

〈第32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2年10月30日(金)、第32回環境システム計測制御学会 (EICA) 研究発表会を開催した。

EICA では、毎年同研究発表会で「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、奨励賞を授与している。

第32回研究発表会では、令和2年10月13日(水)に開かれた選考委員会にて奨励賞として選考された、以下の6件に同賞を授与したのでここに報告する。

■奨励賞

- ・「脱水・乾燥汚泥含水率のリアルタイム計測への誘電率土壤水分計の適用可能性検討」
劉俊榮 (京都大学大学院), 大下和徹 (京都大学大学院), 高岡昌輝 (京都大学大学院), 藤森崇 (京都大学大学院), 日下部武敏 (京都大学大学院)
- ・「逆浸透膜のナノスケールレベルの欠陥を簡易に修復する『ナノスケールバンドエイド』の開発」
原田美冬 (山口大学大学院), 岡村正樹 (山口大学大学院), 新苗正和 (山口大学大学院), 鈴木祐麻 (山口大学大学院)
- ・「嫌気性消化汚泥のチクソトロピー現象のモデル化」
寺嶋光春 (北九州市立大学), 小手川陽子 (㈱日水コン), 孫夢 (北九州市立大学大学院), 劉兵 (北九州市立大学建築大学), 安井英斉 (北九州市立大学)
- ・「下水道資源を用いた固肥料による海域施肥の基礎的検討」
宮本豊尚 (国立研究開発法人 土木研究所), 重村浩之 (国立研究開発法人 土木研究所)
- ・「A ステージによる下水からのエネルギー回収最適化を目的とした運転制御条件の検討」
松田祐毅 (㈱明電舎), Lai Minh Quan (㈱明電舎), 酒井孝輔 (㈱明電舎), 中田昌幸 (㈱明電舎), 三溝正孝 (㈱明電舎), 福崎康博 (㈱明電舎), 細田菜摘 (神戸市建設局), 森本隆夫 (神戸市建設局), 梶本力 (神戸市建設局)
- ・「スマートウェアを活用した廃棄物処理施設における安全管理の高度化」
岡本宗一郎 (立命館大学大学院), 上鶴喜貴 (立命館大学大学院), 橋口伸樹 (立命館大学大学院), 児玉耕太 (立命館大学大学院), 橋本征二 (立命館大学)

今回選考対象となった論文は、査読論文が4編、ノートが3編、一般論文が19編の合計26編で、その中から当該学術、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文6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」、「ICTを活用した安全管理」といった幅広いテーマが寄せられた。以下に今回の奨励賞受賞論

文についての講評を紹介する。

劉俊榮らによる『脱水・乾燥汚泥含水率のリアルタイム計測への誘電率土壤水分計の適用可能性検討』は、誘電率土壤水分計を用いた熱処理工程における補助燃料供給や最適運転制御により、温室効果ガスの削減に期待できる研究である。誘電率土壤水分計は従来のマイクロ波式水分計に比べて測定誤差と含水率推定の精度は劣るものの、センサー自体が比較的安価である。また、土壤水分計はマイクロ波式水分計では推定が不可能な低含水率の乾燥汚泥などへ適用が可能であり、

特に乾燥プロセスなど、含水率の変動が大きい場面で強みを持つと考えられる。計測の精度を担保するためには、計測対象に合ったキャリブレーション式を作成する必要があるが、汚泥の含水率を目的変数、土壤水分計の水汚泥の含水率を計測出力値の3次式を説明変数とするキャリブレーション式で複数の汚泥試料の含水率を推定することが可能という知見が得られた。

水・乾燥汚泥含水率のリアルタイム制御には温度帯キャリブレーションの調整が必要になるため、今後は実フィールド現場での実証研究を期待したい。

原田美冬らによる『逆浸透膜のナノスケールレベルの欠陥を簡易に修復する『ナノスケールバンドエイド』の開発』は、逆浸透膜（RO膜）に存在するナノスケールレベルの欠陥を簡易に修復し、透水性を低下することなく汚染物質の除去率を効果的に向上する「ナノスケールバンドエイド」の開発研究である。少量のポリビニルアルコール（PVA）水溶液をろ過することでRO膜に存在する欠陥をPVAで塞ぎ、グルタルアルデヒドでPVAの安定化を行った。その結果、透水性を損なうことなく2.0 MPaにおけるNaClおよびローダミン-WTの透過量を約67%および約85%減らすことができた。また、欠陥を塞いだPVAは薬品洗浄に対しても安定であることが示された。世界各地では飲用水の不足が今後ますます顕在化することが予想されており、RO膜による下水再生水の直接間接飲用が期待されている中、継続的な研究が期待されるものであった。

寺嶋光春らによる『嫌気性消化汚泥のチクソトロピー現象のモデル化』は、嫌気性消化槽の攪拌混合に大きく影響を及ぼすと言われている槽内汚泥のレオロジー特性に関する研究である。チクソトロピー性の擬塑性流体として振る舞う嫌気性消化汚泥の粘性を数式モデル化し、本モデルによるフィッティングは、剪断付与下の嫌気性消化汚泥の擬塑性粘度 μP および構造指数 $n\text{P}$ の両方の時間変化の測定結果に良好にあてはまるという知見が得られた。これまで感覚的に理解されてきた槽内汚泥のレオロジー特性について、チクソトロピーの視点で粘性や剪断応力から論理的にモデル化するというアプローチは興味深いものであった。季節性や汚泥の性状、処理場の違いなど様々な変動要因が考えられるが、今後の研究により明らかになることを期待したい。

宮本豊尚らによる「下水道資源を用いた固化肥料による海域施肥の基礎的検討」は、藻類等の養殖を行っている限られた海域への栄養塩の供給剤として下水汚

泥肥料等の活用の可能性を検討するために、液状試料や粉体試料を固化した模擬固化肥料について溶出速度の検討を行ったものである。溶出試験ではワイブル分布の累積分布関数で溶出現象を近似し、溶出速度に与える影響が求められた。超純水と塩化ナトリウム水溶液を溶媒として試験を行ったが、溶出には大きな差はみられなかった。また寒天で固化すると、最終的な溶出量には差がみられなかった一方で、溶出速度を大幅に抑制し、相対的に長期間溶出が継続することが明らかになった。今回の研究ではラボスケールでの実証であったが、実スケール・実環境での試験と事業の採算性や環境影響評価について継続的な研究が望まれる。

松田祐毅らによる「Aステージによる下水からのエネルギー回収最適化を目的とした運転制御条件の検討」は、過年度に行われたAステージ技術を用いて、国内下水処理場のパイロット試験における課題であった運転条件による回収効果の最適化に関する研究である。本研究では溶存酸素、汚泥滞留時間をパラメータとして、有機物の生汚泥への転換率を最適化させる条件について検討し、SRTやDOによるパラメータ調整によりCOD除去率および汚泥COD転換率が最適化できることが示された。下水汚泥回収を最適化するための条件が明らかになったことで、実運用で効果が期待できるものであった。今後は処理場全体での収支に配慮した運用への発展に期待したい。

岡本宗一郎らによる「スマートウェアを活用した廃棄物処理施設における安全管理の高度化」は、スマートウェアを活用して作業員の生体情報を計測するシステムを廃棄物処理施設に導入し、熱中症の危険性や労働強度（身体負荷）の実態を把握した研究である。近年の異常な高温下における作業では、より適切で細やかな安全管理が求められるが、スマートウェアを活用して作業員の心拍数等を常時計測し、熱中症の危険性や危険な労働強度を客観的なデータとしてリアルタイムに監視可能とすることは、作業員の身体的な差異や作業内容の差異等を踏まえた上で第三者からの注意喚起・警告などが可能になるため有用性が高いと考えられる。作業員の安全確保のための安全管理は今後益々重要になるため、継続的かつ完成度を高める研究を期待したい。

最後に、いずれの論文についても、研究の継続と更なる発展、実用化に向けた現場レベルの改善などを期待すると同時に、今後の環境システム計測制御分野での更なる発展につながることを期待している。