

# 窒素酸化物を出発物質とする水素エネルギーシステム

岐阜大学工学研究科 神原信志, 澤藤電機(株)三浦友規, ウシオ電機(株)菱沼宣是

## 1. はじめに

我々はこれまで、大気圧プラズマや真空紫外光を用いた新しい脱硝法の開発を行ってきた。この中で、 $\text{NO}/\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  を含む排ガスに波長172 nm の真空紫外光を照射すると、常温常圧下の気相光反応により、窒素酸化物が硝酸に転換することを見いだした。

一方、硝酸は、還元反応操作あるいは電解により、低温常圧で高効率にアンモニアに変換できることから、窒素酸化物を出発物質とする新たなエネルギーキャリアシステムを考えることができる。

本研究では、窒素酸化物を出発物質とするエネルギー変換システムのポテンシャルを検討した。

## 2. 提案する新規な水素エネルギーシステム

Fig.1に窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を出発物質とするエネルギー貯蔵・輸送・転換システムの概要を示す。種々のエネルギープロセスから排出される窒素酸化物を硝酸に転換する反応器①、硝酸をアンモニアに還元する反応器②、アンモニアから脱水素する反応器③で構成される。このシステムでは、硝酸水溶液あるいは液化アンモニアを水素エネルギーのキャリアとすることができる。特に硝酸は常温常圧で液体で貯蔵でき、無臭であり、コストのかからないエネルギーキャリアになり得る。反応器①および②に必要な電力を再生可能エネルギーから得ることで、再生可能エネルギーを硝酸およびアンモニアとしてケミカルストレージすることができる。

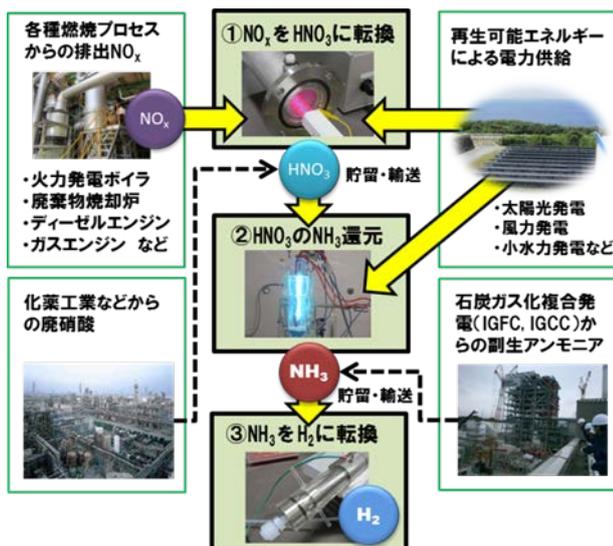


Fig. 1 Energy storage, carrier, and conversion system originated from nitrogen oxide.

また、このエネルギーキャリアシステムにおいては、化薬工業プロセスなどから排出される廃硝酸を利用でき

ること、また石炭ガス化複合発電 (IGFC, IGCC) で副生するアンモニアを利用できる。

## 3. エネルギーのポテンシャル

Table 1は、事業用および自家発の火力発電総出力をもとに排ガス量を算出し、脱硝前の  $\text{NO}_x$  濃度を平均200 ppm と仮定して  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$  の生成量 (ポテンシャル) を計算した結果である。ここでは最大のポテンシャルを見積もるために、 $\text{NO}_x \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2$  の転換率を100%とし、エネルギーロスは考慮しない。また、理解しやすいように発電出力1000 MW のモデルケースの計算結果を同表に示してある。

Table 1 Maximum energy by the proposed system.

項目	ポテンシャル	モデルケース	単位	備考
1)火力発電総出力	188904	1000	MW	電気事業便覧2013
2)排ガス量	6.76.E+08	3.58.E+06	$\text{Nm}^3/\text{h}$	3580 $\text{Nm}^3/\text{MWh}$
3) $\text{NO}_x$ 濃度	200	200	ppm	脱硝前
4) $\text{NO}_x$ 生成量	145	0.767	t/h	脱硝率80%
5) $\text{HNO}_3$ 生成量	304	1.61	t/h	転換率100%
6) $\text{NH}_3$ 生成量	82.1	0.435	t/h	転換率100%
7) $\text{H}_2$ 生成量	14.5	0.0767	t/h	転換率100%
8)脱硝用 $\text{NH}_3$ 削減量	82.1	0.435	t/h	脱硝率80%
9)生成 $\text{H}_2$ 原油換算	471232	2495	kL/year	原油38.2 MJ/L
10)削減 $\text{NH}_3$ 原油換算	485627	2571	kL/year	$\text{NH}_3$ 製造効率=0.698
11)全 $\text{CO}_2$ 削減量	2506970	13271	t- $\text{CO}_2/\text{year}$	排出係数 2.62
12)PEFC発電量	325	1.72	MW	FC効率57.1%

国内の全火力発電プロセスに、本提案エネルギーキャリアシステムを適用した場合の最大のエネルギーポテンシャルは  $\text{H}_2$ 生成量として14.5 t/h であり、原油換算にすると47万 kL/年のエネルギーを生成できる。したがって、 $\text{NO}_x \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2$  の転換にかかる消費エネルギーをすべて再生可能エネルギーでまかなえば、このエネルギー量をケミカルストレージできることになる。

## 4. まとめ

本提案の水素エネルギーシステムの最大の特長は、 $\text{NO}_x \rightarrow \text{HNO}_3$  の転換が脱硝装置を兼ねていることであり、脱硝率80%を仮定すると最大で82.1 t/h の脱硝剤 ( $\text{NH}_3$ ) を削減できることになる。脱硝剤  $\text{NH}_3$  の製造には化石エネルギーが用いられるため、その削減分は省エネ分として考えることができる。 $\text{NH}_3$ 製造のエネルギー効率69.8%を適用すると、原油換算で約49万 kL/年のエネルギーを削減できることとなり、上記エネルギー生成成分とあわせると、本提案エネルギーキャリアシステムは、約100万 kL/年のポテンシャルを持ち、この時の  $\text{CO}_2$ 削減量は251万 t年に達する。

今後、本システムの実用化を目指す。