

低温アンモニア分解用メンブレンリアクターの開発

代 表 古澤 毅

所属・職名 工学研究科・助教

連絡先 TEL : 028-689-6160 FAX : 028-689-6160 E-mail : furusawa@cc.utsunomiya-u.ac.jp

メンバー 伊藤 直次, 佐藤 剛史

キーワード アンモニア, 水素エネルギーキャリア, 触媒, 水素分離, メンブレンリアクター

背景および目的

水素は利用後に排出される物質が水のみである利点を有する一方で、貯蔵・輸送が困難である。このような水素の貯蔵・輸送媒体(エネルギーキャリア)として、カーボンフリーかつ体積水素密度が高いアンモニアが最近注目されている。自然エネルギー由来の電力や空気中の窒素を用いることで合成可能、かつ貯蔵・輸送が容易であるアンモニアを都市部で分解し、高純度 H_2 を取りだし水素タービンによる発電あるいは燃料電池自動車の燃料として利用するシステムは大変魅力的である(図1参照)。アンモニア分解・水素選択透過に関して研究は盛んであるが、低温で十分な NH_3 分解特性を示す触媒を開発した上で、メンブレンリアクター(MR)を構築している例はなく、本研究では水素透過膜の利用に伴って生じる「反応が生成物側へシフトし反応温度が低温化する」に対応した「低温で十分にアンモニアを分解可能な触媒」を開発し、MRへ組み込むことで今まで報告例がない性能を発揮する「低温アンモニア分解用メンブレンリアクター」の開発が目的である。

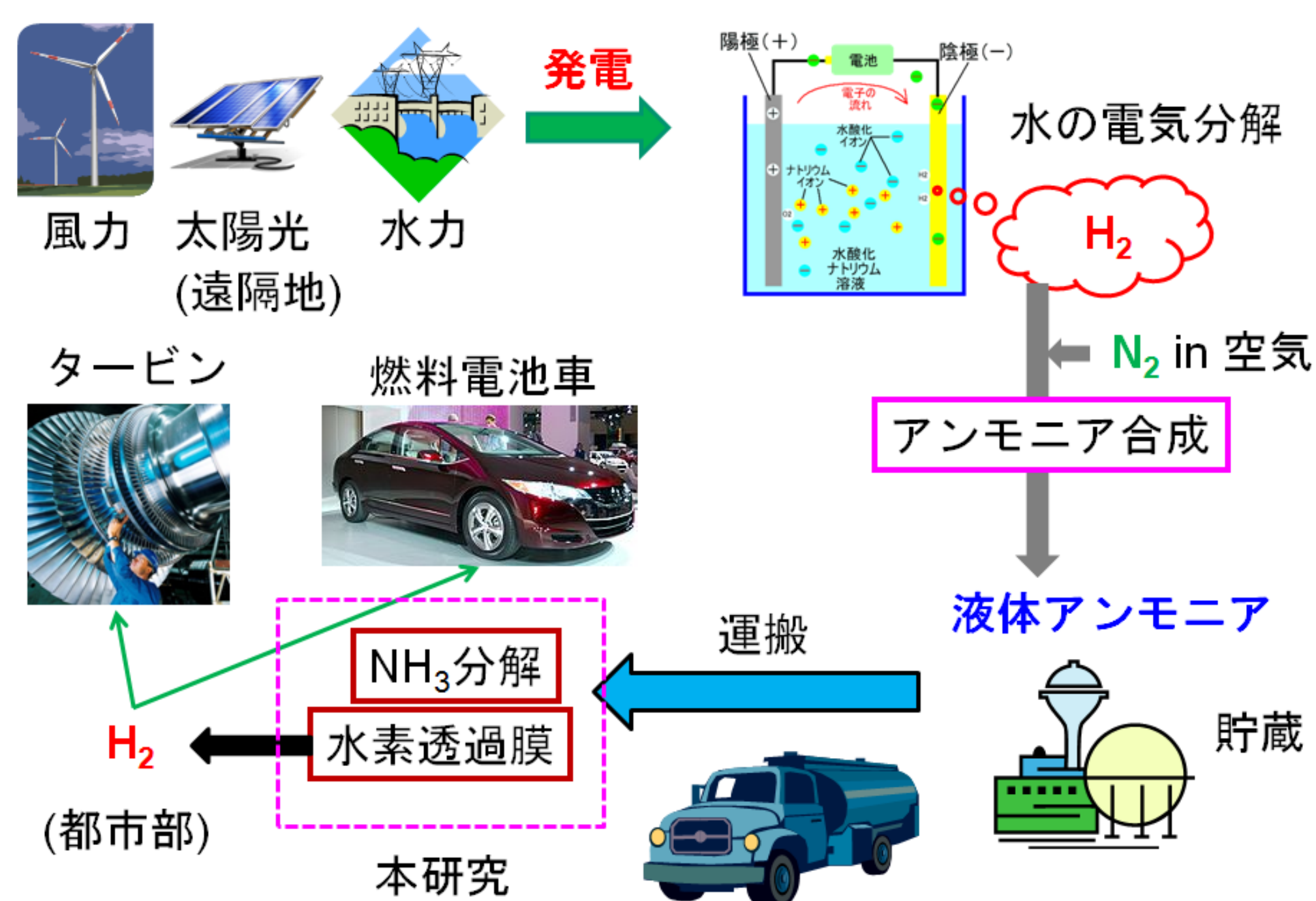


図1 NH_3 の水素エネルギーキャリアとしての利用例

プロジェクトの内容

本プロジェクトでは、アンモニア分解触媒の開発、水素透過膜の開発、メンブレンリアクターのシステム構築に関して検討する。既に触媒開発には着手しており、市販触媒(Ru系, Ni系)が $350^\circ C$ で低活性(NH_3 分解率5~35%)であるのに対し、当研究グループが開発した

触媒は同温度で NH_3 分解率80%を達成することを示した(特許出願中)。安価な原料および簡便な方法で調製可能、かつ NH_3 分解反応前に特段の前処理を必要としない利点を有する一方で、 NH_3 供給速度の影響を受けやすい欠点があり、空孔率の高い成型品担体への金属担持方法を確立して本プロジェクトで解決する。

また、水素透過型MRの開発においては、高純度 H_2 の回収が可能であり、市販触媒存在下において平衡シフトによる反応温度の低温化を確認したが、低温で高活性な新規触媒存在下での挙動については未だ明らかとなっていない。本プロジェクトでは、上記領域での実験的検討を通じ反応温度の大幅な低温化を達成する。

さらに、触媒とMR開発成果を受けて、アンモニア分解速度および水素透過速度を適正化し、1ユニット当たりの触媒充填量・膜本数を決定し、シミュレーションにより最適化を図る。以上の成果から、図2に示すMRにおいて、 NH_3 供給速度=1500~20000 h^{-1} , 反応温度=300~350 $^\circ C$ において NH_3 分解率80~100%および回収水素純度99.99%以上を達成する。

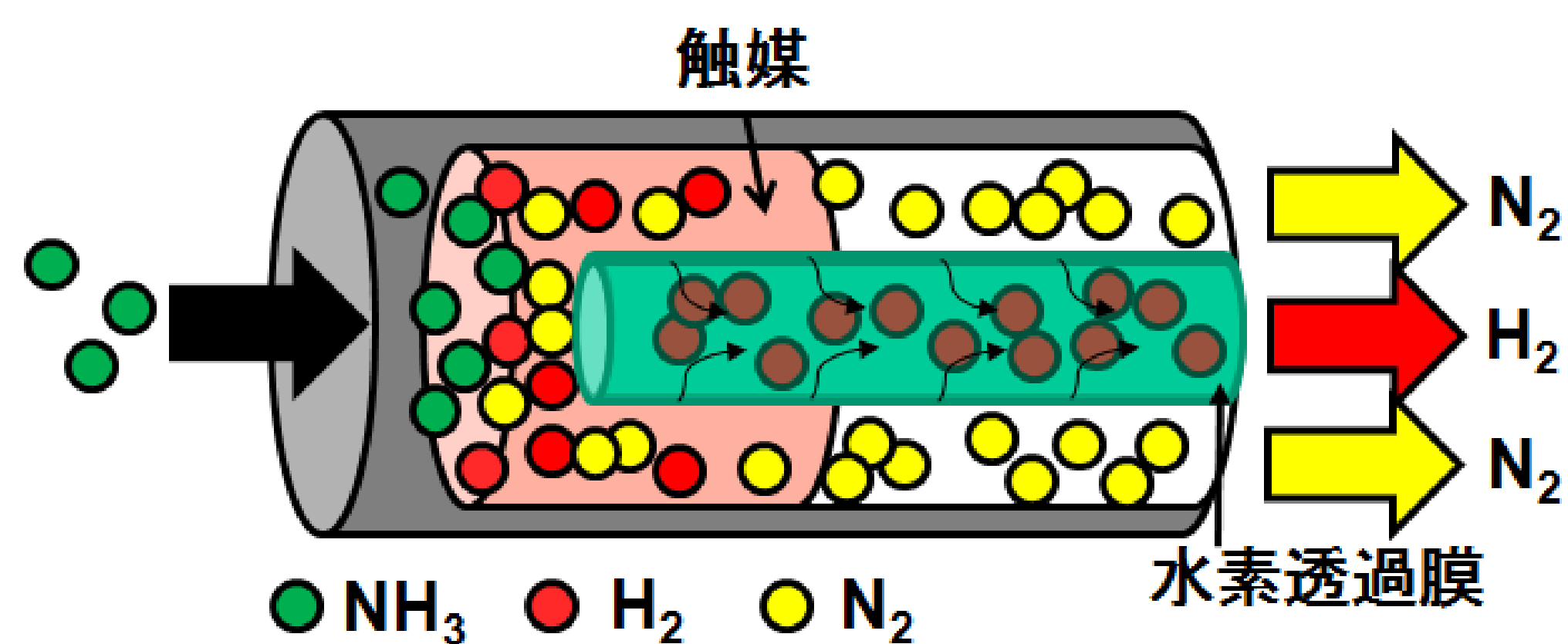


図2 NH_3 分解用メンブレンリアクターの模式図

期待される効果・展開

本プロジェクトで開発したアンモニア分解用MRを企業と共同で製品化し、図1に示す全体構想に基づいて自治体や関連する企業の開発研究者と連携し、水素ステーションを介した燃料電池自動車での水素利用を促進(北関東地区への水素ステーション誘致も含む)する。また、日本全国各地に分散する58万台に及ぶ携帯基地局での非常用電源として新たな産業での推進を図り、水素社会構築の一翼を担う研究・開発へと発展させる。