

ITER and Yamato Gokin Working Together for the Realization of Fusion Energy

水素融合（核融合）の実現に向けて！

～我が社のものづくりとITERとの関わり～



社員数:46人(グループ含めて153人)
創 業:1941年(昭和16年)
売上高:51億円(2021年3月期)

大和合金株式会社
代表取締役社長
萩野 源次郎

素材の一貫生産



社会の課題/期待/
トラブルを材料の
特性で克服/解決

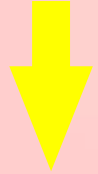
- ・活発なR&D
- ・原因解析究明
- ・超短納期生産
- ・少量多品種

世界で戦える
手応えを実感

我が社の世代ごとの大戦略

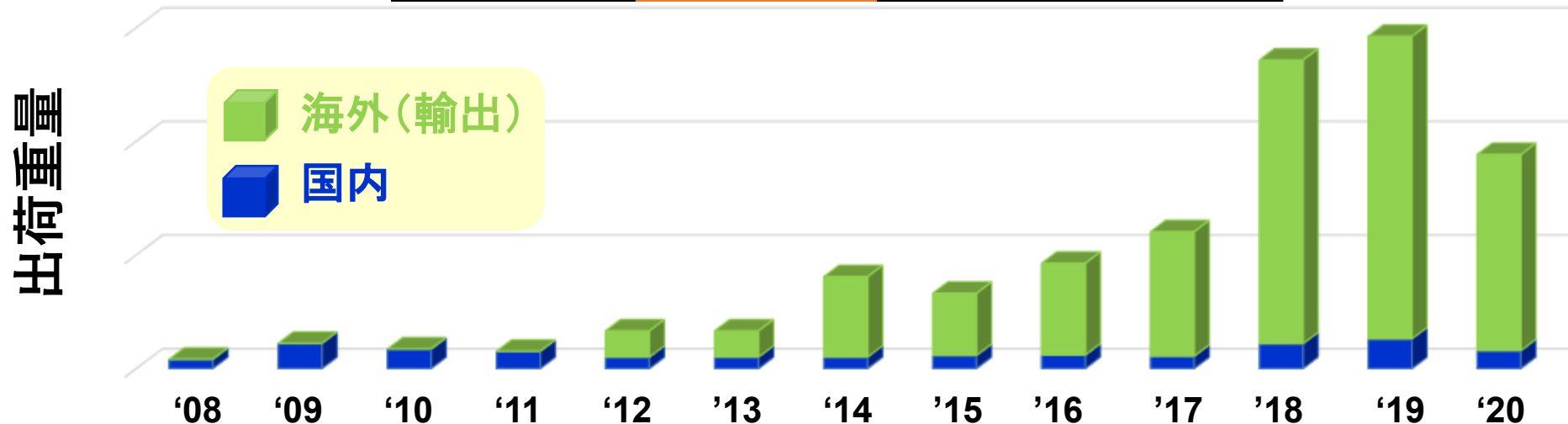
(岩崎 小弥太)

変化力



- 1) 初代が新材料を開発し三菱製鋼から独立
- 2) 二代目が材料開発を継続し国内に拡販
- 3) 三代目が新規分野も含め世界に拡販!

過去13年間の航空産業向け素材の出荷重量の推移



10年後の経営をデザインする

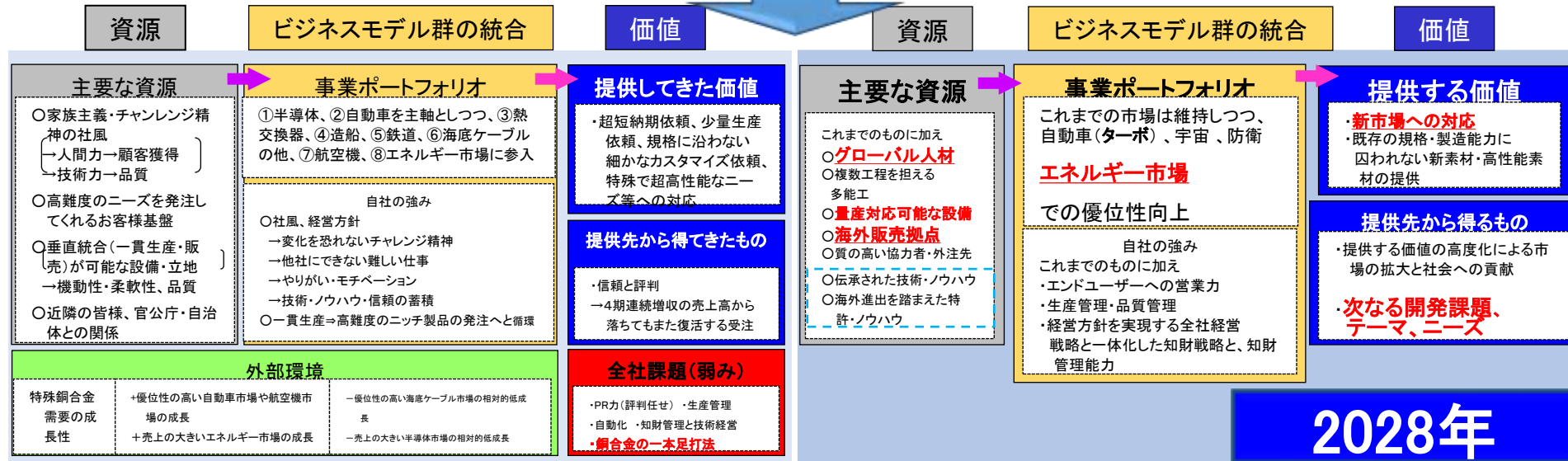
4半期決算・短期利益志向の大企業 vs 10年先を見据えた我が社

自社の目的・特徴

- ・世のため人のため、お客様の安心・信頼と工業界発展に貢献する特殊銅合金素材企業
- ・社員が誇りと自信を持って働きその人間形成・人間の成長に貢献するヒトづくり企業
- ・理念: 誠実一路、積極一貫、大和一体、創造開発
- ・特徴: 溶解からの一貫生産、少量多品種・短納期対応、若手から高齢者まで活き活きと働く

経営方針

- ★他社に真似できない高難度のニッチ製品の垂直統合（一貫生産・販売）体制で収益を得る
- ★100周年（2041年）を3世代社員を含めて共に祝いたい！ 100年企業を目指そう！！
- そのために、大和合金がなくなるとどうにもならない、と世界の超優良大手企業に言われるような、特殊銅合金の世界No.1企業になる！（ただし、× 儲け主義の大企業化 ○ 小粒でピリッと辛い山椒企業）
- ⇒ ●**家族主義的風土**を守りつつ人材を多様化し、**泥棒も盗めない団結力・開発力・発想力**で逆境に強い、柔軟かつ強靱で最強な組織になる！ ●海外でも航空機、環境エネルギー市場に進出する！



2028年の姿への移行のため、今とるべき戦略

2028年までの外部環境

- + 諸外国（特に新興国）需要の増大
- + エネルギー、航空機、鉄道市場の成長
- + 飛行自動車市場誕生
- + ロボティクス工業隆盛
- 諸外国の競合企業の技術力向上
- 雇用減少 一貫生産自動化の波
- 国内工業先細り
- 自動車市場の先行き
- **特殊銅合金に代替する新素材によるゲームチェンジ**

移行のための課題

- ・多市場化にいかに対応(成長市場における自社優位性構築)するか
- ・量的拡大基調の中、驕らず(常にお客様目線)、弛まず(×金儲け主義)、質的成長と強みの源泉である社風をいかに維持するか
- ・逆境に強い、柔軟かつ強靱で最強な組織をいかに確立するか
- ・100年企業のその先に向けた新素材の探索・未来社会の予測

必要資源

- ・経営者と社員の成長
- ・ノウハウの見える化
- ・海外市場の開拓資金と販売・流通網
- ・海外市場で足場を安定確保できる知財権

解決策

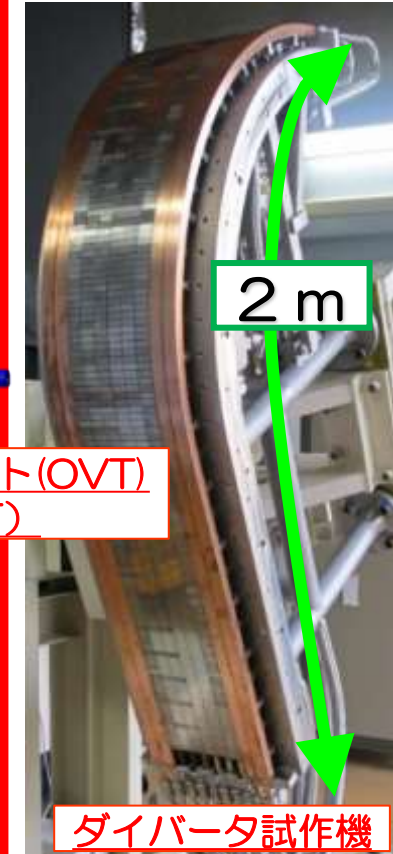
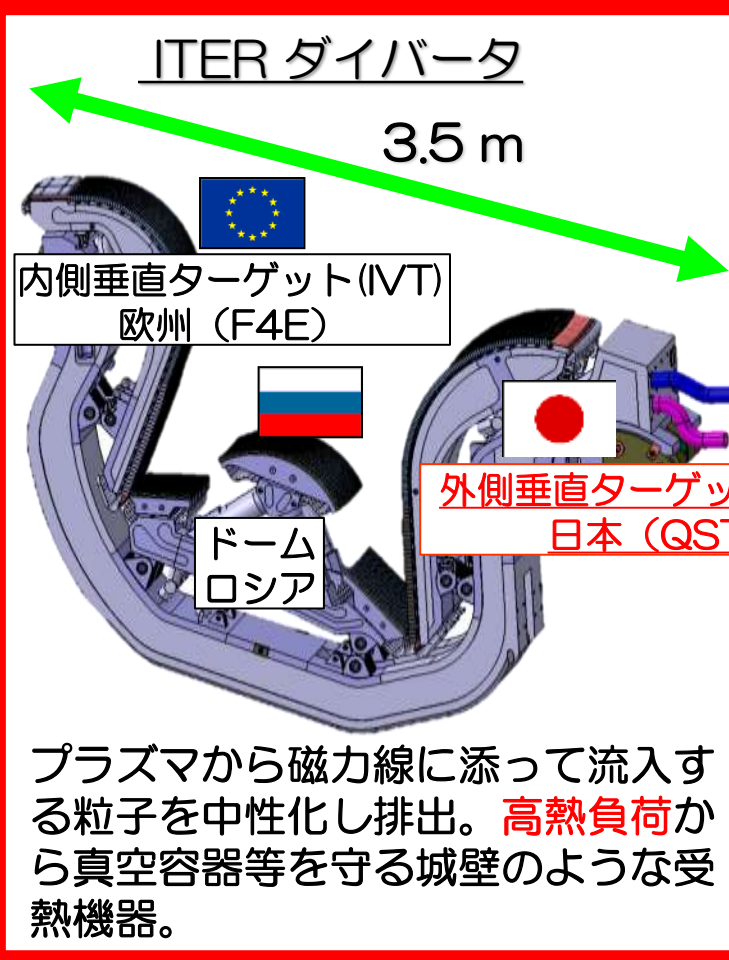
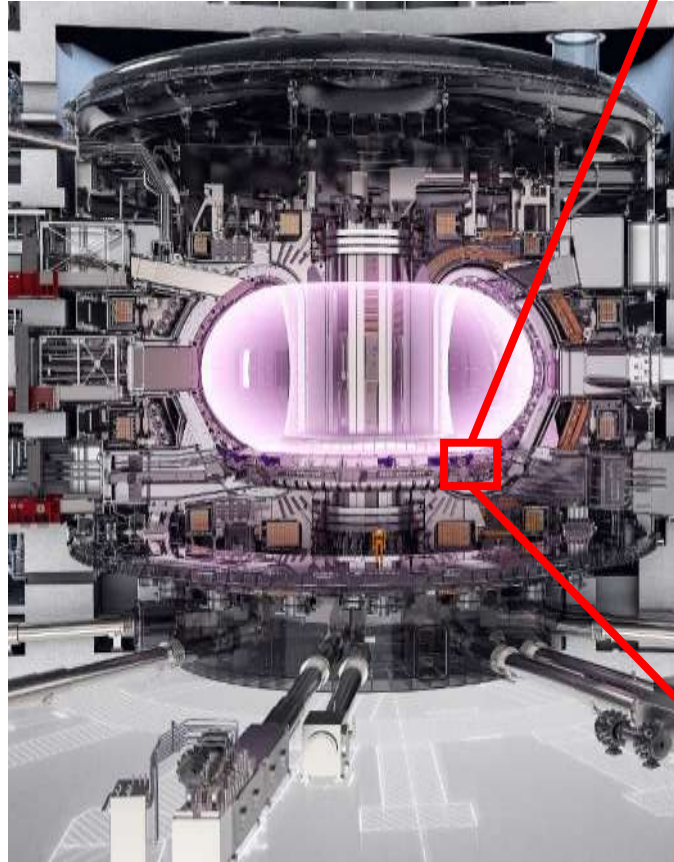
- 人事・組織戦略**
 ・組織の改編と権限の委譲により社員のモチベーション向上・風土改革を進め、後継者を育成しつつ社風として定着させる
 ・会社の文化や歴史を知らないこれからの若い世代のために、手取り易く、理解しやすい冊子(相談役語録(仮称))を制作する
 ・人材(性別・国籍・思想・宗教・考え方)が多様化するよう採用するとともに、1人1人が主役になる雰囲気を作る
 ・人事異動等で部門間連携を強化する
- 営業(マーケティング・サービス)戦略**
 ・各市場で、顧客課題の理解を深め、技術力を含む自社の強みをよく理解し、市場にアピールする
 ・未来会議を定期開催する・最新情報イベントに参加する
- 技術・知財戦略**
 ・次代の新素材を研究する(そのための研究機関との連携)

これまで

これから

我が社のKDS「経営デザインシート」
2018年作成
2020年修正

我が社の水素融合（核融合）への挑戦

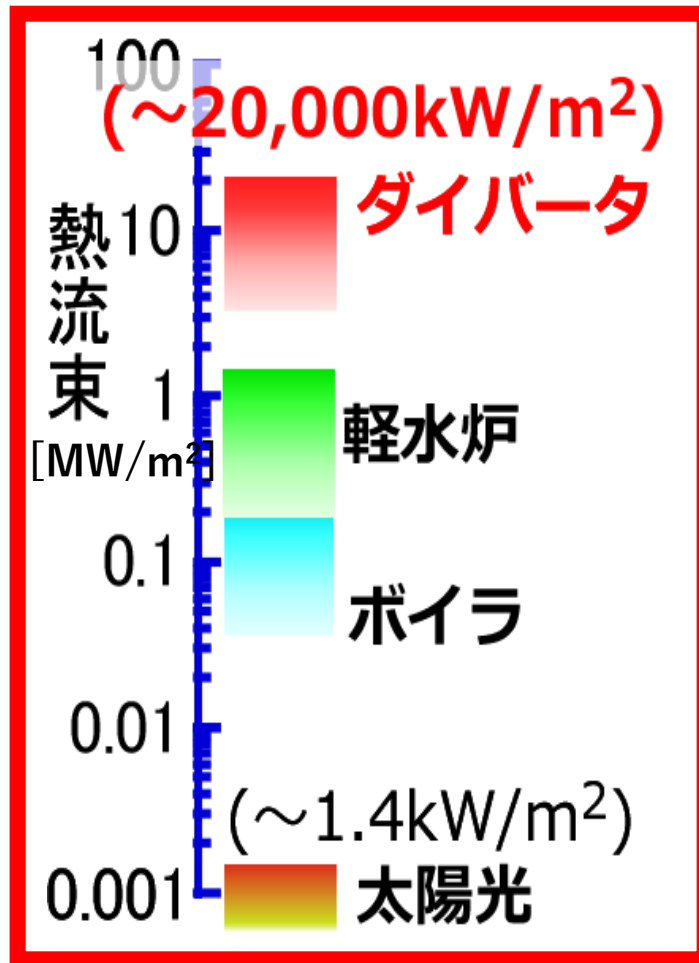


資料提供: (国) 量子科学技術
研究開発機構

ダイバータとは核融合炉の発電能力を決める国際戦略上重要機器

我が社の水素融合(核融合)への挑戦

とてつもない**熱負荷**に耐えるために



熱流束の比較

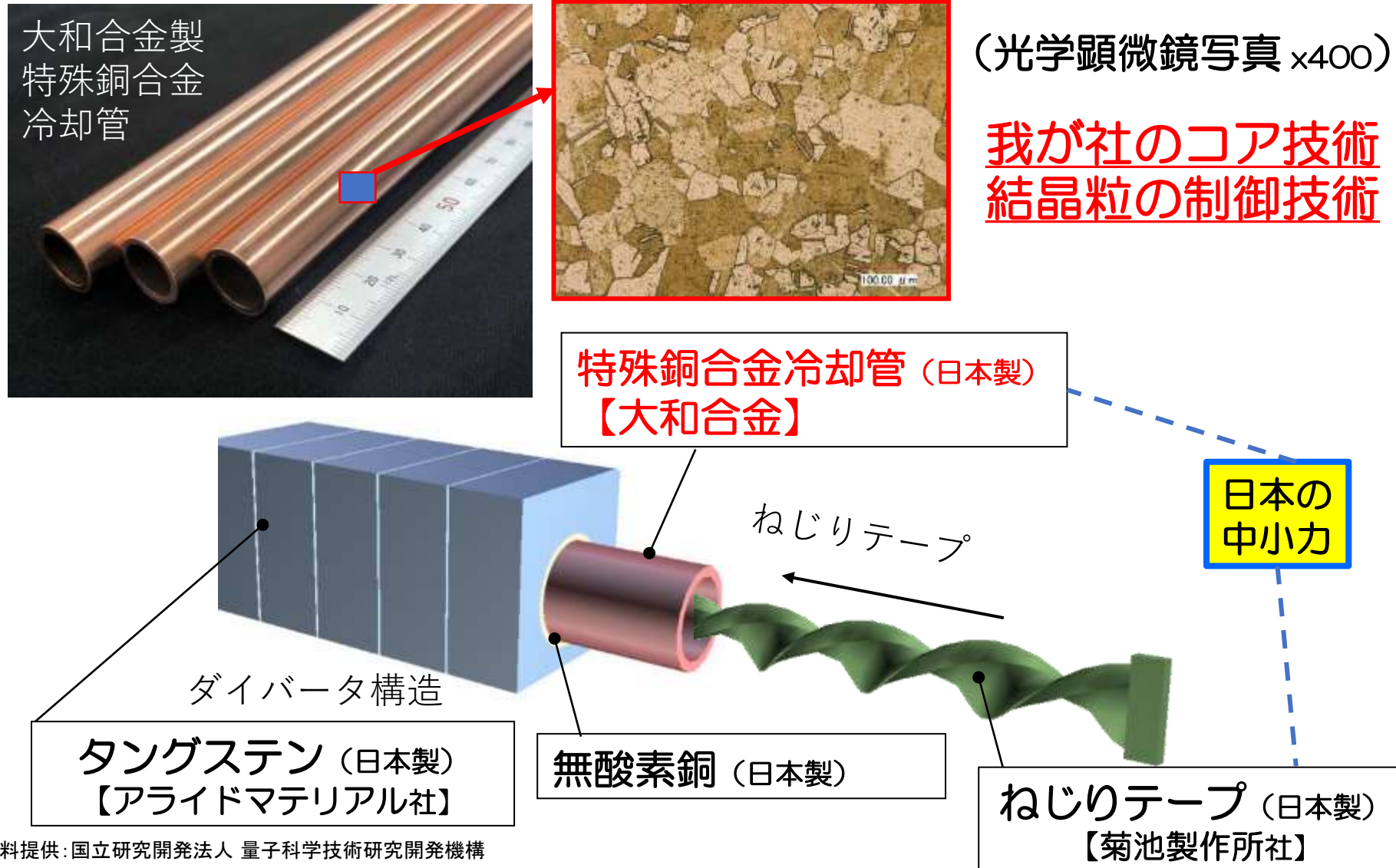
冷却せずにダイバータ相当の熱負荷を与えたときの様子



世界でも例のないほどの高性能な銅合金冷却管が必要。

我が社の水素融合（核融合）への挑戦

日本国内のダイバータ材料・部品主要サプライチェーン



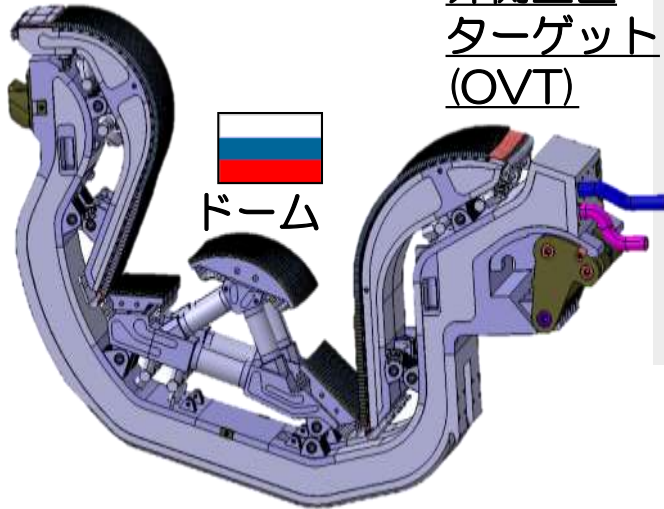
Our Breakthrough into the EU

我が社の欧州への挑戦

欧州調達(IVT)の状況：PLANSEE社の撤退により欧州機関(F4E)は、製作体制の再構築へ。新規参入3社の品質評価のための試作・試験を開始。



内側垂直
ターゲット(IVT)



ドーム

外側垂直
ターゲット
(OVT)

～2014年



2015年～現在



欧州製作体制の再編と弊社の製造工程確立をきっかけに

2015年から大和合金が欧州新規3社へアプローチを開始。

同年より冷却管の納入をスタート！

欧州機関 (F4E) によるダイバータIVT製造のサプライチェーン

	 ANSALDO 伊:ジェノヴァ	 ATMOSTAT 仏:ヴィルジュイフ	 CNIM 仏:トゥーロン	 RI 独:ケルン
CuCrZr-IG管の調達	各社で調達(欧州機関 (F4E) 支給ではない)			
管仕入先	ドイツK社	 大和合金		
接合方法	HRP	HIP	Brazing	Brazing
管の調達開始時期	調査中	2022年中頃		
管調達総量	約1,000本 (2,000,000mm: 58カセット, 16本/PFUで計算)			
<u>ねじりテープ</u>	調査中	 菊池製作所 (中小企業)		調査中



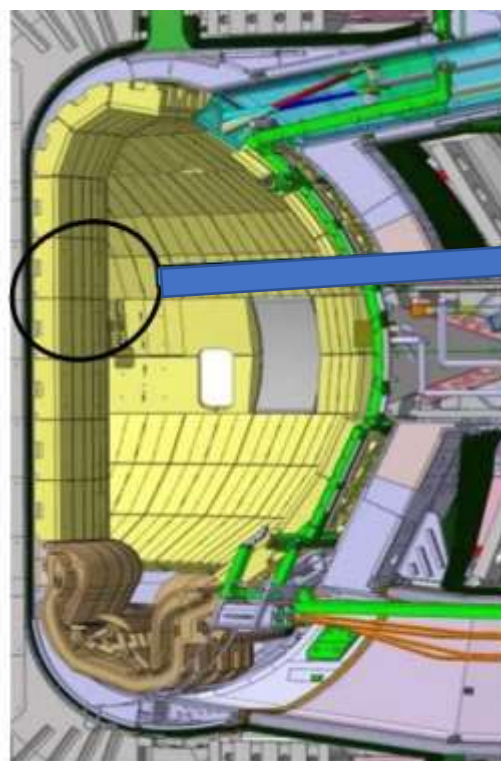
Procurement of Special Copper Alloy for ITER First Wall Panels

ITERの第一壁パネル(First Wall Panel)用特殊銅合金の調達

我が社のコア技術を利用して核融合用第一壁の特殊な銅合金板も開発。

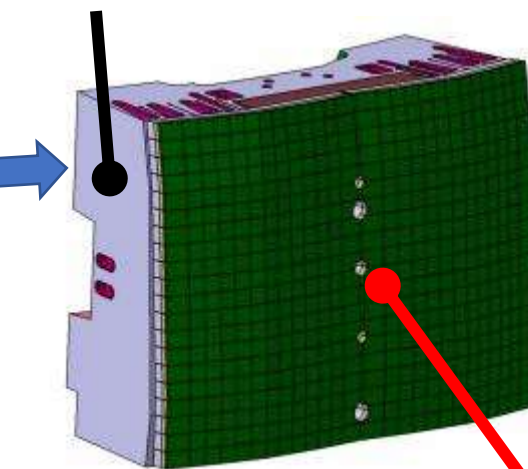
→これら技術をもとに欧州機関(F4E)の調達担当分へ挑戦！

→ **第一壁(FWP)**へと横展開中！！ この調達への参入を目指す



遮蔽ブランケットモジュール(黄色、440個)

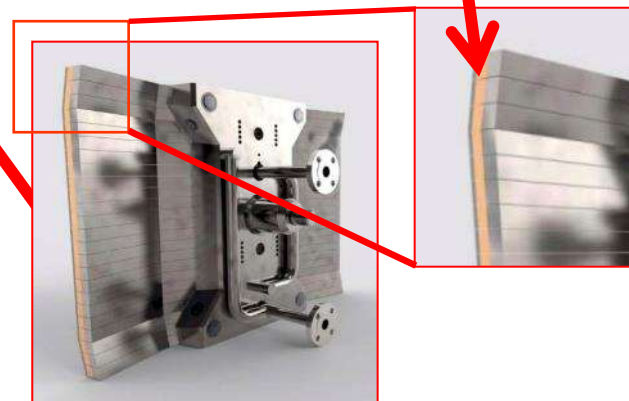
遮蔽ブロック



遮蔽ブランケットモジュール

特殊銅合金の
全必要量約460トンのうち、
欧州(F4E)が約半分**48%**
(約220トン分)を占める。

特殊銅合金板

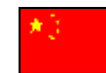


第一壁パネル(裏側から見たところ)

我が社の開発継続力：水素融合（核融合）へのマイルストーン

- 2006年 三菱マテリアルさんからの紹介をもとに、那珂研究所(現QST)より問合せを受け、
そこから新規分野へ挑戦する覚悟で核融合向けの材料開発への取り組みを開始
- 2008年 結晶粒径等がITER要求を満たさず製造工程の見直しへ
- 2009年 苦難の末、現在の製法のベースが出来上がる。
- 2014年 数年に亘る製造条件の確認・修正を経て製造工程を確立。
- 2016年 我が社の特殊銅合金製冷却管を用いたダイバータ試作機がITER機構による
認証試験において世界に先駆けて合格。
- 2016年 日本において特殊銅合金管の製造方法に関する特許取得。
- 2019年 アメリカ、ロシア、韓国、中国、EUの各国・地域において特許取得。
- 2021年 ITER向け特殊銅合金製冷却管及び板の量産に奮闘中。(総量1,800本)

継続力(諦めが悪い)



高温ロウ付け性に
優れた銅合金管
及びその製造方法

我が社の古くからの経験を元に、多くの失敗を重ねニーズに応える材料を開発。
核融合のみならず幅広い産業分野へ転用可能な材料。

→ 戦略的に国際特許を取得

・我が社のコア技術は...

①結晶粒の制御技術、②熱負荷を受けても機械的特性を保持させる技術

Bidding for the First Wall Panel Contract with F4E

欧州機関F4Eによる第一壁(FWP)用特殊銅合金の入札

特殊銅合金板は全てF4Eが調達し、パネル製作メーカーへ支給する。

Frame Contractの締結は①Quality ②Technical ③Financialの3項目で選別。

入札で上位5社を選定(日本、ドイツ、フランス、イタリア、トルコ)。

以後の調達見積への参加権はこの5社のみが得ることとなった。

2020年4月 入札開始

2020年5月 STEP1書類提出締切

2020年7月 STEP2書類提出締切

2020年8月～10月 個別交渉

(Web Meeting)

2020年11月 最終入札

2021年2月
Frame Contract
を締結

2021年5月3日
初受注

(11) 産 業 新 聞 Japan Metal Bulletin

2021年(令和3年) 3月25日 木曜日

大和合金

欧州研究機関と契約

核融合向け材料供給で

特殊銅合金メーカーの大和合金(本社:東京都港区、荏原製鋼所)は、核融合実験の国際プロジェクト「ITER(国際熱核融合実験炉)」に向けた材料供給について欧州の研究機関と最終契約を締結した。契約対象の材料は銅-クロム-ジルコニウム合金板材で、6年にわたるディスカッションと最終材料の供給に技術力と協力力の高さを証明された。この締結で第一炉壁に使用される材料を供給する条件を満たしたことになる。今後は最終的な納入に向けて「コスト競争力」の強化などに取り組む見込み。



金属研の接合技術でアライドマテリアルの金属ブロックと組み合わせた部材サンプル

第一炉壁パネル用の

日刊産業新聞 2021年3月25日版

水素融合(核融合)関連における我が社の記事

The Science News「科学新聞」2021年8月6日(金曜日)【第3837号】1面

「日刊工業新聞」2021年5月27日(木曜日)



【川越】三芳合金工業(埼玉県三芳町、萩野源次郎社長)は、欧Rの炉壁用の特殊銅合金を受注した。8月2度目となる。

ITER炉壁材受注

三芳合金、欧に特殊銅合金

合金の溶融工程から一貫生産し、特殊銅製品を提供できるのが強み

合金の溶融工程から一貫生産し、特殊銅製品を提供できるのが強み

合金の溶融工程から一貫生産し、特殊銅製品を提供できるのが強み

合金の溶融工程から一貫生産し、特殊銅製品を提供できるのが強み

核融合の基幹技術開発加速へITERと並行 国際競争力維持不可欠 ～カーボンニュートラル実現に必須～

核融合は、エネルギー問題と環境問題を根本的に解決することができるため、カーボンニュートラルの鍵となるエネルギー源であり、これまで国際核融合実験炉(ITER)が、日本、欧州、米国、ロシア、韓国、中国、インドの世界7極の共同で進められてきた。

ITERは2025年に完成予定で、35年のフルパワー運転に向けて順調に進んでいる。原型炉(DEMO)での発電実証を経て、50年代には各国で商業炉を開発するという計画だ。

(中略)

英国では、40年までに商用利用可能な核融合発電炉の建設を目指すエネルギー白書に明記した。また、発電炉の立地地域を募集し、15地域が応募した。

(中略)

米国では、40年代までに核融合パイロットプラント(FPP)を建設するための準備を整えると国家戦略計画に記載。全米科学アカデミーは、28年までに実施判断し、35～40年に発電を目指すと言った。

(中略)

さらに米国などでは、カーボンニュートラルへの社会的要請の高まりを受け、核融合ベンチャー企業への民間投資が拡大しており、ベンチャー企業による核融合実験炉の建設計画も相次いで発表されている。以下の企業はそれぞれ数百億円の出資を既に集めている。

- ・ Commonwealth Fusion Systems社(米国) ←マイクロソフトのビル・ゲイツ氏が支援
- ・ General Fusion社(カナダ) ←アマゾンのジェフ・ベソス氏が出資
- ・ TAE Technology社(米国) ←日本の核融合科学研究所(NIFS)と提携

(中略)

ITERでは、それぞれの極が独自に作製・調達しなければならないため、自国の技術力が足りなければ、外から調達することになる。日本の町工場の一つ、三芳合金工業は日本のダイバータの一部を担当しているが、EUのF4E(フュージョン・フォー・エナジー)から炉壁用の特殊銅合金を受注している。今後、各国での核融合炉の建設計画が現実のものとなると、こうした事例は増加していくと考えられる。

(中略)

文科省は、特に日本が強みを持ち、将来の核融合発電時代に重要になるものを確保するため、研究開発を強化する。また、人材育成や産学官の多様な機関間の協働の仕組みを整えるといった基盤整備も進める。さらに技術安全保障の観点から、こうした技術の技術管理や保有企業の買収禁止などについても検討する。

世界共同PJ 国際協調

国際競争 が既に スタート!

世界中で核融合
ベンチャー企業への
民間投資が拡大!

宇宙産業への挑戦

宇宙が身近になる時代の到来(ロケットへの活用)



特殊銅合金製の燃焼室のチャンバー



核融合材料で発展させた我が社のノウハウが宇宙事業に貢献（スピンオフ技術）

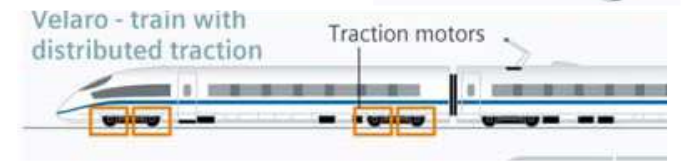
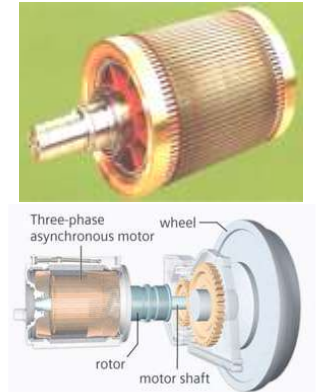
粒子加速器と鉄道産業への挑戦

重粒子線でガンを治す時代の到来



鉄道用モーター への応用事例

ワシントンDCの地下鉄
サンパウロ、トルコ、インド
向けエンドリング用CuCr



核融合材料で発展
させた我が社の
ノウハウが
他事業にも貢献

我が社の銅合金を使用 2013年のワークショップにて我が社の開発材料の凄さを発表

我が社の海外への挑戦

世界におけるサポート体制の拡充

日刊工業新聞

2019年(令和元年)6月12日・水曜日

ポルトガルに支店

三芳合金 欧の航空機部品市場開拓

【川越】三芳合金工業(埼玉県三芳町、荻野源次郎社長、049・2558・3338)は、ポルトガルに支店を開拓する。欧州での航空機用部品市場の開拓や次世代エネルギー研究への対応を強化するのが狙い。ポルト市内のシェアオフィスで7月に営業を開始する。まずは駐在員1人を置き、3年後に3人程度まで増やす予定。当面、数億円の売り上げを目指す。

三芳合金工業にとつて、ランディングギアで初の海外拠点。現と呼ばれる機体の足回



り部品の出荷量が急増しており、2018年も同4割近い伸びを見込む。特に、これまでのフランス向けに加え、17年に納入を始めたドイツ

荻野社長(左)とポルトガル支店オフィス(準備室)の駐在員



さらに、フランス南部で国際間の共同研究が進む国際熱核融合実験炉(ITER)へ銅合金の素材供給も始まっている。「欧州との付き合いを深めることで、既存の冷却管向け以外にも、当社の素材が採用される可能性がある」(荻野社長)と期待。ポルトガル支店をその前線基地に位置付ける。このほか、欧州での情報通信、半導体関連などの市場も開拓していく考え。

ペドロ・テシェーラ君が我が社初の海外拠点ポルト支店初代支店長に就任(2019年3月からポルト市に駐在)

2018年 欧州向けの航空産業の仕事が急増し、同時に核融合産業への参入も見据え、
2019年 欧州に先ずは販売・サービスの拠点を開設。

日刊工業新聞
2019年6月12日版

地域と社員をはじめ会社を成長させてくれる仲間に愛される企業を目指して！



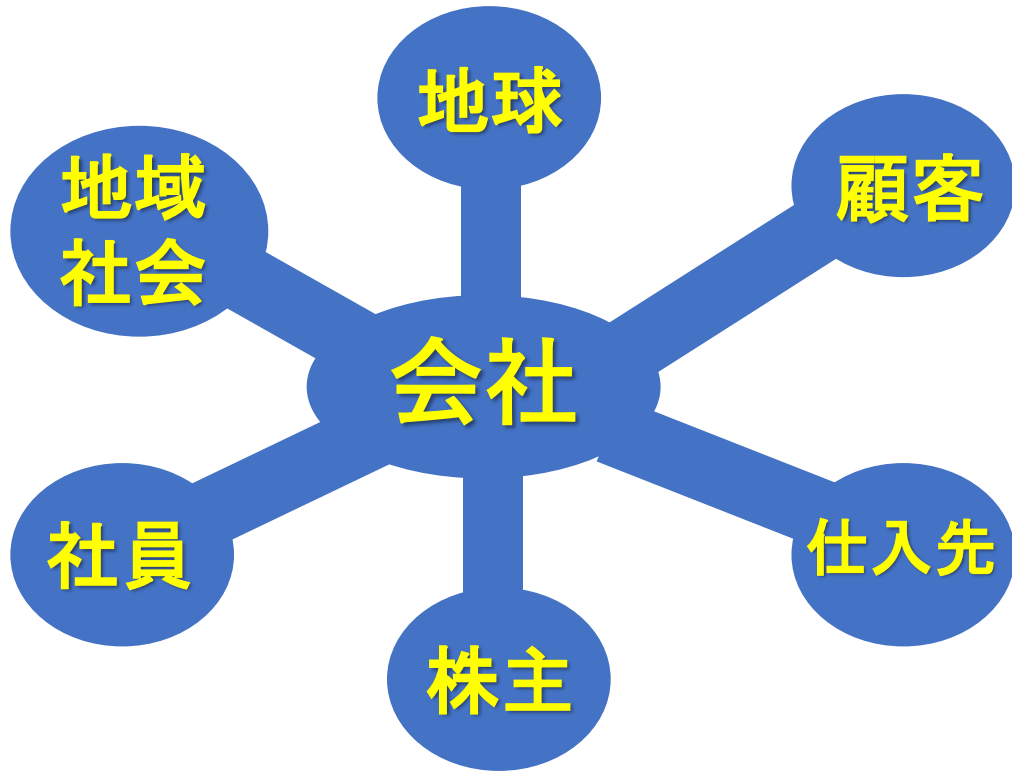
地元：みよしSDGs宣言
登録証（2021年11月）

カーボンニュートラル都市ガスと
自然由来の「彩の国ふるさと電気」を利用
（実質CO2フリー電力）
水素融合（核融合）を推進
水素社会に向けた開発



カーボンニュートラルLNG
バイヤーズアライアンス
Consortium

我が社も2021年9月に加盟



東京、埼玉
ポルトガル

従業員
経営陣
OB・家族

画期的な我が社の
技術を世界へ

仕事の幅を広げる
ことで外注先も
今や全国に展開
（新潟、愛知、滋賀、
高知、福岡など）

会社は**社中**（会社を成長
させてくれる仲間）と共に
公益（私たち、及び私たち
の子孫の経済的及び精神的
な利益を意味する）を
大きくして社会に貢献する
ことが使命です。

会社は社会に貢献する
と共に付加価値を**社中**に
還元するのです。

原文人氏の公益資本主義に関する
インタビュー記事より抜粋
（日経ビジネス電子版 2020.10.1）

東京中小企業投資育成(株)