

# 環境管理向上に向けた IT/DS 技術の活用

## Utilization of IT/DS Technology to Improve Environmental Management

野口 晃輔	NOGUCHI Kosuke	JFE スチール	西日本製鉄所 (福山地区)	環境・防災部
五十川昂大	ISOGAWA Kodai	JFE スチール	西日本製鉄所 (福山地区)	環境・防災部
神田 裕貴	KANDA Yuki	JFE スチール	西日本製鉄所 (福山地区)	環境・防災部
帯田 敬悟	OBITA Yoshinori	JFE スチール	西日本製鉄所 (福山地区)	環境・防災部 主任部員 (副課長)
松蔭 誠作	MATSUKAGE Seisaku	JFE スチール	西日本製鉄所 (福山地区)	環境・防災部長

### 要旨

JFE スチール西日本製鉄所 (福山地区) では、これまで環境問題に対して様々な取り組みを行ってきた。特に近年では、環境管理の向上に向けて IT/DS 技術導入を積極的に推進している。本稿では、現在 JFE スチール西日本製鉄所 (福山地区) で活用している IT/DS 技術例をいくつか取り上げ、その技術概要と適用時の効果について述べる。

### Abstract:

At JFE Steel West Japan Works (Fukuyama), various measures have been taken to deal with environmental problems, and in recent years, the use of IT/DS technology has been studied and introduced to improve environmental management. In this paper, technical overview of some of the IT/DS technologies used at JFE Steel West Japan Works (Fukuyama) and their effects upon application are described.

## 1. はじめに

現在、あらゆる企業にとって環境問題への取り組みは重要な経営課題と言える。製造業、特に鉄鋼業は環境に与える影響が大きいことから、環境負荷物質の低減や騒音・有視煙抑制など多くの環境問題対策が求められる。

当社では、これらの社会的要求に対して、地方自治体との事前協議などで逐次環境目標を定め、技術開発や新規設備導入などにより、環境負荷物質の排出を低減してきた。本稿では、西日本製鉄所 (福山地区) での環境管理における IT/DS 技術の活用事例を紹介する。

## 2. 製鉄所における環境管理

製鉄所における環境管理では、大気汚染、水質汚染、騒音、振動、産業廃棄物など幅広い領域で、その対策が求められている。中でも大気汚染に関しては、鉄鉱石、石炭等を原料として取り扱っているため粉塵の発生が多く、堆積場、輸送設備、破碎篩分け設備、コークス炉、焼結炉、高炉、転炉等、粉塵の飛散防止を必要とする設備が広範囲にわたっており、これらすべてに対応していく必要がある。

当社は、原料ヤードでの散水やコンベア乗継部の密閉化などにより、粉塵の発生を最低限に防ぐとともに、焼結炉、コークス炉、高炉、転炉などへ高性能の集塵機を設置する

などの対策も行ってきた。これらの対策により所外降下ばいじん量は年々低減しており、地域の方からの苦情件数も同様に減少傾向にある。しかし、他業種と比べるとまだまだ高い水準にあり、さらなる改善が不可欠である。

現在、さらなる低減対策として、集塵設備の健全化と維持管理に注力している。老朽化などにより機能低下している設備を一つひとつ洗い出し、機能復帰および維持管理のための基準、運用ルールを作成している。輸送設備を例にあげると、設備ごとに最適な点検箇所や頻度を決定し、設備異常時に迅速に対応できるよう管理体制を整備した。しかし、いまだに人手に頼る点検方法が多く、点検を要する設備・管理ポイントが多岐にわたるため、作業者に多大な負荷がかかっていた。さらに作業者の若返りや省力化によって、十分な人員が割けず、管理が追いつかないという課題があった。

これらの課題に対して今回、IT/DS 技術の活用による解決を図った。3~5 章では、その活用事例を紹介する。

## 3. 発塵監視システムの開発

### 3.1 技術背景

製鉄所からの発塵は、周辺地域から視認できることから、周辺地域からの環境評価項目の一つになっている。発塵を抑制するためにも、迅速に発塵を発見し対応する必要がある。そこで、監視員により監視カメラ映像をリアルタイムで

監視していた。しかし、人による監視では、発塵を見落とすケースがあるうえ、監視員や天候、時間帯などによって見え方が異なり、発塵指摘にバラツキがあった。そこで、ディープラーニングを軸とした画像認識手法の導入により、発塵監視の自動化を実現した。

### 3.2 技術概要

ディープラーニングとは AI 技術の一つで、人間の神経細胞をモデル化したニューラルネットワークを多層化して、ビッグデータを学習させる手法である。この手法を用いることで、従来では実現困難な複雑なタスクを、コンピューターに自動実行させることができる。

この技術を活用し、数千枚オーダーの発塵画像の学習を基に、発塵を検知するアルゴリズムを構築した。検知精度としては、静止画による精度検証で、発塵の見逃し 2.0% および誤検知 0.4% の結果が得られた。このアルゴリズムを用いて、監視カメラ映像から発塵を検知し、対策を要するレベルの発塵を判定し発報するシステムを構築した。発塵検知システムの概要を **図 1** に示す。発塵のレベルを判定する仕組みは以下のとおりである。まず、ピクセル単位で画像内の物体を分類し、発塵領域を抽出する。次に発塵領域から発塵の大きさを数値化し、教師データを基に発塵の濃さを識別する。そして、これら大きさと濃さの判定基準から発塵のレベルを判定する。

### 3.3 実機適用結果

この発塵監視システムを、製鉄所内でも特に発塵の発生頻度が高く、所外から認識しやすいコークス炉の煙突および炉体に適用した。コークス炉の煙突に適用した結果、従来見逃していた発塵を 100% 検知できるようになり、是正対象の発塵のみならず小さな発塵も検知し設備/操業管理に活用することで発塵の抑制を図っている。

次に、コークス炉の炉体への適用結果を **写真 1** に示す。コークス炉の炉体では、複数ある発塵の種類を判定し、発

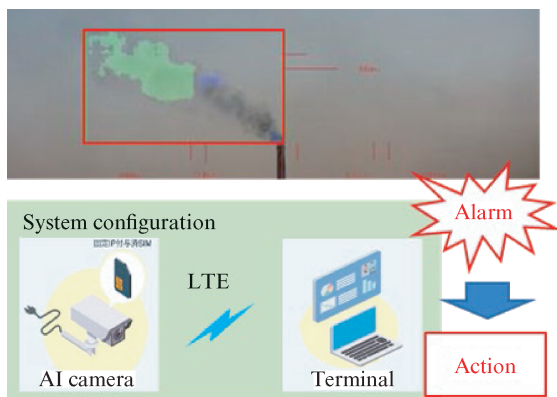


図 1 発塵監視システムの概要

Fig. 1 Outline of dust emission monitoring system

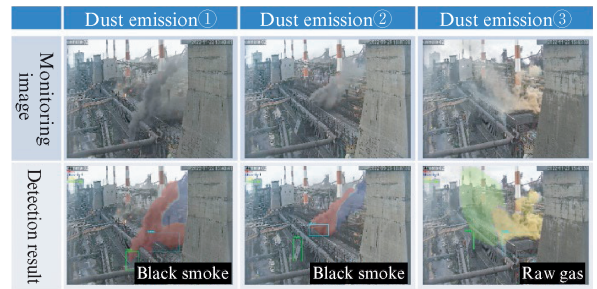


写真 1 コークス炉の炉体への適用

Photo 1 Application to coke oven

塵源を特定できた。また、精度としては従来と比較し検知率 440%、見逃し 0.9%、誤検知 1.1% の結果が得られた。

## 4. 集塵機圧力監視による集塵機能維持

### 4.1 技術背景

製鉄所内の原料搬送ラインにおける、ベルトコンベアの乗継部やシュートの落口などの原料が落下する箇所には、発塵を抑制するため、集塵ダクトが設置されている。しかし、雨や蒸気の影響により原料が湿ると、ダクト内に集塵ダストが固着し、ダクトが詰ることがあり、十分な集塵機能が得られず必然的に発塵が発生する。製鉄所内の原料搬送ラインは常時稼働しており、ダクトが詰まると、所外の降下ばいじん量が大きく増加するリスクがある。従来の管理方法では、目視での発塵確認後にダクト詰りを処置しており、発塵発生から詰り処置までに時間を要することが課題となっていた。そこで、集塵ダクト内の圧力を遠隔監視することで、集塵機の管理効率化を実現した。

### 4.2 技術概要

集塵ダクト内の圧力値の測定により、ダクト内部の状況を定量的に把握できる。集塵ダクト内の圧力は通常負圧であり、詰りが生じている場合は、圧力値は 0 を示す。また、ダクトに穴があいている場合は大気を吸引するため、通常よりも正圧側に圧力値がふれる。この圧力値の変動により、ダクト詰りのみならず、穴あきも発見できる。

また、**図 2** に示すように圧力値を遠隔監視することで集塵ダクトの詰りを予兆管理できるようになり、発塵発生前に補修が可能になった。

### 4.3 実機適用結果

原料搬送ラインおよびコークス炉の集塵ダクトに圧力監視システムを導入した。原料搬送ラインでは、前述したようにコンベア乗継部などの原料が落下する箇所の発塵抑制に効果があり、コークス炉では、窯への装炭時およびコークス窯出し時の発塵抑制に効果がある。コークス炉の集塵圧力監視イメージを **図 3** に示す。

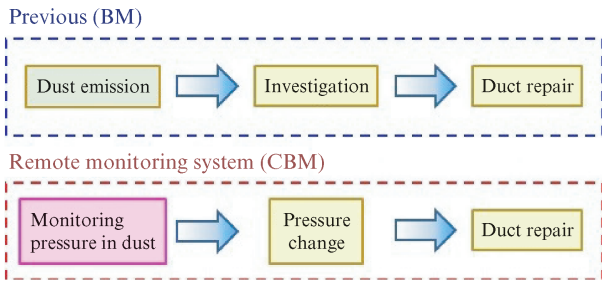


図2 補修までの流れ  
Fig. 2 Maintenance workflow

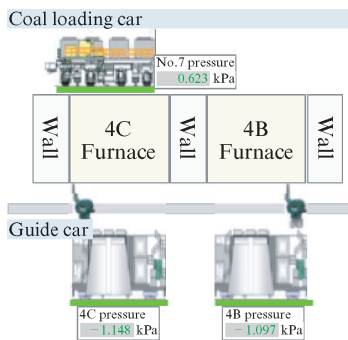


図3 コークス炉における集塵圧力監視  
Fig. 3 Collecting dust pressure monitoring in coke oven

集塵機圧力監視の導入により、ダクト内の状況をリアルタイムで把握できるようになり、不具合発生時には即日処置可能となった。また、ダクト内の圧力の傾向監視により、ダクト詰りを予兆管理できるようになった。具体的に、圧力値が上昇傾向にある場合は詰り傾向にあると判断し、ダクトが完全に閉塞し発塵が発生する前に処置できるようになった。

また、従来は発塵を確認するために現場パトロールが必要であったが、監視システムの導入により現場パトロールが不要となり、作業負荷低減および災害リスク削減にも効果があった。

## 5. 環境点検におけるドローン活用

### 5.1 技術背景

加熱炉などの煤煙発生設備には、排ガスの排出口として煙突が設置されており、煙突の外観点検時には、躯体に取り付けた梯子や点検歩廊などを使用し点検しているが、梯子や点検歩廊の老朽化により、踏抜きなどの墜転落リスクを有している。また、製鉄所から発生する排水は指定した排水口以外から排出してはならないため、敷地境界である護岸などからの漏出がないかを確認するため、パトロールを実施している。これも護岸の海域付近での点検のため、海への墜転落リスクなどを有している。このような点検作業の際には、安全上のリスクを低減するため足場等を設置しており、設置負荷やコスト増も生じている。上記課題を解決する

ため、最近では工場などのインフラ点検に小型・軽量のドローンが活用されていることから、環境点検への活用を検証した。

### 5.2 技術概要

#### 5.2.1 検証に用いたドローンの各種機能

4K撮影やサーモグラフィ撮影が可能な高性能カメラの搭載により、より精密に点検できる。またブレ補正機構も搭載していることから、地上から撮影する方法と同レベルで撮影できる。

飛行機能に関しては、GNSS（衛星測位システム）を使用した自己位置推定機能を有しており、記憶させたルートを自動で飛行させることができる。

安全機能としても、障害物検知センサーを搭載し、物体を検知して自動停止することで、人や障害物などへの衝突を防止する機能を有している。またフェイルセーフ機能として、送信機の操作信号切断による操作不能時やバッテリー残量低下時の自動帰還機能や、その場で安全に着陸する墜落防止機能を有している。

#### 5.2.2 ドローン活用によるメリット

地上などの安全な場所からの飛行で、危険区域などの立入困難な場所へ進入できることから、安全かつ容易に点検できる。足場組立などの準備が不要となるため、費用面や時間面でもメリットがあり、作業負荷軽減も図れる。またドローンの特徴として、空中の自由な角度から点検箇所へアクセスできるため、地上からでは視認困難な箇所も、より見やすい視点から点検できる。

### 5.3 実機適用結果

#### 5.3.1 高層建築物点検

煙突などの高層構造物の点検にドローンを活用した事例を示す。写真2はドローンによる煙突先端部の撮影画像である。ドローン活用により、墜転落リスクが高い高所作業をなくし、より見やすい視点から点検できるようになった。また、点検時間も、足場準備や安全対策などで1週間ほど要していたが、1~2日と大幅に短縮できた。



写真2 煙突点検へのドローン活用  
Photo 2 Drone utilization for chimney inspection



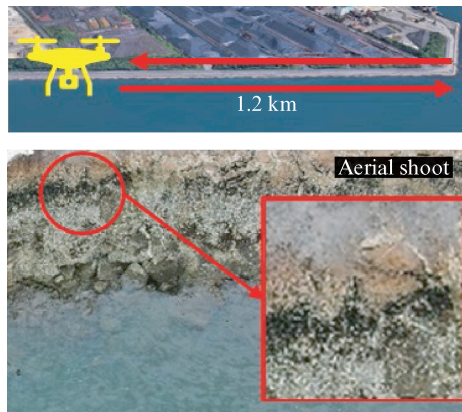


図4 護岸漏水点検へのドローン活用  
Fig. 4 Drone utilization for seawall leakage inspection

### 5.3.2 護岸漏水点検

次に護岸漏水点検へのドローン活用イメージを図4に示す。ドローン活用により、墜転落リスクが伴う海域付近の作業が不要となり、災害リスク撲滅のみならず作業負荷軽減にも寄与した。また立入困難な場所へも進入できるため、従来点検できなかった箇所の点検が可能となった。

## 6. おわりに

現在、環境管理向上に向けて、各種 IT/DS 技術導入を進めている。これまで実機へ適用できた技術は、環境管理の効率化のみならず、作業負荷低減および災害リスク削減など多くの効果が得られた。また、開発技術を所内展開し情報交換することで、新たなニーズの発掘やより効果的な活用方法が生まれるなどの相乗効果も現れてきている。今後も IT/DS 技術を活用した環境管理を推進することで、さらなる環境改善に取り組んでいく所存である。