NIPPON STEEL

季刊 ニッポンスチール
Quarterly magazine

DXで進化する鉄づくり

Vol. 18

日本製鉄株式会社

Make Our Earth Green

NET ZERO

NIPPON STEEL
Green Transformation
initiative

DXで進化する鉄づくり

データとデジタル技術の活用によるDX（デジタルトランスフォーメーション）が、あらゆる業種・分野を超えて、未来に向けた社会変革の駆動力となっています。電子商取引やキャッシュレス決済、さまざまな業務プロセスのIT化だけにとどまらない、真に価値のあるDXの姿とはどのようなものでしょうか。DXの未来を描き、新たな価値を生み出し続けるオピニオンリーダーのご意見とともに、“つなげる力”と“あやつる力”をキーワードに、原料調達から鉄鋼製品の生産・提供まで、サプライチェーンすべての領域で“鉄づくり”の進化を目指す日本製鉄のDX戦略を紹介します。今、次の時代の製鉄の姿を創造する挑戦が加速しています。

Contents

特集 DXで進化する鉄づくり

4 特別企画 技術対談
ソフトとハードの融合で現実世界が抱える課題を解いていきたい
西川 徹 氏（(株)Preferred Networks 代表取締役最高経営責任者）
福田 和久（日本製鉄(株) 代表取締役副社長）

12 **日本製鉄のＤＸ推進戦略**

14 **ものづくりのスマート化**
デジタルツイン ……（プロセス制御×鉄）
NS-IoT ……（無線センサ×鉄）
画像認識AIモデル …（深層学習×鉄）

24 **供給体制の強化**
原料配船計画システム
……（数理最適化×鉄 Case1）
出鋼スケジューリングシステム
……（数理最適化×鉄 Case2）

30 **共通基盤・技術**
全社横断のプラットフォーム群
……（データ利活用×鉄）
シチズンデータサイエンティスト
……（人材育成×DX）

34 News Clip
日本製鉄グループの動き

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール
Vol.18 2024年2月9日発行
〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
TEL.03-6867-4111 https://www.nipponsteel.com/

編集発行人 総務部 広報センター所長 有田 進之介
企画・編集・デザイン・印刷 株式会社 日活アド・エイジェンシー

●本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。
●本誌で記載されている機械特性などはあくまでも参考値であり、これを保証するものではありません。
●ご意見・ご感想は、Webもしくは綴じ込みはがきでお寄せください。

ソフトとハードの融合で現実世界が抱える課題を解いていきたい

西川 徹 氏

(株)Preferred Networks代表取締役最高経営責任者

◉ プロフィール　にしかわ・とおる
1982年、東京生まれ。2006年、大学院在学中にPreferred Infrastructureを創業、翌07年、東京大学大学院情報理工学系研究科修士課程修了。13年、情報処理学会ソフトウエアジャパンアワードを受賞し、14年、AI技術(深層学習技術)にフォーカスした事業を目的に(株)Preferred Networksを設立。代表取締役社長に就任し20年より現職。19年、「日本ベンチャー大賞」内閣総理大臣賞受賞。著書に「Learn or Die 死ぬ気で学べ　プリファードネットワークスの挑戦」(KADOKAWA)、「AIってそういうことか！」(日経BP)。

コンピュータの可能性に魅かれ仕組みを深く掘り下げる

福田　今年は深層学習技術の産業応用でさまざまな企業とコラボレーションされ、数々の開発成果をあげていらっしゃる(株)Preferred Networks(PFN)代表取締役の西川徹さんをお招きしました。御社の取り組みを紹介した西川さんの著書を拝読して、「現実世界を計算可能にする」というミッションを明確に打ち出され、技術者にとっても理想の組織になっていると感じました。

　私たち鉄鋼業は、現在、カーボンニュートラルの実現を目指し、CO_2を実質的に排出しない製鉄プロセス革新や、EV化が進む自動車産業に向けた新製品開発など、大変革期にあります。そうしたなかで、従来の延長線上の技術開発だけでなく、新たな視点での取り組みを強化し、あわせて技術開発をスピードアップしなければならないと考えています。本日は最もドラスティックな世界で活躍されている西川さんの研究開発への思いや、技術を切り拓いていく上で重要な視点をお伺いして参考にさせていただければと思います。

　まず西川さんのご経歴を知る上で、活動の原点であるコンピュータとの出会いはいつごろだったのか教えてください。

西川　小学校5年生のとき、家にコンピュータはなかったのですが父が借りたBASIC(プログラミング言語)の入門書を読んで、プログラムを組むことで絵を描いたりゲームをつくるなど、コンピュータで自由自在に創作ができることを知って衝撃を受けました。プログラミングの世界を知ることで、電卓のお化けのようなコンピュータが無限の可能性を持つことに魅力を感じました。

福田 和久

日本製鉄(株)代表取締役副社長

小学校の卒業式

中学時代の学友と

福田　私は大学生のときにパソコンに触れてインパクトを受けましたが、西川さんは幼少のころですから、デジタルネイティブですね。私はファミコンで遊んだこともありません(笑)。実際にコンピュータを手にされたのはいつでしたか。

西川　両親と、学費の安い国立中学に入ったらコンピュータを買ってもらう約束をしましたが、いざ合格すると「中古だったらいいよ」と(笑)。最終的には祖父母が新品のコンピュータを買ってくれました。プログラムを組んだり、インターネットの普及とあわせてパソコン通信をしたり、それが中学時代でした。そうしたなか、東大・萩谷昌己教授の情報科学科のプログラミング言語処理系の講義資料をネットで見て、人に近い言葉で書かれているプログラミング言語をマシンが処理する仕組みに興味を持ちました。

福田　中学から高校にかけて、コンピュータの仕組み、さらにはその下のレイヤーであるハードウエアやコンピュータの計算機そのものへと興味が深まっていったわけですね。

西川　単純な論理回路から複雑な仕組みが構成されていく、コンピュータの仕組みそのものや、工夫してコンピュータを速くする手法など、コンピュータサイエンスに興味を持つようになりました。行きたい大学の専攻（情報科学）もおのずと決まりました。

プログラム1つで世界がつくれるコンピュータ分野で起業

福田　大学時代にそのまま研究の道を進まれず起業されました。きっかけは何でしょうか。

西川　大きくは3つあって、1つは仲間との出会いです。学科の友人や、プログラミングコンテストに出場したときに出会った仲間など、人とのつながりです。また、当時全盛期だったグーグルが、分散システムで大量のデータを処理して検索するシステムをつくった。グーグル躍進の一つの理由は、大量のデータを扱うためにコンピュータを大規模化して新たなイノベーションを生み出したところにあります。それを見て、コンピュータサイエンスがイノベーションの源泉になると強く感じました。これが2つ目の理由です。

　そして3つ目は、コンピュータを使いゲノムを解析して創薬するバイオベンチャーでアルバイトしていたときの雰囲気がとても楽しかったことです。自分たちで事業を発案してうまくいく方法を夜な夜な考えるなかで、ベンチャー企業の醍醐味を知りました。会社をつくることで仲間が集まり、多様な技術を持ち寄って新しいことができる。そんなことを自分たちでやってみたいと思いました。

福田　大企業は資金も物も潤沢で、専門家も多くマンパワーも十分です。ある範囲で自由度を持たせてもらえるなら、それも結構やりがいがあるんじゃないかと思いますが、その選択肢はなかったのですか。

西川　当時、研究室にIBMから派遣されてきた人にすごい憧れて就職も考えましたが、ベンチャーのアルバイトをして、皆でワイワイやる方に強く惹かれました。化学や製造業などすでに多様なノウハウが蓄積された分野とは異なり、コンピュータの世界はプログラム1つで世界がつくれます。例えば、ファミコンもプログラムを組むことで小さな集団が世界中にインパクトを与えていました。自分たちで制御できるプログラミングの世界で、一度しかない人生、自ら思うようにできたほうが面白いんじゃないかと考えました。

福田　まず2006年にPreferred Infrastructure（PFI）を創業され、8年後にそれまでの蓄積をすべて捨てて、新たな会社であるPFNを設立されました。その経緯を教えていただけますか。

西川　最初の会社（PFI）は皆に声をかけて半ば勢いで創業し、まず検索エンジンをつくり始めました。事業をやったことがなかったので、市場性などを考えず、速くていい検索エンジンをつくれば良いというところからスタートして苦労しました。当時はすでにグーグルやマイクロソフトが先行して市場がほとんどない状況で、新しいモバイル検索の市場ではある程度稼ぐことができましたが、スマホの普及でモバイル検索とPC検索の境目がなくなりつつありました。同じ事業をやっても先がないと感じたのが2010年ごろで、その時期は悩みましたね。

　そのタイミングで行ったアメリカで、機械が生み出す膨大なデータを分析するIoTの世界は手つかずの領域だという話を聞きました。ただ当時は、監視カメラのデータを機械学習で処理しても精度が低く、照明で見え方が変わるとまったく認識できなくなる。IoTで機械のデータを処理するにはまだまだ技術的な限界がありました。ちょうどそのころから深層学習が盛り上がり始め、多くのデータを学習させることで認識精度が大きく向上し、多様な状況に柔軟に対応でき、不測の事態にも耐えられるようになってきたので、これは大きなチャンスだと。IoTと深層学習を掛け合わせて、機械のデータを深層学習で処理して、機械を賢くしたいという思いから、2012年ごろからそちらに事業をシフトしました。

福田　日本製鉄もIoTの盛り上がりのなかで、鉄鋼生産で蓄積した膨大なデータをいかに使うかを考え、割と早い段階から機械学習に取り組んでいますが、あくまでDXのなかの一つという位置づけで、個々の取り組みに限られ、大きな動きにはつながりませんでした。当時、IoTと深層学習を一緒にすると面白いと感じていましたが、これも当初は、導入が散発的でした。御社と比べて力の入れ方が違っていたと感じています。

西川　当時、機械学習の手法から深層学習へと事業の方向性を大きく変えないと存続できない危機感がありましたね。従来の手法で蓄積したノウハウもあったので、社内ではそれを捨てて移行することに抵抗もありましたが、すでに従来手法でうまくいかないことも出てきており、ここは賭けるしかないと。いわば背水の陣でした。

深層学習に大きく舵を切り多彩な分野で評価を得たPFN

福田　2014年に設立されたPFNは、まだ実績がないなかで、ベンチャーキャピタルではなく、NTTグループやファナック（株）、トヨタ自動車（株）などの大手事業会社から出資を受けました。その経緯を教えていただけますか。

西川　最初に出資を受けたNTTさんとは、PFI時代から分散システムの調査や分散型の機械学習のためのフレームワークづくりを一緒にやっていました。そうした経緯があり設立の際にご支援いただきました。

福田　製造業界との業務提携のきっかけはどのようなものだったのですか。

西川　FA・ロボットメーカーのファナックさんはすでに機械学習を試されていて、社外との協業の可能性も模索されていました。そんなときに稲葉善治会長と出会い、複数のロボットで1つの製品をつくるときに、深層学習を使うと1台のロボットが壊れても他のロボットが協調し合いながらそれをカバーできるのではないか、というビジョンを語り合って意気投合しました。

　その後、同社の工場見学で、ロボットは電源を入れておくと昼夜問わず無限にデータを生成してくれる機械だということを改めて認識し、魅力を感じました。コンピュータサイエンティストにとってデータはものすごく重要です。そうして協業の話がスタートし、出資を受けることになりました。

福田　そこから製造業との協業が始まり、PFN設立以前からお付き合いがあったトヨタさんとも、自動運転プロジェクトを機に、より関係性を深める目的で出資を受けられました。現在、PFNではどのようなことに取り組まれていますか。

西川　製造業の領域では、プラントの最適化や自動化、異常検知、ロボットなどがあります。それに加えて、金融などのエンタープライズ分野での深層学習の活用も加速しており、コンサルティングからソリューションまでの研究開発や共同事業化を進めています。

　さらに新規事業として、ENEOS（株）さんと一緒に、化学技術計算を高速で行うAI開発とサービスの提供を行う子会社（株）Preferred Computational Chemistry（PFCC）を設立し、素材探索のシミュレーション技術の提供を行っています。例えば、触媒の探索において、実際に実験するのは時間とコストがかかるため、コンピュータ上で触媒を入れたときの化学反応を予測して候補材料をスクリーニングします。

PFNがファナック（株）と行った深層学習によるバラ積み取り出し

PFN のブースが注目を集めた「CEATEC 2023」

ENEOS と共同開発した汎用原子レベルシミュレータ「Matlantis™」

PFI の創業初期メンバー

この予測にはたくさんの原子を解析する必要がありますが、そこで使う第一原理計算(※1)はものすごい計算力が必要なため、大規模なシミュレーションを高速に実行することが困難でした。そこで、第一原理計算による大量のデータを学習して模倣するAI(サロゲートモデル)をつくり解析を高速・高性能化することで、第一原理計算では扱いきれなかった規模のシミュレーションを可能にしました。

「Learn or Die」の気概で常に学ぶ事業姿勢を貫く

福田　多彩な分野でAI活用を進められる過程で、各事業会社の専門領域に踏み込んだ知見がないと協業がなかなか進まないような気がします。例えばENEOSさんの場合は触媒研究ですが、そのあたりの知識も必要になるのでないでしょうか。

西川　協業で学び成長させていただいています。採用活動を強化して、専門性を持つ人材を採用したり、もちろん、自分たちも学ぶ。その事業の担当者を中心にその分野の知見を深め、協業の過程で精通していくことが重要だと考えています。例えばPFCCでも自然言語処理の専門家が、ある日突然、化学の専門書を読みふけって猛勉強する。当社のバリューに「Learn or Die」という社是がありますが、「常に学ぶ」という事業姿勢を貫いています。

福田　どうやったらそういう人材を採用して育てていけるのか、すごいなと思います。

西川　学ぶことが面白いと思う人を採用しています。採用時にどれだけ新しいことにチャレンジしたいか、また、テクノロジーの進化をはじめ世の中が常に変化し、そのスピードも速くなるなかで、その変化を楽しめる人材をいかに見抜くかが重要です。

福田　我々も、いろんなルートで戦力強化を考えておりますが、大学の成績が良くても伸び悩む人もいれば、成績が悪くても自分の好きなことをやり遂げる人もいますので、可能性を秘めた化けそうな人を採ろうと思うのですが、採用は難しいですね。悩みどころでもあります。

　また育成という面で、本業とは別に小学生のプログラミング教育にも力を入れていらっしゃいます。その思いをお聞かせください。

西川　きっかけはプログラミングの義務教育化です。最先端のコンピュータサイエンスの技術は、本来面白いものですが、コンピュータサイエンスに精通した教員が足りていないなかで義務教育になると、教えかたによってはワクワクするものにならなくなる。本来ならプログラミングを好きになるはずがなれなくなる環境には損失があると思い、純粋に楽しみながら本格的なプログラミングを学ぶための教育事業を始めました。半導体が指数関数的に速くなりコンピュータサイエンスの世界も進化し、パラダイムもどんどん変わっていく。その変化を楽しめるような人材を育てたいと思っています。

福田　日本製鉄も現在、DX人材を計画的に育成していますが、レベルアップのために何が必要か、アドバイスがあればお聞かせください。

西川　楽しんで学べば多くの方が習得できるはずです。また、テクノロジーの進化によってプログラミングのやり方は10年先にはまったく違うものになっているでしょうし、人と機械の関係性が変わるなかで、デジタルの使い方、DXも大きく変化していきます。そうしたことを楽しめるといいですね。

福田　使用する立場として、その技術で何ができるか、可能性としてどういう使い方があるのかを日々考えながら、進化・変化に適応していく柔軟性が必要ですね。

組織運営では分野横断での情報共有が不可欠

福田　次に、研究開発組織の運営についてご意見をいただければと思います。日本製鉄は、研究者約800人で、研究開発費は700億円規模、カーボンニュートラルのグリーンイノベーション(GI)基金を入れると千数百億円あります。中央研究センターは特に、鉄づくりを根本から変える製鉄プロセス開発(**図1**)と高機能鋼材・ソリューションの開発に注力しています。プロセスも製品もドラスティックに変わるなかでは、技術開発のスピードアップはもちろんですが、新たな視点で新規課題を掘り起こし、技術戦略をタイムリーに出していくことが不可欠です。それを牽引する組織運営で大切なことは何だと思われますか。

PFN が開発する小学生向けプログラミング教材「Playgram™」

※1 **第一原理計算**：原子間の相互作用を量子力学の基本原理に則って電子の量子状態から計算し、物質の性質や挙動を調べる手法。

西川　当社では年に3~4回社内カンファレンスをやります。大変革期の今、そこでの議論や技術情報の交換が特に重要だと思います。またお客様の機密情報以外の研究・技術に関する情報やチャットはすべてオープンです。興味があるチャットの議論に自由に参加して情報交換でき、ハードとソフトなど、違う専門性のメンバーが議論し合うスタイルが浸透しています。

福田　我々も情報共有と専門家同士の議論は必須だと考えています。日本製鉄は多数の研究者がいますし、専門分野も多方面にわたりますので、放っておくとバラバラになりかねません。組織の垣根を越え、自由闊達に議論する風土をつくるためには、ワイガヤや雑談も重要ですので、専門分野が異なる部長クラスの研究者が議論したり、一定のテーマで若手が議論するなど、コミュニケーションの場をなるべく多くセットしようとしています。そうした議論から新しい時代の新たな展開が生まれ、技術・製品開発に結びついていくことを期待しています。

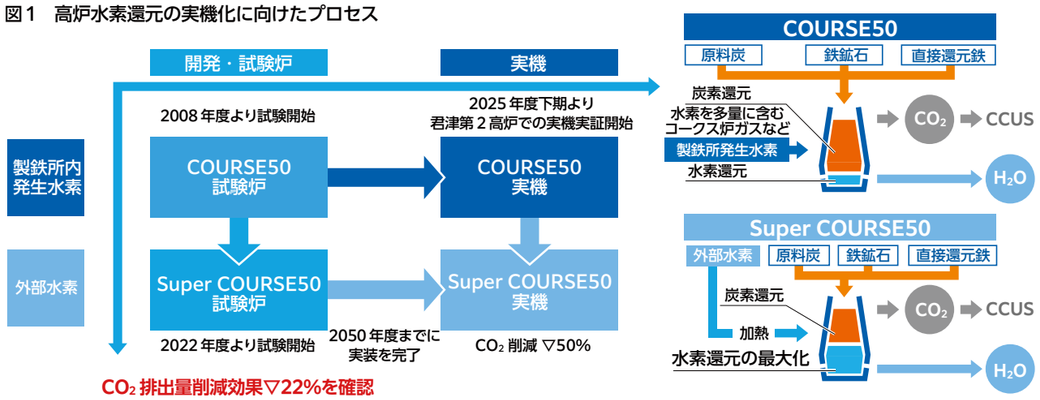
西川　AIの世界も大変革期にあるので、どのぐらい大きなパラダイムシフトが起こるのかその可能性を考え、経営陣から情報発信したり、チーム全員で議論・情報交換の相互作用を発揮しながら進めていくもの、それらを組み合わせて運営していく必要がありますね。

大切なのは研究者のやる気を引き出す環境づくり

福田　技術開発を行う上で、最も大切なことは、研究者のやる気と組織の活性化だと思っています。研究者は、好きなことをやるのが一番力を発揮しますので、会社の成長につながるテーマを面白いと感じてもらうのを大前提として、若い研究者が、自由な発想でやりたいことに取り組める環境づくりを行っています。また、今後の取り組みですが、グループ会社やベンチャー企業に参画し、自分の研究を事業化するところまでやってもらいたいですし、ローテーションを回しながら他流試合をさせて、主役として最前線に立つ経験を積ませていきたいと思います。そうすることで本人の視野が広がり、モチベーションも高まるのではないかと考えています。

　研究開発の活性化には、何といっても盛り上がるテーマが一番ですので、私自身、研究者が盛り上がる、沸き立つような目標、テーマをどのように与えるか、いつも考えていますが、西川さんはどのようにテーマを設定されますか。

図1　高炉水素還元の実機化に向けたプロセス



CO_2 排出量削減効果▽22%を確認

日本製鉄では、高炉水素還元技術 Super COURSE50 の試験炉において、加熱水素吹込みにより世界最高水準となる CO_2 排出量削減効果 22%を確認した。

西川　大規模言語モデル(※2)などAI分野に関するものは、いくつも研究開発テーマがありますが、それによってどのようなイノベーションを起こせるのかという想像力が必要です。例えばChatGPT(※3)は、コンピュータの性能・速度が飛躍的に上がったことで創発的に実現しました。コンピュータアーキテクチャーの進化と、新たに出てくるAI技術はリンクしているので、この2つの事象を念頭に置きながら、何年後はこうなると想像してテーマを決めます。

もう一つは、論文を読むだけでなく、実際にできているものや開発の様子を見て、今の技術の段階を認識し、限界を見極め、成長スピードを考えてこの時期にはこれぐらいできるだろうと常に想像しながら事象を予測します。その上でいろいろな人とディスカッションして、必要だと思われる技術を開発し、仮説検証を行いながら、その結果をもとにまた新たな予測を立てていく。その繰り返しで技術を育てていきます。

福田　その技術が実現する未来の姿を思い描くことが大切ですね。

AIが進化する社会における鉄鋼業の姿

福田　鉄鋼業のAI導入についてご意見を伺いたいと思います。西川さんは製鉄プロセスへのAI導入の可能性をどう見ていらっしゃいますか。

西川　多様な工程を経る鉄づくりは、複雑なプロセスのシステムです。鉄鋼製品をつくるには多くのエネルギーが必要であり、その分最適化や自動化できる余地もたくさんあると思います。最適化する上での人間の経験や勘の解析が進み、そこがさらに進化していくと考えています。

鉄鋼業などのプロセス型の難しい点は、組立型の製造業と違い、途中でプロセスを止めると材質が変わり生産できなくなることです。そのため今まではアグレッシブな最適化を学習させることが難しかったと思います。今後、パラメータの異なる多くのデータを取り、基盤モデルや大規模言語モデルを使うことによって、コンピュータが「常識」を持つようになれば、最適化を行う上で、後工程に支障が出るおかしな状態にならないようにすることもできるようになります。

福田　物理モデルではわからない経験値から生まれた勘やコツによる製造現場のオペレートは、まさにAIの深層学習と同じですね。今後、深層学習の精度が上がって熟練オペレーターに追いつく時代が来ると予測しています。

西川　AIが熟練オペレーターと協調することで、お互いに進化できると思います。

福田　人間にしかわからない部分も絶対にあるので、双方向的な進化が期待できますね。また、操業に加えて、鉄鋼業は原料を購入し、製造した鋼材を加工して梱包・輸送する総合産業でもあり、全体として多くの人がかかわっています。日本製鉄では生産プロセスの改革に加えて、生産計画や配船計画をはじめ多様な業務プロセスのAI・DX化も進めていますが、これからの本流は、労働人口減少への対応です。製鉄所では、製造ラインの操業よりも精整・梱包・輸送・点検・補修・工事などに人手がかかり、多数の人が携わっています。10~20年後、そういう人たちが激減すると製鉄所を稼働できなくなる。そこが喫緊の課題になりつつあるなかで、その部分をAIの積極活用で補えないかと考えています。ご意見をお聞かせください。

西川　機械が人手不足の解消にどこまで貢献できるかは私たちもまだ限界が見えていないところです。物体認識の精度向上と深層学習によりロボティクスが急速に進化すれば、物を運ぶなど物理的な作業の一部を補完できると思います。

福田　難しいのは点検補修や梱包で、特に梱包は製品によって異なる複雑な作業です。そうなるとロボットや自動化設備などハードの高度化も必要ですね。

西川　ハード部分にいかに柔軟性を持たせるかが重要ですが、今のロボットハンドの精度を上げるにはかなりのコストがかかります。人間の手は個体差があっても脳でカバーすることができるように、ソフトウエアでロボットハンドを柔軟に制御し、個体差を吸収できれば高精度なものをより安価につくることができると考えています。

もうひとつ、鉄鋼製品に不可欠な検査の領域もフェーズが変わると思います。検査データは正常がほとんどで異常が少ないという状況のなか、人間はなぜ異常が起きるのかを演繹的に考えますが、AIはデータドリブンな帰納的アプローチしかできませんでした。これからのAIはマニュアルや蓄積されたデータなどの情報を読み込んで演繹的に考えることができるようになります。シミュレーションや生成AI(※4)を組み合わせることで、知っている範囲(内挿)を超え、解ける問題の範囲が広がり、異常検知の世界も大きく変わっていくと思います。

福田　演繹的なアプローチができると多様な場面で活用できるようになりますので、今後の進化を大変期待しています。

大企業とベンチャーが協調しながらサステナブルな社会を目指す

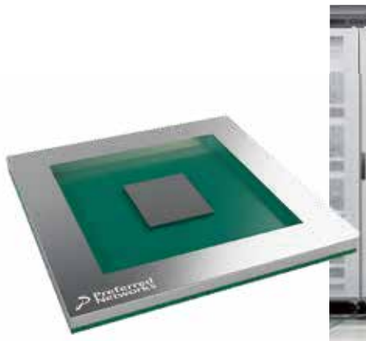
福田　最後に、御社の今後のビジョンと、日本製鉄へのメッセージをお聞かせください。

西川　コンピュータサイエンスで、さまざまな産業のパラダイムを変える新しい手法を常に生み出していきたいと思います。新たな手法の創出はコンピュータの進化によるところが大きい。必要なコンピュータの進化とあわせてアーキテクチャーも進化させ、計算力の向上に比例して増える電力消費を抑えます。ハードウエアとソフトウエア両面からのアプローチで、サステナブルにコンピュータを進化させ、イノベーションを起こす源泉となる新たな手法を世の中に提供し続けていきます。

先ほどカーボンニュートラルのお話もありましたが、エネルギー消費の低減は世界的な課題です。サステナブルな社会の実現に向けた革新的製鉄プロセス開発をはじめとする日本製鉄の挑戦を、微力ながらお手伝いできればと思います。

福田　実現に向けてAIを使い倒していきたいと思いますので、よろしくお願いします。本日は研究開発の取り組みなど大変勉強になるお話を伺い、ベンチャーと大企業それぞれの役割があると感じました。今後、AIの進化・活用により社会が変化していくなかで、鉄鋼業も変わっていかなければなりません。ぜひ一緒にやらせていただければと思います。本日は貴重なお話をいただきありがとうございました。

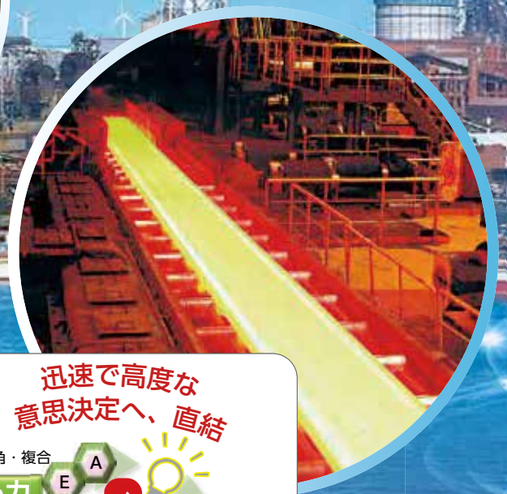
(この対談は、2023年9月26日に日本製鉄紀尾井倶楽部で開催されました)



深層学習に特化したPFN独自開発のプロセッサー「MN-Core™2」

高い省電力性能を持つPFNの深層学習用スーパーコンピュータ「MN-3」

※2 **大規模言語モデル**：巨大なデータセットと深層学習技術を用いて構築された言語モデル。
※3 **ChatGPT**：人間のように自然な言語を理解できる大規模言語モデルを基盤とした対話型インターフェイス。
※4 **生成AI**：コンピュータが学習したデータをもとに、新しいデータや情報をアウトプットする技術。



日本製鉄のDX推進戦略

日本製鉄(株)
執行役員
デジタル改革推進部 情報システム部
星野 毅夫 部長

日本製鉄では、社内に存在する膨大なデータを活用することにより、製造・業務プロセスの改革と、事業競争力のさらなる強化に取り組んでいます。データとデジタル技術を駆使し、意思決定の迅速化、また課題解決力向上を図る日本製鉄のＤＸ推進戦略について、星野毅夫執行役員デジタル改革推進部長兼情報システム部長が紹介します。

データを「つなげる力」と「あやつる力」を融合

鉄鋼生産は原料調達～製鉄～製鋼～圧延～加工～流通とバリューチェーンが長く、かつ生産規模も大きいことから、日本製鉄では古くは１９６０年代から大型計算機とデータを用いた生産管理手法にチャレンジしてきました。現在はこれら過去から蓄積された膨大なデータを活用することで、更なる意思決定の迅速化と課題解決力の向上を図る日鉄ＤＸを推進しています。

日本製鉄のＤＸは、保有する有益なビッグデータを横断的に結合する「つなげる力」と、そのデータを利活用する「あやつる力」を融合させて製造業の課題にチャレンジするものです。

「つなげる力」「あやつる力」のコンセプト

製造業のデータは、現場の情報からお客様へ提供した情報など、種々多様です。ＤＸに取り組む以前は、現場から必要なデータだけを抽出して報告書を作成し、情報収集や判断に時間がかかること、処理したデータを元に戻すことができないことで上位管理者が具体的な指示ができないケースがあることが課題でした。そこで、〝つなげる力〟の基盤として、製造拠点や部署ごとに個別蓄積されてきたデータを統合集約するデータプラットフォーム「ＮＳ-Ｌｉｂ」を構築しました。これにより、経営レベルから第一線まで同じデータ・情報をもとにした、迅速で高度な意思決定・課題解決の実現を目指しています。ＮＳ-Ｌｉｂは、データの意味合い、データの発生元を登録する力タログ化やアクセス管理機能を有しており、社内に多くあるデータベース群のなかから必要なデータを自ら探し、アクセスして利活用できるようになります。また、〝あやつる力〟の基盤として、セルフサービスＢＩツールや統合ＡＩ解析プラットフォームであるＮＳ-ＤＩＧ®の導入を実施しています。

さまざまなデータを集めて多角的・複合的な判断ができ、複数のデータのなかから隠れた情報や関係性を抽出したり、過去のデータから未来を予測したりすることも容易化され、ＤＸ施策を加速させることが可能となっています。

社会全体に高い価値を生み出すために

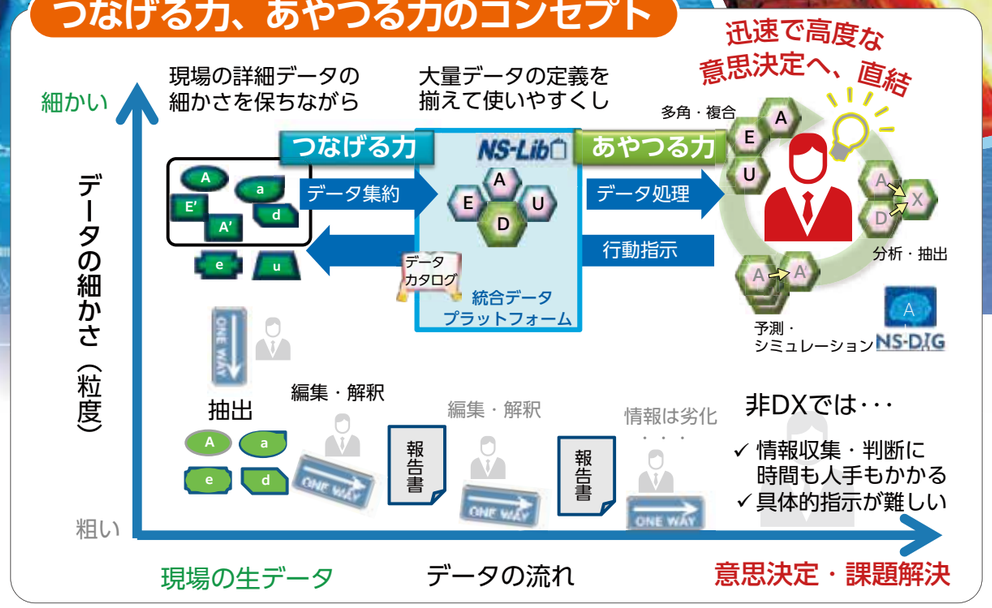
時代の流れが加速している今、日本製鉄はＤＸを推進することによって、自社の利益のみならず、社会全体に価値を生み出すことを目指しています。

鉄鋼業におけるＤＸはデータで構成される仮想世界ではなく、リアルな現場を相手にしています。ＤＸの推進においてもデジタルやデータ処理に詳しいだけでは駄目で、鉄鋼業特有の製造・業務にかかわる複雑なプロセスの理解が不可欠です。したがって当社ではさまざまな職場で実務を担当している自社社員をＤＸ人材に育成する「データサイエンス教育」を実施すると共に、各職場を牽引する管理職の改革マインド・リテラシーを教育する「デジタル・マネジメント教育」も並行して進めています。これら施策によって部分最適でなく全社最適を志向した施策提案が増えていると感じています。

デジタル技術はあくまでも道具でしかなく、いかに業務を改革していくかが大切です。

日本製鉄は、今後もＤＸをさらに進化させながらグループ一丸となって世界最高の技術とものづくりの力を追究し、優れた製品・サービスの提供を通じて社会の発展に寄与していきます。（談）

つなげる力、あやつる力のコンセプト



ものづくりのスマート化

DX Digital Transformation

デジタルツイン

見えない炉内を見て、ダイナミックな物理現象を操る

プロセス制御×鉄

日本製鉄では、高炉操業データの画像情報化(可視化)や高炉操業自動化、熱風炉燃焼最適化など、さまざまなプロセス制御技術の要素で構成されたデジタルツインの高度化を通して、“ものづくりのスマート化”を目指しています。高炉の安定・高効率操業や生産性の向上、技術伝承と業務改革を実現する取り組みを紹介します。

現実世界をデジタルで再現する

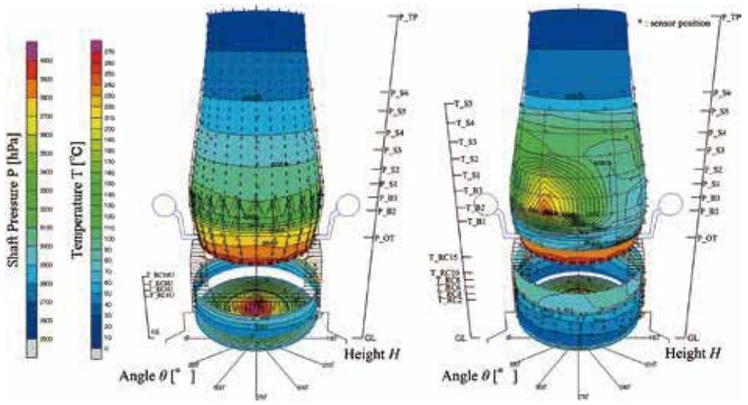
デジタルツインとは、現実世界の情報をリアルタイムかつ網羅的に収集し、物事の動きを表すデータとその振る舞いを数式化したモデルを組み合わせ、さまざまな現象を仮想(デジタル)世界で再構成することによって、現実世界を高解像度で再現する概念です。

デジタルツインは、一つの技術ではなく、複数の技術要素が構成されたシステムを構築することによって実現されています。デジタルツインの実現により、高炉や熱風炉の状態が時空間的に高解像度で再現され、操業技術者・設備技術者・プロセス制御技術者での共有が可能となりました。

今日突然出現した概念ではなく、日本製鉄におけるプロセス制御技術の変遷を踏まえると、先人たちのこれまでの取り組みの延長線上から得られた複数の技術要素で構成されたシステムと捉えることができます。その普遍的な視点、本質的な位置づけは、人間側のダイナミクスと、対話を含めた操業技術・設備技術・プロセス制御技術のデジタル共有にあり、そこに日本製鉄のプロセス制御におけるデジタルツインは構築されています。

3D-VENUS

高炉内部をリアルタイムで見る



(出典) 伊藤ほか：計測自動制御学会産業論文集, Vol.8, No.10, 82/89(2009), Fig.2.
(公社)計測自動制御学会の転載許可許諾のもと転載

高炉操業データの３次元画像情報化例（九州製鉄所大分地区第２高炉）

―― 設備・保全技術センター 伊藤雅浩主幹に伺いました。

3D-VENUS開発のきっかけは、1999年の現九州製鉄所大分地区の第1高炉における炉壁付着物の脱落が起点となった炉体下部の冷え込みによる操業不調でした。その際に、ステーブ(※)温度やシャフト圧力の炉高方向分布の時系列推移表示、及び炉高方向・炉周方向の2次元展開表示から、炉体下部の冷え込み過程が、客観的かつわかりやすい画像情報として「可視化」され、関係者間で現象認識・現象理解として共通化されたことが開発の源流となりました。

それまで操業中の炉内分析は、計測データの時系列チャートをつき合わせながら行ってきました。さらに、現場で得た匂い、色、音、振動、体感温度などを組み合わせて炉内の状態を判断してきましたが、その分析精度には限界がありました。かつて高炉には「宿老」と呼ばれる経験を積んだ熟練の操業オペレーターがおられましたが、頭のなかにある職人技の世界やイメージを、オペレーターや操業スタッフ、設備管理者全員で共有することは困難でした。

また、高炉は24時間365日連続操業しているため、オペレーターは8時間ごとに交代します。高炉の状況に合わせて行った操作は、システム上ではすぐに反映されますが、高炉に変化が現れるのは10時間ないし長いときは2~3日後です。そのため自分が判断したアクション(操作)の結果は別のオペレーターが見ることになります。操作に対する結果が現れるのに長い時間がかかるプロセスを、交代しながら操作・監視していくなかで、個人差や解釈の違いなく客観的に申し送りできるシステムの実現のもと開発されたのが、高炉操業データを画像情報化(可視化)する3D-VENUSです。

3D-VENUSは、高炉炉体に設置したセンサから、温度や圧力、ガスの分布状況を1秒単位で計測し、3次元画像で炉内の状況を再現する技術です。高炉内のガスの流れや還元反応が刻々と変わるなか、異常を検知した際に秒単位でその変化を監視することができるようになりました。高炉内の変化を秒単位で3D化する技術は、当時、急速に進展していた3Dグラフィックゲームのプログラミング技術や動画共有の考え方をいち早く鉄鋼プロセスの操業監視システムに応用しました。

高炉操業データの空間的分布や時間的推移など、炉内の状態変化をリアルタイムかつカラーで仮想世界に表現することによって情報の精度が高まり、オペレーターの判断に基づく高炉操業の安定化と生産効率の向上に大きく寄与しています。

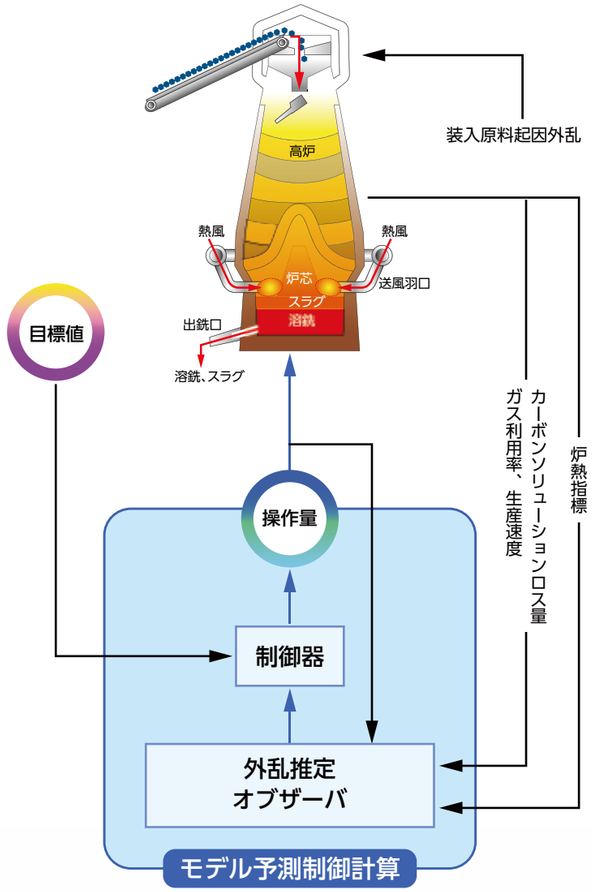
※ ステーブ(stave)：高炉炉体を構成する構造体。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部 制御開発課
伊藤 雅浩 主幹

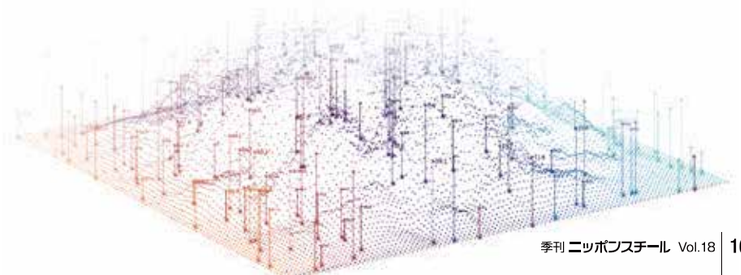
デジタルツインは画期的な１つの技術ではなく、複数の技術要素で構成されたシステムで実現します。これまでも発想はあったものの、技術的に実現が困難でした。試行錯誤を繰り返し、個々の課題解決に真摯に取り組んできた日本製鉄の先人技術者・研究者の方々の技術成果や試行錯誤の結果と想いを、次の世代である私たちが受け止め、現代の最新技術を駆使して開発した技術の１つが3D-VENUSであり、高炉操業自動化技術や熱風炉最適燃焼制御技術です。これらが最新のICT技術、AI技術として今日システム化され、継続的に推進することで日本製鉄のプロセス制御技術が更に技術発展していくものと思います。これからも継続的に高度化させ、技術革新を成し遂げていきたいと考えています。

BlastBrain

BlastBrain®
高炉の操業自動化を目指す
自動化を実現する４つの機能



高炉操業自動化技術における制御系の概要



――プロセス研究所 夏井琢哉上席主幹研究員、山木修主任研究員、山本浩貴主任研究員、設備・保全技術センター 阿部快洋主幹に伺いました。

日本製鉄は高炉操業自動化システムBlastBrain®を開発しました。現実世界の高炉プロセスから収集したデータを解析して、現実では見えない炉内の状態を把握し、将来の状態を予測して自動制御することによって、操業安定化と生産性向上を図っています。また、自動制御によって捻出された時間を有効利用することで、技能・技術の継続的向上や、現場標準化活動と訓練定着化活動の強化にもつながると考えています。

高炉操業では、オペレーターの勘と経験に頼っている部分がありました。個々人の解釈のばらつき、装入原燃料の違いによる高炉操業のばらつき等を標準化するため、BlastBrainはアクションガイダンス機能、PID制御機能、予測制御機能、新規センサーから構成されています。

アクションガイダンス機能は、操業基準や手順書の電子化を行い、それらにもとづくアクションをガイダンスに従って確実に実行できるようにシステム化したものです。

PID制御機能は、出銑量と炉内の熱レベルを一定にするために送風制御を自動化する技術です。従来のフィードバック制御を基本にして、オペレーターが考えてアクションする暗黙知を制御パラメータに落し込むことで、オペレーターと同等のアクションの自動化が可能になりました。

予測制御機能は、複雑な炉内現象の時間変化を解く高炉数学モデルを活用し、将来の操業状態を予測して出銑量と熱レベルを一定にするための送風操作と炉頂装入操作の最適化を実現する技術です。現実の高炉操業状態を精度よくシミュレーションすることによって、将来を予測した自動制御が可能になりました。

また高精度の予測制御を実現するためには、新しいデータも必要です。BlastBrainでは、羽口画像解析システム、出銑画像計測システムなどの新規センサーを開発し、より精密な炉内状況の把握・予測に役立てています。

BlastBrainは2020年11月に改修した北日本製鉄所室蘭地区第二高炉をはじめ、名古屋製鉄所第三高炉など、各製鉄所で適用が始まっています。現在は比較的安定した操業状態での自動制御を検証中ですが、さらに磨きをかけ、自動制御の適用範囲を広げるための技術開発にも取り組んでいきます。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部 プロコン技術室
制御システム第一課
阿部 快洋 主幹

プロジェクトにあたっては、先進的かつ革新的な技術導入でもあり、大きな方針変更があっても柔軟に対応できるよう、アジャイル開発でBlastBrainのシステムを構築していきました。高炉本体だけではなく、ほかの設備との高度なシステム連携が必要でもあったため、多くの工場スタッフと設備エンジニアの協力で立上げることができました。最適なモデルにもとづき最良な制御が可能となるBlastBrainによって、個々のオペレータのスキルによらず安定操業できるよう、今後も、システムの展開を進めたいと考えています。

日本製鉄(株)
技術開発本部
プロセス研究所 計測・制御研究部
制御・電磁ソリューション研究室 研究第一課
山本 浩貴 主任研究員

BlastBrainは、社内の高炉関係の研究者と技術者を集結した特命プロジェクト(高炉操業自動化ワーキング)をつくり、外部リソースに頼ることなく開発しました。BlastBrainの予測制御機能については、私たち制御理論の研究者が自動制御のロジック開発を担当しました。複雑で計算負荷の高い高炉数学モデルそのままでは自動制御への適用が難しいため、高炉数学モデルの入出力関係を精度良く再現した予測制御モデルを構築する手法を考案し、リアルタイム計算可能な自動制御技術を実現しました。今後は、自動制御の適用範囲を広げるための技術開発も進めていきたいと考えています。

日本製鉄(株)
技術開発本部
プロセス研究所 製銑研究部
高炉・脱炭素研究室 研究第一課
山木 修 主任研究員

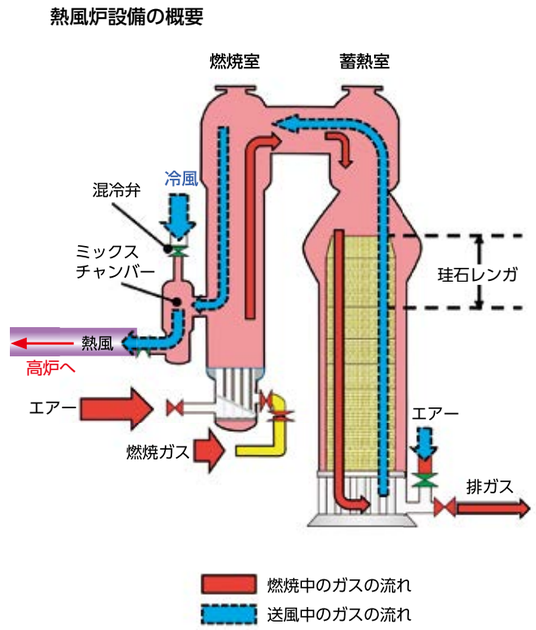
高炉内では固体、気体、液体が共存するダイナミックな反応プロセスが時々刻々と進行しているため、その状況を高炉数学モデルによって精緻に把握することは困難でした。操業オペレーターと議論を重ね、多岐にわたるデータの関係性を調べ直すことによって、実際の高炉操業変化に近い高炉数学モデルのチューニングができたと思います。今後さらなるレベルアップを目指し、まだモデルで表現することが難しい箇所の改良に取り組んでいきたいと考えています。

日本製鉄(株)
技術開発本部
プロセス研究所 製銑研究部
高炉・脱炭素研究室 研究第一課
夏井 琢哉 上席主幹研究員

オペレーターの勘と経験に頼る属人性や、装入原燃料の性状変化に起因する操業ばらつきを低減したいと考え、BlastBrainの開発に取り組みました。オペレーターは炉内で何が起きているかを把握するため、いろいろなデータを見て、それらを総合的に判断して、炉内の挙動、物理現象を予測し、原料の装入量や羽口からの送風条件を調節しています。同じデータを見ても、オペレーターによってアクションの内容や量が異なりますが、BlastBrainではそれらを標準化することができます。今後は、自動制御のさらなる高度化を目指していきます。

熱風炉制御シミュレータ

制御モデルの使い分け、組合せにより 省エネとCO_2排出量削減を実現



――設備・保全技術センター 藤井知子課長、藤井章主幹に伺いました。

高炉の操業では炉内に1200℃程度の熱風を吹き込みます。この熱風をつくるのが熱風炉です。熱風炉は燃焼室と蓄熱室で構成されています。燃焼室でガスを燃焼させて得た熱を、蓄熱レンガを敷き詰めた蓄熱室に貯え、そこに空気を送ることで1200℃に加熱された熱風が高炉に吹き込まれます。

蓄熱レンガの加熱(燃焼)と、空気による蓄熱レンガの放熱(送風)は交互に行われ、レンガの温度が低くなると、再度加熱が行われます。燃焼と送風の切り替えにより高炉に送る熱風が途切れないように、4基の熱風炉の切り替え時期をずらして運転しています。4気筒エンジンが順番に回っているイメージです。巨大設備の熱プロセスのため、入熱量を変更してから熱風炉内の温度に変化が表れるまで3日程度の時間が必要となり、どのくらい入熱するかはオペレーターの経験やノウハウに大きく頼っていました。

また大きなエネルギーを必要とする熱風炉では、省エネルギーが大きな課題です。出銑量によって決まる必要な送風熱量を満足するよう、できるだけ少ない投入熱量で操業するのが理想的ですが、オペレーターは、実際の出銑量の変動幅にも余裕を持って対応できるように少し多めの投入熱量で操業します。そこで、ミニマムな投入熱量でも操業できるよう、熱風炉制御シミュレータ(予測制御モデル)に基づいた最適燃焼制御技術(HSMS)を開発しました。

HSMSは、物理現象の時間スケールにあわせた2つの熱風炉モデルに基づいた制御から構成されます。具体的には、長期間にわたる燃焼と送風の熱バランスに基づいた投入熱量制御には簡易モデル、燃焼開始から終了までの短時間の燃焼パターン制御には熱風炉内の温度分布を計算する厳密物理モデルと使い分け、組み合わせています。これらのモデルは、実際の熱風炉の稼働に合わせて地道なチューニングを実施しています。

HSMSの導入により投入熱量を分母、送風熱量を分子とした熱効率は1%向上しました。HSMSを全社の熱風炉に展開し、高炉11基に適用することで高炉1基あたり5000トンのCO_2削減効果を実現し、エネルギー費用の削減、環境負荷低減に大きく貢献しています。

HSMSはデジタルツインにより、高炉に必要な熱風供給を確実に実施しながら、排熱量、またCO_2排出量を最小化できます。HSMSのDX技術の積み重ねがGX効果にもつながったといえます。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部
システム制御技術室 制御開発課
藤井 章 主幹

過去20年近くにわたる操業技術者との議論で得た技術を結集したHSMSですが、全社実機化においては制御ソフトの共通部品化を推進することで短期間での全11高炉への効率的な導入を実現しました。現在、HSMSは更なるGX効果を目指し、全社共通システムとして運用しています。熱効率などの制御パフォーマンスの共有化、全社共通機能のレベルアップによる更なる技術の進化を期待しています。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部
システム制御技術室 制御開発課
藤井 知子 課長

HSMSプロジェクトは、入社以来取り組んできたテーマです。熱効率改善による燃料コスト抑制が当初の目標でしたが、これまで地道に積み重ねてきた活動がCO_2排出量抑制、環境負荷低減というGX視点で改めて注目を集めていると感じています。HSMSの考え方は熱プロセス制御の雛形となります。そのため、他プロセスへ適用拡大を進めることでGXの更なる推進に貢献してきたいと考えています。

NS-IoT

無線センサ×鉄

あらゆる設備をいつでもどこでも健康診断

IoT(モノのインターネット)はDXの基盤技術のひとつです。ものづくりの現場では、センサ網によってさまざまな情報を収集するという意味で使われることが多い言葉です。製鉄所では広い敷地内でさまざまな設備が稼働しています。有線センサと比較して設置が容易な無線センサを効率的に活用することで、設備監視、点検の効率化・高度化などにつながる日本製鉄独自のIoT技術である「NS-IoT」について紹介します。

設備の安定稼働を実現するために

製鉄所には、鉄鉱石から鉄をつくる高炉だけではなく、鉄鉱石や石炭などの原料を加工する工場や、つくった鉄を加工する工場、原料や製品を保管する場所など、広大な敷地内で多彩な設備が稼働しています。これらの設備が安定して稼働するためには、設備の状況把握が重要です。

従来は人による定期的な現場巡回点検が状況把握の主流でしたが、設備の変化や異常を早期に発見することができれば、設備の状態に応じた効率的なメンテナンス作業が可能になります。設備・保全技術センターシステム制御技術部の原田稔主幹は、「鉄や製品をつくる製造プロセスにはさまざまなセンサが取り付けられていて、安定操業や品質維持などに活用されています。これに対して、設備の状態を監視するセンサはまだまだ少ないのが実情です。無線センサ利用を拡大することで設備監視データを網羅的に収集できれば、より早く、的確に設備の異常を検知でき、安定稼働へとつなげることができます」と、NS-IoT導入のメリットを説明します。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部
システム制御技術室 基盤開発課
原田 稔 主幹

製鉄所ではこれまでもセンサやカメラなどを使用していましたが、新たにセンサを設置する場合は、センサで得られた情報を送信するためのケーブルや電源を確保する必要があり、コストや工事期間が必要でした。さらに、測定したデータを受け入れるためのシステムも製鉄所ごとに必要でした。近年、無線技術を利用した高性能なセンサが安価に入手可能となり、バッテリー駆動であれば、電源確保、ケーブル敷設の必要がありません。監視したい設備に簡単にセンサを取り付けて、すぐにデータを見たい。また、各製鉄所のデータを一元管理したい。そのようなニーズに対応するプラットフォーム構築を目指しました。

最適なデジタル技術を組み合わせる

センサで設備の状況を把握するためには、無線通信に対応したセンサのほかに、受信機やデータを格納するためのシステムが必要です。これまで、無線センサを使用するためには、メーカーごとに異なる受信機を用意したり、専用のシステムを利用する必要があるなど、導入が高コストになるという課題がありました。

「近年、急速に普及している無線規格LoRaWANを採用することで、汎用的に利用できる無線センサ活用プラットフォームNS-IoTを開発することができました。LoRaWANに対応した無線センサであれば、どのメーカーの製品とでも通信できる共通受信装置を活用することで、無線センサを安価かつ迅速に利用できる仕組みをつくりました」と話すのは、設備・保全技術センターシステム制御技術部の東征治主査です。

共通受信装置で受信されたデータは、今回開発したミドルウェアで標準化され、全社共通のデータベースに保存されます。このミドルウェアはメーカーごとに異なっている無線センサが送信するデータを、わかりやすく、使いやすい形に整える役割を担っています。

さらにNS-IoTの開発では、集めたデータを担当者が見やすい形で表示できる仕組みも用意されました。設備・保全技術センターシステム制御技術部の室本洋一主査は、さまざまな情報をひとつの画面上にまとめて表示する「ダッシュボード」の開発について次のように振り返ります。「例えば、画面に表示する期間を変更したいとか、アラームは点滅させてほしいとか、現場からはさまざまな要求が出てきます。既製の汎用画面表示ソフトウェアを活用することで細かなニーズに柔軟に対応しました」

同ソフトウェアの採用にはそのほかのメリットもあったと日鉄ソリューションズ(株)デジタル製造業センターの南部竜太郎さんは指摘します。「画面表示のプログラムも最初からつくると時間がかかります。既製のソフトウェアを活用することで、開発に時間をかけずに多彩なデータを可視化できるようになりました。以前にも扱ったことがあるソフトウェアのため、短期間でニーズに合わせた表示を実現できました」

このようにさまざまな要素技術を適材適所で使用することで、多種多様な無線センサを活用し、データを一元的に収集・見える化するプラットフォームNS-IoTが構築されました。

保全技術の進化をサポートしていく

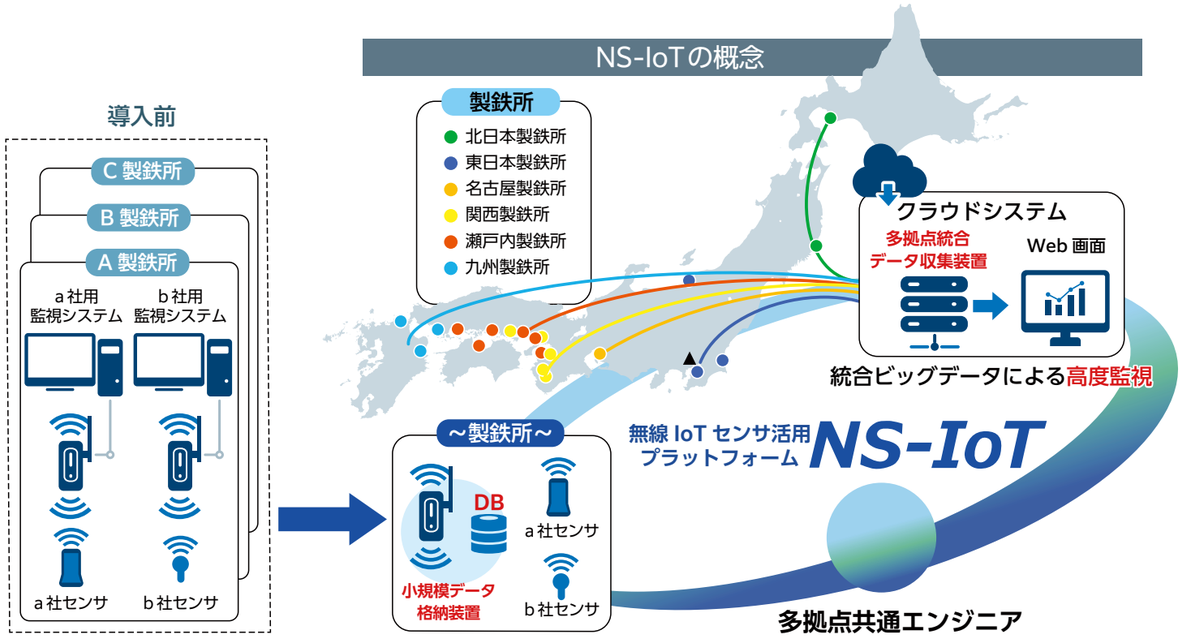
現在、開発されたNS-IoTは製鉄所のさまざまな設備で活用されています。例えば、モーターや機械装置は定期点検で振動に異常がないかなどを確認していますが、無線振動センサを取り付けることで、24時間監視できるようになりました。また、鉄の原料となる鉄鉱石や石灰石、石炭を運ぶための長大なベルトコンベアの監視にも無線センサが活用されています。そのほかにも、温度センサや圧力センサ、水位センサなどの多彩な無線センサが使用され、東日本製鉄所鹿島地区ではすでに600以上の無線センサが使用されています。

無線センサが測定したデータはNS-IoTで正常なデータか異常なデータか判定され、異常があった場合は担当者にメールで連絡することが可能です。NS-IoTのダッシュボードは見やすい・使いやすいと現場の担当者から高く評価され、既存のプロセスデータなどもNS-IoTを通じて監視したいという要望が寄せられています。また、他の無線センサを使用したいという要望も多く、順次、対応していく計画です。さらに、NS-IoTを利用した結露警報システムも開発され、導入されています。今後は、収集したデータをAIや機械学習などで解析し、より付加価値の高い情報提供を行っていく計画です。

日鉄ソリューションズ(株)デジタル製造業センターの松尾敏明グループリーダーは、「とても良いシステムができたと思っています。日本製鉄の各製鉄地区に水平展開できるだけでなく、グループ会社や同じニーズを持つ製造業全般で広く役立つシステムだと感じています」と、NS-IoTが社内だけでなく社外からも注目されていると話します。

「NS-IoTを導入することで、設備の状況について、より詳細に把握できるようになりました。設備のトラブル減少に加え、蓄えられたデータを活用することで、保全技術の高度化にも貢献していきたいと考えています」(原田主幹)

NS-IoTは、製鉄業だけでなく、今後日本の製造業DXでの活用も期待できます。



鉄鋼製品を錆から守る結露監視システム

結露調査用センサ

鉄鋼製品に結露が発生すると錆の原因となり、製品品質を低下させる可能性があります。結露監視システムはNS-IoTの情報を活用し、保管場所の温度と湿度から露点温度を計算し、さらに製品温度との差を見て結露の発生リスクを判定します。判定結果を画面表示するだけでなく、メールや警告灯で倉庫管理者へ通知する機能も備えています。また詳細なデータを提供することで、操業継続の意思決定をサポートしています。これにより、倉庫の管理者は結露による製品品質低下を最小限に抑え、最適な保管状態を維持することができます。

見たいデータを、見たいときに、見たい形で

NS-IoTの画面情報一例

センサトレンド画面例

スマホ画面例

NS-IoTでは、メニュー画面から選択することで、センサのトレンド画面やアラーム履歴画面など、さまざまな情報をリアルタイムで表示することが可能です。同じ情報をスマートフォンなどからも確認できるので、設備のある現場でも同様の情報を確認することができます。

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部
プロコン技術室 制御システム第三課
東 征治 主査

日本製鉄(株) 本社
設備・保全技術センター
システム制御技術部
プロコン技術室 制御システム第三課
室本 洋一 主査

日鉄ソリューションズ(株)
デジタル製造業センター
営業部 第2グループ
松尾 敏明 グループリーダー

日鉄ソリューションズ(株)
デジタル製造業センター
IoXソリューション部
スマートファクトリーソリューショングループ
南部 竜太郎 さん

画像認識AIシステムのイメージ
貼付したラベル類をカメラで撮影し、
AIの判定結果をタブレット画面で確認します。

画像認識AIモデル 深層学習×鉄

データサイエンスを活用して“第二の目”の精度を高める

日本製鉄は、深層学習を活用した画像認識AIモデルを構築し、製鉄所のさまざまな工程の作業自動化や生産性向上につなげています。その一例として、薄板コイル製品に貼付したラベルの確認業務を支援する画像認識AIモデルの取り組みを紹介します。

梱包後の製品確認の自動化

薄板コイルなどの鉄鋼製品は、製造・検査の工程を経て梱包し、出荷されます。梱包では金属や紙、バンドなどで製品全体を覆い、その上に運搬時の注意事項を記した複数のラベルや、お客様に製品が到着した時に識別しやすくするためにカラーテープを貼付します。梱包内容は顧客の要望ごとに種々様々で、貼付するラベル類も梱包のパターンごとに数十種類存在し、貼付位置もそれぞれ異なります。

梱包とラベル貼付内容の誤りは契約と異なる製品の出荷につながるため慎重な確認が必要です。一方で、集中力を維持したまま確認し続ける業務には大きな負荷が伴います。そこで、梱包場に設置したカメラなどで梱包後の製品を撮影し、貼付されたラベル類をAIを用いて自動識別することで梱包後の製品の確認業務を支援する画像認識システムを構築しました。

深層学習によるシステム構築

画像認識技術を用いる場合、一般的には検出したい物体の特徴を見つけ、この特徴を捉えられるルールを設計してモデルを開発する手法が取られます。しかし今回の現場では、製品と貼付するラベル類の組み合わせパターンが多いことに加え、鉄鋼製品の重量が数トンから十数トンまであることから、大きさの異なる製品への対応やカメラの撮影角度といった多くの条件があることが課題となりました。このように、画像のバリエーションが多い場合、従来手法でのモデル構築には多くの時間がかかります。そこで本システムで「深層学習」を用いた構築を行いました。さらに、ラベルの認識精度を向上させるために、画像の事前処理などの工夫を行うことで、梱包後の製品の確認業務を支援する上で必要な精度を確保したシステムが構築できました。開発時の様子を、情報システム部の石谷紗知主査は次のように振り返ります。

「AIの精度は必ずしも100%ではないので、AIを用いて完全に作業を自動化させるというよりは、製品の品質を担保しながら、AIを用いて人の支援ができるように工夫をしました」

さらに、情報システム部(九州システム室)の村上英里香スタッフは次のように続けます。「AIの判定結果を表示する画面を誰が見ても理解できるように設計し、業務設計については現場の意見を取り入れながら行いました。カメラの位置や台数に関しても、クレーンが移動する梱包場の作業に支障をきたさないよう何度も現場に出向き、確認した上で設定しました」

こうして、梱包後の製品をカメラで撮影し、AIで画像解析することにより、梱包作業完了ごとにラベル貼付誤りの異常を自動判定し、作業ミスの見逃しを防ぐ仕組みが完成しました。判定結果を含む検査画像、製品情報などの証跡データは管理サーバーに蓄積し、業務の管理や分析にも活用できます。

新たな業務創出の礎に

従来のラベル貼付確認業務は作業者の経験や記憶に頼る部分が大きく、2人がかりで取り組んだとしても見落としを防ぐのは困難でした。しかし、AIという“第二の目”を導入すれば作業者が1人でもミスを限りなくゼロに近づけることが可能になり、作業そのものの負荷や精神的な負荷も軽減することができます。今後に向けた思いを、九州製鉄所八幡地区ブリキ部の佐藤克之主査は次のように語ります。

「AIは現場オペレーターやスタッフのムリ・ムラ・ムダ、いわゆる3Mを解決してくれる相棒だと考えています。それによって捻出された時間(手間ひま)は、作業者の安全確保や作業の段取りなどにあてるべきであり、AIが代替してくれる時間で、新たに高次元の業務改革に取り組んでいきたいと思っています。それこそがDXの意義であり、醍醐味だと感じています」

活用の場をさらに広げる

深層学習のAIモデルは、膨大なデータを元に特徴を見つけ、ルールを学習し、それに従い推論を行います。しかし、学習データの範囲から外れたデータが予測対象となった場合や、外部環境の変化が生じると、学習時のデータとは異なるデータが与えられ、認識精度が低下することが課題です。AIモデルの持続可能な効果発揮に向けては、AIモデルの精度を監視し、精度低下を早期に検知し、精度低下の要因の特定と再学習を行う改善サイクルを回して、精度の維持管理を行っていくことが重要です。

当システムの構築を担当された日鉄ソリューションズ(株)鉄鋼ソリューション事業部の後藤孝一部長は今後の抱負を次のように述べています。「AIの精度は画像が多く集まるほど高まりますので、次は判定の確からしさを示す“確信度”を高めることがポイントになると考えています。今後はこの画像認識システムをさらに汎用化させて、さまざまな業務にアレンジできる形で整備していきたいと思います。多様な業務を今まで以上に短期間でシステム化するソリューションの提供を目指します」

今後、九州製鉄所八幡地区での本格導入とともに、他製鉄所への横展開を目指し、深層学習を活用した画像認識AI技術を、さまざまな工程作業に導入し、ものづくりのスマート化を実現していきます。

日本製鉄(株) 情報システム部
情報システム企画第二室
AIソリューション課
石谷 紗知 主査

日本製鉄(株) 情報システム部
九州システム室
九州システム企画第二課
村上 英里香 さん

日本製鉄(株) 九州製鉄所八幡地区
ブリキ部 ブリキ技術室 ブリキ企画課
佐藤 克之 主査

日鉄ソリューションズ(株)
鉄鋼ソリューション事業部
企画設計第三部
後藤 孝一 部長

供給体制の強化
サプライチェーンを効率化する

鉄づくりは鉄鉱石や石炭を海外から輸入して、自動車や船、橋、家電などに使われる多種多様な鉄鋼製品を、高炉から転炉、連続鋳造、圧延、表面処理などの工程を経てつくり分けています。日本製鉄は調達環境変化の対応力を高めるため、原料配船計画や生産計画の最適化システムを開発・運用して素早く的確な意思決定を可能にし、高品質な鉄鋼製品を安定的に供給する体制を強化するとともに、原料調達から生産に至るまでのサプライチェーンの効率化を図っています。

原料配船計画システム　数理最適化×鉄 Case1

無数の組み合わせから海象や国際情勢に対応した最適解を見つけ出す

原料配船計画システムのイメージ

安定的に高品質な鉄鋼製品を供給するためには、原料調達のサプライチェーンマネジメントが重要になります。日本製鉄は原料調達における業務改革・DXに取り組み、数理最適化技術を活用した原料配船計画システムを開発・運用しています。

立案時間を7分の1に短縮し輸送効率は10%向上

鉄鉱石などの原料は主に海外から輸入しています。輸送する物量が多いことに加え、積地(鉱山)や揚地(製鉄所)がそれぞれ複数あるため、鉄鉱石を輸送する船舶のルートの組み合わせは膨大なものになります。また、鉄鉱石は鉱山や鉱脈によって品質が異なり、それぞれの製鉄所が必要とする銘柄が異なります。揚地では原料ヤードに鉄鉱石を保管しますが、どの原料ヤードにどの銘柄をどのくらい保管するかも考慮する必要があります。さらに、1隻の輸送船は1カ所の積地から1カ所の揚地に鉄鉱石を運ぶわけではなく、君津と室蘭といった、複数の揚地に鉄鉱石を運ぶことも珍しくありません。連続で航海するため、1カ所での遅れは次の揚地、次の積地への航海の遅れにつながります。どの積地から、どの銘柄をどのくらい、どの揚地に輸送するかを計画したものが、配船輸送計画です。長年配船輸送に関わってきたベテランでも時間がかかる難しい業務です。

鉄鉱石の価格は市況に加え、地政学的な変化の影響を受けます。また台風の大型化は、積地・揚地での荷役スケジュールや海上輸送に多大な影響を与えます。このような国際情勢や気象・海象の変化に対応するためには、配船計画を迅速に立案して、変化が生じたときに即座に見直し、計画を修正しなければなりません。そのため、配船計画の最適化により柔軟かつタイムリーな配船管理が必要となります。

配船輸送計画は、まず大きく3カ月単位で立案されます。この際に、それぞれの輸送船のスケジュールは1時間単位で計画されます。これは積地や揚地で鉄鉱石を積み下ろしするための作業時間などに関わり、コストに大きく影響するためです。

さまざまな条件の組み合わせは膨大な数にのぼります。例えば揚地を10カ所、銘柄の数を3銘柄、輸送する船数を3カ月で延べ200隻と仮定した場合の組み合わせは10の760乗通り(※)という天文学的な数の組み合わせになります。これでは最新のコンピュータを使用しても、計算に膨大な時間がかかります。

そのため、配船計画システムは、システム内部にて2段階で計画立案する方法を採用しました。まず3カ月先までの最適化を数学的な手法(数理最適化)を用いて計画します。次に最適化の結果に基づいて、シミュレーション技術を用いて1時間単位での船舶の動きを予測(計画)します。計算を2段階に分けることで、立案時間と計画精度を両立し、効率的に配船輸送計画を立案できるシステムが実現できました。

配船計画システムは2021年から本格運用を開始しました。導入によって、従来は1回あたり約35時間かかっていた計画立案作業が、7分の1の約5時間に短縮されました。さらに計画の最適化によって、鉄鉱石の輸送効率が10%向上しています。立案時間が短縮されたことで、最新情報を計画に反映できるようになりました。海上での船舶の位置は刻々と変化しますが、最新の情報を計画に反映することで、より精度の高い計画立案を実現しています。

※ 10の760乗 = 1000・・・000("0"が760個続く)

人的リソースを高付加価値業務へ

日本製鉄(株)
デジタル改革推進部
佐々木 智之 上席主幹

システム導入に当たっては、最初から100点の結果を求めるのではなく、60点の計画が出力できれば新人担当者が計画を立てる際に役立ちます。システムは実際のユーザーからの評価を反映しながら開発していきました。重要なことは、システムの導入によって、変化への対応力の強化やカーボンニュートラル、SDGsへの取り組みなど、人間が考えなければならない、より付加価値の高い業務に時間を割けるようになったことです。今回の取り組みは単なるデジタル技術の導入ではなく、業務を改革していく大きな一歩になったと感じています。

高精度な計画を短時間に算出　他の原料へも展開

日本製鉄(株)
技術開発本部 プロセス研究所
インテリジェントアルゴリズム研究センター
生産マネジメント研究室 研究第一課
小林 敬和 課長

今回開発したシステムは鉄鉱石を対象としたものです。鉄をつくるためには、鉄鉱石以外の原料も必要です。石炭や石灰石など他の原料も複数の用途があるため、配船パターンはさらに複雑になります。これまで3カ月の配船計画を1時間の精度で計画できるシステムはどこにもなく、独自の技術でこれを実現できたと自負しています。鉄鉱石に続き、他の原料に関しても配船計画のシステム化も実現していきます。

ブラッシュアップし、より高精度を目指す

日本製鉄(株)
原料第一部 原料総括室
小林 正樹 主幹

システム化に当たっては、担当者の頭の中にあるノウハウ(暗黙知)を言語化していく作業が不可欠でした。その作業が一番難しかったのですが、その甲斐あってシステム運用後は担当者から業務負荷が大きく低減されたという話を聞き、とてもうれしく感じています。前提条件の異なる複数の配船計画をシミュレーションするなど、ブラッシュアップすることで、より高精度な配船計画の実現を目指します。

出鋼スケジューリングシステム

天文学的な数の組み合わせから最適な生産計画を導き出す

鉄鋼業の製造方式の特徴

鉄鋼業は受注生産で多品種小ロット(※1)の鉄鋼製品をつくり分けています。また1つの素材から複数の製品を生産するブレークダウン型の製造方式も大きな特徴です。生産能力を最大限に発揮するためには各製造工程で複数の注文や半製品を適切にグループ分けすることが必要となります。なかでも生産の起点となる製鋼工程の生産計画には天文学的な数の組み合わせが存在し、そこから最適な計画を導き出す必要があります。

日本製鉄は数理最適化技術を応用して、製鋼工程における生産計画を高速立案する「出鋼スケジューリングシステム」を日鉄ソリューションズ(株)と共同開発し、2023年3月から東日本製鉄所君津地区で本格運用を開始しています。これまで熟練技能者が毎週8~10時間を費やして1週間分の生産計画を作成していましたが、出鋼スケジューリングシステムの導入によって若手技能者でも熟練者と同等の週間計画を数秒~数分で導き出すことができるようになりました。お客様からの納期変更や製鉄所内での操業変動による環境の変化にも柔軟に迅速に対応できる最適な計画作成を実現し、生産性の向上につながっています。

※1 ロット：同じ条件でつくる製品の最小単位。

組合せ爆発の発生

このような多品種小ロットのお客様ニーズに応える製鋼品の品質をつくり込みながら、生産能力を最大限に発揮するため、各製造工程では大ロット化(生産性の最大化)ができるようにグループ分けをし、処理順を最適化して生産スケジュールをつくっています。この生産の起点となるのが製鋼工程で、1週間分10万トンの生産計画を作成する際の組み合わせは10の300乗通り(※2)にも達します。熟練者はこれまで培ってきた経験とノウハウをもとに1つの答えを選んでいるわけですが、必ずしも最適なスケジュールを作成できないことがあります。一方、コンピュータの技術革新が目覚ましいとはいえ、この組み合わせすべてを計算処理して最適な組み合わせを導き出すことは、現実的に不可能でした。この現象は組合せ爆発と呼ばれています。そういう背景のもと、出鋼スケジューリングシステムの開発が始まりました」

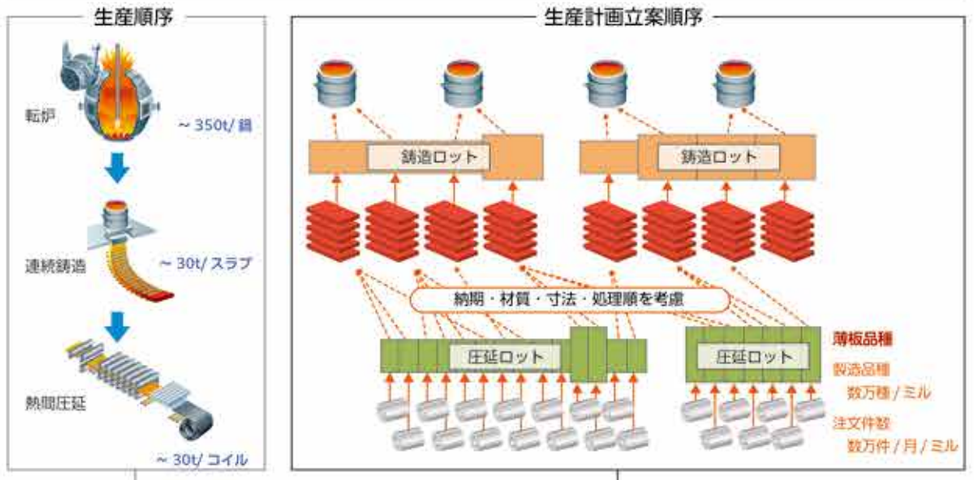
業務のあり方を変えて効果を最大化

日本製鉄は日鉄ソリューションズのシステム研究開発センターと共に、組合せ爆発を抑えて高速に生産計画の立案が可能になる最適化システムの開発に挑みました。

どこで、何を、いつ、どれだけ、どのような順番でつくれば、効率的に製品を供給できるか。生産計画の立案は非常に重要な業務の1つです。出鋼スケジューリングシステムのキーテクノロジーである数理最適化とは、解決したい問題を数式(数理モデル)で表し、さまざまな制約条件を満たしながら多くの選択肢から最適な組み合わせを求める計算技術です。多くの製造業で用いられていますが、鉄鋼業は類を見ない特殊な製造方式のため、独自にシステムを構築しなければなりませんでした。出鋼スケジューリングシステム開発の背景について、工程企画室の河井田室長は次のように説明します。

「自動車などの組立産業の場合、いつでもラインを止めたり、切り替えたりすることができますが、私たちは高炉から供給される溶けた鉄を相手に製鋼工場を365日24時間動かし続けなければなりません。その一方、鉄鋼製品は日々さまざまなお客様の注文を受けてから製造する受注生産方式でつくられています。製品の仕様は、強度や靭性などの材質、鋼材の表面や内部の品位、厚みや幅といったサイズなど、用途に応じて非常に多くの条件から成り立っています。例えば自動車や飲料缶などに使われている薄板製品だけでも2万~3万種類にのぼります。

鉄鋼生産計画



※2 10の300乗 = 1000・・・000(“0”が300個続く)

「開発ポイントは制約条件の見直しと評価指標の設定でした。例えば計画対象が1000スラブとすると、このスラブを組み合わせた生産計画のパターンは10の300乗通りに及びます。同一の製造条件を持つスラブをグルーピングしたり、製造順や材質などの制約条件を考慮し、絞り込むことで、組み合わせを1億通りまで減らし、高速計算処理を可能にしました。また評価指標については、熟練者の暗黙知を数式に反映できるように点数化しました。いずれも私たちのこれまでの実務に合わせるのではなく、製造部門と品質管理部門が一体となって製造実力向上を図るため、システムに合わせ込んだ仕事のやり方に変えることで、経験の浅い若手技能者でも熟練者と同じレベルの計画立案が可能となる出鋼スケジューリングシステムを研究開発部門と協働して開発することができました」(河井田室長)

出鋼スケジューリングシステムは東日本製鉄所君津地区で導入されました。その効果について君津生産管制課の井上班長は次のように話しています。

「毎日のように発生する計画変更に対する業務負荷が大幅に減りました。また従来は出来栄え評価がなく、1週間単位で先週はどのくらいの実績だったのかを確認することしかできませんでした。出鋼スケジューリングシステムは評価指標があるので、現時点での課題が見えるようになり、意思決定しながら仕事が回せています。この職場に就いてから大量にある標準パターンを覚えることと、それらを踏まえた最適解の導き方を学んできましたが、出鋼スケジューリングシステムによって新たな知識やノウハウの蓄積に役立っています。今後はシステムをアップデートしていくことで、その効果を維持継続していかなければならないと感じています。これまでの業務のあり方をさらに見直すことで、最大限に効果を発揮させていきたいと考えています」

河井田室長、デジタル改革推進部の森田主幹もまた今後の抱負を次のように語っています。

「すでに製鋼工程の歩留改善効果が表れています。出鋼スケジューリングシステムは薄板製品を前提に開発しましたが、条鋼製品や鋼管製品でもシステム導入が検討されています」(河井田室長)

「2023年4月から本社営業総括部の下にプロジェクトチームが発足しました。デジタル改革推進部でも、このチームと一緒に、システムだけでなく、君津地区での業務のあり方をモデルとして、出鋼スケジューリングシステムを他の製鉄所・他の品種に展開していく予定です。また、数理最適化技術の他の工程への応用も見据え、工程・製鉄所の個別最適から脱却して、工程間・製鉄所間の全体最適を実現する統合生産計画プラットフォームの構築を目指していきます」(森田主幹)

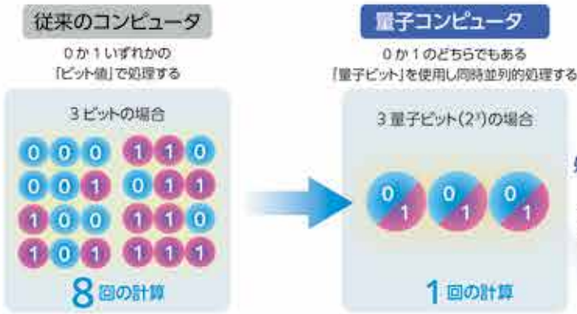
日本製鉄(株) 東日本製鉄所
工程業務部工程企画室
河井田 博昭 室長

日本製鉄(株) 東日本製鉄所
工程業務部 君津工程計画室 君津生産管制課
井上 聖也 班長

日本製鉄(株)
デジタル改革推進部
森田 幾太郎 主幹

日本製鉄(株)
技術開発本部 プロセス研究所
インテリジェントアルゴリズム研究センター
生産マネジメント研究室
平野 弘二 室長

量子コンピュータは超高速に最適な答えを見つけ出す



量子コンピュータは、高速で計算を繰り返す従来型コンピュータよりも計算の回数を減らせる可能性があり、桁違いの速いスピードで問題を解くことができると期待されています。日本製鉄では生産・物流計画における組合せ爆発問題に対応するため、量子コンピュータ活用の検証に取り組んでいます。

組合せ爆発という生産計画上の課題を解消するため、日本製鉄では量子コンピュータ活用の可能性を探っています。

「製鋼工程は技術者の工夫によって解決しました。それ自体すごいことなのですが、鉄鋼業は原料輸送から高炉、製鋼、圧延、冷延めっき、製品輸送に至るまで複数工程で成り立っています。解く対象の工程が増えると生産計画の組み合わせは、10の300乗から600乗、900乗、1200乗通りへと大きくなっていきます。このように、組合せ爆発の問題は、解くべき問題が大きいほど顕著になります。今までは技術者の工夫で乗り越えられましたが、工程が増えていくと乗り越えきれなくなります。鉄鋼業は、生産計画の立案以外にも、物流分野など、多数の領域で組合せ爆発が発生する問題を抱えています。だからこそ量子コンピュータという夢の飛び道具の活用によるブレークスルーに期待を寄せて、適用検討を重ねています」(インテリジェントアルゴリズム研究センター生産マネジメント研究室・平野室長)

量子コンピュータとは、物質を構成する原子や電子など量子の持つ性質を利用して情報処理を行うコンピュータです。量子の世界で起こる物理現象を応用することによって、超高速計算が可能になるものと世界中の政府や産業界から大きな注目を集めています。

従来型コンピュータは、情報をすべて0か1に置き換えて計算しています。そのため、最適な組み合わせを見つけるとき、すべての組み合わせを1つずつ計算して、丹念に探さなければなりません。

一方、量子コンピュータは0でも1でもある「重ね合わせ」という特殊な物理現象を用いて、並列計算を行うことができます。例えば3桁の最適な組み合わせを見つける場合、従来型コンピュータで8回の処理が必要だったプロセスがわずか1回で済みます。こうした仕組みによって、桁数が大きくなればなるほど、量子コンピュータはその威力を発揮します。無数にある組み合わせのなかから全候補を同時に調べることができ、より速く最適な選択肢を見つけ出すことに適しているのです。

「鉄鋼業は鉄鉱石と石炭を混ぜて数種類の鉄をつくっているだけと思われがちですが、実は数万種類という膨大な製品をつくり分けています。お客様のニーズに合わせて新製品を続々と開発しており、つくり分けていく種類が増えています。材料としての鉄鋼製品の進化に合わせて、生産計画の技術も進歩していかなければなりません。未来を見据えた研究として量子コンピュータの活用を模索しており、それを活用することでものづくりに磨きをかけていきたいと考えています」(森田主幹)

「現状の量子コンピュータでは扱える桁数(問題規模)に限りがあったり、「重ね合わせ」という量子コンピュータの特性が長続きしなかったり、などと課題がありますが、少なくとも数万量子ビットを備えた量子コンピュータが実現し、長時間の稼働が可能になれば、世界は変わることでしょう。そうなると日本製鉄社内の生産・物流計画という枠を越えて、将来的には社外のお客様と社内の各工程のデータをつなげられれば、真のサプライチェーン全体の最適化が理想的に果たされるはずです。引き続き量子コンピュータ活用の可能性を探究していきます」(平野室長)

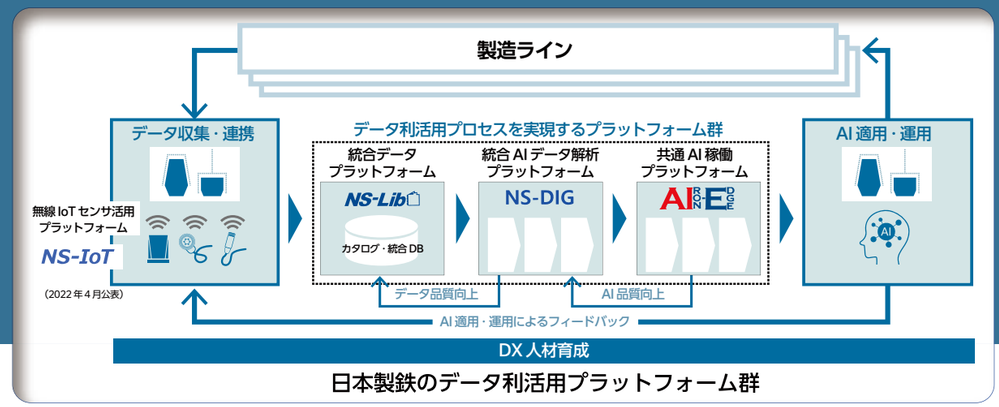
共通基盤・技術

DX Digital Transformation

全社横断のプラットフォーム群

データ利活用×鉄

データ収集からAIモデルの実装まで「つなげる力」と「あやつる力」でDXを加速



日本製鉄のデータ利活用プラットフォーム群

DXを実現するプラットフォーム運用

日本製鉄はDX拡大への取り組みとして、現在4つのデータプラットフォームを運用しています。1960年代からデータの重要性に着目し、独自のシステムを開発して利活用を行ってきましたが、それぞれの製鉄所ごとの運用にとどまっていました。また、生産現場におけるデータ取得についても、製鉄所は敷地が広大で(例えば、東日本製鉄所君津地区は、東京駅から新宿駅に至る広さ)、その敷地内に各現場が散らばっているため、すべてのデータを取ることが難しいという課題も抱えていました。

そこで日本製鉄では、中長期経営計画の1つであるDX戦略の推進を実現するべく、デジタル改革推進部と情報システム部が中心となり、日鉄ソリューションズ(株)と連携して、各種プラットフォームの構築を実施いたしました。

現在、運用しているのは、データの収集・連携を行う無線センサ活用プラットフォーム「NS-IoT」(本特集19~21ページ参照)、蓄積したデータをカタログ化(※)して管理する統合プラットフォーム「NS-Lib」、データ解析・AI開発プラットフォーム「NS-DIG®」、AI稼働プラットフォーム「AIRON-EDGE®」の4つです。

デジタル改革推進部の杉山真義部長代理は、こうしたプラットフォーム構築のコンセプトに掲げられているのが「つなげる力」と「あやつる力」と説明します。

「NS-IoTなどを使って製鉄所のさまざまな場所から集めたデータをNS-Libで統合管理することで、日本製鉄が保有するデータを全社で共有し、活用することができます。これが『つなげる力』です。さらに、NS-DIGを使ってデータの解析とAI開発を行い、AIRON-EDGEで開発したAIモデルを実装していきます。これは『あやつる力』です。こうした2つのコンセプトを柱にすることで、最適なデータ利活用を実現するプラットフォーム群を構築することが可能になりました」

各製鉄地区のデータを〝見える化〟する

プラットフォーム群のなかで、DX推進の柱として期待されているのが2022年5月より運用を開始したNS-Libです。NS-Libは日鉄ソリューションズ(株)の統合データマネジメントプラットフォーム「DATAOPTERYX(データオプテリクス)」をベースにしたもので、共同開発にあたった日鉄ソリューションズ(株)デジタル製造業センターの金本直子部長は設計のポイントについてこう振り返ります。

「日本製鉄の各製鉄所には膨大なデータがあります。ただ、それがどこにあり、誰が扱えるのかなどが〝見える化〟されていませんでした。データを利活用するには、まずデータを可視化すること、さらに使いたい人がアクセスしやすくすることが必要であり、この2つを軸に設計を進めていきました」

前述したように、日本製鉄ではこれまでも多くのデータを蓄積し、操業管理や解析などに活用してきました。しかし、データは製鉄所ごとに蓄積されるため、全社横断的に活用する仕組みがありませんでした。また、他部門が利用する場合は、製鉄所ごとに違うデータの定義の確認が必要であり、その結果、限られた人しかデータの活用ができず、加えてデータへのアクセス制御機能がないため、容易に他部門へのデータ開示ができないという課題を抱えていました。

こうした非効率な運用を改善するため、NS-Libの構築にあたっては、「メタデータ管理機能(カタログ管理機能)」「全社のアクセス制御機能」の2つを実装することで、効率的なデータ利用や社内のより広い部門での活用が実現しました。

日鉄ソリューションズ(株)との共同開発にあたって、情報システム部の峯岸秀樹課長は、プロジェクトメンバーそれぞれがデータの利活用について自分なりの課題感を持っていた点が重要だったと語ります。

「私自身も20年近く製鉄所に勤務し、例えば連続データを取りたくてもすぐに取得できるのはサマリーデータのみなど、利活用についてさまざまな課題を感じていました。同じようにプロジェクトの他のメンバーもそれぞれ何かしらの課題感を持っており、逆にそれらがあることで実現したいプラットフォームのイメージが明確になって、具体的な要件定義につなげることができたといえます」

NS-Libをはじめとするプラットフォーム群は現在も改良が重ねられており、日本製鉄のDX拡大を力強く後押ししています。今後の抱負について、杉山部長代理、峯岸課長、金本部長は次のように語ります。

「データ収集、連携、解析、AI実装というDXを支える基盤は一通り完成させることができました。次はしっかりと活用のフェーズに移行させ、効率的にDXを回していきたいと思います」(杉山部長代理)

「NS-Libについては現在、北日本製鉄所室蘭地区を対象にデータを取り込んでいるところです。今後、地区ごとに違う伝送基盤については、適宜強化しながら全製鉄所のデータを着実に取り込んでいきたいと思います」(峯岸課長)

「今後、生成AIなどの新技術もウォッチしながら、日本製鉄のDXに貢献していきます。また、DATAOPTERYXを製造業や、製薬・金融などの他業界にも展開していきたいと考えています」(金本部長)

※ データカタログ化:製鉄所ごとに統一されていないデータの名称・定義を共通化し、統合集約する作業。

日本製鉄(株)
デジタル改革推進部
杉山 真義 部長代理

日本製鉄(株) 情報システム部
情報システム基盤企画室
インフラ・セキュリティ課
峯岸 秀樹 課長

日鉄ソリューションズ(株)
デジタル製造業センター
事業企画部
金本 直子 部長

「データマネジメント2023」で「データマネジメント大賞」を受賞

日本製鉄は、(一社)日本データマネジメント・コンソーシアム主催の「データマネジメント2023」において、鉄鋼業で初となる「データマネジメント大賞」を受賞しました。「NS-Lib」「NS-DIG®」「AIRON-EDGE®」などのプラットフォーム群の導入を推進し、生産プロセスおよび業務プロセスの改革に取り組み、データを基軸とした意思決定の迅速化、課題解決力の抜本的強化に資する対策を進めている点が評価されました。さらに、人材面でも現場および管理者向けの教育メニューを設け、シチズンデータサイエンティストを2025年までに1,000人以上育成する計画を立てるなど、DX人材育成に積極的に取り組んでいる点も高く評価されました。

受賞式/日本製鉄(株) 執行役員 デジタル改革推進部 情報システム部 星野毅夫部長

DATAOPTERYX(データオプテリクス)は日鉄ソリューションズ(株)の登録商標です。

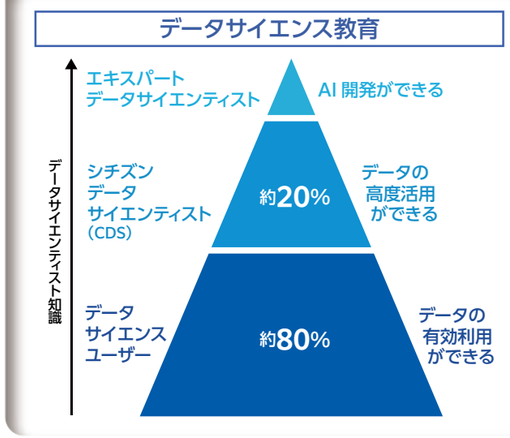
シチズンデータサイエンティストがDX施策推進の中核を担っていく

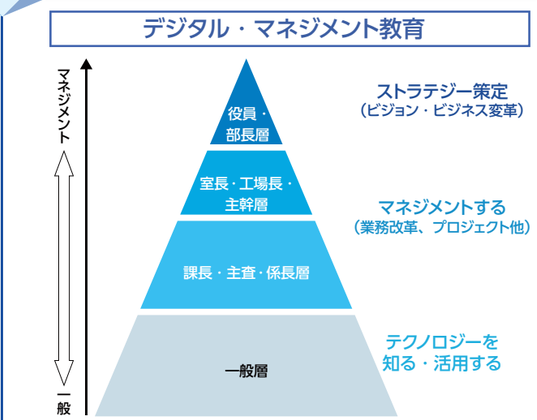
日本製鉄はデータサイエンスとデジタル・マネジメントの両輪での教育を推進し、自律的にデジタル改革を推進する人材の育成に取り組んでいます。

日本製鉄では約1万人いる全社のスタッフ系人材を主な対象に、2021年7月からデータサイエンス教育を実施しています。2023年度末までに全スタッフ系社員をデータの有効利用できる「データサイエンスユーザー」としてデジタル素養の底上げを図ったうえで、2030年までには全スタッフ系社員の20%をデータの高度活用ができ、各職場でのDX施策推進の中核を担う「シチズンデータサイエンティスト(CDS)」とすることを目指しています。

CDSの育成にあたっては、日常の業務で培った知識を前提としたうえで、経済産業省らが発行している「DX推進スキル標準」のデータ活用スキルを踏まえた社内研修を行っています。CDS認定者には、世界共通の技術標準規格に沿って発行されるデジタル証明・認証「オープンバッジ」を授与し、社員の知識・スキルのレベルアップに向けたモチベーション向上を図っています。

一方、各職場の管理者がデジタル技術を用いたマネジメントの知識を持って改革を推進できるよう、役職階層に応じた「デジタル・マネジメント教育」を2021年12月に開始しました。2023年度上期までに全管理職が研修の受講を完了し、各職場でDX施策をリードする管理職としてのマインド・リテラシーを醸成しました。





見た人が判断し、行動を起こせる仕組みづくり

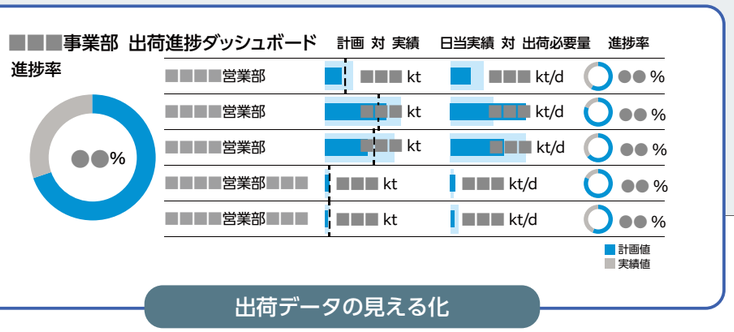
活躍するCDS認定者

日本製鉄(株)
営業総括部 営業調整室 計画調整課
福永 孟昭 さん

販売生産計画・工程管理は「出荷基軸」であると言われますが、出荷進捗・中継地の管理ツールは整備途上にあるという課題を抱えていました。

そこで、進捗状況の見える化と課題抽出からアクションへの早回しを実現するためのプラットフォーム構築を進めています。「見える化」は単にグラフをつくることではなく、「見た人が判断し、行動を起こせるようにする仕組みづくりだ」と考え、業務フローをヒアリング・細分化したうえで、必要なデータベースやダッシュボードを設計・作成しました。

今後は営業部門以外への展開や機械学習による予測モデルを活用して危険予知につなげるなど、さらなるレベルアップを目指していきます。



出荷データの見える化

短期的なマイルストーンを積み重ねて開発

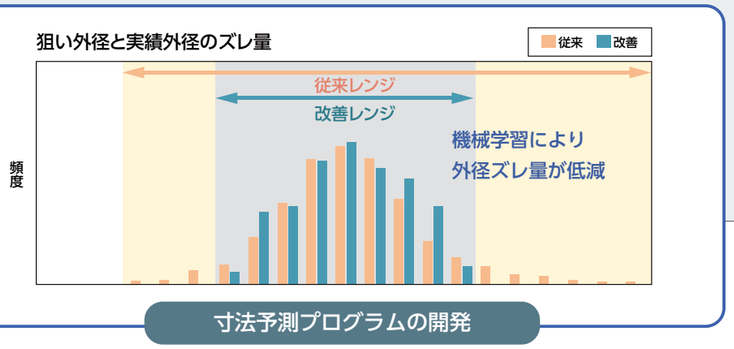
活躍するCDS認定者

日本製鉄(株) 関西製鉄所
鋼管部 鋼管技術室 熱間製管技術課
武下 大成 さん

中径製管工場では、品質向上と設備トラブル防止のため、半製品の寸法を高精度で予測しなくてはならないという課題を抱えていました。

そこで、長年にわたって大量の操業データが蓄積されていることに着目し、機械学習技術を導入した寸法予測モデルを開発しました。入社時点ではプログラミングも機械学習も扱った経験がなかったため一からの手探りではありましたが、圧延技術とデジタル技術の両方の観点から寸法予測モデルの精度向上を図り、製造条件を入力することで半製品の寸法予測を可能にするプログラムをつくることができました。

研修で学んだ「短期的なマイルストーンを積み重ねる」という開発の考え方が役立ちました。今後も活かしていきたいと考えています。



寸法予測プログラムの開発

米国 United States Steel Corporationの買収について

日本製鉄は、2023年12月18日、日本製鉄の米国子会社であるNIPPON STEEL NORTH AMERICA, INC.を通じ、米国の高炉・電炉一貫の鉄鋼メーカーであるUnited States Steel Corporation(U.S. Steel)を買収すること、およびU.S. Steelとの間で本買収に関する合併契約を締結することを決定しました。

本買収は、日本製鉄の海外事業戦略に合致するだけでなく、規模および成長率が世界的に見ても大きいインド、ASEANに加えて、先進国である米国に鉄源一貫製鉄所を持つことによるグローバル事業拠点の多様化の観点からも、大きな意義のある投資と判断しました。今後、この3つのグローバル重点拠点の拡張・充実により、企業価値のさらなる向上を目指していきます。

本買収により、日本製鉄グループのグローバル粗鋼生産能力(※)は約8600万トンまで拡大し、さらなる広がりを持つことになります。日本製鉄とU.S. Steelの有する、電磁鋼板や自動車鋼板などの高級鋼製品に関する技術力を活かした製品・サービスを提供することで、顧客と社会に広く貢献し、「総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカー」として共に前進していきます。

U.S. Steel外観

また、両社のカーボンニュートラルに関する先端技術を融合することによって、2050年カーボンニュートラル達成に向けてさらに取り組みを推進していきます。

なお、本買収の実行は、U.S. Steelの株主総会において承認が得られること、関係当局の承認などが得られること、そのほか合併契約に定める前提条件が満たされることを条件としています。

※ World Steel Associationが粗鋼生産実績の対象基準としている出資比率30%以上の会社の粗鋼生産能力を公称フル能力で単純合算(2023年3月末時点)。

カナダTeck社が分社する製鉄用原料炭事業の持分20%取得完了について

日本製鉄は、世界第2位の高品質製鉄用原料炭サプライヤーであるカナダTeck Resources Limited(Teck社)が製鉄用原料炭事業を分離・新規設立する、製鉄用原料炭事業パートナーシップElk Valley Resources(EVR JV)へ20%出資することを決定しました。

Teck社は同社製鉄用原料炭事業資産を新設するEVR JVに移管した上で、同社持分の77%をスイスGlencore plcに、同20%を日本製鉄に(日本製鉄は邦貨換算約2000億円を出資)、同3%をPOSCOに譲渡し、これにより、EVR JVは日本製鉄持分法適用会社となりました。また日本製鉄は、当該製鉄用原料炭事業運営の意思決定に参画するとともに、EVR JVが生産する製鉄用原料炭の長期・安定調達を目的に、EVR JVとの間でオフテイク権利契約を締結しました。

YANGLING METRON NEW MATERIALS社のダイヤモンドワイヤーに「NSCarbolex® Neutral」の採用が決定

日本製鉄が提供する低CO_2鋼材「NSCarbolex® Neutral(エヌエスカーボレックス ニュートラル)」(※)が、YANGLING METRON NEW MATERIALS株式会社(Metron社)が製造するダイヤモンドワイヤーに採用されることが決定しました。

Metron社はカーボンニュートラル実現に向けて、自社におけるCO_2排出量(Scope1)、発電時などに間接的に排出するCO_2排出量(Scope2)、原材料の製造や調達などのバリューチェーンにおけるCO_2排出量(Scope3)削減に積極的に取り組んでおり、今回、Scope3上流における温室効果ガス排出量の削減に貢献するNSCarbolex Neutralの価値を評価いただきました。

※マスバランス方式を活用し鉄鋼製造プロセスにおけるCO_2等の温室効果ガス排出削減量を割り当てた鉄鋼製品。

1470MPa級冷延ハイテンがスズキの新型車の一体型軽量Aピラーに初採用

日本製鉄は、スズキ(株)、(株)ベルソニカと共同で、新型スペーシアの軽量Aピラーの開発に取り組み、次世代鋼製自動車コンセプト"NSafe®-AutoConcept(NSAC)"の先進材料である1470MPa級冷延ハイテンが初採用されました。

日本製鉄の1470MPa級冷延ハイテンは、緻密な成分設計と組織制御により高強度と加工性を両立しています。本Aピラーは、従来5部品で成形、溶接していた窓枠部分の一体成形を目指した成形深さが深い絞り部品であり、本材料の高い加工性によって絞り成形を実現。軽量化とCO_2排出量の削減、大幅なコストダウンを実現しました。

軽量Aピラー
(画像提供:スズキ(株))

新型スペーシア
(画像提供:スズキ(株))

鉄鋼スラグを活用した藻場再生「海の森づくり」、2023年度は全国21カ所で実証試験開始

日本製鉄は、磯焼けの原因の一つとされる鉄分不足(※)の解消による藻場の再生・回復を通じた生物多様性保全と地球温暖化防止への貢献に向け、鉄分を供給する鉄鋼スラグ製品「ビバリー®ユニット」を実海域に設置する取り組みを行ってきました。2023年度は、新規15カ所を含めた合計21カ所の漁業協同組合や自治体と協業し、実証試験を開始。

2022年度は、北海道(増毛町、泊村、古平町、鹿部町)、宮城県(女川町)、三重県(志摩市)の海域で施工し、繁藻を確認できました。

2023年度施工の21カ所の海域では、鉄分施肥材の設置前後での海水中の鉄分濃度の変化、海藻の成長の継続的な状況調査を行うことで基礎データを集積し、さらなる藻場造成促進を図っていく予定です。

※磯焼けの原因の一つとされる鉄分不足:海藻のライフサイクルにおける成長(配偶体・胞子体の成熟)には、Feイオンが必要であることが知られており、日本の沿岸海域で過去数十年にわたり進行している「磯焼け」は、Feイオンをはじめとする栄養塩の不足が原因の一つとされている。

2022年度に施工実施した海域の事例

	施工直後(2022年10月)	昨年春(2023年5月)	
【北海道鹿部町の事例】 ~鹿部漁業協同組合と共同~			
【三重県志摩市の事例】 ~三重外湾漁業協同組合と共同~			

鹿部町の写真撮影:矢口港湾建設ヤグチダイバー株式会社

広報誌 バックナンバー
これまで鉄道、船、橋、缶、車などをテーマに特集を組んできました。
右記二次元コードよりバックナンバーをご覧いただけます。

広報誌 無料で定期送付します
ご希望の方は右記二次元コードよりお申し込みください。

読者アンケートはWebでも受け付けています。
右記二次元コードよりアクセスしてください。
毎号抽選で5名様に商品券2,000円をプレゼント!

世界は鉄でできている。
NIPPON STEEL
日本製鉄
スペシャルサイト