具体的には、「**実用化技術開発**」時及び「**導入・普及**」時に求められるコスト仕様である**3円/Am以下の製造技術**の実現とともにこれに資する**接続・補修技術**を開発する。

<目標値>

中間目標 (H22末)	最終目標 (H24末)
・技術コスト 3円/Am の実証 (50m)	・研究項目(2)~(4)中間目標技術の安定製造技術* ・技術コスト 3円/Am未満の実証**

(内部目標)*長さに関しては更なる長尺(例:200m以上) **1円/Am台

<アプローチ>

(b) 低コスト対応高速・高Ic化技術開発

ISTEC、フジクラ、JFCC、九大

(c) 接続・補修技術開発

ISTEC、JFCC、九大、名大

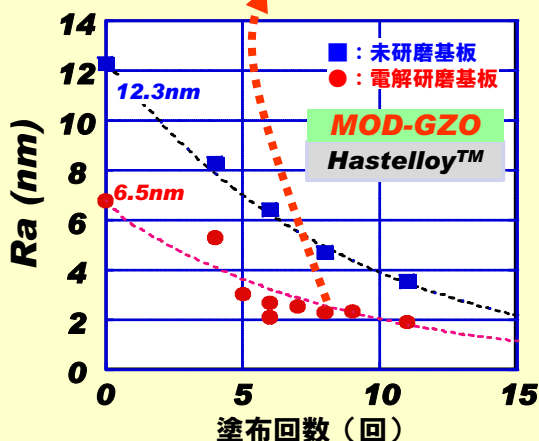
(a) 実用化技術開発用線材安定製造技術開発 (H23~H24)

ISTEC、フジクラ、昭和電線、住友電工、古河電工、JFCC 他

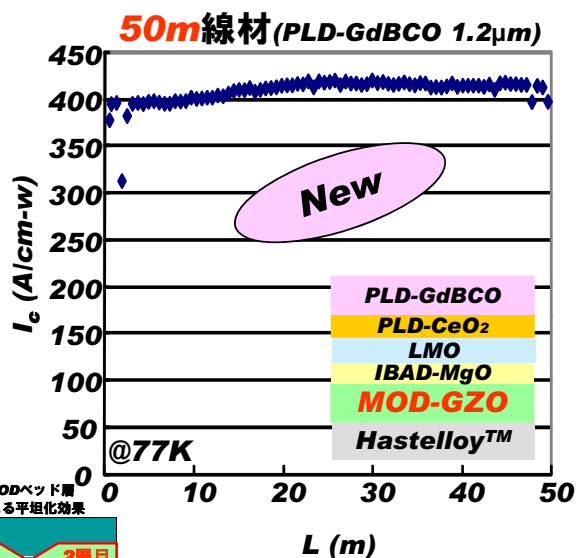
中間層低コストプロセス開発

MODベッド(平坦化)層の開発

Ic=446 A/cm-w (1.8μm)
YBCO(MOD)|CeO₂|LMO|
MgO(IBAD)|GZO(MOD)|Hastelloy



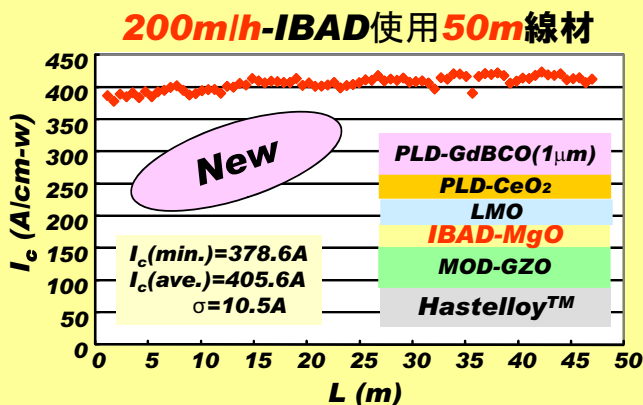
長尺化



中間層低コストプロセス開発

大型IBAD装置による高速化プロセス
(イオン 6x22cm²⇒6x66cm²)

製造速度=200mlh 結晶粒配向度 $\Delta\phi < 4^\circ$



中間層における3円/Amの必要条件例

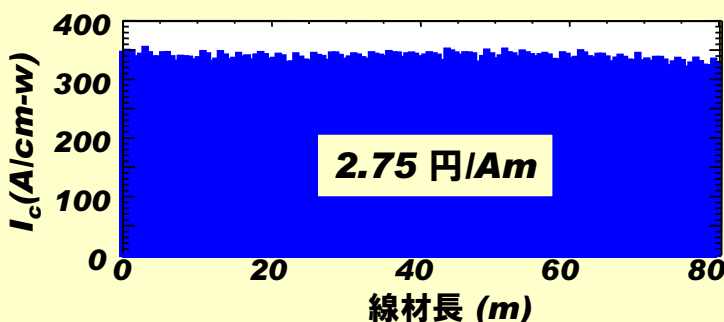
層	材料・手法	中間目標 (例)
キャップ層	PLD-CeO ₂	30mlh
バッファ層	Sputter-LMO	50mlh
IBAD	IBAD-MgO	120mlh
ベッド層	Sputter: MOD-GZO	40:10mlh
研磨ハステロイ	機械 or 電解研磨	60円/m

全層の必要条件を実証
⇒ And条件での実証へ

PLD法 超電導層低コストプロセス開発

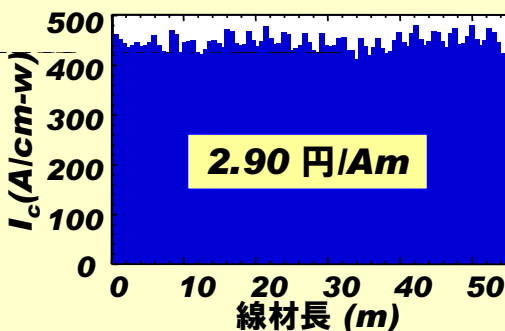
高速条件

基板: IBAD-MgO
原料: GdBCO
速度: 30mlh
(60mlhx2)
膜厚: 1.0μm
最小I_c: 339 A/cm幅



高I_c条件

基板: IBAD-MgO
原料: GdBCO
速度: 15mlh
(45mlhx3)
膜厚: 2.2μm
最小I_c: 435 A/cm幅

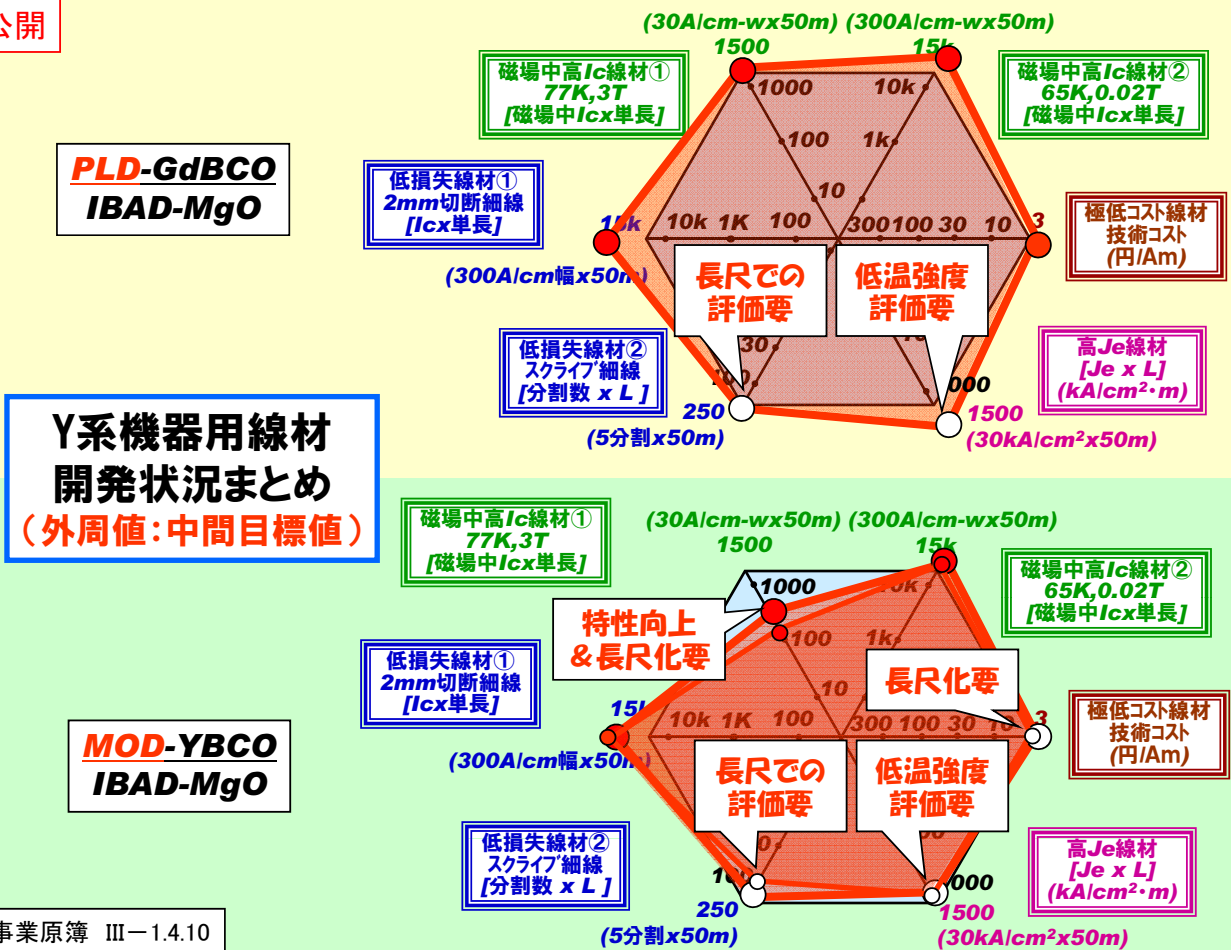
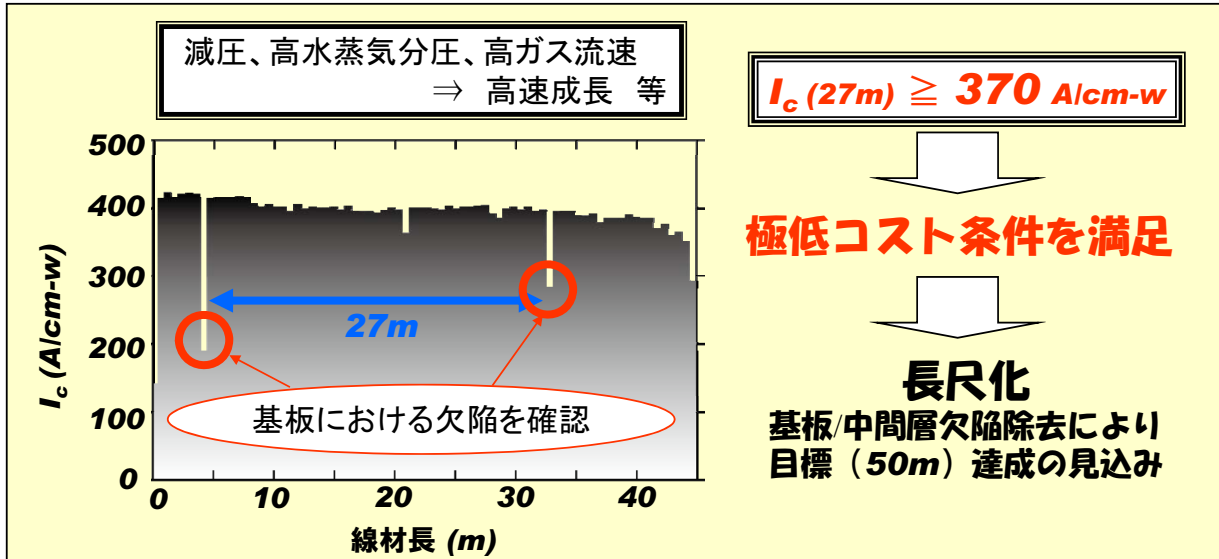


中間目標
技術コスト
3円/Am実証
50m

中間目標
達成

TFA-MOD法 超電導層低コストプロセス開発

基板：IBAD-MgO(10mm幅) 原料：YBCO(Y, Ba-TFA, Cu-Oct) 膜厚：1.5 μ m
 焼成方法及び速度：RTR式5 mlh(仮焼) RTR式5mlh相当(本焼)



成果の意義（世界との比較等）

研究テーマ	世界動向	本プロジェクト成果と意義
①線材特性の把握	劣化挙動を 系統的に評価した例は無	必要な負荷に対する試験を実施 世界初の系統的成果⇒全機器へ適用
②磁場中高Ic線材作製技術	SuperPower(米国) : IBAD-MOCVD 短尺I _c =50 A/cm-w@77 K,3 T 50 m I_c=14 A/cm-w@77 K,3 T AMSC(米国) : RABITS-TFA-MOD 短尺I _c =10 A/cm-w@77 K,3 T	PLD 短尺I _c =56 A/cm-w@77 K,3 T 50 m I_c=33 A/cm-w@77 K,3 T MOD短尺I _c =35 A/cm-w@77 K,3 T 27 m I _c =14 A/cm-w@77 K,3 T 世界最高の磁場特性 ⇒多様な磁場応用(E-等)の展開も可
③低損失線材作製技術	SuperPower(米国) : IBAD-MOCVD 短尺 4mm幅5分割—損失1/5 長尺 報告なし	短尺10 mm幅20分割—損失1/20 7 mx10本コイル 5 mm幅5分割—損失1/5 50m-5 mm幅5分割(PLD&MOD)の見通し 世界的に先行した技術
④高強度高Je線材作製技術	SuperPower(米国) : 50μm厚ハステロイ金属基板⇒ 800 MPa AMSC(米国) : クラフト結晶粒配向金属基板⇒ 426 MPa	70,80 μmハステロイ基板線材 I _{c,min} =400 A/cm-w-J _e >36 kA/cm ² - 50 m -900 MPa (Ag30μm想定) ⇒NMR等の高磁界マグネットに有用
⑤低コスト・歩留向上技術	SuperPower(米国) : IBAD-MOCVD 1065 m長-I_c=282 A/cm-w@77K,s.f. AMSC(米国) : RABITS-TFA-MOD 500 m—I _c =250 A/cm-w@77K,s.f. 長さで先行	フジクラ : IBAD-PLD 504 m—I _c = 350 A/cm-w@77K,s.f. 昭和電線 : IBAD-TFA-MOD 500 m—I _c = 310 A/cm-w@77K,s.f. 特性で先行

最終目標達成への見通し

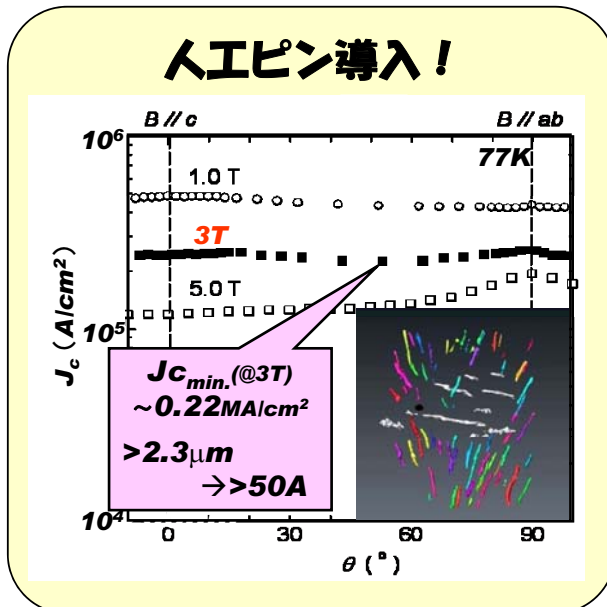
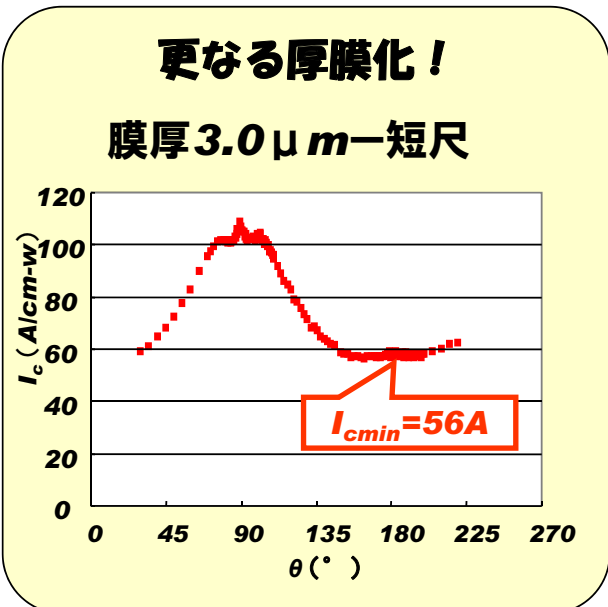
テーマ	中間目標(H22末)	H23	H24	最終目標(H24末)	達成の見通し
①線材特性の把握	■電力ケーブル耐久試験適正条件の決定	各種機器の特殊性明確化他		(■各種機器環境に対する耐久性を評価)	方法論が中間目標時期でほぼ確立。共通項目もあり、今回の成果が十分活用可。
②磁場中高Ic線材作製技術	①30A/cm-w @77K,3T-50m ②300A/cm-w @65K,0.02T-50m	50A/cm幅 @77K,3T 50m他		50A/cm-w @77K,3T-200m 400A/cm-w @65K,0.1 T-100m	厚膜化技術+ナノピン止め点導入技術で臨む。 PLD線材では目標特性の実証済。
③低損失線材作製技術	①2mm幅 -300A/cm-w-50m ②5mm幅-5分割-50m -無分割に対し損失1/5	10分割—10m 5分割—100m 他		2mm幅 500A/cm-w-200m 5mm幅10分割-100m -無分割に対し損失1/10	均一塗布法開発や均一成膜技術の最適化、極低コスト化の統合を図る。幅広基板利用も選択肢。幅広成膜技術は一部実績もあり。
④高強度高Je線材製作技術	①300A/cm-w -1GPa-50m ②Je=30kA/cm ² -50m	Je=50kA/cm ² 50m 他		500A/cm-w -1GPa-200m Je=50kA/cm ² -200m	薄肉高強度金属基板の長尺化と極低コスト線材化技術との統合を図る。 高強度金属基板の基本技術は既に確立。
⑤低コスト・歩留向上技術	3円/Amの実証 @50m	内部目標 2円/Am実証 中間目標条件の技術移管他		技術コスト3円/Am未実証 中間目標技術の安定製造技術	PLD線材：マルチラン数の増加、搬送速度の向上、発振レーザーの増加などで臨む。 MOD線材：一回塗布厚増加の原料開発や減圧高速反応制御などで臨む。 PLD線材では効果を確認済。

PLD線材—磁場中 I_c 特性向上（最終目標に向けて）

<アプローチ①>
高 J_c 厚膜化 $\Rightarrow I_c$ 向上 + ビンカ向上

and/or

<アプローチ②>
人工ピン導入 \Rightarrow ビンカ向上(強) + T_c 低下



特許出願状況

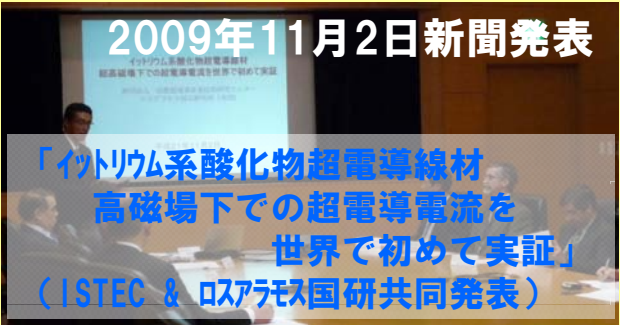
線材開発に関わる特許

国内出願: **16**件

海外出願: **1**件

テーマ	代表的特許
②磁場中高 I_c 線材 作製技術	■等方性人工ピン止め点構造(ISTEC、九州大学)
③低損失 線材作製技術	■ダメージ抑制スクライビング溝加工技術(ISTEC、フジクラ、昭和電線) ■高結晶性超電導膜の低ヒステリシス損失新現象(九州大学、ISTEC)
④高強度高 J_e 線材製作技術	■線材の機械的強度を向上させる手法、構造(住友電工、ISTEC)
⑤低コスト・ 歩留向上技術	■MOD法によるベッド層形成手法及びその線材(ISTEC) \Rightarrow 海外出願済 ■中間層において結晶粒配向度を維持しつつ層数を減ずる手法(ISTEC、フジクラ、古河電工、東芝)

成果の普及

<学会・論文>	国内学会（低温工学等）	97件	学術論文（Physica-C、JJAP、低温工学等）	59件
	国際会議（ISS、ASC等）	78件		
<新聞>				平成21年11月3日 日経新聞（Web） 日経産業新聞 日刊工業新聞 電気新聞
	2010年2月12日 イットリウム系低磁性配向基板線材で世界初の高速化、高性能化に成功			
	2010年3月30日 イットリウム系超電導線材 開発用設備を増強			
<受賞>	●日本金属学会 第18回奨励賞 [材料プロセッシング部門] 平成20年9月23日 ●低温工学協会 奨励賞 (平成21年5月14日)			

事業原簿 添付資料8

37/39

実用化のシナリオ及び波及効果

機関名	実用化への考え方
ISTEC	<ul style="list-style-type: none"> ●導入・普及時に必要な仕様線材作製技術を線材メーカーへ移管 ●エンドユーザーを含めた委員会等+学会等を通じた普及啓蒙活動 ⇒超電導市場の開拓、拡大
フジクラ	<ul style="list-style-type: none"> ●現行電力機器の実証を経て事業化へ ●既に小規模ながらY系超電導線材の販売を開始（Sイノベ等） ⇒Y系超電導機器の早期実現により事業を確立
昭和電線	<ul style="list-style-type: none"> ●安価なMOD法による線材供給会社として事業化を推進 ●電流リード（Bi系で実績）を足がかりにビジネス展開 ⇒電力機器+モータ等で新市場を創出
住友電工	<ul style="list-style-type: none"> ●Y系超電導線材の低コスト量産技術を確立して市場へ販売 ●超電導ケーブル、船用モータの実績を基軸に多岐の応用へ展開 ⇒多様なニーズに応える線材のリーディングカンパニー
古河電工	<ul style="list-style-type: none"> ●本PJ終了後数年後から量産体制を確立 ●実績のある金属系超電導線材と併せて総合超電導線材メーカーを目指す ⇒総合線材メーカーとして需要の拡大を目指す

実用化のシナリオ及び波及効果

'03~'07	'08~'12	'20~	
応用基盤プロジェクト	Y系電力機器プロ	電力機器実証 (線材: ~数百km/年)	事業化ステージ (線材: 数千km/年)
<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> Y系超電導線材 プロセス開発 </div> <p style="font-size: small;">500m-300A-5m/h 8~12円/Am</p> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> 機器要素 技術開発 </div> <p style="font-size: x-small;">ケーブル, 変圧器 モータ, 限流器等</p>	<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 電力機器開発 </div> <p style="font-size: small;">SMES, ケーブル, 変圧器</p> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 線材提供 </div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> 機器適用線材 技術開発 </div> <p style="font-size: x-small;">低コスト, 安定化, 高歩留</p>	<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 電力機器実系統 への試験導入 システム 信頼性検証 </div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> 量産化+事業化 </div>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> 機器 導入・普及 </div> <p style="font-size: small;">潜在市場規模 >1.4兆円*</p> <p style="font-size: x-small;">*経産省による国家技術戦略 マップ2008 “超電導技術導入 シナリオ” から</p>
SMESプロジェクト		初期導入ステージ (線材: 数十~数百km/年)	電流リット 船用、産業用モータ
<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 金属系 SMES開発 </div> <p style="font-size: small;">20MJ@4.2K, 4T</p>	<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 限流器 </div>	<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> NMR </div>	<div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>