

〈第35回環境システム計測制御学会（EICA）研究発表会〉

奨励賞受賞論文と講評

環境システム計測制御学会 選考委員長

田子靖章

(EICA 幹事長/メタウォーター(株))

環境システム計測制御学会では令和5年12月4日(月)、第35回環境システム計測制御学会(EICA)研究発表会を開催した。同研究発表会では、「技術分野の将来の貢献を奨励することを目的とし、本会が主催する講演会・シンポジウム等の研究発表会において優れた内容の研究発表を行った者」に対して奨励賞を授与している。令和5年11月17日に選考委員会が開催され、以下の7件に同賞を授与したのでここに報告する。

■奨励賞

- ・「ストーカ炉からの一般廃棄物焼却残渣における未規制元素に関する調査」
毛嘉鈺(京都大学大学院), 塩田憲司(京都大学大学院), 日下部武敏(大阪工業大学), 大下和徹(京都大学大学院), 高岡昌輝(京都大学大学院)
- ・「窒素除去と省エネを両立する曝気量制御技術の開発」
植田怜央, 吉田航, 林佳史, 今村英二, 木本勲, 霜田健太(以上, 三菱電機(株))
- ・「数値流体解析を用いた浸漬型正浸透膜エレメントの構造最適化」
源田泰士, 寺嶋光春, アルイサウイ アルミリアニ ムハンマド アルアミン(以上, 北九州市立大学), 安井英斉, 田中伸一(有九州技研), 高橋惇太, 松林未理, 岩本拓也(以上, 水ing(株)), 山本志野歩, 大熊那夫紀(以上, (-)造水促進センター)
- ・「極値制御を利用した画像処理型凝集センサを用いた凝集剤注入制御の目標値最適化」
大西祐太, 山中理, 有村良一, 平野雅己, 金谷道昭(以上, 東芝インフラシステムズ(株))
- ・「異常検知AIを用いた漏水検知手法の開発」
隋鵬哲, 島村和彰, 多田啓太郎, 角純平(以上, 水ing(株))
- ・「バイオガス利用によるごみ収集時の二酸化炭素排出量の抑制——軽油トラックおよび天然ガストラックとEVトラックの評価——」
山下温大(岡山大学), 宗村健太(高速道路トールテクノロジー(株)), 藤原健史, 哈布尔(以上, 岡山大学)
- ・「水処理施設におけるスラム堆積抑制の取り組み(その2)」
兼子清隆(東京都下水道サービス(株)), 桑折健太郎(東京都下水道局), 寺井健太(イービストレード(株)), 中村光(エビスマリン(株))

今回選考対象となった論文は、査読論文5編、ノート1編、一般論文20編の合計26編で、その中から当該技術分野の将来の貢献に期待できるものという評価を得た7編を奨励賞受賞論文として選定した。

論文は当学会の特徴である「上下水道」に関わる計測・制御・運用に関わるテーマから、「環境モニタリング」, 「自然環境」, 「エネルギー」, 「ICT・AI・IoT」, 「技術継承」, 「バイオマス」, 「廃棄物」といった幅広いテーマが寄せられた。以下に今回の受賞論文についての講評を紹介する。

毛嘉鈺らによる「ストーカ炉からの一般廃棄物焼却

残渣における未規制元素に関する調査」は、一般廃棄物焼却残渣において規制対象となりうる元素を対象に、含有量と溶出挙動の分析を行ったものである。一般廃棄物焼却残渣の処分基準において規制されている元素は各国において様々であり、近年では対象元素の拡大や規制基準の見直しがなされている。今後、新たな未規制元素が溶出基準に採用される可能性があるため、本研究では、5つのストーカ式焼



却炉から排出される一般廃棄物焼却残渣（主灰・飛灰）における未規制元素の含有量と溶出挙動の調査を行った。その結果、今後注意を要する元素は亜鉛（Zn）、アンチモン（Sb）、バリウム（Ba）、モリブデン（Mo）であると確認され、焼却廃棄物の汚染物質管理に加え、飛灰再利用に関わる重要な指摘と評される。ストーカ炉における含有元素の挙動と今後の規制変化時における重要な知見を示されており、残渣を資源活用するうえで基礎となるデータ（含有量・溶出量）が整理され、今後の規制判断に有用な論文であった。

植田怜央らによる「窒素除去と省エネを両立する曝気量制御技術の開発」は、下水処理プロセスにて省エネルギー・低炭素と窒素除去の最適化を目指した研究である。好気槽末端で $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が 1 mg/L 以上残存する運転条件において、窒素除去量が極大化する好気槽出口 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が存在し、この濃度は流入負荷条件により変動することを確認した。この知見を踏まえ、リアルタイムに計測した流入負荷に基づいて過去の運転データから最適な好気槽出口 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の目標値を算出するガイダンス機能を構築した。実際のプラントでの常時モニタリング項目にて制御を行い、スポットでのプロセスモニタリングなどで現象を明らかにするなど、社会実装に直結する成果と言える。今後は沈殿池出口水の窒素構成や COD など他の水質項目への影響などにも触れたうえで、制御の有用性の保証に期待したい。



源田泰士らによる「数値流体解析を用いた浸漬型正浸透膜エレメントの構造最適化」は、下水処理場で創エネルギーや省エネルギーを目指す際の実務上の課題の一つであるメタン発酵処理の導入に向けた流入原水の直接濃縮について取り組んだ論文である。CFD シミュレーションにより、平膜状 FO 膜の有効性を証明するなど、有用性の高い技術開発の方向性を示した論文として評される。また、従来の標準活性汚泥法では困難な省エネルギーおよび創エネルギーが期待できるものであり、実プラントを想定した基礎実験や実証試験、メタン発酵性能への効果検証などへの発展が期待される。



大西祐太らによる「極値制御を利用した画像処理型凝集センサを用いた凝集剤注入制御の目標値最適化」は、凝集剤注入の目標値を適切に設定して制御する技術の開発を目指した研究である。本研究では極値制御という探索型の最適制御技術を用いて制御目標値を調整する手法を開発し、ラボスケールの実験により、処理水質の管理値内で運用にかかるコストを最小化するように制御目標値を自動で調整できることと、運用コストを低減できることを証明した。ブロック画像の数値化や極値制御という新規性および独自性の高い研究でありながら、社会的有用性も高い論文として評された。



隋鵬哲らによる「異常検知 AI を用いた漏水検知手法の開発」は、水道管路の漏水検出のために AI を用いる手法である One Class SVM アルゴリズムの開発を行った研究である。通常の配水流量と比べて高い流量検知や、短期および長期の異常流量を検知することが可能となった。既存予測モデルとの比較や水圧・配水池貯留量の変化などを利用する効果について、さらなる検討が期待される。



山下温大らによる「バイオガス利用によるごみ収集時の二酸化炭素排出量の抑制——軽油トラックおよび天然ガストラックと EV トラックの評価——」は、廃棄物系バイオマスの収集からバイオガス生成までを捉え、システム全体としての CO_2 低減をデザインする研究である。本研究は庭市のメタン発酵実証施設を対象とし、軽油、天然ガス、電気の3種類のトラックでバイオマスを収集するときのメタン発酵システム全体の CO_2 排出量を評価した。バイオガスの製造段階から運用、廃棄までのライフサイクルで評価しており、総合的には既存の軽油トラックによる収集の方が有利であるという点、CNG トラックの方が将来的に有利になる可能性など重要な見解を示している。今後は製品修理の考慮や、技術発展に伴う CNG トラックの CO_2 排出量の変化について、



継続した研究を期待したい。

兼子清隆らによる「水処理施設におけるスカム堆積抑制の取り組み（その2）」は、水処理施設におけるスカム制御を目指して開発された「ジェットストリーマー技術」を用いた導水式無閉塞水流発生装置（以下「AS：アクアストリーマー」）装置の効果が取りまとめられている。

今回はスカム浮上を抑制するメカニズムと最初沈殿

池導水渠の形状における AS の効果及び適用範囲を理論式や三次元流体解析で導出し、実験と解析を活用した完成度の高い研究と評された。今後の応用研究において実証成果の報告を期待したい。

最後に、いずれの論文についても、研究の継続と今後の環境システム計測制御分野の更なる発展につなげていただけるよう期待する。