

## Richard Rotunno (リチャード・ロットウンノ)

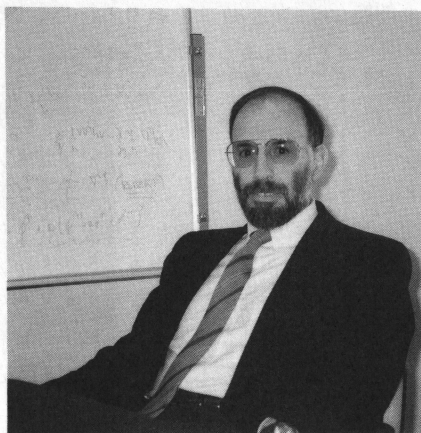
去る2月3日から16日まで、科学技術庁振興調整費による重点基礎研究「シビアウェザーの発生機構に関する基礎的研究」の遂行のため、NCAR（アメリカ）のSenior Scientistのリチャード・ロットウンノ博士が気象研究所に滞在された。博士は1949年生まれ。メソスケール現象を中心に、大気境界層の乱流からハリケーンや温帯低気圧に至るまでの幅広い分野の力学に関する論文を数多く発表されている。来日の機会をとらえてお話を伺った。

—こんにちは。「天気」のために貴重な時間を割いていただき、ありがとうございます。まず、どうして気象の研究者になったのか教えてください。

ももとは、工学を学ぶために大学に入りました。1967年のことです。特にどういう工学をやりたいか自分でもわからなかったもので、ただ広く工学を学ぶことにしました。3年生になって、流体力学が実に自分に合っているのがわかりました。電磁気や物質科学は可視化が難しい。その点、流体には触れることができ、実体があり、何か実体からくる直感といったものが得られると思えました。それで、とにかく流体に関することをやってみようと思ったのです。

当時、流体力学の主な応用先は航空工学でした。そこで、私は航空工学を学び始め、ニューヨーク州立大学のストーニー・ブルーク校で学士、修士を得ました。ところが、学士を取ろうとしていた1971年春にそれまで有望だと思っていた航空工学関係の就職市場が大幅に減ってしまいました。当時航空工学で最も重要な課題だった超音速輸送機の開発研究が、オゾン層の問題のために中止されてしまったのです。

というわけで、航空工学で職を得るチャンスは少なくなってしまう、私は何か流体力学を使ってやれる別の分野を探し始めました。そして、環境問題に重点を



置いた地球流体力学が有望じゃないかと思ったのです。

—なにか地球流体力学に興味を持つきっかけでもあったのですか？

その頃、いろんな大学院の紹介記事を読みあさっていました。それに、修士課程で Cess 教授による大気物理学の講義を受けました。彼自身も環境問題に興味を移しつつありました。もう1人の教授による海洋学の講義も受けました。ですから、地球流体力学の雰囲気はわかっていました。最終的には、自分自身の興味と経済の将来を最適化する方法として、地球流体力学を選んだのです。1972年のことでした。

そこで、プリンストン大学の地球流体力学研究所(GFDL)に行き、4年間学びました。指導教官は Isidoro Orlanski で、1976年に内部重力波に関する研究で Ph. D を取りました。

—J. Fluid Mech. に発表された「成層が時間変化する場合」の論文ですね。

そうです。現実世界ではあまり役に立たない問題のように思えました。しかし、この問題を研究することでいろんなことを学びました。そして、その知識が後で私を助けてくれました。それに、皮肉なことに次に

研究する問題を定める上でも大いに役に立ったのです。

Ph. D を2年かけて取った後、私は自分の博士論文がどんな実用的価値があるのかという質問をしばしば受け、そんな質問を受けることに飽き飽きしました。そこで、次からはもう決して、なぜその研究をやったかなどという説明のいる問題はやらないようにしようと心に決めました。そうすれば、セミナーの最初に10数分もかけて、自分がなぜこの研究をやり、なぜそれが重要な問題かなどと説明しないで済むでしょう？

—自分の仕事についてもっと長くしゃべれるということですね？(笑い)。GFDLには大規模な現象を研究している人が多いですが、博士はメソスケールの力学に関する研究を多くやられていますね。どうして、メソスケールの力学をやりようと思ったのですか？ セミナーで研究動機の説明がいらさないからですか？(笑い)

Isidoro Orlanski と一緒に仕事をすることが大きいと思います。彼は、内部波や前線などメソスケールの現象に興味を持っていました。ただ、私自身は海洋大循環モデル開発者の1人の Kirk Bryan にも大きな影響を受けました。実際、博士課程を終えたとき、カナダの Dalhousie 大学で海洋学のポスト・ドクトラルをやることも考えたのです。結局は NCAR で1年間のポスト・ドクトラルをやることにしました。これはいい条件でした。

—1年契約だけですか？

当時はみんな1年でした。私は、メソスケール部門の長だった Doug Lilly と一緒に仕事をすることになりました。私は彼に何か竜巻に関することをやりたいと言いました。竜巻がなぜ重要ですかなどとときく人はいませんからね(笑い)。彼は、Neil Ward の竜巻渦の実験装置は本当に印象的だと言いました。そこで、私は竜巻渦の実験装置について考えてみて、数値実験をやってみることにしました。数値実験では室内実験で得られないいろんな物理量が得られます。室内実験では圧力場を測るのは難しいですし、渦との相互作用無しに速度場を測るのも難しい。数値実験では、境界条件なども簡単に変わることができます。結果的にこの数値実験は室内実験を補ういい研究になりました。私は最初、Oklahoma 大学の室内実験のグループの人々と、後に Purdue 大学の室内実験のグループの人々と一緒に共同で研究しました。

—その間にドップラーレーダの発達があったのですか？

ほぼ同じ頃ドップラーレーダが発達してきました。これは竜巻の研究を続けるいい機会だと思いました。そこで、Joe Klemp と一緒に彼の数値モデルでスーパーセルと呼ばれる積乱雲の力学を調べることにしたのです。当時としては初めての nested grid の積乱雲モデルで雲内の鉛直渦度の生成機構を詳しく調べました。Joe と私は個人的にも相性が良く、大変うまく協力することができました。当時、他にもいくつかのグループが同様の問題に取り組んでいたのですが、私達は彼らに一步先んずることができました。2人の協力関係の良さによるものでしょう。私達は大変楽しい毎日を過ごしました。今では、この仕事は完成し、気象局で使われています。我々の仕事に応用に使われていることは、大変嬉しく思います。

—最近、何人かの研究者が、Klemp and Wilhelmson のような数値モデルに nesting をして竜巻をシミュレートしようとしています。竜巻自身の数値シミュレーションについてはどう思いますか？

Lou Wicker は現在大変いい仕事をしていますし、Steve Lewellen も同様の仕事をしている途中ですが、私はまず何をシミュレートする必要があるのかを知るために、質のいい観測が必要だと思っています。

私達の積雲モデルが登場したのは実にいい時期でした。丁度非公式のストーム観測によってメソサイクロンや下降流など、ストームの構造に関するいいデータが手に入り始めていたからです。これらの観測により、ストームの構造には繰り返し観測される普遍的な特徴がいくつもあることがわかってきました。ああ、ここにシミュレートしてみたいものがある；どんな条件の時にこの特徴が起こるのだろうか？ 何がこの特徴を起こしているんだろう？ といった具合です。私は多くの理論的研究をやってきましたが、理論というものはデータがなければほとんど不毛なものだと思います。何を説明したいかをまず知らなければいけません。竜巻に関して言えば、現在はろう斗雲のスケールでの質のいい観測データを得る必要があると思います。

—VORTEX はそれを目指していますね。

そのとおりです。VORTEX 計画は竜巻渦のスケールの流れの場を得ることを目標にしています。積乱雲の下の熱力学的な変数の分布も詳しく得ようとしています。既に、車に積んだ可搬形の小型の FM-CW ドップラーレーダで竜巻のろう斗雲の中の半径 100 m のところで毎秒 120 m/s という猛烈な風が測られています。ですから、今はとてもわくわくする時期にさし

かかっています。いいデータが得られれば、意味のあるシミュレーションをすることができるようになるでしょう。

一竜巻やスーパーセルの他にも、地形を越える流れや、海陸風、対流混合層、安定な密度成層中の乱流などいろいろな問題をやられています、どういうふうにご利用の問題に興味を持たれたのですか？

セミナーやコーヒーを飲みながらのちょっとした会話からです。私は、科学者はある程度の自由を持っていることが大切だと思います。私は「残念だけど、今はあのプロジェクトをやらないといけないので、それはやれません」とは言いたくはないのです。例えば海陸風の理論の場合ですが、Carl Friehe が NCAR に来て、1981年に行われた沿岸海洋力学実験に関する大変立派なセミナーをやったことがきっかけになりました。カリフォルニア沖では、春には北風が吹くため、湧昇がおき、水温はとても低くなります。彼のデータは、とてもはっきりした海風が起こっていることを示していました。彼に、どれだけ内陸に入っていくんですか、と聞いたところ、100 km という答えでした。100 km だって？ ずいぶん遠くまで行くものだなあ、と思いました。そこで、論文に目を通し始め、数か月後に理論を作り上げたのです。

—どうも、あなたの研究の源はセミナーのようですね。

基本的にはそういつてもいいと思います。私は、うまく発表されるセミナーに行くのが大好きです。

—NCAR はいいセミナーを聞くには最適の場所でしょうね。

NCAR で Ching-Hoh Moeng に会うまでは私は skewness とは何か、全く知りませんでした。当時、私は対称不安定に取り組んでいました。対称不安定は2次元モデルの範囲内では対流不安定とほとんど1対1の対応があります。ある日、私は彼女と、彼女の3次元ラージ・エディ・モデルの結果について話していました。彼女は私の結果を見て、「あれっ！これはひょっとして私達のラージ・エディ・シミュレーションの skewness の分布を説明してるかも知れないわ」といいました。私は、「skewness って何のことだい」と聞きました(笑)。私は、教科書を見て調べなければなりません。それから、私は、「よし、何が起っているかわかったぞ」といいました。ということで、私達は一緒に研究を始めたのです。

結局、最終的には私の2次元モデルは正しい説明とは無関係であったことがわかりました。しかし、それ

にもとづいた2人の会話が何か大事なものをひらめかせてくれたのです。その結果、私達は正しい道を見つけることができました。1つの研究所に一緒にいることのいい点は、お互いに議論でき相互作用ができることです。

—将来、個人的にはどういう問題が重要になるとお考えですか？

私自身は、しばらくの間、いろんな問題をただ眺めて見たいと思っています。今の分野でかなりの間仕事をしてきましたから、それから、見回すのをやめて、また仕事をするつもりです。私はあるテーマに飽きてきたら、別のテーマに変えるようにしています。これまで、そういうスタイルでやれてきたことは大変運が良かったと思います。

—本当にあなたの研究の源はセミナーなどで目の前に示されたアイデアなんですね。それをもとにしていいアイデアに結び付けるといった。

そう、研究者どうしの相互作用を中心においた研究です。将来のことはわかりません。ずっと将来を規定するような壮大な展望は持たないことにしています。ただ、いくつかははっきりしていることはあると思います。例えば、山や海岸線などに影響された天気予報の問題です。ウインドプロファイラや何台ものドップラーレーダのデータをうまく同化することによって、山や海岸線に影響された地域の短時間予報を改善することはかなり可能性が高いと思います。天気予報はいい研究分野だと思います。実践的な応用と興味深い問題が交わりあう分野ですから。

—では、ご自身でもその分野で仕事をされるつもりですか？

私がやってきたほとんどの問題はなんらかの応用があるものばかりです。竜巻、スーパーセル、スコールライン、ハリケーン、海陸風、地形を越える流れなどはすべてすぐに応用に結び付くものばかりです。私は基本的に工学的な考え方の人間なので、自分の仕事からなんらかの形のある成果が得られるのを見たいのです。

—最後に、若い科学者に対する忠告があればお願いします。良い科学者になるためには何が一番大切だと思われませんか？

まず一生懸命学ぶことです。確実に基礎を理解する必要があります。学生時代私は本当に一生懸命勉強しました。基礎的な事柄をすべて身につけ、理解することがとても大切です。

次に大切なことは、質問をすることを恐れないことです。人々は大抵何が正しいか自分は知っていると思っていますが、実際には知らないことが多いのです。私がセミナーを聞くときは、もしも講師があるレベルに達していれば、まず彼(彼女)が何を言うかを良く聞きます。次に、彼の言うことを自分の知識に照らしてみます。もし2つが一致しなければ、真実を見つけ出そうと努力します。もし、私が間違っていれば、それはそれでいいのです。私はそれから何かを学びます。もし彼が間違っていれば、彼が何かを学びます。もし、両方が間違っていれば、両方が何かを学びます(笑い)。

質問をするのを決して恐らないことです。  
—ありがとうございました。

同僚の Joe Klemp 博士が administration に比重を移しつつあるという現在も、自分は administration は嫌いだ。当分は研究に集中したい、と言う。若い頃から一貫して過度に注目し、非線形現象を物理的に眺める姿勢を通す博士は、素朴で、自分を飾らず、柔軟で、人付き合いが良い。多くの共同研究を成功させてきた秘訣は、博士のそんな性格にありそうである。

(気象研究所 新野 宏)

## 第7回日本気象学会夏期特別セミナー(若手会夏の学校)開催のお知らせ

### 第7回夏の学校実行委員会 記

気象学会の若手有志によってはじめられた「夏期特別セミナー(若手会夏の学校)」も、好評のうちにこれまで6回を数えました。7回目となる今回は東京大学が主管で、右の要領で行なうこととなりましたのでお知らせします。

今回は、夏の学校の趣旨である「若手研究者の討論、情報交換および交流の場」が活かせるように、参加者が自主的に議論に加われるような内容で行ないます。また時間的に余裕をとって、さらなる討論を行なったり、交友を深めることができる機会を設け、夏の数日間が有意義なものとなるように、と考えています。多数の方の御参加をお待ちしています。

要項・参加申込書など御希望の方は、右の連絡先までお知らせ下さい。なお参加申込の締切は6月30日(金)と致します

期 日：1995年7月30日(日)午後  
～8月1日(火)午前

場 所：富士箱根ランド

静岡県田方郡函南町桑原笛場1354

(熱海・小田原駅からバス約1時間)

招待講演：住 明正

(東京大学気候システム研究センター)

演 題：「気象学の今後について」

連絡先：〒153 東京都目黒区駒場4-6-1

東京大学気候システム研究センター

夏の学校実行委員会

西村照幸

Tel (03) 5453-3962

Fax (03) 5453-3964

e-mail nishi@ccsr.u-tokyo.ac.jp