

In situ TEM に魅せられて

京都大学構造材料元素戦略研究拠点；研究員
(2019年5月まで)

現在；Department of Physics, Chalmers University
of Technology

近藤 隼

1. はじめに

私は2016年3月に東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻にて博士(工学)の学位を取得した後、同年4月より京都大学構造材料元素戦略研究拠点の一員として構造材料研究に従事しておりました。この度本稿を執筆する機会をいただきましたので、拙文ながら私のこれまでの研究を紹介させていただきます。

2. 研究について

私は学生時代から現在に至るまで材料の機械特性に関する基礎研究に従事しております。特に塑性変形や脆性破壊等の力学現象に対して結晶粒界の存在がどのような影響を及ぼすのかについて、ナノスケールから現象を理解する取り組みを行っています。私が学生時代に携わった研究テーマは、粒界と転位の相互作用過程の直接観察でした。Hall-Petchの関係に代表されるように粒界の存在は転位運動に大きな影響を与えることが知られています。しかし、一口に粒界といっても両結晶の相対方位関係や粒界面方位によって異なる粒界性格を有しています。そして、このような粒界性格に依存して粒界と転位の相互作用過程も異なり、その結果として機械特性に与える影響も変化することが予測されます。私の研究では実際の変形中に粒界と転位がどのように相互作用するのかを直接観察し、粒界-転位相互作用過程の粒界性格依存性を解明することを目的としていました。

実験に関して申し上げますと、ナノスケールの欠陥構造である転位を可視化するためには透過電子顕微鏡法(TEM)は必要不可欠な手法です。さらに転位運動や粒界との相互作用は動的な過程ですので、TEM内で試料に応力を印加し、現象をその場観察しなければなりません。これまでいくつかのTEM応力印加その場観察手法が用いられてきましたが、私が高本研究で用いたのはTEMナノインデンテーション法でした。通常よく用いられるTEM内引張試験や圧縮試験では試料に均一な応力を印加するため、TEMの限られた視野範囲で現象を発現させることが難しいという難点があります。

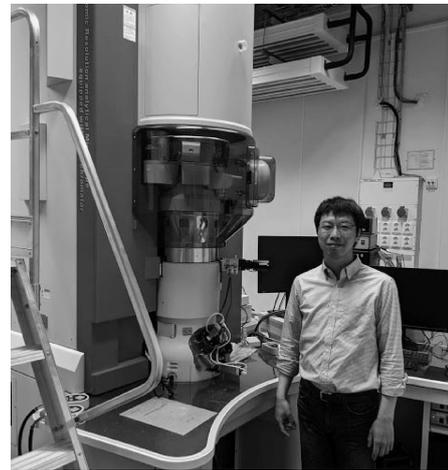


図1 With JEM-ARM200F microscope equipped with a monochromator and double aberration correctors in Chalmers University of Technology.

一方TEMナノインデンテーション法ではTEM観察を行いながら針状の圧子を制御し、狙った場所に局所応力を印加することができるため、TEMとの相性が良い応力印加手法になります。本研究では粒界近傍に圧子を挿入することで導入・伝播する転位と粒界の相互作用を動的に観察することに成功しました。また様々な相対方位関係を有する双結晶試料を使うことで、粒界性格依存性も観察することができ、論文としてまとめることができました⁽¹⁾。

3. おわりに

私は粒界と転位の相互作用に関する研究の後、粒界破壊に関する研究を行いました。そこでは粒界に沿って亀裂が伝播する際にどこの原子間結合が切れたのかをTEMナノインデンテーション法を利用して決定することができました⁽²⁾。このようにTEMその場観察法は通常の観察よりも高度な技法や忍耐力を必要としますが、構造ではなく現象を直接可視化できるため、多くの情報を得ることができます。そして材料研究の発展に大きく寄与する手法であると信じています。

私は本年度6月より日本学術振興会海外特別研究員として、スウェーデンのチャルマース工科大学で研究を行っております。こちらでも粒界の機械特性や電気物性に関する研究をTEMその場観察を用いて行う予定です。

最後になりましたが、これまでご指導いただきました東京大学大学院工学系研究科総合研究機構の幾原雄一教授、柴田直哉教授にこの場を借りて心より感謝申し上げます。また、この度「はばたく」に寄稿する貴重な機会を与えてくださった関係者の皆様へ深くお礼申し上げます。

文 献

- (1) S. Kondo, T. Mitsuma, N. Shibata and Y. Ikuhara: Sci. Adv., **2** (2016), e1501926.
- (2) S. Kondo, A. Ishihara, E. Tochigi, N. Shibata and Y. Ikuhara: Nat. Commun., **10**(2019), 2112.
(2019年6月10日受理)[doi:10.2320/materia.58.522]