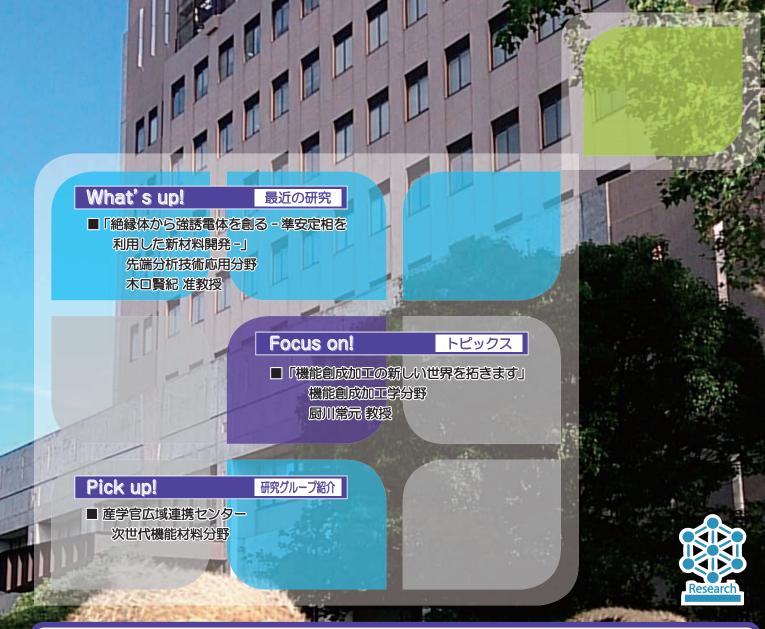
News Letter





東北大学 金属材料研究所 附属 産学官広域連携センター



産学官広域連携センターのキックオフフォーラムが、この8月4日(金)に仙台で開催され、小雨降る中、188名の方に御参加頂きました。産学官連携活動に従事するものの、普段は顔を合わせることのない関係者が一堂に会すること自体が有意であり、フォーラムの後に催された「名刺交換会および懇親会」では、様々な交流が繰り広げられたことと思います。無事終了したフォーラムですが、このイベントは文字通りキックオフであり、これからの活動でセンターの真価が問われることとなります。まずは、支援対象領域が広域化しましたので、限られた財源とマンパワーをこれまで以上に効率的に活用する必要があると考えています。また、どのような活動が産業支援に繋がるのかを考え、世の中は何を求めているのか普段から社会の動きを慧眼することも必須でしょう。私共のセンターは研究者集団ですので、専門には精通しても、「社会を見る」ことは必ずしも得意ではありません。皆様方には、敷居が決して高くない私共のセンターに、遠慮せずにコンタクト頂き、社会の声を伝えて頂きますようにお願いする次第です。センターメンバーー同、引き続き事業の成功を目指して尽力する所存ですので、今後とも何卒宜しくお願い申し上げます。

最近の研究

絶縁体から強誘電体を創る - 準安定相を利用した新材料開発-

電子ビームやX線による回折、イメージング、電子分光を用いて、金属やセラミックスなどのナノ組織制御や機能発現の研究を行っています。

[Keywords] HfO₂、ZrO₂、強誘電体、準安定相、STEM

近年、強誘電性を示す HfO_2 基、 ZrO_2 基超薄膜材料が発見され 超薄膜化しても自発分極が消失しない新たな非鉛強誘電体材料としてIoTなど様々な応用に向けて注目されています[1]。その起源は中心対称性を有さない斜方晶相に属していると考えられています。この相は、バルク状態では安定に存在できない準安定相と考えられており、状態図上には記されていません。既往の研究は、ナノ粒子からなる多結晶薄膜に限られており、強誘電性発現の起源である極性構造や強誘電・強弾性ドメイン構造に関する研究は皆無でした。我々は、世界に先駆けて $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2(HZO)$ や Y_2O_3 ドープ $HfO_2(YHO)$ のドメイン構造について、収差補正走査透過型電子顕微鏡(STEM)法を駆使してドメイン構造や共存相など微細組織を決定しました[2.3]。

図1にイオンビームスパッタ法を用いた固相エピタキシー法で YSZ(001)単結晶基板上に作製したZr_{0.5}Hf_{0.5}O₂薄膜のHAADF-STEM観察した断面構造と、斜方晶相及び単斜晶相の結晶構造 シミュレーション像を示します。斜方晶相が形成されていること、 薄膜内部では共存する単斜晶相が1-2nmと微細であるのに対し 薄膜表面付近で粗大化しています。これらの単斜晶相はc軸優 先配向しており、(001)m面が自由表面を形成しているとき単斜晶相への相転移が起き易いことを示しています。

一般的なペロブスカイト型強誘電体との大きな違いは、単位胞の形状では無く単位胞の原子位置そのものが相転移後の結晶配向性を決定することです。特に、分極方向が長軸では無いことが配向制御を困難にしています。また、分極方向にせん断変形することによって安定な常誘電相である単斜晶相に容易に相転移します。よって、分極が薄膜面内を向いた場合マトリックスからの弾性的拘束の下で体積膨張を伴うため単斜晶相の成長は1nm程度の大きさに止まります。これに対し、c軸配向した斜方晶相は自由表面に対して膨張するため、単斜晶相への相転移の障壁が小さい。このように、斜方晶相の原子配列は斜方晶相に類似しており、斜方晶相の安定化のためにはせん断変形を抑制することが重要であることを示しています。

先端分析技術応用分野 准教授 木口 賢紀

[専門] 無機材料工学、電子顕微鏡学 [趣味] 寺社めぐり、温泉、電子顕微鏡 [特技] 研磨、電子顕微鏡



また、我々の既往の研究から、ZrO₂単相では斜方晶相は形成されずドーパントの存在が不可欠であることを示しています。したがって、斜方晶相の安定化にはドーパントの化学的な効果と弾性的拘束による物理的効果の複合的な要因が存在しており現在その解明に取り組んでいます。この材料は数ナノスケールの微細組織を扱う必要があるため、電子顕微鏡を用いて初めて明らかに出来た研究の一端を紹介しました。最新の分析電子顕微鏡では、他にも局所領域の元素マッピング、状態分析、3次元トモグラフィーによるナノ構造体の3次元構造解析、高温・低温での結晶化・相転移・析出挙動のその場観察など多様な分析・解析が可能であり、新材料開発において益々大きな貢献が期待されます。電子顕微鏡による材料分析にご興味のある方は、お気軽にご相談下さい。

【文献】[1] J. Muller et al., Nano Lett. 12, 4318 (2012).

- [2] T. Shimizu et al., Appl. Phys. Lett. 107, 032910 (2015).
- [3] T. Kiguchi et al., J. Ceram. Soc. Jpn. 124, 689 (2016).

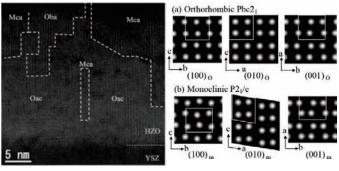


図1 $Hf_{0.5}Zr_{0.5}O_2$ 薄膜のHAADF-STEM像、斜方晶相及び単斜晶相の結晶構造シミュレーション像

■ 用語解説

【HAADF-STEM法】収束した入射電子が結晶の熱散漫散乱や ラザフォード散乱によって散乱された電子のうち特に高角度に散 乱された電子で結像したSTEM像であり、主に原子番号(Z)コント ラストが強調された像が獲られる。

I 広域連携センター News ■

キックオフフォーラム

産学官広域連携センターのキックオフフォーラムが、8月4日(金)にウェスティンホテル仙台で開催されました。フォーラムでは、東北大学里見進総長のご挨拶と宮城県庁河端章好副知事のウェルカムスピーチに続き、文部科学省、本学・大阪府立大学・兵庫県立大学の各大学、大阪府庁・兵庫県庁の各自治体、宮城県産業技術総合センター、東北経済産業局の各組織から産学官連携の取り組みが紹介されました。続いて、日立金属ネオマテリアル、吉川工業、ミズホの各社から大学との共同研究事例が紹介され、締めくくりに金属材料研究所高梨弘毅所長から挨拶がありました。フォーラムの後に開催された「名刺交換会および懇親会」では、産学官の関係者間で多彩な交流があり、盛況のうちに終了しました。



フォーラム開催の様子

Focus on!

機能創成加工の新しい世界を拓きます

"機能創成加工"を提案します。これまでの単なる 形状創成だけでなく、製品表面に微細構造を創成す ることにより、特異な機能を発現させる新しい高付 加価値加工技術です。

【研究者紹介】 機能創成加工学分野 教授 厨川 常元

[専門] ものづくり技術全般



ピコテクノロジー基盤ものづくり技術

―機能創成加工の新しい世界を拓きます―

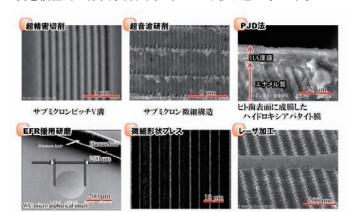
20世紀の我が国の繁栄を支えてきた大量生産・大量消費型の"ものづくり"は終焉を迎え、今後は様々な価値観に対応する "ものづくり"に変革していかなければなりません。そのためには、海外の技術では到達できない、より高い精度と付加価値を持った製品開発が強く求められます。 従来から、加工された製品の評価基準は形状精度と表面粗さの二つでしたが、このような加工精度の追求は、今や原子オーダーに達しています。当研究室では加工表面上に微細構造体を創成したり、表面近傍の結晶構造を制御することにより、新たな機能を発現させるための工夫を加えた"ものづくり"を提案しました。すなわち単なる形状創成から、機能創成を加味した新しいものづくり技術への融合、発展です。我々はこのような"形状創成+機能創成"を目指した機能創成加工技術を強力に推進、展開していきます。

超精密加工による機能性の発現

―機能から未来を創ります―

ものを精密に作ることができる超精密加工は高機能の実現、 安全性の向上、省資源化を実現する基盤技術となります。当研 究室では加工現象の解明と高度な測定技術との融合を通じて それらを実現します。例えば、無反射構造、超撥水構造などの ユニークな機能を発現させるための、マイクロ~ナノ~ピコメー トルオーダの表面微細形状を、より精密かつ効率的に産み出すことを狙っています。

さらに、送り分解能1Åの5軸超精密加工機をはじめとして、世界最高水準のピコ精度やナノ精度加工機を開発、保有しております。さらにpm分解能の様々な非接触表面形状測定器や3Dレーザ顕微鏡等の評価装置、また多種の数値シミュレーション可視化技術を備えています。また本研究室は、企業との共同研究を積極的に行う、実践的な"ものづくり駆け込み寺"です。



超硬製マイクロ非球面金型 ガラスへのマイクロ溝成形 太陽電池用多結晶Siへの マイクロテクスチャリング

Pick up!

研究グループ紹介

次世代機能材料分野

東北大学金属材料研究所 附属産学官広域連携センター

[Keywords] アモルファス合金、金属ガラス、高耐食、軟磁性

構造材料としての利用が大きな位置を占める金属材料も、機能性を具備することにより広い分野へ利用されています。その機能性を得るために、金属の原子配列を変えてしまうことも大胆なアプローチとなり得ます。当分野では、急速冷却等により原子配列を制御したアモルファス合金やナノ結晶合金の耐食性、軟磁性および微細加工特性を研究対象として、その材料開発と実用化について日々取り組んでいます。当分野は、兵庫県立大学姫路工学キャンパス内に常駐しており、県立大学ナノ・マイクロ構造科学研究センターの研究室としても活動を続けております。

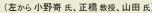


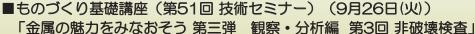
次世代機能材料分野メンバーと兵庫県立大学の研究室配属学生。姫路工学キャンパス東門より西を望む。

イベント報告 Close up!

■ものづくり基礎講座(第50回 技術セミナー)(7月25日(火)) 「金属の魅力をみなおそう 第三弾 観察・分析編 第2回 組成分析」

標記の講座を7月25日に開催しました。当日は東北大学 正橋直哉教授による「組成分析の基礎」 の講演に続き、日鉄住金テクノロジー(株) 小野嵜学氏による「金属材料における成分分析の紹介」、 株式会社堀場製作所 山田雄大氏による「固体材料中のガス成分分析技術」と題した講演を頂きま した。当日は41名の参加があり、活発な質疑応答や様々な交流がありました。(正橋直哉 教授)





クリエーションコア東大阪にて標記の講座を開催し、東北大学金属材料研究所千星聡准教授に よる「非破壊検査の基礎」、非破壊検査株式会社 松原重行氏による「超音波探傷試験の基礎と実 例」、株式会社X線残留応力測定センター 三島由久氏による「X線による応力測定と壊れないもの づくり」と題した講演が行われました。参加者は30名を超え、盛況のうちに閉講しました。 (千星聡 准教授)



(左から千星 准教授、三鳥 氏、松原 氏)

■ものづくり基礎講座(第52回 技術セミナー)(10月12日(木)) 「基礎からの金属材料」磁性材料、表面処理・めっき

兵庫県立工業技術センターセミナー室にて10月12日(木)に、標記のものづくり基礎講座(第52回 技術セミナー)を開催し、35名のご参加を頂戴しました。磁性材料に関するテーマでは、秋田県立 大学尾藤輝夫教授および(株)トーキン浦田顕理氏から講演を頂戴し、表面処理・めっきに関する テーマでは、兵庫県立大学福室直樹准教授、佐和鍍金工業(株)北谷武氏より講演頂きました。 (網谷健児 特任准教授)



(左から 福室 准教授、北谷 氏、浦田 氏、尾藤 教授、網谷 特任准教授)

イベント案内

Attention please !

■池田泉州銀行ビジネスマッチングフェア(11月8日(水)~9日(木))

標記のビジネスマッチングフェアがマイドーム大阪で、11月8日(水)と9日(木)の二日間開催されます。当センターは企業との 共同研究成果の試作品展示と、センター活動および研究成果をパネルで紹介します。両日とも教員とコーディネーターがブース に立ちますので、興味のある方、ならびに普段の仕事で金属についてお困りの方は、是非お立ち寄り下さい。(正橋直哉 教授)

■第7回次世代ものづくり基盤技術産業展TECHBizEXPO(11月15日(水)~17日(金))

金属材料研究所では、11月15日~17日の日程で名古屋市中小企業振興会館吹上ホールにて開催される標記の産業展にて、 本所の活動や成果を展示いたします。当研究所のブースでは、産学官広域連携センターも実用化研究の事例などを中心に展 示いたします。ご来場の際には当研究所のブース(C-17)にもお寄りください。(網谷健児 特任准教授)

ラ Δ

産学官広域連携センターのキックオフフォーラムが本年8月に 仙台おいて盛大に開催され、その活動の場が、従来の大阪・関 西地域から日本全国へと広がってきました。この活動が継続的 に発展し、さらなる産業・企業支援につながっていくための我々 大学教員の使命の1つとして、人材育成が重要なのは申すまで もないことです。

私の研究室では、広域連携センターにおける学学連携、共同 研究のもとで大学院生が金属材料に関する研究を行い、多くの 論文を執筆しています。また、その成果を国際学会の場で英語 で口頭発表する院生も最近増えてきています。このような研究 活動を通じて、物事に対する好奇心を養い、1つのことを成し遂 げる喜びを経験した学生たちが卒業後、様々な分野で活躍し、 日本の産業に貢献してくれることを日々願っています。

メゾスコピック組織制御工学分野 岩瀬彰宏 教授

【訂正】 夏号(Vol.42)の p.3 トピックスの記事において誤りがありましたので 訂正します。読者の方にご迷惑をおかけしましたことをお詫び申し上げます。

- 【誤】東北大学 金属材料研究所 教授 金野泰幸
- 【正】先進金属材料分野 教授 金野泰幸



編集•発行

http://www.trc-center.imr.tohoku.ac.jp/ kouikioffice@imr.tohoku.ac.jp



大阪オフィス

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-2 大阪府立大学 研究推進機構棟(C10棟)8F TEL 072-254-6372 FAX 072-254-6375

兵庫オフィス

〒671-2280 兵庫県姫路市書写2167兵庫県立大学 インキュベーションセンター2F

TEL 079-260-7209 FAX 079-260-7210

仙台オフィス

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 TEL 022-215-2124 FAX 022-215-2126

MOBIO(クリエイション・コア東大阪)

〒577-0011 東大阪市荒本北1-4-1 (南館2F-2207室) TEL 06-6748-1023 FAX 06-6745-2385

*本誌の内容を掲載あるいは転載される場合は事前にご連絡下さい。