

カリフォルニア大学バークレイ校 滞在記



道岡武信

カリフォルニア大学バークレイ校

土木・環境工学科 客員研究員

((財)電力中央研究所 環境科学研究所 主任研究員)

2006年10月1日から2007年9月30日までの1年間、Visiting Scholarとして、カリフォルニア大学バークレイ校(University of California, Berkeley)の土木・環境工学科の環境流体工学の研究室に滞在しています。現在までの滞在期間が約3ヶ月であり、まだ十分に紹介できる状況ではありませんが、海外における研究生活の雰囲気だけでもお伝えできればと思います。

カリフォルニア大学バークレイ校は、1868年にカリフォルニア大学の中で最初に設立された州立大学です(写真 1,2)。場所は、サンフランシスコのダウンタウンから北東の方向に約15km離れたところにあり、BART(Bay Area Rapid Transit)と呼ばれる電車に乗れば、サンフランシスコから40分程度で来ることができます。また、そのBARTは、サンフランシスコ国際空港までつながっており、本校は交通の便が非常によい場所にあります。バークレイ市の治安はそれほど悪くないのですが、全米の危険な都市ランキングで、8位のオークランド市(Oakland)と11位のリッチモンド市(Richmond)が近くにあるので、全く安全とも言い切れません。ただし、米国で生活する上での基本事項(例えば、暗くなってから一人で出歩かないなど)を守っていれば安全です。

今後、海外留学を考えている若手の研究者にとって、不安な点のひとつに異国での生活の立ち上げがあるかと思えます。そこで、私がどのように生活をスタートさせたかを簡単に紹介致します。私の場合、長年バークレイ近郊に住んでいる日本人の方に、ボランティアで生活を立ち上げるのを手伝って頂きましたので、他の研究者よりも比較的スムーズに生活をスタートできたと思えます。例えば、アパートに関しては、利便性が良い場所を前もって押さえて頂いていたので、確認後すぐに契約することができました。しかし、後述する電気やガスおよび日本からの荷物の関係で、5日程度ホテル暮らしとなりました。ちなみに、バークレイ近郊の家賃の相場は、1 Bedroomで\$900~\$1,500、2 Bedroomで\$1,500~\$2,000とかなり高額で、この家賃に頭を悩ませている研究者は多いようです。さらに、現在でも年に2,3回程度家賃が上がっており、5年間ぐらい前に比べると家賃は1.3倍程度に上昇していると聞きました。米国に来て一からアパートを探す場合、誰かの手助けがあっても入居するまでに平均2週間程度はかかるようですので、日本にいるうちにインターネットで探しておくか、大学の先生からアパートを紹介して頂くか、または、大学の宿舎等を予約していたほうがいいです。なお、バークレイ校には、家族用の住居と、単身用の住居があります。家族用の住居は、入居まで平均3ヶ月待ちなのであまり現実的ではありません。また、単身用の住居は、毎日のように学部の学生がパーティをしているため落ち着いて生活ができないようですので、私の知る限り、両宿舎に宿泊している日本の研究者はあまりいないようです。次に、様々な契約に関してですが、サンフランシスコ近郊の電話等(携帯、インターネットなども含む)の契約は、日本語で行うことができますが、ガスおよび電気に関しては、英語で契約しなければなりません。ただし、電話による契約の場合、日本人の発音では全く違った住所を伝える可能性があり、まともに契約できない人もいるそうで、ガス会社(電気も同じ会社)の窓口に行くように勧められました。そこで、直接窓口に行ってみたのですが、そこでの対応は、こちらをお客様とも思っていない対応であり、加えて早口でいろいろ質問してくるのでかなり疲れます。窓口でもこのような対応ですので、電話での契約は英語が堪能でなければかなり大変だと思います。過去には、窓口の人から意地悪な質問ばかりされて、契約できなかった日本人もいるそうです。それから、Social Security Numberの取得、運転免許の取得などでいろいろな場所に行きますが、基本的に公的な場所ではかなり待たされますので、それなりの覚悟が必要です。渡米後、2週間ぐらいはこのような手続きに追われる日々が続きました。

さて、カリフォルニア大学ロサンゼルス校がUCLAとよく呼ばれますので、バークレイ校はUCBと呼ぶのかと思っていましたが、カリフォルニア大学の中で最初に設立されたプライドがあるのかどうかはわかりませんが、Calもしくは、UC Berkeleyと呼び、UCBとは、絶対に呼ばな

いようです。バークレイ校の学生の人種構成ですが、学部の学生の41%がアジア系で、31%の白人を上回っています。大学を歩いていると、アジア系の学生が至るところにいますし、大学の売店でもお米を用いた弁当がたくさんあります。しかしながら、アジア系の大半は中華系および韓国人であり、残念ながら、日本人に会うことはほとんどありません。大学院の学生になると17%がアジア系で、45%が白人と学部とは全く違った人種構成になります。

バークレイ校は、America's Best Graduate Schools 2007によりますと、Engineering(工学)の部門では、マサチューセッツ工科大学、スタンフォード大学についての3位で、Civil(土木)の分野では、1位とかなり優秀な大学です。現在、現役の教授の中でもノーベル賞を受賞された先生が6人もいます。私が滞在中にも、George F. Smoot先生が受賞されたので、大学内はお祭り騒ぎかと思っていたのですが、普段と特に変わりはありませんでした。日本の大学の先生がノーベル賞を受賞されたら、マスコミ等が騒ぎ立てるのですが、ノーベル賞の受賞者がたくさんいるアメリカでは、それほど特別なことではないようです。バークレイ校のライバル校といえば、スタンフォード大学であり、研究面だけではなく、スポーツでもライバル関係にあります。特に、バークレイ校とスタンフォード大学とのアメリカンフットボールの試合がある日には、バークレイの街が一種独特な雰囲気となりお祭り騒ぎとなります。また、本当かどうか定かではありませんが、聞いた話によると、バークレイ校の学生は、スタンフォード大学のチームカラーであるえんじ色の服を着ないと聞きました。ちなみに、学部がバークレイ校で、大学院がスタンフォード大学を卒業した人にどちらを応援するのかと聞いたら、バークレイ校だそうで、やはり学部の頃の大学にかなり思い入れがあるようです。

さて、私が所属しているのは、土木・環境工学科の環境流体工学の研究室です。現在、Jim Hunt先生、Mark Stacey先生、Fotini(Tina) Katopodes Chow先生と、大学院の学生が十数人、ポストドクが1人います。大学院の学生は、全員が米国人であり、さらに半分が女性です。全員が米国人の研究室は、バークレイ校でも珍しく、機械学科の研究室では、米国人が2,3人で、大多数が中国人の研究室もあるそうです。また、女性の割合が多いと思われるかもしれませんが、この研究室が特別な訳ではなく、バークレイ校の大学院の学生の半分ぐらいが女性であり、日本の大学院の男女比率とは、かなり違っています。研究室のミーティングは、環境流体工学の研究室で、2週間に一度、2名程度の学生が自分の研究を紹介し議論する大グループで議論するものと、上記ミーティングがない週に、様々な基礎的なトピックを議論する小グループのものががあります。私は、Chow先生の基で研究を行っていますので、小グループのミーティングのメンバーは私を含めて5人であり、先生の部屋で、昼ご飯を食べながら、ざっくばらんな議論ができます。(写真3)

まだ、バークレイ校に来て3ヶ月程度ですので、所属している研究室の研究を全て理解できている訳ではあませんが、主に、沼地や潟湖での堆積物や塩分濃度の変化の実態把握のための野外観測およびそれに関する数値解析や、大気境界層中の風の予測精度向上のための地表面のラフネス(粗度)のモデリングや、地表面での熱収支などのモデリングなどの研究が行われています。ここでは、大気境界層に関する研究に関して、簡単に2つの研究を紹介します。一つ目は、山岳地での風に関する研究です。山岳地での谷風(昼間、谷から山の斜面に沿ってのぼって吹く風)や山風(夜間、山の斜面に沿って谷間に向かって降りてくる風)は、地表面での熱収支の変化によって引き起こされる風です。よって、数値シミュレーションにおいても、いかに地表面での熱収支を正確に計算するかが重要となります。しかしながら、この熱収支に強く影響を与える地表面での植生・土壌分布、土壌水分量を、正確にどのような方法で与えるかがまだよくわかっていないため、様々な検討が行われています。現在までに、適切な地表面での土壌水分量を与えることにより、既存のメソスケールモデルよりも風況予測精度が大幅に改善できることが明らかになっており、今後さらに発展が期待できる研究です。二つ目は、都市域での境界条件に関する研究です。現在の多くのメソスケールモデルには、都市域の効果(建屋の影響など)が含まれていないので、それらのモデルでは都市域の汚染物質の拡散予測を精度良く実施する行うことは困難です。また、都市域を対象としたマイクロスケールのモデルには、風向変動のようなメソスケールの流れ(数分から1時間程度の大きな流れ)を考慮することができないため、汚染物質の広がり(拡散幅)を実際より過小評価してしまいます。そこで、上記の両方の問題点を解決できるように、WRF(The Weather Research and Forecasting)と呼ばれるメソスケールモデルに、埋め込み境界法(IBM: Immersed Boundary Method)を適用して都市域の建屋を考慮する研究が行われています。この研究が成功すれば、メソスケールからマイクロスケールの流れ場を同じ計算コードで実行することができ、実用面において飛躍的な進歩をもたらすことが期待できます。これらに関する研究およびその他の

研究の詳細は、下記のホームページをご参照ください。

(<http://www.ce.berkeley.edu/research/fluids/index.htm>).

私がパークレイ校に滞在中に行っている研究は、様々な温度成層条件下での大気境界層中のスカラ(物質)拡散の挙動解明です。理想的な温度成層条件を考慮した大気境界層中の流れは、風洞実験や基礎的な数値シミュレーションなどにより、温度成層が流れ場に及ぼす影響が次第に明らかになってきました。しかしながら、実際の大気境界層中の流れ場では、植物や建物による乱れや、地表面で潜熱および顕熱収支などの複雑な現象が流れ場に影響を及ぼします。そのため、実大気境界層中の流れ場を把握するためには、多額の費用がかかる野外観測に頼るしかないのが現状でした。しかしながら、近年、計算機の飛躍的な進歩に従い、上記の複雑な条件を考慮して実大気境界層に近い流れ場が再現できるようになってきており、数値シミュレーションにより、複雑な大気境界層での風およびスカラ拡散の挙動解明を行うことができるようになってきました。ただし、多くの研究はメソスケールを対象としているため、我々が対象としている数 km～数十 km の範囲のスカラ(物質)拡散に関する研究はほとんどなく、それらの現象はまだよく分かっておりません。そこで、私は、前述の Chow 先生が高度な乱流モデルを組み込んで精力的に活用範囲を拡張している ARPS(Advanced Regional Prediction System)コードを使用して、高解像度で実際の大気境界層に近い流れ場を高解像度でシミュレーションすることにより、温度成層がスカラ拡散に及ぼす影響を研究しております。ARPS は、オクラホマ大学の Center for Analysis and Prediction of Storms (CAPS)で開発された非静力数値気象モデルです。また、ARPS では、一般的にメソスケールの解析でよく用いられている MM5(The Fifth-Generation NCAR / Penn State Mesoscale Model)などのレイノルズ平均モデル(RANS)とは違って、フィルタ操作によりフィルタ幅より大きなスケールのみを直接解き、フィルタ幅より小さなスケールには乱流モデルを用いる Large-Eddy Simulation(LES)が採用されています。そのため、風およびスカラの瞬間挙動を解析する上では、非常に優れていますし、RANS に比べて、空間平均(渦のスケールを分離)してモデル化するので、どのスケールをモデル化しているのかが明確になります。近年、多くの研究者が、前述の MM5 などを用いて、高解像度(数十 m 格子幅)の計算を行っていますが、それらのモデルではメソスケール用のモデルが使用されているため、物理的に矛盾なく計算が実行できているかは明らかではありません。その点、ARPS は LES ベースですので、物理的に矛盾がなく、小さな計算格子幅を設定することができます。しかしながら、ARPS も元々はメソスケールの気象予測を対象に開発されたモデルであるため、我々が対象としている数十 m～数百 m の計算格子に対して、境界条件のモデル(地表面モデル、植生モデルなど)が適切かどうかはよく分かっておらず、それらは、我々の研究課題です。簡単に研究結果等をご紹介できればよかったですのですが、まだ本格的に ARPS を使用し始めて3ヶ月足らずですので、ご紹介できる成果がありません。後日、学会等でご紹介できればと思っています。

最後になりますが、カリフォルニア大学パークレイ校に滞在する機会を与えてくださった(財)電力中央研究所、および関係者の方々に心から感謝します。また、神戸大学 中山昭彦先生および京都大学 黒瀬良一先生には、パークレイ滞在中に際していろいろアドバイスを頂き、大変お世話になりました。



写真1 Sather Tower から見た UC Berkeley

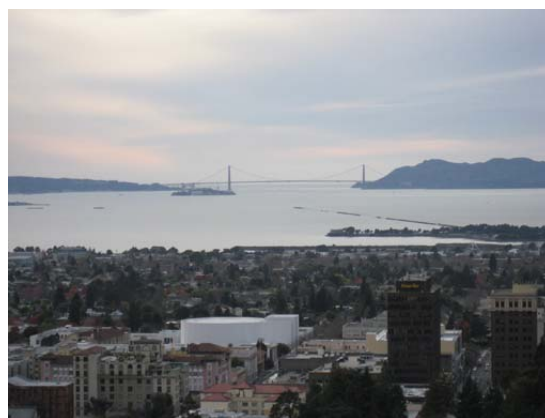


写真2 Sather Tower から見たゴールデンゲートブリッジ

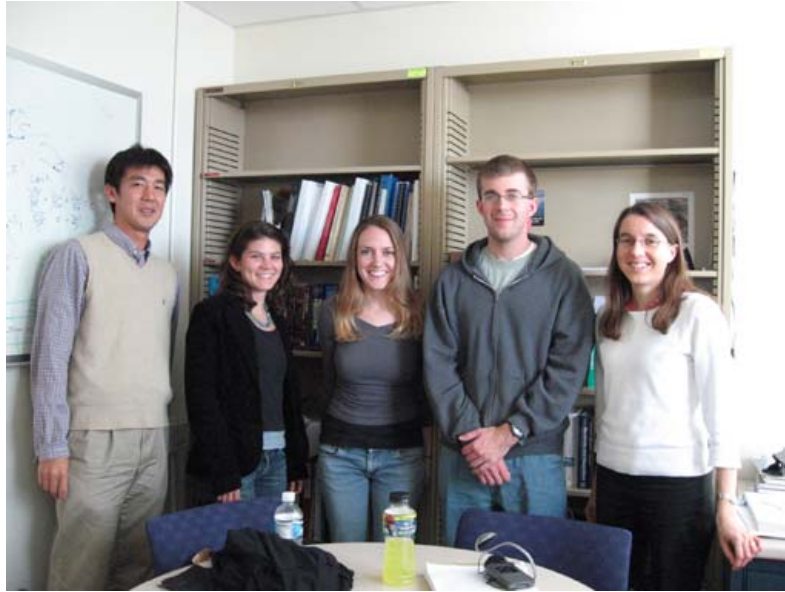


写真3 小グループミーティングのメンバー

著 者

道岡 武信

(財)電力中央研究所 環境科学研究所

(〒270-1194 我孫子市我孫子 1646)

Tel: 04-7182-1181

E-mail: michioka@criepi.denken.or.jp

(略歴)

平成 13 年 3 月 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士後期課程修了,

同年 4 月 (財)電力中央研究所, 主任研究員, 工学博士

専門: 数値流体力学, 大気拡散, 反応乱流