COPYRIGHT 2019 MFS MATERIALS ALL RIGHTS RESERVED.

MFS MATERIALS NEWS

ミルフィーユ構造の材料科学

2018～2022年度 文部科学省科学研究費助成事業 新学術領域研究（研究領域提案型）

ミルフィーユ構造を鍵に 金属・セラミックス・高分子をつなぐ 新しい理論を構築する

CONTENTS

p2 Interview 1 ／ スペシャル鼎談
阿部 英司（東京大学）、斎藤 拓（東京農工大学）、藤居 俊之（東京工業大学）

p5 Interview 2 ／ ベテラン・若手対談
鈴木 真由美（富山県立大学）、小川 由希子（物質・材料研究機構（NIMS））

p6 Activities ／ MFS 活動報告
キックオフミーティング、公募研究説明会、第1回若手セミナーと施設見学会
国際会議 "LPSO2018"、日露セミナー、Topics

p8 編集後記

vol. 01

科研費 KAKENHI

COPYRIGHT 2019 MFS MATERIALS　ALL RIGHTS RESERVED.

Interview 1 ／ スペシャル鼎談

ミルフィーユ構造を鍵に金属・セラミックス・高分子をつなぐ新しい理論を構築する

領域代表者
阿部 英司
東京大学 教授

2017年から現職。物質・材料研究機構 招聘研究員兼任。主な研究テーマは、走査透過型電子顕微鏡法（STEM）および計算機シミュレーションを用いた、さまざまなナノマテリアルの局所的な原子構造や電子状態の解明。本領域代表者としてプロジェクトを牽引。

A04 班長・若手人材育成部会長
斎藤 拓
東京農工大学 教授

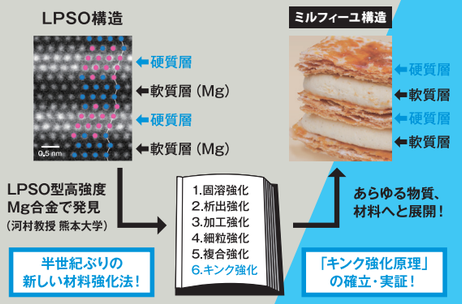
2008年から現職。主な研究テーマは、ポリマーブレンドおよび高分子の結晶化。領域内では高分子材料創製研究の推進役であると共に、若手研究者の交流会開催、若手研究者向け研究支援なども積極的に進める。

A03 班長・領域内交流推進部会長
藤居 俊之
東京工業大学 教授

2013年から現職。主な研究テーマは、金属および合金の繰り返し変形挙動と転位組織の発達。領域内ではキンク理論の構築を担当。また、様々な分野から集まる研究者交流の推進役として、オールジャパン体制を支える。

本領域では、「ミルフィーユ構造」における「キンク強化現象」を普遍的原理として確立し、金属・高分子・セラミックスの三大材料にわたる次世代構造材料の創製へと、展開していきます。多様な分野の俊英が集うオールジャパンの体制で、各々が1+1≫2となる真の共同研究を展開し、「モノ（新材料）」と「コト（新概念）」の両面で世界を先導する新たな学術領域の創出を目指します。

ミルフィーユ構造のキンク強化



All for one!
—目的達成のためのProfessional集団—

高分子にもキンク構造が見つかり、学問領域の幅が広がった

◆前回の新領域研究（「シンクロ型LPSO構造の材料科学ー次世代軽量構造材料への革新的展開ー」2011～2015年度）ではマグネシウムなど金属のLPSO構造が研究対象でした。どのような経緯で金属以外の無機材料であるセラミックス、さらには有機材料の高分子も対象に広く研究することになったのでしょうか。

阿部：新学術領域研究では研究の領域や内容が大きく展開していくことが求められています。専門性を深めるのも大事ですが、それだと蛸壺になってしまいますよね。そこでまず藤居先生にお声がけしました。藤居先生は業界が一緒なので、お名前は存じていましたが、あまりお話しする機会がありませんでした。同じ分野に見えても、私は構造、藤居先生は力学特性と、金属の大枠の中では結構遠いのです。こんなに密にお話したのは今回がほぼ初めてです。そして、本当の意味で横に大きく展開するためにセラミックスや有機材料の高分子も研究対象に入れました。例えば自動車のボディにはアルミニウムや繊維強化プラスチック（FRP）など金属と高分子の両方がよく使われています。でも本当に異質です。

藤居：高分子のキンクは知られていたのですが、材料の強化には使えず、ある意味終わった世界だというのが、金属屋である私の考え方でした。ただ、私は高分子材料の研究者ではなく、キンクのことをよく知らなかったので、論文を調べ直したら、1970年代くらいに米国の研究者が書いた高分子のキンクに関する論文[*1]が出てきたのです。

阿部：それが良かったのですよ。我々はあまりにも専門化してしまって、どこかにバイアスがかかります。藤居先生は我々と同じバックボーンを持ちつつ、フラットな視点で昔の論文を探してくれました。それで、「よっしゃ、いけるぞ」という思いが非常に強まりました。

斎藤：これはまだヒアリングに行けるかどうかも分からなかった時のことです。

阿部：メンバーに声をかけて申請書を出したといっても、予算も何もついていません。ですから福岡で勉強会をしますよといっても、旅費も含めて手弁当です。それでも皆さん集まってくれたのです。そこにまた非常に手ごたえを感じました。

藤居：研究テーマのおもしろさ、研究者の熱さの両方がありましたね。

斎藤：私自身はキンクという言葉は知ってはいたのですが、灯台下暗しでした。それが、応用できると分かって、今、高分子の研究者たちが盛り上がっています。新しい世界が開けちゃったという感じです。高分子の分野でキンクの勉強会をしたいという話が出ています。

阿部：新しい研究を始める時、根底にある知的好奇心をいかにくすぐるか、これが重要です。どういう問題を設定したか、ということを他の研究者に伝えれば、それぞれで自分の分野を持っている人達は「自分の分野だったら、こんな風に考えられる」と進めてくれる。すでにそういう研究がはじまっています。

斎藤：本領域に所属している研究者の皆さんは扱っている材料や研究方法が全く違います。私はA04材料創製班の班長であり、また領域研究の若手育成を担当しますが、研究内容を縛ることはしないつもりです。うちの班は、みなさん良いものをつくって連携したいと思っていますね。いろんな装置を使ってみたい、シミュレーションしてもらいたいといった欲求が相当強い。

世界の誰も知らない「コト」の研究だから、若い研究者にこそ参加してほしい

◆ミルフィーユ構造は日本発の面白いテーマですが、世界ではどういう状況でしょうか。

阿部：我々は他と競争するのではなくて、他に追従させるのです。欧米のアカデミアが言ったから、これは日本も負けちゃいけないっていう論法ではないのです。

熊本大学の河村能人先生がこの構造を発見し[*2]、「LPSO」という分かりやすい名前を付けて、研究プロジェクトがスタートしました。今、「LPSO構造」で論文検索をかけると我々の研究がトップにヒットします。わずか6、7年の間に、です。それで中国などの世界の多くの研究者がマグネシウムの研究を始めました。私たちはさらにひとつ前に行く。自分たちの枠外であった、高分子やセラミックスが入ってくることで、またこちらも盛り上げられる。だからどこかに対して戦いを挑むのではなくて、物質科学の道なき道を切り拓くということですよ。

藤居：本領域では、国際的な日本の優位性が必ず問われますが、これくらい日本発の材料はないと思います。中国や韓国、アメリカなどが目を付けてきていることは事実です。

阿部：文科省のプロジェクトですので、ポスドクや30代前半の助教クラスの若手研究者の育成が重要です。私は特に大学院生に期待したい。第1回の若手向けの会を山形大学で開催し、セミナーと施設見学をした後に懇親会の二次会で金属の研究をしている院生が斎藤先生や他の研究者に一所懸命金属の説明をしていました。翌日、何を話したのかと聞くと、すごく真面目なこと話したんですよと喜んでいました。研究者になる最初の段階で別の分野の研究について知り、それによって自分の分野も深く知るという経験をしておくのは貴重です。一人の中にダイバーシティができるということですね。

斎藤：他分野との違いを知って、自分の分野を面白く感じるという、そういうこともあるのですよね。

阿部：世界の誰も知らないことをやっているわけですから、地道に研究するしかないと若手には話しています。

COPYRIGHT 2019 MFS MATERIALS　ALL RIGHTS RESERVED.

LPSO2018で基調講演をしてくださったBarsoum先生がバンケットでのスピーチで、「ここにいる若い人たち、君たちはluckiestだ、こういう場にいられることは、ものすごく大事なことなんだ」と力説してくださっていたのも嬉しかったですね。

斎藤：プロジェクト内外の若い人たちに研究の楽しさを知ってもらうことにも注力していきたいですね。

阿部：斎藤先生と藤居先生のおかげで、私が一人でやっていたら絶対にたどりつかない研究者に、参加していただけることになりました。採択後も引き続き藤居先生には領域内交流推進部会長、斎藤先生には若手人材育成部会長としてご活躍頂いています。

藤居：先に話が出た2018年11月の山形大学で施設見学会と若手の交流会がスタートでしたが、近々にシニアの人たちに集まって頂く会、お互いに研究交流できるような企画も考えています。

斎藤：ここでは材料の融合研究が行われているので、学生さんもシニアの我々もさまざまな材料について知ることができます。年に1～2回、若手研究やセミナーを開き、連携を深めていこうと考えています。

材料という「モノ」をつくるだけじゃなくて、理論や産業という「コト」を興したい

◆本領域研究の目指すところ、意気込みを教えてください。

阿部：本領域研究では、材料という「モノ」をつくるだけじゃなくて、理論や産業という「コト」を興したいのです。新しい概念の構築という、日本が苦手な部分に挑戦したい。ミルフィーユ構造の金属の原子のセオリーをセラミックスや高分子にも持ち込むことができるのではないか。材料が横つながりするというのは、めったにないと思います。

斎藤：高分子でいうと、ブロック共重合体は硬質層と軟質層からなっているわけです。それを曲げると強くなると。しかも金属の評価軸を使っていますので夢も大きいです。金属やセラミックスと比較できる。だから強化された高分子が理解できれば、これをまた金属の分野に戻して…と、そういう風にできますよね。

阿部：これで、材料を超えて何か統一的な見解が得られればすごいことになります。

藤居：例えば、地層が長い間安定に存在する理由があるとすると、地層の研究者にもおもしろいわけです。キンクによる強化と言われると、彼らにとっても新しい部分がある。

阿部：それが「コト」なんですよ。キンクができること、それが強化につながることもそれぞれの分野で調べられる。各分野の現象に潜んでいる概念がつながっていて、別の学問領域の理解にもつながるかもしれないのです。研究者の連携を深めて、どんどん日本から論文を出し、新しい概念を広めていきたいと考えています。

◆参考文献

*1　A.S.Argon, Phil. Mag., 28 (1973) 839.
*2　Y. Kawamura and M. Yamasaki, Mat. Trans, 48 (2007), 2986.

Interview 2 ／ベテラン・若手対談

材料研究の魅力

加工しづらいマグネシウムをもっと強く、使いやすくしたい

A02-1 研究協力者
鈴木 真由美
富山県立大学 教授

1997 年東北大学大学院工学研究科 材料物性学専攻にて博士（工学）を取得後、東北大学大学院工学研究科助手、助教（配置換）、富山県立大学工学部講師、准教授を経て、17 年から現職。本領域では、A02-1「力学解析によるキンク形成・強化のメカニズム解明（実験系）」に所属。

A01-1 研究協力者
小川 由希子
物質・材料研究機構（NIMS）研究員

2014 年東北大学大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻で修士号を取得。17 年同専攻で博士（工学）を取得。同年 4 月に日本学術振興会特別研究員 SPD となり、9 月から現職。本領域では、A01-1「多様な Mg 系ミルフィーユ構造制御と物質創製（実験系）」に所属。また、ニュースレター等の広報活動を担当。

「専門の枠を超えて、視野を広げたい」「領域の活性化のために若手の意見を教えて」若手とベテランの交流が身近な領域研究

鈴木：私はマグネシウムの高温クリープ現象を研究しています。金属は力を加えていくと、いずれ変形をはじめます。高温では変形がはじまる力より小さな力でも、長い時間力をかけ続けることで非常にゆっくりとですが、変形していきます。これがクリープ現象です。小川先生のご研究はいかがですか。

小川：私は博士課程に入ってからマグネシウムの研究をしています。マグネシウムには室温での成形性が低いという難点があり、そのひとつの要因がマグネシウムの結晶構造にあります。そこで、別の結晶構造も取れるようにすることで特性向上に取り組んでいます。

鈴木：本領域で私はミルフィーユ構造の中に折れ曲がり（キンク）が入ることで、室温強度や高温クリープ耐性がなぜ改善するのか、そして、より強度を上げるためにはキンクをどのように導入すれば良いのか、といった観点で研究を行っています。キンクを新しい材料の強化方法として、どのように理解するべきか、という課題は興味深いですね。

小川：私はマグネシウムの結晶構造を変えられることを利用して、ミルフィーユ構造を持つ新しいマグネシウムを作るという計画で入っています。熱や力の加え方、添加する元素などを変えて材料をつくり、別のグループの方にお渡しして、特性を調べて頂きます。「トライ・アンド・エラー」の繰り返しです。うまくミルフィーユ構造を作って、実際それで強化できるのかどうかまできちんと見届けたいですね。本領域研究は異分野融合なので、いろんな分野の研究に参加させて頂いて、自分の視野を広げたいと思っています。

鈴木：本領域研究では、若手研究者に向けた講義や勉強会が数多く開催されています。成果報告でも多くの学生がポスター発表を行う場を設けています。このような場を通じて、若手研究者との交流を深めたいと考えています。今回小川さんに広報担当として加わってもらうことで、学生さんにこの研究分野や材料分野により興味を持ってもらえるとありがたいですね。また、この領域を活性化するために何が必要か、若手の視点でいろいろ教えて頂きたいです。

小川：私も、本領域で鈴木先生をはじめ諸先生方に、研究のことはもちろん研究者を続けていくために大切なことなど、人生の先輩としてのアドバイスを頂けたらと思っております。

COPYRIGHT 2019 MFS MATERIALS　ALL RIGHTS RESERVED.

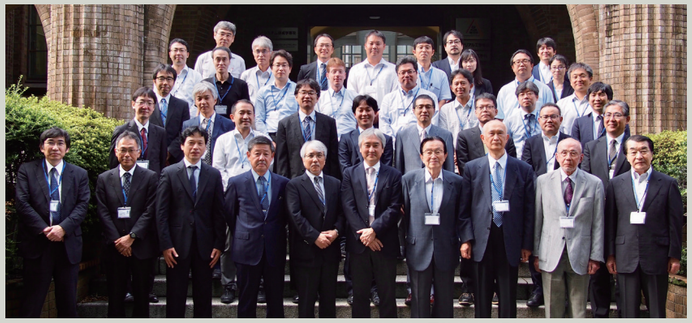
Activities ／ MFS活動報告

2018.09.14-09.15

キックオフミーティング

新学術領域研究「ミルフィーユ構造の材料科学」発足を記念したキックオフミーティングが、2018年9月14日～15日の2日間にわたり、東京大学本郷キャンパスにて開催された。

会の冒頭に、阿部領域代表（東京大学）が領域の狙い、ミルフィーユ構造の持つ材料の魅力について説明。その後、各計画研究班（A01班～A04班の4班）の班長、計画研究グループ（A01-1～A04-2の８グループ）の代表より、各研究の説明とメンバー構成が紹介された。1日目の夕刻には交流会が開かれ、領域内メンバーの親睦を深めると共に、申請書類作成の苦労話やヒアリングの準備秘話など、貴重な話も披露されることとなった。キックオフミーティングには、本領域の評価委員をお引き受け頂いている先生方も参加され、さまざまな場面でメンバーに温かい（時に鋭い）ご助言を賜わるなど、会全体の活力を高めて頂いた。ご参加頂いた諸氏に心から感謝申し上げます。


参加者集合写真（東大本郷キャンパス工学部4号館を背景に）

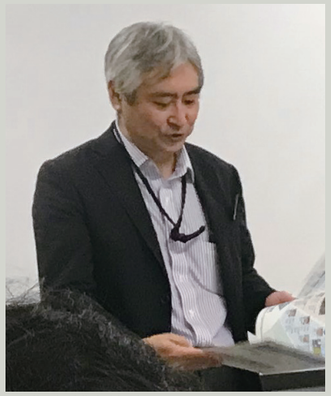
阿部領域代表による挨拶

交流会風景

2018.09.20-10.01

公募研究説明会

本領域の公募研究説明会を、9月中旬～10月初旬にかけて、仙台・大阪・東京の3地区で開催した。ミルフィーユ構造研究が盛んな金属材料の分野以外にも、セラミックス・高分子・半導体などの分野からバラエティに富む材料研究者ならびにそれらの解析を得意とする研究者の方々に多数ご参加頂いた。材料ではなく構造と現象に焦点を絞った学際色豊かな本領域の特徴が反映された結果であると思われる。説明会では、「ミルフィーユ構造の定義」や「公募研究に対する期待」など、実際の申請書作成に活用できる具体的な質疑応答が活発に行われた。ご参加頂いた諸氏に心から感謝申し上げます。


阿部英司領域代表（東大）

説明会の様子（仙台国際センターにて）

2018.11.22-11.23

第1回 若手セミナーと施設見学会

2018年11月22日～23日の2日間にわたり、若手人材育成部会と領域内交流推進部会の合同行事として、山形大学工学部で第1回若手セミナーと施設見学会が行われ、教員15名、学生11名が参加した。

1日目の若手セミナーの冒頭で、斎藤若手人材育成部会長（農工大）から若手人材育成部会の意義や若手武者修行の話、伊藤（山形大学）からは、米沢と山形大学の歴史、山形大学の特色、有機材料の基礎についての話があり、その後、藤居領域内交流推進部会長（東工大）と阿部による講演会が行われた。藤居は、キンクや回位の研究の歴史、キンク形成とキンク強化などに関する基礎的な概念について解説。4グループに分かれた30分間の座談会の後、阿部からは、夢十夜の運慶や準結晶の研究などを例に挙げながら、研究者に必要な本質を掘り出す力についての話があった。講演会後の交流会では、打ち解けた雰囲気の中で教員2名と学生2名の若手幹事が選出された。

2日目は、伊藤から高分子のさまざまな成形加工法とその特徴についての説明の後、マテリアル成形加工センターなどを見学した。数多くの高分子の成形加工機や物性評価装置などを見学して、参加者は皆その充実した設備に驚いていた。

選出された若手幹事

見学会の様子

今回は分野や世代を超えた意見交換もでき、充実したセミナー・見学会となった。準備、講演、説明をご担当された山形大学の伊藤、黒瀬、西辻、学生の諸氏に心から感謝を申し上げます。

2018.12.03-12.05

国際会議 "LPSO2018"

2018年12月3日から5日の3日間にわたり、熊本市で "The 4th International Symposium on Long-Period Stacking Ordered Structure and Millefeuille Structure, LPSO2018" が開催された。本シンポジウムは2012年の札幌開催にはじまり、熊本（2014年）、京都（2016年）と隔年で開かれ、マグネシウム合金を中心としたLPSO構造物質に関する国際交流の場として発展してきたが、今回から対象とする物質をミルフィーユ構造へと広げることでより大きな展開を見せた。海外から著名な研究者10名を招聘し、Keynote lecture 7件、Invited talk 19件、Poster presentation 40件の講演を通して濃密な議論が展開された。紙面の都合上、多くを紹介できないが、"Ripplocation"による層状構造の変形機構の説明（Barsoum）や"Rank-1 connection" によるキンク変形解析（稲邑）などが多くの興味を引き付けていた。また、高分子を扱った研究の紹介（斎藤、阿部）もあり、本領域の今後の更なる発展に期待が寄せられていた。次回シンポジウムは2020年に東京で開催される予定である。最後に、円滑なシンポジウム運営は特に海外招聘者から好評であったことを記し、事務局を務められた柳原・ダイロフ両氏の労に謝意を表します。

参加者集合写真

COPYRIGHT 2019 MFS MATERIALS ALL RIGHTS RESERVED.

2018.12.06

日露セミナー

今回で４回目となる先進材料に関する日露セミナー“The 4th Russia-Japan International Seminar on Advanced Materials”が、2018年12月6日に熊本大学工学部100周年記念ホールで開催された。これは2015年より毎年、ロシアと日本の両国で開催されている先進材料に関する国際セミナーであり、今回は日本から10件、ロシアから5件、ギリシャおよびノルウェーより各1件の計17件の講演が発表された。

河村Ａ01班長（熊大）によるOpening Remarksに続く各セッションでは、先進材料の合金創成や加工プロセス、最新の観察計測技術を駆使した特性評価、さらには基礎理論や生体応用に関する研究と、非常に多岐にわたる活発な討論が繰り広げられた。最後に本セミナーのロシア側代表であるProf. Vinogradov（Norwegian University of Science and Technology）によるClosing Remarksでは、次回の日露セミナーは2019年にロシアもしくはノルウェーで開催する予定と伝えられた。

質疑応答の様子

Topics 2018~2022

【これまでの活動】

2018

- ◆ 9/14-9/15：キックオフミーティング
- ◆ 9/19-9/20：日本金属学会 秋季講演大会シンポジウム「S1 キンク強化の材料科学Ⅰ」
- ◆ 9/20-10/1：科研費公募説明会（仙台、大阪、東京）
- ◆ 11/10-11/11：軽金属学会 秋季講演大会テーマセッション「T1 ミルフィーユ構造の材料科学 II」
- ◆ 11/22-11/23：「若手セミナー＆交流会」および「施設見学会」（山形大学）
- ◆ 12/3-12/5：国際会議「LPSO2018（International Symposium on LPSO and MFS）」（熊本）
- ◆ 12/6：「日露先端材料セミナー（RJISAM-IV)」(熊本)

2019

- ◆ 1/16：第99回高分子材料セミナー「ミルフィーユ構造とキンク強化現象～新規金属材料から高分子材料への展開」（京都工芸繊維大学）

【今後の活動】

- ◆ 3/8-3/9：平成30年度　年次報告会（東京大学 本郷キャンパス 山上会館）
- ◆ 3/20-3/22：日本金属学会春期講演大会シンポジウム「S1 ミルフィーユ構造の材料科学II」（東京電機大学東京千住キャンパス）
- ◆ 6/5-6/7：繊維学会年次大会　［特別セッション］「ミルフィーユ構造の材料科学」（東京、タワーホール船堀）

2020

- ◆ 3月：年次報告会
- ◆ 9月：科研費公募説明会
- ◆ 年末：LPSO2020（東京、2022年にも開催予定）

編集後記

新学術研究のスタートから5ヶ月、記念すべきニュースレター第1号をお届けします。ヒアリングに臨まれた阿部先生、斎藤先生、藤居先生の鼎談からは、これまで限られた物質にのみ認められてきたキンクを一般化するかという、ワクワクするような研究の楽しみが伝わってきます。また、鈴木先生と小川先生の対談では、そのような広い枠組みの中でどのように自分の研究を展開していくかという、誰にも共通する課題が語られており、こちらも皆さまの興味を引かれることと存じます。

次回は公募研究の内容紹介を含め、多彩な記事を企画しております。どうぞ、お楽しみに。

A04-1 研究代表者
情報発信・知財部会長
三浦 誠司
北海道大学 教授

編集長／　情報発信・知財部会長　三浦 誠司（北海道大学）

編集委員／　江村 聡（NIMS）
小川 由希子（NIMS）
藪　浩（東北大学）
安藤 大輔（東北大学）
瀧 健太郎（金沢大学）
光原 昌寿（九州大学）
江草 大佑（東京大学）

プロデューサー／　磯部 志保（スタジオエル）
クリエイティブ・ディレクター／　森　葉子（スタジオアール）
デザイナー／　赤池 有花
取材・記事／　小島 あゆみ（p2-5）
写真撮影／　南　賢太郎（p1-5）
メイクアップ／　西尾 枝穂美（p1-5）
制作／　スタジオアール＆スタジオエル

発行／　2019年2月
編集発行／　MFS事務局

MFS MATERIALS

http://www.mfs-materials.jp

MFS事務局：九州大学大学院総合理工学府内 中島・光原研究室
MFS@mms.kyushu-u.ac.jp　092-583-7619