

補助事業番号 2022M-261

補助事業名 2022年度 腐食反応を可視化するナノスケールイメージング法の開発と応用  
補助事業

補助事業者名 千葉工業大学工学部電気電子工学科 教授 熊谷明哉

## 1 研究の概要

本事業では、合金表面でおこる腐食反応をナノスケールで可視化するイメージング法の開発である。本手法は、金属固溶体において固溶相もしくは粒界の影響を世界で初めてナノスケールで評価・可視化する。そのため、将来的に軽量化と強度および耐腐食性を兼ねそろえた材料設計の指針に新たな方向性を提案することが可能となる。

## 2 研究の目的と背景

軽量性と強度を兼ね備えた金属合金の研究は、冶金技術とナノテクノロジーの進展により大きく発展してきた。例えば、各金属の含有率や固溶相の調整によって最適な合金形態の開発が進められている。しかし、これらの合金の耐腐食性や耐久性を精緻にナノスケールにて検証する必要であるもののその直接的な観察技術は未だ確立されていなかった。

そこで本事業では、ナノ電気化学顕微鏡を用いて、腐食反応をナノスケールで直接測定する技術開発を試みた。特に、その腐食反応をナノスケールイメージングとして可視化することで、通常バルク体の耐腐食結果との比較も可能となる。本事業を通して、合金全体の機能性向上や次世代の高性能金属材料の開発にもつながることが期待される。

## 3 研究内容

### (1) 腐食反応を可視化するナノスケールイメージング法の開発と応用

#### ① ナノ電気化学顕微鏡の作製

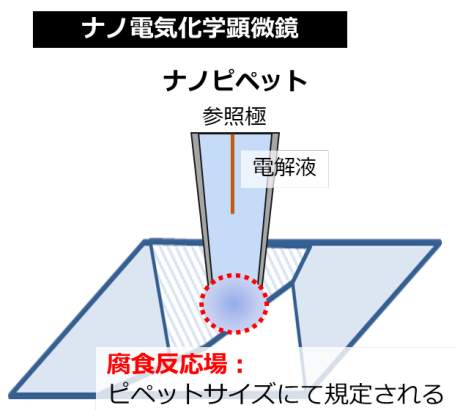


図1. ナノ電気化学顕微鏡の概念図:ピペットを用いて腐食反応場をナノスケールにて制御

## ② 耐アルカリ溶液用ナノピペットの作製

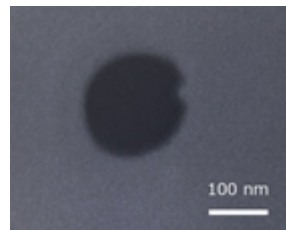


図2. 作製したピペットの電子顕微鏡像の例

## ③ ナノピペットを用いた腐食反応の測定

本測定では、図1に示すナノ電気化学顕微鏡に図2のナノピペットを搭載し、測定する合金表面にピペットの先端部を高精度位置決め装置を用いて、微小の液滴を形成し、その液滴を介してナノスケールでの腐食反応を計測した。

## ④ ナノスケールイメージングの取得

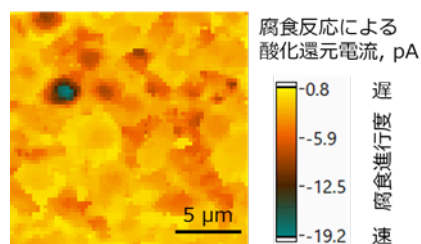


図3. 腐食反応に起因したナノスケールイメージングの測定結果の例

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

合金の腐食反応のナノスケールでの理解は、今後の合金腐食反応メカニズムに直結する研究内容であり、一般的な合金フレームなどのバルク体での評価では解明されなかった新たな知見を導く可能性を秘めたものとなった。今後は、バルク体で検査させる腐食下表面の評価や腐食反応下におけるオペランド計測などを実施することで更なる腐食反応の理解とそれに伴う耐腐食性合金における反応律速の理解につながる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

助成当初は東北大学(准教授)において研究を進めたが、その後、東京大学(特任研究員)へ異動し、終了年度明けに千葉工業大学(教授)に異動をし、研究環境構築に時間を要する時期が続いた。研究内容は、材料の電気化学反応のみと狭い研究範囲であったが、合金表面の腐食反応へと自身の新たな研究の幅を広げることが出来る研究期間であった。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### 学会発表

- ・2023 ICGET-TW(国際学会:招待講演)
- ・ICCEMT2024(国際学会:基調講演)
- ・その場観察分科会 2023年研究討論会(国内学会:招待講演)

## 7 補助事業に係る成果物

### (1)補助事業により作成したもの

腐食反応を計測する電気化学計測システム

### (2)(1)以外で当事業において作成したもの

特になし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名:千葉工業大学工学部 (チバコウギョウダイガクコウガクブ)

住所:〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

担当者:教授 熊谷明哉 (クマタニ アキチカ)

担当部署:電気電子工学科(デンキデンシコウガクカ)

E - m a i l : [kumatani.akichika@p.chibakoudai.jp](mailto:kumatani.akichika@p.chibakoudai.jp)

U R L : <https://chibatech.jp/>

<https://sites.google.com/view/seeklab/home/news%E6%9C%80%E8%BF%91%E3%81%AE%E5%87%BA%E6%9D%A5%E4%BA%8B>