

## 〈第34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4年12月2日(金)、第34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4年11月1日に選考委員会が開催され、以下の8件に同賞を授与したのでここに報告する。

## ■奨励賞

- ・「下水処理水中の残留医薬品類を対象とした光触媒層/セラミック平膜ろ過処理システムの分解モデルの構築」  
本間 亮介, 竹内 悠, 丹後 元秀, 西村 文武 (以上, 京都大学大学院),  
鮫島 正一, 新井 喜明 (以上, ㈱明電舎)
- ・「浸水リスク低減とポンプ起動停止回数の削減を図る雨水ポンプ制御」  
山中 理, 時本 寛幸, 鳴海 啓太 (以上, 東芝インフラシステムズ(株))
- ・「汚泥集約処理における分離液処理と凝集沈殿によるりん除去の実験について」  
和田 寛之, 羽柴 真人, 小林 昌平 (以上, 横浜市環境創造局)
- ・「連続 EEM 測定装置を用いた浄水処理工程中の有機物モニタリング」  
川口 佳彦, 小島 礼慈 (以上, ㈱堀場アドバンステクノ), 小坂 浩司 (国立保健医療科学院)
- ・「ニューラルネットワークを活用した凝集剤注入率の予測技術の開発」  
渡部 亜由美, 三宮 豊, 横井 浩人, 中村 信幸 (以上, ㈱日立製作所)
- ・「バッチ式反応器での異なる水素添加量に対する Biological Biogas Upgrading の応答」  
新田 大知, 大下 和徹, 高岡 昌輝, 日下部 武敏 (以上, 京都大学大学院),  
伊藤 竜生, 佐藤 夏紀 (以上, ㈱タクマ), 水野 志穂 (東邦ガス(株)),  
木村 克輝, 羽深 昭 (以上, 北海道大学大学院)
- ・「最初沈殿池における高効率エネルギー回収技術の検討」  
Lai Minh Quan, 福崎 康博, 松田 祐毅, 三溝 正孝 (以上, ㈱明電舎)
- ・「ディスパーザー排水流入時の管渠内浄化に関する研究」  
鈴木 藍 (日本大学大学院), 吉田 綾子 (東京農業大学), 濱田 知幸 (国土技術政策総合研究所),  
鶴巻 峰夫 (㈱エックス都市研究所), 森田 弘昭 (日本大学大学院)

今回選考対象となった論文は、研究発表24編、ノート4編、一般論文1編の合計29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論8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(マイクロプラスチック)」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。

本間亮介らによる「下水処理水中の残留医薬品類を対象とした光触媒層/セラミック平膜ろ過処理システムの分解モデルの構築」は、セラミック平膜上にTiO<sub>2</sub>を保持させ、薬剤の添加を必要としないUV/TiO<sub>2</sub>による促進酸化処理システムを考案したものである。本研究では、UV照射と・OHによる医薬品類の処理特性を定量的に評価し、UV照射強度を操作因子とし

て、医薬品類の光分解速度と・OHによる酸化分解速度を定量的に評価した。また、医薬品類の分解効率の数理モデルを構築し、本処理システムの有用性を明らかにした。UV+TiO<sub>2</sub>による半永久的な使用が可能な促進酸化処理は魅力的かつ有用であり、水温、pHやDOといった水質、流束、濃度など実際の原水の因子により、どのようなシステムとすべきかなど、継続した研究が望まれる。

山中理らによる「浸水リスク低減とポンプ起動停止回数の削減を図る雨水ポンプ制御」は、流入量予測を用いて雨水ポンプの起動/停止の設定水位を動的に変化させる動的



的水位設定制御を提案したものである。従来のポンプ制御では、予め設定した所定の起動/停止水位に基づく水位設定制御が広く用いられているが、ポンプ井容量が十分でなくポンプの起動/停止に時間を要する場合や流入量の変動が大きい場合、設定水位が適切でないと、ポンプの発停頻度の増加や浸水リスクが増大することがある。そこで、水量収支に基づいて設定水位を動的に変化させることで、ポンプ井ピーク水位の上昇抑制とポンプの起動停止回数の削減を図る実用的な雨水ポンプ制御手法を提案した。本制御は論理的で分かり易い制御であり実用性が高いと考えられる。実プラントでの検証と実用化が期待できるものである。

和田寛之らによる「汚泥集約処理における分離液処理と凝集沈殿によるりん除去の実験について」は、水処理センターの高度処理化推進により増加する発生汚泥について、横浜市で汚泥集約処



理を行っている施設から再放出されたりん除去の課題に対して、修正 Bardenpho 法を用いた分離液処理施設の建設やりん除去対策の研究を行い、分離液処理施設の現状と凝集沈殿によるりん除去の実験について報告したものである。本研究は実設備スケールで実証が行われたが、汚泥の集約処理を行っている汚泥処理施設側での PAC 添加と比較して、りん除去の原単位で 30~40% 除去が可能という机上検証結果と同等の結果が得られた。反応タンクでの PAC 添加のほかに、更に後段で PAC 注入を行っていることから、PAC 使用量削減に向けて、将来的なプロセスの最適化に期

待したい。

川口佳彦らによる「連続 EEM 測定装置を用いた浄水処理工程中の有機物モニタリング」は、3 次元蛍光励起スペクトル (EEM) を用いて、浄水処理工程中の有機物の挙動を解析したものである。



表流水を原水とする浄水場では、原水水質は常に変動しており、安定した水質の水道水を供給するためには、浄水処理工程での水質変動を把握し処理することが重要である。本研究では、実証現場における研究の結果、3 成分の有機物が含まれており、特にたんぱく質様物質の季節変動が大きい結果を得られた。本手法を水質異常監視と予測制御などの運転管理に活かせるよう今後の研究を期待したい。

渡部垂由美らによる「ニューラルネットワークを活用した凝集剤注入率の予測技術の開発」は、浄水場の運転管理における凝集剤注入率決定のための予測モデルを研究したものである。ニューラル



ネットワーク (NN) は、データを基に運転員の操作実績をモデル化できる一方、AI が導き出した答えがヒトには理解しにくく、また学習したデータ範囲外の条件で予測モデル精度が低下するという問題があった。今回、NN と近似式を組み合わせた近似式導入 NN により、従来の NN では理解が得られにくかった AI が導き出した答えについてヒトが理解し易くなったが、これは AI のリアルタイム運用のための有用な技術のひとつと考えられる。また、研究結果は従来の知見との一致がなされており、かつ AI の精度よりも AI+近似式の方が、精度が向上している。今後の実用化に向けて更なる発展を期待したい。

新田大知らによる「バッチ式反応器での異なる水素添加量に対する Biological Biogas Upgrading の応答」は、基質を下水汚泥としてバッチ式反応器を用いた水素添加メタン発酵を行い、投入基質に対して H<sub>2</sub> 添加量を様々に変化させ、バイオガス



中の  $\text{CH}_4$ 濃度を高める高品質化 (BBU: Biological Biogas Upgrading) のプロセスを明らかにしたものである。これまで国内の下水汚泥における BBU のプロセスの報告事例は少なかったが、今回の研究では  $\text{H}_2$  添加量を段階的に変化させたバッチ式実験を行い、ガス発生量やガス組成の時間変化や微生物叢の変化が明らかになった。下水の Power to Gas 技術は、余剰電力により水を電気分解し、得られた  $\text{H}_2$  を直接利用する、あるいは  $\text{H}_2$  と  $\text{CO}_2$  を反応させて  $\text{CH}_4$  を生成し利用する方法であり、欧州を中心に注目されている。下水汚泥は含水率の高い豊潤バイオマスであり、活用促進に向けて今後の研究に期待したい。

Lai Minh Quan らによる「最初沈殿池における高効率エネルギー回収技術の検討」は、下水のバイオマス回収を促進する方法である A ステージ技術について、設備面および維持管理面の向上の



ための研究を行ったものである。従来の A ステージ技術は、最初沈殿池および返送汚泥ポンプや汚泥掻き寄せ機などの機械機器が増え、また濃縮設備への送泥量の増加など維持管理面の改善が課題であったが、本研究では最初沈殿池設備を不要としたパイロットプラントを用いて沈殿池と汚泥濃縮までの処理を空気の制御によって行い、機械設備点数を大きく減らしながら、目標処理能力が達成されるとい研究成果が得られた。

設備投資の抑制に加えて、バイオマスやエネルギー回収の促進、維持管理や労力削減が期待される技術であり、スケールアップなどを今後も継続的な研究を期待したい。

鈴木藍らによる「デイスポージャー排水流入時の管渠内浄化に関する研究」は、デイスポージャー (DP) 導入による下水道への負荷増大の懸念について、下水管の浄化機能に着目して研究を行った



ものである。従来の DP 導入地域における長期検証結果では、下水処理場への負荷増大が明らかにされていなかったが、これは下水管での浄化機能であるという仮説を設定し、管路模型を用いて下水と DP 排水の混合水を用いた実験を行った。本研究では管渠内の浄化作用に寄与すると考えられる管渠内付着物 (生物膜) を再現し、生物膜の有無が DP 排水中の有機物量に及ぼす影響を調査して下水管の浄化作用のメカニズムが明確にされた。新規性が高く有用な研究であり、GHG 排出量の定量的な評価など今後の研究に期待したい。

最後に、いずれの論文についても、研究の継続と更なる発展と同時に、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。