

**事業名：**水素利用等先導研究開発事業/炭化水素等を活用した二酸化炭素を排出しない水素製造技術調査  
/メタン直接分解による水素製造に関する技術調査

**発表者名：**株式会社伊原工業、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、愛知県（あいち産業科学技術総合センター）、学校法人東京理科大学

## ○事業概要

環境保護の観点からのCO<sub>2</sub>削減の社会的要請は強まる一方である。しかし、再生可能エネルギーを活用した水素のみでは、二次エネルギー・産業用原材料としての需要を賄うことが困難であるため、他の供給源の確保が必要不可欠となる。そこで、賦存量が多く、地政学的リスクの低い天然ガス等の水素化合物等から、二酸化炭素を排出せずに水素を製造する技術開発が望まれる。本事業では、メタン直接分解により二酸化炭素を排出しないターコイズ水素製造の技術調査を目的とした。

メタン分解では、多孔体に金属微粒子を分散担持させた粒状触媒が用いられる場合が多い。ところが、メタンの直接分解反応では生成炭素が触媒担体孔部を閉塞したり、金属微粒子がシンタリングを起こし、触媒が失活するなどの欠点があった。そこで、Niを触媒材料とし、Niと全率固溶体を形成するCu板にNi層を積層した板状触媒を使用し、メタン直接分解性能を調査した。その結果、800℃の反応温度条件において、平衡値に近い水素収率93%を得た。さらに、Ni板にCuとNiを積層した高耐熱構造体触媒を開発し、触媒活性の長時間維持に成功した。

反応試験後の板状触媒の組織を透過電子顕微鏡(TEM)により観察したところ、Ni表面相の破壊によるNiナノ粒子が確認された。Niナノ粒子の生成は、生成炭素中にNiが溶解・再析出し、Ni核が成長することにより起こると考えられる。

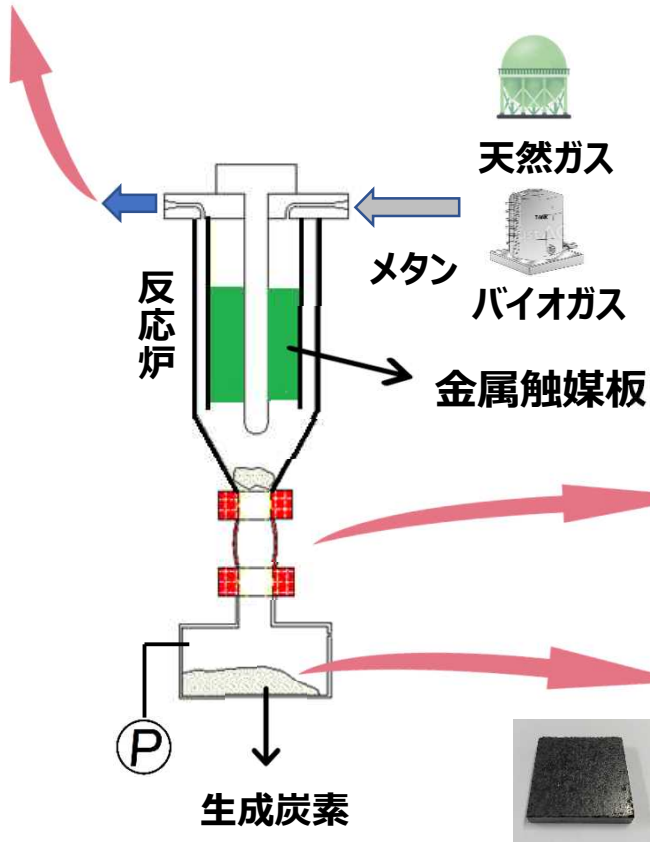
一方、生成炭素のキャラクタリゼーションを実施により、その利用法を検討した。生成炭素の電気伝導度測定、熱伝導率測定、ラマン分光分析の結果、グラファイトに近い特性を持つことが判明した。

従来の反応炉では、炉内での淀み領域の形成によるガスの炉内滞留と流路短縮が同時に起こることで、生成水素の排出不全と実質滞留時間短縮による反応効率低下が起きていたと考えられた。そこで、反応炉上部に多孔板型の整流板を設置し、反応炉上部から下部へと一様にメタンが流入する構造を提案し、淀み領域の排除を試みた。その結果、生成ガス中の水素濃度は、従来反応炉のおよそ2倍となった。

連絡先 株式会社伊原工業  
<https://www.ihara-inc.com/>  
E-mail: [ihara@ihara-inc.com](mailto:ihara@ihara-inc.com)

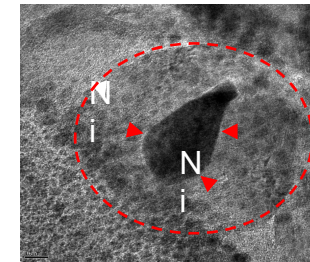
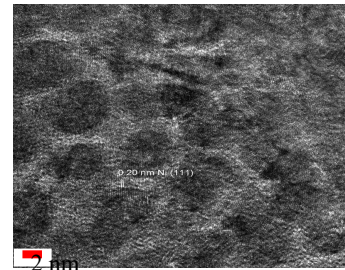
# メタン直接分解による水素製造に関する技術調査

反応炉内温度800℃  
生成ガス中水素濃度50%



## 触媒板の調査

Ni表面相の破壊によるNiナノ粒子が確認された。加熱に伴う2次再結晶によりNiメッキ層のステップ-テラス構造が積層した隆起が形成され、触媒性が向上したと推測される。



Niナノ粒子中央の拡大

真空チャンバーを用いた生成炭素排出法と揺動式炭素離脱装置を用いることにより、装置稼働中でも生成炭素の排出が可能となり、機構も簡素化されている。

金属板触媒を使用することにより、純度の高い生成炭素を得ることが可能。熱伝導率はグラファイト並の数値が得られた。

- 水素製造コスト30円/Nm<sup>3</sup>を目指すために、生成炭素の用途開拓と有価値化を図る。
- 反応炉温度のさらなる低温化により熱効率を上げる。
- 日本国内で製造できるバイオメタンを原料とすることにより、カーボンマイナスを実現する。
- 本技術は中小規模のターコイズ水素製造に適する。

# 今後の見通しについて

---

## ■ 実用化・事業化のイメージ

本水素製造装置は、**既存の社会インフラを利用してオンサイト型水素利用システムを構築**できることである。また、構成が簡素であり、小型化に適すること、DDS運転に向いていることから**CCSが利用できない中小規模の利用者に適した装置**である。

## ■ 実用化・事業化に対する今後の課題と対応方針

- 金属板触媒の耐久性向上と基本原理の解明
- 生成炭素の用途拡大と高付加価値化
- 過酷な雰囲気（高温、炭素粉、水素）中で、長時間安定して作動するバルブ等機器の改良
- 純水素利用に向けて、小型PSAの開発

## ■ 実用化・事業化に向けた具体的な取り組み

- 中小規模の熱利用業者への普及を目指す。

本事業で開発した水素濃度50%の混合ガスで、メタン直接燃焼時と同一の熱量を発生させた場合でも、CO<sub>2</sub>を約24%削減できる。燃料ガスのコストアップ分は、副産物の生成炭素の販売で補いやすい。

- バイオガス業者・水素ステーション向けの中小規模の純水素利用分野への普及。

純水素を燃料電池向けに利用する分野への普及を目指す。本事業で開発した装置は生成ガス中にCOを含まないため、水素を分離するPSAは、小型・簡素化しやすい。DDS運転に向いていること等が理由である。