

「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」

# 階層的マルチヘテロ構造の創出によるアルミニウム合金の多機能化とその指導原理の解明

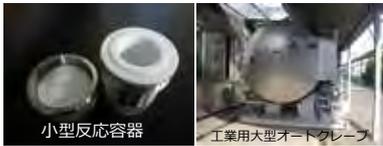
代表研究者：芝浦工業大学（准教授）芹澤 愛、終了（予定）2019年度（令和元年度）  
共同研究者：石崎 貴裕（芝浦工業大学）、阿相 英孝（工学院大学）、高田 尚記（名古屋大学）、  
湯浅 元仁（同志社大学）

## 研究・成果概要

### 水蒸気プロセスとは？

従来の処理とは異なる蒸気を活用し、結晶成長に関わる化学反応を制御かつ加速させることで、金属基材上に微細な結晶を緻密に形成できる技術

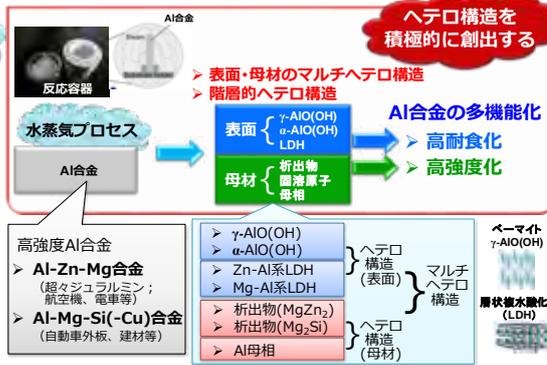
温度 → 中・低温  
圧力 → 高い



### 水蒸気プロセスのアドバンテージ

- ▶ 前処理不要
- ▶ 高耐食性
- ▶ 大面積処理
- ▶ 低コスト
- ▶ 低環境負荷
- ▶ 複雑形状にも対応可能

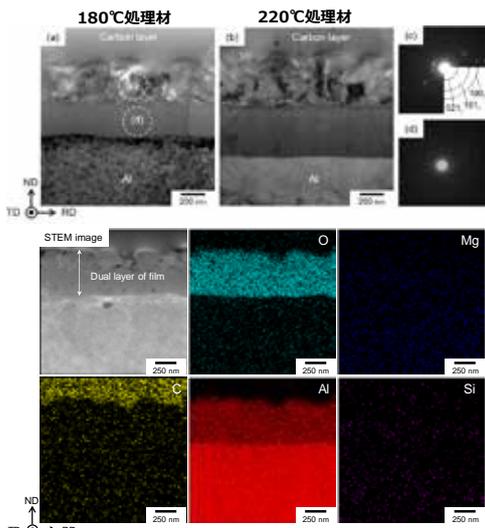
### ヘテロ構造表面が誘導する新たなアルミニウム合金創製原理



### - 産業利用の応用例 - 自動車のボディ



### 水酸化物 (AlO(OH)) 皮膜のTEM構造解析\*



二層皮膜構造 外層：AlO(OH)多結晶相，内層：アモルファス相

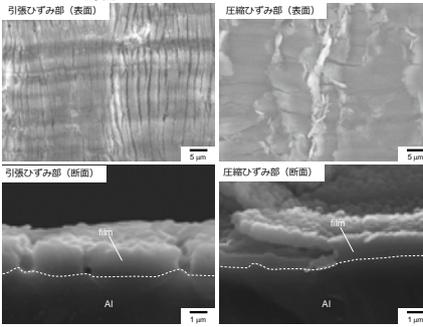
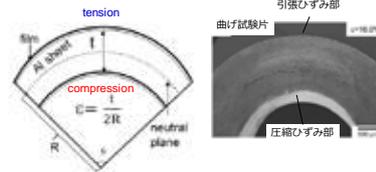
#### まとめ

- ・水蒸気プロセスにて形成するヘテロ水酸化物皮膜は二層構造である（外層：AlO(OH)多結晶相，内層：アモルファス相）
- ・二層構造を有する水酸化物皮膜は引張りひずみの負荷によって剥離しないが、圧縮ひずみの負荷によってAlO(OH)層とアモルファス層の界面にき裂が伝播する。しかし、高圧縮ひずみ負荷後もアモルファス層はアルミニウム表面から剥離しない。

水蒸気プロセスにて形成するヘテロ水酸化物皮膜は高い密着性を有する。

### 水酸化物皮膜の変形に伴うき裂発生・伝播と密着性

#### - 曲げ試験\*



\* H. Li, N. Takata, M. Kobashi, A. Serizawa, Mater. Sci. Eng. A764 (2019) 138247

引張りひずみ部：多数の垂直亀裂の発生（引張試験と同じ）  
圧縮ひずみ部：AlO(OH)層とアモルファス層の界面にき裂が伝播する

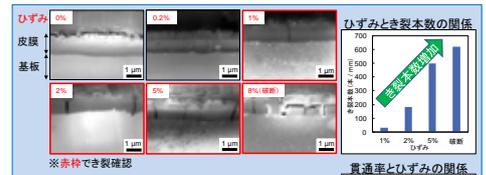
#### - 引張試験



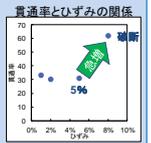
	0%	0.2%	1%	2%	5%	破断
200°C 処理材				き裂		
240°C 処理材				き裂		
260°C 処理材				き裂		
290°C 処理材				き裂		

※赤枠：き裂確認

・200°C、240°C、260°C材：2%以降、290°C材：1%以降ででき裂が発生  
・260°C、290°Cでは他の温度と比べてき裂が拡大



- ・ひずみが0.2%まではき裂は生じない ⇒ 0.2%までは基板と通じて変形
- ・ひずみの増加とともにき裂の本数も増加
- ・皮膜を貫通したき裂はひずみが5%を超えると急増



## 想定する分野・用途

自動車材料、熱交換器、アルミニウム合金製チャンパー（半導体製造装置など）  
アルミニウム合金製セパレータ（燃料電池など）

## 最終目標

本技術の強みは、強度と耐食性の同時向上、低コスト・低環境負荷なプロセス、および複雑形状や大型の部材にも適用可能な点にある。アルミニウム合金への新たな表面処理技術として幅広い構造部材への適用を目指す。

## 産業界への期待・要望

実装した製品における水蒸気皮膜の長期耐久性の担保が不可欠である。また、生産性を高めるため、連続プロセスへの展開など大量処理への対応が課題である。産業界に対して、これらの課題を解決するための共同研究の実施を希望する。