

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	横山 公一
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">1</span> ・ 2 項該当		
論 文 題 目 CO <sub>2</sub> メタネーション反応器の均温化に関する基礎検討 (Basic Study on Temperature Equalization of CO <sub>2</sub> Methanation Reactor)			
論文審査担当者 <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div>主 査</div> <div>教授</div> <div>荻 崇</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div>審査委員</div> <div>教授</div> <div>定金 正洋</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div>審査委員</div> <div>教授</div> <div>金指 正言</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 5px;"> <div>審査委員</div> <div>助教</div> <div>平野 知之</div> </div>			
〔論文審査の要旨〕 <p>H<sub>2</sub>と排ガスから取り出した CO<sub>2</sub>を原料とし、CH<sub>4</sub>を製造し炭素を循環利用する CO<sub>2</sub>メタネーション技術が注目を集めている。この手法は Sabatier 反応に基づいた触媒反応器を利用するが、反応の初期過程で触媒層の温度が急上昇することが課題となっている。本研究では、温度上昇の抑制手法の明確化、次にその対策法の効果確認、そして最後に、天然ガスグリッドに供給可能なシステムの構築を目的として、以下の研究が行われた。</p> <p>第 1 章：Sbatier 反応は近年の触媒の改良により CO<sub>2</sub> 転換率の飛躍的な向上と反応温度の低温化が進み、CO<sub>2</sub> の有効利用技術の一つとして検討されている。この中で技術的な背景として、Ni 金属及び酸化物担体を用いた触媒技術の進捗及び、近年の検討で問題とされているガス入口近傍での触媒層の急激な温度上昇に対する対応を含めた反応装置としての技術課題が纏められた。またそれに基づき、本研究の目的が述べられた。</p> <p>第 2 章：まず二重管式反応器で数種類の触媒に対し、CO<sub>2</sub> 転化特性や触媒層のピーク温度に着目した反応特性の検討結果が説明された。その結果、粒状触媒を内径 8mm の管内に充填した反応器では、触媒層のピーク温度が最大 143℃上昇し、抑制の必要性が再確認された。次いで、ガス流と熱媒流をクロスフローにした触媒層 3mm の反応器を試作し、管状反応器でピーク温度が最も低かった触媒（METH®134）を用いピーク温度の抑制を試みた結果が説明された。ピーク温度の上昇は最大 23℃となり、同触媒を管状反応器に充填した場合の上昇幅 48℃から半減できた。また、触媒層高を薄くすることがピーク温度抑制に有効である見通しが示された。</p> <p>第 3 章：触媒層高を薄くする手法として、ガス流路表層に触媒をコートすることにより、その効果が 2 種類の管状触媒反応器（粒状触媒反応器、触媒コート反応器）における温度特性と CO<sub>2</sub> 転化率の評価として確認された。触媒コート反応器では、ベース基材を積層造形法により金属粒子の凝集体からなる円管に形成した。反応器の内面は多孔状であり、その表面に触媒層が多重された。粒状触媒反応器では設定温度 300℃において、50℃近い温度上昇が生じたが、コート触媒反応器ではガス流れ方向にほぼ均温であった。さらに、CO<sub>2</sub></p>			

転化率は触媒反応器の最高温度によって決まる傾向が見られた。本研究で提案された反応器は、メタン化プロセスにおける問題点である反応中の温度上昇を解決する可能性を示した。

第4章：天然ガスグリッド供給を可能とする  $\text{CO}_2$  メタネーションプロセスを多段反応器により試みた結果が説明された。一段目反応器出口で生じる水分を除去し、二段目反応器入口の  $\text{H}_2/\text{CO}_2$  モル比を 3.9、二段目反応器の温度を 260 から  $280^\circ\text{C}$  に設定することで、反応器全体の  $\text{CO}_2$  転換率は 98%以上に達した。加えて、副生成物である  $\text{CO}$  を十分に酸化除去するため、最終段に PROX 触媒反応器を設ける想定の実験を行った結果、 $\text{CH}_4$  生成量を維持した状態で、出口ガス組成がドイツの天然ガスグリッド供給基準を満たすことを確認した。この結果、水分除去を含む反応器の二段化と最終段ガス精製を組み合わせるシステムを用いることで、 $\text{CO}_2$  メタネーション装置の生成ガスを天然ガスグリッドに供給可能であることを示した。

第5章：以上の検討に基づき、天然ガスグリッドに供給可能な  $\text{CO}_2$  メタネーション装置の基本構成と運転条件が総括され、最後にこの研究の今後の展開についてまとめられた。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。