

日米欧原子力国際学生交流事業派遣学生レポート

Paul Sherrer Institut に滞在して

東京大学工学系研究科

原子力国際専攻博士課程2年

二河 久子

スイス、ポールシェラー研究所
(PSI)の印象

私は、2006年度の日本原子力学会日米欧原子力学生国際交流事業の渡航費用の支援を得て、スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH)のPSIの研究活動を行う機会を得ました。日本の研究室においては、放射線計測のうち、ガス検出器の開発に携わっています。今回PSIでは、共同研究者の豊川秀訓氏(SPring-8)から紹介を受け、Broennimann Christian氏が率いる検出器グループの下、半導体検出器の開発とその検出器を用いた実験に参加しました。

PSIは、スイス人物理学者の原子核物理での功績を記念して、その名を付けられた科学基礎研究所です。スイスでは原子力発電が1次エネルギー供給の1/4を占めるほどであり、原子力の研究をはじめ、自然科学、工学の最先端の研究が盛んに行われています。PSIには、Swiss Light Sourcet(SLS)と呼ばれる加速器施設も併設され、組み上げた実験装置を即座に加速器施設で実験することもできるというとても恵まれた環境にありました。施設には、ETHの教授陣およびその学生、さらに研究所に直属の研究者、職員か

ら構成され、私は検出器開発チームに所属しました。スイスの国柄そのもののようなチームで、イタリア、クロアチア、チェコ、オーストリア、日本と国際色豊かなメンバーで構成されていました。PSI全体においては、ほぼ全世界を網羅するのではないかとと思われるほど、世界各国からの研究者たちで溢れていました。研究室での公用語は英語ですが、スイス自体がドイツ語、フランス語、イタリア語が公用語となっているので、人によっては言語を使い分けて話すような場面もしばしばで、その語学能力の高さに驚きました。これは、島国である日本では経験できないことで、外国の研究室に滞在して初めて、気づくようなことでした。そして、語学力を伸ばしたいと強く思うきっかけにもなりました。

PSIでの研究生生活

PSIでは、大半の人が大変朝早く(7時前の人)から活動します。必ずコーヒーブレイクが午前一度、そして食後にもあり、研究と休憩の切り分けがしっかりしていてメリハリのある毎日でした。

私が検出器開発チームで取り組んだ研究は、ピクセル型Si半導体検出器

の開発です。この検出器は高分子学の解析用検出器として、また新世代放射光などの大強度線源に対応する検出器開発のステップとして構想が練られ、開発が進んでいます。すでに検出器のアイデアは構築され、現在は組み上げの段階、および組み上がった検出器の較正試験や性能評価の段階にありました。自分の手で組み上げた検出器が動き、それがより完璧な状態(ピクセル数が約10万個あり、いくつかのピクセルを読み出せるかを確認します。半導体素子とエレクトロニクスとはボンディングによって接続されているので、ボンディングの欠損によって読み出せないピクセルも生じます。)にあることがわかると、その喜びは大きいです。さらに、組み上げた単体検出器を使い、その特性を探る実験も行いました。設計の段階では予想されなかった振舞いなども生じ、その原因を探るための実験を考えるとといったような、研究の醍醐味も短期の滞在ではありましたが経験することができました。私一人に任せられた実験もあり、チームの一員と認められて研究できたことは大変光栄なことでした。また、個々の検出器を複数台(今回は、これまでの中でも一番大きな規模で、60個もの単体検出器を組み上げました。)配置し、大型検出器をつくるというプロジェクトにも参加し、その検出器を用いたSLSでの実験にも携わることができました。一つ一つの単体検出器が正確に動作していても、複数個を組み合わせると、その際にはセットアップを変えたことで、動作環境を整える必要が出てきたり、データ取得で問題が



完成した大型検出器とともに



午後のチーズワインパーティ

生じたりしました。それらの問題に対応しつつ、60個の検出器を組み上げ、すべてが問題なく動作し、線源のイメージを取得できたときには、その感動は大きく、お祝いのパーティ(食後に簡単なスタイルですが)も開かれました。

最後に

今回のPSIでの滞在では、半導体検出器の概念を学び、実際に検出器を使うという、とても恵まれた経験をす

ることができました。このような機会を与えて頂いた原子力学会、および東京大学機械COEの支援に感謝しています。研究に関わる実績だけでなく、具体的なものではありませんが、海外でも何とかやっていけるという自信、そして世界中に友人ができたことは大きな成果だと思います。世界の中で、日本の研究レベルがどのような位置にあるのかを実感し、その日本のレベルの高さを改めて確認しました。そして、その日本での研究背景を背負って

いればこそですが、今後の活動の場を日本だけでなく、世界へと広く捉える視点を持てるようになりました。どのような体験をしていくのかは人それぞれかもしれませんが、そのそれぞれの体験が各人にとって貴重なものだと思います。多くの学生の方が、原子力学会の支援を活かし、自身にプラスになる体験を持たれることを願います。

(2007年 1月15日 記)



新刊紹介

残留応力の X 線評価—基礎と応用

田中啓介, 鈴木賢治, 秋庭義明著, 363 p. (2006. 7), 養賢堂.
(定価6,300円) ISBN4-8425-0384-X

疲労や破壊、ならびに応力腐食割れの原因究明や対策立案において、残留応力は原子力構造物の信頼性評価に当たって大変重要な課題である。それに関する良書がようやく出版された。残留応力の X 線回折法による測定に関する本は、1981年に『X 線応力測定法』日本材料学会編が養賢堂より出版され、それから4半世紀が過ぎた。当時は、鉄鋼材料を主な対象とし、研究室用 X 線回折装置による測定が主であった。

その後、セラミックスに象徴される新素材や、複合材料、表面改質材、薄膜など、新しい材料が次々と開発されている。このような中で、製造方法の多様化、材料の複合化により材料内部の応力が製品の信頼性を左右する問題となっている。一方、研究室用 X 線回折装置もコンピュータ制御により大きく進歩したことに加え、シンクロトロン放射光および中性子などの新しい光源を応力測定に利用する研究が急速に行われた結果、表面の応力評価にとどまらず、非破壊的に表面から内部まで測定できるようになった。また、高輝度放射光により、微小領域や薄膜の測定も実現できるようになった。

本書により、材料と実験手法の発展により残留応力の評価、測定方法も大きく進歩し、かつてと隔世の感があることが改めて認識されると思う。著者らは、この20年来の残留応力の X 線評価の研究の中心を担うとともに、それらを本書にまとめた意義は大きい。本書は、第1部 残留応力の基礎、第2部 X 線応力測定の基礎、第3部 X 線応力測定法の応用、第4部 結晶弾性のマイクロメカニクスから構成され、その特徴は、

- ・ 応力測定の必要な基礎を網羅している
 - ・ 鉄鋼材料に限らず、セラミックス、薄膜、コーティング材、接合部など多様な材料を対象としている
 - ・ X 線に加え、シンクロトロン放射光および中性子法など新しい光源を利用した応力評価法についても説明している
 - ・ 結晶材料の応力評価にとって必要かつ難解な結晶弾性のマイクロメカニクスを平易に扱っている
- など、基礎と応用を網羅している。

この分野の世界的権威である Viktor Hauk の大著 (640 p.) 『Structural and Residual Stress Analysis by Nondestructive Methods』(1997), Elsevier Science があるが、シンクロトロン放射光の部分を含めると本書がそれを凌駕している面もあるので、ぜひ購読されることをお勧めする。

(茨城県企画部・林 眞琴)

