

KINKEN

IMR NEWS

2015 AUTUMN VOL. **78**

CONTENTS

■トップメッセージ

今に生きる本多イズムとは
所長 高梨 弘毅

■研究室紹介

- 結晶物理学研究部門
- 非平衡物質工学研究部門

■センター紹介

量子エネルギー材料科学国際研究センター

■研究最前線

- REBa₂Cu₃O_y高温超伝導線材の
結晶軸を揃えて発現機構にせまる!
- 低抵抗磁気抵抗素子の高出力化に成功

■金研物語

本多光太郎先生と国立工芸指導所員の
支援を頂いてー前編ー
庄子 晃子

■金研ニュース

- 金属材料研究所 先端エネルギー材料理工共創研究センター 開所式
- 第85回 金属材料研究所夏期講習会
- 金属材料研究所新任教職員研修「所長講話」
- 青森県立八戸北高等学校2年生による進路体験学習

■百周年事務局便り

■Research Index

■表紙について

■編集後記



今に生きる本多イズムとは

去る10月2日(金)ホテルメトロポリタン仙台にて、一金研100周年を前にして「今に生きる本多イズム」と題する本多記念講演会が開催されました。この講演会は、金研初代所長である本多光太郎先生の業績を再評価し、何をどのようにに伝承するかを議論することを目的に、公益財団法人本多記念会の主催で行われました。時宜を得た講演会を企画・開催してくださった本多記念会理事長、花田修治先生を始め、ご関係の皆様方にこの場を借りて御礼申し上げます。

講演会の詳細は本多記念会のホームページ(<http://hondakinenkai.or.jp/>)に掲載されておりますのでここでは割愛いたしますが、増本健先生、佐川真人先生、津崎兼彰先生による基調講演に続き、「実学・出口と基礎研究」と題するパネルディスカッションと「本多先生を語る」と題する総合討論がございました。私もパネリストの一人としてパネルディスカッションに加わりました。本稿では、パネルディスカッションにおける私の発言と一部重なりますが、私の考える本多イズムと現在の金研との関わりについてお話ししたいと思います。

基礎研究と応用研究、あるいは理学と工学という区分がよく使われますが、日本ではこれらをあまりに峻別しすぎているのではないかと、日頃から感じています。私自身はあまり区別をしていない、あるいは区別をしないようになった、と言った方が適切かもしれません。それはなぜかと言えば、私が金研で研究生活を送って来たことに依るところが大きいと思っています。金研を創始した本多先生およびその門下生の業績は、基礎から応用、理学から工学まできわめて幅広く、しかもそれらは個々別々ではなく、同一のコンセプトのもとで行われているように思います。また、金研には、理学系の研究室と工学系の研究室がほぼ半々で同居しています。これは本多先生が残してくれた大きな遺産だと思います。私は若い頃から、理工にまたがる様々な分野の人たちと交流することができました。理と工ではカルチャーが異なります。また、学会が違えばカル

チャーも異なります。こういうカルチャーの違いは歴史に由来することで、私は当然のことだと思っています。重要なことは、お互いのカルチャーの違いを認めつつ交流し、連携を深めることです。金研には、それを一つの研究所の中で行える環境があります。せっかく本多先生が残してくれたこの重要な遺産を活かさないという法はありません。この遺産をフルに活かして、理と工、そして基礎と応用の真の融合を目指すこそが実学であり、本多イズムの一つであると言えるでしょう。

講演会では、「金研方式」という言葉も話題になりました。ある程度目星をつけたら、あとは元素・組成を細かくしらみつぶしに変えて実験を行うことを言います。私が助手として金研に来て間もない頃、データ点の間を線で結ぶ必要がないくらい、データ点を敷き詰めてそれが自然に線になるくらい実験をする、これが金研方式だと教わりました。この金研方式には批判もあります。しかし、材料科学分野で日本が強いといわれる一つの所以は、まさにこの金研方式にあると思います。金研で、また日本で、その重要性を再評価すべき本多イズムの一つでしょう。

本多イズムのもう一つの側面として、産学連携と起業家精神が挙げられますが、現代におけるこの重要性は言うまでもありません。ただし、増本先生のご講演から知りましたが、本多先生は「工業道徳」という言葉を使い、科学・技術者の社会的責任の自覚も強く求めていらしたことを付記しておきます。

いよいよ来年は金研百周年です。皆様方のますますのご協力と、ご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

所長

高梨 弘毅



研究室紹介

Division introduction

先端エネルギー材料理工共創研究センター
光エネルギー材料研究部
(兼) 結晶物理学研究部門

藤原 航三

<http://www.e-imr.imr.tohoku.ac.jp/>
<http://www.xtalphys.imr.tohoku.ac.jp/>

結晶成長でエネルギー・環境問題に挑む

はじめに

東日本大震災以降、電気料金が値上げされ、二酸化炭素排出量が増加し続けています。国内の電力使用量が大幅に減少しない限り、火力発電への依存過多は、国民だけでなく環境へも大きな負担となっていきます。一刻も早くこの状況を打開する成果を出すことが、エネルギー材料の研究者の使命です。当研究部門では、太陽光発電の低コスト化・高効率化を実現するために、太陽電池の主要材料であるSi多結晶の結晶成長の研究開発を行っています。以下に、当研究部門の研究を紹介します。

Si多結晶の融液成長メカニズムの研究

キャスト法で作製されるSi多結晶インゴット中には、多種の結晶欠陥が高密度かつ不均一に存在しており、これらが太陽電池特性を低下させています。当研究部門では、固液界面で生じる様々な現象を解明し、多結晶組織の制御法に対する知見を得るために、1400°Cの高温で固液界面を明瞭に観察することが可能な“その場”観察装置を開発してきました。図1はSi多結晶の固液界面の観察例です。結晶中にはいくつかの結晶粒界が観察されますが、固液界面にグループが形成される粒界とグループが形成されない粒界があります。グループの形成は局所的な



図1: Si多結晶の固液界面に形成される粒界グループの観察。

温度揺らぎや不純物の濃縮を引き起こし、欠陥発生の原因となります。成長条件を制御すると、グループの形成を防ぐことができます。このような現象は結晶化した後の組織観察だけでは分からないため、融液成長の基礎研究を通して現象を正しく理解することが重要となります。

太陽電池用Si多結晶インゴットの成長技術開発

当研究部門では企業と連携して、キャスト法の最大の課題である、ルツボからの汚染や欠陥発生を低減させる方法の開発に取り組んでいます。図2は一般的なキャスト法で作製したSi多結晶インゴットと、最新の技術で作製したSi多結晶インゴットです。最新技術では、ルツボからの不純物汚染や応力の影響が極力排除されたため、インゴット表面だけでなく、インゴットの側面や底面も、多結晶組織を目視できないくらい滑らかで輝いています。この技術で作製したSi多結晶の少数キャリア寿命は従来法に比べて3倍以上も向上しており、本技術の更なる改善により、太陽電池特性の飛躍的向上が期待できます。

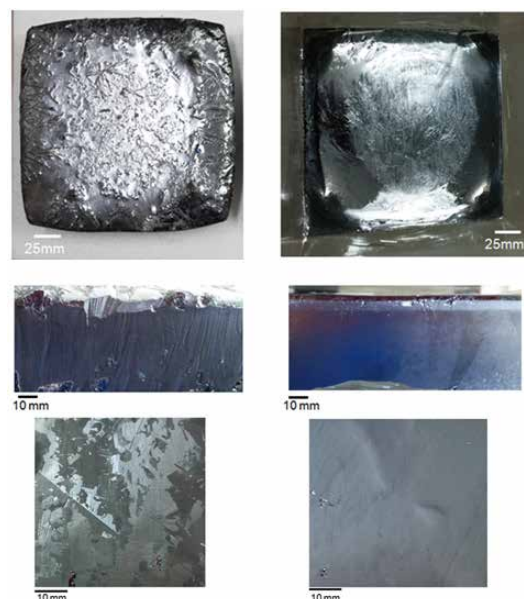


図2: (左)従来法で作製したSi多結晶インゴットと(右)最新の技術で作製したSi多結晶インゴット。それぞれ、(上)インゴット表面、(中)インゴット側面、および、(下)インゴット底面。

おわりに

当研究部門では、金研で作製したSi多結晶インゴットを用いて、実用サイズ(156mm角)の太陽電池で世界最高効率を達成することを目標にしています。近い将来、研究成果が社会に還元されるよう、日々研究に精進していく所存です。

研究室紹介

Division introduction

非平衡物質工学研究部門

加藤 秀実

<http://www.nem.imr.tohoku.ac.jp/>

金属過冷却液体の材料科学

本研究部門では、新たな社会基盤材料として注目されている金属ガラスやその複合材料に関する総合的研究を行っています。金属ガラスとは、過冷却液体状態を急冷または徐冷することによって凍結した非結晶質合金です。原子配列に長範囲規則性が無いという特徴に起因して、結晶質合金に比べて優れた機械的性質、耐食性、軟磁気特性を発現します。何より加熱過程において融点下、約60%のガラス遷移温度から過冷却液体状態が再出現し、金属ガラスは合金であるにも拘わらず“ガラス細工”や“プラスチック成型”のように大きく、精密かつ繊細な成型を低加工力で施せることが、結晶質合金には決して真似するこ

とのできない最大の魅力です。金属ガラスの過冷却液体の安定化機構を解明し、ガラス構造に起因して生じる構造および応力緩和機構を本質的に理解することによって、新規金属ガラスおよびその複合材料の創製と物性解明、さらには金属ガラスの加工技術を確立する研究を行っています。最近では、図1に示すような金属ガラスの過冷却液体状態におけるインプリント加工を利用して、大面積および高アスペクト比のX線イメージング用回折格子を短時間で精密に作製する技術を確立しました。本技術は、医療産業分野で利用されている画像診断において、画像鮮明化や低コスト化に貢献することが期待されています。

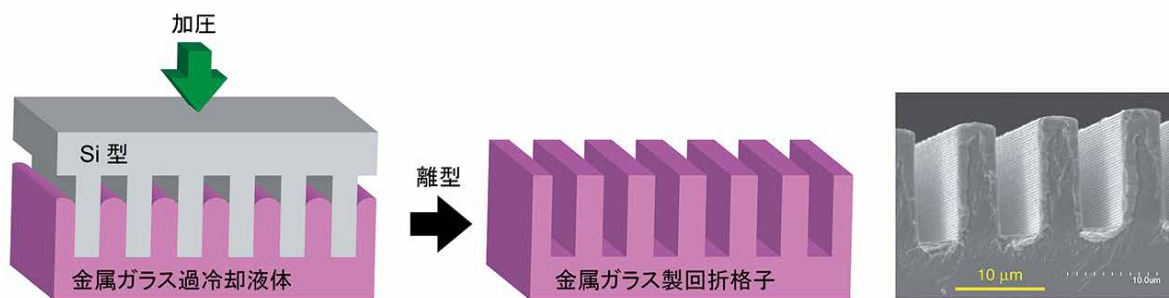


図1: 金属ガラス過冷却液体におけるインプリント加工の模式図(左)と作製した回折格子の電子顕微鏡写真(右)。

また、金属ガラスの合金設計や、その場反応法による金属ガラス複合化の研究において蓄積してきた知見を基にして、独自技術である金属溶湯中デアロイング法を開発しました。図2に示すように、本技術は、原子間の相互作用を利用して、金属溶湯中(C)で前駆合金(A-B)から特定の元素(B)を選択的に取り除き、目的とする元素(A)のナノポーラス構造を自己組織化する手法であり、従来は作製不可能であったチタン、ニオブ、鉄合金、

シリコン、炭素等の卑金属群の三次元ナノポーラス化に成功しています。この技術で作製したナノポーラスシリコンは現行の黒鉛に比べて約3倍の重量換算容量を1500回以上も維持するリチウムイオン二次電池負極として応用可能であり、ナノポーラスニオブは従来の焼結ニオブに比べて重量換算で3倍の静電容量を有する電解キャパシタへの応用が期待されるなど、卓越した機能を発揮する新規エネルギー材料を創製し続けています。

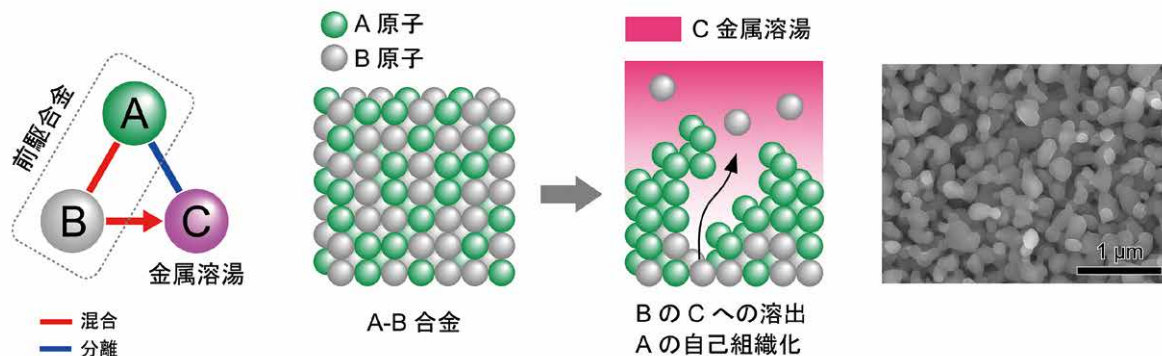


図2: 金属溶湯中デアロイング法によってナノポーラス構造が形成する模式図(左)と作製したナノポーラスチタンの電子顕微鏡写真(右)。

センター紹介

Center introduction

量子エネルギー材料科学 国際研究センター

永井 康介

<http://www.imr-oarai.jp/>

次世代の照射材料・アクチノイド研究を目指して

金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター（通称 大洗センター、旧 材料試験炉利用施設）は、茨城県大洗町の日本原子力研究開発機構内に所在し、1969年に全国大学共同利用施設として設置されました。以来、原子力関連の材料研究に欠くことのできない強く放射化した試料やアクチノイド元素を扱うことのできる施設として、我が国の大学を中心とする研究者に実験場所を提供し、関連する分野において主導的な立場を築いてきました。また、平成16年に現名称に変更後は、海外研究者の利用にも門戸を開いています。

現在大洗センターでは、発電用原子炉の構造材料の中性子照射による劣化機構の研究、高速炉や核融合炉のような将来のエネルギー源のための新材料開発やその基礎研究、アクチノイド系（5f電子系）新物質・新物性の探索、新型核燃料の開発、放射化分析などの幅広い研究が行われており、多くの成果を挙げてきました。また、夏期には、主に大学院生を中心とした「夏の学校」や、高専生を対象にしたインターンシップなどを10年以上にわたって開催し、人材育成にも貢献しています。

一方、2011年3月の東日本大震災にともなう福島第1原子力発電所事故以来、原子力材料関連研究に対する環境は大きく変わりました。従来に増して、原子力の安全・安心に寄与する研究や、廃炉に向けた研究などに社会的ニーズが強まるとともに、原子力の将来に必要な不可欠な人材育成の重要性が認識されるようになりました。しかしながら、国内の研究炉は全て停止しており（平成27年9月現在）、原子力材料研究にとって根幹をなす中性子照射場として代替の海外炉を利用する状況が続いています。また、時期を同じくして、大学ではわが国の原子力黎明

期を経験された先生方の世代交代を迎えました。それとともに、放射線同位元素や核燃料物質を扱う共同利用研究施設を預かる立場からは、安全な管理運営により多くの人的・予算的資源が必要となっています。

大洗センターはこのような大きな変化に適切に対応するとともに、狭義の原子力材料研究に留まることのない新しい研究にも視野を広げ、世界的にも有数なホットラボと先端的な構造・元素・物性分析能力（図1、2にその一部を紹介します）を兼ね備えたセンターの特徴ある設備を活かし、材料研究コミュニティに貢献していきたいと考えています。



図1: レーザー3次元アトムプローブ装置。原子レベルに近い位置分解能で3次元元素分布を分析することができる。



図2: (a)物質の磁化を精密に測定するSQUID磁化測定装置と(b)極低温、強磁場下で金属のフェルミ面などを観測できる希釈冷凍機システム。

研究最前線

REBa₂Cu₃O_y高温超伝導線材の結晶軸を揃えて発現機構にせまる!

強磁場超伝導材料研究センター

淡路 智・渡辺 和雄

<http://www.hflsm.imr.tohoku.ac.jp/>

現在市販されている希土類系高温超伝導線材はc軸配向薄膜テープであり、テープ面にはREBa₂Cu₃O_y (RE123、REはY及び希土類元素) 結晶のa軸とb軸が混ざった2軸配向組織を有していることが知られています。これまでは2つの結晶軸が混ざった状態であったため、結晶のa軸とb軸それぞれが変形した場合の超伝導特性の変化は、複雑で理解が進んでいませんでした。一方で、単結晶を用いた研究では、結晶を大きく変形させると試料が壊れてしまうため、結晶軸変形の影響はa軸とb軸で反対の挙動を示すことが分かっているのみで、圧縮から引っ張りまでの広範囲における詳細な振る舞いは未解明でした。今回、図1に示すような応力下で熱処理を行う簡便な方法を用い市販品である希土類系高温超伝導薄膜線材の完全配向に成功したことで、広範囲の結晶軸変形の影響を調べることが可能となりました。薄膜線材の場合には、延性のある金属基板上に成膜されているため、試料の損傷なく大きな変形が可能となります。図2は超伝導転移の変化の様子です(実際に各結晶軸を変形させた場合)。この結果、a軸では引っ張り、b軸では圧縮の変形を加えることで、実用線材の超伝導転移温度が向上することに成功しました。a軸とb軸の格子変形の効果に逆の振る舞いが見られることは、単結晶における狭い変形領域で報告されていましたが、両者ともべき乗の振る舞いをするのが新たに分かりました。

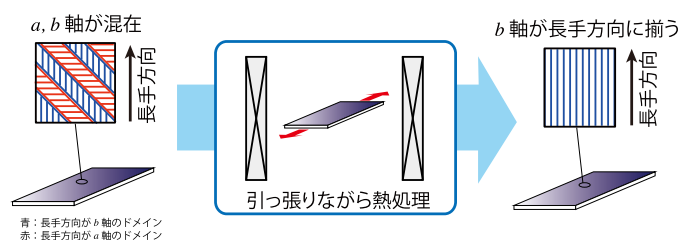


図1: 引っ張り熱処理による結晶軸を揃えるイメージ。

この結果を室温の格子定数(結晶の各軸の長さ)に置き換えてみると、図3に示すように結晶の大きさが0.385 nm付近で超伝導転移温度が最大となることが予想されます。また、結晶のab面が正方形の時に最も高い超伝導転移温度となることも予測することができました。これらの結果は、希土類系高温超伝導における超伝導現象と格子の関係を明確にし、高温超伝導材料の発現機構解明に繋がるものと期待されます。

本研究開発は、国立研究開発法人科学技術振興機構、平成22-27年度戦略的創造研究推進事業(先端的低炭素化技術開発)により援助を受け、実施したものです。

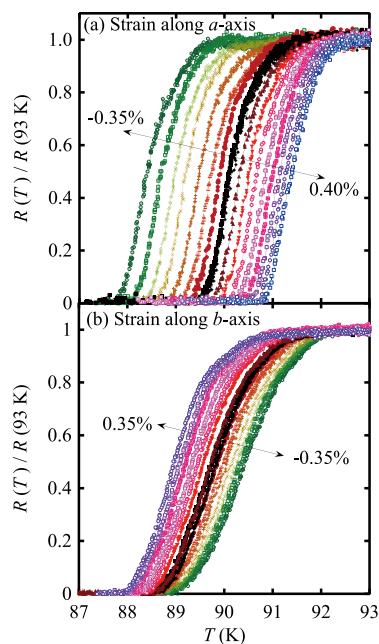


図2: 結晶軸の揃ったデザインRE123線材の1軸ひずみ印加時の超伝導転移変化の様子。電気抵抗の超伝導転移が、1軸ひずみによってシフトしている。ここから超伝導転移温度Tcの1軸ひずみ依存性を見積もることができる。

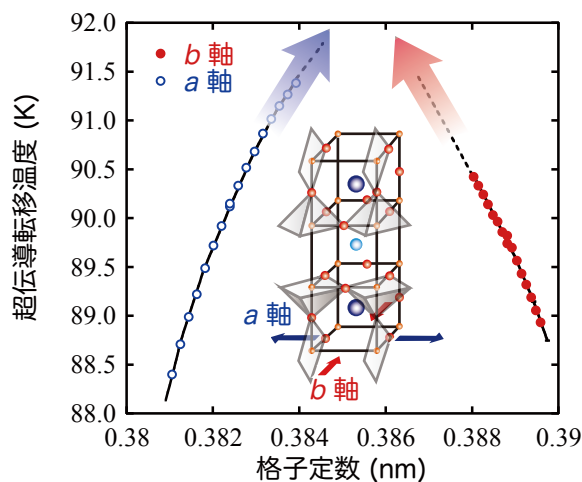


図3: 超伝導転移温度の室温の格子定数依存性。a軸とb軸による超伝導転移温度の変化がどちらも一定の値に向かって伸びている。格子定数の最適値は約0.385nm付近と予想される。挿入図はRE123の結晶構造と1軸ひずみイメージ。

低抵抗磁気抵抗素子の 高出力化に成功

ーハードディスクドライブの大容量化に期待ー

磁性材料学研究部門

窪田 崇秀・高梨 弘毅

<http://magmatelab.imr.tohoku.ac.jp/>

本研究部門では、人工ナノ構造制御によるスピントロニクス・ナノマグネティクスに役立つ磁性材料の創製と、物理現象に関する基礎研究に取り組んでいます。

現代社会においては、膨大な量の情報が扱われています。特に、パーソナルコンピュータ、スマートフォンなどの個人向け情報機器の普及もあり、世の中で扱われる情報量は爆発的な増大を続けています。大量の情報を保持するストレージ機器の中でも、ハードディスクドライブ(HDD)は安価かつ高い信頼性を有するデバイスとして、家庭はもちろん、データセンター等において重要な位置を占めています。増加を続ける情報量に対応すべくHDDの大容量化が切望されています。

次世代大容量HDD用の情報読み取り用素子として有望視されているのが、膜面垂直直通電型の巨大磁気抵抗 (CPP-GMR) 素子です。CPP-GMR素子は、図1に示すような2層の薄膜強磁性体(磁石にくっつく材料)で非磁性体を挟んだ構造から成り、磁化(磁石の極性)の向きが平行(図1(a))か反平行(図1(b))かで素子の電気抵抗値(電気の流れやすさ)が変化するため、HDDのような磁気記録デバイスの情報読み取り素子に应用可能とされています。しかし、応用へ向けては素子出力の向上が必要でした。

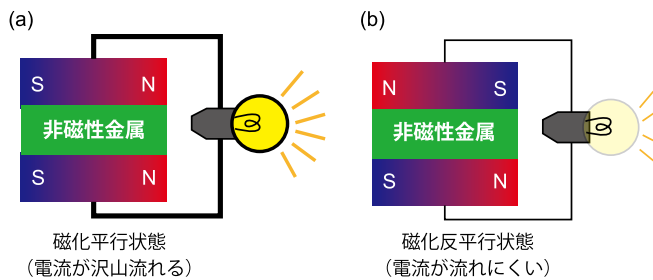


図1: CPP-GMR素子における、素子抵抗値変化の模式図。(a) 磁化平行状態、(b) 磁化反平行状態。

本研究では、CPP-GMR素子を構成する非磁性体に新たに銀-マグネシウム(Ag-Mg)の合金を用いることで、従来材料の純銀(Ag)に比べて高い出力を得ることに成功しました。新たに開発した素子は、ホイスラー合金と呼ばれる強磁性体 $\text{Co}_2(\text{Fe-Mn})\text{Si}$ 薄膜の間にMg組成17原子パーセントのAg-Mg薄膜を挟んだ多層膜を基本とします。図2(a)はCPP-GMR素子用積層薄膜の透過断面電子顕微鏡(TEM)像です。TEM像から強磁性体薄膜とAg-Mg合金層が原子レベルで平坦な界面を形成しているとともに、層間の格子欠陥も極めて少なく、質の高い単結晶的多層膜であることがわかります。多層膜は、サブミクロンオーダーの微細素子に加工したのち電気伝導特性の評価を行いました(図2(b))。微細加工した素子は、外部

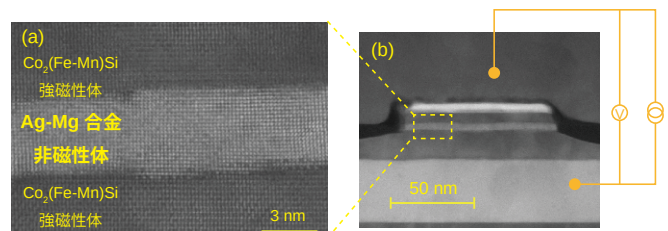


図2: (a) CPP-GMR素子用多層膜と(b) 微細加工後のCPP-GMR素子の断面透過電子顕微鏡写真。

磁場に対して図3(a)のような抵抗値変化を示します。図3(b)は素子の出力電圧特性です。新材料を用いた素子(赤丸)は従来材料のもの(青菱形)との比較で25%以上大きな出力を示すことが確認出来ました。このAg-Mg非磁性層を用いた新素子は、面記録密度テラビットクラスの次世代HDDへ応用可能な特性を有しており、情報化社会を支えるデバイス開発へ大きく貢献出来るものと期待されます。

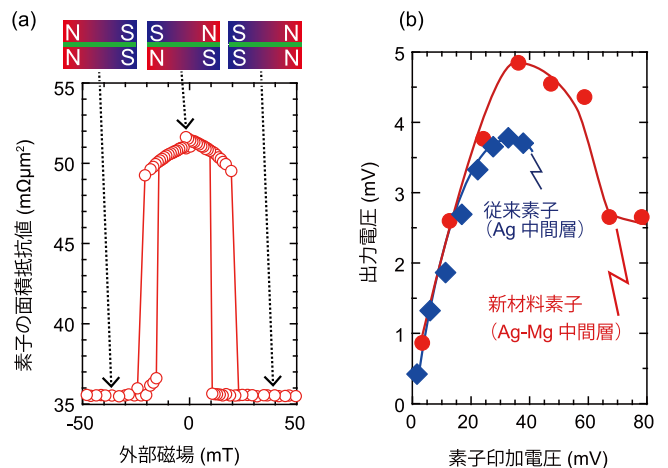


図3: (a) 作製した素子の外部磁場に対する応答。(b) 素子の出力特性。

本研究の一部は、内閣府による革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)、日本学術振興会 科学研究費補助金・基盤研究(S)、一般財団法人材料科学技術振興財団、公益財団法人服部報公会の支援を受けて行われました。

金研物語

先輩達との出会い

Kinken Story

きんけん
ものがたり

本多光太郎先生と 国立工芸指導所員の 支援を頂いて — 前編 —

東北工業大学名誉教授 博士(学術)

庄子 晃子

KS磁石鋼応用品製作発売元
東北工芸製作所のものがたり



1. はじめに

私は昭和43年(1968年)に東北工業大学工学部工業意匠学科に奉職し、以来地元仙台の工業デザインの歴史を発掘する試みを重ねて来た。その過程で巡りあった有限会社東北工芸製作所は、東北帝国大学金属材料研究所と商工省工芸指導所の支援を受けて昭和8年(1933年)に設立され、初期の産学連携として興味深い。その事跡を本編と次号で報告したい。

先ずは、創業間もない東北工芸製作所の店舗前での記念写真と同社の戦前

のカタログが伝えてくれる物語を紹介しよう。そこには、「本多光太郎」「KS磁石鋼応用品(KS磁石鋼応用工芸品)」「金属材料研究所」「国立工芸指導所」といった、東北工芸製作所にとって大切なキーワードが登場する。(なおKS磁石鋼については、カタログ等からの引用部を除き、以下「KS鋼」と表記する。)

2. 東北工芸製作所創業期の記念撮影

写真1は、私たちの目を先ず創業者家族と従業員たちの姿に、そして屋根に掲げられた「東北工芸製作所」の文字に



写真1: 創業間もない東北工芸製作所の店舗前での記念写真。

導く。次いで二階の屋根に丸で囲んだ「工芸」(縦書き)と「東北」(横書き)の文字が目に入る。右下の看板に目を移すと、シンボルマークを付した「東北工芸製作所」の文字とその下に二桁の電話番号

が確認できる。文字が小さく判読し難いが、看板上端には「東北帝大総長(注1)本多光太郎先生御発明」「KS磁石鋼応用品製作発売元」と記されている。また、「東北帝大金属材料研究所 商工省工芸指導所 御指導」と記されていると推察される箇所もあり、この看板は「本多光太郎」「KS磁石鋼応用品」と東北工芸製作所の密接な関係を示していることが伺える。

3. 東北工芸製作所のカタログ

次に紹介したいのは東北工芸製作所のカタログ。最初にその表紙(写真2)をご覧頂きたい。向かって左の上部に写真を掲載、そこにはレースのクロスを敷いたテーブル上に灰皿やライターや紅茶カップやハンドベルが写っており、その右に大きなCATALOGUEの文字。洋風のおしゃれな雰囲気を感じながらふとここで、黒い灰皿上の白い煙草の先に写る小さなモノは何かしら?と気に留め、カタログをさらに読み進めていくことになる。

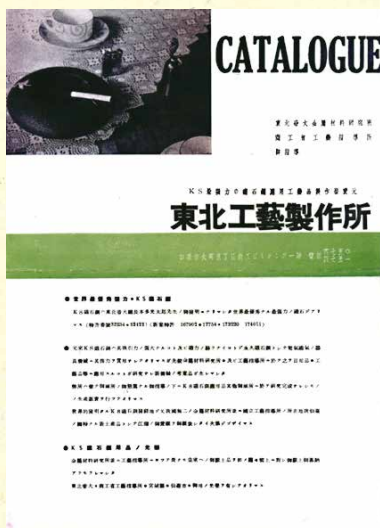


写真2: 東北工芸製作所の戦前のカタログ(表紙)。

CATALOGUEの文字の下には、余白を大きくとって、そこに小さく「東北帝大金属材料研究所 商工省工芸指導所 御指導」の文字、その下に「KS最強力の磁石鋼応用工藝品製作発賣元」と肩書きされた「東北工芸製作所」という社名を確認できる。中段の緑の帯には、店の場所「仙台市大町五丁目商工ビルデング一階」と四桁の電話番号「四七五〇と四七五一」が白抜きで表示されている。

ここで、このカタログ表紙の下段に記されている説明3項目(原文は漢字とカタカナ)が大変興味深いので要約して紹介したい。

＜東北工芸製作所カタログ表紙(写真2)下段の説明の要約＞

- 1)KS磁石鋼は東北帝大総長(注1)本多光太郎先生発明の世界最優秀最強力の磁石(特許番号32234. 32422 新案特許 167902. 17754. 173220. 174011 ※後述)である。
- 2)KS磁石鋼は吸引力強大の永久磁石鋼として電気磁気器具機械に利用されているが、先般、金属材料研究所と工芸指導所で日用品・工芸品等への応用が研究され新機軸の考案品が生まれた。東北工芸製作所は、両所の指導の下にKS磁石鋼応用品その他の研究が完成したもの生産販売を行っている。KS磁石鋼発祥地であり両所の所在地でもある仙台独特の新土産品として御愛顧を願いたい。
- 3)金属材料研究所と工芸指導所によりKS磁石鋼用品が皇室に献上され、また東北帝大・工芸指導所・宮城県・仙台市からの御用を頂いている。

以上の3項目がカタログ表紙の下半分のスペースを使って説明しているポイントである。要約の1)で述べる、本多光太郎が発明した世界で最も優秀で強力なKS鋼(KS Magnet Steel、特許番号32234. 32422)は、鉄、炭素、コバルト、タンゲステン、クロムからなる合金で、永久磁石を求めて本多光太郎と高木弘が大正5年(1916年)に発明し大正6年6月15日に特許第32234号として認められた当時世界最強の磁石である。KS鋼のKSは金属材料研究所創設にあたり財政的支援をした住友吉左衛門のイニシャルで、この特許は住友鉄鋼所に無償譲渡された。1ヵ月後の大正6年(1917年)7月10日には追加の出願をして(特許第32234号を利用してそれに拡張を加えた)、大正7年(1918年)3月26日に特許32422号として認められた。

なお、要約の1)で述べている「新案特許167902. 17754. 173220. 174011.」は、調べたところ、実用新案の登録番号であること、17754は誤植で177154が正しいことが判明した。その内容を次節で紹介したい。

4. 本多光太郎のKS鋼応用工芸品の提案

要約の1)で紹介している実用新案の登録番号から、本多光太郎らの下記四種を確定することができたので、簡単にではあるが紹介しておきたい。

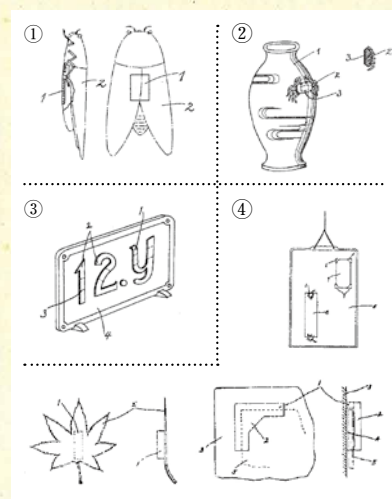


写真3: 本多らの実用新案添え描き図。

①磁性吸着子 昭和7年 実用新案出願公告第5405号 第207類、4、電磁機構

(出願 昭和7年1月7日、公告 昭和7年5月9日 登録番号167902)

文書に、KS鋼小片を組み込んだ蟬を添え描きしている(写真3-①)。

②磁石鋼応用置物 昭和8年 実用新案出願公告第53号

(出願 昭和7年3月4日、公告 昭和8年1月7日 登録番号177154)

文書に、鉄製花瓶に附着させたKS鋼小片を組み込んだ蟹と蟹の断面図を添えている(写真3-②)。

③磁石鋼応用掲示板 昭和7年 実用新案出願公告第13485号 第198類二 電気表示器

(出願 昭和7年4月15日、公告 昭和7年10月10日 登録番号173220)

文書に、鉄製掲示板とKS鋼小片より作る文字を添え描きしている(写真3-③)。

④磁性支持子 昭和7年 実用新案出願公告第9303号 第207類、4、電磁機構

(出願 昭和7年6月6日、公告 昭和7年7月21日 登録番号174011)

文書に、鉄製雲盤とKS鋼小片およびそれを組み込んだL字型と楓を図解している(写真3-④)。

上記の実用新案①③④の考案者は本多光太郎と高橋清、②は高橋清である。出願はいずれも金属材料研究所長による。要約の2)で述べるKS鋼の日用品・工芸品等への応用に関して、本多自らが研究し提案していたことが分かる。

5. 国立工芸指導所によるKS鋼応用工芸品の研究と試作

本多らのKS鋼実用新案を基礎に、実際に造形化し商品化のレベルに至るまでの作業を担ったのが、昭和3年(1928年)に仙台に新設された国立工芸指導所であった(仙台市二十人町通10、現宮城野区五輪1丁目4-22)。商工省(現

経済産業省)が我国伝統の諸工芸の科学化による産業化と輸出振興を目的とし、木工・金工・意匠図案の三部体制であった。開所以来、所長国井喜太郎をはじめ所員らが金属材料研究所と研究会を持ち、そのアルミニウム合金やステンレス鋼などの材料学的研究を基盤として応用研究および商品化に努めた。金工担当の松崎福三郎(昭和24年工芸指導所三代目所長)は昭和6年に金属材料研究所の嘱託になっており、松崎らは同年KS鋼の吸着、反撥の性質を利用した各種の日用品・工芸品の試作研究に着手、翌7年には花瓶、置物、硯屏(けんびょう)、シガレットケース、灰落とし、雲板(うんぱん)、色紙掛けなどを製作し、東京三越、大阪三越、仙台藤崎の各デパートで展示会を開催、また同年工芸指導所での開所記念展でも展示した。



写真4: 皇室献上品の図案の一部。鉄胎蒔絵 竹に蝸牛 (KS鋼応用工芸品)。

なお、要約の3)に記した皇室への献上品とは、昭和9年3月に本多博士自らが捧持した工芸指導所謹製の「KS磁石鋼応

用品衝立」一基のことである。四扇の屏風型で、一扇に一枚の色紙型の鉄板上に施した高蒔絵(たかまきえ)を嵌め込み、KS鋼の小片を組み込んだ虫類を自在に附着させるもので、春:桜草に虻、夏:竹に蝸牛(写真4)、秋:蔦に天道虫、冬:葉を落とした枝に蓑虫、という構図であった。

6. 東北工芸製作所のKS鋼応用工芸商品

国立の研究機関である金属材料研究所と工芸指導所は、研究成果の社会的還元を託すために昭和8年に東北工芸製作所の設立を支援し、流通の拠点とした。KS鋼応用工芸品は東北工芸製作所で工業化が図られ、同年の工芸指導所開所記念公開展では出張展示販売がなされ、仙台の特産品として市販されるに至った。

カタログ(写真2)の裏面では、「KS磁石鋼応用工芸品・・・金属材料研究所 工芸指導所 御指導」の表題のもと、九種の商品を案内している(鉄胎蒔絵の衝立、硯屏風、雲板とKS鋼を嵌め込んだ象牙製の雁や雀や鶴など、鉄製の花瓶や灰皿とKS鋼を嵌め込んだブロンズ製の蛙、蟹、蝸牛など)。商品の一つである黒い鉄鉢型灰皿には白い煙草一本が置かれ蛙が附着していることから、写真2で掲載している灰皿の上の煙草の先方にあるのは蛙であることを理解する。

実際の商品を紹介したい。灰皿と蛙の組み合わせで、一つは灰皿の裏に「第十回全国菓子大博覧会 昭和十年五月 於 仙台」とあるもの(写真5)、もう一つは「金研創立五十周年記念 1966.5.21」とあるもの(写真6)である。鉄製の小箱に保存されている金魚、雀、トカゲ、蟹(写真7)他も現存しており、いずれもKS鋼の小片を腹部に嵌め込んでいる。要約の2)で述べた「仙台独特の新土産品として御愛顧を御願ひしたい」という趣旨が行き渡っていたことを理解する。



写真5: 昭和十年全国菓子大会記念品。灰皿と蛙 (KS鋼応用工芸品)。



写真6: 金属材料研究所五十周年記念品。灰皿と蛙 (KS鋼応用工芸品)。



写真7: 鉄製箱の中の金魚と雀とトカゲと蟹 (KS鋼応用工芸品)。

7. KS鋼応用工芸品と新KS鋼応用工芸品

東北工芸製作所のカタログで紹介しているのはKS鋼とその応用工芸品であるが、本多光太郎、増本量、白川勇記は新KS鋼を発明し昭和8年5月1日出願、昭和10年3月15日に特許109937号が認められた。特許権者は金属材料研究所

長である。工芸指導所の機関誌『工芸ニュース』7巻4号(昭和13年)は、「本所研究 K・S磁石鋼応用工芸品の試作研究」と題して、「用途は各々成分による性質の相違によって分たれるが、大體の性状は新K・Sの方は磁気がK・Sより長時間保ち、成形も鑄造で出来る関係上、比較的自由であり、K・Sの方は鍛造に適する形のものに利用される」と記している。

8. おわりに



写真8: 本多先生逝去追悼展示会。KS鋼、KS鋼応用工芸品(鉄製鉄鉢型灰皿、鉄花瓶角形胴張、蛙や虫など)。

今日、子どもから大人まで当たり前になりに日々利用している文房具のマグネットは、KS鋼を発明した本多光太郎が自らその日常生活への応用を研究し考案したもの(写真3)がルーツであろう。国立工芸指導所がその造形化や商品化に寄与し、東北工芸製作所が工業化と流通を図り、仙台の特産品になった。ごく早い時期の産学連携の成果と言えよう。東北工芸製作所は、本多の逝去(昭和29年)追悼の展示会にKS鋼応用工芸品(鉄胎蒔絵額絵と鉄製鉄鉢型灰皿と鉄花瓶角形胴張およびKS鋼小片を組み込んだ蛙や虫など)を展示し、感謝を捧げた(写真8)。

次号では、東北工芸製作所のKS鋼応用のバラエティに富んだ工芸商品の数々と、同社のもう一つの主力商品である玉虫塗漆器を紹介することで、金属材料研究所、工芸指導所、東北工芸製作所の間で展開された、仙台の産学連携の姿を跡付けることにしたい。

(本文中敬称略)

注1: KS鋼は、本多先生が東北帝大物理学教授時代に発明されたものであるが、本多先生が東北帝大総長を務めていた昭和8年(1933年)に東北工芸製作所が設立されていることから、カタログ上このような表記になっているものと推察される。

※写真1、2、5、7: 有限会社東北工芸製作所提供
※写真4、6、8: 東北大学金属材料研究所提供

参考文献

庄子晃子 他: KS磁石鋼応用工芸品と東北工芸製作所
—本多光太郎と国立工芸指導所員による地域特産品の開発と展開
東北工業大学紀要 1 理工学編 第21号 257頁～272頁 2001年3月

金属材料研究所 先端エネルギー材料理工共創研究センター 開所式

センター長 折茂 慎一

2015年6月8日(月)、東北大学知の館にて、先端エネルギー材料理工共創研究センター(以下E-IMR)開所式を行いました。E-IMRは、金研の強みである「理学と工学のバランスが取れた研究体制」を生かし、「理工共創」による新たなエネルギー材料の研究促進と創成を目的として、本年4月に設立されました。

里見進本学総長から激励のお言葉をいただいたあと、記念講演にお招きしたパナソニック株式会社羽藤一仁氏(水素製造・貯蔵技術研究部長)からは、家庭用燃料電池の開発と現在の課題と、E-IMRへの期待についてご講話いただきました。式の後半は、センター概要の紹介、設置されている4つの研究部門については各部門の教員よりご案内いたしました。

当日はマスコミ取材を含め大学や企業関係者でほぼ満席となる約120名の皆さま方にご出席いただきました。この紙面をお借りして厚くお礼申し上げます。



パナソニック株式会社
水素製造・貯蔵技術研究部長 羽藤 一仁氏

第85回 金属材料研究所夏期講習会

米永 一郎

2015年7月22日(水)～24日(金)の三日間、東北大学片平北門会館エスパスおよび金属材料研究所において、第85回金研夏期講習会を行いました。この金研夏期講習会は、八十余年前からの歴史ある産学連携の取り組みです。今年は「持続可能社会に向けて：多様な材料科学の起源」というテーマのもと、企業・官庁・大学から技術者・研究者約30名が共に学び、交流を行いました。

初日と二日目は9研究室からの講義が行われ、講師陣が時折参加者からの鋭い質問に応じながら、材料研究に関する基礎から最近の研究動向までを紹介しました。最終日は6研究室で実習を行い、参加者自身が実際に製作・測定・シミュレーションし、さらに直接研究者と意見を交わしながら、理解と交流を深めていました。



金属材料研究所新任教職員研修「所長講話」

先端エネルギー材料理工共創研究センター 藤原 航三

2015年8月5日(水)、金研国際教育研究棟2階セミナー室において、新任教職員に対する研修が行われ、私も新任教員として参加しました。大学全体の新任研修は毎年開催されていますが、金研独自の研修は初めての試みです。今回は高梨所長の講話という形で行われましたが、この機会に金研の歴史を知りたいという新任ではない教授の先生方数名も含め、43名が参加しました。高梨所長は、講話の冒頭で「初代所長である本多光太郎の精神を引き継ぎながら発展を続けてきた金研独特の気風を今後も継承していかなければならない」と、この研修の趣旨を説明しました。その後、金研の基本理念・使命、沿革・歴史についての詳細と金研発の優れた研究成果を紹介し、さらに講話は現在の組織・体制・活動概要、百周年記念事業へ向けた取り組みから、第3期中期目標期間に向けた将来展望に及びました。金研の全体像が分かる内容であり、新任者が金研を知る良い機会となりました。



青森県立八戸北高等学校2年生による進路体験学習

今野 豊彦

2015年8月7日(金)、青森県立八戸北高等学校の2年生37名が、進路体験学習のため、金研の研究室やセンターを見学しました。当日は今野研、宮坂研、野尻研、強磁場センター、計算材料科学センターが見学に応じました。

冒頭の金研の概要説明では、金研には100年もの歴史があり、かつてアインシュタインも訪問したことがあることに驚く学生もいました。各研究所の見学では、グローブボックスやスーパーコンピューターといった、研究所ならではの実験装置に関心が集まりました。学生たちは、最新の研究をするために実験装置を自作していることや、機器を共同利用することなど、研究者が語る研究の世界や熱意に惹き付けられ、熱心に耳を傾けていました。アンケートでは、「自分たちの進路の参照になった」という感想が多く、「身近なものの例を挙げてもらったので解りやすかった」「もっと施設や研究内容について知りたい」という意見もみられました。



百周年 事務局便り



本多記念館 視聴覚室が生まれ変わりました

来年5月の創立100周年に向けて改修工事が進んでいる2号館講堂、会議室のほかにも、1号館玄関ロビー、本多記念館2階の本多記念室、資料展示室の改修が計画されており、これから工事が始まります。これらに先駆けて、2015年9月、本多記念館3階視聴覚室のリニューアルが完了しました。

本多記念館は、初代所長本多光太郎博士の在職25年を記念して昭和16(1941)年に建てられました。以来、金研のランドマークとして74年という長い年月を歩んできました。金研七十五周年記念時には、宿泊施設や資料展示室の整備などが行われましたが、来年迎える100周年に合わせて内装を一新し、これまで会議室に掛けられていた名誉教授写真を視聴覚室へ移設しました。

室内は、オフホワイトに塗られた壁の下半分が木目調腰壁となっており、本多記念館らしいクラシカルな雰囲気仕上がりとなり、かつて講堂として使用されていた頃を髣髴とさせる部屋へと生まれ変わりました。

百周年記念事業を進めるにあたっては、皆様からのご寄附による支援が欠かせません。

本事業への寄附に関する詳細は百周年ウェブサイト(<http://kinken100.com/>)をご参考下さい。皆様からのご支援をお待ち致しております。



Research Index

体内で使用される金属 —チタン合金

皆様は、「体内で使用される金属」と聞いて何を思い浮かべるでしょうか。整形外科や歯科において、骨や歯の欠損あるいは機能低下を補うために使用される器具を想像するのではと思いますが、体内に埋め込む医療器具のことをインプラントと呼びます。また、現在使用されているインプラントの多くは金属製です。それらには、チタン合金、コバルトクロム合金、ステンレス鋼などが用いられていますが、その中でもチタン合金が多く使用されています。インプラント用材料として使用するには、①生体に対して毒性がなく、金属アレルギーを起こさず、②さびたり、有害な物質となって体内に溶け出したりせず、③優れた力学的特性をもつことなどの性質が求められます。①については、カドミウムや水銀のように、体内に蓄積されると、人体に有害な金属も存在します。また、アレルギー性の金属が皮膚と接触した場合、全身に発赤、湿疹などの症状が起こることがあります。②については、体内は腐食環境であることから、金属にとって非常に過酷な環境となります。腐食が生じると、インプラントに不具合が生じたり、炎症の原因となったりします。③については、体内にかかる荷重を支えるための重要な特性です。これらの厳しい条件をクリアした金属だけが、インプラント用材料として使用できます。チタン合金は、これらの条件を満たす、非常に優れた金属といえます。(新家 光雄)



写真: 骨折固定器具のX線写真。

表紙について



2015年10月10日(土)、11日(日)の二日間、金研構内において、片平まつり きんけん一般公開2015「きんけん宝島 〜みんなで探検キッズラボ〜」を開催しました。金研内の研究室やセンターが企画した30ほどのイベントブースは朝から多くの来場者でにぎわい、訪れた子供たちはキラキラと目を輝かせ科学の不思議に触れていました。

今号の表紙はきんけん一般公開でのひとコマ、杉山研究室ブースの「不思議な多面体!」で工作の体験をしている子供たちです。色のついたつまようじとシリコンチューブで、準結晶の中の原子配列を模した20面体を作製しています。参加した子供たちは、つまようじの色を選んで、チューブに穴を開けて、爪楊枝を差し込み…と、徐々に形ができていくことに夢中な様子でした。

きんけん一般公開2015は、前回は1000人近く上回る5201人の来場者があり、大盛況にて幕を閉じました。時折ブースから湧き起こる歓声は、われわれ広報班一同を含む実行委員への大きな励みとなりました。(情報企画室広報班)



編集後記

先日的一般公開「きんけん宝島」では、隊長の野村先生より、本研究室の展示ブースの担当を任命されました。任務は、ジャイロスコープとネオジウム磁石の玉の集まりを使って磁気の不思議な力を説明することでした。まだ仮想現実(バーチャリアリティー)にしているような子供たちが示す、新しいものへの純粋な興味と、そのパワフルな探究心には驚かされ、とても喜ばしいことでした。(保護者の皆様も負けないくらい熱心でした。)ある子供からは、私が外国人なのかということを質問されました。残念ながら、際立って、中学生、高校生を見かけませんでしたが、私たちはどうしたら、若い人たちの自然現象に対する興味を(少なくとも大学生になるまで)引き続けることができるのでしょうか? (バウアー・ゲリット)



東北大学金属材料研究所
<http://www.imr.tohoku.ac.jp>

IMR ニュース KINKEN vol.78 (2015 AUTUMN)

【発行日】平成27年11月発行

【編集】東北大学金属材料研究所 情報企画室広報担当

〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1

TEL: 022-215-2144 E-mail: pro-adm@imr.tohoku.ac.jp



このパンフレットは環境に配慮した「木なし印刷」により印刷しております。



環境にやさしい植物性インク「VEGETABLE OIL INK」で印刷しております。