

精密機械分野における 市場環境と製品・技術展開

嶋村 英彦

執行役員 精密機械・ロボットカンパニー 精密機械ビジネスセンター長



まえがき

当社が取り扱う精密機械分野の製品はさまざまな産業分野で活躍しており、同時に関連技術の発展に大いに寄与してきた。近年では、電子制御技術との融合がさらに深化しており、圧倒的な出力・高い応答性と信頼性・フレキシビリティの高さを生かしながら、ますます事業が拡大していくものと考えている。

ここでは、精密機械分野の現在の市場環境と主な取組みについて紹介する。

1 精密機械ビジネスセンターの特徴

精密機械ビジネスセンターの前身となる油圧機械事業部が1968年に発足し、2018年に50周年を迎えた。現在、建設機械・産業機械・船用装置の各分野へ、それぞれのニーズに対応した製品開発を継続的に展開し、事業のさらなる拡大を目指している。特に油圧シヨベル分野では、高いシェアを維持しており、カワサキブランドが浸透している。また、燃料電池車用水素ガス弁の開発や建設機械を対象としたモーションコントロールシステムの開発など新たな分野にも積極的に展開している。2025年の事業イメージとして「自動車・建設機械・電子機器などの産業界や医療分野において、競合他社を圧倒する性能・品質を実現した油圧機器やロボットを中核製品として、トータルソリューションを創造・提供する“世界標準”のモーションコントロールメーカー」というビジョンの下、さらなる事業発展に取り組んでいる。

2 精密機械分野の市場環境と製品展開

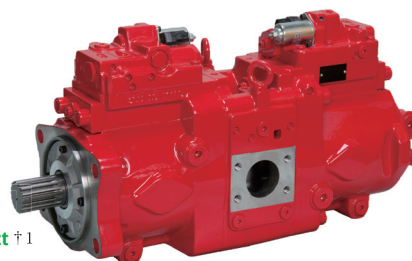
(1) シヨベル分野

中国やインドをはじめとしたグローバル市場が拡大して競争が一段と過熱し、各社が差別化にしのぎを削っている。省エネを追求したハイブリッドシステムなどの進化が目覚ましいが、最近では、自動化や無人化を志向してICT/IoT技術を活用した情報化施工に対応したモデルが各社で開発されている。また、将来のパワースourceの変化を見据えた電

動化に向けた取組みも各社で進められており、シヨベル分野は今まさに大きな変革期にある。

当社は高性能な製品と各社要求へのきめ細かな対応により、油圧ポンプ・モータ・バルブの各製品（図1）でシェアを伸ばしてきたが、現在は油圧機器の提供のみではなく、シヨベルの価値向上に貢献できる油圧システムを志向した対応が求められ、制御の高度化を図った油圧システムやそれらに適応した油圧機器の開発を進めている。

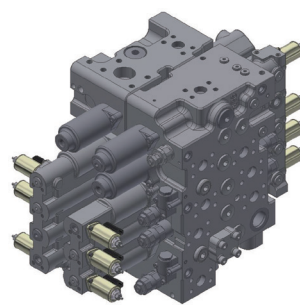
油圧機器としては、省エネに貢献する高い性能、新興国の環境や無人化に適応できる高い信頼性、高度なシステムに適応できる高い制御性が求められ、各製品において技術開発や製品化を進めてきた。シヨベルの省エネや信頼性に大きく影響する油圧ポンプについては、高効率・高出力密度を特長とする「K7Vシリーズ」の開発を推進してラインナップを揃えた。「K7Vシリーズ」のロータリーの設計には長年に渡る研究成果を注ぎ込み、世界最高水準の効率を実現している。コントロールバルブ「KMXシリーズ」については、流体解析を活用して大幅な圧損低減を図りながら、高度な制御が可能な電子制御化に対応した新シリーズ



(a) 「K7Vシリーズ」



(b) 「ERU2-7.0」



(c) 「KMXシリーズ」

図1 シヨベル分野用油圧機器

†1 油圧シヨベルを中心に建設機械に広く採用され、近年の市場要求である高効率・低騒音・コンパクト・高信頼性を実現した油圧ポンプ。

†2 大幅な消費電力低減と業界トップクラスの高い耐久性の両立を達成した、建設機械の操作用電気ジョイスティック。

を開発し、省エネと操作性向上を追求している。また、電子制御システムに欠かせない製品として、低ヒステリシスでコンパクトな電磁比例ソレノイドバルブや操作性に優れた電気ジョイスティックなども市場に投入している。今後は、電気駆動化に向けたポンプの低騒音化や高速回転化など将来に向けた技術開発に取り組んでいく。

(2) モバイル分野

モバイル分野とはショベル以外の分野の総称であるが、建設機械に留まらず、さまざまな分野で多種多様な機械が存在しており、メーカーも大手から特色のある小規模なメーカーまで裾野が広く、ショベルを凌ぐ市場が形成されている。この分野でのプレゼンスを高めることが世界標準と認められるためには重要であり、当社もグループ拠点を通じて、この分野への本格参入を図っている。

モバイル分野では機器仕様や負荷条件がショベルとは異なるため、ショベル向けの製品では適合しないケースがあり、ショベル向けで培った技術を基にモバイル分野の仕様や特性に適合する製品の開発を進めてきた(図2)。

ポンプについては中圧ポンプとして「K3VLSシリーズ」を開発して6サイズのラインナップを揃え、さまざまな分野の機械への採用が進んでいる。また、クレーンの巻上げ用途などの高速仕様向けとして斜板形モータ「M7Vシリーズ」を開発した。閉回路用ポンプ「K8Vシリーズ」とコントローラも並行して開発し、「M7Vシリーズ」との組合せにより、走行系に広く採用されている油圧式無段変速機HST (Hydro-Static Transmission) システムへの本格参

入も図っている。

バルブについても各種機械向けに開発を推進しており、モバイル分野で主流であるロードセンシングシステム用のコントロールバルブ「KLSVシリーズ」では多彩なラインナップを揃え、コンクリートポンプ車用バルブなども開発した。これらモバイル分野向け製品は、ショベルでの実績で得た大手メーカーからの信用により、モバイル製品の受注に発展する場合も多く、さらに拡販が期待されている。

現在は、モバイル分野向けの技術や製品を展開し、農業機械分野への本格参入を目指してトラクタ用のポンプやコントロールバルブの開発を推進している。

(3) 産業機械分野

従来から製鉄機械・鍛圧機械・その他の産業機械など幅広い分野に向けて、特に高圧かつ大型の機械向けに高圧対応の機器や高応答・高精度の制御技術などを特色にし、各種油圧機器や油圧システムを供給してきている。

環境・資源問題は変わらず注目されており、将来の地球環境を意識した技術が重要である。当社においても省エネルギーに貢献できる油圧機器やシステムを製品化してきた。特に産業機械向けとして、省エネルギー効果だけでなく、小型化・メンテナンス性向上・低騒音・高い制御性能などの特長を持つ電油ハイブリッドシステム「エコサーボ」(図3)を市場に投入した。さらに、高圧・大流量・高精度制御という鍛造プレス市場に対応するために、吐出圧力35MPa、押しのけ容積500cm³という高圧・大容量ポンプと組み合わせた製品もラインナップに追加している。

(4) 船用装置分野

船用装置製品は、船舶の船尾に設置され、船橋にある操舵スタンドからの指令信号に従って舵を動かす舵取機(図4)

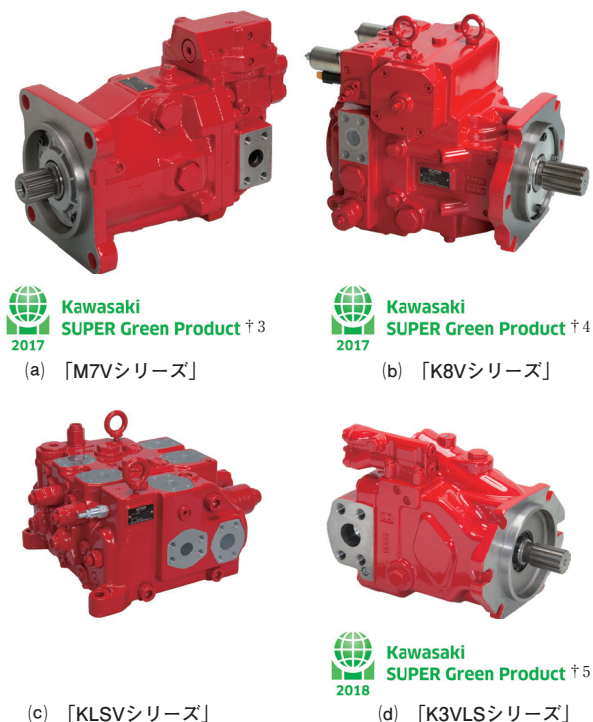


図2 モバイル分野用油圧機器

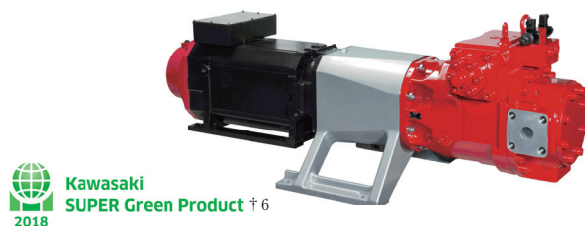


図3 「エコサーボ」

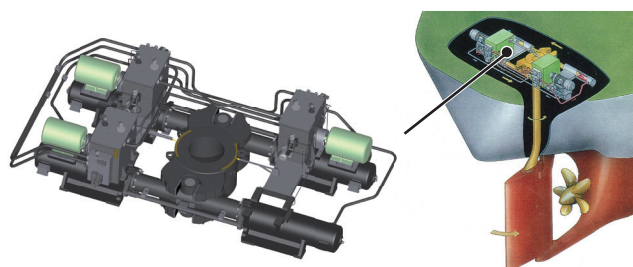


図4 舵取機

†3 各種産業車両のHST走行駆動やウインチ巻上用途などに適し、世界最高クラスの出力密度の高さで低騒音も実現した油圧モータ。

†4 各種産業車両のHST走行駆動などのクローズ回路システムに適し、世界最高クラスのポンプ効率と低騒音を実現した両傾転型油圧ポンプ。

と、船舶を海洋に停泊させる際などに使われる錨を巻上げ／巻下げるためのウインドラスや接岸作業および係留に使用される索の巻込み／巻出しに使用するムアリングウインチに代表される甲板機械を取り扱っている。

舵取機や甲板機の動力発生・伝達手段として油圧を利用しており、幾多の船舶に搭載され安全航行の一翼を担ってきた。その信頼性や出力特性などの特長から今後も電動油圧方式が主流であることに変わりはないと考える。

舵取機は船舶の操船において最も重要な機器の一つであるため、冗長化が確保されており、また従来から故障予防のための状態確認は船員による点検で行われていた。しかし、自動運行や船員の少人化が進んでいくと、センシングとデータ解析によって不具合の発生を予測して、未然に防ぐ故障予知技術が必要となる。舵取機に圧力・流量・作動油温度・電動機の消費電力などを監視するセンサを取り付けるとともに、船内に大容量ストレージを備えた高速データ収集装置を搭載することで、舵取機の状態に関するデータを詳細に収集することが可能になる。蓄積された舵取機のデータの解析により、各種パラメーターの異常を察知して、故障を予知することで船主に適切なメンテナンス時期を提供するとともに舵取機の信頼性向上につなげるものである。

現在、センシング技術を搭載した舵取機と高速データ収集装置を、当社が建造した大型原油タンカー VLCCに実装してデータの収集を行っている。これらのデータを解析しながら故障予知技術の開発を進め、2020年度中に開発完了することを目標としている。

(5) 新事業分野

CO₂の排出をゼロにする取組みなど地球環境問題に対する関心が高まる中、車載した水素と空気中の酸素を燃料電池で化学反応させて発電して、そのエネルギーでモータを駆動させて走る燃料電池車FCV（Fuel Cell Vehicle）が注目されている。FCVは、電気自動車に比べて充填時間が短い・航続距離が長いなどの特長を有しており、インフラ設備が整えば普及が拡大すると考えられている。2040年代にはガソリンを使わない電動車が世界中で普及して、両者が共存する世界になると考えられている。

防衛製品で培ってきた高圧ガス制御技術を基に、2001年には燃料電池車用水素ガス弁の開発を開始している。これまでに、複数の自動車メーカーや産業車両メーカーとともに試作品を開発して納入することで実績を積み、2014年頃からは量産化を見据えた開発を本格化している。現在では、タンクの開閉を行うタンクバルブや70MPaのタンク圧から1MPa程度まで減圧する高圧減圧弁を主力製品として各社へ量産供給している。ダイムラー社には、燃料電池車メルセデス・ベンツ GLC F-CELL用高圧水素減圧弁（図5）として量産採用され、2018年1月から出荷を開始している。

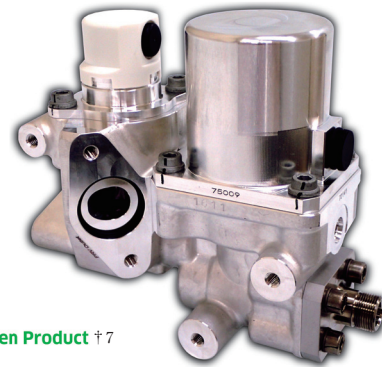


図5 F-CELL用高圧水素減圧弁「KGPR65D」

当社は地球環境に優しい水素エネルギーの活用を力を入れており、本製品は水素を「つかう」という点でこのHydrogen Roadの一翼を担うものである。これらの開発を通じて水素エネルギーがもたらす新しい未来を、世界の人々に届けたいと考えている。

3 将来に向けた技術開発への取組み

(1) マシンコントロール技術

建設機械の心臓である油圧ポンプをはじめとして建設機械の動きを直接担う各種油圧機器を設計・製造してきた。近年では、それらを統合するコントローラも開発して、建設機械のモーションコントロール全般を担っている。

建設工事は他産業に比べて効率向上や安全性向上また作業環境の改善が遅れており、その改善が望まれている。さらに、少子高齢化による労働人口の不足も大きな問題となっている。こうした中、電子制御技術とICT/IoT技術を利用した建設機械の自動化と建設作業の効率化が大きな流れとなっている。

建設機械のモーションコントロールで「世界標準」を目指す当社は、建設機械の自動化に対応するべく、自動化に対応できる油圧システムだけでなく、マシンコントロール技術の開発も行っている。油圧ショベルを例とすると、多種多様な作業が可能な機械であるが、その操作は熟練オペレータの技量に頼る部分が多い。このような機械を自動化する場合、油圧機器の特性を熟知するとともに優れた制御技術が必要である。当社は油圧機器や油圧制御技術を得意とする油圧のプロフェッショナルであり、さらにロボット事業分野で軌跡追従制御や制振制御など優れた制御ノウハウも有している。

油圧関連技術とICT/IoT/ロボット技術を融合して、まずは2Dマシンコントロールシステムを開発した（図6）。2Dマシンコントロールは、オペレータの作業をアシストすることで、非熟練オペレータでも熟練オペレータに近い作業を行うことができるようにするものである。全球測位衛星

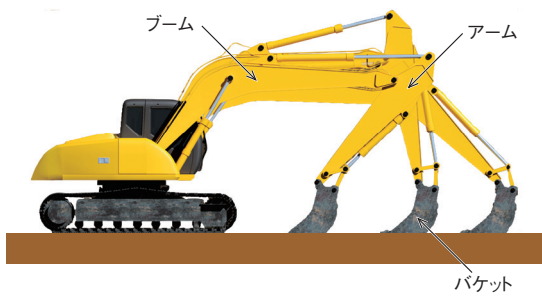


図6 2Dマシンコントロールのイメージ

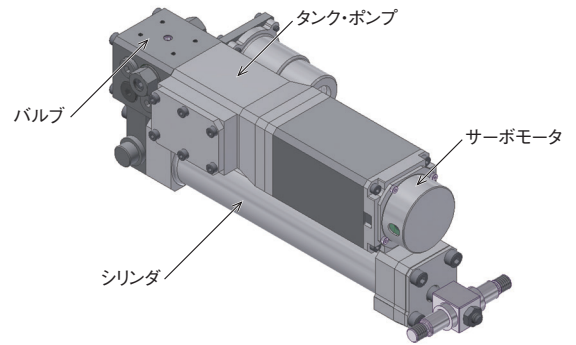


図7 「Hydro Servo Muscle」

システムを活用するなど、さらに進んだ3Dマシンコントロールシステムについても現在開発中である。

(2) 電油アクチュエータ関連技術

当社では災害現場などの人間には危険な場所あるいは高温・放射線などの過酷な環境において、人の代わりができるヒューマノイドロボットを開発している。このロボットでは電動のアクチュエータを使用しているが、将来的には油圧を利用した電油アクチュエータを採用して、耐衝撃性などのロバスト性をさらに高めることも考えている。

現在、産業機器用としてサーボモータで油圧ポンプを駆動する回転数制御方式の電油アクチュエータを商品化している。この電油アクチュエータの技術をベースとして可変容量ポンプを備え、ヒューマノイドロボットに搭載可能な超小型軽量電油アクチュエータ「Hydro Servo Muscle」を開発している（図7）。さらに、これを産業用に展開した小型電油アクチュエータの開発も進めている。

(3) ICT/IoT技術の活用

船用装置業界においてもICT/IoT化は進みつつあり、たとえば、船の状態監視や維持管理の最適化などのアドバイザリーサービスがある。船内のさまざまなデータをセンサで収集し、インターネットを介してデータを陸側に送信して、解析を行い状態監視やメンテナンス時期を船にフィードバックするものである（図8）。舵取機でも故障診断用のセンシングが行われ、状態監視・維持管理を舵取機に適用することで、船内でデータ解析して故障箇所を特定し、その診断結果をインターネット経由で船主に伝えることができるようになる。

これまで、ICT/IoT技術とは縁が遠かった産業装置業界でも同様にこれらへの対応が進みつつある。2015年に開発を開始した「エコサーボ」用コントローラ「N-ECST」は、インターネットを介しての遠隔操作・データ収集を可能としたシステムである。これらの技術を油圧ユニットで使用

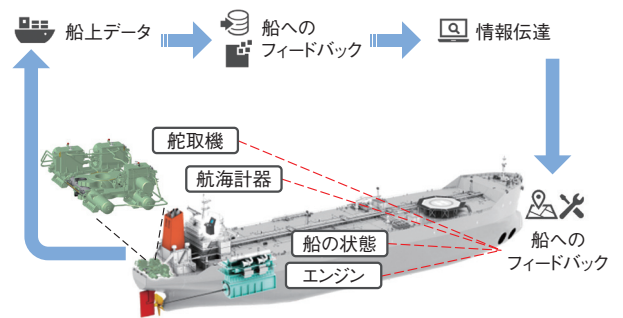


図8 アドバイザリーサービスのイメージ

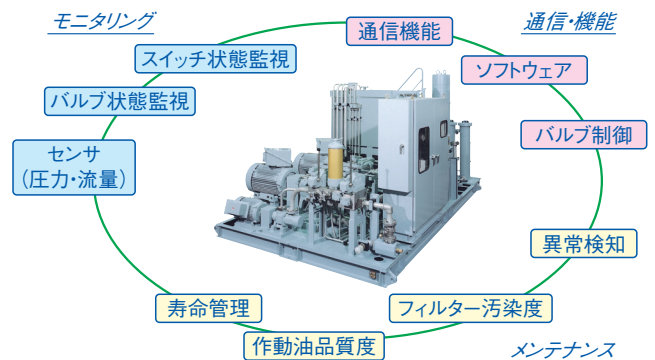


図9 油圧ユニットの状態監視イメージ

される機器に展開して、状態のモニタリング機能によりメンテナンスに必要な各種状態・通信・制御を監視できる（図9）。

あ と が き

中計2019では、2030年度の精密機械ビジネスセンターの連結売上を2018年度実績の2倍以上とする目標を立てている。目標の実現のために、各製品の開発・拡販を確実に進めていくとともに、精密機械・ロボット両事業のシナジーにより新製品・新事業を創出していきたいと考えている。