

(解説)

未来へのソリューション提供とコア技術

梶原 桂^{*1} (博士(工学))

Kobelco Group's Core Technologies: Providing Solutions for Future Society

Dr. Katsura KAJIHARA

要旨

当社グループは、現在および未来の社会課題を解決するソリューションを提供している。カーボンニュートラルの実現に向けては、自動車分野における軽量化や電動化に貢献するための材料とソリューションの提案を進めている。また将来の日本の労働力人口の減少により懸念されているものづくり力の維持・強化の課題に対しては、熟練工の技能を補うための溶接システムやデジタル化の開発も進めている。これらの活動は、当社の素材系、機械系の事業で長年培ってきた多彩なコア技術とそれらの掛け合わせ、組み合わせに基づいている。

Abstract

Kobelco Group is dedicated to providing solutions for current and future societal challenges. In pursuit of achieving carbon neutrality, the Group is advancing proposals for materials and solutions that contribute to weight reduction and electrification in the automotive sector. Additionally, to address concerns about maintaining and strengthening Monozukuri (manufacturing) capabilities in the face of Japan's declining labor force in the future, the Group is also developing welding systems and digitization to complement the skills of workers. These activities are based on a diverse range of core technologies that Kobe Steel has cultivated in its material and machinery businesses and their combination over the years.

検索用キーワード

軽量化, 電動化, 溶接システム, デジタル化, ものづくり

まえがき=これまでも未来を予測することは困難であったが、持続的な成長を目指すためには、様々な領域で起こりうる未来を洞察して、変化に対応していかなければならない。未来に起こる社会問題は、既に始まっており、地球温暖化の影響に起因する極端な異常気象による災害の頻発や干ばつによる食糧危機、海面上昇による居住地喪失などの問題がクローズアップされている。これを受け、その主原因である温室効果ガスを低減させる取り組み、いわゆる「カーボンニュートラル化」へ価値観が急速に転換している。また人口や労働力の変化も、市場、社会、経済におよぼす最も根本的な影響因子である。世界的には、人口増加による水や食糧の不足などの問題が議論になっているが、日本では、人口減少と超々高齢化社会による労働力の急速な減少により、全ての産業分野で事業の持続性が懸念されている。それによる社会保障の財政基盤悪化や経済成長の鈍化は、既に起こり始めている社会問題である。いっぽうで、従来の技術の延長では予測できない、指数関数的に成長していく「エクスポネンシャル・テクノロジー」と呼ばれる革新的な技術群が様々な分野で起こり始めている。人工知能、VR、量子コンピュータ、機械学習、自動運転車、材料科学など

で活発な技術開発と社会実装が進んでいる。これらの革新的な技術が融合した形で実用化され、当たり前のように活用される社会がどのような姿になるのか、想像していくことが必要である。

当社グループでは、これら大きな変化と予測不能な未来の社会課題に対応していくために、素材の使い方やお客様を含めたものづくりの変化に対応した機能を当社製品に加えて、その機能をお客様の製品や製造プロセスの変革に最大限活用するための「ソリューション」を提供していく取り組みも進めている。その基盤となるのは、素材系、機械系の各事業領域で長年蓄積してきた多種・多様なコア技術であり、それらを掛け合わせることが切り口となっている。鉄鋼・アルミ・チタン・銅・溶接材料などの素材系技術、産業機械・圧縮機・建設機械などの機械系技術、そして、それぞれの事業の製造現場を支えているものづくり技術がある。加えて、これら素材や機械製品をお客様で効果的に活用していただくために、探索段階から設計、製造、サービスに至る実際の課題に対する「ソリューション」についても提供を進めてきた。本稿では、これまでのソリューション活動の事例と未来に向けた展望について解説する(図1)。

*1 技術開発本部 ソリューション技術センター

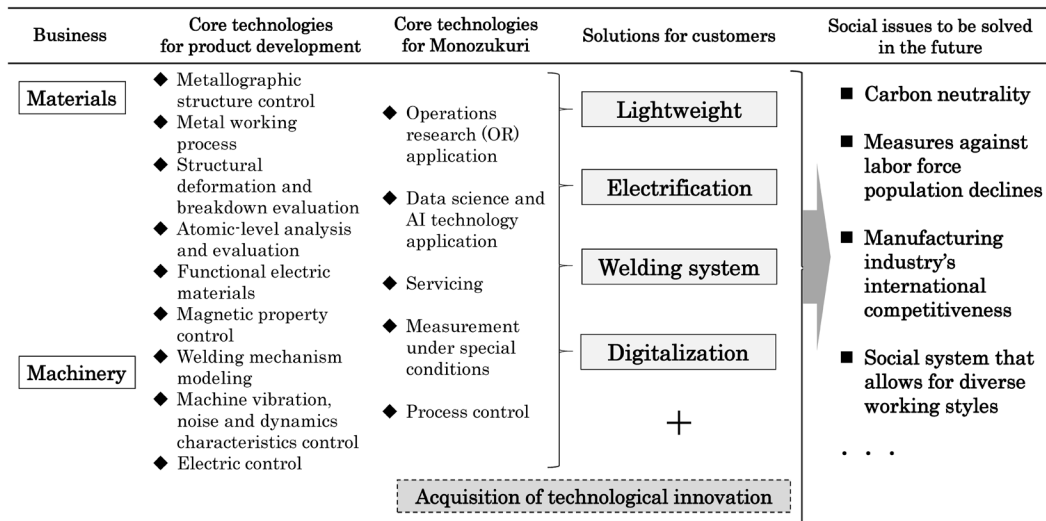


図1 未来の社会課題の解決に向けたソリューション提供
 Fig.1 Providing solutions for the future society by Kobelco Group's core technologies

1. 「軽量化ソリューション」を支えるコア技術

自動車の温室効果ガス排出量削減に貢献するため、車体軽量化や電動化に必要な材料提供に長年取り組んでいる。自動車の軽量化は、従前からのガソリンエンジン車の燃費向上だけでなく、ハイブリッド車の燃費向上にも重要な役割を果たすとともに、電気自動車の航続距離延伸にも効果がある。当社ならではの「軽量化ソリューション」としては、鉄鋼、アルミなどおのおの材料中心の軽量化提案だけでなく、鋼とアルミやそのほかの材料（樹脂なども含む）の特徴を活かして、部品ごとに適材適所の材料を適用した構造設計、加えて異種材料を接合した構造設計の提案も進めていることが特長である。また足回り部品であるアルミ鍛造サスペンションやアルミ押出加工品のバンパなどの事業も手掛けている。このように、当社グループでは、お客様視点で車種に応じた安全性能、軽量化、コストを両立させる最適な材料と軽量化ソリューションを提供する「マルチマテリアル戦略」を推進してきた¹⁾。

これらの「マルチマテリアル戦略」を強化するために、技術開発本部では、2014年に機械研究所の中にマルチマテリアル構造・接合研究室を設置し、鉄鋼やアルミの事業部門の研究者も含めた数人の部署としてスタートさせた。そして部門横断的な取り組みとして、これまでにない技術・製品を生み出せることを確認し、マルチマテリアルの技術・製品の開発を本格的に活動させるために、2017年に「自動車ソリューションセンター」として組織を独立させた。さらに2020年には将来に向けた自動車以外の社会分野への貢献も企図して「ソリューション技術センター」と名称を変更して、組織体制を変化させてきた。

「軽量化ソリューション」を支えるコア技術には、軽量化材料の開発を支える「金属組織制御技術」や軽量化部品の設計や性能（耐衝撃性能など）に求められる要件を満たすための「構造物の変形・破壊特性の評価技術」がある。これには、土木や建築分野での構造物における

線材、厚板、アルミ製品の適用を通して開発してきた数値解析シミュレーションや実験による構造性能評価技術が基盤となっている。また圧縮機などの機械製品や建設機械の構造設計に有効な構造最適化技術に加えて、振動・騒音の制御に対して古くから技術開発に力を入れてきた「機械の振動・音・動的特性の制御技術」も、自動車部品の軽量化設計に活用している。そして、ものづくりの現場で培ってきた「金属加工プロセス技術」も、部品製造や組立工程における成形加工、切削、接合工程での問題の解決策として整備してきた。

未来の社会課題の解決に向けて、自動車業界では、カーボンニュートラル化に向けた「脱炭素社会」への動きが加速しており、製造プロセス全体で温室効果ガス排出量の規制に対応していくことが求められている。当社グループでは、材料製造時の生産プロセスにおける温室効果ガス排出量を削減した鋼材やリサイクルしたアルミ材料を多くの部品に活用することを目指す「軽量化ソリューション」へ技術開発の取り組みを進めている。例えば、アルミをはじめとする軽量化材料では、鋼材に比較して製造時のCO₂排出係数が大きくなる傾向にあるが、軽量化によって走行時のCO₂排出量を削減することに寄与する。したがって、環境負荷低減を目指した自動車部品の材料選択と最適な構造設計のプロセスでは、これらの材料ごとの特徴を加味して、ライフサイクル全体での環境負荷を評価することが不可欠である。そこで、軽量化材料の活用により、自動車のライフサイクル全体での温室効果ガスの排出量を評価する技術、ライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment）として、トータルで環境負荷を評価し、適材適所の材料の提案につなげていく²⁾。

2. 「電動化ソリューション」を支えるコア技術

自動車や機械製品では、電動化シフトも加速しており、早期実現に向けた技術開発のスピードも速い。それに対して電動化部品の効率化を助ける磁性材料の開発と提供も推進している。電動車における直流系電動品（ソ

レノイド、電動スイッチなど)に用いられる純鉄系軟磁性材料などの線条製品、高速・高トルク用途のモータやトランス用途に用いられる磁性鉄粉、そして燃料電池スタック用チタンといった様々な製品が自動車の電動化の促進に貢献している。ここで、磁性材料の提案においても、材料の提供だけでなく、材料の磁気特性が電動部品に使われた時の性能(効率、損失評価など)をシミュレーションにより予測し、お客様に効果的に使用いただくための磁性のソリューション技術の開発が重要になっている。

当社グループでは、磁性材料のマーケティングとソリューション活動を加速させるために、2021年に鉄鋼アルミ事業部門、素形材事業部門、技術開発本部から集結して、「磁性材マーケティング開発室」を発足させた。同組織により、それまで個々に動いていた事業部門(線材条鋼、鉄粉)と技術開発部門が一緒になって、お客様への提案活動を開始した。さらに現有の材料製品だけに留まらず、お客様自身もまだ見えていない潜在的なニーズを掘り起こすこともミッションとして取り組んでいる。例えば、純鉄系軟磁性材料の磁性細線の特長を活かして、電磁鋼板を使わないモータコアを設計し、薄型・高性能化(低速、高トルク化)を実現できるアキシシャルギャップモータの開発も進めている。

「電動化ソリューション」を支えるコア技術には、金属材料の事業と技術開発の基盤として必須な「物理分析解析技術」や「電子材料機能発現技術」がある。また磁性材料を活用した電動部品の性能向上につなげる指針を得るための「電気制御技術」や「磁気制御技術」も必要な要素である。これらの電気制御や磁気制御にかかわるコア技術は、当社の圧縮機、建設機械などの機械系事業で培ってきた技術だが、機械製品で用いられるモータなどの電動部品を使用する立場からも知見を身につけてきた³⁾。

さらに独自の電動部品の開発も始めている。近年では、従来品と比べて発生可能な電磁力を3倍以上に高める「3次元磁極構造」を用いた電動アクチュエータ技術を開発した。本技術を実用化させることで小型かつ高トルクのモータが実現でき、従来型では性能が発揮できなかった分野への参入を期待している。例えば、ものづくりの現場において、油圧や空圧を動力源とするプレス装置を電動化させることにより、きめ細かな動作を可能とする成形加工を実現させていきたい。お客様と共創しながら、磁性材料・磁性ソリューション・デバイスの三位一体で取り組み、自動車、輸送機全般、産業機械の電動化による側面からも、カーボンニュートラルの実現に貢献していく。

3. 「溶接ソリューション」を支えるコア技術

当社グループの溶接事業は、1930年(昭和5年)の被覆アーク溶接棒の生産に始まる。以来、国内外の産業・ファブリケータとともに新しい溶接技術の開発・実用化を進め、社会の発展に大きく貢献しながら、溶接材料ならびに中厚板溶接用ロボットシステムの分野では国内ナ

ンバーワンの地位を堅持してきた。これまでも国内建築鉄骨分野では、工場溶接の自動化・ロボット化が進められてきたが、近年は、人手不足を背景に、現場溶接の自動化も進められている。さらに、海外においても多様な自動溶接技術のニーズが増えてきている。それに対して、当社の溶接事業部門では、溶接ロボット、溶接電源・装置、溶接材料、溶接プロセスなどの溶接技術を統合して顧客課題を解決する溶接ソリューション事業を展開している⁴⁾。

「溶接ソリューション」を支えるコア技術として、「溶接材料の最適化」が基盤にある。機械的性質や、ビード形状・外観などが良好となる溶接金属を形成する化学成分を有し、デジタル電源の制御に呼応して溶滴が安定して形成・移行し、長時間の安定した溶接が実現できるような溶接材料となっている。また「溶接メカニズムモデリング技術」として、デジタル電源がある。電流波形とワイヤ送給速度を制御することで溶滴の形成と移行を最適化し、安定した溶け込みとビード形状、高速溶接、低スパッタ・ヒュームを実現している。

生産性向上と作業者の安全衛生を確保するための「溶接ロボット」の重要度も増している。その主な構成要素のひとつとして、アーク做い機能がある。溶接時のワイヤの動作により、対象ワークとの距離変化により生じた微小な電流変化を検知し、溶接線のズレを検出し補正するもので、他社ロボットでは実現できない安定した高品質な溶接を実現している。また、溶接ロボットでは、溶接前に溶接ワイヤによるタッチセンシングを行い、ワークの位置を検出している。このときロボットを高速動作させると急停止した際の振動や行き過ぎによるワイヤの変形が発生し、溶接位置の検出精度が低下する。これに対して検出時に振動を抑制しながら逆方向にワイヤを移動させる軌道計画を瞬時に立案することにより、停止時間0秒によるタッチセンシング時の急停止振動抑制を実現している。さらに、センサによる位置検出機能も搭載している。アーク做いの適用できないくら型溶接のような複雑な溶接線に対して、レーザーシート光で断面形状を計測し、先端ズレ補正技術との融合により、単一の做い補正では実現が難しい高い精度での検出を可能にしている。

今後は、異次元の少子化により、人手不足がさらに深刻化することが予想される。技能を有した溶接技術者の減少に加え、その技能継承の難しさの観点からも、自動化・ロボット化をさらに加速させる必要がある。また自動車の動力源がレシプロエンジンから電気モータに替わっても、塩害腐食、軽量化、耐疲労性など足回り部品に求められる特性に変化はない。したがって、現状の電着塗装性良好な溶接材料や高強度鋼材向け溶接材料にさらに新たな価値を付加し、自動車分野へ溶接ソリューションを展開していくことも考えている。

4. 「デジタル化ソリューション」を支えるコア技術

ものづくりの製造現場や業務のデジタル化を推進することは、効率的な生産活動を実現するためだけでなく、

新たな価値の創造につなげていくために必要不可欠である。当社グループでは、DX（デジタル・トランスフォーメーション）を推進し、加速させるために、2021年に、技術開発本部の中に「デジタルイノベーション技術センター」を設立した。同センターのミッションは、お客様や社会のニーズを起点に、デジタル技術で業務変革や価値創造を推進する当社グループのDX戦略において、先進技術の開発と事業適用で変革を先導することにある。グループの機能分担センターとして、DXに関する最新技術の取り込みと技術の担保に加えて、データ利活用の人材育成、データ活用基盤の整備にも取り組んでいる。

「デジタル化ソリューション」を支えるコア技術においても、素材系・機械系の製造業として、ものづくりの現場で技術開発を進めてきた生産管理技術、制御技術、計測技術が基盤であり、これらの専門家集団が起点となり、新たなデジタル化、AIの技術開発と利活用技術の開発を推進している⁵⁾。「オペレーションズ・リサーチ（OR）応用技術」は、複雑で巨大な製鉄所の操業の自動化や最適化の取り組み、生産管理業務へのコンピュータ活用の歴史から端を発している。「データ駆動科学・AI応用技術」も1980年代の計算科学の発展により、物理モデルによる材質の制御、プラント操業や機械製品の動作制御への適用と応用により構築してきた基盤技術であり、機械学習の発展に伴い、進化しているAI技術の取り組みへとつながっている。近年では、材料開発において、統計分析などを活用したインフォマティクス（情報学）の手法「マテリアルズ・インフォマティクス（MI）」を導入している。大量のデータの分析と機械学習から、目標特性を得るための成分設計や製造条件の最適化を迅速に進める材料開発を、鋼材、アルミ、銅などへ展開するとともに、新材料の探索の試みを進めている。

また「サービス化技術」について、お客様との相互のコミュニケーションとして営業、マーケティング、開発、設計、製造、サービスなどバリューチェーン全体をデータをつないだプラットフォームを構築している。代表的な取り組みとして、お客様との接点強化では、受注・納期情報、生産管理、操業状況などを工場・サプライチェーン全体で連携させて、多品種変量工場の生産マネジメントの整備を順次進めている。AI・ICTを活用した設

計効率化など、お客様・開発・製造をデータでつなぐことで業務を変革させ、新しい価値の提供を目指している。ものづくりの現場においても、デジタル技術を駆使して多品種プロセスを高度化し、工場全体をつないで自動化・最適化を推進し、安全・高品質・効率的な製造現場の実現にむけて取り組んでいる。

ものづくりを支える要素基盤の一つである「特殊条件下の計測技術」として、様々な材料や大型構造物の表面および内部品質を担保するための非破壊検査技術や、高炉など高温・粉じんなどの過酷環境下におけるプロセス計測技術、数十mサイズの圧延機の動的挙動からサブnmサイズのシリコンウェーハ平坦度を評価する表面形状計測技術などがある。いずれも特殊な用途・環境条件下における独自の計測技術であり、ものづくりの現場へ「デジタル化ソリューション」を推し進めるための必要なコア技術である。

このように「デジタル化ソリューション」は、あらゆる分野の課題解決に有効である。社会全体でデータ化が急速に進んでおり、「データ」という経営資源を最大限に活用していくことは、未来の社会課題を解決するための不可欠な要素であることは言うまでもない。社会の変化をチャンスと捉えて、デジタル技術による業務変革と価値創造に挑戦していく。

むすび = 未来の社会課題の解決に対して、当社グループの長年の事業を通じて構築してきた「点」のコア技術を複数掛け合わせて、実用の世界で活躍する製品・技術・サービスに役立つ「面」の技術として構築し、さらにお客様の事業に貢献することのできる「立体」的なソリューションへと発展させていく。

参 考 文 献

- 1) R&D神戸製鋼技報「特集：自動車軽量化」. 2019, Vol.69, No.1.
- 2) 江崎澄代ほか.「自動車部品の材料選択・構造設計への環境負荷評価の適用」. 第18回日本LCA学会研究発表会. 2023年3月, 2-B3-02.
- 3) R&D神戸製鋼技報「特集：社会の多様なニーズを支える機能性材料とそのソリューション」. 2022, Vol.71, No.2.
- 4) R&D神戸製鋼技報「特集：溶接・接合技術」. 2018, Vol.67, No.1.
- 5) R&D神戸製鋼技報「特集：ICT活用」. 2018, Vol.68, No.2.