

## 2024 年度公益社団法人日本金属学会関東支部講習会

### 『転位論：ナノスケールの力学と動的挙動』

日 時：2024 年 10 月 25 日(金), 11 月 1 日(金), 8 日(金), 15 日(金), 29 日(金), 12 月 6 日(金)  
17:00-18:30

場 所：オンライン

主 催：公益社団法人日本金属学会 関東支部

協 賛：安全工学会、応用物理学会、金属系材料研究開発センター、軽金属学会、資源・素材学会、日本 MRS、日本機械学会、腐食防食学会、日本計算工学会、日本建築学会関東支部、日本高圧力技術協会、日本塑性加工学会、日本鋳造工学会、日本鉄鋼協会、日本熱処理技術協会、日本複合材料学会、日本溶接協会、日本表面真空学会、日本分析化学会、日本化学会、日本ばね学会

#### 開催趣旨：

公益社団法人日本金属学会関東支部では、ナノスケールの力学に基づく転位の構造とダイナミクスに関する講習会を開催します。科学技術政策からみたナノスケールでの力学研究の意義から、転位の構造と動的挙動を捉える最新の理論解析・分析手法の基礎と応用について、各分野の専門家からご講義いただき、参加者に最新の知識と新たな視点を提供します。多くの皆さまの参加をお待ちしております。

#### 【プログラム】

- 10 月 25 日(金) 2019 年度文部科学省戦略目標「ナノ力学」ができるまで：  
宮下 哲（物質・材料研究機構）
- 11 月 1 日(金) 微分幾何学に基づく古典転位論の再定式化：  
垂水 竜一（大阪大学）
- 11 月 8 日(金) 電子状態計算を用いた転位芯構造と運動の解析手法と力学機能設計：  
都留 智仁（日本原子力研究開発機構）
- 11 月 15 日(金) 分子動力学シミュレーションで探る転位集団の塑性変形：  
下川 智嗣（金沢大学）
- 11 月 29 日(金) 放射光その場 X 線解析を用いた金属材料の変形挙動解析：  
足立 大樹（兵庫県立大学）
- 12 月 6 日(金) TEM その場観察による転位のダイナミクスの研究：  
荒河 一渡（島根大学）

## 【講演概要】

2019 年度文部科学省戦略目標「ナノ力学」ができるまで

宮下哲（物質・材料研究機構）

毎年、文部科学省では組織・分野の枠を超えた基礎研究を戦略的に推進するため、根本原理の追求と政策的な意思を結びつける「戦略目標」を定めている。その目標の下で、科学技術振興機構（JST）において時限的な研究体制（ネットワーク型研究所）を構築し、イノベーションの源泉となる研究成果の創出を目指した戦略的創造研究推進事業（CREST、さきがけ等）を実施している。本講演では、2019 年度戦略目標の一つである「ナノスケール動的挙動の理解に基づく力学特性発現機構の解明（略称：ナノ力学）」がどのような経緯で設定されたのかについて、当時所属していた JST 研究開発戦略センターとの関わりも交えて概説する。

微分幾何学に基づく古典転位論の再定式化

垂水竜一（大阪大学）

線形弾性理論に基づく格子欠陥の数理解析は古典転位論と呼ばれている。この理論は格子欠陥の力学場を解析的に表現できる点で有用であるが、解析の前提となる線形近似によって現象の本質がどれほど落とされるのか？という数理的な問題は、手付かずのまま残されてきた。我々のグループでは、格子欠陥の運動学をリーマン・カルタン多様体上へ拡張するとともに、これを非線形弾性理論と組み合わせることで、数学的に一般化された格子欠陥の力学体系を構築した。この微分幾何学に基づく新しい格子欠陥理論は、これまで想像さえできなかった豊かな知見をもたらしている。講演では、これまで得られた成果と今後の展望について概説する。

電子状態計算を用いた転位芯構造と運動の解析手法と力学機能設計:

都留智仁（日本原子力研究開発機構）

材料のマクロな力学特性は転位などの個々の欠陥の挙動によって決定されるため、力学機能の評価および設計において、転位のナノスケールでの振る舞いを理解することが肝要となる。本講演では、古典的な力学問題や従来の弾性論に基づく強化理論を越えて、合金系の力学機能の起源を、電子構造に起因した転位芯の特性から捉えるための枠組みについて紹介する。第一原理計算に基づく転位芯構造解析として Peierls-Nabarro モデルに基づく手法、および非経験的に得られた Peierls ポテンシャル場に基づく転位のダイナミクス解析手法を中心に、実際の合金系への応用によって得られた結果を議論する。

分子動力学シミュレーションで探る転位集団の塑性変形

下川智嗣（金沢大学）

金属材料の力学特性は、塑性変形を担う転位の運動が強く関与します。しかし、孤立した転位の運動だけでは力学特性を表現できない場合が多く、材料の組織を考慮した転位の集団挙動を理解する必要があります。本講演では、個々の原子ダイナミクスを直接取り扱う分子動力学シミュレーションを用いて、転位の集団挙動によって表現される塑性現象を紹介します。まず、原子集合体で表現される転位の基礎特性を評価し、個々の転位の力学、転位間相互作用、転位密度と強度の関係、多結晶体の粒径依存性、不均一組織における転位挙動などを取り上げます。

放射光その場 X 線解析を用いた金属材料の変形挙動解析

足立大樹（兵庫県立大）

構造用金属材料の機械的性質を理解するためには、構成相の弾性変形挙動と塑性変形挙動を理解することが重要である。当研究グループではこれまでに様々な合金系に対し、SPring-8 放射光を用いた変形中の高時間分解能 In-situ XRD 測定を行い、得られた回折プロファイル変化から弾塑性変形挙動を解析してきた。本講演では、主にアルミニウム合金における変形中の転位密度変化に及ぼす結晶粒径、析出物などの微細組織が及ぼす影響や、マグネシウム合金における変形中の活動すべり系の変化、複数の相で構成された合金における応力分配挙動などについて説明し、機械的性質との関係について議論を行う。

TEM その場観察による転位のダイナミクスの研究

荒河一渡（島根大学）

材料の変形—TEM その場観察は、個々の転位の挙動にまで遡って転位のダイナミクスを調べることのできる強力な実験手法である。本講義では、(1) TEM による転位の結像原理、(2) 変形—TEM その場観察研究に関する世界の主な動向、および (3) 我々の最近の研究について講義する。項目 (3) においては、鉄鋼材料の主要素である鉄における転位挙動への水素の効果および炭素の効果等について触れたい。

#### 【2024 年度講習会実行委員会】

実行委員長：稲邑朋也（東京科学大）

梅澤 修（横浜国大）、大出真知子（NIMS）、木村正雄（高エネ機構）、小林由紀子（日本製鉄）、中尾 航（横浜国大）、長谷川 寛（JFE）、藤田敏之（東芝）、船川義正（JFE）、御手洗容子（東大）

企画世話人：公益社団法人日本金属学会関東支部

支部長：藤居俊之（東京科学大）、幹事：林幸（東京科学大）

事務局：福島彩（東京科学大）

### 【受講申込】

参加費：会員 10,000 円（協賛学会会員も同額）、非会員 20,000 円、学生 3,000 円  
（ヤングメタラジスト研究会で発表予定の学生は無料）

### 参加申込方法：

講習会に参加をご希望の方は 10 月 24 日(木)16：30 までに氏名、所属、E-mail などを下記リンクの登録フォームからお申込み下さい。（ヤングメタラジスト研究会で発表予定の学生は無料ですが、参加登録は行なってください。）

### 参加登録フォーム

<https://forms.gle/8GMnvbfTvFJBy1Mo8>

参加登録フォームへの入力後、参加費のお支払いをお願いします。以下のフォームを使ってのクレジットカード支払いをお願いします。クレジットカード支払いが難しい場合には、以下の振込先へ銀行振り込みをお願いします。尚、請求書払いも可能です。

### クレジットカード決済申込サイト：

<https://peatix.com/event/4068713/view>

### 銀行振込先：

(株)三菱 UFJ 銀行 仙台中央支店 普通預金 口座番号 1 5 0 5 2 4 9

口座名義 公益社団法人 日本金属学会 関東支部

シヤダンハウジン ニツポンキンゾクガツカイ カントウシブ

問合せ先：〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 南 8 号館 312 号室

東京科学大学物質理工学院材料系林研究室 日本金属学会関東支部事務局 福島宛

E-MAIL：fukushima.a.ad@m.titech.ac.jp TEL/FAX：03-5734-3141