

AI・データ分析技術を導入した 全自動一般廃棄物焼却装置



JFEエンジニアリング株式会社
環境本部 PPP 事業部
技術企画部 開発グループ
総括スタッフ 田部 史朗

1. はじめに

一般廃棄物処理施設では、建設後の運営業務を民間事業者へ委託する案件が主体となっている。その中で、民間事業者による運営の効率化・高度化が進められているが、ベテラン運転員の不足が顕在化しつつあり、運営サービスを維持するための課題の一つとなっている。

そこで、当社はAI・データ分析技術を活用することで、運営業務の無人化を進めており、その一つとして、焼却炉の運転を完全自動化する自動運転システムを導入した全自動一般廃棄物焼却装置（以下、新型装置）を開発し、すでに運営事業で活用している。本稿では、新型施設の概要と運転実績で得られている結果、及び今後の適用拡大について紹介する。

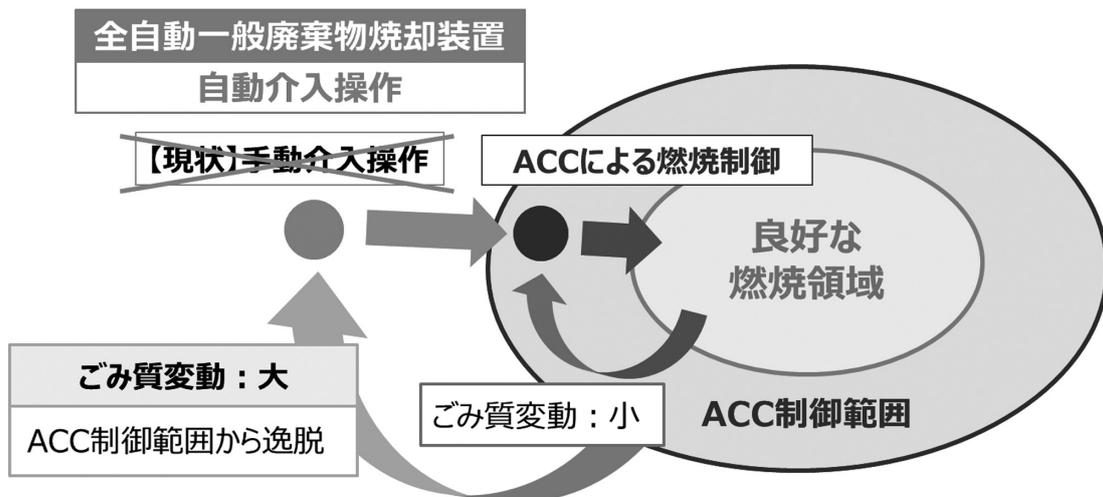


図1 新型装置の燃焼制御イメージ

2. 装置説明

(1) 装置の特徴

一般廃棄物処理施設では大きさ・形状・材質等が様々なごみを持ち込まれるため、焼却炉に投入されるごみ質が常に変動している。これに伴い、燃焼状態も変動するが、一般的なごみ焼却炉（以下、従来装置）には、自動燃焼制御装置（Auto 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。持ち込まれたごみは、ごみ質の変動を抑えるためごみピット内で攪拌・均質化されるが、十分に均質化でないこともあり、大きなごみ質変動が生じてしまうことがある。このような場合、ACCでは安定した燃焼状態の維持が困難なことがあり、運転員が常時燃焼状態を監視し、燃焼安定化のために介入操作（以下、手動介入操作）を行う必要があった。

新型装置は、複数のプロセスデータとごみの燃焼状態から、手動介入操作の内容をプログラム化した「自動運転システム」を従来のACCと組み合わせて

燃焼制御をする廃棄物焼却装置である。自動運転システムでは、プロセスデータ及びAI技術を活用し、燃焼状態の良否を運転員の考えに近い形で数値化できるAI燃焼画像解析システムを導入している。この画像データとプロセスデータを組み合わせてシステムの動作判定をすることで、燃焼状態を見て運転員が行う介入操作を高精度で代替できる。

図1に新型装置の燃焼制御イメージを、図2に燃焼制御の概要図を示す。新型装置における自動運転システムの制御対象は、給じん速度、火格子速度、一次空気流量（ごみ乾燥・燃焼用の空気流量）、二次空気流量（ガス燃焼用の空気流量）の4項目であり、制御対象ごとに動作条件を設定している。

従来装置では、運転員が各々の経験に基づき手動介入操作をするため判断基準にばらつきがあり、操作の遅れ等もあった。一方、新型装置では、一定の動作条件で確実に自動介入操作が実施されるため、燃焼の安定性が向上する。また、燃焼安定性の向上により、発電電力量の向上及び使用薬剤の低減効果が確認できている。

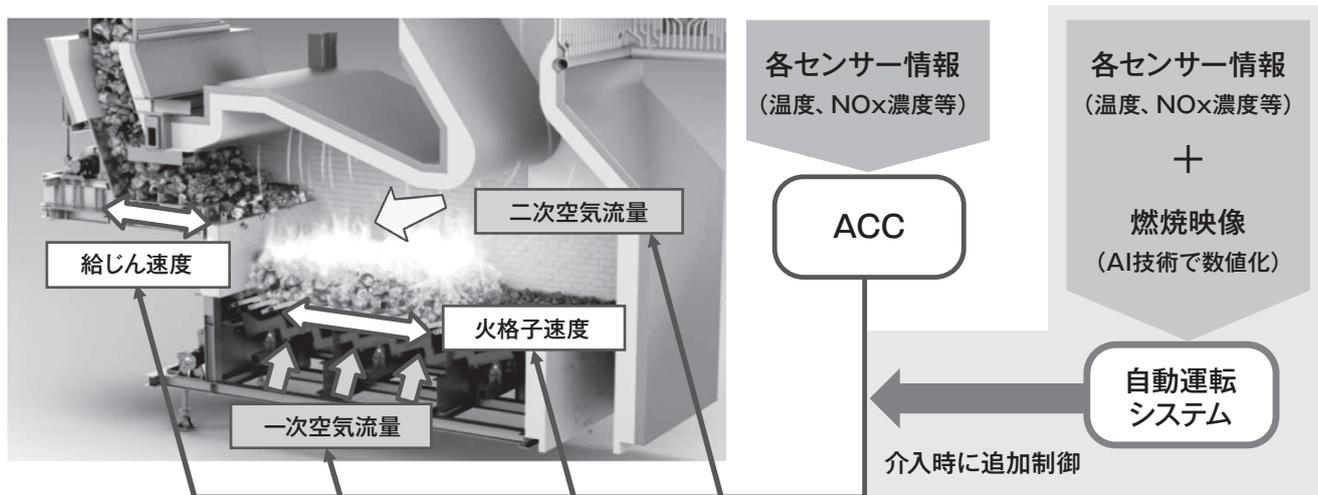


図2 新型装置の燃焼制御概要図

(2) 開発経緯

- 2014年～ 複数の運営施設の様々なデータの収集・分析開始（現在も継続中）

- 2016年～ AI燃焼画像解析システムの開発と
2018年9月 自動運転プログラムを搭載する新型焼却装置を1号機に導入

- 2018年10月～ 第1号機の実証運転及び調整、機能強化を実施し、運転性能を確認

- 2019年4月～ 第1号機の実運用開始。運転性能を継続確認中

(3) 性能

前述のとおり、一般的なごみ焼却炉では、焼却炉に投入されるごみ質の変動によって、図1に示す「ACC制御範囲」を逸脱することがあるため、安心して安定した燃焼状態を維持するための手動介入操作が必要であった。この手動介入操作時のデータ、関連するプロセスデータや燃焼状態の分析により、「ACC制御範囲」を実質的に数値化し、自動運転システムの動作条件へ応用することで、新型装置では全自動運転が可能となった。

新型装置では、燃焼状態が悪化すると一定の動作条件で確実に自動操作が実施されるため、燃焼安定性が向上する。これにより、図3燃焼管理温度の分布に示すように、燃焼管理温度の変動が小さくなる。このように、燃焼管理温度が安定していることからCOやNOxの燃焼制御による抑制とともに、ダイオキシン発生リスクの低下にもつながる。更に、運転データの結果より発電量の増加や薬剤使用量の低減も確認できている。

表1に、第1号機である新潟市新田清掃センターにおける、従来装置と新型装置のそれぞれの運転による環境負荷低減効果を示す。1ヶ月の比較では、CO濃度約52%低減、NOx濃度を管理する薬剤であるアンモニアガスの噴霧量が約30%減少を実現した。また、1年間の発電電力量では4%向上している。これは、適切な燃焼制御により、一次空気流量及び二次空気流量の過剰の吹込みと未燃物の発生が抑制されたもの

と推定される。

このように新型装置では、焼却炉の安定した自動運転とともに、環境負荷低減の両立が可能となっている。

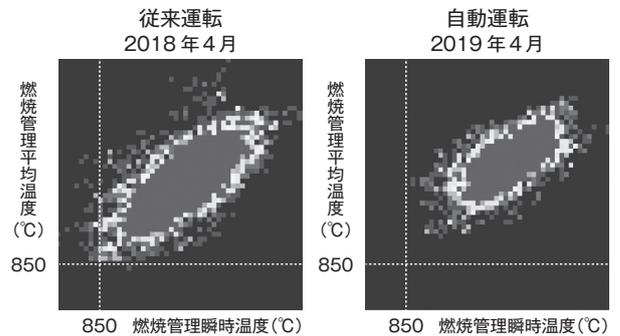


図3 燃焼管理温度の分布(新潟市新田清掃センター)

表1 従来装置と新型装置の1ヶ月間の運転結果及び新型装置の環境負荷低減効果

	従来装置 (2018年7月)	新型装置 (2019年7月)	導入効果
煙突CO濃度 ^{*1}	2.7 ppm	1.3 ppm	約52%低減
煙突NOx濃度 ^{*1}	41.4 ppm	41.3 ppm	— ^{*2}
アンモニアガス使用量	266 Nm ³	185 Nm ³	約30%低減
ごみ1tあたりの 発電電力量 (1年の平均値 ^{*3})	482.7 kW/t	503.4 kW/t	約4%向上

※1：1時間ごとの平均値より算出

※2：煙突NOx濃度はアンモニアガスの噴霧量で制御しているため大きな低減はなく、参考値。アンモニアガス使用量の削減により環境負荷が低減される。

※3：4月～翌年3月までのデータで比較

3. 将来性

これまで新型装置は、当社が建設し運営事業を行っている既存4施設の焼却炉に導入をしている。2019年度からは、当社が新たに建設する運営施設に初期計画から導入をしている。

新型装置は、ストーカ式焼却炉の手動介入操作を自動化する「自動運転システム」を従来装置に組み合わせることにより、全自動運転を可能とするものである。このため、ACCの制御方式を変更することなく本装置を追加することができる。更に、ACCは各社が独自の装置を有しているが、手動介入操作を行っている内容は、ほぼ同じであることから、自社が建設した焼却炉以外にも適用可能と考えている。

以上から、新型装置は、国内外問わず、ACCを有するストーカ式焼却炉へ広く適用できると考えている。