

2012. 11. 27 (Tue)



HIROSHIMA UNIVERSITY



低温熱化学水分解による水素生成技術

~400°C以下の低温で水から水素を生成することに成功~

宮岡裕樹 (特任講師)

サステナブル・ディベロップメント実践研究センター, 広島大学

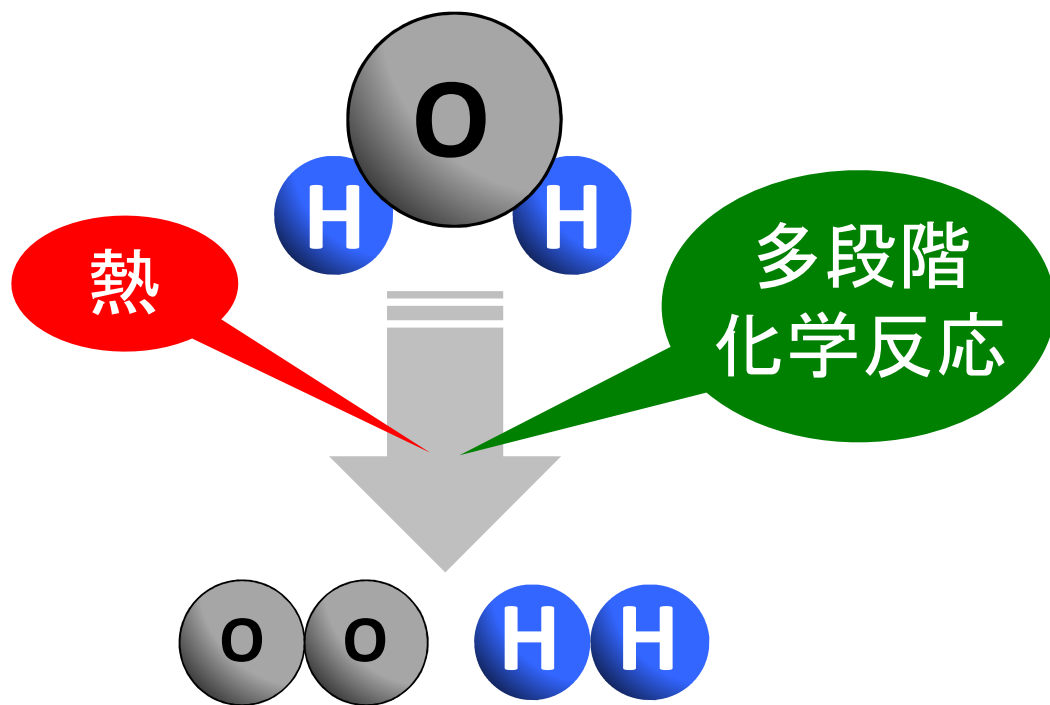
小島由継 (教授), 市川貴之 (准教授)

先進機能物質研究センター, 広島大学

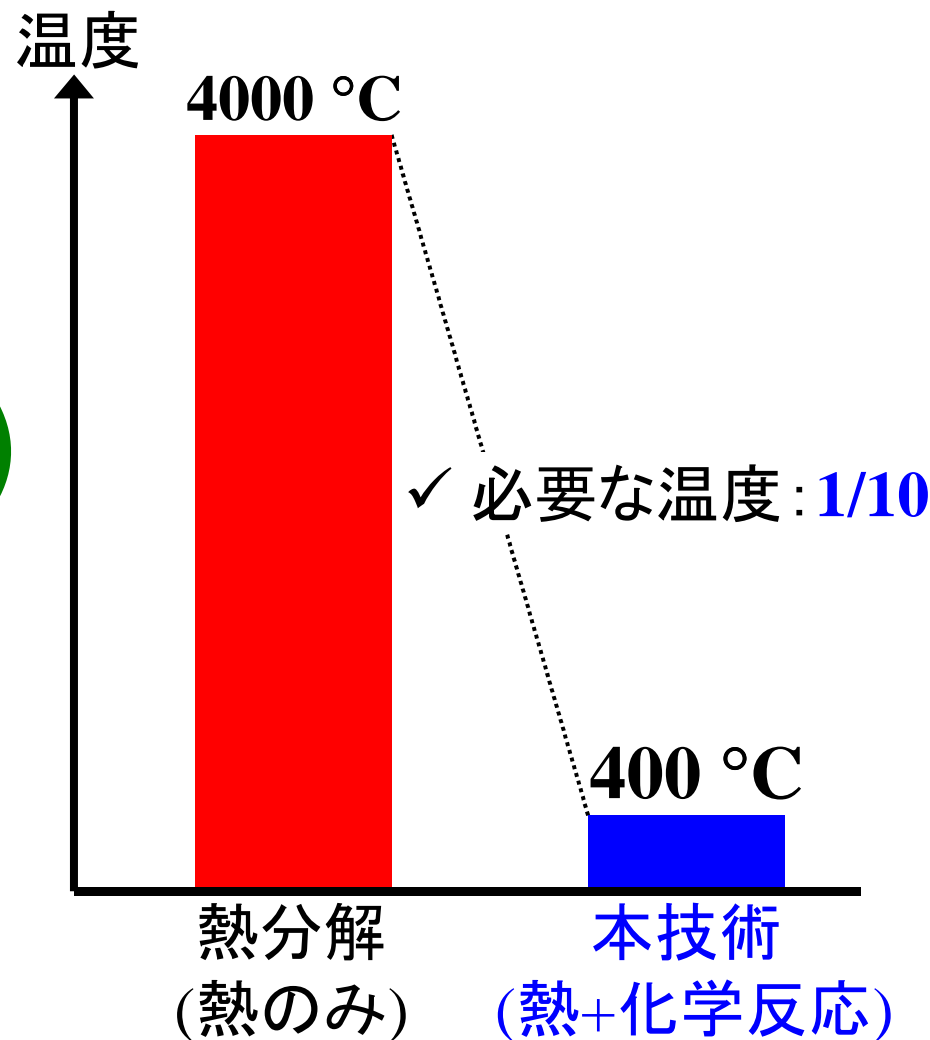
1. 研究概要説明
2. 研究背景 -水素の役割-
3. 水素生成技術 -熱化学水分解-
4. 技術説明 -研究の特徴-
5. 既存技術との比較
6. 次世代社会における本技術の用途
7. 今後の課題

低温における水の熱化学分解による水素生成

水(H₂O):水素(H)と酸素(O)の化合物



低温で「水素」に分解



1/10の温度で水を分解し水素を生成することが可能

2. 研究背景 -水素の役割-

- ✓ エネルギー問題 (化石燃料の枯渇)
- ✓ 環境問題 (地球温暖化)

再生可能(自然)エネルギーの利用

太陽, 水力, 風力... 特徴: 変動, 局在, 希薄



- ✓ 我々の需要に合わせて,
直接利用するのは困難

二次エネルギー

電池

*電気

水素

貯蔵/輸送可能な二次エネルギーへの
変換技術が必要

- ✓ 環境に合わせた技術開発

2. 研究背景 -水素の役割-

二次エネルギー(エネルギー貯蔵/輸送媒体)としての水素

水素

- ✓ エネルギー密度が**高い**
(電池の100倍以上)



大量貯蔵/長距離輸送

- ✓ 利用技術の**研究開発**
が必要
(**製造**, 貯蔵, 利用)

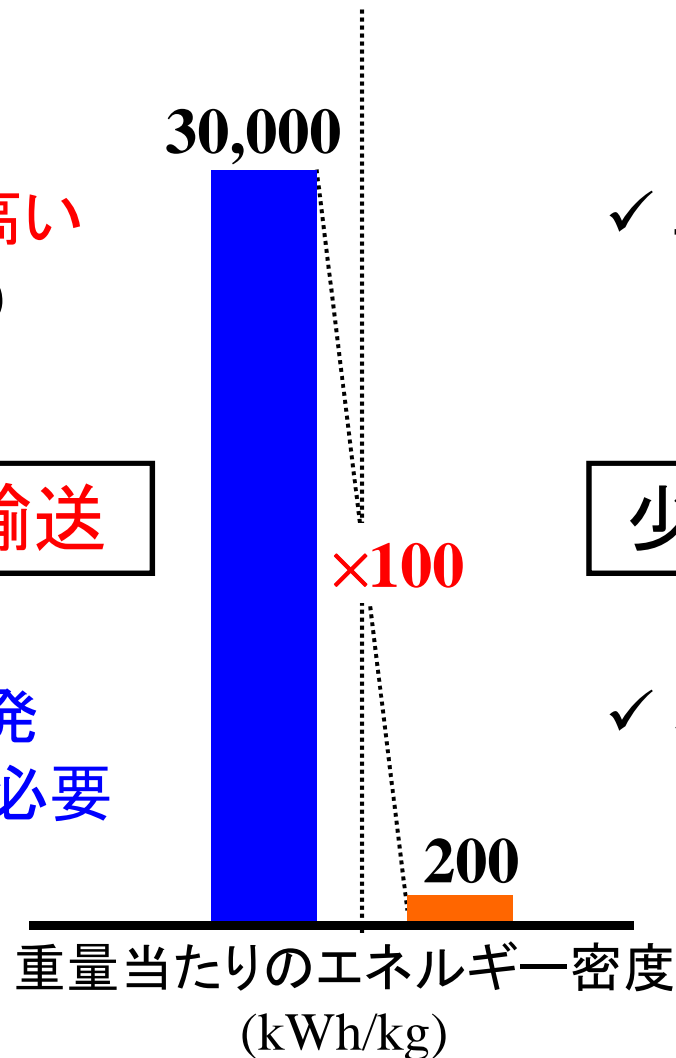
電池

- ✓ エネルギー密度が**低い**
(貯蔵/輸送に不向き)



少量貯蔵/短距離輸送

- ✓ 利用技術が**すでに確立**



3. 水素生成技術 -熱化学水分解-

水(H₂O)

- ✓ 地球上に豊富に存在
- ✓ エネルギーをもっていない物質
(燃えない)
- ✓ 低環境負荷の物質(循環が速い)

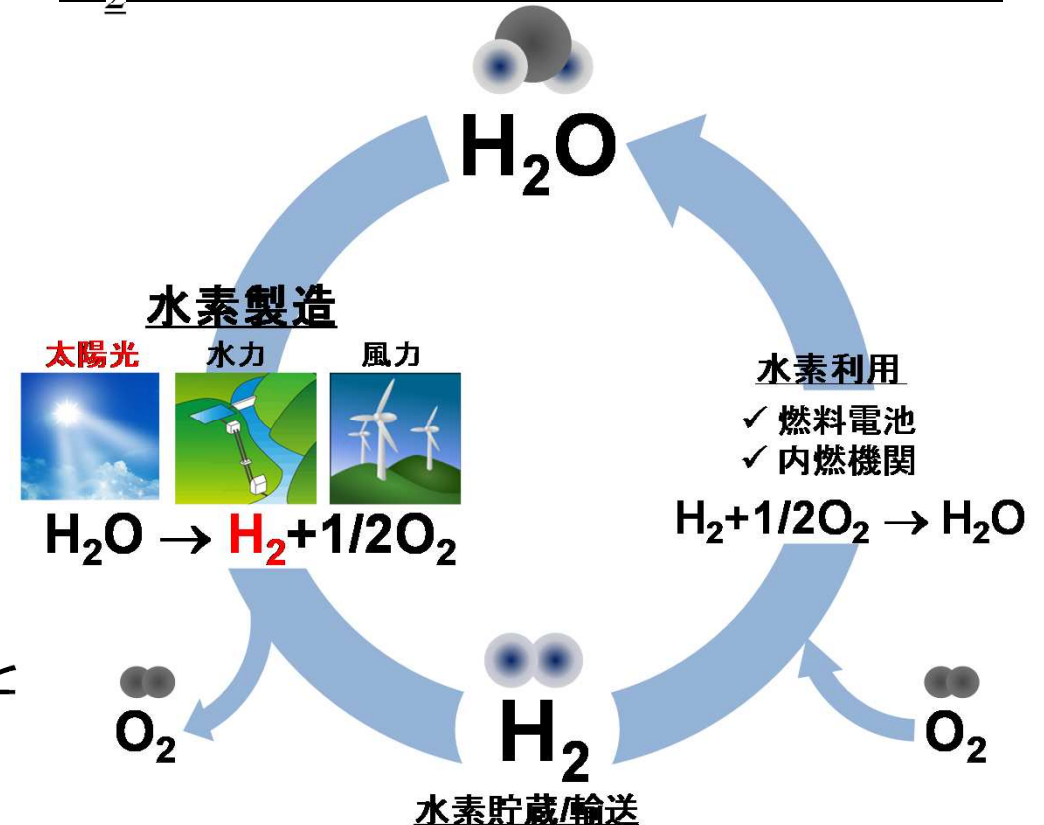
水素(H₂)

- ✓ エネルギーをもった物質(燃える)
- ✓ 燃焼後の生成物が水(クリーン)

*燃焼: 酸素と結合し燃えること

すなわち, 水分解による水素生成技術とは...

H₂を媒体としたエネルギーサイクル



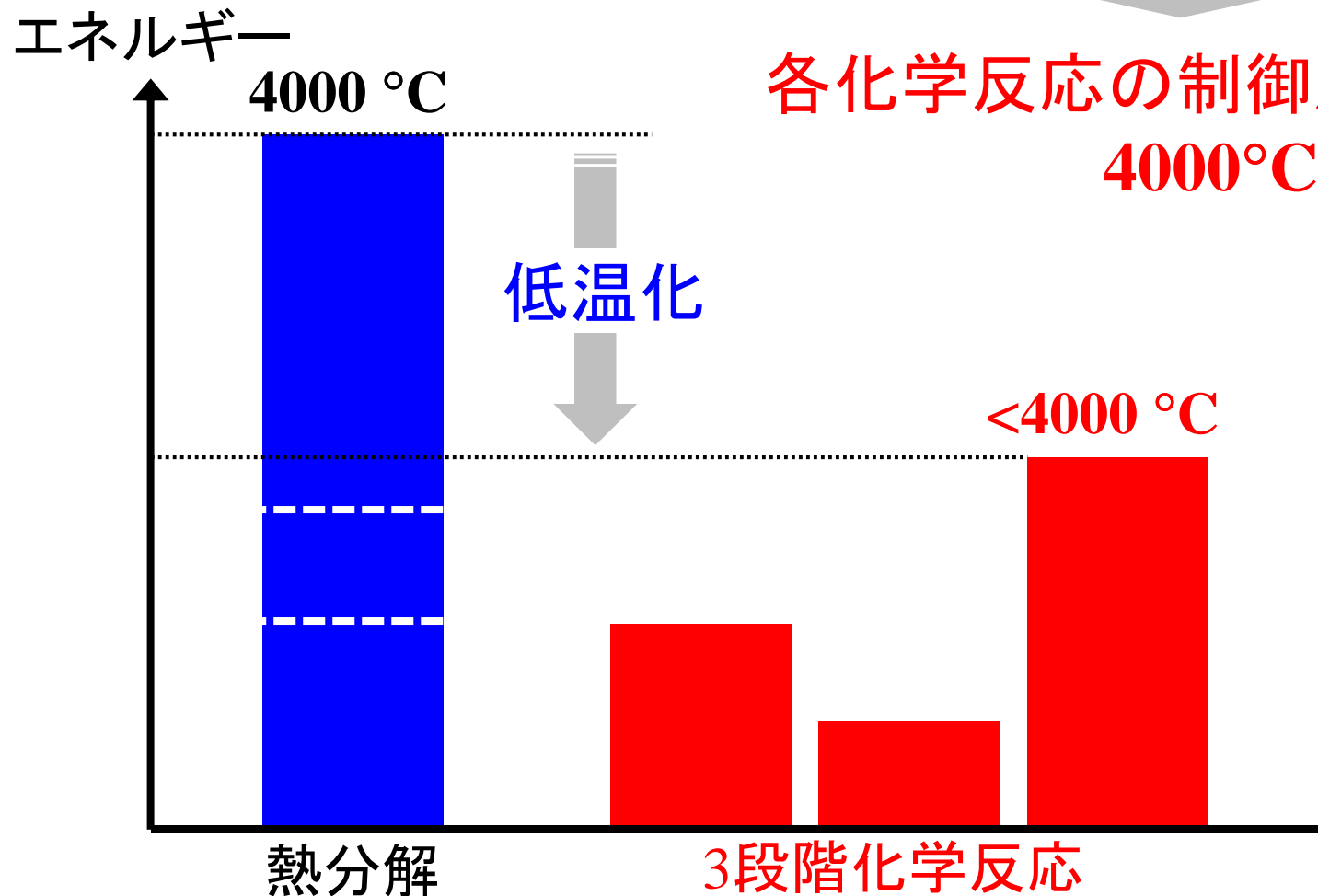
再生可能エネルギーを水素という物質に変換する技術

*水(H₂O)というエネルギーをもっていない物質から,
再生可能エネルギーを利用して水素(H₂)を生成

3. 水素生成技術 -熱化学水分解-

熱化学水分解

✓ 水分解に必要なエネルギーを、
幾つかの化学反応に分割する方法



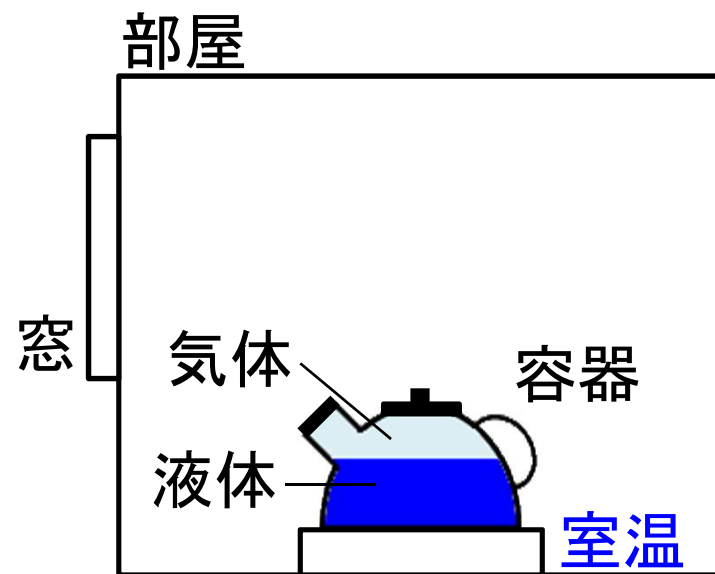
各化学反応の制御温度は、
4000°C以下になる

4. 技術説明 -研究の特徴-

アルカリ金属(ナトリウム)の利用

- ✓ 比較的低い温度で融解(溶けて液体状態となる)
→ 化学反応を制御する上で重要な特性

例: 液体の蒸発(気体への状態変化)



容器内の液体を全て蒸発させるには...

- ✓ 物質が液体の時,
必ず気体成分が存在
- ✓ 閉じた容器では,
物質の出入りが無い
(一般的な化学反応も同様)

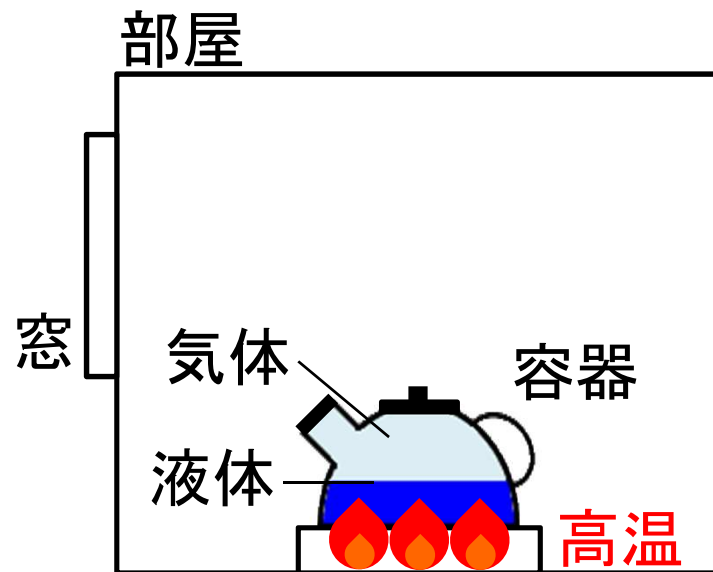
4. 技術説明 - 研究の特徴 -

アルカリ金属(ナトリウム)の利用

- ✓ 比較的低い温度で融解(溶けて液体状態となる)
→ 化学反応を制御する上で重要な特性

例: 液体の蒸発(気体への状態変化)

容器内の液体を全て蒸発させるには...



- ✓ 閉じた容器では, 加熱しても,
全て気体にならない
(気体の量が増えるのみ)

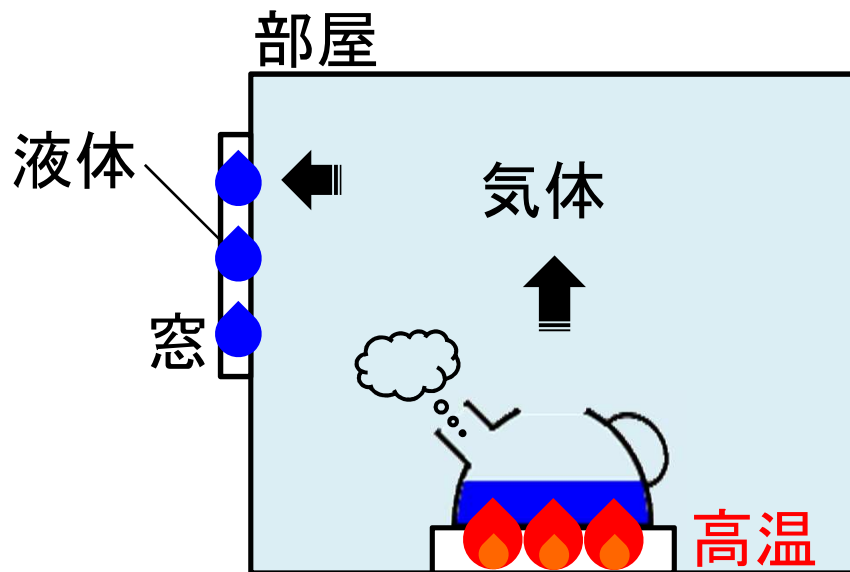
4. 技術説明 -研究の特徴-

アルカリ金属(ナトリウム)の利用

- ✓ 比較的低い温度で融解(溶けて液体状態となる)
→ 化学反応を制御する上で重要な特性

例: 液体の蒸発(気体への状態変化)

容器内の液体を全て蒸発させるには...



- ✓ ふたを開け加熱すると、
全て気体になる
- ✓ 外部に冷えた部分があると
気体はそこで凝集
(例: 冬時期によくみる結露)

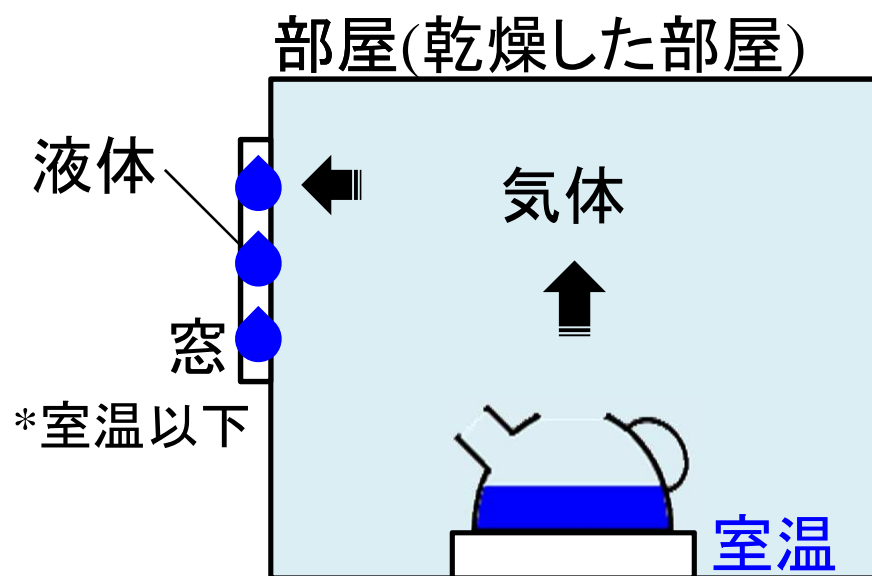
4. 技術説明 -研究の特徴-

アルカリ金属(ナトリウム)の利用

- ✓ 比較的低い温度で融解(溶けて液体状態となる)
→ 化学反応を制御する上で重要な特性

例: 液体の蒸発(気体への状態変化)

容器内の液体を全て蒸発させるには...



- ✓ 室温でも, 冷却部があれば
同様な現象が起こる
↔ 但し, 長時間が必要

加熱する必要が無い

「蒸発-移動-凝集」を利用すれば, 低温で反応を制御可能

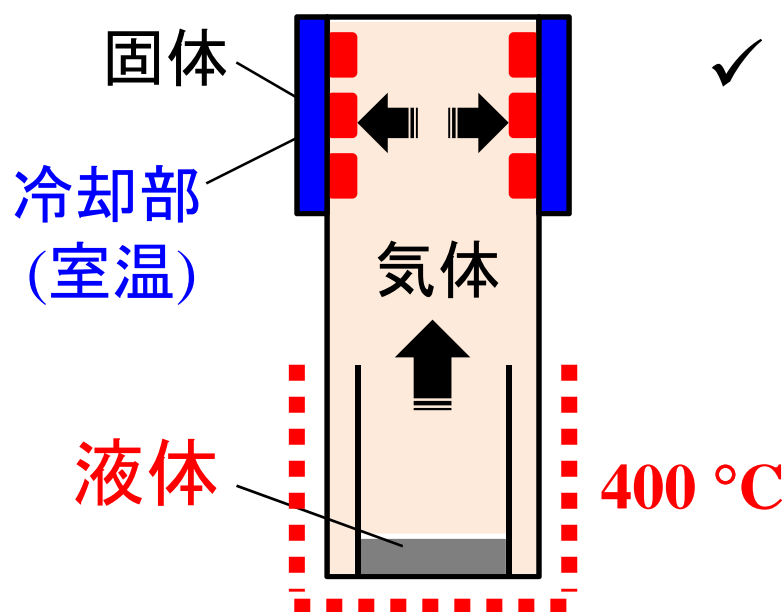
4. 技術説明 -研究の特徴-

アルカリ金属(ナトリウム)の利用

- ✓ 比較的低い温度で融解(溶けて液体状態となる)
→ 化学反応を制御する上で重要な特性

本技術: 液体アルカリ金属の物質科学的制御

*ナトリウムの融点: 約98°C

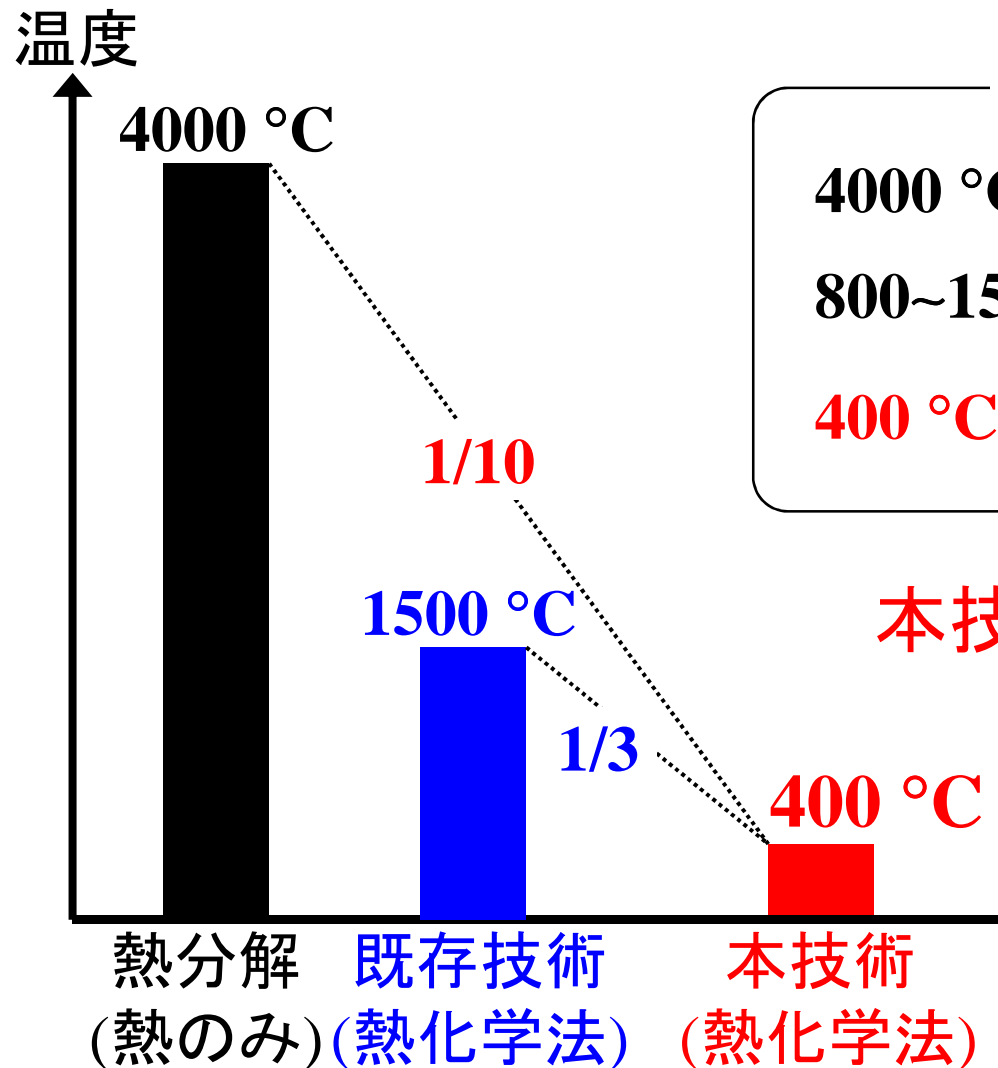


- ✓ アルカリ金属の「蒸発-移動-凝集」
を効率的に制御

反応温度の低温化に成功
(約2000 °C → 400 °C)

5. 既存技術との比較

熱化学水分解温度



熱化学水分解温度と熱源

4000 °C : 得ることが困難

800~1500 °C : 太陽熱(大型), 原子炉

400 °C : 太陽熱(小型), 未利用熱(排熱)

本技術は, 低温熱源も利用可能

6. 次世代社会における本技術の用途



HIROSHIMA UNIVERSITY

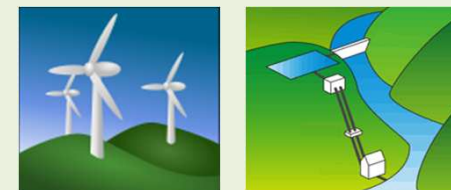


それぞれの環境に適した技術利用



✓ 太陽エネルギーが得にくい場所
いろいろな技術を複合的に利用

発電：太陽光，風力，水力



低温熱化学水分解
(500 °C以下の太陽熱，未利用熱)

✓ 太陽エネルギーが豊富な場所
(例：砂漠地帯)

高温熱化学水分解
(800~1500 °C)

太陽光発電

日本でも利用可能

7. 今後の課題

1. スケールアップ

- ✓ 現状：少量の試薬を使った実験



- ✓ 実用化に向け、
反応装置のスケールアップ及び改良を進め、
試料量を増やした実験を展開予定

2. アルカリ金属の腐食

- ✓ 現状：試料による反応装置の腐食を確認



- ✓ 安全性向上のため、腐食を抑制する方法を検討
(装置材質の検討, 反応条件の最適化等)

研究内容に関するお問い合わせ先

宮岡 裕樹 (みやおか ひろき)

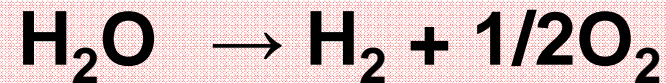
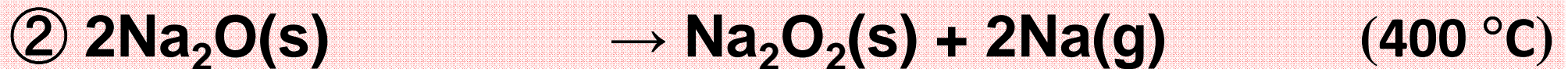
広島大学

サステナブル・ディベロップメント実践研究センター

TEL&FAX: 082-424-4604

E-mail: miyaoka@h2.hiroshima-u.a.jp

■ ナトリウム(Na)を用いた熱化学水分解(化学反応式)



[Miyaoaka et al., *Int. J. Hydrogen Energy*, 37, 17709 (2012)]

- ✓ Na: ナトリウム, H: 水素, O: 酸素
- ✓ (s): 固体, (l): 液体, (g): 気体