

## 〈第28回環境システム計測制御学会 (EICA) 研究発表会〉

## セッション報告

## セッションA-1 下水処理 I (計測制御)

【座長】岡本誠一郎 (国土技術政策総合研究所)

【副座長】的場雅啓 (株東芝)



## 発表論文

- ① 3次元蛍光分析法と PARAFAC 解析法を用いたプロセス水中有機物の挙動分析
- ② 硝化内生脱窒法におけるアンモニアセンサーを用いた硝化制御運転の最適化
- ③ アンモニア態窒計の信頼性向上 センサ劣化診断
- ④ アンモニア計と硝酸計を用いた同時硝化脱窒処理技術の開発
- ⑤ アンモニア・硝酸計を活用した高度処理 (A<sub>2</sub>O) における硝化・脱窒作用の評価と応用

本セッションでは、5件の研究発表があった。①排水処理プロセスにおける水中有機物の挙動分析、②硝化内生脱窒法における制御運転の最適化、③アンモニア態窒計の信頼性向上、④同時硝化脱窒処理技術の開発、⑤高度処理における硝化・脱窒作用の評価と応用と多岐に亘る発表であった。いずれの研究発表も、下水処理における計測制御を高度化していくために有用なテーマであり、今後の発展が期待される。

【論文1】3次元蛍光分析法と PARAFAC 解析法を用いたプロセス水中有機物の挙動分析  
(株堀場アドバンスドテクノ 川口佳彦, 小島礼慈)

膜分離汚泥法を用いた産業排水処理施設において、各処理工程の水に含まれる蛍光性溶存有機物 (CDOM) を三次元励起蛍光スペクトル法と多変量解析法を用いて測定、解析し、処理による DOM 成分の変化を分析することにより、効率的に除去される DOM 成分の違いがあること、膜処理前後で蛍光強度が低下することを示唆できた研究である。

Q: トリプトファン様成分がファウリング要因の可能性があるということに関し、ファウラントと誘起波長との関係性はあるか?

A: 関係性は見いだせていない。ピーク位置にバラつきがあり、同じ条件下で実施していかなければ判断できない。

Q: 排水処理工程毎に PARAFAC 解析をされたということだが、他の多変量解析手法に比べ PARAFAC の優れている点は何か?

A: PARAFAC では EEM のようなピークを抽出する場合には使い勝手が良く有効である。特に抽出した成分と相関性を見出すことは他の解析法は不得意なので PARAFAC はこの点で有利であるが、各物質に対する定量的な評価を行うには PARAFAC は向いていない。

Q: 特定の波長で5つの物質を特定したということだが、EEM のピーク波長が変化しても特定物質を同定することは可能か?

A: 特定物質の同定の可否については把握できていない。

Q: 解析を行う場合、対象とする処理場内でデータを取得して解析していると思うが、モデルとするデータセットを使って解析するのか?

A: 解析は個々の処理場で取得したデータを使用している。異なるプロセスで取得したデータセットでは上手く解析できない。モデルとするには N 数を最低でも 150 は必要であると考えているが、N 数を増やすだけでなく、データのバリエーションによってモデルの完成度が変わってくる。モデルのデータセットを用意してどこでも使えるようにしていくにはもう少し検討が必要である。

【論文2】硝化内生脱窒法におけるアンモニアセンサーを用いた硝化制御運転の最適化  
水 ing (株) 蒲池一将, 本間康弘, 鈴木 悟

下水処理の曝気風量制御に溶存酸素センサとアンモニアセンサを利用する事例が増えていることから、嫌気-硝化内生脱窒法を適用した下水の高度処理施設にアンモニアセンサを用いた曝気風量制御で硝化制御を行うとともに、活性汚泥モデルを用いたシミュレーションによる運転条件の検討を行い、最適 NH<sub>4</sub>-N 設定値や内生脱窒素槽を増やした場合に処理水窒素濃度を低減できること、及びシミュレーションで得られた結果を実施施設の運転条件に反映し、実施設

効果について検証した研究である。

Q: アンモニア濃度の設定値をコントロールしているのか?

A: 運用は中水温期の設定で行っている。

Q: アンモニアの最適値は変化する流入側の負荷に依存すると思うが、設定値はどのように設定しているのか?

A: 設定値は日平均的な水質に基づく平均的な設定値を与えている。

Q: 水量の条件として HRT にするといくら位になるのか?

A: HRT は 7,000 m<sup>3</sup>~8,000 m<sup>3</sup> の流入で 15 時間程度である。

Q: 仮想的な無酸素槽の容量はどのように算出しているのか?

A: 仮想的無酸素槽の容量は脱窒の量から逆算して算出している。

Q: 好気槽、無酸素槽で同時にアンモニアと硝酸が減っているが、アナモックス反応が起きているのではないのか?

A: アナモックス反応ではなく DO が低い状態のため硝化と脱窒が起きていると考えている。

Q: 内生脱窒のためプロトンがあるためアナモックスが起きているのではないのか?

A: 今後確認していきたい。

Q: 制御したことによって曝気風量がどの程度変化したのか?

A: 曝気風量は 2~3 割硝化脱窒で下がっている。その他の効率は調整中である。

#### 【論文 3】アンモニア態窒素計の信頼性向上 センサ劣化診断

(株)堀場製作所 室賀樹興

下水処理場の生物反応槽では送風機の電力消費量が多く、電力削減を目的としたアンモニア態窒素計を用いる送風量制御の研究が活発に行われている。アンモニア態窒素計に用いているイオン電極法はリアルタイム測定が可能であるが、イオン電極は劣化することで測定値の信頼性が低下する。イオン電極の信頼性が低下する一つの原因としてイオン電極の内部抵抗が高くなることであると分かったことから、内部抵抗を自動かつ定期的に診断することで測定値の安定性を保ち、アンモニア態窒素計の信頼性を向上するシステムを開発した。

Q: センサを通常の水につけた時に可塑剤が溶出することについて実験は行ったか?

A: 実験は行った。溶出については 1~2% の誤差程度でほとんどない状況であることを確認している。

Q: 反応槽内ではバクテリアなどの酵素が反応を起こしているのではないのか?

A: 起こしていると考えています。可塑剤が分解されて無くなっていった。

Q: アンモニウムイオンセンサの劣化要因はなにか?

A: 可塑剤が無くなっていくのが劣化要因の一つである。他にイオノファの劣化や絶縁の低下が考えられる。

Q: アンモニウムイオンセンサがアラートを出す段階までは正確に計測できるのか?

A: アラートが出るまでは校正をかけることで正確に計測できる。しかし、アラームが出てからは校正しても正確に計測できなくなる。

Q: イオン反応膜に PVC が使用されているが、テフロンを部材として使えないのか?

A: テフロンを使用して実験したことはあるが、殆ど反応しなかったため適用できないと考えている。

#### 【論文 4】アンモニア計と硝酸計を用いた同時硝化脱窒処理技術の開発

メタウォーター(株) 中村高士

東京都下水道局 葛西孝司

東京都下水道サービス(株) 曾根啓一

メタウォーター(株) 鈴木重浩, 高橋宏幸

下水の放流水質改善にとって、A<sub>2</sub>O 法に代表される高度処理法の普及が急務であるが、高度処理法は従来の標準活性汚泥法と比べて、施設容量が大きくなり、躯体改造を要したり、電気使用料が増加するといったデメリットを持つ。それらの課題を解決するため、好気タンク内における同時硝化脱窒反応に着目し、2種類のセンサー（硝酸計、アンモニア計）とモデル予測制御（MPC）技術を組み合わせることにより、硝化脱窒反応を適切に制御し、省エネでありながら高度処理を実現できる新たな下水処理法を開発した。

Q: モデル予測制御で使用したモデルは、どのようなモデルを使用したのか?

A: 今回の発表資料にはモデル式を示していないが、活性汚泥モデルとは別のモデルということをご理解頂きたい。

Q: モデル予測の評価関数はどのように設定しているのか?

A: 今回の発表資料には関数式を示していないので、個別に回答させて頂きたい。

Q: アンモニアと硝酸濃度の目標値はどのように設定しているのか?

A: 好気槽の前段部分では、有機物の参加が概ね完了し、硝化反応が開始されたことが確認できる

ような NO<sub>x</sub>-N 濃度を目標値とする。一方、好気槽の後段部分では、反応槽末端ではほぼ完全硝化となるように NH<sub>4</sub>-N 濃度の目標値で設定する。

Q：ステップ応答で DO, NO<sub>x</sub>, アンモニアが反応するが、アンモニアの応答が硝酸より遅くなるのはなぜか？

A：推測ではあるが、ステップ応答試験時におけるセンサの設置位置が影響しているものと考えている。NO<sub>x</sub>-N 計は好気槽の前段部分に設置されており、NH<sub>4</sub>-N 計は後段に設置されているため、それぞれの反応特性が応答時間に影響した可能性がある。

**【論文5】アンモニア・硝酸計を活用した高度処理 (A<sub>2</sub>O) における硝化・脱窒作用の評価と応用**

横浜市環境創造局 後藤大輔, 阿部光裕

横浜市では、水質環境基準の達成・維持や閉鎖系水域の富栄養化対策として高度処理の導入を進めている。高度処理の硝化・脱窒作用の管理には、流入下水量や負荷量等に応じた各種機器の制御が重要である。しかし、これらの制御の決定要因としては、手分析値は過去のデータ・経験則等によるものが大きい。特に、A<sub>2</sub>O 法は循環水量、返送汚泥量、空気量等制御対象が相互に関連し、その傾向は強い。この点の最適化と効率化の可能性に着目し、アンモニア・硝酸計を用いた硝化・脱窒作用の評価と、その応用についての報告である。

Q：脱窒の状況に関し従来との違いはあったか？

A：脱窒が悪化するようなことはなかったが、硝酸性窒素の上昇がみられたので継続して調査していきたい。

Q：循環率の設定にあたって具体的な値を決める指針は何か？

A：循環率の設定する指針等はない。研究中は手動で設定している。

Q：自動運転を検討していく上で流入水量の影響が支配的になってくるのか？

A：分流式下水道であっても流入水量は降雨等により多大に影響する。

**セッション A-2 下水処理 II (運転管理)**

**【座長】川縁 健二 (横浜市環境創造局)**

**【副座長】飛川 昌也 (梯明電舎)**



**発表論文**

- ① 水質維持と運用コスト低減の両立を図る極値探索型最適制御の適用性検討
- ② 生物膜ろ過池水位計腐食調査
- ③ セラミック平膜を用いた浸漬型 MBR の実証プラントの長期運転結果
- ④ 浮動型チェーンフライト式汚泥かき寄せ機の開発

本セッションでは、4 件の研究発表があった。

- ① 水質維持と運用コスト低減の両立を図る極値探索型最適制御の適用性検討
- ② 生物膜ろ過池水位計腐食調査
- ③ セラミック平膜を用いた浸漬型 MBR の実証プラントの長期運転結果
- ④ 浮動型チェーンフライト式汚泥かき寄せ機の開発

それぞれ有用な研究発表で、今後の研究の発展が期待される。

**【論文1】水質維持と運用コスト低減の両立を図る極値探索型最適制御の適用性検討**

(株)東芝 山中 理, 大西祐太, 小原卓巳  
平岡由紀夫, 中川祐一

下水処理プロセスの水質維持・向上と運用コスト低減を図る制御手法として「極値制御と呼ばれる最適値探索型の制御手法」の適用性を検証する研究である。

その検証は、標準活性汚泥プロセスを部分的に改造した疑似嫌気好気処理プロセスを対象として、返送率と嫌気/好気の兼用区画の曝気風量を操作量として選定し、シミュレーションにより、制御性を評価した。

結果、下水処理プロセスに適用する際には、流入条件や運用条件の連続的な変化に対応するための極値制御の収束性の改善、制御パラメータの実用的な調整方法の検討は必要であるが、この制御は PLC への実装

が可能であること、プロセスの詳細な挙動が不明な場合にも適用できる「実用性の面での有利」な特徴が検証された。

Q：最適値検索型の極値制御における総コスト指標（リアルタイム観測）の周期はいくつに設定しているか？

A：周期に関しては、プラントの処理プロセスより遅くなければ検索出来ないため、早くはできない。周期性としては1~2日である。

Q：日変動、季節変動による最適化は可能であるか？

A：現状では、収束に要する時間は100日程度必要であるため、収束速度の改善に努めている。日変動には対応できないが、パターンを決めて実施すれば適用の可能性は考えられる。

#### 【論文2】生物膜ろ過池水位計腐食調査

東京都下水道サービス(株) 石田増雄, 富澤英一郎

生物膜ろ過池における投込式水位計のダイムフラムキャップの腐食（3年に1度交換）原因に関する調査と発生原因の推察結果の報告である。

同型の水位計は、他機場でも設置されているが同様の腐食が見られないことから、検証の結果、有明水再生センター生物ろ過池特有の原因として「水位計のすきま腐食の原因」が推測された。

また、その要因として (1)急激な水位変動による隙間への処理水侵入, (2)流入水の塩化物イオンの濃度高, (3)高い溶存酸素濃度による酸素濃淡電池の状況維持が報告され、推測に対する実証実験とその対策の調査が継続されている。

Q：ステンレスの腐食の調査にて、最終的にはどのように対応するのか？ ※材質の変更等

A：定期的な交換にて対応している。

実績としては、およそ10年で6池分を3回交換している。

また、塩化物イオンの撤去と曝気の中止は不可であるため、実証実験による継続調査を通じて、事業者へ提案する最適な方法を検討していく考えである。

#### 【論文3】セラミック平膜を用いた浸漬型 MBR の実証プラントの長期運転結果

(株)明電舎 打林真梨絵, 新井喜明  
飯能市 宮崎好弘, 佐野 勇  
日本下水道事業団 山下喬子, 橋本敏一

膜分離活性汚泥法 (MBR) の導入促進を図る上で課題となっている「省エネルギー化」や「合流式下水道への対応」に対し、日本下水道事業団・飯能市・(株)明電舎により2012年度から2015年度まで飯能市浄化

センターを実証プラントとした共同研究である。省エネルギー化の目標を達成する運転条件の実証を目的とした「長期連続運転における膜ろ過状況や処理性能」では、安定した運転結果が報告された。

リン除去を目的とした「同時凝集試験, 衛生学的指標の除去性能」では、凝集剤添加期間中の膜差圧の安定と凝集剤添加による生物処理機能への影響が無いことの検証結果と、衛生学的指標として測定した大腸菌群数, 大腸菌数が検出限界未満であることと冬季に測定したノロウイルスが定量下限未満であった検証結果が報告された。

Q：単位消費電力量 = 0.4 kWh/m<sup>3</sup> の目標値に対する結果は？

A：上記の目標単位消費電力量は達成出来た。

なお、参考値として標準活性汚泥法での単位消費電力量は、0.2 kWh/m<sup>3</sup> (平均値) である。

Q：膜分離活性汚泥法 (MBR) は、亜酸化窒素がほとんど生成されないため、最終沈殿池を不要と出来る可能性のある画期的な方法と考えるが、実質的な問題点は何か？

A：単位消費電力量が、標準活性汚泥法と比較して高いため、中規模・大規模処理場への導入には消費電力量が問題となるため、さらなる省エネルギー化を検討していく。

#### 【論文4】浮上型チェーンフライト式汚泥かき寄せ機の開発

月島機械(株) 野瀬一弘

下水処理場水処理設備の最初沈殿池, 最終沈殿池で使用するチェーンフライト式汚泥かき寄せ機において、フライトにフロートを取り付けてチェーンを水中で浮かせることを特長としたかき寄せ機の研究である。

従来の樹脂製チェーンフライト式汚泥かき寄せ機は多くの実績があるが、東日本大震災において多数のチェーン脱輪が確認されており、耐震性の改善が求められている。

フライトに取り付けたフロートの浮力によりチェーンの緊張を行っているため、チェーンが伸びてもチェーン張力の低下が少なく、かつ、軸やフライトは全て池底付近にあることから地震発生時においてフライト脱落やチェーン脱輪が起りにくい構造となっていることから、耐震性の改善策として有効である。

また、チェーン張力の調整が不要でメンテナンス性に優れる検証結果についても報告された。

Q：フライトが浮いていると、掻き寄せ時の性能が低下するのではないか？

A：従来の樹脂製チェーンフライトでも掻き寄せ時には隙間があるので、性能は同じである。

Q：軸系摩擦の低減となるのか？

A：動力は0.4 kW としており、現状ではこの容量以下はない。

張力を含め、基本的には従来方式と同じであるが、軸が4本から2本に削減となるため、消費電力は低減される。

**セッション A-3 下水処理Ⅲ (制御最適化)**

**【座長】松島 修 (東京都下水道サービス(株))**

**【副座長】新井 喜明 (株明電舎)**



**発表論文**

- ① アンモニア計を活用した効率的な硝化制御システムの長期実証
- ② 下水処理場の反応槽における亜硝酸化の活性汚泥モデルシミュレーション
- ③ 遠隔監視システムによる制御性改善技術の実証と有効性評価
- ④ 水処理系列における固形物収支の動的な予測手法に関する研究
- ⑤ 高い窒素除去速度 Anammox プロセスと汚泥特性についての研究

本セッションでは5件の研究発表があった。

①はアンモニア計を活用した硝化制御システムの長期実証結果、②は亜硝酸化を活性汚泥モデルシミュレーション上で再現、③はNH<sub>4</sub>-N/DO制御を用いた制御性改善技術の実証結果、④は反応槽の固形物管理としてMLSS濃度の動的予測モデルの検証結果、⑤はAnammox付着膜膨張床の連続実験結果と多岐に亘る発表であった。

それぞれ有用な研究発表で、今後の研究の発展が期待される。

**【論文1】アンモニア計を活用した効率的な硝化制御システムの長期実証**

(株)日立製作所 西田佳記, 山野井一郎  
中村信幸, 武本 剛

茨城県土木部都市局下水道課 片倉洋一

茨城県流域下水道事務所 辻井優樹

国土技術政策総合研究所 道中敦子

アンモニア計を活用し、処理水質の維持と省エネルギーを両立する硝化制御システムをB-DASHプロジェクトにて実証した。全98日間の運転において、処理水アンモニア濃度を0.33 mg/L (目標1.0 mg/L以下)、風量削減率16.9% (従来DO一定制御比、目標10%以上)を達成した。また、N<sub>2</sub>Oガスの排出量も増加しないことを確認した研究である。

Q：メンテナンス頻度は？

A：DO計は月1回、アンモニアセンサーはメーカー基準に準拠し、校正を月2回実施。

Q：硝化の状態把握において、硝化細菌などは測定しているか？

A：測定はしている。本日はデータが手元にないが、もともと硝化が十分に行われている処理場なので、硝化細菌は十分に存在している。

Q：FB制御だけにすると操作が遅れ、水質が悪化してしまうのか？

A：FB制御だけだと、流入変動に対して風量が増加する傾向にある。FF的な要素とFB的な要素をバランスすることで、流入変動にいち早く対応し、適切な風量を供給し、処理の安定化を実現できる。

Q：下側DO設定値0.3 mg/Lを維持する必要があるのか？

A：実験を行った処理場の下側設定値であり、実際には必要ないと考えている。

**【論文2】下水処理場の反応槽における亜硝酸化の活性汚泥モデルシミュレーション**

メタウォーターサービス(株) 中 大輔  
メタウォーター(株) 唐鎌考寛

下水処理場において、低水温期に送風量が不足した際に、亜硝酸化がしばしば起こり、透視度の低下やCODの上昇などの問題を引き起こす。反応槽亜硝酸化のメカニズムを示し、活性汚泥モデルシミュレーション上で、亜硝酸化を実現した研究である。

Q：硝化細菌の増減について、SRTなどの影響はあるか？

A：SRTよりも、MLSSの目標値を決めて、引き抜き量などで管理した。曝気風量を制御し、亜硝酸化していないことは確認している。

Q：維持管理上、亜硝酸化の予防策などあるのか？

A：シミュレーションにより傾向がわかり、対策がとれるようになる。対策例としては、すぐに風量を上げる。1週間程度期間があれば対策が可能となる。

Q：DO濃度はどの程度に保持すればよいか？

A：今回は、あくまでも風量による制御で、DO値は考慮していない。

**【論文3】遠隔監視システムによる制御性能改善技術の実証と有効性評価**

(株)東芝 難波 諒, 平岡由紀夫

日本下水道事業団 橋本敏一, 糸川浩紀

福岡県 井上英男

(公)福岡県下水道管理センター 矢野洋一郎

国土技術政策総合研究所 板倉 舞

下水処理場の運用データをもとにフィードバック制御の性能を改善する制御パラメータの推奨値を揭示することで制御性能を向上させる技術で、制御性能の改善および消費電力低減に有用であることを明らかにした研究である。

Q：制御改善技術を遠隔で行うメリットは？

A：複数の処理場の場合は、一括管理ができる。

Q：DO設定値を変更するメリットは？

A：運用データから直接PID制御パラメータの調整が可能となり、既存の制御を活かすことができる。

Q：遠隔監視システムのセキュリティ対策は？

A：ローカルの監視制御は、リアルタイムで運転を行い、運用データは、1日に1回程度の通信で行う。クラウド上では、セキュリティ対策は十分に行われている。

**【論文4】水処理系列における固形物収支の動的予測手法に関する研究**

メタウォーター(株) 唐鎌考寛, 渡邊 敦

メタウォーターサービス(株) 中 大輔

下水処理場における最終沈殿池の運転管理は難しく、汚泥沈降不良は最終的には放流水質悪化の原因となる。水処理系列の運転管理の支援を目的として、各系列の物質収支を予測し利用が容易な物理モデルの構築を行い、MLSS濃度の動的予測モデルを検証した研究である。

Q：バルキングなどによる沈降性悪化への対応は？

A：汚泥滞留時間分布は、2~3週間程度予測できる。急激な沈降性悪化は、モデルパラメータを調整することで対応する。

Q：予測の周期は？

A：今回は10分毎に計算した。30分でも可能。

Q：汚泥滞留時間分布を一様分布と仮定しているが、パラメータとしてHRTの上下限の数値は？

A：反応槽のHRTを下限値70分、上限値480分に設定した。評価期間において、予測精度が低下しないことから、モデルパラメータは少なくとも1ヶ月程度は大きく変化しない。2~3週間でも使えるレベルと考えている。

**【論文5】高い窒素除去速度 Anammox プロセスと汚泥特性についての研究**

東北大学大学院 馬 海元, 張 彦隆

北條俊昌, 李 玉友

Anammox プロセスは、新世代型窒素除去技術として注目を集めている。高い微生物保持能力と高い環境ストレス抵抗能力を許容できる新しい Anammox 付着膜膨張床 (AAFEB) プロセスが高窒素負荷に適用する可能性があることを明らかにした研究である。

Q：流入 TN 濃度のアンモニアと亜硝酸の比はどのように調整したのか？

A：各窒素成分はキャピラリー電気泳動によって測定した。

Q：新しいグラニュールはよい沈降性を有しているが、核となる無機担体の効果によるのか？

A：無機担体により沈降性が向上した。グラニュールは平均粒径 2 mm で、バイオフィルムの厚さは、0.1~0.2 mm であった。

セッションB-1 浄水処理

【座長】佐藤 譲 (川崎市上下水道局)

【副座長】長塩 尚之 (日新電機株)



発表論文

- ① ハロ酢酸の低減に向けた浄水処理制御方法の設定と実運用
- ② 凝集不良時のろ過処理性改善に対する二段凝集制御の効果
- ③ 淀川へのセラミック膜ろ過技術の適応研究
- ④ 水道維持管理の効率化に向けた業務標準化 (SOP) 手法の検討
- ⑤ 薬注ガイダンスシステム

本セッションでは5件の研究発表があった。

①はハロ酢酸の低減に向けた浄水処理制御方法の設定と実運用, ②は凝集不良時のろ過処理性改善に対する二段凝集制御の効果, ③は淀川へのセラミック膜ろ過技術の適応研究, ④は水道維持管理の効率化に向けた業務標準化 (SOP) 手法の検討, ⑤薬注ガイダンスシステムと多岐に亘る発表であった。

それぞれ有用な研究発表で、今後の研究の発展が期待される。

【論文1】ハロ酢酸の低減に向けた浄水処理制御方法の設定と実運用

滋賀県企業庁 大方正倫, 西川智士  
門野 薫, 三田村良典

ハロ酢酸の水道水質基準が改訂され、ハロ酢酸の生成低減を目指した浄水制御方法の検討を行った。雨天時実態調査等より、ハロ酢酸生成能の指標として、紫外線吸光度を用いる事と、その値に基づいて、前塩素や活性炭の注入量制御を行った処、ハロ酢酸濃度を低減出来る事を実証した。

Q: ハロ酢酸の生成と、水温との関係は、どの様になっているのか?

A: 今回の生成能試験は、20℃一定でのみデータ取りを行った。一般に、温度が高いほど、生成能

は高く、送水過程でのハロ酢酸の濃度上昇幅も大きい。

Q: 計測器の最適配置に対する考えを聞きたい。

A: 現在、UV計は浄水場入口にしか無い。活性炭注入点である導水施設に置ければ良いと考えている。

Q: UV計以外に、この様なセンサがあれば良いと言う物が有ればお聞きしたい。

A: 主たるハロ酢酸前駆物質と考えられるフミン物質を選択的に検出できる計測器があれば、粉末活性炭注入制御をよりよくできる可能性がある。

【論文2】凝集不良時のろ過処理性改善に対する二段凝集制御の効果

メタウォーター(株) 久本祐資, 野網都夫, 山口太秀  
北見工業大学 海老江邦雄

浄水場に於いて、沈殿処理水に、再度、凝集剤を少量添加する「2段凝集処理」は濁度の低下や藻類対策に有効である。今回、ろ過水濁度と、沈殿処理水濁度を指標に、後段の凝集剤注入率を制御する二段凝集制御の検討し、その有効性を明らかにした。

Q: FF制御とFB制御を行っているが、FB制御はどの様に行っているのか?

A: FB制御は、ろ過水濁度に依り制御を行っている。

実測値と目標値との差分を取り、制御している。

Q: 副次的な効果として、二段凝集制御にする事で、全体の凝集剤使用量が減った等の効果は有るのか?

A: 後段の凝集剤の使用量よりも前段の凝集剤を減少させることで、ろ過水濁度は同等以下かつ全体の凝集剤使用量が減らせた結果も得られている。

【論文3】淀川へのセラミック膜ろ過技術の適応研究

メタウォーター(株) 村田直樹, 山口太秀, 青木伸浩

膜処理に於いて、膜ファウリングは、最も、大きな課題である。

本研究では、バイオポリマーに着目し、前処理として、オゾン処理・凝集処理を検討し、凝集剤の種類によって、その低減効果が異なる事を確認した。

また、前処理として、オゾン・凝集処理を用いたセラミック膜での試験では5m/日という高い膜ろ過流速で処理が可能である事を見出した。

Q: PACの塩基度50%と塩基度70%の比較は、淀川の水でも行っているのか?

A: ここでは示していないが、試験は行っている。塩基度70%PACで膜ファウリング抑制効果は

得られている。

Q：その効果はバイオポリマーが減少した事に依るものか？

A：バイオポリマーだけが全てとは考えてないが、その可能性は充分ある。

Q：フラックスが5 m/日と4 m/日の試験は、同じ原水を用いているのか？

A：同じ原水を用いて試験は行っている。

Q：塩基度の高い凝集剤を用いると、バイオポリマーが抑制されるメカニズムは？

A：凝集剤の荷電中和力の影響があるのではないかと考えている。

#### 【論文4】水道維持管理の効率化に向けた業務標準化(SOP)手法の検討

(株)日立製作所 圓佛伊智朗, 横井浩人, 武本 剛

水道事業に於いて、維持管理の効率化は、大きな課題である。

現在、我が国の水道施設の維持管理は、高度なスキル・経験を有する職員に委ねられており、後継者の問題が大きくなってきている。

本研究は、水道業務支援システムに基づく、標準業務手順書の策定を検討し、事例を紹介された。

Q：標準化の試み自体は意義があると思うが、中小規模の浄水場に対して、こうしたガイダンスシステムを導入するハードルは高いのではないか？

A：維持管理自体はすでに高いレベルで実施されているので、導入インセンティブを働かせる鍵は、抜本的な省人化につながるかどうかであると考えている。これを実現する機能を継続的に強化していく必要がある。

Q：このガイダンスシステムは、標準業務の手順をフレーム形式で記載するとしている。このフレームの入力は誰が行うのか？

A：弊社で受託しているサイトの場合は、弊社で入力することを想定している。そうでない場合は、ケースバイケースとなるが、熟練者からノウハウを聞き取り、標準化を支援することも考えている。もちろん、熟練者自身で入力してもらうことも可能である。

Q：処理場の規模や施設構成によって、維持管理の体制や手順は大きく異なる。こうした違いを総てカバーするような標準化は、実際に可能なのか？

A：ここでいう「標準化」は、総ての浄水場に汎用的なものという意味ではなく、各サイトごとの標準化を指している。このため、浄水場の特徴に対応し、それぞれ、SOPを策定する。ただ、

例えば、弊社で受託しているサイトのうち、規模や施設の近いサイトについては、極力、汎用的なSOPを策定し、業務の高位平準化を実現する努力をしていきたい。

#### 【論文5】薬注ガイダンスシステム

(株)安川電機 平林和也 大林宏史, 占部正敏

浄水場での凝集や滅菌に用いる薬品注入率を、これまでのビッグデータ解析により構築したモデルを用いて、1時間後を予測し、ガイダンスを行うシステムを構築した。

本ガイダンスシステムを、実プラントで半年間実地検証を行った処、雨天時に於いても、誤差は3~4%に納まり、処理濁度も0.1度以下を確保する事ができた。

Q：これまでに経験した事が無い様なデータが来た時には、どの様になるのか？

A：過去データに基づいてシステムは構築されているので、そこは弱い点である。ただ、数年に一度の場合を除けば、通常時は問題無いと考えられる。

Q：前次亜塩を注入して、出口の塩素濃度が出るまで相当の時間が経過するが、その時間経過は寄与率にどの様に関与するのか？

A：本浄水場の場合、前次亜塩を注入する目的は、凝集の為のpH調整である為、時間経過に関する寄与率は関係しない。

Q：一時間後を予測されているが、一時間内に急変した場合、予測が追いつかないのではないか。

A：現在値を知りたいとの要望もあり、現在値も出しており、急激な変化にも対応できると考えている。また、モデルも一ヶ月に一回更新しており、長期的な変化にも対応可能と考える。

Q：パラメータは誰がどうやって決めて行くのか？

A：通常は水処理に詳しい担当者が、寄与度が高いと思われる項目を選んで決定するが、本システムは水処理の知識が無くても、統計にて100項目から寄与度が高いものを分析して選ぶ事ができる。

ちなみに、本浄水場では100項目の計測項目に対し、25項目が寄与度が高いという分析結果がでている。



セッションB-2 広領域・環境

【座長】井手 慎司 (滋賀県立大学)

【副座長】田所 秀之 (㈱日立製作所)



発表論文

- ① マレーシア・イスカンダル地域を対象とした低炭素施設導入による大気汚染への共便益の定量化
- ② 下水道光ファイバーを利用したマルチセンシングボックスの開発
- ③ し尿処理における助燃剤とリン資源同時回収システムの運用報告
- ④ 下水道施設へのXバンドMPレーダの導入と活用

本セッションは今後の計測制御の可能性を占うセッションであるが、今回は、4件の研究発表があった。

【論文1】 マレーシア・イスカンダル地域を対象とした低炭素施設導入による大気汚染への共便益の定量化

京都大学 倉田学児  
 マレーシア工科大学 Muhammad Rafee  
 Muhammad Azhar Z.  
 京都大学 山本恭祐, 松岡 譲

マレーシア・イスカンダル地域では、大規模な地域開発とともに2025年に向けた温室効果ガス削減計画が検討されている。BRT導入等、交通分野の低炭素化施策によって、温室効果ガス削減だけでなく、大気汚染物質排出量削減による健康影響の軽減といった共便益が期待できる。本論文では、その効果を排出量推計モデル、大気汚染モデル、気象モデルによって定量的に評価した。その結果、大気汚染による環境影響を40%以上削減できる可能性があり、大きな共便益を有することが分かった。

Q: 解析の背後にあるデータセットの仕様(規模, 精度)はどのようなものか? また国内で同様の検討をする場合、何をすれば良いか?

A: 国内の検討をするには自治体に関する経済指標

を集める必要がある。イスカンダル地域の場合2025年ターゲットのかなり詳しいプランが作られており定量的な設定ができた。また、大気汚染(交通)では、細かいネットワークの情報が利用可能であった。このようにターゲットが限定された範囲であったことでデータセットを集める事が可能であったが、他の地域では大変かもしれない。

Q: 健康影響で、死亡リスク以外に、ぜんそくとかの疾病を含める評価はできないか?

A: WHOの手法に基づいて評価しており、これには疾病が含まれていない。

Q: 共便益の考え方は有望だが、出てきているものがCO<sub>2</sub>、死亡リスクと異なる性質のものとなっている。両者の削減・便益を統合して評価するという考え方はできないか?

A: 本研究では両者の最適化まではやっていない。これをやろうとするとコストに置き換える必要があるが、その変換は難しく、結果が一人歩きしてしまうので慎重に考えている。次のテーマである。

【論文2】 下水道光ファイバーを利用したマルチセンシングボックスの開発

㈱日立製作所 徳原俊介, 畑山正美  
 菊池信彦  
 東京都下水道サービス㈱ 川上博行, 熱田 孝  
 (一社)日本下水道光ファイバー技術協会  
 藤平貞義, 三浦春好

下水道において浸水対策や管路老朽化対策等観点から、下水管渠内の水位や腐食性ガス濃度等の情報収集が求められている。しかし管渠内では電源ならびに通信手段が無いことが、これを困難としている。この課題を解決すべく、下水道管渠に敷設された下水道光ファイバーを通信、給電手段として活用し、複数種類のセンサーを接続して情報収集を可能とするマルチセンシングボックスを開発した。本論文ではその成果を報告している。

Q: 水防法の改正により水位情報の周知が必要となっており、管渠の水位計測への活用が期待される。管渠の水位計測では、マンホールから溢水するような場合の計測もあり得る。何メートルまで計測可能か? また、防水機構など浸水にも対応可能か?

A: 計測範囲は、選定した水位計の計測スパンにより選定することが可能。また、センシングボックスは防水構造となっている。水位計測で必要となる大気圧補正は、センシングボックス内の気圧で実施しており、満管時にも計測できるよ

うにしている。

Q：コストはいかほどか？

A：コストはまだ開発段階のため具体的には申し上げられない。

コメント：東京都以外は光ファイバー敷設されているところが少ないので敷設コストを含めて安くできると良い。伝送もできるというプラス面があるので是非検討して欲しい。

Q：今回はセンサーとして3種類が報告されているが、これ以外のセンサーも接続可能か？

A：接続するセンサーに対応したセンサーインターフェイスを開発することで可能。センサーとしては低消費電力のものを選ぶ。

Q：重量と発熱量は？

A：重量は10 kg程度。発熱に関しては、センシングボックス内に温度計を入れてモニタリングしているが、問題となるような温度上昇は無い。

Q：BOXの素材は？

A：SUSを使っている。

### 【論文3】し尿処理における助燃剤とリン資源同時回収システムの運用報告

水ing(株) 楠本勝子, 増山貴明

汚泥再生処理センターは、し尿処理施設の機能に加え、有機性廃棄物を受入れて資源化を行い、汚泥と有機性廃棄物の有効利用を図る設備である。本論文では、同一施設で助燃剤とリン酸マグネシウム(MAP)を回収する方式を開発し、2設備で実運用した実績を報告している。運用実績より、汚泥脱水設備から発生する脱水汚泥含水率は70%以上であり助燃剤としての利用が可能、濃縮分離液から回収したMAPは化成肥料の規格を満足する結果が得られた。

Q：脱水された汚泥、MAPはどう活用されているか？

A：脱水汚泥は焼却炉で活用されている。市に一任されているが、受入の協定を業者と結ぶ必要がある。MAPは肥料登録が完了しており、肥料として活用されている。発生量が5 kg/日なので地域住民に配布されている。

コメント：重要な研究であり、また出来上がったものの品質は良いと思うが、農業にどうやって使えるかが重要である。水処理専門家として検討していたのではダメだろうから、我々が努力して、農家の視点からも見る努力をする必要がある。

### 【論文4】下水道施設へのXバンドMPレーダの導入と活用

(株)東芝 星野晃一, 柏木俊治, 田辺 啓

近年増加傾向にある豪雨により、都市の浸水リスクが高まっていることから、下水道施設にXバンド(9 GHz帯)MP(マルチパラメータ)レーダを導入し、降雨情報をリアルタイムで高精度に計測し提供可能とした。本論文では、従来レーダに比した利点(細密化、精度向上、表示分解能)を報告している。また、雨水ポンプの起動停止水位をポンプ場への流入量に応じて動的に変化させる雨水ポンプダイナミック制御を紹介し、本制御にXバンドMPレーダの情報を活用することの有効性を展望した。

Q：1台のレーダでどの位のエリアがカバーできるか？また価格は？

A：1台のレーダで半径80 kmをカバーできる。価格は一概にいけない面がある。

コメント：もし価格が高いなら、たとえば10年リースとか工夫してはどうだろうか。

Q：雨水ポンプダイナミック制御では予測が必要となってくると思うが、どのように実現しているか？

A：現状はレーダ情報を活用しておらず、幹線情報を使っている。レーダの活用はこれから。また、予測モデルとしてはブラックボックスモデルを用いている。

Q：雨量のメッシュデータを使うことで制御が質的にどう変わってゆくか？

A：幹線情報に反映されるまでの時間稼ぎができると考えているが、詳細はこれからの検討。

Q：アメッシュのようなものが導入されているが、これらとの棲み分けは？

A：これらのレーダは途中降雨減衰があるので、いろいろなレーダで補完しあうことが大切と考えている。

Q：従来のレーダで観測した場合、降雨減衰によって電波が完全に消散してしまうのはどれくらいの降雨強度のときなのか？

A：定量的な見解はまだ無い。

## セッション B-3 省エネルギー

【座長】倉田 学児 (京都大学大学院)

【副座長】山内 進 (㈱堀場アドバンステクノ)



## 発表論文

- ① 大野市木質バイオマス発電所におけるタブレット端末の導入事例
- ② OR 制御によるブロー省エネ運転
- ③ 水道事業における省電力等対策に係るアンケート調査結果
- ④ 上下水道施設における再生可能エネルギー自立型電源供給システムの納入事例報告
- ⑤ 南区新総合庁舎と市民総合医療センターのエネルギー連携について

本セッションでは省エネルギーに関する5件の研究発表があった。

① バイオマス発電施設におけるタブレット端末を活用したDCSリアルタイム管理の研究, ② 下水処理施設におけるアンモニアや硝酸センサーを用いたOR(酸素必要量)制御による電力削減の研究, ③ 水道事業体における東日本大震災後の非常時対策および平常時の省エネルギー対策の研究, ④ 上水施設における太陽光発電設備および蓄電池設備の導入事例による再生可能エネルギー自立型電源供給システムの研究, ⑤ 横浜スマートシティプロジェクトの一環として、ビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)とコージェネレーションシステム(CGS)を組み合わせた研究, と多岐に亘る有用な研究発表で、今後の研究の発展が期待される。

## 【論文1】大野市木質バイオマス発電所におけるタブレット端末の導入事例

(株)神鋼環境ソリューション 阿部裕一郎, 浦上和也  
小川正浩

木質バイオマス発電所において、急速に応用分野が広がっているタブレット端末を現場操作端末として導入した研究発表であった。運転員が投入チップの種

別及び重量を打ち込むことで、DCSでのリアルタイム管理を実現した。また、タブレット端末でストブローおよび冷却塔ファンのモータ単体試験を行うなど、現場と中央のリアルタイム管理により、高精度の運転管理と現場作業の軽減化が期待できる。

Q: 無線LANのセキュリティー対策は?

A: パスワードの設定により第三者の侵入を防御している。

Q: タブレット端末の使用環境が、天候や屋内外で照度が変わるが、画面の視認性や操作性に何か工夫をしているか?

A: 画面デザイン上で特別な対策は取っていないが、現在の使用環境では問題なく使用できている。

Q: 現場での個別操作に重点を置いた理由は?

A: 今回は初めての導入のため、まず入力項目の少ない現場に重点を置いた。

Q: 20年間使用した場合のライフサイクルコスト(LCC)はどうか?

A: LCCとしての試算していないが、タブレット端末を7~8年で更新とした場合でも、それほど高額な費用発生はないと考えている。

Q: 広葉樹、針葉樹などの木質チップの種類により発熱量が異なるが、木質チップの種類を入力できるか?

A: 今後検討していきたい。

Q: 焼却灰は有機肥料として有効な資源になるが、再利用しているか?

A: 現在は産廃処分している。今後検討していきたい。

## 【論文2】OR制御によるブロー省エネ運転

(株)ウォーターエージェンシー 池畑将樹, 湛 記先

凝集剤併用型3段階流入式硝化脱窒法の下水処理施設において、OR(酸素必要量)制御を用いて3台のブローの自動切り替えと、吸込み風量制御を行い、良好な処理水質を維持しながらブロー消費電力量が原単位ベースで12%程度削減した研究発表であった。これまで手動操作であったブローの切り替えやブロー吸込み風量の調整を自動化できたことも大きな成果である。今後の応用展開が期待できる。

Q: アンモニアと硝酸を測定する方法は独自に開発したものか?

A: 流入側はセンサの汚れによる影響を低減するため、間欠洗浄機能を持った測定装置を自社開発した。洗浄中は測定値の移動平均処理により制御が可能になっている。

Q: OR制御のアンモニア態窒素濃度の目標値が今回は2mg/Lであったが、目標値を変更することも可能か?

A：今回は最終出口で完全硝化を目標としたが、この制御システムは硝化抑制制御でも使用できる。

**【論文3】 水道事業における省電力等対策に係るアンケート調査結果**

(財)水道技術研究センター 田中利明  
 (株)クボタ 山本 丈  
 (株)日立製作所 館 隆広  
 元(財)水道技術研究センター 野口清隆  
 (財)水道技術研究センター 富井正雄, 安藤 茂  
 福山市立大学 堤 行彦  
 北海道大学大学院 松井佳彦

水道事業は、ポンプ設備の稼働等に多大な電力を要し、我が国の電力消費の約1%を占める産業であることから、一層の省電力対策が求められている。水道技術研究センターが、2011年の東日本大震災時及び2014年現在の電力危機への対応について、水道事業体にアンケート調査を行った結果の研究発表であった。本調査で、2011年に比べ、省電力等の対策を実施あるいは計画中の事業体が増加していることを確認できた。産官学による共同研究で取りまとめられた「水道における省電力ハンドブック」と、2013年度から導入された国による財政支援制度を活用し、水道事業における省電力対策が今後一層進むことを期待する。

Q：水道事業体に対して、災害時の非常用電源対策を目的としたものか、または平常時の再生可能エネルギーを含めた省エネルギー対策を目的としたものか？

A：非常時、平常時も両方を目的にしている。

Q：太陽光発電は非常時に有効か？

A：太陽光発電は蓄電設備との組み合わせで非常時への活用もある程度可能であるが、現時点では平常時の効果を主と考えている。

**【論文4】 上下水道施設における再生可能エネルギー自立型電源供給システムの納入事例報告**

(株)東芝 横山 雄, 川田行彦, 大石将之

温室効果ガスの排出量削減に加え、東日本大震災以降は災害時における非常用電源の確保という観点から、上下水道施設においても太陽光発電などの再生可能エネルギーの活用が求められている。再生可能エネルギーと蓄電池設備を組み合わせた、再生可能エネルギー自立型電源供給システムの納入事例による研究発表であった。このシステムは平常時にも災害時にも効率的な電力供給を実現でき、今後の応用展開が期待できる。

Q：今回のシステムは、既存設備、新規設備のどのような形で導入されたか？

A：既存の非常発電設備に追加する形で導入した。

Q：負荷変動による発電調節が必要な場合、非常用発電設備と太陽光発電設備のどちらを停止するのか？

A：基本的には非常発電設備は停止しないシステムで、異常時は太陽光発電設備の方を停止するシステムになっている。

Q：蓄電池の寿命を考えると、トータルコストが高価にならないか？

A：蓄電池は夜間放電形の長寿命形蓄電池を採用しており、今後は普及することでコストも下がっていくと思われる。

**【論文5】 南区新総合庁舎と市民総合医療センターのエネルギー連携について**

横浜市 井上友輔, 波多野雄平, 熊谷治彦

横浜市では、防災性・環境性・経済性に優れた「エネルギー循環都市」を目指している。今回の研究発表は、南区総合庁舎の移転再整備にあわせて、公立大学法人横浜市立大学附属市民総合医療センターとエネルギー連携を行い、エネルギーの面的利用を図った導入事例発表であった。電気料金等のコスト削減や、CO<sub>2</sub>排出量の削減が見込まれ、また、コージェネレーションシステムの導入を行ったことで、防災性の向上が図られている。今後更なるエネルギー連携の導入推進が期待できる。

Q：ジェネリンクとはどのような設備？

A：コージェネレーションシステムからは発生する蒸気を熱に変換するシステム。

Q：自己託送への取り組み事例があるか？

A：ゴミ焼却熱で発電した電力での事例がある。

Q：熱供給を病院施設のみにした理由は？

A：病院施設での熱使用量は非常に多くコージェネレーションシステムからの熱供給だけでは賅えず、ボイラー設備と併用している。

セッションC-1 廃棄物処理

【座長】大下 和徹 (京都大学大学院)

【副座長】藤川 博之 (㈱タクマ)



発表論文

- ① 南海トラフ巨大地震における災害廃棄物の広域処理と仮設処理施設の検討
- ② 都市ごみの熱分解における速度論的解析と窒素放出挙動に関する研究
- ③ 流動床式ガス化溶融炉における排ガス CO, NO<sub>x</sub> 制御技術
- ④ 中国向けごみ焼却プラントの計装・制御

本セッションでは廃棄物処理に係わる4件の発表があった。①は南海トラフ巨大地震発生時における災害廃棄物処理の検討、②は都市ごみの熱分解における窒素の挙動、③は流動床式ガス化溶融炉における排ガス CO, NO<sub>x</sub> 制御、④は中国向けごみ焼却プラントの計装・制御の紹介に関するものであった。それぞれの発表とも、廃棄物処理に関して有用な発表であり今後の研究発展が期待されるものであった。

【論文1】南海トラフ巨大地震における災害廃棄物の広域処理と仮設処理施設の検討

立命館大学大学院 水谷一平  
 (㈱)建設技術研究所 梁田雄太  
 東京農工大学大学院 加用千裕  
 (一財)日本環境衛生センター 立尾浩一  
 立命館大学 橋本征二

南海トラフ巨大地震を対象として災害廃棄物の広域処理の効果や輸送費、仮設処理施設について検討した。広域処理を行うことにより処理年数の低減効果が示され、全国シナリオでは約8年で処理が完了するが、輸送費が膨大となる結果が得られた。また、3年以内に処理を完了するためには、県内シナリオで約2,500万t/年、ブロック内シナリオで約2,400万t/年、全国シナリオで約1,800万t/年の仮設焼却施設の導入が必要となる結果が得られた。

Q: 廃棄物の船舶輸送に関してはどのように考えているか。

A: 護岸整備が必要となるが陸上輸送より費用がかからないと考えている。

Q: 仮設処理施設の設置場所の確保など、自治体としてどのように対応すべきか。

A: 今後の研究テーマとして取り組みたい。

【論文2】都市ごみの熱分解における速度論的解析と窒素放出挙動に関する研究

日立造船(株)・大阪大学 白石裕司  
 日立造船(株) 中田谷直広, 濱 利雄  
 古林通孝  
 大阪大学 中塚記章, 林 潤  
 赤松史光

都市ごみ焼却における NO<sub>x</sub> 低減のため、都市ごみの代表的な成分の示差熱分析と熱分解速度のモデル化を行い、N分の挙動を調べた。複数の熱分解反応が並行して進行すると仮定することで、実際の熱重量曲線を精度よくモデル化できた。また、熱分解ガス中のN分はタールおよび NH<sub>3</sub> として多く放出されることが分かった。

Q: 本研究の目的は。

A: N分の挙動を3D(三次元)のCFD(流体解析)に入れてシミュレーションし、燃焼による NO<sub>x</sub> の発生を抑制することである。

【論文3】流動床式ガス化溶融炉における排ガス CO, NO<sub>x</sub> 制御技術

(㈱)神戸製鋼所 江口 徹  
 (㈱)神鋼環境ソリューション 伊藤 正, 木下民法  
 上古閑久欣, 下梨 孝

流動床式ガス化溶融炉の運転員の手動介入を要した排ガス CO, NO<sub>x</sub> 制御技術を開発した。決定木学習を用いて開発した制御ロジックを用いることにより、CO および NO<sub>x</sub> ともに発生抑制効果を確認できた。

Q: 決定木学習等を用いた制御ロジックは運転員にとって難しく、メンテナンス性が良くないのでは。

A: 簡単に操作できるようパッケージ化を検討している。

Q: CO, NO<sub>x</sub> を制御対象とした理由は。

A: 手動介入として CO, NO<sub>x</sub> に関するものしかなかったためである。

Q: データベースのデータ数を増やすことでモデルの精度が低くならないか。

A: その可能性があるため検討課題として取り組んでいる。

【論文4】中国向けごみ焼却プラントの計装・制御

青島荏原環境設備有限公司 喬 雪竹, 王 磊甲  
荏原環境プラント(株) 黒澤和重, 塚本輝彰

中国向けごみ焼却プラントの日本向けと異なる計装・制御技術について紹介。炉内監視カメラは差込型ITVカメラを採用している。また、省エネルギー対策として送風機のインバータ制御を採用している。プラント全体の制御は客先所掌のDCS(分散型制御システム)で行われ、ACC(自動燃焼制御装置)は専用の装置を設けている。排ガス分析計を製作できる中国メーカーは少なく、海外メーカーに依存している。

Q: ACCに関して日本向けと異なる点は。

A: 中国はごみ質が低く安定燃焼と焼却量の確保が主制御であり、制御内容は日本向けの約1/5程度の内容である。日本はボイラ蒸発量制御が主制御である。

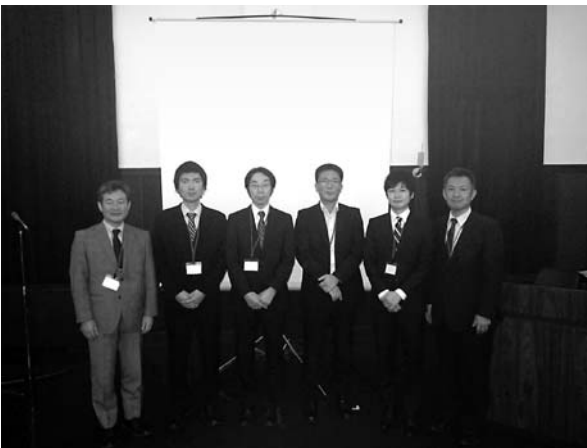
Q: 排ガス分析計の測定成分は。

A: NO<sub>x</sub>, CO等のほかにHgやFも測定している。

セッションC-2 汚泥処理

【座長】小浜 一好(横浜ウォーター(株))

【副座長】片山 学(月島機械(株))



発表論文

- ① 下水汚泥の高効率脱水と焼却廃熱発電システムの評価
- ② 画像センサーを用いた焼却炉煙道の閉塞抑制技術の開発
- ③ 排ガス濃度計の維持管理の効率化
- ④ 階段炉による下水汚泥焼却発電システムの評価
- ⑤ 南部汚泥資源化センター下水汚泥燃料化事業の経緯と試運転

本セッションは、汚泥処理における焼却発電に関する発表が2件、運転管理に関する発表が2件、有効利用に関する発表が1件の5件の発表であった。

今後の汚泥処理は、汚泥エネルギー利活用技術や維持管理、運転管理技術の研究開発が期待されており、いずれの発表も有用な研究内容であり、今後の研究の発展が期待される。

【論文1】下水汚泥の高効率脱水と焼却廃熱発電システムの評価

京都大学 山田恭平, 大下和徹  
高岡昌輝, 藤森 崇  
(株)タクマ 水野孝昭  
(株)西原環境 星 隆伸  
和歌山市 山崎正博, 下川克之  
日本下水道事業団 島田正夫  
国土技術政策総合研究所 川住亮太

平成25~26年度のB-DASHプロジェクトにて下水汚泥焼却廃熱発電システム(革新型システム)の実証事業が和歌山市で実施されており、各種汚泥性状調査から物質・熱収支モデルを作成し、既設に対するコスト、GHG排出量を比較し、ある汚泥条件においてそれぞれが大幅に低減可能であることを示した論文である。

Q: 含水率低減は、高分子凝集剤の添加率、脱水方式の影響を大きく受けるが、既設脱水機との比較は実施しているか?

A: 既設BPの薬注率は0.5~1%程度に対し、革新型システムの場合は、前段ドラム型濃縮機で0.3%+機内薬注遠心脱水機で約0.6%となっている。実機を使用しているため、薬注率を大きくふって脱水性能を比較したデータはとれていない。

Q: 流入水の季節変動により、汚泥中の無機分、有機分の変動が影響することはないか?

A: 四季ごとに複数回のサンプリングを行い、汚泥性状変動は把握している。

A: 季節変動の影響は、特に脱水汚泥含水率が大きく、前段の重力濃縮槽で夏場の腐敗、点検整備などで長期滞留等により脱水性が悪化し、補助燃料が必要となる場合もみられた。

Q: 革新型の焼却灰発生量が多いデータとなっているが、原因は把握されているか?

A: 2液薬注によるポリ鉄の影響と考えている。

【論文2】画像センサーを用いた焼却炉煙道の閉塞抑制技術の開発

東京都下水道サービス(株) 野本睦志  
東京都下水道局 中田友三, 冠城敏之  
(株)日水コン 塚原純哉, 村田道拓

高度処理の普及により、下水汚泥焼却灰中のリン濃度が高くなり、灰中の金属(鉄, アルミニウム, カル

シウム、マグネシウム)に対するリンのモル比が高くなると、リンが低融点化合物を形成し、煙道を閉塞させる問題がある。本研究は、低融点化に有効な金属含有薬剤添加法における添加量を焼却灰の色により制御する技術に関する報告である。

Q: 煙道の閉塞は、リン濃度の影響とあるが、リン濃度がどの程度上昇すると影響があると考えられるか?

A: 煙道閉塞の原因となる低融点化合物は、リンとそれと結合する金属類の割合に影響を受けるのでリン濃度が高くても金属類が十分にあれば閉塞しないと考える。また金属類の量は流入水に依存するので、流入水中に金属類が多ければポリ鉄添加は必要ない場合もある。

Q: 低融点物質による煙道閉塞の発生頻度はどの程度か?

A: ポリ鉄添加前は、年間で数回程度発生しており、焼却設備を立ち上げて4,5日程度で閉塞した事例もある。

Q: 季節により色等の変動はあるが、日変動も把握されているか?

A: 日変動の把握など今後の検討課題としたい。

Q: 閉塞が発生するメカニズムは把握されているか?

A: 850°C以上の高温燃焼排ガス雰囲気ではリンと金属類がある割合により低融点化合物を形成するものと考えているが、詳細な化学反応メカニズムの解明は今後の課題である。

Q: ポリ鉄以外の添加剤はあるか?

A: 現在のところポリ鉄以外の添加剤を使用した実績は無い。

### 【論文3】排ガス濃度計の維持管理の効率化

東京都下水道サービス(株) 森 俊秋, 堀川智広

汚泥焼却設備の排煙処理の適正運転を監視する上で排ガス濃度計は重要であるが、セルの汚れが原因と推測される校正エラーが毎年発生し、半年に1回の点検を推奨されているが、設備停止回数の増加、経済的観点から維持管理上の負担となる。本研究では、計器の点検間隔の延伸を目的に、校正エラーの原因究明と対策を検討したものである。

Q: セルの汚れは、集塵装置の違いにより傾向は異なるものか?

A: 他処理場で実験を実施していないので集塵装置が異なった場合のデータは持ち合わせていないが、集塵効率の影響はあると考える。

Q: 汚れの原因物質は、具体的に把握できているのか? またフィルターによる除去率はどの程度期待できるか?

A: 付着物質が黄色であり硫黄化合物と考えている。またメンブレンフィルターをダブルで使用しており、除去率は90%程度と考えている。

### 【論文4】階段炉による下水汚泥焼却発電システムの評価

(株)タクマ 萩田 諭, 水野孝昭  
株丹直樹, 穴田健一  
京都大学 大下和徹, 高岡昌輝

階段炉による下水汚泥焼却廃熱発電システムと他の技術(従来気泡流動炉, 燃料化技術と消化設備の有無, 脱水機型式の組み合わせ)との比較を、エネルギー収支, 温室効果ガス排出量, 維持管理費を評価項目として実施し、本システムが維持管理面において最も優れ、エネルギー収支, 温室効果ガス排出量においても同程度以上である結果が得られたことを示す発表である。

Q: 本システムの今回発表以外のその他メリットまた取上げて挙げる場合のデメリットはあるか?

A: 階段炉は、汚泥中灰分が主灰として主に排出され飛灰が少ないため、煙道閉塞が発生しにくいと考える。

A: 下水汚泥の焼却処理は気泡流動炉が主流であり、本システムで採用の階段炉の実績が少ないこと。

Q: 本システムの導入メリットは、規模により影響を受けるのか?

A: 規模が小さくなると発電量が少なくなりメリットは少なくなるため、ある程度の規模は必要となる。

Q: ユーティティの評価で燃料使用量が大きく影響していると考えますが、例えば既存気泡炉で脱水機を低含水率型に更新した場合でも本システム同様の効果は得られるのではないかと?

A: 現状気泡炉でも同様の燃料削減効果は得られると考えられるが、今回は検討していない。

### 【論文5】南部汚泥資源化センター下水汚泥燃料化事業の経緯と試運転

横浜市 原田俊文, 丹花崇之, 高野未来夫

横浜市では、11か所の水再生センターで発生する汚泥を南北2か所の汚泥資源化センターで集約し、濃縮, 嫌気性消化, 脱水, 焼却処理を実施しているが、消化ガスおよび焼却灰の更なる有効利用, 資源化への取組を進めてきた。本研究発表は、従来の焼却に加え、燃料化事業をPFI手法にて導入するに至った経緯, 試運転結果に関するものである。

Q: 温室効果ガス削減量が事業提案値から削減されていますが、理由は把握されていますか?

A: 試運転の実績値を示しており、その原因については今後分析により把握したい。

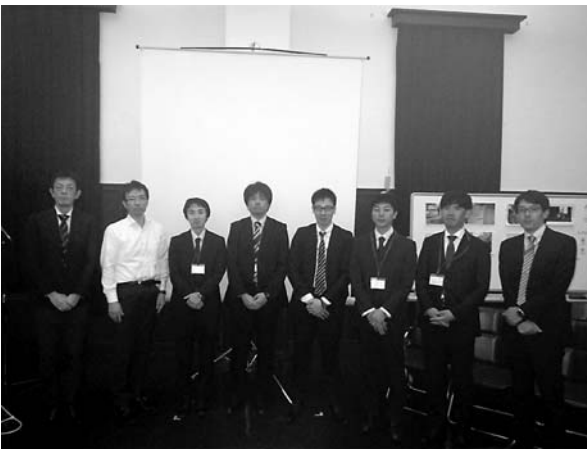
Q：その他排ガス規制値も達成とあるが、水銀についても測定されているか？

A：水銀測定も実施し、規制値を満足する結果である。

### C-3 未来企画会議

【座長】漆原 隆浩（東京都下水道局）

【副座長】田子 靖章（メタウォーター㈱）



#### 発表内容

- ① 住民の不安解消を目的とする街づくり
- ② まちのイメージアップ戦略
- ③ 運動を通じたまちづくり

本セッションではEICAの若手技術者、研究者育成セミナーである未来企画会議より3件の研究発表と、未来企画会議の参加者および会場の聴講者を交えたオープンセッションが行われた。

はじめに未来企画会議の主旨について、本セッションの座長兼未来企画会議のプログラムディレクターである漆原隆浩氏より説明があった。

未来企画会議は下記の目的のために2016年4月から10月まで計5回のセミナーを開催してきた。

#### 【未来企画会議の目的】

1. 未来を切り開くリーダーシップ人材の育成  
未知の課題を捉え、解決への道を発想する人材を育てることで、水環境・廃棄物分野を始め、幅広いフィールドで活躍できる人材を輩出する。
2. 新しいことを考え実行する企画力の醸成  
未来の社会に向けた企画を考えることの楽しさ、ワクワク感を感じられる機会を提供し、実践志向のプログラムにより企画力、実行力を養う。
3. 人材ネットワークの構築  
プログラム実施中における参加者やスタッフ、講師との交流だけでなく、プログラム終了後のフォローや参加できる場づくりを行い、人材ネットワークを構築する。

2016年度の未来企画会議のテーマは「社会づくり」であり、本会議の参加者が各セミナーでのグループワークを通して自らがどのような社会にしたいかを企画した研究発表の場であることの説明があった。

セッション1では3件の研究発表があった。①は災害大国である日本において防災意識を高める企画について、②は地域コミュニティとのつながりが希薄な人や世帯を、参加し易い地域活動という場を提供するという企画について、③はライフスタイルに犬とのふれあいを組み込むことでヒトの健康と動物の保護を両立する企画についての発表であった。

それぞれ独自の着眼点を有する研究発表であり、実際のまちづくりの企画化を目指して、引き続き研究・検討評価を期待したい。

#### 住民の不安解消を目的とする街づくり

㈱明電舎 永田祥久  
メタウォーター㈱ 久本祐資

災害大国である日本だが、東日本大震災から5年が経過して人々の防災意識が次第に薄れてきている現状を踏まえ、防災意識が低い人々にも意識を高めるために「負担なく楽しく、日常生活に溶け込む防災」をコンセプトとして、①飲料水の備蓄、②ソーラーリストバンド着用による意識の向上、③家庭以外の場での食料備蓄の提案があった。

提案では、近隣レストラン等との企業との協力体制を構築することで、住民側、企業側双方のメリットがあるなど、共助の視点で無理なく楽しみながら防災意識を高める工夫が見られた。

#### 街のイメージアップ戦略

川崎市上下水道局 西村拓也  
㈱東芝 西室勇岐

近年、人と人とのつながり（地域コミュニティ）が希薄になり、都市部では隣に住んでいる人の顔も知らないといった状況も珍しくないが、この希薄化は、子どもを狙った犯罪や高齢者の孤独死などの形で表面化し、社会的な課題のひとつとなっている。一方で近隣の住民活動に参加したい人や潜在的には地域活動に参加したいというニーズが高まっているという意識調査結果がある。特に孤立しやすいと言われる単身サラリーマンや賃貸住宅に住む世帯向けに、自分の住む賃貸集合住宅の清掃活動に参加することで、共益費の返金サービスを受けられるという企画の提案があった。

研究では、賃貸集合住宅の住人とオーナー側のメリットを分析しており、この活動を広めていくことで、「自分たちの住む地域は、自分たちで綺麗にする」という自立した“まちづくり”を身近なところから始め



るきっかけとしたいという思いが伝わる報告であった。

#### 運動を通じたまちづくり

(株)日立製作所 中林佑太  
水ing(株) 飯倉智弘

近年のペットブームにより、ライフスタイルに犬とのふれあいを組み込むことで、散歩による生活リズムの良好化や運動量の増加といったヒトの健康促進効果が期待されている。一方で犬の飼育放棄による動物の殺処分が増加しており、社会問題となっている。今回、迷い犬や飼育放棄された動物（犬猫など）を保護する動物保護団体とのコラボレーションにより、ヒトの健康促進と動物保護を両立する企画についての研究発表があった。

研究では実際の動物保護施設におけるヒアリングや調査といったフィールドワークが実際に行われ、企画の実現性検討や企画立案について良い経験ができたとの報告があった。

- Q：犬カフェなどの店舗でのふれあいを通じて、犬に慣れてもらう取り組みを考えてみてはどうか。  
A：今回は非営利を前提としたため、ボランティア団体とのコラボレーションを企画した。

#### オープンセッション

座長、副座長、未来企画会議ファシリテーター  
発表者、会場の聴講者

オープンセッションでは、参加者が未来企画会議の計5回のセミナーに参加した感想について発表があった。普段の会社では決して経験の出来ない企画を立案するのはチャレンジであり、試行錯誤の連続であったが、企画の難しさを知ることが出来て本当に良かったとの感想があった。また、実際の企画クリエイターの行動力に感心し、考え方や継続にあたっての苦労話を聞いたことが大変有意義であったとの感想があった。

次に、運営側として未来企画会議のファシリテーターより、企画運営する側の苦労とやりがいについて感想があった。ファシリテーターも当然ながら企業で通常業務を行いつつ学会活動を行っており決して楽ではないが、企業や行政を超えた人材のつながりが出来る喜びや、自身が成長できているという実感や達成感が大きいとの感想があった。

また、会場の聴講者からの意見として、近年は企業と行政が腹を割って話ができる機会や場が少ないため、学会を通じたこのような企画や場の提供は非常に重要であり継続して欲しい、今後も企業から参加させたいとの意見があった。