水の高度処理・再生利用および 汚泥の高度脱水・燃料化システム

名城大学 理工学部環境創造工学科 准教授 片桐 誠之

名城大学

理工学部

環境創造工学科

エネルギー・資源循環分野 創エネ・省エネ技術 廃棄物処理技術. 資源循環

環境共生分野

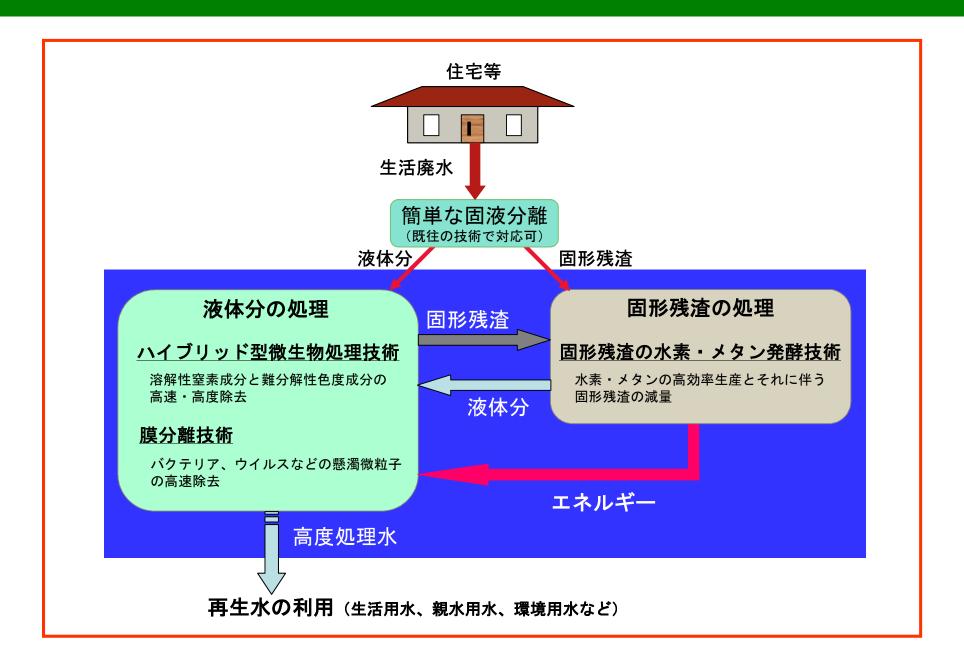
人間活動環境分野

本日の内容

1. 水の高度処理プロセス 再生水利用

2. 汚泥の高度脱水プロセス 固形燃料化

廃水の高度処理・循環利用システム



微生物の特殊機能の利用



特殊微生物: 白色腐朽菌(カワラタケ) 木材を腐朽させるキノコ

プレート上での染料脱色の様子



接種直後



2日後



1日後



5日後

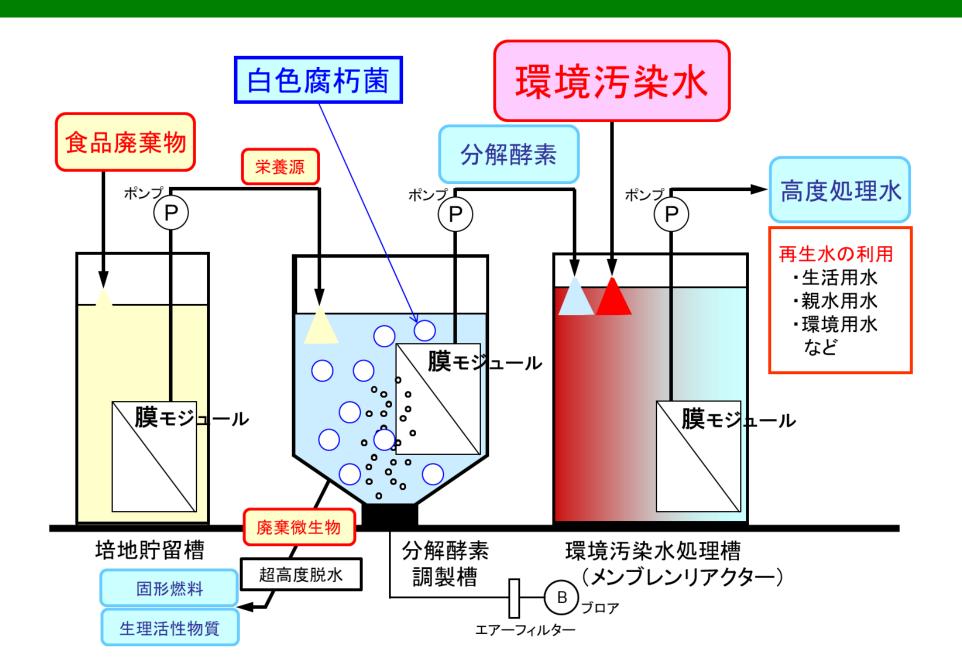
分解可能な環境汚染物

ダイオキシン, PCB, 環境ホルモン 合成高分子(ナイロン, ポリエチレン) 農薬, 殺虫剤, 医薬品, 染料など

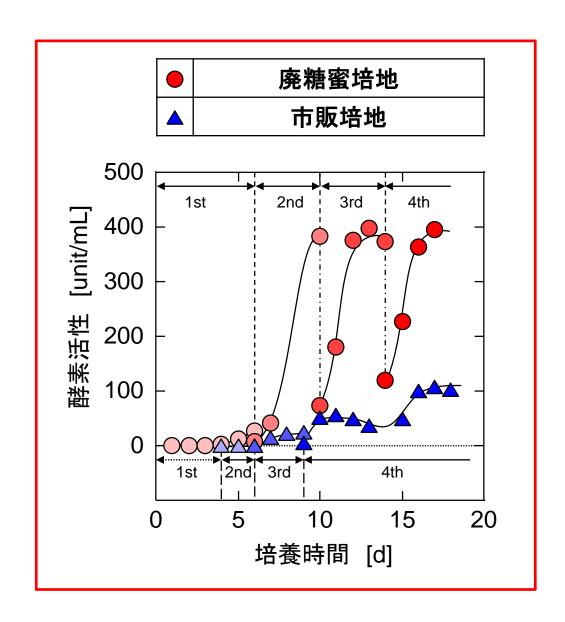
廃棄微生物の有効活用

生理活性物質の回収 **抗癌剤,血圧降下剤**

食品・菌・酵素を有効活用する難分解性廃水の膜利用型高度処理プロセス



分解酵素の産生(食品廃棄物(廃糖蜜)の有効活用)



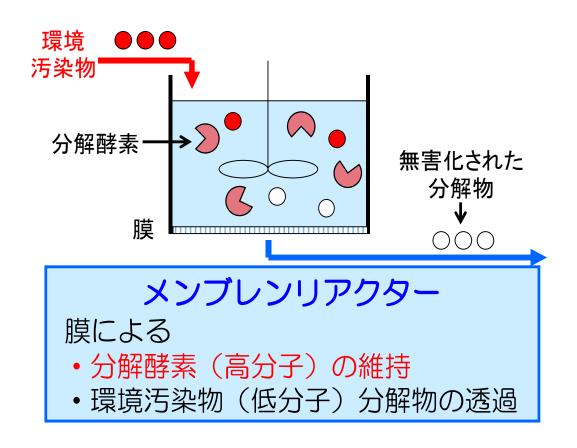




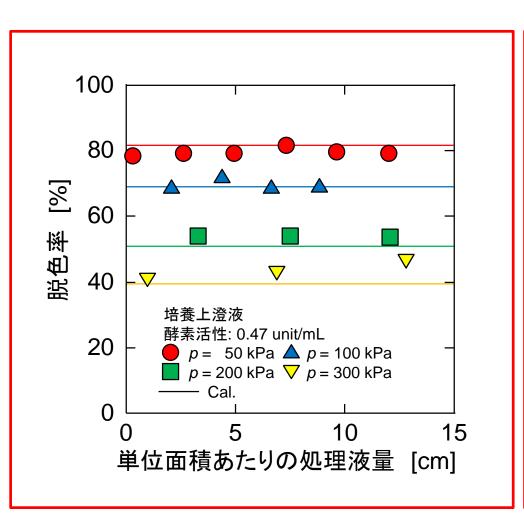
廃糖蜜培地にて 高い酵素活性を確認

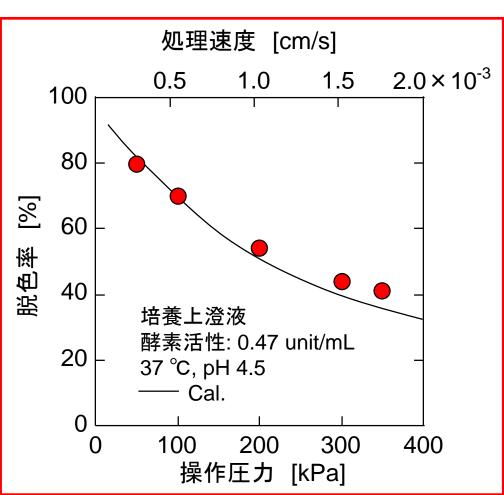
酵素メンブレンリアクター

- 酵素による汚染水の連続処理を想定
 - ⇒ CSTR(連続流撹拌槽型反応器)
- 酵素の有効活用 ⇒ 分離膜(限外濾過膜)による動的固定



酵素メンブレンリアクターによる染料脱色挙動





処理性能の安定性・脱色率推算法の有用性を確認

処理性能(染料脱色率)の推算

Michaelis - Menten式

$$(-dC_A/dt) = V_{\text{max}}C_A/(K_{\text{m}} + C_{\text{A}})$$
 (1)

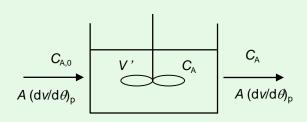
V_{max}:最大反応速度

C_A : 基質濃度

K_m: Michaelis定数

透過速度 $(dv/d\theta)_p$ が一定 (3)

CSTR 物質収支式



$$A(dv/d\theta)_{p}(C_{A,0}-C_{A})$$

$$=V'(-dC_{A}/dt)$$
(2)

A: 濾過面積

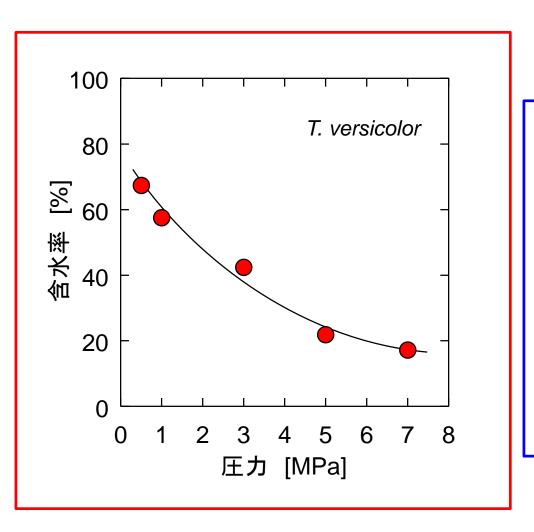
V': 反応器体積

脱色率推算式

$$V'V_{\text{max}} / \{A(dv/d\theta)_{p}\} = (C_{A,0} - C_{A}) + (K_{m}/C_{A})(C_{A,0} - C_{A})$$
(4)

Decolorization [%] =
$$\frac{C_{A,0} - C_A}{C_{A,0}} \times 100$$
 (5)

余剰菌の圧搾脱水



<u>生理活性物質</u>

搾液:血圧降下作用(ACE阻害活性)

抗酸化作用(SOD活性)

脱水ケーク: 抗腫瘍活性物質

(*β*ーグルカン)

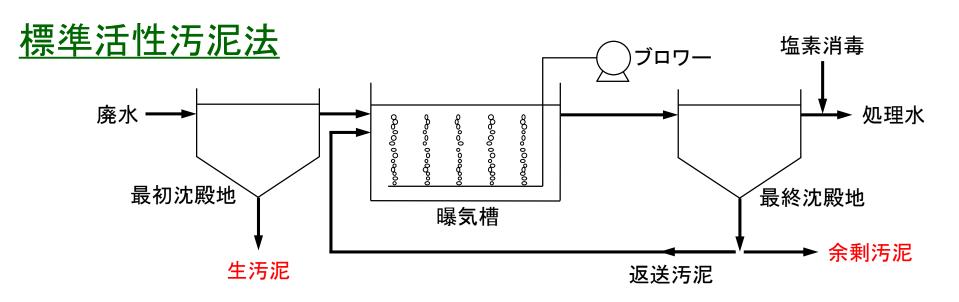
高圧による高度な減量化・生理活性物質の回収

本日の内容

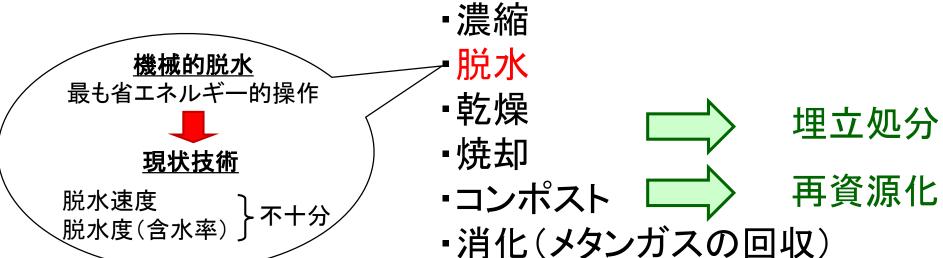
1. 水の高度処理プロセス 再生水利用

2. 汚泥の高度脱水プロセス 固形燃料化

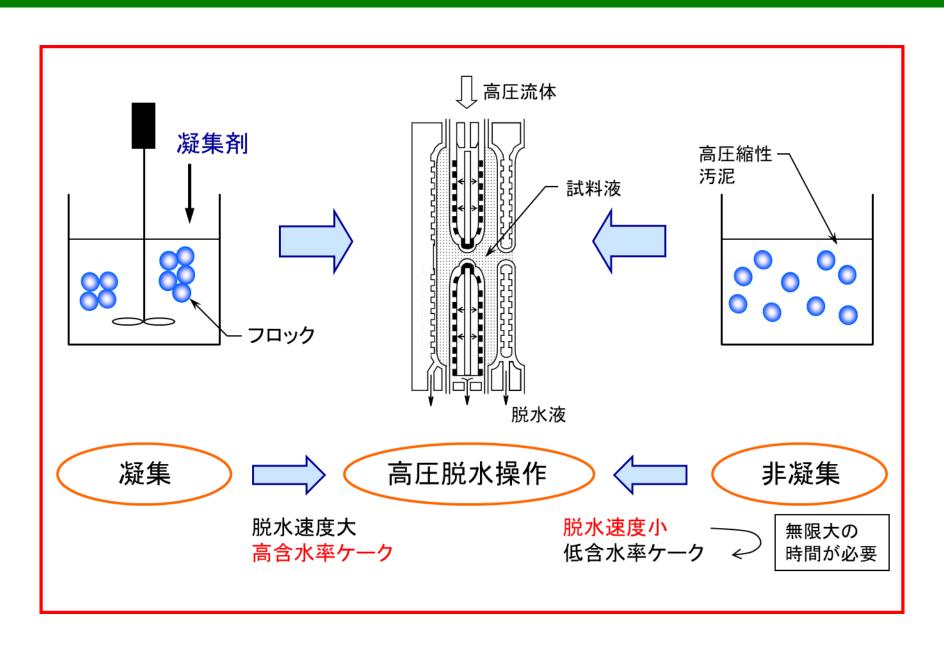
活性汚泥法



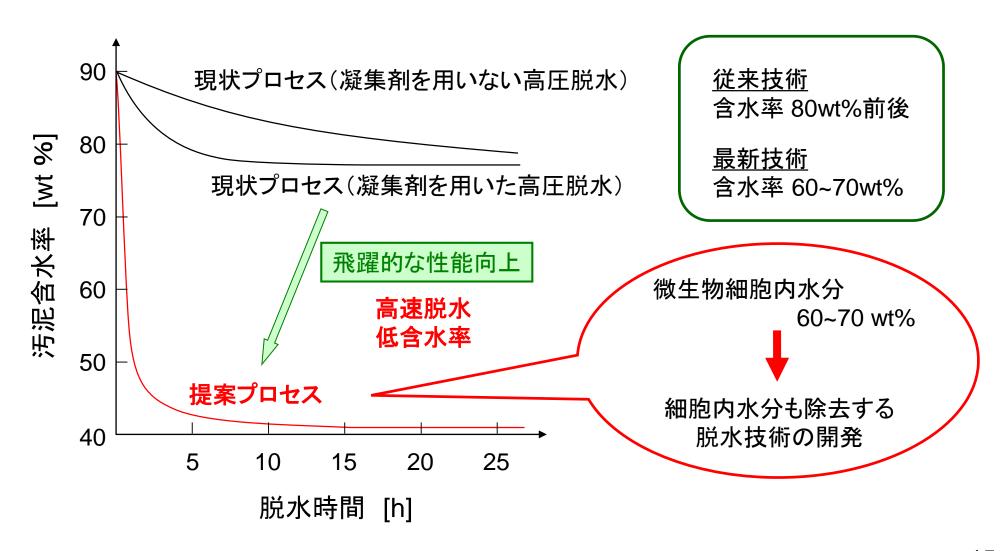
汚泥減容化



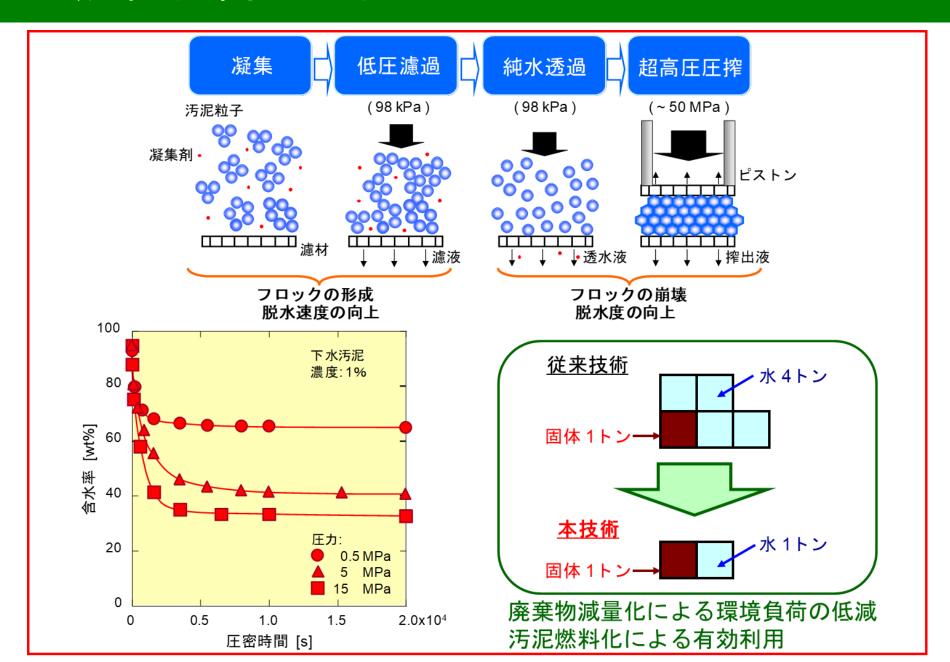
現状プロセスの限界



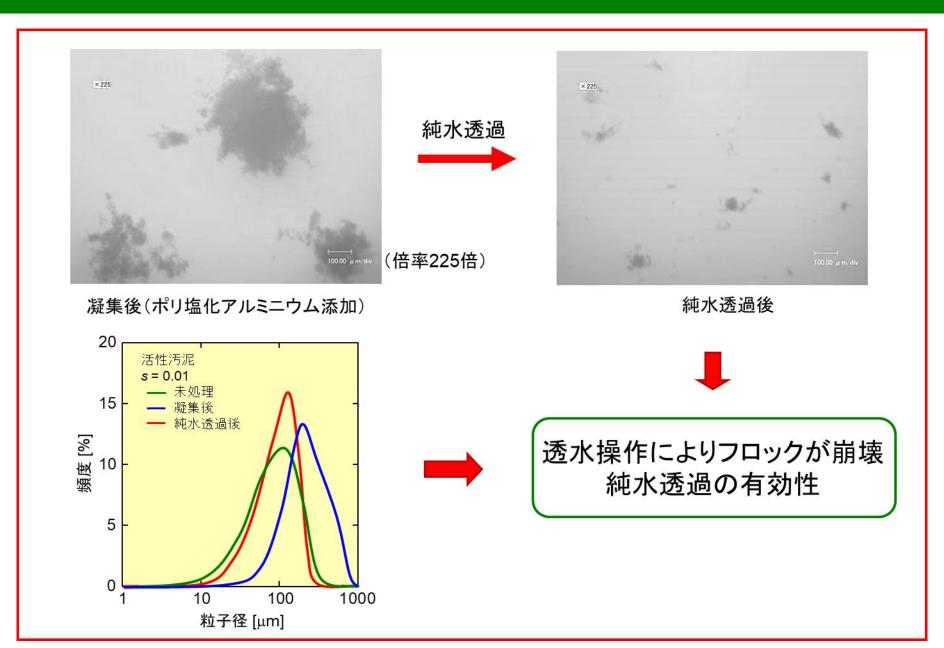
汚泥脱水プロセスの提案



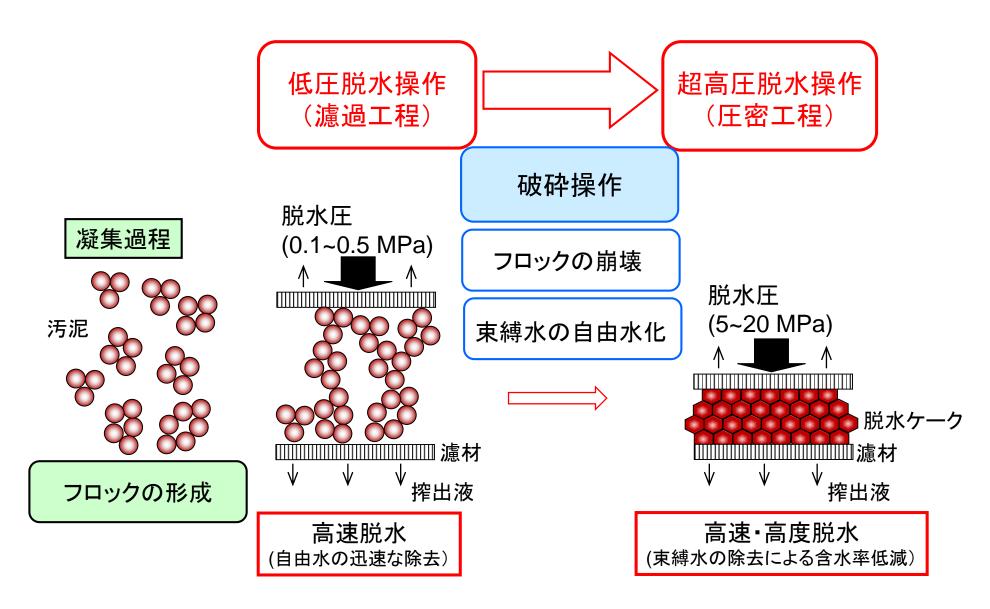
可逆凝集・超高圧脱水プロセス



透水によるフロックの崩壊



破砕・超高圧脱水プロセス



まとめ

1. 水の高度処理プロセス

酵素メンブレンリアクターによる環境汚染物の連続処理 を実現

食品廃棄物を有効活用する分解酵素産生法を確立 余剰菌の高度脱水と生理活性物質の回収を実現

2. 汚泥の高度脱水プロセス

可逆凝集を利用した超高圧脱水により極低含水率を実現 破砕操作導入による新規手法を検討中

参考文献

- (1) Katagiri, N., M. Takatsu, S. Kitahata, Y. Mizuno and E. Iritani; Membrane Type Wastewater Decolorization Using Culture Supernatant of *Trametes versicolor*, *J. Wat. Environ. Technol.*, **16**(1), 54-62 (2018) [https://doi.org/10.2965/jwet.17-026]
- (2) 片桐誠之, 水野由貴, 北畑智志, 入谷英司; 高圧圧搾操作による白色腐朽菌の高度脱水と生理活性物質の搾出, 化学工学論文集, **46**(2), 18-23 (2020) [https://doi.org/10.1252/kakoronbunshu.46.18]
- (3) Iritani, E., N. Katagiri, T. Washizu and K.J. Hwang; High-Level Deliquoring of Activated Sludge by Ultrahigh-Pressure Expression Combined with Flocculation, *Chem. Eng. Sci.*, **112**, 1-9 (2014) [https://doi.org/10.1016/j.ces.2014.03.008]
- (4) 入谷英司, 片桐誠之, 鷲津拓也, 黄國楨, 鄭東文; 活性汚泥の圧搾による高度脱水における可逆凝集と超高圧の複合効果, 化学工学論文集, **40**(5), 396-403 (2014) [https://doi.org/10.1252/kakoronbunshu.40.396]
- (5) Iritani, E., N. Katagiri, M. Yamada, K.J. Hwang and T.W. Cheng; Ultrahigh-Pressure Expression of Activated Sludge Assisted with Self-Flocculation Caused by Ultrasonication, *Chem. Eng. Res. Des.*, **112**, 16-23 (2016) [https://doi.org/10.1016/j.cherd.2016.06.008]

おわりに

ご清聴ありがとうございました

片桐 誠之

名城大学

理工学部環境創造工学科

エネルギー・資源循環分野

E-mail: katagiri@meijo-u.ac.jp

Tel: 052-838-2368