



# CMMMA Colloquium

第38回 現象数理学コロキウム

# 38

## 新学術領域研究

### 「ミルフィーユ構造の材料科学」 における 応用数学の位置づけと役割



講演1: 17:30~18:00

東京工業大学 物質理工学院 **藤居俊之**  
Toshiyuki FUJII

#### ミルフィーユ構造物質における キンク形成を伴った塑性変形挙動 **藤居俊之**

今世紀に入り、マグネシウム合金において、硬質相と軟質相が特異な層状構造を成すシンクロ型長周期積層構造 (LPSO) が発見され、その構造の特異性に加えて力学特性にも特異性があることがわかってきた。すなわち、(1)LPSO 相を層面に平行な応力軸で圧縮変形した際の降伏は、キンクと呼ばれる大きな結晶回転を伴った部位の形成 (キンク形成) によって生じること、(2) LPSO 相を含むマグネシウム合金では、LPSO 相内のキンクの体積率が大きくなるにつれて、合金強度が著しく上昇する (キンク強化) こと、が明らかになっている。しかし、これらキンク形成とキンク強化は、いずれも実験的な研究にとどまっており、形成・強化の理論は確立していない。そこで、今年度から開始された本新学術領域研究では、層状構造を広義のミルフィーユ構造と定義して、その構造物質のキンク形成・強化を理論解析し、材料強化の新学理を構築したい。本講演では、理論解析に有望な応用数学者の参画を期待して、数理モデリングのヒントとなるミルフィーユ構造物質のキンク変形挙動を概説する。



講演2: 18:00~18:30

大阪大学  
大学院基礎工学研究科 **垂水竜一**  
Ryuichi TARUMI

#### ミルフィーユ構造物質に生じる キンク変形の弾性論的解析 **垂水竜一**

ミルフィーユ構造物質は、圧縮応力下においてキンク変形と呼ばれる特異な塑性変形を発現する。キンク変形は、巨視的には塑性座屈と類似した分岐問題として、また微視的には原子レベルでシャープな界面を持つ格子欠陥力学問題として捉えることができる。本新学術領域研究では、キンク変形の形成・強化機構に関する数理解析を進めているが、本講演ではそうした取り組みの一つである微視的格子欠陥力学場に注目した弾性論解析の現状について概説する。この解析では、NURBS (NonUniform Rational B-Spline) 表現された三次元ひずみ勾配弾性体内に格子欠陥 (刃状転位対) を導入し、応力の平衡方程式 (弱形式) を  $C^1$  級の NURBS 基底関数を用いて数値解析 (Galerkin法) している。数学的には、楕円型偏微分方程式の境界値問題と類似している。これまでのところ、格子欠陥の導入によるキンク変形の再現、およびキンク界面に形成される局所応力場の評価に成功している。また、この解析ではキンク変形部に回位に類似した渦状変位場が観察されたことから、キンク変形は従来の結晶性金属材料のそれとは異なる塑性変形モードであることが示唆されている。今後の研究課題としては、キンク変形開始応力 (臨界点) の予測、振率・曲率テンソルを用いた格子欠陥力学場の評価、キンク界面の発展方程式の導出、などが考えられる。

2018年 10月2日(火)

17:30~18:30

会場: 明治大学 中野キャンパス  
高層棟6階 セミナー室3

※ 参加費無料、事前申し込み不要です。どなたでもご参加いただけます。

明治大学先端数理科学インスティテュート

文部科学省 共同利用・共同研究拠点  
現象数理学研究拠点

#### ■連絡先

東京都中野区中野 4-21-1 明治大学中野キャンパス8階  
明治大学先端数理科学インスティテュート

Tel. 03-5343-8067 E-mail: mims@mics.meiji.ac.jp