

## 第3部 最近の25年(部門史)

1997(平成9)年～2021(令和3)年

お客様と共に

「世界最高水準の“技”で  
社会価値を創造」

## **陸・空輸送システム**

航空宇宙システム事業  
車両事業

## **エネルギーソリューション&マリン**

エネルギー・船用事業  
プラントエンジニアリング事業  
船舶海洋事業

## **モーションコントロール&モータービークル**

精密機械事業  
ロボット事業  
モーターサイクル&エンジン事業

## **研究開発部門**

本社研究開発部門

# 航空宇宙システム事業



P-1固定翼哨戒機



C-2輸送機



ボーイング787

# 1 航空宇宙・ジェットエンジン事業の変遷

## 1. 成長への助走(1997~2001年)

ボーイング社の「777」プロジェクトへの参画、エンブラエル社との共同開発、ヘリコプタ部門の躍進、そして航空宇宙カンパニーの発足。1990年代から2001(平成13)年にかけて、当社は国内のみならず世界の航空機・ジェットエンジンメーカー、国産ヘリコプタのリーディングカンパニーとしての地位を確立した。

### 航空宇宙事業の動向

#### 防需

90年代は「P-3C」および派生型機の開発・生産・改修、「US-2」の共同開発などを通じて、大型機設計に関する多くのノウハウと経験を得た時期である。前者は1982(昭和57)年度に海上自衛隊向けに納入され、その後もアップデートを繰り返し、2020(令和2)年現在も活躍しているライセンス生産の対潜哨戒機、後者は1996(平成8)年より新明和工業株式会社、富士重工業株式会社(現・株式会社SUBARU)および日本飛行機株式会社と共同開発がスタートした救難機である。

後者の主契約会社は飛行艇メーカーの新明和工業だが、主契約会社としての経験が少なかったため、大型機の開発・運用支援の経験が多く、海上自衛隊にも精通した当社が主協力会社として参画。2003年に初飛行に成功し、2007年より正式に配備されて海上での人命救助活動に当たっている。

1981年、当社は航空自衛隊が使用していた練習機2機種(「T-1」および「T-33」)を、1機種で代替する「T-4」開発の主契約会社に選定された。1988年から量産機の納入を開始。その後、ブルーインパルス機として採用が決まり1994年に初号機を納入。1996年からのブルーインパルス展示飛行により高い飛行性能をアピールした。当社の掲げる“プライム能力を有する航空機メーカー”の先駆けとして、その後の「OH-1」「P-1」「C-2」開発へつながった。

#### 民需

90年代に入ると、ボーイング社の「777」型旅客機開発が本格化した。当社はプログラムパートナーとして参画。名古屋第一工場の新設、新工法の採用などで万全の量産体制を構築し、1993(平成5)年に初号機「777-200」向けの前胴パネルを納品した。ボーイング社はその後も6モデルの派生型機(長距離派生型機「777-200ER」、長胴派生型機「777-300」、超長距離派生型機「777-200LR」、貨物型機「777-200F」など)を開発、「777」



T-4



777-200向けの前胴パネル



OH-1 ハワード・ヒューズ賞受賞

シリーズは世界のベストセラー機になった。

1998年には、ボーイング社に引き続きブラジルのエンブラエル社のリージョナルジェット機「E170」の開発に参画。最も難しいといわれる主翼コンポーネントの設計・製造を担当し、民間機事業を拡大した。

## ヘリコプタ

1996(平成8)年、陸上自衛隊向けの観測ヘリコプタ「OH-1」の試作初号機が初飛行に成功した。戦後、最も早くヘリコプタ生産に取り掛かった当社だが、いずれも欧米の航空機メーカーとのライセンス生産・共同開発であったため、国産ヘリコプタの開発が待たれていた。国産の機体、エンジン、先進の技術で開発された「OH-1」は、わが国初の純国産ヘリコプタである。性能も高く評価され、1998年、米国以外の国では初めてアメリカン・ヘリコプタ・ソサエティのハワード・ヒューズ賞を受賞した。

また、1995年の阪神・淡路大震災の発生以降、全国都道府県への防災ヘリの配備が進み、2000年からはドクターヘリ(救急搬送用ヘリコプタ)の配備が行われるなど、医療、警察、防災、報道などの各分野で当社の多用途ヘリコプタ「BK117」の需要が増えていった。本機は1982(昭和57)年から販売され、以降、ニーズに応じて改良を重ねている多用途ヘリコプタのベストセラー機である。

## 航空機エンジン事業の動向

### 防衛エンジン

1998(平成10)年、航空自衛隊の主力戦闘機F-15用のエンジン「F100」のアフターバーナーモジュールのオーバーホールを開始した。

同年、陸上自衛隊の観測ヘリコプタ「OH-1」用のトランスミッションを開発し初号機を納入。「KV-107/OH-6」のライセンス生産で蓄積した技術を活かし国内開発に成功した。

### 民間エンジン

1998(平成10)年、当社はエンジン事業の高度化を目指しロールス・ロイス社と「Trent500」および「Trent8104」の共同開発に関する契約を締結した。前者は2002年に就航するエアバス社の「A340-500/600」に搭載。後者はボーイング社の「777」の次期派生型機に搭載するターボファンエンジンで、いずれも世界トップクラスの性能を誇る次世代大型航空機エンジンである。さらに、1999年末からロールス・ロイス社の既存エンジン「Trent」シリーズの開発運転を明石工場を実施。同社との協力体制を強化した。



BK117 ドクターヘリ



OH-1搭載のトランスミッション



Trent500初回部品納入



Trent800明石テストセルでの初運転

## 2. 大型プロジェクトの稼働 (2002～2009年)

大型航空機2機種同時・共用化開発、リスク・シェアリング・パートナー\*としてビッグプロジェクトへの参画、初の海外工場の設立、航空機・ヘリコプタ用のエンジンの開発。2000年代、当社は“世界に雄飛する航空機メーカー”へ挑戦した。

\*開発費やマネジメントのリスクを一部分担し、共同開発に参画する企業、または契約形態のこと。

### 航空宇宙事業の動向

#### 防需

2001(平成13)年、防衛庁(当時)は海上自衛隊向け次期固定翼哨戒機「P-1」と航空自衛隊向け次期輸送機「C-2」の同時・共用化開発を、航空機・エンジンメーカー各社に依頼。機体の主契約会社に当社、協力会社に三菱重工業株式会社、富士重工業および日本飛行機が指名された超大型開発プロジェクトがスタートした。

「P-1」は航空機開発では世界的に珍しい、機体、エンジン、任務システムの三位一体の開発となった。当社は「T-4」、「OH-1」で培ったプライム能力と、長年にわたって蓄積してきた研究成果・ノウハウで開発をけん引。2007年、試作初号機の初飛行に成功した。

一方「C-2」は民間航空機等で実績のあるゼネラル・エレクトリック社(GE社)のエンジンを使用。2010年に試作初号機が初飛行した。2機はその後開発が続き、「P-1」は2013年に、「C-2」は2017年に開発が完了した。

また、航空自衛隊は運用する戦闘機の滞空時間を延伸するため、2001年、空中給油機「KC-767」の導入を決定。当社が同機の後方支援会社に選定された。

なお、2003年、当社は株式交換により日本飛行機を完全子会社とした。同社は1934(昭和9)年に創業した、航空機部品の生産と修理・整備を行うメーカーで、子会社化の目的は開発、生産、製造の基盤の強化である。

#### 民需

2001(平成13)年、ボーイング社は次世代高速旅客機ソニック・クルーザー構想を公表したが、当初から運航費が高いことが課題であった。その後、航空旅客需要の減退に伴い、運航費抑制の動きを受けて開発を凍結。その2年後の2003年、「767」に代わる、旅客機としては世界で初めて機体主構造に複合材を全面適用したボーイング「787」プログラムを発表した。

当社を含め国内3社が、リスク・シェアリング・パートナーとしてこれに参画。当社は前胴部、主脚収納部、主翼固定後縁の開発と量産に当たった。中型機としては長い航続距離が特徴で、大型



P-1、C-2 ロールアウト式典



名古屋東工場

機では採算収支が厳しかった長距離航空路線の開設を可能にした。さらに派生型機として長胴型の「787-9」、超長胴型「787-10」の2機種を開発。「787」シリーズは中型旅客機のベストセラーとなった。

当社は増産のために名古屋北工場に続いて、南工場、東工場の設備を増強。最新の生産技術・設備を導入した東工場は、「787-10」の長大な複合材一体胴体の生産工場としてフル稼働した。

エンブラエル社でも2001年より、「E170」の派生型機「E190」の開発、製造が始まった。当社は「E170」に引き続き、「E190」の主翼、動翼を受注。主翼全体の組立を現地で行うために、当社初(日本の航空機メーカーとしても初)の海外工場Kawasaki Aeronautica do Brasil Industria, Ltda.(KAB)を2002年に設立した。

“世界に雄飛する航空機メーカー”を目指した挑戦だった。しかし、契約金額と実際の製造コストの乖離、不具合などにより事業採算性が悪化。操業が軌道に乗らなくなったため、2006年にKABを同社に委譲し主翼の組立から撤退した。

海外で民需事業を継続していくことの困難さ、適切なマーケット・プライスの把握と開発前段階での適切な値付けの必要性など、多くの教訓を得た海外展開となった。

## ヘリコプタ

2003(平成15)年、当社は英伊合弁のEHインダ

ストリーズ社(現・レオナルドMW社)が開発した多目的ヘリコプタ「EH101」をベースに、海上自衛隊向けに国産開発の掃海ミッションシステムをインテグレートした掃海・輸送ヘリコプタ「MCH-101」を製造する主契約会社に決定。2006年に初号機を納入した。機体は欧州、掃海具は米国で、これらを日本装備品でインテグレートするプロジェクトである。

本機の主要な任務は海上に敷設された機雷の除去だが、最大36人が搭乗できる広いキャビンを備えた艦載型の輸送ヘリとしても期待された。

## 航空機エンジン事業の動向

### 防衛エンジン

2002(平成14)年、救難飛行艇「US-2」(主契約者 新明和工業)向けに当社が開発したBLC装置(境界層制御装置)初号機を防衛庁(当時)に納入した。本装置は圧縮機から発生させた圧縮空気を主翼と尾翼の上面に吹き出すことにより、低速時に発生する翼面空気流の剥離を防ぎ機体揚力を高め、救難飛行艇に要求される洋上荒波下における低速での離着水を可能とするものである。

翌2003年には、海上自衛隊向けの掃海輸送ヘリコプタ「MCH-101」に搭載される「RTM322」エンジンの主契約会社に選定された。当社はロールス・ロイス社とフランスのターボメカ社の合弁



E170とE190



BLC装置(境界層制御装置)

会社RRTM社と製造ライセンス契約を締結、本エンジンの製造を開始した。

### 民間エンジン

2004(平成16)年、当社はボーイング社の次期主力旅客機「7E7」(現「787」)に搭載される、ロールス・ロイス社の旅客機用エンジン「Trent1000」の開発・生産に、設計、エンジン開発運転作業も含めて参画。同年、最新鋭の加工機械を導入して竣工した西神第2工場でIPC(中圧圧縮機)モジュールの開発を開始し、2006年、初組立・出荷を行った。当社としては部品サプライヤーからモジュールサプライヤーへと大きく飛躍した。2009年にはエアバス社が開発中の新型旅客機「A350」に搭載するロールス・ロイス社の「Trent XWB」エンジンの開発・生産に参画した。

また、2006年、神鋼電機株式会社(現・シンフォニアテクノロジー株式会社)と共同で、世界で初めて大型航空機にトラクションドライブ無段変速機を適応させた一定周波数発生装置「T-IDG®」を開発。本装置は2010年度の電機工業技術功績者の優秀賞を受賞した。

2000年代、当社は航空機用エンジンの開発・生産プログラムへの参画などで、エンジン事業の一層の拡大を図っていった。

## 3. さらなる飛躍に向けて (2010~2020年)

防需部門の堅調な業績、民間航空機分野の拡大、宇宙ロケット用のフェアリング事業拡大。確実な事業の遂行により、3,000億円カンパニーへ成長。防需・民需で得た豊富な経験とノウハウ、高い技術力で、新ビジネスの開拓も始まる。

### 航空宇宙事業の動向

#### 防需

防衛省が当社を主契約会社にコスト削減のために同時・共用化開発を進めていた、次期固定翼哨戒機「P-1」と次期輸送機「C-2」量産1号機が、2012(平成24)年、2016年に初飛行に成功。「P-1」は2013年、「C-2」は2017年より部隊配属が決まった。

同時・共用化開発は前例がなかったが、当社は協力会社の三菱重工業、富士重工業、日本飛行機などと共にオールジャパンで三位一体の開発に挑み、大型プロジェクトを成功に導いた。さらに、訓練用フライト・シミュレータの開発・納入による運用面でのサポートも行った。

#### 民需

2010(平成22)年、「767」の1,000号機出荷を祝う記念式典が名古屋第二工場で開催された。



Trent1000の開発・生産に参画



上：T-IDG®

下：研究開発用フライト・シミュレータ



777 1,000号機納入を達成

1980(昭和55)年の初号機出荷から、30年間をかけての達成である。翌年には「777」の1,000号機を納入。本機は1993年に量産を開始したもので、18年間という短期間で達成である。

これら実績を踏まえ、ボーイング社から「2011ボーイング・サプライヤー・オブ・ザ・イヤー」(主要構造部門)を受賞した。同賞は優れた成果を挙げたサプライヤーに与えられる賞で、1997年に次ぐ二度目の受賞である。

2013年にはエンブラエル社の「E170/E175、E190/E195」シリーズ累計1,000号機の出荷を達成した。1999年にエンブラエル「170」プログラムがローンチされ、2001年の中央翼の初荷から12年という短期間で達成となった。

一方、2010年代、航空機メーカー間の競争が一層厳しくなった。価格攻勢を強めるエアバス社の猛追を受けたボーイング社は、「777」および「747」の後継機として次世代の大型旅客機「777X」の開発を決定。2014年、日本側からは一般財団法人日本航空機開発協会と、当社、三菱重工業、富士重工業、新明和工業、日本飛行機の5社が参画した。「777X」はそれまでのボーイング機をしのぐパフォーマンスを発揮する最新鋭機で、新型複合材の主翼、高燃費の新型エンジン、LEDおよび大型客室窓の採用、静粛性の向上など、機体性能だけでなくキャビンにも大幅な改良が加えられた。

当社は長年培ってきた航空機生産技術に、最先端のロボットや画像センシング技術、制御技術などを駆使した生産性の高い製造ラインを構築。2018年に胴体パネルおよび、米国ネブラスカ州リンカーンに開所した航空機工場を組み立てた貨物扉を初出荷した。

## ヘリコプタ

「BK117」「MCH-101」「CH-47」「OH-1」は順調に量産を続けてきた。「BK117」は2012(平成24)年に累計1,000機納入を達成。それを祝うイベントが、社内外の関係者、ドイツ大使などを招いて東京帝国ホテルで開かれた。本機は西ドイツ(当時)のMBB社(現・エアバス・ヘリコプターズ社(AHD))と当社が共同で開発したヘリコプタで、2017年には共同開発40周年式典がドイツで行われた。

また、本機は2011年に発生した東日本大震災や、近年頻発する各種水害などの救難・支援任務で活躍。機能性を向上した「D-2」型が2016年、「D-3」型が2020(令和2)年に完成し、2020年度から納入が始まるなど、多用途ヘリコプタとして進化を続けている。

## 宇宙

1984(昭和59)年、当社は宇宙開発事業団(NASDA、現・国立研究開発法人宇宙航空研究



「2011ボーイング・サプライヤー・オブ・ザ・イヤー」を受賞



BK117 累計1,000機納入を達成

開発機構)より国産初のH-IIロケット用大型衛星フェアリングの開発を受注した。以来、「H-IIA/B」、「イプシロンロケット」、「H3」のフェアリングを受注、フェアリングメーカーとして確固たる地位を築いた。

また、NASDAを中心に、当社を含む国内宇宙関連メーカー8社で国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」を開発することになった。当社はエアロックと曝露部結合機構からなる、機構系および環境制御サブシステムを担当。「きぼう」は2008(平成20)年に打ち上げられ、2009年より運用が始まった。

衛星分野においても、財団法人無人宇宙実験システム研究開発機構(USEF、現・一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構)が母体となって開発する、「USERS」(Unmanned Space Experiment Recovery System: 無人の自律帰還型回収システム)で最も重要な熱防御材料「アブレータ」を備えた回収カプセルの構造・熱防護系を担当した。

## 防衛システム

1957(昭和32)年に対戦車誘導弾の開発・製造に着手して以来、当社は「64式対戦車誘導弾」、「79式対舟艇対戦車誘導弾」、「87式対戦車誘導弾」を陸上自衛隊に納入してきた。「96式多目的誘導弾システム」は、2000年代に予測される高性能戦車、敵上陸用舟艇などに対処することを目標に開

発されたものである。1996(平成8)年に制式化、1998年から納入を開始した。

「01式軽対戦車誘導弾」は84mm無反動砲の後継で、近距離戦闘での誘導弾として1993年から研究試作に着手した。2001年に制式化され、2003年度から納入を開始した。

量産開始から30年近く経過する、「87式対戦車誘導弾」および「79式対舟艇対戦車誘導弾」に替わるのが「中距離多目的誘導弾」である。非冷却型赤外線画像センサ、ミリ波および赤外線を用いた複合誘導技術など、世界初の新技術が多数開発・搭載され、対戦車だけでなく、上陸用小型舟艇、<sup>えんがい</sup>掩蓋、ビルなどの多目標に対応できる誘導弾のニーズに対応、2011年から納入を開始した。

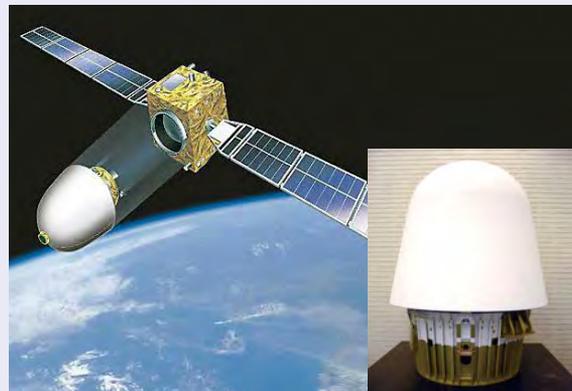
2018年度、防衛省から「新対艦誘導弾の要素研究」が公告されると、機体(岐阜)とエンジン(明石)の共同開発チームを結成してこれに応じ、年度末に研究試作を受注した。

## 標的機

当社は防衛省航空自衛隊向けに戦闘機から発進させた空対空ミサイルを模擬する標的機「空対空用小型標的」の開発のため、機体は航空宇宙カンパニー(当時)、エンジンはガスタービン・機械カンパニー(当時)の共同開発チームを立ち上げた。2009(平成21)年度に試作を納入し、2012年度に量産契約を締結した。



きぼう



USERS

同じ時期、陸上自衛隊は陸自の基地に飛来する戦闘爆撃機や巡航ミサイル、戦闘ヘリコプタ、無人機などの経空脅威を模擬する標的機「対空射撃用標的」を計画した。当社は高速用に航空自衛隊向け標的機の改修機と、低速用に日本飛行機の開発済みプロペラ無人機の改修機の組合せで提案し、2017年度に初の量産契約を締結した。

## ■ 航空機エンジン事業の動向

### 防衛エンジン

2010(平成22)年、当社が開発した「T-IDG<sup>®</sup>」(一定周波数発電装置)を海上自衛隊向け次期固定翼哨戒機「P-1」初号機搭載用として出荷し量産を開始。その後、次期大型輸送機「C-2」向けにも量産を開始した。

2013年には、航空自衛隊の空対空用小型標的向けの「KJ14」1軸ターボジェットエンジンの開発が完了し、同年に初号機を出荷した。また、陸上自衛隊にて運用される対空射撃用標的向けとして、地上発射に適した設計変更を行い、2017年に初号機を出荷した。

一方で、「KJ14」エンジンをベースとして推力を増大させた「KJ100」1軸ターボジェットエンジンの開発に着手し、2019年に高空性能試験を完了した。本エンジンはこれをコアエンジンとして2軸ターボファンエンジン、ターボシャフトエ

ンジンへと発展させることが可能で、当社の今後の事業展開の礎となるものである。

2020年には、「島嶼防衛用新対艦誘導弾の要素技術(その2)の研究試作」の契約を締結。新たなエンジンの開発を開始した。

### 民間エンジン

2011(平成23)年、ロールス・ロイス社の旅客機用エンジン「Trent XWB」の中圧圧縮機モジュールを初出荷。2013年には「Trent1000-TEN」、「Trent XWB-97」の開発・製造に参画してロールス・ロイス社との関係を強化していった。「Trent1000-TEN」はボーイング社の「787-8/9/10 Dreamliner」に、「Trent XWB-97」はエアバス社が開発した「A350-1000」に搭載されている。

2012年には米国のプラット・アンド・ホイットニー社(P&W社)、ドイツのMTU社、一般財団法人日本航空機エンジン協会(JAEC)によるエアバス社の「A320neo」用エンジン「PW1000G-JM」国際共同事業にジョイントベンチャー方式で参画。当社はJAECの取りまとめとして、他パートナーと共同で開発に当たった。

2014年にはP&W社の次期リージョナルジェット機用エンジン、「PW1500G」および「PW1900G」の開発・生産に参画。P&W社との関係を強化するとともに、エンジン中核部品



対空射撃用標的



上: KJ14 1軸ターボジェットエンジン  
下: KJ100 1軸ターボジェットエンジン



Trent XWB初出荷

であるファンドライブギアシステムおよび燃焼器を担当し、モジュールサプライヤーとしての地位を向上していった。2015年にはエアバス社の「A330neo」用エンジン「Trent 7000」の開発・生産に参加した。

2018年には「Trentシリーズ」向けの中圧圧縮機モジュールの納入累計が1,000台を超えた。本モジュールは世界で唯一、当社が担当している。

2010年代、当社はエンジン開発技術の高度化、生産基盤の強化を進めるとともに、航空機用エンジンの開発・生産プログラムへ積極的に参画。航空機用エンジン事業の発展に注力した。

## 2 製品

### 1. 航空機

#### ■ 固定翼機

##### P-1固定翼哨戒機

21世紀の初頭、防需分野のエポックとなったのは2001（平成13）年に開発がスタートし、2013年より海上自衛隊に配備された「P-1」である。本

機は防衛省のみならず、当社にとっても長年の悲願だった機体、エンジン、任務システムのすべてを最新の技術・装備で開発した純国産哨戒機で、わが国の周辺海域の長時間の哨戒任務を遂行するために、現用機の「P-3C」を上回る速度、航続距離、搭載量を実現した。

##### C-2輸送機

「P-1」と並行し当社が主契約会社となって開発したのが、航空自衛隊向け大型輸送機「C-2」である。1990年代、カンボジア、モザンビーク、ゴラン高原、東ティモールなど海外での自衛隊の支援活動、国際協力任務が増加していた。そのため、航空自衛隊では現用機の「C-1」を上回る能力の輸送機を必要としていた。「C-2」は速度、航続距離、搭載量、貨物室寸法などすべてで、「C-1」を凌駕する国産輸送機であり、わが国で開発された最大の航空機である。2017（平成29）年より部隊配備が開始され、平時における航空輸送、有事における作戦部隊の機動展開などで活躍している。

##### T-4中等練習機

当社を主契約会社に、航空自衛隊の「T-33」ジェット練習機の後継機として開発したのが、「T-4」中等練習機である。1981（昭和56）年から開発を始め、1985年に1号機の初飛行に成功、1988年より各航空団に配属された。低速から遷



PW1100G-JM  
©（一財）日本航空機エンジン協会



Trent IPC Module 1,000台到達記念



P-1



C-2

音速に至るまでの安定した空力特性と高い機体運動性が特徴で、派生型として戦技研究仕様機を開発。本機は1996(平成8)年からブルーインパルスとして現在も活躍している。

### P-3Cおよび派生型

「P-3C」は海上自衛隊の対潜戦力として、当社が主契約会社になってライセンス生産した固定翼哨戒機で、1978(昭和53)～1997(平成9)年までの間に98機を製造した。さらに本機をベースにした電子戦データ収集機「EP-3」(5機)、試験評価機「UP-3C」(1機)、訓練支援機「UP-3D」(3機)を製造、画像データ収集機「OP-3C」(5機)を「P-3C」から改造した。また、2009年にソマリア沖の海賊行為から船舶を護衛するために海上自衛隊は「P-3C」を派遣した。

### ボーイング787

ボーイング787は2003(平成15)年に開発がスタートし、2009年に1号機が初飛行した、ボーイング社の長距離用中型広胴機である。当社は国際共同開発・生産にリスク・シェアリング・パートナー企業として参画し、基本型の「787-8」および派生型機「787-9」「787-10」の前胴部、主脚収納部、主翼固定後縁の開発・製造を担当した。2019(令和元)年には広胴機として最速の期間で当社担当部位の1,000号機を納入し、2017年時点で1,200

機以上を受注するなど順調に成果を挙げている。

### ボーイング777/777X

ボーイング「777」は機体すべてがコンピュータ上で設計された、世界初の商用航空機である。1994(平成6)年に初飛行して以来、世界のエアラインから2,000機以上(2020年4月)の発注を受けている双発のベストセラー機である。当社は1990年より共同開発・生産のプログラムパートナーとして「777」のプロジェクトに参画。基本型の「777-200」および派生型を含め6モデルの前・中部胴体パネル、主脚格納部、貨物扉、後部圧力隔壁を製造・納入した。2014年には「777」の後継機である「777X」の開発にも参加した。

### エンブラエル170/175/190/195

エンブラエル「170/175」はブラジルのエンブラエル社が開発・製造したリージョナル機、「190/195」は「170」の派生型機である。同社はカナダのボンバルディア社と並ぶメーカーで、1999(平成11)年に、従来機より席数の多い「170」の開発を発表、共同開発できるメーカーを世界に募った。当社はエンブラエル社と中央翼、舵面を含む主翼全般の開発に関する契約を締結した。

### US-2

1996(平成8)年、海上自衛隊は運用から20年



T-4 ブルーインパルス



ボーイング787-10



OP-3C



ボーイング777

以上を経過した水陸両用の救難機「US-1」の改造を決定。主契約会社を新明和工業、当社を主協力会社とした前例のないチームでの開発が始まった。「離着水時の操縦性改善」「搬送者の輸送環境の改善」「洋上救難能力の維持向上」を主眼とした、新規開発に匹敵する開発で、当社は前部・中部の胴体、垂直安定板、基準翼を分担開発。幾多の困難を乗り越え、2003年に初飛行し、2007年度から部隊配備を開始した。

## F-2A/B

1989(平成元)年に三菱重工業がプライムとなり開発がスタートした「F-2」は、「F-1」の後継として開発された戦闘機である。日本は官民で初の本格的な戦闘機の国内開発を目指したが、日米貿易摩擦、米議会の反発などにより、ロッキード・マーチン社の「F-16」を母機とする日米共同の改造開発となった。純国産にこそならなかったが、日本の運用要求に合致させるため「高運動性」「一体成型複合材一次構造技術」「アクティブ・フェーズド・アレイ・レーダー技術」など、高度な技術が織り込まれた。当社は「中部胴体」「エンジンのアクセスドア」を分担開発した。本機は1995年に初飛行を行い、2000年度から部隊配属を開始した。共同開発を通じて、当社は戦闘機設計・運用に関する貴重な経験を積んだ。

## ■ 回転翼機

### OH-1

1992(平成4)年から当社を主契約会社、三菱重工業、富士重工業の両社を協力会社とする設計チームを発足して開発に当たり、1996年初飛行に成功した。優れた操縦応答性ととも、夜間行動能力、索敵サイト、操縦応答性に優れた複合材ヒンジレス・ローター・ハブ、耐戦闘損傷性を付与した複合材ブレード、ダクテッド・テール・ローター(DTR)、飛行保持機能を持つ自動操縦装置、コックピットの統合表示装置など、海外でも高く評価された数多くの新技術が採用された。「OH-1」は日本のヘリコプタ技術が外国技術から脱皮した、わが国初の純国産ヘリコプタである。

### MCH-101/CH-101

1990(平成2)年に「KV-107」が退役して以降、海上自衛隊の作戦用ヘリコプタのシェアは三菱重工業が独占していた。その一角を突破すべく、当社はイギリスのウエストランド社とイタリアのアグスタ社が共同開発した汎用ヘリコプタ「EH101」を原型機に、掃海仕様を開発した掃海・輸送ヘリ、南極輸送支援ヘリの2機種を提案。これが採用されて、2004年から2017年までに当社は掃海・輸送ヘリとして「MCH-101」10機を納入、南極輸



US-2



F-2



OH-1

送支援機として納入した「CH-101」3機は砕氷艦「しらせ」に搭載された。

## BK117

「BK117」は西ドイツ(当時)のMBB社(現・エアバス・ヘリコプターズ社(AHD))と当社が共同で開発した高性能多用途双発ヘリコプタで、1982(昭和57)年に国産ヘリコプタとして初の型式証明を取得した。以降、3~5年の間隔で「C-2」「D-2」「D-3」など派生型の開発を行い、人員・物資輸送、救難、パトロール、緊急医療サービスなど多様な分野で活躍。現在までに製造機数1,600機以上を誇るとともに、航空機メーカーとしての当社のブランド価値向上に貢献している。修理改造、点検・整備、訓練などのアフターサービスも、特別指定メンテナンスセンターのセントラルヘリコプターサービス株式会社と連携し万全を期している。

## CH-47

ボーイングバートル社(現・ボーイング社)が開発したタンデムロータ形式の大型輸送用ヘリコプタで、当社は1985(昭和60)年からライセンス製造している。東日本大震災時(2011年)の福島第一原発への出動など、近年大規模災害時の救難任務や復興支援、PKO活動、海外派遣などに当たる輸送ヘリコプタの需要が高まっている。当社は1995(平成7)年以降、「CH-47」に大型燃料タン

ク、アビオ機器の近代化を適用した「CH-47JA」(陸上自衛隊)、「CH-47J(LR)」(航空自衛隊)を開発。その後も多様化する自衛隊の任務に対応するために、さまざまな最新装備を追加し、2017年には陸上自衛隊、航空自衛隊通算の100機目を納入した。本機は自衛隊を代表する輸送ヘリコプタである。

## 宇宙システム

### ロケット用衛星フェアリング

ロケット用衛星フェアリングの嚆矢となったのは、NASDAから受注し1991(平成3)年に開発した「H-IIフェアリング」である。当時、日本は液体燃料ロケットの純国産化を目指していた。それに応え、大型ALスキン/ALハニカムサンドイッチ構造、火工品分離機構、スプレー方式軽量断熱材などの新規技術を適用して開発した国産初の大型フェアリングである。その後、本フェアリングは「H-II派生型フェアリング」、「H-IIAフェアリング」、宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)用の「H-IIBフェアリング」に引き継がれた。「H-II」ロケットに続き、宇宙科学研究所(ISAS)が開発していた固体ロケット「M-V」のフェアリング用分離機構を受注し、国内主要ロケット用のフェアリングの独占を目指した。

2000年代に入るとロケット事業の商業化・国



MCH-101



BK117 D-2



CH-47J(LR)

際化が進むなか相次いで開発された、「GXロケット」「イプシロンロケット」「H3ロケット」のフェアリングを受注。国際競争力を持つ国内唯一のフェアリング開発/製造のメーカーとしての地位をゆるぎないものにした。さらにロケット事業で拡大をねらっていた当社は、1989年、ノウハウが必要で難度が高い人工衛星(SFU)用の衛星分離部「PAF-IX型」開発を受注し、衛星分離部開発に参入。同開発を通じて、後の低衝撃型衛星分離部の開発ができる国内で唯一の開発メーカーとなった。

### 国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」

2021(令和3)年現在、軌道上で運用中の国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」の計画がスタートしたのは1984(昭和59)年である。当社は日本側メンバーとして参画し、主要機器であるエアロック、曝露部結合機構(EFBM)、空気調和装置、材料の船外実験ができる簡易曝露実験装置(ExHAM)を開発した。着手から完成まで20年以上を費やした厳しいプログラムだったが、同ステーションでの実験成果や研究をもとにした社会貢献、新技術の開拓、宇宙環境の解明など得られるものは計り知れない。当社は上記のシステム、装置のほか、地上で行う搭乗員訓練装置などを担当。「きぼう」のスタッフとして宇宙空間で活躍できる人材の育成などに使用された。

### 次世代型無人宇宙実験システム「USERS」

近年、スペースシャトルや国際宇宙ステーションで有人宇宙実験が行われているが、それには膨大なコストがかかる。それを低コスト・無人で行うシステムが「USERS」である。2003(平成15)年、地球周回軌道上にあるカプセルを大気圏に再突入させて、帰還・回収する実験に日本で初めて成功した。カプセルが再突入時に高熱で燃え尽きるのを防いだのは、当社が開発した熱防護材料「アブレータ」である。

現在、衛星・宇宙探査分野では衛星メーカー2社(三菱電機株式会社、日本電気株式会社)が市場を独占し、放送衛星、地球観測衛星の領域での参入を難しくしている。そのようななか、「USERS」は当社の衛星ビジネスへの足掛かりの一つとなっている。

## 防衛システム

### 96式多目的誘導弾システム

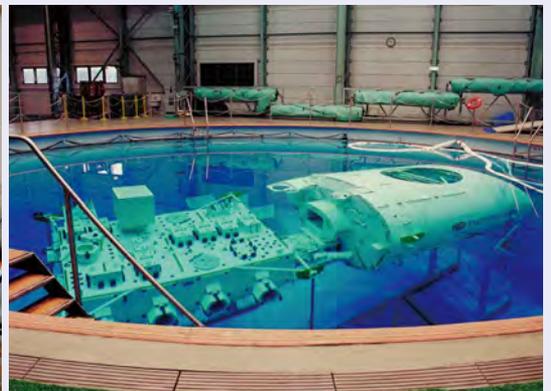
世界に先駆けて当社が開発・製造した、光ファイバー TVM赤外線画像誘導方式ミサイルである。1986(昭和61)年から開発が進められ、1996(平成8)年度に多目的誘導弾として制式化され、現在も製造を継続している。



イプシロンロケット(左)とH3ロケット(右)のフェアリング



エアロック



地上での搭乗員訓練装置

## 01式軽対戦車誘導弾

84mm無反動砲の後継として、1993(平成5)年から研究試作に着手し、2001年に制式化承認を得て2003年から納入開始。対戦車ミサイルで世界初の非冷却型赤外線画像センサ技術などを採用するとともに、単価低減に取り組み、性能とコストの両立を図った。

## 中距離多目的誘導弾

量産開始から30年近く経過していた87式対戦車誘導弾の後継として開発し、2011(平成23)年から納入を開始。目標標定にミリ波および赤外線を用いた複合誘導技術や、射ち放し誘導など世界でも類を見ない技術を採用し、時代のニーズに合わせ戦車のみならず、ビル、<sup>えんがい</sup>掩蓋、上陸用小型舟艇など多種の目標にも対処できるようにした。

## 標的機

### 空対空用小型標的

1960年代の「KAQ-5」開発を最後に当社は標的機分野から撤退していたが、航空自衛隊の強い要望と時代のニーズに応じて2006(平成18)年に開発チームを発足し開発にかかったのが「空対空用小型標的」である。2010年に高性能と低価格を両立した標的機の開発を完了し、現在、量産製

造を行っている。また、巡航ミサイルへの射撃訓練用として、2015～2017年度にかけて派生型機「空対空用小型標的(巡航ミサイル模擬)」の開発を行った。

## 定期修理

### E-767早期警戒管制機

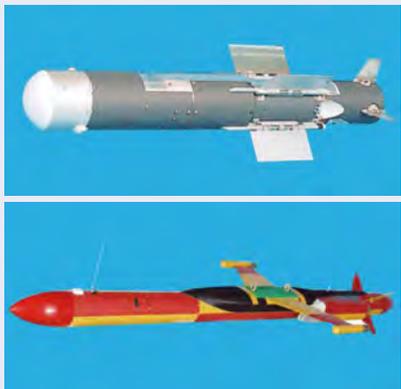
1993(平成5)年、当社は「E-767」の総合取りまとめ会社に指名された。以来、整備・修理を行っている。本機はボーイング社が開発した早期警戒管制機で、2000年より航空自衛隊で運用されている。領空侵犯という防衛の最前線で使用される本機には、高レベルのメンテナンスが必要になる。3次元方式の捜索用レーダー、味方識別装置、航法装置など高度な設備の整備、枯渇部品対策、部隊の稼働機数を増加させるための定期修理在場期間の短縮、海外演習時の技術支援などである。本機と「E-2C/D」は航空自衛隊使用機のなかでも、防空の主力編成隊の総隊が使用する航空機である。

### E-2C/D早期警戒機

尖閣諸島を巡り国家間の緊張が高まるなか、2014(平成26)年、航空自衛隊は西南諸島方面の早期警戒部隊の増強を図るために飛行隊の新編とともに、空中早期警戒機「E-2D」の増機が認め



熱防護材料「アブレータ」で覆われた回収カプセル



左上：96式多目的誘導弾システム、右上：01式軽対戦車誘導弾、左下：中距離多目的誘導弾、右下：空対空用小型標的

られた。本機は「E-2C」の代替としても調達が進められたもので、「E-2C」は1976(昭和51)年のベレンコ中尉亡命事件で暴露した防空体制の脆弱性を埋めるために、導入された空中早期警戒機である。当社は「E-767」と同様に「E-2C/D」の整備作業会社に指名され、定期修理を担当している。また、2003年には「E-2C」を進化させた「ホークアイ2000」の改修初号機を契約した。

### C-130H輸送機

「C-130H」はロッキード社が開発製造している戦術輸送機である。航空自衛隊は1984(昭和59)年以降、本機を16機購入。2004(平成16)～2008年まで実施された自衛隊のイラク派遣を筆頭に、1992年カンボジアPKO派遣、モザンビークPKO派遣、ゴランPKO派遣など海外での運用が多い。当社は定期修理、技術支援を通じて本機の国内外での運用をサポートしている。

### KC-767空中給油機

2001(平成13)年、航空自衛隊が運用する戦闘機の滞空時間を延伸するために、ボーイング社が開発した空中給油機「KC-767」の導入を決定。修理担当に当社が選ばれ、2009年に初号機の補給処整備を行った。本機は米空軍では運用されず、世界で2カ国しか採用していない少数機種であり、部隊運用のために実績と技術力を持つ当社

が后方支援を任された。

### C-130R輸送機

「C-130R」は2014(平成26)年から海上自衛隊に配備された輸送機である。海上自衛隊は長年にわたって、日本航空機製造株式会社製の旅客機を転用した「YS-11M」を運用していたが、2011(平成23)年に発生した東日本大震災による救難活動で飛行時間が急激に増加したため、アメリカ軍が保管していた空中給油機型の「KC-130R」を再生した機体6機を購入し、「C-130R」として運用した。機体の整備支援を当社が担った。その後、2017年度から2022(令和4)年度までの6年間の整備支援は当社に代わって日本飛行機が行っている。

## 2. 航空機エンジン

### ターボファンエンジン(旅客機用)

#### 「Trent」シリーズターボファンエンジン

ロールス・ロイス社の旅客機用エンジンで、「Trent700」(エアバス「A330」用)、「Trent800」(ボーイング「777」用)、「Trent500」(エアバス「A340」用)などに搭載されている。当社はこれら「Trent」シリーズの開発・生産パートナーとして、タービンディスク・ケーシングや圧縮部品



ホークアイ2000



KC-767



C-130R

などを担当した。2004(平成16)年に開発された次世代中型旅客機用「Trent1000/XWB」エンジンでは、主要部位である中圧圧縮機モジュールの設計・開発・製造を担った。既存のエンジンを凌ぐ燃費の向上、騒音・CO<sub>2</sub>およびNO<sub>x</sub>の低減で注目された。

### CF34-8ターボファンエンジン

GE社、JAECとの国際共同開発により開発され、1997(平成9)年に開発されたリージョナル機向けの新型エンジンである。当社はエンジンの開発プログラムに参画し、アクセサリギアボックスの開発・生産を担当した。

### PW1100G-JMギアードターボファンエンジン

「PW1100G-JM」は、近・中距離向け旅客機A320neoに搭載されるV2500エンジンの後継の新型エンジンであり、当社は圧縮機におけるディスクとブレードが一体となったブリスク・ベーンアッシー・シャフト・ディスク類の部品製造を担当している。

### PW1500G/PW1900G用ファンドライブギアシステム(FDGS)

「PW1500G」および「PW1900G」はP&W社が開発するリージョナル機向けの新型エンジンであり、当社はエンジン中核部品であるファンドラ

イブギアシステムおよび燃焼器を担当している。

## ヘリコプタ用エンジン/トランスミッション

### ヘリコプタエンジン事業の進化

当社のヘリコプタエンジンの歴史は、1954(昭和29)年に防衛庁(当時)から「川崎ベル47D-1型(エンジンは「VO435」)」の製造担当会社に指名され、1954年より陸上自衛隊向けにライセンス生産を開始したことに始まる。以降、現在の海上自衛隊の掃海・輸送ヘリコプタ「MCH-101」向けの「RTM322」エンジンの導入まで、半世紀以上にわたって同事業を継続。2016(平成28)年には陸上自衛隊のV-22オスプレイ用エンジン「AE1107C」の整備として選定されるなど、ヘリコプタエンジンのトップメーカーとしての地位を確保している。

また、ヘリコプタエンジンのノウハウ、当社の総合力を活かして、トランスミッション製品の開発にも力を入れている。

### 「T55」ターボシャフトエンジン

当社が米国のハネウェル社との技術提携により、ライセンス製造・オーバーホールを行っているターボシャフトエンジンで、陸上自衛隊・航空自衛隊の「CH-47J/JA」ヘリコプタに搭載されている。



Trent1000-1 エンジン



Accessory Gear Box



Fan Drive Gear System(FDGS)  
©PRATT & WHITNEY



RTM322 エンジン

「CH-47J/JA」は人や物資を輸送する大型ヘリコプタで、2011(平成23)年の東日本大震災発生後の救援活動において活躍した。

### 「T53」ターボシャフトエンジン

「T55」と同様にハネウェル社との技術提携により、当社が1967(昭和42)年より国内で製造・整備を行っているエンジンで、民間用の「ベル204」ヘリコプタや、陸上自衛隊向け「AH-1S」ヘリコプタ、「UH-1J」ヘリコプタに搭載されている。

### 「RTM322」ターボシャフトエンジン

ロールス・ロイス社とフランスのターボメカ社が共同で開発したエンジンで、当社は技術提携により2004(平成16)年より「RTM322」エンジンのノックダウン製造を行い、2017年度末に海上自衛隊への納入を完遂した。また、2017年からはオーバーホールを行っている。軍用と民間用、船舶用と産業用など幅広い領域、用途で使用可能な汎用性の高いエンジンである。

### 「BK117」ヘリコプタ用トランスミッション

西ドイツ(当時)のMBB社(現・エアバス・ヘリコプターズ社(AHD))と当社が共同で開発した多用途双発機で、人員・物資輸送、救難、緊急医療サービスなどに使用されている。ヘリコプタのトランス

ミッションは、エンジンの駆動力をメインロータに伝える、動力伝達系統の重要機器の一つである。当社はトランスミッションの開発・生産にも力を入れている。なかでも、「BK117」用に開発したトランスミッションは高い信頼性を持っている。

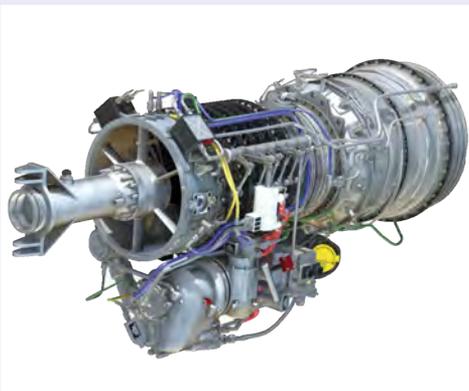
## 3 技術と生産

### 1. 航空機

#### 新たな研究技術開発設備の導入

岐阜工場では、1990年代後半以降、機体開発および技術の高度化への対応や設計精度の向上などのために、新たな研究開発設備の導入に取り組んだ。

1991(平成3)年にフライトシミュレーションセンターが完成。センター内には、1999年にハーブドームシミュレータ、2004年にオープンシミュレータ、2016年に全周視野型の多面体シミュレータを導入したほか、騒音試験室や大型電波暗室などの整備を進めた。とくにシミュレータの導入は、機体製造前での模擬飛行および飛行特性の評価、設計へのフィードバックを可能にすると



V-22 オsprey用エンジン「AE1107C」



T55 ターボシャフトエンジン



BK117 ヘリコプタ用トランスミッション

もに、飛行前のパイロットの慣熟、危険な飛行試験手順の事前確認など安全性の確保にも大きく貢献。後の顧客先での訓練用フライト・シミュレータの製品開発へと発展した。

既存の低速風洞は「C-1」、STOL実験機「飛鳥」、「BK117」、「T-4」、「P-1」、「C-2」など数々の開発試験で使用されたが老朽化のために更新が決まり、2019年に低速低騒音風洞が完成した。より大型の風洞試験模型が使用でき、風速も高速化しているほか、送風機など風洞自体から発生する騒音を低減し、模型から発生する風切音も計測可能としている。

### さらなる生産技術の向上

「787」「P-1」「C-2」などの受注を契機に、新規プロジェクトへの対応にとどまらず、将来あるべき基盤的な設備能力を想定・達成するための生産設備近代化構想に基づいた生産設備を立ち上げた。

部品加工では高性能機械加工設備の導入、板金工場近代化、複合材工場拡張を進め、2017(平成29)年に新化学処理工場が竣工。防需では2004年に「C-2」ハンガー、2011年に「KC-767」「E-767」「C-2」などに対応する大型機汎用整備ハンガー、2019(令和元)年～2021年には「P-1」「C-2」の量産機定期修理に向けた大型機修理組立ハンガーを、民需では2017年に「777X」サブ組立工場がそれぞれ竣工した。

加工技術の発展にも注力し、民需組立で先行して採用していた穴基準組立工法(Hole to Hole工法)や自動打鉸機を、防需の「P-1」「C-2」機体外板組立に横展開した。設計では機体設計から治工具設計にわたってCAD/CAMシステム(CATIA)を全面採用したほか、DMU(デジタル・モックアップ)による設計データの事前検証や3次元データを用いた部品製作・治具製作組立による精度向上を実現した。

さらにKPS(カワサキ・プロダクション・システム)思想を反映した画期的な「BK117」組立専用ラインにおいては、ムービングラインにより高い生産性を実現した。

名古屋第一工場では、世界初となる大型複合材胴体「787」の製造・組立を効率よく行うため、複合材自動積層機、オートクレーブ、NCトリム・ドリル機、超音波非破壊検査装置、電磁式自動打鉸機など、複合材(CFRP材)の加工工程に最適な工作機械設備の開発・導入を進め、2006年に北工場、2010年に南工場、2015年に東工場にそれぞれ導入を図った。

さらに、KPS思想による継続的な工程改善を進め、QCDすべてにおいてボーイング社のベストサプライヤーとして高い評価を受けている。

### 海外への組立工場の進出

エンブラエル「195/190」を受注したことに



低速低騒音風洞



大型機汎用整備ハンガー



自動打鉸機

より、2002(平成14)年4月にKAB(Kawasaki Aeronautica do Brasil Industria, Ltda.)を設立し、翌年サンパウロ州ガビオンペショットのエンブラエル工場内ハンガーにて主翼組立を開始した。その後、航空宇宙事業再編の一環として会社清算をせざるを得なくなり、2007年3月エンブラエル社へ継承し清算を行った。

2017年、米国Kawasaki Motors Manufacturing Corp,U.S.A.(KMM)のリンカーン工場(ネブラスカ州)内に、ボーイング「777X/777」用貨物扉の製造組立ラインを完成させた。約2,800㎡のエリアで自社製塗装ロボット導入や、打鋸の対象範囲を拡大したオートリベッター(自動打鋸機)など、最新鋭の設備を導入して自動化を推進することで、高品質かつ高能率な生産を行っている。

## 2. ジェットエンジン

### 研究開発 新型T-IDG®の開発

航空機の発電機は、米国のハミルトン・サンドストランド社のIDG(Integrated Drive Generator)が1社独占状態だった。当社はこれに対抗すべく、無段変速機(CVT)を内蔵した革新的なトラクションドライブ式「T-IDG®」を開発。2003(平成15)年に、自衛隊向け「P-1」「C-2」機用主電源として採用された。航空機に適應する

ためには、軽量化、耐環境性など高いハードルがあるが、当社はそれらを独創的な技術力で克服した。

### 生産技術

航空機エンジンは軽量化や耐熱性、強度などの観点からチタン合金やインコネルなどの難削材を多用し、極限まで薄肉化される。ミクロン単位の高精度な加工に加え、コーティング(溶射など)、化学処理(メッキ、表面処理、塗装など)、熱処理(浸炭、ロウ付けなど)、溶接(溶融溶接、電子ビーム溶接など)、表面強化(ピーニングなど)、特殊加工(放電加工など)といった、高度な特殊処理が要求される。また、航空機の軽量化や省エネ化、環境負荷の低減などのニーズも年々高くなっている。

それらに対して、当社は高度な技術力とノウハウを駆使した機械加工技術、CAD/CAM/CAEの進化と加工設備の高度化、ロボット仕上げ、特殊工程技術などで応えている。

### 生産設備

一般的な機械加工設備のほか、ブリス加工に特化した専用機や大型の複合加工機、プレスやエキスパンダー等の成形機も保有。多種多様な製品群の加工に対応している。数種類の歯研削盤やカービック研削盤、ギアシェーパー等によって、ギアやカービック、スプラインの高精度加工を行



BK-117 組立専用ライン(ムービングライン)



787 オートクレーブ

い、重要部品の面取りや仕上げはロボット技術を駆使して、コストと品質の両立を実現している。

また、浸透探傷検査やX線検査等の非破壊検査設備や熱処理設備、塗装や溶射等のコーティング設備、電子ビーム溶接設備、高速細穴放電加工機といった、さまざまな特殊工程設備も保有しており、適切な施工ができるよう維持管理されている。

航空機エンジンの製造やオーバーホールの最終段階において、性能を確認するための試運転が行われる。明石工場には航空用の各ターボシャフトエンジン、ターボファンエンジン、船用エンジンの屋内運転試験設備(テストセル)が備えられている。

## 4 製造工場・関係会社

### 1. 製造工場

#### 岐阜工場

1922(大正11)年に開設した各務原分工場が始まりで、1937(昭和12)年に岐阜工場に改称した。以降、航空機、誘導機器、宇宙関連製品などの研究・開発、製造・修理を行う、航空機・宇宙機器の総合工場として稼働。防衛省向け「T-4」「OH-1」「P-1」「C-2」や官公庁/民間向けヘリコプタ「BK117」、対戦車、対上陸舟艇などの誘導弾、「H-II」ロケットの衛星フェアリング、ボーイング社向け分担部品「787」「777/777X」などを開発・製造している。2018(平成30)年には設計部門、管理部門等が入る岐阜総合ビルが竣工した。

#### 名古屋第一・名古屋第二工場

名古屋第一工場は1992(平成4)年に開設。これに伴い1979(昭和54)年開設の飛鳥分工場を名古屋第二工場と改称した。以降、「767」「777」「787」「777X」などボーイング社の旅客機の分担部位の生産を担う。民間航空機としては世界で初めての大型の一体成型複合材胴体の製造・組立や、当社



ジェットエンジン部品の高速放電加工



岐阜工場



岐阜総合ビル

製ロボットによる胴体組立の自動化などボーイング社を支えるファクトリーとして機能。2010年および2015年には、第一工場内に「787」を増産するための新工場として南工場と東工場を完成させ、2017年には北工場隣接地に「777」「777X」を混流生産するために建屋を竣工した。

## 明石工場

明石工場は、1940(昭和15)年に当社の航空機専用工場として開所。1943年に開発・試作した「ネ0」ジェットエンジンが、わが国で初の飛行実験に成功するなど、航空史上に残る業績をあげた。

エンジン事業の拡大に合わせて明石工場のエンジン製造工場も大きく発展し、2000(平成12)年には#34工場にTrentエンジン用のテストセルを竣工し、モジュールの設計・製造だけでなくエンジン開発運転作業にも参画することとなった。

また、2016年にはアクセサリギアボックスやヘリコプタ用トランスミッションの製造のために#36工場が竣工。2018年には#91工場が、2020(令和2)年には複合エンジンテストセル#80工場が竣工した。

## 西神工場

西神工場は1990(平成2)年に竣工し、主にボーイング社、エアバス社の機体に搭載されるエンジン「V2500」や「Trent1000」、「Trent XWB」など

の民間エンジン関連製品を製造している。

エンジン事業の発展にあわせ、2006年にケース加工と特殊工程を主とした第2工場、2007年には大型ケースおよびPW1100G-JM部品加工を主とした第3工場と、高度な精密鑄造技術により多種多様なガスタービン部品を製造する精鑄工場棟が竣工した。2012年にはTrentエンジン部品のフロントベアリングハウジングの加工およびそれを組み込んだ中圧圧縮機モジュール組立を主とする第4工場を竣工し、現在の西神工場の姿となった。

## 2. 関係会社

### 日本飛行機の子会社化

日本飛行機は1934(昭和9)年に創業、1949年設立。航空機部品、宇宙機器、標的システムなどの製造を担う横浜工場、米軍機や自衛隊機などの整備を担当する厚木工場と2つの事業所を持つ航空機器製造会社である。

当社は航空宇宙分野のさまざまなプロジェクトに対応する能力と競争力を強化し、よりダイナミックなビジネス展開を図るために、2003(平成15)年、日本飛行機を完全子会社化した。両社の経営資源を統合して効率的に活用することで、開発・製造を中心に、厚木工場は整備の拠点、横浜工場は防・民分担品の生産拠点とした。これに



名古屋第一工場



名古屋第二工場

より川重・日飛グループは開発から整備に至る航空機のライフサイクルのすべてにおいて顧客ニーズに応える能力を高め、事業の拡大を図ることとなった。

### 川重岐阜エンジニアリング株式会社

川重岐阜エンジニアリング株式会社は、1981(昭和56)年、当社航空宇宙事業の設計技術作業の拡大に対応し、技術関連分野を支援する関係会社として設立された。当社が生産する防衛航空機、民間航空機、誘導弾、宇宙ロケットなどの設計技術、生産技術および情報技術を支えるとともに、航空宇宙の技術を応用した数々のユニークで優れた製品・器材の開発や、高度な専門知識を生かした多彩な技術サービスの展開を行っている。

### 川重岐阜サービス株式会社

1972(昭和47)年に設立された川重岐阜サービス株式会社は、航空宇宙システムカンパニー向けに、補助材料等の調達販売、ITサポート、航空機マニュアル作成、工場内物流、工場内動力の維持・管理および複写・印刷といった広範囲にわたる各種サービス業務を展開している。また、一般向けに、模型やTシャツといった航空機グッズの販売も手掛けている。

### 株式会社ケージーエム

株式会社ケージーエムは、1986(昭和61)年、航空宇宙事業の業容拡大に対処するために、製造部門の生産効率化、国際競争力の強化を目指し、当社全額出資によって設立された。航空機用部品の加工・組立・検査作業や、試験用装置・器材等の制作・改修を行っている。社名は、Kawajyu(川重) Gifu(岐阜) Manufacturing(製造)の頭文字をとっている。

### 川重明石エンジニアリング株式会社

川重明石エンジニアリング株式会社は1984(昭和59)年に明石工場内の各カンパニーの技術・生産支援業務を目的に設立された。現在は従業員約370人、売上高50億円規模のエンジニアリング会社として、次の3BUで構成されている。

- ①エンジニアリングBU：ガスタービンの部品製造・検査・組立・運転に必要な治工具および装置の設計製作や機械設置業務
- ②支援業務BU：エンジン事業部門の製造支援として計測機器の校正・検査、刃具の研磨、設備の保全、素材・購入品の受け入れ・配膳業務
- ③ガスタービンBU：産業用・航空用・艦艇用ガスタービンの組立・オーバーホール業務



明石工場



西神工場

# 5 航空宇宙システム事業の将来展望

## 1. グループビジョン2030における航空宇宙システム事業のビジョン

航空宇宙システムカンパニーは、グループビジョン2030の「陸・空輸送システム」事業グループとして、安定した品質とコスト競争力を武器に事業を展開。全社を挙げた社会課題解決に向けた取り組みでは、高い技術力と優秀な人材によって中心的な役割を担っている。

航空宇宙システム事業は、今後も成長し続ける分野として当社の中核を成しており、対応すべき社会課題とソリューションは大きく3つある。

### ○環境問題への対応

脱炭素社会実現に向けて、水素航空機コア技術の研究を推進、騒音低減に対しては、低騒音ヘリコプタBK117の量産を継続する。

### ○災害時輸送への対応

C-2輸送機やドクターヘリ／防災ヘリ(BK117)の量産を継続する。

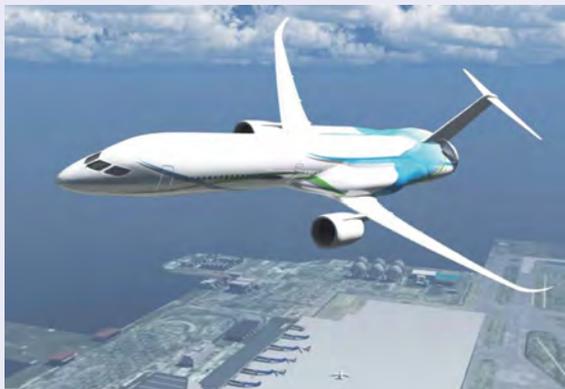
### ○人口減少への対応

無人化、省人化、AI技術等の開発に取り組んでいる。

## 2. 航空宇宙システム事業の中期的な取り組み

「近未来モビリティ」実現のためのVTOL無人機や、「エネルギー・環境ソリューション」実現に向けたCO<sub>2</sub>フリー航空輸送システムを検討。コロナ禍で抑えられてきた人の移動を早期に回復するために、自動PCR検査システム事業の支援も行っている。

また、航空宇宙システムカンパニーでは、「航空宇宙分野の優れた技術とモノづくりにより、世界に貢献する新たな価値を創出し続けるリーディングカンパニー」というカンパニー・ビジョンを制定。カンパニー全体に関わる共通戦略・方向性として、「持続的な研究開発と新たな分野への挑戦により、将来にわたり事業の核となる独自性・革新性のある技術を獲得する」、「KPSの深化とSCM(Supply Chain Management)の強化により品質と生産性の向上を進め、先進情報技術を活用した国際競争力のある生産基盤を確立する」、「技術・生産基盤と幅広いシナジーを活用し、社会課題を解決する製品・サービスを積極果敢に創出する」という経営戦略を定め、カンパニー・ビジョン実現に向けた活動を実施している。



水素航空機イメージ



開発中の水素航空機用エンジン内水素燃焼器

# 車両事業



# 1 鉄道車両事業の変遷

## 1. 1990年代後半の事業状況

### ■ 鉄道車両メーカーを取り巻く情勢の変化

#### 国鉄民営化から10年、21世紀を見据えた鉄道事業がスタート

1997(平成9)年、JR各社は分割・民営化から10年目を迎えた。将来への課題として多極分散型国土の形成、通勤・通学混雑緩和などの大都市問題の解決、地球環境・エネルギー問題への配慮、高齢化社会到来への対応などが挙げられ、交通機関として鉄道にも大きな期待が寄せられた。

1990年代後半には、新たな運輸行政のもと、整備新幹線への対応、速度向上などが推進され、JR各社も、それぞれの施策を打ち出し、一方では航空機業界と競争しつつ、各社の間でもスピード、アクセス、移動コスト、安全性、快適性などを高めることが重要な課題となった。

### ■ 車両事業の対応

#### 国内向け新型車両の開発と、海外展開への模索

新たな運輸行政のもと、鉄道業界は、新型車両の開発を推進した。車両の多様化が進むとともにIT技術の進化により搭載する装備も増加し、車体もステンレス、アルミ合金へと変化して、部品数も急増。発注形式も標準車を大量発注し、更新していく方式から、各社のオーダーによる多品種・少量へと移っていった。そのため国内市場の低迷が続き、これをカバーするために各企業が海外への輸出を模索し始めた。

当社は、すでに1960年代からアジア、アフリカの国鉄向けに車両を輸出していたが、1979(昭和54)年にペンシルバニア州サウスイースト・ペンシルベニア運輸公団(SEPTA)より路面電車141両を受注。これを契機に北米にも市場を広げた。

#### 未曾有の経営危機へ

1990年代の2階建客車の相次ぐ受注は、1995(平成7)年の阪神・淡路大震災で大きな被害を受けた神戸では明るいニュースとして報じられた。しかし、国内外の受注が集中したため、設計・生産に混乱をきたした。さらに、同時期に米国での客車の衝突、火災をきっかけとしてアメリカ連邦鉄道局の規定が厳格化されたことも、現場



JR東日本 E2系1000番代電車



アルミ合金の車体

の混乱を倍加させ、兵庫工場および現地のKRC (Kawasaki Rail Car, Inc.ヨンカース工場)の2階建車両の生産が長期間ストップする事態となり、当社は大きな打撃を受けた。

鉄道車両部門は、新幹線電車、通勤・近郊電車、公営・私鉄からの地下鉄電車の製造など国内市場が持ち直したものの、1997年から4期連続で経常利益は赤字となった。

### 新たな組織体制と工程混乱の収束

こうした状況のなか、1998(平成10)年4月には、船舶事業部と車両事業部が統合して船舶・車両事業本部とする組織改革が断行された。

北米向けについては、兵庫工場とKRCとの製作区分を明確にするとともに、混乱の一因となった19両のロングアイランド客車をKRCから兵庫工場へ戻し、完成させて出荷するという対策が取られた。輸送コストより、納期と品質を優先したのである。

また、兵庫工場には社内外約200人の応援部隊が投入された。こうした取り組みにより、当初の予想よりも早い1999年には混乱を収め、危機を脱することができた。

## 2. 2000年代の事業状況

### ■ 厳しい事業経営状況と事業再生

#### 「車両カンパニー」の誕生と、兵庫工場、KMM、KRCによる3極体制の確立

2000(平成12)年4月には、船舶・車両事業本部に代え「車両事業本部」を復活させ、車両事業本部は、車両事業部と建設機械事業部で編成されることになった。さらに、2001年度には社内カンパニー制の導入により、鉄道車両部門、建設機械部門、破碎機部門から成る「車両カンパニー」が誕生した。このうち破碎機部門は2005年に、また建設機械部門も2009年には分社化し、その後は車両部門のみの編成となった。

2001年11月には、モーターサイクルを製造していたKMM(Kawasaki Motors Manufacturing Corp., U.S.A.、リンカーン工場)内に車両専用工場が開設された。バイ・アメリカ(アメリカに納入するものはアメリカにて製造し現地の雇用を確保する)の達成、海上輸送費節減、為替リスクの低減、生産のフレキシビリティの向上などが主目的だった。2000年度からニューヨーク市交通局(NYCT)の新型地下鉄電車R142A形400両、R143形212両の製造が始まることもあり、新たにKMMに車両専用工場を建て、これをカバーする計画が急ピッチに進められたのである。



KMMリンカーン工場の車両専用工場



ニューヨーク交通局の新型地下鉄電車R142A形

## 事業の堅調な進展

### 中国市場への積極的なアプローチ

2005(平成17)年は、南車四方機車車輛股份有限公司(四方車両)(現・中車青島四方機車車輛股份有限公司)と友好関係を結んでから20周年を迎える節目の年だった。その前年、同社との関係は一層深まった。在来線高速化車両(200km/h EMU)を共同受注したのを皮切りに2008年の北京オリンピック、2010年の上海万博を控えた中国の高速車両需要が増加。2005年4月には、四方車両、南車集団(現・中車集団)および伊藤忠商事株式会社との4社合弁で、中国内案件のエンジニアリング業務を担当する青島四方川崎車両技術有限公司を設立、同年8月から営業を開始した。当時の政治状況を考慮し、日本から四方車両を技術支援することが困難になるかもしれないことに対応するためのものでもあった。

## 3. 2010年以降の事業状況

### 名実ともに世界の車両メーカーへ

#### アジア・太平洋が、鉄道車両の最大市場に

2010(平成22)年以降、国内については老朽化

車両の更新需要に加えて、鉄道の楽しみ方を提案するクルーズトレインが企画されるなど、デザインや快適性にも高い水準が求められるようになった。

一方、海外市場は、北米で新造・更新需要が増加し、日系企業の進出もあり競争が激化したが、2010年にはワシントン首都圏交通局(WMATA)向けの地下鉄電車を受注するなど、活発な事業活動を展開した。また、アジアでは日本政府によるインフラ輸出促進に伴い新興国での需要が増加。人口集中や自動車の普及で都市部の渋滞が深刻化し、解決策として都市高速鉄道(MRT)や高速鉄道の整備計画が相次ぎ、当社も積極的な活動を実施した。

#### 新幹線新線開業と高速化への対応

2011(平成23)年から2016年にかけて九州、北陸、北海道の各新幹線が相次ぎ開業。東北新幹線や秋田新幹線でも高速化が進んだ。

当社はこれらのプロジェクトに参画し、以下の車両の製造を担った。そのうち、E6系、E7系の内外装デザインは、車両メーカーである当社案(奥山清行氏監修)が採用となった。

#### ○九州新幹線・鹿児島ルート開業：

N700系7000番台(JR西日本)、8000番台(JR九州)

#### ○北陸新幹線(長野～金沢開業)：

E7系(JR東日本)、W7系(JR西日本)

#### ○東北新幹線：

E5系(JR東日本)



中車青島四方機車車輛股份有限公司



クルーズトレイン「ななつ星in九州」用機関車

## ○北海道新幹線：

秋田新幹線直通車両 E6系(JR東日本)

新青森～新函館北斗開業 E5系、E6系(JR東日本)、H5系(JR北海道)

## 東日本大震災

2011(平成23)年3月11日午後2時46分、東北地方太平洋沖地震が発生し、それに伴う津波により東北地方および関東地方の太平洋沿岸の諸市町村に大きな被害をもたらし、鉄道網も大打撃を受けた。

高速走行中の新幹線もあったが、幸い乗客の負傷者は出なかった。震災の直後は、東日本エリアでの車両運休が相次いだものの、首都圏の鉄道はすぐに復旧し、東北新幹線もゴールデンウィーク初日の4月29日には全線運行再開を果たした。震災規模、路線の長さを考えれば、驚異的な復旧対応であり、幾度も余震が起きるなか、精神的な不安を抱えつつ、復旧作業に取り組んだ鉄道関係者の団結、底力は驚嘆に値する。

当社車両事業関連では、新幹線総合車両センター内で検査中だったE4系が被災し、緊急対応が必要になったが、工場などは直接の被害を受けていない。

また、震災を機に、老朽化した車両・設備の更新計画が見直され、東日本旅客鉄道株式会社(JR東日本)では、首都直下地震に備えた耐震補強対策等に着手、地震観測体制を強化するなどの対策が進められた。

## 大手私鉄からも高い評価、新規開拓の努力実る

1946(昭和21)年に東武鉄道株式会社から受注して以来、長らく同社の受注から遠ざかっていたが、2015(平成27)年4月に新型特急電車500系24両を受注したのを皮切りに、同年8月には、西武鉄道株式会社より同社向け初となる新型通勤車両40000系80両を受注することに成功した。

両案件の受注は、追加車両の受注などの拡販につながったばかりでなく、関東大手私鉄から新規発注を受けたという信頼感は、以降の新規案件受注の際に大きな力となった。

## 皇太子殿下、兵庫工場をご視察

2014(平成26)年11月、皇太子徳仁親王殿下(現・天皇陛下)が「第17回全国農業担い手サミットinひょうご」行啓の際、兵庫工場を訪れ、アルミ構体組立工程や北陸新幹線E7系車両艀装作業をご覧になった。皇太子殿下は従業員とも話され、製造工程についての説明を熱心にお聞きになっていた。

昭和天皇(1947年)、現・上皇陛下の皇太子明仁親王殿下(1958年)も兵庫工場を見学されており、3代にわたるご視察となった。

## 4. 川崎車両株式会社の分社独立

2021(令和3)年10月、車両カンパニーは川崎重



東武鉄道特急電車500系



西武鉄道通勤車両40000系  
(提供：西武鉄道株)



兵庫工場をご視察される皇太子殿下

工グループの事業再編に伴い、川崎車両株式会社として分社独立した。鉄道システムは、今後も世界をフィールドに安定した成長が見込まれる。このような状況のもと、自律的事業経営を徹底し、社会のニーズに機動的かつ柔軟な取り組みで新たなマーケットを掘り起こすとともに、ビジネスモデルの拡充を図っていくこととなった。

## 2 製品

### 1. 海外向け製品

#### ■ 客電車(北米向け)

##### ロングアイランド鉄道向け2階建客車のパイロット車両を完成

1995(平成7)年、アメリカ・ロングアイランド鉄道(LIRR)向けにC-3形2階建客車を受注。1997年に6両、翌1998年から1999年にかけて128両を納めた。

当初、量産車128両はKRCで最終艤装を行う予定だったが、そのうちまだ製造に取り掛かっていない9両と、現場の混乱で製造がストップした10両



アメリカ・ロングアイランド鉄道C-3形2階建客車

の計19両を兵庫工場で完成させることになった。

兵庫工場でも国内向けの車両製造や、海外向けの試作車製造、設計変更などに追われていたため、船舶・鉄構・航空機の3工場および協力会社、同業他社などからの応援派遣を受け、完成に漕ぎ着けた。

#### ニューヨーク市交通局、ニュージャージー港湾局向けに、地下鉄車両などを受注

ニューヨーク市交通局(NYCT)向けには、1997(平成9)年にR142A形、2002年にはR160形の地下鉄車両を受注した。

R142A形は、軽量ステンレス鋼製で、車端部に衝突エネルギーを吸収する構造を採用。追加契約を含め、600両を製造した。開発に当たっては高精度の構造解析を行ったが、後日、これをまとめた技術論文が日本企業として初めてアメリカ機械学会鉄道部門の最優秀論文賞を受賞した。1999年にはR142A形に加え、R143形車両を212両受注した。

R160形は、仏アルストム社との共同受注で、最終的にはオプションを含め1,662両に上った(うち660両と全車両の台車を当社が製造)。R143形との互換性が求められたため、当社がエンジニアリングリーダーとしてプロジェクトを推進した。

また、2005年には、同じくニューヨーク・ニュージャージー港湾局ハドソン横断公社(PATH)向けに新型電車PA-5形を340両受注、2010年にはオ



ニューヨーク市交通局R160形地下鉄電車

プション契約分10両を追加受注した。既存の通勤電車の老朽化によるもので、順次PA-5形に置き換えられ、2012年の完納時には、PATHの電車は、PA-4形と合わせすべて当社製となった。

### ワシントン首都圏交通局向け新型地下鉄電車の受注

2010(平成22)年、日本の車両メーカーとして初めて、ワシントン首都圏交通局(WMATA)向け7000系地下鉄電車428両を受注。オプション契約を含め受注総数は748両となった。

延伸計画、既存車両の更新ならびに混雑緩和など旅客サービス向上計画に伴うもので、同交通局で初めてステンレス鋼製の構体を採用し、運転室を2両ごとに設置(従来は全車両)することで座席数を増やしている。

## 客電車(アジア向け)

### シンガポール、台湾で地下鉄車両などを受注

アジアでは、シンガポール、台湾などで、地下鉄車両を受注している。

#### ○シンガポール

1998(平成10)年、シンガポール陸運局(LTA)向けに地下鉄電車C751B形126両を受注した。これは、1984(昭和59)年のC151以来2度目の受注で、前回失注した反省から周到に入札準備したものだ。

さらに、2009年と2012年には同じくLTA向け

に、地下鉄電車C151A形132両、C151B形132両を受注。2014年には地下鉄電車T251形364両を受注している。いずれも、当社と南車青島四方機車車両股份有限公司(南車四方)(現・中車青島四方機車車輛股份有限公司)と共同で受注したもので、C151A形は中国以外で初めて共同受注したプロジェクトとなった。

シンガポール向けには、2021年現在、他社との共同受注を含めて累計1,440両の地下鉄車両を受注している。

#### ○台湾

2003年に台北市政府捷運工程局しょううんから地下鉄電車321両を、2006年には中正国際空港鉄道用車両を受注した。

地下鉄電車は、1992年に台北市の渋滞緩和のために新設された地下鉄・淡水線向けの132両に続くものであった。

中正国際空港鉄道建設契約は、台北・中正国際空港(現・桃園国際空港)と台北市内を直結する空港線(21駅、総延長約51km)の鉄道システムを構築するとともに車両基地を建設するもので、丸紅株式会社が全体の取りまとめと、信号・通信システム、軌道敷設工事を、また株式会社日立製作所が変電システムを担当。当社は、通勤電車80両および急行電車55両の計135両の製造を担った。



左上:ニューヨーク・ニュージャーシー港湾局PA-5形、右上:ワシントン首都圏交通局7000系地下鉄電車、左下:シンガポール陸運局地下鉄電車C151A電車、右下:シンガポール陸運局地下鉄電車T251電車



台北市・桃園国際空港線通勤電車

## ■ 高速車両

### 日本7社連合が、台湾向け新幹線システムを受注

2000(平成12)年12月、当社および三井物産株式会社、三菱重工業株式会社、株式会社東芝、三菱商事株式会社、丸紅、住友商事株式会社の共同で、台湾高速鉄道股份有限公司(台湾高鉄)から台湾高速鉄道機電システムプロジェクトを受注した。高速鉄道として日本で初めての海外輸出であった。

当社は主契約者として700T型車両30編成360両の設計、供給を担当。日立製作所・日本車輛製造株式会社と共に製作・納入した。

700T型は、700系新幹線電車をベースとした車両で12両編成。車体はアルミ合金製で、最高営業運転速度は300km/hである。

2012年には、4編成48両を追加受注。2016年開業の台北駅～南港駅間(5.7km)の路線延長などに投入された。

### 中国在来線高速化プロジェクト

四方車両の合作パートナーとして入札に参加し、2004(平成16)年10月にCRH2型60編成480両を受注した。

本案件は、中国の在来線高速化プロジェクトの一つで、当社は主契約者として三菱商事、三菱電機株式会社、日立製作所、伊藤忠商事、丸紅等の各社を取り

まとめ、四方車両と共同で中国鉄道部と契約した。

CRH2型は、JR東日本向けE2系1000番代をベースとし、時速200kmでの営業運転を想定して設計変更を施したもの。日本で完成車両3編成とロックダウン車両6編成を製造。51編成は、当社が四方車両に製造技術を移転し、四方車両が国産車として製造・納入を行った。

## 2. 国内向け製品

### ■ 電車

#### 神戸市交通局向けリニア地下鉄電車40両を受注

1999(平成11)年、神戸市交通局より海岸線向けの5000形リニア地下鉄電車40両を受注した。リニア地下鉄電車は、従来よりも機器が小型になり車高を低く抑えられるため、トンネル径が小さくて済み、土木工事費削減を図れるというメリットがある。

海岸線は三宮－神戸－和田岬－新長田間の8kmを10駅で結ぶ地下鉄で、トンネル掘削工事は、高層の建築物の近くを通ることや、地中障害物が予想されるなど難度が高かったが、当社のシールド掘削機5基を用いて無事工事を終えることができた。

#### 「TRAIN SUITE 四季島」、営業運転開始

JR東日本は2017年5月1日、観光立国推進の一環



台湾高速鉄道700T型車両



中国在来線高速化プロジェクトCRH2型



神戸市交通局海岸線5000形リニア地下鉄電車

として開発を進めてきた豪華列車・クルーズトレイン「TRAIN SUITE 四季島」の営業運転を開始した。

車両製造は当社と株式会社総合車両製作所が行い、当社は難易度の高い先頭車およびスイートルームを含む中間電動・付随車両の設計・製造を担当。車両デザインは、世界的な工業デザイナー・奥山清行氏が担当した。

電化区間はもちろん非電化区間においても走行できるよう、走行用主回路電源には、架線からの交流電源、直流電源に加え、両先頭車に搭載されたディーゼルエンジン発電機による電源の3つを使うことができるEDC方式(Electric Diesel Combined system)を採用した。

当社は四季島のほか、九州旅客鉄道株式会社(JR九州)の「ななつ星in九州」(2013年運行開始、機関車のみ)、西日本旅客鉄道株式会社(JR西日本)の「瑞風」(2017年運行開始、1編成10両のうち5両)も製造しており、2019年現在、JR各社のすべての豪華列車に関与している唯一の鉄道車両メーカーとなっている。

## ■ 新幹線電車

### 全国の新幹線開業に合わせ、新幹線車両を製造

2013(平成25)年から、2016年にかけて秋田、北陸、北海道の各新幹線向けに新型車両を製造した。

#### ○秋田新幹線E6系(2013年春、運行開始)

当社が車両メーカーとして初めて新幹線の内外

装デザインを手掛けた案件。長さ約13mのロングノーズで、全車に、車体動揺防止制御装置(フルアクティブサスペンション)、車体傾斜制御装置を備え、乗り心地を向上しつつ、国内最速の営業運転時320km/hを実現した。

内外装は、奥山清行氏監修のもと車両カンパニーデザイン部門が手掛けた。

#### ○北陸新幹線E7系・W7系(2015年3月15日開業)

北陸新幹線本格開業に向け、E7系(JR東日本)、W7系(JR西日本)合わせて全10編成を納入した。内外装についてはデザインコンペが行われ、当社案が採用された。新幹線では初めて、全席に備え付けのコンセントを設け、すべての洋式便器に、洗浄機能付脱臭暖房便座が搭載されている。

#### ○北海道新幹線H5系(2016年3月26日開業)

北海道新幹線が開業し、東海道新幹線開業から半世紀を経て北海道から鹿児島までの2,150kmがつながった。当社は北海道新幹線向けに、東北新幹線E5系をベースに北海道の気候に対応できるよう改良を加えたH5系、第1編成10両を納入した。

## 3. その他の車両

### 東京モノレール向けに、世界初、停電時非常走行用の鉄道システム用地上蓄電設備を納入

東京モノレール株式会社向けに、停電時の非



クルーズトレイン「TRAIN SUITE 四季島」



秋田新幹線E6系



E7系/W7系 内装デザイン

常走行を目的とした鉄道システム用地上蓄電設備(BPS: Battery Power System)を納入した。これは震災などで電力会社からの電力供給が止まり、電車が駅間に停車した際の乗客の安全性確保策の一環として、同社の品川変電所と多摩川変電所に設置されるもので、非常時にはこの2カ所のBPSから電力を供給することが可能となる。導入により、朝のラッシュ時に最大17編成が、上下線35.6kmのどこかで停車しても、最寄り駅へ安全に移動させることが可能となった。

## 3 鉄道車両製造の技術

### 1. 技術開発

#### ■ 機関車

##### EF210形式300番代直流電気機関車緩衝器の開発

2011(平成23)年、山陽線の急勾配区間(瀬野～八本松)で1,300トンの貨物列車を後押ししてきた勾配後押機関車・EF67形式直流電気機関車の置き換え用に、EF210形式をベースとする300番代直流機関車の開発に着手した。EF67形は新製時



EF210形式300番代直流電気機関車

から40年を超え老朽化が進んでいた。

開発のポイントとなったのは緩衝器で、従来使用されていたEF67形式緩衝器が製造中止になっていたことから、これに代え、日本貨物鉄道株式会社(JR貨物)、公益財団法人鉄道総合技術研究所および株式会社日本製鋼所で共同開発した新形シリコン緩衝器を採用。完成車両は、試験用のコンテナ貨車26両編成の1,300トン列車を連結して本線での走行試験を実施したのち、2013年3月運用を開始した。

##### DD200形式電気式ディーゼル機関車の開発

国鉄時代からJR貨物やJR各社で、支線区の旅客・貨物列車けん引や、貨物駅構内の入換作業に使用されていたDE10形式ディーゼル機関車の老朽化に伴い、DD200形式電気式ディーゼル機関車を開発した。当時、橋梁強度が低い線区においては、「貨物列車けん引」「貨物駅構内の入換」に共用できる機関車はDE10形しかなく、開発が急がれていた。

2015(平成27)年8月から設計を進めながら勉強会を開催。試作車の製造、JR旅客本線各地での性能確認試験、試作車の営業運用を経て、2019年8月に量産車製造がスタート。順次DE10形と置き換えられた。



DD200形式電気式ディーゼル機関車

## ■ 電車・気動車

### ニューヨーク地下鉄 R142A形における耐衝突構造の開発

欧米では1990年代以降、衝突時の被害を低減するために新たな規格が定められ、車両設計仕様にも具体的かつ高度な要求が盛り込まれた。そのためニューヨーク市交通局(NYCT)向け地下鉄電車R142A形(1997(平成9)年受注)では、衝突時に車両先頭部を積極的に変形させて客室を守る構造とし、それを「衝突試験」で実証することが求められた。

当社は、構造については開発から1年後の1998年6月に2度目の要素試験にトライし、合格。翌1999年1月にコロラド州運輸技術センター(TTCI)において、質量6,000トンの剛壁を建設し、1両全体を衝突させる衝突試験を受け、性能を実証した。この実績により、以降の別案件においても当社製車両は衝突試験を免除された。

### 車両衝突対策技術の向上

2005(平成17)年4月のJR福知山線脱線事故以降、国内でも衝突対策への要求が高まった。そんななか、JR西日本は前面に加え、側面やオフセット衝突にも対応できる徹底した安全対策を設け、車両メーカーに求めた。当社はこれに応え、

2006年3月、既存のSUS通勤車両223系の側面衝突の解析による評価を実施したのを皮切りに、アルミ特急車683系の側面衝突やオフセット衝突対策、アルミ特急車287系の踏切衝突対策、SUS通勤車両225系の各種衝突対策を実施、実証実験を行った。

その結果得られたノウハウは、225系以降の新造車両にも反映され、前面衝突に対しては、サバイバルゾーンを確保しつつ衝撃を吸収する「部材配置」や耐側面衝突性能を持つ「リング構造」を開発。オフセット衝突対策としては「ガイドボンツーン」「フォールディングスリット」などを備えた。また2次衝突対策として、乗客が直接接触する車両内装品についても、吊り手を大型化し、荷棚端部を曲面処理するなど細やかな安全対策を施した。

### 標準型設計「efACE」の開発

2009(平成21)年2月、東京地下鉄株式会社(東京メトロ)向け16000系の受注を目指し専任チームを立ち上げ、大幅なコストダウンを目指して、標準型設計「efACE」の開発に着手した。国内市場が成熟し、競合が激しくなるなか、価格競争力を高め差別化を図るためである。

専任チームは、技術本部の他、資材本部、生産本部からも選出され、構体、艤装、資材、デザインの4つに分かれ開発を進めた。

バリューエンジニアリングの視点から、座席の両



衝突対策の実証実験



耐側面衝突性能を持つ「リング構造」



オフセット衝突対策「ガイドボンツーン」

端にある袖仕切りなどの細部まで見直し、幾度も図面を引き直すなどの試行錯誤を行い、資材費を低減。コンカレントエンジニアリングやフロントローディングなどの手法を駆使し、大幅なコストダウンを実現した。艤装についても工程を削減し、組み立てやすい工法を考案するなど徹底した見直しを行った。

### R211編成衝突を考慮した耐衝突設計

2018(平成30)年にNYCTから受注したR211において10両対10両の編成同士が衝突しても、客室や運転室がつぶれない仕様が要求された。従来の耐衝突設計は、単独1両での衝突エネルギー吸収が求められていたが、各車の挙動を考慮し、編成としての安全性をより高めるための要求である。

なかでもR211の貫通幌付き試験車は、車両間の距離が通常よりも広くなるため、衝突時に車端同士で、従来のアンチクライマー構造が噛み合う範囲を超える大きな上下動が発生する。そこで、この上下動にも対応できるカップ&コーンと呼ばれる衝突エネルギー吸収機構を開発し、各車端に装備することで、衝突時に分散してエネルギー吸収する耐衝突設計を実現した。

この構造は2019年に日本と米国で特許を取得した。

### 叡山電車「ひえい」の改造

2018(平成30)年、1988年製造の732号車を改

造した新型観光車両「ひえい」が発表され、インパクトのあるデザインが話題となった。

外観および内装デザインは、叡山電鉄株式会社によるイメージ画をもとに、株式会社GKデザイン総研広島が担当。車両の改造を当社が行った。

車両前面の巨大な楕円形デザインを生かしつつ視界を確保するため、運転席を従来より約30cm中央に寄せ、両サイドにも細い窓ガラスを設けた。側窓もすべて楕円型に変更されたため、それに合わせてシートなどのインテリアも新たにした。

改造に当たっては、新旧の主要構体を3Dモデル化して比較。撤去部分や補強範囲、改造による干渉部位などを詳細に検討し、品質・コストのバランスの取れた改造方法を採用した。

## ■ 新幹線電車

### 500系、700系、N700系 新幹線車両の開発

1990年代後半から2000年代にかけて、JR各社と新幹線車両の開発、製造を行った。主なものに500系、700系7000番台、N700系などがある。

#### ○500系

航空機利用者を取り込み山陽新幹線の利用者増を図るため、速度向上と到達時間短縮が求められた。高速化は、トンネル内走行時の車外圧の高まりや騒音、軌道への負担を増す。そのため、車外圧の変動を受けやすい引戸には、空気圧シリンダによ



叡山電車「ひえい」



500系(提供:西日本旅客鉄道株)

る押さえ装置を装備。全車両の側面下部に側カウル(整流部品)を取り付け、床下で生じる空気の乱れを抑えて車外騒音を低減した。また、軌道の保安業務を徹底するとともに、車両側にも軌道検測を行う装置を装備。走行中にも軌道の状態を把握し、速やかに保線業務へ反映するシステムを築いた。

その結果、営業車では国内初の300km/h走行を達成した。

### ○700系

東海道・山陽新幹線の直通車として快適性と速度向上による利便性の向上を目指し、東海旅客鉄道株式会社(JR東海)とJR西日本が共同開発した300系車両の後継車。285km/hを目標とする速度向上、先頭長増に対応する救援連結構造の開発、車外騒音を低減させる側カウルの取り付け、快適性を高める真空式トイレ搭載などが課題となった。

救援連結器構造とは、車両連結の救援作業を短時間で行うことができるよう開発された連結器の格納構造で、先頭長が長い独特のフォルムのため先頭車後方に十分な余裕がなく、救援作業時間が長くなることが予想されるため、これを解決するために開発されたものである。この時開発されたCFRP製の取り外しカバー(軽量化による作業性改善)や、手動引き出し構造の連結器(作業の柔軟性向上とスピードアップ)は、その後の新幹線にも搭載された。

### ○N700系

700系から、さらなる高速性と快適性・環境性能向上の両立を目指してJR東海とJR西日本が共同開発した車両。東海道・山陽・九州新幹線での運用が想定されるため、トンネルが多い条件などのなかで300km/h走行を達成することが目指された。当社は、トンネル内で発生する微気圧波を低減する先頭形状を開発した。先頭形状の設計では、従来と同一の定員が求められたため、航空宇宙カンパニーが開発した最適化計算手法を用い、微気圧波低減と先頭車定員を両立させる断面積値を算出した。

山陽・九州新幹線直通用8両編成では、九州区間に35%の急勾配があるため、先頭車両にもモータを設置し、全車両に動力を備えた派生型が使用されている。

### E3系/観光列車E3系700番台

E3系は、東北で運用されている新在直通の新幹線車両で、長くシリーズ展開された。最初は1997(平成9)年の秋田新幹線開業時のE3系0番台、次いで1999年に山形新幹線が新庄駅まで延伸開業した際には増備用として1000番台を、さらに2008年には、山形新幹線で400系の置換として2000番台を製造した。

また2014年には、E3系0番台を改造したE3系700番台の「とれいゆ」を、2016年には同じく



700系「ひかりレールスター」



E4系

700番台の「GENBI SHINKANSEN(現美新幹線)」を設計・改造している。

### E4系新幹線車両の開発

東北・上越新幹線200系の老朽化に伴う更新と、通勤・通学旅客需要増に対応するために、1997(平成9)年から2002年にかけてE4系を開発、製造した。要求された仕様は、定員817人(8両)および速度240km/h、重量を平均15トン/軸(定員時)に抑えることであった。

当社は、車両構体をオール2階建アルミ合金製とし、さらにガラス繊維と芯材を組み合わせたドライレイアップ方式サンドイッチパネル構造を採用し、簡素化、軽量化を図った。また、環境騒音対策(微気圧波対策)では、技術開発本部、航空宇宙システムカンパニーと共に開発を推進。先頭構体にはFRPを採用し、長さ11.5mのロングノーズ・デザインとし、騒音を抑えている。

### 試験車E954/E955形式とE5/E6/E7系の新幹線車両の開発

東北新幹線が2010(平成22)年に新青森駅へ、2016年には新函館北斗駅まで延伸するに当たり、速度向上による到達時間短縮を目指して開発されたのが試験車一新幹線専用のE954形式と、新在直通用のE955形式であった。いずれも営業最高速度360km/hを目指した。

開発においては、高速化とともに安全性の向上や、トンネル微気圧波・騒音などの低減、乗り心地向上などが要求され、新幹線で初めて空気抵抗増加装置(空カブレーキ)を採用。全周外ホロや、側カバー部の吸音パネル、先頭部の可動式スノープラウカバー、低騒音可動式パンタ遮音板(E955形式)などの騒音を低減させる工夫や、車体傾斜装置、動揺防止装置、融雪ヒータ付床下吸音フサギ板などが採り入れられた。

両試験車を用いた試験の結果、実際の営業用車両として製造されたのが、新青森駅への延伸用のE5系と、秋田新幹線への直通車両E6系である。最高速度は320km/h。さらに、2014年には、金沢に延伸する北陸新幹線向けにE5系をベースとしたE7系(営業最高速度275km/h)が開発された。E7系は、上越新幹線のE4系の置換用としても投入されている。

### 映画『未来のミライ』プロダクションデザインを担当

2018(平成30)年7月20日に公開された、スタジオ地図企画・制作のアニメーション映画『未来のミライ』(監督：細田守 プロデューサー：齋藤優一郎)の劇中に登場する新幹線のデザインを車両カンパニーデザイン担当部門が手掛けた。作品後半に登場する「未来の新幹線」と生き物をモチーフに取り入れた「黒い新幹線」のプロダクション



ドライレイアップ方式サンドイッチパネル構造



左上：空気抵抗増加装置(空カブレーキ)、右上：E5系、左下：E7系/W7系、右下：映画『未来のミライ』の「黒い新幹線」

デザインを担当した。

## ■ 新交通システム

### 新交通システム車両の進化

2005(平成17)年に、神戸新交通向けにポートライナー8000形車両の置き換えとして新たに2000形を納入。2015年には六甲ライナー1000形車両の置き換えとして3000形車両を受注し、2017年に初編成を納入した。

いずれも、開業時から運用されていた車両の置き換えで、開発に当たっては、安全性の向上と、技術進歩による車内空間の拡大、乗り心地など旅客サービスの向上が求められ、環境に配慮した省エネ対策などを実施した。

## ■ 台車

### 鉄道車両用台車「efWING」の開発

当社は、2014(平成26)年3月、世界初となるCFRPバネを採用した鉄道車両用台車「efWING」2台を、熊本電気鉄道株式会社に納入した。

「efWING」は、世界で初めてフレームの一部に、高い強度と軽さを併せ持つCFRPを採用し、台車フレームの重量を従来比で約40%、1両当たり約900kgの軽量化を実現し、エネルギー効率向上、ランニングコスト低減、CO<sub>2</sub>排出量削減を実

現した。また、高いサスペンション機能により各車輪がレールに与える力が安定するため乗り心地も向上し、「輪重抜け」が半減し、脱線のリスクを低減することができる。

開発のポイントとなったのは、H鋼とコイルバネで構成されていた従来の台車構造を、CFRPと弓形のフレームとし、フレームそのものにバネの機能を持たせたこと。開発には、車両カンパニー(台車技術)、航空宇宙システムカンパニー(複合材技術)、技術開発本部(各要素技術)とのシナジーが活かされている。

2012年6月には、アメリカ鉄道協会運輸技術センター(TTCI)にて走行試験を実施。延べ20日間、走行距離4,469kmに達する試験において、48~160km/hのすべての速度域で鉄道車両の走行安全性に関する規定の要求を満たすなど、高い安全性が証明された。

2016年には四国旅客鉄道株式会社(JR四国)7200系用台車として採用された。

## ■ 試験

### 台車枠疲労試験装置の導入および利用開始

海外への展開を積極化していた2000年代、海外の顧客から設計検証の一環として疲労試験の実施を要求されるケースが多くなったことから、台車疲労試験装置を導入した。



CFRPバネを採用した鉄道車両用台車「efWING」



アメリカ鉄道協会運輸技術センター(TTCI)での走行試験

最初の試験は、2005(平成17)年受注のニュージャージー港湾局ハドソン横断公社(PATH)向け通勤車用台車で、初めての経験だったため、治具のサイズ、重量、装置との干渉のチェック、アクチュエータの位相差の調整(ゲイン調整)など、さまざまな点で苦労したが、関係部門による協力でも乗り切ることができた。

以降、ワシントン向け地下鉄用台車、メトロノース向け電車用台車、台湾向け通勤車両用台車、シンガポール向け地下鉄用台車など、多数の疲労試験を手掛けている。

5000形車両側構体板継ぎに初めて適用したのを皮切りに、2008年には大型中空型材を用いた京阪電気鉄道株式会社3000系電車に、さらに2010年には東京メトロ16000系においても無塗装車にFSWを適用し、アルミニウム合金製の標準型通勤車両を確立。その後、都営大江戸線12-600形等、小断面規格車両へ適用し、改良を重ねながら適用を拡大している。

### ステンレス車両構体へのレーザ溶接適用

従来、ステンレス製車両の組立は、ステンレス外板と骨材を重ね合わせて抵抗スポット溶接を用いていたが、重ね合わせた部位を所定の間隔を置いた点で継いでいくため、溶接の痕跡が外板表面に残るとともに、多くのスポット溶接をするため歪みが集積され、外板に波打ちを生じるという問題点があった。

そこで当社は、当時実用化されつつあった高能率、高品質で溶接歪みの少ないレーザ溶接に着目し、2006(平成18)年から技術導入を進め、実用化した。

これにより、外観品質において競合他社製品に勝る製品の開発が可能となり、レーザ溶接による車体は当社のステンレス標準車体として確立され、2020(令和2)年現在、国内ステンレス車両構体の大半がレーザ溶接適用車両となっている。

## 2. 製造技術

### ■ 構体

#### アルミニウム車両構体への摩擦攪拌接合(FSW)の適用と標準化

摩擦攪拌接合(FSW)は1990年代初めに英国の研究機関(TWI)によって開発された施工法で、従来のMIG溶接では生じる溶接余盛部を仕上げなくても、平滑面が得やすく、熱影響による母材の色調変化も小さい。そのため無塗装でも意匠性が大幅に向上し、アルミニウム合金製の無塗装車両にとって不可欠な接合技術となった。

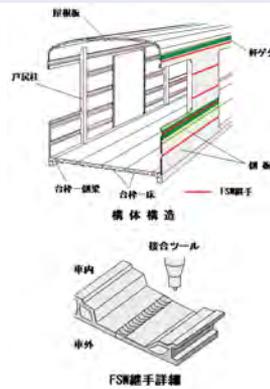
当社は、1998(平成10)年に、札幌市交通局

#### アルミ長尺型材加工ルーター導入

アルミ構体は、全長最大25mのダブルスキン



台車疲労試験装置



摩擦攪拌接合(FSW)



都営大江戸線12-600形

構造断面を持つ長尺の形材で構成されるため、長尺の形材に切削加工を施すことは必須の工程だった。そのため当社は、従来、切削加工の設備2基を年間を通して昼夜稼働させており、故障等による工程停止のリスクを抱えつつ製造を続けていた。そこで、2011(平成23)年以降は新幹線車両を中心にアルミ車両製造の高操業を控えていたため、新たな加工ルーターの導入を決定。2012年3月から7月にかけて、装置製造から据付までを完了させ、新幹線車両を1車両/1.5日ペースで製造する高操業生産を実現した。

## ■ 艤装

### 機関車工場302棟の整備

1997(平成9)年8月から約5カ月をかけて機関車の構体—艤装の製造工程を、一貫生産ラインとして整備した。EF210形式機関車の量産受注により、より効率的な生産が求められたためである。

整備に当たっては、既存設備の移動だけでなく、台枠・構体の搬送方法や工程短縮など、より効率化する工夫を取り入れ、構体製作では天井クレーンレスを実現するために、台枠組立治具内、台枠溶接場所をトロックで搬送するラインの検討を重ねた。また、運転室の製造工程を分け、車体と並行して流れ作業を行い、塗装、断熱材、窓・外設、入線まで終了させ、最後に車体に取り付ける

などの工夫をし、組立ラインの工程短縮を実現した。

### 新塗装工場112棟の建設と自動塗装装置導入

初代型新幹線(0系)はシンボルカラーとして白と青をベースとしたカラーリングがなされていたが、1990年代以降、年々多彩な色合いの新幹線車両が誕生していた。一方、地球環境保護の観点から、塗装においては揮発性有機溶剤(VOC)を低減できる水性塗料の適用が求められるようになり、より高い塗装技術が必要となった。

そこで当社は、2007(平成19)年、国内の鉄道車両メーカーでは初めて、水性塗料を使って多彩な塗装を高品質かつ効率的に行うことができる多関節式ロボットの自動塗装装置の導入を決定。顧客や競合の情報収集をしつつ、塗装条件出しを行い、精度を高めていった。また、開発に当たっては塗装関係のメーカー(塗料、塗装機、塗装ブースなど)、および当社ロボットビジネスセンターと共同プロジェクトを立ち上げ、第一線の知識や技術を反映して自動塗装装置を完成。併せて新塗装工場112棟を建設した。

## ■ 台車

### 高操業や現地生産などのグローバル化、IT技術の進化に対応し設備を更新

台車製造においては、2000(平成12)年以降、



アルミ長尺形材加工ルーター



多関節式ロボットの自動塗装装置

ニューヨーク地下鉄R160形受注等による高操業対策や、グローバル化への対応、新しい設備の導入などを行った。

○ニューヨーク地下鉄R160形受注による高操業への対応

2004年のR160形の生産開始に際して過去最大の5台車/1日の生産対応が必要となった。また、輸送などの問題により神戸工場の第二台車工場を速やかに兵庫工場へ集約することが必要となり、「新しい考えの台車製造ラインを作れ」の号令のもと、2005年にプロジェクトがスタート。兵庫工場では溶接から機械加工までの台車枠一貫生産ラインの刷新や、ニューヨーク地下鉄向けラインの整備を実施。播磨工場内にも台車製造ラインを新設し、台車枠の生産体制を再編。2008年にはスケジューラーを導入し、ボトルネック工程を中心に生産負荷の山積み・山崩しを実施し、高操業、および生産リソース、場所の有効活用を図った。

○グローバル化に対応し、現地生産や教育を実施

2006年より中国においてCRH2型車両(200km/h)の台車および輪軸組立を、台湾においては2009年より地下鉄車両の台車の現地生産を行った。その際、生産準備や現地従業員の教育を実施し、技術移転先が起因する不具合の発生を防いだ。

2007年には中国四方工場より300km/h級車両用軸箱体としてアルミ合金製軸箱体を受注・生産したが、これに対応して機械加工設備、アルミ合

金の加工精度向上に必要な空調設備を増強。生産量を8個/日から20個/日へと増やし、ミクロン単位の寸法精度要求を実現した。

○五面加工機、ポータブル式三次元測定器など新しい設備の導入

2016年、1989年に導入し昼夜フル稼働で老朽化していた五面加工機を最新式に更新。これまで台車一台分しかなかったテーブル面積を二台分へと広げ、自動計測機能を加え、連続自動送り時間の向上と自動化を図った。また、台車枠などの寸法測定を目的として2003年から導入したポータブル式三次元測定器も第二世代へと更新。3Dデータとの連携により適用範囲の拡大を図った。

# 4 製造工場・関係会社

## 1. 製造工場

### ■ 兵庫工場の変遷

#### 車両事業のマザーファクトリー、兵庫工場

当社の鉄道車両の生産拠点としては、2020(令和2)年現在、兵庫工場、播磨工場、ヨンカース工



兵庫工場台車枠一貫生産ライン



台湾での生産準備や現地従業員の教育



五面加工機



ポータブル式三次元測定器

場、リンカーン工場の4カ所がある。

兵庫工場は1906(明治39)年の開設以来、車両製造事業をけん引してきた伝統のある工場で、現在も国内車両および輸出車両の製造、台車枠の製造ならびにシステムの開発・設計を主業務としている。また、車両開発案件では試験車や第1編成などの製造を行っており、世界4工場の中心的な役割を担っている。

2007(平成19)年には工場内に、車両カンパニーのシンボルとなる中核施設として「車両本館」が竣工された。

## ■ 播磨工場の変遷

### 播磨工場での車両製造をスタート

2000(平成12)年以降、国内外から車両を受注し、高操業が継続したため、2006年のコンテナ貨車コキ106の生産を契機として兵庫工場の生産設備の移転を計画。当時、鉄構工作課であった播磨工場の南エリアに端部台枠、台車枠などの車両部品の一部の製造設備を移管し、播磨車両課として車両製造をスタートさせた。

以降、播磨車両課は、発足以来、現在まで貨車(コンテナ車・タンク車)1,000両以上、端部台枠約2,000両、台車約1,500両以上の完成部品を送り出した。



車両製造開始時の播磨工場

## 2. 関係会社

### ■ 関係会社の変遷

#### Kawasaki Rail Car, Inc.(KRC、ヨンカース工場)

1985(昭和60)年7月に前身であるKawasaki Rolling Stock(U.S.A.), Inc.を設立し(1989(平成元)年にKawasaki Rail Car, Inc.へ改称)、以降、北米向け各種鉄道車両で豊富な実績を持つ工場。北米向けの車両については、プロトタイプ車を兵庫工場で作り、KRCで台車組立および後艀装を含む最終組立を行う体制を取っている。北米案件の営業、調達、プロジェクトマネジメントの拠点である。

#### Kawasaki Motors Manufacturing Corp., U.S.A.(KMM、リンカーン工場)

ニューヨーク州ヨンカースのKRCに次ぐアメリカで2番目となる鉄道車両工場。2001(平成13)年11月の開設と同時に、艀装工程の稼働を開始。2002年4月には、構体製作から車両完成までを手掛ける体制を整え、2011年には機能試験設備を新設し、顧客へ直接納入できるアメリカで唯一の工場となった。



KRC、ヨンカース工場

# 5 | 車両事業の 将来展望

## 1. グループビジョン2030における 車両事業のビジョン

「陸・空輸送システム」事業グループとして、車両事業と航空宇宙システム事業での製造工程の親和性を活かし、生産技術・品質管理を高度化。安定した品質とコスト競争力を基盤に、革新的なソリューションを社会に提供していく。2021(令和3)年10月、車両カンパニーは川崎車両株式会社として分社独立した。自律的事業経営を徹底し、社会のニーズに機動的かつ柔軟な取り組みで新たなマーケットを掘り起こすとともに、ビジネスモデルの拡充を図っていく。

さらに、グループビジョン2030が掲げる2つの注力フィールドの取り組みを強化する。

### ○安全安心リモート社会

2021年5月、北米で軌道検査の自動化・省力化システムとして、軌道遠隔監視サービスを開始。今までは線路を人が歩いて目視で点検していたが、装置を付けた機関車でデータを収集するソリューションの提供で省力化を実現した。今後はさらにデータプラットフォーム化を目指し、サービスプロバイダーへの変革を図っていく。

### ○エネルギー・環境ソリューション

内燃機関の車両を、どう代替させてカーボンフリーにするかが問題になっている。水素車両用の水素供給システムを提供する川崎車両の技術力・ノウハウを活かした、水素発電所から走行用電力を供給する方法や、その他エネルギー効率・コスト面で優れたソリューションを提供していく。

## 2. 車両事業の中期的な 取り組み

川崎車両の企業理念「私たちは、ものづくりと技術革新への挑戦を続け、安心の日常と感動の未来を約束します」実現のため、内外で以下の取り組みを進めていく。

国内の少子高齢化による人手不足という課題に対しては、鉄道車両や軌道の状態を自動的に監視する機器およびサービスの拡充、車両基地設備の自動化などを通じて、保守メンテナンスの効率化実現を図る。

都市交通の整備が課題となっている海外では、交通混雑や環境問題に対応するため、総合重工業グループとしての技術力と、これまでに培ったプロジェクト履行能力を活かした、質の高い鉄道システムを世界に向けて拡販していく。



新会社発足時のポスター



川崎車両の企業理念

エネルギー・船用事業



ガスタービン

レックスペラ

# 1 エネルギー・船用 事業の変遷

エネルギー・船用事業は、1907(明治40)年に川崎造船所の造機部門として船用蒸気タービンの製造を開始して以来、海から陸へと製品分野を広げつつ事業展開を図ってきた。

エネルギー分野では、世界最高クラスの発電効率のカワサキグリーンガスエンジンをはじめ、天然ガス圧送設備、自家発電用蒸気タービンなどを生産。船用分野では、100年以上の歴史を持つ船用ディーゼルエンジンなど、各種船用推進機を生産してきた。なお、原動機事業100年目の節目の年に当たる2007(平成19)年には、神戸工場において創業100年を記念した行事が開催された。

エネルギー・船用事業の組織としては、2001年に全社13事業部門を6カンパニーに再編するカンパニー制が導入され、ガスタービン・機械カンパニーの1部門を「機械ビジネスセンター」として担うことになった。その後、大きな組織改正はなかったが、2017年4月に、ガスタービン・機械カンパニー内のガスタービンビジネスセンターより「産業用ガスタービン事業」の移管を受け、エネルギー分野での品揃えと顧客への提案能力を強化した。翌2018年4月にはカンパニー改編が行わ

れ、機械ビジネスセンターはエネルギー関連事業として、プラント・環境カンパニーと統合し、エネルギー・環境プラントカンパニーとなった。そして2021(令和3)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。

## 1. エネルギー分野

エネルギー分野においては1990年代後半から、省エネルギーとCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の排出削減に配慮したクリーンなガスタービンやエンジン、空力機器が求められ、世界最高水準の発電効率・熱効率を達成した中・小型の産業用ガスタービンやグリーンガスエンジンの開発を行った。

21世紀に入ってから東日本大震災(2011(平成23)年)と地球環境保全の影響を大きく受けた。震災を契機として、BCP(事業継続計画)の観点から分散発電のニーズが高まり、工場への自家用発電設備の導入が増えた。一方、1990年代の後半からの省エネルギーやCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>排出削減への取り組みは、地球温暖化対策を定めた京都議定書やパリ協定の発効によりますます重みを増し、当社は環境負荷が小さい小型コージェネレーションシステムやガスエンジン、蒸気タービン、ブロワなどの空力機器を開発し、これらのニーズに応えた。



原動機事業100周年記念行事として、原動機事業の歴史と製品の展示やクレーン操作の疑似体験、部材の研磨などのイベントを実施

## 産業用ガスタービン

当社は、1976(昭和51)年のわが国初めての国産ガスタービン発電設備「PU200」を非常用発電設備として完成させて以降、着々と納入実績を積み重ね、2002(平成14)年にはFIFAワールドカップの計5会場の非常用発電設備を受注した。

また、コージェネレーションシステム用では、1993年に熱効率30.5%を実現した中型高効率ガスタービン「M7A-01」形(出力6MW級)を開発した。以降も低燃費・低エミッションを目指して改良を続け、2000年には7MW級の「M7A-02」形を開発、2006年には当時の世界最高水準となる熱効率35%を実現した8MW級の「M7A-03」形ガスタービンを開発し、国内やドイツ、マレーシアから、タイ、インドネシア、パキスタン、トルコ、イタリアへと市場を広げ、2012年開催のAPEC会場(ロシア・ウラジオストック)向けなどの受注を果たした。

5MW級においても2017年には、クラス世界最高の発電効率32.6%を実現した「M5A」を完成させ、2018年7月に商用運転を開始した。これを用いたコージェネレーションシステムでも総合効率84.5%のクラス世界最高の性能を達成している。

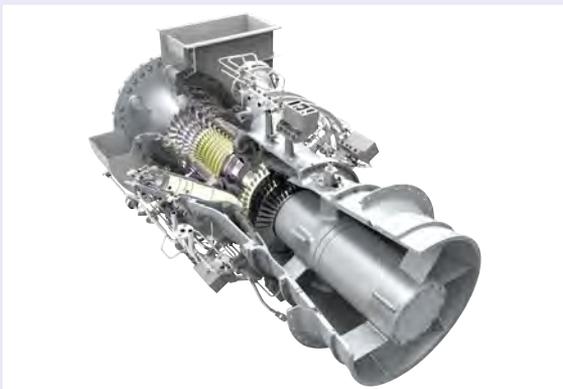
一方、大型ガスタービンでは2001年に20MW級の純国産高効率ガスタービン「L20A」を開発。同機を用いたコージェネレーションシステム

は総合熱効率80%以上を、蒸気タービンと組み合わせた複合サイクル発電プラントでは47%超の発電効率を達成。2004年にはオンサイト熱電併給事業(千葉美浜発電プロジェクト)向けガスタービンコンバインドサイクル発電プラント(総出力50MW)に2基が採用された。

これらの機種を利用してウズベキスタン共和国フェルガナ市において、2019年から7MW、2021(令和3)年から17MWの中小型ガスタービン高効率コージェネレーションシステムの実証運転を行った(当社と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)、丸紅ユティリティ・サービス株式会社との共同プロジェクト)。

さらに2012年末には30MW級の純国産高効率ガスタービン「L30A」を開発。クラス世界最高の発電効率40%超を達成。2018年には鹿島南共同発電株式会社向けコンバインドサイクル発電プラント(総出力107MW)に3基採用され、さらに2021年には海外向けでは初めて中国山東省の濰坊市濱投分布式能源有限公司(Weifang Bintou Distributed Energy Co.,Ltd.)向け1基を受注した。

また、水素コージェネレーションシステムに向けての取り組みとしては、神戸ポートアイランドにおいて世界初となる市街地での実証実験をスタートさせている。ドイツ・アーヘン工科大学と開発を進めてきた水素焚き燃焼器を採用したガスタービンが、NEDOの助成事業に採択され具体



M5A



2011年に当社製ガスタービンエンジン累積販売台数が1万台に達し、翌年「カワサキガスタービン1万台販売記念謝恩会」を開催

化したもので、2018年4月、旧港島クリーンセンター敷地内の発電・ボイラ設備からスポーツセンターや市民病院など4施設への電気と熱(蒸気と高温水)の供給に成功した。

## ■ ガスエンジン

環境規制が厳しくなった2000年代初め、液体燃料を用いるディーゼルエンジンから天然ガスを燃料とするガスエンジンへの転換が進んだ。発熱量当たりのCO<sub>2</sub>発生量が約30%も少なく、NO<sub>x</sub>、ばいじん等の有害物質の排出量も大幅に抑えることができるためである。

当社でも最高レベルの発電効率を有するガスエンジンの開発に着手し、2007(平成19)年には18気筒の初号機「KG形」を、2010年には可変ノズルタービン式過給機を採用した「KG-V形」をリリースし、発電効率を49.0%まで向上。環境にやさしいグリーンガスエンジン(GGE)として国内トップシェアを獲得した。

東日本大震災から半年後の2011年9月には、新電力(特定規模電気事業者、PPS)の一つである日本テクノ株式会社の日本テクノ袖ヶ浦グリーンパワー(千葉県袖ヶ浦市)向けに、ガスエンジンはもちろん土木・建築から特高設備、その他付帯設備までを一貫して請け負う当社初のプロジェクトを受注。2012年8月、7.5MW級のGGE「KG-18-V」14台で構成される発電容量11万kWのガスエンジ

ン発電所の納入を果たし、電力安定供給の一翼を担う電源としてのガスエンジンの価値を高めた。また2020(令和2)年には、同じく「KG-18-V」6基を沖縄電力株式会社の調整力電源用ガスエンジン発電設備向けに受注。同年にはさらに「KG-18-V」を改良し、2段過給システムを搭載した7.5MW級「KG-18-T」を開発し、クラス世界最高となる発電効率51.0%を達成。初号機を伊丹産業株式会社に納め、2022年の運転開始を予定している。

海外では、2017年にシンガポールのジュロン・エンジニアリング社より、タイの発電事業“パークプライ・コージェネレーション・プロジェクト”向けにGGE「KG-18-V」3基を受注した。蒸気タービン、ガスタービンおよびガスエンジンを組み合わせて100MW級のハイブリッドコンバインドサイクル発電所を構築するもので、昼夜の電力需要量に対応する発電設備のモデルケースとして注目された。2019年6月の商用運転では期待に応え、GGEの効率や運用柔軟性が高く評価された。

## ■ 蒸気タービン

電力業界では第1次オイルショックを契機として脱石油の動きが生まれ、1980年代中頃にはLNGを燃料とするコンバインドサイクル発電プラント(CCPP)の本格導入が始まった。

当社は、1986(昭和61)年にスイスの大容量ガスタービンメーカー ABB社(現・GE POWER社)



日本テクノ袖ヶ浦グリーンパワー向けプロジェクト



蒸気タービン150MWクラス機

から製造技術を導入し、大容量ガスタービンの生産を開始。1994(平成6)年には中国・上海宝山鋼鉄会社向け高炉ガス焚きCCPP(150MW)を初めて発電設備全体を取りまとめる形で受注。1996年に無事引渡した。

また、当社はフィリピンなど一部市場向けには台湾のFHI社を通じて100MW以下の小容量機を供給していたが、2000年代後半に同社が販売の重点を150MWクラスの中容量機へ移したため、これに応え2015年には、高効率新型翼列や高/低タービン直列配置構造などの新技術を投入し、150MWクラス機を開発した。

一方、LNG運搬船用主機タービンの分野でも当社は順調に実績を重ね、2006年8月には生産累計100基、市場シェア約55%とした。

## ■ 空力機械

空力機械の分野では、1990年代後半から2010(平成22)年にかけて防衛庁(現・防衛装備庁)向けの風洞装置納入や、ブロウ、圧縮機の新製品開発により、シェア拡大の基礎を築いた。

風洞は、1995年度に三音速風洞装置の研究試作を主契約会社として受注し、2004年度末に札幌試験場に納入した。

さらなる環境対応が求められた民用のブロウや圧縮機では、技術導入や自社開発により新製品を開発し、投入した。

例えば下水曝気用ブロウは、1999年にフィンランドのHST社からインバータ駆動磁気軸受式高速電動機直結単段ブロウの独占的販売権を獲得。2001年に製造契約を結び国内販売を開始したが、2004年には自社開発に着手。2007年3月に初号機を納入し、高いシェアを獲得した。

さらに、2000年代後半には環境負荷が小さく、メンテナンスの容易なオイルフリー圧縮機の研究に着手。2014年11月、国際石油開発帝石株式会社向けの初受注に成功した。

## 2. 船用分野

1990年代後半以降の船用分野における大きな流れは、防衛分野においては、冷戦終結や中国の軍拡、ロシアの軍事力復調、日本の国際平和協力任務の拡大など国際環境の変化に対応した即応性・機動性・多目的性を有する艦船の整備、商船分野では、石油から天然ガスへのエネルギー転換を中心とした地球環境への配慮である。

### ■ 艦艇

1990年代の研究開発のテーマは、防衛庁において研究が始まった潜水艦用AIP(大気非依存型推進装置)システムであった。開発においては、防衛庁技術研究本部を中心に海幕関係部署、海上自衛隊の潜水艦隊司令部などの総力が結集され、



三音速風洞装置全景



そうりゅう ※出典：海上自衛隊ホームページ  
(<https://www.mod.go.jp/msdf/equipment/ships/ss/souryu/>)

メーカーも、造船所2社および装備機器主要メーカー約20社が参画。当社は、AIPシステムの中核となるMk.IIスターリング発電機の機関部と制御装置を開発し、2004(平成16)年度建造の「そうりゅう」から2014年度計画艦「しょうりゅう」まで10艦に採用された。

また、2009年には、護衛艦のハイブリッド推進用発電機として、産業用ガスタービン「M7」シリーズを船用化した「M7A-05」(6MW級)を開発し、2015年度計画艦のイージス艦「まや」(27DDG)および2番艦「はぐろ」(28DDG)に搭載された。

2014年度に入ると、防衛省は防衛大綱において、緊張が高まる周辺海域への対応策として「多様な任務への対応能力の向上と船体のコンパクト化を両立させた新たな護衛艦(30FFM型)」を相当数建造するとして、護衛艦を47隻から54隻へ増勢することを決定した。当社は推進装置関連機器の採用を目指し、クロスコネクタ減速装置により1台のガスタービン主機と2台のディーゼル主機を連動させて駆動する「CODOG(COMBINED Diesel Or Gas turbine)方式推進システム」の検討を開始。護衛艦建造ノウハウを持つ造船所への提案活動を展開した。

2017年8月には、造船所は三菱重工業株式会社に決定。ガスタービン主機は当社提案のイギリスのロールス・ロイス社との技術提携に基づき製造するMT30となったものの、推進システムは「CODAG

(Combined Diesel And Gasturbine)方式」となり、従来国産だった減速装置などに海外競合メーカー製が採用されることが判明。当社の猛烈な巻き返しにより、減速装置は当社製に変更できたが、長年護衛艦で独占してきた可変ピッチプロペラは失注となった。MT30と当社製減速装置を搭載した30FFM用推進システムはすでに2020年3月には運転試験を終え、2028(令和10)年までの11年間で全22艦の建造が計画されている。

新製品が開発される一方で、従来技術の見直しも進められた。世界各国の海軍で使用され高い評価を得ていた「オリンパス」「タイン」の後続機種として、1984(昭和59)年に投入した艦艇用ガスタービン「スペイ」が、時を経ても他国での採用が伸び悩み、さらに部品の価格高騰や納期遅延、サプライヤの撤退などで顧客に迷惑をかける事態が多発するようになっていたのである。そこで当社は、技術提携先のロールス・ロイス社と共同で改善チームを立ち上げ、設計変更などを検討し提案したが、交渉は難航。結論が出ないなか当社は先行開発に踏みきり、技術力の高さや熱意を訴え、2012年12月、事業譲渡の契約を締結し、100%国産化の権利を獲得した。

## ■ 船用レシプロエンジン

2004(平成16)年、川崎汽船株式会社の大型コンテナ船隊の整備計画に伴い、10万馬力に対



艦艇用ガスタービン「スペイ」事業譲渡契約



神戸工場の2サイクルディーゼルテストエンジン

応する推進主機関を、当社(6台)と三井造船株式会社(2台)で分担受注し、2006年4月には初号機(12K98ME)が超大型8,000TEU型コンテナ船に搭載された。12K98MEは2021(令和3)年時点で当社最大、最高出力のレシプロエンジンとして高く評価されている。

2000年代に入ると、国際海事機関(IMO)は、国際航海に従事する船用ディーゼルエンジンのNO<sub>x</sub>排出量の規制を段階的に強化した。2011年には2次規制(1次規制比15~22%の削減)を、さらに2016年には3次規制(指定規制海域において1次規制比80%のNO<sub>x</sub>排出量削減)のクリアを義務付けた。これに応え、当社は2010年には神戸工場内に2サイクルディーゼルテストエンジンを新設し、技術開発に着手した。2014年には複数の環境対応技術により大気汚染物質を削減するシステム「K-ECOS」の開発に成功。川崎汽船が次世代環境対応「DRIVE GREEN PROJECT」の一環として2015年に建造した大型自動車運搬船に搭載された。その後、K-ECOSの商用初号機を受注、2019年12月に完成した。

2011年には、すでに環境性能に優れたガスエンジンとして実績を伸ばしていた陸上発電用KG18(V型18気筒)をベースに船用ガスエンジンの開発に着手。ガスエンジンとして2014年にノルウェーの船級協会より、2015年に一般財団法人日本海事協会より国内で初めてエンジン型式承

認を取得した。

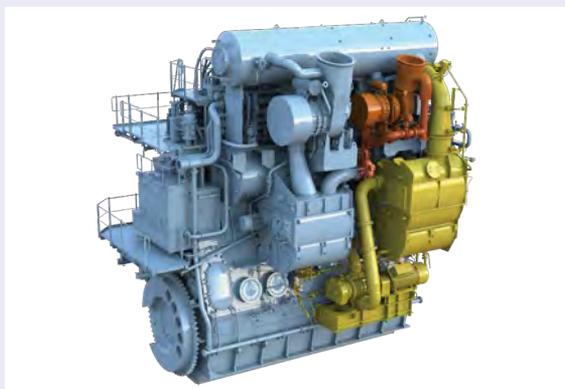
さらに、2015年には、ノルウェーのユナイテッド・ヨーロピアン・カー・キャリアーズ社の自動車運搬船向けに、重油とLNGを燃料とする二元燃料エンジン8S50ME-C-GIを2台受注し、建造造船所である南通中遠川崎船舶工程有限公司(NACKS)に納入。また、重油とLPGを燃料とする二元燃料エンジン7S60ME-C10.5-LGIPを国内で初めて受注、2020年10月に完成し、当社・船舶部門へ納入した。

一方、潜水艦用ディーゼルエンジンでは、「はるしお」用に開発した25/25型を、1995年に「おやしお」に納入。2006年にはマイナーチェンジした25/25SB型を「そうりゅう」に納入した。

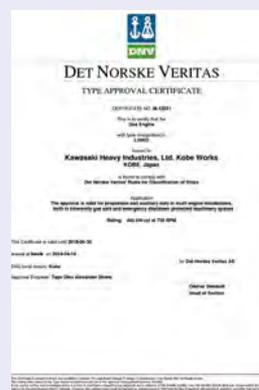
また、防衛庁関係では、新型ディーゼルエンジン開発の要望を受けて2000年から開発を開始。2010年度から2018年度には防衛省技術研究本部の新型スノーケル発電システムの試作事業に参画して、潜水艦用ディーゼルエンジン25/31型を開発し、2020年に契約、2022年に納入予定である。

## ■ 水力機械

1956(昭和31)年「可変ピッチプロペラ」の製作開始以来、「サイドスラスト」、「旋回式スラスト(レックスペラ)」、「KICS」、「フラップ舵」、「ウォータージェットプロパルサー」、「ハイブリッドシステム」と製品ラインアップを拡充。1970年



K-ECOS商用初号機



ノルウェーの船級協会の  
エンジン型式承認

代には、防衛省の主力護衛艦のガスタービン駆動化に应运大馬力・可変ピッチプロペラを開発するなど、時代のニーズに対応し、現在に至るまで総合推進機メーカーの老舗として活躍してきた。

1990年代には超円高に見舞われ中国からの部品調達を図ったが、品質や納期の面で問題が多発。1995(平成7)年11月には武漢船用機械有限公司と合併で武漢川崎船用機械有限公司(WKM)を設立し、サイドスラストの現地生産に踏みきった。当初は、日本製・欧州製志向の中国顧客には受け入れられなかったが、徐々に品質、納期、価格が評価されるようになり、2020年時点で、中国市場の約50%を占有、累計生産台数も約4,000台に達している。

2000年初期には海洋開発の機運が高まり国家主導で世界トップクラスの掘削能力を有する地球深部探査船「ちきゅう」を建造することになり、当社は巡回式スラストメーカーとして参画、4,200kWの超大型機種を6台納入した。この成功により、当社製品も高く評価され、2010年にはブラジル向けドリル船用を受注、その後も、オフショア船向けの巡回式スラスト市場などで高く評価される存在となった。

## ■ハイブリッド推進システム

艦艇におけるハイブリッド推進への取り組みは、商船分野にも展開され、当社のレシプロエンジン・推進機と電力貯蔵装置(リチウムイオンバッ

テリーやリチウムイオンキャパシタ等)を組み合わせ、低エミッション化や省力化を実現する最適な推進・電源システムとして、環境対応船向け受注活動を展開した。2019(令和元)年9月には電力貯蔵システムのリーディングサプライヤであるCorvus Energy社とリチウムイオンキャパシタを用いたオフショア向け電力貯蔵装置の技術供与契約を締結し、2020年に世界初のゼロエミッション電気推進タンカー向け大容量バッテリー推進システム、2021年に石灰石運搬船向けに、天然ガス専焼エンジンとバッテリーを組み合わせたハイブリッド推進システムを受注した。

# 2 製品

## 1. エネルギー分野

### ■産業用ガスタービン

#### 非常用電源<PUシリーズ>

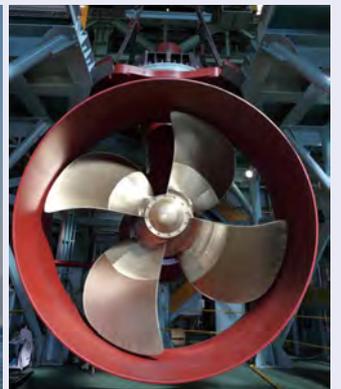
1977(昭和52)年にPU200形を初号機として納入して以来、PUシリーズは非常用電源としてラインアップの拡充を続け、現在は187.5kVAから



武漢川崎船用機械有限公司(WKM)設立調印式



地球深部探査船「ちきゅう」



ドリル船用巡回式スラスト(レックスペラ)

6,000kVAまで全21機種をラインアップしている。1軸式を採用した、世界トップレベルの性能を持つガスタービンは、ローコストで部品供給やサービス面においても十分な体制が整っており、冷却水を使わないため冷却水設備や配管の工事が不要で、凍結や断水による事故が発生する恐れがないなどの特長が高く評価され、1985年には非常用電源として約75%のシェアを獲得。2020(令和2)年時点で、8,000台(非常用のみ)を超える納入実績を築いた。

### コージェネレーションシステム<PUCシリーズ>

当社は、1993(平成5)年の「M7A」より、コージェネレーションシステムの心臓部であるガスタービンの製造を開始し、2001年には熱効率35%の「L20A」を、2012年には世界最高効率となる40%超を実現した「L30A」を開発。M7シリーズ、L20Aシリーズ、L30Aシリーズなどのコージェネレーションシステムを発表した。用途は、非常用兼用コージェネレーションシステムをはじめ、熱電比可変形、コンバインドサイクルシステムなど多彩で、2020(令和2)年現在、国内外で750台を超える実績を誇っている。

### ガスタービン移動発電機車<MPUシリーズ>/ ポンプ駆動用ガスタービン<MDシリーズ>

1977(昭和52)年、<PUシリーズ>に車両を取り

付けて開発した移動式発電機車<MPUシリーズ>は震動や騒音の心配がなく、冷却水が不要、優れた起動信頼性を持つなどの特長から実績を広げ、現在では18機種(出力187.5~4,000kVA)をラインアップ。災害時や大規模停電時等、配電線工事や点検時等の非常用や臨時電源などで活用されている。

一方、1986年に1号機を完成させたポンプ駆動用ガスタービン<MDシリーズ>は、冷却水不要、低振動、低騒音、優れた始動信頼性などポンプ場に特化した特長があり、信頼性の向上と操作・維持管理の簡素化を実現し、2020(令和2)年時点で、200kWから3,200kWまで21機種に広がっている。

## ■ ガスエンジン

### グリーンガスエンジン

2000年代、ディーゼルエンジンからガスエンジンへの転換が進みつつあるなかで、もっとも以降の業績や環境保護に貢献した製品は、2007(平成19)年に実用化された「グリーンガスエンジン」である。2010年には、初号機として開発した発電効率48.5%の標準型<KGシリーズ>に加え、発電効率49.5%を達成した<KG-Vシリーズ>、2020年には発電効率51.0%を達成した<KG-18-T>をそれぞれラインアップ。NOx排出量200ppm以下(O<sub>2</sub>=0%換算)を達成するなど優れた環境性能を備えている。



L20A



ポンプ駆動用ガスタービン&lt;MDシリーズ&gt;



KG-Vシリーズ

## 蒸気タービン

### 船用蒸気タービン

LNG(液化天然ガス)運搬船用の蒸気タービンは、1977(昭和52)年に日本で初めて建造されたLNG運搬船“GOLAR SPIRIT”に主機として蒸気タービンを納入して以来、当社は世界で最も多くの主機タービンを生産し、2006(平成18)年には、LNG運搬船用主機タービンの累計生産100基を達成した。2011年には、高圧タービンを回し終えた蒸気をもう一度ボイラに戻し、再加熱した蒸気を中圧タービンに再投入する高効率型の「URA型再熱式蒸気タービン」を開発。次世代汎用型LNG運搬船「エネルギーホライズン」(東京ガス株式会社/日本郵船株式会社向け、タンク容量17万7,000m<sup>3</sup>)に搭載され、技術力の高さを証明した。

### 陸用蒸気タービン

発電用蒸気タービンは、これまで主に発電機駆動用として多くの顧客のニーズに応え、1956(昭和31)年の生産開始以降2020(令和2)年までの製造実績は380台以上、出力合計は約6,600MWに達している。近年では、2015(平成27)年にフィリピンPanay Energy Development社向けの蒸気タービン発電設備(発電容量150MW、台湾Formosa Heavy Industries社からの受注)

を納入したほか、2019年には、青森県八戸市のエム・ピー・エム・王子エコエネルギー株式会社にて、発電用では当社初となる再熱式蒸気タービン発電設備を、補機・配管を含めて設置・納入した。

### 炉頂圧発電タービン

高炉から発生する高炉ガスの圧力をタービンによって電気エネルギーとして回収する炉頂圧回収タービン発電設備(TRT)は、省エネ効果に優れ、除塵などの機能を備え、現在では国内の大型高炉設備には100%設置されている。

当社製TRTは、高炉炉頂圧の制御をタービンの可変静翼で行うため、通過するガスの量および圧力が変動してもエネルギーロスが少なく、高効率かつ低騒音の発電が可能で、2004(平成16)年には、当時世界最大クラスの出力となる34,480kWの炉頂圧回収発電設備を開発し、納入した。2010年には、シーメンスVAI社が取り纏める台湾の中龍鋼鐵股份有限公司・第2高炉向けに発電能力14,000kWのTRTを納入するなど海外でも高く評価されている。

## 空力機械

### 遠心圧縮機・ガスコンプレッションモジュール

石油・ガス業界向けに開発された遠心圧縮機およびガスコンプレッションモジュールは、インド、



URA型再熱式蒸気タービン



遠心圧縮機



ガスコンプレッションモジュール

東南アジアの洋上設備として豊富な実績を上げている。洋上で昇圧した天然ガスを海底パイプラインにて陸地へ圧送するコンプレッションモジュールは、圧縮機トレイン、ガスクーラー、スクラバー、バルブ、制御装置などをまとめた設備。当社は圧縮機メーカーとしては数少ないトータルモジュールサプライヤーであり、これまでインド向け42基を含め、58基の受注実績を誇っている。

### 汎用送風機

当社のブロワには、下水曝気用、および食品や化学、石油、電子などの工場の空気源や蒸気の圧縮や薬液の濃縮プロセスで使用される「GMブロワ」と、下水曝気用の「MAGターボ」がある。

「GMブロワ」は、歯車増速式単段斜流ブロワとも呼ばれ、独自に開発した斜流形羽根車(インペラ)により空力性能を高め、増速機を高効率化し、省エネルギーを実現している。

「MAGターボ」は、インバータ制御式高速電動機のロータの軸端に羽根車を直接取り付け付けたブロワで、ロータは磁気軸受により浮上し、機械的に非接触の状態でも高速回転する。また、インバータ制御とインレットベーン制御の組み合わせで高い部分負荷効率と広い風量制御範囲を実現。潤滑油が不要で経済性・信頼性に優れ、必要なユニットがコンパクトにパッケージされており、据付けも容易にできる。当初は他社技術を導入していたが、

2004(平成16)年に「川崎MAGターボ」の自社開発に着手。2007年、初号機を岐阜市に納入して以来、東京都、大阪市、福岡市など全国の下水処理施設向けに受注を積み重ね、2019(令和元)年には累積受注200台を達成した。

### 風洞

風洞メーカーのパイオニアとして、航空機・飛翔体の分野をはじめ、土木・建築・環境、自動車・車両など、さまざまな分野で、低速から超音速領域まで多様な風洞を製作してきた。

近年では、1995(平成7)年度に防衛庁(現・防衛装備庁)の「三音速風洞装置の研究試作」に参画。2019年3月には当社岐阜工場向けに、空気力計測に加えて騒音計測も可能とした、国内航空機メーカーが保有する国内最大規模の低速低騒音風洞を納入した。

## 2. 船用分野

### ■ 艦艇

#### 艦艇用ガスタービン

小型・軽量で大出力の推進用機関が要求される艦艇分野では、航空用ガスタービンを船用化した艦艇用ガスタービンを使用することが主流であ



GMブロワ



MAGターボ

る。当社はロールス・ロイス社との技術提携のもとで1977(昭和52)年度護衛艦以降、海上自衛隊向けに「オリンパス」、「タイン」、「スペイ」といったガスタービン主機を長年納入し、その間、護衛艦の任務を支援するためのアフターサービス部門の充実を図ってきた。現在、最新の30FFM型艦向けに1台で43MWを発揮可能な「MT30」ガスタービン主機を製造している。

### 減速歯車装置

高精度で大型の減速歯車装置は、艦艇用ガスタービン推進装置、船用蒸気タービン、セメントミルの製品に採用されてきた。艦艇向けでは主機の大出力化や推進装置の多様化等の多岐にわたるニーズに応えるため、当社では大容量化、軽量小型化、高性能化、低騒音化、信頼性の向上等の設計・製造技術の改善に取り組み、1970(昭和45)年頃には高精度と信頼性で世界最高水準の設計・製造技術を確立した。近年では、2000(平成12)年以降に世界的にLNG運搬船が大量建造された際、歯車材料として、艦艇用ガスタービン向けで実績のある高強度材料を採用し、小型軽量化を図るなど、LNG運搬船向け蒸気タービンの大量受注に貢献し、2006年度には累計生産100台を達成した。

### ハイブリッド推進システム

当社は、早くから艦艇用として統合電気推進

やガスタービンと電動機のハイブリッド推進システムの可能性を探ってきた。そして、2012(平成24)年には推進用発電用途として産業用ガスタービンを船用に転用したガスタービン発電機(6MW)の試作機の設計・製造を開始、2014年に単独運転、電気推進のシステム実証試験を行い、同年、護衛艦用「M7A-05ガスタービン発電装置」を完成させた。

この「M7A-05ガスタービン発電装置」が最初に採用されたのは、COGLAG(COMBINED Gas turbine eLectric And Gas turbine)方式ハイブリッド艦のイージス艦「まや」で、2020(令和2)年3月に就役。2番艦の「はぐろ」も2021年3月に就役した。「M7A-05」は日本海事協会とアメリカ船級協会から船用GT発電機としての認証を受けており、将来的には海外への展開も目指している。

艦艇における統合電気推進やハイブリッド推進への取り組みは、商船分野にも横展開され、当社のレシプロエンジン・推進機と電力貯蔵装置(リチウムイオンバッテリーやリチウムイオンキャパシタ等)を組み合わせ、低エミッション化や省力化を実現する最適な推進・電源システムとして受注活動を展開。2020年に世界初のゼロエミッション電気推進タンカー向け大容量バッテリー推進システム、2021年に石灰石運搬船向けに、天然ガス専焼エンジンとバッテリーを組み合わせたハイ



「MT30」ガスタービン主機  
©Rolls-Royce plc 2021



減速歯車装置



M7A-05ガスタービン発電装置

ブリッド推進システムを受注した。

## ■ 船用レシプロエンジン

### 2サイクルエンジン

1911(明治44)年以来、当社は100年以上にわたって高品質な2サイクル/4サイクルディーゼルエンジンを提供してきた。2000年代にコンテナ船の大型化や電子制御化が進むとこれに対応したディーゼルエンジンを拡充し、2006(平成18)年には世界最大級の船用電子制御ディーゼルエンジン(12K98ME)を完成させた。

また、2016年から実施されたNOx排出に関する国際海事機関(IMO)の3次規制への対応に向け、いち早くこれをクリアするディーゼルエンジンの開発に着手し、排気再循環、水エマルジョン燃料および過給機カットを組み合わせた複合低環境負荷システム「K-ECOS」を開発。2019(令和元)年12月には、商用初号機が完成した。

2015年には、自動車運搬船向けに重油とLNGを燃料とする二元燃料エンジン8S50ME-C-GIを2台完成させた。また、重油とLPGを燃料とする二元燃料エンジン7S60ME-C10.5-LGIPを国内で初めて受注し、2020年に初号機を完成させた。

### 船用グリーンガスエンジン

当社はIMOによるCO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>などの

排出規制強化に先立ち、2014(平成26)年4月、「グリーンガスエンジン」の技術を活用して船用ガスエンジン「L30KG」型を開発し、国産では初めてノルウェー船級協会より型式承認を得た。「L30KG」は脱硝装置などの特別な装置を用いることなくNO<sub>x</sub> 3次規制値を大幅に下回る性能を実現し、ディーゼルエンジンと比較し、CO<sub>2</sub>とSO<sub>x</sub>の排出量も大幅に低減できるため、各種環境規制に適合した船舶の建造に貢献できる。

### 潜水艦用ディーゼルエンジン

当社は、西ドイツのMAN社とライセンス契約を締結し、1956(昭和31)年に防衛庁の駆潜艇向けに22/30型を納入して以降、さまざまな水上艦用ディーゼルエンジンを納入してきたが、ガスタービン化の進展などにより水上艦用ディーゼルエンジンは1979年の納入が最後となった。

一方、潜水艦用ディーゼルエンジンは吸排気圧力が過酷なスノーケル運転を可能とするべく、水上艦用ディーゼルエンジンにはない特殊な機能に特化されたディーゼルエンジンであり、1959年、戦後国産初の潜水艦初代「くろしお」に22/30型が初めて納入された。以来、24/30型、24/30A型、自社開発の25/25S型、25/25SB型と、現在まで海上自衛隊向けに継続納入を果たし、2022(令和4)年には、防衛省の試作事業で開発された25/31型の納入が予定されている。



「K-ECOS」を主機として搭載した船舶が、日本船舶海洋工学会主催の「シップ・オブ・ザ・イヤー2016」最優秀賞を受賞



8S50ME-C-GI



L30KG型

## ■ 水力機械

### 可変ピッチプロペラ

当社は1956(昭和31)年に「可変ピッチプロペラ」の製作を開始して以来、リーディングカンパニーとして護衛艦、フェリー、RORO船、シャトルタンカー、コンテナ船などさまざまな船舶に納入してきた。

羽根の角度(ピッチ)を自在に変えることにより、回転方向や回転数を保ったまま、任意の前後方向の推進力を得ることができ、多様な载荷条件/海象条件に対応し、速度調整も容易である。最適負荷で運航できるため省エネで環境にやさしく経済的な機関として高い評価を受け、2020(令和2)年までに850軸以上を納品している。

### サイドスラスト

1965(昭和40)年にイギリス・ヴィッカーズ社から技術導入して製作を開始し、1971年からは自社設計機を生産した。以来、「サイドスラスト」は商船・フェリーからオフショア船までさまざまな船舶に採用され、2020(令和2)年9月には国内累計生産6,000台を達成している。

1995年から中国市場向けの「サイドスラスト」は、中国(武漢)に設立した武漢川崎船用機械有限公司で生産・販売しており、当社グループ全体では、世界トップシェアを獲得している。



可変ピッチプロペラ

### レックスペラ

当社が独自開発した全旋回式スラスト「レックスペラ」は、推進機と舵が一体化した推進機で、プロペラ自体が360度回転することで船をコントロールできる。標準型その他、船内に格納可能な「昇降式」や、ドック入渠時等に跳ね上げ可能な「スイングアップ式」、ドック入渠が難しい大型船用の「水中交換式」などをラインアップしている。2017(平成29)年には高効率、軽量、作り易さ、メンテナンス性を徹底追求した「E型レックスペラ」を市場投入し世界市場で受注を伸ばしている。E型レックスペラは推進性能の向上による省エネ化(Energy saving)、船内におけるメンテナンス性の容易化(Easy maintenance)、環境への優しさ(Environmentally friendly)などの特長が評価され、2018年に中国・天津臨港拖輪有限公司(Tianjin Lingang Tug Co., Ltd.)向けに4基を納入し、船舶の入出港補助を行うタグボートに搭載された。

レックスペラは、1983(昭和58)年の製作開始から今日まで、タグボートやケーブル施設船などの作業船、ドリルシップやサプライボートといったオフショア船などさまざまな船に採用され、2020(令和2)年には1,100基以上の実績を誇る。

### 総括操縦装置 [KICS]

総括制御装置[KICS](Kawasaki Integrated



レックスペラ1,000台生産達成記念。レックスとはラテン語で「王様」。レックスペラは、「どこのプロペラにも負けない世界一のプロペラを目指す」との思いが込められた名称

Control System)は、可変ピッチプロペラ、全旋回式スラスト、サイドスラスト、舵など、複数の操船要素を総括して操縦することができる装置。さまざまな操船モードに対し推進機や舵の能力を最大限に引き出すとともに省エネ化が実現できる。

新日本海フェリー株式会社の「すずらん」「すいせん」や、大阪市消防局の多機能消防艇「まいしま」、一本松物流株式会社のケーブル敷設台船「天山」、その他漁船など豊富な実績がある。

2019(令和元)年には総合推進機メーカーの強みを生かし、東亜建設工業株式会社建造の洋上風車設置船向けに、旋回式スラスト4台と「KICS-4002+1002」を組み合わせ、洋上発電に貢献している。

## 3 技術と生産

### 1. 技術開発

1990年代後半以降、当社はエネルギー分野および船用分野で、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。

#### L30Aガスタービン

開発に際しては、最高効率の達成を目指し、高

温化を実現するために未経験の圧力比の大幅向上に挑み、発電用途以外に使えるよう2軸機の仕様を採用した。これまでにない多くの開発要素があったため、技術開発本部の全面的なバックアップを受け、航空エンジンの技術者を含めオール川重での開発となった。2012(平成24)年にはダイセル化学工業株式会社(現・株式会社ダイセル)に納入した初号機の仕上げ段階で設備の不調や燃焼器トラブルが続いたが、両社の関係者の努力により無事開発を終え、東日本大震災により電力不足が続くなか自家発電による電力供給を実現した。

#### グリーンガスエンジン「KG-V形」

市場最大級の5~8MWの出力、市場最高の48%以上の発電効率、市場最小の200ppm以下(O<sub>2</sub>:0%換算)のNO<sub>x</sub>排出値など、高い目標を掲げ、2004(平成16)年の単気筒試験機製作から開発をスタート。2005年10月から2007年3月の電気着火方式等の基礎評価試験と2カ月間の連続耐久性試験を経て、2007年に18気筒の初号機が完成。以降も改良を進め2010年には可変ノズルタービン式過給機を採用し、発電効率を49.0%まで向上、2020(令和2)年には2段過給方式により発電効率を51.0%まで向上した。

#### 150MW級発電用蒸気タービン

すでに2010(平成22)年には各種新規要素の開



総括制御装置「KICS」



すずらん、すいせん



L30Aガスタービン

発に着手していたが、2014年4月、フィリピン向け初号機を台湾のFHI社から受注したのを機に開発を本格化。技術開発本部と共同で、実翼を使った空気タービン性能試験を実施。また、製造部組立課と共に新規採用の入口弁(MSV、GV)駆動ユニットの社内作動試験を行い、想定した性能・機能を満たすことを確認し、2015年10月に実機を製造・出荷。2016年12月、商業運転を開始した。

### オイルフリー圧縮機

2006(平成18)年、環境問題に敏感な顧客を想定して、オイルフリー圧縮機の開発に着手した。通常のオイル軸受に代えて磁気軸受を搭載し、駆動用には磁気軸受を搭載した高速電動機を採用。加えて防爆への対応など初めての取り組みが多く、技術的ハードルが高い開発となった。2009年に社内試験機が完成。2010年のデモ運転を経て2014年に国際石油開発帝石向けの採用が決定。通常の1.5倍の18カ月かけて製造し、2016年に実機を納入した。

### CODOG方式(COMBined Diesel Or Gas turbine)およびCODAG方式(COMBined Diesel And Gas turbine)推進システム

2010年代後半、防衛省が増勢を検討していた「新型護衛艦」への採用を目指し、いしかり型の2機2軸式の「CODOG方式推進システム」をベースに、1台のガスタービン主機と2台のディーゼル主機を

クロスコネクト減速装置により駆動する3機2軸式の「CODOG方式推進システム」の検討を開始した。推進システムの大出力化に対応するとともに、低速・巡航時はディーゼル主機により航走し、高速時にはガスタービン主機に切り替える等、効率的で多様な運航を可能とした。

しかし、その後「CODAG方式推進システム」の採用が決定された。ディーゼル主機をプロペラ回転速度の低い低速・巡航時(単独運転時)とプロペラ回転速度の高い高速時(ガスタービン主機と併用)の両方で効率良く使用できる減速装置の製造は至難とされていた。この問題を、ディーゼル主機入力軸を2段変速式とした減速装置の開発により解決した。

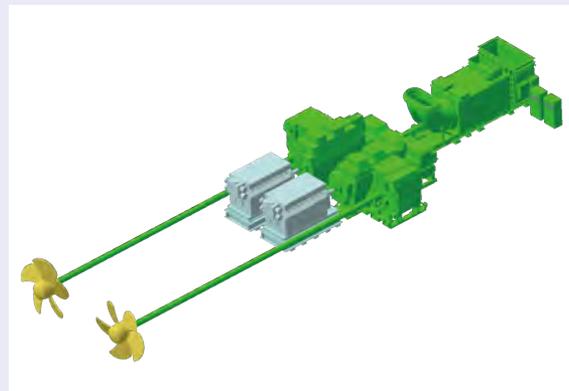
ガスタービン主機には当社提案の「MT30」が採用され、減速装置についても、いったん他社製品の採用に傾きかけたが巻き返しを図り、当社製が採用された。

### 船用2サイクルディーゼル主機の生産ライン

海運市場の活況、造船需要が増加しつつあった1994(平成6)年、当社は株式会社大島造船所向け主機を中心に業容を拡大。その後、同社がバルクキャリアに特化したことに伴い、小型エンジンの受注増を見越し、新たに船用ディーゼルエンジンのライン構築を決定した。年産20台以上、工数30%以上低減の目標を掲げて、自動車の組立ラインの手法を導入。1997年11月に生産を開始し、



オイルフリー圧縮機社内試験機



CODOG方式推進システム

1999年には生産台数24台/年(後に最大34台/年まで増産)、工数も1996年実績比で30%以上低減した。このライン生産方式は三井造船、日立造船株式会社に導入された。

### サイドスラストの生産ライン

国内外で実績を伸ばしていたサイドスラストも、2000年代に入り、他社との競合による採算の悪化や納期遅延などの問題を抱え、低迷しつつあった。そのため、2004(平成16)年8月に、コストダウンとリードタイム削減を課題として、サイドスラストの一貫ライン(製缶・機械加工・組立)を神戸工場の組立5工場に新設。2008年10月、これを播磨工場内に移転して「スラスター第1工場」とし、生産をスタート。海洋資源開発の活発化に伴いオフショア船用の需要が伸長し、2014年度には出荷台数300台超を達成した。

## 2. 生産

2000年代以降、各製品の増産などに応えるために、生産設備の更新・新設を実施。また、職場環境の整備・改善を行うために、製造部門等が入居する事務所ビルの建設を行った。

### 組立第2工場の改修・組立第5工場の拡張

2002(平成14)年9月、LNG運搬船用主機ター

ビンの増産とコストダウンに対応して組立第2工場を改修。組立・運転場のライン化を進め、翌2003年から生産を開始した。

また2005年11月には、船舶向け大型プロペラやディーゼルエンジン等の船用機器等の生産能力を高めるために、震災で建物が倒壊した跡地を活用して組立第5工場を拡張した。

### スラスター第1工場の改修・スラスター第2工場の新設

サイドスラストの増産に対応し、2008(平成20)年10月には播磨工場のLNG棟を改修してスラスター第1工場を完成させ、神戸工場からサイドスラストの生産を移転、生産を開始した。

さらに2013年1月には、レックスペラの生産体制強化のため播磨工場にスラスター第2工場を建設し、神戸工場からレックスペラの生産を移転した。

### 製造総合ビルの新設

2012(平成24)年12月には、職場環境の整備・改善を目指し、神戸工場内に6階建ての事務所ビルを建設した。執務スペースを十分に確保するとともに、1階には従業員食堂を、6階には用途に合わせた各種大きさの会議室を設置。製造総合ビルとして、製造部門等約400人が入居した。



船用ディーゼルエンジンの生産ライン



スラスター第1工場の生産ライン



スラスター第1工場

# 4 生産拠点・関係会社

## 1. 製造工場

### 神戸、播磨の2工場に、明石工場が加わり、体制を強化

当社の主軸である神戸工場と、水力機械を担う播磨工場を中心にエネルギー・船用関連機器の生産を担ってきたが、2019(令和元)年には、明石工場が産業用ガスタービンの製造拠点として加わった。

#### ○明石工場(産業用・艦艇用ガスタービン関連)

1940(昭和15)年、川崎航空機工業株式会社の工場として開設。現在は、主力工場の一つとして艦艇用ガスタービンエンジン、産業用ガスタービンエンジンなどを生産している。

#### ○神戸工場

当社前身の川崎造船所の「発祥の地」であり、1886(明治19)年操業開始以来130年余の間、船舶建造および各種製造事業などの重要拠点として当社を支えてきた。当社主要工場の一つとして、全従業員数のうち約20%が勤務する。

#### ○播磨工場(水力機械関連)

1971年に開設された当社主要工場の一つ。プラント・環境保全設備、土木建設機械、鉄構構造

物、ボイラ、鉄道車両などの生産を担い、2008(平成20)年と2013年に、スラスタ第1工場、第2工場を相次いで稼働させ、船用機器の生産を行っている。

## 2. 関係会社

### 独自技術を中心に生産や販売の役割分担を推進

国内関係会社として、吸収冷温水機・冷凍機のパイオニア「川重冷熱工業株式会社」(1972年(昭和47)年)や、現在、非常用ガスタービン発電設備および各種ガスタービン製品の販売とアフターサービスを担う「株式会社カワサキマシシステムズ」(2000(平成12)年)を設立し、よりトータルなニーズに応えるべく業容を拡げている。

### 円高や市場動向を反映し、生産・販売拠点のグローバル化を推進

生産拠点では1995(平成7)年11月に、中国・武漢船用機械有限責任会社と合弁で「武漢川崎船用機械有限公司」を設立し、船用サイドスラスタなどの生産を開始。一方、販売拠点では、1998年に、ガスタービン販売・サービス拠点としてドイツ・フランクフルトに「Kawasaki Gas Turbine Europe GmbH」を設立し、販売面で欧州をカバーする体制を整えた。2005年7月には、マレーシア・クアラルンプールに当社100%子会社



製造総合ビル



神戸工場

「Kawasaki Gas Turbine Asia Sdn. Bhd.」を設立し、アジア向けの販売拠点とした。

また、2014年にはブラジル・サンパウロに販売・サービス拠点となる「Kawasaki Machinery do Brasil Maquinas e Equipamentos Ltda.」を設立し、中国からブラジル、ロシア、インドを含むBRICS諸国へと市場を広げる足場を固めている。

### 川重冷熱工業株式会社

1959(昭和34)年に国内で初めて前身の汽車製造株式会社が吸収冷凍機を製造するなど、「吸収冷温水機・冷凍機」のパイオニアとして、技術力を高く評価されている。2005(平成17)年には、世界で初めて三重効用吸収冷温水機の商品化に成功し、「一般社団法人日本エネルギー学会進歩賞」等を受賞した。「ボイラ」についても1899(明治32)年の初号機以来120年近くの歴史をもち、地域冷暖房・工場用の大型ボイラから暖房・給食センター用の小型ボイラまでさまざまなボイラ製品を取り扱っている。

### 株式会社カワサキマシンシステムズ

2000(平成12)年7月、当社の建設機械の国内販売会社4社に、ガスタービン営業部門を追加統合して新会社として発足。現在、非常用ガスタービン発電設備および各種ガスタービン製品の販売とアフターサービスを担っている。非常用ガスター

ビン発電設備の販売においては、純国産でかつ自社開発エンジンを強みとして、国内60~70%のトップシェアを占める。近年では、急成長しているIT分野において、データセンター向けの非常用発電設備の需要が高まり、大型非常用ガスタービン発電設備の販売も好調である。アフターサービスにおいては、防災意識の高まりが追い風となり、非常用ガスタービン発電設備のメンテナンス需要は急拡大してきており、今後も引き続き拡大が期待できる。

### 武漢川崎船用機械有限公司

1995(平成7)年11月、当社と中国・武漢船用機械有限責任会社との合弁会社として設立し、1998年1月に操業を開始した。中国の造船業は2000年代半ば以降大きく躍進し、2010年には中国は世界一の竣工量を誇る造船大国に成長した。海洋油田、ガス田関連プロジェクトで運用される小型オフショア船の多くが中国の造船所で建造され、同社はサイドスラストの受注・生産を伸長。2020(令和2)年時点で、累計生産台数は約4,000台に達し、中国市場の約50%のシェアを獲得している。



川重冷熱工業(株)滋賀工場



武漢川崎船用機械有限公司

# 5 エネルギー・船用事業の将来展望

## 1. グループビジョン2030におけるエネルギー・船用事業のビジョン

CO<sub>2</sub>削減目標を定めたパリ協定の発効や、2050年にCO<sub>2</sub>排出ゼロとする日本政府のカーボンニュートラル宣言など、低炭素・脱炭素社会を目指したグローバルな取り組みが進んでいる。

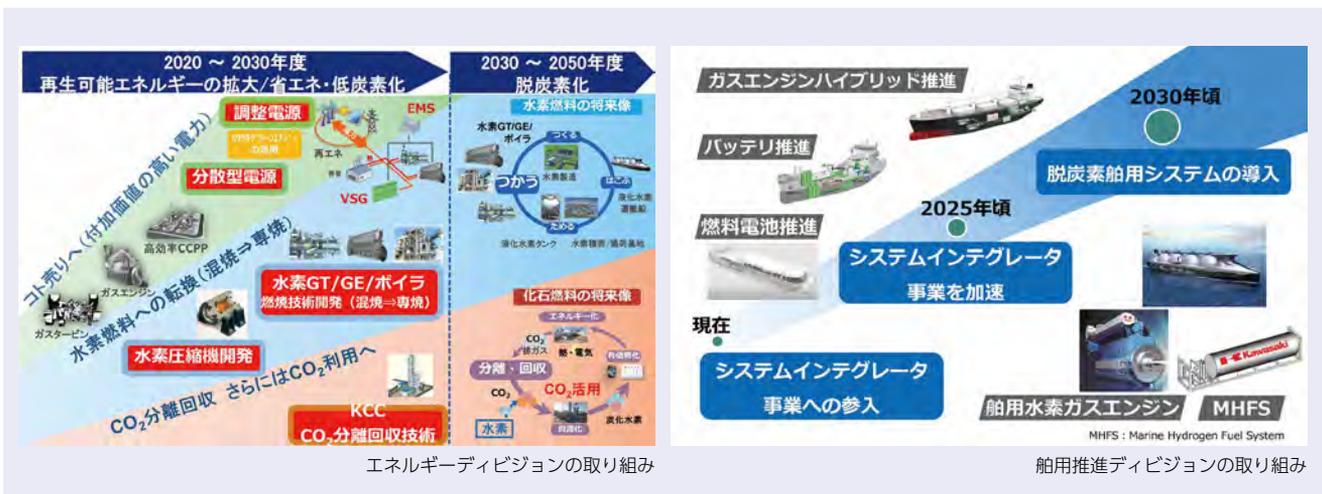
エネルギーソリューション&マリンカンパニーは、「つくる」「はこぶ」「ためる」「つかう」の各段階で必要な独自技術を開発・活用して、2030年までにCO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーンを構築することに取り組んでおり、エネルギーディビジョン、船用推進ディビジョンは、主に「はこぶ」「つかう」の分野で、水素ガスタービン・ガスエンジン、水素圧縮機などの開発を推進している。

エネルギーディビジョンでは、世界最高レベルのコアハードを中心としたエネルギーソリューションシステムの提供などで低炭素・脱炭素社会の実現を目指し、船用推進ディビジョンではエネルギーマネジメント、操船マネジメントを軸とした取り組みを通じて、システムインテグレータとしての先進的な地位の確立を目指している。

## 2. エネルギー・船用事業の中期的な取り組み

エネルギーディビジョンでは産業用ガスタービン、ガスエンジンなど、世界最高レベルの発電効率を有する製品の国内外での販売を通じて、低炭素・脱炭素ソリューション提案を拡充。電力自由化・再生可能エネルギーの普及・国土強靱化・脱炭素社会の推進など、市場環境・社会情勢の変化を捉え、新分野、新事業への展開を進めるとともに、水素ガスタービン・ガスエンジン、水素圧縮機等の開発を推進し、水素を「つかう」分野での実績づくりに取り組んでいる。

船用事業の市場環境は、IMOによるGHG(温室効果ガス)削減戦略の影響が色濃く現れつつあるなか、低炭素燃料船へのリプレースの増加が予測されている。また、海事事故の防止や船員の高齢化・不足への対応の観点から安全・安心の操船へのニーズが高まってきている。そのため船用推進ディビジョンでは、環境対応船用ハイブリッド駆動システムの開発や、自動自律運航を備えた操船マネジメントシステムの実証実験を実施。さらに、舶用水素ガスエンジンの開発などを通じて、脱炭素社会における「はこぶ」「つかう」への取り組みを推進している。



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。

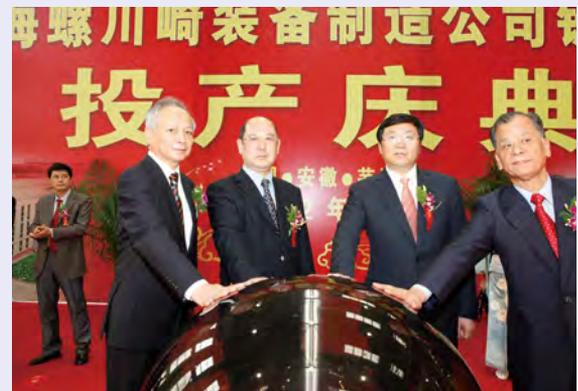
なお、鉄構事業においては大型構造物ビジネスセンターとして社内で改編した。

### ■ 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・ツー・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・ツー・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NO<sub>x</sub>、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<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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

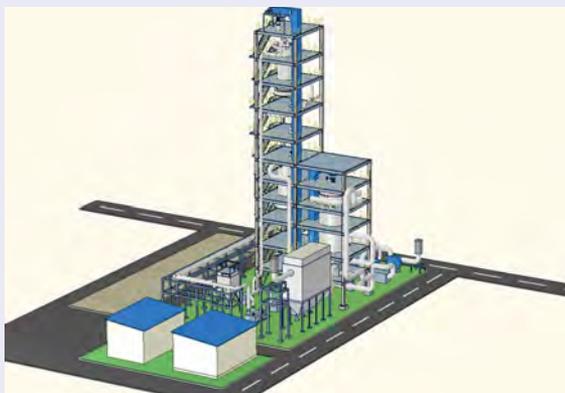
2016年、当社および電源開発、岩谷産業株式会社、シェルジャパン株式会社は、「技術研究組合CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン推進機構(HySTRA)」を設立し、NEDOより補助金を受けて活動をスタートさせた。

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

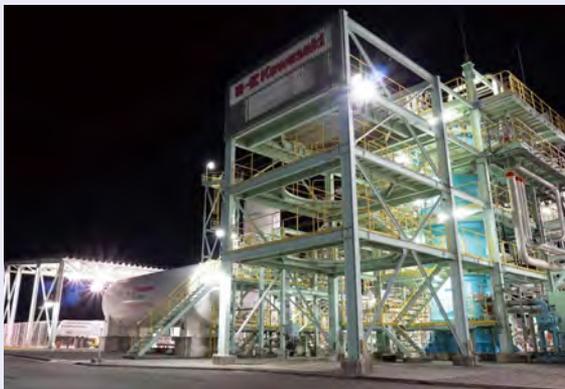
2000年代後半に経験豊富な“団塊の世代”のベテラン職員が多く定年退職し、人員構成の若年化が急速に進行。加えて、工場の集約・統合により未経験の製品への生産対応が必要となるなど、経験不足による技能、技術、品質、安全への影響が懸念された。そのため、2009(平成21)年、ものづくり教育訓練プログラム・匠塾を設立。生産技能をはじめ、安全・品質および社会人としての成長に必要な知識などの教育を開始。当初は古い倉庫を改築した“寺小屋”を使用していたが、2012年に播磨工場内に技能教育センター「匠塾」を建設し、ものづくり技能の伝承による品質向上や、危険体感教育を通じた職場安全の向上などの、ものづくり教育を推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

### 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。

#### ○安徽海螺川崎装備製造有限公司(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、ガス化溶融システム、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

# 船舶海洋事業



# 1 船舶海洋事業の変遷

## 1. 船舶事業の再編(1997～2002年)

### 1990年代末の海運市場と造船業界

1996(平成8)年に創立100周年を迎えた当社は、次の1世紀に向けて舵を取った。しかし、アジア通貨危機やバブル崩壊による不良債権問題などで、造船業界は苦境に立たされていた。経営破綻で倒産する造船会社もあり、定航海運会社の世界的な再編も進んだ。わが国でも1998年に日本郵船株式会社が昭和海運株式会社を、1999年に大阪商船三井船舶株式会社(現・株式会社商船三井)がナビックスライン株式会社を統合した。

一方で、1997年に中国の新造船竣工量がドイツを抜き世界第3位に浮上し、2000年には韓国が日本を抜いて世界一の造船国になるなど、長きにわたって世界の造船業界をリードしてきた日本の地位を中国、韓国が奪うようになっていた。

### 業務提携と業界再編

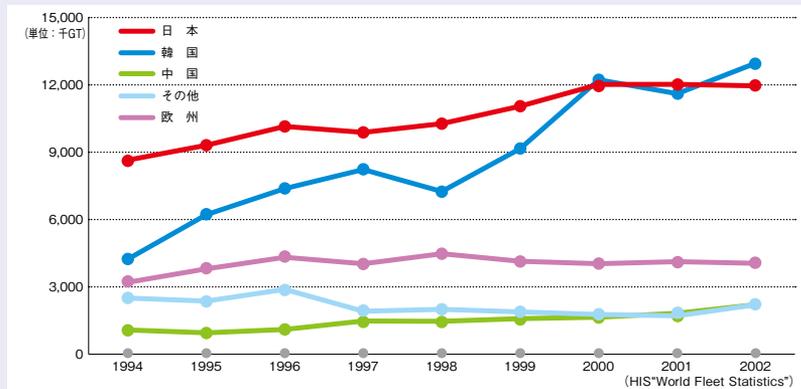
21世紀に入ってから、造船業界の厳しい局面は変わらなかった。新造船需要の停滞、海運市場

における船舶の過剰感、ウォン安で攻勢をかける韓国造船業、台頭が目覚ましい中国造船業に対抗するためのコストダウンなど、障壁が山積していたからである。

再編も一段と加速した。2002(平成14)年の日本鋼管株式会社(現・JFEエンジニアリング株式会社)と日立造船株式会社の造船事業を統合したユニバーサル造船株式会社の設立、造船大手企業の造船事業の分社化などである。当社も船舶部門の生き残りをかけて、他社との提携、統合、造船事業の分社化を模索した。

1999年、当社は三井造船株式会社(現・三井E&S造船株式会社)と「業務提携に関する協定」を締結。協業により三井造船開発の50,000トン型ばら積み運搬船を、神戸工場で建造することになった。官公庁船を除く一般商船分野で提携し、厳しい経営環境を協力して乗り切っていこうというものである。

2001年には石川島播磨重工業株式会社(現・株式会社IHI)と「船舶海洋事業の統合に関する基本合意書」を締結し、2002年10月1日を目途に両社の船舶海洋事業を統合することに合意した。両社は商船分野におけるVLCC・コンテナ船とガス船、官公庁船分野における護衛艦と潜水艦など、それぞれが得意とする船種・分野が補完関係にあり、提携により事業領域の拡大を図ることができた。また、大型商船建造所が共に瀬戸内海に立



日本・韓国・中国・欧州の新造船工事状況

地しているため、効率的生産体制が構築しやすいなどの利点があり、締結による効果が大きいと期待された。しかし、2001年9月、両社で多角的な検討を進めた結果、現状では統合を実現するための要件を整えるのが困難であるとの認識に至り、船舶海洋事業の統合に関する協議は打ち切りになった。

さらに、2001年4月1日には社内カンパニー制ならびに執行役員制を導入。分社化を前提にした船舶カンパニーとして、新たな一步を踏み出すことになった。

## 2. 船舶部門を分社独立 (2002~2009年)

### 株式会社川崎造船の設立

2002(平成14)年10月、当社は再編の第2弾として船舶部門を分社独立させた。

世界的に見ると新造船の供給過剰や韓国・中国勢との熾烈な国際競争など、造船業界の先行きは不透明で業績も鈍化していた。しかし、船舶部門は潜水艦とガス船に特化した効率的な建造などにより、当面の業績、事業性は確保していた。当社はこれを改革の好機と捉え、機動的な事業運営、効率的な経営の徹底、為替などの変動に強い柔軟な経営体質への転換を図るべく、船舶海洋部門を

他部門に先駆け「株式会社川崎造船」として分社独立したのである。

新会社はそれまでの実績から顧客の高い信頼を得ている潜水艦、LNG / LPG運搬船技術などの高付加価値船に経営資源を集中するとともに、厳しい経営環境や事業環境の変化に強い体質を確立するため、組織の効率化、固定費の削減、生産性の向上などで一層のコスト削減を図ることになった。

### 中国事業のパートナーシップ強化

1990年代、造船業界における中国の台頭はすさまじかった。そんななか、当社は中国をライバルとしてではなく、協業で21世紀の造船ビジネスを共に切り拓いていくパートナーとして捉えていた。

1995(平成7)年12月、当社は中国のCOSCO(中国遠洋運輸(集団)総公司)(現・中国遠洋海運集団)と合弁で新たに造船会社を中国・南通市に設立することで合意。1999年1月に、NACKS(南通中遠川崎船舶工程有限公司)(現・南通中遠海運川崎船舶工程有限公司)を設立した。

合弁の目的は「相互互惠」である。当社は造船技術、COSCOは中国における経営ノウハウを提供し、フィフティ・フィフティの関係で共に発展しようというのである。

NACKSは設立後、順調に発展した。コンテナ



LPG運搬船「CRYSTAL SUNRISE」



南通中遠海運川崎船舶工程有限公司(NACKS)

船、PCC(自動車運搬船)、中国初のVLOC(鉄鉱石運搬船)を次々に手掛け、2008年には大型商船の建造ニーズに応えるために第2ドックを建設した。中国政府からの評価は高く、中国造船所で唯一、「知能化企業(先進企業)」の認定を受けている。

また、2007年にはCOSCOが100%出資する中遠造船工業公司(COSIC)とNACKSとの合弁会社として、新たに合弁会社のDACOS(大連中遠造船工業有限公司)(現・DACKS(大連中遠海運川崎船舶工程有限公司))を大連市に設立し、中国での事業を拡大していった。

### 3. 船舶海洋カンパニーとして再出発(2010年～)

#### ■ 船舶海洋カンパニーとして再編

2010(平成22)年10月1日、川崎造船は再統合され船舶海洋カンパニーとなった。

2002年の分社独立により川崎造船として歩んできた8年間は、ガス船・潜水艦といった当社の強みを活かすとともに、中国での造船事業の規模拡大と競争力の向上を追求した時期であった。

しかし、激変する社会・経済環境のなかでは、より広範な領域における高度な技術力によって、社会・地球環境の未来に資する価値創造が不可欠になっていた。そのためには、グループ全体のシ

ナジー効果が発揮できる体制を形成しなければならない。それが再統合のねらいだった。

長らく低迷していた造船業界も欧米の好景気と中国をはじめとする新興国の著しい経済発展により底を打ち、海運業界に未曾有の利益をもたらした。中国、韓国、そして日本の造船所が、世界の新造船の9割を占めるなど好景気に沸いた。が、それもつかの間、2008年のリーマンショックで、世界的な大不況が造船業界を襲っていた。

そんななか、当部門は船舶海洋カンパニーとして21世紀の海へ新たな舵を切ったのである。

#### ■ 中国事業の拡大

リーマンショックの影響はあったものの、2010年代に入ってからNACKSの好調は続いた。1年に7、8隻という驚異的なスピードで新造船を建造し、2012(平成24)年3月には100隻目の竣工・引き渡しを達成した。

なかでも2016年にノルウェーのUECC(IOM)LTD向けに建造した「AUTO ECO」は、世界で初めて主機関と発電機関に二元燃料エンジン(ME-GIエンジン)を採用した自動車運搬船である。

一方、DACKSでも2019年に第2ドックが完成・稼働し、建造規模を拡大した。

両社の成功には、レベルの高い日本の開発設計による建造に加えて、坂出工場での研修・訓練を受



AUTO ECO



DACKS第2ドック

けた中国人従業員、技術者が設計から製造・品質管理・アフターサービスまでを徹底して行う体制を構築したことが大いに貢献した。

## ■ ブラジル事業の取り組み

2000～2010年代、韓国、中国が大規模な設備投資を続けてきたこともあり、2010年代初頭に受注が激減する危機に直面した。「2014(平成26)年頃には造る船がなくなってしまう」という2014年問題で、造船各社は恐々としていた。

そんな折、2012年5月に当社が参画したのが、ブラジルの準国家プロジェクト「ドリルシップ建造等の合弁事業」である。

ブラジルは高度経済成長期のただなかで、好景気を背景に国の支援を受けた国営石油会社ペトロプラス社を含めた大手3社が、JV(共同事業体)で造船事業、深海油田の開発を進めていた。

しかし、3社とも造船所やドリルシップ建造のノウハウ、技術を持っていなかったため、海外コンサルティングヤードとしてプロジェクトに招かれたのである。当社はこれを「NACKS」「DACKS」に次ぐ第3の海外拠点として位置付け、建造に積極的に取り組んだ。が、ブラジル企業とのJVは困難を極めた。

組織運営の考え方の違い、厳しい労働法制、時差によるコミュニケーションの困難さなどが立ち塞がったからである。さらに、2014年以降、

実質的な発注主であるペトロプラス社幹部によるリベートを乗せた水増し契約、政治家への違法献金、資金洗浄などが発覚。政財界を巻き込んだ大スキャンダルとなった。そのため、2015年12月、当社はドリルシップ建造を中断し、ブラジル事業から撤退。海外企業とのJVの困難さを痛感した。

## ■ 安定的な事業運営と建造体制に向けて

ブラジル事業での損失などが影響し、2015(平成27)年度、16年度と当部門は大幅に業績が悪化した。これを受け、2017年3月、「船舶海洋事業の構造改革」を決定・公表した。

基本方針は4点である。

1. 商船建造の軸足を国内から中国へシフトする。  
国内商船建造は坂出工場に集約し、事業規模を約3割縮小。
2. 坂出工場はLNG運搬船・LPG運搬船などのガス関連船を主体に受注。
3. KHI、NACKS、DACKSの一体運営の深化——共同購買、分担建造など。
4. 重点施策として固定費の削減、生産性の向上、資材費の低減、リスクマネジメントの強化に取り組む。

生き残りを賭け、船舶海洋カンパニーの全従業員が一丸となって、構造改革プランの実現に取り組んだのである。

2017年度から18年度にかけて、固定費の削減、



DACKS第2ドック完成記念式典



ドリルシップ(イメージ図)

生産性の向上、資材費の低減に関しては一定の効果が上がった。しかし、課題は受注の獲得だった。海運マーケットの低迷、韓国・中国との厳しい受注獲得競争のなかで、造船部門は苦戦を強いられていた。当社の強みであるガス関連船も、2年間の実績はLPG運搬船3隻、LNGバンカリング船1隻で、LNG運搬船はゼロという厳しいものだった。

2019(令和元)年、当社は2030年を見据えた「中計2019」を発表した。船舶海洋部門は当社の祖業であり、120年以上にわたり時代の波を乗り越えて継続してきた事業である。成長を支えてきたものは、時代やマーケットのニーズに応えるとともに、未来を見据えた新しい船舶を提案し続けてきた先進性であった。

中計で掲げたビジョンは、「水素技術、低温・高圧ガス技術、潜水艦技術と海外事業を核に最先端分野で独自性を追求する造船エンジニアリンググループ」を目指すというものである。

2019年度に着手した液化水素運搬船の実証船建造(世界初)は、世界中から注目を集めていた。水素はさまざまな物質から取り出すことができ、燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出しない究極のクリーンエネルギーといわれている。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さらなる推進を目的に、船舶海洋カンパニーはエネルギー・環境プラントカンパニーと統合し、

エネルギーソリューション&マリンカンパニーとなった。水素社会の実現に向けて、当カンパニーは業界の先頭を切って動き始めた。

## 2 新造船

### 1. 潜水艦・官公庁船

#### 「おやしお」「うんりゅう」「とうりゅう」

当社が国産初の潜水艇を建造したのは1906(明治39)年である。以来、戦中・戦後を通じ「呂29」「伊8」「おやしお」「うずしお」などを建造してきた。「おやしお」(1960(昭和35)年)は戦後の国産第1号潜水艦で、全溶接構造の採用、長時間潜航が可能なスノーケル装置の装備、主機に川崎-MANディーゼル2基を採用したもので、この実績により、戦後においても当社が潜水艦メーカーとして確固たる地位を築くことになった。

「うずしお」(1971年)は、わが国初の涙滴型の船型を採用するとともに、潜航深度の増大に対応するため耐圧殻板に調質高張力鋼NS63を初めて使用、「もちしお」(1981年)からは、より高強度のNS80を使用した。

現在海上自衛隊において運用されている「おや



液化水素運搬船の実証船



おやしお  
出典：潜水艦隊ホームページ

しお」(2代目)型、「そうりゅう」型、および現在建造中の最新船型「たいげい」型の各艦は、以下に示す高性能化を図った艦である。

「おやしお」(2代目)(平成5(1993)年度艦)は従来の複殻耐圧構造とは異なり、単殻と複殻構造を結合した特殊な耐圧構造を採用したほか、システム統合、自動化、探知能力、被探知防止能力などの新規開発技術を数多く採用。当社としては、初代「うずしお」以来、26年ぶりの新型「おやしお」型の1番艦となった(当社は、「おやしお」含め6隻建造)。

「うなりゅう」(平成17(2005)年度艦、「そうりゅう」型2番艦)は「おやしお」型の部分単殻船型をベースに、わが国初のAIPシステム(非大気依存推進)を搭載することで、水中持続力を大幅に増大させた画期的な艦である(当社は「うなりゅう」を含め5隻建造)。

「とうりゅう」(平成30(2018)年度艦、「そうりゅう」型12番艦、当社建造6番艦)は、リチウムイオン電池の採用により蓄電池容量の大幅な増強を図ったことで、AIPシステムを廃止しながらも、電池のみで従来の「そうりゅう」型と同等の水中持続力を可能にした。

平成30(2018)年度艦(「たいげい」型の2番艦)は、浮甲板の採用による被探知防止性能の向上を図るとともに、新型ソナーシステムの採用により探知性能の向上も図っている。

令和2(2020)年度艦(「たいげい」型の4番艦)

は、大幅に発電能力を向上した新型主機を搭載する艦となっている。

### 深海救難艇「ちはや」「ちよだ」

海上自衛隊は事故潜水艦から乗員を救助する潜水艦救難体制として、救難艇「ちよだ」、「ちはや」を擁し、各々に深海救難艇「ちよだ」、「ちはや」を搭載している。救難艇は三井造船が、深海救難艇は当社がそれぞれ建造した。当社の深海救難艇は救助可能深度、深海での位置保持精度、潜水艦へのドッキング機構などの諸性能で世界最高レベルを誇っている。

わが国初の1号艇の「ちよだ」は1985(昭和60)年に、2号艇の「ちはや」は2000(平成12)年に就役。2018年には就役以来30数年を経た「ちよだ」(1号艇)が退役し、防衛省に同名を引き継いだ「ちよだ」(3号艇)を引き渡した。

### 一般官庁向け船舶

防衛省以外の一般官庁向けの建造船では、海上保安庁向けのヘリコプター搭載型巡視船「ちくぜん」、大型巡視船「いず」、「さつま」、JAMSTEC(海洋研究開発機構)向けの深海潜水調査船支援母船「よこすか」、深海調査研究船「かいいい」などがある。

「ちくぜん」は海上保安庁の昭和56年度計画で建造されたヘリコプター1機搭載型巡視船で、日本周辺海域の警備救難業務に従事する。



とうりゅう



ちはや



いず

「いず」は海上保安庁の発注で建造された災害対応型の大型船で、1997(平成9)年に引き渡された。阪神・淡路大震災の教訓をもとに、大規模災害発生時に現場指揮所となるための通信設備や被災地への救援物資運搬能力などを備えた。

「さつま」は平成9年度計画で建造された大型巡視船である。

「よこすか」はJAMSTECの有人潜水調査船「しんかい6500」の支援母船として1990年に、「かいれい」は無人調査機「かいこう」の支援母船として1997年にそれぞれ竣工した。

## 2. 商船

### 一般貨物船(ばら積み運搬船・鉱石運搬船・貨物運搬船)

2000年代初めより、中国経済の急成長により造船ブームが沸き起こった。とくに石炭や鉄鉱石を中国に輸出するばら積み運搬船の需要が増大し、当社も恩恵に浴した。その嚆矢となったのが、神戸工場で2001(平成13)年に建造したばら積み運搬船「BORON NAVIGATOR」(載貨重量50,341トン、レオ・オーシャン社向け)である。

1995年の阪神・淡路大震災は、主力船台の損壊をはじめ神戸工場に甚大な被害をもたらした。多大な復旧費用、再開に要する時間……。もう、

神戸で船を造ることはできないのではないかとさえ言われた。そんな暗澹たる空気を打ち破ったのが「BORON NAVIGATOR」で、本船が震災後の神戸工場における商船建造再開の記念すべき第1船となった。同時に、三井造船との業務提携の成果として、神戸工場で建造される50,000トン型ばら積み運搬船シリーズの第1船ともなった。

2002年には当社が三井造船と共同設計したケープ・フューチャー・ SHIPPING社向けばら積み運搬船「CAPE FUTURE」(載貨重量185,820トン)が坂出工場で建造された。坂出工場でも6年ぶりの大型ばら積み運搬船の建造であった。

中国のNACKSでも載貨重量298,000トン型鉱石専用運搬船「BAO MIN」(YUMA MARITIME S.A.社向け)の引き渡しが行われた。

### コンテナ運搬船

1990年代後半になると、オーバーパナマックス型(パナマ運河を通航するための制約条件船幅32.2m以下、船長294m以下を超えているため、パナマ運河を通航できない船舶のこと)のコンテナ船が登場し始めた。

1997(平成9)年、当社は1994年にパナマ船主より6隻一括受注した最新鋭5,250TEUクラス(20フィートコンテナ換算で5,250個積み)のオーバーパナマックス型コンテナ船の第1番船「LUHE」を建造。翌1998年にはサウジアラビア、



BORON NAVIGATOR



LUHE

クウェートをはじめとする湾岸6カ国の共同出資するUNITED ARAB SHIPPING COMPANYより、当社・三菱重工業株式会社・三井造船が共同受注した10隻シリーズの第1番船「NAJLAN」を建造し引き渡した。同船は推進性能・復原性能などに関して、それまで蓄積してきたノウハウをベースに開発した当時の最新鋭・高速低燃料消費のパナマックス型コンテナ船である。

2001年にはCOSCO社から一括受注した、5,250TEUクラスのオーバーパナマックス型コンテナ船7隻の第1番船「COSCO SHANGHAI」を建造した。また、同シリーズのうち2隻はNACKSで建造された。

一方2000年代よりコンテナ船の大型化が急速に進み、とくに10,000TEUクラスを超える船においてTwin Islandと呼ばれる、船橋を船尾ではなく中央部分に配置する方式が一般的に採用されるようになった。また、環境保護意識の高まりにより、船速を抑えて燃料消費を削減する取り組みが広がっていった。

コンテナ船建造においては船主のCOSCOやNACKSとの連携を強めていった。当社が開発しCOSCOから受注した10,000TEUクラスメガコンテナ船4隻シリーズの第1番船「COSCO OCEANIA」は、NACKSで建造、2008年に引き渡した。次いで2013年には同じくCOSCOから受注した13,350TEUクラスメガコンテナ船8隻

シリーズの第1番船「COSCO BELGIUM」をNACKSで建造、引き渡した。

### RORO船／自動車運搬船

当社が初めて建造した自動車運搬船は、ノルウェーのレイフ・ホグ社から1966(昭和41)年に受注した自動車兼ばら積み運搬船である。これを契機に、1970年には完全自走方式を採用した、日本で初めての外洋航行型自動車専用運搬船「第十とよた丸」を開発・建造。日本の自動車メーカーの躍進とともに、自動車運搬船の需要が拡大していった。しかし、当初こそ好調だったもののその後の受注は伸びなかった。低コストで建造する中手造船所が増えてきたためである。

そんななか、1997(平成9)年にパナマのOCEANARROW LTD.INC.向けRORO式貨物船「CLEMENTINE」(載貨重量9,655トン)、1999年にルクセンブルクのRO/RO-LUX S.A.社向け、RORO式貨物船「VALENTINE」および「MELUSINE」(いずれも載貨重量9,729トン)が引き渡された。

2000年代に入ると、NACKSでの最新鋭の自動車運搬船の建造が続いた。「SHANGHAI HIGHWAY」(2005年、5,000台積み)は、NACKSで建造された初の自動車運搬船である。「CHESAPEAKE HIGHWAY」(2010年)は、6,200台自動車運搬船の第1番船。「AUTO ECO」(2016年、3,985台積み)



MELUSINE



SHANGHAI HIGHWAY

は、LNG燃料で航行が可能な、世界初の自動車運搬船である。

国際海事機関(IMO)による各種排ガス規制が進むなか、当社はクリーンなエネルギーとして世界的な需要の拡大が予想されるLNGを主機関の燃料とする、LNG燃料船の建造に注力している。「AUTO ECO」は今後主流になる商船のLNG燃料化に先駆けて取り組んだ当社グループのフラッグシップである。

### タンカー(VLCC)

1989(平成元)年に起きたVLCC「Exxon Valdez」号のアラスカ沖座礁事故で、大量の原油が海上に流出。大規模な海洋汚染を招いた。これを教訓に、VLCCの船体構造のダブルハル化(二重船殻構造)が義務付けられた。

1997年、当社はGOLDEN OCEAN GROUP LIMITED社との間で30万重量トンのダブルハルVLCC 3隻を受注した。本船は中近東からヨーロッパへの航路をはじめ、日本航路にも投入可能な汎用性を持つ新世代ダブルハルVLCCとして設計されたもので、当社が独自開発したアップスロット構造方式を採用した。

2001年には、COSCO向けの30万重量トン型のVLCC 2隻を受注。高度成長で急増する中国の原油需要に対応したもので、中国国内での建造を強く望んだCOSCOの要望に応え、NACKSで下

請建造を行った。

2007年引き渡しの「TENKI」、同年建造の「TAKAHASHI」、2017年建造の「KISOGAWA」(いずれも30万重量トン型)も、NACKSで建造したものである。21世紀初頭から当社は神戸、坂出、そして中国のNACKSが連携した建造体制を進めている。

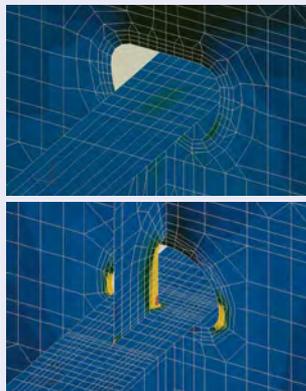
### 超高速旅客船

2020(令和2)年、当社が東海汽船株式会社、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構より受注し開発・建造した超高速旅客船「セブンアイランド結<sup>ゆい</sup>」が、東京～伊豆諸島を結ぶ航路に就航した。本船は2基のガスタービンエンジンで駆動されるウォータージェット推進機で前進、水中翼に発生する揚力で海面から浮上して最高時速80km超で航走する。離島航路をはじめとする、高速海上交通の維持・発展に欠かせない船舶である。

当社がボーイング社からジェットフォイルの製造・販売の権利を引き継いだのは1987(昭和62)年。以来1995(平成7)年までに15隻のジェットフォイルを建造したが、その後、25年間にわたって建造がストップしていた。その建造再開であり、現在では世界で唯一のジェットフォイルメーカーである。



ダブルハル1番船VLCCの建造



アップスロット(上)と従来型スロット(下)



KISOGAWA

### 3. 液化ガス・液化水素運搬船

#### LPG運搬船

1990年代より、独立タンク方式のLPG船が主流になっている。国内では当社と三菱重工業の2社のみが建造していたが、ジャパン マリンユナイテッド株式会社(JMU)、株式会社名村造船所などが参入し、隻数は少ないものの建造実績を上げている。しかし、本当の競合相手は韓国の現代、大宇など大手造船所、躍進目覚ましい中国の江南造船などアジア勢である。

2000年から2010年代、当社が建造した代表的なLPG船は以下のとおりである。

#### 「CRYSTAL MARINE」

当社が開発した新船首形状SEA-ARROWを採用した80,000m<sup>3</sup>型の第1番船。2003(平成15)年、KUMIAI NAVIGATION(PTE) LTDに引き渡した。

#### 「BERGE NICE」

欧州船主より受注したアンモニア積みが可能な59,200m<sup>3</sup>型多目的LPG船6隻シリーズの第2番船で、本船もSEA-ARROWを採用している。2003年、BERGESEN DY SHIPPING ASに引き渡した。

#### 「CRYSTAL SUNRISE」

80,000m<sup>3</sup>型の全長を延ばして大型化した82,000m<sup>3</sup>型の1番船。2013年、KUMIAI

NAVIGATION(PTE) LTDに引き渡した。

SEA-ARROWとは、船が航走する際に作る船首波による抵抗を極限まで減少させて、推進性能を大幅に向上させる船首形状で、当社の特許である。

#### LNG運搬船

1990年代にアメリカで起こったシェールガス革命は、アメリカを天然ガス生産国に変えるとともに、次世代のクリーンエネルギーの筆頭として天然ガスをクローズアップした。LNG運搬船の建造はメンブレンタンク方式(船体内部に防熱材を取り付け、その表面を金属の薄膜で覆った構造)を採用する韓国造船所が、そのコスト競争力から優位に立ち、プライスリーダーとなって大量受注を獲得しているが、当社もモス球形タンク方式(球形の独立したタンク方式)のLNG運搬船建造で実績を積み重ねている。

さらに当社は2003(平成15)年、2,500m<sup>3</sup>型LNG運搬船「第一新珠丸」を、運輸施設整備事業団および新和ケミカルタンカー株式会社(現・NSユニテッドタンカー株式会社)に引き渡した。本船は檜垣造船株式会社が建造した船体に、当社が作った国内初の蓄圧型低温タンクを搭載した小型内航LNG船である。

同年、4個のモス型球形独立型LNGタンクを持ち、145,000m<sup>3</sup>の液化天然ガスを輸送可能な「ENERGY FRONTIER」を東京エルエヌジー



セブンアイランド結



第一新珠丸

タンカー株式会社に引き渡した。

さらに、2008年にはモス型球形タンクの赤道部に円筒部を追加することでタンク容積を増加させた153,000 m<sup>3</sup>型LNG運搬船の第1番船「LNG BARKA」を建造し、Lloyds TSB General Leasing (No.3) LTDに引き渡した。

2011年にはモス型としてはその時点で世界最大船型となる177,000m<sup>3</sup>型LNG運搬船の第1番船「ENERGY HORIZON」を東京エルエヌジータンカーおよび日本郵船に引き渡した。

本船の推進プラントはLNG運搬船としては世界初となる再熱サイクルを採用し、熱効率を大幅に高めた当社新開発の再熱サイクルプラント「川崎アドバンストリートタービンプラント(川崎URAプラント)」を採用した。これにより、燃料消費量は従来の蒸気タービン推進プラントと比べて約15%改善する。

2016年には、ノルウェーのUECC(IOM) LTD向けにLNG燃料で航行が可能な世界初の自動車運搬船「AUTO ECO」(3,985台積み)をNACKSで建造し引き渡した。

当社は欧米以外で初めてのLNG運搬船を1981(昭和56)年に建造。その後、数々の実績を積み重ね、182,000m<sup>3</sup>型の超大型船から内航向け2,500 m<sup>3</sup>型に至るバラエティに富んだラインアップで、LNG運搬船を世に送り出し続けている。

## LNGバンカリング船

2020(令和2)年、船舶の排出ガス規制が一段と強化された。重油の代わりに、クリーンエネルギーのLNGを燃料とする船舶が注目され、それと並行して海上でLNG燃料を供給する設備を有する、LNGバンカリング船のニーズが高まり始めていた。

同年、当社はセントラルLNG SHIPPING株式会社(日本郵船、川崎汽船株式会社、株式会社JERA、豊田通商株式会社の4社の合弁会社)向けに、日本初のLNGバンカリング船「かぐや」を建造し引き渡した。

防熱システムに世界一の性能と品質を誇るカワサキパネル方式を採用し、堅牢なアルミニウム合金製の横置円筒・蓄圧型独立タンク1基を搭載した「かぐや」には、2016(平成28)年に当社が受注し、NACKSで建造した「AUTO ECO」を筆頭に、LNG運搬船の開発・設計で得た知見、ノウハウ、技術が生かされている。

引渡し後、本船はJERA川越火力発電所を拠点に、中部地区におけるLNG燃料推進船へのLNG燃料供給事業に従事している。

## 液化水素運搬船

次世代のエネルギーの一つとして、使用時に二酸化炭素など温室効果ガスが発生しない水素への



ENERGY HORIZON



LNGバンカリング船「かぐや」

関心が高まっている。

2019(令和元)年12月、当社が受注した世界初の液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」の進水式が行われた。本船はマイナス253℃に冷却し体積が気体の800分の1になった液化水素を、安全かつ大量に長距離海上輸送するために開発したものである。

翌2020年には、播磨工場で製造した1,250m<sup>3</sup>の真空断熱二重殻構造の液化水素貯蔵タンクを搭載。2021年12月から、オーストラリアで製造された液化水素を日本に輸送する、技術実証試験に臨んでいる。

また、2016(平成28)年に岩谷産業株式会社、シェルジャパン株式会社、電源開発株式会社と技術研究組合を結成。2018年には岩谷産業、電源開発、丸紅株式会社、AGL Energy Limitedとコンソーシアムを組み、オーストラリア連邦政府およびビクトリア州政府より補助を受けてガス精製設備、水素液化・積荷基地などを建設し、脱炭素化に向けた国際水素エネルギーサプライチェーン構築に向けた取り組みを強化している。

## 4. 海洋構造物・作業船

### ドリルシップと大型オフショア作業船

海底に埋蔵されている石油や天然ガスを探鉱、

掘削し、海面まで持ち上げて海上に敷設された生産貯蔵設備で精製したり、海底パイプラインで地上の生産貯蔵設備まで輸送する一連の業務に関わるのがオフショア石油ガス開発産業であり、探鉱・開発・生産・閉鎖のそれぞれのステージにおいて、さまざまな企業が関わっている。現在、世界の原油生産の3分の1は海底油田からの原油が占めているといわれる。

当社においても2012(平成24)年のブラジルにおけるドリルシップ建造等の合弁事業への参画、2014年のノルウェーのオフショア作業船の大手船主であるIsland Offshore Shipholding LPとの大型オフショア作業船の造船契約と、海洋開発関連の船舶の受注が続いた。オフショア開発産業は有望視されている分野だけに、大きな期待がかかった。

しかし、結果は当社にとっては手痛いものとなった。前者は実質的な発注主であるブラジル・ペトロbras社幹部による水増し契約、違法献金、資金洗浄などスキャンダルで破綻。後者も原油価格の低迷やIsland Offshore Shipholding LPの経営環境悪化のため、2017年に契約をやむなく解除することになった。

以降、海洋開発関連事業分野に投入していた人材などの経営資源を、当社のコア分野であるガス船を中心とした商船事業と潜水艦事業に集中するなど、構造改革に向けた施策を強化している。



すいそ ふろんていあ



大型オフショア作業船

# 3 構造技術と設備

## 1. 設計技術

### 商船派生技術

#### シミュレーション技術

2001(平成13)年、当社はオイルタンカーの荷役操作訓練を行うシミュレータを完成させ川崎汽船に納入した。

本シミュレータはダブルハル(二重船殻構造)仕様のVLCCをモデルにした荷役制御コンソールを忠実に再現し、IGS(Inert Gas System)機能やローカルバルブ操作パネルなども装備。さらに、川崎汽船が長年培ってきた荷役操作のノウハウと当社の高度なシミュレーション技術の融合により各種トラブルの再現を可能とするなど、船上で起こるあらゆる不具合への対応が陸上で訓練できるシミュレータである。

2005年にはLNG船の主機関であるタービンプラントの操作訓練を、実際の運用と同様に行えるシミュレータを川重テクノサービス株式会社(現・川重テクノロジー株式会社)と共同で開発。これにより、当社は「LNG船荷役訓練用」、「オイル

タンカー荷役訓練用」、「LNG船タービンプラント操作訓練用」など、乗組員の訓練・教育用のシミュレータのラインアップを一段と充実させた。

### 潜水艦派生技術

#### 自律型無人潜水機「SPICE」

無人潜水機分野では、2000(平成12)年に自律型無人潜水機(Autonomous Underwater Vehicle: AUV)の試作機「マリンバード」を完成させ、世界で初めて海底ステーションとの自律ドッキングを実証した。

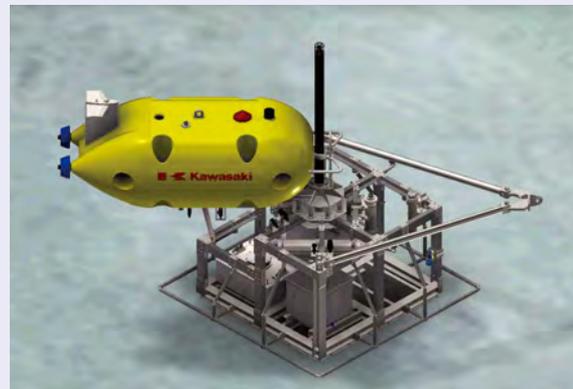
また、近年では海底Oil & Gas分野における海底パイプラインのメンテナンス需要に注目。長年培った高度な潜水艦関連技術を発展させるとともに、2015年から5年間、ヘリオット・ワット大学(英国エンジンバラ市)と、AUVに搭載する制御アルゴリズムの開発のための共同研究を実施した。

2017年11月にはスコットランドの海上試験場で、海中でのAUVと充電ステーションとの自動ドッキングや非接触充電および大容量光通信の実証試験に成功。2018年には、JAMSTECより深海ターミナルの開発プロジェクトを受注した。また、英国スコットランドに自律型無人潜水機の現地法人を設立するなど、AUVに関連するプロジェクトを展開している。

その一つが、AUVにロボットアームを取り



マリンバード



深海ターミナルとAUVのドッキング(イメージ図)

付けたSPICEプロジェクトである。SPICEではAUVに取り付けられたロボットアームを制御し、先端のセンサーによる至近距離からの検査を可能にしている。同プロジェクトでは、海底パイプラインを自律的に搜索・認識・追跡する技術を適用しており、これらの技術は2020(令和2)年6月に実証試験に成功、2021年には英国のMODUS SUBSEA SERVICES LIMITED (MODUS社)より、世界初の海中パイプライン検査用ロボットアームを搭載した自律型無人潜水機「SPICE」を受注した。MODUS社では北海をはじめとする世界の海底パイプライン敷設海域での運用を予定している。

## ICT/IoT関連

### 船舶運航管理支援システム「SOPass」

2017(平成29)年、当社が開発した船舶運航管理支援システム「SOPass」が、三井物産株式会社が用船する当社建造のLNG運搬船に搭載されることが決定、翌2018年には同一プロジェクト向け6隻にも搭載が決まった。さらに同年、JERAが用船する4隻のLNG船に搭載されることになった。

当社は従来から一般貨物船向けに、最適航路の情報を提供する船舶総合情報サービス「K-IMS」やLNG運搬船向けにガス燃料解析が可能な運航管理システム「LNGC-NEO」、 「LNGC-ISS」

を販売していた。「SOPass」はそれらを統合した次世代のシステムで、衛星通信を介して船舶から取得したリアルデータと当社が持つ船舶に関する工学的知見をICT/IoT技術を用いて融合。船舶の運航管理に有益な情報を提供するサービスで、各種性能解析や省エネ運航に寄与する最適航路計算、業界初のLNG貨物の管理最適化機能などを提供する、画期的なシステムである。

同システムは2017年に株式会社日刊工業新聞社が主催する第60回十大新製品賞の大賞に選ばれるなど、高い評価を得ている。

## 2. 工作技術

### 生産技術

#### 神戸工場

神戸工場は1995(平成7)年の阪神・淡路大震災の影響で商船の建造がしばらく中断したが、1998年よりばら積み運搬船を中心に商船建造工事が再開した。

商船分野の工作技術の開発、改善で初期対策として重点を置いたのは組立の合理化である。2000年、8B流れ生産方式が稼働。併せて3B艀に曲がり外板ブロック組立合理化設備、7B表に曲がり外板先行板継定盤を導入した。



AUV海底パイプライン近接検査の実証試験に成功



第60回十大新製品賞贈賞式

さらに、1期(2000—2005年)、2期(2005—2010年)に、2枚切りNCプラズマ切断機、7B定盤大板ロング先付装置、200トンクレーン、鋼板水切り設備の導入、船台ジブクレーン更新(100トン×2基)等を行った。

潜水艦の建造はブロック建造法を採用していたが、これに代えて3次元CAD(TRIBON)を用いたモジュール建造法を採用した。これにより、作業環境・効率が大幅に改善されるとともに、艤装工事の平準化、品質の高位安定が可能になった。

### 坂出工場

坂出工場はLNG運搬船、LPG運搬船を主力に、コンテナ運搬船、RORO船/自動車運搬船、タンカー(VLCC)、ばら積み運搬船を建造してきた。

生産情報においては、従来、船殻構造図をもとに生産情報を手書きで追記した図面(工作図)を作成していたが、三次元CADシステムの導入により3Dモデルを作成し利用することが可能になり、作業効率・品質は大きく向上し、施工要領などの計画にも積極的に利用されている。

生産設備においては、2003(平成15)年に第3建造ドックのゴライアスクレーン(門型クレーン)を300トン×2基から800トン×2基へ更新。1,000トンを超えるLNG船の球形タンクやLPG船の独立方形タンクを一体搭載することや、従来より多くのブロックを地上で総組しドックへ搭載するこ

とを可能にし、生産性向上およびドック建造期間短縮を実現した。

また、工場設備再編の一環として、2008年には稼働から約40年経過した大組立工場6A棟に代わる大組立工場7A棟が竣工し、第2内業工場5F棟には、NCガスフレームプレーナー切断機、単板ロング先付パネルラインなどを新規導入した。同時に、ブロック組立方式を従来の「枠組工法」から「単板ロング先付パネル工法」へ大きく変更し、最大ブロックサイズも縦25m×横20m、重量400トンに大型化し、多数の自動化装置、最新設備により高効率かつ高精度なブロック製造が可能となった。

さらに、2009年には6A-0棟、6A-1棟を撤去した跡地を7S定盤として整備、800トンゴライアスクレーンを延長しLNG船アルミ球形タンク建造設備を7S定盤へ集約することにより、LNG船アルミ球形タンクを高効率で建造する体制を整えた。

## 3. 神戸工場再編計画

1902(明治35)年、神戸工場に最大入渠能力6,000総トンの第1ドックが完成。以来、わが国の造船業の隆盛とともに神戸工場には2014(平成26)年までに計4基のドックが造られた。なかでも第1ドックは、当社および日本の造船業の黎明期



神戸工場



坂出工場

を代表する歴史的遺産として注目を集め、1998年に国の登録有形文化財に、2007年には近代文化産業遺産に認定された。

しかし、1995年に起こった阪神・淡路大震災後の老朽化もあり、建造から111年を経過した2014年に閉鎖。一部をモニュメントとして残し、地中に埋め戻され、文化財としての登録を抹消した。

また、第1ドック埋め立てを機に、神戸工場の造船設備を再編成する計画が立てられた。これは2010年の防衛省新防衛計画大綱の「潜水艦増艦体制の構築」に基づいたもので、増艦に備え、ドック、岸壁、修繕工場、ドックハウス、工場など関連設備を増強するなど、潜水艦により特化した工場となった。

当社が創業100周年を迎えた1996年を境に、わが国の造船業は数・量の面では韓国、中国の後塵を拝するようになった。しかし、伝統と実績、高い建造技術とノウハウの面では、今も世界の造船業界をリードしている。

## 4 製造工場・関係会社

### 1. 製造工場

2021(令和3)年現在、当社は神戸と坂出に2つの造船所、中国にNACKSとDACKSの2つの合弁会社を設け、日本・中国の4造船所体制で、大型化、高付加価値化が進む世界の造船ニーズに対応している。

なかでも中国の2つの造船所は、国内の造船所が培ってきた高度な造船技術とノウハウを傾注したもので、中国を代表する造船所になっている。

#### 坂出工場

坂出工場は、1967(昭和42)年に香川県坂出市で操業を開始した。以来、VLCC、タンカー、アジア初のLNG運搬船、日本初の国内船主向けLNG運搬船、独立タンク型LPG運搬船などを次々と建造してきた。

建造設備も3つのドックを軸に、800トン・ゴライアスクレーンの導入、大組立工場、単板ロンジパネル製作ライン、LNGアルミ半球総組立工場などの新設・増設で、船舶の大型化・高品質化・高付加価値化に対応できる体制を構築。当社の基幹大型造船所としての陣容を築いている。



神戸工場第1ドックの記念モニュメント



DFD電気推進システムを搭載したLNG運搬船

近年では2011(平成23)年のリヒートスチームタービン推進プラントを搭載したLNG運搬船、2018年に引き渡したDFD電気推進システム(2元燃料機関)を搭載したLNG運搬船など、高度な最先端技術を駆使したガス運搬船の建造が増えている。

## 神戸工場

1886(明治19)年に操業を開始。以来、船舶建造、修理のほか船用ディーゼル機関、蒸気タービン機関など船用機器製造の重要拠点となっている。

なかでも特筆すべきは潜水艦である。1906年に国産初の潜水艇を建造したのを契機に、その後、海上自衛隊向けの国産初の潜水艦初代「おやしお」をはじめ、わが国の海上防衛の一端を担う潜水艦を造り続けている。

さらに、近年に至っては深海救難艇の建造、海中設備の保守・点検を目的とした自律型無人潜水艇(AUV)の開発など、高度な潜水艦技術を用いた新たなジャンルの船舶の開発が続いている。

## 2. 関係会社

### 南通中遠海運川崎船舶工程有限公司(NACKS)

1995(平成7)年に当社と中国遠洋運輸(集団)総公司(COSCO)の合弁事業として会社設立契約

に調印。1999年1月、中国江蘇省南通の揚子江沿岸に南通中遠川崎船舶工程有限公司(NACKS)を設立し、新造船事業を開始した。2018年に現在の南通中遠海運川崎船舶工程有限公司に社名を変更。中国の目覚ましい経済発展のなかで躍進し、2008年からは2つの建造ドックを有する、中国でも有数の大型造船所としてさらなる成長を続けている。

### 大連中遠海運川崎船舶工程有限公司(DACKS)

2007(平成19)年に、当社、COSCO、NACKSの合弁で中国遼寧省大連市に大連中遠造船工業有限公司を設立。2010年より造船所として操業を開始し、2012年に大連中遠川崎船舶工程有限公司(DACKS)に、2018年に現在の大連中遠海運川崎船舶工程有限公司に社名を変更。敷地面積約190万㎡、2基の建造ドック、さらに最新の生産設備、合理的な物流ライン、全天候対応型ブロック塗装工場などを有する大型造船所として、船主からも高い評価を得ている。

### Kawasaki Subsea(UK) Limited

2019(令和元)年、イギリスのアバディーン市に設立。自律型無人潜水機(AUV)の販売・アフターサービスを行うことを目的とした現地法人である。同社は上記のほか、オイル・ガス分野および洋上風力発電分野に用いるAUVの関連情報の



戦後初の国産潜水艦初代「おやしお」



大連中遠海運川崎船舶工程有限公司(DACKS)

収集、当社技術・製品をベースとした市場開発に関する活動を実施している。

### ENSEADA INDÚSTRIA NAVAL S.A.

2012(平成24)年、ブラジルのドリルシップ建造を中心とした合弁事業に参加するために、ブラジルの造船所ESTALEIRO ENSEADA DO PARAGUAÇU S.A.へ30%出資と技術供与が決まった。しかし、発注主側の違法献金、リベートの水増し、資金洗浄などが発覚したため、当社は2015年にドリルシップ建造を中断し、ブラジル事業から撤退した。また、EEPは2014年にENSEADA INDÚSTRIA NAVAL S.A.に社名を変更した。

### 株式会社川重サポート

1973(昭和48)年、川重神戸サービス株式会社として設立。1990(平成2)年、川重神戸メンテナンス株式会社を吸収合併、川重神戸サポート株式会社として発足。2012年、川崎造船検査株式会社を吸収合併、2018年、カワサキテクノロジー株式会社の一部を吸収合併し現在に至る。

### 川重マリンエンジニアリング株式会社

1978(昭和53)年、造船設計部門の機能の一部を集約し効率化およびコスト低減を図るとともに、蓄積された技術の外販を進めることを目的に設立。

2011(平成23)年、株式会社明石船型研究所およびシップパートナーズ株式会社を吸収合併した。

### 川重ジェイ・ピー・エス株式会社

神戸工場におけるジェットフォイルなど、高速船に関するプロダクトサポート業務委託のため1991(平成3)年に設立。

### MES-KHI由良ドック株式会社

2015(平成27)年に株式会社エム・イー・エス由良の株式取得。同時に社名をMES-KHI由良ドック株式会社に変更。同社の前身は1988(昭和63)年設立の株式会社由良三井造船だが、当社の修繕事業を強化するため、修繕事業を得意とする同社に経営参画した。

2021(令和3)年、当初年限である5年に加え、1年の期間延長の合弁契約を終了。当社の保有する由良ドックの全株式は三井E&S造船に譲渡された。



Kawasaki Subsea(UK) Limitedの入居するオフィスビル



ENSEADA INDÚSTRIA NAVAL S.A. (完成予定CG)

# 5 船舶海洋事業の 将来展望

## 1. グループビジョン2030における 船舶海洋事業のビジョン

エネルギーソリューション&マリンカンパニーは、グループビジョン2030の注力フィールドである「エネルギー・環境ソリューション」分野を切り拓くため、CO<sub>2</sub>を排出しない究極のクリーンエネルギーの水素を実用化した、水素活用社会の実現を最大の課題と捉えている。

船舶海洋事業は、他の事業体とのシナジーを発揮して、水素サプライチェーンにおける「はこぶ」技術を極めていく役割を担っている。なかでも最も重要な社会課題は、脱炭素社会への貢献である。

課題を解決するため、2030年の商用化に向けたパイロット船での実証試験、大型商用実証船の建造などを着実に進行して、クリーンエネルギーである水素の本格普及を目指していく。

また、「安心・安全リモート社会」実現のため、潜水艦の新造・修理事業による国防への貢献とともに、新たな柱となる可能性のある事業群の模索を進めている。

## 2. 船舶海洋事業の中期的な 取り組み

現在、船舶海洋事業では以下に注力して、グループビジョン2030達成に向けた取り組みを強化している。

### ○大型液化水素運搬船建造の着実な遂行

水素活用社会の実現に向けて、液化水素運搬船が大型船の開発へ移行しているなか、2020年代半ばでの完工を目指した大型液化水素運搬船の建造を進めている。

### ○LPG船の連続受注と収益性改善

世界的に注目されているアンモニア積載可能なLPG船の確実な建造、さらなるコストダウンに取り組んでいく。

### ○艦艇事業の安定運営

潜水艦の新型艦1番艦受注に向けた活動とともに、新造艦・修理艦事業の品質の高位安定に取り組む。

### ○新製品の開発・事業化のさらなる加速

SOPass、FGSS(ガス燃料供給システム)、AUV、CO<sub>2</sub>除去装置など、新開発の製品・システムの普及を目指した活動を展開する。

さらに、カンパニー統合によるシナジー効果を追求し、中国事業の競争力強化に取り組んでいく。

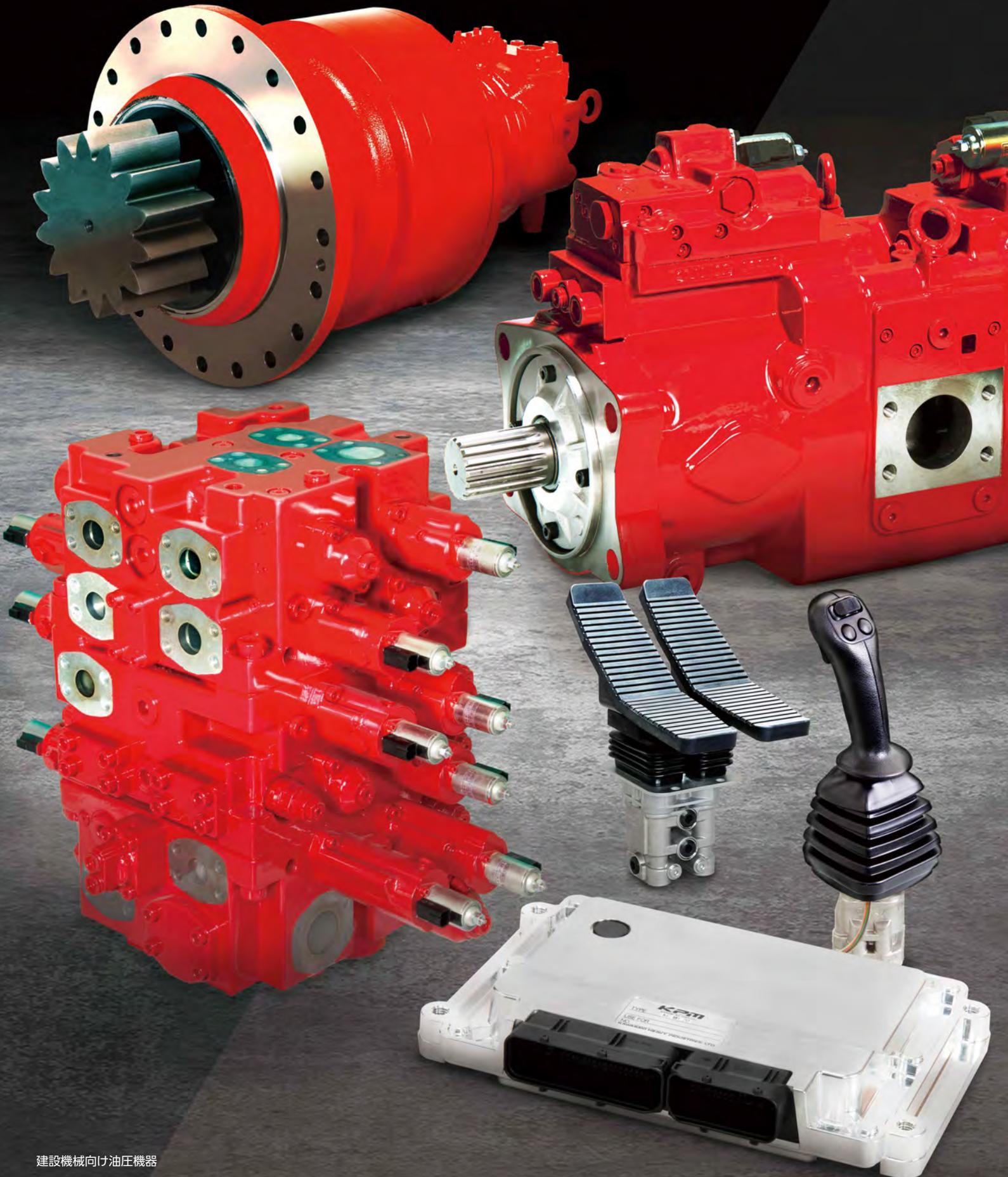


大型液化水素運搬船



SOPass

# 精密機械事業



# 1 精密機械事業の変遷

## 1. 組織の再編 (1997～2009年)

### カンパニー制の導入

1997(平成9)年、アジア通貨危機の影響で油圧機器の需要が急減した。とりわけ高いシェアを誇っていた韓国の建設機械市場の落ち込みが厳しく、拡販対象であった欧米市場にも陰りが見え始めるなど厳しい状況が続いた。

そのような状況で市場の変化にスピーディに対応し、機動的な事業運営等を行っていくために、2000年4月に新設したガスタービン・機械事業本部の傘下となり、翌2001年4月のカンパニー制の導入により、ガスタービン・機械カンパニー精密ビジネスセンターとして新たな一步を踏み出した。

しかしながら、長引く市場の冷え込みの影響により、2000、2001年度と2期連続で赤字決算になるなど先行きは不透明だった。

### カワサキプレジジョンマシナリ(KPM)の設立

2002(平成14)年10月、精密機械部門は株式会社カワサキプレジジョンマシナリ(KPM)として

分社独立した。当時すでに、電子制御製品や制御システムを加えた国内油圧機器市場の売上高で第2位、ポンプ・モータ・バルブの主要3製品で1位を占めるなど、カワサキブランドは国内市場で高い評価を受けていた。しかし、国内油圧市場が大きく縮小するなかで勝ち残っていくためには、機動的な経営体制の確立とともに、成長市場である中国を中心としたグローバル展開が必要だった。

中国市場での好況もあって、2004年度には前年度比15%増の売上を記録し、以降、2008年度にかけて5年連続で過去最高の売上高を更新した。

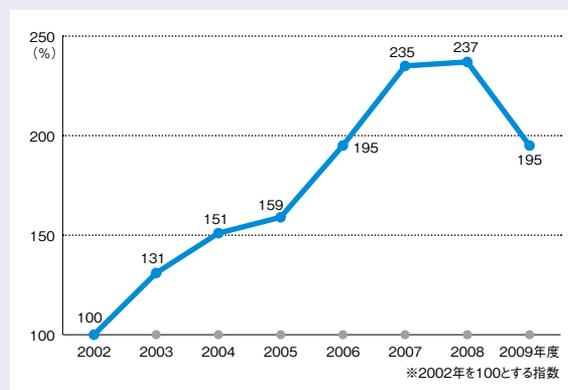
しかし、2008年9月のリーマンショックは、建設機械市場にも甚大な打撃を与え、売上高は再び大きく後退した。

### グローバル化への取り組み

KPM設立後、グローバル化への取り組みは加速した。2003(平成15)年の韓国Flutek社の子会社化を皮切りに、KPMと当社、カヤバ工業株式会社(現・KYB株式会社)の3社が共同で設立したKKハイドロリックス株式会社(2004年)、中国の販売会社・双凱液圧貿易(上海)有限公司の設立(2005年)、川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)の設立(同年)、上海分公司の開設(2007年)、川崎春暉精密機械(浙江)有限公司(KCPM)の設立(2009年)など、中国・韓国での生産・販売拠点の強化を図った。



カワサキプレジジョンマシナリ(KPM)のロゴマーク



精密機械部門売上高

アメリカでは、1994年にKawasaki Motors Corp., U.S.A(KMC)の一部門として設立した販売部門の機能を拡大したうえで、2005年にKawasaki Precision Machinery(U.S.A.), Inc.(KPM(USA))として独立させ、1993年に設立した英国のKawasaki Precision Machinery(UK) Ltd.(KPM(UK))とあわせ、グローバル体制を築いた。

2000年代はKPMがグローバル化への大きな一歩を築いた時期である。なかでも目覚ましいのは中国市場での躍進である。1990年代、中国ショベル業界の年間販売台数は2,000~3,000台前後で推移していた。それが2000年代後半に世界最大規模まで拡大し、2010年には17万台近くまで急成長した。国家規模のインフラ整備が後押ししたことも大きい。中国国内での生産・販売拠点の整備、中国市場のニーズを捉えた販売戦略などが奏功したからにはほかならなかった。

## 2. 加速するグローバル化（2010～2021年）

### 精密機械カンパニーの発足

100年に一度といわれるリーマンショックだったが、中国政府の大規模な経済政策で、2010(平成22)年度には中国のショベル販売台数が過去最

高の16万7,000台、2011年度にはさらに17%増となるなど、建設機械市場は明るさを取り戻した。そうしたなかKPMは、同じく分社独立していた株式会社川崎造船およびカワサキプラントシステムズ株式会社と共に2010年10月、再統合となり、ロボットビジネスセンターを加えた精密機械カンパニーとして発足した。

### 世界6極体制とモバイル分野への挑戦

2010年代に入ると、グローバル戦略はさらに加速・拡大した。2010(平成22)年の川崎精密機械商貿(上海)有限公司(KPM上海)、2011年のKPM上海CSセンターの設立、そして2012年、インドの現地企業と当社との合弁会社であるWipro Kawasaki Precision Machinery Private Limited(Wipro KPM)の設立である。インドは、中国に続くビッグ・マーケットとして現在も期待されている。

同社の設立により、日本、英国、米国、韓国、中国、インドという主要市場に生産・販売拠点を持つグローバル体制を確立した。

一方、ショベル分野で当社は圧倒的なシェアを占めていたが、売上が同分野に偏っているため、ショベル市場の需要変動に経営が大きく左右された。経営を安定させるためには、新たな市場開発が必要だった。そのような折、2010年に当社製油圧ポンプK3VLシリーズがホイールローダの



川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)



Wipro KPM

トップメーカーに採用されたのをきっかけに、ホイールローダやトラクタなど、ショベル以外の建設機械分野や農業機械分野へ本格参入する気運が高まり、これら分野を「モバイル分野」と名付けて、本格的な拡販活動を展開し始めた。モバイル分野は、本格的な拡販活動開始後の5年間で、約2倍にまで売上を拡大したが、さらなる拡大に向けて、現在も積極的な拡販活動を展開している。

### グローバル展開のさらなる深化

インドにおけるWipro KPMの設立により、世界6極体制が確立した後も、当社のグローバル経営は深化を続けた。主要部品はマザー工場である西神戸工場で集中生産を行うといった「コアパーツ戦略」と、完成品の現地生産化を加速させる「メイドインマーケット」の思想のもと、世界各極における現地生産比率は大きく拡大した。当社に再統合した2010(平成22)年度に1.1倍であった連単比率(連結売上高÷単独売上高)は、その後の10年間で1.4倍となり、また、子会社の人員も2010年からの10年間で2.0倍に増加した。

とくに、世界最大のショベル販売市場である中国は、リーマンショック後の中国政府による4兆元の景気刺激策の反動で、一時、4万台まで落ち込んだショベルの年間販売台数が2020年度には26万台を記録するなど、現在もショベル向け製品を主力としている当社にとって重要性が増してい

る。中国では、2010年初頭以降、地場の油圧機器製造メーカーが乱立し、2010年代の後半には、当社と本格的に競合するメーカーも台頭してきた。そのため、近年では市場競争が激しさを増しているが、当社の技術・品質面での優位性を活かした製品で、今後も中国市場でのプレゼンスの維持・強化を図っていく。



K7Vシリーズ(K7V125DTP)



K3VLシリーズ(K3VL200)

# 2 製品

## 1. 油圧ポンプ

### K5Vとパラレルポンプ

建設機械の排ガス規制に対応する製品として、1999(平成11)～2001年にかけて開発・量産したのが、高出力密度化を実現したK5Vシリーズである。1999年には13～18トンショベル用に容量アップを図ったK5V80DTPを上市し、2002年には28～30トンショベル用としてK5V140DTPの量産を開始して、これらのクラスのショベル用ポンプ市場を独占した。

また、2000年に200cm<sup>3</sup>へ容量アップとロータリーを並列配置し、世界に展開したパラレルポンプK5V200DPHは、40トンクラスショベル用のグローバルモデルとなった。

### K3VシリーズからK7Vシリーズへ

都市部で稼働する小型ショベルでとくに求められるのは、低騒音・高効率・長寿命・コンパクト化である。こうした要請に応じて、2006(平成18)年より量産を開始したのが小型ショベル用ポンプK7V63DTPである。設計初期段階から3Dモデル、解析技術などを駆使した本ポンプは、12～

16トンショベル用ポンプとして世界市場で高い評価を得た。

また、2010年代、K3Vシリーズはショベル用メインポンプとして圧倒的なシェアを誇っていたが、上市から20数年経ったこともあり、燃費の向上や容量アップ、コスト低減など刷新が求められた。そのため、2014年、開発・量産したのが、K7Vシリーズである。大容量化のニーズに応えた世界最高水準のポンプである。

### K3VLシリーズとK3VLSシリーズ

1999(平成11)年、欧米競合他社の寡占状態にあったモバイル市場への新規参入を目的にK3VLシリーズを上市した。ショベル分野向けポンプ開発で培った技術を適用し、高効率で静粛性、制御性を高めた同シリーズは、欧米市場で高い評価を受けた。

次いで同分野向けに本格参入するため、満を持して投入した製品が中圧仕様のK3VLSシリーズである。開発に当たって当社は、設計・生産・品質保証・営業各部門および海外販社による「中圧ポンプ開発プロジェクト」を組織。製販一丸となって、2015年よりK3VLS85を皮切りに計5型を次々に開発し量産を開始した。

### クローズ回路用ポンプK8Vシリーズ

クローズ回路用ポンプは主に静油圧式無段変速



K3VLSシリーズ(K3VLS85)



K8Vシリーズ(K8V125)

機(HST)の構成要素として使われ、当社は2010(平成22)年に開発を開始した。当時、HST用油圧ポンプ市場は、主要メーカー数社による寡占状態にあり、当社は完全な後発であったが、ショベル用ポンプ開発で培った最新技術を駆使して差別化を図ることとした。HSTが搭載される実機では、燃費の良さや低騒音が重視されていたため、ショベル用ポンプで確立した高効率化技術、低騒音化技術を当開発製品にも展開した。こうして2016年、高効率、低騒音、優れた耐久性を兼ね備えたK8Vシリーズの量産を開始した。

### 産業機械用K3VGシリーズ/K7VG

一般産業機械用アキシャルピストンポンプK3VGシリーズは、高効率・長寿命な点を高く評価されていたが、1990年代半ばになると環境面への配慮から低騒音化の要求が強くなってきた。そのため新開発の圧力脈動吸収機をオプション仕様として準備した低騒音型のK3VGシリーズを開発し、1999(平成11)年に上市した。本シリーズで得たノウハウ、技術は低騒音化指針としてまとめられ、その後の改良、新製品の開発に役立っている。

2009年には、世界最大級の50,000トンプレスを目指す国家プロジェクトが始動し、当社が油圧システムと高圧・大容量ポンプを担当。開発した産業機械用高圧大容量ポンプK7VG500は、

2013年にプレスが本格起動して以来、不具合が発生することなく順調に稼働を続け、顧客から高い評価を得ている。

## 2. 油圧モータ

### 旋回モータM5Xシリーズ

1997(平成9)年、当時、建設機械の旋回モータとして広く採用されている斜板形アキシャルピストンモータM2Xシリーズであったが、顧客のコストダウンの要求に応じてM5Xの開発に取り組んだ。

1999年、開発に成功したM5X130は大幅なコストダウンとともに、高信頼性を備えたショベル旋回用モータとして市場に受け入れられた。その後、M5X180を開発し、2007年には20~30トンの中型ショベル用旋回モータで、全世界の60%を超えるトップシェアを獲得した。

2011年に、小型ショベル用にM2X63の後継機として容量を80cm<sup>3</sup>にアップし10~18トンショベルへとターゲットを拡大したM5X80の開発を始めた。小型ショベル用はコスト競争が激しいため、M5X80の開発では性能・信頼性に加えプロジェクトを組んで抜本的なコストダウンに挑戦、モータと同時にバルブケーシング内蔵型の反転防止弁を新規開発し、そのコスト目標を達成した。



K7VG500



M5Xシリーズ(M5X80)



RG27D

こうして、2013年に量産を開始し、それ以降着々と市場を開拓し顧客ショベルのコストダウンおよび品質向上に貢献した。

### 旋回減速機RG-Dシリーズとトルクアップ型RG-Eシリーズ

2002(平成14)年、韓国のショベルメーカー向けで実績のあったM5X130-RG10Dを、中国の20トンクラスショベル用として供給を開始した。しかし、中国メーカーで生産されるショベルは旋回体が重く、日本、韓国では考えられない過酷な状況下で使用されたため、破損や故障が相次いだ。そのため、2009年にRG10Dの代替機として、歯車諸元を見直して強化したRG11Dを上市。2004年には、中国市場のニーズに応じて、24トンクラス用にトルクアップしたRG14Dを上市した。

その後RG14Dは中国市場で活躍。1車2台で使用することにより、40トンクラスの大型ショベルをカバーし、使い勝手の良さと汎用性を発揮した。また、2009年に減速機RG27Dの開発に着手、2012年に量産を開始した。その後は1車2台で使用することで70~90トンクラスをカバーし、また、40トンクラスへも1車2台で使用していたRG14Dを1台のRG27Dに置換することで、顧客のコストダウンに貢献した。

一方、RG-Dシリーズの拡販の過程で、顧客からさらなる旋回トルクアップの要望が出てきた。

実機搭載性の面から減速機のサイズは変えずに内部歯車強度を最適化してトルクアップを実現するための研究に着手し、2019年に30トンクラス用RG23Eの開発を完了して上市した。その後、10トンクラス用RG06E/08E、20トンクラス用RG12E、そして24トンクラス用RG16Eを開発した。

### 走行モータMCB530

ショベルメーカーの要求に応え、1993(平成5)年に開発を開始したのが、走行用モータMCB530である。開発のねらいは、ロータリー部品をM3シリーズモータと共通化、モータの傾転機構を従来シリーズから大きく変更し、小型化することだった。この開発には想定を超える歳月を要し、量産を開始したのは実に2001年であったが、現在も高い搭載性を実現した走行モータとして採用されている。

### ラフテレーンクレーン巻上げ用可変容量モータM3B200

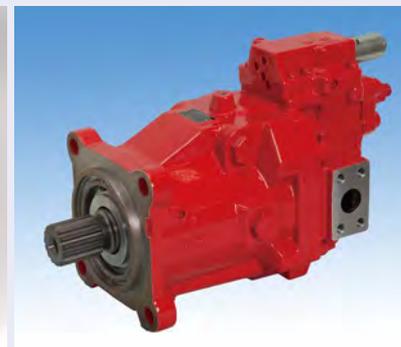
1990年代後半、クレーン業界で安全面から吊荷のフリーフォールを廃止する動きがでてきた。これに対応するため、当社は高速回転の動力巻き下げを実現する容量200cm<sup>3</sup>クラスの可変容量モータM3B200の開発に着手。顧客からは、モータの高速化に加え、巻上用途としての低速性能・スリッ



MCB530



M3B200



M7Vシリーズ(M7V160)

性能に対して、厳しい要求が提示されたが、これらの要求をクリアし、2001(平成13)年より量産を開始した。

### 斜板形高速モータM7Vシリーズ

低速域から高速域まで滑らかに安定して回転する斜板形高速モータM7Vシリーズの研究開発を、技術開発本部と共同で開始。基礎研究から5年を経た2015(平成27)～2017年に、待望の高速モータ(M7V112、M7V160、M7V85)の量産を開始した。巻上用途で使用されている顧客からは、「M7Vを搭載していない実機を販売すると顧客からクレームがある」「低速性能の高さに驚いた」など高く評価された。

## 3. 油圧バルブ

### コントロール弁KMXシリーズ

2000(平成12)年当時、中国に投入していたのは1995年に開発・上市したKMX15Rのみだったが、性能向上の要求に応じて新たに投入したのがKMX15RAである。本製品は中国市場の20～30トンショベル用コントロール弁としてロングヒット商品となった。

2006年には、KMX15RAの後継モデルとして油通路の設計を全面的に見直し、圧力損失を低減

させ、実機の省エネ向上および操作性を改善したKMX15NB、KMX15RBを開発。2008年には、36～70トンショベル用コントロール弁KMX32NAの開発に着手し、2012年に36トンクラスショベル用として量産を開始。その後、2017年に70～90トン用汎用型KMX36NAを開発し、大型ショベル用コントロール弁のラインアップを拡充し、当社のシェア拡大に貢献した。

また、2013年には10～18トンショベル用KMX13Rのモデルチェンジ計画をスタートし、2015年よりKMX13RBの量産を開始した。

### コントロール弁MW新シリーズ

従来クローラクレーンには、コントロール弁のMWシリーズが搭載されてきた。しかし、顧客からの燃費低減の要請に応えるため、2007(平成19)年、新しいMWシリーズの開発に着手。コンペンセクションとメインスプールセクションを一体化することで厚みを25%縮小するとともに、通路形状の見直しとスプール径拡大で圧力損失を低減した。新シリーズは2011年から量産を開始し、2018年には中国メーカーからも引合を受けるようになった。

### 電磁比例コントロール弁KMP10

高所作業車メーカーの要望に応え、1999(平成11)年より量産を開始したのが圧力補償付電磁比



KMXシリーズ(KMX13RB)



MW新シリーズ(MW525)



KMC10

例コントロール弁KMP10である。上市するや高所作業車にとどまらず、産業車両に幅広く搭載された。

### フォークリフト用コントロール弁KMC10L

1990年代後半になると、フォークリフトの駆動方式は電気式(バッテリー式)へと移行し始めた。こうした状況を背景に、1999(平成11)年に量産を開始したのがKMC10Lである。ロック弁内蔵、ハウジングとケーシングの一体化などにより、コストダウンとコンパクト化を実現するとともに、フォークリフト停止時のリフトの自然降下やティルトの自然傾斜を大幅に削減した。

### ホイールローダ用コントロール弁KML22/ KML28他

1999(平成11)年、中型ホイールローダ用に小型化したKML22、KML28を開発。2005年頃からは、国内ショベルメーカーの多くが採用しているネガティブ制御システムをホイールローダの油圧システムに展開することで、燃費低減と操作性向上の両立を追求。2012年にコントロール弁KML28A、KML35B、ステアリング弁KVS25を同時上市した。

### モバイル分野参入に向けたロードセンシング弁

2013(平成25)年にロードセンシング弁KLSV18

の量産を開始した。さらに、KLSV18をベースにコンパクトトラックローダ用に機能を特化させたKLR18の量産を開始し、モバイル分野では初の大口OEM向けとしてシステム受注(ポンプ、ロードセンシング弁(KLR18))に成功した。

2017年に量産されたKLSV28は、クレーンに求められる専用機能を実現したものである。

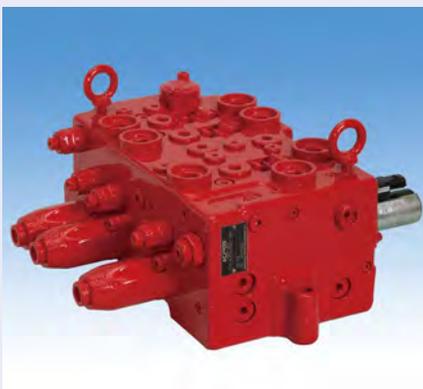
同時期、中国向け7.5トンショベル用KLX18、ホイールローダ専用のロードセンシング弁KLW28を開発。ポンプ・ロードセンシング弁・パイロット弁を合わせたシステム受注を可能にした。

### 油圧パイロット弁PVシリーズ

応答性・微操作性の評価の高かったTHシリーズの性能・品質に加え、ケーシングのアルミ化により生産性を飛躍的に向上させたショベルアタッチメント操作用PV48Kシリーズを1997(平成9)年に開発した。PVシリーズはその後ミニショベルアタッチメント操作用PV48M、各種オプション操作用PV6P、ショベル走行操作用PVD8Pシリーズを開発。それらに取付可能なハンドルについても比例スイッチ付モジュレーションハンドル等のラインアップを拡充し、顧客のさまざまな要求への対応を続けている。2021(令和3)年にはシリーズ累計生産台数1,000万台に到達し、現在も世界中のショベルをはじめとする建設機械市場で高く評価されている。



KML28A



ロードセンシング弁(KLR18)



PVシリーズ

### カートリッジ型電磁比例減圧弁KDRDE5K-50

KDRDE5K-31は、1994(平成6)年の量産開始以来のロングセラー製品だが、2000年代後半になると競合他社製品の出現で牙城が脅かされ始めた。そのため、性能向上とコストダウンの両立を目指し、KDRDE5K-50の開発を2009年にスタートした。調達先のデュアルソース化、プレス工程の刷新、自動組立ラインの導入など、これまでにない開発活動の結果、高い性能を発揮する製品となり、2012年に量産を開始した。

### 中型トラクタ用コントロール弁KTEM8-5/ KTEM8-6シリーズ

当社初の車載用電磁比例コントロール弁KTEM8が中型トラクタに搭載されたのは1987(昭和62)年のこと。その後、新しい車載用比例ソレノイドの開発とともに始まったのが、新シリーズKTEM8-5の量産(1999(平成11)年)である。

2006年には、作業機用水平制御弁として直動型電磁比例コントロール弁の開発を開始。水平制御弁にはソレノイド直動型電磁比例コントロール弁KPES6、昇降制御弁にはKTEM8-6シリーズを提案し受注に成功。2009年に量産を開始した。同弁は、機能・性能・コストのすべての面で顧客から高く評価された。

### 電磁リリーフ弁KRBPシリーズ

コントロール弁のオプションセクションは、ショベルのバケットに換えてさまざまなアタッチメントの制御に利用されている。そのため各種アタッチメントに合わせたリリーフ弁の圧力調整が必要だが、従来はリリーフ弁自体の調整ネジ部で都度調整しており手間がかかっていた。この調整を運転席のタッチパネル操作で容易にできるようにすることを市場から求められていた。この要求に応じて、2000(平成12)年より開発に取り掛かったのがショベルオプション用電磁リリーフ弁である。

当社は顧客のニーズに応じて、正比例制御タイプと逆比例制御タイプの両タイプをラインアップに揃え2006年より量産を開始。市場から高い評価を得て、13~18トンおよび20~30トンショベルに広く採用されるようになった。

### ホールディング弁KHV10N/ホールディング コントロール弁KHCV10G

2000年代前半、ミニショベル市場向けの小サイズ・低コストのホールディング弁の開発に取り組み、省スペース・低コストのKHV10Nを開発、2003(平成15)年より量産を開始した。また、ミニショベルにおいても、ISO規格を満たす必要性から、当社では最小サイズのホールディングコントロール弁KHCV10Gの開発を開始し、2009年



上：KDRDE5K-50、下：KTEM8-5



KRBPシリーズ



KHCV10G

より量産を開始した。本シリーズは国内ショベルメーカーだけでなく、中国のショベルメーカーにも広く採用されることになった。

### SUNカートリッジ弁ブロック

ショベル用途の多様化に伴い、アーム先端に取り付けるアタッチメントも多様化した。各アタッチメントには特有の油圧回路やバルブ構成が必要で、油圧バルブはよりコンパクトな設計が求められる。また、少量・多種のバルブの新規開拓には、多大な費用と時間を要した。そのため、汎用性の高いSUNカートリッジ弁を複数組み合わせる方式を使用し、2000(平成12)年頃からバルブブロックCVBシリーズを順次完成させ販売。競合他社との差別化を図った。

## 4. 電気制御機器・装置

### 建設機械用電気ジョイスティック/電気ペダル/ 建設機械用コントローラ

1980年代後半、一部のミニショベルメーカーの要求を受け電気ジョイスティックの開発・量産を開始したが、中・大型ショベルは油圧パイロット弁が主流のため同製品は広がらなかった。しかし、2000年代に入るとGPSの登場などで急速に電気制御化が進んだ。

2001(平成13)年、ブルドーザー用電気ジョイスティックの開発に着手。2003年にディテント付電気ジョイスティックERU2D-3.0の量産を開始した。また、走行用電気ペダルは、建設機械メーカーが大型ショベルを電気制御化する好機を捉えて開発し、2004年にダンパー付2軸電気ペダルERUP2-5.0と1軸電気ペダルERUP1-5.0が各社に採用された。このように、当社の製品は建設機械市場の電気制御化に大いに貢献してきた。そして、2017年、大手建設機械メーカーの中型ショベルに初めて電気制御システムが標準搭載された際、電気ジョイスティックERU2-7.0が採用され、飛躍的に生産台数が増加して、2020(令和2)年度には年間生産台数が7万台に達した。

2003年から、電気制御のさらなる高度化と低価格化を実現する建設機械用コントローラKC-MB-20の開発に着手し、2006年度より量産を開始。中国の主要建設機械メーカー各社で採用されるようになった。

### 建設機械用電気操作ハンドル

1990年代後半、欧米を中心にショベルをベースとする解体機の需要が高まり、バケットの代わりにクラッシャーやブレーカーなどのアタッチメントが実装されるケースが増えていた。そのためショベルの通常操作で使用するジョイスティックや走行ペダルに加え、ハンドルの先端部分に



CVBシリーズ



ERU2D-3.0



建設機械用電気操作ハンドル

親指で操作できるスライドスイッチを追加したモジュレーションハンドルが求められた。それに応えたのが、建設機械用電気操作ハンドルである。2000(平成12)年に量産を開始するや本ハンドルは評判となった。2001年にミニショベル用、2002年にコンパクトトラックローダ用とバリエーションを広げ、2019(令和元)年度には年間生産台数が30万台に達した。

### 船舶搭載型カメラ安定装置

1998(平成10)年、120トンクラス監視艇用の船舶搭載型カメラ安定装置KSTM-800初号機を税関監視艇用として開発・納品。以来、高い運用性から、消防庁、海上保安庁、地方自治体など多様な分野で活躍している。機種も高度な自動追尾機能、近赤外線サーチライト連動型システムを搭載するなど、性能面でも進化を遂げている。

### 新幹線車両用換気装置

1999(平成11)年、車両カンパニー、技術開発本部とプロジェクトを編成し、東日本旅客鉄道株式会社(JR東日本)、西日本旅客鉄道株式会社(JR西日本)に新幹線用換気装置を提案した。騒音・振動を低減し、快適性の向上と省電力化を実現するとともに、放熱特性に優れた構造としたため、軸受寿命が競合他社製の誘導型電動機の2倍となり、保守周期の延長を可能にした。本装置は高

い評価を得ており、JR東日本のE4系、JR西日本の700系、九州旅客鉄道株式会社(JR九州)の800系、さらに台湾高速鐵路の700T型向けにも大量納入した。

これらと並行して、JR東日本が推進する「新幹線高速化推進プロジェクト」(最高速度320km/hの高速車両の開発・製造)に応じ、E5系新幹線用換気装置の開発を開始。高速時に起こる乗客の“耳ツン現象”を抑えた本装置は、東北新幹線のE5系での採用を皮切りに、北陸新幹線E7系、北海道新幹線のH5系に順次採用された。

### 燃料電池自動車用水素ガスバルブ

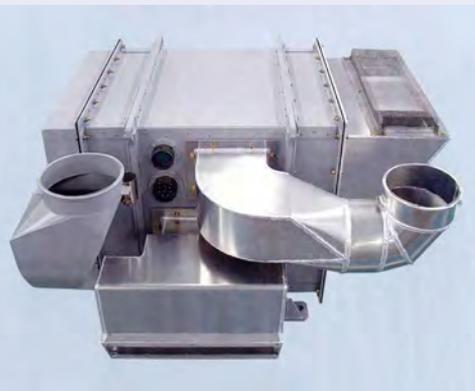
2002(平成14)年より、当社はFCV(燃料電池自動車)関連の開発に着手。高圧流体を制御する独自の油圧制御技術と高圧ガス制御技術をベースに水素ガスバルブ開発を目指した。2007、2008年には車両に当社開発のバルブを搭載した実証実験を行い、2017年開催のフランクフルトモーターショーでは当社バルブを搭載したFCVが実車展示された。FCVはEV(電気自動車)と並ぶ次世代自動車として世界中から期待されている。

### 中距離多目的誘導弾用装置および標的機用操舵部

陸上自衛隊の87式対戦車誘導弾の後継として開発されたのが、中距離多目的誘導弾(MPM-MR)



KSTM-800



新幹線用換気装置



燃料電池自動車用高圧水素減圧弁

である。2000(平成12)年に操舵部の開発に当たり、各種評価試験、実施試験を経て2010年に量産を開始した。

同時期、MPM-MRを発射する装置の一部として、昇降・旋回機構とそれらを駆動させるランチャ制御部本体を開発し、2010年より量産を開始した。さらに、MPM-MR操舵部の機能・性能実績の高い評価により、訓練用標的機として空対空用小型標的(AQM)を受注し開発した。

### 波力発電の油圧動力変換装置

2010(平成22)年、東京大学生産技術研究所で波力発電システムのプロジェクトが始まり、当社は油圧動力変換装置の開発を担当した。2017年には装置の海域実証実験が岩手県の久慈漁港で行われた。

波の力を油圧力に変換し、油圧モータに直結した発電機を回転させて発電する油圧動力変換装置は、実証実験で風力発電を上回る変換効率の実績を上げた。

### ヒューマノイドロボット用アクチュエータ

2015(平成27)年度よりロボットビジネスセンターと連携し、電動モータ・油圧ポンプ・バルブユニット・シリンダおよびタンクを一体化した、ヒューマノイドロボット脚部用アクチュエータの開発を開始した。

当社が目指すのは壊れずタフな災害救助にも適応するヒューマノイドロボットである。産業用の精密機械を作り続けてきた当社には、長時間の過酷な作業に耐えるロボットを作るノウハウと技術、経験がある。

2017年、開発したロボット用油圧アクチュエータを装着したデモ機を東京ビッグサイトで開催された2017国際ロボット展、ドイツで開催されたハノーバーメッセ2018に参考出展し、大きな話題を呼んだ。

## 5. 陸用装置

### H-IIAロケット射点設備用油圧装置

1990年代末、宇宙開発事業団(現・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、国産大型ロケットH-IIA射点設備の新整備組立棟(新VAB)が建設され、設備用油圧装置を納入した。ロケット2基を同時に収納できる建造物で、ロケット組立、衛星の搭載および打上げ当日までの点検・整備などに使用する。新VABは多岐にわたる機構を油圧システムで駆動・制御する大型設備で、なかでも2台の油圧モータで駆動する前面扉は、2005(平成17)年に「世界最大の扉」としてギネス・ワールドレコードに登録された。



新整備組立棟(新VAB)



中山製鋼所船町工場の熱間圧延ライン

## 世界最短の熱間圧延ラインを実現する油圧駆動システム

株式会社中山製鋼所船町工場より熱間圧延ラインをフルターンキー方式で受注した。建設用地のスペースの問題で、一般的な400m超の熱間圧延ラインが設置できないという制約のなかで、粗圧延機や仕上圧延機などのコンパクト化、圧延機間隔の最小化などが必要のため、設計当初から協力した。油圧システムは、電気-油圧サーボの多数採用など新技術で対応し、2000(平成12)年に世界最短ラインとなる全長192mの熱感圧延ラインが実現できた。

### カワサキエコサーボ

1990年代になると産業機械用油圧機器市場に電動化の波が押し寄せ、顧客の油圧離れが加速した。これに対抗するため、1996(平成8)年に回転数制御により消費電力を抑える新制御システム「カワサキエコサーボ」の開発に着手し、射出成型機分野、プレス分野をはじめとして種々の用途に納入してきた。高精度化・省エネ化・低騒音化で環境に優しい本システムは、新規分野への参入が図れる製品として期待され拡販活動とともに顧客の評価も高まっていった。



カワサキエコサーボ

## 50,000トンプレス用油圧装置

2009(平成21)年、国家プロジェクトの50,000トンプレスの開発がスタートした。それまで国内には超大型鍛造プレスがなかったため、航空機用大型鍛造部材は海外からの輸入に頼っていた。国策で航空機関連の国産化を目指す政府は、世界最大級の50,000トンプレス開発を決定し、関連する企業、団体に呼びかけた。これに応じ、当社も高圧・大容量ポンプK7VG500をはじめ、過去最大の油圧装置の開発に当たることになった。2012年、総力を挙げ完成した油圧装置はプレスメーカーの住友重機工業株式会社へ納入され、翌年から日本エアロフォージ株式会社により操業が開始された。

## 6. 船用装置

### フォーク式大トルク舵取機

韓国・大宇造船引合いの大型コンテナ船用の1,000トン・mフォーク式舵取機FE42-1000では、1994(平成6)年の458トン・m超の大型舵取機的设计、製造を皮切りに、1999年の30万DWのVLCCに搭載した825トン・m超まで大型化した舵取機の経験を活かして2009年に製作されている。当時、日本では大型コンテナ船の建造計画がなかったこ



50,000トンプレスのユニット

とから、当社が詳細設計を行ったうえで、韓国のFlutek社と追加技術提携契約を結び現地で製作することになった。完成した舵取機は、1万3,000個積大型コンテナ船に採用。2018年度までに20台が出荷された。

### アドバンストシリーズ/サイレントシステム/ 電動ウインチ

甲板機械用ポンプユニット「アドバンストシリーズ」は世界的に船舶関連製品の低価格化が進むなか、中型船用はトータルシステムで15%、小型船用は10%のコストダウンを目指し、1999(平成11)年に開発を実施した。引き続き、中型船用に適應できる「高圧サイレントシステムポンプユニット(24.5MPa)」を2004年に開発に着手し、翌年上市している。静音性が特段に優れたスクリュウポンプを用いてサイレントシステムの高圧化を達成したもので、顧客の要望とコストダウンを同時に実現した。

また、2009年に開発した電動ウインチは、当社独自開発のインバータ制御方式などにより、消費電力を電動油圧式より30~60%削減するなど他社との差別化に成功した。

### その他(ラジアルポンプ/デッキクレーン/ 漁撈装置)

造船市況が低迷し、小型船の建造量が減少する

とともに、コストダウンの要請が強まってきた。これらの市況変化に対応するため、油圧機器を高圧化・コンパクト化した新型小型舵取機を市場投入した。

また、船価下落による市況変化に対応するため、2006(平成18)年にデッキクレーンの販売を終了、2013年には漁撈装置の販売を終了するとともに、それぞれの製品向けに高品質、高機能が求められる油圧機器の供給を開始しビジネスモデルを転換した。



フォーク式大トルク舵取機



アドバンストシリーズ



小型電動油圧舵取機

# 3 | 技術と生産

## 「新生産管理システム」の運用

2003(平成15)年より新生産管理システムの運用を始めた。同システムは、受注予想システム、POP(Point Of Product)システム、機械加工計画支援システムの3システムからなり、この導入により部品在庫数を適正に保ちながら、顧客への納入リードタイムの短縮が実現した。

さらに、2006年からは技術情報・部品表管理システム(PDMシステム)「Obbligato」の運用を開始。システム開発の際の設計付帯業務の軽減、技術ノウハウの継承、設計プロセスの管理が行えるようになった。

## 「自主保全活動」と「品質キラリ活動」

1989(平成元)年にスタートし、約10年間にわたって成果を挙げていたTPM(Total Productive Maintenance)活動に代わって、2004年、「自主保全活動」が開始された。主目的は生産性向上、人材育成、5S活動を通じた「汚さない、汚れない」工場づくりである。

2006年度には「品質キラリ活動」を開始した。品質意識の向上を図るための表彰制度の導入、品

質監査および品質会議でのフォローの強化、不具合の流出防止活動、ヒューマンエラー防止システムなど多岐にわたる活動を実施した。

2007年度からは「5S改善活動」をキックオフ。西神戸工場で始まった活動は、現在は協力企業グループ(5Sファミリー会)へも広がっている。

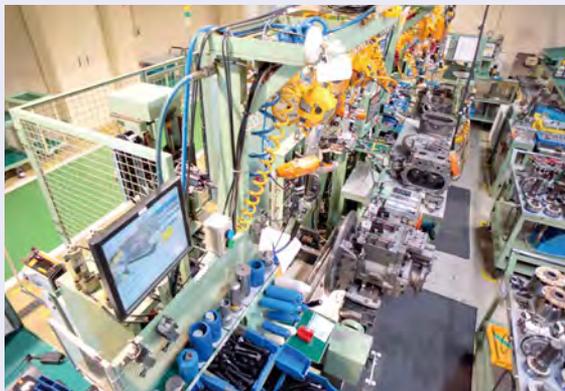
## 生産システムの高度化・見える化

2000年代、品質・生産の双方を向上させるべく「セル生産システム」を導入。次いで、「作業指示システム」、「マンマシンシステム」を導入し、生産性の向上、重労働作業の軽減、サイクルタイムの低減などを実現した。これらのシステムはその後、KPM(UK)とKPM蘇州にも展開。海外での速やかな生産立ち上げや品質維持に効果を発揮した。

また、2004(平成16)年には組立工程および出荷検査工程の生産実績をリアルタイムに収集・表示できるシステム(組立・出荷検査実績管理システム)を開発。生産現場の「見える化」を実現した。

## 油圧ポンプ・モータのコアパーツ工場の新設

2003(平成15)年に韓国Flutek社を子会社化、2005年にKPM蘇州を開設して油圧ポンプの海外生産を拡大した。その際に立てた戦略は、西神戸工場に経営資源を集中してピストン、シュー、シリンダ、バルブプレートといった油圧ポンプ・モー



ダブル油圧ポンプ用組立セル



作業指示システム

タの重要部品(コアパーツ)を生産する専用工場を建設し、すべての生産拠点へ提供する「コアパーツ生産戦略」である。

2005年から検討をはじめ、2007年に約1万㎡のコアパーツ工場を竣工。競合他社の追随を許さない、高品質・低コストのコアパーツ生産体制を実現した。2010年には計測値の自動判定を行う、「デジタル寸法管理システム」を開発しコアパーツ工場に導入。順次適応対象を広げ、西神戸工場全体に展開していった。

### 調達EDIシステム「WAO！」の運用

調達業務のスピードアップと新しい調達市場の創出のため、2002(平成14)年、インターネットを採用した調達EDIシステム「WAO！」を開発・導入した。これにより、従来の発注情報に加え納期や納入準備情報などの双方向交換、新規調達先の開拓が可能となった。

### 「世界標準の品質管理システム」構築を目指して

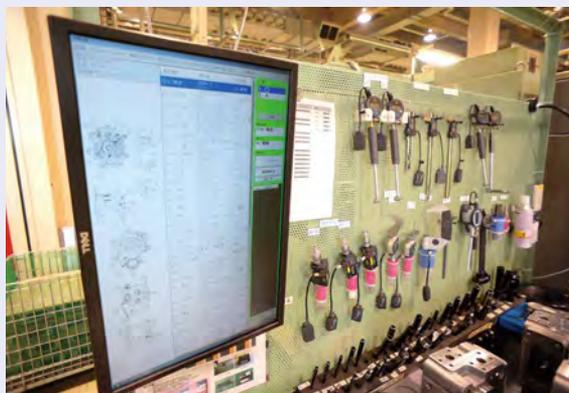
5年間にわたって実施した「品質キラリ活動」は、大きな成果をあげた。この成果を内外でさらに高め、クレームを撲滅するために、2011(平成23)年度には「グローバル最高品質100活動」、2013年度には「品質ステップアップ活動」、2017年度には徹底度の向上を目指した「徹底品質活動」、2019(令和元)年度には小集団活動の活性

化、業務プロセスの改善、異常検知、品質管理教育の強化など、全員参加で目標達成に向けた取り組みを展開した。

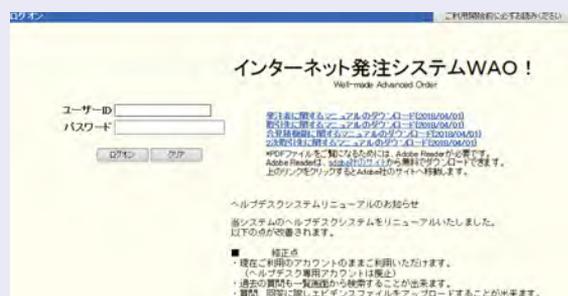
### 増産対応などに向けた諸施策

2010年代初め、中国の景気拡大に伴いショベル用製品の需要が拡大した。これに対応するため、以下の諸施策を実施した。加工時間半減プロジェクトMT50(2011年)、ロボットでの自動化推進プロジェクトR100(同)、自動組立生産ラインの導入・稼働(同)、高塚台工場の稼働(同)、新型ピストン、シューの量産(2012年)、生産圏革新活動(2013年)、中国市場向けアフターサービス部品の純正証明システムと二次梱包化粧箱の開発・導入(2015年)、顧客志向のものづくり工場への展開(同)、KPM蘇州でのコントロール弁(KMX)の生産(2018年)、稲美和田工場の稼働(同)などである。

なお、高塚台工場は中国ショベル向け需要の停滞に伴い2013年に閉鎖し、当社ロボットサービス工場へ移管した。



デジタル寸法管理システム



調達EDIシステム「WAO！」

# 4 | 生産拠点・ 関係会社

## 1. 製造工場

### 西神戸工場

1968(昭和43)年に竣工、当社の主要工場として、独自技術で次々と自社開発製品を開発・生産している。生産品目は油圧機器および装置で、ポンプ、モータ、バルブ、各種産業機械用油圧装置、船用機械(甲板機械など)、その他(電気油圧ハイブリッドポンプ、インバータシステム、カメラスタビライザなど)である。

### 稲美和田工場

2018(平成30)年に、兵庫県加古郡稲美町に工場を賃借。同年10月のパイロット弁の組立および出荷検査を開始したのを皮切りに、12月に電気ジョイスティックERU2のケーシング加工、2019年2月のコントロール弁用スプール加工などを開始している。

## 2. 関係会社

### 川崎油工株式会社

1931(昭和6)年創業。1963年に当社と系列関係を締結し、1965年に社名を川崎油工株式会社に改称。当社の子会社として、金属・樹脂の成形用プレスを提供している。

2020(令和2)年に電動油圧舵取機を西神戸工場より移管、生産開始した。

### Kawasaki Precision Machinery (UK) Ltd. (KPM(UK))

1994(平成6)年に、当社が欧州での油圧機器・装置事業を手掛ける開発・生産拠点として、米国トライノーバ社からイギリスのプリマス工場を買収して設立した現地法人。現在、欧州の油圧モータ/ポンプ市場で確たる地位を築いている。

### Kawasaki Precision Machinery (U.S.A.), Inc.(KPM(USA))

2005(平成17)年にアメリカのミシガン州に設立した、油圧機器販売の子会社。2006年にKMCに設置していた販売部門をKPM(USA)に移設し、アメリカ市場における当社油圧機器の販売を一本化した。



西神戸工場



稲美和田工場

### 川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)

2005(平成17)年、急拡大する中国の油圧機器の需要に応じて、江蘇省蘇州市に設立。2011、2012年に第一、第二工場を竣工し生産能力を強化した。現在、KPM製油圧機器は中国市場で圧倒的なシェアを獲得している。

### 川崎精密機械商貿(上海)有限公司(KPM上海)

KPM蘇州の営業拠点の上海分公社を継承する形で、2010(平成22)年に設立。建設機械用および船舶用油圧機器・装置の販売子会社として、販売力強化およびきめ細かい技術支援、アフターサービスの拡充を図っている。

### 川崎春暉精密機械(浙江)有限公司(KCPM)

2009(平成21)年に、中国・浙江省上虞市に当社と浙江春暉集团有限公司の合弁会社として設立。建設機械用油圧ポンプを生産している。

### Wipro Kawasaki Precision Machinery Private Limited(Wipro KPM)

2012(平成24)年、インド・バンガロール市の現地企業Wipro社と合弁で設立。建設機械用油圧ポンプの製造工場を建設し、成長著しいインド市場の開拓に取り組んでいる。

### Flutek, Ltd.(Flutek)

2003(平成15)年4月、韓国における油圧機器の生産・販売・サービス拠点の確保を目的として、2000年から当社製油圧機器の代理店および技術提携先であるFlutek社に資本参加し、同社を子会社化した。



川崎油工株式会社



川崎精密機械商貿(上海)有限公司  
(KPM上海)

# 5 精密機械事業の 将来展望

## 1. グループビジョン2030における 精密機械事業のビジョン

世界中で懸念される地球環境問題、開発途上国の水・食料不足、先進国の労働人口減少・高齢化の進行など、人類はグローバルな社会的課題に直面している。とりわけCO<sub>2</sub>削減は、喫緊に対応すべき世界共通の課題である。

精密機械事業は、グループビジョン2030の「モーションコントロール&モータービークル」事業グループとして、これまでCO<sub>2</sub>削減をはじめとする環境配慮型の製品開発に取り組み、今後も関連する製品、技術を世に送り出す使命を担っている。

## 2. 精密機械事業の中期的な 取り組み

精密機械事業はグループビジョン2030達成に向けて、新技術・新製品の開発を推進する。

### ○建設機械向け油圧システム

建設機械分野では労働人口減少やCO<sub>2</sub>削減に対し、自動化・自律化への対応、ディーゼルエンジ

ンに代わる電動化へのシフトが求められている。

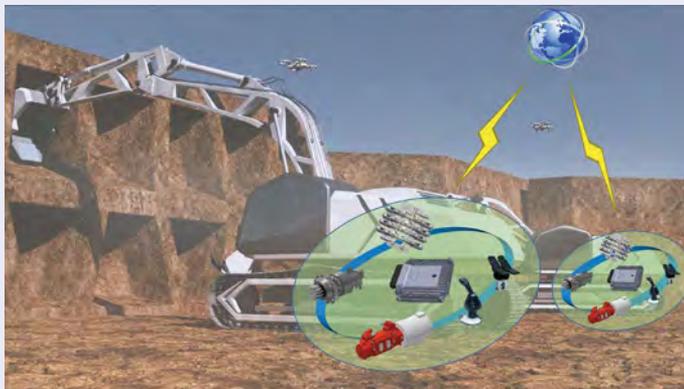
そのため、油圧機器の高効率化や低騒音化など基幹の技術に加えて、AI、IoT/ICT、ロボット技術の活用による自動化、電動化に対応した製品の研究・開発に取り組み、人類が抱える社会課題への対応を進めていく。さらに、故障予知技術を利用した製品の3R(リデュース、リサイクル、リユース)を進め、循環型社会実現へ貢献していく。

### ○水素関連製品

政府が掲げている「2050年カーボンニュートラル」に代表されるように、今後は水素関連製品・技術が拡大していく。その軸となる水素関連の製品を、グループ全社に先駆けて市場に出すための開発に取り組んでいる。

水素ガス弁をキーハードにした水素供給システム、長年培ってきた油圧技術と水素技術を融合した水素圧縮機などである。近い将来、当社は産業全体に水素関連製品を提供することになる。

油圧機器に限らず新しい事業分野にも挑戦。社内外との協業、シナジーで地球環境課題、社会課題に対応した製品・技術の開発を第3の柱として、精密機械事業の成長のみならず、豊かな暮らしと地球環境の未来に貢献する、当社の代表事業になるべく邁進していく。

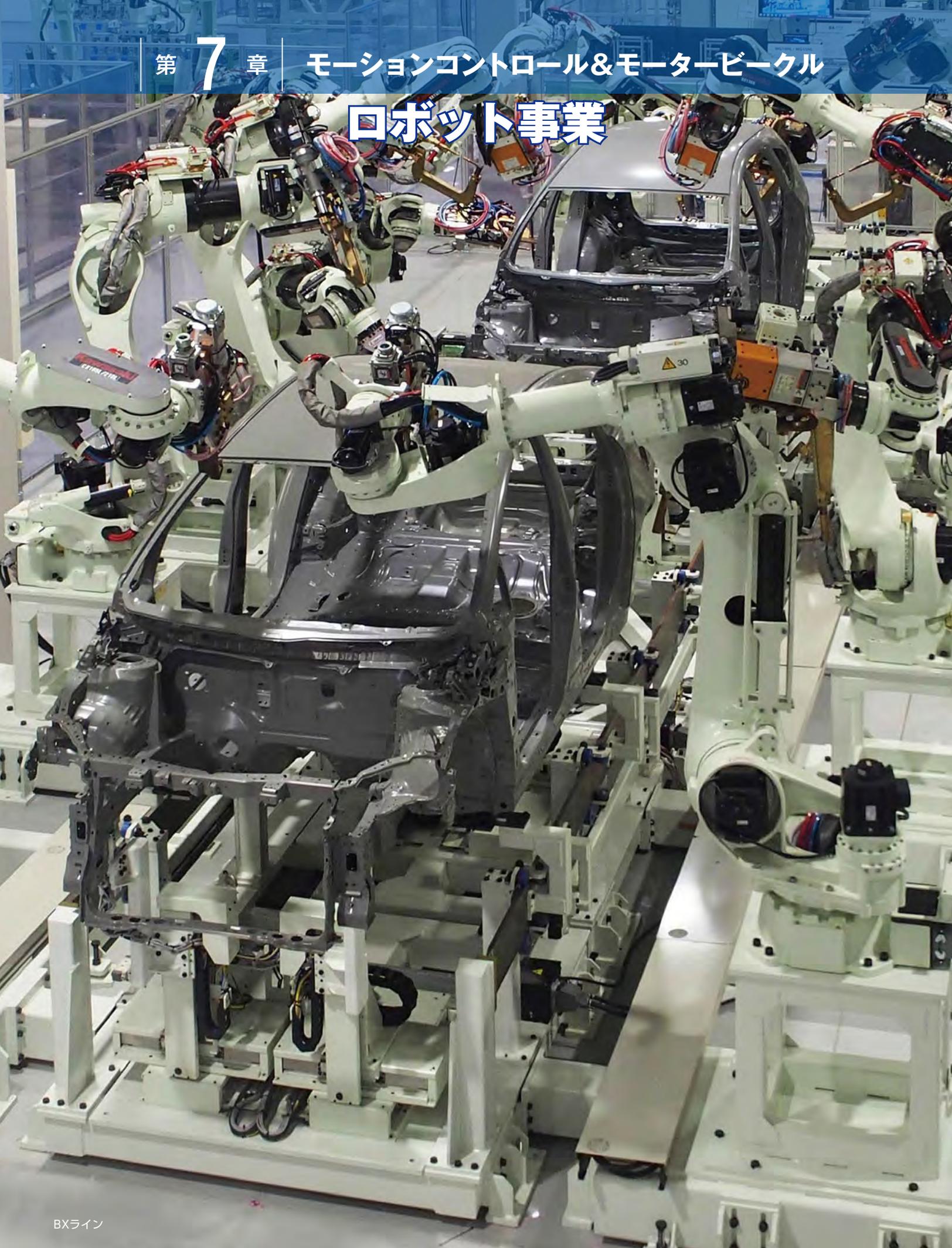


自動化・電動化へ向けた油圧製品開発



水素関連製品

# ロボット事業



# 1 | ロボット事業の変遷

## 1. 1990年代以降の事業の状況

1969(昭和44)年に、当社が国産初の産業用ロボット「川崎ユニメイト2000型」を上市して以来、さまざまな事業環境の変化に直面しながらも、積極進取の気風、独創的な技術開発、市場開拓への挑戦を忘れることなく産業用ロボットメーカーとして発展を遂げてきた。

### ■ クリーンロボット市場への本格参入

90年代、わが国はITブームを迎えた。半導体・液晶の技術は、日進月歩の進化を遂げていた。半導体製造装置メーカー各社はプロセス開発に資源を集中するために、大型化するウェハや液晶ガラスを搬送できる、性能と信頼性に優れたクリーンロボットを必要としていた。

こうした時代の要請を受け、当社は1995(平成7)年に半導体ウェハ・液晶基板搬送に特化したクリーンロボットの開発に着手した。半導体や液晶は、塵埃がきわめて少ない環境下で製造しなければならず、クリーンロボットに求められる性能は、従来のロボットとは全く異なっていたため、開発・販売には大きな労苦があった。

1997年、当社独自の直動アーム構造を搭載したテレスコピック昇降式水平多関節型のウェハ搬送ロボット「TSシリーズ」、液晶ガラス基板搬送ロボット「TLシリーズ」を開発・リリースし、クリーンロボット市場への参入を果たした。

### ■ ロボットビジネスセンターの設立

1999(平成11)年4月、それまで産機・鉄構事業本部FA・ロボット事業部であった組織を再編し、汎用機事業本部CP事業部ロボット総括部とした。

拡大するロボット需要に応えるべく、モーターサイクルの大量生産・コストダウンのノウハウをロボット事業に活かすこと、調達等におけるスケールメリットの追求が目的であった。

さらに、2001年4月1日の社内カンパニー制の導入に伴い、汎用機カンパニーロボットビジネスセンターとなった。

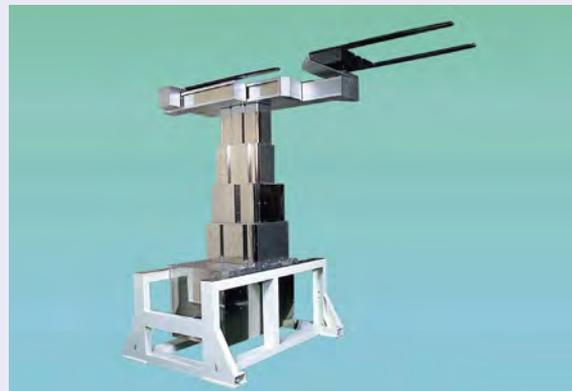
汎用機カンパニーロボットビジネスセンターに移管されたロボット事業は、同カンパニーの保有する経営資源とノウハウを活かしながら、自動車産業向けを中心に成長を続けた。

### ■ 塗装ロボット事業の増強

2000(平成12)年、株式会社神戸製鋼所の塗装ロボット事業を当社が承継することになった。神戸製鋼所は1973(昭和48)年に国内で初めて塗装作業のロボット化・自動化に取り組んだ企業で、



TSシリーズ



TLシリーズ

塗装ロボット分野では国内トップの納入実績を持っていた。

事業承継により当社は神戸製鋼所の持つ高い技術力・ノウハウとともに、大手自動車メーカーの顧客を獲得。これを契機に、2001年の塗装専用コントローラ、2002年の防爆塗装ロボット「KFシリーズ」、2003年の大手自動車メーカー・関係会社、海外工場向けの独自システムの開発など、次々と新製品・システムを開発・発売し、塗装ロボット分野でのシェアを高めていった。

### ■ 精密機械カンパニーとの再統合

ロボットビジネスセンターは、2006(平成18)年に売上高500億円を達成。独り立ちできる体制が整いつつあった。しかし、2007年のサブプライムローン危機、2008年のリーマンショックにより、自動車会社をはじめとする各社の設備投資は急速に縮小した。当社のロボット事業も、2008年度の売上高は前年度より大幅減となり経常赤字に転落。事業存続のため、人員の一時的な削減を余儀なくされる厳しい状況が続いた。

ロボットビジネスセンターは、2009年4月に本社直轄の組織となり、2010年4月の再度の組織および業務執行体制の改正で、精密機械カンパニーにロボットビジネスセンターとして編入された。

## 2. 2010年代以降の事業の状況

### ■ 未来技術遺産登録

2010(平成22)年、「川崎ユニメート2000型」が国立科学博物館の重要科学技術史資料(未来技術遺産)に登録された。未来技術遺産とは、「科学技術の発達上重要な成果を示し、次世代に継承していくうえで重要な意義を持つもの」や「国民生活、経済、社会、文化の在り方に顕著な影響を与えたもの」から選定され、国立科学博物館長が登録する文化財である。

「川崎ユニメート2000型」は米国のベンチャー企業「Unimation Inc.」との技術提携により開発したもので、発売は1969(昭和44)年5月である。

当時、日本はGNP(国民総生産)がアメリカに次ぐ世界第2位(1968年)になり、東名高速道路の全線開通(1969年)で東名・名神間がつながり、本格的なモータリゼーションが始まるなど、高度経済成長の最中であった。世間は大量生産・大量消費に酔い、企業は人手不足に悩んでいた。なかでも自動車メーカーの人手不足は深刻だった。それに応えたのが、「川崎ユニメート2000型」であった。

### ■ ラインビルディング事業への参入

2010年代になると、中国を舞台とした競争は



KFシリーズ



川崎ユニメート2000型

一層激化した。そのなかで、ヨーロッパのロボットメーカーは、自動車のラインビルディングで高いシェアを保持していた。ラインビルディングとは、ロボット単体のみならず、工場内の車体組立治具・搬送装置・制御装置などを組み込んだ組立ラインの設計・製作・設置・立ち上げまでを一貫して行う事業である。ロボット単体の販売以上に高い収益性を確保し、長期的なロボット単体およびサービス需要を取り込むことができるなど、ロボットメーカーが躍進していくうえで欠かせないビジネスモデルである。

2015(平成27)年5月、当社は重慶に川崎(重慶)機器人工程有限公司(KCRE)を設立し、本格的にラインビルディング事業へ参入した。重慶は自動車、電機・電子製品生産の中国内陸部最大の拠点で、世界のEMSメーカー(電子機器の受託生産会社)が集約しているため、新規参入するには好適な地域といえた。

### 医療用ロボット分野への参入

少子高齢社会を迎え、医療分野では医師や看護師、介護職員など医療、介護に関わる人手不足が深刻になっている。そうしたなか、期待されているのが医療用ロボットである。

2013(平成25)年、当社は血液・尿検体検査で世界トップのシスメックス株式会社との共同出資により、株式会社メディカロイドを設立した。目

的は両社の強みを活かし、診断・治療の領域で医療用ロボットを開発・提供することである。

2017年にメディカロイド初の製品として発売した「SOT-100 Vercia ヴェルシア手術台」は、X線等の透視画像撮影装置を備えたハイブリッド手術室での積極的な利用が見込まれている。2020(令和2)年には、手術支援ロボット「hinotori™ サージカルロボットシステム」を発表。全世界での展開を進めている。世界的にも医療・福祉分野でのロボットの活用は拡大が見込まれ、2030年には2兆円規模に発展すると予測されている。

### 人共存・協調分野の開拓

2015(平成27)年、当社は2つのアームを持つ双腕型ロボット「duAro(デュアロ)」を世界同時発売した。

2013年の規制緩和でロボットメーカー、ユーザーが国際標準化機構(ISO)の定める産業用ロボットの規格に応じた措置を講じれば、ロボットは人と同じ作業スペースで働くことが可能になった。2015年に政府が発表した「ロボット新戦略」で、日本の労働人口減少の解決策として「ロボットの利活用」が位置付けられたこともあり、人共存・協調の協働ロボット普及に向けた環境は整っていた。

しかし、課題があった。電機・電子業界のよう



SOT-100 Vercia ヴェルシア手術台



duAro(デュアロ)

に数カ月単位で製品サイクルが変わる生産現場では、設備検討から稼働まで数カ月を要していたのでは、時間とコストが見合わないからである。これを解決するために当社が提案したのが、「Easy to Use」をコンセプトに「人との共存、安全柵不要、可搬式、簡単な設置・教育、双腕」を開発方針とした、2つのアームを持つ水平多関節ロボット「duAro」である。

発売するやロボットに馴染みのないユーザーや業界から、使い勝手が良い、ロボットの適用範囲が広がる、導入のハードルが低くなった、小規模の工場や店舗・オフィスでも使えると評判になった。

また、製造現場では人の感覚や熟練技術者の技能を必要とする作業が多く、ロボット導入がコストや時間に見合わない分野が多い。この状況を打開するため、2017年に開発したのが「Successor (サクセサー)」である。長年培ってきた遠隔協調技術やAIの活用で、ロボットが作業者の動作を覚えてプログラムに自動変換する画期的なシステムである。

さらに、販路を海外にも広げていくため、スイスの産業用ロボットメーカー ABBグループと連携して、操作性とリスクアセスメントの規格統一に取り組むなど、協働ロボットの普及・啓発活動を進めている。

## ■ ヒューマノイドロボットの開発を推進

当社が本格的にヒューマノイドロボット開発に着手したのは2015(平成27)年で、2017年の「国際ロボット展」に3台のヒューマノイドロボットを出展したのが世界デビューである。コンセプトは「転んでも壊れないタフなヒューマノイド」である。

リスクの高い災害現場や人が踏み込めない極限環境では、人に代わってロボットが作業する。その際、人と同じ道具や乗り物を使わなければならない。また、多少の衝撃では壊れない堅牢な機構を持っていないければ役に立たない。

2019(令和元)年の「2019国際ロボット展」でデビューした「Kaleido(カレイド)」(ロボット名)は、身長178cm、体重85kgであり、ベンチプレスで50~60kgまで持ち上げられる力(当時)と堅牢性を保持。バッテリー内蔵、二足歩行、ビジョンセンサーで対象物を認識し、掴み、運ぶといった人間の基本動作を行うなど、2年前より着実に人間に近付いている。

## ■ 精密機械・ロボットカンパニーの発足

2018(平成30)年4月、カンパニー制の改編が行われた。精密機械カンパニーの名称を精密機械・ロボットカンパニーに変更し、精密機械ディビジョンとロボットディビジョンの2体制となっ



Successor(サクセサー)



Kaleido(カレイド)

た。ロボット事業の将来性に対する期待の表れであり、ロボット事業開始から半世紀を超えて、次の1世紀へ、飛躍するためのステップを整えた。

### 産業用ロボット事業50周年

2018(平成30)年10月、当社のロボット事業50周年を祝うとともに、半世紀にわたる事業で支援いただいたユーザー、販売店、システムパートナー、ベンダー各社に感謝と敬意を表す記念式典が、盛大に開催された。

当社と関わりの深い自動車メーカーからは、当社の開発力や対応力に対する称賛の言葉が、ベンダーからは長い歴史のなかで苦しい時期もあったが共にやってきてよかったという熱いメッセージが寄せられた。

また、当社ロボット事業の半世紀を伝える記念誌「THE STORY OF KAWASAKI ROBOT 1968-2018」を同年6月に発刊、さらに「50周年記念特設ウェブサイト」を立ち上げた。

### 産業用ロボットメーカーから 総合ロボットメーカーへ

2019(令和元)年、中期経営計画「中計2019」(2019~2021年度)が発表された。基本方針は「自律的事業経営と全社企業統治の両立」で、2030年度の営業利益率10%以上を目標とした。

ロボットディビジョンの事業戦略は、これまで

の産業用ロボットメーカーから総合ロボットメーカーへと飛躍することである。

日本初の産業用ロボットを上市して半世紀、当社は半導体ウェハ搬送用のクリーンロボット、高度化・多様化する医療現場のニーズに応えた医療用ロボット、人共存型ロボット、ヒューマノイド型ロボットなどを開発し次々に世に送り出してきた。

21世紀に入りロボット需要は一段と増加するとともに、日々進化するIoTやAI、通信ネットワークなどと融合することで、ロボットの可能性は無限に広がっている。多様なジャンルの高度なニーズに対応する、総合ロボットメーカーとしての当社への期待は高まっている。

## 3. 事業拠点の拡大と拡販

### 中国への進出

1990年代から2000年代にかけ、日本の自動車メーカー、電子・電気機器メーカーの多くは生産拠点をアジアへシフトしていった。なかでも中国は安価な労働力、政府主導の改革開放政策やWTO(世界貿易機構)への参加などにより、各国の製造業者の工場が蝟集する“世界の工場”となるとともに、驚異的な経済成長で世界最大のマーケットへと変貌していった。その一方で、過度な



ロボット事業50周年記念式典



川崎機器人(天津)有限公司(KRCT)

少子化政策による人手不足等で労働賃金が高騰。高額で不安定な労働者の代わりに、ロボットの導入が急速に進んでいった。

当社はその潮流を捉え、2006(平成18)年、天津に川崎機器人(天津)有限公司(KRCT)を設立して、日本の大手自動車メーカーが中国で展開する工場向けのロボットを納品。これが当社初の中国進出となった。

2009年には、日本向けのロボット部品を中国国内のベンダーから調達する分公司(支店)をKRCTの昆山事務所内に発足。2013年には別法人川崎機器人(昆山)有限公司(KRCK)を独立させた。KRCKは中国国内での内需増を視野に入れたもので、現地消費を推進させた。

2010年代に入ると、中国を舞台とした各国のロボットメーカー間の競争が激化していった。

2015年、過熱するロボットビジネスに勝ち抜くために、当社は川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)でロボットの生産を開始した。コンセプトは“ロボットでロボットをつくる”である。

人手に頼っていた部品のピッキングから組立、塗装、検査に至るまでの工程をロボットで高度に自動化した工場で、安定して高品質を保持するとともに、生産の効率化を図った。また、センサーを用いて人がロボットと同じエリア内で作業を行いながら、ロボットが次の作業準備の動作を行うような協働作業を可能にした。

さらに、当社は2015年に重慶に新たに川崎(重慶)機器人工程有限公司(KCRE)を設立し、ラインビルディング事業にも本格参入した。

## ■ アジア諸国へ

一方、1999(平成11)年の韓国・仁川市のKawasaki Machine Systems Korea, Ltd.(KMSK)の設立を皮切りに、台湾にはサービス拠点(TKRC)を開設し、モーターサイクルタイ法人であるKawasaki Motorcycle Enterprise(Thailand), Inc.(KMT)にもロボットの営業・サービス拠点を設けた。

シンガポールには、Singapore Kawasaki Robot Center(SKRC)を開設し、産業用ロボットのアフターサービス体制を整備。次いで産業用ロボット適用開発サポートおよびエンジニア育成拠点として、Singapore Kawasaki Robot Engineering Center(SKRE)を開設した。

さらに、2015年には当社のインド法人 Kawasaki Heavy Industries(India) Pvt. Ltd.内のロボット部門(KIRD)を立ち上げた。成長著しいBRICs(Brazil, Russia, India, China)の一角を占めるインドは、中国を凌ぐGDP成長率を遂げ、市場規模は今の中国の10分の1だが、近い将来中国に比肩する市場になると期待されている。



川崎機器人(昆山)有限公司(KRCK)



Kawasaki Heavy Industries(India) Pvt. Ltd.内の  
ロボット部門(KIRD)

## ヨーロッパとアメリカ

ヨーロッパでは1995(平成7)年設立のドイツ法人Kawasaki Robotics GmbH (KRG)に加え、1996年にイギリス法人Kawasaki Robotics (UK) Ltd.(KRUK)を設立し、Toyota Motor Manufacturing (UK) Ltd. (TMUK、トヨタイギリス)に納品した産業用ロボットのサポート、メンテナンスをメインに、EU内における販売、エンジニアリング活動等を担っている。

アメリカでは、自動車産業の中心であるデトロイト近郊に本社を置くKawasaki Robotics (USA), Inc.(KRI)に加えて、2001年に西海岸シリコンバレーの中心都市サンノゼにKRI San Jose事務所を開設した。

2016年にはメディカロイドの現地法人が、シリコンバレーで営業を開始。アメリカにおける医療用ロボットの技術開発、マーケティング活動、FDA(米国食品医薬品局)対応による認証取得業務をメディカロイドと連携して行うなど、医療用ロボットの拡販に取り組んでいる。

## 国内展開

2010年代に入り、産業用ロボットはますます用途が広がり、ロボット事業の人員も増加した。それまで明石工場内で完結していた設計・開発・製造のキャパシティが限界に達したため、2016(平

成28)年に一部を西神戸工場に移転することを決定し、あわせて常設施設としては国内最大規模のロボットショールームを開設した。

ロボットビジネスセンターの移転には、精密機械カンパニーとの一体運営化の実現という目的もあった。

その後、2017年にはクリーンロボット工場も西神戸工場で操業を開始し、明石工場と合わせ、2極で半導体ロボットビジネスの拡大に対応する生産体制を構築した。

ロボットショールームでは自動車組立ラインなど大型の展示をはじめ、クリーンロボット、水平多関節型ロボット、双腕スカラロボット、医療・医療向けロボット、人共存・協調型ロボットなど当社が誇る最新鋭のロボットを展示している。“魅せる工場化”をコンセプトに2014年に開設したこのショールームは、顧客や業界団体などを中心とした多くの見学者が訪れている。一方で、一般向けの施設として東京台場に「Kawasaki Robostage」を2016年8月に開設した。当社ロボットの最先端の技術とノウハウを体感し、ロボットの魅力を間近で楽しめる体験型エンターテインメント空間として好評を博している。



西神戸工場のロボットショールーム



Kawasaki Robostage

# 2 製品と技術

## 1. 組立・ハンドリング・溶接分野

### ■ 小・中型ロボット

可搬質量が2kgから80kg程度の小・中型多関節ロボットは、適用の裾野が広く多くの業界で使われている。当社は1998(平成10)年に「Fシリーズ」、2008年にその後継機となる「Rシリーズ」を市場投入し、顧客のニーズに応じてきた。また、このクラスの代表的適用といえるアーク溶接に特化した「BAシリーズ」を2015年に市場投入し、小・中型のラインアップを充実させた。

#### 小・中型汎用ロボット「Fシリーズ」

業界で初めてアーム部にモジュール構造を採用した小・中型ロボットである。従来機「Jシリーズ」の後継機として1998(平成10)年に16機種を発売。翌1999年には最小機種として、可搬質量2kgと3kgのモデルをリリースした。その後も防水仕様、クリーン仕様など顧客ニーズを反映したバリエーション展開を行い、ラインアップを充実させた。また、同シリーズの代表機種といえる「FS010N」が、1998年に産業用ロボット初のグッ

ドデザイン賞を受賞した。

#### 小・中型汎用ロボット「Rシリーズ」

「Fシリーズ」の優れた性能をさらに進化させ、「ハイスピード」、「ラージトルク」、「ワイドワーキングレンジ」をコンセプトに、高速化、手首負荷能力の向上、動作領域の拡大などを図ったのが「Rシリーズ」である。組立・ハンドリング・シーリングなど、ユーザーの幅広い用途に適応するとともに、2008(平成20)年に可搬質量20kgの「RS020N」をリリースし、その後可搬質量3kgから80kgまでの豊富なバリエーションを展開した。

#### アーク溶接ロボット「BAシリーズ」

「BAシリーズ」は、アーク溶接専用の小型ロボットである。中空構造を持つアーク溶接に最適化したアームは、ケーブル類とワイヤ送給装置の取り回しを容易にするとともに、安定した溶接ワイヤの送給で溶接品質の向上に寄与している。

### ■ 大型ロボット

可搬質量100kgから300kg程度をカバーするロボットは、大型に分類される。主な適用は重量物のハンドリングとスポット溶接だが、圧倒的にスポット溶接が多くの台数を期待できるため、ロボット業界にとって最も競争の激しいクラスとなっている。



Fシリーズ



Rシリーズ



BAシリーズ

当社は1999(平成11)年に「Zシリーズ」を市場投入。さらに2011年には、スポット溶接に最適化した「Bシリーズ」を市場に投入した。「Bシリーズ」はスポット溶接に特化したシリーズとはいえ汎用性が高く、「Zシリーズ」の事実上の後継機種となっている。

### 大型汎用ロボット「Zシリーズ」

従来機「Uシリーズ」の後継機として市場投入された。独自のハイブリッドリンク構造を持ち、後方転回が可能なクラス最大級の動作範囲と高速性を特長とする大型ロボットである。バリエーションも豊富で、多くの自動車メーカーでスポット溶接に使われている。

### スポット溶接ロボット「Bシリーズ」

自動車のスポット溶接向けロボットとして、2011(平成23)年より発売。従来型の大型汎用ロボット「Zシリーズ」の優れた性能を進化させるとともに、車体や部品のスポット溶接に最適化させた垂直多関節ロボットである。

特長はアームに中空部を設けて溶接ガンのケーブルやホース類を内蔵した構造とスリム設計である。これによりオフラインティーチで検証が困難なケーブル類の挙動検討が軽減されるとともに、高密度設置を可能にした。さらに、軽量化、高出力/高回転モータの採用、最新の防振制御や高速

スポット溶接制御などの技術投入を図り、基本性能のかさ上げを行った。

顧客の評価は高く、2016年マイナーチェンジを経て2021(令和3)年の出荷累計が約30,000台に達するなどベストセラーとなった。

### 超大型ロボット

可搬質量が300kgを超えるロボットである。当社は超大型ロボットの引き合いが増加した2002(平成14)年より、「Mシリーズ」の市場展開を開始した。

### 超大型汎用ロボット「Mシリーズ」

21世紀に入り自動車、一般産機業界、航空機業界において重量物搬送用途の設備自動化が拡大。このニーズを捉え市場投入したのが「Mシリーズ」である。2002(平成14)年の500kg可搬「MX500N」の投入に始まり、2015年の1トン可搬「MG10HL」投入を経て可搬質量1.5トンまでシリーズ展開を図っている。

「MX」、「MG」は、それぞれ独自のリンク機構を持ち、カウンターウェイトレスで広い動作範囲を実現。高い剛性で、たわみが問題となるような精密加工等にも使われている。



Bシリーズ



Mシリーズ

## 専用ロボット

### 高速ピッキングロボット「Yシリーズ」

「Yシリーズ」は、2009(平成21)年に開発した当社初のデルタ型パラレルリンクロボットである。食品、薬品、化粧品など小物の製造ラインのみならず、電子関連機器までの幅広い分野で高速でピッキング作業を行う。2012年に上市した「YS002N」は、小型でありながら広範囲での高速動作が可能で、高速・連続運送、袋物の搬送など幅広い適用用途に対応することができる。

### 高速パレタイズロボット「CPシリーズ」

「CPシリーズ」は2015(平成27)年に市場投入したパレタイジング用ロボットで、「UDシリーズ」を経て「ZDシリーズ」の後継機種となった。旋回軸へデュアルサーボを採用し、バランス強化などを施した本シリーズは、130kgから700kg可搬までの幅広いバリエーション展開と高い搬送処理能力を誇っている。E03コントローラと組み合わせ、電力回生機能を業界で初めて標準装備するなど、環境性能にも優れた製品となっている。



Yシリーズ



CPシリーズ



KJシリーズ

## 2. 塗装分野

### 防爆塗装ロボット「KFシリーズ」

「KFシリーズ」は2000(平成12)年に当社が神戸製鋼所の塗装ロボット事業を継承して以来、両社の持つ知見とノウハウを結集して開発した防爆塗装ロボットである。

第1弾として、2001年にシリーズ最小のロボット「KF121」をリリース。以降、さまざまなニーズに対して最適なアームを選択できるよう、基本構造は同じで手首構造とアーム長にバリエーションを持たせたラインアップの充実を図った。

### 防爆塗装ロボット「KJシリーズ」

環境意識が向上するなか、多様な設置条件を満足する軽量、スリム、エコな防爆塗装ロボットが求められていた。それに応えて開発されたのが、「KJシリーズ」である。

従来の「KFシリーズ」「KGシリーズ」の優れた性能を進化させつつ、コンプラットフォーム型アームの採用で、あらゆる設置条件に対応できるロボットとなっている。適用範囲は自動車車体にとどまらず、一般産機向けのさまざまなサイズのワークまでをカバー。顧客から高く評価されている。

2013(平成25)年にはロングアームの「KJ264」

「KJ314」を上市。その後、ショートアーム、ミドルアームの製品を追加した。2019(令和元)年時点の総販売台数は、2,000台に達した。

### 3. 半導体・液晶搬送分野

#### クリーンロボット

1995(平成7)年、当社はクリーンロボットの本格的な開発に乗り出した。

「TL」「TS」シリーズは、1997年に上市したテレスコピック昇降式水平多関節型ロボットである。「TL」は液晶ガラス基板搬送ロボット、「TS」はウェハ搬送用途として、小さな設置面積で干渉域がなく、大きな上下動作を可能とした。

「NS」シリーズは、半導体製造工程で汎用的に使用できることを目的に2000年に開発。さまざまなアームに対応し回転軸の追加にも対応するなど、汎用性の高さを目指したロボットである。

「NX」シリーズは、2003年にNSシリーズの特長を活かし、さらに手首の水平方向の回転軸を追加することで走行装置を使わずに2FOUP、3FOUP(ウェハを格納したカセット)への動作を可能とした。

「NT」シリーズは2007年上市。NS、NXシリーズをさらに進化させ、アーム長延長によるウェハ搬送速度の向上、関節部分へのギアボックスの配

置や剛性の向上により、位置決め精度のさらなる向上を達成。最大で4FOUPへのアクセスを可能とするなど、半導体製造装置の処理能力向上に寄与している。

さらに、2または3FOUPに特化した「NTS」「TTS」を2014、2015年に上市。「NT」、「TT」に比べて、よりコンパクトなロボットとなっている。

### 4. 将来に向けた育成分野

#### ■ 共存・協調ロボット

##### 双腕スカラロボット「duAro」

2013(平成25)年から2015年にかけてロボットの安全性を定めた法規制が緩和されたことに伴い、市場では人共存ロボットのさまざまな提案がなされてきた。ロボットによる完全自動化を必須の要件とはせず、人が得意なところは人、ロボットが得意なところはロボットが担当する新しい生産性を高める試みである。

2015年、当社はこのニーズに人共存型双腕スカラロボット「duAro」で応えた。競合他社の多くが垂直多関節ハンドリングロボットの改良型を提案するなか、独自開発の双腕スカラ型ロボットで差別化を図った。



NTシリーズ



duAro

「duAro」のメリットは大きく2つある。既存設備を変更することなく、人が働いていたスペースにそのまま導入できること。ダイレクトティーチ機能やタブレットによる簡単操作で、設置から稼働までの準備時間を最小限にし、短時間で人との共存するラインを構築できること。画期的なロボットの提案だった。

### 遠隔協調ロボットシステム「Successor」

2017(平成29)年、「duAro」に引き継ぎ、当社は人協調に関する斬新なロボットソリューションを発表した。遠隔協調で熟練技術者の動きを再現する新ロボットシステム「Successor」である。

本システムの根幹は、自動運転と遠隔操作のハイブリッド機能と熟練者の動きを学習し再現する機能である。とくに熟練者の動きを再現する制御機能は、作業の自動化や安定化に寄与するだけでなく、熟練者からロボットを通じて初心者への技能伝承にも用いることができることが大きな訴求ポイントとなっている。

## 医療・医薬向けロボット

### 医薬・医療向けロボット「MC004N」「MS005N」

医薬・医療用の生産ラインでは、人が介在することによる作業ミスや微生物が混入するリスク、抗ガン剤などの高薬理活性医薬品の取り扱い

による曝露リスクなどを排除するために、ロボットによる作業自動化への要求が高まっている。「MC004N」「MS005N」は、2013(平成25)年に発売した当社初の医薬・医療向けロボットである。いずれも、アーム本体に凹凸が少なく滑らかな表面と高い防水性能を兼ね備えており、洗浄し易い形状・薬液耐性の高い表面処理により汚染を防止するなど、優れた特性を持っている。前者は、垂直多関節6軸ロボット、後者は垂直多関節7軸ロボットである。

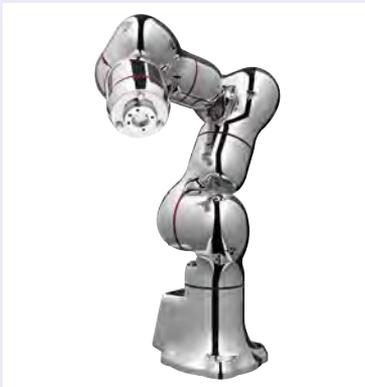
### 手術支援ロボットシステム「hinotori™」

当社とシスメックスは、医療分野におけるロボット利用拡大を目的として、2013(平成25)年にメディカロイドを設立した。その基幹製品が、「hinotori™ サージカルロボットシステム」である。2020(令和2)年8月に国の認証を受け、製品化が発表された。

当社は主にロボット周りの開発を担当。オペレーションアームと呼ばれる術者の手を担当する部分、ポジションと呼ばれるオペレーションアームの可動ベース部分、術者の操縦を担うハンドコントロールの部分の開発に、当社の産業用ロボットの技術が投入された。

### 自動PCR検査ロボットシステム

当社とメディカロイドは、2020(令和2年)から



MS/MCシリーズ



hinotori™ サージカルロボットシステム

の新型コロナウイルス感染症流行を受けて、自動PCR検査ロボットシステムを開発。2020年10月に発表した。

本システムはPCR検体採取をロボットが行うシステムと、PCR検体分析における自動化システムで構成されている。前者は医師が遠隔でロボットを操作して検体を採取するシステムで、医師の二次感染を防ぐために遠隔協調システムSuccessorの技術が使われている。後者はPCR検体の検査作業を自動化するもので、24時間連続稼働するPCR分析センターの運営を可能にする。

当社は本システムにより、医療従事者の感染リスクや作業負担を低減、さらにはヒューマンエラーを防止し、医療従事者の人員不足に対応するなど、PCR検査体制の拡充に貢献している。

## 5. コントローラ

### コントローラの変遷

コントローラはロボットの機能・性能を、大きく支配する部位である。技術の進歩とともに、ロボットに求められる機能・性能要求が高度化している。当社はコントローラを構成するCPU部、電力制御部、外部との通信部、人とのコミュニケーション部等の開発に最新の技術を投入。2002(平成14)年に「Dコントローラ」、2008年に「Eコン

トローラ」、2017年に「Fコントローラ」をリリースしてきた。いずれも時代の最新のCPU、パワーデバイス等の採用でロボットの高性能化を図ったものである。

また、軽量・コンパクト化にも積極的に取り組んでいる。とくにEコントローラは機能安全の技術を投入し、大幅なコンパクト化を達成したコントローラのスタンダードとして評価を得ている。その後も小型化には積極的に取り組み、2017年に業界最小・最軽量の小型ロボット用コントローラ「F60」を開発した。

### ロボット動作監視安全ユニット「Cubic-S」

ロボットの安全規則を定めたISO規格の改定により、これまで認められていなかったソフトウェアによる安全監視が認められるようになった。当社はいち早くこの流れを捉え、2011(平成23)年にロボット動作監視安全ユニット「Cubic-S」を開発した。2つのCPUを使用してロボットの状態を監視し、機能安全規格の求める安全性能を実現するユニットである。第三者認証品となっており、コントローラに実装される。

機能は空間監視、ネットワーク安全入出力、力監視、速度監視、その他多数に及び、ロボットの導入障壁を下げる。適切に使用すれば、安全柵の簡略化や廃止が可能となり、人との共存を推し進める工場づくりに貢献する。



Dコントローラ



防爆Eコントローラ



F 60コントローラ

## 6. その他

### FSJ(フリクションスポット接合)

軽量化を図るために自動車のボディ、フレーム、部品などにアルミニウムなどの軽合金が幅広く用いられている。しかし、鋼板の溶接に使われている抵抗スポット溶接法ではコストやメンテナンス面で課題が多いため、代替できる溶接法が模索されていた。それを解決したのが、「FSJ(フリクションスポット接合)」と「FSJロボットシステム」である。

「FSJ」はロボットに持たせた接合ツールで金属の板を挟み、圧力を加えながら高速回転して摩擦熱を発生させることで、軟化した材料を一体化する画期的な接合方式である。2000(平成12)年に開発に取り掛かり、2002年にプロトタイプのみ1号機を大手自動車メーカーに納入。ユーザーとの共同評価を実施して改良・改善を加え、2004年より本格的な発売を開始した。

以降2018年までの15年間に、累計販売台数500台以上を達成。競争の激しい接合ロボット市場では機能面で差が付けにくく価格競争となりがちだが、「FSJロボットシステム」は当社が独自開発した接合技術をパッケージしたロボットシステムとして高く評価され、各自動車メーカーの組立工程に導入されている。

### OLP(オフラインプログラミング)

産業用ロボットの動作プログラムの作成は、基本的にティーチプレイバック方式で行われる。作業者が教示ツールを使用して、ロボットに基本動作を教えるスタイルである。しかし、作業点が数万点にも及ぶような工程では実用的とはいえなかった。そのため開発したのが、PCを利用してCADデータをベースに教示点を表示できるオフラインプログラミングソフトウェア「KCONG」とロボットシミュレーションソフトウェア「K-ROSET」である。

「KCONG」の原点は、1990年代に坂出造船所の平鋼・型鋼切断で開発した、専用CAD「TRIBON」を利用した自動切断ロボットシステムである。「TRIBON」はその後「KCONG」という製品名で、坂出工場の小組立溶接ロボットなどに展開された。さらに、2000年代中頃、3D・CADメーカーのSolidWorksとパートナー契約を結び、オールインワンのオフライン教示ソフトとして機能を拡張していった。

「K-ROSET」は当社が長年培ってきた仮想ロボットコントローラ技術により、実際の生産ラインで稼働中のロボットコントローラとほぼ同等の動作を行うもの。仮想ロボットコントローラ上で動作しているため、正確な動作軌跡、タクトタイムが再現でき、作成した教示プログラムは、実



FSJロボットシステム

オフラインプログラミングソフトウェア  
[KCONG]ロボットシミュレーションソフトウェア  
[K-ROSET]

機でそのまま利用できる(逆も可能)。2001(平成13)年にリリースされた。

### ロボットビジョンシステム

1969(昭和44)年に上市した「川崎ユニメート2000型」は、モータリゼーションの波に乗り、次々と自動車メーカーのスポット溶接やアーク溶接工程に組み込まれた。1980年代になると、部品や製品の搬送作業にも活用されるようになっていった。しかし、当時のロボットはティーチプレイバック方式で、教示された位置で同じ動作を繰り返すだけで、対象となる部品や製品が置かれている位置が少しでもずれると対処ができなかった。そのため、必要になったのが視覚認識できるロボットの開発である。

1987年、当社はロボットの視覚センサシステムとして「リバービジョン(River Vision)」を開発。以降、2000～2010年代にCCDカメラ、ステレオセンサ、3Dレーザセンサなど最先端の技術と「リバービジョン」を融合することで、対象物の3次元位置・姿勢の計測を可能にした。また、対象物の回転、サイズ変化、部分的な重なりなどの外乱に強い形状認識アルゴリズムで、それまで自動化が困難だったハンガー掛け、平置き、バラ積みなどの作業の自動化が行えるロボットビジョンシステムを完成させた。

### K-COMMIT

2010年代になると、それまでのように点検・修理・整備を中心とするサービス展開だけでは、世界に広がる顧客の満足が得られない時代になった。そのため、当社が始めたのがIoTやM2Mなど最新の技術を駆使してユーザーのロボット設備のダウンタイムゼロや、ライフサイクルコストの削減などを達成する先進的メンテナンスサービス「K-COMMIT(Kawasaki COmmunication Maintenance Management Inspection Total) カワサキロボット安心ライフサイクルサポート」である。

本サービスは常時監視と遠隔監視により故障予知を行う「TREND Manager」、豊富な整備実績データに基づいた正確なロボット診断を行う「傾向管理定量点検」、ユーザーとのコミュニケーションツール「K-CONNECT」の3本柱からなっている。「TREND Manager」は川重グループのアフターサービス支援情報基盤(ネットワークインフラ)を利用したリモートメンテナンス機能により、遠く離れた海外でもロボット設備状態を監視し、同時にさまざまなデータを取得することができる。



ロボットビジョンシステム



K-COMMIT

# 3 生産拠点・ 関係会社

## 1. 製造工場

### 明石工場

「川崎ユニメート2000型」を上市して以来、明石工場はスポット溶接用ロボット、アーク溶接用ロボット、塗装・シーリング用ロボット、ハンドリング用ロボットなど、主に自動車メーカー向けのロボットを開発・製造。1980年代には、日本の産業用ロボットの一大生産拠点、メッカと呼ばれるようになった。1990年代に半導体・液晶産業が目覚ましい成長を見せると、工場内にクリーンルームを建設(1997(平成9)年)し、半導体製造装置メーカー向けに大型化するウェハや液晶ガラスを搬送するクリーンロボットを開発。クリーンロボット市場へも参入した。水平多関節クリーンロボット「NSシリーズ」、水平多関節クリーンロボット「NXシリーズ」、汎用クリーンロボット「NTシリーズ」、走行装置レス・コンパクトアーム「TTS/NTSシリーズ」は、当社を代表するクリーンロボットのラインアップである。

### 西神戸工場

クリーンロボット市場の盛況、双腕スカラロボット「duAro(デュアロ)」の想定を上回る需要で、2010年代、明石工場は手狭になっていた。そのため、2015(平成27)年、当社はFA・クリーンロボット部門(生産部門を含む)を西神戸工場に移転することを決定した。2017年、クリーンルーム、ロボット第1、第2工場が完成。2018年より西神戸工場のクリーンロボットの生産が開始された。第1・2工場が生産する主要なロボットは、ウェハ搬送用ロボット「NVシリーズ」、同「SBシリーズ」・同「SD/SSシリーズ」、双腕スカラロボット「duAro」、走行装置レス・コンパクトアーム「NTS/TTSシリーズ」、同「TTシリーズ」などである。

2019(令和元)年にはロボット第2工場に遠隔協調システム「Successor(サクセサー)」を導入した先進的な塗装ラインが稼働した。

### 川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)

2013(平成25)年、中国は国内で稼働する産業用ロボットが36,000台に達するなど、日本を抜く世界最大のロボット大国になっていた。日米欧の先進諸国が更新需要中心になっているのに対し、中国のロボット市場は今後も拡大が確実な巨大マーケットであった。2015年、当社は蘇州の川



川崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)

崎精密機械(蘇州)有限公司(KPM蘇州)にて、中国でのロボット生産を開始した。小型アーク溶接ロボット「BAシリーズ」、高速パレタイズロボット「CPシリーズ」、大型汎用ロボット「CXシリーズ」、小・中型汎用ロボット「Rシリーズ」である。また、同工場は単なる製造拠点としてではなく、当社が誇る最先端のロボット・テクノロジーを中国の製造メーカーだけでなく政府関係者や大学などの教育機関に広くアピールする、ショールームとしての機能も兼ねている。

### 川崎(重慶)機器人工程有限公司(KCRE)

2015(平成27)年、当社は重慶に川崎(重慶)機器人工程有限公司(KCRE)を設立。ロボットの製造・販売および自動車メーカー向けラインビルディングビジネスを展開している。重慶市は中国政府の今後10年の行動計画「中国製造2025」で、上海市、広州市、瀋陽市と共に、情報技術、ロボット、バイオなど10分野を重点産業に指定された都市で、重慶長安汽車は中国で「ビッグ5」に数えられる自動車メーカーである。また、重慶には世界のEMS(Electronics Manufacturing Service)メーカーが集約されていることから、「duAro」の生産を行っている。



川崎(重慶)機器人工程有限公司(KCRE)

## 2.関係会社

### カワサキロボットサービス株式会社

1986(昭和61)年設立のカワサキロボティクス株式会社から株式会社カワサキマシンシステムズとの合併を経た後に、提案型サービスを柱にサービス事業のグローバル展開をミッションとして2012(平成24)年に設立。産業用ロボットの国内顧客向けのメンテナンスサービス、海外拠点向けのサービス支援などを行っている。2015年の国際ロボット展で発表した、IoTを活用し自社開拓したロボット設備のダウンタイムゼロを目指す「K-COMMIT」は、国内外のロボット業界で高く評価され、同社の活動はグローバルになっている。

### 株式会社メディカロイド

医療分野に幅広いネットワークを持つシスメックスと当社の共同出資により、医療用ロボット開発に向けたマーケティングを行う会社として2013(平成25)年に設立。2017年に同社初の広範囲の患者移動機能を有する「SOT-100 Vercia ヴェルシア手術台」を発売。2020(令和2)年には手術支援ロボットを上市するなど、医療・福祉分野のロボット開発に取り組んでいる。



株式会社メディカロイド設立記念式典

## Kawasaki Robotics (USA), Inc.(KRI)

「KRI」は1989(平成元)年に、ミシガン州ファーマントン市に設立した当社子会社である。同社はアメリカ自動車メーカーが重視するトレーニングとアフターサービスの体制を整備するとともに、アメリカでの販売活動強化の役割を担っている。なかでもトレーニング施設には、日本およびアメリカの自動車メーカーから多くの従業員が送り込まれ、当社のロボットオペレーションやメンテナンスのための技術、ノウハウの習得と向上に努めている。その後2回の拡張移転により、現在はウィクソム市に移っている。また、1994年より、当社グループの「Kawasaki Motors Manufacturing Corp., U.S.A.」(KMM)のモーターサイクル工場で、「Eシリーズ」の後継機種となるフォード自動車向けの大型ロボット「Uシリーズ」の生産を開始し、円高が進んだ2000年までに約1,000台を生産した。

さらに、2001年には半導体ロボットビジネスの拡大に伴いサンノゼ事務所を設立、AMAT社など大手半導体製造装置メーカーの近傍に拠点を設けたことにより、開発スピードやアフターサービス対応力を高く評価され、当社が半導体ロボット市場における現在の地位を築く礎となった。

## Kawasaki Robotics GmbH(KRG)

1993(平成5)年にEUが発足し、域内での経済活動が自由化された。それを機にヨーロッパ市場への本格参入を開始するために、1995年に設立されたドイツ現地法人である。欧州の最大市場であるドイツを拠点に、EMEA地域とロシア中心に市場開拓を進めている。

## 川崎機器人(天津)有限公司(KRCT)

トヨタ、ダイハツ等、大手自動車メーカー対応のため、2006(平成18)年に設立、現在は上海市や広州にも拠点を設けてあらゆる産業向けに販売活動・エンジニアリング活動およびアフターサービス業務を行っている。

また部品調達拠点として昆山に同社の分公司を設立し、その後2013年には川崎機器人(昆山)有限公司として独立した。

## Kawasaki Robotics Korea, Ltd.(KRK)

当社は起重機工と技術提携し韓国でロボットを生産・販売していたが、1999(平成11)年、起重グループが現代自動車グループに買収・吸収されたため、韓国での販路が絶たれた。これに伴い、1999年に韓国の仁川市に「Kawasaki Machine Systems Korea, Ltd.」(KMSK)を設立。韓国での販売サービスを再開した。同社は後



Kawasaki Robotics GmbH(KRG)



Kawasaki Robotics Korea, Ltd.(KRK)

に、現在の社名に変更し、水原市や光州市にも拠点を設けて販売活動・エンジニアリング活動およびアフターサービス業務を行っている。

## 4 ロボット事業の将来展望

### 1. グループビジョン2030におけるロボット事業のビジョン

ロボット事業はグループビジョン2030の「モーションコントロール&モータービークル」事業グループとして、2020(令和2)年に上市した「hinotori™」から本格的にスタートした医療業界でのロボット技術を軸に、「PCR検査システム」のような、人々が安心して生活が送れるロボットシステムを提案していく。そして、人々の健康を支え、Well-Beingに寄与していくことで、「安全安心リモート社会」の構築に貢献していく。

また、「労働人口減少」という社会課題を解決するために、誰もがいつでもどこからでも遠隔操縦ができるリモートロボットシステムの構築を目指している。そのために、Successor技術を確立するとともに、サービスロボットのプラットフォームを開発。ソニーグループ株式会社とのJVが目

指すリモートロボットプラットフォームと連携する、ロボットデータプラットフォームの構築も進んでいる。

さらに、サービスロボットのプラットフォームと自走式ロボット技術を融合。航空機部門・モーターサイクル部門と協力して、広範囲に及ぶ多種多様なサービスを提供できる「近未来モビリティ」の開発に挑戦するなど、人とモノの移動に新たなソリューション提案を投げかけている。

### 2. ロボット事業の中期的な取り組み

ロボット化は遅れているが、将来市場拡大の可能性のある物流市場や検査市場へ、当社は差別化技術を持って参入。シェア拡大を図るとともに、「hinotori™」で開拓した医療分野での別メニューの開発にも注力している。

今後は自社技術の開発のみならず、手薄な適用分野やラインアップの強化および、新技術を早期導入するために、他社との積極的な協業にも取り組み、既存の事業拡大を図る。

「モノ売り」から「コト売り」へ。B to BからB to B to Cビジネスへの変革に向けて、継続的に独自のサービスを提供することができ、新規分野のデータプラットフォームとも連携できる、ロボットデータプラットフォームの早期確立を図る。



PCR検査システム



TRanbo

第 8 章

モーションコントロール&モータービークル

# モーターサイクル&エンジン事業



# 1 | モーターサイクル&エンジン事業の変遷

## 1. パワースポーツ、エンジン部門の経営概況

### ■ 組織とその事業領域

1997(平成9)年6月の組織改正により、旧CP(Consumer Products)事業本部に精機事業部が編入されて汎用機事業本部が新設され、CP(パワースポーツ※、汎用エンジン)、精機、建設機械の3事業部体制となった。翌1998年には汎用ガスタービン部門とロボット部門が編入され、5事業部となった。その後、2000年に汎用ガスタービン部門、精機部門、建設機械部門が分離、2001年4月に社内カンパニー制が導入され、汎用機カンパニーが誕生。パワースポーツ、汎用エンジン、ロボットの各事業で収益の向上に取り組んだ。

2008年に発生したリーマンショックに端を発した市場の急激な冷え込みにより、パワースポーツ、汎用エンジン部門が苦戦を強いられていた最中、2010年、グループ4社の再統合が実施され、比較的影響の少なかったロボット部門が精密機械カンパニーへと編入された。これに伴い、汎用機カンパニーの事業分野はパワースポーツ、汎用エ

ンジンとなり、モーターサイクル&エンジンカンパニーとして再出発した。

※パワースポーツ：二輪車、オフロード四輪(ATV、SxS(UV、RUV))、PWC(Personal Watercraft)を指す。

### ■ 事業の概況

1997(平成9)年に発生したアジア通貨危機によって新興国市場が冷え込むなか、持続的な成長を目指し、スズキ株式会社との事業提携や半導体事業向けロボットの米国進出等、事業の拡大を図った。

2002年からは、固定費の削減に取り組み、100億円超の営業利益をコンスタントに確保できる事業体制を構築し、通貨危機から力強い回復をとげるアジア市場に対応するため、2005年にはアジア総括部を新設し、新興国市場の事業の拡大を図った。まず、KMT(Kawasaki Motors Enterprise(Thailand) Co., Ltd.)を生産拠点とした世界戦略車「Ninja 250R」(2008年)や「KLX140/150」(2008年から2009年)といったヒットモデルを導入、2007年にはブラジルに生産・販売会社KMB(Kawasaki Motores do Brasil Ltda.)を設立し、2009年からマナウスにて生産開始した。

汎用エンジン事業についても、より小回りが利くよう、汎用エンジン総括部として独立した組織(2007年)とし、2009年、中国にコストダウンを目的に台湾KYMCO(光陽工業股份有限公司)社



モーターサイクル&エンジン事業のマザーファクトリー・明石工場



KMT

と合弁でCK&K(常州川崎光陽発動機有限公司)を設立、米国、明石工場にて生産を行っていた機種を生産移管した。

2009年以降、リーマンショックの影響により厳しい経営が続いたが、落ち込んだ業績を立て直すため徹底した固定費の削減に取り組み、世界戦略車Ninja 250R等の中大型二輪車を中心としたプレミアム戦略が、インドネシア、ブラジル等の新興国市場において奏功したこともあり、2012年に黒字化を達成した。

その後、2013年頃からこれまでカンパニーを支えてきた新興国の景気減退を受け、2015年以降は、先進国市場への積極的な新機種投入により、製品競争力の向上、市場シェアの拡大に力を入れた。

2017年には、パワースポーツ、および、汎用エンジン事業のさらなる持続的成長を目指し、とくに市場成長が見込まれる新興国向け二輪、オフロード四輪事業を中心に拡大させる経営戦略として「2030年ビジョン」を策定。2025年に売上高5,000~7,000億円、2030年までに売上高7,000億円~1兆円を達成する目標を掲げた。

2020(令和2)年には、新型コロナウイルス感染症が世界的に流行し、市場の冷え込みが懸念されたため、固定費の削減に着手。コロナ禍でも利益を生み出すことのできる体制づくりを行った。

## 2. 世界の市場動向とその対応

### ■ 北米の市場動向と拠点の状況

北米市場は1990年代に入ると好景気と人口増加による消費拡大を背景に市場が大きく拡大する。2000年代初めにITバブルが崩壊するも、市場は拡大を続け2000年代半ばには最盛期を迎える。

この間、二輪車ではクルーザーモデルがけん引役となり、それまでの主力であったスポーツモデル市場は徐々に後退した。リーマンショック後は市場全体が落ち込むなか、オフロードモデルが伸長している。

ATVは、リーマンショック以前は日系メーカー4社でシェアの約7割を占めていたが、リーマンショック後の円高を受けた値上げや好況だったアジア市場へ経営資源をシフトした影響もあり、北米メーカーの台頭を許し、シェアが低下した。SxSは、当社が世界で初めて市場に投入した製品であり、トップシェアを誇っていたが、リーマンショック後に新機種開発を抑制したことや走行速度の自主規制により製品競争力の低下を招き、北米メーカーの台頭を許した。その後2015(平成27)年より、オフロード四輪に再度注力し、「MULE PRO」シリーズや、「TERYX KRX」シリーズを投入、販売の立て直しを図りつつある。PWCは、2000年代に市場の最盛期となり、その後、リー



Ninja 250R



KMB

マンショックにより大きく落ち込んだものの、2015年頃から再度拡大傾向にある。

2019(令和元)年末からの新型コロナウイルス感染拡大により、ソーシャルディスタンスが確保できるアウトドアレジャーとしてオフロード二輪、四輪を中心にパワースポーツ市場、汎用エンジン市場ともに大幅に伸長した。

拠点の状況としては、汎用エンジンを生産していたKMM(Kawasaki Motors Manufacturing Corp., U.S.A.)メアリービル工場において1995年5月にR&Dを設立。急速な円高により、競争力を失いつつあった汎用エンジンに対し、コスト競争力の確保と、顧客のニーズをアジャイルに製品仕様に反映できる体制づくりを図った。当社の芝刈り機用エンジンとしては初となる空冷V型2気筒エンジン「FH500V」を開発、性能の向上とコストダウンに成功し、2009年までに合計10シリーズのエンジンを投入している。

その後、この成功が契機となり、ATV用エンジンも米国開発を進めることとなった。2000年1月、他社の参入により価格競争が激化していたATVの米国現地開発を目指し、KMMリンカーン工場にR&Dを設立した。

### ■ 欧州の市場動向と統合販売会社の設立

当社は欧州各国に販売代理店を置いていたが、EU統合を受けて、それまでの流通経路お

よび販売体制を改め、2000(平成12)年9月、他社に先んじてオランダに欧州統合販売会社KME(Kawasaki Motors Europe N. V.)を設立した。2001年1月には、伊藤忠商事株式会社が保有していたフランス、イタリアの販売会社の株を取得。同年にオランダの部品販売会社を吸収し、イギリス、フランス、ドイツ、イタリア、スウェーデンに支店を設立。さらに、2005年にスペイン支店、2006年にベネルクス支店、2019年にはオーストリア支店を設立した。

設立当初のKMEは目立った統合の効果が表れなかったが、2003年以降、ユーロ高や「Ninja ZX-6R」「ER-6n」「Z750」などのヒット、統合による固定費の削減とバックオフィス機能の集約により販売活動に経営資源を集中させるようになり、好調に利益を上げた。2008年秋の世界的不況によって厳しい経営状態が続いたが、固定費削減やブランディング強化などによる販売が奏功して、2013年以降は市場の回復とも相まって、安定した収益をあげている。

### ■ 新興国の市場動向と生産、販売会社の設立

1997(平成9)年のアジア通貨危機以前、東南アジアを中心とする市場は、モペッドタイプ、および2ストローク小排気量のスポーツタイプが主流であり、当社も「KR150」シリーズなどのスポーツモデルを投入し、各市場で好評を博していた。



リンカーン工場



KME

アジア通貨危機がもたらした不況により、スポーツタイプはもとより、通勤用であるモペッドタイプも市場が急減したが、2000年代に入ると景気の回復とともにスクータータイプの台頭が目立った。

当社は、新興国市場においては業界初となる2気筒250ccエンジンを搭載したNinja 250Rを2008年に投入し、スポーツバイクブームを巻き起こした。これにより、当社のプレミアムブランドとしてのプレゼンスが大きく向上した。また、オフロード市場を切り開くモデルとしてKLX150を導入、その後さらにタイ生産モデルの「Ninja 650」や「Z650」をはじめ、「Z900」など大型スポーツモデルを積極的に導入し、プレミアムブランドとしての地位を確立した。

### タイにKMTを設立

1997(平成9)年12月に4ストロークモデルの生産会社としてKMTを設立、その後、アジア通貨危機で苦境に陥った現地資本主導の合弁会社であったTKM(Thai Kawasaki Motors Co.,Ltd[生産会社])とGKM(Glory Kawasaki Motors Co.,Ltd[販売会社])から、両事業を引き継ぐことになった。タイの調達網を活用しKMTを輸出拠点として整備することを決定。2001年から、「KLR650」等の機種を明石工場から生産移管し、二輪業界で初めて先進国向け中大型モデルの東

南アジア生産を実現した。その後、2007年からはKLR650やNinja 250Rで現調化を進め、コストダウンに取り組んだ。また、2008年には2気筒650ccクラスシリーズの生産移管(EEEプロジェクト)を実施。現在では、明石工場を越える二輪車の一大輸出拠点となっている。

また、2006年にはR&D部門を設立し、スポーツモペッド「Fury」を開発し2008年にフィリピンで発売されるや、一躍、トップセラーとなった。その後もアジアの販売会社を支える機種を開発し、今日では当社の開発の一翼を担う最大規模の海外研究開発拠点に育った。

### マレーシアにMODENASを設立

1990年代に入り、マレーシア政府はナショナルバイク(国民車)プロジェクトを立ち上げた。当社はこれを支援するため、1995(平成7)年8月、地元企業(DRB HICOM)と現地政府系ファンド(カザナ・ナショナル)、日商岩井株式会社と共に4社合弁で二輪車製造会社のMODENAS(Motosikal dan Enjin Nasional Sdn. Bhd.)を設立。翌年2月に工場が完成し、1996年11月から操業を開始、翌年には年間10万台の組立を達成した。

その後、アジア通貨危機が発生し、開発リソースが先進国に振り向けられ、新機種の導入が見送られたこと、また、MODENASが自立経営に移っ



Ninja ZX-6R



Z900

ていったことから、当社との関係が希薄となっていたが、2019年、ふたたび協力関係を強化しようという機運が高まり、当社はMODENASへの出資比率を15%から30%に高め、再スタートを切ることとなった。

### 東南アジア事業の統括組織(アジア総括部)の設立

2005(平成17)年4月、東南アジア市場における二輪車事業の基盤を築くこと、また、アジア地域に先進国向けモデルの低コスト生産、輸出拠点を整備することを目的としてカンパニー内の関連組織を集めてアジア総括部を新設した。アジア総括部は、東南アジアの関係会社を統括、Ninja 250Rをはじめとするプレミアムモデルを導入、また、新機種の開発を推進した。東南アジア事業はプレミアム戦略で大きく拡大し、生産拠点の整備も十分に進み当初の目的を果たしたため、アジア総括部は2009年3月に解散した。

### ブラジルに生産・販売会社KMBを設立

当社が得意とする中大型車分野において、ブラジル市場への進出のため、2007(平成19)年10月、二輪車の生産・販売会社KMBを設立。サンパウロに販売拠点を、マナウスに生産工場を設けた。販売網やアフターサービス体制の整備を急ピッチで進め、継続的に新機種を投入、2011年には年間1万台の販売を達成した。

### インドに二輪車の輸入・販売現地法人IKMを設立

インドの二輪車市場では1984(昭和59)年より現地企業のBajaj社と技術援助契約を締結し、生産から販売までを委託していたが、2010(平成22)年7月、IKM(India Kawasaki Motors Private Limited)を設立して自社での生産・販売を開始、2017年には新工場を建設し、「Ninja 300」をはじめとするモデルのCKD(Complete Knock Down)による自社工場での生産を開始した。また、2018年にはR&D部門を設立。インド市場向けモデルの開発を進めている。

### 中国での二輪車の輸入・販売を開始

経済発展が著しい中国では、当社がターゲットとするレジャーバイク市場の伸長が見込まれた。そこで、2013(平成25)年4月、当社グループの川崎重工管理(上海)有限公司内にモーターサイクル部門(KHS)を設置し、中国における輸入販売拠点とした。

2016年9月には新会社の川崎摩托(上海)有限公司(KMSH)として二輪車事業を独立、2021(令和3)年には年間4万台近くを販売するまでに成長した。

### ベトナムで二輪車の輸入・販売を開始

ベトナムの二輪車市場はアジアで中国、イン



KLR650



IKM

ド、インドネシアに次ぐ規模があり、経済成長に伴い、中・大型二輪車市場も著しい成長が見込まれることから、2019(平成31)年にベトナムで二輪車の輸入販売を行う現地法人KMV(Kawasaki Motors Vietnam Co., Ltd.)を設立、販売を開始した。

## ■ 日本の市場動向とその対応

日本市場では、1980年代後半にレーサーレプリカブームが巻き起こり、市場が大幅に拡大、また1989(平成元)年には、当社「ZEPHYR」を皮切りに、ネイキッドブームが起こった。その後、バブル崩壊とともに市場は縮小を経て低位で安定した。2010年代に入り、レーサーレプリカブームを経験した世代がリターンライダーとして復帰するなど、国内二輪車市場は回復の兆しを見せる。

当社は2008年にNinja 250Rを発売、若者を中心に大ヒットとなり、競合他社も追随するなど、国内軽二輪市場の活性化に大きく貢献した。また、2010年代に入ると、「Z1/Z2」をオマージュした「Z900RS」で大型二輪市場を活性化させた。

国内総販売元のKMJ(株式会社カワサキモーターズジャパン)では、2017年より、販売網の刷新によるブランド価値の向上を目的として、カワサキブランド専門店の全国ネットワーク「PLAZA」を推進。統一された高度なサービスの提供や、CRM(Customer Relationship Management)の活

用による販売力の強化を行った。結果、Z900RS等のヒットモデルに恵まれたこともあり、国内大型車4年連続トップシェアを獲得した。

一方、当社が1950年代半ばに参入した汎用エンジン事業は、2000年代半ば以降、国内農業就労人口の減少と機械の大型化によるディーゼルエンジンシフト、欧州経済危機により販売が大きく落ち込んだ。2020(令和2)年2月、経営資源を北米芝刈り機向けエンジンビジネスに集中するため、三菱重工メイキエンジン株式会社に国内事業を譲渡し、Vツインエンジンを残して撤退した。

## ■ 他社との協業や提携

近年、当社の主力事業であるパワースポーツ事業において、CASE(Connected(コネクティッド)、Autonomous/Automated(自動化)、Shared(シェアリング)、Electric(電動化)の頭文字をつなげたもの)に代表される100年に1度ともいわれる大変革期を迎え、他社との協業、提携の果たす役割は大きくなってきている。当社は、既存提携先との関係をさらに深化させるとともに、分社、独立による機動力の向上を活かし、今後も新たな事業提携を積極的に模索していく。

## ■ スズキ株式会社とのアライアンス

当時、苦戦を強いられていた北米、東南アジア市場でのシェア拡大と、開発投資効率の向上のため



ZEPHYR



PLAZA

め、2001(平成13)年にスズキとアライアンスをスタートさせた。相互OEM供給を実施し、並行して4ストローク250ccのモトクロスサーのエンジンを共同開発するなど、協力関係を築いた。しかしながら、相互OEMが進むにつれて両社製品の差別化が十分でなかったこと等から末端の販売現場での混乱もあり、2005年にアライアンスを解消するに至った。

### 台湾KYMCO社とのパートナーシップ

当社と台湾の二輪車・ATVメーカーであるKYMCO社は、2000(平成12)年より台湾における販売代理店契約を結んでいる。

当社はスズキとのアライアンスを通じて子ども向けATVのOEM供給を受けていたが、2005年12月のスズキとのアライアンス解消に伴い、同年12月にKYMCO社からOEM供給を受ける契約を締結した。製品のOEM供給の開始により、両社の提携関係がより強化され、現在では、ATVの他、SxS(UV)においてもOEM供給を受けている。同社は伸長するオフロード四輪事業において、重要なパートナーとなっている。

2009年9月には、KYMCO社との合弁により中国江蘇省常州市に汎用ガソリンエンジンの生産会社CK&Kを設立。KMMメアリービル工場生産していた汎用エンジン「FJ180V」や、日本・欧州市場向け空冷単気筒エンジンのコストダウン

を目的として明石工場で生産していた各種エンジンをCK&Kへ順次移管した。

### Bimotaとの資本提携

2019(平成31)年にイタリアのBimota社と資本提携を結び、当社製スーパーチャージドエンジンを搭載した「TESI H2」を発表した。2021(令和3)年には、当社製4気筒1,000ccエンジンを搭載した「KB4」を発表し、カワサキモーターズジャパンが日本総輸入元として、Bimota製品の販売・アフターサービスを行う体制も構築した。順次、当社の販売網を利用し、グローバルに販売を行う予定である。

## 3. カワサキモーターズ株式会社の分社独立

2021(令和3)年10月、モーターサイクル&エンジンカンパニーは、変化の激しいパワースポーツ市場において、意思決定のスピードを向上し、市場、顧客に寄り添った製品、サービスを提供することを目的に、新会社「カワサキモーターズ株式会社」として分社独立した。新会社では、独自の「2030年ビジョン」に基づき事業の持続的な成長と、「Good times company」の実現を目指すこととなった。



KYMCOとのOEM供給契約の締結



Bimota KB4

# 2 商品企画と製品

## 1. 二輪車

### 開発機種の変遷

#### 【1990年代後半】

日本では、1980年代のレーサーレプリカブームの後、当社ZEPHYRを皮切りに、ネイキッドブームが到来した。

1997(平成9)年には水冷ネイキッドのフラグシップ「ZRX1100」を、さらに、ネオクラシックカテゴリにおいて「ESTRELLA」、「W650」を発売し、当カテゴリをけん引した。

欧州では、1980年代末頃よりスポーツバイクブームが到来。当社は、レーサーレプリカモデル「ZXR750」を1989年に投入し、その後、1996年に、「Ninja ZX-7R/RR」を投入した。また、スーパースポーツモデル「Ninja ZX-9R」、「Ninja ZX-6R」をそれぞれ1994年、1995年に投入、1998年に両機種ともにモデルチェンジを行い、スポーツ性能に磨きをかけた。

米国では、1995年にクルーザーモデルの「VULCAN800」を、また、翌年には「VULCAN1500」

を投入した。「VULCAN」シリーズは1990年代末～2000年代初頭にかけてさまざまな派生モデルが誕生。幅広い客層に支持された。

#### 【2000年代】

2000(平成12)年に史上最速を目指した「Ninja ZX-12R」、さらにモデルチェンジしたNinja ZX-9RとNinja ZX-6Rのスーパースポーツ3機種により、市場に存在感をアピールした。2003年には、ネイキッドモデル「Z750/Z1000」を投入、大ヒットとなった。2004年には完全新設計のスーパースポーツ「Ninja ZX-10R」を、2006年には「Ninja ZX-14」を発売した。

一方で、ミドルスポーツの領域において、2006年に「ER-6f/6n」を発表、翌年には、マルチパースモデルの「VERSYS 650」を投入した。

また、新興国市場に向け、2002年にフィリピンのトライシクル(乗り合いバイクタクシー)向けモデルの「BARAKO」を投入。定期的に改良を行って、当社の最多年間販売台数を記録するモデルに成長した。2008年には世界戦略車Ninja 250Rを上市、主要市場の北米、日本のみならず東南アジアでも大ヒットした。

その翌年には、オフロードモデルであるKLX150を投入。東南アジアを中心にオフロードブームを巻き起こした。



Ninja ZX-9R



Ninja ZX-12R(ZXT20A)

## 【2010年代前半】

2010年代に入るとマルチパーパスカテゴリが伸張し、当社も2011(平成23)年にVERSYSブランドのフラグシップとなる「VERSYS 1000」を投入した。クラシックカテゴリには「W800」を同年に発表、ネイキッドカテゴリには2012年に「Z800」を、2014年にはモデルチェンジしたZ1000を投入しモデルラインアップを強化した。

また、2014年、量産二輪車として初のスーパーチャージャーを搭載した「Ninja H2/H2R」を発表した。

## 【2010年代後半】

2010年代は電子制御などの先端技術が進んだ時代でもある。スロットルを電子制御化することで、排出ガスの低減への貢献や、トラクションコントロール、オートクルーズ、クイックシフターなどの機能が搭載できるようになり、車体機能ではサスペンションの電子制御化や車体傾斜センサーと連動したコーナリングランプ、多機能TFTメーターの採用などにより、利便性、快適性がより進化していった。

2018(平成30)年に発表したVERSYS 1000はこれらの技術を盛り込んで開発され、以降、これらの技術は多くのモデルに採用されるようになった。

2019年には車両とスマートフォン等の携帯端末を連携するコネクティッド機能を導入。「RIDEOLGY THE APP」として発表した。2021(令和3)年にはクラウドサービスを活用したりリニューアルを実施。2021年10月時点において、12車種、約11万台のコネクティッド対応車を市場に送り出しており、業界随一の展開規模となっている。

2021年には二輪車向け先進運転支援システムARAS(Advanced Rider Assistance System)を国内メーカーで初めて搭載した「Ninja H2 SX/Ninja H2 SX SE」を発表。ACC(Adaptive Cruise Control)、衝突予知警報、死角検知等の機能を導入し、利便性、快適性だけでなく、安全性の向上を図った。

近年では世界各国/地域において、脱炭素化(カーボンニュートラル)に向けた動きが急速に拡大しており、より環境に配慮した製品が求められるようになってきた。当社は次世代に向け、BEV(Battery Electric Vehicle)やHEV(Hybrid Electric Vehicle)の開発を推進している。

## ■ 主な製品

### 【Z1000】

スーパースポーツNinja ZX-9Rのエンジンをベースに、デザインと車体を一新し、アップライトなライディングポジションやアグレッシブなス



VERSYS 1000



Ninja ZX-10R

タイトルを目指して開発。2003年に発売され、スーパーネイキッド市場を確立したモデルとして欧州で人気を博した。

### 【Z750】

人気車種となったZ1000をベースに排気量を下げ、より一層乗りやすさを探求して2003年8月に発売。スーパーネイキッドをミドルクラスでも実現し、ヒットした。2012年には排気量を拡大するとともに、生産地をKMTに移した「Z800」を発表、また、2016年にはさらに排気量を拡大したZ900を発表し、現在も欧州を中心に高い人気を誇っている。

### 【Ninja ZX-10R】

エンジン性能・シミュレーションに本格的にチャレンジし、2004年にデビュー。空力特性解析実用化の先駆けとなった。また、車両の軽量化を図るためマフラーの材質を総チタン製とし、チタンマフラーの量産を実現、クラストップの出力、軽量、最高速度を達成した。2011年にはフルモデルチェンジを実施し、スーパーバイク世界選手権に投入、2013年にチャンピオンを獲得し、2015年から2020年までの6シーズン連続で優勝を飾る等、「サーキット性能No.1」を目指し年々改良が重ねられている。

### 【KX250F】

当社初の4ストロークモトクロス初代モデルとして2003年7月に誕生。スズキと共同開発した唯一の車両であった。

2006年には、当社独自に開発した新型「KX250F」を投入。フレームの材質を鉄からアルミに変更し、軽量化と耐久性の両立を図り、北米市場を中心に非常に高い評価を得た。

### 【ER-6n】【ER-6f】

2008年の欧州スポーツモデル市場でシェア18%を達成するため、ミドルクラスの新機種2タイプを投入し、大型機種へのステップアップを図った。また、他社に先駆けて、フレームコンプ（シャーシ）、エンジン共通化による複数モデルの開発を行い、採算性向上と工数削減を実現した。

2006年に販売を開始すると、コンパクトでスリムな車体とエンジンフィール、斬新なデザイン性が相まって人気車種となり、過去の当社の販売台数を塗り替えて欧州ミドルクラスを席巻した。2008年にKMTに生産を移管し、現在ではZ650/Ninja 650として、ミドルクラス市場において高い評価を受けている。

### 【Ninja 250R】

「GPX250R」のエンジンをベースに部品などを



左上：Z1000、右上：Z750、左下：KX250F、右下：ER-6f



左上：Ninja 400、右上：Ninja 250、  
左下：KLX140、右下：Ninja H2R

一新し、2007年11月に生産を開始した。扱いやすいエンジンとクセのない安定性重視の乗りやすい車体に加え、手頃な価格設定で新興国の顧客にも評価され、全世界でヒットした。その後、競合他社も250ccスポーツバイクを相次いで投入、競争が激化したことから、2013年にモデルチェンジを実施、同時に、排気量を拡大したNinja 300と、ネイキッドスポーツタイプの「Z250/Z300」を導入。新規顧客層のさらなる拡大を図った。また、2018年にはフルモデルチェンジを実施。「Ninja 400/Z400」「Ninja 250/Z250」を市場に投入した。

### 【KLX140／KLX150】

北米のユース(主に15歳以下)向けオフロード専用モデルとしてKLX140を、アジア向けには公道走行可能なオフロードモデルとしてKLX150をそれぞれ開発。エンジンやフレームなどはできるだけ共用した。

KLX150はインドネシアではいまだにクラストップのシェアを維持している。また、2018年には「KLX230」を、2020年には「KLX300」を発売。オフロードモデルのさらなる強化を図っている。

### 【Ninja H2/H2R】

日常では体感することのできない圧倒的な加速感を提供するため過給エンジンを搭載し、2014年に販売を開始した。過給機や空力デバイスなど

既存のモーターサイクルの開発にはない技術要素が必要であったため、航空宇宙カンパニー、ガスタービン・機械カンパニーや技術開発本部の協力を得て、当社グループの技術シナジーを活用した。

Ninja H2の過給エンジンをベースとして、2018年にスポーツツアラーモデルの「Ninja H2 SX」を、2020年にはネイキッドモデルの「Z H2」を投入した。

### 【Z900RS】

900ccクラスの並列4気筒エンジンやティアドロップ型フューエルタンク、当社初となる排気音への造り込みの実施など、往年の名車Z1/Z2への強いこだわりを持って開発されたレトロスポーツモデル。2017年末にデビューすると世界中で人気を博した。2021年には、650cc2気筒エンジンを搭載した「Z650RS」を発表。レトロスポーツモデルのラインアップ拡大を図った。

### 【Ninja ZX-25R】

スムーズで滑らかな回転フィーリングを持つ水冷4ストローク並列4気筒DOHC4バルブエンジンを搭載2020年に販売を開始し、クイックシフターや、トラクションコントロールを採用する等、上級モデル並みの装備を誇り、「Ninja ZX」シリーズならではのファンライディングをライダーに提供している。



Z H2



Z900RS



Ninja ZX-25R

## 2. オフロード四輪(SxS、ATV) &PWC

### 商品企画の変遷

#### ATV

ユーティリティ ATVの「Prairie 400」は1997(平成9)年に当社初となるCVT(無段変速機)を採用し発売。2002年には、V型2気筒エンジンを採用した「Prairie 650」を投入、翌年には初の米国現地開発モデルとしてコスト低減を図った「Prairie 360」を発売した。また、2005年には走行性能をさらに高めた「BRUTE FORCE 750」を発売。今日に至るまでロングセラーを続けている。

ATVの市場は、2004年にピークを迎え、その後、2008年のリーマンショックを境に急激に縮小、SxSに需要が移っていったが、近年では需要の回復が見られる。当社では、KYMCO社とのOEMモデル等を活用し、ATVモデルのラインアップの拡充と、価格競争力の向上を図っている。

#### SxS

北米におけるSxSの市場は1988(昭和63)年に当社が投入した「MULE」が創出した。その後、1999(平成11)年に競合他社が市場に参入し、競

争が激化。2004年に「TRANSシステム」を最大の特徴とした「MULE TRANS 4x4」を生産、シートモード変更可能なフィーチャーが高く評価され、販売増加に貢献した。また、エントリー向けとして「MULE 610 4x4」を2005年に発売、大ヒットとなった。一方、競合他社はスポーツ性能を高めたRUV(レクリエーション・ユーティリティ・ビークル)モデルを投入、市場での人気も高まっていった。当社は、2007年に初となるRUVモデルである「TERYX 750 4x4」を投入した。2011年に、2列4人乗りモデルの「TERYX4 750 4x4」を追加投入。さらに2013年には排気量アップと足回りの改良を行い、オフロード性能を向上させた「TERYX 800」シリーズを導入した。

2014年には、高性能化するユーティリティ市場に対応し、「MULE PRO-FXT」を投入。当社独自のTRANS機構、快適な足回りを備えヒットモデルとなった。

2018年にはKYMCO社(台湾)との共同開発によるUV「MULE PRO-MX」の販売を開始し、オフロード四輪事業強化を進めた。また、2019(令和元)年に完全新設計のスポーツモデルの「TERYX KRX 1000」を投入、最上のトレイルモデルとして好評を博した。

#### PWC

PWCは当社が1973(昭和48)年に「ジェットス



Prairie 400



MULE 610 4x4



JET SKI ULTRA 250X

キー®)として初めて投入し、市場を創出した。当初は立ち乗りタイプが主流であったが、その後座って乗るランナバウトタイプが主流となった。

2000年代前半には、環境性能に配慮し、市場は2ストロークエンジンから4ストロークエンジンに推移し、2003(平成15)年に当社初の4ストロークモデルである「STX-12F」を発売した。

一方で、2006年に初の過給機モデルである「ULTRA 250X」を投入した。2009年には「ULTRA 260X」を、2011年には「ULTRA 300X」を、2014年には「ULTRA 310LX」を発表。2017年にはジェットスキー®の原点である立ち乗りモデルに対する根強いファンの要望に応じ、4ストロークエンジン搭載の立ち乗りモデル「SX-R」を開発。2020(令和2)年には「STX-15F」から16年ぶりのフルモデルチェンジとなる「STX160」を発表し、エントリーモデルの近代化を実施した。また、2022年にはフラグシップである「ULTRA 310」シリーズのフルモデルチェンジを行った。

## ■主な製品<ATV：四輪バギー車>

### 「Prairie 650」

「Fun to Rideの追求」「快適性」「安全性」を基本方針に開発し、2001年4月から生産を開始した。ATVとしては当社初となるV型2気筒エンジンを採用し、後に販売される「TERYX」シリー

ズへ受け継がれるパワーユニットとなる。競合車を上回るパワー感や優れた操安性などが評価され、アメリカのメジャーATV雑誌で“The New King”と紹介された。2005年には排気量をアップするとともに、四輪独立懸架方式として走行性能を向上させた「BRUTE FORCE 750」となり、2008年のFI(電子制御燃料噴射)化を経て、現在に至っている。

## ■主な製品<SxS：サイドバイサイド>

SxSはユーティリティUV・レクリエーションUVを含む総称

### 「MULE 3010 TRANS 4x4」

ユーティリティ分野における経営基盤の強化を目指して開発し、2004年11月から生産を開始した。当社独自のTRANSシステムを採用した初代モデルで、新市場形成の契機となった。2009年にFI化と同時に、「MULE 4010 TRANS 4x4」としてモデルチェンジ、現在も販売されている

### 「TERYX 750 4X4」

2007年11月に生産を開始。成長が著しいRUVのカテゴリーに、競争力の高い製品として新規投入した。

その後も改良を重ね、2009年にFI化、2014年には排気量を拡大し、800ccとし走行性能を向上。また、2021年にはサスペンションの改良と、



左上：Prairie 650、右上：BRUTE FORCE 750、  
左下：MULE 4010 TRANS 4x4、右下：TERYX S

MULE PRO-FX

TERYX KRX 1000

ワイドトレッド化した「TERYX S」を投入。カワサキブランドのレクリエーションモデルとしてアメリカ市場に定着した。

### 【MULE PRO-FX】シリーズ

従来のMULEの特長を継承しつつ、最高速アップの要求に応えるため開発に着手。「MULE PRO-FXT/FX/FXR」の3モデルで構成され、MULE PRO-FXTについては、トランス機構の構造を大幅に見直し、1人が車両の周りを1往復すれば1分で変換できる「1:1:1」を開発コンセプトにした。また、ディーゼルエンジンを搭載した「MULE PRO-DX」シリーズも同時にラインアップ。幅広い要望に応じている。

### 【TERYX KRX 1000】

コンセプトは“MASTER OF THE WOODS AND ROCK TRAILS”、エンジン・シャーシともに完全新規とし、究極のトレイルスポーツモデルを目指して開発を進めた。アメリカの専門雑誌でSxSオブザイヤーを獲得し、トレイルコンセプトモデルとして高い評価を受けた。

## ■ 主な製品<PWC：ジェットスキー®>

### 【STX-12F】

ジェットスキー®の主要市場であるアメリカに

において、EPA※1やCARB※2の排出ガス規制をクリアするため、当社初の4ストロークエンジンを搭載、2003年1月より生産を開始した。2004年に排気量を拡大、運動性能を向上させたSTX-15Fにモデルチェンジを行い、2020年にはSTX160にフルモデルチェンジし現在に至っている。

※1 アメリカ合衆国環境保護庁

※2 カリフォルニア州大気資源局

### 【ULTRA】シリーズ

環境適合性を満足しつつ2ストロークのドライバビリティ(加速性能およびレスポンス)を超えた、4ストローク・スーパーチャージャー過給エンジンを搭載した大型3人乗りのジェットスキー®。当社初のスーパーチャージャー搭載モデルとして2006年12月に生産を開始した。その後も出力を向上させ、2013年にはPWC最強出力を誇る「ULTRA 310」として量産を開始。同時にPWC史上初となるオーディオシステム「JETSOUND」を採用した。2022年に全面的に再開発。意匠面や当社初となる電子制御リバースなどの装備の大幅改良を実施し、新しいカワサキのフラグシップとして市場投入した。



JET SKI STX160



JET SKI ULTRA 310LX

### 3. 汎用エンジン

#### 商品企画の変遷

汎用エンジンのビジネスは受注型ビジネスとして顧客企業の要望を受けて開発するスタイルが主流であったが、多様化する市場の声や将来の製品トレンドを見据えた提案型のビジネスへの移行を進めてきた。2012(平成24)年、汎用エンジン企画部門を主体とするプロジェクトチームが発足し、アメリカをはじめ、各地域で製品戦略会議を実施。会議では、顧客ニーズや市況を営業、開発、生産部門で共有しながら議論を重ね、当社主体による中長期開発計画策定に取り組むための土台づくりを行った。

開発プロセスもモーターサイクルを模範にトライアンドエラーを繰り返しながら、汎用エンジンビジネスに適した独自のものを構築。FI化や省燃費競争、厳格化する環境規制への適合、さらには脱炭素化に向けた動きへの対応など激化する製品競争の現場で業界をリードすべく、製品戦略に一層注力している。

#### 主な製品<4ストロークエンジン>

##### [FH500V]

KMMメアリービル工場生産していた芝刈機



FH500V-EFI

用エンジンは、日本からの調達部品が多く、90年代前半の円高により収益が悪化していた。また作業機の大型化によりさらなる高出力化が進むことが予測され、空冷V型2気筒のエンジンを開発した。

1997年11月に生産を開始し、アメリカ内の調達率を高めてコスト低減を図った。競争力のある価格と優れた性能により市場では広く採用され、一躍当社の地位を高めることに成功した。

##### [FX730V]

KMMメアリービル工場のR&Dが設計し、日本がエンジン単体でのキャブセッティングや性能および各種試験評価を担当するなど日米開発拠点の連携により生まれたモデルとして2008年11月に生産を開始した。

##### [FS730V-EFI]

他社に先駆けて電子制御スロットルを標準装備し、作業機とエンジンの通信を容易に行えるよう、CAN(Controller Area Network)通信が可能なECUを採用、2016年に生産を開始した。この開発を通じてFIシステムの基盤技術を確立し、当社製FI仕様の本格的なシリーズ化を実現した。



FX1000V

## 「FX1000V」

乗用芝刈機の大型化が進んだ2000年代、各社が1,000ccクラスのフラッグシップモデルを投入した。後発の当社には他社モデルとの差別化が求められたため、吸気2バルブ排気1バルブの6バルブV-TWINエンジンを開発し、2006年から生産を開始した。市場からはその高い性能と耐久性が高く評価され、業界トップシェアを誇る当社の地位を一層押し上げることとなった。

## ■ 主な製品<2ストロークエンジン>

### 「TJ-E」シリーズ

刈払機などの小型携帯農機用エンジンとして2007年から2012年にかけて23ccから53ccのエンジンをシリーズで投入、高い出力と優れた環境性能を高次元で両立し、市場から高い評価を得た。

# 3 技術と生産

## 1. 研究開発

### 排出ガス規制適合技術開発

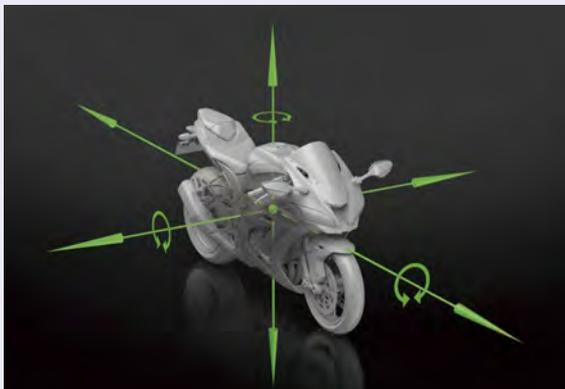
1999(平成11)年に導入されたEU統一の排出ガス規制は、段階的に強化され、2020(令和2)年の「Euro5」ではモーターサイクルも乗用車と同等レベルになり、当社では、排出ガス規制に適合する技術開発を逐次進めた。

1999年の「Euro2」に対しては、2次エアシステムや、酸化触媒の適用によってクリアした。2006年の「Euro3」では、電子制御燃料噴射システム(EFIシステム)の導入や、三元触媒を新たに採用した。2016年の「Euro4」には、最新の電子制御技術を活用した高速かつ精緻な燃料制御の開発で適合した。

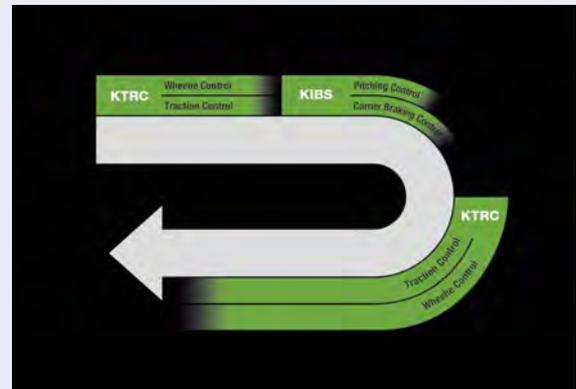
今後、EUにおいて、より強化された規制である「EURO5+」が施行される予定となっており、これまで培ってきたエンジンマネジメント技術を用いて順次対応していく。

### 3D CADと解析

1998(平成10)年、3D CADの本格導入が始



IMU(慣性計測装置)



KCMF(カワサキコーナリングマネジメントファンクション)

まり、設計の基本ツールとして定着していった。また、CAE(Computer Aided Engineering)の導入により、フレームの剛性解析、各 부품の強度解析、カムシャシ耐久解析、全車CFD(Computational Fluid Dynamics)解析、クランクケース強度解析、四輪安定性解析などの技術確立した。2009年からPDM(Product Data Management)システムを導入し、2012年以降の新規開発機種では全部品の3Dデータ化を達成。2017年から海外のR&DにもPDMシステムを展開した。3D CADの導入によって開発期間を短縮できたほか、コンカレントエンジニアリング、開発のフロントローディング、設計支援CAEなどにつながった。

### 情報システムの進展

1990年代後半、各人の業務の効率化を目的として、従来の専用端末から一人一台パソコンを貸与へ方針変更し、Word/Excelや電子メールの普及も図られた。

2000年代は、グローバルなネットワーク網の構築が可能になり、海外拠点との情報のやり取りが容易となった。ネットワーク網を構築し、拠点間情報連携を開始するとともに、拠点毎に生産管理システムや補給部品管理システムの導入展開が図られた。

2010年代中頃からは、全体最適の観点から

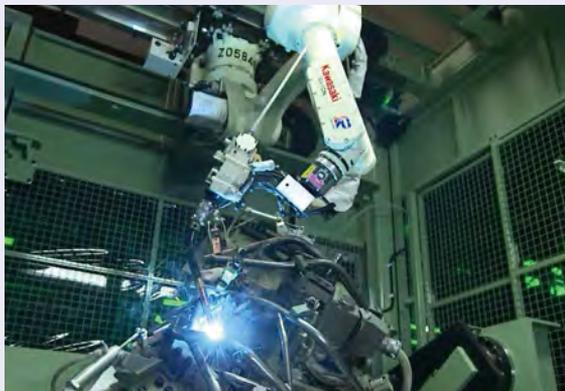
One Kawasakiの思想のもと、グローバルにオペレーションを統一することによる業務効率化、拠点毎に必要となる情報システム投資を削減すべく、販売と生産拠点向けのプレートシステムの開発を始め、順次世界展開をしている。さらには、顧客へのサービス向上の施策として、バイクとつながるシステムKVCS(故障診断システム)やRIDEOLGY THE APP(コネクテッドアプリ)の開発を進め、デジタル社会化やビジネス環境の変化に対応し、情報システムのグローバルでの活動と、それに伴うグローバル人材の育成および業務統制を推進している。

## 2. 生産技術

### 10軸制御ロボット溶接とレーザー仕上げによる溶接ビード外観の向上

プレミアムブランドとして、フラグシップモデルにふさわしい高い質感と究極の機能美を持つモーターサイクルのフレーム製作を目指した。

高い質感を表現するために、10軸制御ロボット溶接装置や、レーザー仕上げ装置など新たな技術の導入に加え、従来の生産技術を深化させる取り組みを実施した。これにより溶接外観品質が飛躍的に向上した。



10軸制御ロボット溶接装置



レーザー仕上げ装置

## 過給機部品の加工

二輪車の特性および機種に合わせた独自のスーパーチャージャーを生産するためには、過給機部品を自社で開発し、それをコア技術として保持すべきと判断し、2012(平成24)年にその内製化を決定した。

加工テストを繰り返し、設備・工法・刃具の選定を行うとともに、緻密な工程設計により、エンジン性能に大きな影響を与える寸法の安定化を実現し、2014年10月から量産を開始した。試作段階からインペラの加工対応を行うことで、試作サイクルの短縮にも貢献した。

## Ni-P-SiCの複合めっき(T処理)の開発

1997(平成9)年から複合めっき(Ni-P-SiC)の社内開発・生産に着手し、ライナーレス化による軽量化を実現した。めっき液の開発からスタートし、実機での試作・評価を経て、量産設備の設計・制作に至るすべてのプロセスに取り組んだ。社内ではこれを「T処理」と呼称した。

## 樹脂塗装ラインの立ち上げ

二輪車の外装に用いられる樹脂部品には高い外観品質が求められる。そのため、樹脂塗装ラインの工程を自動化・省人化した新工場を建設し、2009(平成21)年3月から生産を開始した。新樹脂

塗装工場は、徹底したゴミ対策により塗装不良を大幅に削減し、コストダウン、省人化に貢献した。

## 高性能・高品質を支える生産技術(Ninja H2 銀鏡塗装)

「高級感のある次世代意匠塗装の実現」をコンセプトに、車体の造形美を際立たせる新たな表面処理の開発を計画。鏡の製造やめっき加工に古くから用いられている銀鏡反応に着目し、2013(平成25)年4月、銀鏡塗装の開発に着手した。銀鏡塗装はほとんどが手作業で行われ量産車への採用実績もないため、失敗を重ねながら幾度もチャレンジ。

銀鏡塗装の量産化は世界初であり、従来の金属調塗装をはるかに超えた美しい色調を実現。重厚感やハイライトとシェードでの極端な陰影の差を表現し、Ninja H2/H2Rの造形美を強調することができた。

## 高性能・高品質を支える生産技術(Ninja H2 車体組立)

独自性と革新性を追求したモデルのNinjaブランドをプレミアム化し、欧州ブランドから顧客を取り戻すことを目的に、Ninja H2専用の車体組立職場の構築に取り組んだ。品質を確保するため、作業支援システムをはじめ、AGV(無人搬送車)を用いたストップ&ゴー方式の組立台車と、



新樹脂塗装工場のロボットによる塗装現場



銀鏡塗装を採用したNinja H2

作業姿勢を一定にできる昇降機能付組立台車を導入。太陽光と同等の見え方となるように照明の組み合わせも工夫し、2014(平成26)年11月から生産を開始した。

## 4 各種レース

### 1.モトクロスレース

モトクロスレースでは、リッキー・カーマイケルが「KX250-SR」で、2000(平成12)年・2001年のAMAモトクロス選手権250クラス、2001年のAMAスーパークロス選手権250クラスでチャンピオンを獲得。1997年のジェフ・エミッグ以来のAMAチャンピオンとなった。ジェームス・スチュワートは、2007年のAMAスーパークロス選手権、2008年のAMAモトクロス選手権を制した。「KX450F」を投入後、初のAMAチャンピオン獲得であった。

スーパークロス・ライツやモトクロス・ライツでKX250Fを駆ってチャンピオンとなったライアン・ピロポートは、2009年から450クラスにステップアップ。KX450Fで2011年からAMAスーパークロス4連覇というカワサキ初の快挙を達成し

た。また、2011年と2013年のAMAモトクロス選手権も制するなど、その強さを改めて印象付けた。その後、AMAモトクロスではイーライ・トマックが2017年、2018年とチャンピオンを獲得、「KX450」を投入した2019(令和元)年も圧倒的な強さで3連覇を果たした。2020年には、AMAスーパークロス選手権チャンピオン、マニファクチャラーズタイトルも獲得している。

### 2.ロードレース

2000(平成12)年の全日本ロードレーススーパーバイククラスでは、井筒仁康が「Ninja ZX-7RR」で年間5勝を挙げてチャンピオンを獲得した。これは、カワサキにとって、1993年以来の全日本最高峰クラスタイトルであった。

2002年、レギュレーションが大幅に変更になり4ストローク車が主体となったロードレース世界選手権の最高峰・MotoGPクラスが発足したことにより、4ストローク車を得意とするカワサキは20年ぶりに復帰した。2003～2008年まで、中国GP(2005年)、オランダGP(2006年)、日本GP(2007年)で2位の成績を残した。

MotoGP撤退後、2010年代に入り市販車レースへと戦いの場を移したカワサキのマシンが快進撃を見せる。2013年、トム・サイクスがスーパーバイク世界選手権チャンピオンを獲得。参戦機種



ライアン・ピロポート



ジョナサン・レイ

のNinja ZX-10Rは2011年にフルモデルチェンジ後、3年目のシーズンにして初のタイトルとなった。さらに、同選手権でジョナサン・レイが2015～2020年まで6年連続でチャンピオンを獲得。マニュファクチャラーズタイトルも6連覇しており、これは同選手権史上初の快挙である。2017年には第6戦のドニントンパークで同選手権通算100勝をカワサキにもたらした。

さらに、2019(令和元)年の鈴鹿8時間耐久ロードレースでは、ジョナサン・レイを擁するKawasaki Racing Teamが26年ぶりの優勝を飾った。また、この大会が最終戦となった2018-2019シーズンの世界耐久選手権で、Team SRC Kawasaki Franceが年間チャンピオンを獲得した。

2017年に新設されたスーパースポーツ300世界選手権では、2年目の2018年にNinja 400を駆るアナ・カラスコがタイトルを獲得。FIM選手権史上初の女性レース勝者、女性年間チャンピオンになった。

## 5 製造工場・関係会社

### 1. 製造工場

当社はグローバルに生産・販売を行っており、アジア、北米を中心とした製造拠点を有している。なかでも、明石工場、KMT(タイ)、KMMリンカーン工場(米国)の3工場を主力工場として位置付けており、明石工場は高度な技術力を要する、4気筒エンジン等の高付加価値二輪車の生産工場、KMTはミドルクラスの二輪車生産工場、KMMリンカーン工場は、ATV、SxS、PWCの生産工場として、それぞれの役割を担っている。

その他生産拠点は主に自国向けモデルの生産を行っている。

#### 明石工場

当事業のマザーファクトリーである明石工場は、本社機能として世界各地の拠点を統括するとともに、製品開発業務、中大型車を中心とした二輪車の生産、各生産拠点へのノックダウン部品の供給を担っている。また、近傍には加古川工場を構え、アルミ鋳造部品を生産している。

明石工場は、KMTの実力が向上するにつれ、低価格機種を中心に生産を移管し、高付加価値モデ



Team SRC Kawasaki France、2018-2019シーズンの世界耐久選手権年間チャンピオン



明石工場の二輪車生産現場

ルへとシフトした。

一方、国内外の農機具メーカーなどにOEM供給してきた汎用エンジンも例外ではなく、農機市場の縮小や、価格競争の激化に伴い、明石工場で生産していたエンジンを中国の合弁会社CK&Kに順次移管し、2014(平成26)年にすべての汎用エンジンの生産を終了した。

## 2. 海外の生産拠点

### 米国・メキシコ

海外にある当事業の生産拠点のパイオニアであるアメリカKMMのリンカーン工場では、1975(昭和50)年に二輪車の量産を開始し、その後、ジェットスキー<sup>®</sup>やATV、SxSなども生産している。2000(平成12)年にR&Dを設立し、翌年に車両工場を開設、2017年には航空機用部品の製造ラインが稼働するなど、業容の拡大を図っている。

KMMでは1989年にメアリービル工場を開設し、汎用エンジンやATV用エンジンを生産。現地採用の技術スタッフを育成しながら芝刈機用エンジンを開発し、その後も多くのエンジンを市場に投入している。また、汎用エンジン向け工場としてブーンビル工場を新設、2022(令和4)年より稼働する予定である。

また、旺盛なオフロード四輪の需要に対応する

ため、メキシコにKMX(Kawasaki Motores de México S.A. de C.V.)を新設した。2023年よりオフロード四輪、PWCの生産を開始する。

### 新興国

新興国における生産拠点づくりは、現地企業との技術提携により推進した。1968(昭和43)年6月、フィリピンの現地企業と合弁会社を設立して二輪車の生産・販売体制を確立、1996(平成8)年にそれまでの現地合弁会社を子会社化しKMPC(Kawasaki Motors (Phils.) Corporation)を設立した。マレーシアでは、1988年8月に合弁のKMSB(Kawasaki Motors (Malaysia) Sdn. Bhd.)を設立し、二輪車の生産・販売を行っている。1994年2月には、インドネシアに現地資本と合弁でKMI(PT. Kawasaki Motor Indonesia)を設立し、現地向けモデルを中心に生産を行っている。

1995年8月、マレーシア政府からの強い要請により、二輪車製造の合弁会社MODENASを設立した。1997年12月にはタイにKMTを設立。前述の通り、明石工場で生産していた中大型モデルを生産移管し、明石工場を超える生産台数を誇るまでに成長した。

南米のブラジルでは、2007年10月に二輪車の生産・販売会社KMBを設立。マナウスに工場を新設し、2009年10月から生産を開始した。生産台数ではタイや日本に及ばないものの、生産機種数は最も



加古川工場



メアリービル工場

多く18モデルの生産を続けている。

2009年9月、初の中国現地法人として台湾 KYMCO社との合弁によりCK&K設立し、カワサキブランドの汎用エンジンの製造・販売を開始した。

インドでは2010年7月にIKMを設立し、「Ninja」シリーズなどの生産を開始。2018年1月にはR&Dを開設した。

## 6 モーターサイクル&エンジン事業の将来展望

### 1. グループビジョン2030におけるモーターサイクル&エンジン事業のビジョン

「モーションコントロール&モータービークル」事業グループとして、モーターサイクル&エンジン事業のなかで培ってきたエンジン・車体走行技術を活かし、交通弱者を含めた、多種多様な顧客ニーズに寄り添った、全く新しいパーソナルモビリティを開発することで、誰もが安全に、環境にやさしく移動できる社会を実現する。また、他の川崎重工グループの技術と組み合わせることで、輸送システムの自律化に取り組み、物流業界の人手不足の解消や安全性の向上、作業の効率化を目指す。

### 2. モーターサイクル&エンジン事業の中期的な取り組み

事業の持続的な成長を目指し、2017(平成29)年にモーターサイクル&エンジン事業独自の長期経営方針2030年ビジョンを策定。2025年に売上高5,000~7,000億円、2030年に7,000億円~1兆円達成を目標に掲げた。また、2021(令和3)年10月1日付けで、モーターサイクル&エンジン事業



新設するメキシコ工場



KMPC



KMI

は、カワサキモーターズ株式会社として分社、独立。新会社の設立を通じて、自律的な事業運営体制を確立することにより、スピード感のある経営を遂行し、新たなライフスタイルの提案など、顧客に密着した製品・サービスの提供を通じて、さらに強固なブランドの構築と、事業の持続的成長を目指すこととした。

新会社のビジョンを「高付加価値のパワースポーツおよびパワーユニット領域のリーディングプレイヤーとして持続的に成長する会社」と定義し、「伝統と革新を体現する、独自かつ高付加価値の製品を実現できる開発、生産、調達、品質保証能力」、「それらの製品を顧客価値すなわち、ブランドや販売につなげていく営業、マーケティング力」、「他社との提携や協業」の3点をビジョン達成のためのコアコンピタンスとして設定した。

今後は、これまで築いてきた伝統のブランドにさらに磨きをかけるとともに、業界をリードする革新的な製品の投入を進めていく。またカーボンニュートラル(CN)の実現に向け、研究中のBEV/HEV二輪車、オフロード四輪車の早期量産化に取り組むとともに、CNの実現とカワサキの走りの楽しさへの哲学(=RIDEOLOGY)の両立を目指し、電動化だけでなく、水素直噴エンジンやe-fuel、バイオ燃料など、あらゆる技術オプションを視野に入れ、研究開発を推進していく。新会社設立に伴って開催された事業方針説明会では、

二輪車では2025年までに10機種以上のBEV/HEVモデルの導入と、2035年までに先進国向け主要機種の電動化(BEV/HEV)を完了すること、またオフロード四輪でもBEV/HEVの早期開発と、2025年までに5機種以上の電動モデルを市場に投入することを目標として対外発表した。

これら革新的な製品の投入を通し、持続的な成長を加速させ、2030年ビジョンを早期に達成するとともに、カワサキブランドのさらなる強化を図ることで、川崎重工グループ唯一のB to C事業としてグループ全体のブランドをけん引していく。



開発中のBEVモーターサイクル



開発中のHEVモーターサイクル

# 本社研究開発部門



# 1 研究開発体制

## 1. 本社研究開発組織の変遷と現状

### 組織の変遷

本社部門の研究開発組織の歴史は、1948(昭和23)年9月、艦船工場(現・神戸工場)に設置された技術研究室にまで遡る。1957年には技術研究所に改組され、1967年に技術開発部となり、現在の技術開発本部のように、研究部門をその中に持ち、事業部の技術開発を統括する部署となる。1975年には技術本部(1977年、技術開発本部に改称)となり、しばらくこの体制が続くが、1992(平成4)年には大幅な組織の再編成が実施され、新たに技術総括本部を設立。従来の技術開発本部、明石技術研究所、岐阜技術研究所、(本社)生産技術部の4部門を統合し、新たに溶接加工研究所と生産技術開発センター、システム技術開発センターを本部内に設けた。

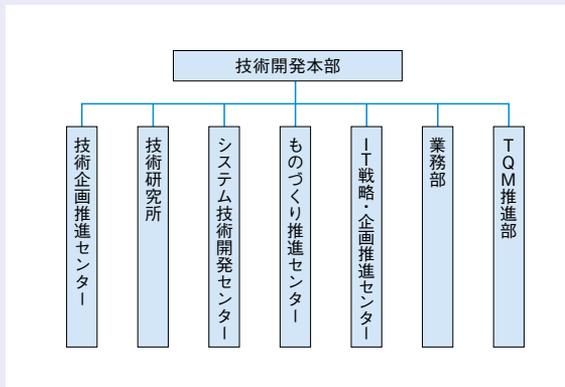
1995年2月には関東地区を拠点とする関東技術研究所が業務を開始し、同年10月には、情報システム室を情報システムセンターと改称して技術総括本部に編入し、システム技術開発センターを電子・制御技術開発センターと改称した。このよう

にして、技術総括本部は企画室、開発室、品証推進部、3技術研究所(明石、岐阜、関東)、3センター(生産技術開発、電子・制御技術開発、情報システム)からなる本社の研究開発組織として再編成された。

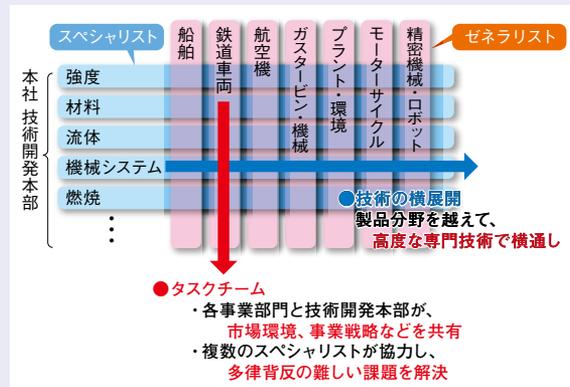
2001年にはいったん技術企画部、技術研究所、システム技術開発センターからなる技術本部へと集約されたが、2003年には技術開発本部となり、現在まで続く体制がスタート。技術開発本部は当初、技術研究所とシステム開発センターの2部門だったが、2004年に知的財産部を、2008年にはものづくり推進部を、2009年に技術企画推進センターを加え、近年では2015年に水素チェーン開発センター、2017年にKPS推進部、2018年にIT戦略・企画推進センター、2019(令和元)年にTQM推進部を本部内に新設し、体制が拡充された。なお、水素チェーン開発センターは2021年4月に水素戦略本部となり、社長直轄の部署として技術開発本部から独立した。

### 研究開発方針とグループ間連携

研究開発においては、その時々ニーズに応える各カンパニーの新製品・新事業開発に加え、将来の新製品・新事業の創出に向けた活動と、両者を実現するための基盤技術の育成・強化が必要となる。そのベースとなっているのが2005(平成17)年からスタートした、技術開発本部が保有する多種多様な基盤技術を最適な形で新製品・新事



技術開発本部の体制(2021年4月現在)



マトリクス運営概念図

業の開発に反映させる「マトリクス運営」である。具体的には、技術開発部門のさまざまな分野の専門家と、各事業部門の技術者がプロジェクトチームを組んで課題を共有し、常に全体最適を目指す。

開発技術を横展開し、シナジー効果を生み出すことも重要な取り組みの一つで、各事業部門が保有する技術的なコア・コンピタンスを技術開発部門が仲介して他の事業部門の製品に活用することで、技術の多面的な展開を可能としている。代表的な製品に「グリーンガスエンジン」や「Ninja H2R / Ninja H2」などがある。

マトリクス運営に限らず、開発プロセスでの人材交流や、定期的に開催される技術交流会などにより、事業戦略・市場環境・課題は技術者に共有される。また、グループ各社の技術部門のトップが集い、重要な開発案件の推進や品質向上を目指して技術会議などを開催している。

## 2 研究開発成果

### 1. 事業部門と一体となった 新製品・新事業開発

研究開発組織では、事業部門と一体となって新

製品や新事業の開発を行っている。以下、1997(平成9)年以降の主な成果を時系列で紹介する。

#### 衝突・衝撃シミュレーション技術のニューヨーク市地下鉄「R142A」への適用(1997年)

顧客から求められた、乗務員および乗客の安全確保のため居住区(運転席、客室)に有害な変形を及ぼさずに、衝突エネルギー1MJ(20km/hr程度の衝突)を車体で吸収すること、などの耐衝突性能を実現するために、衝突解析ソフトLS-DYNAによるエネルギー吸収構造のシミュレーションを実施。車両先頭部の床構造(端台枠)にエネルギーを吸収する構造を開発した。

部分車両による数度の圧壊試験を経て、1999(平成11)年1月、米国コロラド州のTTCI (Transportation Technology Center Inc.) で、剛壁に車両1両を衝突させる日本企業初の衝突試験を実施。耐衝突性構造の妥当性および解析精度が確認され、R142Aへの採用が決定。以降、当社の耐衝突性構造車両は車両1両での衝突試験を免除されている。

#### 初のオイルマネジメント技術、航空エンジンへの適用(1998年)

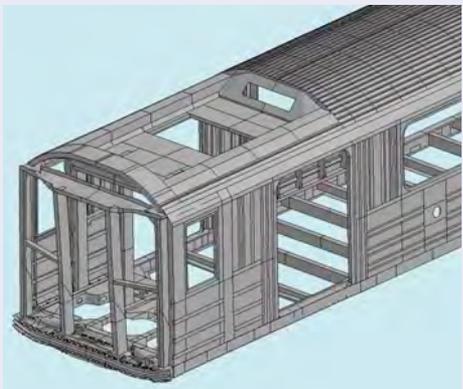
空気・油の気液二相流解析技術を開発し、船舶(大型オイルタンカー、大型・小型LNG船)に適用した。以降、2002(平成14)年にはモーター



グリーンガスエンジン



Ninja H2R



衝突解析ソフトLS-DYNAによるエネルギー吸収構造のシミュレーション

サイクル(スーパースポーツZX-10R)に、さらに2012年には、オープンローターエンジン用2万馬力の試作遊星ギヤボックスに適用され、世界最高水準の伝達効率を達成。2019(令和元)年には、航空エンジン用の高効率ギヤボックスに適用された。

航空エンジン用の高効率ギヤボックスは、2007年にカンパニーと共同で参画した経済産業省プロジェクト「航空用ギヤシステムの空気・油の二相流解析技術開発」をベースとし、東京大学の渡辺紀徳教授、姫野武洋教授、および井上智博助教(現・九州大学准教授)らの協力を得て技術を確立したものである。

#### 機電一体技術のMAGターボへの適用(2004年)

2004(平成16)年に、曝気用プロア「MAGターボ」の改良型の開発に着手。2006年には製品化を完了し、シェア50%を越すヒット商品となった。

モータの開発は、回転機械のノウハウを持つ空力機械部をはじめ、技術開発本部の技術研究所、システム技術開発センターが共同で推進。高周波駆動用のインバータは、システム技術開発センター、川重テクノサービス株式会社(現・川重テクノロジー株式会社)が設計・製造を担当する“オールカワサキ体制”でスタート。モータには効率のよい永久磁石方式を採用し、高速回転による遠心力に耐えるためリング内に磁石を挿入する方式を採用。その結果生じるリング表面での渦電流

損を低減するためにインターリーブ式のインバータを開発するなど、機械と電気を一体で開発する体制(機電一体)で困難な技術課題をクリアした。

#### センシング技術の台湾高速鉄道車両への適用(2007年)

高速車両では、日本で初めての海外輸出となる台湾高速鉄道向け700T型用に、高速車両の“だ行動”等をリアルタイムで監視し、車両の安全・安定走行への信頼性を飛躍的に向上させる鉄道車両用センサシステムを開発した。対象物の動きなどの物理量を数値化する「センシング」と、その数値を加工して有益な情報として取り出す「判定アルゴリズム」の二つをキーとして開発を進め、走行試験では想定をはるかに上回るサージ電流による故障などのアクシデントが発生したが、構造部材の見直しや絶縁耐性の強化を行い、2007(平成19)年1月の営業運転開始に漕ぎ着けた。

#### ガスタービン遠隔監視システムにIoT、AI技術を導入(2015年)

当社は、1988(昭和63)年より、明石工場内にある遠隔監視センターで顧客先のガスタービンコージェネレーションシステムを毎日24時間監視する遠隔監視システム「テクノネット」を運用しているが、2015(平成27)年から2016年にかけて、IoT、AI技術を採り入れ、予兆診断機能などの機能の高度化を実現した。これにより、従来、



空気・油の気液二相流解析技術によるモーターサイクルオイルパン解析



スーパースポーツ ZX-10R



航空エンジン用高効率ギヤボックス解析

通常運用時は1時間毎だったデータ収集が1分間毎で可能となり診断精度が向上。より効率的なメンテナンスが行えるだけでなく、診断に基づいて、故障による停止の前に問題を解決することが可能となった。

### AIを活用した次世代モーターサイクルの開発に着手(2016年)

2016(平成28)年、AIやICT技術を活用し、ライダーの話す言葉を通じて意思疎通でき、ライダーと共に成長する次世代のモーターサイクルの開発に着手。走行データを収集・解析し、魅力的なライディングへのアドバイスができるものを目指した。

開発は、走行中に音声による操作や情報取得を可能にするシステム構築からスタート。2017年度には走行可能な車両を試作し、スマートフォンに実装した専用アプリケーションによってライダーとAIによる音声会話を実現。リリース後も機能がアップデートできる設計とした。走行データを収集する仕組みは、モーターサイクル&エンジンカンパニー情報システム部門と共同開発。2018年度末からは、エンドユーザーが先行して体験、評価できるスモールスタートアプリの開発を進め、2020(令和2)年度より国内ライダーに期間限定で配布された。

### Ninja H2R / Ninja H2用過給エンジン(2015年)

2015(平成27)年、モーターサイクルに対する顧客の多様な要望に応え、圧倒的な加速力を実現した「Ninja H2R」および「Ninja H2」が上市された。

これに搭載されたのが、量産二輪車として世界で初めて機械駆動遠心式過給機(スーパーチャージャー)を備えたエンジン(998cm<sup>3</sup>-4気筒)である。

開発に当たっては、「過給機技術」・「異常燃焼を抑制するエンジン燃焼技術」など当社の総合力を投入することで、テクノロジーの頂点を目指した。

スーパーチャージャーは、当社のガスタービン技術に基づいて、モーターサイクルのエンジン特性に照準を合わせて専用設計・開発を行い、圧縮効率が高く、高効率領域が広い回転数にわたり存在するという特性を実現した。また、高出力時に発生するノッキングの抑制には、世界最高の発電効率を誇るガスエンジンの技術を応用した。

さらに、エンジンとスーパーチャージャーを同時に自社開発することで、高度なマッチングを実現し、エンジンの広い運転領域でスーパーチャージャーの高効率領域を使用することに成功した。これによって、吸入空気温度の上昇を抑制し、インタークーラーを不要とする軽量でコンパクトなモーターサイクルを実現した。

ちなみに、2020(令和2)年度には、過給エンジ



遠隔監視システム「テクノネット」



Ninja H2シリーズ用過給エンジン

ンの開発に携わった技術者が、「高出力低燃費を実現した大型二輪車用過給エンジンの開発」の業績において、「令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 開発部門」を受賞した。

### CO<sub>2</sub>分離回収システム(2020年)

当社は、2015(平成27)年度から公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)と経済産業省の委託事業「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」(2018年度からは国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)に移管)において、固体吸収材とKCC(Kawasaki CO<sub>2</sub> Capture)移動層システムの技術開発を明石工場内のベンチスケール試験設備を用いて実施し、省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システムの実用化に向けた取り組みを進めてきた。

2020(令和2)年度にNEDO委託事業である「CCUS研究開発・実証関連事業／CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発／先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究」に採択され、関西電力株式会社協力のもと舞鶴発電所において技術実証の準備を進め、2021年7月に、国内初となる固体吸収材を用いた40トン-CO<sub>2</sub>/日規模の実用化試験設備の建設に着手。2022年に試験設備が完成し、石炭火力発電所から排出される燃焼排ガス中のCO<sub>2</sub>分離・回収試験を開始する。

試験は2024年まで続き、石炭火力発電所にこ

のシステムを設置した場合の信頼性・運用性・経済性を評価する予定である。

## 2. 水素サプライチェーン実現に向けた技術開発

### 産業用として初の純国産独自技術の水素液化システムの開発

2010(平成22)年、当社は、地球温暖化の環境問題、資源枯渇問題を解決する骨太の構想として、豪州で褐炭から水素を製造し、発生するCO<sub>2</sub>を回収貯留して日本にCO<sub>2</sub>フリーの水素を輸出する「水素エネルギーサプライチェーン」構想を提案。コアとなる水素液化機の自社技術での開発に着手した。

技術開発本部、関連カンパニーの各分野から担当者を集めた少人数のワーキンググループを立ち上げ、液化プロセスおよび内部機器の検討を開始。翌2011年には、播磨工場にプロトタイプ液化機(5トン/日)と実証プラントを建設し、自社で技術実証運転を行う「播磨プロジェクト」がスタートした。試行錯誤を経て2014年9月にプロトタイプ機での初液化を達成、産業規模では初の純国産の水素液化システムの開発に成功した。この実証運転(～2016年度)を経て2019(令和元)年には改良を加えた新型液化機での実証を開始し、液化効



ベンチスケール試験設備(明石工場内)



プロトタイプ液化機と実証プラント



新型の水素液化機

率を20%改善。さらに3,000時間連続運転により耐久性も確認し、開発を完了。2020年6月に国内メーカー初の水素液化機を販売開始した。

### 技術研究組合CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン 推進機構の設立と技術実証

2014(平成26)年6月に経済産業省から発表された水素・燃料電池戦略ロードマップにおいて、「液化水素等の形での海外からの水素輸送・貯蔵の開発実証」が「国が重点的に関与する取り組み」として示された。これを受け、「CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン」の実証プロジェクト組成に関心のある企業数社で、協業体制についての勉強会が開始された。その後、NEDOにおいて助成事業が開始されコンソーシアムづくりが本格化、2016年2月、当社および岩谷産業株式会社、シェルジャパン株式会社、電源開発株式会社(Jパワー)の4社がNEDOの実証事業の実施主体となり、「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。Jパワーが「褐炭ガス化技術」の技術実証を、当社、岩谷産業、シェルジャパンの3社が共同で「液化水素の長距離大量輸送技術」および「液化水素荷役技術」の技術実証を担当することとなった。

HySTRA設立に際しては、業種、商慣習や技術研究組合に対する理解の違いから4社間の合意形成が難航する場面もあったが、明確なアポイン

トも取れないまま海外の先方担当者のもとに直接乗り込んで協議するなどの積極果敢なアプローチが実を結び、2015年12月24日、無事「合意」についての社内決裁を完了し、設立に至った。

当社は、LNG運搬船建造やLNG貯槽・受入基地、種子島ロケット射点設備の建設などで培ってきたノウハウや技術開発により、2019(令和元)年12月に神戸工場にて約4,000人の招待客、市民が見守る中、世界初の液化水素運搬船「すいそふろんていあ」を進水させ、翌2020年3月に高い断熱性能を有する真空二重殻構造を持つ船用貨物タンクシステムを搭載、5月末には神戸市沖合の神戸空港島市有地に2,500m<sup>3</sup>の液化水素貯蔵タンクを擁する「神戸液化水素荷役実証ターミナル(Hytouch神戸)」を完成させ、実証を開始した。

### 水素による熱電供給およびドライ低NO<sub>x</sub>水素専焼 ガスタービン

水素社会の実現に向けてNEDOが推進している「水素社会構築技術開発事業」の一環として、2017(平成29)年度から2018年度にかけて、当社と株式会社大林組は、神戸市や関西電力などの協力を得て、神戸市ポートアイランドにおいて水素ガスタービンの実証試験を実施。世界で初めて水素専焼による市街地への熱電供給を達成した。

2019(令和元)年度からは、さらなる発電効率の向上や環境負荷の低減(窒素酸化物：NO<sub>x</sub>の排



液化水素運搬船「すいそふろんていあ」進水



神戸液化水素荷役実証ターミナル(Hytouch神戸)

出量の削減)を目的とし、微小な水素火炎を用いた燃焼技術「マイクロミックス燃焼」を応用した、世界初のドライ低NO<sub>x</sub>水素専焼ガスタービンの技術開発を実施。2020年5月にはエンジン技術実証試験に成功。また、11月には熱電供給を達成した。

2020年度末まで実証運転を実施し、安定運用および発電効率の向上、環境負荷低減効果などの性能を検証し、実用化に向けた新たな段階に入った。

## 3 | ものづくり力の強化

### 1. 品質保証の取り組み・成果

#### 組織・体制の変遷と、TQM推進部の活動方針

当社は1966(昭和41)年以降、TQC活動の一環として品質保証活動を実施してきたが、その後、品質保証を経営の重要課題として捉え、従来の各部門での対応から「経営の品証」として全社的に一元化して展開することを決定。1989(平成元)年を品質保証元年とし、同年7月、各技術分野の専門家で構成された全社品証会議を設置。さらに技術開発本部に全社を横断する部門として品証推進部を新設した。両者を中心とした活動により、

1990年代半ばには、全社トータルシステムとしての品質保証体制の基礎を確立した。

さらなる強化が進められたのは、2017年以降のことである。同年12月、N700系新幹線車両の台車枠に亀裂が起きるといった重大インシデントが発生。当社は翌年4月、中央大学理工学部教授の中條武志委員長をはじめ外部の有識者からなる全社品質管理委員会を設置し、製造不備の原因究明と再発防止のための是正策を検討。その結果浮かび上がった、過度な製造現場依存による品質管理の脆弱さと、発注先変更時に不具合を未然に防止するためのリスク管理不足などの課題解決に向け、徹底した対策を講じた。

過度な現場依存の防止策としては、業務プロセスの見直しとともに、KPS(Kawasaki Production System)の導入を再度徹底。2018年度から順次、TQMの観点ですべての事業部門の総点検を実施。2019年4月にはTQM推進部を新設し、TQMを単に品質管理の仕組みではなく常に品質改善を続けていく意思と捉え、経営トップとすべての部門が連携した全社的な品質管理体制の構築を目指した。

TQM推進部では信頼を取り戻すため「方針管理」「日常管理」「品質管理教育」の3つを重点項目として徹底した。方針管理とは、方針に基づく管理の徹底。経営トップの方針を現場に浸透させるトップダウンと、現場での気づきや課題を速やか



KPSマニュアルとKPS用語事例写真集



KPS活動全社大会の源流となる小集団活動全社大会

に上げ、横につながる方針に反映させるボトムアップの2つの流れがある。日常の作業において注意すべきことをまとめた日常管理では業務の標準化、異常の検出の2点が重視された。また、品質管理教育については「中計2019」の3年間を出発点と捉え、まず教育のカリキュラム見直しを実施。各事業部門でも同様の取り組みを進め、情報を共有しつつ教育体制の再構築を推進した。これらの活動の進捗確認のため、事業所ごとにレベル評価を継続的に実施しフィードバックを行った。

## 2. KPSによる「ものづくり力」強化の取り組み・成果

### KPS活動の推進

KPS(Kawasaki Production System) は、1978(昭和53)年に、単車(現・カワサキモーターズ株式会社)、精機(現・精密機械ディビジョン)、建機(現・日立建機株式会社)の3事業部門での導入に始まり、以降、各事業部門に広がり、1991(平成3)年の航空宇宙事業部門(現・航空宇宙ディビジョン)への導入まで、10年以上にわたり当社で熟成してきた独自の生産管理の手法である。

その基本は、製造現場における人・もの・設備に関わるすべてのムダを徹底的に廃除し、人間性尊重を基盤に人の能力をフル活用するしくみを作るこ

とで生産効率を高め、ジャスト・イン・タイムに生産し、製造リードタイムを短縮していくことにある。

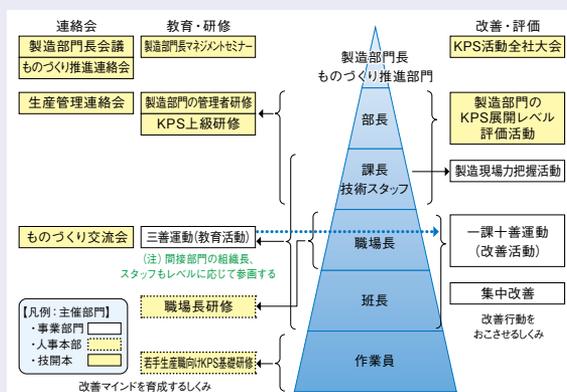
KPSの導入・実践の最優先事項は意識改革であり、導入後も継続して啓発および推進活動が実施され、100周年を迎えた1996年には、現在のKPS活動全社大会の源流となる改善・改革事例発表会や小集団活動全社大会がスタート。「KPSマニュアル」や「KPS用語集」が作成され、「KPS用語事例写真集」が発刊されるなど、KPS思想の基礎固めが行われた。

2005年には、有識者や各カンパニーおよびTQM推進部(現・KPS推進部)からなる全社KPS改善チームを創設。「生産現場の問題点の発掘」と「改善実行力の向上」をテーマに、KPS有識者の育成や活動の活性化、基礎教育の実施などの改善活動を展開した。

### 「ものづくり力強化」に向け全社的推進体制を構築

こうした助走期間を経て、2008(平成20)年度からはKPSを全社(全製造部門)、全階層の従業員に展開するとともに、活動を集約、体系化した全社的推進体制の構築に着手。各事業部門に「ものづくり推進部門」を設置し、“改善マインドを育成するしくみ”と“改善行動をおこさせるしくみ”の2つを柱とし、ものづくり力を強化する活動を展開した。

改善マインドを育成するしくみとしては、2006年からすでに始まっていた製造部門長会議や、



KPSの全社的推進体制



KPS上級研修

リーダーを育成する製造部門の管理者研修、KPS上級研修などの研修がある。

改善行動をおこさせるしくみには、事業部門の取り組みとしては、製造関連部門を中心に課内でグループを編成し、設定されたテーマに基づき日常の改善活動を推進する「一課十善」や、部・課をまたぐ問題解決のために関係部門からメンバーを招集し、3カ月間集中して改善を行う「集中改善」などがある。また全社での取り組みとしてはKPS活動全社大会があるが、これはKPS導入以前にすでに始まっていた活動である。

2016年度以降は毎年、全社のKPSの浸透度合いや展開レベルを評価しているが、全社的にはKPSの浸透度が深められ、展開レベルが底上げされつつある。

### 生産技術・生産管理に関する技術開発部門の一体運営を目指し、ものづくり推進センターを発足

2018(平成30)年4月、これまで本社技術開発本部内に分散していた、生産技術と生産管理に関する技術開発部門を一体運営することを目指し、生産技術開発部、ものづくり自動化推進部、KPS推進部、ICTものづくり推進部の4部で構成される、ものづくり推進センターを発足させた。2010年代に入りICT・IoTなどのデジタル革新が進んだため生産現場が大きく変わり、KPSを起点として生産技術、自動化設備、および製造支援情報システムをさらに高度化する必要性が高まったために

実施したものである。

ものづくり推進センターでは、「他社にない独自の差別化固有技術を武器とし、先進デジタル技術で高度化したKPSで生産を統制する、強い工場」の実現を目指し、「事業部門のものづくり技術支援」「KPSが高度に展開されたスマート工場の実現」「将来製品の圧倒的差別化」の3テーマを掲げ、活動を展開している。

同センターが関わった案件として北米車両、次世代旅客機、車載水素減圧弁、液化水素運搬船などがある。

## 4 知的財産に対する取り組み

### 1. 組織・体制の変遷と活動方針

#### 知的財産部の活動(あゆみ)

当社は、1959(昭和34)年に技術管理室に特許課を設け、特許や商標等の知的財産権の出願や管理を開始。1969年には特許部となり、技術契約に関する業務も所掌する体制を整えた。1992(平成4)年には著作権などの業務を加え「知的所有権部」に、さらに2001年には「知的財産部」へ改



KPS活動全社大会



ものづくり力強化に向けた基本方針

称した。

2001年からの3年間はカンパニー制の導入とともに行われた本社部門の機構改革によりいったん技術開発本部(当時の技術総括本部)を離れ本社部門に属したが、2004年に技術開発本部に再編、神戸(現在は明石)と東京の二拠点体制となった。

この間、2002年に政府に知的財産戦略会議が設置され、知的財産立国・知的創造サイクルの活性化を目指す知的財産戦略大綱・知的財産基本法が制定されるなど、産業の国際競争力を強化し経済を活性化させる一環として、研究活動や創造活動の成果を知的財産権で戦略的に保護・活用する動きが生まれた。

これを受け当社では、2006年の中期経営計画の重点施策である「技術力の強化」の一環として「知的財産戦略の強化」を取り上げ、企画から製品化までの過程で戦略的に知的財産を取得するための全社運営体制を構築。併せて開発プロジェクトの各ステージにおける知財アクションのガイドラインを定めた。重要開発プロジェクトにおいては知的財産部と事業部門が連携し、集中して知財活動を実施。さらに従業員の知財マインド向上のために階層別教育システムや全社表彰(注目発明表彰)を整備した。

グローバル化が進展した2010年頃には、海外において当社コーポレートブランドの不正使用や横取り商標登録が激増し、商標登録のアップ

デートが喫緊の課題となった。知的財産部では2011年度に商標拡充施策を打ち出し、2012年度に第一弾として「フライングK Kawasaki」ロゴ、「Kawasaki」ロゴおよび「フライングK」について約100の国と地域で拡充出願を実行。2013年度には漢字使用圏の諸国を中心に「川崎重工」を商標出願。2014年度にはリバーマークについてもグローバル商標出願を行った。2018年度からは各事業部門において製品ブランドの充実化とグローバル商標出願に着手している。

現在の知財活動につながるターニングポイントとなったのが、2019(令和元)年の技術開発本部中期経営計画で定め、同年末の経営会議で承認された知的財産部の活動方針「経営戦略、事業戦略と連動した知財活動を強化する取り組み」である。

同方針では、事業の起点から知財活動をスタートし、知財情報と市場情報とを組み合わせることで事業環境を分析することで勝つためのシナリオづくりを行い、その後の知財アクションにつなげることや、ブランド力向上により顧客吸引力を発揮すること等を示した。これにより知的財産部の担う役割は、企業価値向上に貢献するための、より能動的な活動へ広がった。



「フライングK Kawasaki」ロゴ



「Kawasaki」ロゴ



フライングK

# 5 | その他の活動(情報共有と教育体制の変遷)

## 1. 技術情報共有……技報などの各種共有ツール

### 「川崎重工技報」の創刊と「@技開本」の開設

技術関係の情報共有ツールとしては、社外向けの「川崎重工技報」(技報)と、技術開発本部イントラサイトの「@技開本」がある。

#### ○川崎重工技報

1954(昭和29)年7月に「川崎技報」として創刊され、1979年4月発行の第70号から現在の「川崎重工技報」となり、2021(令和3)年10月で第183号を数える。

当初は社内向けだったが、社外の専門家に当社グループの技術を紹介する技術論文を経て、現在ではリクルートを含むより多くの読者を対象とする企業イメージ向上ツールとなっている。2009(平成21)年の第169号からは英文版も発行。第181号からはWebサイトにも全文が掲載され、読者範囲を拡大した。

#### ○技術本部イントラサイト「@技開本」

「@技開本」は、2001年に開設されたイントラネット上の情報サイトで、研究開発方針や基盤

技術の紹介、活動報告会のほか、講演資料やポスター、川崎重工技報などがアップされている。2019年にはコンテンツの管理機能を強化。日々多くの従業員が活用している。

## 2. 技術研修……現在の技術研修の実施状況

### 「工学研修」「システム技術研修」「管理技術研修」

2005(平成17)年、事業本部毎に行われてきた研修が人事部人財開発部に移管されたことに伴い、技術開発本部で開催されていた「工学研修」(技術研究所所管)、「システム技術研修」(システム技術開発センター所管)、「管理技術研修」(TQM推進部所管)の主権をTQM推進部(現・KPS推進部)に一本化し、トータルな視点から人財育成を行う体制が整えられた。

工学研修は、製品の設計品質を確保するうえで必須の共通技術を習得することを目的とし、システム技術研修は、製品の高機能化・多機能化に必要な制御技術等の基礎知識習得を目指す。管理技術研修は、ものづくりプロセスでの質的向上(Quality)、リードタイム短縮(Delivery)、コストダウン(Cost)などを指向した改善活動を合理的に進める技術の習得を目的とする。2018年度からは技術系新入社員を対象に、機械系にも電気



川崎重工技報



技術開発本部イントラサイト「@技開本」



神戸研修センター

基礎知識を、電気系にも機械基礎知識を付与する研修も開始された。

2015年に主催部門を人事本部人財開発部に移管し、2019(令和元)年時点では、工学研修・システム技術研修は約700人、管理技術研修は約1,000人の年間受講者がいた。

## 6 本社研究開発部門の将来展望

### 1. グループビジョン2030における本社研究開発部門のビジョン

本社研究開発部門は、社会課題の解決を加速させるソリューションイノベーションと、収益力向上に向けたプロセスイノベーションを推進。革新的かつ分野横断的な将来基盤技術の開発と、技術系人財の育成・強化に取り組む。それらは3つの注力フィールドすべてに及んでいる。

「安全安心リモート社会」では、長年培ってきたロボット技術をコアに遠隔操作技術を高度化し、医療・物流・建設土木さらには生産現場など、誰もが安心して参加できる社会の実現を目指す。

「近未来モビリティ」では、超高齢化や人口減少で拡大するラストワンマイル問題への回答の一

つとして、陸海空の自律モビリティが協調し、個人のニーズや地域の情報とシームレスにつながるスマートシティ実現に向けた技術開発を進める。

「エネルギー・環境ソリューション」では、水素のリーディングカンパニーとして、水素社会の実現に向けた各開発を加速。電動モビリティ、エネルギーマネジメントシステム、カーボンリサイクルなど、将来のCO<sub>2</sub>排出量ゼロに貢献する開発を推進する。

### 2. 本社研究開発部門の中期的な取り組み

グループビジョン2030の達成とその先の持続的な成長に向け、TQM(Total Quality Management)による総合的な品質マネジメントの徹底やバリューチェーンと経営管理のDX(Digital Transformation)に取り組む。

それらを起点としたデジタル変革基盤づくりに着手し、モノ売りからコト売りへ当社グループのビジネスモデル変革を推進する。さらに、社会の急速な電動化に伴う電動モータの調達リスクのような、10年先、20年先の社会課題から想定される将来のリスクに備え、戦略的な技術開発、人財育成を遂行。いかなる時代においても、新たな価値を提供し続けるための研究開発に邁進していく。



神戸研修センターでの研修



研究開発活動方針