

ビジネスエンジニアリング専攻 材料技術知マネジメント領域



研究室紹介

山本孝夫*

Yamamoto Lobo., Department of Management of
Industry and Technology

我々の研究室は、山本孝夫教授、清野智史講師、中川貴准教授（3大学交流プログラムで東工大に在籍中）の3名で構成されています。当専攻は2004年度に新設され、この時、山本・中川は旧原子力工学専攻の原子力材料工学領域から転籍しました。ここでは研究活動の様子を紹介に絞り、経営センスも持ち合わせた技術者・科学者を育てようとする当専攻の教育面での新趣向の詳細は別の機会に譲ります。

我々が現在追求している研究をキーワードで表現すると、放射線、ナノ粒子材料、磁性材料、EXAFS構造解析、金属窒化物、となります。幾つかは前所属でのシーズを引継いでいますが、それらと別個に始めた研究や両者の融合で発展した研究も進めており、学術的な軸足は保ちつつできるだけ実用化をめざしています。スタッフとして上記3名に加え、学振特別研究員PD、非常勤の事務補佐員と技術補佐員が各1名在籍しています。院生学生は、博士前期・後期課程と学部生を含めて十数名が在籍します。他学出身の院生が約半数で、これまでに東京農工大、静岡大、名大、京都工繊大、神大、関大、関学、九大、高専（米子、鈴鹿、奈良）から、と多様です。卒業学科も、精密、量子工学、物理、応化、機械、電気電子、生物工学、資源、土木、とこれも多種多様で、まさに異分野交流の場です。当専攻は本学の経営学系専攻と連携して経営の基礎科目を含めてい

るため、学生の机の上には磁性物理の専門書と経営学関連の教科書が入り乱れて見られ、若い学生の柔軟性に驚くとともにここからどんな人材が育っていくのか楽しみです。このような陣容のもとに現在進行中の研究を大まかに、下記の二つに分けて紹介します。

1. 希土類窒化物の磁性応用

この研究の元を辿れば原子力の黎明期の、次世代核燃料としての窒化ウランUNの研究にまで遡ります。UNは高融点でウランの充填密度が高く熱伝導が良いため理想的な核燃料とされ、今も研究は継続されています。この研究の一環としてUが核分裂して生成する希土類元素の窒化物の研究があり、数年前にその磁性の研究を始めました。重希土類（Gd~Er）の単窒化物はNaCl型の結晶構造を持ち磁気転位点 T_c をおよそ10~70Kの領域に持つ強磁性体です。希土類原子の充填密度は、興味あることに窒化後は金属より有意に高くなります。また、原子番号が隣接する二種の希土類元素が共存すると、格子定数や T_c は中間的な値となります。我々が気付いたのは、これらの物質の磁気転位に伴う磁気エントロピー変化 S が大きく、これを熱量変化 q に $T S=q$ の関係に基づき変換する磁気冷凍の作業物質に適用できるということです。磁気冷凍技術は比較的古くから研究されている分野ですが、我々の物質はこの温度領域で報告された物質の殆どを凌いでいます（図1参照）。提案しているのは、これを液体窒素温度から20K付近までの水素の冷却と液化に適用することです。水素燃料の大規模な貯蔵や輸送に最適な形態の液体水素システムは水素社会に必要なインフラとして必要な技術です。この作業物質に求められる要件は、できるだけ大きく沢山の磁気モーメント（希土類原子）を含んだ物質が動作温



*Takao YAMAMOTO

1955年5月生
大阪大学大学院工学研究科原子力工学専攻
前期課程修了（1981年修了）
現在、大阪大学大学院工学研究科ビジネス
エンジニアリング専攻、教授、工学博士、
放射線科学、ナノ粒子工学、磁性材料
TEL：06-6879-7888
FAX：06-6879-7888
E-mail：takao@mit.eng.osaka-u.ac.jp

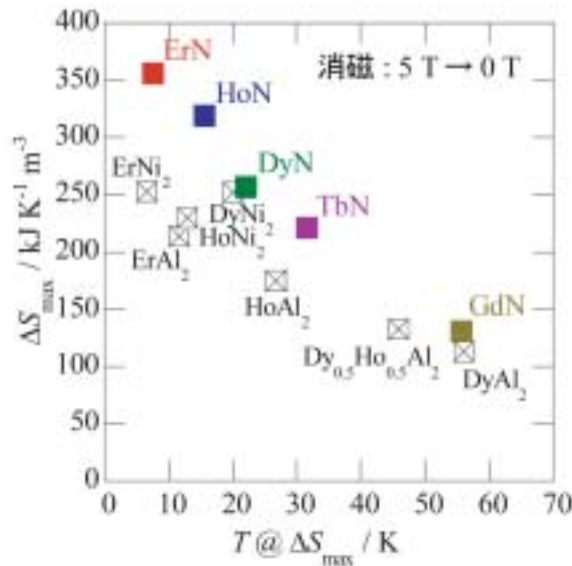


図1 希土類窒化物の磁気エントロピー変化 ΔS が我々の試料、他は報告されている他物質。

度付近で磁気転位を起こすことです。これは、U 原子が密に詰まった安定な物質をという UN の研究と同じ発想とだったわけですが（ただし使用目的は全く違いましたが）

現在、出発物質である酸化物粉を炭素粉と混合して窒素気流中で加熱し窒化物に転換する「炭素熱還元法」と、金属（合金）を出発物質として高温高压の窒素中で処理する「HIP 法」で試料を合成し、磁化の温度・磁場依存性を測定する方法と磁場中の比熱を測定する方法の組合せで、精密で体系的なデータを蓄積する研究を進めています。磁気冷凍はこのような物質の研究と冷凍システムの研究の両輪が必要で、後者については磁気冷凍による水素液化の実験をすでに進めている物質材料機構と情報交換しながら進めています。

2. 複合ナノ粒子材料の合成と評価

この研究は、十数年冠のナノ粒子材料と放射線照射効果への研究蓄積を基に行った実験で、放射線照射を利用した複合ナノ粒子を合成する新たな方法を数年前に見つけたことに始まります。セラミックスのナノ粒子（約 30 nm）を、塩化金酸を溶かした水に懸濁し、線や加速器電子線を照射すると、金が還元され多数の極微の金粒子（数 nm）となりその上に担持されます（図2の顕微鏡写真参照）。このような構造の複合ナノ粒子を得ることは他法では容易

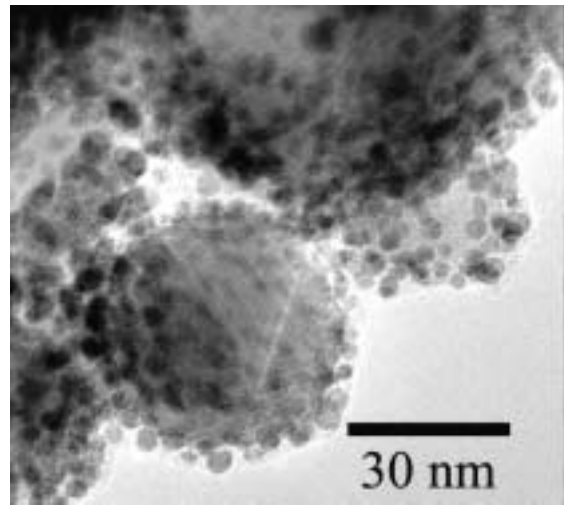


図2 放射線を利用して合成した複合ナノ粒子。多数のAu粒子が下地の Fe_2O_3 粒子の表面に担持している。

ではないのですが、本方法では加熱も複雑な化学薬品も使わずに簡単に得られます。（若干のアルコールとPVA等の高分子を添加しますが）、担体粒子として酸化鉄やアルミナ、チタニアなどの殆どの金属酸化物が、そして金以外の貴金属（Ag, Pt, Pd, Ru など）との組合せでも同様の複合ナノ粒子が得られる柔軟な方法です。放射線照射は特殊と思われがちですが、すでに現在、使い捨て医療器具（市中で使われる注射器は殆ど全て）の滅菌処理のため商業規模の受託照射施設が国内に何カ所もあり隠れたインフラ施設として安価で大量の処理をしています。我々の粒子製造はこれとほぼ同じ条件が適用できます。単に面白い構造の粒子をこの方法でつくるだけでなく、現在、二つの応用に狙いを定めて実用化を目指しており、放射線によるモノづくり、と位置づけて研究を展開しています。

ひとつは、金と磁性酸化鉄の組合せの粒子は、金の部位に核酸やタンパク質などを結合し機能を持たせ、磁気捕集や磁気検出の機能と組み合わせ、診断や医療に役立てようとするものです。この計画は、JST などからの援助を受け薬学研究科等の4研究室と共同研究を展開中です。もうひとつは、この方法で得た二元合金の貴金属粒子を炭素粒子の表面に担持した複合ナノ粒子が、優れた触媒特性を持つことを最近見出し、それを追求する研究です。放射線の照射条件を変えることで二元合金の内部構造が変化

し触媒の特性を改善することができるというものです。この構造解析に放射光X線を用いたXAFS法を適用し、触媒特性の評価には民間企業と連携することで、特徴ある製法・特徴ある解析・実用材料としての評価、という3拍子揃った研究プロジェクトに育てようと現在尽力中です。

新専攻の発足以来、我々の研究テーマのあり方を考え続けています。ビジネスというキーワードを冠

し、教育面で特徴を持たせた新専攻において院生に与える研究テーマとして、できるだけ実用化の方向性がわかりやすいものであるべきと思います。しかし一方、学術的な質を下げることも許されないと思います。難しいタスクを負ったものだと思いますが、研究自身は走り出せば夢中で面白いものであることを柔軟な若い学生に伝えたいものです。

