



神戸本社
〒651-8585
兵庫県神戸市中央区臨浜町2丁目10-26(神鋼ビル)
Tel (078) 261-5111 / Fax (078) 261-4123

東京本社
〒141-8688
東京都品川区北品川5丁目9-12
Tel (03) 5739-6000 / Fax (03) 5739-6903

大阪支社
〒541-8536
大阪府大阪市中央区備後町4丁目1-3(御堂筋三井ビル)
Tel (06) 6206-6111 / Fax (06) 6206-6101

名古屋支社
〒451-0045
愛知県名古屋市西区名駅2丁目27-8(名古屋プライムセントラルタワー)
Tel (052) 584-6111 / Fax (052) 584-6105

北海道支店
〒060-0004
北海道札幌市中央区北四条西5丁目1-3(日本生命北門館ビル)
Tel (011) 261-9331 / Fax (011) 251-2533

東北支店
〒980-0811
宮城県仙台市青葉区一番町1丁目2-25(仙台 NSビル)
Tel (022) 261-8811 / Fax (022) 261-0762

新潟支店
〒950-0087
新潟県新潟市中央区東大通2丁目4-10(日本生命新潟ビル)
Tel (025) 245-8681 / Fax (025) 243-1645

北陸支店
〒930-0858
富山県富山市牛島町18-7(アーバンプレイス)
Tel (076) 441-4226 / Fax (076) 442-4088

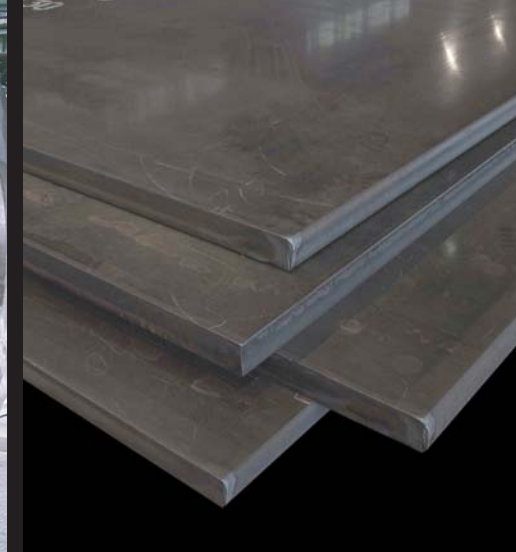
四国支店
〒760-0017
香川県高松市番町1丁目6-8(高松興銀ビル)
Tel (087) 823-7222 / Fax (087) 823-7333

中国支店
〒730-0013
広島県広島市中区八丁堀16-11(日本生命広島第二ビル)
Tel (082) 228-6111 / Fax (082) 223-0715

九州支店
〒812-0012
福岡県福岡市博多区博多駅中央街1-1(新幹線博多ビル)
Tel (092) 431-2211 / Fax (092) 432-4002

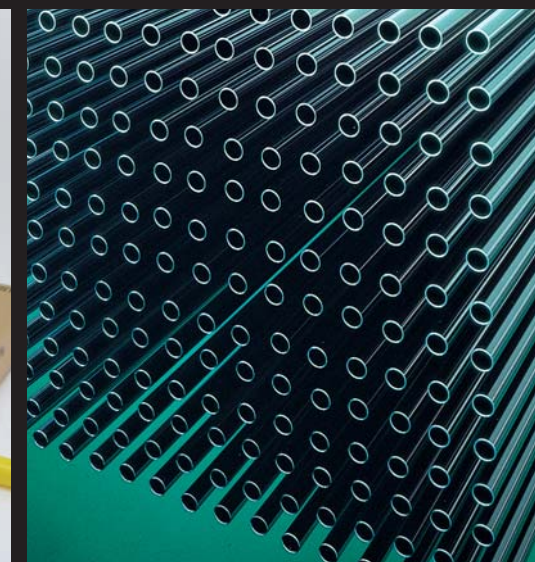
沖縄支店
〒900-0006
沖縄県那覇市おもろまち1丁目3-31(那覇新都心メディアビル西棟)
Tel (098) 866-4923 / Fax (098) 869-6185

神戸製鋼グループの 原子力技術と製品



原子力産業に貢献する 神戸製鋼グループの 「オンリーワン」

神戸製鋼グループは、鉄鋼、溶接、アルミ・銅などの「素材系事業」、産業機械、建設機械、資源・エンジニアリング、環境ソリューションなどの「機械系事業」を中心に、さまざまな事業を展開し、社会の根幹を支える「ものづくり力」の推進、強化に取り組んでいます。地球温暖化対策としてさまざまなエネルギーが見直されるなか、原子力産業はエネルギー供給の中核として、今後益々その重要性を増し、より一層の信頼性、安全性の確保が求められます。神戸製鋼グループは、この分野においても「ものづくり力」を発揮し、独自の特色ある「オンリーワン」を追求し、これらを通じてグローバルな社会貢献を目指していきます。



CONTENTS

- 神戸製鋼グループの独創的な技術力 **3**
- 燃料・燃料材料・原子炉分野の技術と製品 **5**
- 使用済燃料(SF)輸送貯蔵・再処理・廃棄物処理分野の技術と製品 **7**

燃料・燃料材料分野

- 原子炉炉心材料 **9**

原子炉分野

- 原子炉・圧力容器部材、格納容器部材 **11**
- 原子炉機器用部材 **13**
- 原子炉機器 **15**
- 溶接材料と技術 **17**
- 原子炉建設に係わる材料・機器、及びその他周辺技術 **19**

使用済燃料(SF)輸送貯蔵分野

- 使用済燃料(SF)等の輸送・貯蔵 **21**

再処理分野

- 再処理関連の原子カプラントと設備 **25**
- 原燃サイクル関連の原子カプラントと設備 **27**

廃棄物処理処分分野

- 放射性廃棄物の処理処分 **29**

- 核融合・ビームライン **35**
- 余寿命診断・材料評価 **37**
- 試験評価 **39**
- 解析技術 **41**
- 一貫した総合エンジニアリングシステム **43**
- 技術開発本部 **45**

神戸製鋼グループの独創的な技術力

神戸製鋼グループは、総合素材メーカーとして材料・加工技術など幅広い技術開発力を背景に、素材から機器・システム、プラント・施設建設にいたるまで独自の製品・技術で原子力産業に貢献しています。



素材 総合素材メーカーとしての豊富な実績と信頼の技術力

国の国産化プロジェクトにも参加し製造技術を確認させた燃料被覆管を始め、燃料集合体用チャンネル、制御棒駆動用ステンレス鋼管など原子炉中心部で使用される材料を早くから製造しています。また、冷却水循環用ポンプ、発電用蒸気タービン、熱交換器や復水器といった重要な機器で使用される材料や部品、原子炉格納容器や発電所建屋を支える厚板や棒鋼と、総合素材メーカーとして、神戸製鋼グループの強みが原子力分野のあらゆるフィールドで活かされています。

溶接・機器 トップの溶接技術と素材技術、グループ技術力の組合せによる多彩な機器メニュー

溶接のトップメーカーである当社の溶接材料と技術は、原子炉機器の製造から原子力施設の建設と、原子力分野のいたるところで使用され、その安全性と性能を支えています。素材、溶接、そして当社グループが保有する機械加工、製缶組立技術の組合せにより、熱交換器や輸送容器など、高性能・高品質の原子力機器を多数製造・納入しています。これらの機器や技術は、原子力燃料サイクル全体を支えています。

エンジニアリング・周辺技術 原子力分野を支える一貫したエンジニアリング力と周辺技術

再処理分野や放射性廃棄物処理分野では、当社グループの総合力を発揮し、施設やプラント、およびその使用機器について、技術開発段階から材料検討、設計、安全評価、製作、建設工事まで一貫したエンジニアリングを行っています。また、原子力分野で重要性の高いソフト面では、構造、伝熱、遮へい、臨界、被ばく評価、大気拡散などの安全評価を早くから整備してきました。これらの卓越した解析技術と試験・評価技術を、技術開発本部を中心に開発・確立させ、原子力分野での活動を幅広く支えています。

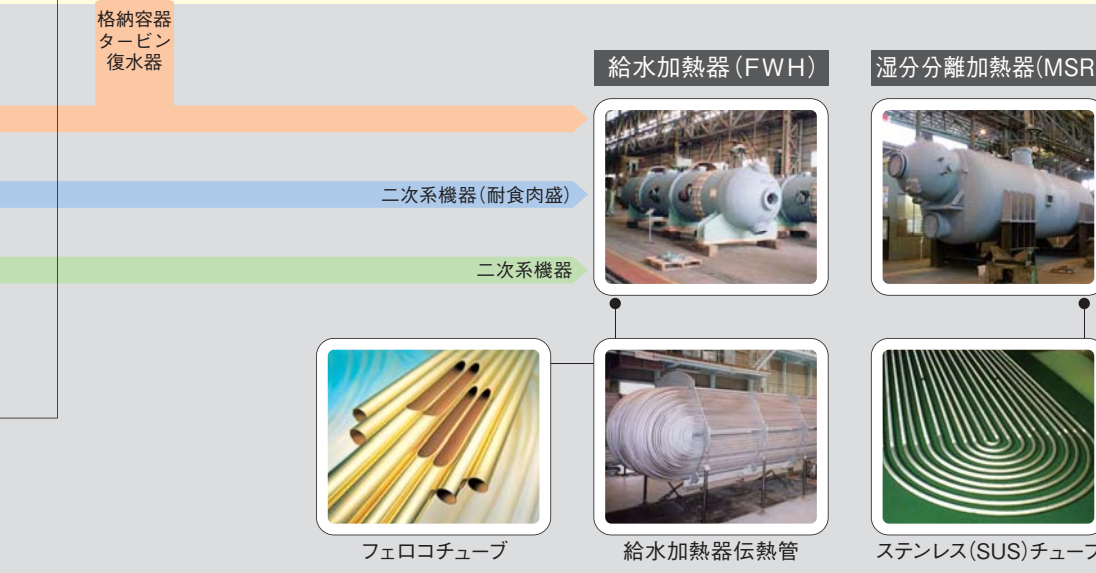
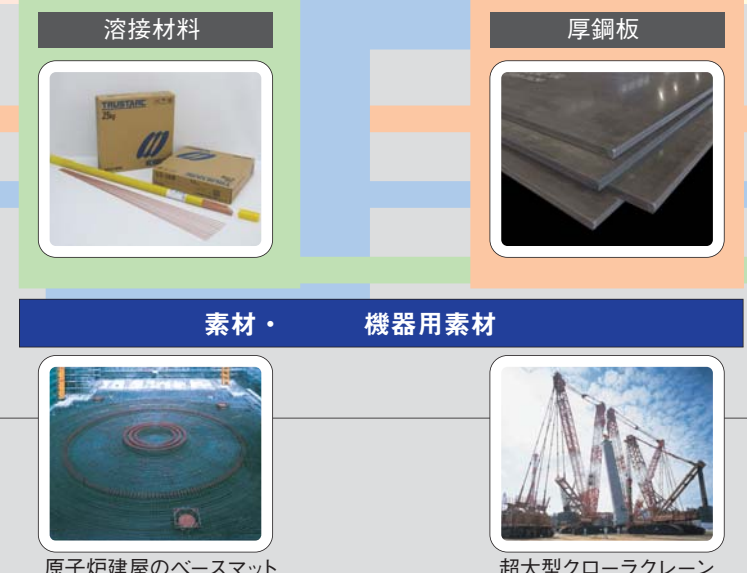
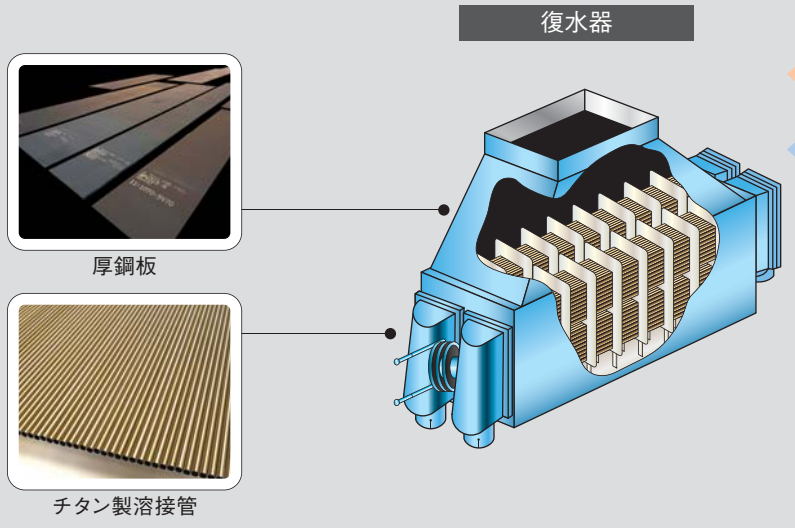
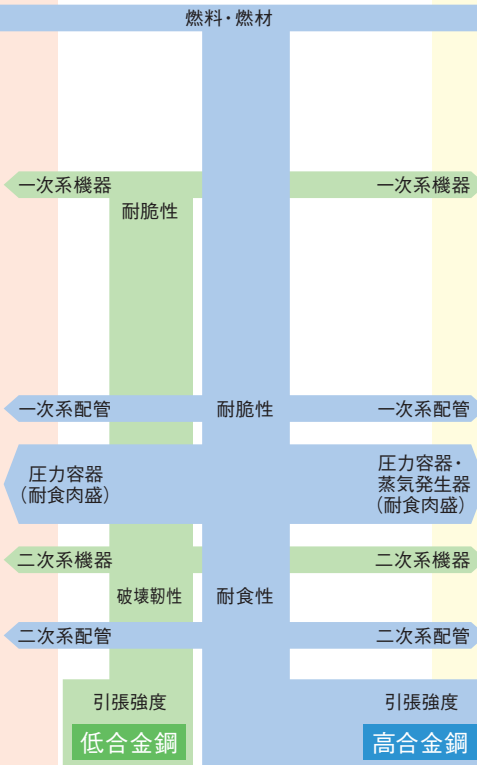
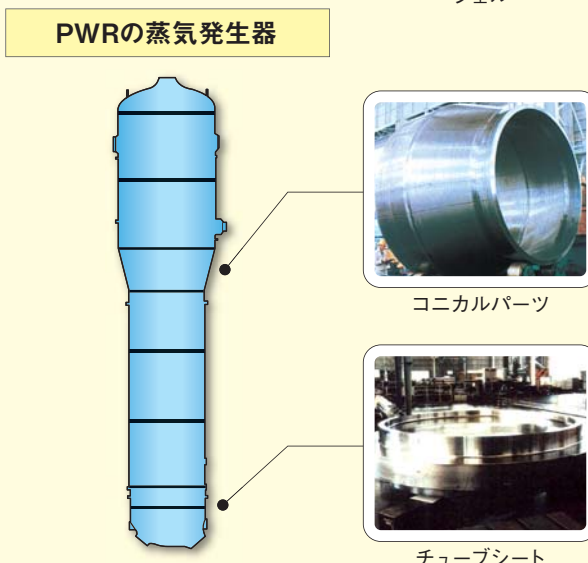
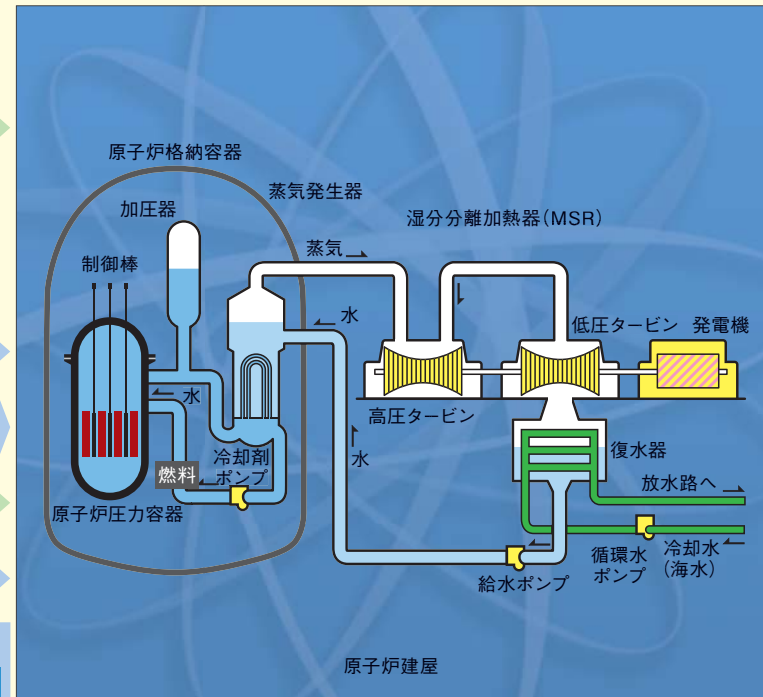
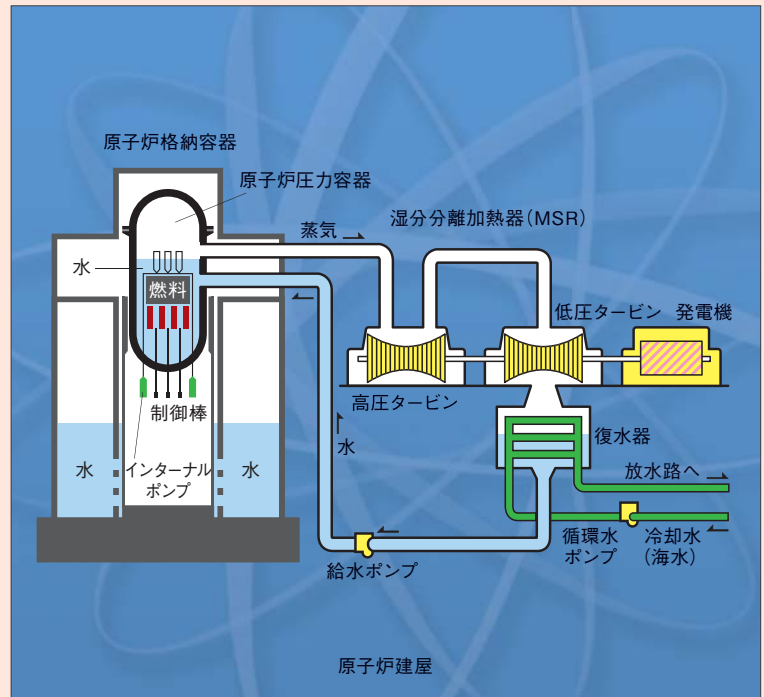
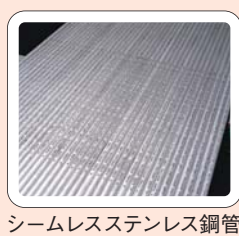
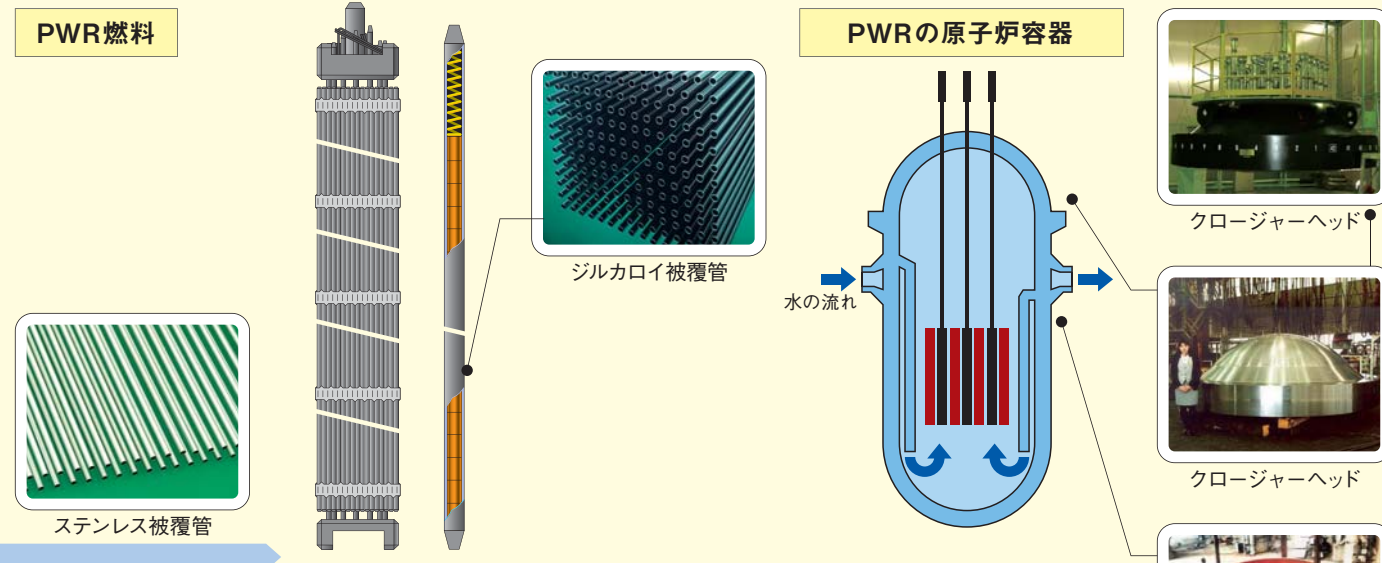
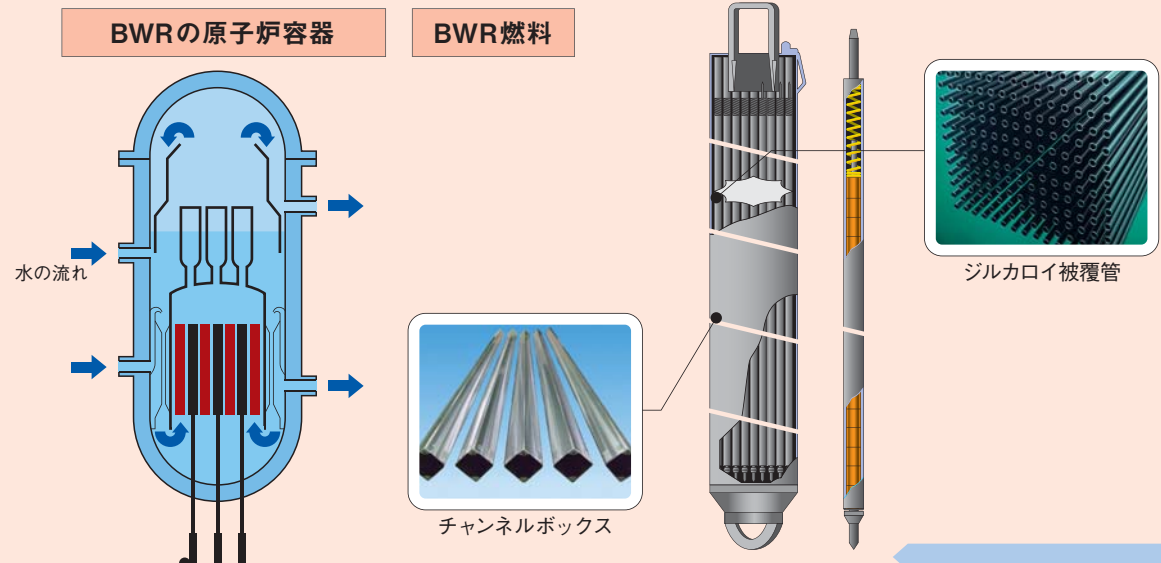
神戸製鋼グループの貢献分野

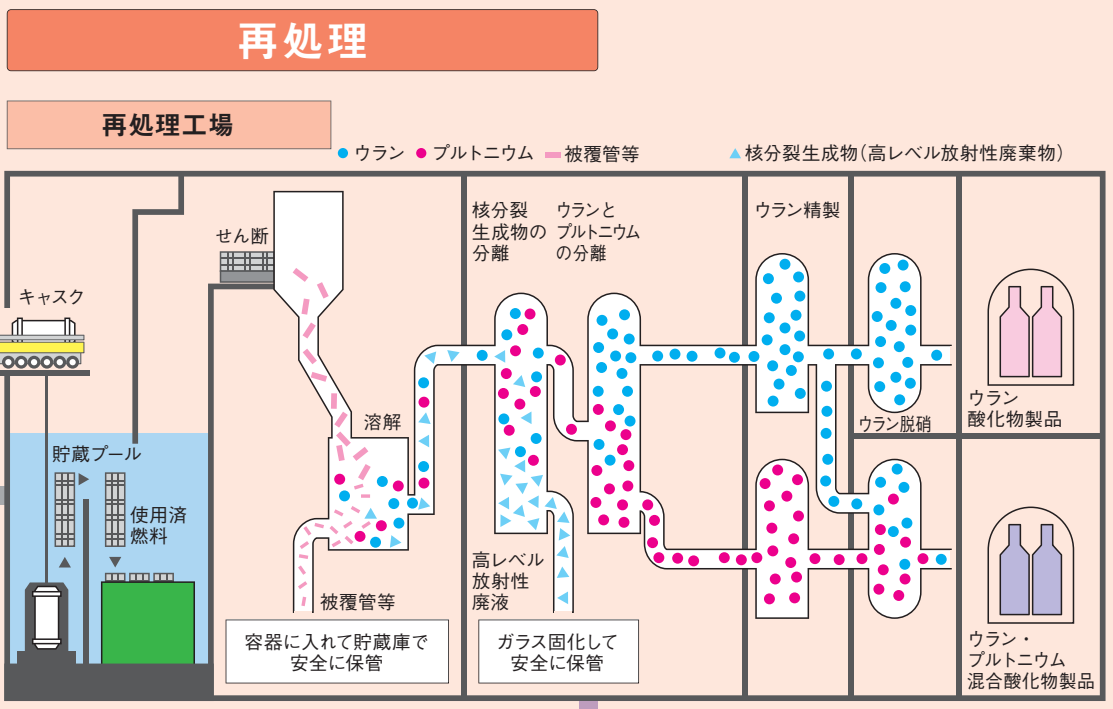
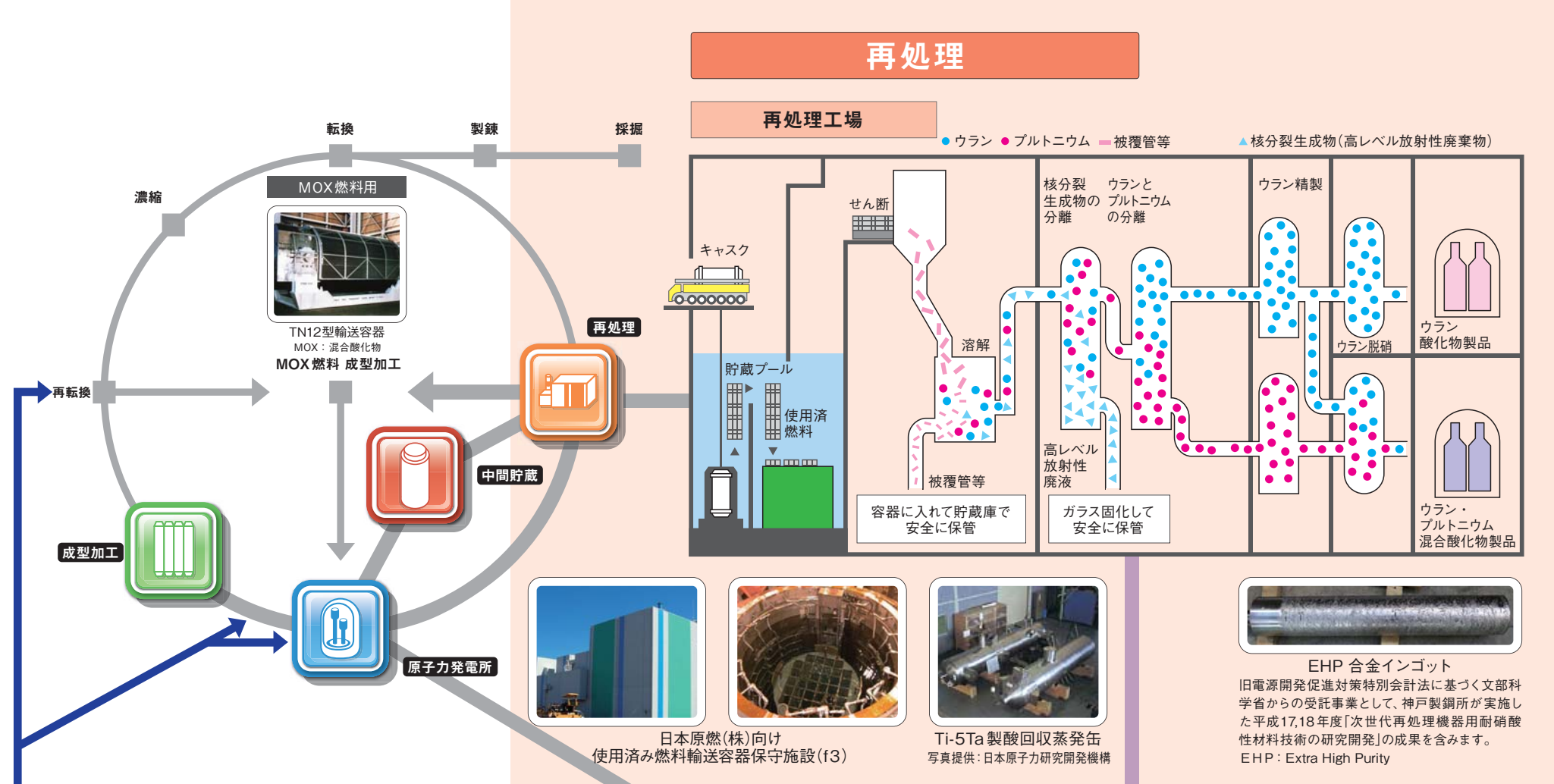




沸騰水型原子炉 (BWR)

加圧水型原子炉 (PWR)





EHP 合金インゴット
旧電源開発促進対策特別会計に基づく文部科学省からの受託事業として、神戸製鋼所が実施した平成17,18年度「次世代再処理機器用耐硝酸性材料技術の研究開発」の成果を含みます。
EHP: Extra High Purity

中間貯蔵



廃棄物処理



放射性廃棄物処理処分



クリアランス



リサイクル



世界でも有数のジルカロイ被覆管メーカー

神戸製鋼グループは、我が国で燃料被覆管を国産化する初期段階から国のプロジェクトに参画、特殊金属加工の技術を活かした軽水炉用ジルカロイ被覆管の生産では、世界でも有数のメーカーに数えられています。また、燃料集合体用チャンネルを独自の製造技術によって国産化することにも成功。さらに、苛酷な条件下での高品質性が要求される高速増殖炉燃料被覆管およびラッパー管の製造技術を確立し、将来の高速炉時代に備えて商業化生産を目指しています。

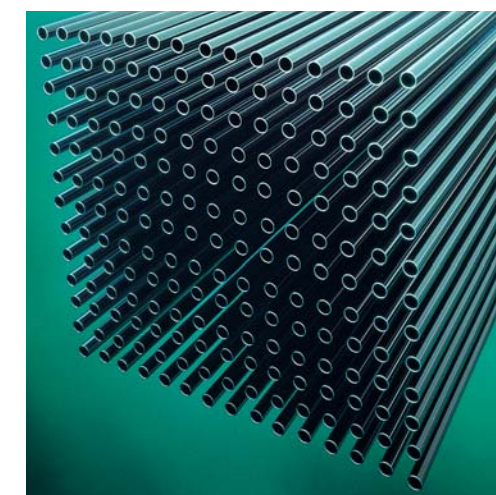
また、従来のステンレス鋼よりも高温強度と中性子照射に伴う耐脆性に優れ、次世代軽水炉や将来の高速増殖炉(FBR)用燃料被覆管の候補材料とされている酸化物分散強化型鋼(ODS鋼)と呼ばれる新材料についても開発が進められています。



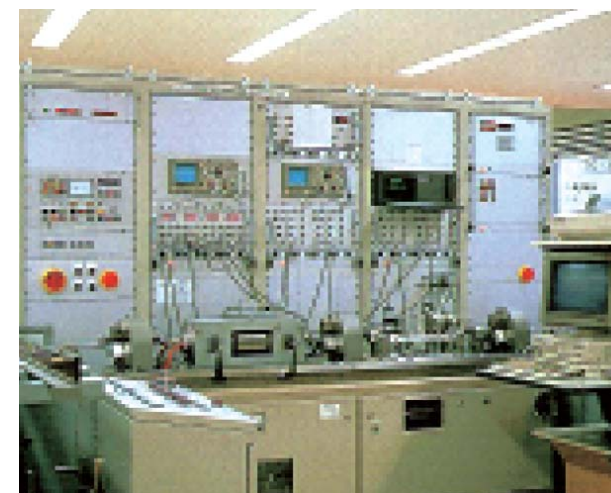
神鋼特殊鋼管(株):
長府北工場(下関市)



FBR(高速増殖炉)用ステンレス鋼被覆管
常陽、もんじゅの燃料集合体用燃料被覆管
神鋼特殊鋼管(株)



軽水炉用ジルカロイ被覆管
BWR、PWR用ジルコニウム合金被覆管
(株)ジルコプロダクツ



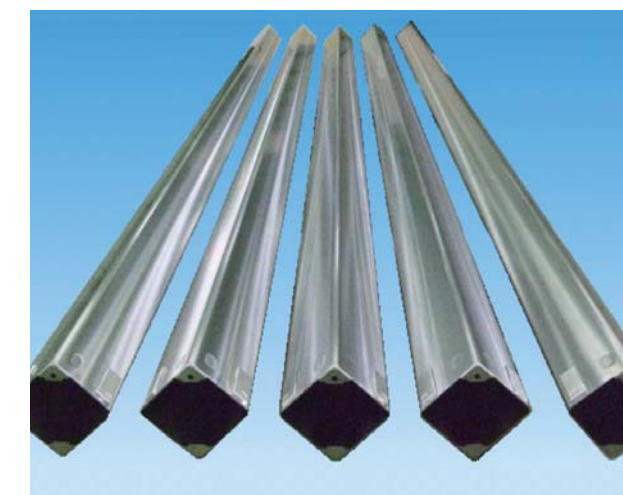
超音波欠陥探傷・寸法測定装置
出荷前に燃料チャンネルの欠陥や寸法を検査する装置



FBR(高速増殖炉)用ラッパー管
燃料要素冷却の流路確保および燃料被覆管保護用ステンレス六角管
神鋼特殊鋼管(株)



燃料チャンネル工場(高砂製作所内)



燃料チャンネル
BWR炉心に装着するジルカロイ製角管



世界最大級の13,000トンの大型水圧プレスと独自開発の特殊鍛造技術

神戸製鋼グループは、自社製作による世界最大級の13,000トンの大型水圧プレスを利用して、独自に開発した特殊鍛造技術を駆使し、原子炉容器用部材をはじめ蒸気発生器用コニカルパーツ、チューブ・シートなどを製造しています。また、最新の取鍋精錬技術を組み合わせた製鋼技術と厳しい品質管理のもとに、優れた靱性や内部品質をもつ鍛造品を製造しています。

独自開発の高品質・高張力な高級鋼板

最新の製銑・製錬・製鋼および厚板圧延技術と当社グループの高張力鋼製造技術を結集し、厳しい品質管理のもとで高級鋼板を製造。高級鋼板は、製品質量最大33トン、幅最大4,500mm、長さ最大25,000mmまで製造可能であり、格納容器などに使用できます。



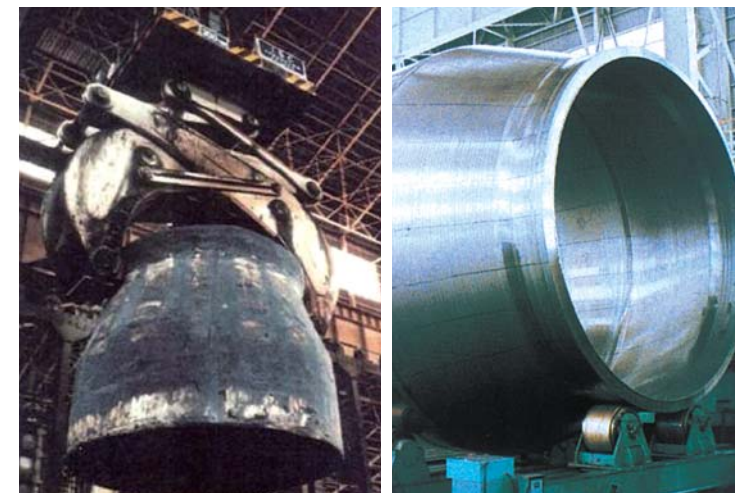
神戸製鋼所：
加古川製鉄所
(兵庫県加古川市)



チューブシート
蒸気発生器の伝熱細管が溶接固定される円板状鍛造部材



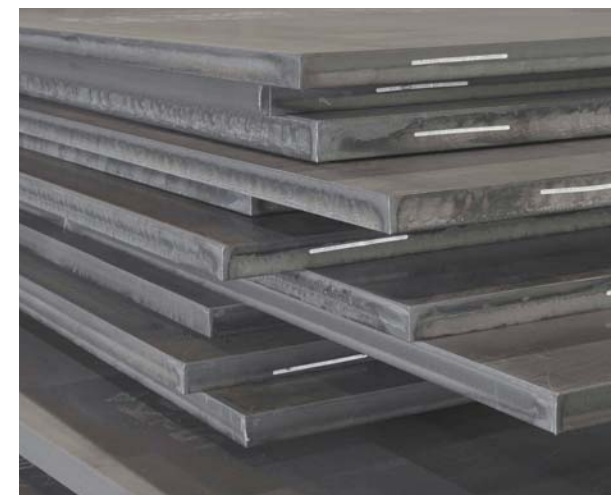
シェル(熱処理中)
原子炉圧力容器・蒸気発生器の胴部となるリング状鍛造部材の熱処理技術



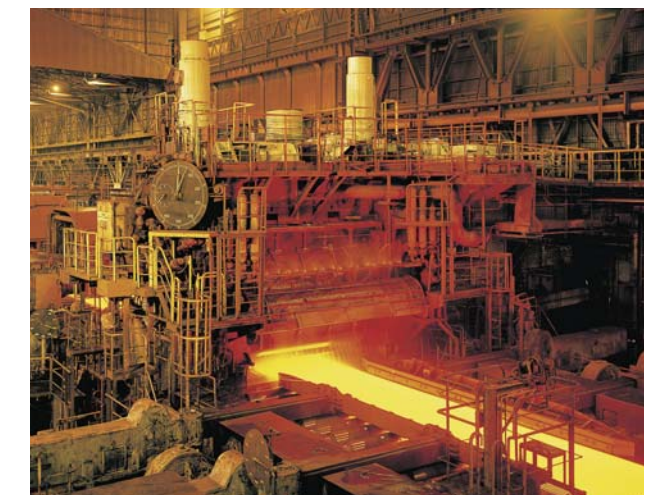
コニカルパーツ (鍛造後) (仕上げ加工後)
蒸気発生器の上部胴と下部胴を接続するリング状鍛造部材



クロージャーヘッド
原子炉圧力容器の一体化鍛造上蓋



厚鋼板
格納容器などに使用される厚鋼板



製造の状況
コンピュータ制御による高精度圧延技術



総合素材メーカーとしての幅広い材料供給

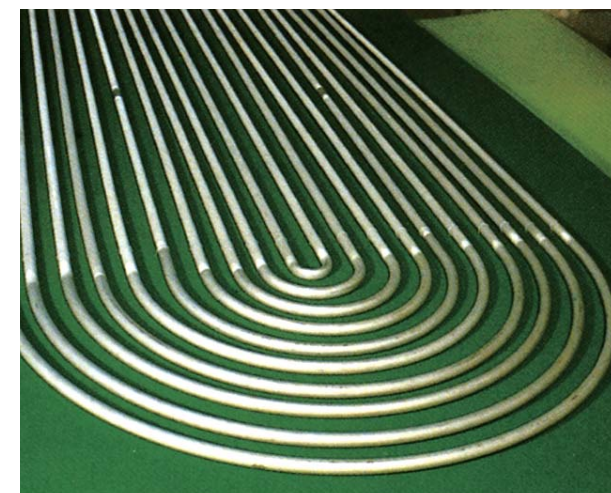
神戸製鋼グループは、総合素材メーカーとしての幅広い技術力と、機械メーカーとしての豊富な製造経験を活かし、原子炉周りや周辺機器用に様々な材料を供給しています。ステンレス鋼管分野では、卓越した継目無押出技術を利用した制御棒駆動用ステンレス鋼管に加え、給水加熱器用ステンレス鋼管では当社蓄積のパイプ製造技術を発展させた独自の細管製造法が活用されています。

一方チタン分野では、チタン溶解から最終製品まで手がけるわが国唯一の総合チタンメーカーとして、一貫した製造工程と品質管理のもと、蒸気タービンブレード材や海水冷却式原子力発電所で使用されるチタン製冷却管を製造・供給しています。

さらには、長年培ってきた鍛造技術をもとにした原子炉・炉内構造物や冷却水循環用ポンプ部品、耐食性と伝熱効率に優れた各種熱交換器伝熱管用のフェロコチューブに加え、各種の原子炉機器に使用される厚鋼板、溶接材料の製造を行っています。



神戸製鋼所：
加古川製鉄所
チタン連続焼鈍酸洗ライン
(APライン)
高品質チタン薄板の製造ライン



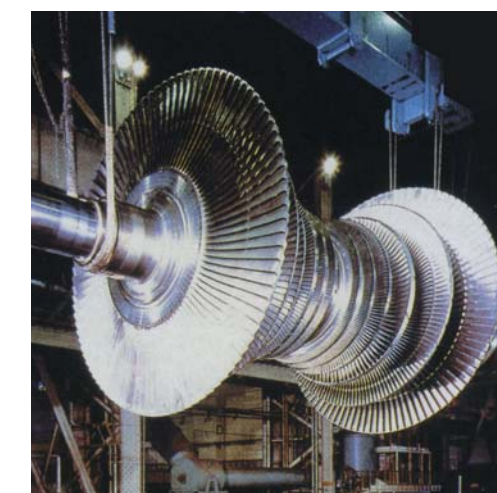
シームレスステンレス鋼管U字管
各種熱交換器、加熱器用に使用される伝熱管
神鋼特殊鋼管(株)



シームレスステンレス鋼管
各種一次、二次系廻りの機器・部位に使用される配管および伝熱管
神鋼特殊鋼管(株)



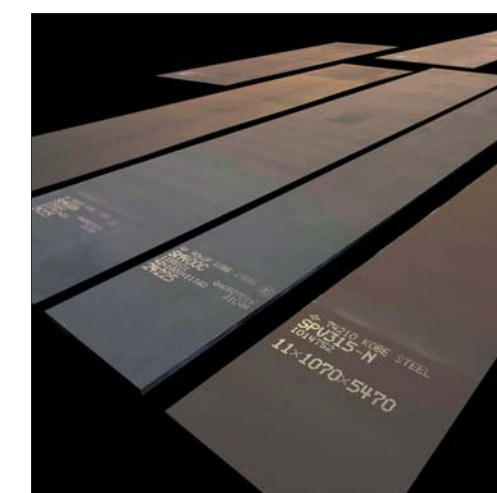
チタン製溶接管
原子力復水器チューブに使われるチタン管



蒸気タービンブレード材
チタン合金 (Ti-6Al-4V 製) の蒸気タービンブレード用材料
写真提供: (株)東芝



フェロコチューブ
水酸化鉄の保護皮膜をあらかじめ管内に形成した銅合金管
神鋼メタルプロダクツ(株)



原子炉機器用厚鋼板
湿分分離加熱器(MSR)、給水加熱器(FWH)などに使用される厚鋼板



各種原子炉機器の供給

神戸製鋼グループは、原子力発電所向けに原子炉機器を供給しています。13,000トンの大型水圧プレス等の充実した設備を使用し、発電・石油精製・化学等の多様な機器製造を通して蓄積された加工・溶接・組み立て技術を活かして、厳しい品質管理のもとでPWR用上蓋や高い効率が得られる湿水分離加熱器(MSR)等の熱交換器類を製作しています。電力設備を少しでも長く使用するために高経年化した原子炉のリハビリニーズが高まってきており、当社の原子炉機器はこうしたリハビリにおける電力供給の信頼性確保のみならず省エネルギーにも貢献しています。

さらに、電気ボイラーや水電解式高純度水素酸素発生装置(HHOG)を製作し、納入しております。電気ボイラーは、クリーンで、最も安全で信頼性の高い電気エネルギーを熱源とする、コンパクトな蒸気発生設備です。HHOGは、固体高分子電解質膜を使用することにより、大型ポンプまたはアルカリ薬品を使用せずにオンサイトで水素・酸素を製造・供給することができます。



神戸製鋼所：
高砂製作所
(兵庫県高砂市)



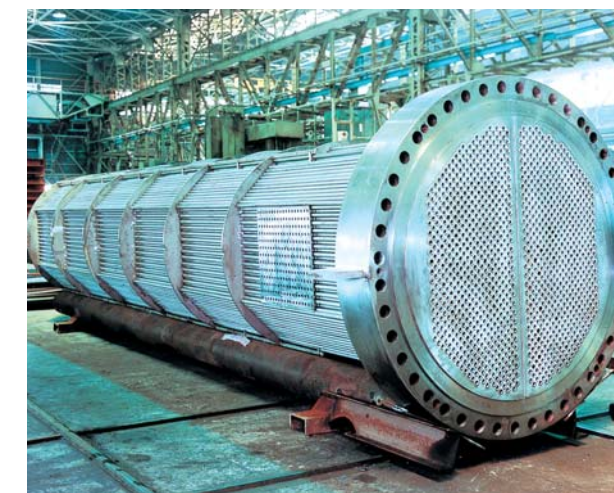
PWR 交換用上蓋
高経年化した PWR 原子炉の交換用の上蓋



湿水分離加熱器(MSR)
高圧タービンと低圧タービンの間に設置される大型熱交換器



給水加熱器(FWH)
給水を加熱するために設置される熱交換器



チタン製熱交換器
化学プラント用のチタン製熱交換器



高電圧電極式ボイラー
発電タービン起動・停止時のシール蒸気や発電所建屋内の暖房等に使用する蒸気を供給するためのボイラー



水電解式高純度水素酸素発生装置(HHOG)
原子力発電所で使う高純度な水素や酸素をオンサイトで製造する装置
(株)神鋼環境ソリューション



すぐれた原子力溶接材料・技術

原子炉圧力容器の製造から原子力施設の建設まで、溶接材料は幅広く使用されており、溶接技術、溶接材料の品質は原子力プラントの安全性に大きな影響を与えます。神戸製鋼グループは、溶接材料の分野では日本国内のトップメーカーとして、各種金属の溶接に使われる溶接材料、溶接技術および自動装置の研究開発を推進。特に、原子力分野では、厳しい品質管理を実施しており、日本国内のほとんどの原子力プラントに納入した実績があり、最近では、海外の原子力プラントなどにも優れた原子力用溶接材料が採用されています。



溶接材料 原子炉圧力容器で使用される各種低合金鋼用の溶接材料

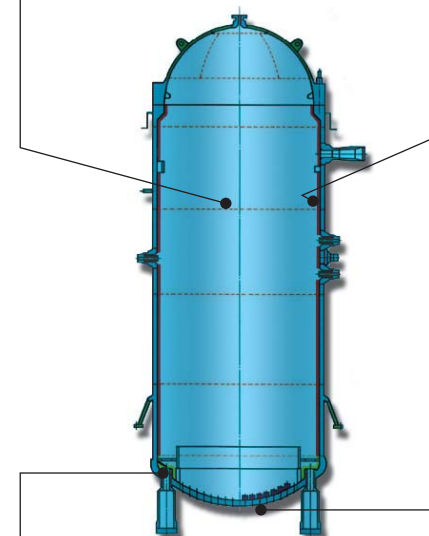
原子炉圧力容器の施工風景



写真提供：(株)日立製作所

溶接部位：胴部・鏡板の周溶接、シーム溶接
溶接方法：サブマージアーク溶接(SAW)
被覆アーク溶接(SMAW)

溶接部位：胴部・鏡板のステンレス肉盛溶接
溶接方法：エレクトロスラグ溶接(ESW)



溶接部位：ノズルのステンレス肉盛溶接
溶接方法：ティグ溶接(GTAW)

溶接部位：スタブチューブのステンレス肉盛溶接
溶接方法：ティグ溶接(GTAW)
被覆アーク溶接(SMAW)

原子炉圧力容器の溶接部位・方法の一例

原子炉圧力容器 低合金溶接材料

鋼材の強度クラス 鋼材規格	溶接方法	銘柄	規格(最新版)	
			ASME/AWS	JIS
80ksi 級 ASTM A302 Gr.B ASTM A508 Gr.3 Cl.1	SAW (Flux/Wire)	TRUSTARC™ PF-200 TRUSTARC™ US-56B	SFA/A 5.23 F9P4-EG-G	Z3183 S642-MN
	SMAW	TRUSTARC™ BL-96	SFA/A 5.5 E9016-G	—
	GTAW	TRUSTARC™ TG-S56	SFA/A 5.28 ER80S-G	—
90ksi 級 ASTM A533 Type B Cl.2	SAW	TRUSTARC™ PF-200 TRUSTARC™ US-63S	SFA/A 5.23 F10P2-EG-G	Z3183 S642-MN
	SMAW	TRUSTARC™ BL-106	SFA/A 5.5 E10016-G	—
	GTAW	TRUSTARC™ TG-S63S	SFA/A 5.28 ER90S-G	—

原子炉圧力容器 高合金溶接材料

合金系	溶接方法	銘柄	規格(最新版)	
			ASME/AWS	JIS
304L	ESW (Flux/Strip)	PREMIARC™ PF-B7FK	—	—
		PREMIARC™ US-BQN309L	SFA/A5.9 EQ309L	SFA/A5.9 EQ309L
		PREMIARC™ PF-B7FK PREMIARC™ US-BQN308L	—	—
	SMAW	PREMIARC™ NC-39L	SFA/A 5.4 E309L-16	Z3221 ES309L-16
		PREMIARC™ NC-38L	SFA/A 5.4 E308L-16	Z3221 ES308L-16
		PREMIARC™ TG-S309L	SFA/A 5.9 ER309L	Z3321 YS309L
Ni 基合金 (Ni-30Cr 系)	GTAW	PREMIARC™ TG-S308L	SFA/A 5.9 ER308L	Z3321 YS308L
		PREMIARC™ NI-C690	SFA/A 5.11 ENiCrFe-7	Z3224 Ni6152
		PREMIARC™ TG-SN690Nb	SFA/A 5.14 ERNiCrFe-7A	—
		PREMIARC™ TG-SN690	SFA/A 5.14 ERNiCrFe-7	—



神戸製鋼所：
藤沢事業所(神奈川県藤沢市)



建設現場及び周辺設備で活躍する神戸製鋼グループの製品と技術

神戸製鋼グループは原子力発電所や原子力関連施設の建設に必要な鉄筋材であるデーコン、ネジコン、および、PC 鋼材、ボルトなどの材料を供給する一方で、ゼネコン各社との共同開発により建設工法の開発にも尽力してきました。原子炉建屋の建設に必要な厚鋼板も製造しています。

また、建設工事を支援する超大型クローラクレーンや、省エネ性能に優れた各種油圧ショベルを供給しています。さらに、周辺で使用される汎用圧縮機等を供給しています。



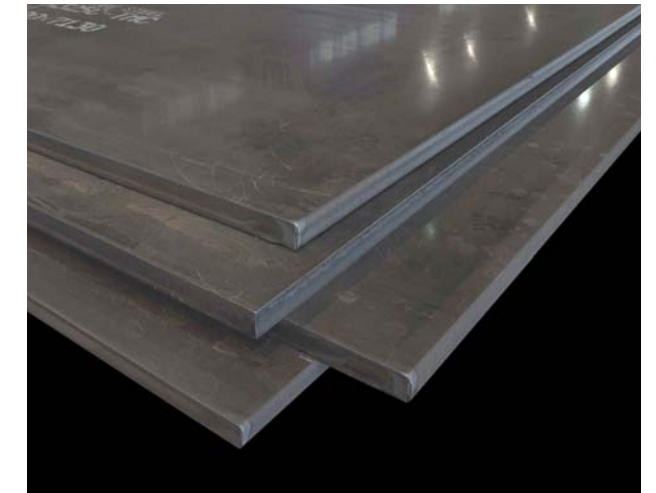
原子力発電所建設風景



原子炉建屋のベースマット(鉄筋材)
わが国異形棒鋼のパイオニア、ニーズを先取りするデーコン



建設中の原子炉格納容器
高品質で信頼性の高い継手が得られるねじ節異形棒鋼
ネジコン



厚鋼板
原子炉建屋の鉄骨に使用される厚鋼板

その他周辺機器

建設工事



超大型クローラクレーン

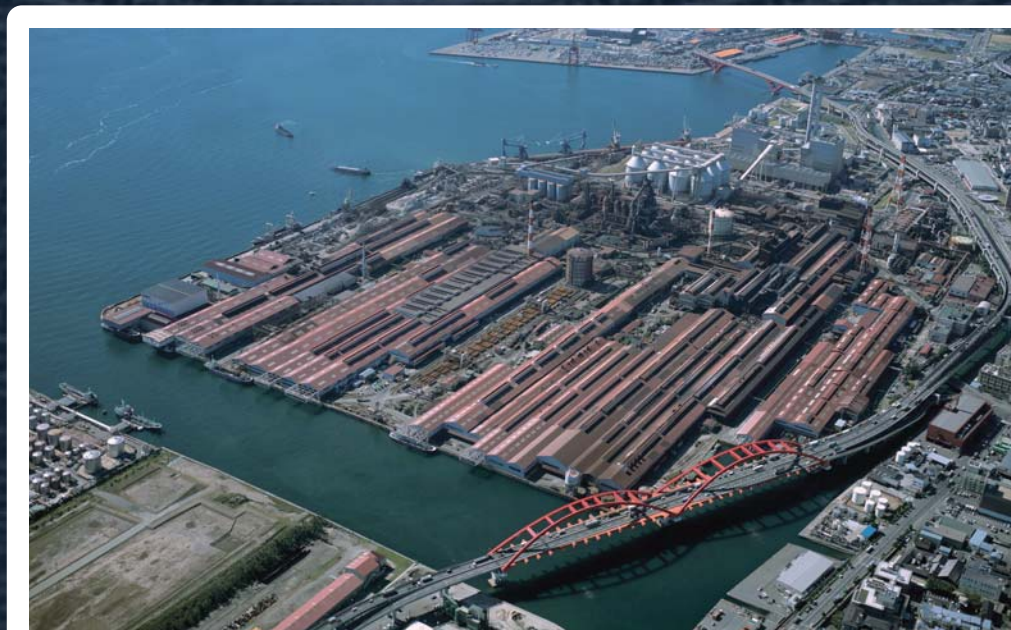


油圧ショベル

周辺設備



汎用圧縮機



神戸製鋼所：
神戸製鉄所(兵庫県神戸市)



実績・技術が安全性に貢献

神戸製鋼グループは原子力用機器には欠かせない鍛造材料とボロン含有材料および溶接等の製造技術を組み合わせ、使用済燃料(SF)および放射性廃棄物の輸送・貯蔵容器(キャスク)の設計・製造を行っています。

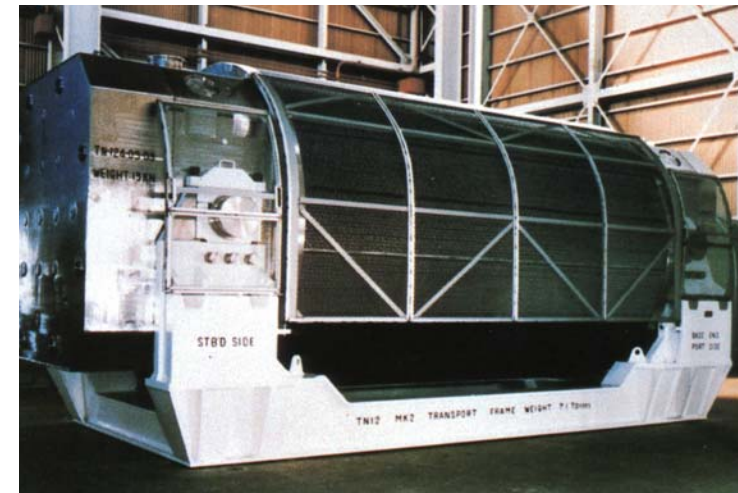
当社の高砂製作所では1981年に国内メーカーとしてははじめて原子力発電所から再処理施設等へ使用済燃料を輸送するための大型鍛造キャスクの出荷を開始し、既に国内外向け200基を超える出荷実績があります。さらに、1994年からはガラス固化体輸送容器であるTN28VTも納入しています。

もう一つの使用済燃料(SF)貯蔵の新しい形として、2003年からはアメリカのTRANSNUCLEAR社の乾式貯蔵システム向けに貯蔵キャニスタを供給しています。

他方、これらのキャスク、キャニスタの合理的な設計を実現する高性能ボロン材料を開発・製造しています。また、ここで使用される濃縮ボロンは1994年から着手したステラケミファ(株)との共同開発により量産技術を確認。濃縮ボロンは2001年より専用のプラントで本格的に商業生産を開始し、PWR炉水用にも供給します。



TN28VT型輸送容器
(TN-International):
高レベル放射性廃棄物の輸送



フランス TN-INTERNATIONAL 殿 TN12型輸送容器
海外使用済燃料輸送やMOX燃料輸送向けのB型輸送容器
MOX: 混合酸化物



日本原子力研究開発機構殿
JRC-80Y-20型輸送容器
研究用照射済燃料等向けのB型輸送容器



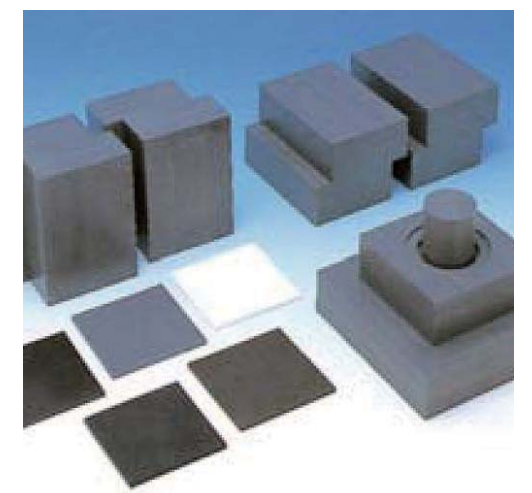
電力各社殿、NFT 殿
NFT型輸送容器
国内での使用済燃料輸送向けのB型輸送容器



東京電力殿 固体廃棄物構内輸送容器
発電所等構内で放射性物質を移送する輸送容器



フランス TN-INTERNATIONAL 殿
TN28VT型輸送容器
高レベルガラス固化体輸送向けのB型輸送容器



中性子遮へい材 kobesh
輸送・貯蔵容器外周部に設置する中性子遮へい材

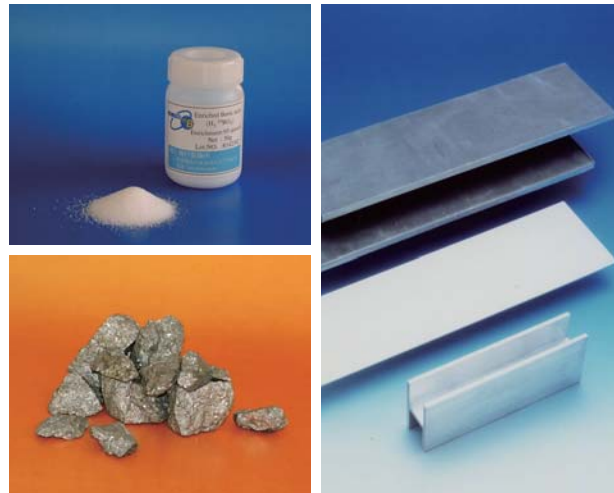


ステラケミファ(株) 泉工場

濃縮ボロン及び関連製品
濃縮ボロンの精留塔

写真提供: ステラケミファ(株)

- ・ ボロン添加アルミニウム合金
- 濃縮ボロン関連製品
- ・ ほう酸 (H_3BO_3 , B_2O_3)
- ・ フェロボロン (FeB)



上: ほう酸
下: フェロボロン

濃縮ボロン含有アルミ板



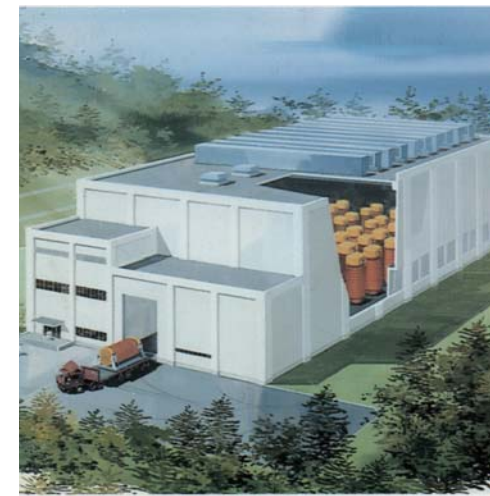
アメリカ TRANSNUCLEAR, Inc. 殿
NUHOMS 型貯蔵キャニスタ内部構造
海外における使用済燃料乾式貯蔵の
ための貯蔵キャニスタ



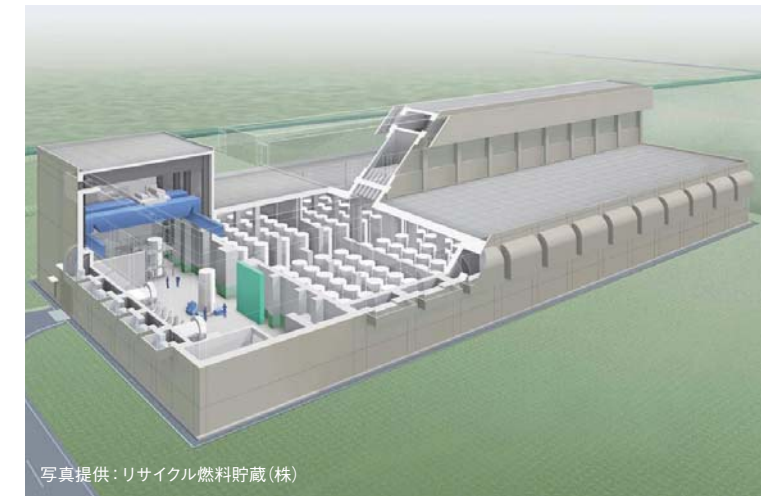
NUHOMS 貯蔵システム外観
引用: 原子力安全・保安院資料



NUHOMS キャニスタ外観



キャスク貯蔵施設の概念図
発電所における使用済燃料のキャスク貯蔵
施設

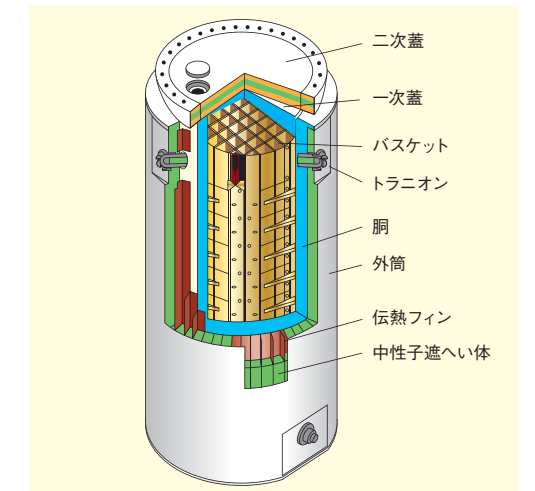


リサイクル燃料貯蔵(株) 殿
リサイクル燃料備蓄センター内装設備
発電所敷地外の使用済燃料のキャスク貯蔵施設

写真提供: リサイクル燃料貯蔵(株)



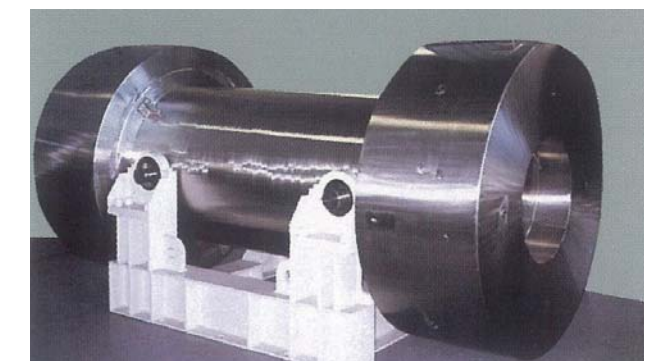
東京電力 殿
TN24 型貯蔵容器
使用済燃料を貯蔵するための貯蔵容器



TK69 型輸送貯蔵容器の構造図
新型大容量の輸送・貯蔵兼用容器



アメリカ TRANSNUCLEAR, Inc. 殿
TN40 型輸送貯蔵容器
海外における使用済燃料の貯蔵容器
写真提供: Xcel Energy



日本原子力研究開発機構 殿
解体廃棄物貯蔵容器
原子力船むつの使用済燃料の貯蔵容器



原子カプラントの技術と実績

放射性廃棄物処理技術は、原子力施設で発生する気体廃棄物の放射能の減衰、液体・固体廃棄物の減容・貯蔵または安定固化する技術であり、その処理技術は広範多岐にわたっています。

日本原子力研究開発機構東海再処理工場 (TRP) では、低レベル放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF) 等の気体・液体・固体状の各種廃棄物を対象に多数の処理設備・プラントの建設実績があります。

ここで培ったシステム技術を応用して、日本原燃 (株) 六ヶ所再処理施設 (RRP) では、チャンネルボックス等の放射性廃棄物の遠隔ハンドリングと処理・貯蔵システムを開発し、供給しました。

これらを踏まえて、神戸製鋼グループではキャスク等の重量物や高線量な放射性物質のクレーンやフォークリフトを使ったハンドリング技術に積極的に取り組んでいます。また、使用済燃料ジルカロイ被覆管剪断片 (ハル)、廃ヨウ素フィルタ等の減容・安定化処理の開発に取り組んでいます。さらに、これら処理・貯蔵システムの後段に位置付けられる放射性廃棄物の廃棄体化システムにも取り組んでいます。



写真提供: 日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構
低放射性廃棄物処理技術開発
施設 (LWTF) 内装共通設備、
液体廃棄物固化処理設備



写真提供: 日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構
クリプトン回収技術開発施設 (KrF)
放射性ガス核種を回収する技術を開発する施設



写真提供: 日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構
第2アスファルト固化体貯蔵施設 (ASII) 内装設備
比較的高線量な低レベル廃棄物を貯蔵する施設



日本原燃 (株) 殿 / (株) 東芝殿
BP棒減容装置
バーナブルポイズン (BP) をプール中で切断する設備



日本原燃 (株) 殿 第2低レベル廃棄物貯蔵設備
自動フォークリフト
放射性廃棄物 (ドラム缶、ボックスパレット、角型容器) を自動搬送する設備



日本原燃 (株) 殿
試薬供給施設 (AR)
硝酸・TBP・ヒドラジン等の試薬を供給する施設



写真提供: 日本原子力研究開発機構

日本原子力研究開発機構
CCIM方式アニオン型
溶融塩電解槽
試作した乾式再処理プロセスの
溶融塩電解槽

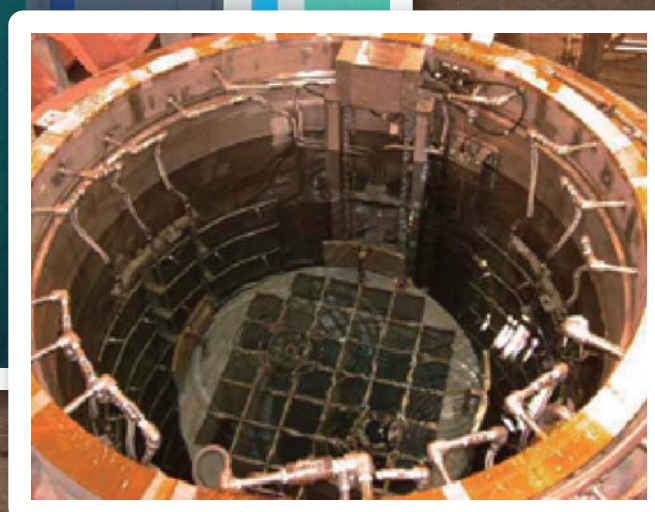


原燃サイクルにおけるプラントと機器

神戸製鋼グループは、原燃サイクルにおいても数多くのプラントと機器を納入。日本原燃(株)六ヶ所再処理施設(RRP)では発電所から再処理施設へ使用済燃料を輸送するキャスクの保守専用施設である使用済燃料輸送容器保守施設(f3)を建設しました。日本原子力研究開発機構東海研究開発センターにはRI研究所施設等廃棄物を減容・固化する高減容処理施設に可燃物の焼却炉と雑固体のプラズマ溶融炉を納入しました。また、同・東海処理工場(TRP)では、高い耐食性をもつTi-5Ta製の酸回収蒸発缶を製作し、その取替工事を行いました。さらに、放射化の原因となったり耐食性を阻害する材料中の不純物を著しく低減した超合金であるEHP合金の材料開発を行っており、この材料や製品の商品化に取り組んでいます。

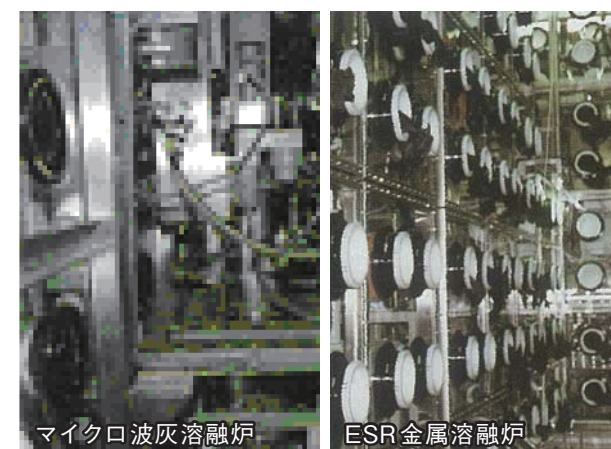


日本原燃(株) 使用済燃料輸送容器保守施設(f3)
使用済燃料(SF)輸送容器のバスケット内部の点検や除染等を行う



日本原子力研究開発機構
酸回収蒸発缶(Ti-5Ta製)と取替工事
再処理工場の取替用高耐食性機器とその取替工事
写真提供:日本原子力研究開発機構

固体廃棄物溶融処理設備



マイクロ波灰溶融炉 ESR金属溶融炉
雑固体を溶融・安定固化処理する設備
※現在は使用していない設備 写真提供:日本原子力研究開発機構

固体廃棄物の焼却・溶融設備



縦型焼却炉 プラズマ溶融炉
難燃物の焼却炉 雑固体の溶融炉

※ CCIM: Cold crucible induction melting
※※ EB: Electron beam



高耐食性合金EHPのインゴットと製造設備
左:CCIM 溶融炉 右:EB 溶融炉

不純物を著しく低減して耐食性を増したステンレス鋼 EHP:旧電源開発促進対策特別会計法に基づく文部科学省からの受託事業として、神戸製鋼所が実施した平成17,18年度「次世代再処理機器用耐硝酸性材料技術の研究開発」の成果を含みます。



日本原子力研究開発機構
第三ウラン貯蔵庫 搬送設備
再処理工場で回収したウランを貯蔵する施設
写真提供:日本原子力研究開発機構



日本原子力研究開発機構
高減容処理施設の内、焼却設備、溶融設備
RI研究所施設等廃棄物を減容・固化する施設
写真提供:日本原子力研究開発機構



調査・計画段階から参画

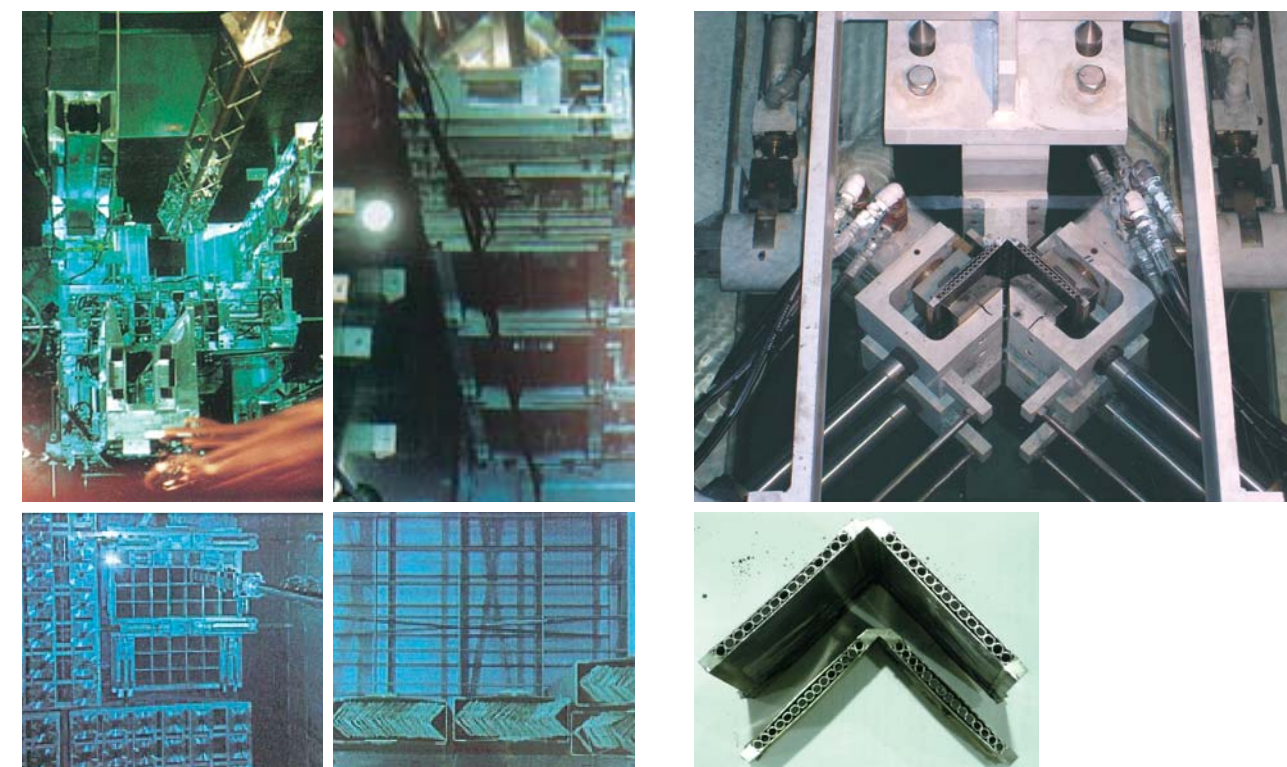
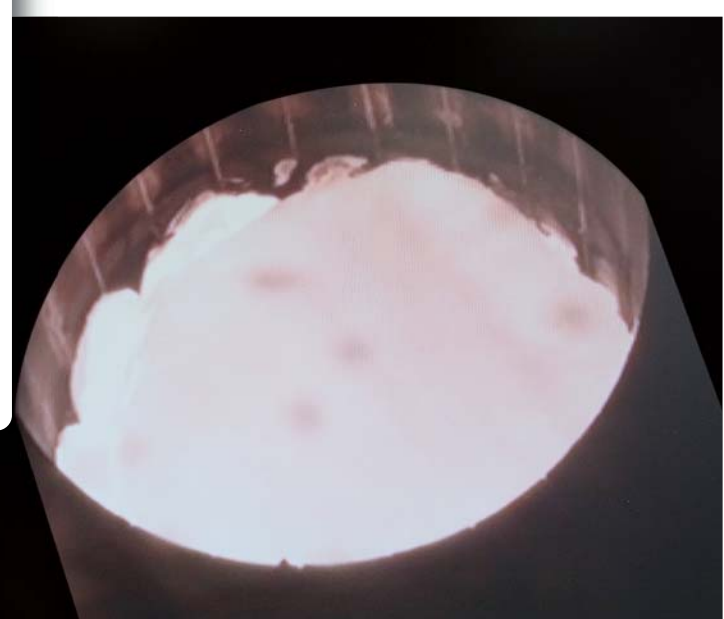
原子力発電所で発生する低レベル放射性廃棄物(LLW)や使用済の炉心構造部材の減容処理装置等のニーズに適応した諸設備についても、神戸製鋼グループはその蓄積した技術ノウハウをいかんなく発揮。各種の水中ロボットによる減容処理装置や焼却炉前処理設備をはじめとする発電所廃棄物の処理システムを供給しています。また、金属廃棄物や金属スクラップの熔融処理や、それらの再利用にも取り組んでいます。

さらに、アメリカの Studsvik 社との技術提携により、廃樹脂、廃液、廃油、廃プラスチックなど様々な廃棄物を蒸気改質による熱分解で減容し、無機質の粒子や固化体にすることができる THOR® 処理システムにも取り組んでいます。

THOR : Thermal Organic Reduction



神戸総合技術研究所(西神)の
コールドクルーシブル
誘導溶解法(CCIM)



関西電力殿
BP一次減容装置

東京電力殿
CB一次減容装置

CB・CR 複合式一次・二次減容試験装置
CB、CR等の炉心廃棄物を切断・減容し、処分場に搬出するために廃棄体化する設備

※ BP: バーナブルボイゾン、CB: チャンネルボックス、CR: 制御棒

熔融処理



金属の溶解状況



製品化装置(casting の例)

放射性廃棄物ではないクリアランス金属を使って再利用製品を製造

クリアランス金属による再利用候補製品の例



処分容器用遮へい材

処分容器の内側に収納する遮へい材
注) 当社自主研究で製作



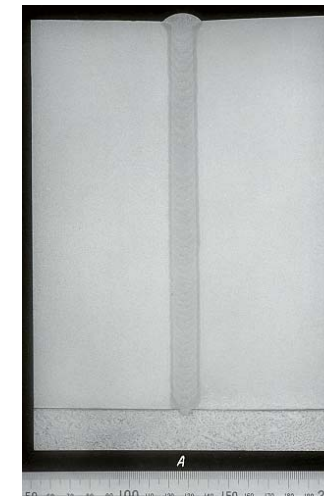
処分容器と廃棄体の製造への取り組み

神戸製鋼グループは、輸送・貯蔵容器(キャスク)で培った容器設計・製造技術を水平展開。低レベル放射性廃棄物(LLW)や高レベル放射性廃棄物(HLW)の処分場で使用する処分容器を試作しています。また、処分容器や廃棄体に関する各種試験評価にも取り組んでいます。さらに、処分容器を使用した原子力発電所・再処理施設等の原子燃料サイクル施設での廃棄体の製造システムの設計や設備の供給に取り組んでいます。

一方、低レベル放射性廃棄物(LLW)を搬出するためのドラム缶搬出検査設備などを供給しています。



炭素鋼容器蓋部の遠隔自動溶接試験 (MAG法)



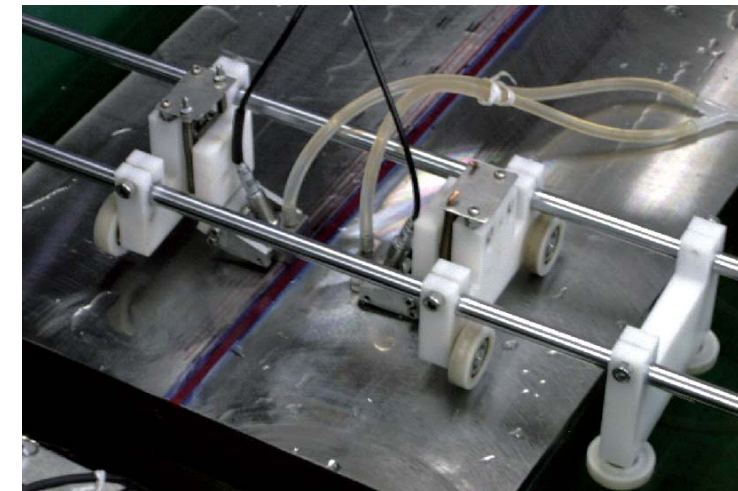
狭開先溶接部断面

注) 当社自主研究で製作



試作したHLW向け処分容器

写真提供: 日本原子力研究開発機構



溶接部の遠隔自動検査 (非破壊検査: TOFD法)



試作したLLW向け溶接容器胴部

注) 当社自主研究で製作



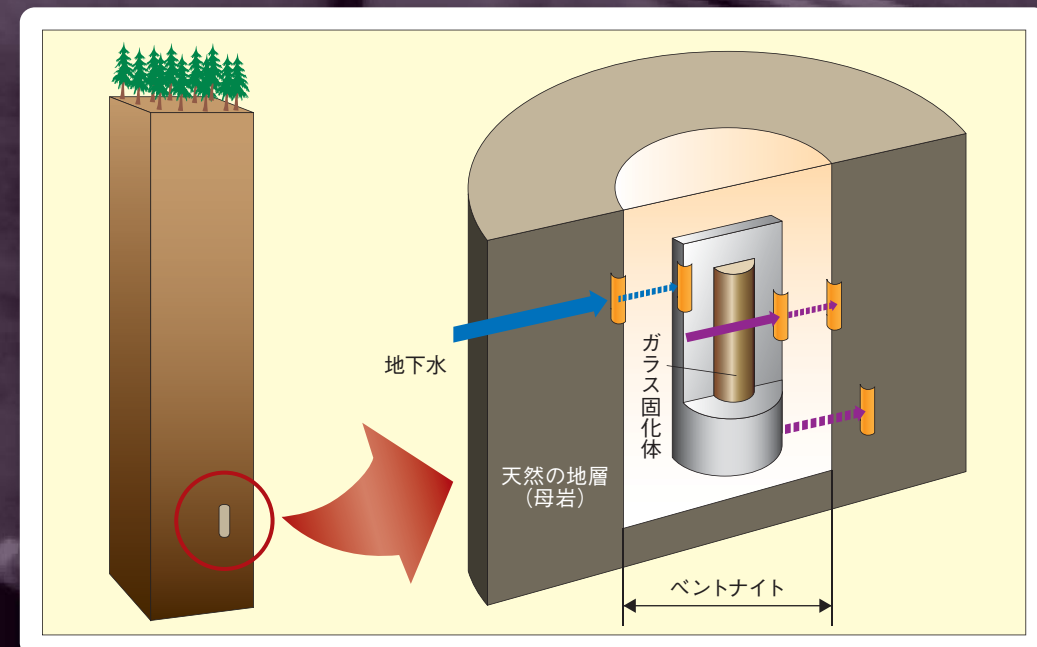
ドラム缶搬出検査設備

200Lドラム缶の搬出検査を行う装置



試作したLLW向け鋳造処分容器本体

注) 当社自主研究で製作



高レベル放射性廃棄物 (HLW)の処分概念図

HLW: 高レベル放射性廃棄物
LLW: 低レベル放射性廃棄物



材料から廃棄物の処理・処分まで

神戸製鋼グループは、原子炉材料・原子炉炉心材料の製造・供給から、金属をはじめとする放射性廃棄物の処理・処分まで一貫して課題を解決。原子力発電所や再処理施設等で発生する各種放射性廃棄物の埋設処分に関する研究設備や、処分場システムの設計から、ハンドリング設備の供給まで取り組んでいます。また、スウェーデンのSKB社との包括業務提携により処分場操業システムの検討や設計にも取り組んでいます。

さらに、地下深部の環境を模擬した地下環境シミュレーション設備をはじめとする種々の処分研究にも取り組んでいます。



日本原燃殿 2号埋設クレーン
2号埋設施設にドラム缶をコンクリートピットに定置するクレーン



アルミ製システム型枠
埋設施設コンクリートピット打設用の型枠



化学反応変化試験設備 (EDAS)
地下環境を模擬した化学反応試験装置
写真提供：日本原子力研究開発機構



地層処分基盤研究施設
EDASを設置している研究施設(東海事業所)
写真提供：日本原子力研究開発機構



雰囲気制御グローブボックス(GB)設備
地下環境を模擬したホット試験装置
写真提供：日本原子力研究開発機構



地層処分放射化学研究施設
GBを設置しているホット試験研究施設(東海事業所)
写真提供：日本原子力研究開発機構



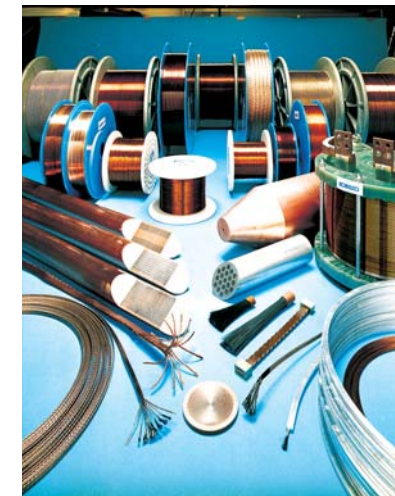
低レベル放射性廃棄物
処分システムのイメージ図
写真提供：SKB(スウェーデン)

核融合・ビームライン関連機器

神戸製鋼グループは、核融合・ビームライン関連機器の分野でも特徴ある製品を供給しています。これまでも多くの納入実績をもち、その信頼性は高い評価を得ています。極低温、超高真空、超電導などの極限技術と、アルミ、鉄鋼の非磁性材料、溶接技術を組み合わせ、たゆまぬ技術革新に取り組んでいます。

核融合関係では、非磁性鋼材、超電導線材および超電導マグネットを供給しています。文部科学省が国際連携の下進めているITER(国際熱核融合実験炉)では当社グループの超電導素線、非磁性鋼管が使用されています。

ビームライン関係では、ライフサイエンス研究等で活用される日本原子力研究開発機構の大強度陽子加速器施設(J-PARC)ビームラインの機器として、高速チョッパー、低速チョッパー、TOチョッパー、真空散乱槽などを供給しています。



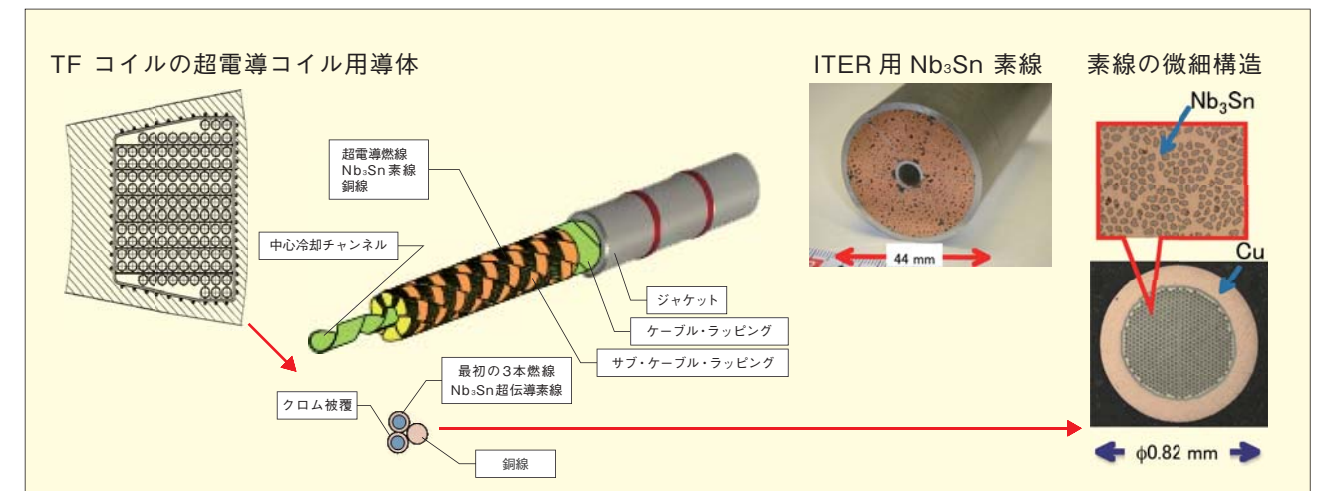
各種超電導線※
NbTi / Nb₃Sn 等の超電導線
※ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー(株)



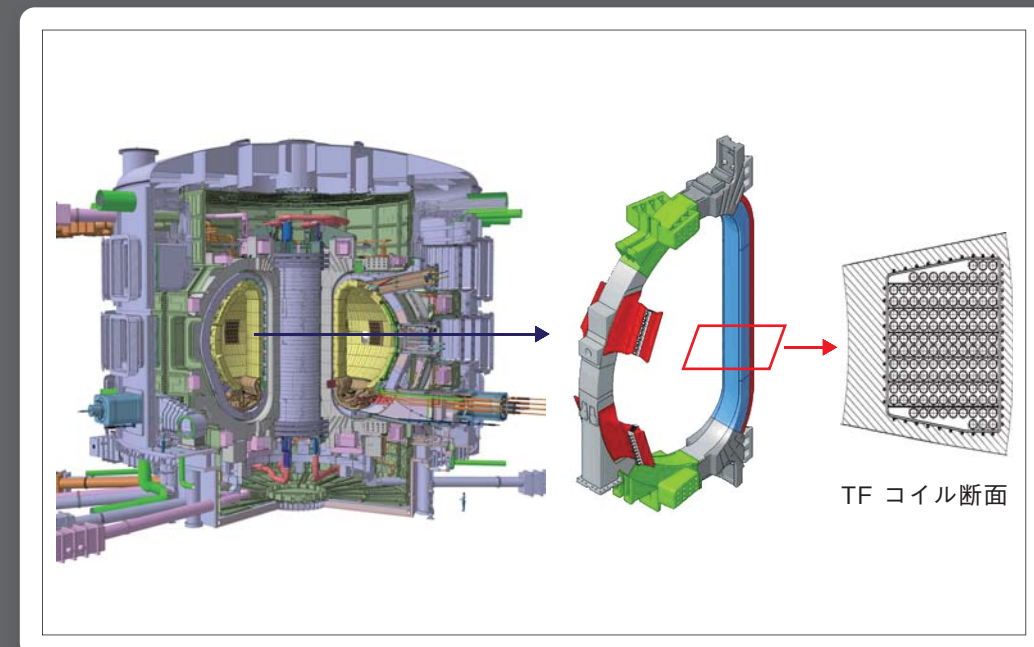
ジャイロトロン用マグネット※
プラズマを加熱するミリ波を発振



(独)物質・材料研究機構殿向け
高分解能 NMR マグネット
2004年に世界最高磁場を達成



図提供：日本原子力研究開発機構



国際熱核融合実験炉
(ITER)概念図/
TFコイルとその断面
図提供：日本原子力研究開発機構



高速チョッパー



TOチョッパー



真空散乱槽

日本原子力研究開発機構殿
大強度陽子加速器施設(J-PARC)中性子分光器
中性子ビームを用いた研究を展開するビームラインを構成する機器類

余寿命診断から対策の提案・新材料の開発まで

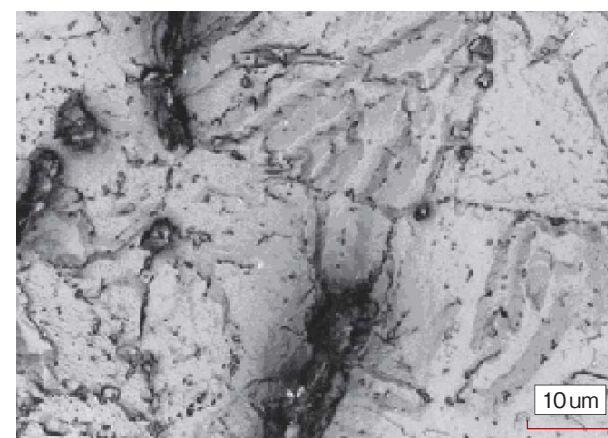
電力供給の信頼性と省エネルギーに配慮しながら、電力設備を少しでも長く利用するには、日常の保守・点検と共に、余寿命診断や材料評価が重要です。神戸製鋼グループでは専門技術スタッフによる支援体制を整え、検査～試験評価～対策・提案までの一貫サービスにより、課題解決のお手伝いを致します。また、ものづくりの経験を生かし、電気事業法等原子力関連法規に基づくお客様の検査の支援も実施しています。

保守点検を通じて培った豊富な検査技術をベースに、压力容器や配管の余寿命を総合的に診断します。また、各種材料や溶接部について、材料試験、分析・材質試験、非破壊試験、溶接性試験などを行い、各種部材の損傷度合を定量的に予測できます。さらに、検出されたき裂等の損傷の進展挙動を解析によりシミュレートし、長期間の機器の健全性を予測できます。

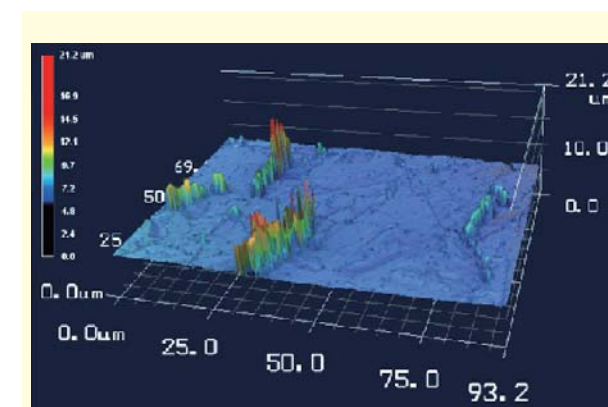
自動超音波探傷検査（周溶接部：TOFD）



神戸製鋼所：高砂製作所
放射線透過検査装置
(ライナック：9Mev)



スンプ観察(レプリカ)
結晶粒界に多数のクリープボイドとそれが連結した微小き裂を観察



ボイドの3次元形状測定(レーザ顕微鏡)
神鋼検査サービス(株)

タービン・ケーシング等のクリープ破壊、疲労破壊、脆性破壊の評価

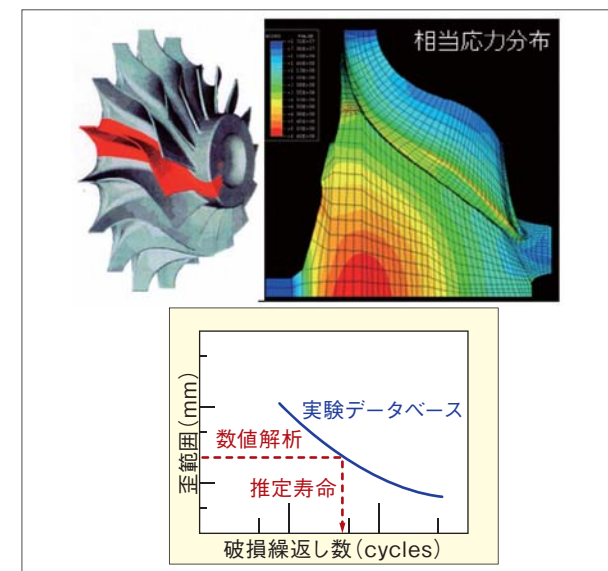
高温疲労試験

破壊力学実験

高温クリープ試験

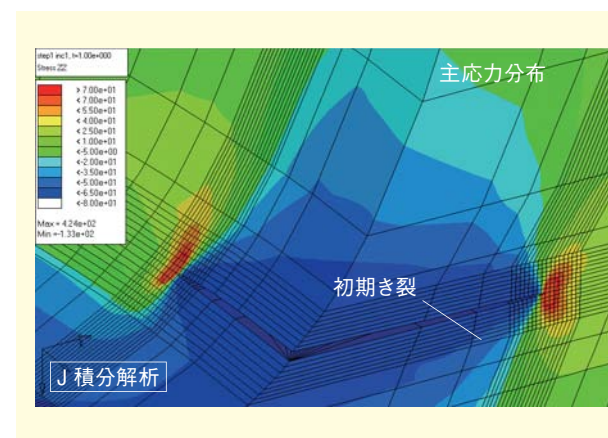
寿命診断用データ

- ・高温疲労寿命
- ・破壊靱性
- ・疲労き裂進展速度
- ・クリープ破断時間
- ・クリープき裂進展速度
- ・繰返し応力-歪特性



タービンホイールの弾塑性クリープ解析

左上：高温疲労試験 右上：破壊力学試験
左下：高温クリープ試験
各種強度試験技術を駆使して、機器のさまざまな余寿命診断用データと数値解析用材料データを提供 (株)コベルコ科研



機器のき裂進展寿命予測例

実機で検出されたき裂のクリープ条件下での進展シミュレーション
(株)コベルコ科研

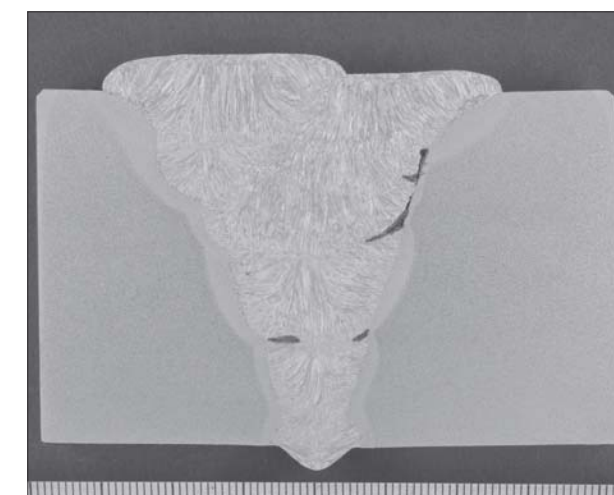
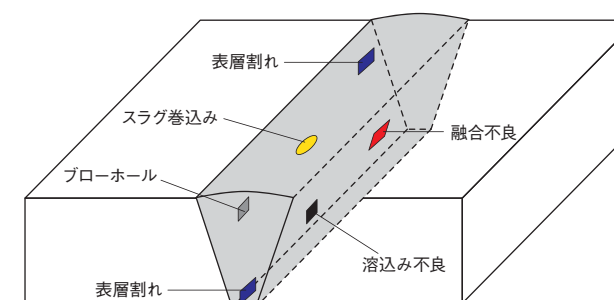
材料の試作から溶接・接合、腐食・疲労の評価

新型炉・新材料等の新たなニーズ、既設炉の余寿命診断や材料評価から抽出された課題を科学的知見により分析・評価し、専門技術スタッフが最新鋭の設備・技術を駆使して材料の試作・評価からプラント性能の評価までの幅広いご要望に対応します。

溶接分野では、溶接部の信頼性・安全性向上に関わる溶接・接合技術開発の支援や溶接材料の試作、溶接試験体製作及び評価試験を行います。

材料分野では、活性金属や各種合金の研究開発や製造プロセスの最適化、試作品の小ロット製造を支援しています。また、高温・高圧雰囲気などの使用環境に応じた適切な試験設備、試験条件設定を行い、材料特性の評価を行います。これら検査～試験評価～課題解決までの一貫サービスを融合し、原子炉材料の経年劣化対策や新材料開発を提案することができます。

溶接・接合評価



自然溶接欠陥挿入試験体

各種非破壊検査手法の溶接欠陥検出能力の教育や確認などに活用が可能

断面サンプル写真

神鋼溶接サービス(株)

腐食・疲労評価



20L オートクレーブ



高温ループ式試験装置



高温高圧水環境におけるステンレス鋼の応力腐食割れ(SCC)発生予測

供試材料の試作

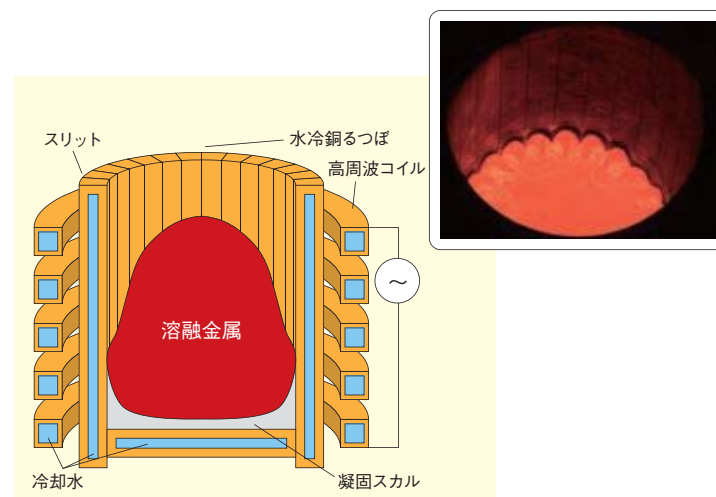
試作溶接材料の製作



真空溶解炉

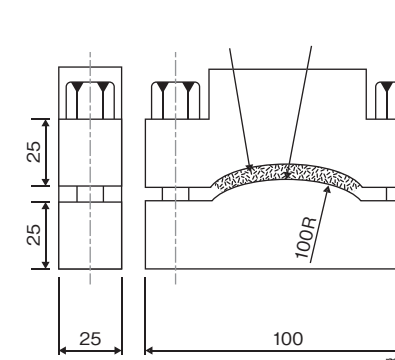
各種試験用溶接ワイヤを溶解・線引きにより最終製品まで製作 神鋼溶接サービス(株) 神戸製鋼所：藤沢事業所

高純度／高耐食性材料の試作



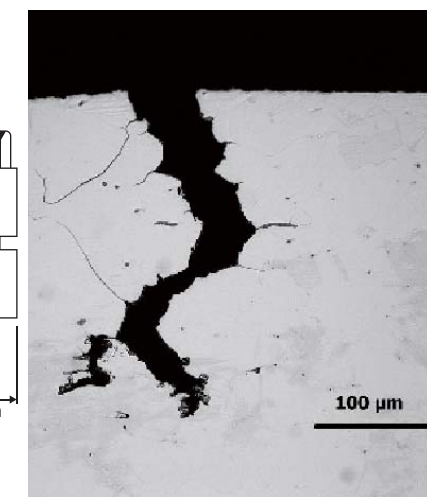
真空溶解炉

コールドクルーシブル誘導溶解法(CCIM)、真空誘導炉(VIF)等による供試材料・製品の製作 (株)コベルコ科研 神戸総合技術研究所

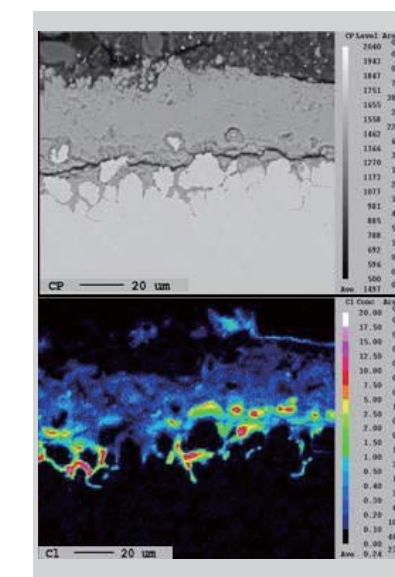


CBB試験片

CBB試験によるSCCき裂発生・進展経路調査 ※ CBB : revised bent beam



SCCの発生



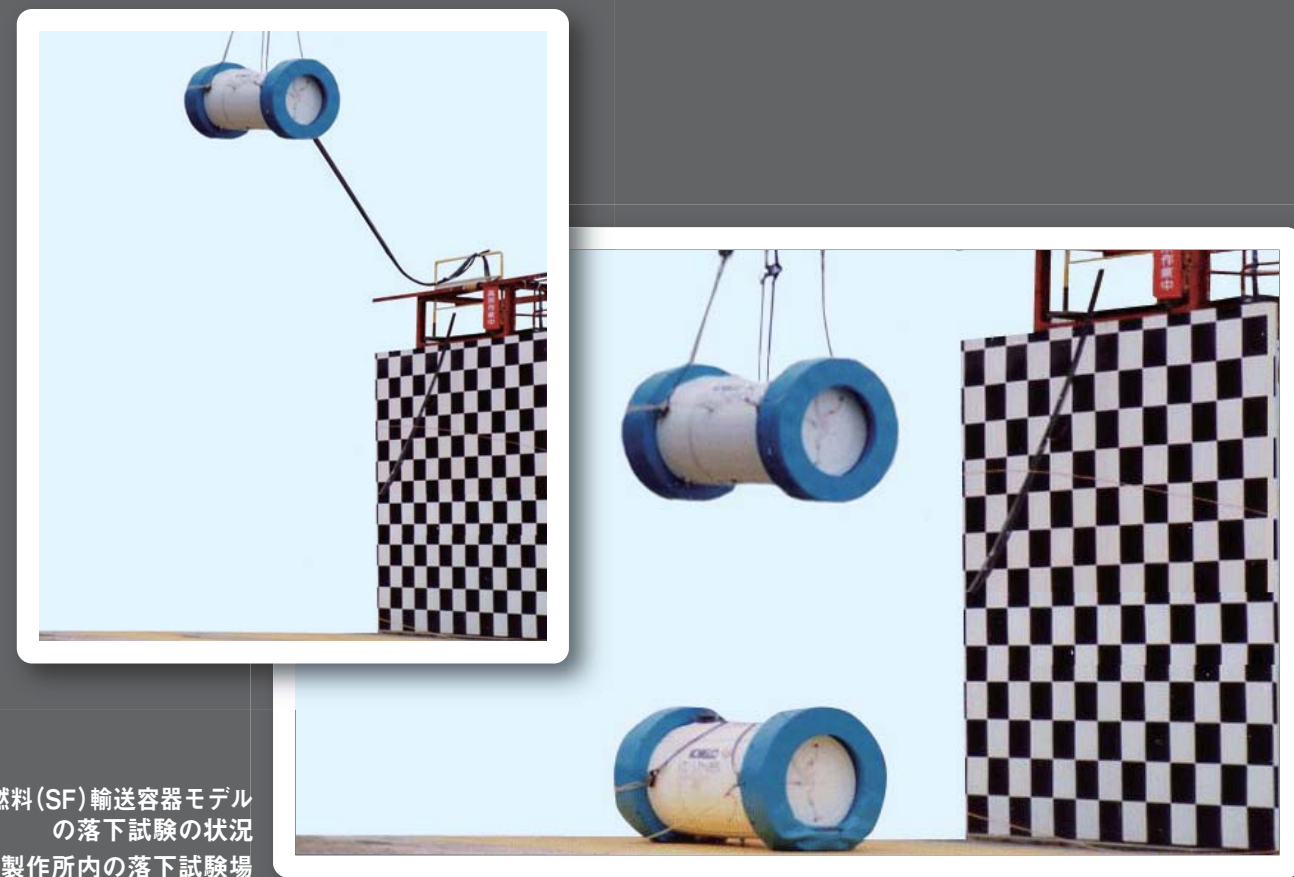
上: 高温ガス腐食試験設備

下: 腐食解析例 (株)コベルコ科研

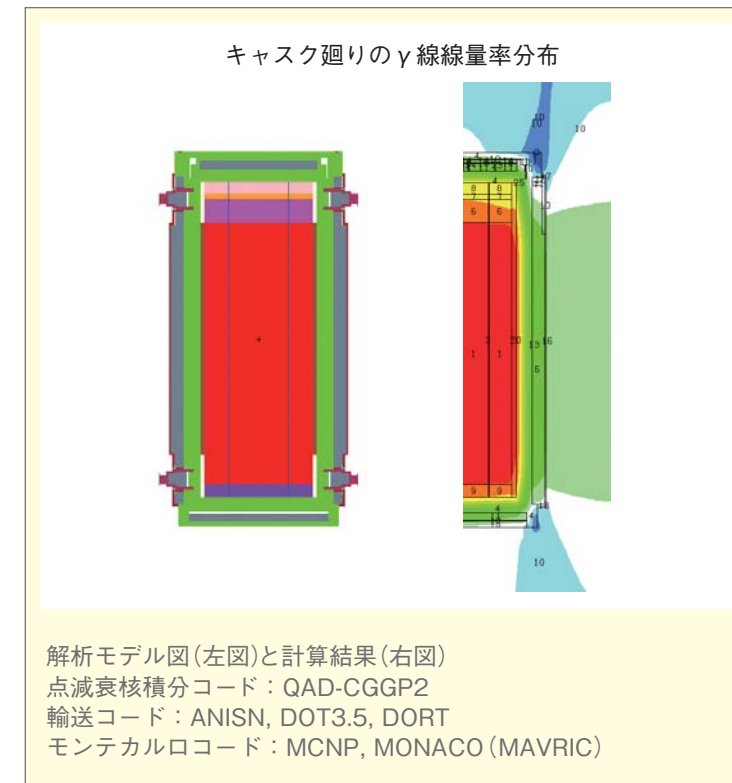
安全解析と実証試験による検証

使用済燃料や廃棄物の輸送・貯蔵などに使用される容器には、その安全性を確実に確保するために構造・伝熱・遮蔽、臨界安全等の高レベルの安全解析技術が要求されます。また、廃棄物処理・貯蔵・処分等の原子力プラントでは耐震、被ばく評価・大気拡散などの安全性の評価が要求されます。

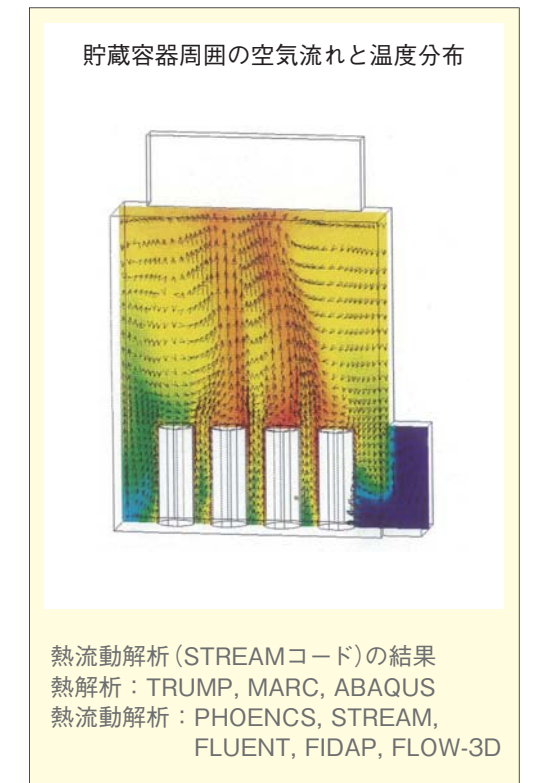
神戸製鋼グループはこれらについて卓越した解析技術を開発・確立してきました。システムの安全性を確認するための各種実証試験を実施し、得られたデータをもとに検証するなど、万全の体制で取り組んでいます。さらに、ニーズが多様化、高性能化していく中で、当社グループはその期待に応えるべく、より高い機能を有する原子力プラントや高性能容器の設計を目指し、新技術・新材料の開発に取り組んでいます。



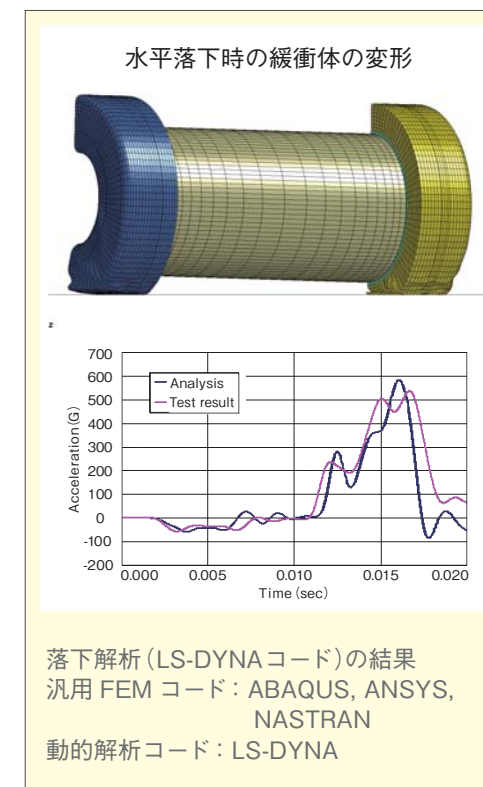
使用済燃料(SF)輸送容器モデルの落下試験の状況
高砂製作所内の落下試験場



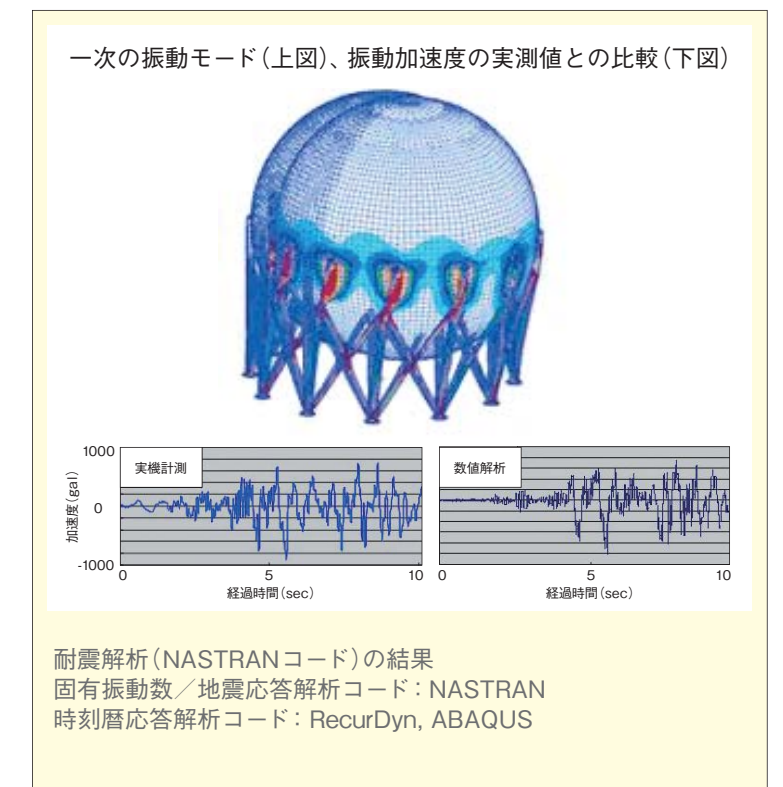
遮へい解析
トランスニュークリア(株)



熱解析、熱流動解析
貯蔵容器周囲の空気流れと温度分布



落下解析
トランスニュークリア(株)



耐震解析(振動モード解析)
(株)コベルコ科研

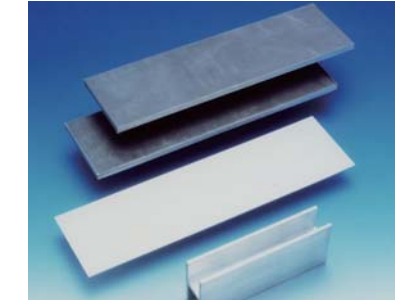
素材・プロセス・システムの研究開発・設計からプラントの建設まで

原子力施設を構成する個々の材料、機器、プロセス等の研究開発から、原子力施設の設計、安全評価および建設工事・運転に至るまで、神戸製鋼グループでは、一貫した総合エンジニアリングシステムが確立されています。この原子力エンジニアリングシステムでは、当社の素材製品、産業機械、建設機械、さらには各種プラント等、幅広い製品メニューとそれらを支える多様な技術をベースに効率よくシステムチックに機能しています。そしてその活動を強力に支えているのが技術開発本部のノウハウとR&D推進体制等であり、国内外で各種プラントの設計から工事・運転まで豊富な実績を誇るプラントエンジニアリング部門がそれを実現しています。

材料・設計・製造の一貫した品質管理



鍛圧プレス



ボロン含有材料



溶接材料



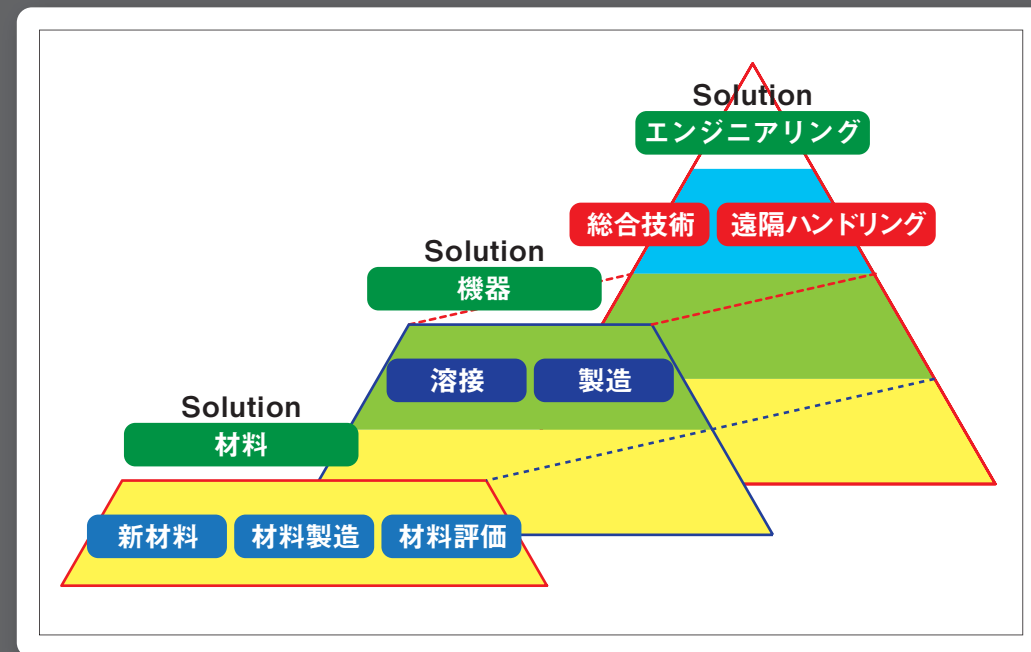
鍛圧シームレス円筒(材料)



圧力容器(半製品)



貯蔵容器(最終製品)



基盤研究開発能力と
コア技術
(材料、溶接、厚肉容器)



グループ連携による技術融合を推進しています

神戸製鋼グループでは、技術開発本部の基礎的・先進的技術を、顧客や生産現場に密着した各事業部門の豊富な技術と融合させ、材料、機械、環境、エネルギー、電子技術等の各事業分野における「オンリーワン製品」の創出と「ものづくり力」の強化を効率的に推進しています。

技術開発本部はグループの研究開発拠点として、各研究所の専門技術を効果的に組み合わせながら、事業収益力強化に向けた研究開発に取り組むとともに、将来に向けた新商品・新技術の先進的な研究を行っています。



神戸総合技術研究所

材料研究所

精錬凝固・材質制御・加工技術・表面制御の4つの技術分野を基盤とし、素材系事業分野では、材質・表面の設計・制御による高性能な新製品の開発、製造プロセスの最適化など、また機械系事業分野では、材料技術による差別化商品の創出に注力しています。さらに高付加価値製品による新規ビジネスの開拓も目指しています。



●精錬凝固

高温冶金反応制御、介在物組成・形態制御、凝固解析・凝固組織制御、高温 in-situ 観察技術、特殊溶解技術

●材質制御

組織・材質予測技術、ナノ構造解析、金属組織制御・材料設計、材料構造変換技術、粉末冶金技術

●加工技術

圧延・鍛造・押出技術、切削・研磨技術、加工プロセス解析

●表面制御

耐食・耐環境材料設計、表面/界面設計・プロセス制御、トライボ材料設計、電子・薄膜材料・ナノ構造設計

機械研究所

構造・強度・振動・音響・流動・伝熱・燃焼、化学分野の高度・先進的なシミュレーション技術や実験・計測・分析技術を核に、機械、素材、環境、エネルギー、鋼構造分野などの商品力を強化するための高性能化・プロセス改善・設計合理化および新製品・新技術の開発に注力しています。



●構造強度技術

構造物設計エンジニアリング、環境機器設計エンジニアリング、材料強度信頼性評価・予測、材料シミュレーション（鋳造・変態など）、建設・機械製品の強度解析技術

●振動音響技術

振動解析・制御、システムダイナミクス、音場・波動解析、新防音構造開発、振動音響応用計測技術

●流熱燃焼技術

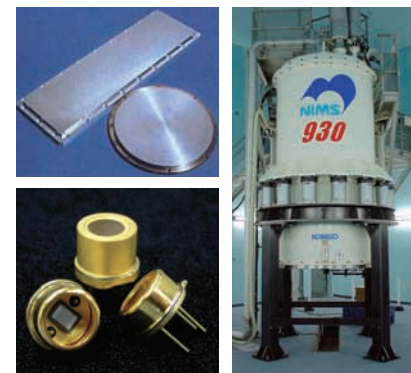
流動・伝熱制御・解析技術、素材プロセスシミュレーション、プラズマ・燃焼等反応制御、高度流体計測技術、省エネ・排熱利用技術

●化学技術

有機コーティング、化学プロセス工学、分離・精製、潤滑・洗浄、樹脂混練制御技術

電子技術研究所

薄膜材料設計・成膜技術、微細加工技術、計測評価技術、超電導技術をコア技術として、主として電子・情報、次世代自動車、エネルギー、バイオなどの成長分野で、新製品・新技術の開発に取り組んでいます。また、これら先端技術の生産現場への応用も行なっています。



●薄膜材料

機能性薄膜材料、薄膜応用デバイス、ターゲット材料、微細加工技術、ダイヤモンド

●超電導

超電導線材、超電導マグネット、極低温技術

●パワーエレクトロニクス／電子制御システム

機械製品差別化のキーコンポーネンツであるモーターやインバータ部品を創出するとともに、溶接ロボットや音声信号処理製品で培った制御技術・リアルタイム信号処理技術によって高効率モーター・インバータ制御システムを構築します。

生産システム研究所

先進高度な計測・制御・生産計画・機械システム・情報システム・信号処理の技術をベースに、各事業部門の生産技術の強化・革新を進めています。さらに独自のエレクトロニクス／システム化技術をコアとして、機械系をはじめとする製品メニューの創出に取り組んでいます。



●計測技術

表面キズ・内部欠陥検査、超音波・渦流探傷、光・画像応用計測、形状計測、温度計測、無線通信・デジタル信号処理、計測・検査の自動化

●制御技術

プロセス自動制御システム、システム同定・モデリング、動的シミュレーション、電子機器制御システム、モーションコントロール

●システム応用

プロセス・工程の最適化技術、生産スケジューリング、生産工程シミュレーション、技能継承支援 e-ラーニング

石炭エネルギー技術開発部

低品位石炭の改質（脱水、脱灰等）や液化、重質原油の軽質化など、エネルギー転換技術の開発を通して、世界の未利用資源の活用推進と日本におけるエネルギー源の多様化・安定化をめざしています。

●石炭・エネルギー

改質褐炭（脱水炭）製造、完全無灰炭製造、コークスの高強度化、石炭液化、重質油軽質化

研究開発関連会社

コベルコ科研

金属・非金属材料の測定・試験、構造物の構造解析・強度評価、環境アセスメントなど。スパッタリングターゲット材料、半導体検査装置の製造・販売

神鋼リサーチ

特許情報・技術情報などの検索、産業・市場・技術など調査、技術情報売買斡旋、登録、技術広報