

高解像度金属 3Dプリント技術を用いた 高出力化する水素関連電解拡散層

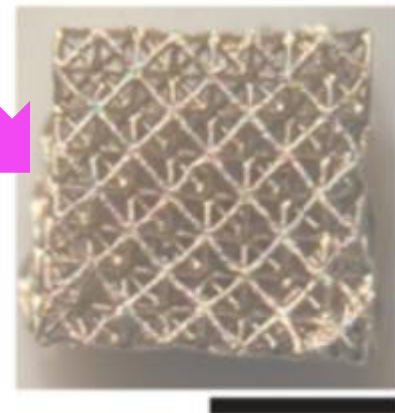
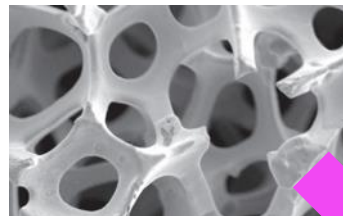
3D Architech

Revolutionizing Metal 3D Printing for Energy Efficiency

工藤 朗 (R&Dフェロー) : akudo@3d-architech.com

業務内容

- 3Dプリンティングを用いた、金属マイクロ構造の設計・作製
- **マイクロ構造の「デザイン」が可能**



<https://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>
<https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-news/prodways-records-multiple-sales-of-selective-laser-sintering/>

[https://sumitomoelectric.com/jp/products/celmet₂](https://sumitomoelectric.com/jp/products/celmet2)

日本・仙台での活動に至る経緯

- ロサンゼルス、ボストンを経て仙台へ
- カリフォルニア工科大学での研究を基礎に、成田氏がボストンにて3D Architechを創業
- カリフォルニア工科大学で同じ研究室に所属していた工藤は、欧州勤務を経て東北大学で3Dプリント材料の研究に着手
- 3D Architechと東北大学の共同研究を介して、仙台にも研究開発拠点を持つ



課題

“流れ”を制御できないことで、エネルギー効率が悪い現行技術:

Electricity cost (Opex)

\$500B: Green hydrogen production

\$13B: Data center cooling

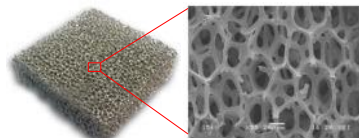


Impacted by flow control within the limited micro-design

流れを制御できる3Dプリント構造は、今でも作製装置の導入費が高い:

High upfront CapEx needed for net-shape metal manufacturing.

Electrolyzer part



Bidault, F et al. 2009.
INT J HYDROGEN
ENERG 34 (16)

ランダム構造

Heat sink



粗い構造(~100um)

現行技術は性能より作り易さ

金属3Dプリンタ

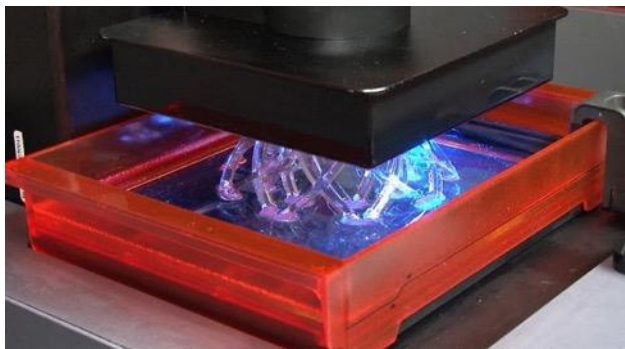


\$100K-\$1M/printer

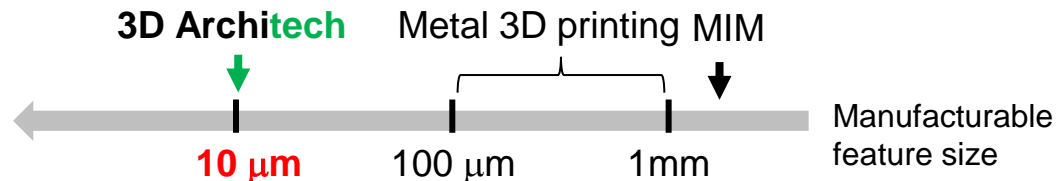
解決法：光造形方式で金属を作製

- 従来プラ製品向けだった光造形方式を採用
- ゲル造形を経てマイクロ金属構造へ変換する技術を開発（特許取得済）

Commercial UV light-based 3D printer



10倍細かい3Dプリント解像度



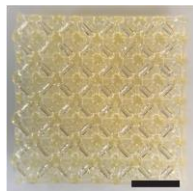
装置費用100分の1 & 素材費用5分の1

- **\$1K/printer:** Adaptable with any UV 3D printer
- Adopt **inexpensive metal precursor**

多様な金属を造形可能

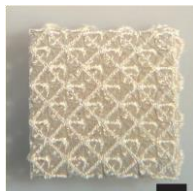
- Difficult-to-make materials (e.g., copper, tungsten)
- **Multi-materials**

3D gel



Gel-to-metal conversion

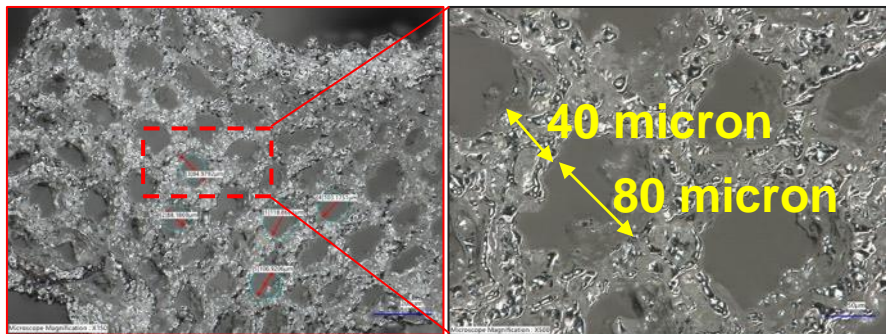
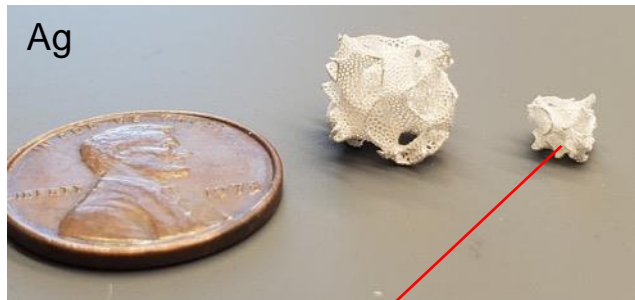
3D metal



製作例

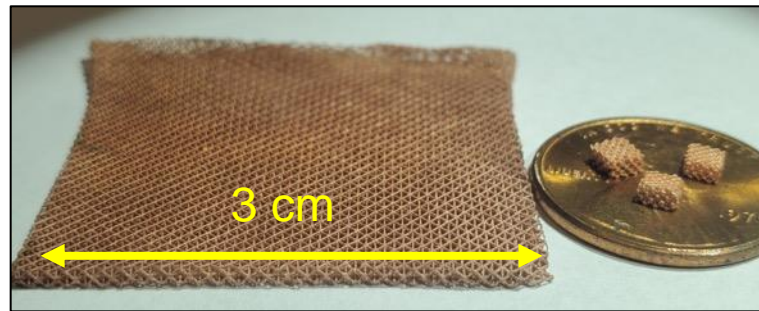
Super high resolution

10-micron feature size

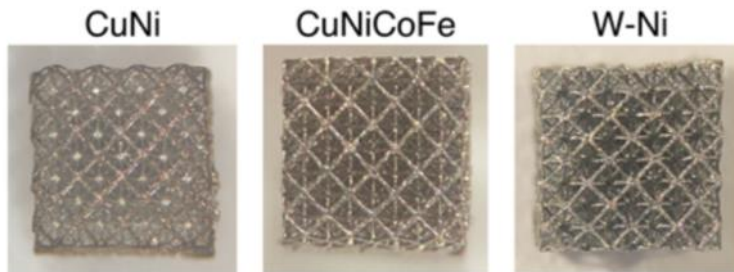


Versatile material selections

Cu lattice sheet



Alloys

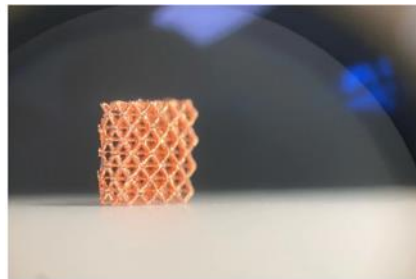


nature

Seven technologies to watch in 2024

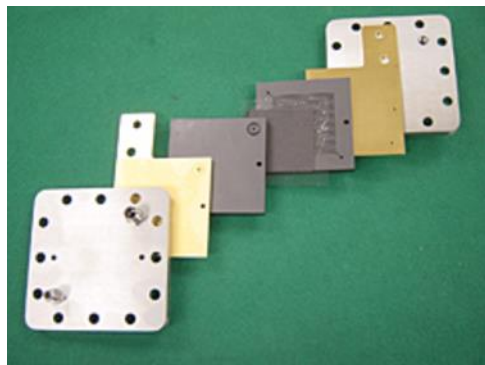
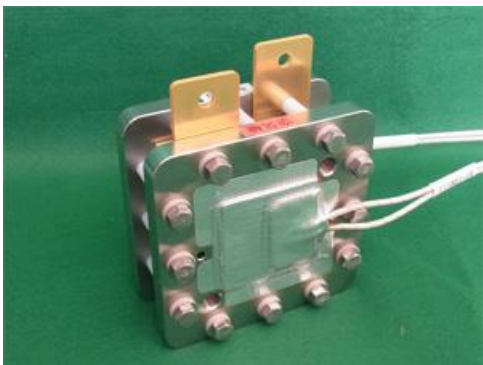
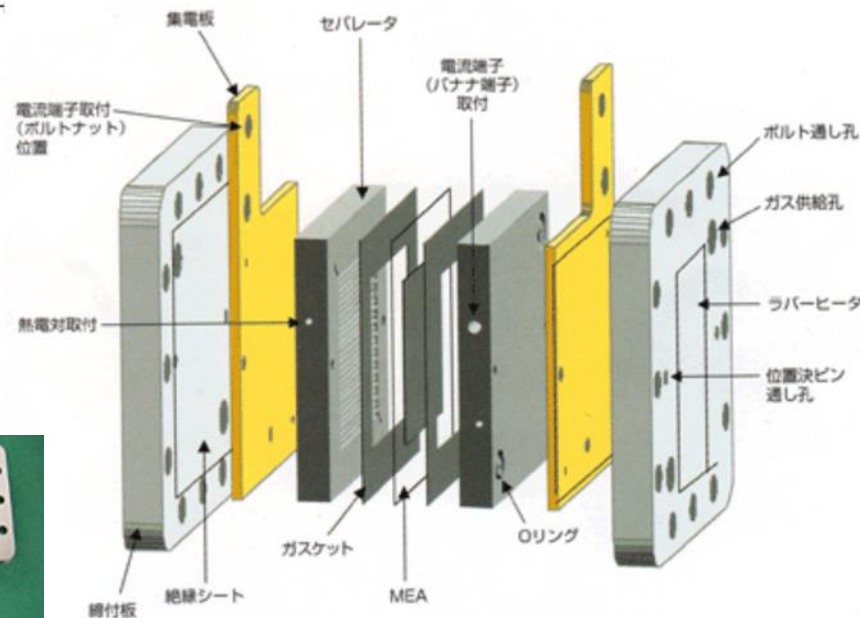
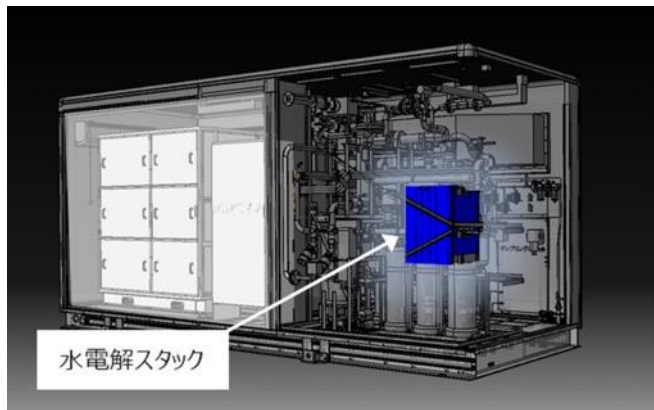
Nanomaterials printed in 3D

Weird and interesting things can happen at the nanometre scale. This can make materials-science predictions difficult, but it also means that nanoscale architects can manufacture lightweight materials with distinctive characteristics such as increased strength, tailored interactions with light or sound, and enhanced capacity for catalysis or energy storage.



Researchers have crafted microscale metal structures using a hydrogel. Credit: Max Saccone/Greer Lab

水素エネルギー技術への応用

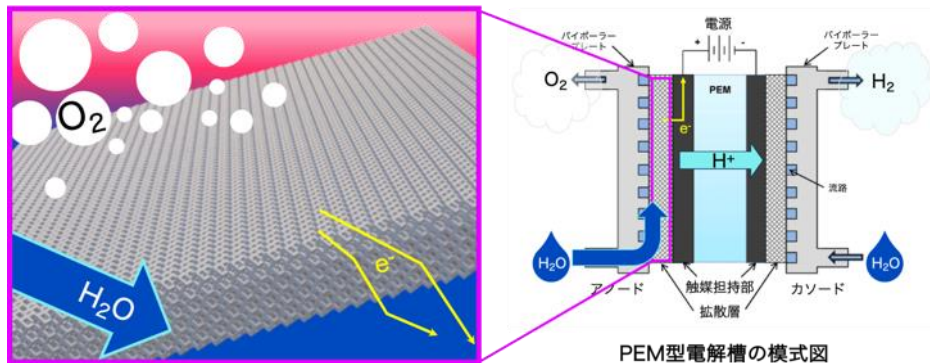


<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1484657.htm>
<https://www.fcdevelopment.co.jp/c11.html>

水素関連電解のミクロ3D拡散層

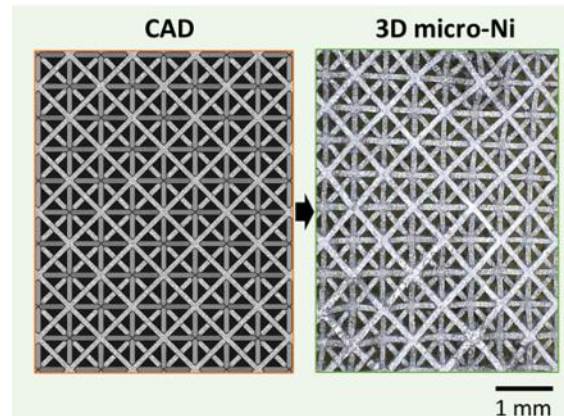
水素関連電解セルの
貴金属フリーなミクロ3D拡散層

超高精度・低コスト
金属3Dプリンタ技術



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

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



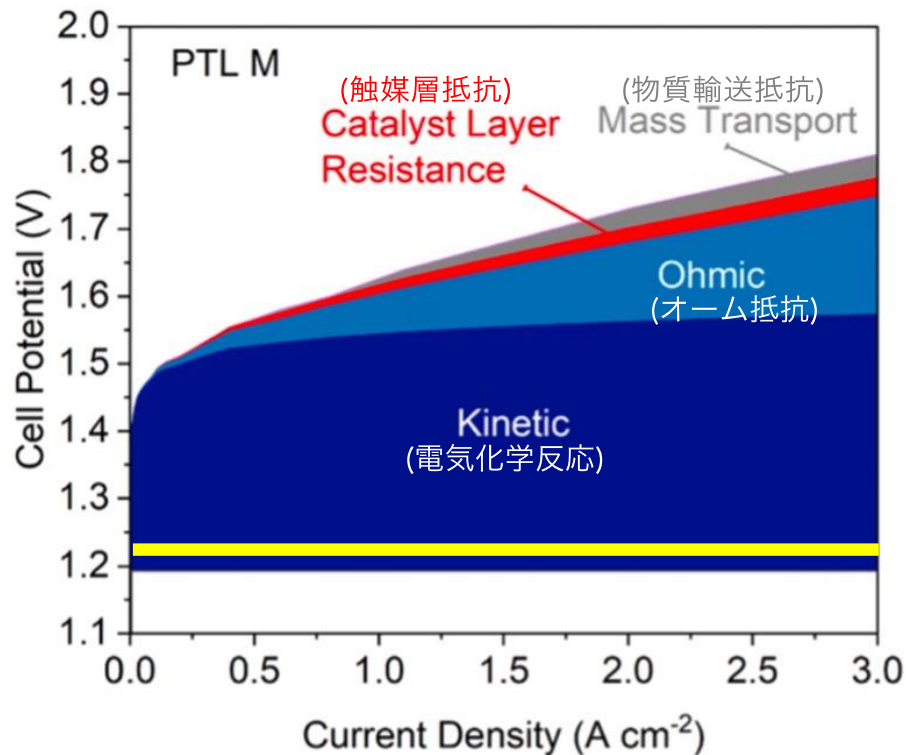
水素関連電解セルの拡散層において

<課題> 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

<解決法> 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。

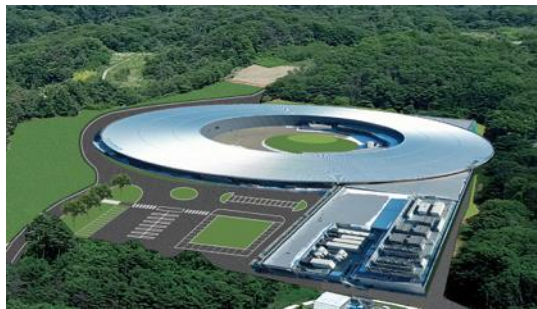
水素製造に消費するエネルギーを下げる

- 理想的には1.23Vから水の電気分解が始まるが、実際にはさまざまな「過電圧」が存在する
- 流体のスムーズな入出は物質輸送抵抗を中心にそれらを低減し得る

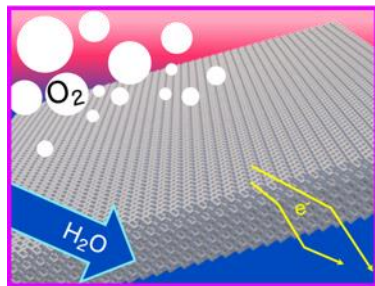


ナノテラスによる水電解における泡の挙動の可視化

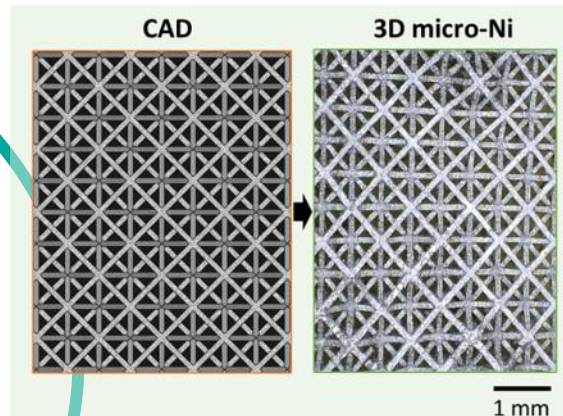
ナノテラス



*令和6年度仙台市NanoTerasu
トライアルユースに採択。



3DA拡散層



3Dプリント構造は、設計通りに流れを制御できているか？
→ナノテラスによる直接観察



東北大学

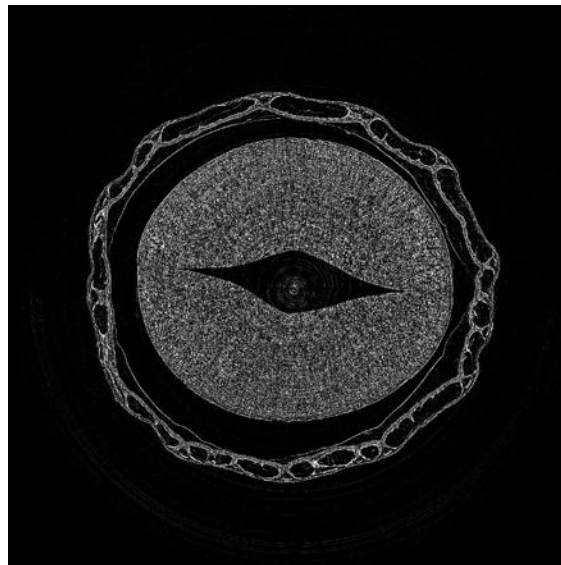
ミクロ構造内部の現象を3次元・その場解析

BL09W (白色X線CT)を利用したCT撮影

可視化用の水電解用炭素セル



CT画像例(PhoSICウェブサイトより)



試料: 落花生,
露光時間: 60ms/投影
全体の撮影時間: 5分程度
画素サイズ: 20 μm

<https://www.phosic.or.jp/informationBL09W.html>

3D Architech

Revolutionizing Metal 3D Printing for Energy Efficiency

工藤 朗 (R&Dフェロー) : akudo@3d-architech.com



会社ウェブサイトはこちら: <http://3d-architech.com/>

