

予測から異常検知・影響因子の抽出まで バイオマス発電プラントの売電事業を AI がサポート

One Stop Solution from Prediction to Failure and Affecter Detection
AI Support for Biomass Power Plant Business



山科 勇輔*¹
Yusuke Yamashina

加藤 雄大*²
Yudai Kato

松原 敬信*³
Takanobu Matsubara

低炭素化社会の実現に向けて普及が進む再生可能エネルギー(以下、再エネ)の中で、廃棄物削減にも貢献できるバイオマス発電の役割が期待されている。一方、AI & IoT 技術の進展により O&M(オペレーション&メンテナンス)業務の高度化が進んでおり、個々の設備を安定稼働させるだけでなく、設備を跨いだ製造ライン全体、あるいはプラント全体での最適化が望まれている。

本報では、バイオマス発電プラントの O&M に AI & IoT 技術を活用し、運営管理における効率化を実現した事例を紹介する。

1. はじめに

地球規模での温室効果ガス抑制に対する関心の高まりや、廃棄物削減を目指した循環型社会形成に向けて、再エネの普及が進んでいる。近年では地域活性化への貢献も重要視されるようになりつつあり、食品残渣や家畜糞尿などもエネルギー源にできるバイオマス発電が期待されている。

しかしバイオマス発電プラントは、火力発電プラントや化学プラントに比べ規模が小さいため、DCS(Distributed Control System:分散制御システム)等で運転管理・制御されていないプラントも多々存在する。特に、バイオマス発電の場合は、メタン発酵に伴うバイオガスの発生量が投入原料となる搬入物の性状や微生物の活性状態に大きく依存しており、これらを各種センサで監視・制御することは難しく、発電計画が立案しにくいといった問題がある。また、バイオガス発生量の管理は作業員の知識や経験といった暗黙知になっており、技能継承も課題となっている。

本報では、(株)バイオマスパワーしずくいし(BPS)を事例に、独自の AI & IoT 技術を活用した総合的なエネルギーソリューションサービスである ENERGY CLOUD® Service を適用することでバイオマス発電プラントの O&M(オペレーション&メンテナンス)業務がどのように変わるかを紹介する。

2. BPS について

2.1 事業スキーム

BPS は、小岩井農牧(株)、雫石町、東北発電工業(株)、東京産業(株)、三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)が出資して設立した日本国内初の民間主体のバイオマス発電事業会社である。BPS では小岩井農場を拠点とし、畜産系廃棄物と食品系廃棄物の複合処理を通じて、資源・エネルギーの地域循環利用を行っている。

*1 ICT ソリューション本部 CIS 部

*2 パワードメイン パワー&エネルギーソリューションビジネス(PESB)総括部 PSEB 企画室

*3 ICT ソリューション本部 プロジェクト部 主席 PJ 統括

BPSの処理フローを図1に示す。小岩井農場より収集した家畜糞尿は、固形分と除渣液に固液分離され、除渣液は周辺地域から収集した食品残渣と併せてメタン発酵槽に投入される。メタン発酵槽では、メタンガスを含むバイオガスと発酵残渣である消化液(メタンガス回収後の液体)が発生する。メタンガスは発電して場内電力として利用され、余剰電力は売電される。発酵残渣である消化液は液肥として農地還元され、固液分離された家畜糞尿の固形分は、良質な堆肥として販売されている。

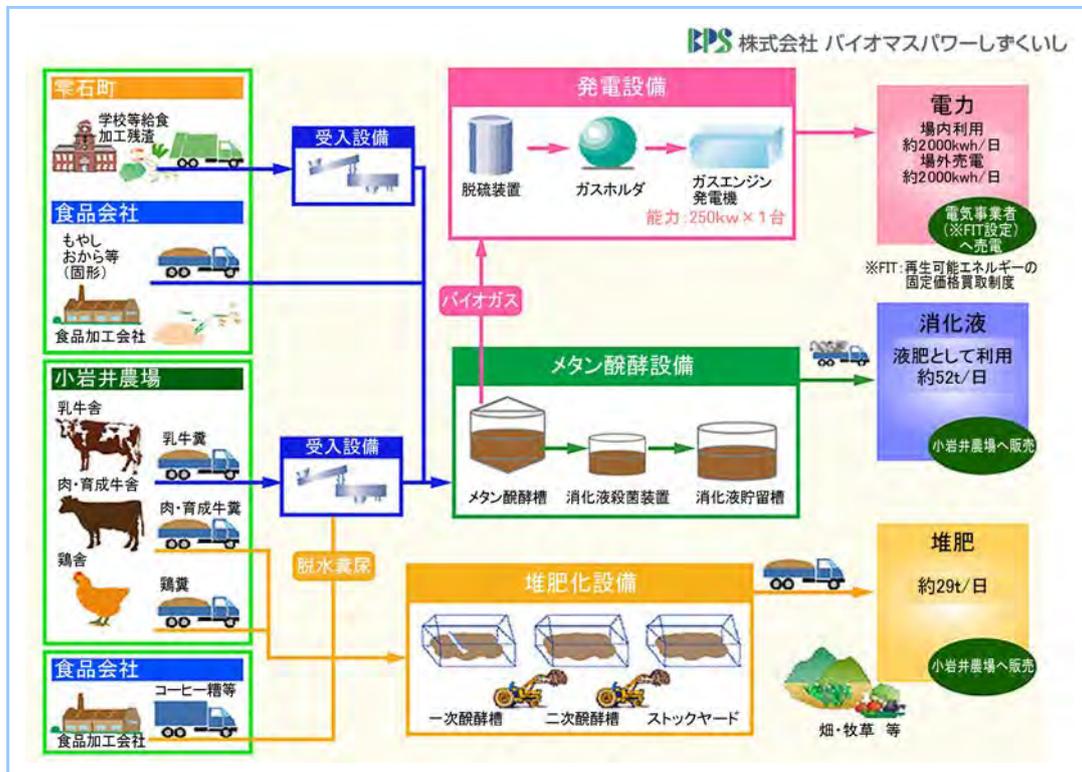


図1 バイオマスパワーしずくいしにおける処理フロー

2.2 BPSにおけるO&Mの課題

地域循環型のカーボンフリーなエネルギーを供給するバイオマス発電事業では、効率的なオペレーションによる事業採算性の向上が求められている。BPSにおける課題を図2に示す。



図2 BPSにおける課題

- ① BPS では、多種多様な原料が搬入されるとともに、農場には休みがないため毎日受け入れを行っている。そのため、いつ・どのくらいバイオガスが発生するかを正確に把握することは極めて困難である。また、バイオガスは一時的にガスホルダに蓄えられるが、ガスホル

ダの貯留容量を超過するバイオガスが発生した場合、余剰分は燃焼処理されている。従来、余剰分を出さないようにするための発酵槽への投入タイミングや量の調整は経験的判断に基づき行われており、運転員の負荷が高い。

- ② 各設備では各種センサが十分に完備されているわけではないため、巡回点検にて機器の状況を確認しており、異常発生時は都度対応を行っている。対応の遅れは事業運営リスクに直結するが、現状容易に異常が検知できる仕組みが構築されていない。
- ③ 投入される原料によって生成されるバイオガスの性状が異なるため、同等のバイオガス量でも発電量が異なり、売電計画が立てにくい。

これらの課題に対してENERGY CLOUD®を用いて問題解決を図った。図3に実施内容の概要を示す。ENERGY CLOUD®の詳細は本特集での紹介を参照。

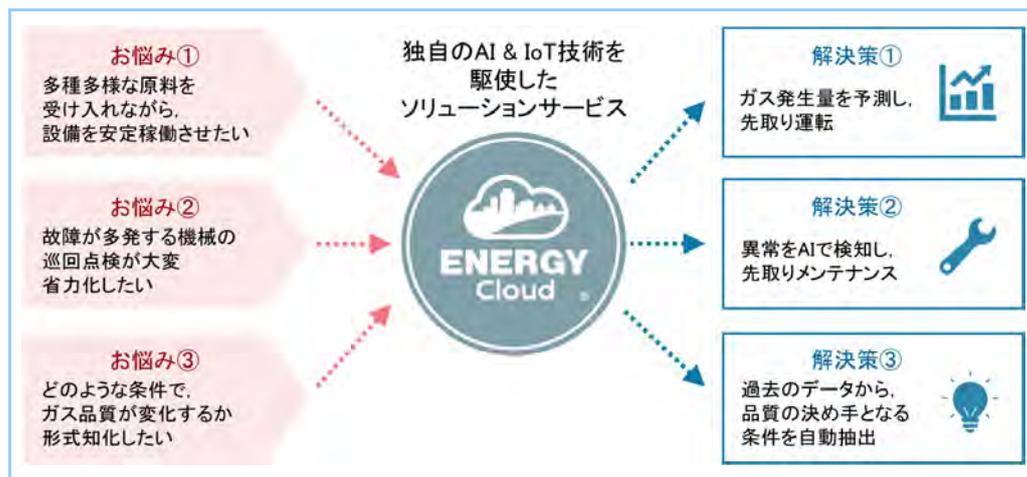


図3 実施内容の概要

3. AIを活用した事業運営

3.1 バイオガスの発生量予測

多種多様な原料を受け入れながら効率良く発電を行うために、AI技術を活用してバイオガスの発生量を予測し、先行した運転意思決定の可否について実証した。

バイオガスの発生量を予測するためには、搬入物の組成や分解速度等を基に、演繹的に予測式を構築する必要があるが、多種多様の原料に対してこれらを同定することは容易ではない。また、多種多様の原料を受け入れるが故、生物の活性阻害を引き起こす毒性物質が混入する可能性があることや図1に示す処理フローの通り、各設備においては数日の滞留時間があるため、原料投入からバイオガスの発生まではタイムラグがあることから、これまでバイオガスの発生量を正確に予測することは困難であった。

ENERGY CLOUD®では、DCSで取得している運転データや各種センサデータだけでなく、運転日報や生産計画といった情報も活用した分析が可能であり、本実証でも、日々の搬入物の種類と量、バイオガス発生量の実績等を記載した運転日報のみを用いて、1日後、2日後、3日後のガス発生量を帰納的に予測ができるか検証した。ENERGY CLOUD®での分析としては、独自技術を組み込んだアンサンブル学習手法を採用した予測技術を用いた。表1に実証条件と結果を、図4に2016年8月26日に予測した結果を示す。乖離の最も大きい3日後のバイオガス発生量においても誤差は僅か13%と高精度に予測ができており、ENERGY CLOUD®を適用することで先行した運転意思決定が可能であることを確認した。ここで、予測誤差は真値に対する予測値との差分の割合を1日単位で算出し検証期間分の値を平均したものとして定義している。

表1 実証条件・結果

項目	1日後予測	2日後予測	3日後予測
学習データ	2006/11/1 - 2016/6/30		
検証データ	2016/7/1 - 2016/9/30		
予測条件	当日に1日後のガス発生量を予測	当日に2日後のガス発生量を予測	当日に3日後のガス発生量を予測
説明変数	運転日報(搬入量等)		
予測誤差	10%	12%	13%

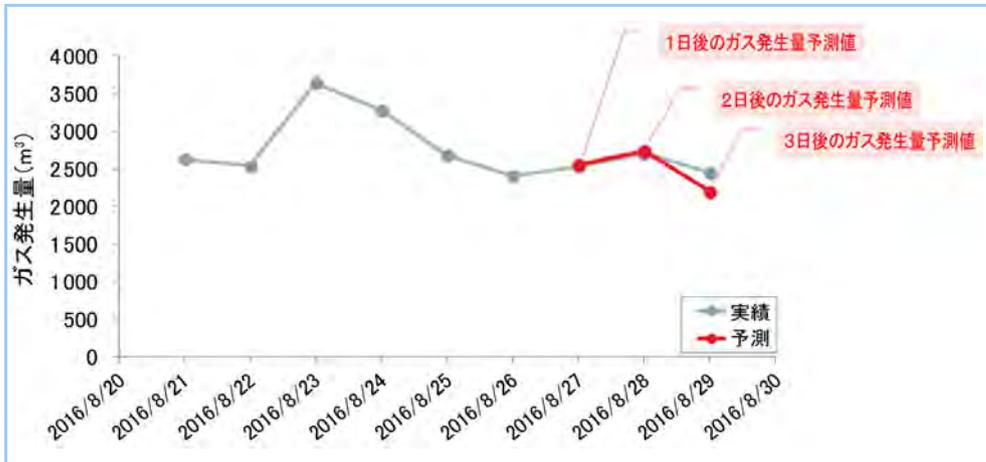


図4 予測結果(8/26日の例)

3.2 機械設備のコンディション管理

次にIoT技術を用いたコンディション管理について紹介する。BPSでは受入設備において、搬入物を細かくするためのカッター刃付きの破砕ポンプを使用しているが、多種多様の原料が搬入されるため、時として閉塞による不具合が発生していた。本不具合は、日々の巡回点検でなければ発見が難しく、不具合発見時は都度対応を行っていたが、対応の遅れは、事業運営リスクを高める要因の1つとなっていた。そこで、本特集でも紹介されている Netmation eFinder®を活用した機械設備のコンディション管理の検証を行った。

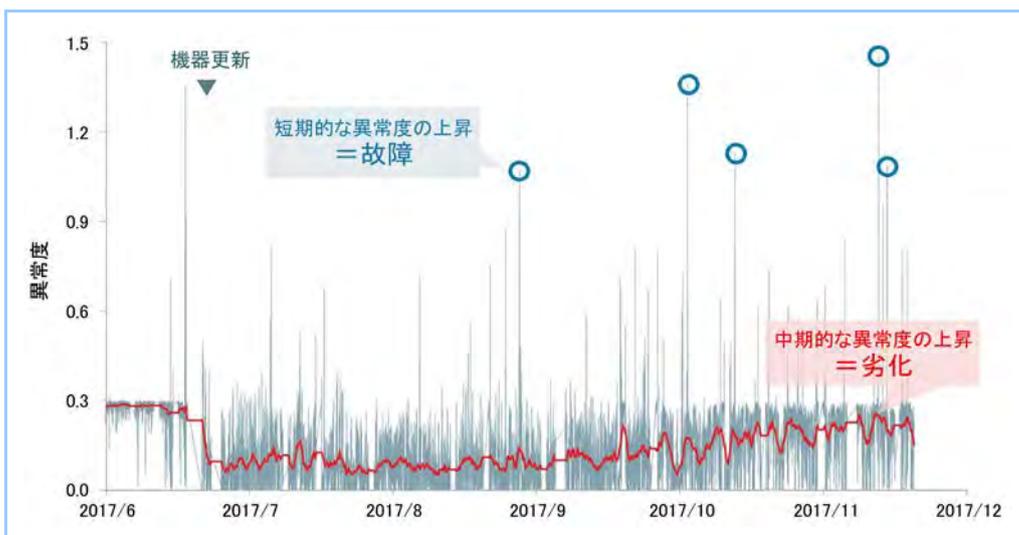


図5 異常検知結果

コンディション管理には、Netmation eFinder®で取得した破砕ポンプの稼働データを説明変数とした異常検知技術を用いた。異常検知技術は時系列データに対して正常空間を定義し、その空間からの距離を求めることにより異常度を算出する手法である。図5に異常度の算出結果を示す。ヒアリングの結果、異常度が急増している箇所は閉塞が発生したタイミングと一致しており、異常が検知できる結果を得た。ENERGY CLOUD®ではWebブラウザ上で分析結果を確認できた

め、事務所に居ながら閉塞を検知することができるようになり、早期対応に伴う事業運営リスクの低減及び巡回点検頻度の減少(省力化)に貢献することができた。また、図5において、短期的な異常度の増加は閉塞に伴う不具合を示しているが、中・長期的な異常度の増加は、機器のメンテナンス後に低下していることから、機器の経年劣化とみなすことができ、突発的な異常検知だけでなく、部品交換時期の最適化も図ることができることを確認した。

3.3 バイオガスの性状

最後に、ENERGY CLOUD®を用いて、生成されるバイオガスの性状(単位量当たりの発電量)が見える化し、どのような条件が重なれば、バイオガスの性状に影響を与えるかを自動抽出し、発電量が増減する条件を明確化した。バイオガス性状の見える化と条件抽出結果例をそれぞれ図6、7に示す。図6に示す通り、同等のバイオガス発生量でも発電量がばらついていることが確認できる。図7の条件抽出では、バイオガス性状の見える化でクラス分類した高発電量ゾーンと低発電量ゾーンを目的変数として、決定木を用いて各ゾーンに分類される条件を抽出した。この例では、前日のガス発生量が多い場合に、高発電量になりやすい傾向であることを示している。このように、バイオガス性状を事前に把握することで売電計画を支援することができ、また匠の経験によって培われた暗黙知を形式知化し、技術の共有や伝承を支援することも可能となる。

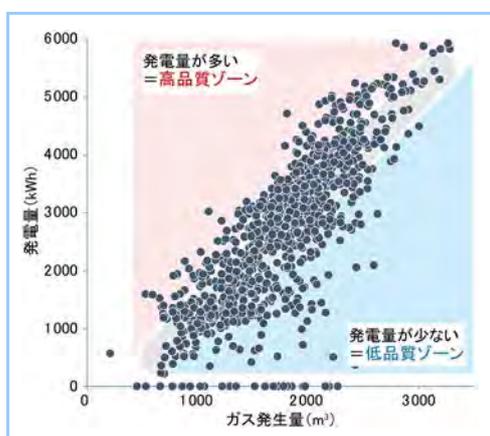


図6 バイオガス性状の見える化

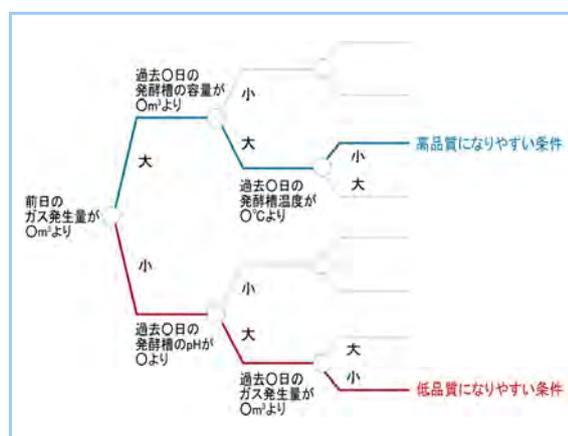


図7 条件抽出結果

4. まとめ

本報では、独自の AI & IoT 技術を活用した総合的なエネルギーソリューションサービスである ENERGY CLOUD® Service を適用したバイオマス発電プラントの O&M 業務について紹介した。

ENERGY CLOUD® Service を用いることで、従来では困難であったバイオガス発生量の予測を日報データのみから、高精度で実現することができ、先行した運転条件の変更や安定かつ効率的な運転が可能となった。また、IoT デバイスである Netmation eFinder®を活用することで、機械設備のコンディションを管理することができ、早期異常検知やメンテナンス時期の適正化・見える化も可能となった。更には、バイオガスの性状に影響を与える条件の抽出により、技術伝承にも貢献することができる。

今後、バイオガスの発生量に応じた搬入物の受け入れ価格の決定等、経営的観点での AI 活用を検討し、より幅広く O&M を支援できる技術を開発していく。

ENERGY CLOUD® は、三菱重工業(株)の日本及びその他の国における登録商標です。

Netmation eFinder® は、三菱日立パワーシステムズ(株)の日本における登録商標です。

参考文献

- (1) 原田信ほか, 国内初“北東北バイオマス発電事業への取り組み”-小岩井・雫石町バイオマス発電事業-, 三菱重工技報, Vol.42 No.4 (2005) p.156~159
- (2) (株)バイオマスパワーしずくいし, <http://www.bps-koiwai.co.jp>