

# 高効率エネルギー変換システムと流動化技術

東京農工大学 工学部 化学物理工学科 伏見研究室

Tel: 042-388-7062, e-mail: cfushimi@cc.tuat.ac.jp, website: http://web.tuat.ac.jp/~cfushimi/

現在、日本では1人1年当たりで、約0.62 tの天然ガス、約1.1 KLの石油、約1.4 tの石炭を消費しており、その結果1人1年で約8.3 t=1日 13000 Lもの二酸化炭素を排出しています(2020年度統計)。2050年の正味のCO<sub>2</sub>排出量ゼロを目指し、安定した社会を構築するためには、**再生可能エネルギーの大幅な利用拡大と炭素系資源利用の徹底した高付加価値化**を図ることが必須です。そのために当研究室では、以下の研究課題について取り組んでいます。

## テーマ1. 炭素系資源の熱化学変換反応器の開発

(熱分解・ガス化・液化・エステル化)

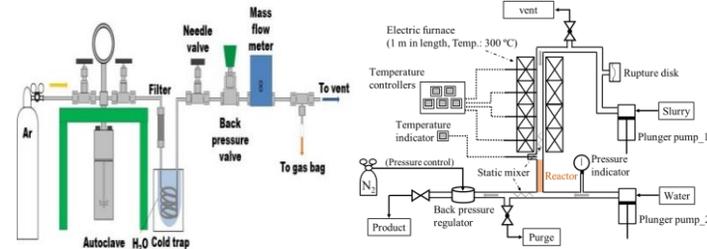
## テーマ2. バイオマスからの化学品・燃料生産プロセスの開発

## テーマ3. 流動層装置の流動と反応解析

## テーマ4. 再生可能エネルギーを組んだ

火力発電とバイオマス発電の高付加価値化

### 炭素系資源の熱化学変換反応器の開発 (熱分解・ガス化・液化・エステル化)



新規作製したフラッシュ加水分解実験装置図

水熱液化によるバイオマスからの油分と栄養素の回収実験、木質バイオマスからの有用品合成実験装置図

R. Usami, K. Fujii, C. Fushimi, *ACS Omega*, **5**, 6684-6696, 2020

C. Fushimi, C. Tachibana, R. Usami, *Int. Conf. Biomass 2018, Best Scientific Paper Award 1位受賞 2018* and *Int. J. Sus. Biomass Bioenergy* **1**, 1-5, 2018 and

橋 智恵美、伏見 千尋 第13回バイオマス科学会(日本エネルギー学会)ポスター賞受賞 2018

C. Fushimi, M. Yazaki, R. Tomita, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* **90**, 68-78, 2018

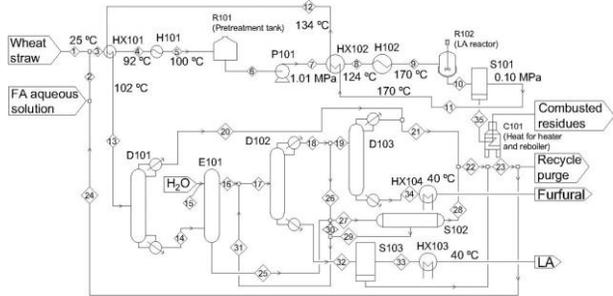
C. Fushimi and A. Umeda, *Energy & Fuels*, **30**, 7916-7922, 2016

C. Fushimi, M. Kakimura, R. Tomita, A. Umeda, T. Tanaka, *Fuel Processing Technology* **148**, 282-288, 2016

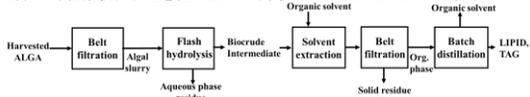
S. Krrerkkaiwan, C. Fushimi et al., *Fuel Processing Technology*, **115**, 11-18, 2013

独自開発した水熱液化装置や小型反応装置などを用いて、木質・藻類バイオマスの熱化学反応器の開発を行っています。また、今後のバイオマスの拡大利用の鍵となるバイオマスからの油分と栄養素の高効率回収技術の開発や下記とも連動して有用化学品合成の実験も行っています。

### バイオマスからの化学品・燃料生産プロセスの開発



触媒回収、廃棄物再利用を組み込んだ木質バイオマスからのレプリン酸合成プロセス



水熱液化による藻類バイオマスからの脂質生産プロセス

R. Ukawa-Sato, N. Hirano, C. Fushimi, *Chem. Eng. Res. Des.*, **192**C, 389-401, 2023

R. Ukawa-Sato, G. Guan, C. Fushimi, *J. Chem. Eng. Jpn.* **54**, 620-629, 2021

K. Fujii, C. Fushimi, *Excellent paper award*, 8<sup>th</sup> Asian Conf. on Biomass Science 1位受賞 2021

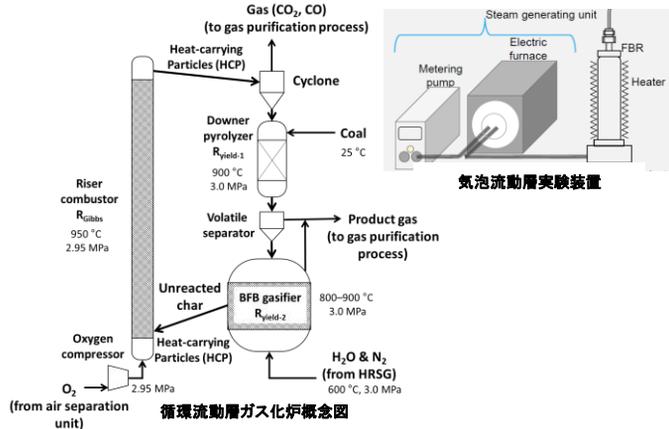
M. Yazaki, C. Fushimi, *Energy Fuels* **34**, 9632-9642, 2020

矢崎 美奈、伏見 千尋 バイオマス科学会(日本エネルギー学会)ポスター賞受賞 2019

佐藤 龍ら APCChE 2019, Research Proposal on SDGs from Youth, Impact Award 受賞

バイオマスを用いたバイオリファイナリーが注目を集めています。当研究室では、1つの工程だけに注目するのではなくシステム全体に着目し、木質・藻類・廃棄物系バイオマスからの有用化学品や燃料生産について、安価で低環境負荷型の製品生産システムの開発とそれに関する実験を行っています。Green Chemistryの観点、廃棄物削減の観点からプロセスを設計し、経済性評価を行っています。

### 流動層装置の流動と反応解析



循環流動層ガス化炉概念図

C. Fushimi, K. Yato et al., *KONA Powder and Particle J.* **38**, 94-109, 2021

伏見 千尋 2019年度日本エネルギー学会 進歩賞(学術部門)受賞, 2020

Y. Furusawa et al., *Fuel Processing Technology* **193**, 304-316, 2019

W. Lian et al., *Chemical Engineering Science* **205**, 259-268, 2019

S. Thangavel et al., *J. Chemical Engineering of Japan* **51**, 342-348, 2018

田口 遥香 第23回 流動化・粒子プロセスシンポジウム(化学工学会)優秀ポスター賞受賞 2017

C. Fushimi et al., *Fuel Processing Technology* **167**, 136-145, 2017

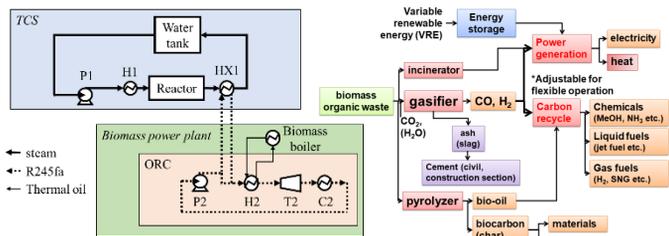
Z. Zhao et al., *Powder Technology* **321**, 336-346, 2017

小林 美穂 第22回 流動化・粒子プロセスシンポジウム(化学工学会)優秀ポスター賞受賞 2016

C. Fushimi et al., *Advanced Powder Technology*, **25**, 379-388, 2014

粉体を充填した層(固定層)に下方から流体を吹き込むと、ある流速以上で粉体が流動化し、流動層を形成します。当研究室では、従来型の気泡流動層や循環流動層装置をはじめとして、ダウン型反応器などを用いて実験を行い、流動層装置の流動解析と反応解析の両方を行っています。また、下記のプロセス用の流動層装置で粒子の非定常での伝熱速度の測定も行っています。

### 再生可能エネルギーを組んだ 火力発電とバイオマス発電の高付加価値化



流動層蓄熱反応器を組み込んだ  
非定常運転対応可能なバイオマス発電の概念図

非定常運転対応型バイオマス  
高度・高付加価値利用の概念図

Uchino, T., T. Yasui, C. Fushimi, *J. Energy Storage*, **61**C, 106720 (14 pages), 2023

Murakoshi, R. and C. Fushimi, *J. Energy Storage*, **55**B, 105586 (16 pages), 2022

T. Uchino, T. Yasui, C. Fushimi, *Energy Conversion Management*, **243**, 114366 (11 pages), 2021

T. Uchino, C. Fushimi, *Chem. Eng. J.* **419**, 129571 (12 pages), 2021

C. Fushimi, *Energy Fuels* **35**, 3715-3730, 2021

W. Yonamine, S. Thangavel, H. Ohashi, C. Fushimi, *Energy Conv. Management* **174**, 552-564, 2018

R. Hoya, C. Fushimi, *Fuel Processing Technology* **164**, 80-91, 2017

発電部門でのCO<sub>2</sub>排出の大幅削減に向けて、火力発電やバイオマス発電の高効率化の研究を行っています。今後は、電力システムの安定化に向けての役割も期待されるため、再生可能エネルギーと組んだ際の非定常運転での高付加価値化と経済性評価も行っています。