

## VIII 海外研修報告

## VIII 海外研修報告

### 大気中の有害揮発性有機化合物と浮遊粒子状物質に関する海外研修

齊藤 勝美

#### 1. はじめに

この度、全国公害研協議会の推薦による(財)環境調査センターの海外研修資金支給制度によって、平成10年3月2日から3月29日までの約1ヵ月間、米国の国立疾病対策防止センター、EPA暴露調査研究所およびハーバード大学公衆衛生大学院で、大気中の有害揮発性有機化合物(VOCs)と浮遊粒子状物質(SPM)に関する測定技術およびリスク評価の考え方について研修を受け、議論する機会を得たので、その概要を紹介する。

#### 2. 国立疾病対策防止センター

国立疾病対策防止センター(CDC, Centers for Disease Control and Prevention)は、疾病対策に関しては世界最大の機関で、本部と研究所の本体は米国のアトランタにあり、その他米国に2ヶ所、ヨーロッパに1ヶ所、中米に2ヶ所、アフリカに4ヶ所の研究所を持つ巨大組織である。CDCは細菌を主体にした研究所であるが、ダイオキシン類、有害揮発性大気汚染物質の人体影響についても戦略的に行っており、また最近では医療廃棄物対策にも力を入れている。CDCの名前が日本でも一般的に知られるようになったのは、AIDS、ヘズボラ熱病、O-157の対策で名を馳せたことによる。

CDC(写真1)での研修期間は3月5日(木)と6日(金)の2日間で、研修窓口は健康と安全の組織(Office of Health and Safety)に属する生命安全部門(Biosafety Branch)のチーフであるリチャード・クノルセン博士(写真2)と化学・物理的危険部門(Chemical and physical Hazards Branch)のチーフであるロバート・ヒル博士(写真3)である。両博士からは、CDCの組織の概要と戦略について説明を受けた後、大気有害汚染物質の人体影響に関するディスカッションをした。ディスカッションの際、ヒル博士からCDCの国立環境健康センター

(National Center for Environmental Health)では、ダイオキシン類、有害揮発性大気汚染物質の人体影響に関して戦略的に行っているのので、訪問したらとの助言で、6日の午後に国立環境健康センター

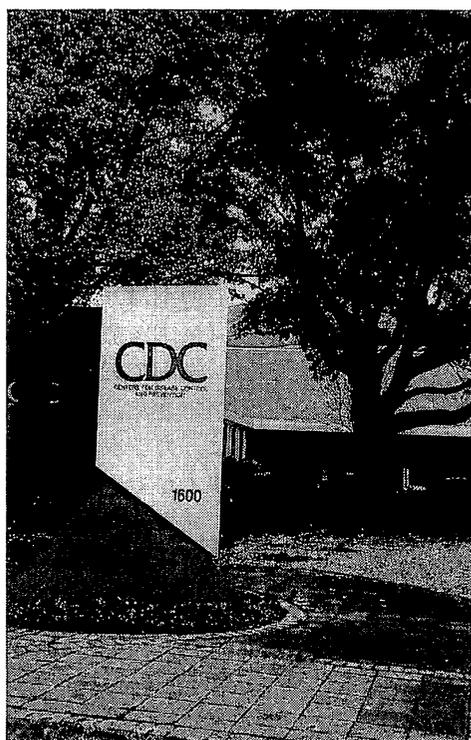


写真1 CDC (Centers for Disease Control and Prevention)

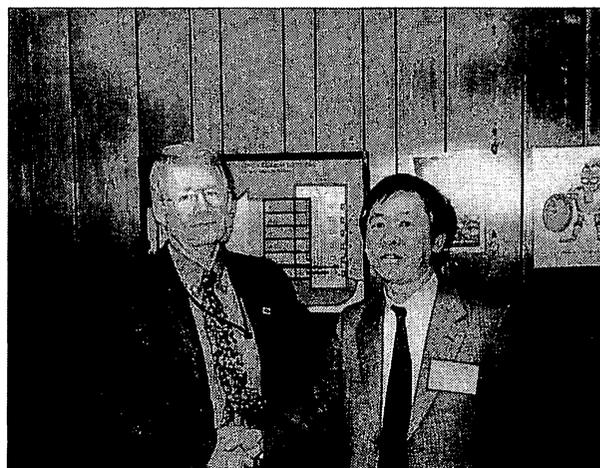


写真2 リチャード・クノルセン博士と筆者

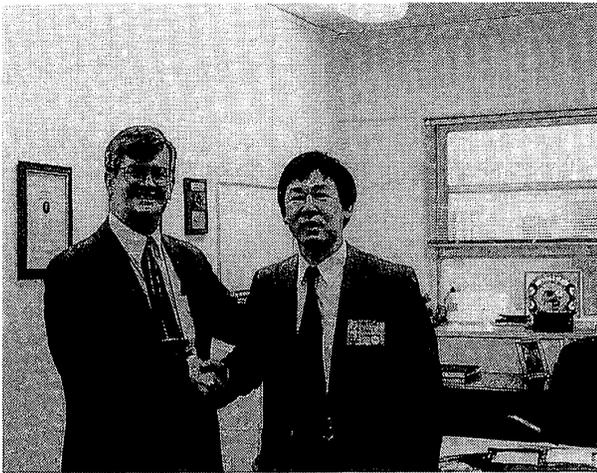


写真3 ロバート・ヒル博士と筆者

を訪問した。訪問に際しては、ヒル博士がダイオキシン類、有害揮発性大気汚染物質の人体影響のチーフ担当者であるエレン・ガンター女史に直接連絡してくれた。また、クノルセン博士は、米国における医療廃棄物対策の中心人物（米国医療廃棄物対策協会の会長）であることから、米国での医療廃棄物対策の現状と戦略を聞くことができた。

国立環境健康センターでは、ガンター女史と上司であるダニエル・バシヤル博士が対応してくれた。まず、バシヤル博士からダイオキシン類、有害揮発性大気汚染物質の人体影響に関する調査の説明を受け、次いでガンター女史が施設を案内しながら調査の詳細な部分まで説明してくれた。ここで、特に興味を持ったのは血液中の有害揮発性大気汚染物質を調査（写真4）している点である。日本では、昨年からは大気中の有害揮発性大気汚染物質調査が開始されたばかりで、測定精度自体も十分にクリアしていないのに、CDCでは人体影響をダイレクトに行っていることに驚いた。また、建物全体がクリーンルームで、各試験室はさらに空気清浄がなされていることに驚いた。

### 3. EPA 暴露調査研究所

EPAの研究組織は全米10ヶ所にあり、その最大組織はノースカロライナ州にあるリサーチ・トライアングル・パークにある。暴露調査研究所（NERL, National Exposure Research Laboratory）は、リサーチ・トライアングル・パークの他、全米に3ヶ所あるが、大気中浮遊粉じん、有害揮発性大気汚染物質の調査研究を中心に行っているのはリサーチ・トライアングル・パークのNERLである。なお、リサーチ・トライアングル・パークは、デューク大学、ノースカロライナ大学、ノースカロライナ州立大学

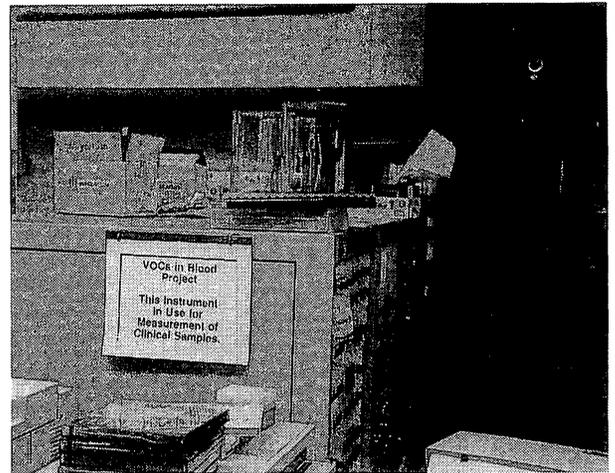


写真4 血液中の有害揮発性大気汚染物質の測定 (National Center for Environmental Health)

を点とした三角形の研究都市で、1950年代前半に整備され、つくば学園都市のモデルでもある。150以上の研究所が集積し、現在でも整備が進められている。

リサーチ・トライアングル・パークのNERL（写真5）での研修期間は3月9日(月)から13日(金)の5日間の予定で、研修窓口は総括研究員のジム・ミルク博士（写真6）である。ミルク博士は筆者の研修がスムーズに、しかも効果的に行われるよう、まず初日の午前中に筆者と研修内容についてディスカッションし、研修内容と担当者およびスケジュールを詳細に決めた。スケジュールは1日を午前と午後に分け、1日に二つの課題が消化できるように設定され、さらに民間の環境調査研究所（RTI, Research Triangle Institute）での研修も用意された。研修内容は、1)有害揮発性大気汚染物質の測定、2)有害揮

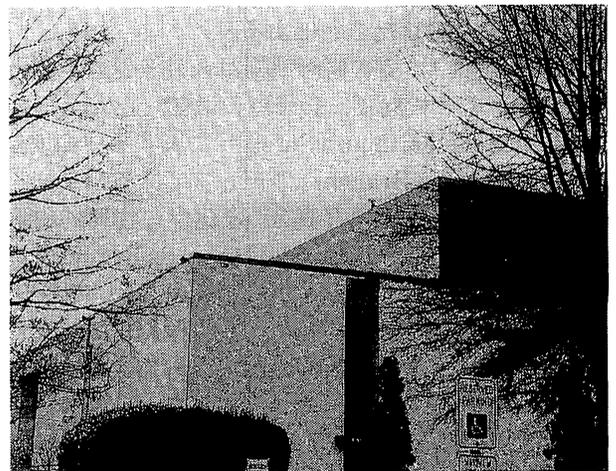


写真5 NERL(National Exposure Research Laboratory)



写真6 ジム・ミルク博士と筆者

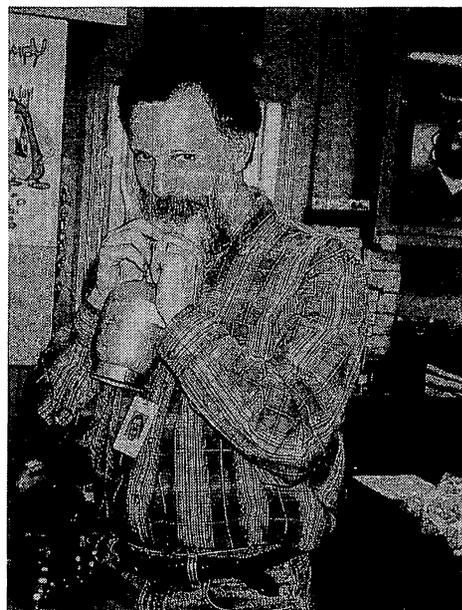


写真7 人間の肺胞中の空気採取  
(ジョシム・ピエール博士)

発性大気汚染物質の人体影響に関するリスク評価、3)大気中浮遊粉じんの測定、4)大気中浮遊粉じんの元素分析、5)大気中浮遊粉じんの形態分析、6)大気中浮遊粉じんのリスク評価である。

有害揮発性大気汚染物質の測定とリスク評価については、ジョシム・ピエール博士が対応してくれた。ピエール博士は、EPAが作成した有害揮発性大気汚染物質の測定法(TO-14)の作成中心人物で、現在は人間の呼吸による有害揮発性大気汚染物質の人体影響に関するリスク評価を行っている。CDCでは血液中の有害揮発性大気汚染物質を測定し、人体影響を検討しているが、ピエール博士は血液中よりも肺呼吸の空気を直接測定した方が人体影響を検討するのにベターであると説明した。サンプリングの仕方(写真7)、測定、キャニスターの洗浄方法など一つ一つ説明を受け、有害揮発性大気汚染物質の測定とリスク評価の考え方についてピエール博士が提供してくれた資料を交えながらディスカッションした。

大気中浮遊粉じんの元素分析については、ロバート・ケロング氏が対応してくれた。ケロング氏は蛍光X線分析(XRF)の専門家で、EPAでの大気中浮遊粉じんの元素分析はケロング氏が殆ど行っている。ケロング氏とは元素分析の精度などについてディスカッションした。ここで驚いたのは、これまで分析したサンプル全てが、分析データとともに保管されていることである。

大気中浮遊粉じんの形態分析については、ロバート・ウイルス博士が対応してくれた。彼は走査型電子顕微鏡(SEM)による大気中浮遊粉じんの形態分析し、浮遊粉じんのパターン分類と特徴に関する調査・研究を行っている。ウイルス博士は標準的な大気中浮遊粉じん試料をSEMにセットし、浮遊粉じんの特徴を説明してくれた。また、当センターで行

っている大気中浮遊粉じんのSEMデータについてもアドバイスしてくれた。

大気中浮遊粉じんの測定とリスク評価については、ディビット・ゲミール博士が対応してくれた。ゲミール博士は今話題となっているPM<sub>2.5</sub>(2.5 $\mu$ m以下の浮遊粉じん)を中心に行っている人物で、現在PM<sub>2.5</sub>の測定マニュアルを作成中であった。ゲミール博士からは最新のPM<sub>2.5</sub>の測定マニュアルとリスク評価に関する資料を頂き、またゲミール博士の部下であるフーリン・チェン氏が、午後から浮遊粉じんの測定器および試料採取装置を説明してくれた。

RTIには12日に訪問した。RTIは民間の環境調査研究所としては世界最大で、研究員だけでも約5,500人である。このRTIは、各国の政府機関や大学との共同調査・研究が主体で、技術レベルは非常に高い研究所である。RTIでの窓口は無機物質の調査・研究のチーフであるエバ・ハドソン博士で、午前中は有害揮発性大気汚染物質部門のチーフであるジャンテイ博士および測定技術とリスク評価について、午後は大気中浮遊粉じん測定部門のチーフであるロバート・パーキンス博士および測定技術とリスク評価についてディスカッションした。また、RTIの試験室とフィールド試験の様子(写真8)をハドソン博士が案内してくれた。

13日はジム・ミルク博士の進めもあって、デューク大学を見学した。デューク大学は森に囲まれたキャッスルのよな雰囲気のある建物で、大学の教会は有名である。

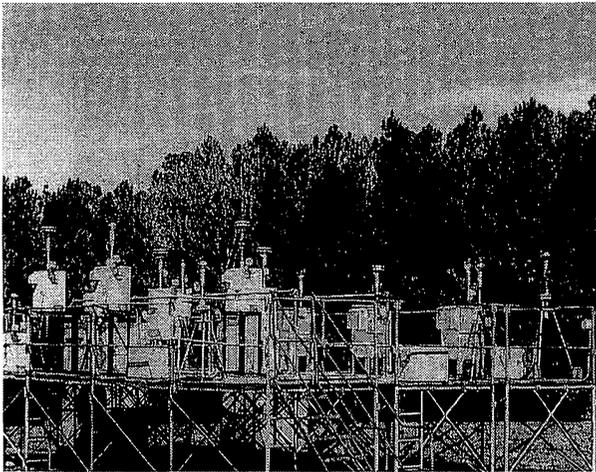


写真8 PM<sub>2.5</sub>とPM<sub>10</sub>の比較試験 (RTI)

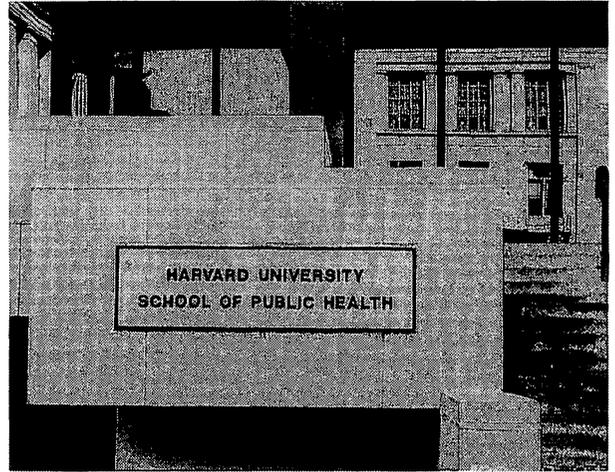


写真9 ハーバード大学公衆衛生大学院

#### 4. ハーバード大学公衆衛生大学院

ハーバード大学は、米国で最も歴史のある大学で、創立は1636年である。ハーバード大学は、13のCollegeとSchoolからなり、学生数は約6,000人、100カ国以上から集まっている。ハーバード大学の中心はケンブリッジ市にあるケンブリッジ・エリアであるが、医学大学院、公衆衛生大学院、歯科大学院はボストン市のボストン・エリアにある。

ハーバード大学公衆衛生大学院（写真9）での研修期間は3月16日(月)から26日(木)までの約2週間で、研修窓口は環境科学部門の主任教授であるジョン・スペングラー教授（写真10）である。ハーバード大学公衆衛生大学院での研修に当たって、スペングラー教授から公衆衛生大学院付属の社会人教育センター主催の産業衛生専門家コースでの研修を勧められていたので、16日から20日までの5日間は産業衛生専門家コースでの研修、23日から26日までの5日間は環境科学部門で研修を行った。

環境科学部門での研修スケジュールは、スペングラー教授の秘書であるジョハン・アーノルド女史がセットしてくれた。スペングラー教授は、ロシアでの調査、バンクーバー（カナダ）での国際会議のため、25日の午前中まで不在で、スペングラー教授とのディスカッションは25日の午後に行った。23日と24日は、ケビン・ブランド氏（リサーチ・アシスタント）とリスク評価法についてディスカッションした。ブランド氏は、筆者のためにリスク評価法に関する多くの論文を図書館などで用意するなど積極的に対応してくれた。

スペングラー教授とのディスカッションは非常に厳しいもので、まずCDCおよびEPAでの研修内容のチェックから始まり、現在筆者の行っている調査・研究の内容、そしてブランド氏とのディスカッショ



写真10 ジョン・スペングラー教授と筆者

ンの内容と続いた。スペングラー教授は今話題となっているPM<sub>2.5</sub>の権威で、米国が昨年PM<sub>2.5</sub>の規制に踏み切ったのはスペングラー教授の調査によるものである。スペングラー教授は、PM<sub>2.5</sub>についての測定技術、リスク評価およびPM<sub>2.5</sub>の意味などについて説明してくれた。また、当センターで行っているPM調査について大きな関心を示し、特にPIXE法によるSPの元素分析については高い評価をしてくれた。

3月23日から約3カ月の予定で、ハーバード大学公衆衛生大学院での講義のため、柳沢教授（東京大学、ハーバード大学併任）がおられたので、26日は柳沢教授と環境分野における調査・研究の仕方についてディスカッションした。ディスカッションの際、柳沢教授は、まず調査してみたらというのではなく、何を目的に置くのか、そしてその目的達成のためのデザインを如何にするのかが重要で、そうしないと調査の成果は期待できないと強調した。



写真 11 産業衛生専門者コースでの研修  
(最終テストの様子)

産業衛生専門者コースでの研修（写真 11）は 5 日間、8 時から 18 時まで集中講義のかたちで行われ、参加者は 34 人であった。参加者は政府機関（軍関係も含む）、大学、民間の研究機関および電力、製紙会社などの研究者で、殆どが修士課程を終えた人であった。講義者はハーバード大学の教授、助教授ばかりではなく、他の大学教授、民間の研究機関の研究員で、バラエティーにとんでいた。講義内容は、毒性学、生命安全、大気汚染、生物工学、騒音・振動、室内環境、データの処理技術、データの評価、リスクマネジメントなど産業衛生全般にわたるものであった。講義は、まず講義者が説明し、内容に対しての質問、回答あるいは説明のかたちで行われ、最後にテストをして終わりというやり方で、日本のように一方的な説明ではない。米国の大学では、内容に対しての質問を最も重要視しており、質問がないと云うことは内容を理解していないと評価される。実際、講義を受けている研修者（筆者を除いて）は、活発に質問し、議論を行っていた。なお、最終日のテストにおいて、一定レベルに達していると評価された研修員には、修了証書が与えられた。幸いにも、

筆者も修了証を頂いた。

## 5. おわりに

期待と不安を抱きながら 3 月始め、成田空港から米国に出発した。最初の研修先である CDC は、米国南部の都市アトランタにある。南部の食事は私の舌に合わず、夕食は毎日ハンバーガー（日本と同じ味付け）を食べるしかなかった。リサーチ・トライアングル・パークでは、ホテルの近くにチャイナレストランがあると聞いていたので行ってみるとこれが最悪、日本の味付けと全く違い食べれない。ここでもアトランタと同じくハンバーガーである。まともな食事にありつけたのはボストンである。ボストンではホテルでなく、日本女性オーナーの民宿に転がり込んだ。このオーナーは料理が上手で、しかもたまには日本食を出してくれる。研修を何とか終わることができたのも、日本女性オーナーのおかげである。

今回の研修では多くのものを得ることができたが、その第一は多くの研究者を知ったことである。そして、調査を行うための戦略を知り得たことである。それにもまして、CDC のダニエル・パシャル博士からリターンカンバックと言われ、またハーバード大学公衆衛生大学院のジョン・スベングラー教授から国際的な調査（ロシアでの SP 調査）に参加してほしいが、その可能性はあるかと尋ねられたことである。

最後に、今回の研修に当たり、海外研修制度の主催団体である（財）環境調査センターならびに全国公害研協議会の皆様に深謝します。また、研修先にコンタクトして頂いた東京大学・ハーバード大学の柳沢幸雄教授を始め横浜市環境科学研究所の平野耕一郎主任研究員、（株）ケー・シー・エスの高尾精一参事に深謝します。さらに、快く送り出して下さった秋田県環境技術センターの所長を始め職員の皆様、そして筆者を強く支援してくれた家族に心から感謝します。