

第 4 章 エネルギーソリューション&マリン  
プラントエンジニアリング事業



# 1 事業・組織の変遷

1990年代後半から2020(令和2)年にかけての組織の変遷を概観すると、大きく3つの時期に分けることができる。まず、厳しい経済環境のなかで、選択と集中を強いられた1990年代後半から2000年代初めにかけて。バブル経済が崩壊し、民間での設備投資が冷え込むなか、ごみ焼却炉から発生するダイオキシンが社会的な問題となり、焼却炉の24時間運転化に向けた中小炉の集約が進められた。激しい時代の変化のもとで、事業の柔軟性と機動性が求められたため分社、独立化を進めた2000年代初めから2010年頃まで。中国への合弁事業による海外展開を図ったのもこの時期だった。最後は、海外を含めたエネルギー・環境分野のニーズが高まり、シナジーを発揮させるために事業統合などにより組織を再構築した2010年以降である。いずれも激動する事業環境のなかで翻弄されつつも、生き残りを賭けて取り組んだ結果であった。

## 1. 関連事業部門の集約と再編 (1997～2002年)

### 6事業本部制への移行

1996(平成8)年に策定した中期経営計画に基づき、1997年6月、当社は従来あった事業を整理、再統合し、6事業本部制をスタートさせた。このうち、プラント・環境関連の事業は、電力・エネルギー営業本部、機械事業本部(精機事業部を除く)、環境・エネルギープラント事業本部を統合した「機械・環境・エネルギー事業本部」と既存の「産機・鉄構事業本部」の2部門が担うことになった。

新設の「機械・環境・エネルギー事業本部」は、原動機事業部、ボイラ事業部、原子力本部に、環境装置事業部がそのまま移行した環境装置第一事業部、破砕機事業部を改称した環境装置第二事業部を加えた体制となった。

### カンパニー制の導入、プラント・環境・鉄構カンパニーの誕生

2001(平成13)年4月、当社は再び組織改革を行い、社内カンパニー制を敷いた。これにより、「プラント・環境・鉄構カンパニー」が誕生。翌2002年にはカンパニーの4つのビジネスセンターの内、産機ビジネスセンターとパワープラントビジネスセンターを統合し、プラント・環境・鉄構



株式会社アーステクニカ設立調印式



安徽海螺水泥股份有限公司(海螺セメント)に納入した排熱発電設備

カンパニーは、プラント、環境、鉄構の3つのビジネスセンターとなった。

また、2001年には鉄構事業部門にあった千葉工場を、2003年には野田工場を閉鎖し、その事業を播磨工場に集約した。

## 2. プラント・環境・鉄構カンパニーの解体と分社・他社との事業統合(2003年～)

### ■ 事業再編

2000年代に入ると、当社は公共投資の減少など、厳しさを増す環境のなかでさらなる構造改革を迫られ、分社化や他企業との事業統合、撤退を推進。2003(平成15)年には、4月に破碎機事業(当時、破碎機ビジネスセンターは車両カンパニーが所管)は株式会社神戸製鋼所と合併で株式会社アーステクニカを設立し、同月、製鉄プラント事業についても同事業を展開するスチールプランテック株式会社と事業統合を実施。2007年には、橋梁・水門事業からの撤退を決めた。

### ■ プラント・環境・鉄構カンパニーの解体

分社化、事業統合の動きは、カンパニー制の見直しにも及び、プラント・環境・鉄構カンパニーを解体し、2005(平成17)年4月にプラント事業を

分社化、翌2006年には環境事業を分社化し、それぞれカワサキプラントシステムズ株式会社、カワサキ環境エンジニアリング株式会社となった。プラント事業については2004年度に大幅な赤字に陥っていたが、分社化に当たりこれを川崎重工全体で肩代わりし、“重し”を取り除いた状態でスタートを切ることができた。

なお、鉄構事業においては大型構造物ビジネスセンターとして社内で改編した。

### ■ 中国合併会社の設立

2000年代半ばになると、成長著しい中国市場での展開を図り、合併事業を活発化させた。2005(平成17)年には世界最大規模のセメントメーカーである安徽海螺水泥股份有限公司(海螺セメント)傘下11工場に排熱発電設備を納入する契約を締結。本件を足掛かりとして、同社グループとの合併で、セメント排熱発電プラントなどのエンジニアリングを行う安徽海螺川崎工程有限公司(ACK、2006年)、セメント排熱発電プラントの主要機器であるボイラの製造を担う安徽海螺川崎節能設備製造有限公司(CKM、2007年)、セメント設備の製造・メンテナンスを行う安徽海螺川崎装備製造有限公司(CKE、2009年)を設立し、中国での拠点を整えた。さらに2016年には、上海にACKの営業・サービス拠点である上海海螺川崎節能環保工程有限公司(SCKE)を設立。中国



海螺セメントとの合併会社での桜の植樹式



2012年6月27日：CKE鑄造工場竣工式

からの海外展開にも力を入れている。

### 3. 川崎重工への再合流(2010年～)

#### ■ プラント・環境カンパニーとして再編

2000年代の後半には、エネルギー・環境分野のニーズがこれまで以上に高まりを見せ、当社は2006(平成18)年9月発表の中期経営計画においてエネルギー・環境分野を将来の収益の柱と定めた。2007年4月には、完全子会社であるカワサキプラントシステムズとカワサキ環境エンジニアリングを合併。カワサキプラントシステムズとして既存製品の性能・品質の高度化や、新製品の開発の効率化を図り、これらの施策によって収益向上を実現した。

さらに、2010年10月には、カワサキプラントシステムズを当社に統合し、装置・土木機械ビジネスセンターと共に「プラント・環境カンパニー」となり、さらにアーステクニカを連結子会社として破碎機、環境事業の伸長を図った。

また2015年5月には、東京本社のエンジニアリング部門を神戸工場に移転し、共通部門の一体化を実現。播磨工場との連携により、効率向上や不具合発生抑制などの面で大きな効果が生まれた。

#### ■ エネルギー・環境プラントカンパニーが発足

2018(平成30)年4月、ガスタービン・機械カンパニーとプラント事業(プラント・環境カンパニー)を統合し、「エネルギー・環境プラントカンパニー」を新設。ハードとプラントエンジニアリングを組み合わせることによりEPC(設計・調達・建設)事業を拡大し、ユーティリティ設備など周辺事業の取り込みを図った。

製品としては、ガスタービン、ガスエンジン、洋上液化天然ガス(LNG)発電設備、中国での合弁事業によるセメント廃熱発電設備やごみ焼却発電プラントなどにウエイトが置かれた。

#### ■ 鉄構工事、原子力事業の譲渡と、シールドマシン事業の新会社設立

2020(令和2)年から2021年にかけて、水素エネルギー関連事業へのシフトにいっそう注力するために原子力事業を譲渡。国内外で市場参入の機会を見込むことができるシールドマシン事業の新会社を設立し、カンパニーとしての体制を整えた。

また、2020年11月には、原子力事業を株式会社アトックスに譲渡する基本合意の覚書を締結した。これにより当社は、グループビジョン2030事業方針で「エネルギー・環境ソリューション」の中核事業として掲げられた水素エネルギー関連事



アネカタンバン社向けフェロニッケル製錬プラント

業を推進する姿勢を明確にした。そして2021年4月、水素関連事業とコア・コンポーネント・エンジニアリング事業の推進を目的に船舶海洋カンパニーと統合、エネルギーソリューション&マリンカンパニーとなった。

一方で、2021年1月には、日立造船株式会社とシールドマシン事業の新会社設立に向けた詳細検討を行うことに関する基本合意書を締結し、10月には新会社・地中空間開発株式会社を設立した。両社の営業・技術分野のシナジーにより、国内外での事業拡大を図った。

## 2 製品

### 1. 産業

#### 産業プラント

産業プラント分野は、2000年代では主にアジア各国でプラントを受注し、当社をけん引した。主なものに以下がある。

2003(平成15)年には、インドネシアの国営会社・アネカタンバン社向けに、電気炉を含めたフェロニッケル製錬プラント3号ライン(15,000トン

-Ni/年)をEPCとして受注。2006年には、韓国の製鉄会社ポスコ社から、SNNC社の世界最大級のフェロニッケル製錬プラント(30,000トン-Ni/年)向けに、原料乾燥から製品出荷に至る一貫製造・精錬プラント(EP+SV)を受注した。その同年には、ベトナム国営セメント公社の一員であるプトソンセメント社向けに、セメント製造一貫プラント(4,000トン/日、EP+SV)の建設を受注、無煙炭100%の燃焼運転を達成した。

#### 化学プラント

当社は、1980年代から、天然ガスが産出する中東や中央アジアにおいて、アンモニアや尿素肥料の製造プラントを提供し、その中核機器である塔・槽・熱交換器などを製作。イランのコラサン石油化学(1996(平成8)年)や、ナイジェリアのNational Fertilizer Company of Nigeria(1988年)、中国のZEPU Petroleum Chemical、中国海洋石油総公司(2000年、2004年)に提供してきた。

こうした実績を踏まえ、2002年には、イランの官民出資企業であるケルマンシャ石油化学工業社が建設する大型のアンモニア・尿素肥料プラント(アンモニア1,200トン/日、尿素2,000トン/日)とその付帯設備を受注した。米国のイラン制裁の影響を受け、調達先の選定や品質管理には苦労したが、プロジェクトを推進するために不可欠なコーディネート力を養うことができ、以降の海外展開



プトソンセメント社向けセメント製造一貫プラント



ケルマンシャ石油化学工業社尿素肥料プラント

の礎となった。

引き続き、2005年にはパキスタンのファティマ社向けに同国最大級の尿素プラント(1,500トン/日)および同肥料プラント全体のエンジニアリングを受注。さらに、2009年には双日株式会社と協力して、トルクメニスタンで同国最大級の肥料プラント(アンモニア1,200トン/日、尿素1,925トン/日)を受注。その際のプロジェクト遂行能力と納入プラントの高い品質が評価され、2014年、同国の一大プロジェクトである世界最大級のガス・ター・ガソリン(GTG)プラント(高品位ガソリン1,800トン/日)の受注につながった。GTGプラントの建設に当たっては、当社がEPCコントラクターを担い、トルコのゼネコン大手・ルネッサンス社とコンソーシアムを組成して事業を推進、2019(令和元)年に完成した。

### 搬送プラント

搬送設備メーカーとしては、国内競合他社に比べ後発であったが、1980年代から国内石炭発電所への参入を果たした。また、大容量の土砂搬送コンベヤ設備や、海外向け大型ヤードマシンの納入実績もあったことから、1990年代には国内有数の搬送設備メーカーとして認知された。

国内において新設石炭火力発電所の建設ラッシュは2000年代初めまで続いたが、その後停滞し、事業撤退・縮小するメーカーもでてきた。し

かし、2011(平成23)年の東日本大震災を機に、再び石炭火力発電所の新規計画や更新案件が検討されるようになった。

その際、注目されたのが、独自技術として1992年から開発を進めてきた空気浮上式ベルトコンベヤ「FDC<sup>®</sup>」(フローダイナミックコンベヤ)であった。FDC<sup>®</sup>は、1994年から納入を始めていたが、2000年に電源開発株式会社の橘湾火力発電所で受入用の大型コンベヤとして採用されて以降、多くの電力会社・製鉄会社にも導入されている。2000年代半ばからは韓国や台湾においても納入数を飛躍的に伸ばしており、今後は粉塵発生などの問題を抱える中国市場での展開も期待されている。

その後国内では、2017年頃から環境問題などにより新設の石炭火力発電所の建設延期や中止が増え、需要が減少したが、2018年には株式会社JERA向けに横須賀火力発電所の石炭貯蔵輸送設備・石こう搬送設備一式を受注し、現在製作および据付中である。

FDC<sup>®</sup>は2019(令和元)年現在、264基を納入。その他、搬送機器としては、スタッカやリクレーマ、スタッカリクレーマなどが114基、コンテナクレーン、シップロダ、連続式アンローダなどで87基、ベルトコンベヤ、サイロなども多数の納入実績がある。

### 土木機械

当社は掘削、搬送、整地の各作業分野にわたる



トルクメニスタンの肥料プラント



トルクメニスタンのガス・ター・ガソリン(GTG)プラント

各種機械を開発・製作している。英仏海峡海底鉄道トンネルを貫通させたトンネル掘削機をはじめ、東京湾アクアラインで採用されたφ14.14mの超大口径シールド掘進機、掘削コストの低減と施工効率の向上を実現した三連型駅シールドおよび再利用型シールド機など、多様なマシンを手掛けている。

なかでも2003(平成15)年から2014年にかけて連続受注した、シンガポール陸運局の新規地下鉄路線、シンガポール電力の電力ケーブル用トンネル向けなど岩盤泥水/泥土圧シールド掘進機(計32機)では、その高い技術と実績が評価され、フェーズ2では、後続設備である泥水処理設備、泥水輸送装置を含めトンネル施工設備を一括受注した工区もあった。

国内では、東京外環プロジェクト(2024年度全線共用予定)に参画。2014年には都心から約15kmの圏域を環状に連絡する東京外郭環状道路(延長約85km)の建設に際し、本線のトンネル(南行)東名北工事の掘削用に国内過去最大口径となるφ16.1m泥土圧式シールドマシンを納入。2017年2月、東名ジャンクション発進立坑より掘削工事を開始した。

### 灰処理プラント

1963(昭和38)年に米国最大の灰処理装置メーカーであるUCC社(United Conveyor Corporation)と技術提携し、UCC技術を修得して以来、当社は乾式クリンカコンベヤ、水封式チェーンコンベヤ

などの技術を導入。独自開発の技術を加え、灰処理方式の多様化に対応してきた。

なかでも当社は乾式処理方式では、納入実績を有する国内唯一のメーカーで、2002(平成14)年に神戸製鋼所の株式会社神鋼・神戸発電所1号機向けに納入して以来、2019年現在まで国内で12基の受注実績を持ち、従来の湿式処理方式を含めるとトータルで60基を納入、事業用石炭火力発電所向けでは約80%のシェアを占めている。

2016年には、神戸製鋼所が新設する火力発電所向けに灰処理設備2基の設計・製作、機器調達、据付工事を一括受注した。これは、発電燃料である石炭の燃焼灰を処理する設備で、建設される2ユニット(発電出力は各65万kW)それぞれに設置される。完工は、2021(令和3)年度および2022年度の予定。

## 2. 低温

### 低温プラント

1982(昭和57)年に地下式LNGタンクを、1983年に地上式LNGタンクを建設して以来、当社は金属二重殻式・ピットイン式・PC地上式・地下メンブレン式など、国内で採用されている全形式での実績を持っており、韓国やスペインでLNGタンク建設技術協力を行うなど、国内外で



スタッカリクレマ



左上:英仏海峡でのトンネル掘削機、右上:東京湾アクアラインでの超大口径シールド掘削機、左下:中央環状品川線大橋での再利用型シールド機、右下:シンガポール地下鉄での泥水式シールド掘進機

26基の納入実績がある。

国内では、2006(平成18)年に坂出LNG株式会社、2009年に中部電力株式会社、2016年には北海道電力株式会社向けのLNG基地を受注した。坂出LNG向けのLNGタンクは、当社初のLNG基地一式フルターンキー受注で、地上式としては当時国内最大容量の18万klであったが、着工からLNG第1船受け入れまでを3年間の短期間で終えた。中部電力川越火力発電所向けも容量18万klだが、こちらは2基で、いずれもPC地上式であった。

これらの容量を大幅に超え、世界最大級の容量23万klを実現したのが、2016年、北海道電力石狩湾新港発電所向けのプレストレストコンクリート防波堤外槽一体型地上式LNGタンクであった。株式会社大林組との共同受注で、北海道電力初のLNG火力発電所となった。

海外では、2012年に日本企業が初めて操業主体として取り組むガス田開発事業として、オーストラリア・イクシスLNG社向け低温タンクを受注。同国の大手建設会社とコンソーシアムを組み、16万5,000m<sup>3</sup>のLNGタンク2基、LPGタンク2基の計4基を建設した。

翌2013年には、原子力発電からの燃料転換を進めている台湾で、台湾中油の台中港LNG受入貯蔵設備の増設プロジェクト向けに、LNG払出ポンプ、低温配管等の付属設備などの周辺設備を含め、地上式LNGタンク(16万m<sup>3</sup>、3基)を受注した。

## 水素プラント

当社は、1973(昭和48)年に液化水素技術の開発を開始し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)種子島宇宙センターに、1985年に横置円筒形貯槽(64m<sup>3</sup>/基)、1994(平成6)年には液化水素を貯蔵する国内最大の球形タンク(600m<sup>3</sup>/基)を建設。以来、陸上輸送用の液体水素コンテナの開発などへと分野を広げ、マイナス253℃という極低温の液化水素を安全に輸送・貯蔵する技術を培ってきた。

2005年には、日本で初めて、高性能液体水素コンテナを使った水素ステーションへの輸送供給に成功した。このコンテナは、経済産業省および国立開発研究法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて開発したもので、容積約14.65m<sup>3</sup>の貯蔵タンクを内蔵し、ステーション用の定置式貯蔵タンクとしても使用できる。輸送試験は、兵庫県尼崎市の液化基地から東京都江東区の燃料電池自動車水素ステーションまで公道を使って行われ、コンテナ使用による液体水素の輸送効率向上と、輸送費低減が実証された。

また2014年には、産業用初の純国産独自技術による水素液化システムを開発し、播磨工場で水素液化試験を開始した。同システムは、水素液化機、液化した水素を貯蔵する液化水素貯蔵タンクなどで構成され、従来より液化効率を約20%向



中部電力川越火力発電所向けLNGタンク



オーストラリア・イクシスLNG社向け低温タンク

上、本体重量を30%軽量化し、大幅コストダウンを実現。1日約5トンの水素を液化する能力を有する。開発に当たっては、当社の極低温物質のハンドリング技術やタービン技術を活用し、現在、商用化に向けた実証実験を進めるとともに、液化工程におけるさまざまなデータを取得し、さらなる大型化を目指している。

### 3. ボイラ

#### 事業用ボイラ

当社が80年代以降納入した事業用石炭焚ボイラは、大容量ボイラが建設されるに伴って負荷調整用となり、頻繁な負荷変動や起動停止の増加での過酷な運転条件で運用されるようになった。

現在使用されている当社納入の事業用ボイラ設備は、運用条件に応じた高温部材の材質改善や余寿命診断、構造改善などを適用して、延命化が図られている。

#### ごみ焼却用・内部循環流動床ボイラ

90年代から注目され始めたダイオキシン問題により、それまでとは異なるごみ・廃棄物発電への要求が生まれた。高温での安定燃焼による処理を目的に、大型の24時間連続運転炉が主流となり、併せて、処理ごみの固形化や広域化処理などの取

り組みが生まれることになった。設備側では流動床ボイラでの多種燃料(ごみ、廃棄物、バイオマス)への対応が求められ、廃棄物の熱再利用、廃棄物発電、バイオ燃料を使用した発電案件が増加した。

当社は、1999(平成11)年にRDF専焼内部循環流動床ボイラ(RDF処理量315トン/日)を初受注し、2002年に運転を開始して、ごみを燃料とした発電設備として発電効率30%以上を達成した。2012年には韓国に海外向け初号機(処理量300トン/日)を納入、2017年までに計3缶を輸出した。

#### 発電設備用ボイラ

発電設備用においては、各種燃料に対応するボイラを開発し、エネルギー利用の効率化に貢献してきた。

石油精製過程で発生する残渣を超低NOx、低ばいじん燃焼できる方式として、高温還元燃焼炉と低温酸化燃焼炉を効果的に結合したKACC®ボイラを1995(平成7)年に開発し、旧紀州製紙株式会社・紀州工場(1998年)(蒸発量130トン/h)、旧株式会社ジャパンエナジー・知多製油所(1999年)(蒸発量200トン/h)、旧日本大昭和板紙株式会社・芸防工場(2001年)に納入した。また2014年には、倒立形のU-KACC®ボイラを開発し、富士石油株式会社・袖ヶ浦製油所向けにユリカピッチ焚き初号機(蒸発量295トン/h)を受注した。いずれも従来型ボイラでは困難であった



高性能液体水素コンテナを使った水素ステーションへの輸送試験



内部循環流動床ボイラの海外向け初号機(韓国)

長期連続運転を行っている。

2000年代には海外にも展開。2003年には、フィリピン向けの石炭焚事業用火力発電所(発電端出力116MW×2系統)をEPC契約で受注した。微粉炭焚ボイラをはじめ、栈橋や海水取排水設備などの海洋構造物、河川取水設備、送電線設備など発電所付帯設備も納入した。

排熱ボイラ(HRSG)はガスタービン排熱・コークス炉排ガス回収用などのボイラ単独での納入に加え、複合発電設備(CCPP)やガスタービン発電設備のCCPP化案件として、マレーシア、メキシコ、ブラジル、バハマ向けなどにEPC契約で受注、納入した。

2011年には世界初のFLNG(天然ガス洋上液化・貯蔵・出荷設備)用のボイラ7缶を受注。1缶当たり蒸発量220トン/hは洋上用では世界最大容量であった。

#### 船用ボイラ

当社は船に搭載する推進機関用の主機として、船用ボイラを長年供給し、多数の実績を有している。LNG船用に開発し、プラント効率を大幅改善した次世代型船用再熱ボイラ(UTR型)が、当社建造177,000m<sup>3</sup>型LNG運搬船(2011(平成23)年就航)に初めて搭載された。

#### セメント排熱発電設備(セメント工場用排熱ボイラ)

セメント工場の廃熱を回収し、蒸気を発生させ

て発電する設備であり、セメント工場全体の電力消費量の約30%をまかなうことができる省エネ設備であり、CO<sub>2</sub>排出削減に大きく貢献している。

2006(平成18)年に設立した中国合弁会社のACK、その後設立したCKMのきっかけとなった製品であり、高い評価を得て、現在までに世界各地で240基以上の納入実績がある。2018年10月には世界最大出力(43.5MW)のセメント排熱発電設備を韓国のサンヨンセメント・東海工場向けに納入した。

2017年には従来と比べ高性能でコンパクトなVEGA<sup>®</sup>ボイラを開発し、太平洋セメント株式会社をはじめ、国内外での受注実績(ACK分含む)を上げている。

## 4. 環境

#### ごみ処理・発電施設

1990年代以降は、清掃工場、クリーンセンターなどの環境施設においても排煙のクリーンさや省エネルギー、あるいは廃棄物発電、バイオマス発電など、多様なニーズへの対応が求められるようになった。また、行政の広域化に伴い、大型化や長時間運転への対応も必要になった。

1996(平成8)年に受注し、2001年に竣工した京都市東北部クリーンセンター【処理能力：350ト



フィリピンSPI石炭焚き事業用火力発電所



世界初のFLNG用ボイラ

ン/24h×2基、発電出力：15,000kW】は、風致地区第1種地域、自然風景保全第1種地区などに指定されていたため、全国一クリーンな施設をコンセプトとした。排ガス処理設備には、減温塔、バグフィルタ、湿式ガス洗浄装置、活性炭吸着塔、触媒脱硝装置のほか、飛灰用の単独熔融炉も併設。焼却炉には、川崎サン形並行流炉の初号機が採用された。

1999年受注の千葉市新港クリーンエネルギーセンター【処理能力：135トン/24h×3基、発電出力：蒸気タービン発電機12,150kW+ガスタービン発電機4,500kW×2基=合計21,150kW】は、ガスタービンの高温排ガスを利用して蒸気タービン入口蒸気を再加熱する“スーパーごみ発電”。東京電力からの給電に加え、ガスタービン発電機2基、蒸気タービン発電機、非常用発電機の5電源を制御し、熱供給と両立させる熱電併給を実現した。

2007年には、東京二十三区清掃一部事務組合の世田谷清掃工場向けに、国内最大規模かつ大都市では初めてとなる流動床式ガス化熔融炉によるごみ焼却施設【処理能力：150トン/24h×2基、発電出力：6,750kW】を納入。流動床式ガス化熔融炉と、高温熔融により灰を減容化し無害化できるプラズマ式灰熔融設備【処理能力：60トン/24h×2基】で構成され、ダイオキシン類排出基準、排ガス規制、排水規制および灰等の溶出規制

などの厳しい基準を満たしている。

国内初の“ごみ焼却・バイオガス化複合施設”として建設されたのが、2010年受注の山口県の防府市クリーンセンター【焼却設備：75トン/24h×2基、発酵設備：(選別ごみ17.2トン/24h+汚泥8.55トン/24h)×2系列、リサイクル施設：23トン/5h】である。バイオガス化施設・ごみ焼却施設を組み合わせる高効率な廃棄物発電を行い、最大発電量3,600kW、発電効率23.5%(基準ごみ時)の優れた環境・省エネルギー性能を実現。環境省・循環型社会形成推進交付金制度における高効率原燃料回収施設の乾式システム(バイオガス化施設から発生する発酵残渣の焼却処理を行う)を採用した第1号でもある。

2011年、2012年には、東日本大震災で発生した災害廃棄物処理する“がれき処理施設(仮設焼却炉)”を宮城県の仙台市、山元町に相次いで建設した。仙台市はロータリーキルンで、処理量は当時稼働していた仮設焼却炉としては最大級の約300トン/24h。キルン本体は青森県八戸市の工事で発生した遊休キルンを採用して工期を短縮化し、2011年12月に稼働した。宮城県が山元町から受託したがれき処理施設は、保安林13haを活用したもので2基合わせて300トン/24hの処理能力を持つ。2012年4月、5月に稼働。いずれの炉も2013年中には処理を終え、2014年に解体された。



サンヨンセメント・東海工場向けセメント排熱発電設備



川崎サン形並行流炉の初号機



防府市クリーンセンター

一方、ごみやがれきの処理だけでなく、エネルギー拠点として建設したのが、2013年受注の神戸市の港島クリーンセンター【処理能力：200トン/24h×3基、発電出力：15,200kW】(廃棄物高効率発電施設)であり、ごみ処理施設のエネルギー回収において国内屈指の施設となっている。また、焼却炉を当社のサン形から階段形へ移行してから初めての大型焼却炉で、建屋外壁の一面をガラス張りとして見える化を行い、ごみ処理施設と地域との融合を図った。建設地がポートアイランドの埋立地であったため、フローティング工法を用い、工期短縮化を実現。2017年3月に、施設を納入した。

## 3 技術と生産

### 1. 技術開発

#### 新技術の開発

1990年代以降、当社は環境保護や省エネルギーの観点から新技術の開発に取り組んできた。主なものに、産業プラント用の「新型AQC(Air Quenching Cooler)」(2010(平成22)年)、化学

プラント向け「バイオエタノール製造技術」、搬送プラントでFDC®に活用されている「空気浮上技術」、洋上天然ガスプラントを想定した「FLNG用ボイラ」、そしてごみ処理施設の環境性能を高めた「廃棄物発電ボイラの高効率化技術」などがある。

#### ○新型AQC(産業プラント)

2010年、中国合弁事業推進の一環として、欧州メーカーの第4世代AQCと同等以上の性能を持つ新型AQCを開発した。AQCはセメントキルン(炉)で熔融し焼き固められた1,400℃のクリンカ(鉱物の塊)を100℃以下に空冷する設備で、熱回収した空気をキルンと予熱機に送って燃費を向上させる設備。製作は、CONCHセメントとの合弁で設立したCKE社で行われ、2019(令和元)年までにCONCHセメントに10台(5,500トン/d×9台、3,500トン/d×1台)、淮北衆城セメント社向けに1台(5,500トン/d)を納入した。

#### ○バイオエタノール製造技術(化学プラント)

2006年、NEDOとの共同研究で、自動車用燃料への利用が注目されていたバイオエタノールの製造技術の開発に着手した。原料として当時主流だった木材に代え、より安価なサトウキビの絞りかす(バガス)や、てん菜のかすを使用し、独自の方法でアプローチ。2008年から2012年にかけて農水省助成(補助)事業に指定されるなど、稲わらを対象に開発に注力したが、実用化直前のFS



神戸市港島クリーンセンター



バイオエタノール製造実証設備

(フィージビリティスタディ)で社会的状況(国内では自動車燃料に直接添加する状況に至らず)やコスト高が原因で、受注、建設には至らなかった。結果には結び付かなかったが糖化液の分離、濃縮、精製技術は汎用技術として以降の開発に生かされている。

#### ○空気浮上技術(搬送プラント)

当社では、かねてから空気圧により物体を浮かせ摩擦抵抗を低減し、移動を容易にする空気浮上技術の開発を進め、製品化してきた。

1992年から開発に着手し、1994年に製品化したのが、少量の空気でもベルトを浮かせる空気浮上式ベルトコンベヤ「FDC®」(フローダイナミックコンベヤ)である。ローラレスのため低騒音・低振動で粉塵飛散がなく、環境に配慮し省力化が図れるなど優れた特長を持ち、2016年までに国内外の石炭火力発電所、製鉄所向けなどに286基を納入している。

空気浮上により天然芝サッカーグラウンドを移動させる「ホヴァリングステージ」は、1997年の札幌市主催「札幌ドーム設計・技術提案競技」において、株式会社竹中工務店、大成建設株式会社、当社チームが提案したもので、2001年5月に竣工した。

2001年12月に完成した「床転換装置」は、兵庫県立武道館(ウインク武道館)の建設に際して開発した全自動で床転換を行う装置であり、2002年4月から運用開始し、10人以上の作業員で1~2

日を要した剣道場から柔道場への転換作業(畳の片付け、敷き込み、架台づくりなど)が、1人、40分で可能となった。

一方、液晶パネル用ガラスの生産ライン向けに開発したのが、「液晶ガラス縦型搬送・加工設備」である。エアーや水流などを活用してガラスの片面を非接触で保持しながら、ガラスの下端面を支持して縦向きで薄板ガラスを搬送、反転させることにより、ガラスの切断、面取、洗浄などを行う設備。ガラス搬送時の傷や各工程で発生するパーティクルを抑え、サイクルタイムの短縮化、省スペース化が可能となった。2003年8月から2009年まで、改良を加えながら順次納入した。

#### ○洋上施設(FPSO)用ボイラ(FLNG用ボイラ)

FLNGは、海底のガス田から天然ガスを汲み上げ、精製・貯蔵・出荷する海上に浮かんだ施設。当社は、2011年からシェル社が建設する世界最大のFLNG用に大型のボイラを開発。燃料として使用されるガス性状への対応のみならず、波や天候の変化など洋上施設として起こり得る課題を抽出し、最適燃焼室設計、構造体設計の適正化を行い、2013年に納入。流動解析(CFD)、FEM解析、3Dモデル解析手法の活用を向上させる契機となった案件だった。

#### ○先進的固体吸収材二酸化炭素分離回収技術(KCC)

KCC(Kawasaki CO<sub>2</sub> Capture)システムは、当社が独自に開発した多孔質材にアミン系溶液を



札幌ドームのホヴァリングステージ



兵庫県立武道館(ウインク武道館)の床転換装置

担持した固体吸収材を用い、CO<sub>2</sub>分離回収するシステムである。当社固体吸収材は60℃の低温蒸気によりCO<sub>2</sub>を分離回収できるため、余剰排熱を利用し従来方式より少ないエネルギーで分離回収が可能となる。また移動層システム採用により、装置をコンパクト化し吸収効率向上を図っている。

2010年度よりカンパニーが研究開発に参画し、改良を重ね、石炭火力発電所への適用を目指してきた。2018年度からはNEDO事業として、関西電力株式会社舞鶴発電所にて実ガス曝露試験を計画・実施。2020(令和2)年度より40トンCO<sub>2</sub>/day規模のKCCパイロットプラントを建設し、実ガスによる石炭燃焼排ガス適用性の研究を実施する。

#### ○廃棄物発電ボイラの高効率化技術(環境分野)

従来の廃棄物発電ボイラは、蒸気温度が高くなるにつれて、ごみに含まれる腐食成分によって高温腐食が生じ、ボイラ管の減肉リスクが高くなるという欠点があった。当社では高温腐食対策を基盤技術と位置付け、技術開発部が主体となり2008年から開発に着手して、2009年には、短期間で腐食特性が評価できる試験方法を確立し、腐食抑制技術を開発。従来の蒸気条件(4MPa×400℃)を超える420℃でも安定して発電できるボイラを製品化し、富士市や鹿児島市に導入。2019年度には450℃ボイラを開発し、市場投入を行った。

#### ○水素サプライチェーン(日豪間)構築の実証事業

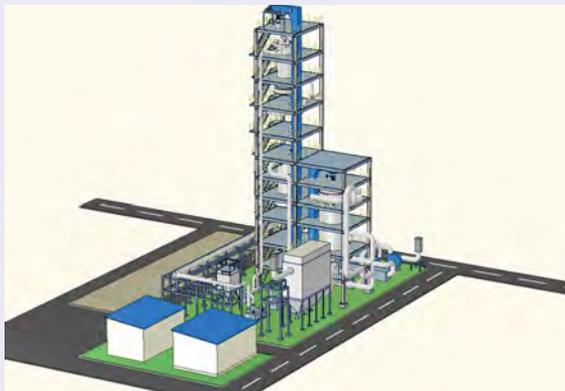
2016年、当社および電源開発、岩谷産業株式会社、シェルジャパン株式会社は、「技術研究組合CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン推進機構(HySTRA)」を設立し、NEDOより補助金を受けて活動をスタートさせた。

2018年4月には、当社および電源開発、岩谷産業、丸紅株式会社に豪州企業・AGL Energy Limitedを加えた5社によるコンソーシアムに対する豪州政府からの資金支援が確定し、豪州・ビクトリア州ラトロープバレーの褐炭から製造された水素を液化し、日本へ輸送する国際的なサプライチェーン構築の実証事業(Hydrogen Energy Supply Chain Project)が本格化した。

褐炭ガス化、水素ガス精製、液化水素製造、陸上輸送および積出、液化水素運搬船による輸送と液化水素荷役実証ターミナル(神戸市)での荷役からなるパイロット実証がスタートし、2017年から実証設備の建設・建造が順次開始。2020年から2021年の間に一連の実証試験実施が計画されている。

#### ○浮体式LNG発電プラント

高効率の自社製発電設備を浮体に搭載した浮体式LNG発電プラントを開発し、2019年6月には、世界有数の船級協会であるDNV GLから、ガスエンジンモデルにおいて2018年版「Gas Power Plant」規則に基づいた設計基本承認(AiP: Approval in Principle)を取得。10月には、



KCCパイロットプラント



浮体式LNG発電プラントイメージ図

CCPPを搭載した浮体式LNG発電プラントにおいても設計基本承認を取得した。

設計基本承認とは、新製品・新技術の概念設計のリスク・アセスメントおよび船級規則への適合性の検証により、第三者としての船級協会による確認を得ることである。

浮体式LNG発電プラントは、LNG燃料タンク、LNG気化装置、発電設備、受変電設備のすべてを浮体に搭載した統合型システムで、海上や河川を曳航し、設置場所に係留しながら浮体上で発電することによって、陸上の送電網に電力を供給するもの。電力需要の伸びが著しい東南アジア諸国をはじめとした大小の島々での安定電源確保に課題を抱える地域や、陸上の発電所建設用地が不足するなどの地理的条件に課題を持つ地域での需要が見込まれている。

#### ○国内メーカー製初の「水素液化機」

当社は従来、水素を効率よく貯蔵および輸送するための手段の一つとして水素液化技術の研究開発に取り組んできた。2020年には、国内メーカー製初の水素液化機を開発し、販売を開始した。業界トップクラスの液化効率を実現したもので、3,000時間以上の長期間にわたる連続実証運転や各種機能試験で性能と信頼性が実証されており、1日当たり5トンの液化水素の製造が可能。5トンは、燃料電池自動車(FCV)1,000台分の燃料に相当する。将来的には、水素の普及量に合わせて水

素液化機のラインアップを拡充する予定である。

## 2. 生産

### ものづくり教育の推進

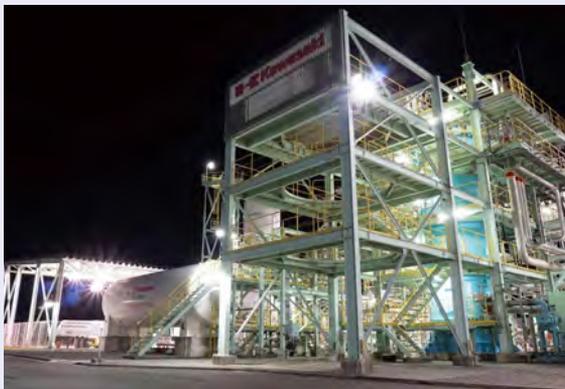
2000年代後半に経験豊富な“団塊の世代”のベテラン職員が多く定年退職し、人員構成の若年化が急速に進行。加えて、工場の集約・統合により未経験の製品への生産対応が必要となるなど、経験不足による技能、技術、品質、安全への影響が懸念された。そのため、2009(平成21)年、ものづくり教育訓練プログラム・匠塾を設立。生産技能をはじめ、安全・品質および社会人としての成長に必要な知識などの教育を開始。当初は古い倉庫を改築した“寺小屋”を使用していたが、2012年に播磨工場内に技能教育センター「匠塾」を建設し、ものづくり技能の伝承による品質向上や、危険体感教育を通じた職場安全の向上などの、ものづくり教育を推進している。

### 生産設備の更新および新設

2010(平成22)年、2011年にかけて、老朽化や新規大型製品の受注が相次いだため、播磨工場において生産設備の更新・新設を集中的に行った。

### ○衛星フェアリング製品の増産と新工場の建設

当社は、JAXAが進めている基幹ロケットの開



実証運転を行った水素液化機



匠塾での溶接教育

発・運用に際して、ロケット先頭に装備し、搭載機器などを保護する「衛星フェアリング」の設計・製造を担ってきたが、2009年から2010年にかけて、従来のH-IIAロケットの打ち上げ機数の増加、H-IIBロケットの運用開始、イプシロンロケットプロジェクトへの参画などが決定した。並行して3機種向けの「衛星フェアリング」を製造することになったため、年産約5.5機へと製造体制を増強。さらに、将来の打ち上げ計画に対応するために、第2、第3のフェアリング組立棟の新設にも取り掛かった。東日本大震災の影響により材料調達の遅延などが発生したものの、2011年9月までにすべての増強・新設工事を終えることができた。

#### ○生産設備の更新・新設

1971(昭和46)年の建設時より使用し続けている生産設備を2011年から2016年にかけて更新し、生産能力の増強を図った。老朽化による故障の多発や、設備メーカーのサポート期間終了による修理不能などが問題となってきたためである。

- ・2011年 220トン自走式搬送台車、大型横中グリ盤(BF321)
- ・2012年 5,000トン油圧プレス(躯体部は内製)、中型立旋盤(LV222)
- ・2014年 レーザー切断装置
- ・2015年 大型立旋盤(LV322)
- ・2016年 中型横中グリ盤(BF302)



イプシロンロケット初号機のフェアリング

これらの更新・新設により生産能率が向上し、生産リードタイムの短縮に大きく寄与した。

#### ○大型プラント製品へのKPS適用とボイラ新工場の建設

同じく2011年には、オーストラリアのプレリウドガス田向けFLNGボイラ7缶(重量約500トン/缶)を製造するために、大型ボイラ製品の組立用新工場を建設した。従来の生産方法では納期割れが予想されたため、組立工程にはKPS(Kawasaki Production System)の考え方を取り入れたライン生産方式を採用。新ラインにより約13カ月間で大型ボイラ7缶の組立を完成させ、顧客が要求する納期を守ることができた。

## 4 | 生産拠点・関係会社

### 1. 生産拠点

#### 神戸工場で設計、播磨工場で製造を担う生産体制を確立

プラント設備関連の案件は一社一様で、案件、現場毎に異なる。多くの場合、東京本社で営業活動を展開し、受注。必要なプラントや設備機器については神戸工場で設計、播磨工場で製造し、現



KPSの考え方を取り入れたFLNGボイラ組立ライン

場スタッフが実際の組立・施工を担う。

#### ○神戸工場

1881(明治14)年の設立以来、船舶製造および各種製造事業などの生産拠点として事業を支えてきたこの地に事務所を構え、プラント全体で約80%の従業員が勤務している。プラント関連では、エンジニアリングを担当。

#### ○播磨工場

1971(昭和46)年に開設された当社主要工場の一つ。ボイラ、鉄道車両から土木・建設機械、鉄鋼構造物までさまざまな事業の製品製造を担う。プラント関係では、低温貯槽、シールドマシン、トンネルボーリングマシン、ボイラ、その他各種プラント機器の製造を行っている。

2018(平成30)年には播磨工場敷地内にH-IIA/Bロケットの増産およびH3ロケットの開発に対応すべく、「第4衛星フェアリング組立棟」を建設した。

## 2. 関係会社

### 国内トップの破碎機メーカー、株式会社アーステクニカ

2003(平成15)年4月に破碎機事業で最大のライバルである神戸製鋼所と合弁で設立。合弁のねらいは、両社の強みを活かして業界での圧倒的な優位性を獲得し、重複している機能・機種統合、生産すみ分けなどにより経営の効率化を図り、受

注量・収益力の向上を目指すこと。当初の出資比率は50:50だったが、2005年4月、当社は製造部門、管理部門をアーステクニカに合流させ、営業・技術含め全員が転籍して製販統合を推進。2008年4月には100%出資とした。2010年から2019年にかけて、独自のブランドとしてミルやコーンクラッシャ、ジョークラッシャ、インパクトクラッシャなどの新製品を開発し、「REXE(レグゼ)」シリーズとして上市。いずれも40%から60%台の高いシェアを誇り、国内トップの破碎機メーカーとしての地位を築いた。

REXEはRevolution “X” of Earthtechnicaの頭文字を採ったもので、Xにはさらなる付加価値を持つシリーズとの意味が込められている。

2012年、塩野義製薬株式会社より医療機器事業を継承。近年では、破碎機事業で蓄積した技術をもとに、粉体関連分野や海外鉱山を中心とした輸出分野についても積極的に事業を展開。2019(令和元)年には、農業分野で豊富な知識を有する株式会社リバネスと植織機で処理した竹資材(竹パウダー)の有効性検証に関する協同実証実験を開始し、林業・環境分野での新規ビジネス構築にも挑んでいる。

### 中国に合弁会社4社を設立

世界第三位、アジア最大のセメントメーカーである海螺セメントグループとの合弁事業として、



播磨工場の大型ボイラ製品組立工場



株式会社アーステクニカ

2006(平成18)年から2009年にかけて、中国安徽省蕪湖市に合弁会社3社(ACK/CKM/CKE)を設立。各社の特長を活かしつつ連携を取り、セメント関連のほか、省エネ・環境保護関連のプラントのエンジニアリングや機器・設備の製造、メンテナンスなどの事業を展開。2016年には上海に海外向けの営業・サービス拠点である上海海螺川崎節能環保工程有限公司(SCKE)を設立し、海外展開にも力を入れている。

#### ○安徽海螺川崎工程有限公司(ACK)

2006年12月に設立されたエンジニアリング会社。中国を中心に、主力のセメント排熱発電プラントなどで実績を重ね、海外へも事業展開。さらに製鉄排熱分野、都市ごみ処理、污水处理などの環境関連事業にも進出し、業容の拡大を続けている。

#### ○安徽海螺川崎節能設備製造有限公司(CKM)

ACKに続き2007年10月に設立した合弁会社。セメント排熱発電プラントの主要機器であるボイラを製造する工場としてスタートし、以降、セメント原料を粉砕するミル、ごみ処理設備などの環境関連製品にも事業を広げている。

#### ○安徽海螺川崎裝備製造有限公司(CKE)

3社目の合弁会社として2009年7月に設立。ACK、CKMの隣接地に工場を保有し、セメント設備の製造・メンテナンスを主力事業としている。中長期的には、当社セメントプラント事業の世界展開における重要な製造・調達拠点として機

能することが期待されている。

#### ○上海海螺川崎節能環保工程有限公司(SCKE)

ACKが製品・サービスを海外に展開する目的で、2016年1月に上海浦東新区(自由貿易区)に設立した営業・サービスの拠点。国際都市・上海の立地を活かし、セメント排熱発電設備、セメント製造設備、石炭焚・天然ガス焚自家発電設備などを展開している。

### 専門分野の独立とシナジーの発揮

プラント・環境事業では従来、エンジニアリングや現場での工事、あるいは国内外への販売など、専門分野を独立させ関係会社を設立し、それぞれが役割を担いつつ全体としてのシナジーを発揮してきた。主な会社として以下がある。

#### ○川崎エンジニアリング株式会社

1960(昭和35)年に当社より分離・独立。以来、プラント設備建設の計画段階から設計、試運転、アフターサービスに至るまでをトータルにカバー。コークス炉ガス(COG)処理設備、排煙脱硝装置などの環境保全分野や、オートクレーブや熱交換器などの産業用機器、医療健康用装置なども製造。印刷・複写・電子化サービスも行っている。

#### ○KEE環境工事株式会社

火力発電設備の据付工事を専業とする工事会社を前身として、1950年に設立。エネルギー・



レグゼコーン



川崎エンジニアリング株式会社

環境プラントカンパニーの関係会社として、ボイラ、環境プラント部門の建設工事、およびメンテナンス関連業務に携わる。とくに、ごみ焼却プラントの据付工事や維持・補修工事に強く、技術力には定評がある。

#### ○川重環境エンジニアリング株式会社

当社建設の環境施設の運転・維持管理会社として1986年に設立。当社グループの環境サービス分野を担うために、高度な技術を受け継ぎ、密接な連携を維持しながら、国内各地で運転・維持管理業務を展開。主な実績に、ごみ焼却施設、ガス化熔融システム、リサイクル施設、ガスエンジン発電システム、水処理施設などの運転・維持管理業務がある。

#### ○川重ファシリテック株式会社

1977年にグループ会社として設立。施設や構造物をより長く、快適、安全に運用するためのサービスを展開している。主な事業に、インスペクション(保安検査、非破壊検査など)、メンテナンス(水門、港湾荷役、航空機整備など)、プロダクト(生産ライン、プラントの構築)、の3つがある。

#### ○KHファシリテック株式会社

川重ファシリテックの鉄構工事部門(源流は川重鉄構工事株式会社(1964年会社設立))について、2020(令和2)年4月株式会社駒井ハルテックと協業で新会社を設立、北九州市若松区に工場を擁し、鋼管構造、特殊構造の建築鉄骨等、鋼構造物の製作・据付を行っている。

#### ○KHI Design & Technical Service, Inc.(KDT)

1990(平成2)年に川重マリンエンジニアリング株式会社の設計子会社として、フィリピン・マニラ首都圏に設立されたエンジニアリング会社。ごみ焼却施設や化学などのプラント関連設備から、土木機械や搬送機械、ボイラなどの単体機器および電気計装や配管などの設計・エンジニアリングを行う。

#### ○川崎重工産業機械貿易(上海)有限公司

2004年に上海の自由貿易区に設立した貿易およびコンサルティングサービスを行う会社。当社と連携し、プラント関連機器の中国内外における営業・調達取引をはじめ、技師派遣、アフターサービス、品質管理業務などを行う。

#### ○スチールプランテック株式会社

2001年に日本鋼管株式会社(現・JFEエンジニアリング株式会社)、日立造船、住友重機械工業株式会社により設立され、2003年に当社が参画した製鉄プラントエンジニアリング会社。製鉄プロセスの上流から下流までの幅広い工程に対応する製品を揃え、各種プラント設備のアフターサービス、プレサービスなども提供している。

#### ○カワサキグリーンエナジー株式会社

グループ企業である川重商事株式会社の電力小売事業を分離し、2021年に当社と川重商事が共同で設立した。事業内容は、電力の小売り、エネルギーシステムの企画・開発・販売などである。



KEE環境工事株式会社

川重環境エンジニアリング株式会社のごみ焼却プラント  
運転訓練シミュレータKHI Design & Technical Service,  
Inc.(KDT)

将来的には水素燃料由来の電力の取り扱いも視野に入れている。

## 5 プラントエンジニアリング事業の将来展望

### 1. グループビジョン2030におけるプラントエンジニアリング事業のビジョン

日本政府は2050年までに、CO<sub>2</sub>の排出量を実質ゼロにすると宣言。脱炭素化の切り札として、水素エネルギー社会実現への期待が大きくなっている。当社は水素関連製品のフロンティア企業として、「つくる」「はこぶ」「ためる」「つかう」に必要な技術の開発・製品化に取り組む。

エネルギーソリューション&マリンカンパニーは造船技術、極低温技術、燃焼技術の分野で、低コストで安定したカーボンニュートラル社会を早期に実現する役割を担う。「安全安心リモート社会」、「近未来モビリティ」の分野では、各種プラントにおけるロボット化・リモート化の推進や操船マネジメントの技術確立の役割を果たしていく。

当カンパニーは今、地球温暖化、脱炭素化、エネルギー問題という社会課題に対して水素利活用の実現を目指し、水素を大量安定供給できるサブ

ライチェーンの構築に取り組んでいる。プラントエンジニアリング事業は、水素分野で「つくる」「ためる」に関連する製品化の役割を担う。また、先進国の労働人口の減少、3K職場に代表される過酷な労働環境などの社会課題に対し、ごみ焼却プラントや各種産業プラント分野において省力化・安全性向上のためロボットの活用やリモート技術による新しい働き方の実現にも取り組んでいる。

### 2. プラントエンジニアリング事業の中期的な取り組み

水素の大量安定供給実現に向けて、液化水素基地のタンク大型化や高効率の大型液化システムなどを開発。水素エネルギーの将来の需要拡大に向けた、ライセンスビジネスやコアコンポーネントの供給などコト売りへの取り組みを進めている。

「安全安心リモート社会」の実現に向けては、ごみ焼却プラントや産業プラント分野で、ロボットやAIを活用した省力化・技術伝承、遠隔操作による安全性向上のシステム開発に取り組む。

エネルギー問題に対しては、CO<sub>2</sub>排出量削減に向けて、今後増加が見込まれる再生可能エネルギーを考慮した、高度なエネルギーマネジメントシステムによる電力の安定供給システムの構築を目指す。



液化水素積荷基地イメージ