

(解説)

安全・安心なまちづくり・ものづくりに貢献するコア技術

岡崎喜臣*¹

Core Technologies Ensuring Safety and Security in Community Development and Manufacturing

Yoshitomi OKAZAKI

要旨

当社グループは、輸送機分野、生活基盤分野、エネルギー・インフラ分野において産業を支える素材やキーコンポーネントを提供し続けてきた。創業してまもない黎明（れいめい）期に素材系と機械系という異なる領域に事業を展開し、種々の領域で求められるニーズに対応するために獲得してきたコア技術群は当社グループならではのものである。これからもコア技術を高度化させることにより、私たちの暮らしを支える製品群の創出、地域社会へのエネルギー安定供給を通して安全で安心なまちづくりを支えるとともに、私たちの製造現場のみならずお客様現場の安全性と生産性の向上に貢献していく。

Abstract

The Kobelco Group has been consistently providing materials and key components that support industries in the transportation sector, life sector, and energy-infrastructure sector. These core technologies were acquired by Kobe Steel during its early years when it ventured into diverse areas like materials and machinery. They were developed to address a wide range of needs across various fields and are unique to the Kobelco Group. The Group is committed to further enhancing these core technologies, with the aim of supporting the creation of products that are fundamental to our daily lives. This commitment ensures the safety and security of our communities by providing stable energy supplies to local societies. Additionally, the Kobelco Group will contribute to improved safety and productivity within our manufacturing facilities and at its customers' sites.

検索用キーワード

安全性、信頼性、輸送機、エレクトロニクス、エネルギー、インフラ、ものづくり

まえがき＝当社グループでは、グループ企業理念の冒頭に実現したい未来として、「安全・安心な暮らしの中で、今と未来の人々が夢や希望をかなえられる世界」を掲げている。創業以来、日本の豊かさの源泉となる技術領域を設定し、国内で製造することを目指して技術開発を推進してきた歴史が今につながり、さらに地球規模の大きな環境変化も見据えて発展させることが求められる。

当社は1905年の創業から118年にわたり、お客様が必要とする製品をお客様とともに造り提供してきた。その事業形態は、鉄鋼アルミ・素形材・溶接からなる素材系事業と、機械・エンジニアリング・建設機械からなる機械系事業、さらに電力事業の3事業を柱としており、現在は図1に示した七つのセグメントで事業を推進している。その歴史は1900年代初頭まで遡り、重工業を中心とした事業領域で「国内初」となる事業化や製品群の開発を成功させてきた（図2）。これら製品群が自動車や機関車などの完成品ではなく、最終製品の機能に不可欠な部品・コンポーネントであったことも特徴である。各セグメントのお客様は多岐にわたり、当社グループは様々な分野におけるお客様の動向やニーズを把握することで、幅広い視点から製品・サービスを提供してきた。こうした多様な事業の中で培ってきた21のコア技術で、将来にわたってお客様の多様なニーズに応え続け、お客



図1 KOBELCOグループの事業領域
Fig.1 Business segments of Kobelco Group

様の製造現場の安全性と生産性や、人々の安全・安心で豊かな暮らしの実現に貢献するという視点で2021年に設定したマテリアリティの一つが「安全・安心なまちづくり・ものづくりへの貢献」である。

当社グループのお客様を市場分野別に見ると、Mobility（輸送機分野）、Life（生活基盤分野）、Energy & Infrastructure（エネルギー・インフラ分野）の三つに大別することができる。「安全・安心なまちづくり・ものづくりへの貢献」は、こうした分野のお客様の多様なニーズに応じた製品・サービスの提供を通して、様々な社会課題の解決に貢献していくとする当社グループの社会への約束でもある。そのためには、お客様に安心して

*¹ 技術開発本部 材料研究所

製品を使用していただくことが大前提であり、製品の信頼性・生産性を担保するものづくり力も重要で、多様な事業に関わる長年の技術開発を通じて培ってきた21のコア技術は、当社グループのものづくりにおいて活用されてきた。本稿では、各市場分野とものづくりにおける安全・安心の観点での取組みと、これを支えるコア技術について概説する。

1. 輸送機分野（自動車・船舶・鉄道・航空機）で暮らしを支える製品メニューとコア技術

1.1 自動車

人々の暮らしに最も身近な輸送機である自動車分野では、地球環境に関する規制強化を背景とした軽量化と、衝突時の安全性確保が求められる。社会が自動車に求める要求は変化し続け、適用される材料も新たなものが開発されてきた。当社グループは、高強度化に優れた鉄鋼と、軽量であることが特長のアルミ合金の両素材を扱う金属材料メーカーである。1990年代末から伸ばしてきた薄板ハイテン需要に対応して2004年には当時世界最高強度となる1,470 MPa級冷延ハイテンを開発するいっぽうで、並行してフード、パンパ、サスペンションアームへの適用を可能とする高強度アルミニウム合金を開発するなど、多面的な材料技術で軽量化と安全性向上に貢献してきた。お客様が求める材料を提供するには、強度や延性など材料の力学特性を支配する金属組織の制御が重要となる。これを実現するコア技術は「金属組織制御技術」と、金属組織を解析する「物理分析解析技術」で、材料の種類によらず共通的に取り組んできた。産業利用に広く普及する鉄鋼とアルミ合金は、結晶構造や強化機構など微視的には大きく異なる素材であるが、それぞれについて原子レベルで制御する幅広い技術知見を蓄積していることが当社グループの強みといえる。さらにお客様に対し、適材適所に材料を選択する考え方を示すソリューション技術にも注力しており、これらの技術群が当社グループのマルチマテリアル戦略を支えている。また、ボルトやばねに適用される特殊鋼線材については、使用中の折損を撲滅することが極めて重要であり、鋼材中に含有される粗大な非金属系介在物は折損リスクを高めるこ

とから、コア技術「金属中介在物の制御技術」を磨き上げてきた。

1.2 船舶

暮らしの物流を支える船舶分野では、船体、機関および諸設備について、海上で安全に航行し、かつ人命の安全を担保することが求められる。当社グループは、鑄鍛鋼、厚鋼板、溶接、機械など多様な製品メニューを提供し船舶の安全・安心に貢献してきた。エンジンなど船舶推進に関わる部品では、高強度かつ高纯净度を実現した高疲労強度クランク軸などを提供し、船体向けには船体用厚鋼板や溶接材料などを提供している。これらの材料開発は、「金属組織制御技術」、「物理分析解析技術」、「金属中介在物の制御技術」などのコア技術が支えている。また、溶接事業は船舶分野から創業した事業であり、建造時のお客様の動向やニーズにも精通しており、溶接システムや溶接施工プロセスなど、材料以外の技術領域も含めて船舶の信頼性向上に貢献している。これを可能としたのは、「金属の溶解・鑄造・溶接技術」、「溶接メカニズムモデリング技術」などのコア技術である。機械製品では、船舶用マイクロチャンネル熱交換器（DCHE）を提供しているが、これは50年以上の熱交換器製作を通して構築した技術に基づき、コンパクト化と高信頼性の両立を実現したものである。また当社グループはスクリュ式、ターボ式、レシプロ式の3機種を提供する世界有数の圧縮機メーカーでもあり、LNG燃料船にはボイルオフガスを圧縮するBOG圧縮機を提供するなど、各船舶に対し最も高効率で高信頼となる圧縮機を納入している。これらを支えるコア技術は、構造物の安全性担保のための「構造物の変形・破壊特性の評価技術」、機械製品の低振動化と低騒音化を実現する「機械の振動・音・動的特性の制御技術」、機械製品・プロセスの効率化・高性能化のための「熱・流体制御技術」である。

1.3 鉄道

国内の長距離・大量輸送手段である鉄道分野では、新幹線など高速車両を中心に軽量材料適用が進展しており、各種アルミ合金部材を提供している。高速車両では、軽量化と安全性の両立に加えて、軽量化によって増大する振動騒音低減のため、静音化を兼備させる技術も求め

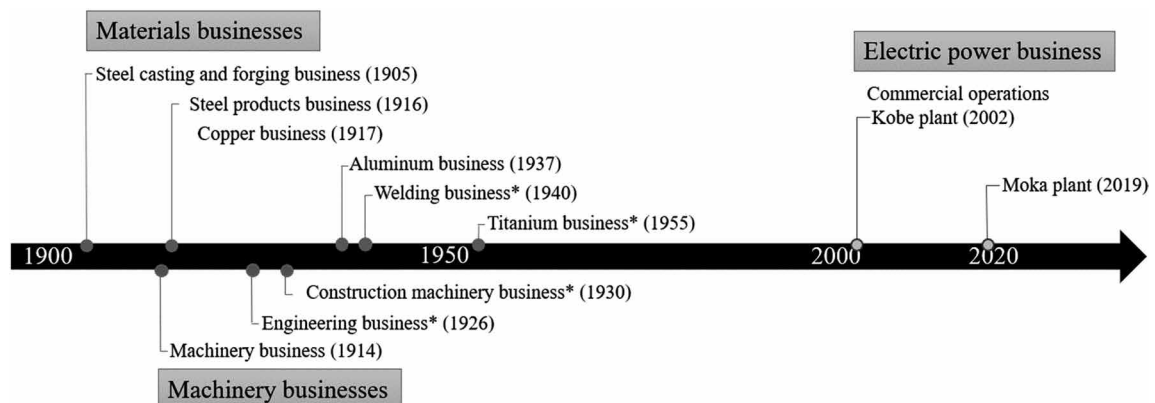


図2 KOBELCOグループの歴史（*は国内初の事業）
Fig.2 History of Kobelco Group (*Japan's first industrialization)

られる。これに対して、アルミ合金に制振樹脂を貼付して遮音性を高めた制振形材や、アルミ板に微細な穴を多数開けることで吸音性を付与した多孔吸音板を実用化してきた。これら静音化を可能とする技術は「機械の振動・音・動的特性の制御技術」である。また、新交通システムのパイオニアとして、沖縄国際海洋博覧会で国内初の新交通システム¹⁾を納入して以来、無人運転システム(信号保安、自動運転、運行管理などのシステム)のエンジニアリングを手掛けている。

1.4 航空機

国際的な人々の移動手段の要である航空機分野では、機体、エンジン、装備品すべてに卓越した安全性が求められる。とくに高温高圧下で猛烈な振動にもさらされるジェットエンジンは、軽量化と耐久性を高度に両立させる必要があり、これに適用する素材の一つとしてチタン合金を提供している。当社グループはチタン合金を溶解から鍛造まで対応できる一貫生産メーカーであり、チタン鍛造品、板製品など各種素材を提供している。また、極限まで軽量化を追求する航空機分野では、多数の部品から製造されてきた組立品を一体で製造できる鋳造品が適用され、アルミ合金、マグネシウム合金など軽量金属の鋳造品を開発し貢献してきた。これらの材料開発を支えてきたコア技術は、自動車同様、「金属組織制御技術」、「物理分析解析技術」と、「金属の溶解・鋳造・溶接技術」である。

2. 生活基盤分野で暮らしを支える製品メニューとコア技術

当社グループは、飲料用ボトル缶用のアルミ合金、めがね・腕時計用のチタン合金など、人々の生活基盤に欠かせない素材も提供している。社会とともに変化していく素材への要求に対応し続け、その領域は構造材料に留まらず電子材料にもおよび。

2.1 半導体

暮らしになくてはならないパソコンやテレビ、スマートフォンなどの液晶製品や、プリンタなど身近なエレクトロニクス製品の機能向上にも当社グループの部品や技術が活かされている。1989年の光磁気ディスク用ターゲット開発に端を発してターゲット事業(株式会社コベルコ科研)を本格化し、1990年以降、半導体デバイス、製造プロセス開発にも取り組み、装置事業展開や評価・分析解析基盤の構築を進めてきた。DRAM事業からは撤退したものの、その後も半導体プロセスに必要となるターゲット材料や検査機器、プロセス機器部品などの事業を継続している。現在では高度分析技術や検査技術と組み合わせ、半導体材料をデバイスとして構成したときに発現する機能を評価・解析する「電子材料機能発現技術」として再構成し、2000年以降にFPD(フラットパネルディスプレイ)向けターゲット材料²⁾を開発し同事業を躍進させている。ここで獲得したより高度な原子レベルの「物理分析解析技術」や計算科学などの技術基盤は、超ハイテンや高強度アルミなど構造材料の差別化にも必須な技術として現在に至っている。

2.2 医療機器

ガス分離装置で培ってきた極低温技術を基盤に構築した超電導関連では、1980年より金属系超電導線材の販売を開始し、1989年より事業会社としてJASTEC(ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー株式会社)を設立し、独自開発の熱間静水圧押出による複合線材の均一加工技術を活用して事業展開してきた。超電導マグネット製造技術とあわせてNMR(核磁気共鳴)やMRI(磁気共鳴画像)に適用され、医療分野で幅広く製品展開している。これらの取り組みは「電気・磁気制御技術」の発展と共にある。

3. エネルギー・インフラ分野で暮らしを支える製品メニューとコア技術

3.1 土木・建築

大型建築物、橋梁(きょうりょう)など土木・建築分野は、人々の安全・安心な暮らしの土台となる領域で、構造物の信頼性と長寿命化が求められる。

当社グループでは2002年に国内初となる780 MPa級建築構造用厚鋼板³⁾を開発したが、これは阪神・淡路大震災を機に高まった高耐震性能ニーズに応えた商品であった。そのほか溶接部の安全性に優れた多様な鋼板と溶接材料を開発しているが、鋼構造物の安全性向上には鋼板の変形・破壊の素過程の制御が重要である。この観点で、材料の損傷評価技術、数値シミュレーションなど、「構造物の変形・破壊特性の評価技術」によって信頼性を担保した部材を提供してきた。また、部材を組み立てる鉄骨工場での溶接工程を自動化するための溶接用ロボットシステムも手掛けており、製造現場の安全・安心にも貢献している。

同じく2002年にライフサイクルコストを30~50%低減させる橋梁向け塗装用高耐食厚鋼板³⁾を開発している。錆(さび)の進行を遅らせたことがポイントで、錆の形態を精緻に制御する「金属表面制御技術」をキーテクノロジーに、高輝度放射光(SPring-8)を用いた局所解析技術などから得た知見を基に独自の表面形態制御技術を確立してきた。鋼板の力学特性のみならず、使用環境も考慮して寿命向上を図る技術であり、信頼性担保に大きく貢献している。

油圧ショベルや大型クレーンなどの建設機械においては、強度確保、振動制御、低騒音化、乗り心地改善、最適油圧制御、省エネ化など、多種多様な観点でお客様の安全・安心に貢献してきた。この分野では「機械の振動・音・動的特性の制御技術」や「構造物の変形・破壊特性の評価技術」などのコア技術が重要な役割を果たしてきた。今や私たちの暮らしの中で当たり前となったエンジンと電動機によるハイブリッド技術を、他社に先駆けて搭載した世界初のハイブリッドショベル開発にも成功している⁴⁾。ここで活用されるコア技術は「電気・磁気制御技術」である。

3.2 産業インフラ

発電所や製鉄所など各種プラントの心臓部ともいえる圧縮機を提供してきた。機械事業の祖業でもあり、100

年以上の歴史と、通算10,000台以上を製造・販売した実績がある。とくにメタンの液化温度（-161.5℃）で安定して動作する高圧LNG・BOG圧縮機開発に1990年代前半から取り組み、1996年以降、LNG受け入れ基地に多数納入してきた。海上の石油・ガス生産設備など、非常に過酷な環境においても安定した稼働を実現している。また、樹脂用大型混練造粒装置は世界中に納入実績があるトップシェア製品で、年間8,000時間の連続使用が可能な耐久性と高生産性を最大の特長としている。とくにポリエチレン向けでは、世界のプラントの半分以上のシェアを獲得している。

3.3 社会インフラ

上下水道処理設備をはじめとする幅広い水処理技術、環境にやさしい廃棄物処理技術を保有している。これらの製品群は、いずれも社会インフラや工業プラントにおける非常に重要なコンポーネントであり、高性能に加えて極めて高い信頼性と耐久性が要求される。ここでも前節の建設機械と同様、信頼性・安全性の担保のための「構造物の変形・破壊特性の評価技術」、機械製品の低振動化と低騒音化を実現する「機械の振動・音・動的特性の制御技術」、機械製品・プロセスの効率化・高性能化のための「熱・流体制御技術」に関するコア技術の下支えにより、お客様の信頼に込めている。

3.4 電力

当社グループの多角化は21世紀に入っても進展し、製鉄事業における石炭インフラや自家発電で蓄積してきた操業ノウハウを最大活用した新規事業として、2002年に神戸製鉄所（現在の神戸線条工場）内に神戸発電所を建設し、電力供給事業を開始した。電力需要地に近接する都市型発電所として最高水準の環境対策を実施しており、送電ロスが極めて少なくクリーンで高効率な電力供給が可能で、都市部の電力自給率向上に寄与している。この神戸発電所が順調に稼働する中、2011年の東日本大震災によって臨海部の多くの発電所が停止した状況から、東日本地区における電力供給事業の可能性について検討を開始し、真岡製造所に隣接した工業団地に内陸大型火力発電所を2019年に開所した。真岡発電所は、都市ガスの供給を受け、最新鋭のガスタービン・コンバインドサイクル発電方式による国内最高レベルの効率で発電している。電源立地の分散化による電力インフラの強靱化（きょうじんか）に資する事業として、国土強靱化（内閣官房）およびエネルギー基盤の強靱化（経産省）の民間取組事例にも選定されている⁵⁾。これらを支えるコア技術群には、「カーボンリソース転換・利用技術」、「熱・流体制御技術」、「吸着・分離技術」「金属表面制御技術」がある。今後もこれらコア技術の高度化と新たな技術基盤の構築を進め、地域社会への電力の安定供給で貢献するとともに、バイオマス燃料混焼の開発実証、アンモニア混焼・専焼の検討などを通してカーボンニュートラルにも挑戦していく。

4. 安全・安心なものづくりを支えるコア技術

素材や機械製品を扱う様々なお客様に当社製品を安心

してお使いいただき、またタイムリーに製品を提供するためには、自社のものづくり力向上も重要である。当社グループのものづくりを支えるコア技術は、素材や機械など複数事業を推進する中でシナジー効果を発揮しながら高度化してきた。

4.1 素材のものづくり

素材系事業の各種金属材料の製造工程では、素材を高温に加熱して溶融凝固させるプロセスや、高温で熱間加工を実施するプロセスなど、高温環境での工程が必須である。これらの製造工程を制御するため、温度や形状を計測する「特殊条件下の計測技術」、燃焼制御や流動制御のための「熱・流体制御技術」を開発してきた。また製鉄所の高炉など長時間連続運転する設備を、正確に、効率よく、安全に動かすためコア技術「プロセス制御技術」もある。そして素材のプロセス制御で培った技術を、機械製品の設計やプロセスの自動化に展開し、材料と機械の両面からプロセス技術を高度化することで社会とお客様の多様なニーズに込えてきた。

4.2 機械のものづくり

機械メーカーとしての業種には冷間圧延機など金属加工機械もある。1980年代、情報機器の普及に伴って電子材料の生産が急拡大し、寸法精度が高い冷間圧延機が求められるようになったとき、当社はいち早く金属の板材を高精度で製造する機械設備を開発した。いっぽうで当社は金属板材を製造する素材メーカーで、金属加工設備を利用するユーザでもある。圧延プロセスを制御するためのコア技術「金属加工プロセス技術」は、その両方の立場の中で鍛えてきたものである。

機械部品の製造工程においては、素材を切削するプロセスが不可欠である。当社は機械系事業に加えて、過去には工具事業も有しており、当社グループにおけるものづくりのために機械加工における「金属加工プロセス技術」を多面的に高度化してきた。機械部品の製造において、対象物の被削性を実加工の前に予測し、最適な切削条件と工具設計を実現する工程設計を可能としている。また社内で培った難加工素材の加工技術を、お客様のものづくりを支えるソリューション技術として発展させている。

4.3 生産管理

当社グループは複数事業を有すると同時に、各事業体の品種構成が多様であることも特徴である。必然的に強化してきた技術に、大規模かつ複雑な生産工程において、納期達成や在庫最小化などトータルに最適化し意思決定を支援する「OR（オペレーションズ・リサーチ）応用技術」がある。生産プロセスの変革に対しても有効な技術で、2017年に神戸製鉄所の製鉄・製鋼工程を停止し加古川製鉄所に集約したが、その実現にあたって果たした貢献は大きい。工場における製造プロセスや物流最適化の取組みは、近年では、商品・サービスのライフサイクルの各過程で排出された温室効果ガス量を追跡しCO₂量に換算して表示する、CFP（カーボンフットプリント）を算出・分析するモデル構築にも応用している。

素材系事業では、高温・高速の圧延プロセスなどを制

御するプロセスコンピュータや生産管理システムなど、生産プロセスの制御や管理に広くシステム技術を活用してきた。情報通信技術の進展により、大量データの蓄積や収集、計算処理の高速化が可能となり、さらにネットワーク技術や機械学習技術も大きく進化しており、これらの進化を確実に取り込むための「データ駆動科学・AI応用技術」によって、多様な事業プラントを効率的かつ環境負荷を小さくして操業することが可能となっている。

また、冒頭に述べたとおり、当社はお客様の生産・製造プラントを支える産業機械や設備プラントなどのキーコンポーネントを提供してきたが、これらは25～50年の間、安定的に稼働し続けることが求められる。設備の保守点検や交換部品の提供などアフターサービスもお客様の安全・安心に重要となる。多様な製品群をグローバルに展開する当社では、これらの効率化も至上命題であり、蓄積してきた手法やノウハウをICT活用でプラットフォーム化して高度化・効率化する「サービス化技術」へと発展を遂げている。歴史的にモノ売りを中心に技術的な発展を遂げてきた当社であるが、現在はこれらのコ

ア技術によって、お客様がモノを使用する環境において獲得できる価値に焦点を当てた活動が可能となっている。これからは当社グループの社内だけではなく、お客様と市場との対話を活性化して新たなビジネスモデルの提案を目指していく。

むすび＝当社グループは創業以来、人々の暮らしを豊かにするために、産業を支えるキーコンポーネントを提供し続け、その中で21のコア技術を鍛えてきた。これからも将来にわたってお客様の多様なニーズに応え続けるために、広い裾野を有する当社グループのコア技術群を縦横に組み合わせながら、社会の安全・安心な暮らしを支えていく。

参 考 文 献

- 1) 神戸製鋼所. プレスリリース. 2006年3月6日
https://www.kobelco.co.jp/releases/2006/1175166_14786.html.
(参照2023-08-24)
- 2) 中井淳一ほか. R&D神戸製鋼技報. 2005, Vol.55, No.2, p.138-142.
- 3) 大宮良信ほか. R&D神戸製鋼技報. 2009, Vol.59, No.1, p.40-45.
- 4) 鹿兒島昌之. R&D神戸製鋼技報. 2012, Vol.62, No.1, p.14-18.
- 5) 藤尾明久ほか. R&D神戸製鋼技報. 2020, Vol.70, No.1, p.108-112.