

第6回 研究室だより

北の国から研究室だより

柴山環樹

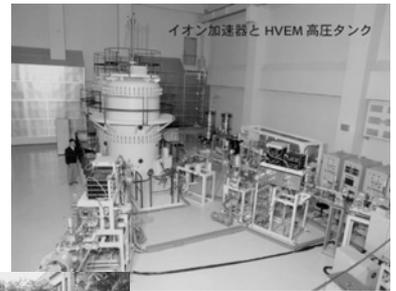
Tamaki Shibayama

北海道大学 エネルギー先端工学研究センター
極限材料工学分野

「ふえらむ」を購読の皆様、こんにちは。今回、北海道大学エネルギー先端工学研究センター極限材料工学分野をナビゲートする柴山環樹です。よろしくお願ひします。北海道大学は、札幌市の中心に位置するにもかかわらず、キャンパスは都市の喧騒とは無縁で、マルチビーム超高压電子顕微鏡が設置されている新世代先端材料実験研究棟は農学部の第一農場(現北方生物圏フィールド科学センター生物生産研究農場)の直ぐ東側にあり、窓の外では田植え等の実習中の学生とともに牛、馬などの家畜が行き来し、その先には視界いっぱいにポプラ並木がそびえ、牧歌的な雰囲気が漂っています。

研究室のスタッフは、高橋平七郎教授を筆頭に量子エネルギー工学専攻と兼務の助教授(柴山)、木下、坂口の2名の助手と菅原技官、太刀川研究支援推進員に秘書の長谷さんを加え総勢7名です。今年の学生陣は、4年生が4人、M1が5人、M2が3人とインドネシアからの留学生のDwi Gusutionoさん(D3)の総勢13人で、研究室内で野球の対抗試合が出来るくらいの大所帯です。

当研究室は、国内でも透過電子顕微鏡の創成期から試作機を導入し、金属材料の機能発現はその微細構造と密接な関係があることを見出してきました。その後、透過電子顕微鏡の性能が向上するにつれ、高エネルギーの電子により任意に点欠陥(空孔と格子間原子からなるフレンケルペア)を導入することが可能になり、従来の微細構造解析やその場観察といった透過電子顕微鏡が有する特徴に加え、電子照射により導入された点欠陥が、拡散により離合集散した結果引き起こされる転位やポイドの成長など、種々の照射誘起(促進)現象について研究を推進してきました。更に照射によって誘起される粒界偏析が軽水炉等の原子力材料の寿命を決める重要な因子の一つであることから、モデル合金を中心とした緻密な実験を行い、母合金よりサイズの大きな溶質原子を添加することにより抑制することを見出しました。この研究は、プラントメーカーと共同で実機への応用研究へと発展しました。現在は、電子プローブのサイズを従来の10分の1程度の約0.5 nmまで絞ることが可能になったことから、より詳細な粒界における照射誘起偏析挙動を捕らえることが可能とな



り、計算科学的手法によるシミュレーションを行い、実験では予測できない条件での偏析挙動や、実験結果の理論的検証に関する取り組みも行っています。一方、マルチビーム超高压電子顕微鏡の点分解能は2台のイオン加速器を連結してイオンを照射しながらの状態でも0.12 nmに達することから、ほとんどすべての原子位置を実空間でその場観察することが出来ます。これまでは、ほとんどの研究対象がオーステナイトあるいはフェライト系ステンレス鋼を中心とした鉄鋼材料に関する研究でしたが、多くの金属工学科が材料工学科、マテリアル工学科と変遷する様に、研究室で取り扱う対象も半導体、セラミックス複合材料へと研究領域を広げつつ、研究の主眼は透過電子顕微鏡による微細構造解析を中心とした界面と機能に焦点を絞ってきました。これらの研究活動が認められ日本学術振興会の重点研究国際協力事業の一環として「結晶粒界マイクロ構造解析・制御による高機能材料設計のための基礎研究」が採択され、英国のLoughborough大学と研究者交流を行っています。現在も英国から研究者が滞在し私たちのマルチビーム超高压電子顕微鏡を利用してリンの含有量が比較的高い英国の軽水炉材料の照射誘起偏析の抑制に関する基礎研究を行っています。これ以外にも、大学間協定による中国の北京科技大学や韓国の東義大学との研究者交流や電子顕微鏡をお互いの共通な言語(研究ツール)とした国内外の共同研究が活発に行われており、事実上の超高压電子顕微鏡*を利用した照射効果研究の拠点として位置づけられています。

最近、強化工による組織微細化や、私たちが進めているイオン照射誘起相変態を利用した低合金鋼の表面改質などナノテクノロジーを追い風に鉄鋼材料の新しい側面が切り開かれようとしておりますが、この様な局所領域の実空間イメージングは電子顕微鏡でしか出来ません。非常に雑駁な研究紹介でしたがこれを機会に若い研究者や学生諸君が電子顕微鏡を利用した研究に取り組んでくれることを期待し筆を置きます。

(2003年5月29日受付)

*超高压電子顕微鏡：一般的に加速電圧が1MV以上の透過電子顕微鏡のことを指す。