

ゼロからの挑戦は、非常に多くのことを学ぶことができる

派遣員 山崎 勝 大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部

留学先：シカゴ大学カートロスマン放射線像研究所

期 間：2008年9月8日～2008年11月7日

1. 留学の動機

私が日本放射線技術学会(以下、技術学会)の短期留学制度について知ったのは1994年のことでした。この年に同じ職場で働いていた白石順二先生(現 熊本大学)がシカゴ大学短期留学生として学会より派遣され、その期間中の留学内容について詳しく教えてくださいました。それから12年後、私は2006年度北米放射線医学会(RSNA)にScientific PosterのPresenterとして発表する機会を得ました。このときに大変お世話になったのが白石先生であり、RSNAに研究発表を行いたいと申し出ると、エントリーから発表まで懇切丁寧にご指導していただきました。多国間での熱心な討論が行われる場面を目の当たりにしたとき、「発表までの準備は大変やったけど機会があればまた発表したい」と思っていました。それから約2年後、京都市立病院の小倉明夫先生と洛和会音羽病院の井上博志先生から「シカゴ大学に留学してみませんか?」と声を掛けていただきました。お二方と私は京都磁気共鳴懇話会の幹事の関係であり、小倉先生は白石先生のご友人、井上先生は平成13年度のシカゴ大学短期留学生ということもあって、留学の良さを教えていただきました。

しかし、私にはコンピュータ支援診断(CAD)の知識はほとんどなく、またCADを学ぶにあたり必要不可欠なC言語によるプログラミングに関する技術もまったくの素人でありました。その場ではお断りしましたが、先に述べたように海外で学ぶ機会があれば行きたいという気持ちと、CADだけでなく、この機会に研究に対する姿勢や考え方など、基本的なことを世界の研究機関から直接学ぶ貴重な機会になるのではないか、と考え始めました。そして家族の了承、中央放射線部の了承を得て短期留学に応募し、シカゴ大学の短期留学が決まりました。

2. 留学までの準備

短期留学が決まると早速、土井邦雄先生と電子メールで連絡を始めました。短期留学が決定しても学内調整はなかなか進まなく、留学期間は通常は3カ月間ですが、職場内調整と私の個人的な事情もあり、2カ月間しか留学できないという事情がありまし

た。しかし、それを気にしては事が進まないの、土井先生からは、「2カ月でも構わないし、調整が取れるという前提で留学の準備をしていきましょう」と励ましていただきました。それから英文の履歴書、それまでの研究発表、論文のリスト、推薦書など作成して学会事務局に提出しました。これらの書類はシカゴ大学の土井先生のもとへ送付され、シカゴ大学からはビザの取得に必要な書類が送られてきました。ビザについては、交流訪問者ビザ(J-1)を申請するためのDS-2019という申請書類と、留学にあたり重要事項が書かれた書類も合わせて届けていただきました。それから、アメリカ領事館でビザ発給に必要な面接を受け、約1週間後に無事に発給されました。これらの手続きとは別に、研究に関する準備として、C言語のプログラミング講習を電子メールで行うことを提案していただきました。

この講習は、白石先生に担当していただきました。約半年間にわたりテキストを電子メールで添付してもらい、出来上がったソースプログラムを送り、評価していただきました。

また、CADの基礎的な文献を取り寄せて読み、留学に備えました^{1~4)}。

3. シカゴに到着して

シカゴのオヘア国際空港へは、9月9日、14:00頃到着しました。白石先生が空港へ迎えに来てくださって、早速、私が2カ月間生活するアパートへ連れて行ってくださいました。途中でスーパーや白石先生のご自宅に寄って生活に必要な品々を購入したり、お借りしたりしました。また、私の部屋の掃除やベッドメイクなどは白石先生の奥様にも手伝ってもらい、そのおかげで、到着当日から不自由することなくシカゴの生活をスタートすることができました。シカゴでの短期留学中に住むアパートは年々借り難くなり、今年も例外でなく非常に困難な状況のなか、白石先生が2カ月間サブリースに応じてくれるアパート契約者を見つけてくださいました。アパートの場所は、シカゴ大学があるハイパーク内、研究所へは徒歩15分ほどの場所で、買い物、電車の駅、通勤に非常に便利な場所でした。



Photo 1 土井先生のグループの紹介
左前列から筆者、土井先生、FengLi先生
杉本先生、白石先生、原先生、中山先生、森先生

アパートで一通りの準備が済むと、早速、その足でシカゴ大学の土井先生のオフィスへ向かいました。土井先生は優しい笑顔で迎えてくださり、シカゴまでの長旅を労ってくださいました。その後、研究室の先生方への挨拶を行い、自分が2カ月間使用するコンピュータの説明や各種手続きの説明などを受け、その日は無事に終了しました。夕食は、和食レストランに連れて行っていただき、土井先生、白石先生ご夫妻と一緒に食事をしながら会話を楽しみ、最高の状態で留学生生活をスタートすることができました。

4. シカゴでの研究と研修

4-1 ランチミーティング

カートロスマン研究所(ロスマンラボ)での土井先生のグループは、毎日午後1:00からランチミーティングがあります。このミーティングには、土井先生をはじめ、白石先生、FengLi先生、中山先生、杉本先生、森先生、原先生が参加されます(Photo 1)。昼食中に研究員全員に関する連絡事項や情報交換などを行い、昼食後は各先生が研究の進行状況などについて討論します。私も到着翌日から参加させていただき、その一週間後に、日本で行ってきた主な研究内容を紹介し、その後、留学中に行う研究内容、研究の進行状況などを説明しました。私のこれまで行ってきた研究内容は、直接CADと関係ありませんでしたが、MRIの安全性に関する内容で、珍しい研究内容だったせいか、非常に多くの質問を受けました。また、これから行う研究内容についても、実に多くのアドバイスをいただきました。ランチミーティングでは、たとえ専門外の研究内容でもインフォーマルに意見交換をし、正しい言葉の使い方、文章、図表の

作成方法など、妥協のない意見が次々と出てきます。場合によっては、スライド1枚で数十分以上かかることもよくありました。

自分の研究以外の討論でも、常に自分に置き換えて考え、意見を言うことで、質問上手になることができる、知的活動を刺激すると教えていただきました。私の職場でも学会前には予演会がありますが、このランチミーティングで経験したことを、ぜひ活かしていきたいと考えています。

4-2 研究内容

留学期間における研究テーマについて話し合いました。今までMRIを主体として研究発表を行ってきたことを考慮していただき、MRIに関連した新しいCAD研究のテーマということで、「コンピュータによる継続した頭部MRI検査の画像再構成位置の再現性の改善」というテーマに決まりました。具体的には、経過観察を目的で行われる頭部MRI検査で、常に同じ裁断面で画像が再構成されるように、そのスライスの位置情報を前回のMRI検査に合わせてコンピュータが自動的に決定するという手法の開発です。位置決めボリウムデータから自動的に撮像範囲を決める手法は、すでにいくつかのメーカーからリリースされていますが、今回の手法は、前回の撮像断面に位置を合わせて再構成する、ということで、術者がマニュアルで位置決めを行う主観的な方法に比べて、正確な位置決めを、術者の技量に関係なく、短時間で行うことが可能となり、より実践的なシステムになることが期待できます。研究テーマが決定してから、その作業の第一歩であるデータベースの作成を始めました。既存の頭部MRIデータから、できるだけ継続回

数が多く、同じ断面を撮像している患者を10人集め、小規模のデータベースを作成しました。

4-3 プログラミング

留学前には、OSがLINUXの環境で勉強してきましたが、最近では検査装置やワークステーションなどのOSがWindowsベースになってきていることから、留学中はVisual C++ 2005を使って、研究を進めていきました。そして日本から持参したデータベースをプログラミングに適用できるように改良することから研究が始まりました。以下に留学中に学んだプログラムやその進め方などを紹介します。

1) データベースから読み込むためのテーブル作成

- ・DICOM画像から画像情報などのヘッダー情報を削除し、rawデータにする処理。
- ・患者データにおいて同一装置、同一撮像条件で検査を行っているとは限らないのでスライス枚数、マトリクスサイズ、スライス間隔、スライス厚、FOV、ピクセルサイズ、撮像面の種類などを詳細に分類する作業。
- ・データベースから必要なデータを読み込めるようにエクセルでテーブルを作成し、その内容をテキストデータに変更する処理。

この作業は、まとめてデータ処理を行ううえで最も基本的な作業であり、プログラムから読み込めるように一定のルール作りを学びました。

2) 出力画像の統一化

収集した画像データがすべて同一であるとは限らないので、同一データにして、等方性3D画像データの作成を行いました。

- ・出力画像のマトリクスをすべて256*256にResize化。
- ・等方性3D画像データ(以降3D画像)の作成。
- ・処理時間を短縮させるため出力画像のビット数を8ビットで正規化。
- ・以降の画像処理はすべてこのデータを使って行いました。

3) 頭部MRI画像の傾きを補正し、左右対称性を均一化にしてスライス断面を一致させる処理

スライス断面を一致させるための手法をいくつか検討しました。そのなかから、主な手法を紹介します。

a) 過去画像と現在画像(位置を合わせるための過去の次の画像)から、それぞれの両眼球と両外耳孔が最も描出されている位置情報をマニュアルで読み取り、両眼球と両外耳孔の4点の位置情報でそれぞれの3D画像データの位置合わせを行う、Semi autoな方法。

- ・4点の位置情報を使い、3D画像データをシフト、ローテーションを行い、位置合わせを行うプログラム。

上記の両眼球と両外耳孔の4点の位置情報をマ

ニュアルで読み取って、過去画像と現在画像の位置を合わせる方法は効果的ですが、作業が煩雑であるため、これらを自動化する手法を考えることにしました。

b) 両眼球の検出と位置を自動で検出させ、その両眼球の位置情報を元に位置合わせを行う手法の開発。

- ・眼球を自動検出するために、特徴量分析、フィルタ処理、閾値処理などを行うプログラム。
- ・過去画像の両眼球の位置を基準にして、三次元的に各平面を傾けて現在画像と一致させるプログラム。
- ・過去画像と現在画像がどの程度一致しているか評価するため、過去画像と現在画像の横断像のピクセル値で相関係数を求めて結果の評価を行うプログラム。

留学前にプログラミングを勉強してきましたが、プログラムが徐々に進んでいくと、その内容も高度になり、結局はそのほとんどのサブルーチンプログラムを白石先生に用意していただき、何とか進めていくことができました(Fig. 1)。今回の研究内容を通じて、さまざまな画像処理を行うC言語プログラムを勉強してきました。今後は、習得したプログラミングをMRIのみならず、いろいろなモダリティで使っていきたいと考えています。

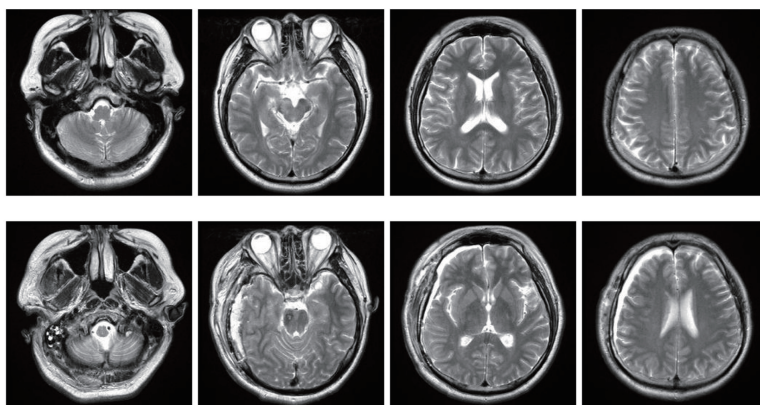
5. 他の研究者の方々との交流

ロスマンラボには日本からは私のほかに三重大学医学部附属病院中央放射線部 中山先生、岐阜大学大学院医学系研究科 原先生、日本大学松戸歯学部 森先生、東京医科大学消化器内科 杉本先生らが研究されており、中山先生がマンモグラフィの石灰化クラスターの鑑別診断における類似画像の有用性、原先生は核医学、救急におけるCADの有用性、森先生は歯科領域におけるCADの有用性、杉本先生は超音波を使った肝臓疾患の鑑別診断のCAD研究をされていました。お互いに違う分野での研究をしていたので、頻繁に研究内容に対して意見交換をしたりして、今後の研究に参考にすることができました。また、このような意見交換をしているうちに共通の話題が出てきたりすることがあります。やがてその話題について盛り上がってくると、この留学が終わって日本に戻ったときに、ぜひ一緒に共同研究を行いましょ、と約束ができました。この2カ月間に過ごした4人の研究者の方々はかけがえのない知己になることができました。

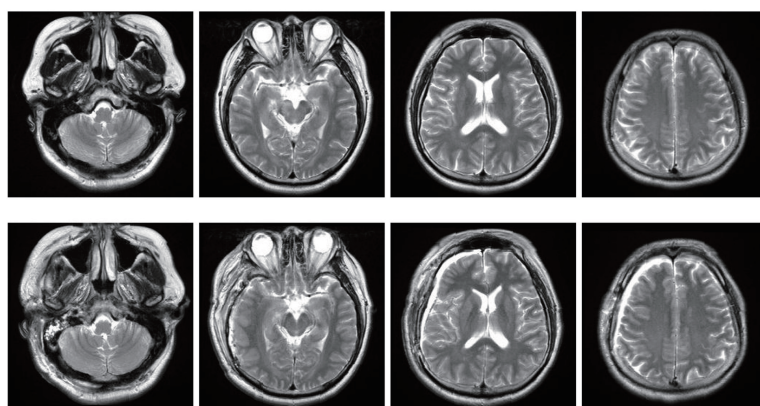
6. シカゴでの生活

平日は朝7:30に起床し、朝食、着替え、前日の課題のチェックなどを行い、9:00頃大学に出勤、21:00に帰宅、シャワー、夕食、朝食、昼食を用意、後片

Reconstruction Image Without Automatic Alignment



Reconstruction Image With Automatic Alignment



a

b

Fig. 1 (a) 過去画像と位置合わせを行っていない現在画像
(b) 過去画像と位置合わせを行った現在画像
(a)および(b)において、上段に過去画像、下段に現在画像を示した。両眼球が最も検出されているスライスを基準に、各スライスを同一間隔で表示している。(a)では、過去画像と現在画像のスライスの位置が合っていない。一方、(b)では、過去画像と現在画像のスライスの位置がほぼ一致している。

付け、休憩などを済ませると22:30頃になります。その後、電子メールのチェック、その日の研究のまとめ、などを行いました。また、その日に行った英会話で応対できなかった内容をチェックして、次からは使えるようにしました。そうしていると大体1:30頃になりますのでようやく就寝します。週末はダウンタウンや博物館、美術館、水族館などに出掛けました。前回の訪米時には、ほとんどアメリカ文化に触れることなく帰国したので、今回は、交通機関を乗りこなす、外食する、買い物(ただ買うだけでなく、店員と積極的に話す)など、日本と比べて何が違うのかアメリカの文化を体験するために積極的に出掛けました。シカゴには有名な美術館、博物館など、それぞれが近くにあり、電車、バスで効率よく行くことができます。一度に見学するのは大変なので、今日は半分だけ次回はその半分と、せっかくシカゴに来たのだし、

2カ月もあるのでゆっくりと見学し、運動不足解消も兼ねて散策がてらに出掛けました。食事でもできるだけ外食することにし、日本とは違う注文の仕方、支払い方などを経験しました。当然ですが、自分の要求を伝えるには積極的に会話しないと何もできません。また、話すスピードも速いので一度だけではほとんど聞き取れませんでした。しかし、ここでひるまずに、「もう一度ゆっくりと話していただけますか」と聞き直すことが大事で、それでようやくおぼろげながら理解できました。また、週末には白石先生や原先生のご自宅に度々訪問させていただき、そのたびに買い物に連れて行ってもらったり、帰りには和食の手料理をいただいたりと大変お世話になりました。

7. 土井先生と私

私が留学した2カ月の期間中、土井先生は、国際

会議や学会のため、スイス、日本などへ出向かれることがあり、非常に多忙でした。

しかし、出国する前、帰国後には、私の研究内容のアドバイス、研究者としての考え方、特にこれから日本に帰って私が何か研究を始めるにあたり、どのように物事を考え、進めていくか、難しいことでなく、基本的なことを指導してくださいました。週末には、土井先生と奥様に何度も食事に連れて行っていただきました。10月には、土井先生のご自宅の庭の手入れを手伝う機会がありました。庭には、観賞用の木、花から畑まであるのです。

庭作業の後はサウナを用意していただき、そのうえ、その晩は泊めていただき、さらに翌日は土井先生の車でダウンタウンの市内観光までしていただいたこともありました。ところで、留学生の報告書のなかで頻繁に出てくる言葉に「カンタムジャンプ」という言葉があります。カンタムジャンプとはある日、突然、英会話が聞き取れるようになったとか、今まで分からなかったことなどが解決できるようになったとか、突然進歩するようなことをいいます。しかし、カンタムジャンプの本当の意味は、どんなことでもいので、日々の努力、向上心によりいつの間にか知らないうちに実行していることに気づくことだと教えていただきました。私の例で言えば、留学前に土井先生や白石先生との電子メールの連絡で、研究者としての対応の仕方、正しい文章の書き方などの不備を厳しく注意されました。

それからは、返信する前に自分で読んで変な文章になっていないか、研究内容のディスカッションで双方とも納得できる返事になっているかなど、声を出して読み、確認することを今まで以上に注意するようになりました。

このことを土井先生に伝えると、「一つカンタムジャンプができましたね」と言ってくださいました。自分の欠点を直し、それを知らないうちに実行していたので、それも立派なカンタムジャンプですと言ってくださいました。

これからも、いろいろなカンタムジャンプを目指して努力していきたいと考えています。

土井先生には、専門外の研究者に対しても分かり

やすく伝えること、曖昧な知識、文献の引用は危険である、自分も専門外であれば質問上手になること、プレゼンテーションの正しい話し方などを指導していただきました。

2カ月間の短期間でありましたが、多くのことを学ぶ機会を与えてくださった土井先生にはとても感謝しています。

謝 辞

稿を終えるにあたり、シカゴ大学での短期留学において、非常にお忙しいなか、留学前から多くのご指導をいただき、留学中は研究に対する考え方、研究の進め方、また、研究以外にアメリカ文化についても詳しく教えてくださいましたシカゴ大学カートロスマン放射線像研究所所長 土井邦雄先生に深謝いたします。シカゴでのアパートの手配、生活面でのアドバイスをはじめ、C言語プログラミングによる画像処理を懇切丁寧にご指導くださいました白石順二先生、プログラミングで困ったときにアドバイスをくださった三重大大学の中山良平先生、岐阜大学 原 武史先生、海外短期留学の申請から決定まで懇切丁寧にアドバイスをしていただきました、日本放射線技術学会学術交流委員長 熊本大学医学部附属病院 橋田昌弘先生、海外短期留学という貴重な経験の機会を与えてくださいました、日本放射線技術学会会長 小寺吉衛先生、会員の皆様に深謝いたします。今回のシカゴの短期留学の実現にあたり最も困難であった大学内から許可を得るために、多忙ながら奔走していただいた大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部 市田隆雄主査、留学の理解を求めるために何度も留学に対する協力を呼びかけていただいた久保田哲裕主幹、最初から最後までさまざまな面でアドバイスをしていただいた岸本健治主査、東田満治主査、留学前にプログラミングのアドバイスをしてくれた奥迫謙治氏、そして長期休職にもかかわらず留学を快諾していただいた中央放射線部技師諸兄に深謝いたします。最後に、留学準備期間から帰国まで長期にわたり、陰で支えてくれた妻 素子、長男 涼、長女 理瑚に深謝します。

参考資料

- 1) 土井邦雄. 世界, そして, 日本のCADの現状と今後の動向. Innervision 1999; 14(10): 2-4.
- 2) 土井邦雄. コンピュータ支援診断(CAD)に関する世界の情勢. Med Img Tech 2003; 21(1): 3.
- 3) 土井邦雄. コンピュータ支援診断(CAD), 基礎概念, 現

状, および将来の可能性. 日独医報 2003; 48(1): 8-20.

- 4) 土井邦雄. コンピュータによる医用画像の定量的分析-自動診断とコンピュータ支援診断の共通点と相違点. 医用画像情報会誌 2004; 21(1): 8-10.