

ディビジョン番号	12
ディビジョン名	触媒化学

大項目	4. 資源エネルギー
中項目	4-2. 天然ガス、低級オレフィン
小項目	4-2-2. 天然ガスの改質

概要（200字以内）	
<p>メタンを主成分とする天然ガスの改質反応（水蒸気改質・部分酸化・二酸化炭素改質・オートサーマル改質）は、合成ガス製造のみならず合成ガスを経由するクリーン液体燃料製造、水素製造の観点からも重要である。Ni系、貴金属系(Ru, Rh)が中心)触媒について検討例が多い。貴金属使用量の低減、触媒活性の向上とともに炭素析出の抑制が重要な検討課題である。また、熱効率の高い反応器の設計も必要である。</p>	<pre> graph TD     A[天然ガス] -- "改質反応 Ni系触媒 貴金属系触媒" --&gt; B[合成ガス CO + H2]     B -- "フィッシャー・ トロプシュ合成 メタノール合成" --&gt; C[クリーン 液体燃料]     B -- "シフト反応 CO選択酸化反応" --&gt; D[H2 (燃料電池等)]   </pre>
現状と最前線	
<p>メタンを主成分とする天然ガスの改質反応は、化学原料として有用な合成ガスを製造する有用な反応である。特に最近では、天然ガスのクリーン性とその有効利用の観点から天然ガスから液体燃料を合成するGTL(Gas to liquid)技術および水素製造技術が注目されている。GTLプロセスは、合成ガスを製造するプロセスと合成ガスから液体燃料を合成するプロセスに大別され、現行では、GTLプロセスの総建設費の60%程度を合成ガス製造プロセス関連の建設費が占めており、天然ガス改質による合成ガス製造技術の改良は非常に重要な課題となっている。メタンからの合成ガス製造技術として水蒸気改質 (<math>\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2</math>)、部分酸化 (<math>\text{CH}_4 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2</math>)、二酸化炭素改質 (<math>\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2</math>)があり、現在水蒸気改質がもっとも汎用されている。水蒸気改質および二酸化炭素改質は、大きな吸熱反応であり外熱式多管反応器が用いられ、平衡の制約から反応は高温で行われる。部分酸化は、不可逆な発熱反応であり理想的に反応が進行すれば外部からの熱供給を必要としない省エネルギー型のプロセスの構築が可能である。しかし、部分酸化反応においても、Rh等の貴金属を担持したモノリス触媒等の例外はあるものの一般的な触媒上では、燃焼反応が進行し、続いて水蒸気改質および二酸化炭素改質が進行する二段階機構で進行していると考えられている。一般的に燃焼反応の速度は、水蒸気改質反応、二酸化炭素改質反応の速度と比較して大きいことから後段の改質活性に高い活性を示す触媒の構築が重要な検討課題である。また、完全酸化によって生じた反応熱を効率よく改質反応で利用できればプロセス全体の効率を向上が可能となる。この様な観点から、オートサ</p>	

一マル改質に関する検討も行われている。触媒だけでなく完全酸化反応で生じる反応熱の有効利用の観点から断熱型の反応器の構築等が試みられており、欧米の企業を中心に検討が進められている。

天然ガス改質反応では、いずれの反応においても炭素析出の抑制が重要な課題となっている。特に高圧反応条件下における炭素析出の抑制が切望されている貴金属系担持触媒が有効であることが報告されているが、資源の有効利用やコストの観点から使用量の低減が求められている。より汎用性のある Ni 系担持触媒では、炭素析出が著しく、その抑制が不可欠である。

#### 将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

高い炭素析出抑制能を具備する触媒の設計・構築に不可欠な炭素析出機構の解明。

高圧反応条件下においても高い炭素析出抑制能を備えた担持金属触媒の設計・構築。特に貴金属を使用せず安価な金属 (Ni 等) を用いた触媒の開発。

- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

天然ガスを原料とするクリーン液体燃料製造プロセスの構築

天然ガスを原料とする高効率水素製造システムの構築とその燃料電池システムへの応用。

#### キーワード

天然ガス・合成ガス・水素・液体燃料化・炭素析出

(執筆者：宍戸 哲也)