別紙1－1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※　甲　　第　　14233　　号

氏　　名　林　毅雄

論　文　題　目

Numerical Study on Chemical Reactions and Transport Phenomenon in The Solid Catalyst Fixed Bed for Methanation of Carbon Dioxide and Dry Reforming of Methane
(二酸化炭素メタネーションおよびメタン乾式改質触媒固定床における化学反応と移動現象に関する数値解析的研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来社会創造機構	教授	則永　行庸
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	川尻　喜章
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	山本　和弘
委員	名古屋大学	未来社会創造機構	教授	旭　良司

別紙１－２

論文審査の結果の要旨

林毅雄君提出の論文「Numerical Study on Chemical Reactions and Transport Phenomenon in The Solid Catalyst Fixed Bed for Methanation of Carbon Dioxide and Dry Reforming of Methane (二酸化炭素メタネーションおよびメタン乾式改質触媒固定床における化学反応と移動現象に関する数値解析的研究)」は、固体触媒上でのメタネーション及びメタン乾式改質反応を、触媒内細孔構造から反応器全体に至るミクロからマクロスケールまでを解析対象とする反応性熱流体シミュレーションによって理解し、触媒の設計や反応操作指針の獲得を目指して実施した一連の数値解析的研究の成果を纏めたものである。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、メタネーションとメタン乾式改質プロセスの高度化に向けた研究課題を、既往の研究のレビューに基づいて導き出し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章では、離散要素法（DEM）を用いて触媒固定床における個々の成型触媒粒子を解像し、格子ボルツマン法（LBM）を用いたメタネーションの数値解析を実施している。触媒粒子と不活性粒子の空間的配置や不活性粒子による希釈の度合いが、二酸化炭素の転換効率に及ぼす影響を、開発したDEM-LBMシミュレーションに基づいて評価し、希釈をしない場合と比較して、二酸化炭素の転換速度を二割程度向上できる触媒粒子の希釈率や配置状態を明らかにしている。

第3章では、多孔質媒体近似を適用して触媒層を連続体として扱うことにより、計算領域をシェルアンドチューブ型のメタネーション反応器全体に拡張し、触媒粒子の熱伝導度の向上がホットスポット形成の抑制に、特に効果的であることを明らかにしている。シェル側を流通する冷媒として高温高圧水を使用し、その相変化による沸騰伝熱を適切に活用することで、反応熱を効率的に除去できる様子のシミュレーションに成功している。

第4章では、触媒ペレット内部の細孔構造を決定論に定義するアルゴリズムを開発し、細孔内空間におけるメタン乾式改質をLBMによってシミュレートし、メタンの転化率やコーク析出特性に及ぼす空隙率やメソ孔とマクロ孔の容積比の影響を検討し、コーク析出を抑えつつメタンの転換速度を最大化する触媒構造を明示することに成功している。

第5章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、メタネーションやメタン乾式改質のような発熱を伴う固体触媒プロセスの工業化において、しばしば問題となる異常発熱やコーキングを抑制するための反応操作や触媒設計の指針獲得につながる数値解析手法の開発に成功している。ここで確立された一連の数値解析手法、並びに得られた知見は、二酸化炭素を利用する上で重要な化学工業プロセスであるメタネーションとドライリフォーミングの高度化に有用であり、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林毅雄君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。