

## WINTER ICING AND STORM PROJECT に参加して —NCAR 滞在記—\*

村上正隆\*\*

### 1. はじめに

科学技術庁パートギャランティー在外研究員として、1989年12月から1年間、アメリカ合衆国コロラド州ボルダーにある National Center for Atmospheric Research の Mesoscale and Microscale Meteorology Division (NCAR/MMM) に滞在した。この期間中に、研究観測用航空機等を駆使した大型野外実験 Winter Icing and Storm Project (WISP) に参加する機会を得たので、このプロジェクトの概要やプロジェクトの進め方で印象に残ったことを紹介したい。

### 2. WISP の概要

WISP には二つの目標がある。一つは、雪雲の中での過冷却雲水の生成・消滅過程の理解を深めるという基礎研究的色彩が強いもの、もう一つは、これら過冷却雲水がひきおこす航空機への Icing (着氷) をいかに精度良く予報するかという応用的色彩が強いものである。基礎的研究の責任者が Roy Rasmussen 博士、応用面を受け持つのが Marcia Politovich 博士、二人ともまだ30代の NCAR Research Application Program (RAP) に属する若手研究者である。

航空機への Icing の研究と聞いて、戦時中その種の研究がなされたという話はあるが今更なぜ、と思う方もいるかもしれない。Marcia によると、航空機利用の進んでいる米国では特に小型・中型航空機への Icing の影響は深刻だそうで、1987年にもデンバー空港(正式には Stepleton International Airport)で Icing による事故で28人の死者が出たそうである。普通ちょっとした飛行機であれば Deicing 装置が付いており、着氷を取り除きながら飛行できるが、今問題となっているのは Deicing 装置の付いていない翼の下側部分にまわり込んで付着

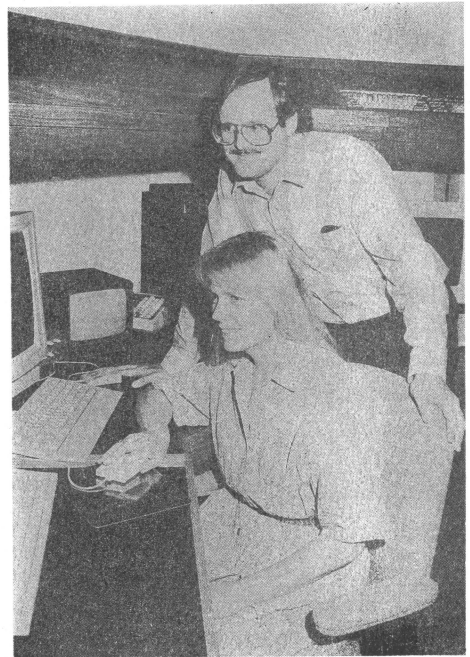


写真1 RAP 内の WISP 観測本部でワークステーションに向う Marcia Politovich 博士(手前)と Roy Rasmussen 博士。

し、飛行機の揚力をうばいとる大粒の過冷却雲粒なのだそうだ。従って、単に雲水量を予報すれば良いのではなく、他に粒径やその場の気温を精度良く予報する必要があるとのことであった。この目標からも容易に推察できるように、このプロジェクトの予算の大半は Federal Aviation Administration (FAA) から出ているとの事である。

WISP には、NCAR の他に NOAA、ワイオミング大学、ノースダコタ大学、コロラド大学、コロラド州立大学、FAA 等が参加しており、観測施設も NCAR と NOAA/WPL のお膝元ということもあって、そうそう

\* Impression of Winter Icing and Storm Project.

\*\* Masataka Murakami, 気象研究所物理気象研究部。

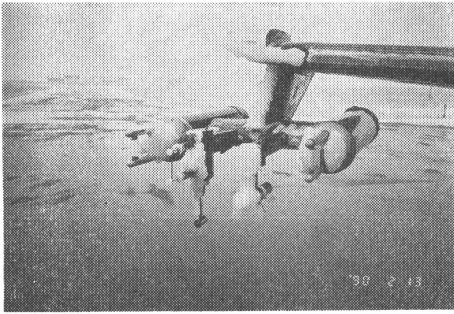


写真2 WISP で使用したワイオミング大学の King Air の翼と測器への着氷 (Jefferson County Airport 内の NCAR のハンガー前で)。

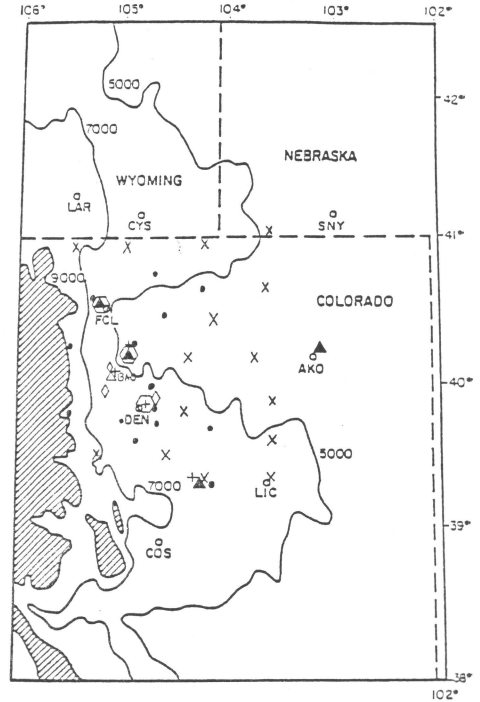


写真3 WISP で使用したノースダコタ大学の Citation (Centennial Airport のハンガー内で)。

たるものである。ワイオミング大学の King Air・ノースダコタ大学の Citation の2機の航空機、2台のドップラーレーダ・4台のマイクロウェーブラジオメータ・ラスレーダ・4台のゾンデ観測装置・地上気象観測メソネット等々である。観測本部となった NCAR/RAP の5m四方程度の一室には10台を越すワークステーションや端末がずらりと並び、衛星画像・ドップラーレーダ画像は勿論、上述の観測施設からのデータをリアルタイムで見ることができる。

### 3. プロジェクトの進め方

一口でいうと、分業体制による組織的効率的プロジェクト運営ということである。すでに述べたように、Roy と Marcia がこのプロジェクトのまとめ役・責任者で、その下で多くの Scientist (中堅の有名な Scientist も何人か含まれている)・Associate Scientist・プログラマー・テクニシャンが一日二交代制で観測にあっていた。



第1図 観測施設の配置図。◇：ドップラーレーダ、  
○：ウィンドプロファイラー、+：マイクロウェーブラジオメータ、○と×：地上気象観測メソネット、▲：高層ラジオゾンデ観測。等高線は2000 feet 間隔。

おまけに、Associate Scientist 等の supporting staff が、解析プログラムから誰でも容易に使えるように一次処理したデータベースまで用意してくれるのである。いつも人手不足に悩まされ、何から何まで自分たちでやらなければならない私達にとって、羨ましい限りである。

もう一つ印象深かったのは、頻繁に(週2~3回)プロジェクトを構成する主要メンバーを集めて行うミーティングである。そこでは、1~2日後の天気予報を検討しながら観測体制を決定し、それを全員に周知させる。あるいは、1~2日前に行った観測結果の速報を持ち寄って、問題点を検討するとともに、どういう状況でプロジェクトが進行しているか、必要なデータが順調に取れているかどうかを把握しておくのである。

このようなプロジェクトの体制が必ずしも研究面で画期的なホームランを生み出すという保障はないが、少なくとも、コンスタントにそこそこの成果を生み出す、効率の良い安打製造機であることは間違いないだろう。

#### 4. 航空機観測あれこれ

このプロジェクトで使用している観測施設はどれをとっても、残念ながら日本の上をいっているといわざるを得ない。特に、航空機観測ではその感が一層強かった。私の携わる雲物理の分野を例にとると、最近日本でも2~3の大学・研究所がP.M.S.社のparticle probeを購入し航空機に取り付け、なんとかデータをとれるようになったものの、これからという所である。WISPでは、観測用航空機に乗ったflight scientistと観測本部でレーダーと航空機位置の合成ディスプレイの前に陣取ったflight coordinatorが無線を通じて頻繁に情報交換をしながら飛行航路及び飛行モード(予想される擾乱のタイプと観測目的に応じて、最も有効と思われる雲内飛行方法を幾通りか設定してある)を決めていく。観測機内のflight scientistの前には、航空機の位置・一般気象要素及び雲・降水粒子の形状・濃度のリアルタイム・ディスプレイがあり、今通った所は面白いので、引き返して詳しく測ろうといった具合である。その他にも、平均風速で流されている雲・降水粒子をラグランジュ的に測定するための飛行航路を瞬時に表示する装置等もあり、航空機観測の長い経験を目の当りにした。

もう一つ驚いたのは、観測を実施した場所の状況である。10マイルと隔れない所に、アメリカでも屈指の隔着数を誇るデンバー空港があるのである。そのすぐそばを、しかも雲の内を飛ぶのである。勿論、時には航空管制から観測領域の制約を受けることもあるが、私には、測りたい所は確実に測っているように見えた。ここもだめ、あそこもだめという日本とは大違いである。アメリカと日本、航空管制にそんなに大差があるのだろうか。それともパイロットの経験の問題だろうか。

ここまでアメリカの航空機観測のすばらしさばかりを紹介してきたが、その裏には大変な苦勞もあるし、航空機観測そのものも万能ではないという点も付け加えておこう。ワイオミング大学やノースダコタ大学の関係者に観測用航空機やデータ処理装置を見せてもらったとき、異口同音に出てきた話だが、資金面での苦勞であった。華々しく見える航空機観測も実は、大学等では購入の際の借金の返済・維持費の確保で大変苦勞しているとの事で、好む好まざるにかかわらず年に幾つかのプロジェクトに参加しないとやっていけないというのが実情のようだ。こんなことも、NCARが中心に進めているプロジ

ェクトでありながらNCARの航空機を使わず大学の航空機を使用していることに関係しているのかもしれない。

機動性があり航空機観測は万能に見えるが、アメリカでさえ、飛行の安全性から35dBZ以上の雲には入らない、山岳付近での低空飛行はしないという大きな制約がある。しかし、これらの場所は雲・降水のメカニズムを知る上で、喉から手が出るほど知りたい・測りたい場所でもある。その他にも、過冷却雲の中を長い間飛行できない。これは安全性と測定機器へのIcingのためである。測定機器はヒーターによるDeicing装置をもっているが、実際には雲水量0.2~0.3g/m<sup>3</sup>以上の濃い過冷却雲の内では、ほとんど役に立たない。雲の微物理量の測定機器には、常にfactor 2~5の不確かさがつきまう。

このような欠点はあるものの、総合的に見ると、航空機観測の威力はやはり絶大であるといわざるを得ない。

#### 5. おわりに

今回WISPに参加して、ともすると単に同じ時期・同じ場所で観測するといった風になりがちだった日本流の大型プロジェクトも、今後、アメリカのような分業体制による組織的・効率的なプロジェクトの進め方を参考にする必要があるのであるのではという気がした。観測施設にしても、最近日本でも自然科学・地球科学に対する研究費の付きが良くなり整備されつつあるとはいっても、アメリカと較べるとまだまだという感がある。特に研究観測用の専用機をもたない現状では航空機搭載用測定機器の整備の遅れはもちろん、目に見えない航空機観測のノウハウの遅れは計り知れない。WISP観測本部でflight scientistとflight coordinatorのやりとりを傍らで聞きながら、そして、実際observerとして航空機に乗って雲の中を飛びながら、アメリカのこの分野の技術力に感嘆すると同時に、日本がこのレベルに追いつくの何年かかるのだろうかと考えると複雑な心境であった。勿論、大学や研究所の一研究室にこのような施設の整備を求めるのは酷なことで、何年待っても実現しそうにない。これ以上水をあけられたくなかったら、そろそろ日本でも航空機観測を含めた総合観測を行う共同利用研究所的なものを、真剣に考える時期かもしれない。

最後に、今回のNCAR滞在中に際し、お世話になった多くの方々にこの紙面を借りてお礼申し上げます。