

博士学位論文 審査結果の要旨

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程
博士学位論文審査委員会

主 査 君島 真仁

審査委員 高崎 明人

審査委員 小野 直樹

審査委員 角田 和巳

*審査委員 鹿園 直毅

*審査委員 Janusz Szmyd

氏 名	Marcin Pająk
論文題目	An evolutionary multi-objective optimization of the catalyst distribution in a methane-steam reforming reactor
〔論文審査の要旨〕 本論文は、メタンの水蒸気改質のための反応器内触媒層の温度分布を遺伝的アルゴリズムの援用により最適化する手法を提案するものである。水蒸気改質は水素濃度の高い合成ガスを生成するプロセスであり古くから実績のある技術である。その大きな特徴の一つとして強い吸熱性に起因して大きな温度勾配が生じ、この不均一な温度分布による熱応力の発生や触媒の劣化が生じることが挙げられる。本研究では、触媒を充填した反応器内の温度不均一の緩和のためのマクロパターンニングという独自の戦略を提案し、その有効性を数値解析により予測した。触媒と熱伝導に優れた非反応性の多孔性セグメントを導入した反応容器内部を計算領域とし、実験により得られた反応速度式を含む熱流動の計算コードを構築した。それに遺伝的アルゴリズムを実装し最適なセグメント構成を見出すことを目的とした数値解析に取り組み、反応進行度ならびにセグメント配置と温度分布の関連性を評価した。検討の結果、水蒸気改質反応が適切に進行し温度不均一の緩和が十分に期待できることがわかり、提案するマクロパターンニングが有望な手法であることを明らかにしている。 2022年11月4日（金）16:00-18:00にオンラインにて予備審査を実施した。審査員は学外審査委員2名（うち1名はポーランド AGH での指導教員）を含む6名で、前半1時間で申請者によるプレゼンテーションを実施し、後半1時間を質疑応答の時間とした。質疑では、なぜ様な温度分布が要請されるかについての説明が不足していることや最適化のパラメータがわかりにくいこと、非反応性セグメントの機能についての説明が不足していることなどが指摘された。また、数値解析における温度の境界条件と温度分布の解析結果との整合性に誤解を招きかねない内容があること、反応容器内の流速のプロファイルや圧力損失などの評価が十分に行われていないことなどが指摘された。その後、審査委員で協議を行い6名全員が予備審査合格を認めた。 最終審査は2023年2月7日（火）16:00-18:00にオンラインにて予備審査と同様の審査委員の出席のもとで実施した。予備審査での指摘事項について十分な改善が認められ、本論文で提案された手法の有用性を改めて確認することができた。発表と質疑が終了した後、審査委員による合否判定の審議を行い、全員一致で合格を決定した。審査委員が記入した学位審査評価シートの評価点は、すべてにおいて地域環境システム専攻が定める評価基準を満たしている。以上の通り申請者の博士論文の内容とこれまでの業績、研究者としての能力は、博士の学位に相応しいものと評価された。	

