



東北大学 金属材料研究所
附属 新素材共同研究開発センター
News Letter

Nov. 2021 / Vol. 18

Topics

■ 最近の研究

「パルス磁場を用いた軟X線磁気円二色性によるメタ磁性形状記憶合金の構造相転移」
- 新素材共同研究開発センター / 教授 梅津 理恵

■ 第15回 共同利用研究課題最優秀賞 受賞者からの寄稿

■ 転出のご挨拶 / 助教 吉年 規治

■ お知らせ

- 令和4年 共同利用研究公募のご案内

巻頭言

「金研設立を支えた人々」

センター長 正橋 直哉

本所は設立にあたり住友財閥から多額の寄付を頂きました。当時の国家財政は二度の大戦で困窮し、北条時敬第二代総長は四高校長時代の知己で住友家三代目総理事の鈴木馬左也に相談したのが発端です。鈴木は宮崎高鍋藩家老の家の出で、金沢啓明学校を経て東京大学卒業後1887年に内務省に入りました。大阪府参事官任務時、後の住友家二代目総理事の伊庭貞剛と知り合いました。伊庭は文明開化と殖産興業に取り組む国家を支えるべく住友家を切り盛りする器量人でしたが、鈴木の才能を見抜き1896年住友に勧誘しました。大阪中之島にある大阪府立図書館（重要文化財）や大阪府立商業学校（現在は大阪市立大学）は、伊庭の肝いりで設立されました。1904年に総理事となった鈴木は金研設立に向け、強い信頼関係にあった当主任住友吉左衛門友純から寄付の了承を得ました。金研設立にあたっては、国家百年の大計を想い、「公」に一身を捧げた傑物達の存在があります。本所は国際共同利用・共同研究拠点として材料科学の発展に取り組んでいますが、そこには先達の意思を感じることもでき、こうした志は忘れないようにしたいものです。

パルス磁場を用いた軟X線磁気円二色性による
メタ磁性形状記憶合金の構造相転移

梅津 理恵 (Rie Umetsu)

【所属】新素材共同研究開発センター/ 教授

【専門】磁気物性、金属材料



Ni基ホイスラー型のメタ磁性形状記憶合金

非化学両論組成のNi基ホイスラー合金であるNi(Co)-Mn-Inはマルテンサイト変態を示し、その際に磁気状態も大きく変わることが知られています⁽¹⁾。磁場印可は強磁性の母相を安定化させるため、磁場によっても相変態が制御可能となります。したがって、変態温度よりも低い温度で磁場を印可すると、磁場で変態が誘起されてメタ磁性的な磁気挙動が観測されます。この相変態のときにNiの3d電子の状態密度が変わることが示唆されることから、Ni-3dの変態前後における電子状態の違いを調べることが重要となります。

パルス磁場中における軟X線吸収分光測定

X線吸収分光(XAS)測定は、物質の電子状態や局所構造を調べるのに非常に有効です。磁性体に円偏光させたX線を照射すると、右と左回り円偏光によってX線吸収係数が異なることから、スペクトルに差が生じます。その振る舞いは磁気円二色性(MCD)と呼ばれており、磁気光学総和則より各磁性元素の磁気モーメントの値を知ることができます。通常、MCDを調べるためには、電磁石や超電導マグネット等で定常磁場を印可してXASを測定します。ところが、Ni(Co)-Mn-Inの磁場誘起逆変態を観測しようとするときにさらに大きな磁場が必要となるため、本研究ではパルス磁場を印可してXAS測定をSPring-8のBL25SUにて行いました⁽²⁾。

軟X線吸収分光(XAS)と磁気円二色性(MCD)

図(上段)に150Kで測定を行ったNi(Co)-Mn-Inホイスラー合金のMn(左列)とNi(右列)の $L_{2,3}$ 端におけるXAS強度を示します⁽²⁾。図では、右と左回り円偏光の強度を平均化した、マルテンサイト相(1-3T)と母相(10-12T)のスペクトルを示します。拡大図は、それぞれの L_3 端の極大付近を示しています。Mnのスペクトル

は変態の前後でぴったり重なっているのに対し、Niではスペクトルに差が生じていることが分かります。母相のXASの方が強度が弱いのですが、母相の方が電子状態密度が高いことを意味しています。これは、第一原理計算や低温比熱による電子比熱係数の結果と一致します⁽³⁾。下の図は、磁場で誘起された母相におけるMnとNiの右・左回り円偏光によるXASとそのMCDを示します。特に、Mnでは両者のXAS強度に大きな差が見られ、大きな磁気モーメントを有していることが分かります。以上より、Mnの方が大きな磁気モーメントを有するのに対し、変態前後における電子状態密度の変化はNiの方が大きい、という興味深い結果が得られました。

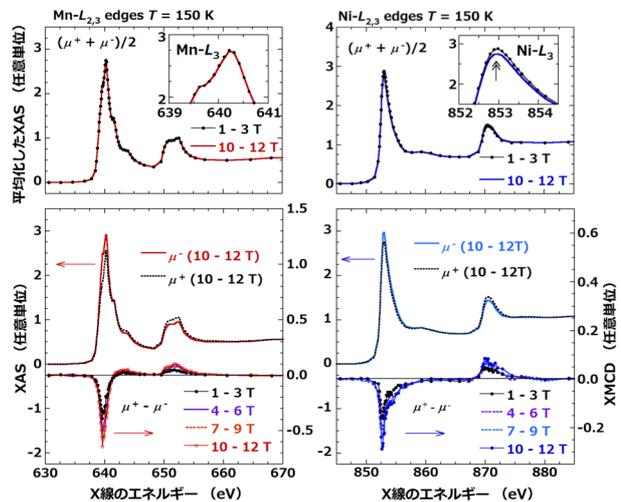


図. Ni(Co)-Mn-Inホイスラー合金のMn(左)とNi(右)の $L_{2,3}$ 端におけるX線吸収分光(XAS)と磁気円二色性(MCD)⁽²⁾。拡大図は、 L_3 端の極大付近を示す。

- (1) R. Kainuma *et al.*, Nature, 439 (2006) 957.
- (2) R.Y. Umetsu *et al.*, J. Alloys Compds., 890 (2021) 161590.
- (3) R.Y. Umetsu *et al.*, Metals, 7 (2017) 414.

第15回 共同利用研究課題最優秀賞

「エピタキシーを利用した酸化物および複合アニオン体の機能開発」

銅酸化物における高温超伝導の発見以降、広範なカチオン組成の酸化物が合成され、電気伝導性だけでなく磁性やイオン伝導性、触媒活性といった多彩な機能を示す材料が発見されてきました。さらに、近年、酸素の一部を異種アニオンで置換した複合アニオン酸化物の合成技術が発達し、物質設計の幅が格段に広がりました。このような酸化物エレクトロニクスの研究において、単結晶基板をテンプレートとして合成する高品質なエピタキシャル薄膜が物性解明に欠かせず、その合成技術の開発が重要な課題となっています。

本共同利用研究では真空気相蒸着法や溶液法などの技術を活用して準安定相を含む多様な酸化物のエピタキシャル薄膜の合成と評価に取り組みました。たとえば、チタン酸ストロンチウムは代表的な三元系酸化物半導体ですが、ストロンチウムとチタンの組成ずれが特性劣化の要因となることが知られています。そこで、分子レベルで組成が既定された二核錯体を出発原料とする新たな合成手法を開発しました。得られた錯体の水溶液を基板上に滴下し、焼成する簡便なプロセスでも原子レベルで平坦な表面を持つ高品質な薄膜が得られ、組成制御の重要性が示されました。また、酸化物の複合アニオン化における課題として、従来の真空薄膜成長技術では揮発性のアニオンの組成制御が難しい点が挙げられます。そこで、大気圧溶液プロセスであるミスト化学気相成長法による複合アニオン化を試みたところ、ハロゲンを含むビスマス・オキシハライドのエピタキシャル合成に初めて成功しました。これらの薄膜の組成や電子状態を評価するにあたり、新素材共同研究開発センターのスタッフや技術職員の皆様のご支援の下、主にXPS測定装置による分析を実施していただき、成果を裏付ける重要なデータを取得していただきました。心より感謝申し上げます。このような栄えある賞に選出させていただいたことを嬉しく思うとともに、新素材共同研究開発センターの皆様のご支援のもと、さらに良い研究を目指して邁進する所存です。



東北大学
岡 大地 先生

転出の御挨拶



吉年 規治 (Noriharu Yodoshi)

【所属】九州大学大学院 工学研究院 機械工学部門 / 准教授

【専門】粉末冶金工学、非平衡材料、材料加工プロセス

このたび10月1日付けで、九州大学大学院工学研究院機械工学部門に転出いたしました。思い返すと、平成17年に大学院生として新素材共同研究開発センター（当時の金属ガラス総合研究センター）に配属されて以来、約16年に渡って大変お世話になりました。特に教員として採用されてからの約10年間、本センターで多くの共同利用課題に携わることが出来たことは大変貴重な経験となりました。今後もこれらの経験を生かして研究活動並びに教育活動を行って参りたいと思います。

コロナ禍で共同利用ユーザーの皆様にご挨拶できなかったことは、大変心残りではありますが、今後もユーザー側として金研と連携して研究を進めて参りたいと思います。

今後とも変わらぬご指導ご鞭撻のほど、よろしく願い申し上げます。福岡にお越しの際は是非ともお立ち寄り頂きますと幸いです。

お知らせ

■ 令和4年度（2022年度） 共同利用研究 公募のご案内

令和3年度より、年4回公募となっています。令和4年度（2022年度）最初の公募は2021年11月から12月にかけて行われます。申込方法等詳細は、共同利用webシステムページをご覧ください。

お問合せ先：

金属材料研究所 総務課研究協力係 TEL. 022-215-2183
または imr-kenkyo@grp.tohoku.ac.jp
新素材共同研究開発センター事務室 TEL. 022-215-2371
crdam@grp.tohoku.ac.jp



共同利用webシステムページ

■ 共同利用ご来所手続きについて

只今金属材料研究所では、共同利用でのご来所の際に、共同研究届フォームへの事前ご登録（県外；2週間前まで、県内・学内；1週間前まで）をお願いしています。どうぞご協力をお願い申し上げます。

なお、状況により、手続き方法に変更がある場合がございます。詳しくは、金属材料研究所ホームページ、共同利用webシステムページ、及び新素材共同研究開発センターホームページをご参照ください。

■ 新型コロナウイルス感染防止に関するお知らせ（共同利用以外）

一般来所、工事・サービス等でご来所の方は、金研ホームページからご登録ください。（県外；5日前まで、県内・学内；前日まで）

また事前に、同ページにある「金研来所時の注意事項」をよくお読みください。

皆様のご理解とご協力を、お願い申し上げます。



金研ホームページ

コラム

東京2020オリンピック・ パラリンピック

コロナ禍の収まりきらない中で、東京オリンピック・パラリンピックが開幕されました。国立競技場計画の白紙撤回、エンブレムの変更、コロナ禍による延期、開会式前日の演出担当者の解任…これだけトラブルが続いたオリンピックは過去になかったでしょう。それだけに、開催にあたっては賛否両論ありましたが、今となっては「やって良かった」と思っています。もちろん競技での選手方々の頑張りには心が熱くなりましたが、舞台を支えた最新技術にも驚かせられました。開会式で話題を呼んだのは、競技場の夜空に市松模様の大会エンブレムや青い地球を立体的に描いた高輝度発光ダイオード搭載のドローン群。聖火トーチは桜ゴールドの見た目の美しさだけでなく、軽量性や炎の消えない工夫が追求されたとのこと。最新プロジェクターや巨大スクリーンも競技を演出しました。日本の誇る世界最高水準のテクノロジーも体感できる大会だったのではないのでしょうか。

（准教授 千星 聡）

News !

新素材センター紹介動画が公開されました！



— 編集・発行 —

東北大学金属材料研究所
附属新素材共同研究開発センター

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1
TEL: 022-215-2371 FAX: 022-215-2137
Email: crdam@grp.tohoku.ac.jp
URL : <http://www.crdam.imr.tohoku.ac.jp/>



* 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。