

アリゾナ州立大学留学記

大阪府立大学大学院工学研究科

林 晃 敏

My Stay at Arizona State University

Akitoshi Hayashi

Department of Applied Materials Science, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

私は2001年8月より2002年12月まで、日本学術振興会特別研究員の海外渡航制度を利用して、米国アリゾナ州立大学 Chemistry and Biochemistry 学科の C.A. Angell 教授の下に研究留学する機会に恵まれた。渡米直後は慣れない英語を使っただけの新生活のセットアップに振り回され、また9月11日にはあの恐ろしい同時多発テロが起こり、米国での留学生活は不安で一杯のスタートであった。そんな時、地元の大リーグチーム、アリゾナダイヤモンドバックスがワールドチャンピオンに輝き、テロの恐怖を忘れさせてくれるぐらいの大きな元気をもらったことを記憶している。それから1年余りの間、言葉も文化も違う環境下で、自分なりに考えて行動できたという経験が、現在の自分には大きな自信になっている。本稿では、米国での留学生活を通して私自身が体験したこと、感じたことを少しでもご紹介できればと思う。

アリゾナ？

アリゾナと聞いて皆さんは何を思い浮かべるのだろう。私の場合は“サボテン”であった。ア

リゾナ州はアメリカ合衆国の南西部に位置しており、西はカリフォルニア州、北はユタ州、東はニューメキシコ州、南はメキシコ合衆国に囲まれている。アリゾナ州の大部分は“desert”であり、その中にオアシス的に町が点在している。町を出てハイウェイを走ると、アリゾナにしか生息しないというサワロ（saguaro）という世界最大のサボテンに出会うことになる。西部劇でおなじみの両腕を曲げてガッツポーズをしたようなユーモラスな姿をしたサワロは、アリゾナのシンボルとなっている。

アリゾナ州の州都であるフェニックスは「太陽の谷：The Valley of the Sun」というニックネームで知られている。年間の平均気温は29℃で、年間平均300日ほど快晴の空を眺めることができる。真夏には、その名のとおおり、ここが米国で一番太陽に近いと思わせるほどの厳しい日射しが差込み、気温は40℃以上に上昇する。アリゾナの住民達はこのような暑さを「Crazy hot」または「Damn hot」と表現したりするぐらいであるが、湿度の低さのためにそれほど辛さは感じられない。またアリゾナはアメリカの代表的な避寒地の一つであり、フェニックスの北部に位置するスコッツデールには高級ホテルやショップが軒を連ね、冬には多くの観光客でにぎわう。また、アメフトやNBA

〒599-8531 堺市学園町 1-1
TEL 072-254-9334 (直通)
FAX 072-254-9913 (学科共通)
E-mail: hayashi@ams.osakafu-u.ac.jp



写真1 モニュメントバレーの風景。

をはじめスポーツも盛んに行われており、大リーグ各チームのキャンプ地としても有名である。

アリゾナ州とユタ州の境にはレイクパウエルという巨大な人造湖があり、ここを中心とした半径 230 km の円はグランドサークルと呼ばれ、その円内には自然の驚異が作り出した美しい大自然を満喫できる国立公園や国定公園が多数存在する。中でもアリゾナ州にはその代表例ともいえるグランドキャニオンやモニュメントバレーがあり、アメリカに限らず日本を含めた世界中の観光客がこのアリゾナの地に集まってくる。私もアリゾナ滞在中にはこれらの国立公園を幾度か訪れ、太陽光に映える壮大な姿に感動を覚えた。他に例を見ない想像を超える圧倒的なスケールの大パノラマが多くの人の心を魅了してやまないのだろう。アリゾナは大自然観光の基地として、また保養地として、ほかでは味わえない楽しみ方ができる場所であると思う。

アリゾナ州立大学

私が留学したアリゾナ州立大学は、フェニックスのすぐ南東に位置するテンピという町に存在する。合計 220 もの学部・修士・博士課程を持ち、120 ヶ国から約 5 万人が学んでいる全米で第 3 位のマンモス校である。年間を通し

て気候が良いこと、多様な教育プログラムを有していること、全米の中でも比較的授業料が安いことが、多くの学生を集める要因となっている。より多くの国民に安い授業料でクオリティの高い教育を受けさせることが目的とされており、幅広い学生の年齢層から見ても、米国には生涯学習が確実に根ざしていることを肌で感じた。またガラスの研究が盛んなアリゾナ大学は、アリゾナ州南部に位置する元州都のツーソンにあり、日本からも多くのガラス研究者が留学されているようだ。

アリゾナ州立大学が、Science の分野で力を入れているのが Geology の研究である。Geological Science の Astrobiology group は現在 NASA で進められている Mars Project を強力にバックアップしている。また州内で数々の隕石が発見されていることから、この分野の研究も精力的に行われている（アリゾナ州のほぼ中心に位置するフラッグスタッフの近くには、巨大な隕石が衝突して形成された世界第 2 位の大きさを誇る Meteor Crater が、ほとんど風化されずに現存している）。また、電子顕微鏡の研究も世界をリードしており、多数の高分解能電子顕微鏡を備えている。今から 30 年前には、カーボンナノチューブを発見したことで知られる飯島澄男博士が、ポスドクの立場で高分解能電子顕微鏡の開発と結晶構造解析研究に取り組まれ、数々の素晴らしい成果を挙げられたようである。

さて、私の所属する Chemistry and Biochemistry 学科は、詳しくは Analytical, Physics and Materials, Organic, Inorganic, Geochemistry, Chem Education, Biochemistry の 7 つのカテゴリに分かれており、約 30 名の professor が研究に従事している。研究の進め方については、日本と米国でかなり異なっていると感じた。日本では、研究室内の教授-助教授-助手が連携して学生の研究をサポートし、また後輩の面倒を先輩が直接みるケースが多い（少なくとも、私の出身研究室ではそうであった）。これ



写真2 大学内にある“Palm Tree Street”。右手に見えるのが、私の所属する Chemistry and Biochemistry 学科の建物である。

に対し、米国の大学では、駆け出しの若い教員も assistant professor として独立した研究室を構えて研究を遂行するのが一般的である。学生やポスドクはそれぞれ個別のテーマについて、一人で研究を進めていくケースが多いようだ。ただし、professor の間での共同研究は盛んに行われており、お互いの専門知識を生かして幅広い研究が展開されている。また毎週金曜日に学科主催のセミナーが行われ、化学の様々な分野で活躍している研究者が、自身の最新の研究内容を紹介してくれる（彼らの多くは、最近 Nature や Science といったインパクトファクターの高い雑誌に論文を載せている）。このセミナーには、大学院生だけでなく多くの professor が集まり、活発な質疑応答を展開する。彼らの他分野の研究に対する知的好奇心の大きさに驚くと共に、彼らはこのような機会を通して自分自身のバックグラウンドを広げていると感じた。

Angell 研究室での生活

次に私の研究生生活について、まずは指導教授である C.A. Angell 先生について述べたい。先生は、イオン伝導性アモルファス（高分子および無機ガラス）や熔融塩の材料開発、ガラス性



写真3 Angell 研究室のメンバー。左から、吉澤君、Limin、筆者、Angell 先生、Jean-Philippe、Wu。

液体や水の物理化学の分野で優れた研究を展開され、ガラス性液体を、fragile と strong に分類されたことで特に有名である（ガラス性液体の粘度を、ガラス転移温度で規格化した温度の逆数に対してプロットした図は Angell プロットと呼ばれている）。

私が何故先生の研究室を留学先に選んだかというと、そのポイントは三つあった。それは第一に自分にとって学ぶ点の多い環境であること、第二に英語のスキルアップをはかるために英語圏の大学であること、最後にボスと良い人間関係を保てるかどうかという点であった。Angell 先生は、日本での私の指導教授にあたる辰巳 昌弘先生の恩師でもあり、渡米前にも何度かお目にかかる機会があった。Angell 先生は温厚な人柄で、豊富な研究アイデアを持たれ、素晴らしい研究成果をたくさん報告されていたので、迷わず留学先を決めることができた。

私が留学していた当時の Angell 研究室のメンバーは、中国人のポスドク 2 名、Ph.D コースのフランス人学生が 1 名、私と吉澤君（東京農工大学の学振 PD で 2002 年 9 月から来学された）の日本人 2 名の合計 5 名であった。研究室にアメリカ人がいないことは予想しなかったが、メンバーはとても仕事熱心で親切

な人ばかりで、プライベートなことでも相談できる良き仲間となった。中国人の Wu は有機合成, Limin はガラス転移, フランス人の Jean-Philippe はポリマー電解質, 吉澤君はイオン性液体と多様なバックグラウンドを持った研究者が周りにいることは、自分にとっても大きな刺激となり、ディスカッションを通して自分の視野を広げることができたように思う。また、お互いのメインの研究テーマは異なるものの、それぞれの得意分野を生かして共同研究を自由に進めることができたのは、自分にとって大きなプラスであった。私は硫化物ネットワークをベースとする新規なイオン伝導性ポリマー電解質の開発に取り組むことになった。リチウムイオンを含む硫化物ガラスは、非常に高い伝導性を示すことが知られているが、これを全固体電池の電解質に応用する際には、電極との良好な界面の構築が問題となる。硫化物をポリマーと反応させることで、電解質に柔軟性を付与できるだけでなく、ガラス転移温度の低下に伴う伝導度の向上が期待できる。私はこれまで、熔融急冷法により得られたガラスに関する研究を一貫して行ってきたので、実験を始めた頃は、ポリマーの合成という全く勝手の違う実験操作にかなりとまどった。実験器具はるつぽからフラスコに変わり、反応温度も 1000°C の高温から 100°C の低温に変わった。同僚のポスドクに、基本的な実験操作を教えてもらうのだが、留学当初は自分の伝えたいことを英語で上手く伝えることができず、そんな自分をもどかしく思ったりもした。

最初とはまどうことの多い研究生活であったが、徐々に実験もスムーズに進められるようになり、高いイオン伝導性を示すポリマーの合成にも成功した。この成果については、2002 年 5 月に米国サンタフェで開催された第 8 回 International Symposium on Polymer Electrolytes において研究発表を行った。これまで参加したことのない分野の学会であり、ポリマー電解質について理解を深めるよいきっかけに

なった。また吉澤君がメンバーに加わってからは、イオン性液体についての共同研究を進め、リチウムイオン伝導性硫化物ガラスがイオン性液体に溶解することを見出した。これらの結果については、すでに論文が掲載されているので、興味を持たれた方は是非チェックして頂きたい (*Electrochim. Acta*, **48** (2003) 2003.; *Electrochem. Solid-State Lett.*, **6** (2003) E19.)。私が日本に帰国する直前には、残りのメンバーの内 3 名がイオン性液体に関連した研究テーマに取り組み、その研究成果の一部が 2003 年の *Science* 誌に掲載された (W. Xu and C.A. Angell, *Science*, **302** (2003) 422.)。決して十分な研究設備のない状況下においても、豊富なアイデアと幅広い知識と深い考察、そして研究に対する情熱ですばらしい成果を挙げられる Angell 先生の研究スタイルには心底から感銘を受けた。

日常生活について

ここで、私から見たアメリカ人について少し述べたい。アリゾナで生活をしてみて、一般的にアメリカ人は親切であり、人なつこいと感じる。ドアを開けて人が通り過ぎるのを待っていてくれたり、目が合ったら向こうから挨拶をしてくれたり、店のレジでさりげなく、“Have a good day!” と声をかけてくれるのもとても気分がよい。また、英語が苦手な私が話しかけたとしても、嫌な顔をせずに優しく対応してくれる。アリゾナは田舎の州である上に、英語を母国語としないメキシコ人がたくさん移住していることもあって、異国の人々に対しても、とても親切で陽気に接してくれる人が多いのには感心する。

また、そのアメリカ人の大らかな性格が、日本の生活に慣れた私をイライラさせることもたまにある。大学の事務や郵便局、ファーストフード店のカウンターなどで体験したことだが、店員はどれだけ長い列ができていたとしても、

自分の仕事は常にマイペースで、時には楽しげに客と長々と世間話をするのである。「早く次の人の対応をしなければ」というような、日本人の客に対するサービス精神は余り見られない。自分とは対照的に多くのアメリカ人は嫌な顔一つせずに、辛抱強く待っているのを見ると、せっかちな自分に気付くのであるが、こういったところにも文化の違いを感じた。

おわりに

滞在中に、大リーグのオープン戦でイチローを見てきたが、優れた身体能力を有する大リーガーの中に混じっても、ものおじせず堂々として一際目立っている彼の姿に、同じ日本人とし

て誇らしく思うと共に、何かを極めることの大切さを感じた。帰国してから早1年が過ぎ、アリゾナでの生活が懐かしいと感じ始めている今日この頃である。イチローのように“極める”というレベルにはほど遠いが、これからもアリゾナで得た貴重な経験を糧に、視野を広げて様々な研究にチャレンジしていきたいと考えている。

最後に、私を快く送り出して下さった恩師である大阪府立大学の南 努学長と辰巳砂 昌弘教授に心から感謝すると共に、いつも私を支えてくれている妻、素子に深く感謝します。またこの様なすばらしい留学の機会を与えてくれた、日本学術振興会特別研究員制度にこの場をかりて感謝の意を示します。