

令和 2 年 1 月 31 日

学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名: Yan SUN

論文題目:

「バイオマス流動接触分解反応における粘土触媒の活性因子の検討」(Study on active factors of clay catalyts on biomass fluid catalytic cracking reactions)

本博士論文は、インドネシアにおいて導入可能なバイオマスガス化プロセスの確立を目的として、現地で調達可能な粘土粒子のガス化タール分解除去触媒としての適性を先らかにするとともに、その活性因子の影響度を定量的に把握することを目指したものである。

インドネシア産粘土がバイオマス水蒸気ガス化に及ぼす影響を調査するために、セルロースを代表物質として、インドネシア国内で調達された 9 種類の粘土を流動媒体とした接触分解反応実験が行われた。実験の結果、粘土粒子は珪砂と比較して、バイオマスからタールへの転換率(炭素基準)を 30 ポイント程度低減させ、ガスへの転換率も 5 ポイント程度増加させることができることを示した。市販の活性白土と比べて、ガスへの転換率は 10 ポイント程度低い結果となったが、タール転換率は同程度であり、良好なタール除去が可能であることが示された。以上の結果より、インドネシア産粘土粒子は、低コストタール炉内除去触媒として有効であると結論付けられた。

バイオマス流動接触分解反応実験で得られた生成物のデータと使用した粘土の物性データとの因果関係を定量化するために、統計学的手法を用いた解析が行われた。バイオマスガス化生成物の因子分析により、5 つの生成物の生成量は「粘土粒子による揮発生成物の吸着性」ならびに「粘土粒子に吸着された揮発生成物のコーキング反応性」の 2 因子で整理できることが示された。同様に、粘土物性の因子分析により、11 項目の粘土物性が 4 因子に集約できることが示された。物性 4 因子と生成物 2 因子の間の重回帰分析より、ガス化生成物の生成量におよぼす影響度が定量化され、ガスの収率向上には、Fe 含有量の増加、Al 含有量の増加あるいは K 含有量の減少および Mg 含有量の減少が、タールの削減には酸量の増加および細孔径および細孔容積の増加が高い影響を持つことが分かった。この知見は、粘土を流動媒体とする循環流動層ガス化プロセスにおける流動媒体の選定において非常に有用と考えられた。

9 種類のインドネシア産粘土粒子からスクリーニングされた 1 種類の粘土について、循環流動層ガス化プロセスを模擬した酸化・還元試験が実施された。25 回の酸化・還元実験では、顕著な性能劣化は認められず、選定した粘土は循環流動層で問題なく利用できることが示された。

以上の研究を通じて、査読付き原著論文 1 報、国際会議要旨 1 報(査読付き)、ならびにテクニカルレポート 1 報(査読付き、掲載可)を公表した。以上の成果は博士(理工学)の学位に値するものと判定した。

審査年月日 令和 2 年 1 月 31 日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	渡邊智秀	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	板橋英之	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	黒田真一	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	中川紳好	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	野田玲治	印

関連論文（1）

著者名 SD Sumbogo Murti, Yuta SUDO, Yan SUN, Adiarso, Reiji NODA
論文題目 Investigation of biomass gasification using Indonesian clay as catalyst
(和訳) インドネシア産粘土を触媒とするバイオマスガス化に関する調査
雑誌名 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 第 105 巻 0012105
1 頁～6 頁 2018 年

関連論文（2）

著者名 SUN Yan, SUDO Yuta, Imron Masfuri, Novio Valentino, Atti Sholiha, NODA Reiji
論文題目 Evaluation of clay catalysts for biomass fluid catalytic cracking gasification
(和訳) バイオマス流動接触分解ガス化のための粘土触媒の評価
雑誌名 23rd International Conference on Fluidized Bed Conversion
1191 頁～1197 頁 2018 年 5 月

関連論文（3）

著者名 孫燕, 須藤裕太, Imron Masfuri, Novio Valentino, Atti Sholihah, 野田玲治
論文題目 多変量解析によるインドネシア産粘土の触媒活性の影響要因に関する検討
(英訳) A study on the influence factors of catalytic activity of Indonesian clay by multivariate analysis
雑誌名 日本エネルギー学会誌 掲載可 2020 年