

P306

バイオマスダイレクトケミカルルーピングにおける酸素担体粒子の課題

(名大工) (正) 小林信介*・(正) 板谷義紀

化石資源の化学エネルギー変換プロセスにおいて排出される二酸化炭素は地球温暖化の原因の一つとなっており、二酸化炭素の排出抑制および高効率かつ低コストで分離・回収可能な新しいプロセスの開発が社会的要求となっている。ケミカル・ルーピングは燃焼やガス化などの従来エネルギー変換プロセスとは異なり、酸素や空気などの気体酸化剤を使用する代わりに固体粒子を酸化剤(固体酸素担体)として使用する全く新しいコンセプトの二酸化炭素分離・回収型エネルギー変換プロセスである。

図1に示すように2つの異なる反応器間で酸素担体粒子を循環させ、水素/発電のための熱エネルギーは酸化反応器、二酸化炭素は還元反応器より別々に排出される。そのため、ケミカル・ルーピングでは排出ガスを特別な装置を用いて二酸化炭素と分離する必要がなく、還元反応器排出ガス中の水分を凝縮させるだけで99%以上の高濃度二酸化炭素が回収できる。

我が国においては既存のエネルギー変換プロセスへの組み入れを目的とした吸収・吸着、膜、酸素燃焼などの二酸化炭素分離・回収技術の開発に力が注がれている。しかしながら、これらの分離方法においては分離・回収のための装置が必要となり10%弱のエネルギー変換効率低下は避けることができない。一方、ケミカル・ルーピングプロセスは二酸化炭素分離・回収によるエネルギーロスが皆無であるため、カーボンフリーでありながら高効率エネルギー変換が可能となる(表1、表2)。

ケミカル・ルーピングプロセスに関する開発は二酸化炭素貯蔵方法が明確である米国を中心として行なわれており、シミュレーションによるケミカル・ルーピングプロセスのエネルギー効率評価が行なわれているとともに、酸素担体粒子開発や流動層を用いた流動・反応実験など各種実験により実プロセスにおける課題抽出が行われつつある。しかしながら、ケミカル・ルーピングプロセスの更なる効率向上を実現するためには、反応性、耐久性に優れた固体酸素担体の開発および固体粒子ハンドリングのための装置開発の点で未だ数多くの課題を抱えている。

今回の発表ではバイオマス燃料とするバイオマスダイレクトケミカル・ルーピングのシステムについて紹介するとともに、ダイレクトケミカル・ルーピングの利点と開発する上での課題について説明を行なう。

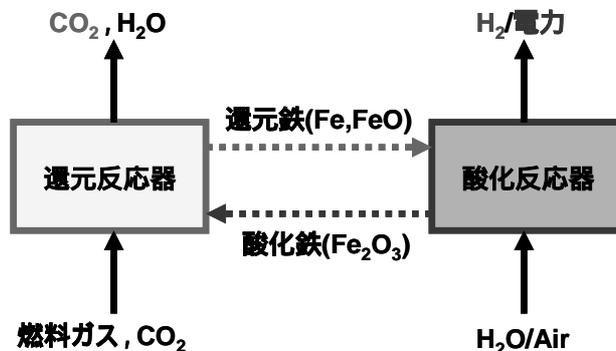


図1 ケミカル・ルーピングプロセス概念図
(酸化鉄を使用した場合)

表1 エネルギー変換時の効率およびコストの比較

		BDCL	IBGCC	IBGCC with C capture
Capacity	[MW _{th}]	100	100	100
Net power efficiency	[%HHV]	38.1	30	21
CO ₂ capture rate	[% input C]	99	0	90
Capital cost	[\$/kW]	1630	2190	3650
Non-fuel O&M cost	[\$/kW/year]	80	150	230
Electricity cost	[cents/kWh]	9.5	18	27

表2 エネルギー変換時の二酸化炭素排出量の比較

		BDCL	BIGCC	CC
Capacity	[MW _{th}]	100	100	400
CO ₂ capture rate	[% input C]	99	0	0
CO ₂ emission	[g-CO ₂ /MJ _{fuel}]	-98	0	91
CO ₂ emission (LCA)	[t-CO ₂ /t-wood]	-1.35	0.43	-

参考文献

Li F, Fan, LS. Clean coal conversion processes-progress and challenges. Energy Environ. Sci. 2008; 1: 248-267.
 Fan LS, Li F, Ramkumar S. Utilization of chemical looping strategy in coal gasification processes. Particulate 2008; 6: 131-142.

*名古屋大学大学院工学研究科 Nsuke@nuce.nagoya-u.ac.jp