

ツールーズそして CNRM*

里村 雄彦**

1991年8月31日から約半年間、南仏の都市ツールーズ (Toulouse) 郊外にあるフランス気象庁の研究施設 CNRM (国立気象研究センター) において研究をする機会を得た。実はこの CNRM に滞在するのは2度目であり、今回は6年前に1年間の研究生活を送っている。ここでは前回の滞在で経験したことも交えて南仏での(研究)生活を中心に記してみたい。

1. ツールーズについて

ツールーズは、フランス・スペイン国境となっているピレネー山脈から北へ約100 km、地中海と大西洋からそれぞれ約150 km と250 km の南フランスに位置している。ツールーズから北へ約150 km 行った中央高地の麓にはクロマニヨンやラスコーの遺跡が、南のピレネー山麓には同じ時代の壁画やヒトの足跡の残っている洞窟群があるなど、この辺りは遙か昔から人類が住んでいた土地である。ツールーズの街も歴史が古い。ローマ時代からこの地方の中心都市として栄え、中世には巡礼の街として、16世紀には商業で、そして現代は航空機やロケットなどの先端技術の街として発展を続けている。

ツールーズ中心部の町並みは南仏らしい赤い瓦屋根と、特徴ある赤いレンガ壁で埋められ、バラの街の名のとおり暖かく柔らかな印象を受ける。しかし、そうは言っても北緯44度近く、日本の旭川の付近にあるので冬はかなり寒い。どんよりした天気や気の滅入る真冬日が続く。数センチの積雪となることは一冬に何度かあるし、気温が一日中低いものだからなかなか融けない。東経1.4度なのにグリニッジと1時間もの時差があるため、冬の夜明けが遅いことも陰鬱な気分を助長しているようだ。

反面、南極ほどではないにしろ、春が来たときの解放感は格別である。緯度が高いのと初夏に夏時間へと

移行するため、盛夏には21時頃まで明るく、家族総出で夕食後のそぞろ歩きを楽しめる。ただし、日中は暑い。海から150~200 km離れた内陸にあるので、西岸海洋性気候とはいっても日較差や日々の気温変化、年較差が大きいからである。夏の日中には、日本ほど湿度が高くないものの、気温が38°Cを越えることも幾度かあるのだ。亜熱帯の島国である日本から来た私や家族にとってはかなり厳しい気候であったが、研究所内は完全空調、アパートも古い建物(19世紀?)ながら気密性、断熱性が高く、室内にいる限りは筑波より快適であった。

最近ではバルセロナオリンピックの影響なのか南欧を回るツアーが増え、ツールーズを通るものもあるようだが、ここに宿泊するバックはまだ見たことがない。6年前は、少し顔見知りになった店のオヤジに日本人とわかれるものなら「オイ、彼は日本人だぞ。俺の友人なんだぞ。」と、店の客を呼び集めて訳のわからない自慢の種(単なる見せ物?)にされたり、いきなり意味不明の東洋系と思われる言葉で白人や東洋人から話しかけられたりしたが、さすがに今回はそういう刺激的な経験は少なかった(皆無ではない)。90年の夏には1軒目の日本料理店がオープンしたし、旅行社のショーウィンドーに京都や東京の観光ポスターが貼られるほどには、日本も近くなってきているようだ。

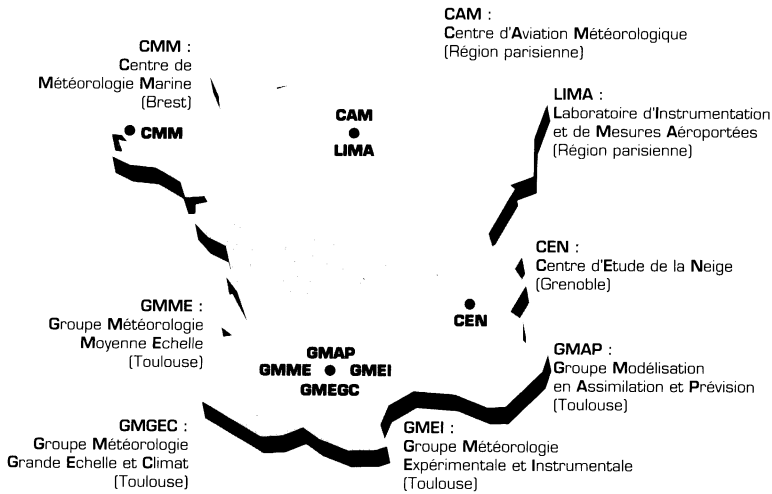
2. CNRM について

最近まで、CNRM はツールーズにあるフランス気象庁の一研究所の名称であったが、91年10月に組織改編が行われ、フランス各地に点在するフランス気象庁の研究組織全体を CNRM と呼ぶことになった。それに伴い、センターと称されていた組織の多くは新 CNRM 内の一つ又は複数のグループに再編された。現在は、境界層の研究者として有名な J.C. André センター長(里村、1992を参照)の下に、3センター(パリの航空気象センター、グルノーブルの雪研究センター、プレストの海洋気象センター)、4グループ(同

* An introduction to Toulouse and CNRM.

** Takehiko Satomura, 気象研究所応用気象研究部.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES UNITES DU CNRM



第1図 フランス本土の輪郭と CNRM 各組織の位置

化・予報モデルグループ、大規模気象・気候グループ、メソスケール気象グループ、実験・測器気象グループ：すべてツールーズ）、1研究所（パリの航空機搭載測器・測定研究所）、および管理部門から構成される組織となった（第1図）。

私の滞在したツールーズには、既設の旧 CNRM と気象大学校に加え、91年10月に解析、予報、数値予報、通信といったフランス気象庁本庁の現業部門も移転してきた。パリの本庁組織は、長官を含む一部の管理部門を残すのみである。広報誌によれば、約50haあるツールーズの敷地内に働いているフランス気象庁職員は、総計千人を越えているという。

今回、私が属したのは新 CNRM 4グループで最大、6班40人のスタッフをかかえるメソスケール気象グループ（GMME、長は P. Mascart 氏）のメソスケールモデル班（MC2）である。MC2は40才前後の気鋭 P. Bougeault 氏（現在は GMME の長に昇進）をチーフに6名の職員、私のような訪問研究者や大学院生やポスドクが常時4～6名、計10名前後の研究者で構成されている。主なテーマは、フランスの現業局地予報モデル（PERIDOT）の改良版を使ったメソスケール現象の研究と、さらなるモデルの改良である。また、ちょうど私の滞在中にフランスアルプスで冬季オリンピックが開かれていたが、大会期間中の各競技場上空の当日及び翌日の天気や気温を予測する3.6km格子静水圧（!）モデルを開発・運用していたのも MC2 の

研究者であった。

GMME には MC2 の他に、人工知能による短時間予報の研究をしている班や、ドップラーレーダの解析と数値モデルを手段にして対流現象を研究している班などもあり、メソスケール大気現象に関する総合的な研究を行っている。

関心のある会員もおられるだろうから、同化・予報モデルグループ（GMAP）についても少し紹介しておこう。GMAP は、やはり40才前後と思われる J. F. Gelyen 氏を長に22人のスタッフが属し、現業モデルの改良や次期モデルの開発を行っている。彼らの現在の主な仕事は、数年前から開発している可変分解能・全球スペクトルモデルなるものの現業化である。これは、複数モデルのネスティングによる種々の困難を避けつつ必要ところで十分な解像度を得るため、緯経座標を伸縮した球座標上でのスペクトルモデルである。私の滞在中はテスト中だったが、この小文が印刷されるころには現業化されていると思う。さらに、彼らは同じ方式を局地モデルに適用した可変分解能・局地スペクトルモデルも開発中であった。この開発作業には東欧からの研究者も数人参加しており、そのような国際協力は「我々のモデルを多くの国で使ってもらうためにも重要」ということである。

3. 研究内容

私のテーマは山岳の大気への影響に関する研究だ

が、CNRM で行った研究については既に学会講演等で報告を行なっているので、ここではごく簡単に記すにとどめる。

複雑地形上の気象現象を数値モデルでシミュレートしようとしたとき、格子以下の地形が格子以上のスケールの現象に大きく影響していることが近年わかり始めた。その一つは「(小地形による) 重力波抵抗」と呼ばれるもので、山岳の遙か上空の風まで減速させることがわかってきた。この効果は既に予報モデルや気候モデルにパラメータ化して取り入れられ (例えば、岩崎; 1991), 良い結果を得てはいるが、まだまだ過小評価らしいということも報告されている。そこで、現実はどうなっているのか、モデルはそれをどこまで表現できているのかを調べる必要があると考えていた。

1990年10~11月、フランスとスペインが中心となって PYREX と名付けられた大規模な野外観測がピレネー山脈の周辺で行なわれた。この観測の目的は、山脈と大気との運動量交換の見積である。そのため、山の風上から風下に展開された14個の微気圧計網、プロファイラー4台とソーダー5台、山脈を取り囲むように強化配置した高層観測網、さらに航空機4機も加わって風や気温や乱流データの収集が行われた (Bougeault *et al.*; 1990, 1992)。この観測のまとめ役だった MC2 にはすべてのデータが収集され、データベースの形で保存されている。私は、気象研究所で開発した非静水圧モデルの計算結果と、その当時未公開だった PYREX データとの比較を行なうことにした。

滞在期間が半年弱だったので滞在中にまとまった結果を出すことはできなかったが、強化観測期間のうちからピレネー山脈にほぼ直交した風である北風と南風の事例を1例ずつ計2例を選び、条件を変えた計算を行った。計算は、種々の制約から2次元モデルで行ったのだが、風下波をうまく再現することができた。帰国後、計算例を増やし、結果の解析をしているところである。

滞在期間内では途中までしか研究を進められなかったが、良質な未公開データの帰国後の使用許可を得ることができたし(93年公開予定)、今後の共同研究に關する打ち合わせなど、実りある滞在であったと思っている。また、偶然ではあるが、世界の主な予報センターが非静水圧モデルのルーチン化を検討し始めており、フランスも乗り遅れまいとしていた最中に応用気象研究部の非静水圧モデルを持って行った。そのため彼ら

が我々のモデルに興味を持ち、種々のつっこんだ情報交換ができたのも有益であった。

4. 研究環境

CNRM の研究環境はなかなか良く、事務職も含めた各構成員に1台ずつ配られたパソコンは、シリアル回線を通じて高速のローカルエリアネットワーク (LAN) につながっている。LAN には各研究班に数台ずつある高機能ワークステーションやサーバー計算機が接続されており、さらに、光ファイバーの超高速 LAN を通じて現業部門で用いている汎用計算機や CRAY-2 スーパーコンピュータ、さらにはパリ近郊パレゾーにある全国共同利用施設の CRAY-2 まですべてに(ユーザー登録をしてあれば)アクセスできるため、目的に応じて最適な計算機を選択できる。また、これらの計算機は定期点検日以外、一年中24時間運用なので、パソコンとモデムと電話回線があればどこからでもいつでも LAN を通じて接続でき、仕事することもできる。6年前の滞在時には行編集しかできない端末しかないなど、日本より5~6年は遅れた計算機環境だったが、急速に近代化が行われたようだ。

フランス気象庁の主計算機である CRAY-2 は、92年1月にツールーズに設置された。それまでは専用の計算機がなく、パレゾーの全国共同利用施設の CRAY-2 を使っていた。どうして設置を機会に新しい機種にしないのかと尋ねたら、「CRAY-2 の主記憶がずばぬけて大きく(1ジョブ当り、標準ジョブで 64 Mword (倍精度)、大型ジョブでは 2.3 Gword 使える)、それにあわせてモデルを作ってしまったから、速くても主記憶の小さな新機種にするには抵抗がある」ということであった。環境に適応し過ぎると柔軟性がなくなるといことであろうか。しかし、古いとは言っても、この CRAY-2 にはひとつ当り数百 MFLOPS ある CPU が4つも付いているので、ジョブの処理は早い。ざらりと並んだ実行待ちジョブがみるみる消化されていくのは、気持の良いものであった。

5. おわりに

速い計算機と小回りのきく環境、そして、もちろん、結果を検証する質の良い観測とが、モデル屋には必要だと改めて痛感して帰ってきた。アメリカやイギリス以外にも、優秀な気象研究者がそれぞれの環境のもとで頑張っていることにも励まされた。今は、この刺激を自分の内でいかに持続し、発展させていくかが私の

課題になっている。

最後になりましたが、今回の滞在に当たり、科学技術庁や気象庁の方々にお世話になりました。滞在中は CNRM の Bougeault 氏に公私にわたって面倒をおかけしました。気象研究所応用気象研究部の方々には快くフランス滞在を認めていただきました。ここにお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- Bougeault, P., *et al.*, 1990 : Momentum budget over the Pyrénées: The PYREX experiment, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 71, 806-818.
- , *et al.*, 1992 : The atmospheric momentum budget over a major mountain range : First results of the PYREX field program, submitted to *Annales geophysicae*.
- 岩崎俊樹, 1991 ; 重力波ドラッグ, *天気*, 38, 603-604.
- 里村雄彦, 1992 ; Jean-Claude André, *天気*, 39, 483-485.

編集後記：ある気象関係の趣味の会に入ると、特典として自分の誕生日の天気図をもらえるという話を聞いたことがあります。誰しも、自分の誕生日の出来事には興味があるもので、新聞の縮刷版などを見返した経験をお持ちの方も多いいと思います。

編集後記の原稿の期日がたまたま1月の自分の誕生日だった上に、計算間違いからひょっとして本誌が自分と同じ年の同じ月に生まれたのではないかと思ひ込んだために、図書室に足を運び本誌創刊号を見返して見ました。

残念ながら、(年も違っていたのですが)本誌は1月生まれではなく、1954年5月の生まれでした。創刊のことばによると、本誌発刊の一番の動機は地方在住会員の強い要望であったとのこと。毎号表紙に気象

現象の写真を載せた創刊当時の「天気」からは、1956年1月に正式に気象集誌に次ぐ日本気象学会の機関誌として認知されるのを待たず、単なる雑誌として編集を開始した編集委員とこれを支援する会員の方々の熱気がひしひしと伝わってきます。

御存知のように本誌は本年1月号から表紙や印刷方式などを変えましたが、「地方で埋もれている原稿や写真などが無いようにしたい……。……“天気”は読者の雑誌として発足し、これからももっぱら読者の声によって編集され、発行され……。ようになりたい」という創刊時の編集方針は今も変わっていません。創刊時の熱気を持ち続ける為にも、読者の皆様の本誌への積極的なご参加をお願いいたします。

(新野 宏)