

## 読者の広場

情熱大陸 世界で活躍する日本人[3]

### ORNL 滞在記 – テネシーの春夏秋冬 –

日本原子力研究開発機構

太田 周也

#### 1. はじめに – ラトガーズ大学と ORNL –

2013年の3月から一年間、米国テネシー州東部に所在するオークリッジ国立研究所(以下、ORNL と略)の実験天体核物理グループに所属し、研究を行っていますので、その経験について、記憶と写真を記事に書かせていただきたいと思います。読者の皆様の中には、ORNL に訪問経験がある方も多いと伺いましたので、懐かしんで頂けるよう写真を比較的多めに載せさせていただきました。

私は学位を取った後、二年間、日本原子力研究開発機構(以下、JAEA)の重原子核反応フロンティア研究グループ(先端基礎研究センター)でポスドクの後、ORNL に渡りました。JAEA では天体核反応の研究に重要となる中性子の生成反応について実験を行っていますが(一応、現在進行形)、渡航後も天体核研究であることは変わらず、中性子の捕獲反応の研究(直接捕獲反応や代理反応)プロジェクトに携わるべく、Jolie A. Cizewski 教授の研究室に所属しました。

実はややこしい話なのですが、Cizewski 教授ご自身は ORNL 所属ではなく、ニュージャージー州(ニューヨーク州の隣)にあるラトガーズ大学に所属されています。彼女の雇うポスドクや学生はすべて ORNL に派遣され、その近辺に居住するというのがルールとなっています。ラトガーズ大学は原子核実験を行える粒子加速器を持っていないの



写真1 私と Cizewski 教授。送別会にて。後ろは Kate Jones 准教授(UT)とその学生 Paul 氏。

で（昔はあったようですが）、同教授のグループは ORNL の 25 MV タンデム加速器を拠点に、これまで実験を行ってきたのがその理由です。「これまで」というのは、実は（多くの方はご存知かもしれませんが）そのタンデム加速器も、2012 年春を持って稼働終了してしまったためです。というわけで、私が ORNL に渡った時には、加速器が動いていない状況でした（このせいで多くの上司、先輩から渡航をご心配おかけしたものでした）。

さて、一方で同教授のグループは研究機関の垣根を超えたグループで成り立っており、同教授を研究責任者に、ORNL、テネシー大学（以下、UT）、テネシー工科大学、ミシガン州立大学（以下、MSU）、コロラドスクールオブマインズ、テキサス A&M 大学、ローレンスリバモア国立研究所などと協力し、不安定核ビームを使った中性子直接反応や代理反応の研究で大きなグラントを受けておられるようでした。私が渡航した時期は、グループの方針を ORNL での実験から、全米（カナダ含め）各地の原子核物理関係の研究機関で実験を行なう方向に転換した時期でした。このため、出張が多くあり、私自身も各研究所を見て回る機会に恵まれました。滞在した一年間で、2013 年 3 月にローレンスリバモア研究所、5 月に MSU、6 月にロスアラモス研究所（私は国際会議出張のため欠席しましたが）、7 月にアルゴンヌ研究所、8 月にローレンスバークレー研究所、10 月にテキサス A&M 大学、そして 2014 年 2 月に再度 MSU に出張しました。この面では、非常にいい経験をさせて頂いたと思います。



写真 2 ORNL のタンデム加速器塔と反跳核分離装置

ORNL の方はと言いますと、加速器が米国政府の方針により停止して以来、スタッフの方々は、再稼働に向けて努力をされているようです。破却するよりも、（不安定核ビームを生成するためのサイクロトロン加速器を除く）一部の加速器だけでも稼働させる方が経費も掛からず有益だという論ですが、結論が得られるまではしばらく時間がかかりそうです。原子核物理とは別に、ORNL は既に、中性子ビーム SNS や世界有数のスーパーコンピュータを有する計算機科学センターという重要部門が存在することも関係しているのかもしれませんが。タンデム加速器だけでなく、同様に原子核分野で名を知られた電

子ビーム加速器によるパルス中性子源である ORELA (Oak Ridge Electron Linear Accelerator) も既に稼働を停止した状況で、この数年で ORNL を取り巻く環境は大きく変わっているようです。運転スタッフも SNS (Spallation Neutron Source) に移った方や退職された方もおられ、研究者も何人か加速器の停止を理由に ORNL を離れたそうです。もしこのまま停止を続けるようだと、ORNL を離れてしまう原子核研究者が多くなってしまふというのは、現場の緊張感としてあった気がします。ただ、運転費が捻出できれば、タンデム加速器自体はいつでも動かせる状況で、私の滞在時でも、ガスジェット標的 JENSA (Jet Experiments in Nuclear Structure and Astrophysics) の開発テスト実験が陽子やヘリウム、Ne 等の安定ビームを用いて度々行われ、ORNL 独自の実験系の稼働する様子を見学する機会に恵まれました。

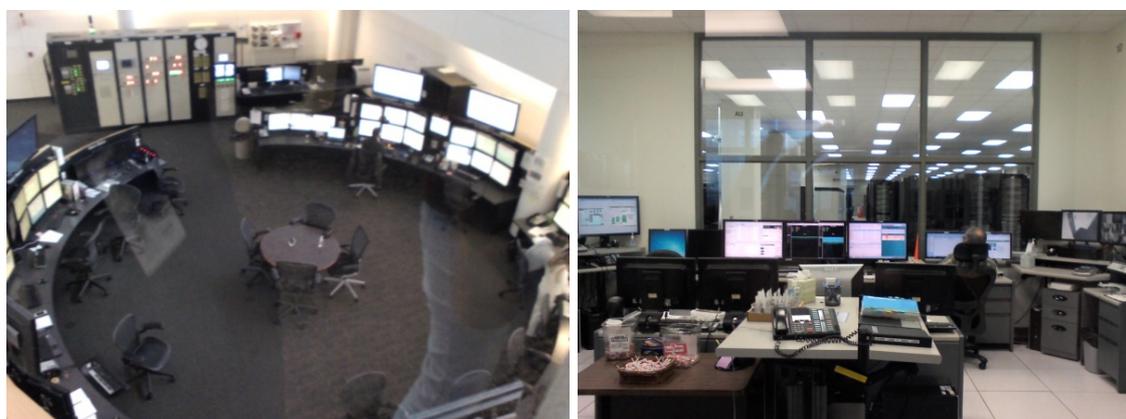


写真3 SNS の制御室 (左) と計算機科学センターの制御室 (右)

## 2. 私の一年間での仕事

ここで、私の一年について振り返って見たいと思います。私は、ここで二つのプロジェクトに関わることになりました。一つは、2014年3月に MSU で行う、 $^{86}\text{Kr}(d,p)$  実験の立ち上げ準備、もう一つは  $^{95}\text{Mo}(d,p)$  実験データの解析です。滞在期間が一年と限られた事もあり、一つのプロジェクトを準備から解析まで仕上げるのは、ビームタイムのタイミング的にも困難な状況でした。そこで、別々のプロジェクトの準備と解析を担当することになりました。幸い、解析は無事に滞在中に終わらせる目途がつき、実験準備の方は (私はシミュレーションによる実験設計に関わり、他の数人がデータ収集系や実験装置・標的の準備を担当した共同作業でした)、私の担当箇所は終了しており、同僚が最後の詰めを急ピッチで進めています (私は居室で帰国準備を進める中、彼らは実験室に籠りっきりです)。私の担当したシミュレーションは、実験の成否に深刻に関わるもので、正しい結果であったか非常に心配しているのが本音です。実験をすれば分かることですので、楽しみと不安が混在している複雑な胸中です。

一年は短いようで、やはり長いようにも感じ、契約終了を一ヶ月後に控えた今でさえ、

まだ一ヵ月以上も残っているのかという印象です。沢山のイベントがありました、もし特に鮮烈に記憶に残ったイベントを選ぶとするなら、ラトガーズ大学で行ったセミナーとアメリカ物理学会の原子核物理分科会（DNP）での発表の二つだと思います。

9月末に Cizewski 教授によりラトガーズ大学に招待していただき、同大学の物理学科の Faculty メンバーとその学生の前でセミナーを行いました。これは彼女のポスドク達が全員経験する通過行事のようなものだそうです。私は、JAEA での研究内容について発表したのですが、英語で一時間、公式な場所で発表するというのは実は初めてのことで、かなり緊張したのを覚えています。私以外、誰も JAEA での私のプロジェクトについて知らない状況で、もし英語に詰まって説明できなくなったらどうしようかなど、語学に関する不安が主なものでしたが、数週間かけて練習したのを覚えています。ラトガーズ大学のお膝元、New Brunswick の高級ホテルに宿泊させて頂いたのですが、正直まったく高級感を堪能できないほど切羽詰っていた気がします。無事、セミナーが終わった後には、全 faculty メンバーと一対一で話す時間を作っていただきました。最初、なぜこんな機会を作ってくれたのかなと思ったのですが、ひょっとしたらこれは将来、パーマネントの職を得るためのインタビューの予行演習をさせているつもりなのかなと感じたりもしました。そうだとすると、こういった場で何に気をつけるべきなのか等、気づくことができ、とても大きな経験をさせてもらった気がしました。仕事の後には、ニューヨーク市内を観光する時間も作っていただき、本当に思い出深いものでした。

10月末には、DNP で発表を行いました。ORNL に来た当初から、同僚皆が「今年のDNP はどこだ、いつだ」などの話をしていたので、存在自体は早くから知っていたのですが、その米国の原子核物理業界（特に実験分野）における重要性はあまり認識していませんでした。解析結果の議論もそこそこに、7月にアブストラクトを提出しましたが、その際、10人以上いる共著者のほとんどが何かしら微細でもコメントを返してくれたのが印象的でした。米国に滞在中、よく意識したのは共著者である以上、上司のアブストラクトに対してでさえ、何らかコメントをして返すということでした。日本にいたときは、恐れ多くて手がつけられないという雰囲気でしたが、米国のこの習慣はとても良いものだと思います。あれやこれやで10月末にDNP がやってきました。今年は、ヴァージニア州の New Port News（ジェファーソン研究所のある街）で開催されました。私は同僚の運転する車に同乗し、半日掛けて到着しました。大西洋沿いの街なのですが、海のないテネシーに居住し、久しぶりに見た海は非常に感慨深いものでした（島国育ちの日本人はそういうものなのではないでしょうか）。私の発表は二日目で、ORNL で得た解析結果の中間報告を行いました。こちらに来て行った仕事であり、上司の Cizewski 教授や同僚、全米各地の共同研究者が同席している事もあり割と緊張しましたが、前述のセミナーで英語での発表に自信を持てた事もあり、何とか無難にこなす事ができました。DNP では、他のグループの色々な方々と知り合うことができ、確かに非常に重要な場であるという

ことを認識しました。また、それと同時に、私にとって初めて米国原子核物理業界の公式な場で発表機会を持てたことは、米国に来たという意識を抱いた重要な経験でした。

### 3. オークリッジとノックスビル

仕事の話が続いたので、ここからは私生活についてお話したいと思います。3月に渡航してすぐに、ローレンスリバモア研究所（カリフォルニア州）への出張があり、そこで UT を始めとした、ラトガーズ大、ORNL 以外の所属のポスドクや学生と知り合いました。同年代の人が多く、すぐに友人になることができました。彼らとはその後よく、オークリッジやノックスビルの街に出かけるようになりました。ノックスビルとオークリッジ、この二つが私の生活の拠点となった場所です。どちらも米国としては非常に治安のよい場所のようです。ノックスビルはオークリッジから車で 40 分程度のテネシー州第三の人口の都市で、私が渡航前に住んでいた水戸市と良い勝負の規模に感じました。UT が所在する関係で、打ち合わせ時やセミナー、同僚と遊びに行く時など、大体週一回はノックスビルの中心街に行きます（そもそも私は郊外とは言えノックスビルに住んでいたため、街自体には毎日居ましたが）。



写真 4 UT とキャンパスから見たノックスビルのダウンタウン

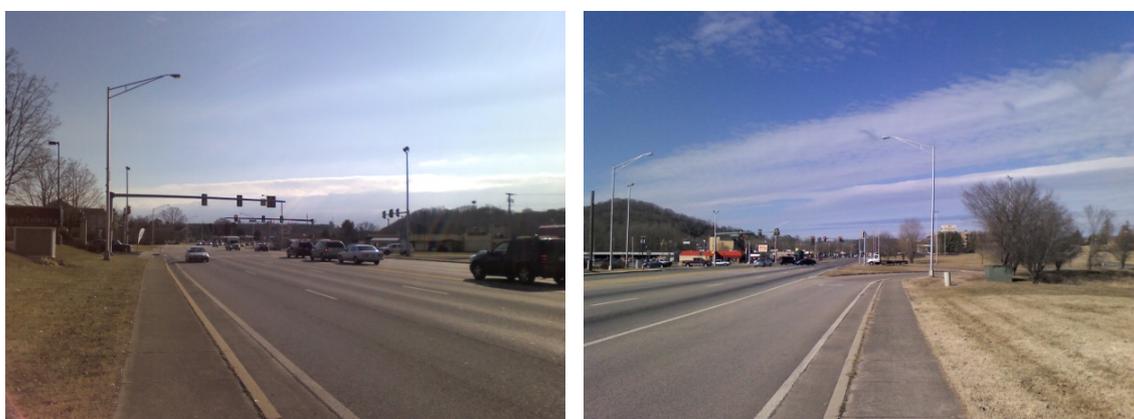


写真 5 オークリッジの町並み。メインの Illinois Avenue を写真（左）から（右）へ

仕事では、ほとんどの時間をオークリッジで過ごします。ORNLのIDチェックのゲートを抜けた後、5分位車で走って、ようやく私の所属したPhysics Departmentの所在するBuilding 6025に到着しますが、ここは食堂や池に近く、非常に便利な場所にありました。また、週に一回の頻度で、グループで昼食にオークリッジ町内に外出したので、オークリッジの町自体も頻繁に出かける機会に恵まれました。同僚の大半も、オークリッジ住まいなので、彼らの家に遊びに行く時にも、オークリッジにきました。テネシー、そして米国の多くの州では、車生活が普通です。特に、テネシー州は少量ならば飲酒運転が認められており、衝撃的でした。大まかに言うと、一時間にビールをグラス一杯は大丈夫という感じです。食事と言えば、外食に行くのは決まってハンバーガー、中華料理、寿司（と呼んでいいのでしょうか）、などでした。お洒落な作りのレストランというのは存在するのですが、アメリカ料理、あるいはテネシー料理というのは存在しませんでした。

テネシーに来たら、個人的にこれだけは押さえておくべき、とお勧めなのは以下の2点です。UTのフットボールゲームとスモーキーマウンテン国立公園です。

米国は、フットボール（サッカーではない）が非常に人気なのは多くの方がご存じだと思います。また、日本のように大都市集中がそれほど進んでいないこともあり、テネシーのような地方にもそれなりの人口がいます。プロスポーツは大抵大都市に集中していることがあり、こうした地元の人達を楽しませることが、大学スポーツが担う役割のようです。私はスポーツのスタジアムの雰囲気が好きなので、UTのゲームを二回、近隣のシャーロット市のプロリーグの試合を一回見に行きましたが、ルールは理解するのが難しいです。テレビでもよく観ましたが、ようやく理解した頃にシーズン終了という感じでした。UTボランティアーズ（テネシー州はボランティアステートという標語から来ています）の応援歌の一つに、「Rocky Top」というカントリーソングがあります。チームが勢いづいたり、ピンチになったりすると、UTの吹奏楽団に合わせて、オーディエンスはこの歌を歌うのですが、「Rocky top, you'll always be home sweet home to me~♪」というサビの部分では皆結構エキサイトしていました。

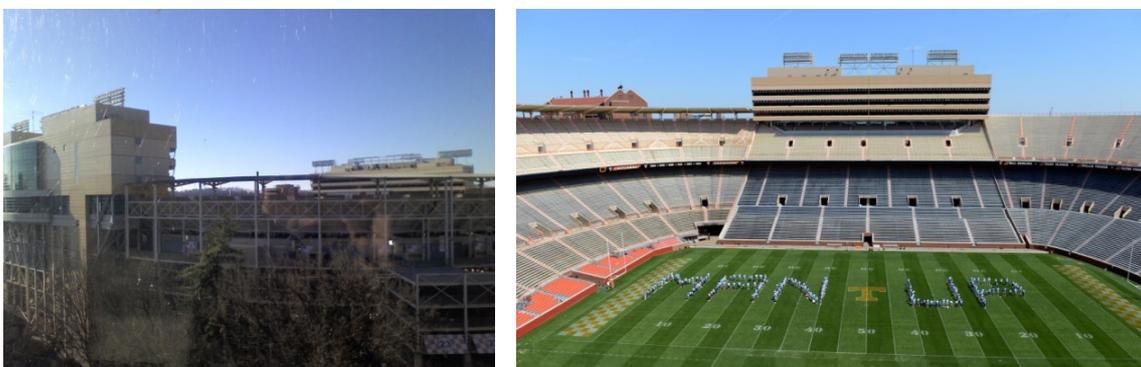


写真6 UTのフットボールスタジアム（左：外観、右：内部、人文字にご注目）

さて、**Rocky top** というのは、ノックスビル郊外にあるスモーキーマウンテン国立公園の山並みにある地点の名前で、実際にハイキングで到達できる場所にあります。**Rocky top** の歌詞の中に、ハイキングする二人が **Moonshine** を探して山登りをしたら帰って来なかった云々という部分があります。実は、この **Moonshine** とは月明かりのことではなく、密造ウイスキーのことで、違法なので目立つ明かりも使えず、**Moonshine** だけを頼りに製造したためそう呼ばれているそうです。とにかく、その **Moonshine** というウイスキーがノックスビルで製造されています。テネシー州には他にジャックダニエルもあるのですが、**Moonshine** は地元の人にとって独特な位置を占めていると思います（私はウイスキー自体苦手なので、一口でもう勘弁という感じでしたが、地元の人も同意見の人が多かった気がします）。Cizewski 教授から、「テネシーを去る前にスモーキーマウンテン国立公園は絶対に行くべき」と言われたので、同僚達とハイキングに行きました。雨の翌日に行ったせいもあり、かなりぬかるんだ泥道が続きましたが、無事山頂まで辿りつくことができました。同僚が **Moonshine** を飲みながら歩いていたところに、ちょっとテネシー人の雰囲気が出ていました。ハイキングはオークリッジに来た際、欠かせないものだと思います。



写真7 スモーキーマウンテン国立公園で渡河し、遠くを警戒する私（左）。途中で休憩する一行（右）。

#### 4. そもそもなぜテネシーに来たのか

本稿は、今後続く若手の方々が外国での研究をしてみたいと思うように、というのも趣旨だですので、次は、私の渡航までの状況をたどってみたいと思います。Cizewski 教授とは、渡航前年の夏にオーストラリアで行われた国際会議で知り合いました。私は、日本学術振興会の特別研究員の制度の一環である、海外渡航研究期間の制度を利用して渡航したので、経費の大部分はこちら持ちで（保険や米国内の旅費などは同教授のサポートがありました）、渡航先を選ぶことができる状況でした。JAEA に赴任した頃から、将来的な海外渡航を考えていたので、二年目の夏に当たる、天体核研究の研究者が一堂に

会する国際会議は一つのきっかけにしたいと考えていました。そこで、何人かの自分の研究分野に関連する研究者と話した結果、感触の良かった Cizewski 教授に受入れて頂くことになりました。その後は、ビザや受け入れ期間などをメールでやり取りし、渡航に至ったのが経緯です。考慮したポイントを幾つか挙げると、米国であること（英語が母語であり、研究以外にも多く学べることがあること）、あまり大きすぎないグループである事や（教授と直接やりとりできるグループ）、同年代の人が多く（現地でホームシックにならない）、教授の交流の幅が広い（色々な場所に出張し、人と話す機会がある）、サポートティブである（英語も自信がなかったのもので）、など色々真剣に考えた気がします。経費がこちら持ちであった事は特殊な状況であったかもしれませんが、今後、渡航を考える方には、それぞれのご都合や目的に合った受入研究者や機関があると思いますので、参考例の一つになれば幸いです。

## 5. どたばた渡航と落ち着くまで

さて、2013年3月に渡米した時、前日まで水戸市内の自宅の荷物整理に追われて、ろくに睡眠が取れなかった事を覚えています。深夜の常磐道を眠り眼で、埼玉の実家に戻った後、数時間睡眠を取り、兄に成田まで送ってもらいました。途中で、米国ビザ書類である DS-2019 を JAEA に忘れた事に気付く、「取りに行くか、コピーで済みますか」、兄と論争をしたことを覚えています。私の上司や JAEA の先輩方にも色々と途上でアドバイスを頂き、結局コピーを手にも米国の地を踏むことになりました。前日は睡眠不足であったこともあり、機内では書類のことなどすっかり忘れて寝てしまい、経由地のシカゴに着いたとき、事の重大さを改めて覚悟するというドタバダでしたが、奇跡的に入国管理を通過することができ（原本はないのか聞かれましたが）、数時間後にはノックスビル行きの飛行機に乗り継いでいました。ちなみに、「DS-2019 をコピーで切り抜けたというのは聞いたことがない」と、その後、色々な人に言われました。原本は後日、日本から郵送してもらいました。

ノックスビルのマギータイソン空港で、あらかじめコンタクトを取っていた ORNL のスタッフの Steven Pain 氏が迎えに来てくれた後、街を簡単に案内してもらい、夕食にスコットランドレストランに連れて行ってもらいました。メインストリートはゲイストリートというのですが、多少さみしい感じもあり、人もあまり歩いておらず、「大丈夫かな」と不安になったのを覚えています。初日の夜を、オークリッジのホテルで過ごした後、二日目からは ORNL の宿舎（短期なら無料）に入りました。車の購入、車の保険の手続きなどして、足ができた後は、家探しに移り、Pain 氏のかつて住んでいたアパートに私も入ることになりました。水戸では一人で 60 m<sup>2</sup> のマンションに住んでいましたが、ノックスビルでは、70 m<sup>2</sup> でさらに家賃も安いという部屋でした。暖炉も付いており、住環境はそれなりに良かったように思います。

ORNL 初日に、初めて何人かの同僚と対面した後、ニューヨークで行われていた核データの国際会議から帰ってきた同僚が戻り次第、彼らとも次々と会いました。その 2 週間後にリバモアで行われたグループのミーティングで仕事を割り当てられた後、本格的に仕事を始めました。新しい環境、英語でのミーティング（実は同僚はほとんどアメリカ人かイギリス人）など、戸惑う要素は多々ありましたが、半年も経てば苦にならなかった思い出があります。特に Cizewski 教授は、ニュージャージーから月に一回、数日間 ORNL に来訪するというスケジュールで、その際のミーティングで重要なことを議論できないと次のチャンスは来月になりかねない環境でした。そのため、ミーティング直前は特に準備で忙しい毎日でした。また、常に一対一でミーティングを行うスタイルのため、始めのころは英語が本当にストレスでした。忙しい方なので、たどたどしい感じはあまりよろしくない雰囲気もあったため、とにかくミーティングに集中していたのを覚えています。それでも、半年も経てばあまり気にならなくなってきました。同僚に若いメンバーが多かったのも、新しい環境に慣れる大きな助けになっていたと思います。



写真 8 Physics Department の建物 (building 6025) (左) と、内部の私の居室 (右)

## 6. 終りに

2014 年 2 月いっぱいをもって、私の ORNL との受入契約も終了します。ただし、2 月に入ると、JAEA への一時帰国、次の仕事先であるローレンスリバモア国立研究所のあるカリフォルニアへの引越しなど、ORNL で過ごす時間はほとんどありません。実質 1 月末をもってほとんどの同僚と会うのが最後となってしまいます。去る身としてはあわただしく、自分が本当に去るのだというのをいまいち意識していませんが、周りが送別会など開いてくれるようになり始め、本当にもうここでの生活も終わりなのだと感じます。研究者同士は今後も交流を続けるでしょうが、地元で知り合った人達とはこれが本当に最後になるかもしれません。そう思うと切ない気持ちが毎度のごとく出てきます (異動はこれが初めてではないので)。

ところで、私はノックスビルで習い事をしていたので、地元の人と知り合う機会も多く、こうした方々からも色々なことを教えてもらいました。中には、これまで一步もテネシーを出たことがない人などもいて、南部独特の英語や食事など楽しむことができました。ノックスビル自体は小さい街ですが、車で2~3時間の距離には（米国では近場の範疇です）ナッシュビルやアトランタなどの刺激的な都市があり、遠くはシカゴやニューオーリンズなどにも行く機会にも、この習い事に関連して恵まれました。このように、単身渡航する際は、何か趣味があると生活の幅が広がるかもしれません。

アメリカに来て最大の脅威だったのは、英語です。外国人だろうと、英語は話して当たり前（アクセントがおかしだろうと、文法が多少間違っていようと）、という雰囲気は正直いつも相当なプレッシャーでした。向こうから歩み寄って理解してくれるような雰囲気はほぼ皆無な気がしました（話し続ける限り理解しようとはしてくれる人は多かったです）。ただ、やはり英語を母語にする国で英語を習う事は、最も有効な勉強手段であった気がします。私は学生時代、スウェーデンに留学機会がありましたが、比較的英語に堪能な国であるスウェーデンと比べても、米国での英語環境はまったく違うように個人的に感じています。

ただし、英語以外に関しては、やはりそう大きく変わるものはありません。もちろん、文化や価値観というものとは異なるかもしれませんが、仕事の面では、これまで日本で学んで得た事がそのまま通用する場面は多いと考えられて良いと思います。次の職場であるローレンスリバモア研究所での仕事を始める際の面接で、「なぜそこへ行くのか。そこでなければならない研究だからか、それともそこへ行くことで成長したいのか?」、と質問があった事を今でも覚えています。私は、「成長したいからです」と返答しました。（一般論として）日本で出来ず、アメリカでしか出来ないものなどない、日本はそういう国だと信じていたから出た言葉ですが、面接後、「ひょっとするとまずいこと言ってしまったかな」と自問自答したのを覚えています（無事採用になったので、めでたしですが）。とにかく、日本の研究環境とレベルに自信を持つこと、英語は現地で磨くのみ（私自身、スウェーデンから帰国してから日本にいた3年の間、相当練習しましたが、渡米したら即通用という風には到底なりません）、これが後に渡米される方への準備になれば幸いです。また、このように日本の研究レベルが優れた状況であるのは、先に海外渡航されて知識や技術、研究文化を日本に持ち帰り、伝えてこられた諸先輩方の偉大な努力の成果である（もちろん国内で活躍されている方々の努力も欠かせませんが）と感じ、敬意を表せずにはられません。

最後になってしまいましたが、派遣元である日本学術振興会、日本原子力研究開発機構、及び同機構の重原子核反応フロンティア研究グループの皆様のご理解、ご協力に心より感謝いたします。また、米国での私を支えていただいた家族、友人、ラトガーズ大学の Jolie A. Cizewski 教授、同僚、ORNL、UT の皆様に心より感謝いたします。