



第二期公募：研究提案を募集します！

- 領域略称名： MFS材料科学
- 領域番号： 6004
- 設定期間： 平成30年度～平成34年度
- 領域代表者： 阿部英司
- 所属機関： 東京大学大学院工学系研究科

+
実験系：金属・高分子・セラミックスの幅広い材料へ展開
(詳細を表示)

500万円／年度×2件程度 (A04班：セラミックス・高分子材料・新規金属材料創製に関するテーマが望ましい)
300万円／年度×11件程度

+
理論系：統計力学・応用数学・地質学をはじめ多様な分野を期待
(詳細を表示)

300万円／年度×2件程度
200万円／年度×5件程度

公募研究者への研究支援体制

+
総括班による研究支援
(詳細を表示)

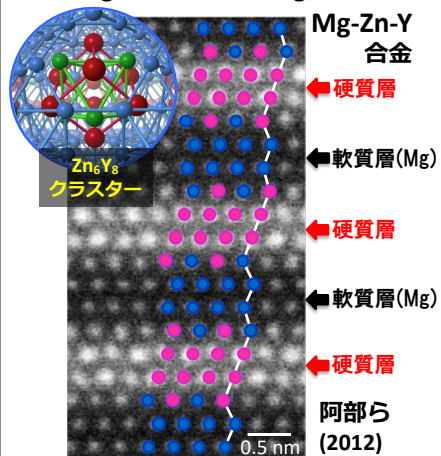
+
若手人材育成支援
(詳細を表示)

https://www.mfs-materials.jp

H23-27 新学術「シンク口型LPSO構造の材料科学」での新たな知見

LPSO構造の詳細説明

Long-Period Stacking/Order



硬質層・軟質層の積層構造

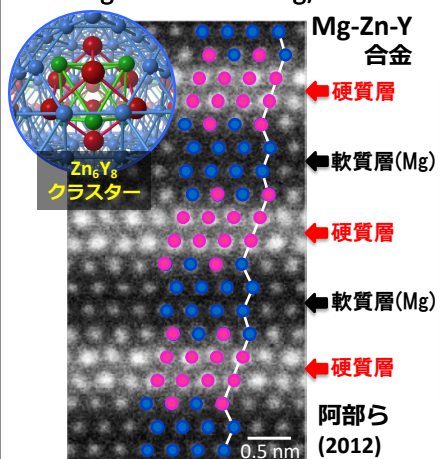
キンク強化現象の発見



H23-27 新学術「シンク口型LPSO構造の材料科学」での新たな知見

LPSO構造の詳細説明

Long-Period Stacking/Order



硬質層・軟質層の積層構造

キンク強化現象の発見

1. 固溶強化

2. 析出強化

3. 加工強化

4. 細粒強化

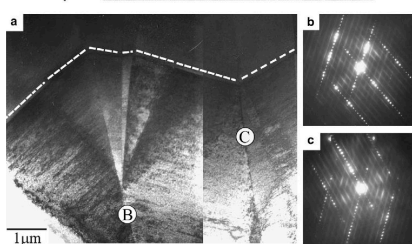
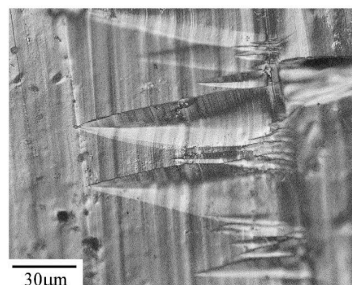
5. 複合強化

6. **キンク強化**

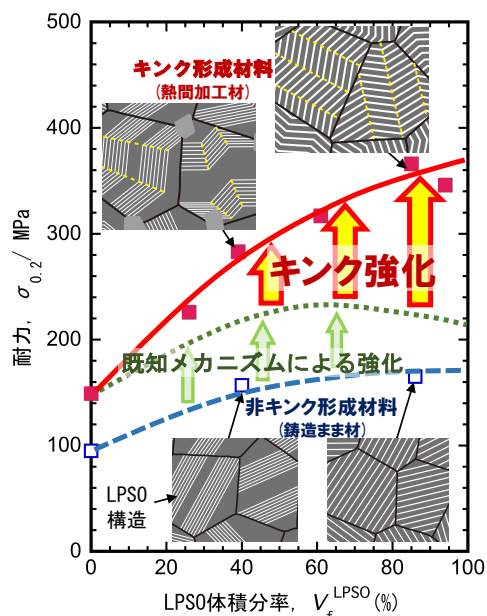
半世紀ぶりの新しい材料強化法

LPSO-Mg合金は高温加工により高強度発現する！

キンク形成・キンク強化



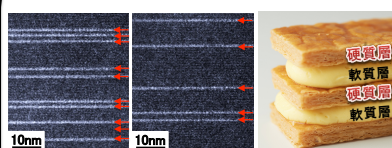
大阪大, 萩原ら



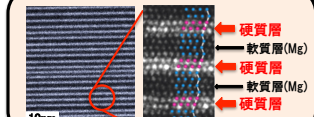
Mille-feuille構造によるキンク強化の発現

ミルフィーユ構造

硬質層・軟質層からなる層状構造群



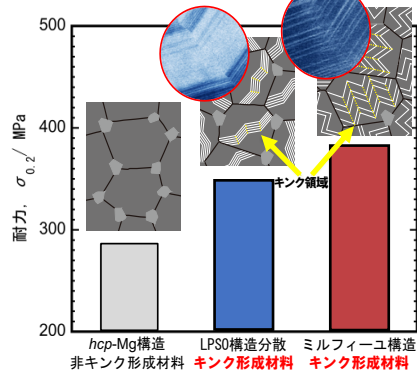
シンクロ型LPSO構造



- ・高密度・周期性を持つLPSO構造
- ・低密度・無秩序なミルフィーユ構造

キンク強化

Mg-Zn-Gd合金の強度



- ・多様なミルフィーユ構造の形成
- ・Mg合金の軽量化・高性能化

他の金属系, セラミックス系, 高分子系の**三大材料**へと展開

新学術領域研究「ミルフィーユ構造の材料科学」

- 新強化原理に基づく次世代構造材料の創製 -

- ミルフィーユ構造のキンク強化原理の確立
- キンク強化原理に基づく新構造材料創製



キンクはどのように**形成**されるのだろうか？

キンクによってなぜ**強化**されるのだろうか？

材料創製

新規Mg系合金 + 三大材料
ミルフィーユ構造制御
キンク制御
ものづくり

メカニズム解明

力学特性の精密解析
最先端精密構造解析
モデリング・計算科学
基礎物性解明

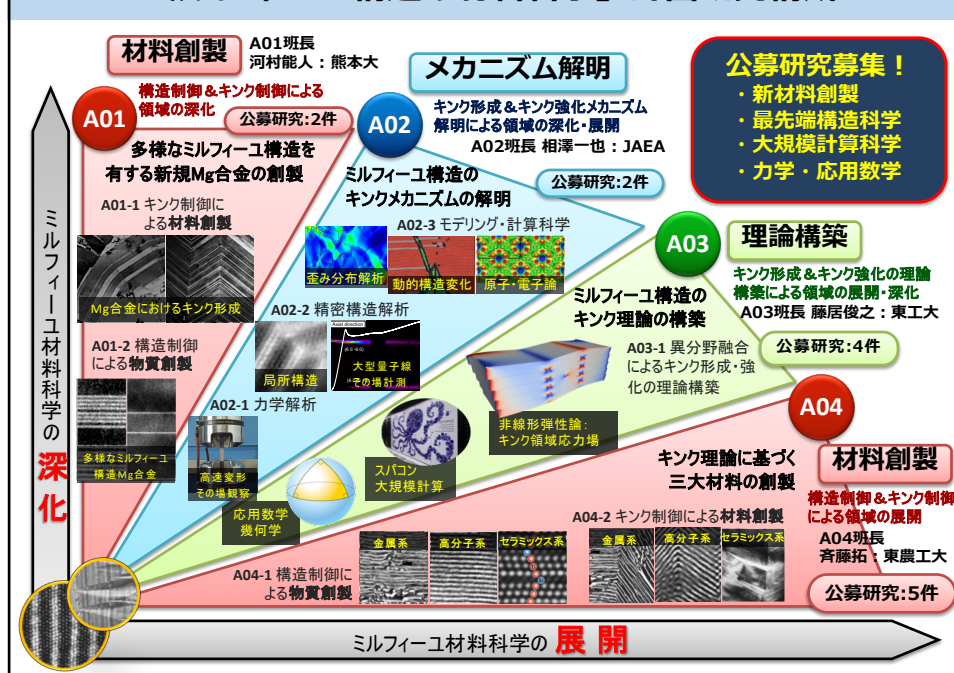
理論構築

キンク形成理論
キンク強化理論
三大材料への普遍化
普遍原理・概念

材料工学 (プロセス制御, 加工制御, 材料創製) 力学 (特性解析, 計算力学, 弾塑性力学)
構造科学 (ミクロ・マクロ構造解析, 原子・電子構造解析) 物理学 (数理物理学, 結晶学)
化学 (高分子科学, 有機化学) 数学 (応用数学, 幾何学)

日本発でモノ（新材料）・コト（新概念）を先導！

「ミルフィーユ構造の材料科学」計画研究構成



新概念「キンク強化の普遍原理」構築へ向けて

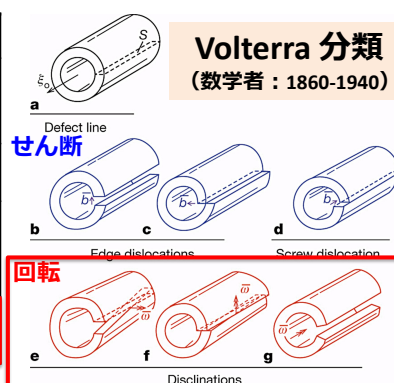
メカニズム解明



理論構築

「せん断 + 回転」による高次モデルの確立

材料	金属	セラミックス	高分子
結合	金属結合	共有結合 イオン結合	共有結合 ファンデル ワールスカ
素子	空孔集合体 (転位)		自由体積 (空孔ではない)
変形 モード	せん断	結晶格子の並進運動	
	回転	結晶格子・高分子鎖の回転運動	



キンクの特異な歪み蓄積機構 ⇒ 普遍的原理！



MFS
MATERIALS

応募にあたっての留意点

- ・ 「MFS材料科学」の目的に沿った研究提案であること
ミルフィーユ構造&キンク強化
- ・ 計画研究と重複するテーマではないこと
(公募研究は該当する計画研究に属する)
- ・ **審査員のほとんどは領域外部！**
- ・ 通常の(採択)申請書と同等の“質”とすることが肝要

公募研究

予算額（年）	実験系				計算系	理論系	小計	
500 万円	2 件				0 件	0 件	1,000 万円	
300 万円	11 件				1 件	1 件	3,900 万円	
200 万円	0 件				2 件	3 件	1,000 万円	
小計	4,300 万円				700 万円	900 万円	5,900 万円	
各期の 採択予定件数	材料創製			メカニズム解明			理論構築	合計
	Mg 系	新規金属・ 高分子系	キンク制御	力学	構造	モデリング	4 件	20 件
	2 件	5 件	2 件	2 件	2 件	3 件		

① **実験系物質創製**：①MBE，②超高圧場，③メカニカルアロイング，④相平衡/界面構造物質設計等によるミルフィーユ材料創製，⑤新規Fe系ミルフィーユ構造物質創製，⑥有機系ミルフィーユ材料創製，⑦黒鉛層間化合物等。

② **実験系キンク制御**：①ひずみ分布予測に基づくキンク制御，②非塑性加工によるキンク制御等。

③ **実験系力学**：①MAX相等のセラミックス，②高分子，グラファイト，木材等のキンク形成挙動解析と力学特性解明，③キンク形成を利用した機能特性（超弾性等）制御等。

④ **実験系構造**：①キンク形成中の局所熱測定，②キンク領域のEXAFS測定，③キンク形成過程の小角散乱測定，反射率測定等。

⑤ **計算系モデリング**：①転位動力学法，微視的フェーズフィールド法等によるミルフィーユ構造キンク形成解明，②離散動力学によるキンク形成と剥離性解析，③機械学習を利用したミルフィーユ構造多元系ポテンシャルの開発，④高分子系層状物質のキンク形成・強化の検討等。

⑥ **理論系実験系**：①数学（幾何学）によるキンク形成理論，②第一原理計算，分子動力学等によるキンク形成機構・強化理論検証，③統計力学によるキンク熱力学的安定性研究，④層状複合材料の強化機構の検討，⑤地学のキンク形成機構解明，⑥結晶物理学によるキンク幾何学的解析，⑦キンク形成支配物性値の抽出と定量化等。

総括班による研究支援

(詳細を表示)

- 共通試料の提供
 - Mg系合金試料（熊本大、阪大）
 - 非Mg系金属試料（北大）
 - 高分子系試料（農工大）
- J-PARC、SPRING-8、東大ACNP、九大URCとの連携輪旋
- 共通設備
 - ミルフィーユ構造制御用繰返圧延装置（千葉工大）
 - キンク形成過程観察用超高速ビデオカメラシステム（東大）

若手人材育成支援

(詳細を表示)

- 若手国内異分野武者修行（一定人数を領域内の異分野研究室に約1ヶ月派遣）
- 若手・学生フォーラム開催（公募研究者の指導学生含む）
- サマースクール・セミナー参加の支援

国際活動支援

(詳細を表示)

- 国際共同研究推進経費（招聘・派遣）
- 若手海外武者修行（一定人数を海外の研究機関へ約1ヶ月派遣）
- 国際会議・シンポジウム開催・参加への支援



Zoomによるオンライン説明会

9 / 30 (水) 17 : 00 ~

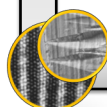
10 / 3 (土) 13 : 00 ~

参加ご希望される方は

MFS@mms.kyushu-u.ac.jpまでご連絡下さい。

Zoomアドレスをお知らせいたします。

ミルフィーユ材料科学の
深化



ミルフィーユ材料科学の **展開**

ミルフィーユ構造の材料科学

応募，お待ちしております！



The Wave, Arizona, USA