

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 18 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2012

課題番号：20560199

研究課題名（和文） 水素生成のための尿素エネルギーシステムに関する研究

研究課題名（英文） Urea Energy System for Hydrogen Generation

研究代表者

雑賀 高 (SAIKA TAKASHI)

工学院大学 グローバルエンジニアリング学部 教授

研究者番号：20146731

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・熱工学

キーワード：エネルギー利用，尿素，アンモニア，水素生成

1. 研究計画の概要

アンモニアは水素との間で相互変換が可能であり、常温で加圧すれば直ちに液体になるので、アンモニアを水素キャリアとして用いる方法がある。アンモニアは、理想的に分解すれば水素と窒素のみが生成され、燃料電池からの排気は水と窒素なので、環境負荷が小さい。また、高压水素タンクに比べて燃料タンクの小型化が可能であり、液化圧力がアンモニアに近い LPG の技術や既存のインフラを応用できるなどの利点もある。

しかし、アンモニアは毒性があるので、安全性に十分配慮する必要がある。これに対して、尿素は容易にアンモニアに変換でき、安全に取り扱うことができる。取り扱い上の資格も不要である。また、ディーゼルエンジン用の NOx 還元剤としての実績もある。そこで、本研究では燃料電池用燃料として尿素の基本特性を明らかにし、尿素をアンモニアに変換し、そのアンモニアから水素を生成する尿素エネルギーシステムの可能性を明らかにする。

2. 研究の進捗状況

アンモニアを水素キャリアとする方法をベースにアンモニア分子を含み、安全性および使用実績が豊富な尿素を使用した新しい水素生成システムについて研究開発を行っている。今までにない原料回収方法も提案し、将来の枯渇のない代替エネルギー資源としたアンモニアのエネルギーキャリアとしての尿素エネルギーシステムの可能性を検討している。現在までの進捗状況は以下の通りである。

(1) 尿素エネルギーシステムによる具体的な発電給湯冷却コージェネレーションシステ

ム用インフラを構築するために、適用方法および理論エネルギー収支計算による実現可能性を確認した。

(2) 尿素を加水分解しアンモニアを発生させるための最適化を行った。すなわち、尿素の種類、溶解水の種類、尿素水濃度、加水分解温度変化等の様々な実験により、①尿素水内へアンモニアが溶解し、水溶液内アンモニア濃度の上昇に伴うアンモニア蒸気圧により、アンモニアが再度一部ガス化され発生し、②ウレアーゼ触媒とアンモニアとの結合確率増加による尿素加水分解の阻害率上昇等の尿素水からアンモニア発生プロセス詳細および原理を解明した。それによる最大アンモニア発生量および発生時間最適化の条件を確認した。

(3) アンモニアから水素へ熱分解による転換方法の最適化および新規に発案設計を行っている。すなわち、触媒種および使用圧力の相違による触媒活性温度最適化、尿素加水分解システム用アンモニア貯蔵タンク、改良型残留アンモニア除去および気化回収システムの新規の発案設計を行っている。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由) 尿素からアンモニアを生成し、そのアンモニアから水素を生成するシステムが成立する見通しはほぼ立ったが、変換効率の点でさらに改善する必要がある。

4. 今後の研究の推進方策

今後の研究の推進方策としての具体的な研究テーマは以下の通りである。

(1) 尿素を加水分解しアンモニアへの転換最適化による水素キャリア発生手法を研究

開発する。すなわち、酵素（ウレアーゼ）触媒を固定化することによる、触媒としての再利用可能確認および最適化手法を確立する。具体的な実験開発内容としては下記の通りである。

- ①浸透膜（酢酸セルロース、架橋ポリアミド）を使用し、ウレアーゼ固定化手法を開発する。
- ②上記固定化触媒にて尿素加水分解実験による、再利用可能および最適化を確認する。
- (2) アンモニアおよび尿素燃料を燃料電池システムに適用した場合のシステム設計を行う。
- ①再生可能エネルギーによるアンモニアおよび尿素燃料生成保管手法を開発する。
- ②移動型発電システムに使用した場合の具体的な適用の設計例（自動車用燃料電池発電システム）について検討する。
- ③固定型発電システムに使用した場合の具体的な適用の設計例（家庭用燃料電池発電システム）について検討する。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 16 件）

- ① A. Arai, Y. Kanzaki, Y. Saito, T. Nohara and T. Saika, “A Fuel-Cell Electric Vehicle with Cracking and Electrolysis of Ammonia”, SAE Technical Paper 2010-01-1791, pp. 1-15, 2010, 査読無.
- ② 野原徹雄, 雑賀 高, 石見聖人, 齊藤洋輔, 尿素を原料とするアンモニア燃料水素エネルギーシステムの研究, 日本エネルギー学会誌, 89 巻 10 号, pp. 996-1005, 2010, 査読有.
- ③ 永橋優純, 村上和彦, 雑賀 高, 木質系バイオ燃料の利用形態と燃焼特性—研究・開発動向—, 日本燃焼学会誌, 51 巻 158 号, pp. 310-317, 2009, 査読有.
- ④ Masato Iwami, Tetsuo Nohara and Takashi Saika, “Urea Energy System with Enzyme Decomposition for a Fuel-Cell Electric Vehicle”, SAE Technical Paper 2009-01-1902, pp. 1-9, 2009, 査読無.
- ⑤ 雑賀 高, アンモニア燃料電池自動車の開発, ペテロテック, 32 巻 1 号, pp. 54-58, 2009, 査読無.

〔学会発表〕（計 30 件）

- ① 浜野友紀, 野原徹雄, 雑賀 高, 尿素エネルギーシステムにおけるアンモニア生成, 日本エネルギー学会関西支部第 55 回研究発表会, 2010 年 11 月 25 日, 神戸国際会議場.

- ② 野原徹雄, 石見聖人, 齊藤洋輔, 雑賀 高, 尿素を燃料とする水素エネルギーシステム (第二報), 第 19 回日本エネルギー学会大会, 2010 年 8 月 3 日, 工学院大学 (東京).
- ③ 野原徹雄, 石見聖人, 雑賀 高, 尿素を燃料とする水素エネルギーシステム, 第 18 回日本エネルギー学会大会, 2009 年 7 月 31 日, 札幌コンベンションセンター.
- ④ 三ツ井浩, 野原徹雄, 青木悠司, 石見聖人, 齊藤洋輔, 雑賀 高, アンモニア燃料水素生成システムの研究, 日本エネルギー学会関西支部第 53 回研究発表会, 2008 年 12 月 5 日, 京都大学.
- ⑤ 野原徹雄, 雑賀 高, 尿素を燃料とする水素エネルギーシステムの検討, 第 17 回日本エネルギー学会大会, 2008 年 8 月 5 日, 工学院大学 (東京).

〔図書〕（計 1 件）

雑賀 高, 他 29 名, マイクロ燃料電池の開発最前線 (「アンモニア」担当), エヌ・ティイー・エス, pp. 147-156, 2008.

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1 件）

名称：水素生成装置
発明者：雑賀 高, 三ツ井浩, 野原徹雄,
青木悠司, 齊藤洋輔, 石見聖人
権利者：タマティールエルオー株式会社
種類：特許出願
番号：2009-043915
出願年月日：2009 年 2 月 26 日
国内外の別：国内

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

なし