

データ解析基盤「DS クラウド[®]」の 構築と運用

～データ活用によるプラントの操業・保守と 商品力強化への取り組み～

Buildup and operating of data analysis platform “DS Cloud[®]”
～Efforts to advanced O&M and products～

阿部 真晴 Masaharu ABE
技術開発研究所
データサイエンス室 マネジャー

陳 立 Li CHEN
技術開発研究所
データサイエンス室

西山 裕樹 Yuuki NISHIYAMA
技術開発研究所
データサイエンス室

野中 壮平 Sohei NONAKA
制御システム技術部
技術企画室 マネジャー

富岡 修一 Shuuichi TOMIOKA
制御システム技術部
技術企画室長

高田 寛 Hiroshi TAKADA
技術開発研究所
ゼネラルマネジャー

抄 録

データ解析によりプラントの操業・保守を高度化するニーズが年々高まっている中、当社ではデータ解析基盤「DS クラウド[®]」を立ち上げ、高度データ解析を用いたプラントの最適化をさらに加速させようとしている。DS クラウド[®]には、エッジコンピューティング(現場側高度化計算機)との連携、セキュリティ対策、データバックアップおよび解析結果の利活用に関する各種機能が搭載されており、ごみ処理設備などのプラント分野や、電力ビジネス分野などで活用されている。さらに、データサイエンス人材の育成にも力を入れ、付加価値のある商品・ソリューションを生み出すことで、社会へ貢献していこうとしている。

Abstract

Needs to advance operation and maintenance of plants are growing every year, our company is accelerating optimization of plants by data analysis platform “DS Cloud[®]”. DS Cloud[®] has useful functions, cooperate with edge computing (local calculator), cyber security, data backup and utilization of analysis results. And it has started to use for example plants field such as waste-to-energy and electric power business. In addition, we are trying to contribute to society by to focus on the development of data science human resources and to create value-added products / solutions.

1 緒言

近年、IoT(Internet of Things：モノのインターネット)・AI(Artificial Intelligence：人工知能)分野の発展は著しく、データ解析をコア技術としたマーケティングや商品開発がトレンドとなっている。このトレンドはプラント業界へも波及しており、無線技術も活用した安価で大量に設置できるセンサーや、データ収集・解析基盤の提案が進んでいる。

当社においても、これら技術の活用には特に力を入れており、これまでも当社がO&M(Operation & Maintenance：操業・保守)事業を営む、ごみ処理分野や、コージェネレーション(熱電併給)分野を中心に、独自の遠隔監視システムを導入し、操業会社本社から遠隔監視・支援をおこなうことで、設備の最適な操業に効果を発揮してきた。さらに現在では、データ解析基盤「DSクラウド®」を立ち上げ、高度データ解析を用いた更なる最適化に取り組んでおり、本稿ではその内容について述べる。

2 高度データ解析ニーズの高まり

当社におけるデータ解析(高度操業・保守支援)のあゆみについて、図1に示す。

当社ではごみ処理設備などにおいて、1990年代より本社から現場への操業支援を実施している。当初は、通信インフラが現在ほど発達していなかったこともあり、各拠点のデータを1日に1度本社へ送信し、本社スタッフがデータを確認・解析し、操業条件変更などのアドバイスをおこなってきた。

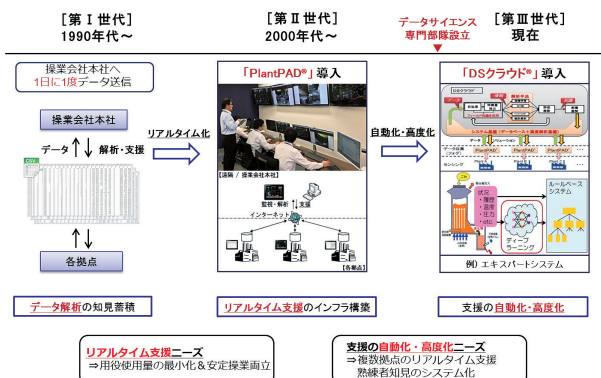


図1 当社におけるデータ解析のあゆみ
Fig. 1 History of data analysis in this company



図2 操業会社本社での監視風景
Fig. 2 Monitoring at the operating company head office

2000年代に入ると、用役使用量の最小化と安定操業の両立がより強く求められるようになったため、リアルタイムでのデータ収集・解析および、携帯端末からの遠隔監視が可能なシステムである「PlantPAD®」を開発するとともに、操業会社本社よりリアルタイムで遠隔監視・支援する体制を整え、2011年より運用している(図2)。

本運用により、これまで設備の安定操業に大きな効果を上げてきた一方で、多くの設備に対して遠隔監視・支援を手掛けるようになること、人手にて複数の設備を同時に監視し、適切な支援をおこなうことに限界が生じてきた。このような背景の下、高度データ解析を用いて、操業・保守支援を自動化・高度化するニーズが高まってきた。

上記ニーズに対し、当社では以前より、データ解析を用いた操業ガイダンスシステムの構築などを進めてきたが、この取り組みをさらに加速するため、2017年4月、全社横断部門である技術開発研究所にデータサイエンス室を新設し、独自のデータ解析基盤であるDSクラウド®を立ち上げ、運用を開始している(図3)。

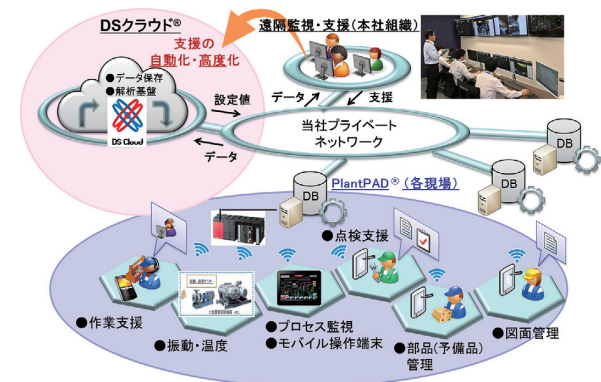


図3 DSクラウド®を用いたO&M
Fig. 3 O&M with DS Cloud®

3 DSクラウド®の特徴

DSクラウド®は、全社規模でのデータの利活用を支える、データ解析基盤である。本基盤はグループ会社である新日鉄住金ソリューションズ(株)の協力のもと構築されており、最新のIT・データ解析環境を整えた構成となっている。

従来はエッジコンピューティング(以下「エッジ」:各現場に特化した高度化計算機。PlantPAD®など)による、設備毎のデータ保存や解析が中心であったが、DSクラウド®の導入により、O&Mの要でもある操業データの設備横断的かつ効率的な集約と長期保管および、高度なデータ解析が可能となり、他設備や商品への展開も可能となった。

DSクラウド®の特徴について、以下詳述する。

3.1 基本コンセプト

各設備で計測されたデータは、エッジを経由し、DSクラウド®のシステム基盤が持つ大容量ストレージへ転送される。ここで、既存のエッジが存在しない設備からも簡単にDSクラウド®へデータ転送を行えるよう、安価なDSクラウド®アダプタも開発済みであり、様々なプラントと連携できる枠組みを整えている(図4)。

DSクラウド®に集約・蓄積されたデータは、データサイエンス室が中心となり目的に応じて解析することで、ただの数値の羅列でしかない「データ」から、前処理(有効データの抽出や欠損値の除去など)と特徴量抽出(現象を適切に説明する指標への換算)により意味のある「情報」を取り出し、各種データ解析手法によって設備の操業に役立つ「知識」へと料理する。得られた「知識」はアプリケーション化された上でエッジへ戻され、リアルタイムでの処理を実行する流れとなっている。

近年、各種解析手法は、論文やプログラム言語のライブラリとして一般に公開されており、IT企業を含め、一般に差が付きにくいプロセスである。そのため、データ解析を成功に導くためには、その前後の前処理・特徴量抽出、そして評価・解釈の部分が特に重要となってくる。当社はプラントの建設ならびにO&M、電力ビジネスなどを実際に手掛けており、事業部門、制御部門、データサイエンス部門

が連携し、プラントとデータ解析双方を理解の上、各種改善に取り組むことで具体的効果を創出している。

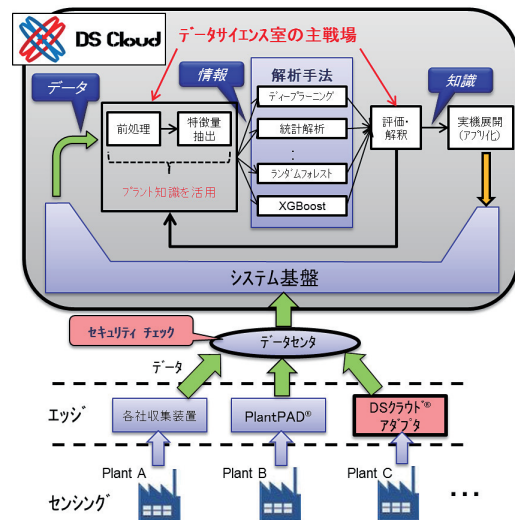


図4 DSクラウド®を用いたデータ解析
Fig. 4 Data analysis with DS Cloud®

3.2 セキュリティ対策

多拠点から操業データを収集する場合、エッジのメーカー差異や、顧客ネットワーク環境の制約を受け、接続箇所全てのセキュリティレベルを高い水準で合わせることは困難である。そこで、DSクラウド®へ接続する経路を1つのデータセンタ(図4中央)に集約し、ここでセキュリティチェックを実施することで、多種多様なセキュリティレベルのプラントであっても、DSクラウド®へセキュアにデータを転送することが可能になっている。図5は、データセンタで実施しているセキュリティ対策の一覧である。

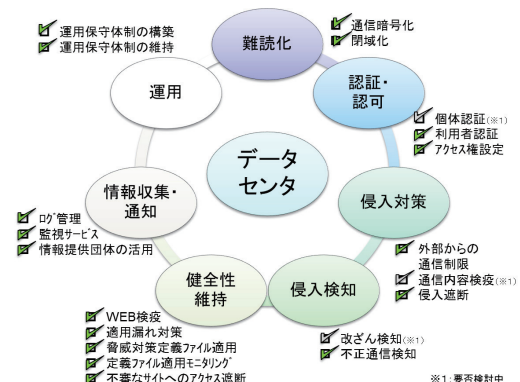


図5 データセンタでのセキュリティ対策
Fig. 5 Security measures at the data center

3.3 データバックアップ

DSクラウド[®]では、頻繁に使用するデータに素早くアクセスするためのハードディスクドライブと、数十年規模の未圧縮データを長期バックアップするための磁気テープドライブを搭載している。近年の磁気テープは情報量の集密化が進んでおり、現在1巻当たり15TB程度の記憶容量は、今後も引き上げられていく見通しである。また、保管に電源を必要とせず、DVDよりも長期保管性に優る磁気テープを地理的に離れた複数拠点で保管することは、BCP(事業継続計画)の観点からも理に適っている。

3.4 解析結果の利活用

DSクラウド[®]にて開発されたアプリケーションには大きく分けて2つの利用形態がある(図6)。

1つ目はDSクラウド[®]で直接稼働させる形態で、同種類のプラントを横断的に比較・管理する目的や、大規模データ解析が必要とされる場合に適用される。

2つ目はエッジに組み込み使用する形態で、現場個別の解析や、頻繁に解析を回す必要のあるアプリケーションがこれに該当する。これら2つの利用形態を使い分けることで、DSクラウド[®]は社内の様々なニーズに対応できる解析基盤となっている。

以上の特徴を持つDSクラウド[®]を適用した事例の一部について、次章にて紹介する。

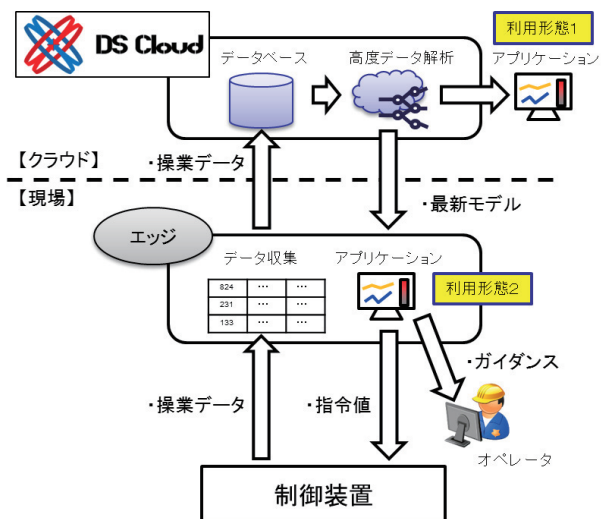


図6 アプリケーションの利用形態
Fig. 6 Application usage

4 事例紹介

4.1 ごみ処理設備での事例

はじめにごみ処理設備を例に、プラント分野でのDSクラウド[®]適用事例を紹介する。

4.1.1 低炭素型シャフト炉操業高度化

ごみ処理設備の一種である低炭素型シャフト炉は、従来のシャフト炉式ガス化溶融炉に対し、ごみの持つエネルギーを最大限活用できるように、上段羽根部の送風機構を改良してごみの乾燥・熱分解を効率化することで、熱源としてのコークス使用量を大幅に削減した改良型シャフト炉である(図7)¹⁾。

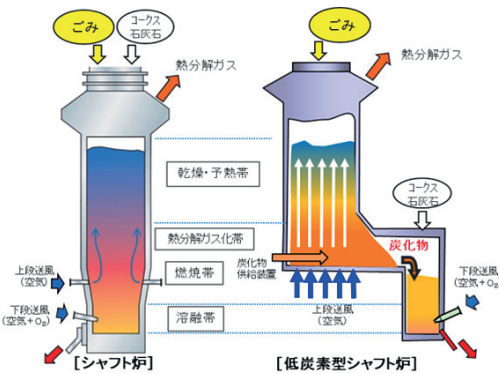


図7 シャフト炉と低炭素型シャフト炉
Fig. 7 Shaft furnace and Low-carbon type shaft furnace

低炭素型シャフト炉では、1)シャフト下部からの送風によりガス流れを均一に保てること、2)ごみ質に応じて炉下部へのごみの供給速度および送風量を適正化できることより、熱分解ガス発生量の安定化が可能となっている。

ごみ質に応じたごみの供給速度および送風量の適正化、特にごみの供給速度の適正化にあたっては、その調整に高度データ解析を用いることにより、自動化・高度化が期待できる。そこで当社では「エキスパートシステム」導入による操業支援の自動化・高度化を進めた(図8)。

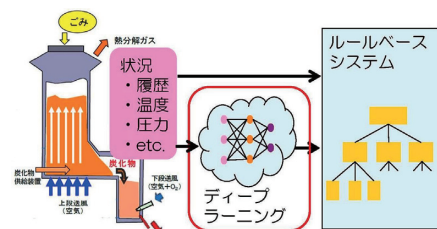


図8 エキスパートシステム
Fig. 8 Expert system

本システムでは、まずオペレータの操作パターンをルールベースシステムにて構築・再現しており、さらに各操作と炉況との相関をDSクラウド®上でディープラーニングの手法を用いて機械学習させることにより、集積データを活かした、より高度な操業が可能なシステムとなっている。

本システム導入の結果、低炭素型シャフト炉操業において、熱分解ガス発生量安定化の指標であるボイラ蒸発量の変動割合εを3.3%→2.0%に改善できた(図9)。

なお、変動割合εは下式で算出した。

$$\varepsilon = \frac{2 \times \sigma}{\bar{q}} \times 100$$

ε: ボイラ蒸発量変動割合(%)
 σ: ボイラ蒸発量標準偏差(t/h)
 q̄: ボイラ蒸発量平均値(t/h)

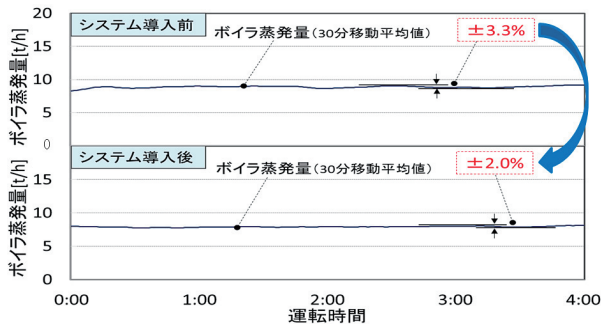


図9 エキスパートシステムの導入効果
 Fig. 9 Benefits of expert system

4.1.2 重要機器寿命予測

振動診断技術は、設備の劣化や異常の有無を検出し、必要なタイミングでメンテナンスを実施する状態基準保全(Condition Based Maintenance)に重要な技術である。

当社では、重要度の高い機器を対象に、振動計(無線技術を用いたIoTセンサ)を設置し、主として軸受振動の常時計測をおこなっている。計測した振動データは、インターネットを経由してDSクラウド®に送信され、データの記録に加えて振動傾向の監視や周波数分析を実施し、正常運転時における各データの相関関係からのずれを可視化することで、劣化の兆候を検知する。さらに、劣化の兆候を検知すると、振動の詳細解析と劣化の原因分析および寿命予測をおこない、本社や現場、他設備に対し分析結果を送信することにより、適切な維持管理と設備間での情報共有を図っている(図10)。

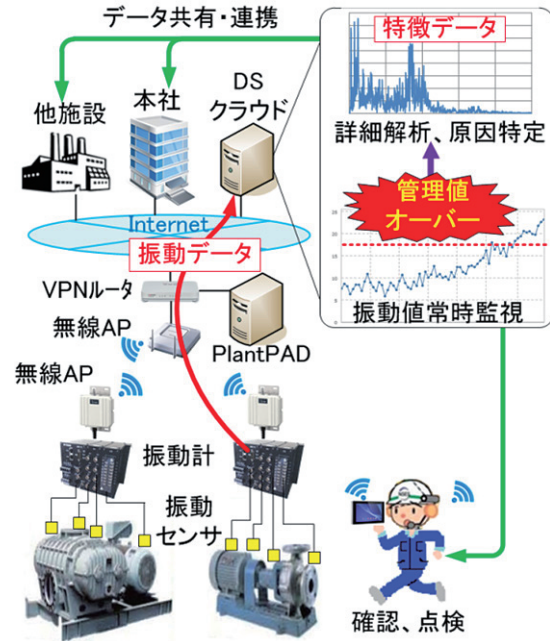


図10 振動診断技術
 Fig. 10 System to diagnose vibrations

4.1.3 最適制御チューニング維持

ごみ処理設備の操業では、ごみ質の季節変動や、設備の経年変化の影響などで、常に最適なポイントで操業できているとは限らない。そこでDSクラウド®にて蓄積された複数プラントの長期データを用いて、主要な制御ループの制御性能が、操業基準や他設備と比較分析・評価することで、性能の悪化検知をおこなっている。

悪化を検知した際には、最新データでモデル化の上、再チューニングを実施することで、制御性能の維持を図っている(図11)。

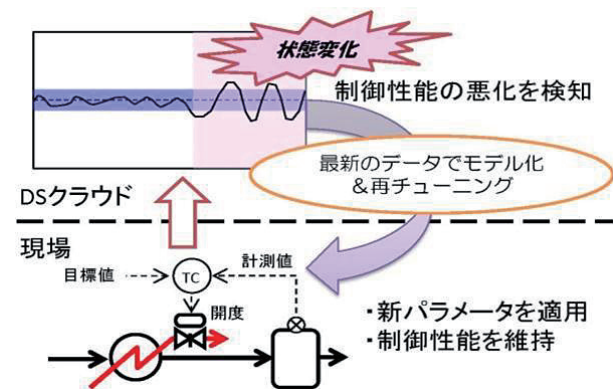


図11 最適制御チューニング維持
 Fig. 11 Maintain optimal control tuning

4.2 電力ビジネスへの適用事例

次に、プラント以外の分野へのDSクラウド[®]適用事例として、電力ビジネスでの事例を2つ紹介する。

4.2.1 電力需要予測

当社では、調達した電力を需要家へ販売する、電力小売事業を営んでいる。本業界ではエリア全体（関東、九州など）における需要と供給のバランスを維持するために、各事業者が翌日計画として、電力広域的運営推進機関に対し、翌日一日分の予測発電量と予測需要量（それぞれ30分毎）を申告し、可能な限り実績と一致させることが義務付けられている。そのため、予測精度の向上や、予測に掛かる業務の省力化は重要な事業課題である。

ここでは電力需要を予測するに当たり、学習に用いたのは、約3年分の実績データで、電力使用実績・気象データおよび各顧客の業種データなどを使用した。解析手法には決定木のアンサンブル学習であるランダムフォレストと、ディープラーニングの2つを用い、どのような精度の違いが出るか比較をおこなった。

学習用データとは別の1ヶ月分のデータに対して電力需要を予測した結果を図12に示す。ランダムフォレスト、ディープラーニング共に実績ラインと重なっており、十分な予測精度に到達できていることが分かる。

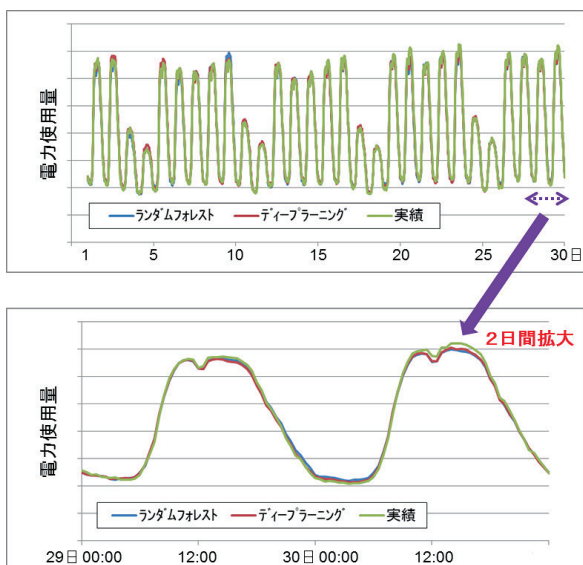


図12 電力需要予測結果
Fig. 12 Result of power demand forecast

4.2.2 電力顧客のグルーピング

本業界では、顧客へ割安な電力料金メニューを提案する際、契約電力や夜間電力を使用する割合などを組み立てるために、過去の実績データから電気の利用傾向を把握する必要がある。そのため、新築ビルの顧客に対しては一旦標準メニューで契約し、1年間の利用傾向を確認した上で2年目から割引価格を提案する方法が一般的であった。そこで当社では、既に契約している顧客の属性情報から、新築顧客の電気利用パターンを予測することで、新築顧客に初年度からコストメリットのある料金メニューを提案できるようになった。

解析でははじめに、当社と取引のあるオフィスビルの需要家百数十件の電力使用実績データを用い、24時間周期（1日の中での高低差など）と12ヶ月周期（季節毎の高低差など）での電力使用パターン毎に分類をおこない、図14のように需要家を9つのグループに分類できることができた。さらに、各需要家が持つ延床面積や店舗数といった属性情報を元に各グループの共通点を分析した結果、一定のロジックで分類できることが分かった。このことから、新築顧客に対しても簡単なアンケートを取ることで上記9つのグループに分類できることから、初年度からであってもコストメリットのある料金メニューを提案することが可能になった（図13）。

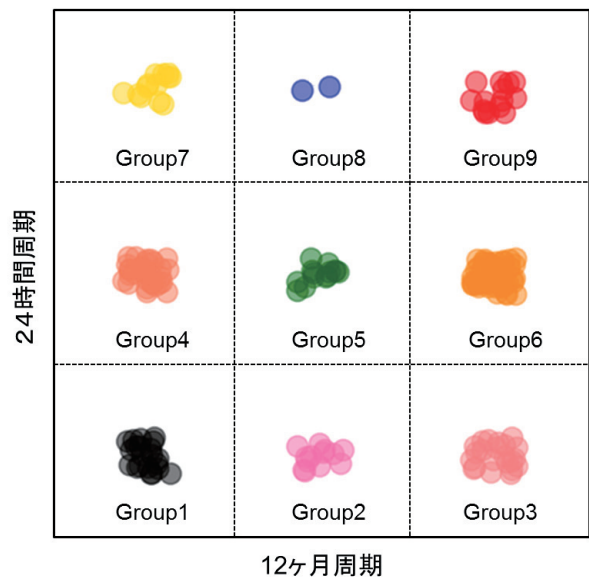


図13 電力顧客のグルーピング
Fig. 13 Grouping power customers

5 DSクラウド®の更なる活用

以上のように、プラントの操業改善の他、様々な場面で効果を創出しつつあるDSクラウド®であるが、さらに効果を上げていくためには、データ解析要員の裾野を広げ、活発にアイデアを出し合える「シチズンデータサイエンティスト」の育成が必要不可欠となる。そこでデータサイエンス室では、簡単なデータ解析手順やDSクラウド®の使い方を多くの技術者に学んでもらうことを目的に、「DSクラウド®ハンズオンセミナー」(図14)を定期的を開催しており、現場技術者自らがデータと向き合って問題解決に取り組むきっかけとなっている。

また、データサイエンス室ではデータ解析に関する依頼を約2週間で対応する「高速トライアル解析」も実施しており、ハンズオンセミナーの受講者などから提案されたアイデアを、スピーディーに実機展開する体制が整えられている。この制度を利用した改善活動は盛り上がりを見せており、今後も操業・保守、そしてプラント商品の高度化が強力に進められていく見通しである。



図14 ハンズオンセミナーの様子
Fig. 14 Hands-on seminar

6 結言

本稿では、全社規模でのデータ利活用を進めるデータ解析基盤「DSクラウド®」のコンセプトと機能を解説し、プラントの操業改善やメンテナンスの高度化、さらにはプラントの枠を超えて電力ビジネス分野へ展開した事例について紹介した。

また、ハンズオンセミナーやトライアル解析を通じた活用拡大への取り組みについて述べた。

DSクラウド®を用いたプラントO&Mの自動化・高度化をはじめ、その知見を用いた商品力の強化や、営業活動・経営への展開が、今後も益々期待される。

当社はデータサイエンス人材の育成に力を入れ、様々なアイデアが活発に飛び交う組織風土の醸成を通し、付加価値のある商品・ソリューションを生み出すことで、社会へ貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 吉元直子ほか：新日鉄住金エンジニアリング技報Vol. 8, 26P(2017)

