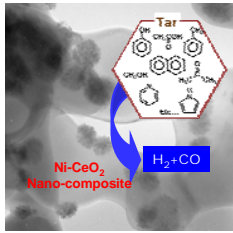
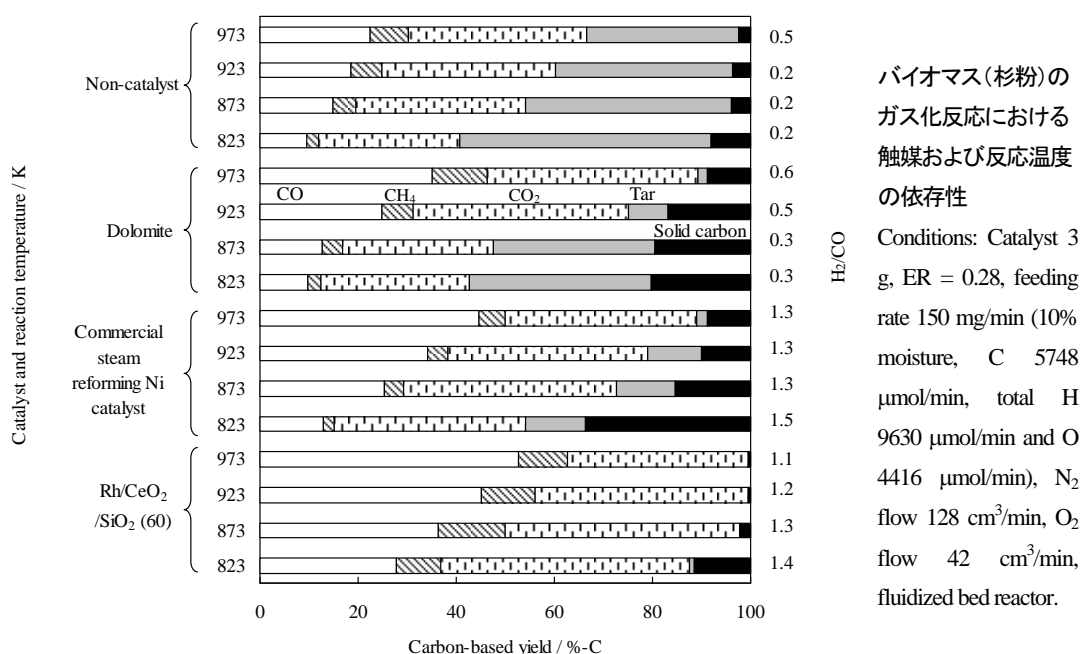


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-3. 資源化
小項目	3-3-2. バイオマスの利用 1

概要（200字以内）	
<p>バイオマスを水素や合成ガスへ変換するプロセスは現在、無触媒・高温 (>1000°C) で行われている。高性能な触媒が開発できれば、反応温度を顕著に低温化でき、エネルギー効率の劇的な向上も期待される。金属触媒は、炭素析出等による活性劣化が問題点として指摘されており、炭素析出耐性を持った安定で高い活性を示す触媒の開発が極めて重要になってきている。ガス化触媒として Rh+CeO₂ 系触媒、タールの水蒸気改質触媒として Ni+CeO₂ 系触媒が開発されており、いずれも金属と酸化セリウムの界面の役割が重要であることが示されている。</p>	 <p>Ni+CeO₂ ナノコンポジットの生成とそれを用いたバイオマスタールの水蒸気改質</p>
現状と最前線	
<p>バイオマスのエネルギー利用はカーボンニュートラルで再生可能という点において注目を集めている。木質系バイオマスを対象とした場合、セルロース、リグニンなどからなるため、効率のよい利用法としてガス化がある。ガス化により水素および合成ガスが製造され、化学変換により、炭化水素、メタノール、ジメチルエーテルなどの液体燃料に変換できる。一方、ガスタービンやガスエンジンのガス燃料として用いれば電気へ、また、精製して燃料電池へ導入して発電することも可能である。現時点では、ガス化は主に 1000°C を超えるようなきわめて高温で触媒を用いることなく行われているが、高性能な金属触媒を用いることにより 500-600°C という低温でのガス化が可能になり、変換効率の飛躍的向上が期待できる。これまで報告されている金属触媒については、炭化水素の水蒸気改質触媒として商業化されているアルミナ担持ニッケル触媒を利用して研究が行われてきた。結果として、炭素析出等による顕著な活性劣化が問題点として指摘されてきた。これに対して、最近、バイオマスのガス化、バイオマスタールの水蒸気改質用の触媒として開発された触媒が提案されている。バイオマス（杉粉）の酸素および空気を用いたガス化反応においては、Rh-CeO₂ 系触媒が有効であり、600°C 程度の低温で、木質バイオマス成分のうち、セルロース、ヘミセルロースばかりでなく、反応性の乏しいリグニンも含めてバイオマス中の炭素成分をほぼ完全にガスへと変換でき、タール分およびコークやチャーといった固体炭素成分がほとんど副生しないことが報告された（下図）。コスト面での課題が残るものの、従来報告されてきた無触媒法、天然物である dolomite や水蒸気改質 Ni 触媒と比較して触媒開発によって極めて高い性能を出すことも可能であることを実証している。さらにここでは、反応温度が比較的低温でよいいため、反応温度を維持するため</p>	

に必要となる燃料や酸素の分量も低減できるため、エネルギー効率を高めることが可能になっている。一方、バイオマスタールの水蒸気改質反応においては、アルミナ担持ニッケル触媒をセリアで表面修飾した場合、タール残留率およびコーク収率が低下し、CO、水素、メタンの生成量が増加し、可燃性ガスへと変換されていることが示された。セリアの表面修飾効果は触媒の調製法に大きく依存し、ニッケルおよびセリウムの前駆体を同時に導入する共含浸法が有効であることを見出した。電子顕微鏡観察、X線吸収端微細構造、昇温水素還元プロファイルによるキャラクタリゼーションの結果、ニッケル金属ナノ粒子と酸化セリウムナノ粒子のコンポジットの形成が観測された。これによりニッケル金属と酸化セリウムが効率的に相互作用し、触媒性能を高めたといえる。ニッケル金属上に生成した表面炭化水素種に対して、この相互作用により、酸化セリウムからの酸化物イオンが供給されると考えられている。



バイオマス(杉粉)のガス化反応における触媒および反応温度の依存性
 Conditions: Catalyst 3 g, ER = 0.28, feeding rate 150 mg/min (10% moisture, C 5748 μmol/min, total H 9630 μmol/min and O 4416 μmol/min), N₂ flow 128 cm³/min, O₂ flow 42 cm³/min, fluidized bed reactor.

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

金属触媒は酸化物触媒等と比較して低温でバイオマスタールを部分酸化・水蒸気改質できるため、バイオマスからの高効率水素・合成ガス製造が期待できる。活性劣化を引き起こす炭素析出を抑制する触媒、容易に再生できる触媒の開発指針を得ることが望まれる。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

金属触媒はコスト面では酸化物等に対して不利な部分があるが、寿命の問題点を解決するか、焼成・還元など容易な方法での触媒再生できれば、実用化につながる可能性を持つ。

キーワード

タール・水蒸気改質・金属触媒・合成ガス・水素

(執筆者：富重 圭一)