

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 15043 号
------	---------------

氏 名 WANG Yuxin

### 論文題目

Study on elucidation of behaviors and reaction mechanisms of biomass gasification for enhanced energy conversion  
(エネルギー変換効率向上のためのバイオマスガス化挙動と反応機構解明に関する研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	成瀬 一郎
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	笠原 次郎
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	小林 敬幸
委員	岐阜大学	工学部	教授	義家 亮

## 論文審査の結果の要旨

WANG Yuxin 君提出の論文「Study on elucidation of behaviors and reaction mechanisms of biomass gasification for enhanced energy conversion (エネルギー変換効率向上のためのバイオマスガス化挙動と反応機構解明に関する研究)」は、マクロからミクロの観点で、小規模自律式充填層ガス化装置における酸素富化空気を用いたバイオマスガス化の挙動を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、世界のエネルギー消費の基本的側面を論じ、持続可能な解決策への緊急の必要性と再生可能エネルギーの役割、とくに化石燃料の代替としてのバイオマスに焦点を当てている。この章では、エネルギー源としてのバイオマスの潜在能力に不可欠なバイオマスの独特な特性、その種類と利用可能性を探求している。また、ガス化、熱分解、燃焼などの熱化学的変換プロセスについて、その機構と効率を詳述している。さらに、固定床、流動床、噴流床ガス化器などのガス化装置の種類についても議論を展開し、それらの設計、運用特性および異なるバイオマスタイプとの互換性を論じている。これにより、エネルギー課題への対応におけるバイオマスガス化の潜在能力をさらに探究するための基盤を述べている。

第2章では、酸素富化空気を用いたバイオマスガス化の影響を明らかにし、小規模自律式充填層ガス化装置内でのその影響に焦点を当てている。層高やガス化装置の温度分布などの主要なパラメータを分析し、ガス化プロセスへの影響を考察している。生成ガスの組成と濃度を計測し、エネルギー効率を評価するために低位発熱量 (LHV) やタール含有量を指標として評価している。ガス化プロセスの効率は、冷ガス効率 (CGE) と炭素転換率を通じて考察しており、酸素富化空気を使用することの効果と環境への利点についての検討している。この検討は、充填層ガス化方式がとくに小規模で持続可能かつ効率的なエネルギー生産のために有効であることを明らかにしている。

第3章では、縦型バッチ炉を使用した実験研究を通じて、温度 (750–1300°C) とガス化剤 (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O およびその混合物) がバイオマスチャーのガス化特性に与える影響を実験と反応工学モデルを駆使して検討している。ガス化機構の解明とガス化の反応モデルが遷移する現象を説明するためにチャーの活性サイト仮説を提案した。この考察は、異なるガス化条件下でのバイオマスチャーの反応についてより深い理解を提供し、混合ガス化雰囲気でのガス化プロセスを定量的に説明することに貢献した。これは、混合ガス化雰囲気でのバイオマスチャーのガス化の動力学と機構を説明する重要な知見である。

第4章では、正確な熱重量変化を得るために熱重量分析器 (TGA) を利用して、ガス化条件下での灰粒子およびアルカリおよびアルカリ土類金属 (AAEM) 化合物がどのようにあガス化挙動に影響を及ぼすかについてバイオマスチャーの構造や組成変化を観察・分析し実験的に検討している。得られた結果からアルカリおよびアルカリ土類金属がチャーのガス化反応に対して触媒的に機能していることを明確にした。

第5章は、本研究の結論である。

以上のように本論文ではマクロからミクロの観点で、小規模自律式充填層ガス化装置における酸素富化空気を用いたバイオマスガス化の挙動を明らかにしている。これらの評価方法ならびに得られた結果は、持続可能なエネルギー利用技術の開発において、バイオマスエネルギーの変換効率向上のために貢献でき、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるWANG Yuxin君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。