

日米欧原子力国際学生交流事業派遣学生レポート

UCSB滞在記

総合研究大学院大学物理科学
研究科核融合科学専攻 5
年一貫制博士課程 3 年

宮澤 健

私は、平成 23 年度日米欧原子力学生国際交流事業の派遣学生として、2011 年 12 月 5 日から 2012 年 3 月 11 日の間、カリフォルニア大学サンタバーバラ校 (University of California, Santa Barbara : UCSB), Mechanical Engineering の Prof. G.R. Odette の研究室に滞在させて頂きました。Santa Barbara は Los Angeles から北西 120 km 離れた郊外に位置し、絵に描いたように美しく洗練された町並みはとても印象的でした。

私の研究内容は、核融合炉構造材料の候補材である低放射化バナジウム合金の機械特性を評価することです。その合金の照射特性を明らかにするために、日本ではイオン照射実験を行ってきました。しかし、イオン照射で材料に照射損傷を与えられるのは試料表面 1 μm 以下であり、バルク材に照射損傷を均一に与えることができないため、イオン照射実験から引張特性を取得することは不可能でした。そこで私の研究課題は、超微小押込み試験から得られた微小領域変形を有限要素法により解析することで、バルク材の引張特性を予測し、実験で検証することです。Prof. Odette は様々なサイズと形状を持つ微小試験片についての破壊靱性試験を行い、有限要素法による亀裂先端の応力場解析と亀裂進展機構に基づいて、破壊靱性測定上のサイズ効果を定量的に把握し、サイズ効果補正法を開発してきました。サイズ効果補正法を私の研究に応用し、押込み試験からの引張特性予測法を確立させるために、Prof. Odette の下で研究を行いました。

Prof. Odette から、引張試験、ビッカース硬さ試験と微小押込み試験における材料変形の有限要素法解析を学びました。日本でも有限要素法を勉強していましたが、計

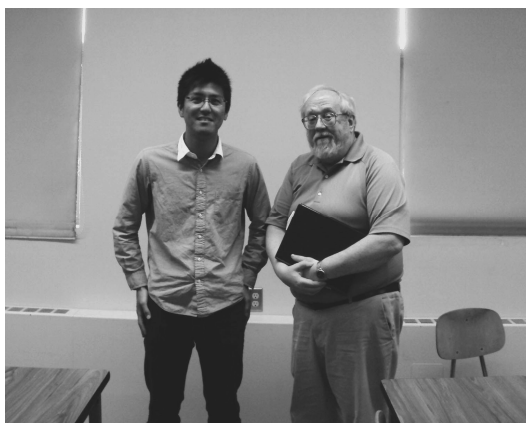
本事業は、日本原子力学会と米国原子力学会シカゴ支部（アルゴンヌ国立研究所）の間で 1979 年に開始されました。その後、米欧全域へと派遣先が拡張され、現在に至っています。交換留学生の公募は毎年行われていますので、詳しくは、[http : //www.aesj.or.jp/gakuseikouryu/index.html](http://www.aesj.or.jp/gakuseikouryu/index.html) をご覧ください。

算技術を得意としている Prof. Odette から学ぶものは多かったです。モデルの形状と境界条件の建て方、局所変形部の扱い方と計算結果の考察を通して計算屋としての感性を磨けたと思います。実験作業では、技術職員の D. Gragg 氏と D. Klingensmith 氏に大変お世話になりました。Gragg 氏とは低温引張試験と破壊靱性試験を行いました。破壊靱性試験を得意としている Gragg 氏の実験技術は、私にとって新鮮なことが多く、とても勉強になりました。試験温度制御中の長い待ち時間にした Gragg 氏との雑談は今となっては良い思い出です。Klingensmith 氏とは走査型電子顕微鏡を用いて破壊靱性試験片の破面観察を行いました。シャルピー衝撃試験片と引張試験片の破面観察の経験はあったのですが、予亀裂入りの破壊靱性試験片の破面観察は初めての経験でした。延性引裂きを示す領域、脆性破壊を示す領域、亀裂が大きく進展した領域 (pop-in) の破面の違いは明らかなもので、まるで破面が材料の破壊機構の全てを物語っているようでした。破壊靱性は破壊と破断に対する強度であり、構造材料にとって重要な材料特性です。筆者は核融合炉ブランケット冷却管の熱構造解析に携わりたいと考えており、今回学んだ有限要素法解析と破壊靱性試験はこれからの研究活動にとって有益なものになりました。

冬休み期間を利用して Berkeley まで足を運び、旧友の中村啓氏のお宅へ訪問しました。中村氏は Ernest Orland Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) の Lasers and Optical Accelerator Systems Integrated Studies (LOASIS) の研究員でレーザープラズマ加速器の研究に携わっています。私達の再会は 6 年ぶりで、私が学部 1 年生のときに研究のやりがいや楽しさを話してくれたのを覚えています。今回の訪問では LOASIS グループの研究施設を案内して頂き、光学計測機器の緻密さを見学することができました。中村氏も大学院生のときに本国際交流事業を利用して LBNL へ滞在し、こちらで研究する切っ掛けを得たと伺いました。本国際交流事業が私達をもう一度巡り合わせてくれたような気がします。

最後に、温かく私を迎えて下さった Odette グループの皆様方に感謝したいと思います。そして、このような貴重な機会を与えて下さった日本原子力学会及び本国際交流事業の関係者の皆様方に深く感謝致します。

(2012 年 3 月 30 日記)



Prof. G.R. Odette と筆者