



特集記事・9

鉄鋼業におけるAI・IoT技術の最前線

鉄鋼プロセスにおけるデジタルデータ活用

Utilization of Digital Data in Steel Process

JFEスチール(株)
研究技監
データサイエンスプロジェクト部長

風間 彰
Akira Kazama

JFEスチール(株)
データサイエンスプロジェクト部
主任部員

津田和呂
Kazuro Tsuda

1 はじめに

2016年1月に閣議決定された「第5期科学技術基本計画」の中で、日本の未来社会が目指すべき姿として「Society 5.0」が提唱された。内閣府ホームページ¹⁾では、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」とされ、また「狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもの」とされている。

日本の鉄鋼業は Society 3.0時代に黎明期を迎え、この時代に既に国際的にも最も早く製造プロセスへの計算機導入を行い効率的な生産体制を確立、Society 4.0時代に世界最高レベルの生産性と品質を確立した。

Society 5.0に類似の概念として、鉄鋼プロセス制御ではオブザーバー（状態推定器）を用いた制御の概念が既に1980年代から実現されていた²⁾。オブザーバーはセンサより得られた現実情報を仮想空間のモデルと融合することにより、センサで直接計ることができない物理量を推定できるという概念であり、まさに「サイバーとフィジカルの高度な融合」である。ただし、当時この技術は熱延プロセスにおけるループ張力制御のような、未知外乱に対して高速なオペレータアクションが求められるプロセスにおいて、オペレータ補助手段として限定的にしか用いられていなかった。これは主に計算能力の不足に依るが、コンピュータの著しい進歩によって解決されてきた。一方で鉄鋼には形鋼や棒線分野などオペレータの勘と経験で動いているプロセスも依然多く残っており、プロセス制御の分野に限ってもデジタルデータ活用による改善の余地が大きい。

Society5.0の波は製鉄所全プロセスの制御レベルを数段階向上させる可能性があるものである。さらには生産計画や

SCM（Supply Chain Management、供給連鎖管理）、また、生産ラインの安全管理体制構築や働き方改革にも活かされるべき概念である。

当社を含むJFEグループは積極的にICT（Information & Communication Technology、情報通信技術）を取り入れており、それらの取り組みが評価され、鉄鋼業界で唯一、2018年の現在まで4年連続で「攻めのIT経営銘柄」に選定されている³⁾。「攻めのIT経営銘柄」とは、経済産業省が東京証券取引所の上場会社の中から、中長期的な企業価値の向上や競争力の強化といった視点から経営革新、収益水準・生産性の向上をもたらす積極的なIT利活用に取り組んでいる企業を業種区分ごとに選定して紹介するもの（経営銘柄）である。

本稿では「鉄鋼プロセスにおけるデジタルデータ活用」と題し、JFEスチールでの取組みの方向性を俯瞰し、データ収集・解析基盤構築方針やデジタルデータ関連部署の分担などについて述べる。センサ情報の活用やモデリングといった技術的な取組み事例についてはJFEスチール研究所による本号の当社別稿を参照いただきたい。

2 製鉄所基幹システム刷新

JFEスチールは現在、製鉄所毎に異なっていた製造業務全般をつかさどる基幹システムを刷新中である（2016年6月プレスリリース）。業務プロセスの全社統一化と、データベースを一元化することで業務効率の向上を図り、社員の働き方改革を推進しながら、お客様満足度のさらなる向上を目指している（図1）。

これまでは各製鉄所それぞれが個別に業務システムを保有しており、更新も部分的に実施してきたため、システムの構造が複雑化しメンテナンスや改造負荷が高まっていた。また、設備や作業に関する基準体系や業務プロセスについても地域性があり、製鉄所間の情報連携に課題があった。

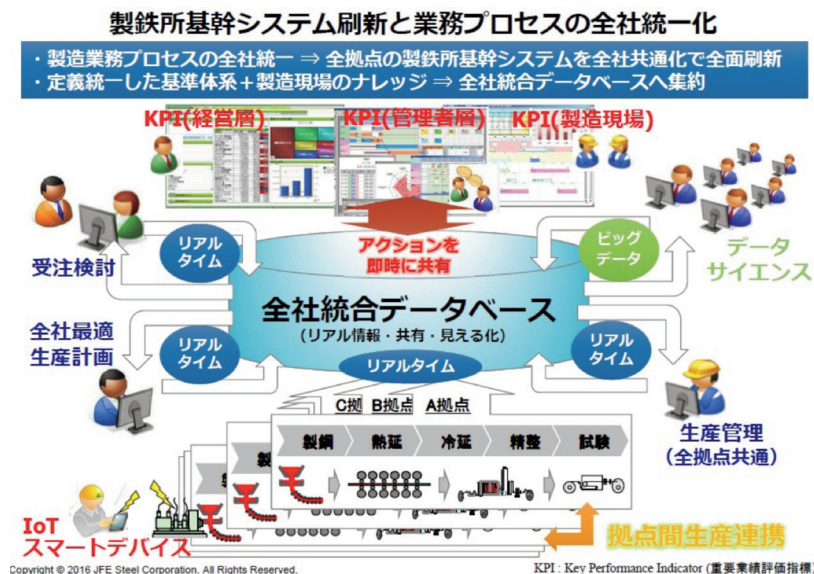


図1 製鉄所基幹システム刷新と業務プロセスの全社統一化のイメージ

そこで、よりお客様の視点に立ったKPI (Key Performance Indicator、重要業績評価指標) を設定し、製品の受注検討からお客様への納入まで、より効率性を高める仕組みとするため、データベースを全社で一元化することに着手した。全社でリアルタイムに情報を共有し、製鉄所間の連携をより強化することで、最適な製造計画の立案と実行が可能となり、これまで以上にお客様の要望や変化の激しい環境に対して柔軟かつスピーディーに対応していくことができる。

また、業務プロセスの全社統一に加え、ビックデータを活用したデータサイエンスと、スマートデバイスやIoTなどのICTを積極的に取り入れながら、社員のワークスタイルの変革に取り組んでいる。さらに、世代交代が進む製造現場における人材育成・技能伝承の推進に向け、製造現場でのノウハウやナレッジをデータベースに取り込み、その活用を始めた。

今回の刷新は、JFE発足時に行ったシステム統合を上回る大規模なプロジェクトとなり、第Ⅰ期として2019年3月の完成を目指して、2015年に発足した製鉄所業務プロセス改革班が主体となって推進している。

3 統合現品DBの運用

JFEスチールでは、次世代SCMの基盤となるデータベース「JFE統合現品DB」を、IT改革推進部が構築、本格運用を開始した。これが全社で一元化したデータベースとなる。

本DBは、すべての現品の現在・過去・未来の情報を保有し、現在のステイタスはもちろん、どの工程をいつ通過した、などの履歴情報、および最新の次工程以降の通過予定と製品完成予定を現品に紐付けて保有しており、データ処理量は1日数百万件以上に及ぶ。本DBの特長を以下に示す。

(1) リアルタイム性

各データの提供元である製鉄所とリアルタイムで情報連携し、24時間365日稼働に対応する。従来と比較すると、格段に高い精度で現品の情報を取得できるため、それらを活用した効率的な業務が可能になる。

(2) 全社進捗照会システムとの連携

現品情報のトレーサビリティ強化を図っており、開発済みの進捗照会システムにおいて、日々刻々と変動する工場の生産スケジュールをリアルタイムで反映した、最新の製品完成予定情報を全社および顧客とで共有している。これにより、スピーディーなデリバリー・納入業務を行うことが可能となる。

(3) ローカル情報の共有化

これまで各製鉄所のみが把握していた予備材料などの情報も、本社含めた全社で一元的に管理することが可能になる。また、各製鉄所で保有していた品質情報も、統合品質DBとして本社で一元的に把握できる。

(4) ビッグデータ活用

本DBでは1日に数百万件以上の「ビッグデータ」を扱う。JFE統合現品DBにある詳細な現品情報と、従来から保有している注文や引取などの情報を組み合わせた解析、また同一品種や同一工程における製鉄所間の比較などにより、全社的な視点での課題発掘が可能となる。

(5) 出荷・納入システムとの連携

JFEスチール独自の出荷・納入システム「One JFE®」とも連携し、リアルタイムで正確な現品情報に基づき、各製鉄所の生産管理や物流部門はもちろん、顧客とも現品の出荷・納入の予定を共有することができる。

以上の特徴を活かし、サプライ・チェーンの“**全社最適解**”を目指す。

4 設備メンテナンスへのAI導入

JFEスチールでは、製鉄所における設備のメンテナンス業務に対して開発してきたAI技術の全社導入を進めている。

製鉄所における設備のメンテナンスでは、稼働設備の状態監視や計画的な設備停止での点検を行っているが、万一故障が発生した場合は、生産への影響を最小限にするために迅速な修理が求められる。従来、故障が発生した場合、不具合を起こしている箇所や原因を特定するため、多くのマニュアルを参照する他、ベテランを中心とした社員の経験に基づいた設備知識や判断能力により対応してきた。しかし、限られた人的資源による迅速かつ的確な対応には限界がある上、個人のスキルに依存する部分も多い。

そこで、ベテラン技能を次世代に確実に伝承し、故障復旧時間の短縮を極限まで追求するためAIを導入・開発した。これまで長きにわたり蓄積してきた多くの作業マニュアルに加え、過去のベテラン作業員の作業実績や判断などを記録した当社独自のデータベースとAIとを組み合わせることで、経験の浅い担当者でも、今起こっている異常現象に対して有用な情報と対処法を迅速に引き出すことができる(図2)。試験導入によってその効果が認められたことから、2018年度中を目途に全社で導入を進めている。

5 デジタルデータ活用推進体制

JFEスチールでは「IT改革推進部」と「製鉄所業務プロセス改革班」を設けて、IT活用、サイバーセキュリティ強化、業務プロセスの革新を進めてきた。ここでさらに、急速な発展を遂げているデータサイエンス技術に関して、2017年10月に「データサイエンスプロジェクト部」を新設し、この3部署を中心に、設備制御部門、研究所、さらにはグループ内外ベンダー・メーカとの連携により、さらなる新技術の開発と実用化を進めている。

図3にJFEスチール内での各部署連携関係を記す。

IT改革推進部は、全社のITガバナンス・最適化を担い、ITを活用することで業務改革を推進・実現・効果フォローする。

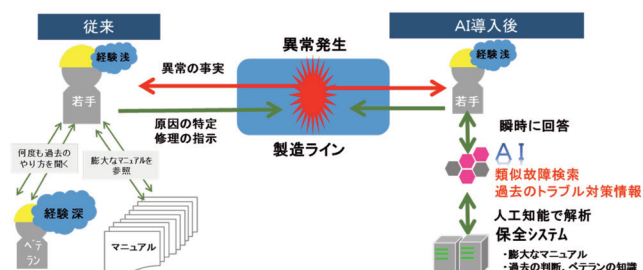


図2 設備メンテナンスへのAI活用例の概念図

セキュアなIT環境についてもソフト・ハード両面から整備・強化している。

製鉄所業務プロセス改革班は、業務プロセスの再構築を進めながら、複雑化・肥大化した製鉄所基幹システムを刷新する大規模プロジェクトの実行母体である。「継続的な業務革新」の実現と「変化に強く、柔軟なシステム」の構築を主眼とする。

データサイエンスプロジェクト部は、設備・プロセス系における開発要素の多い技術も担う。そのためスチール研究所との連携が強い。

6 デジタルデータ活用の取り組み

以下に、新設したデータサイエンスプロジェクト部を中心に進めるデジタルデータ活用について方針をまとめる。

(1) 鉄鋼プロセス・工場のCPS (Cyber Physical System、実世界とサイバー空間との相互連関⁴⁾を特徴としたシステム) 化⁵⁾

CPSは計測制御・システム分野においては古くからおこなわれていたモデリング手法の発展型であり、鉄鋼においても多くの製造プロセスにその原型は存在する。CPSでは実プロセスのセンサを充実させ、モデル側でもより多くの要素を組み入れて、プロセスの安定化、未来予想、異常予知、多目的の最適化などを高度化する(図4)。

高炉など上工程では新規センサを多種多数導入し、CPSを応用した最新モデル化技術にて炉状況の見える化を実現する。また、操業ガイダンスなどにより実アクションに繋げ、安定稼働、最適化(省エネ/CO2)、高効率化(コストミニマム)を同時に実現する。同概念を下工程にも順次展開し、生産性と品質のさらなる安定化と向上に役立てる。ロボットもCPSの一種と見做すことができるが、工場はいわばロボット集合体であり、人の知識知見の自動化を含め、最終的に上工程からの一貫CPS化をめざし、トータルでの生産性向上と最適化を実現する。

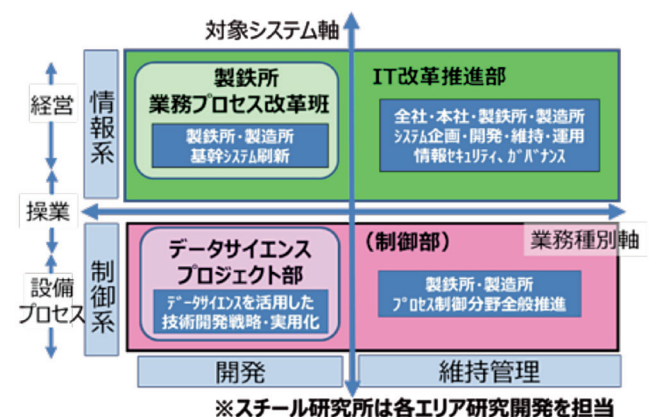


図3 JFEスチール内での各部署連携関係

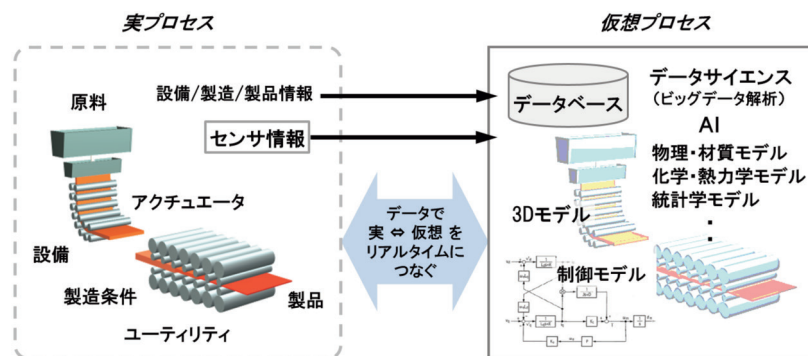


図4 鉄鋼プロセスのCPS (Cyber Physical System) 概念図

(2) 安全・防災、働き方改革へのICT、AI活用

安全作業見守りを目的に、画像センサ、ウェアラブルデバイス、AI などによる次世代技術開発を実行中であり、検証済技術から順次展開する。危険作業のロボット化など、抜本的な作業方法自体の変革にも取り組む。

(3) Data Driven Architecture (データ駆動型アーキテクチャ) の構築

(1)、(2) 実現のためには、工場内の設備やプロセスに密着した下位の情報インフラ (プロコン・DCS・PLCなどを結ぶネットワーク) が必須である。下位インフラは半世紀に及ぶ改造・増築で複雑化しているが、あらゆるデータを捨てずに、シームレスに活用できるインフラの構築を進めている。

従来は、図5の左側にあるようにセンサ情報を階層的に上位へ集めて処理していた。この過程において捨てられるデータも多かったが、これからは直接データサーバへ情報を投入し、全体をビッグデータ解析する構造へ変革していく。これによりこれまで見ていなかった事象を炙り出し、設備のトラブル予知、安定稼働はじめ、より効率的なプロセスや操作方法の創造に役立てる。また、データは必要に応じシームレスにアクセス可能となるため、より広域かつ高次元のビッグデータ活用が可能となる。

7 おわりに

以上、JFEスチールにおけるデジタルデータ活用の取り組みについてまとめた。

製造現場にはまだまだ古いネットワークやデータサーバが活きており、また手作業によるデータハンドリングも多く、トータルのデータ活用へ向けてはこれらの刷新も大きな課題であるが、着実に歩いていく所存である。

デジタルデータ・データサイエンス活用の目的は、お客様満足度や企業価値向上といった上位のものから、定常的な生産性向上、コストダウン、働き方改革、足元のトラブル回避まで多岐に渡る。AIを含むICTやデータサイエンスは、特に現状打破に

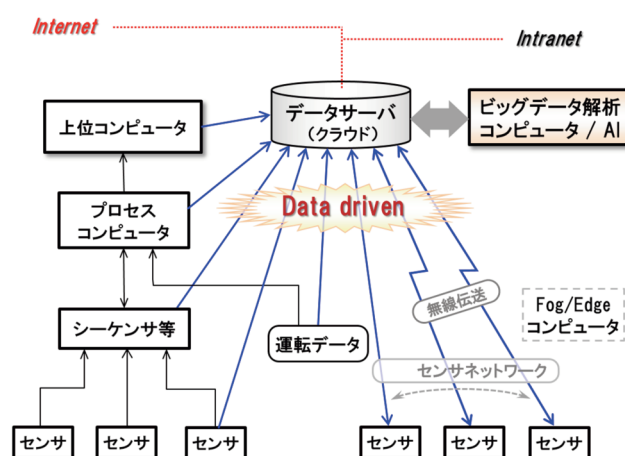


図5 工場のData Driven Architecture 概念図

手詰まり感のあった製造部門にとっては早くも標準的な方法論のひとつとなりつつある。研究所を中心とした技術からの実績も積み上がり、これまで先端技術とは無縁だった部門も含めてデジタルデータ活用のフィールドは大きく広がっている。

参考文献

- 1) Society 5.0, 内閣府ホームページ, http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- 2) 谷本直, 林美孝, 片岡恒男, 笹生宏明, 土井一博, 藪内捷文: 鉄と鋼, 70 (1984), 1269.
- 3) 攻めのIT経営銘柄, 経済産業省ホームページ, http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/keiei_meigara/keiei_meigara.html
- 4) ITによる社会変革の歩み, 経済産業省ホームページ, http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/004_06_00.pdf
- 5) 風間彰: 第227・228回 西山記念技術講座, 日本鉄鋼協会編, (2016), 57.

(2018年9月3日受付)