



参考資料

クリーンな水素エネルギー社会実現へ向けた 材料開発へ指針

-水素とアルミニウムの直接反応によるアルミニウム水素化物の合成に成功-

(独)日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
放射光高密度物質科学研究グループ

齋藤 寛之



本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総開発機構(NEDO)の委託事業「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」によるものです。



本日の発表の概要

アルミニウム水素化物を直接反応で合成するには...

- (1) 水素を吸収するのに高い圧力が必要
- (2) アルミニウム表面の不動態皮膜が反応を妨げる

以上の問題を克服しなければならない

- 成果:
- ・ 約600 °C、9万気圧の高温高圧下で水素とアルミニウムの直接反応により AlH_3 を合成することに成功
 - ・ 水素放出と吸収過程を放射光によってその場観察

今後の展開: (2)の不動態皮膜が原因でこれまで実現できなかった、アルミニウムを主成分とする軽金属水素化物の研究をすすめて、より低い圧力で水素を吸収できる材料の開発につなげる

水素貯蔵材料の開発によってクリーンな水素エネルギー社会へ向けた材料開発へ指針



アルミニウム水素化物とは

- 化学式 AlH_3 , 軽量でコンパクトに水素を貯蔵できる金属水素化物

燃料電池自動車の
水素貯蔵材料として有力

- 複雑な化学合成法でしか作ることができない

ランタンニッケル水素化物などのように、金属と水素の直接反応でアルミニウム水素化物を作ることにはできないだろうか？

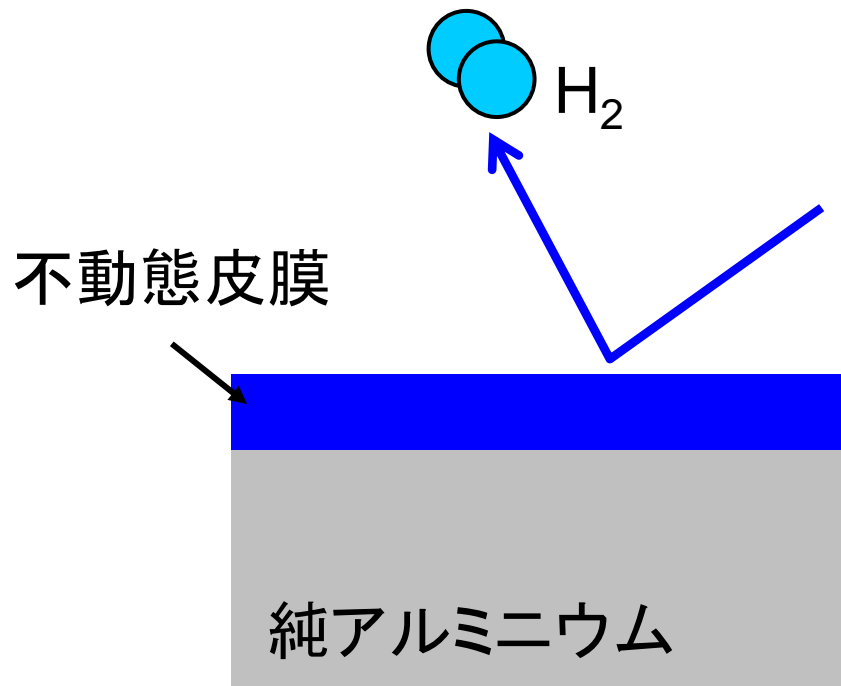
- 室温では約一万気圧の圧力が必要(計算値)

→ 合成が難しい理由(1)

- それより高い圧力下では、金属アルミニウムと水素の直接反応が実現できるはず

これまでの報告

高圧をかけてもアルミニウムと
水素の直接反応が起きない



不動態皮膜(うすいアルミニウムの酸化膜)がアルミニウムを水素化から守っている

合成が難しい理由(2)



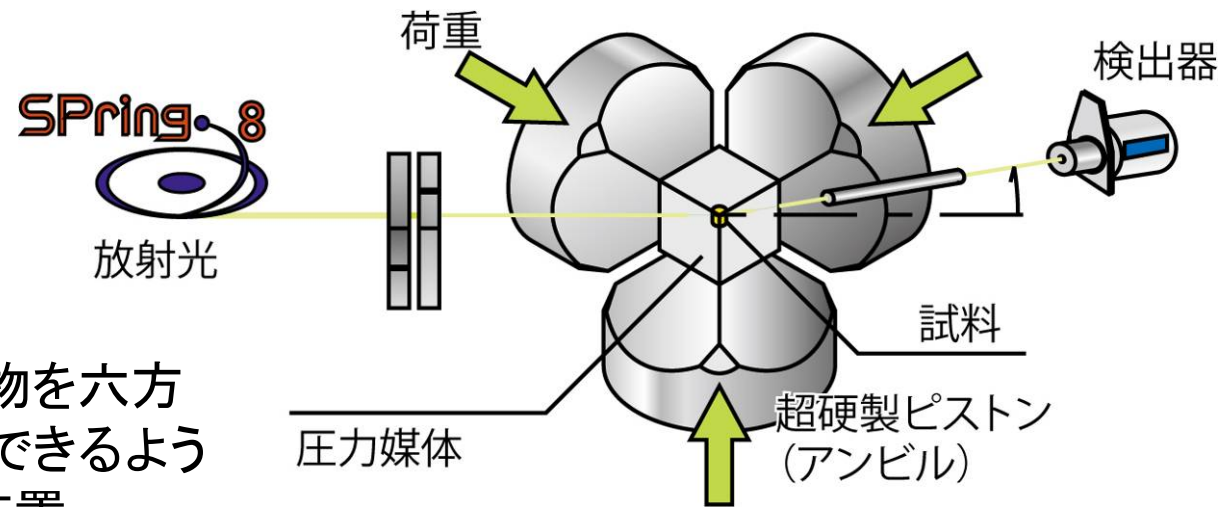
AlH₃合成研究の目的

これまで報告されているよりも高い温度圧力で

- (1) 水素を吸収するのに必要な高い圧力
- (2) アルミニウム表面の不動態皮膜を除去

を実現して、
アルミニウムと水素の直接反応によりAlH₃を合成する

キュービックアンビルプレス



立方体の試料の入れ物を六方向から押し込むことができるように作られた高圧発生装置

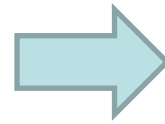
試料のまわりは圧力発生に必要なパーツや加熱のためのパーツで覆われてしまっている。



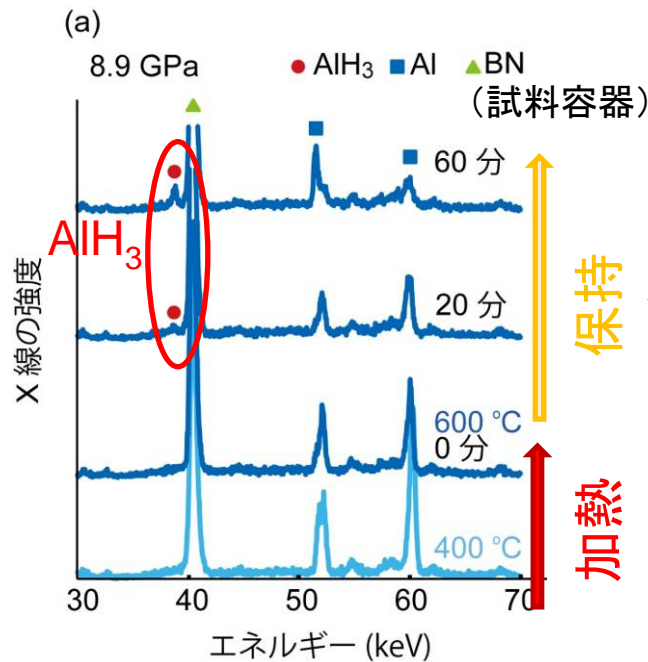
SPring-8の透過能力の強いX線をもちいて試料の様子を観察する。

金属アルミニウムの水素化の放射光その場観察

粉末X線回折による
その場観察のデータ



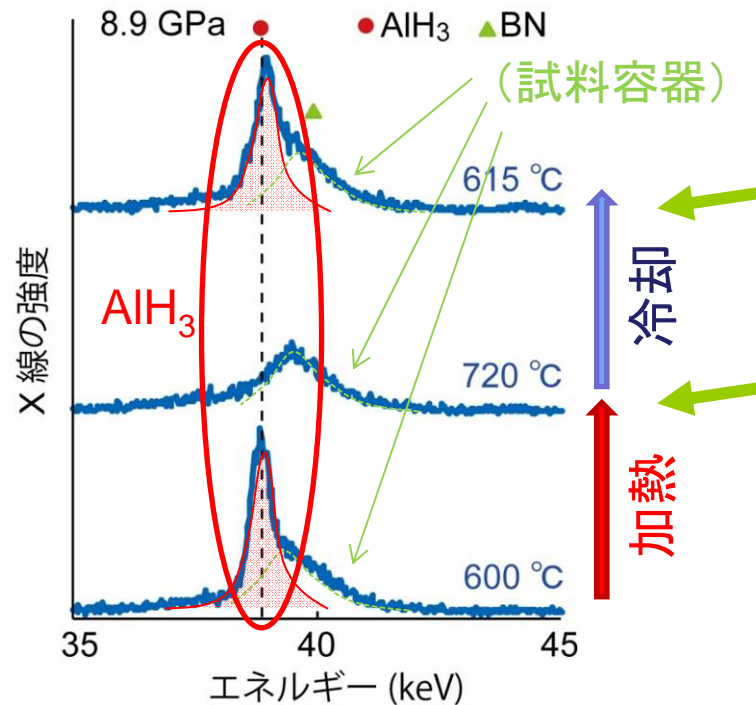
ピーク的位置から
アルミニウムが変化している
様子がわかる



600 °C, 20 min保持で
●の位置にピークが現れた
= 水素化が始まった

400 °CではAlH₃は生成しない

水素吸収と放出過程の観察



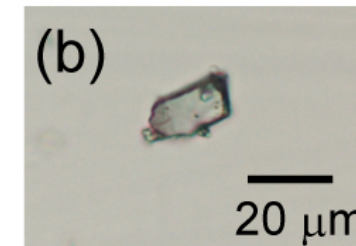
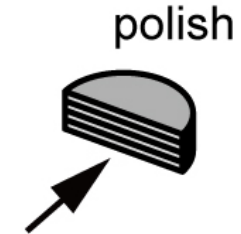
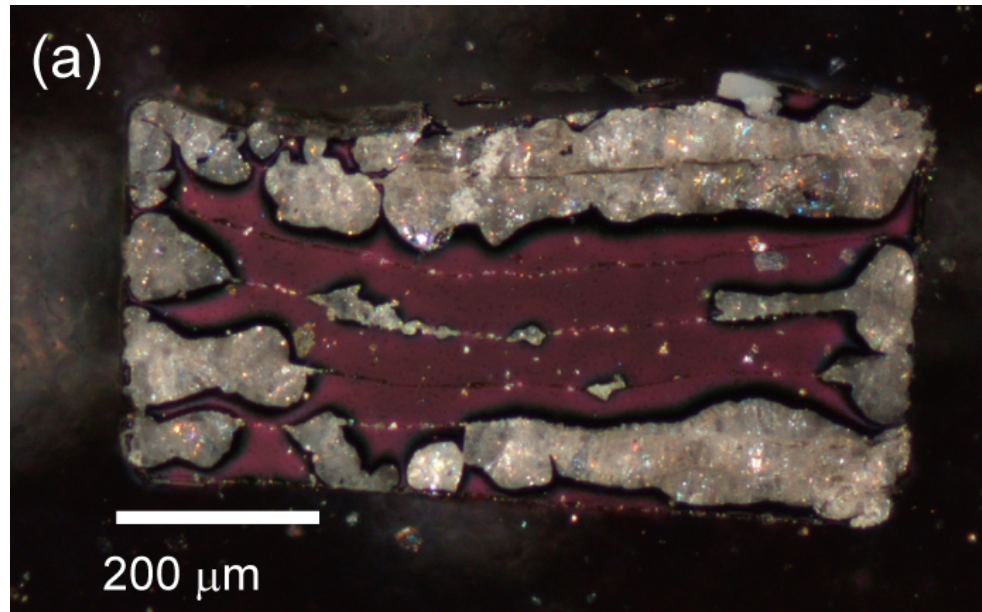
AlH₃のピークが現れた
= Alが水素を吸収

AlH₃のピークが消えた
= AlH₃が水素を放出

水素の吸収・放出温度と圧力を決定

→ 新しい物質開発の指針に

回収された AlH_3



分析実験の結果：
不純物を含まないきれいな AlH_3



きれいな AlH_3 を用いた
精密な実験から新しい性質を
見いだすことのできる可能性



まとめと今後の展開

8.9 GPa, 600°C以上の高温高圧下でアルミニウムと水素の直接反応により AlH_3 を合成することに成功

これまでアルミニウムの不動態皮膜により実現できなかった、新しいアルミニウムを主成分とする軽金属水素化物を合成できる可能性

具体的には

アルミニウムに異種金属元素を加えることで、水素吸収圧力を変化させる

より低い圧力で水素を吸収できる材料を開発し、燃料電池自動車の水素貯蔵材料として利用できる材料の実現につなげる

水素貯蔵材料の開発によってクリーンな水素エネルギー社会へ向けた材料開発へ指針