

フュージョンエネルギー開発における古河電工の貢献

Contribution of Furukawa Electric to development of Fusion Energy

2024年1月15日

古河電気工業（株）

研究開発本部 超電導製品部

廣瀬 清慈

目次

1. 古河電工グループの事業内容

Major Products and Service of Furukawa Electric Group

2. 古河電工グループの超電導製品

Our Superconducting Products

3. 古河電工グループの超電導の事業拠点

Location of Superconducting Products

4. 古河電工のフュージョンエネルギー分野における貢献

Contribution of Furukawa Electric to development of Fusion Energy

4-1. JT60-SA

4-2. ITER

4-3. 原型炉TFコイル開発

4-4. 小型フュージョン炉

5. 高磁場用途向けREBCO線の開発

Development of REBCO tapes for high-field applications

6. まとめ

1. 古河電工グループの事業内容

Major Products and Service of Furukawa Electric Group

商 号: 古河電気工業株式会社

社 長: 森平 英也

創 業: 1884年

設 立: 1896年6月25日

資本金: 69,395百万円 (2023年3月末)

売上高: 1,066,326百万円 (連結) (2023年3月期)

305,835百万円 (単体) (2023年3月期)

従業員数: 51,314名 (連結) (2023年3月末)

4,267名 (単体) (2023年3月末)

本 社: 〒100-8322

東京都千代田区大手町2丁目6番4号 (常盤橋タワー)

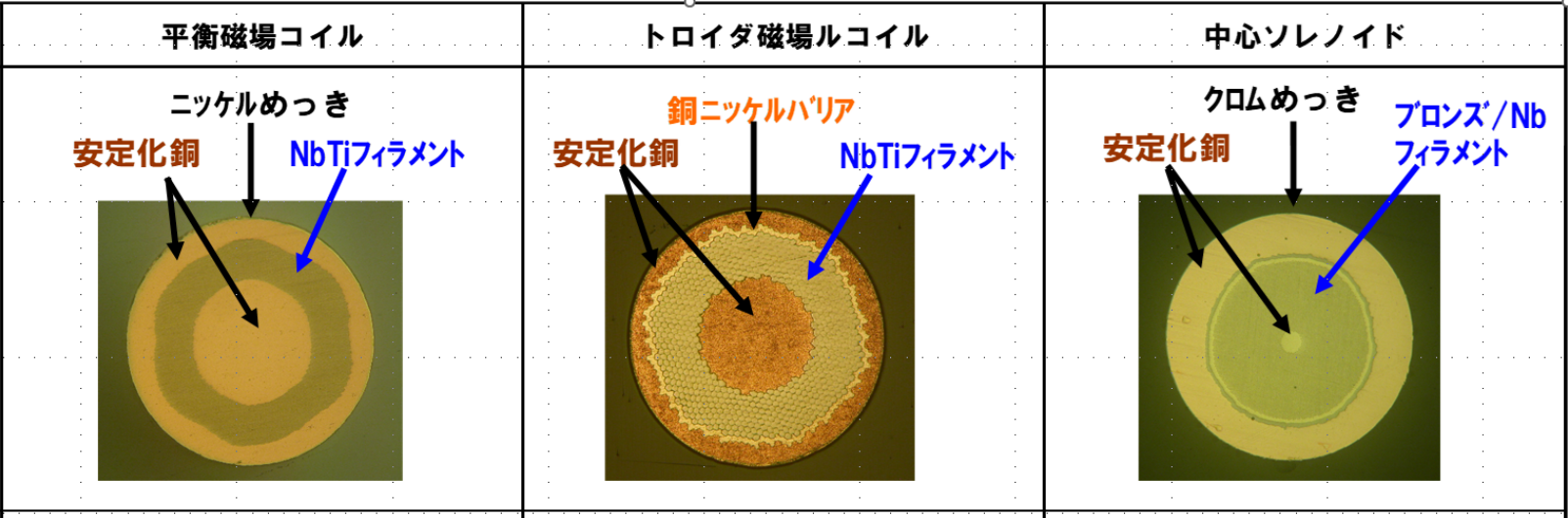


当社は「メタル」「ポリマー」「フォトニクス」「高周波」の4つの技術を核として、インフラ (情報通信ソリューション、エネルギーインフラ)、電装エレクトロニクス (自動車部品・電池、電装エレクトロニクス材料)、機能製品の3つの事業セグメントにおいて、多岐にわたる製品を展開しています。

2. 古河電工グループの超電導製品

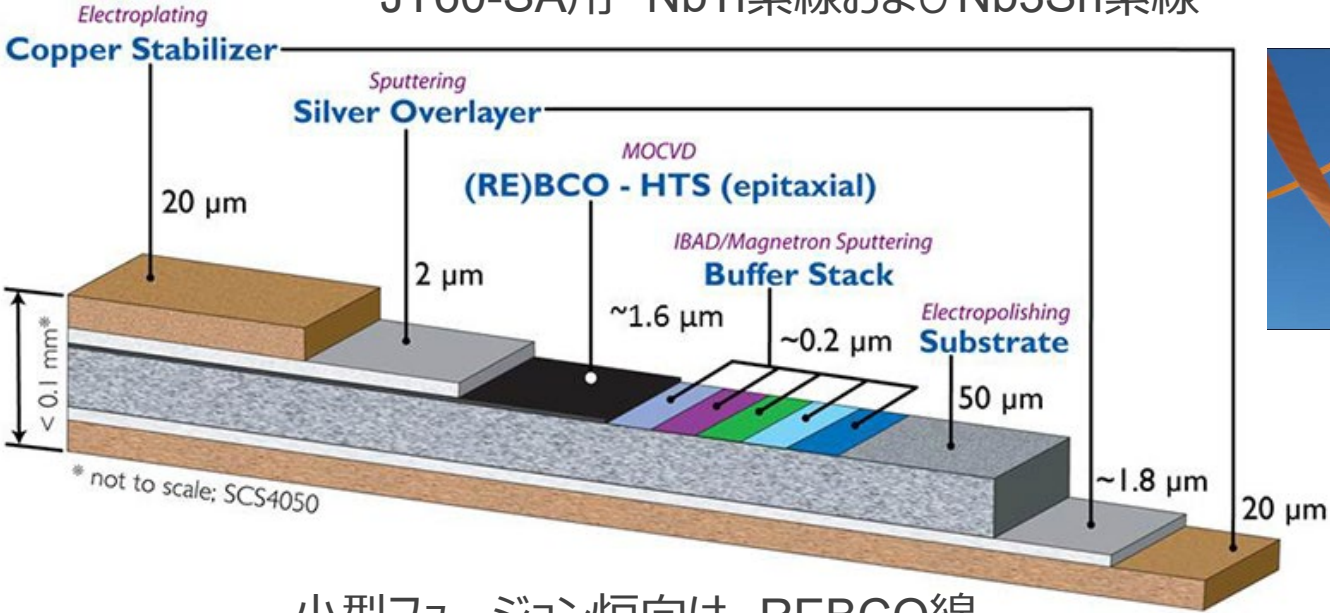
Our Superconducting Products

【低温超電導】
NbTiおよびNb₃Sn



JT60-SA用 NbTi素線およびNb₃Sn素線

【高温超電導】
REBCO



小型フュージョン炉向け REBCO線

3. 古河電工グループの超電導の事業拠点

Location of Superconducting Products

日・米の2拠点で製造・開発

- Head Office, Factory
- Overseas Subsidiaries and Affiliates

FEEL (London)

FSL (Beijing)

Nikko Factory

FEC (Tokyo)

AFI (Detroit)

SPI (Albany)

低温超電導 (NbTi, Nb₃Sn)

- 日光事業所 超電導製品部
- 栃木県日光市



高温超電導 (REBCO)

- SuperPower Inc. - ニューヨーク州

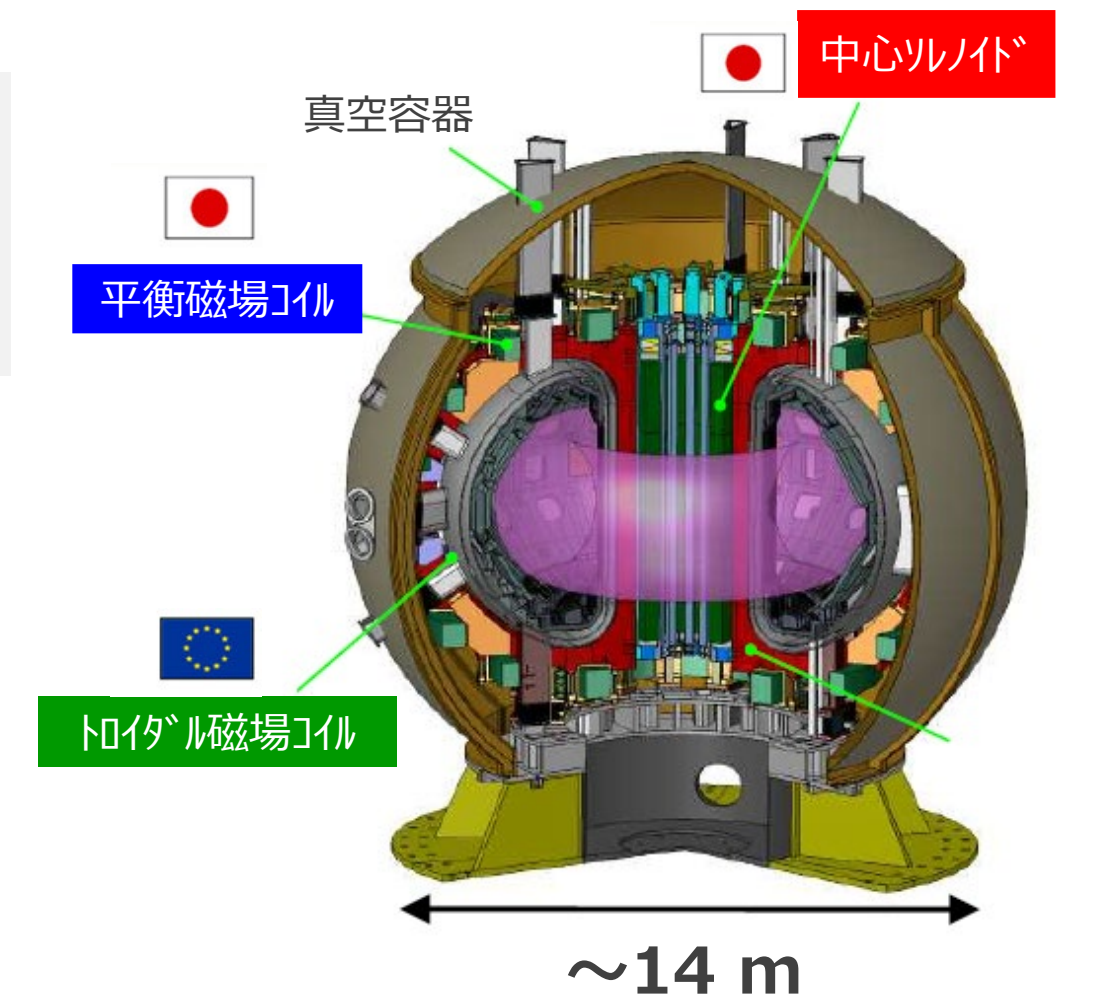
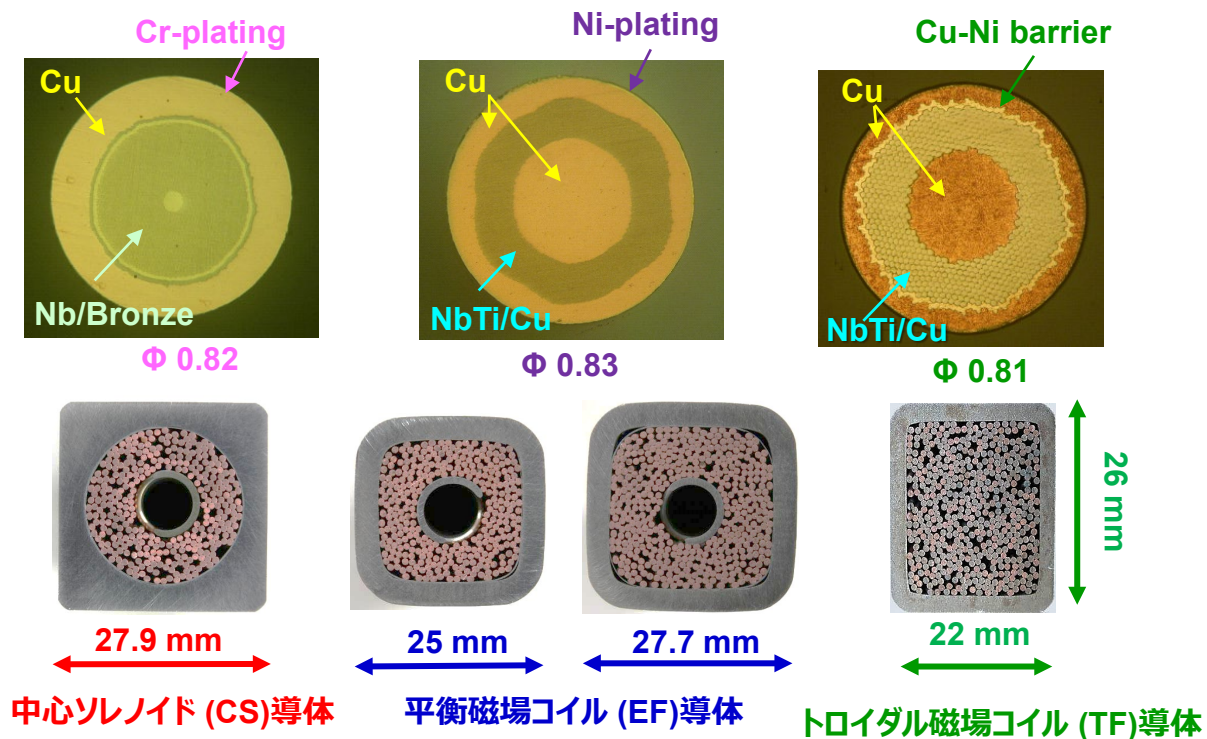


4 - 1. 古河電工のフュージョンエネルギー分野における貢献 JT60-SA

Contribution of Furukawa Electric to development of Fusion Energy JT60-SA

JT60-SA用超電導線材の製造

2008年：JT60-SA用CS導体用Nb₃Sn素線 13トン
～：JT60-SA用EF導体用NbTi素線 36トン
2013年：JT60-SA用TF導体用NbTi素線 43トン



JT60-SA超電導マグネットシステム

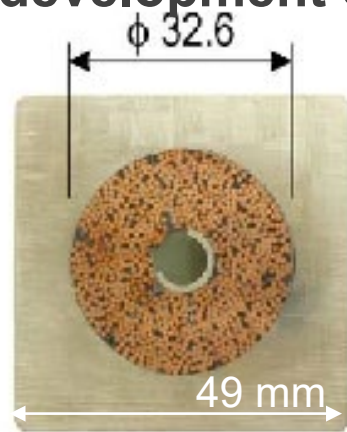
4 - 2. 古河電工のフュージョンエネルギー分野における貢献 ITER

Contribution of Furukawa Electric to development of Fusion Energy ITER

ITER-CS用超電導線材の製造

2014年～ 2017年：

- ✓ ITER-CS用Nb₃Sn素線 36トン
- ✓ 2モジュール分の撚線



古河電工グループの製造拠点

FEC: Strand manufacturing



古河電工日光事業所
素線製造

FEIC: 1st-4th stage cabling



Hiratsuka
4次撚線



古河電工産業電線
1次～4次撚線製造

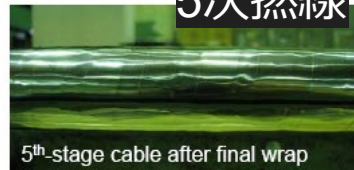
VISCAS: 5th-stage cabling



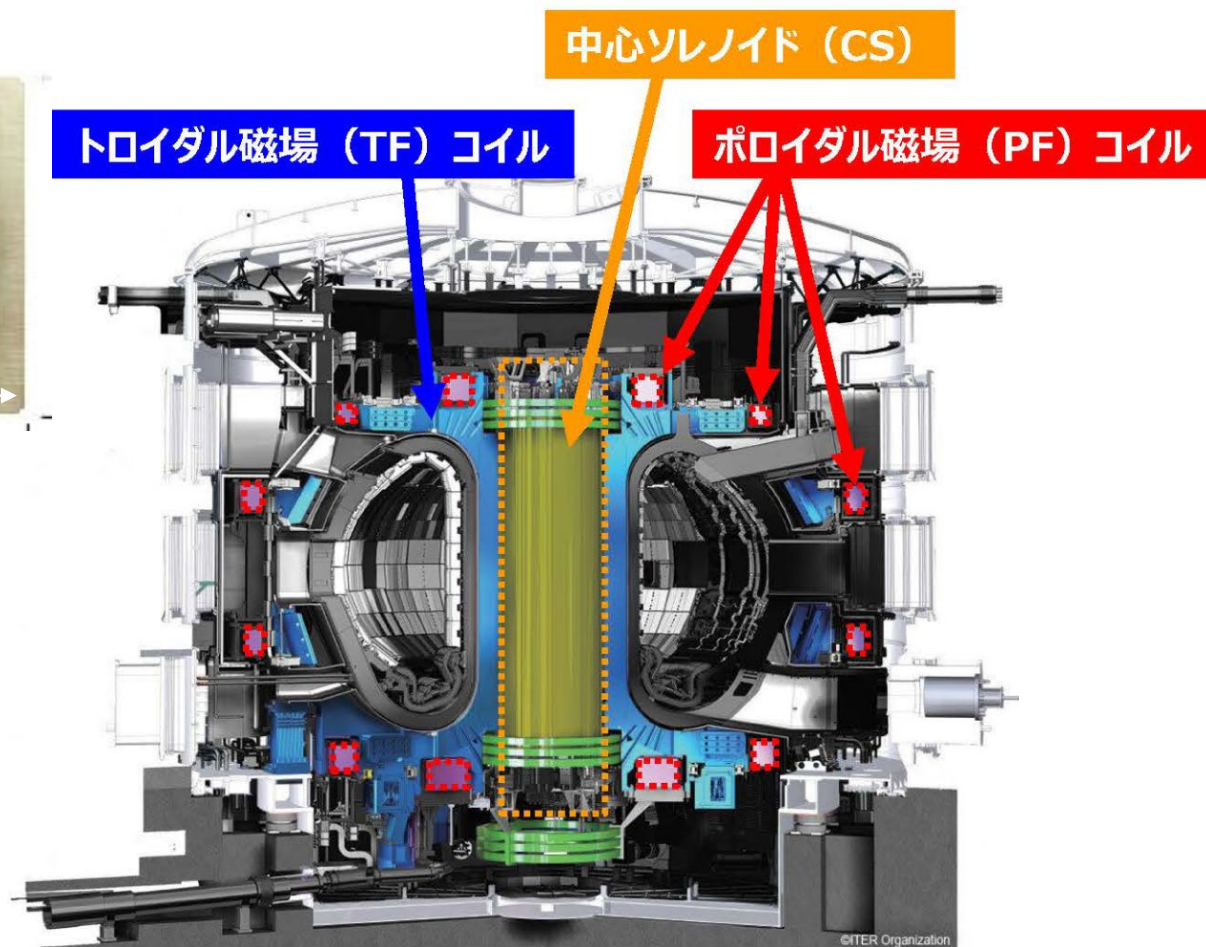
古河電工千葉事業所
5次撚線製造



5次撚線



出荷ドラム巻



30m
ITER超電導マグネットシステム

4-3. 古河電工のフュージョンエネルギー分野における貢献 原型炉TFコイル開発

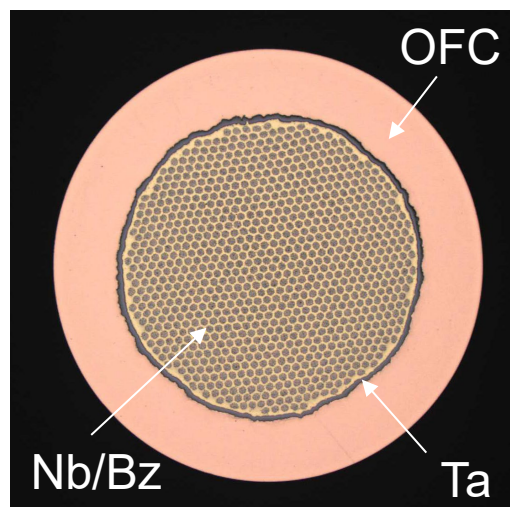
Contribution of Furukawa Electric to R&D for JA-DEMO TF coils

導体大型化に伴う解決すべき課題

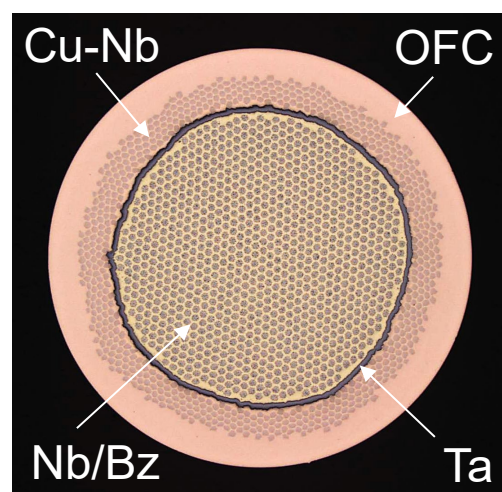
- 強大な電磁応力(ITERの1.5倍)下での堅牢性
- 合理的な導体設計と製造歩留まり向上

解決策 (QST-東北大-古河電工 共同研究)

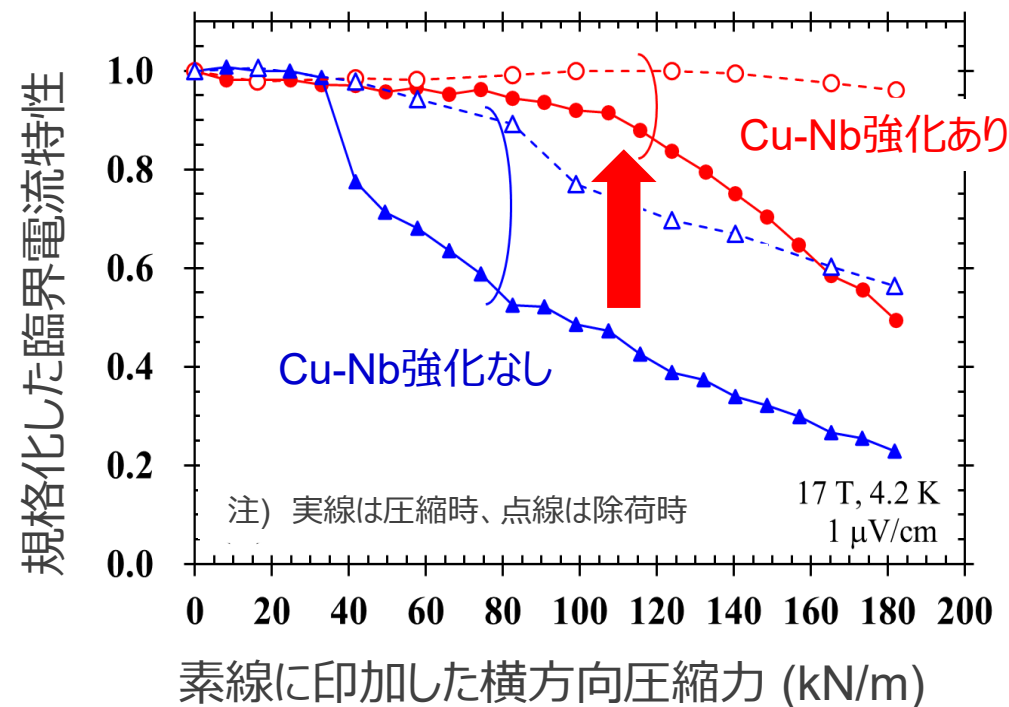
◆ Cu-Nb複合材によるNb₃Sn素線の内部強化



従来型Nb₃Sn素線



Cu-Nb強化型Nb₃Sn素線



- Cu-Nb強化素線は、横方向の圧縮力下で、通電特性が向上
- 今後、実規模導体を試作し、Cu-Nb強化による、撚線製造性の向上と通電特性の向上を検証していく

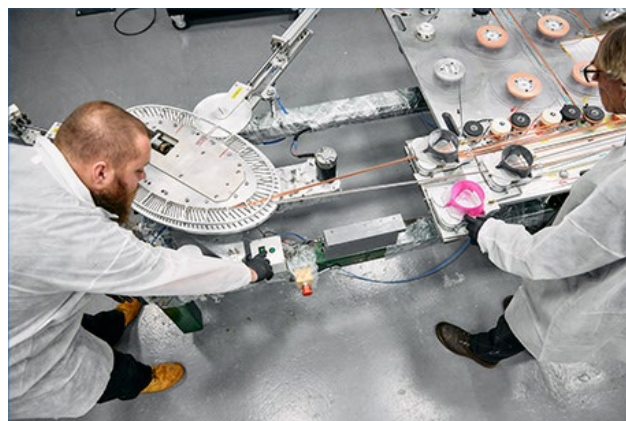
4-4. 古河電工のフュージョンエネルギー分野における貢献 小型フュージョン炉 Contribution of Furukawa Electric to compact fusion reactors

トカマクエナジー社と古河電気工業 核融合エネルギーの推進に向け両社の関係を強化

https://www.furukawa.co.jp/release/2023/kenkai_20230112.html

2023年1月12日

トカマクエナジー社
古河電気工業株式会社
スーパーパワー社



高温超電導技術でフュージョン炉の小型化に貢献

- 高温超電導の利用により、フュージョン炉の小型化を行う
- 英国トカマクエナジー社と古河電工グループは、フュージョンエネルギーの推進に向け関係を強化

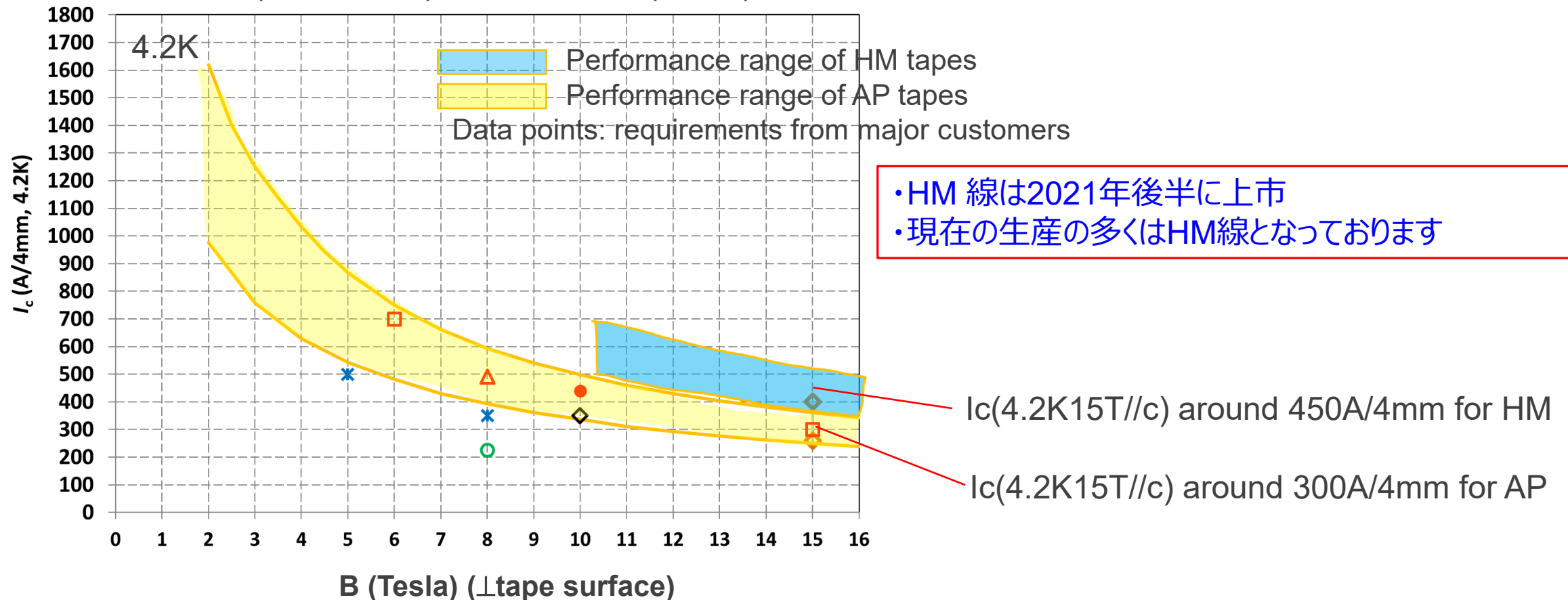
5. 高磁場用途向けREBCO線の開発

Development of REBCO tapes for high-field applications

REBCO HM、APテープの磁場中 I_c 特性比較

In-field I_c , HM versus AP REBCO tapes

- AP テープは種々のアプリケーションに適するように開発 (広い温度域、磁場域に対応)
- HM テープは、低温 (4.2K~20K) /高磁場用途 (>10T)向けに開発



6. まとめ

古河電工グループでは、これまで

JT60-SA

ITER

に低温超電導線/撚線を納め、その稼働に貢献してきた。

今後は

原型炉には、Cu-Nb複合材強化Nb₃Sn 低温超電導線

小型フュージョン炉には、HM-REBCO 高温超電導線

の開発・量産を通じて フュージョンエネルギーの実現に貢献する

フュージョンエネルギーの実現には、多くの時間と、たくさんの皆さまの連携が必要と認識しております

技術の伝承も含め、サプライチェーンの一員としてしっかりと歩んで参ります。