

アンモニア直接燃焼によるガスタービンシステムの提言

代替カーボンフリー燃料の代表例としてアンモニアを取り上げ、その特異的な燃焼特性を適用した新しい燃焼システムを提案した。さらに大規模発電用燃料利用可能性の予備的検討を行った。

■ アンモニア燃焼の詳細反応機構

- ・ 32化学種、213の素反応からなる詳細反応機構（UT-LCS機構[1]）を構築し、燃焼特性を検討したところ、燃料リッチ範囲で、低NO_xかつ水素を生成できる燃焼が実現可能な操作条件を見出すことが出来た。

■ アンモニア専焼タービンシステム

- ・ 排ガス再循環を組み合わせたコンバインドサイクル発電システム（図1）について熱力学モデルを用いて効率と出力を予測し、予備的な経済性検討も行なったところ、水素専焼タービン発電システムと同等の出力、経済性を有し、低NO_x燃焼であった（表1）。さらにその取り扱いの容易さなどから、水素発電システムに対して優位性がある。

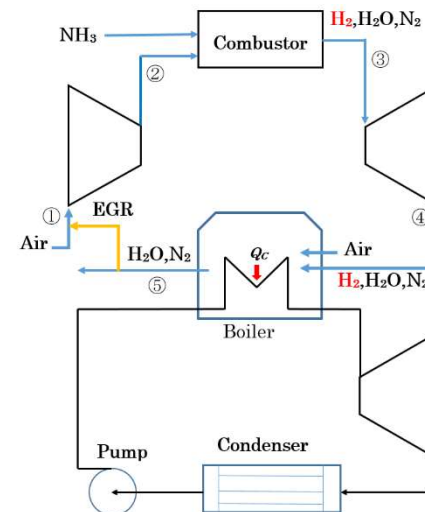


図1 NH₃専焼コンバインドタービンシステムの概念図

表1 NH₃専焼コンバインドタービンシステムの熱効率とコスト

燃料	当量比	EGR率	T ₃ (K)	燃料の重量分率	出力 (MW) (注1)	熱効率 (注2)	コスト (円/MJ) (注3)	NO (ppm)
NH ₃	0.5	0	1888	0.076	175.4	0.601	8.2	3435
NH ₃	0.6	0.2	1859	0.076	169.5	0.599	8.5	2743
NH ₃	0.7	0.4	1833	0.075	164.0	0.597	8.7	2123
NH ₃	1.4	0.4	1904	0.135	231.4	0.602	11.1	19
NH ₃	1.1	0.6	1918	0.098	195.4	0.603	9.5	<1
NH ₃	1.2	0.6	1873	0.105	198.7	0.600	10.0	1.04
H ₂	0.4	0	1907	0.012	179.3	0.602	11.2	4149
H ₂	0.5	0.2	1905	0.012	178.8	0.602	11.5	3367
H ₂	0.6	0.4	1891	0.012	176.0	0.601	11.8	2606
H ₂	0.7	0.6	1872	0.012	172.0	0.600	12.1	1930

注1) 空気流量300kg/s; 注2) 式(6) (本文参照)による計算値;
注3) H₂:580.8円/kg NH₃: 63.24円/kg

政策立案のための提案

アンモニア過剰コンバインドタービンシステムはカーボンフリーかつNOフリーのシステムであり、大規模発電システムに適用されればCO₂削減の大きなブレークスルーになり得る。一方で、アンモニア専焼タービン開発高度なインターディシプリナリーな課題であり、多分野の専門家の協働が必要である。以下の2点を提案する。

- 1) 燃焼工学、数値流体力学、タービン工学、化学工学の専門家からなるチームによりアンモニア過剰燃焼コンバインドサイクルの実現可能性検証を1年程度の時間をかけて実施すべきである。特にタービン用燃焼器のシミュレーションによる設計・検証が必要。
- 2) 1)の結果を受けて、実現可能性検討に加わった専門家に加え、タービン発電システム開発に実績のある複数の企業の参画を得て、国家プロジェクトとしてアンモニア専焼発電システムの開発を実施すべきである。

[1] Otomo et al., Int. J. Hydrogen Energy 43, pp. 3004-3014, 2018.