

## <海外見聞録>

# 海外研修を終えて

——アメリカにおける大気拡散研究機関の訪問を中心に——

田淵修二\*

### 1. はじめに

地方自治体職員の海外派遣研修制度は、多くの都道府県で採用されているが、北海道においても毎年数名の研究職員を海外に派遣して貴重な体験をさせ、その後の道行政に役立てたいとする外国派遣研修の制度がある。

筆者も昭和61年度外国派遣研修の研修生として、昨年9月1日から約2カ月間訪米する機会に恵まれた。

「浮遊粒子状物質の拡散予測モデルに関する研究」という研修課題で、North Carolina州 Research Triangle Park (RTP)にある米国環境保護庁 (U. S. Environmental Protection Agency (EPA)) の Atmospheric Sciences Research Laboratory (ASRL) に約1カ月間滞在し、その後はエネルギー省 (U. S. Department of Energy) の研究機関である Argonne National Laboratory (ANL) (写真1)、Los Alamos National Laboratory (LANL) (写真2) を、そして Boulder National Center for Atmospheric Research (NCAR) (写真3)、Colorado State University (CSU)、Stanford Research Institute (SRI) をそれぞれ数日間の予定で訪問して多くの知見を得た。

本レポートでは、訪問した研究施設のうちの幾つかについて、そこで見聞した体験を中心に紹介してみたい。

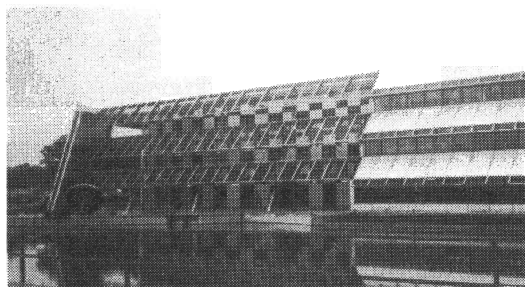


写真1 Argonne National Laboratory の Office



写真2 Los Alamos National Laboratory の J. R. Oppenheimer Study Center

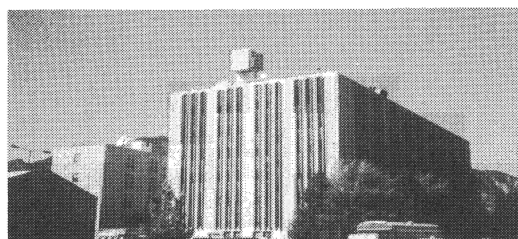


写真3 Boulder にある National Center for Atmospheric Research

### 2. ASRL

EPA の研究組織は、首都 Washington にある Office of Research and Development を中心として10の州に分散しているが、そのうち North Carolina 州 RTP には EPA のもっとも大きな研究施設である Environmental Research Center, そして、Environmental Monitoring Systems Lab., Health Effects Research Lab., Air and Energy Engineering Research Lab., そして、今回研修先とした ASRL の4つの Laboratory がある。

RTP はちょうどわが国の筑波学園都市に比較的類似したところといえる。Raleigh, Durham, それに

\* Shuji TABUCHI (北海道公害防止研究所) Hokkaido Research Institute for Environmental Pollution

Chapel Hill という人口7～8万人ほどの小都市間の過疎地帯を、州が開発して各種研究機関を誘致しているもので、国の研究機関は、もちろん、IBMなどの民間の研究所さらにはわが国の住友の研究所など、バラエティに富んだ各種研究施設が居を構えている。もちろん、研究施設の RTP への進出は現在も続いており、米国の頭脳として大きな期待を寄せられている地域でもある。

ASRL では、Fluid Modeling Section の Dr. William Snyder と Environmental Operations Branch の D. Bruce Turner の2氏のところに机を置かせてもらい研修に励んだ。

Dr. Snyder がチーフとなって研究を進めている Fluid Modeling Facility (写真4) は、風洞や水槽を用いて大気拡散現象を解明しようとする流体実験棟であるが、ここでは比較的単純な模型を用いての基礎的な研究が主に行われている。ここの実験棟で使用されている大型風洞は開放型のもので、測定部は2.1m×3.7m×18.3m、風速範囲は0.2～8.0m/sとなっているが、製作されてから15年以上も経過している旧式のものであるために、現在、わが国の国立公害研究所、公害資源研究所等で使用されている温度成層の再現が



写真4 Fluid Modeling Facility にある大型風洞装置



写真5 Fluid Modeling Facility

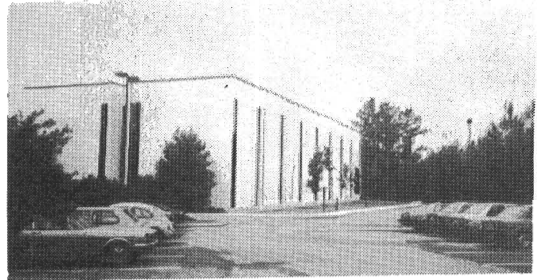


写真6 CATAWBA Progress Center

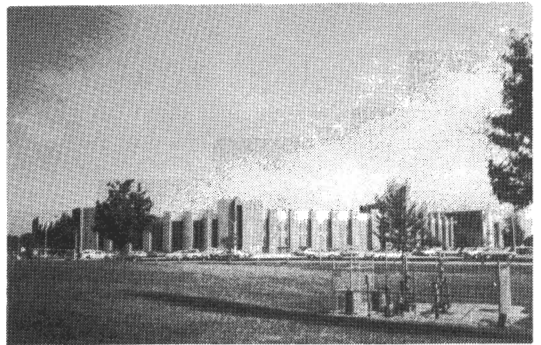


写真7 Research Triangle Park にある Environmental Research Center

可能なタイプではなく、したがって、実験内容もかなり制限せざるを得ないようである。

Fluid Modeling Facility (写真5) における研究システムは、前述した Dr. Snyder をチーフに7～8名の研究員がスタッフとして研究に励んでいるが、そのほかに電機、機械、工作等を専門に受け持つ技術者が5～6名メンバーとして加わっているのが大きな特徴で、実験を行うに必要な大部分の装置、模型等は実験棟内で作り上げてしまうという話でした。個々人が自分の専門分野に徹しており、また勤務時間なども各人様々に異なるほど徹底しているのには感心させられた。

RPT に滞在した約1カ月のうち、後半は主に大気拡散分野の研究を行っている Environmental Operations Branch の D. Turner の研究室に通った。彼の職場である CATAWBA Progress Center (写真6) は、Environmental Research Center (写真7) から1km余り、Fluid Modeling Facility からは4kmほど離れたところにある。ここでは、中国北京市の国家気象局気象科学研究院から1年間の研修で来ていた徐大海 (Ku Dahai) 氏と同じ研究室で研修を受けた。

Dr. Turner をチーフとして30名ほどのスタッフがこの建物で研究に励んでいるが、一言でいえば拡散モ

デルの開発と応用がここに勤務する研究員の主要なテーマとなっている。理論式の開発だけでなく、時には大規模なトレーサ実験などを行って実用的な実験式を構築することも行われているということです。自動車の拡散モデルとして有名な Hiway model や、Utah 州、Arizona 州の山岳地帯を実験場として複雑地形における拡散現象をモデル化した Valley Model などはその代表例といえる。

CATAWBA では、EPA 報告書として取りまとめられている各種拡散式の使用解説書や、レポートを読んで理解することに重点を置いた。とくに、Box model, Puff model など、大気が非常に安定な状態における拡散現象を有効に説明できるモデルについての詳しいレポートを入手して理解することが研修テーマのひとつでもあったので、D. Turner のところでは非常に有意義な時間を過ごすことができた。また、Box model の研究をしている Dr. Kenneth L. Schere, Complex Terrain model の Peter Finkelstein, Ph. D., 理論モデルの Dr. Briggs, 評価時間等に関する権威 Dr. R. I. Larsen, そして Dr. D. S. Wratt など、その分野では著名な研究者とも何度か会って話す機会を持てたことも、CATAWBA での大きな収穫でした。また、今回の研修のもう一つの大きなテーマと考えていた浮遊粒子状物質の環境濃度予測に関して、CATAWBA Progress Center から 2 km ほど離れた建物に研究室をもっている Receptor model の Dr. Charles W. Lewis, 自動車から排出されるダストのエミュレーションファクターなどの研究を主に行っている Dr. John E. Sigsby とも何度かあって多くの情報を得ることができた。

RTP には 9 月 2 日～27 日の期間滞在したが非常に緑の多い地域であったこと、また気温も連日 30～33℃と高いにも拘らず湿度が非常に低いためにそれほど暑さを感じない気候であったこと、などの理由でちょうど北海道の夏のような快適な生活を送ることができた。

### 3. ANL

RTP での研修を終え、つぎにエネルギー庁の研究機関の一つである ANL を訪問した。ANL は Illinois 州 Chicago にあるが、市の中心部から南西に約 40 km, 電車で 1 時間ほど離れた郊外にある。この研究所は原子力発電に関する研究施設として米国では最初に設立された、40 年の歴史を持つ古い研究所である。研究施設は、1,700 エーカー (200 万坪余り) もの広い敷地内に分散しているということで、比較的開放的な施設を想像するかも知れませんが、とくにこのような原発

関係の研究施設は外部からの出入りに対しては非常に厳しいチェックを行っている。ANL は、Chicago を本部基地として Idaho 州に附属施設を持っているが、現在、合わせて 3,500 人ほどの職員を抱えている。

ANL では、Environmental Research Division の Dr. Ching-Ming Sheih と Dr. In-Young Lee にお世話になった。Dr. Sheih, Dr. Lee は気象拡散に関する専門家であり、最近は大規模計算機を使用している数値計算を主な仕事としているということでした。コンピュータ容量が飛躍的に増大している現在、この種の研究は大幅な進歩を示しているが、とくにスーパーコンピュータの使用により数百 km から数千 km という非常に広域なオーダーでの数値予測が可能となっている。Dr. Lee らの現在の研究課題は、「アパラチア山脈横断時における輸送と拡散の数値シミュレーション」という内容のもので、NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) の Ferber 等が行った大規模なトレーサ実験 (CAPTEX) を基に、千 km × 千数百 km オーダーでの数値計算を行いその照合を行っているものです。

Chicago の治安は、以前に比べてかなり良くなっているということでも滞在中もそれほど危険は感じませんでしたが、日本車に対する反感の強い自動車の町 Detroit に近いということもあってか、反日感情はかなり根深く存在している印象を受けた。

### 4. CSU

ANL への訪問を終えたのち、Colorado 州 Denver から 40 km ほどのところにある Boulder の町を訪れた。Boulder での滞在は 2 日間と短期間でしたが、非常に美しい景観を呈した高地の田舎町という印象が強く心に焼き付いている。Boulder で気象拡散の専門家である NCAR Mesoscale Research Section の Dr. D. H. Lenschow に逢った後、バスで大学の町 Fort Collins に向かった。Fort Collins は Denver から約 100 km, バスで 2 時間ほどのところにある人口 4～5 万人の町です。この町には約 3 万人の学生を抱えた CSU の広大なキャンパスがあるために、町全体が大学を中心に動いているという雰囲気満ちている。Fort Collins では、Fluid Mechanics and Wind Engineering を専門分野とする CSU の Robert N. Meroney, Ph. D. (写真 8) を訪ねた。Meroney 教授は、EPA の Dr. Snyder と同じく風洞実験を主体とした流体力学の専門家として著名な方で、彼の風洞実験室がある CSU Engineering Research Center は大学の研究室から 7～8 km 離れた小高い丘の麓にあり、Foothills Campus (写真 9) と

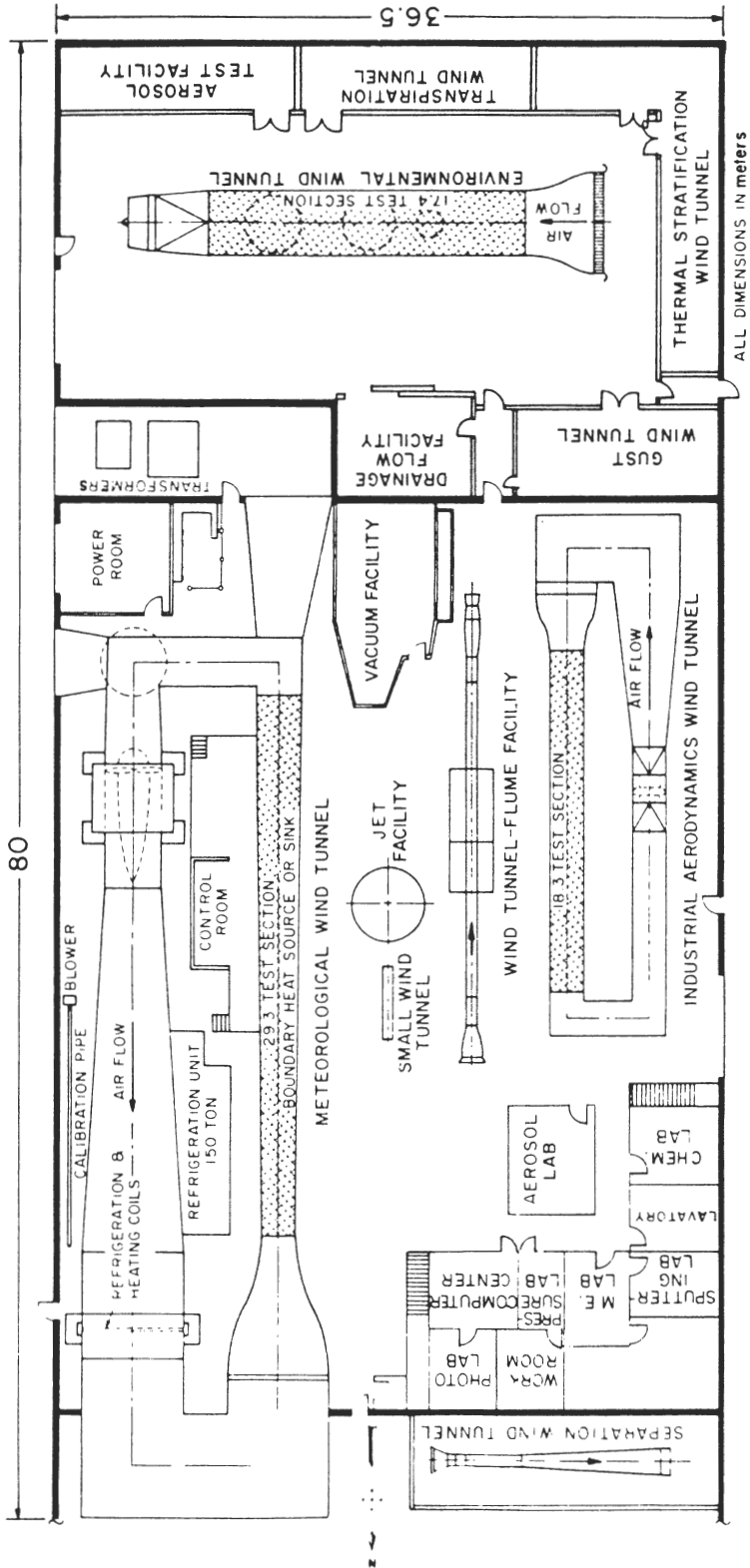


図1 FLUID DYNAMIC AND DIFFUSION LABORATORY COLORADO STATE UNIVERSITY



写真8 Meroney 教授と建物模型

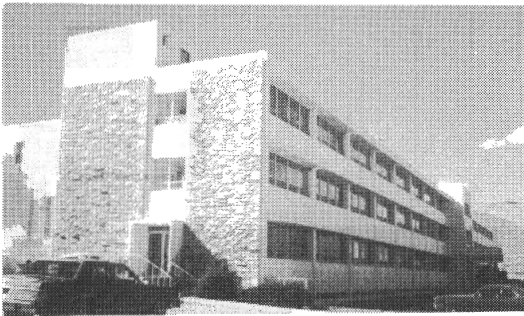


写真9 CSU Engineering Research Center の Foothills Campus

呼ばれている。Foothills には、図 1 に示したように大型風洞をはじめ各種の風洞があり、目的に応じて使い分けられている。とくに、大型風洞は制作されてから20年以上使用されている古いものだが、これはこの種の風洞を用いた研究の歴史のほぼ初期から使用されていることをも意味しており、補修されて現在も使用されている Foothills の大型風洞を見て非常に感慨深いものを覚えた。

RTP の風洞が主に基礎的な流体の観察に主眼を置いて使用されているのに対して、ここの大型風洞では建物模型を用いたの模型実験が盛んに行われているようで、数百の建物模型が所狭しと実験室のあちこちに並べられていた。New York の World Trade Center Towers, Chicago の Sears Tower (443 m, 現在世界一の高層ビル) などの模型もあり、それら大きなものになると一つの模型について数百もの採圧孔が壁面に設けられていて、風の影響による建物壁面の風圧の状態が測定できるようになっている。超高層建築が盛んな米国では、高層ビルに起因する風害などの被害が予想以上に大きいため、かなり以前から高層ビル建設予定段階において、模型などを使用しての影響予測が行われているということです。もちろん結果次第では建

設中止あるいは大幅な計画変更も十分有り得る訳で、そのような例は過去に数多くあったという Meroney 教授の話であった。

## 5. LANL

Fort Collins に3日間滞在した後は、New Mexico 州の Los Alamos にある LANL を訪問した。Los Alamos の町は人口2万人ほどの小さな町ですが研究所に勤務している職員の数約8,000人ということですので、町全体が研究所の関係者で占められているといっても過言ではありません。LANL も ANL と同様に外部からの訪問客等に対するチェックは大変厳しく、また施設の見学なども大部分の場所が立入禁止になっているなど徹底した秘密主義に貫かれているために、所内で行われている各種研究の詳細については残念ながら見学することができなかった。

Los Alamos では日本人の研究員山田哲二氏に大変お世話になった。山田氏は気象拡散分野が専門で、現在行っている研究は大気拡散現象の数値計算による再現(たとえば、地形、風の場合、乱流、樹木、雲、雪、雨などのデータを詳細にインプットして時間的に解くなど)というような内容ですが、5~6名のスタッフのチーフとして主に大型コンピュータを用いての研究を行っている。

山田氏とは多くの話をする時間を持つことができましたので、Los Alamos の歴史、米国における公害問題の現状、さらには大気拡散現象のうち筆者が知りたいと考えていた多くの課題について十分教えていただくことができました。LANL の歴史については、数少ない一般開放の建物である Bradbury Sciences Museum でも知ることができたが、第2次世界大戦最中の1943年に物理学者 J. Robert Oppenheimer を中心とした数人の科学者達が極秘でこの地に来て原爆作りを始めたのがこの研究所の始まりとされている。したがって、その当時のノウハウは当然ながら戦後も受け継がれて、現在も米国における軍事・エネルギーに関する研究施設のうち主要な研究所の一つとして高く評価されている。山田氏からは種々の話を聞かせていただいたがその中でとくに興味深かったのは、エネルギーとくに原子力発電の開発に関する米国の考え方で、現時点ではつぎのように整理されているという話でした。原子力発電所の新規建設については、具体的な予定のものを含めてほぼすべてが現時点では中止となっているがその理由の主なものとしては、(1)スリーマイル島の事故にみられるように、もし仮に事故が起きれば莫大な費用がかかるし、また安全にかかるチェックのための費

用も今後はさらに莫大なものになることが予想されること、(2)環境基準が非常に厳しいために、基準値を遵守するには大変な困難を伴うこと、(3)米国国内におけるエネルギーは、石炭および石油だけで今後長期間の消費量に見合うだけの蓄えがあるために、無理をして原発に頼る必要がないこと、などが挙げられているということです。これらの話の中でとくに感心させられたのは、米国がエネルギー政策として国内におけるエネルギーの温存を非常に重要視しているということです。すなわち、あれほどの対外赤字国でありながら、さらには有り余る石油が国内にありながら、積極的な原油輸入政策を取り入れている米国の姿勢には感心させられるものがあつた。

米国における大気汚染に関する一般的な状況は、わが国の現状と比較的類似しているといえる。すなわち、EPAの報告書の中でも述べられているように、National Air Monitoring Networkで測定されている大気汚染物質の経年変化は、SO<sub>2</sub>、COについては明らかな減少傾向が伺えるし、NO<sub>x</sub>、浮遊粉塵についてはほぼ横ばい傾向が認められるが、これはおおよそわが国の現状と一致する。また、今後の主要課題として取り上げられているのは、酸性雨であり化学物質の問題である。そしてわが国と同様に、自動車から排出される汚染物質の環境への寄与は今後も大きいことが予想されるということで、とくに都市域における自動車の問題は今後も大きな課題として取り扱われることになると思われる。しかし、面積でわが国の25倍、人口密度で1/12という数字が如実に示すように、公害問題という観点から見るといまだわが国と比較して非常に恵

まれた国であるといえますし、そのことを痛切に感じた今回の米国研修の旅でもあつた。

## 6. おわりに

本レポートは、訪問した研究施設での体験を中心にまとめた。

日程を組むに際して訪問予定先の諸氏と数度手紙の遣り取りをして調整を行ったが、同時にEPAのDr. Snyder, Los Alamosの山田哲二氏からはスピーチの依頼も受けた。そこで、わが国の公害問題の現状と将来について、気象的に安定な状態における大気拡散現象の一例、さらには北海道ならびに札幌の紹介というような内容のものを30枚ほどスライドとともに用意していき、RTPとCSUそれにLos Alamosの3カ所でスピーチさせていただいたところ、幸運にも多くの研究者の方々に興味深く聴いていただけた。

研修テーマに関して、RTPのDr. Snyderのところでは風洞を用いての共同実験という形で研修させていただいた。また、拡散モデルなどについては多くの専門研究者の方々から大変有益な指導をしていただいたし、それに関連した多くの研究レポート、報告書も参考資料として提供していただいた。ASRLの皆様はじめ研修先の関係者の皆様のご厚意に対して、本誌上を借りて謝意を表します。また、研修日程を作成するにあたり大変お世話いただいた公害資源研究所第一部の横山長之先生、北林興二氏、水野建樹氏、及び国立公害研究所大気環境部の若松伸司氏に厚くお礼申し上げます。