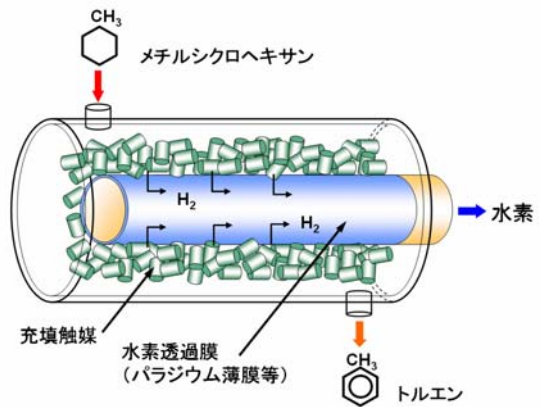


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	3. 資源・エネルギー
中項目	3-2. 水素エネルギー
小項目	3-2-8. 水素貯蔵（媒体・メンブレンリアクター）

概要（200字以内）

化学系水素貯蔵媒体（メチルシクロヘキサン、デカリン等）は、理論水素貯蔵可能量が金属系水素吸蔵体に比べて大きいことや、液体であるため輸送性に富むなどの特徴を有している。解決すべき課題の一つに水素取り出し時のエネルギー消費の削減があるが、水素を系内から引き抜くことによって反応平衡による制約を解消すると共に、分離工程を一体化して省エネルギー化が図れるメンブレンリアクターの利用が注目されている。



水素取り出し用メンブレンリアクター
（メチルシクロヘキサントルエン系の場合）

現状と最前線

水素の貯蔵・輸送・供給のリサイクル利用が可能な水素貯蔵媒体として種々の物質が検討されている。金属材料系、炭素系材料などと並んで有望視されているものに、炭化水素化合物である化学系水素貯蔵媒体がある。化学系水素貯蔵媒体は、メタノール系、アンモニア系、ナフテン系に分類できるが、特にナフテン系のシクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、デカリンなどが注目されている（図参照）。これらの理論水素貯蔵量はそれぞれ7.2 wt%、6.2 wt%、7.3 wt%と高く、室温で液体であることから輸送時、充填時の取り扱いが容易であるといった利点がある。この様な背景から、水素を化学系水素貯蔵媒体で輸送して、（燃料電池車用等の）

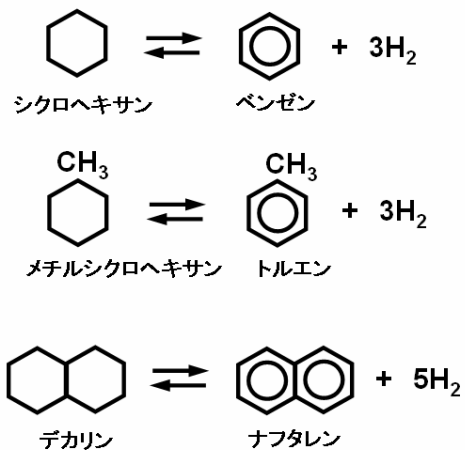


図 注目されている化学系水素貯蔵媒体

水素供給ステーションで脱水素反応によって取り出すことなどが検討されている。水素を取り出した後は、再び水素化し再生することでリサイクルが可能である。

化学系水素貯蔵媒体の課題としては、脱水素反応が熱力学的な反応平衡の制約を受けるために、反応温度を 250～400 °C と高くする必要があり、水素取り出し時のエネルギー消費が大きい点があげられる。そこで脱水素反応の効率を上げるために、水素貯蔵媒体を炭素担持触媒上で加熱液膜状にする手法、白金担持活性炭触媒に霧状に噴霧する手法などの研究が進んでいる。また有機物分子と水素の分離が必要であることから、水素取り出しには反応器に加えて分離器も必要になるという課題も抱えている。

新たな試みとしてメンブレンリアクター（膜型反応器）の利用が検討されている。これは水素のみを選択的に透過する膜を利用して系内から水素を引き抜き、反応平衡の制約を解消すると共に、分離工程を一体化して省エネルギー化を図るものである。水素透過膜としては、シリカやアルミナなどのコーティングによって調製した多孔質膜や、金属系膜が検討されているが、現状の多孔質膜では水素分離の選択性が不十分と考えられ、高い水素分離性能を有するパラジウムやパラジウム合金等の薄膜が有望である。都市ガスの水蒸気改質による水素取り出しにおいては、同様のコンセプトでパラジウム系合金膜を利用した 40 Nm³/h 級の実証プラント（反応温度 500～550 °C 程度）がすでに建造されているが、反応温度がそれより低い化学系水素貯蔵媒体からの水素取り出しでは、さらに高性能な膜素材の開発、薄膜化技術、触媒性能の向上などが求められる。パラジウム膜の研究に関しては、無電解メッキ法や化学的気相成長 (CVD) 法によって薄膜調製の研究が進展している。またパラジウムは 300 °C 以下では水素脆化の問題が発生するが、これを緩和するため、銀との合金化や、パラジウムのナノ粒子を多孔質支持体内に充填する新規な構造の膜の開発などが進められている。定置用の水素取り出し装置に利用することを想定すると、処理量を増やすための膜のナンバリングアップ技術や、触媒と膜の一体化によるコンパクト化技術、長時間耐久性の向上なども課題となる。

文献：

水素エネルギー最前線, 工業調査会, 2003.

水素利用技術集成, エヌティーエス, 2003.

将来予測と方向性

・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

化学系水素貯蔵媒体に関しては、脱水素反応の効率化技術の開発（触媒開発、反応器開発）。メンブレンリアクター利用に関しては、高性能膜素材の開発（パラジウム系膜の薄膜化技術の開発、耐久性の向上等）。

・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

化学系水素貯蔵媒体に関しては、定置用水素取り出し装置を実現するための大型化、システム化技術の開発。メンブレンリアクター利用に関しては、触媒と膜の複合化によるモジュール化技術、ナンバリングアップ技術の開発。

キーワード

化学系水素貯蔵媒体・ナフテン系炭化水素・脱水素反応・水素透過膜・パラジウム

（執筆者：佐藤 剛一）