

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

令和3年度 研究開発年次報告書

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：林 潤一郎]

[九州大学 先導物質化学研究所・教授]

[研究開発課題名：熱化学再生型バイオマスガス化の開発と実証]

実施期間：令和3年4月1日～令和4年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1) 九州大学グループ

① 研究開発代表者: 林潤一郎 (九州大学先導物質化学研究所、教授)

② 研究項目 (2020 年度)

項目 1: カリウムを触媒とする熱分解・ガス化法の開発

1.1. カリウム触媒担持法開発 (MS1)

1.2. 熱分解法の開発 (ラボスケール・カリウム担持バイオマス熱分解試験) (MS3)

1.3. 改質ガス化法の開発 (カリウムを触媒とするチャーガス化の速度論・反応機構解明) (MS4)

項目 2: ベンチスケール試験研究

2.1: 熱分解試験研究 (MS6)

2.2: 熱分解・ガス化試験研究

項目 3: 熱化学再生型ガス化プロセス設計

3.1. プロセスシミュレーション (定常プロセスシミュレータ構築)

項目 4: サプライチェーン・ビジネスモデル検討

4.1: バイオマス供給モデル検討

※上記の項目はいずれも本研究開始当初に計画した当該年度の実施項目である。MS を付した項目は研究提案時に設定したものは当該年度末までに到達すべきマイルストーンを設定したものである。MS の後に付した数字は MS の通し番号である。

§2. 研究開発実施の概要

本研究は、木質バイオマスを高冷ガス効率かつ超低タール排出で合成ガス (H_2/CO) に転換する熱化学再生型ガス化プロセスをベンチスケールで概念実証することを目的とする。具体的には①冷ガス効率 $\geq 95\%$ (原料 LHV 基準)、②合成ガス中重質タール濃度 $< 5 \text{ mg/m}^3_{N\text{-dry}}$ 、③合成ガス中低級炭化水素濃度 $< 3 \text{ vol}\%$ 、④熱分解、タール改質およびチャーガス化の触媒となるカリウム (K) の原料への担持とリサイクル利用、を実証する。本年度は、当初に掲げた四つのマイルストーン (MS) への到達を目標として研究を実施し、全への MS に到達、次年度以降に設定した MS の一部への到達を達成した。K 担持原料の熱分解に関しては、網羅的反応モデルに基づいて反応機構を解明し、K による架橋形成促進、架橋形成量と無機ガス生成量の量論関係導出、さらに、架橋形成量に基づく重質タール生成抑制の定量的説明に成功した。この成果を踏まえて K 担持原料のベンチスケール連続熱分解を実施し、原料への K 担持に簡便なスプレー法を適用したにも拘らず重質タール収率を 95%以上抑制できることを実証した。K 担持チャーのガス化については、K 触媒のチャー中濃度と活性の関係を定量的に示し、高活性クラスターの生成やチャー中の飽和等の現象を考慮した速度式を提示した。以上の知見を踏まえつつプロセスシミュレーションによつ

て割り出した条件を適用したベンチスケール連続熱分解・改質ガス化試験を実施した。その結果、改質ガス化炉内のチャー充填層が固定層であるという条件付きながらも上記数値目標のうち①、②、③および④を達成した。当初計画にない「無水糖をはじめとする有用化学物質を併産するトレファクションを起点とするプロセスの基礎検討」を実施し、無水糖収率(収率 12%)や他の有用物質や無機ガスを熱分解に先立って生成、回収できること、トレファクションに必要な熱量は熱分解よりも十分小さいこと等の知見と成果を得た。