

ポスター 16 下水処理場への電力モニタリングシステム導入および電力消費量予測モデルの開発

下水処理場を対象とする目的・背景

2015年の第21回気候変動枠組条約締約国会議(COP21)で採択された**パリ協定**で、**地球温暖化対策へのコミット**を強めることが示されました。都市の健全な発達、公衆衛生の工場、水域の水質保全を目的とする**下水道**は、我が国における**年間消費電力の約0.7%**を占める大口需要家でもあるため、その**省エネポテンシャルを把握し、省エネ化を進める必要**があります。本研究では、下水道における電力消費量の75%程度を占め、エネルギー消費の主体となる**下水処理場**を対象に、多様な省エネ対策を検討するため、**逐次的なエネルギー消費状況を把握**できるモニタリングシステムを開発、**各プロセスのエネルギー需要の計測**を行いました。また、**デマンドレスポンスなどの低炭素政策を検討**できるよう、エネルギー消費予測を行うことのできる**予測モデルの開発**を行いました。

モニタリング対象・予測モデルの開発方法

モニタリング対象

S 下水処理場

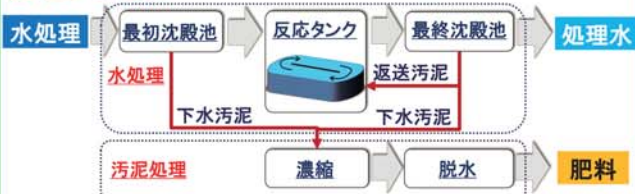
プロセス名	センサー数
水処理	1
汚泥処理	1
動力設備	1
全体	1



施設情報

処理方式	オキシデーションディッチ法
晴天日最大処理量(現有能力)	2600m ³ /日
晴天日平均処理量(2014年)	約840m ³ /日
年間電力消費量(2014年)	約400MWh/年

処理プロセス



モニタリングシステム



電力消費量の予測モデル開発

マルコフスイッチングモデルによる電力消費量予測式の開発

潜在的要素 θ_1 (モード1) と θ_2 (モード2) 間で確率的に変化します。統計的にデータからモードを推計、観測はできないため、各モードごとの予測式を推計します。

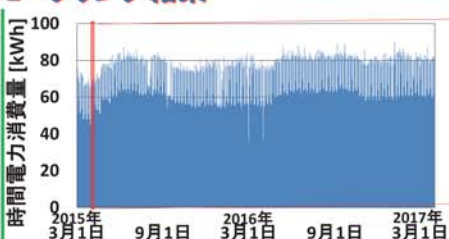
モード1である確率 $p(\theta_1)$ 、モード1の電力予測式 $y(X|\theta_1)$ 、モード2である確率 $p(\theta_2)$ 、モード2の電力予測式 $y(X|\theta_2)$ 。

予測電力消費 $y = y(X|\theta_1) \times p(\theta_1) + y(X|\theta_2) \times p(\theta_2)$ (X: 説明変数)

- 電力消費量は時間帯による運用状態と気温など外部要素に影響
- マルコフスイッチングモデルでは、電力消費モードを予測することで、運用状態を考慮した電力消費量の時間変化の予測が可能です
- 過去の電力消費と現在の外部要素(オフィスアワー、休日、気温、湿度、風速)をもとに予測を行いました

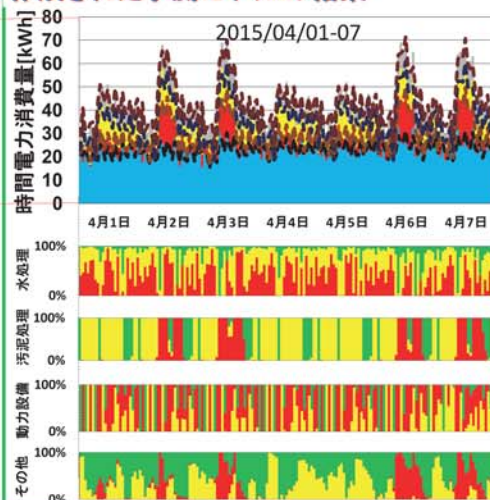
モニタリング結果・開発したモデルによる予測結果

モニタリング結果



- 長期の電力消費に大きな変化はなく、時間によって30~80kWh程度の電力消費が確認できました
- ピークでは20kWh前後増加しました
- 観測期間中のピークは汚泥処理が行われる時間帯でした
- 汚泥処理のない日におけるピーク消費量は50~60kWh程度です

作成された予測モデルの結果



観測値	■ 水処理	■ 汚泥処理
	■ 動力設備	■ その他
予測値	--- 水処理	--- 汚泥処理
	--- 動力設備	--- その他
モード	■ モード1 (安定消費モード)	
確率	■ モード2 (高消費モード)	
	■ モード3 (消費下降モード)	

- 全期間で80%以上予測できる、高い予測性能を持つモデルとなりました
- 各日のピーク発生・時間変動もよく予測することができます
- 潜在変数(モード)の推計により、電力消費モードの推定、変化の可視化ができました
- 水処理では、すべてのモードで気温増加とともに電力消費量が増加しました

まとめ

- 今まで把握されていなかった各プロセスレベルでの1時間単位での電力消費量を観測することができました
- 観測した電力消費量について、モードを推定すること高い予測性・ピーク再現性を持つ予測モデルの開発ができました
- 今後、プロセスデータをもとにプロセスとの関係を把握し、予測の高度化、省エネポテンシャルの明確化を行っていきます

本研究は環境省「平成29年度二国間クレジット(JCM)推進のためのMRV等関連するインドネシアにおける技術高度化事業委託業務」、(独)日本学術振興会二国間交流事業(共同研究)及び(独)環境保全再生機構・環境省の環境研究総合推進費(2-1711)の成果の一部である。ここに記して感謝の意を表する。