

フロンランナー

Front Runner

vol.1

金属材料の微細構造と特性の関係を理解し、ものづくりに貢献する

宝野 和博 Kazuhiro Hono

国立研究開発法人物質・材料研究機構 (NIMS)
理事長



インタビュー動画は
こちら



「原子を見て測る」アトムプローブとの出会い

金属材料の微細組織と特性の関係を理解し、微細組織を最適化して材料の特性を高めるというのが私のこれまでの一貫した研究のテーマです。東北大の学生時代に電界イオン顕微鏡に出会ったことが、私の研究人生の転機になりました。これは、50 nm 程度の針状試料表面を何百倍にも投影した像から表面原子を直接観察する手法です。この時代の電子顕微鏡は原子分解能を持っていませんでしたから、原子レベルで金属材料の原子を観察できることはとても画期的でした。

その後のペンシルベニア州立大学の博士課程で、飛行時間型質量分析器をつけたアトムプローブの研究をはじめ、それを補完するために電子顕微鏡も使いはじめました。さらに、カーネギーメロン大学では、ポスドクとして磁気記録媒体の研究に携わり、電子顕微鏡を使ってハードディスク用の磁性薄膜の微細構造の解析をしていました。

海を越えて届いた学会報が研究人生を変えた

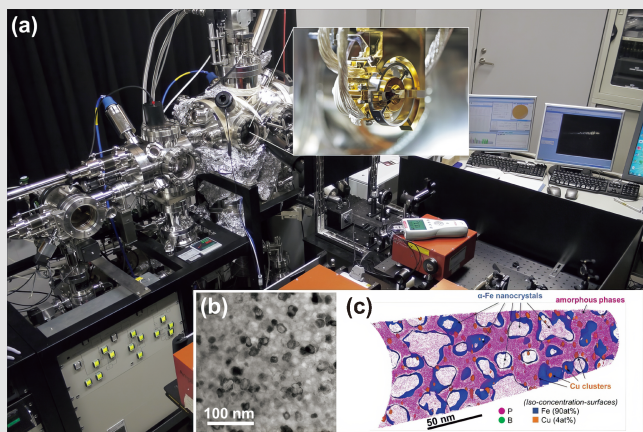
ポスドク時代に日本金属学会から船便で2ヶ月ほど遅れて届いた学会報を読んでいると、「FeSiB 合金にCuとNbを微量に混ぜたアモルファス合金を熱処理によって結晶化させるとナノ結晶組織が形成され、優れた軟磁気特性が出る」という日立金属のFINEMET®の解説記事に掲載されていた電子顕微鏡写真を目にしました。これを見た瞬間に、これこそアトムプローブでしか解析できない金属ナノ組織と確信しましたが、その時はアトムプローブの研究から離れていたため、将来機会があればぜひやってみたいという構想に留まりました。

1990年に東北大学金属材料研究所に移ると、アトムプローブを立ち上げるというミッションが与えられました。当時は市販の装置はありませんから、設計図を

書いて自分で組み上げるしかありません。この装置を立ち上げるのにかった期間は2年。この間、私は装置を完成させて新たなデータを出すまで一切学会にも出席しないという覚悟で、ひたすら実験室に引きこもっていました。そして、装置完成後に最初に研究対象としたのがFINEMET®のナノ結晶メカニズムの解明です。原子レベルでの分析の結果、銅原子が初期に集合体を作り、それが核となってナノ結晶ができることがわかりました。後に同様の実験を行っているグループが複数あったことを知りましたが、ナノ結晶軟磁性材料のアトムプローブによる分析の結果を世界に先駆けて報告することができました。

1995年にNIMSの前身の科学技術庁金属材料技術研究所に移り、そこでアトムプローブに位置敏感型検出器を装備して原子のトモグラフィーを観察できるように発展した3次元アトムプローブを立ち上げて、アルミニウム合金、鉄鋼材料、マグネシウム合金、金属ガラスなどのナノ組織の研究を行いました。ナノ結晶軟磁性材料についても、今日までに様々な改良が重ねられてきましたが、1992年に解明した原理は、現在でも新しいナノ結晶磁性材料の開発に役立っています。この研究は金属系ナノ材料の走りだと思っています。

また、アトムプローブは電圧パルスで原子をイオン化するという原理上、主に金属材料の解析に使われてきましたが、針に紫外光フェムト秒レーザーを当てることによって、セラミックスへの応用も可能であることを実証しました。現在の市販装置でも紫外光レーザーが搭載されるようになっていますが、その走りの研究を実験室レベルで行って来ました。解析装置を進化させることも材料研究の発展に欠かせません。企業ではできないような先進的な解析手法の開発や微細組織の精緻な解析研究などは国研としてしっかり取り組んでいかなければならない課題だと思っています。



NIMS で製作した紫外光レーザー補助 3 次元アトムプローブの図と、最近のナノ結晶軟磁性材料(Fe-P-B-Cu 合金)の解析例(データは最新の市販装置によるもの)。

材料開発、ものづくりへの貢献を目指して

金属材料の特性は微細組織によって大きく変わりますので、微細組織と特性の関係をナノレベルで明らかにすることは材料開発に欠かせません。金属材料の機械的特性は言うまでもなく、先のナノ結晶軟磁性材料でみられたような金属の磁気特性も大きく微細(ナノ)組織で影響を受けます。原子が規則的に配列する鉄白金という合金は高価ですが、優れた磁石としてのポテンシャルをもつ磁気物性値を持っています。耐食性にもすぐれ次世代のハードディスク用磁気記録媒体への応用が期待されていましたが、それに適したナノ組織、つまり数 nm の結晶が一方向に配列し結晶間は磁氣的に分断されているような構造を持った薄膜が実現することが困難だったのです。我々は様々な組成と成膜条件で鉄白金炭素の薄膜を成長させ、その都度電子顕微鏡でナノ組織を観察し、磁気特性を測定することで初めて磁気記録媒体に適した FePt ナノ結晶構造を作り出すことに成功し、これが現在のハードディスクドライブの新方式である熱アシスト磁気記録の媒体として実用化されています。このように金属材料ではナノ組織を解析し、それを制御することで思いもよらない高い特性や機能が出てきますので、微細組織の研究をすることは様々な応用につながります。このようなアプローチをネオジム磁石へも応用し、自動車用磁石から高価な希少元素である Dy を削減するための基礎的な原理も確立したのが、この10年あまりの代表的な研究成果となっています。



物質・材料研究機構(NIMS)の理事長として。

物質・材料研究機構(NIMS)の理事長としてのミッション

現在は国立研究開発法人物質・材料研究機構(NIMS)の理事長としての職についています。NIMS の研究者出身者が理事長に就任する初めての例です。NIMS のことは誰よりもよく知っていますので、これをアドバンテージとして NIMS を特定国立研究開発法人に相応しい成果を上げ続けることができる組織としてさらに発展させたいと思っています。そのためには、これからの素材産業を支える基盤研究を創造できる優れた人財の確保です。私のこれまでの研究者としての経験と知見を活かすことで、人財を活かし、マテリアル研究のための世界最高レベルの環境づくりと研究者への支援ができればと思っています。

正直に申し上げると、研究者として研究を最後まで極めたいという想いを断ち切るのに悶々としたしましたが、私がこれからやるべきことは研究者としてのこれまでの経験に基づき、これから活躍する研究人財を育成すること、そして、産業界との的確なマッチングによりシーズ研究の成果を社会に役立つ方向に誘導することです。税金を使って研究をする以上は社会から評価をされる研究成果を出し、世の中に大きなインパクトを与えることが求められます。しかし、アカデミアだけで育ってきた研究者はそれをどう達成するかが分かりません。私が NIMS 研究者出身の理事長としてできることは、これまでの経験を活かして、彼らの進むべき道を示すことだと思っています。

素材開発は日本の得意分野で長年世界を牽引していましたが、今やその世界的な影響力が低下していると言われています。NIMS が目指すのは国内トップレベルではなく、世界トップレベルの成果です。そのためには優れた人財を起用し、ミッションも重要ですが、自由な発想で研究に取り組める環境を維持することも重要です。企業ではなしえないような基盤研究で、社会に貢献することが NIMS のミッションです。

日本金属学会への想い

日本金属学会は学生時代に入会し、大学4年生の時に初めて学会発表の機会をいただき、それから重要な発表はすべて日本金属学会で行って来ました。私のメイン学会であり、ホームグラウンドです。

NIMSは大学ではありませんから、学生の受け入れを直接は行っていません。しかし、筑波大学等6大学との連携大学院制度を活用し、大学院生をNIMSジュニア研究員として雇用し、NIMSで学位取得の研究を行える環境を整えています。現在149名の大学院生が世界各国から集まり、NIMSで研究に従事しています。日本金属学会には研究職だけでなく、これらの大学院生も会員となっています。金属系材料研究の本丸である日本金属学会の会員の皆様にはぜひNIMSというマテリアル領域をカバーする国立研究開発法人をご理解いただき、研究職、ポスドク、NIMSジュニア研究員(大学院生)の公募情報にご留意くだされば幸いです。

マテリアル分野は金属、セラミックス、高分子、バイオ、半導体、物性物理にまで広がり、金属系材料も政府では「マテリアル革新力強化戦略」の中で議論されます。これからはマテリアルという広い分野の中で金属に関する科学技術の重要性を広く理解してもらう必要があります。このような状況下で、日本金属学会の皆様には広義のマテリアル研究のなかで金属系材料の重要性を高めていただけることを期待しています。



Profile 宝野 和博 Ph. D.

- 1984年 東北大学大学院工学研究科修士課程修了
- 1988年 ペンシルベニア州立大学大学院博士課程修了 Ph.D.
- 1988年 カーネギーメロン大学材料科学科 ポスドク
- 1990年 東北大学金属材料研究所 助手
- 1995年 科学技術庁金属材料技術研究所 物性解析研究部 主任研究官
- 2001年 独立行政法人物質・材料研究機構 物性解析第2サブグループリーダー
- 2004年 同 フェロー
- 2006年 同 磁性材料センター長
- 2016年 国立研究開発法人物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点長
- 2018年 同 理事
- 2022年 同 理事長に就任

本インタビューは2023年の内容で、本会ホームページにも掲載されております。

https://jimmm.jp/activities/front_rnner/vol_0.1.html

本内容に関するお問い合わせは日本金属学会までご連絡下さい。