



図1 エアランゲン=ニュルンベルク大学。(オンラインカラー)

最前線の局所構造解析の研究を通しての経験

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
物質創成科学領域；特任助教

山本裕太

1. はじめに

私は、2019年3月に名古屋工業大学、物理工学専攻の博士前期課程を修了し、同年4月に同大学の博士後期課程に入学をいたしました。その後、2022年3月に同大学の博士後期課程を修了することとなりました。この度ご縁がありまして、会報の「はばたく」への寄稿という大変貴重な機会をいただきまして、これまでの研究生活を振り返り、現在まで行ってきた研究について述べさせていただきます。

2. これまでの研究活動

まず初めに、私が学部4年から博士後期課程まで所属し、これまで指導をしていただいた、林好一教授の研究室を紹介させていただきます。研究室では、主にX線を用いた材料の構造解析を行っております。特に放射光施設からのX線を用いることにより、従来のX線回折手法では得ることが難しい、特定元素周囲の局所的な構造を測定するという研究を行っております。その中で私は、原子分解能ホログラフィーと呼ばれる局所構造解析手法の一つを用いた強誘電体材料の局所構造解析を主に行なってきました。本研究は、強誘電体材料の物性の発現の起源を調査することを目的としており、特に材料に添加するドーパントの周囲の構造の変化についての研究を行っていました。私の研究手法の一つである逆光電子ホログラフィー⁽¹⁾と呼ばれる手法は、大型の放射光施設を用いず、電子顕微鏡で同等な測定をすることができる測定技術です。私の配属時は林研究室が立ち上がって間もない状態であり、この手法による局所構造解析を実現するために、最初に測定系の作成から行う必要がありました。加えて、データの解析に関しても未成熟であり、実際の局所構造の解析を行うまでに幾つかの障壁が存在していました。これらの障壁に対して、先生方の助言をいただきつつ、プログラミング技術を活用することにより、標準試料を用いた酸素のホログラムの測定を成し遂げることができました。さらに、東京大学の廣瀬靖准教授から試料を提供していただき、強誘電体酸窒化物中の窒素と酸素の配列を初めて観測することに成功しました。

博士後期課程では、高性能鉛フリー圧電材料である(Ba,Ca)(Ti,Zr)O₃(BCZT)を用いた解析に着手をし始めました。今まで行ってきた研究から少し離れた分野であり、最初は戸惑いもありましたが、ドーパントであるCaとZr周囲の局所構造がホスト材料であるBaTiO₃の構造から大きく変化していることを突き詰めることに成功しました。また、度

重なる議論を経て、測定で得られた原子像の情報から構造のモデルの作成にまでたどり着くことができ、ドーピングによる強誘電性向上のメカニズムの一部を新たに解明することに成功しました⁽²⁾。この実験をはじめとして、私は学生時代にSpring-8をはじめとする大型放射光施設での測定を経験してきました。学士4年の頃では、測定に対して指示されていたことしかできない状態でしたが、回数を重ねることで自分から測定のスケジュール提案を行うようになったり、測定の改善案を少しずつ発言できるようになりました。このような放射光施設での経験は、時には少し辛い経験もありましたが、私の研究生活での成長に対して非常に大きな影響を与える出来事だと考えております。

さらに、私は幸運なことに修士の段階で海外留学を経験させていただきました。海外留学先はドイツのエアランゲン=ニュルンベルク大学(図1)であり、研究室では経験できなかった単結晶育成の技術に関してPeter Wellman教授の元で学ばせていただきました。加えて博士後期課程は日独共同大学院プログラムに参加させていただき、同大学のKyle Webber教授との共同研究をさせていただきました。私は、以前は英語が非常に苦手であり、自分の意見を伝えるにも非常に苦勞をしてきましたが、留学や共同研究を通じ、先生方の熱心なご指導のもとで自分の能力を向上させていただきました。

3. おわりに

研究室配属をされてから博士課程後期卒業までの6年間という長い年月を林研究室で過ごせて研究に打ち込むことができたことは非常に貴重な経験です。研究生活の中で留学や数多くの外部施設での実験など他の研究室では経験できないことも非常に多くあり、貴重な経験をさせていただいたことには感謝をしきれません。指導教官である林好一教授をはじめとして、同研究室の奥村圭二准教授、木村耕治助教には数々の議論をしていただき、発表や論文執筆に対して時間を割いて指導をしていただきましたことに深く御礼を申し上げます。奈良先端科学技術大学院大学の松下智裕教授、八方直久准教授にはデータの解析や装置の動作に対して助言をいただき非常にお世話になりました。また廣瀬靖准教授やKyle Webber教授や名古屋工業大学の柿本健一教授をはじめとして様々な先生方に測定試料の提供を行っていただき大変感謝しております。これからの研究者としての人生では先生方に負けず劣らずの優れた研究者となれるように精進していきます。

文 献

- (1) Y. Yamamoto, K. Kimura, A.K.R. Ang, T. Matsushita and K. Hayashi: Phys. Status Solidi B, **255**(2018), 1800141.
- (2) Y. Yamamoto, K. Kawamura, H. Sugimoto, A. Gadelmawla, K. Kimura, N. Happo, H. Tajiri, K. G. Webber, K. Kakimoto and K. Hayashi: Appl. Phys. Lett., **5**(2022), 120.

(2022年5月19日受理) [doi:10.2320/materia.61.444]

(〒630-0192 生駒市高山町8916-5)