

事業名：水素社会構築技術開発事業／大規模水素エネルギー利用技術開発／
CO2フリーアンモニア利用GTCCシステムの技術開発

発表者名：三菱パワー株式会社(委託先：三菱重工業株式会社、三菱重工エンジニアリング株式会社)

表 実施項目と主要な成果

●背景

2017年12月に策定された水素基本戦略では、2030年に水素のコストを30円/Nm³、発電コストを17円/kWhにする目標が示された。水素の運搬・貯蔵手段として、液化水素だけでなく、アンモニア(以下NH₃)や有機ハイドライド等の水素キャリアを活用することが示された。

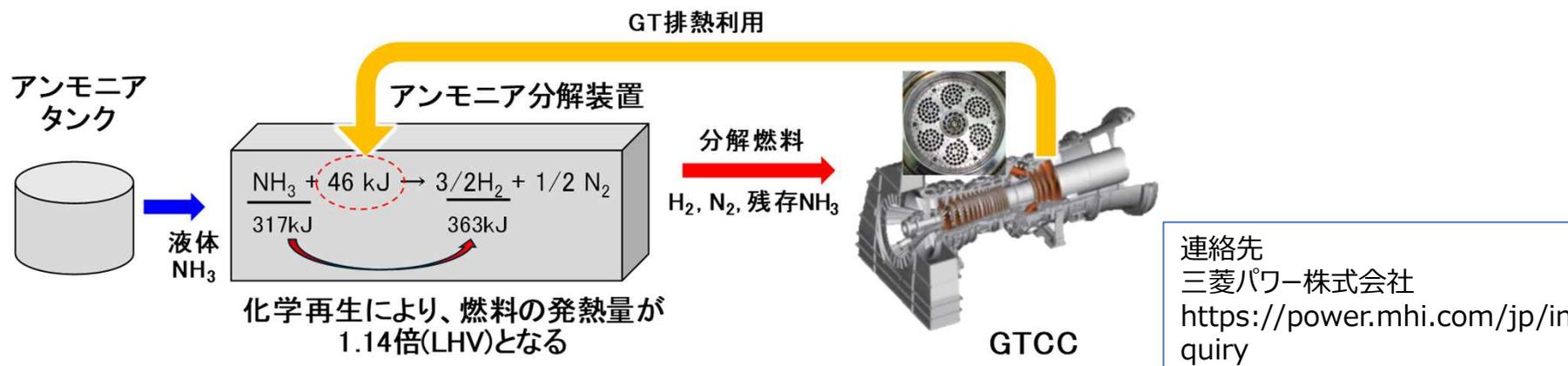
●目的

水素キャリアとして有望なNH₃を熱分解により再水素化し、水素燃焼ガスタービンで発電するシステムに関し、経済性、運用性を考慮した改良システム構成の検討、NH₃分解装置の大型化、分解触媒の寿命や被毒物質等に関する調査、実圧燃焼試験によるNO_x転換特性の検討を実施し、本システムの実用化に必要な技術を開発する。

●実用化・事業化の見通し

本システムの改良検討、概念設計、FS(事業性検討)を経て、実証試験、実用化に繋げる。

実施項目	主要な成果
(1) システム構成の検討	定格負荷だけでなく、部分負荷においてもNH ₃ 分解装置に必要な熱を供給できるNH ₃ 分解ガス混焼システム/専焼システムの構成、運転条件を明らかにした。
(2) NH ₃ 分解装置の検討	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア分解装置全体のシステム構築及び物質収支計算を実施した。 NH₃分解触媒のNH₃曝露試験(2,000時間)を実施し、被毒物質の生成や比表面積の大きな変化は見られなかった。
(3) 燃焼器の検討	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガスとNH₃分解ガス模擬燃料の混焼(水素体積割合20%)条件で1650℃級燃焼器の100%～50%負荷の範囲で燃焼振動やフラッシュバックは無しを確認。 燃料中の残留NH₃のNO_x転換率を導出。



(1) システム構成の検討

成果

定格負荷／部分負荷においてNH3分解装置に必要な熱を供給できるNH3分解ガス混焼システム/専焼システムの構成、運転条件を明らかにした。

実用化への課題

NH3分解装置と水蒸気源を組み合わせた実証プラントによる検証

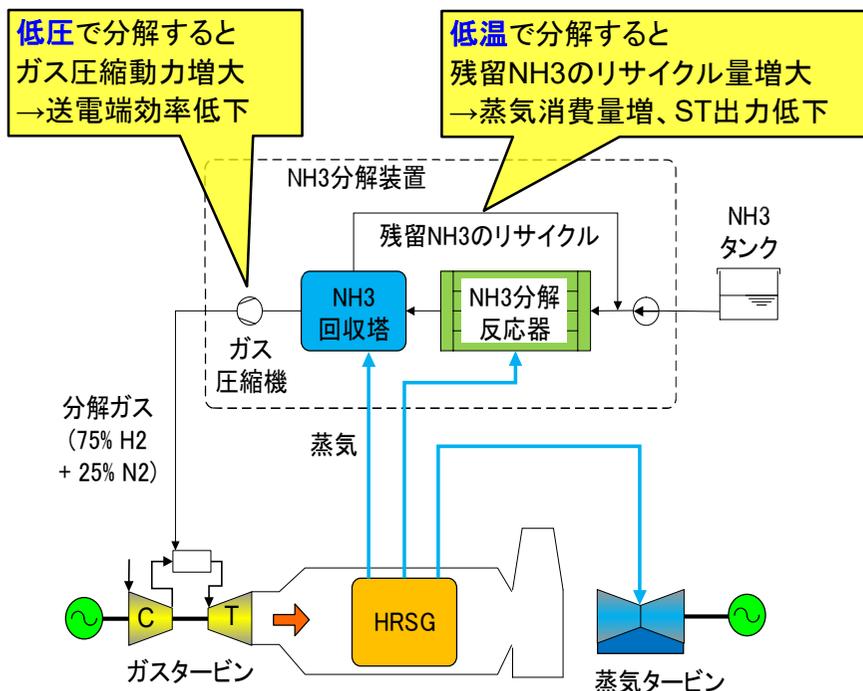


図 NH3分解利用GTCCのシステム構成と効率に影響する因子

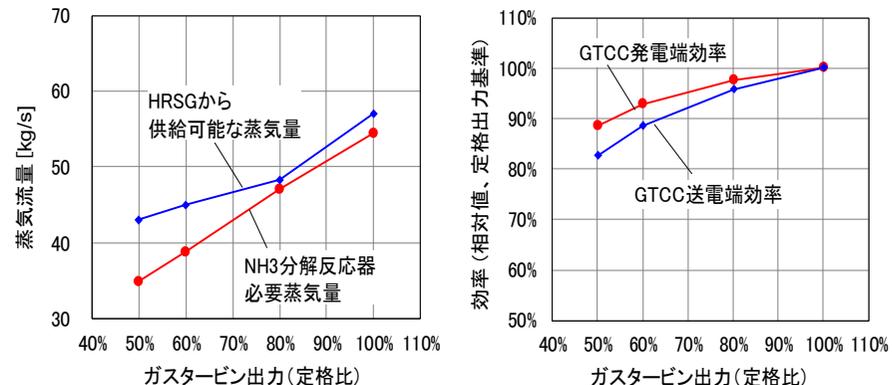


図 専焼システムの水蒸気発生特性、発電出力、効率
表 NH3分解利用GTCC(専焼システム)の発電効率

項目	単位	天然ガス 焚き GTCC	アンモニア分解 GTCC		備考
アンモニア分解温度	°C	-	500	600	
アンモニア分解圧力	MPaG	-	3.0	5.1	
NH3分解前発熱量	相対値	100	93.6		
NH3分解後発熱量	相対値	100	107.1		化学再生により発熱量が1.14倍に
分解反応吸熱量	MW	-	185	172	分解温度が低いとNH3回収塔によるリサイクル流量が増大
NH3回収塔吸熱量	MW	-	68	56	
GT出力	MW	381	448		燃焼ガス体積流量の増加による
ST出力	MW	176	57	86	STの高圧蒸気流量減少による
発電端出力	MW	557	505	534	
発電端効率	相対値	100	96.7	102.4	NH3分解装置の補機動力は未考慮
NH3分解装置補機動力	MW	-	35.4	3.4	分解温度500°Cはガス圧縮機必要
送電端出力	MW	546	460	520	
送電端効率	相対値	100	89.1	101.7	

(2) NH3分解装置の検討

成果

- アンモニア分解装置全体のシステム構築及び物質収支計算を実施した。
- アンモニア分解触媒のアンモニア曝露試験(2,000時間)を実施し、被毒物質の生成や比表面積の大きな変化は見られなかった。

実用化への課題

アンモニア分解装置に用いられる材料の耐窒化性の検証

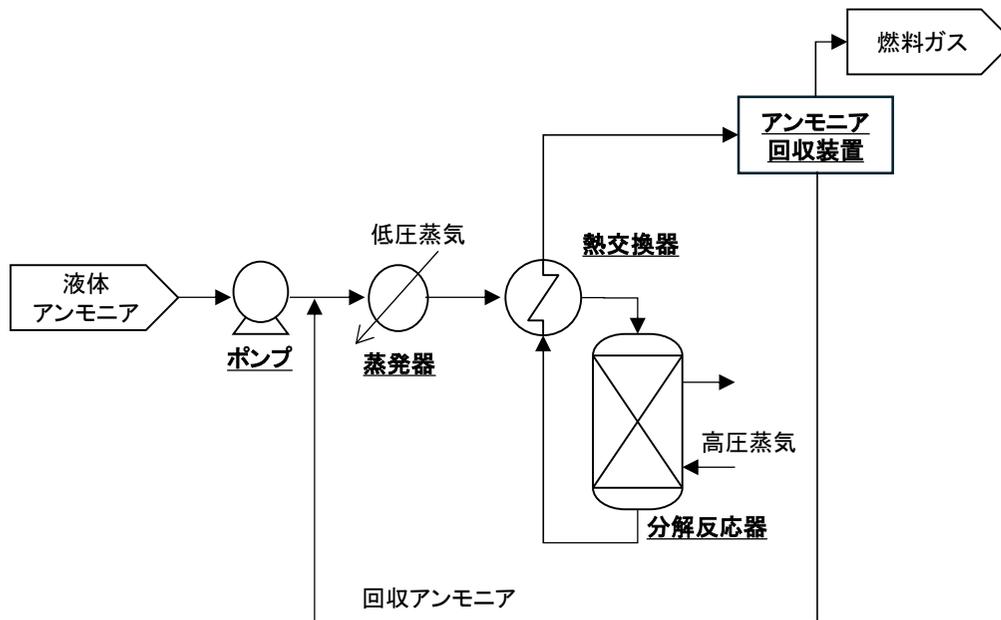


図 概略プロセスフロー

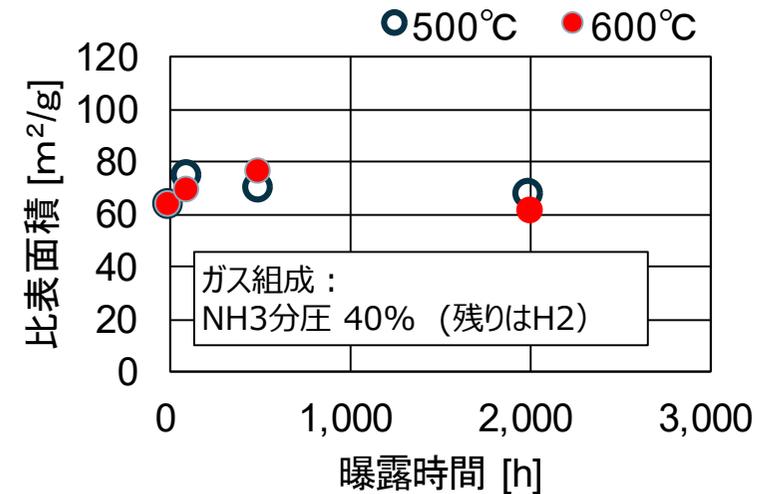


図 非貴金属系触媒の比表面積変化

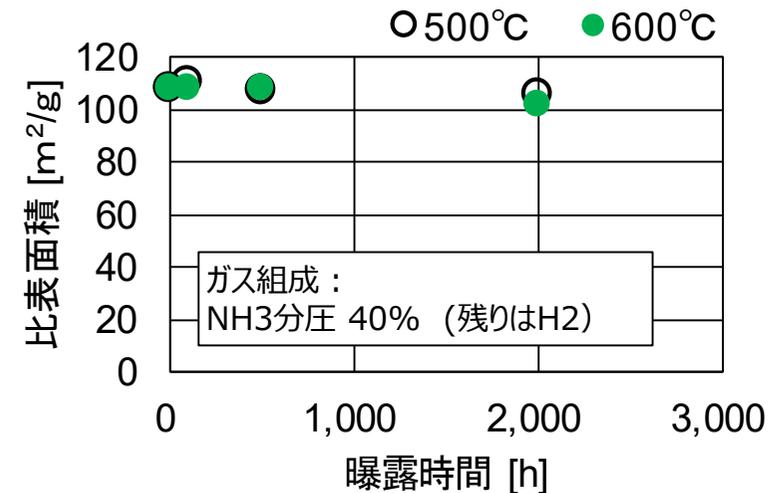


図 貴金属系触媒の比表面積変化

(3) 燃焼器の検討

成果

- NH₃分解ガス混焼条件(水素体積割合20%)における実圧燃焼器のNO_x性能を検証し、部分負荷も含めた燃焼安定性を確認した。
- 燃料中の残留アンモニアのNO_x転換率を明らかにした。

実用化への課題

実証プラントによる検証

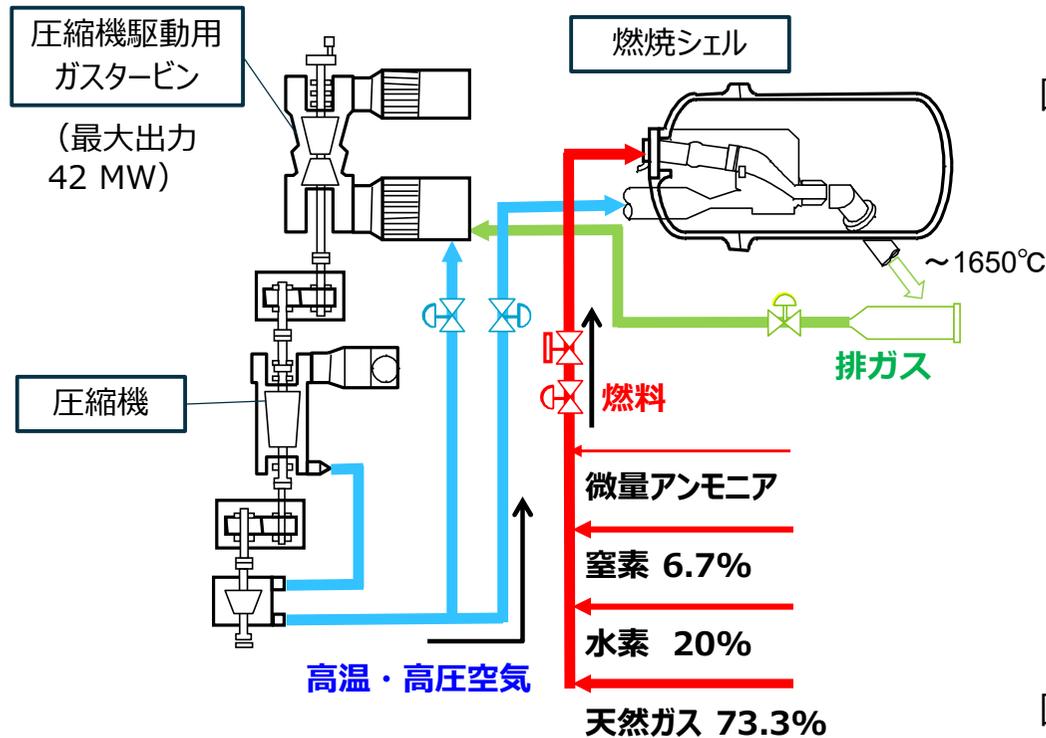


図 実圧燃焼試験の概略系統図

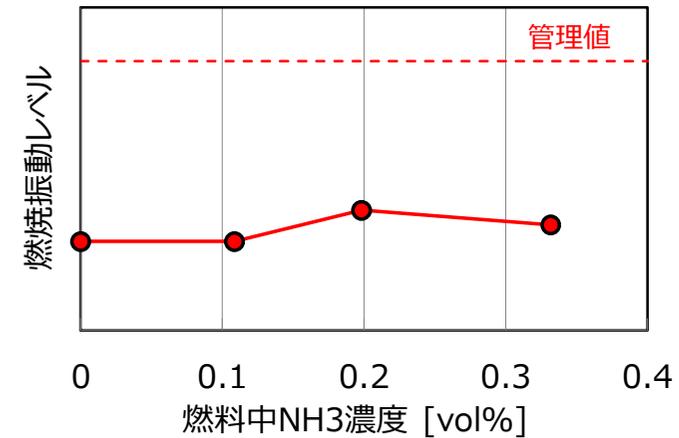


図 定格負荷条件(タービン入口ガス温度:1650°C)での燃焼振動の圧カレベル

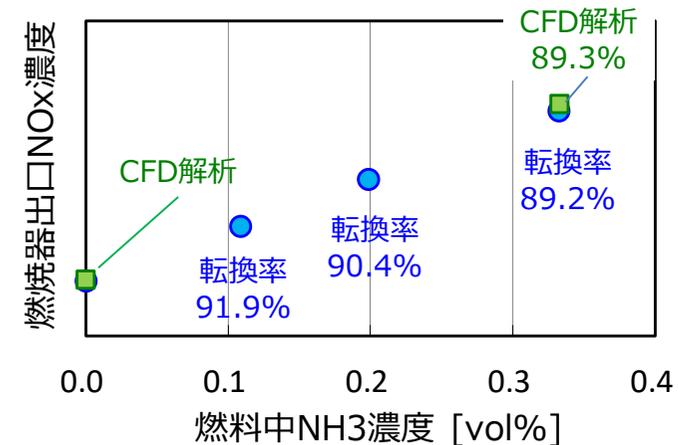


図 定格負荷条件(タービン入口ガス温度:1650°C)でのアンモニアのNO_xへの転換率の測定値と解析値