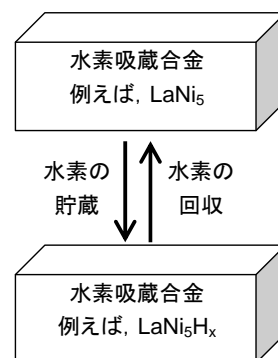


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

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	3-2-7. 水素貯蔵（合金・無機系）

概要（200字以内）

常温・常圧で気体であり、爆発の危険性がある水素を、エネルギー源として安全に利用するために、様々な水素貯蔵材料の開発が進められている。それらの中でも、水素貯蔵合金の開発が最も活発に行われており、5重量%以上の水素が化学的に貯蔵・回収できるようになっている。水素吸蔵合金以外にも、水素化ホウ素ナトリウム、錯体水素化物、酸化鉄—金属鉄の還元・酸化を利用した水素貯蔵の開発も進められている。

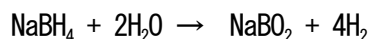


現状と最前線

水素は常温・常圧で気体であり、また爆発性が高いため、水素をエネルギー源として安全に利用するには、水素を安全に貯蔵・回収できる技術が必要となる。無機系材料を利用した水素貯蔵材料の開発は、水素貯蔵合金の開発が中心に行われている。通常、水素吸蔵合金は安定な金属水素化物を形成する元素（Mg、Ti、希土類金属など）と、金属水素化物が不安定な元素（Ni、Fe など）から構成される場合が多く、それらの中でも LaNi₅ に代表される希土類系合金や、低コストの Ti-Fe 系合金、軽量の Mg 系の合金などが広く研究されている。水素吸蔵合金の研究の歴史は古く、様々な金属組成の水素吸蔵合金が報告されている。今後、水素吸蔵合金が民生用の水素貯蔵材料として利用されるには、経済性と安全性がクリアされなければならない。

最近では水素吸蔵合金以外の水素貯蔵材料の開発が盛んであり、代表的なものとして、水素化ホウ素ナトリウム、錯体水素化物、酸化鉄を利用した水素貯蔵が提案されている。

水素化ホウ素ナトリウムを利用した水素発生では、以下に示したように水素化ホウ素ナトリウムと水の反応（加水分解）により水素を発生させる。



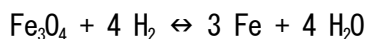
水素化ホウ素ナトリウムの高い水素含有量、素早い応答性から、この方法が注目されている。水素化ホウ素ナトリウムの加水分解を促進する触媒も開発されており、水素発生速度に問題は無い。しかし水素化ホウ素ナトリウムの価格が高く、また水素に付随して発生するメタホウ酸ナトリウム（NaBO₂）の回収・再生が問題となる。

錯体水素化物 $M(M' H_n)$ は、Mとしてアルカリ、およびアルカリ土類金属、M'としてFe、Coに代表される遷移金属やAl、B、Nが利用され、代表的なものとして $NaAlH_4$ 、 $NaBH_4$ がある。たとえば $NaAlH_4$ を用いた場合、以下に示す2段階の反応により水素の吸蔵・放出をする。



これまでに開発された錯体水素化物の水素貯蔵量は5重量%を超えるものが多く、有望な水素貯蔵材料として注目される。しかし錯体水素化物からの水素発生に200°C以上の高温を必要とするものが多く、低温化が望まれる。また錯体水素化物の水素吸蔵・放出サイクルの安定性の改善も今後の課題である。

酸化鉄と金属鉄の還元・酸化サイクルを利用した水素の貯蔵・回収では、以下のように、 Fe_3O_4 の水素による還元で金属Feを生成し、水素を金属Feの形で化学的に貯蔵し、金属Feと水との反応により水素を発生させる。



酸化鉄は安価で安全な材料であり、金属Feが室温下、空気中でも比較的に安定であるため、有望な水素貯蔵・回収法であると考えられるが、水素貯蔵・回収サイクルに高温が必要になる。

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

水素エネルギー社会における水素吸蔵材料として、これまでに多くの無機化合物を利用した水素貯蔵技術が提案されており、これらをスケールアップした場合の問題点を明確にする。

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

水素エネルギー社会において無機化合物を利用した水素貯蔵材料を幅広く普及させるには、これまでに開発された無機化合物を凌駕する高い経済性と安定性を示す無機化合物の開発が必要である。

キーワード

水素吸蔵合金・水素化ホウ素ナトリウム、錯体水素化物・酸化鉄—金属鉄の還元・酸化

(執筆者：竹中 壮)