

AI・データ分析技術を活用した廃棄物処理施設の自動運転



JFE エンジニアリング 株式会社

環境本部 PPP 事業部 環境運営部
〒 230-8611 横浜市鶴見区末広町 2-1
TEL 045-505-7532
FAX 045-505-8925

1. はじめに

昨今、一般廃棄物処理施設の新規整備においては、施設の建設に加え 20 年間程度の施設運営を一体で民間に発注する PFI (Private Finance Initiative) 方式の採用が主流となっている。また、従来の公設公営方式で建設され稼働している施設においても、民間への長期包括運営委託へ切り替えられる事例が増えてきている。公衆衛生の確保や環境保全の観点から、廃棄物処理施設においては何よりもその安定した稼働が重要とされるが、我が国の構造的問題である労働人口減少により人材の確保が難しくなるなか、安定した施設運営を将来にわたり継続してゆくための工夫と努力が、事業を受託する民間事業者求められる。

当社はこれらを背景に、IoT、AI、データ分析技術を総合的に活用した運営事業の自動化に積極的に取り組んでいる。その一つとして、ご

み焼却炉の燃焼状態をより安定させるために運転員が経験にもとづき実施している、いわゆる手動介入操作を無くすことを目的とした焼却炉自動運転システムを開発した。現在、本システムは当社が運営を受託する 4 施設に導入され、運転員が行う介入操作をほぼゼロとしつつ、燃焼の安定性向上が図られている。

2. 自動運転システムの概要

2.1 自動燃焼制御装置の関係 (図 1, 2)

当社のごみ焼却炉の運転には、自動燃焼制御装置 (Automatic Combustion Controller : 以下 ACC) が適用されており、通常は ACC により安定した燃焼状態が保たれている。しかしながら廃棄物処理施設に持ち込まれるごみは多種多様であり、ごみピット内でクレーンによる十分な攪拌を行ったとしても焼却炉内に投入されるごみ質には変動が生じる。この変動に対し

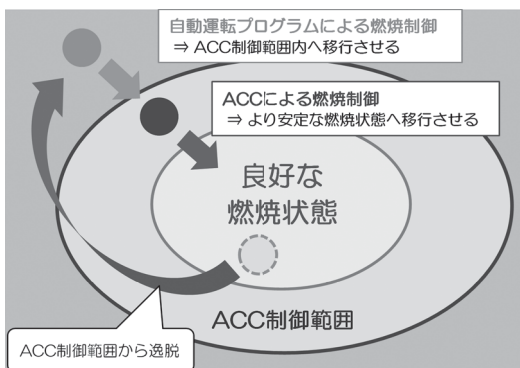


図1 自動運転システムの制御イメージ

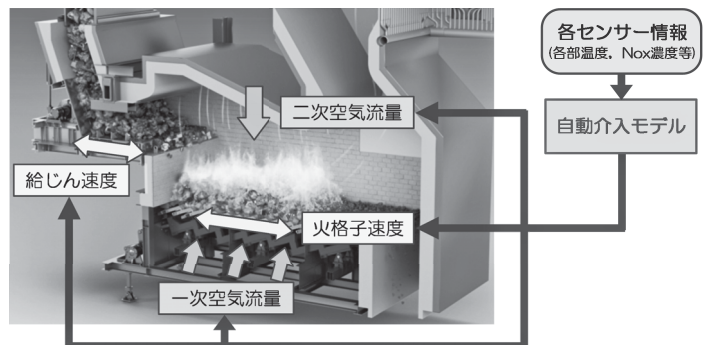


図2 自動運転システムの燃焼制御概要

稀に ACC の追従が不十分となることがあるため、その際には運転員が複数のプロセスデータとごみの燃焼映像から、運転経験により燃焼制御パラメータを手動で短時間変更することにより安定した燃焼状態の維持を図っている。当社が開発した自動運転システムは、この手動介入操作に関する運転員のノウハウや経験をプログラム化し、従来の ACC と組み合わせることにより焼却炉の自動運転を実現している。

2.2 自動介入モデル

自動運転システムには、運転員がノウハウや経験にもとづき行う手動介入操作を、自動介入モデルとして燃焼制御に取り入れている。この自動介入モデルでは、手動介入操作の開始および終了時におけるプロセス値や手動介入時の操作量等の運転データを分析し、燃焼状態に応じて燃焼制御パラメータの設定および手動介入タイミングをパターン化している。また、AI 技術を活用して燃焼映像を数値化する燃焼画像解析システムを構築し、従来は運転員の視覚により判断していた燃焼状態の良し悪しを、数値データとして自動運転システムに取り入れている。このように自動介入モデルでは、運転員と同様にプロセスデータと燃焼映像の双方の情報を組み合わせて、総合的に介入要否および適切な操作内容について判断している（図 3）。

3. 自動運転システム導入の効果

3.1 導入状況および評価方法

自動運転システムは、当社が運営を受託する廃棄物処理施設において 2018 年 10 月より導入を開始し、現在では計 4 施設において導入が完了している。本システムの導入効果については以下の指標をシステム導入前後で比較することで評価を行っている。

- 1) 運転員が行う手動介入操作の実施回数
- 2) 燃焼状態が反映される代表的なプロセスデータの安定性（ボイラ蒸気量および燃焼管理温度）

なお、通常の運転においてはボイラ蒸気量が一定となるように ACC による燃焼制御が行われている。ボイラ蒸気量の安定性については、以下に示す変動係数を定義して評価を行った。

$$\text{ボイラ蒸気量の変動係数} = \frac{\text{蒸気量標準偏差 [t/h]}}{\text{蒸気量平均 [t/h]}}$$

3.2 導入効果

一つ目の指標である運転員による手動介入操作回数については、本システムの導入後に手動介入操作回数が約 9 割減少する結果が得られている。

二つ目の指標である、燃焼状態が反映される代表的なプロセスデータの安定性については図

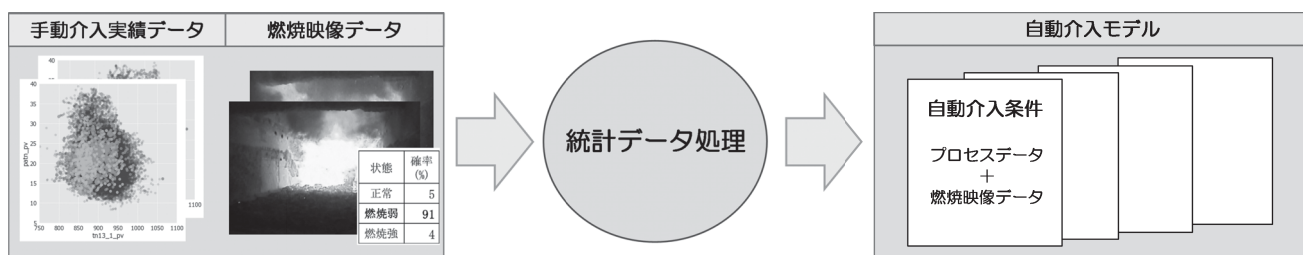


図 3 自動介入モデル

4、図5にデータの実例を示す。

ボイラ蒸気量の変動係数については、本システム導入前（2018年）および導入後（2019年）の比較により、評価期間において変動係数が3割以上低減される結果が得られた。また、図5に示す燃焼管理温度の分布については、ボイラ蒸気量と同様の比較により、本システムの導入後に燃焼管理温度の分布範囲が大幅に狭まる結果が得られた。

以上の評価により、本システムを導入することで従来必要であった運転員の手動介入操作をほぼ無くすることができるとともに、より安定した燃焼を実現していることを確認している。

り効率的で高度な施設運営を実現するための技術開発に、今後とも精力的に取り組んでゆく所存である。

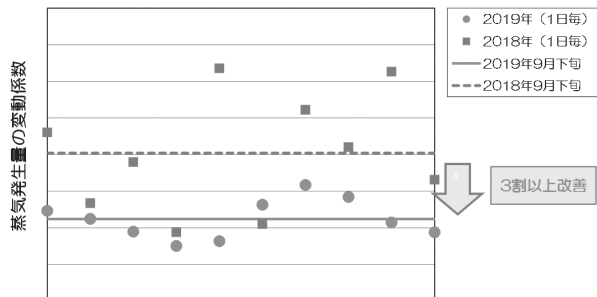


図4 ボイラ蒸気量変動係数の比較(改善例)

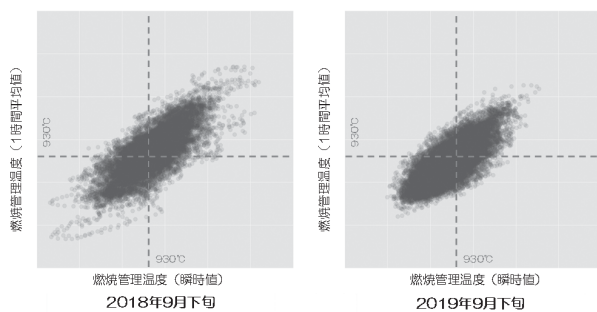


図5 燃焼管理温度分布の比較(改善例)

4. おわりに

本稿では廃棄物処理施設の運営事業における自動化・高度化を推進する当社の取り組み事例として、自動運転システムについて紹介した。当社は廃棄物処理のトップランナーとして、よ