3D Architech

Revolutionizing Metal Manufacturing for Energy Efficiency

US/Boston + Japan/Sendai

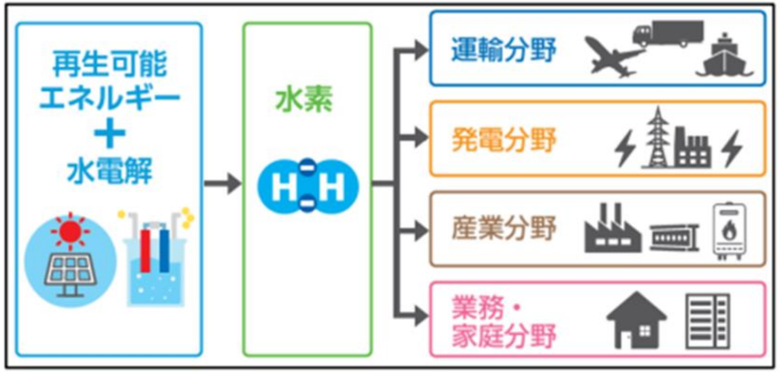
R6仙台市NanoTerasuトライアルユース発表資料

「持続可能な社会に向けた、水電解セルの高出力化を期待する
3次元拡散層における気泡挙動のその場観察 」

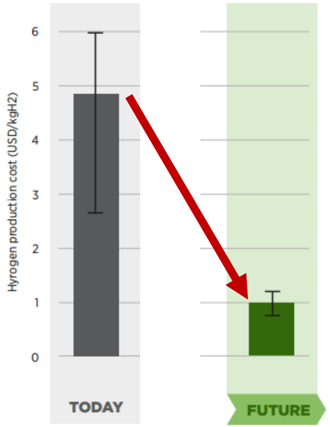
課題: 持続可能な社会におけるグリーン水素の高コスト

グリーン水素の活用

- 高いグリーン水素の生成コスト
- カーボンニュートラルな社会の実現のために、2030年までに2億トンの水素の活用が必要



出典: 東京都産業労働局「『東京水素ビジョン』の概要」

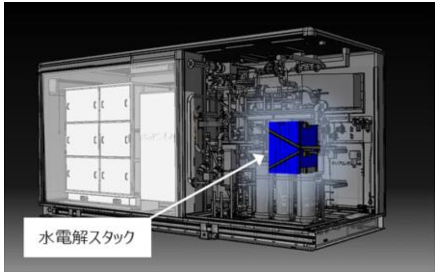


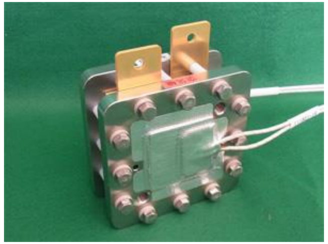
水素生成コスト (USD/kgH2)

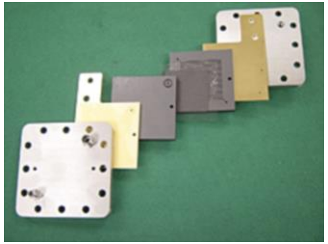
課題:グリーン水素のコストと既存技術の限界

エネルギーデバイスの共通課題：ミクロ構造と流体制御

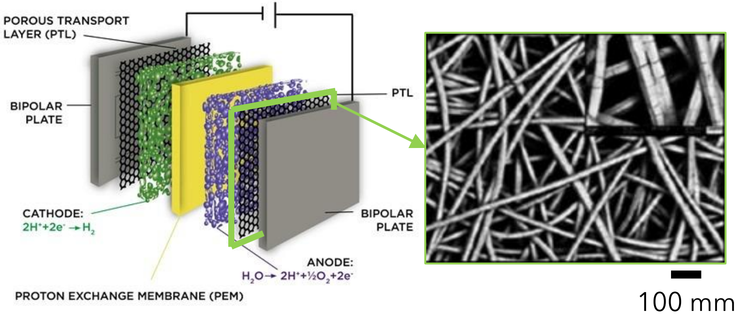
- 水電解槽における拡散層の構造ができておらず、効率的な流体制御が困難
- 現状の製造技術では0.1 – 1 mmにて構造制御が限界







https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1484657.htm
https://www.fcdevelopment.co.jp/c11.html



水電解槽内のランダムな構造をもつ、ファイバーメッシュ拡散層

ソリューション: ゲルをベースにした金属製造技術

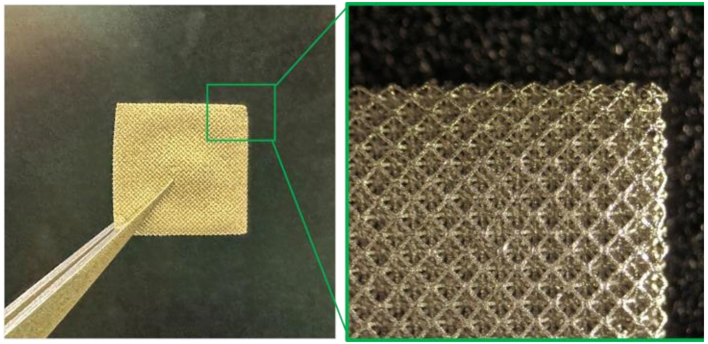
ゲルをベースにした金属製造技術により、**10 µmの解像度にて構造制御を達成し**、デバイス性能の最大化に貢献する。

プロセス

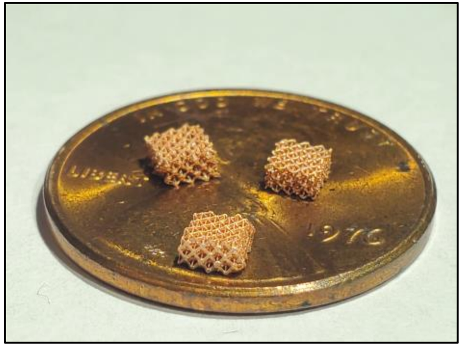
ゲルとリソグラフィをベースにした金属製造技術

造形物

高性能化を可能にする金属・合金の造形



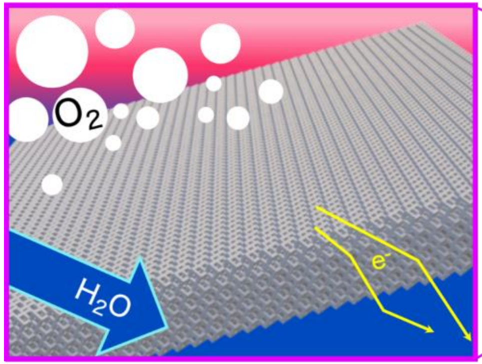
Nickel alloy



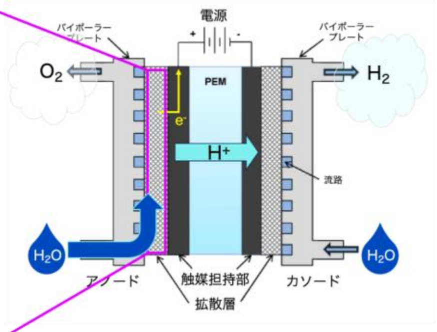
Pure copper

水素関連電解のミクロ3D拡散層

水素関連電解セルの
貴金属フリーなミクロ3D拡散層



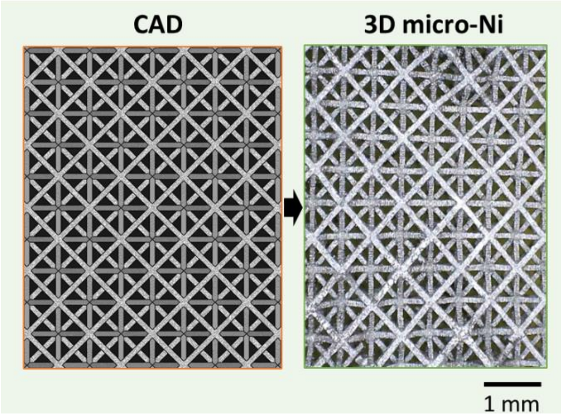
高耐酸化性、貴金属フリー合金による
ミクロ構造拡散層の稼働イメージ



PEM型電解槽の模式図

https://www.sintered-mesh.com/ja/technology/gdl-material-requirements-pemec-hydrogen-production.html
（一部追記・修正）

超高精度・低コスト
金属３Dプリンタ技術



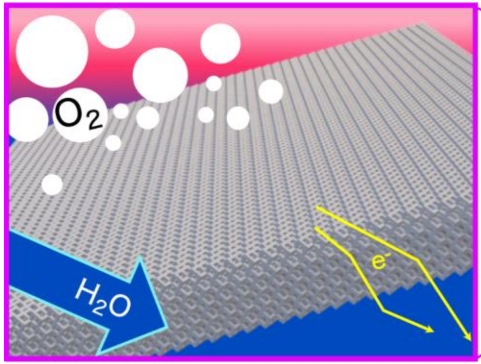
水素関連電解セルの拡散層において

＜ペインポイント＞ミクロ構造制御がほぼ不可能であったために生じていた高出力化の限界

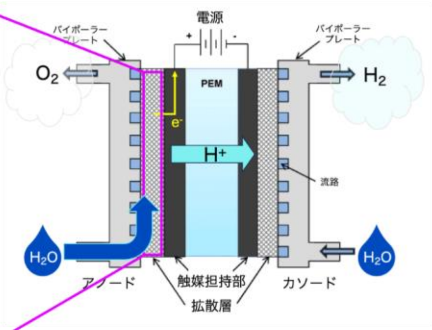
＜ソリューション＞ **3D Architechの次世代金属3Dプリント技術**を用いて、**ミクロ構造制御された**ミクロ3D拡散層を開発し、**高出力化**を達成する。

ナノテラスの活用：水電解における泡の挙動の可視化

水素関連電解セルの
貴金属フリーな**ミクロ3D拡散層**



高耐酸化性、貴金属フリー合金による
ミクロ構造拡散層の稼働イメージ



PEM型電解槽の模式図

https://www.sintered-mesh.com/ja/technology/gdl-material-requirements-pemec-hydrogen-production.html
（一部追記・修正）

構造制御によって性能向上がみられるが、より直接的な要因を特定したい

⇒　泡の挙動が水電解セル内でどのように動くかの観察が必要

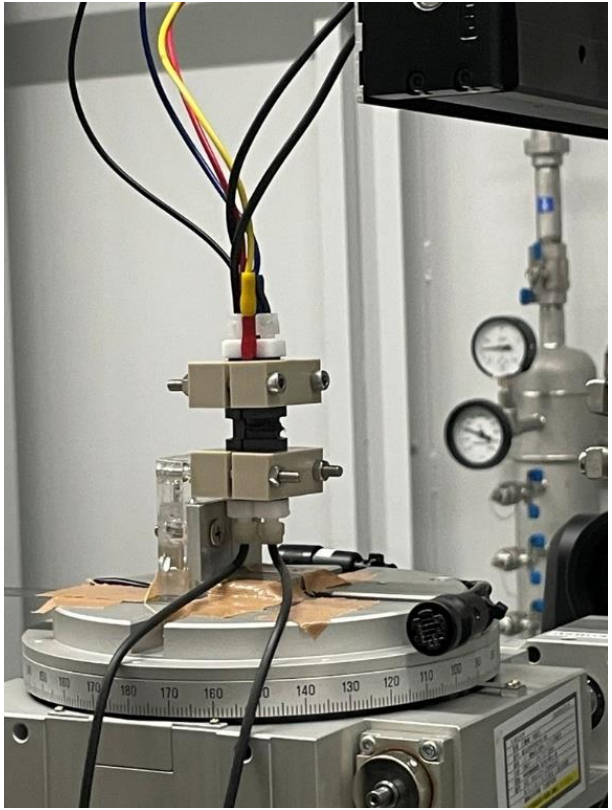
⇒　放射光施設「ナノテラス」の活用を検討した

⇩

〇目的

3DA拡散層を導入した水電解セルにおいて、その場観察にて気泡脱離挙動を観察や電気化学測定を行う。従来の発泡ニッケルやカーボンペーパーにおける気泡脱離挙動や抵抗と比較し、3DA拡散層の機能を可視化し、さらには、**これまで学術界および産業界の両方で知見がなかった気泡脱離を体系的に、そして直接的に観察する。**

実験手法　1回目：BL-09Wでの測定

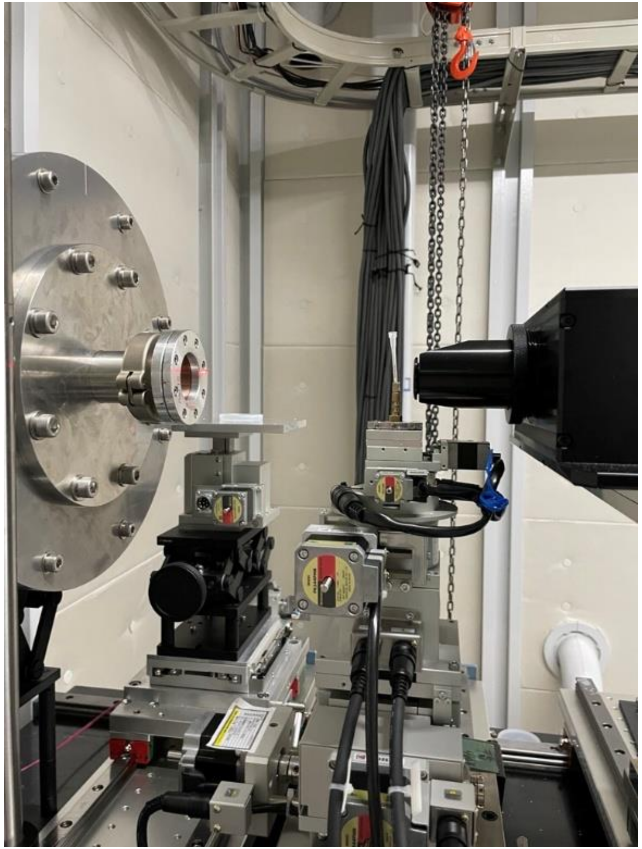


観察時に使用した炭素セルの外観図

<u>BL-09Wでの測定</u>

- X線を透過する炭素セル(左図)を使用し、Ni拡散層に対し、X線イメージングを行った。

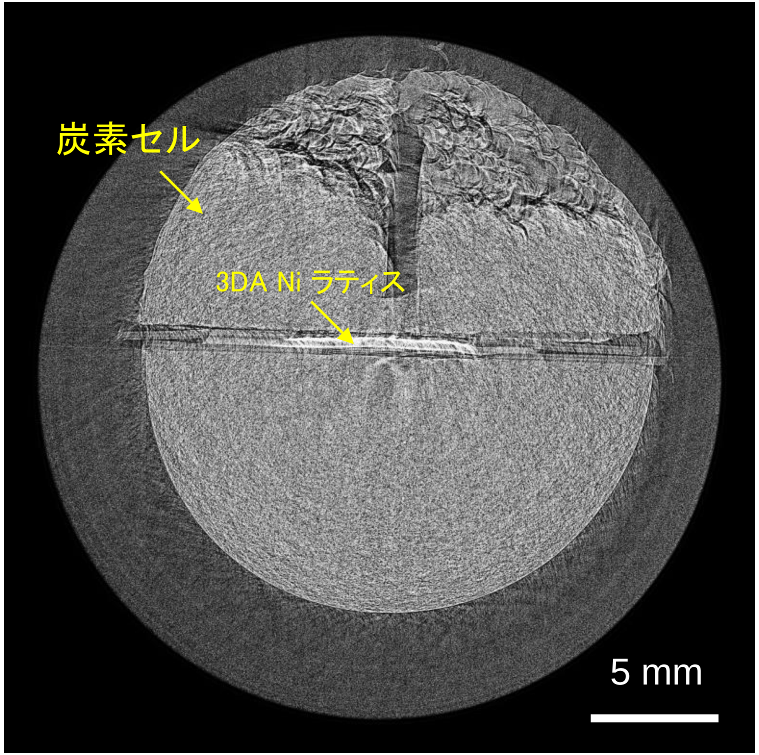
実験手法　2回目：BL-10Uでの測定



BL-10Uでの測定

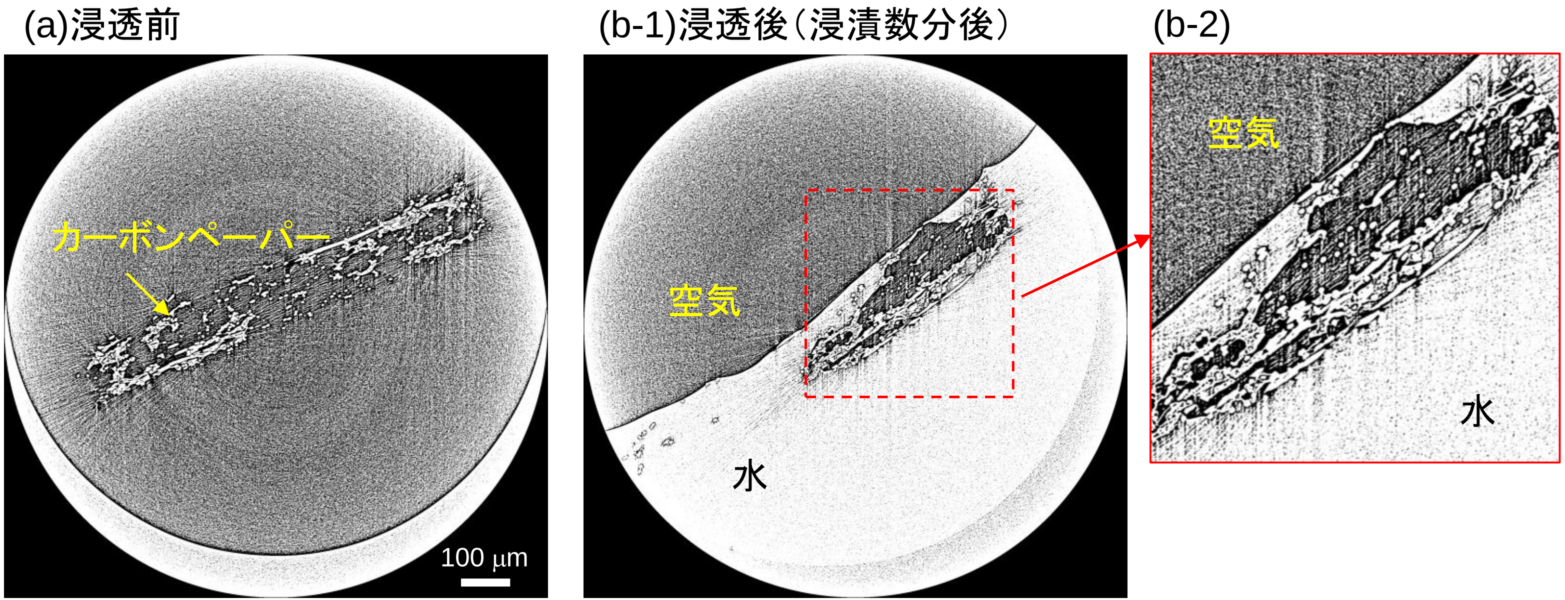
- 3DA 炭素拡散層と市販のカーボンペーパーのX線イメージング
- チューブ内に拡散層と水を入れ、水の拡散層への浸透挙動をX線イメージングにより観察
- 炭素セルでの観察を試みたが、炭素セルが厚いためにイメージングにおけるノイズが大きく観察が困難であった

実験結果　BL09W (白色X線CT)



- 炭素セルを透過し、3DA Niラティスやその前後のイオン交換膜、触媒層の層を観察できた（左図）
- ニッケルのX線吸収が強いために、電圧を印加した際に発生する泡と水のコントラストは低く、泡と水の差を明確に識別することが困難であった。

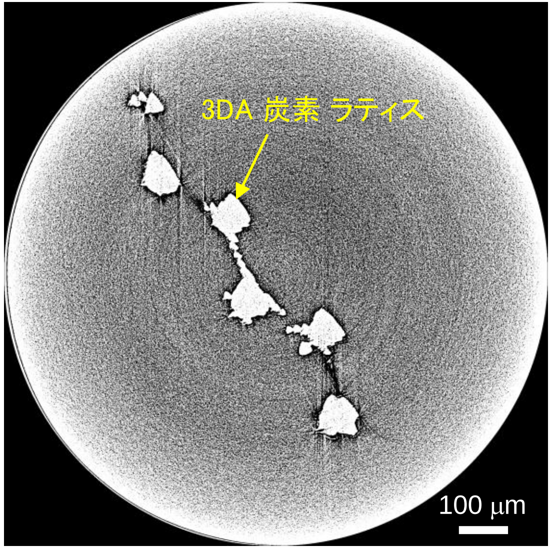
実験結果　BL10U　市販カーボンペーパー



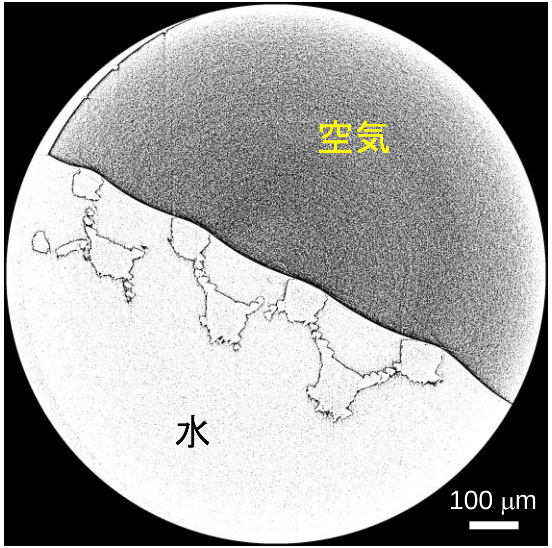
- カーボンペーパーの構造が明瞭に捉えられ、水に浸漬した際にカーボンペーパー内部へ水が浸透していないことが確認された。
- ⇒このカーボンペーパーにはテフロンコートが施されており、撥水性が付与されているため、このような結果になったと推測される。

実験結果　BL10U　3DA炭素ラティス

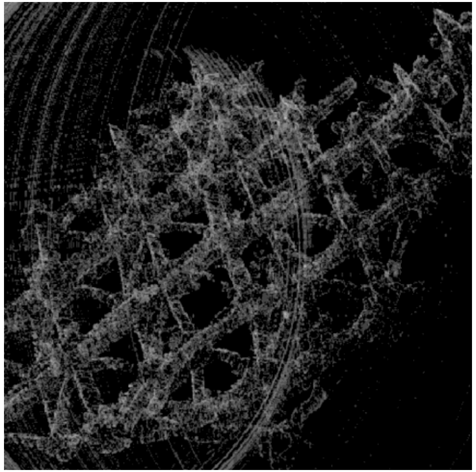
(a)浸透前



(b)浸透後（浸漬数分後）



3DA炭素ラティスの3次元構築画像*



*(a)の画像群より構築

- 3D Architech社製の炭素ラティスサンプルは、市販のカーボンペーパーと比較し規則的な構造を有していることが確認された(上図(a))
- 水に浸漬した際には、市販のカーボンペーパーとは異なり、炭素構造内に水が浸透しており、高い濡れ性を示していることが分かった。
- ⇒撥水処理が施されていないことに加え、規則的な構造によって濡れの挙動が均一になっているためと推測される。

結論

- 本検討により、弊社のニッケルおよび炭素素材からなるミクロ構造を有する拡散層をX線イメージングで観察でき、水との濡れ性の評価も3次元観察として実施できた。
- 一方、本検討の目的であった気泡生成挙動と構造の関係性を炭素セルを通じてその場観察をするには、炭素セルなどの測定器具に関するさらなる工夫や検討が必要であることが明らかとなった。

謝辞

本実験の実施に当たり、仙台市NanoTerasuトライアルユース事業でのサポートおよび、以下の方々を含めご助力いただいた皆さまに深謝いたします。

Hx合同会社　重政 海都氏

光科学イノベーションセンター (PhoSIC) 小川 英之氏

光科学イノベーションセンター (PhoSIC) 八木 直人氏

横浜国立大学　荒木 拓人教授

東北大学　藪 浩教授

3D Architech

Revolutionizing Metal Manufacturing for Energy Efficiency

LinkedIn : https://www.linkedin.com/company/3d-architech/
Our Website : http://3d-architech.com/

© 202