

れている式と式とのつながりを、私が丹念に黒板へ書いて説明しないと、先生は納得されなかったのである。そのゼミを志願したのは私一人であったので、当時は毎週ずいぶん分苦しい思いをしたが、それによって熟読の習慣をつけていただいたことを、いまでは先生に深く感謝している。熟読ということには、単に内容を丹念に読むだけでなく、その内容について深く考えるということが伴わなければならない。すると、そこには内容を理解するのみに止まらず、内容を批判するという思考作用も伴うようになる。こうして優れた本を熟読するうちに、内容の意味をいっそう深く理解できるようになると共に、不十分な点や発展させられそうな点も見えてくるようになる。当然、その過程において研究のテーマも見出せる。こうして、熟読は研究者になるためには欠かせない読書法であると信ずる。ただし、最近では極めて多くの本や論文が出版されるので、まず速読によって良い本や気に入った論文を選択し少数のものを熟読することにしないと、他人の書いたものを読むだけの学者になる恐れがある。

与えられた紙数も尽きようとしているので、もう一つだけ申し上げたい。具体的にあるテーマを研究しているときに、非常に大事なことは、絶えずその問題を考え続けるということである。いかなる研究も、決して当初予想したとおりに順調に進むものではない。研究の途中で思わぬ障壁にぶつかって、つかえるのが普通である。私が多く扱ってきた紙と鉛筆による研究では、それを切り抜けるには、執拗なまでに考え続ける以外に方法はない

のである。考えに考えぬいているうちに、無意識のうちにも脳細胞が働いて、問題解決の端緒を作ってくれるのであると私は信じている。そして、苦しみぬいたあげくこのような経験をしたときに、研究の喜びをしみじみと感ずることができるのである。

しかし、科学の世界には、どうしても自分の手に負えない問題があることも銘記しなければならない。私が遭遇したこの種の問題の一つは、等方性乱流論における乱れのスペクトルを全波数域にわたって統一的に求める問題であり、他の一つは、上下二つの境界面内の放射平衡の厳密解を求める問題である。この種の問題をあくまで執拗に追求すると、結局は貴重な時間と精力の浪費に終わる恐れもある。このことは前節に述べたことと矛盾するようであるが、ある問題が最終的に自分に解けるか、否かの問題についての適切な判断が下せることも研究者にとって必要な知恵というものであろう。その際に厳密解は得られなくとも、良い近似解が得られれば一応目的は達せられたと考えられる。とくに気象の場合は、上述の二つの問題のように内容の明確な問題は少なく、包括する内容が漠然としている問題が多い。このような問題を扱う場合には、いたずらに完全さを追求するよりは、ケーベル博士の随筆集にも述べられているように、あるところで「結末をつける Ein ende machen.）」ことを目指すことが、研究成果を上げるうえに効果があると思う。

## 研究・調査へのアドバイス

内田 英治\*

今回は、主として気象庁の地方官署の職員を中心に、地方研究・調査について何かアドバイスのようなものを述べたいと思います。もちろん、気象庁以外の方々にも何らかの形で参考となることを念願しつつ記しました。

まず、おおよそ仕事をする時は目的が必要です。ただしいていの場合、研究のスタートにはある問題への興味が行先し、それに対して研究意欲がふるい立ちます。そ

れにしても、研究の最終目的と目先の目的、その間の連けい、そして、最終目的にどのように効率的にぎん新たなアプローチをしてゆくべきかの事前検討や評価は、内的にも外的視野からも多かれ少なかれ絶えず必要と思うのです。それは、緊急性と重要性とを問わず年次計画を作るとき十分考えなければならないでしょう。

地方での研究・調査で、まずサイエンスとしてはローカルの特異現象を調べることはごく自明のことでしょうが、その仕事の学問的、防災業務的位置づけに迷うこと

\* E. Uchida, 気象研究所。

が多いと思います。学問的面としては、たとえば地方の降雨特性を地道に研究することが学会主流の降雨論とどんなつながりをもっているか、防災業務的面としては、地方の細かい現象がたとえば NWW 技術開発上のガイドランスにどうつながりをもち、地域配分にどう寄与するか等が挙げられるでしょう。また、エンジニアリングとしては、情報工学として気象情報をどう効率よく伝えたらよいかというシステムの問題や、ニーズに応じるには何が最も適確かとか、どんな解説法、ディスプレイ法が良いかということも挙げられるでしょう。具体的には、後の章で少し述べますがこのような**目的感への考察**がまず大切だと思います。

つぎに、目的達成上の方法についてですが、先に述べました**事前検討や評価**（もっとも研究には前もってテーマややり方が明確なものは少なく、たいていあれかこれか手がける中に活路を見出すのが多いかも知れませんが）のために、どんな**手段**でアプローチすべきか熟慮する機会が必要でしょう。それには、たとえば、自分の探ろうとする現象の要素分析（気圧、気温分布とか）が、**必要条件**として見られるのか、**十分条件**として考えられ、いわゆる必要かつ十分条件を満足すべきなのかということです。気候変動の原因論とか、予報則をつくるための気象要素の列挙などによく見られる**条件分析**に、これは重要です。自然現象は、再現性のきくことをまず前提としていますので（厳密な再現性や類似性はないにしても思考過程として）、一義的に総合再現条件（必要かつ十分条件）が決まらなければただケーススタディのら列になってしまいます。ケーススタディでも厳密なものも再現性をもくろんで分析すべきものだと思いますが、

つぎに、事前検討や評価のためには**論理の連続性**とか**均一性の組み立て**とか言われるもの、すなわち**因果律関係**（原因→結果）を**総合的に**考える必要があります。（現代化学の特長は、前世紀までの分化の科学ではなく総合の科学であると言われる。）その際、現象の中には**同時現象**（湿舌と下層ジェットと豪雨など）というものがあ、実際は容易ではありません。その時、研究・調査に必要なものは、第1次的（あるいは第1近似的）ざん新性ということでしょうか。精密さを追いつぎても、観測精度、メッシュ間隔以上のことをやっても意味がうすいし、どこまで精密にしても限りないような測定論や構造論やモデリングをしてもオリジナリティに乏しいかも知れません。**合目的論**を考えた上のざん新さまたはオリジナリティは、ただ興味本意のうつろいという訳では

ないと思います。この資料、この情報の限界性からはどんな合目的性が得られるか、どんな新しい知識が得られ逆にそれ以上のものは得られないかを見きわめることが肝要でしょう。（小さなメッシュ間隔のデータからそのメッシュに合ったスケールの現象は解明されず、目的に応じたある大きなスケール現象が限度であるとか、スケール評価については数値予報上はいつも問題になるようです。）

もっと方法論上の具体性に触れますと、地方官署では資料収集について**隣接官署のデータ**（レーダスケッチ図とか）の入手法を容易にしなくてはならないという声があります。（レーダエコーのデジタル化計画が進めば、随分違ってきますが）隣接官署同士の話し合いや勉強会がもっとなされてもよいはずですが。

ところで、研究・調査がまとまった段階でコンクリートな論文を出そうとすると、苦しみますし、いつまでたっても完成などしそうにありません。そこで、**短報**とか**技術報告**（テクニカルノート）がよいのですが、学会で発表される講演数に比べて「天気」や「気象集誌」などへの投稿はきわめて少ないのが現状です。短報をざん新な目でまとめれば、立派な研究・調査となります。その心掛けが大切でしょう。そしてある程度集まったら、総合的に報告を書けばよいと考えます。その際、指導者の責任は重要です。研究・調査の方向づけ、外部講師の招へい、ムード保存、転勤時の配慮、討論の場の設定、学会参加……、しかも日常業務を当然のことながらしっかりやった上になると随分難しいようにも思いますが、日常業務自体がどんなに大切かを教えつつ、しかも能力ある者を伸ばす努力をもしなくてはなりません。日常業務と研究は一応別の範ちゅうでありながら、しかも根底で密接に関連しているという独特の関係を考えてやらねばなりません。旅費とかいう予算問題になると急にシビアになりますが、活路は意外なところにあるかも知れません。

さて、最初に述べるべき研究・調査についての対象（テーマ）が最後になりました。根源的な目的論、方法論の概念がまず必要と思ったからです。

地方では、とくに山岳が多いところでは降水、風、気温等の**山岳効果**（地形効果）が問題になりがちです。数値予報では大規模の山の効果が（ヒマラヤ東部の異常な高圧部等の解明のため）問題になりますが、小規模現象もいつも話題に上ります。

しかし、それを客観的に抽出するのは容易でありませ

ん。海からの擾乱が山岳（たとえば高度300~400 m以上）にぶつかって増雨があったとしても、その擾乱が海の上でいわゆる組織化され、より大きな場との間にエネルギーを有効にやりとりして維持されているか否か、たとえばこのようなことは風向別に、気圧パターン別にエレガントに分類されねばなりません。その擾乱の種類と規模（積乱雲群と言ってもその空間密度や活動度、筋状分布か帯状分布か等）をふるい分ける必要もあります。海陸風のようなエネルギーの小さい、しかし一日の周期性や原因がはっきりしているようなものでも、地形効果があります。電子計算機でシミュレーションするのも大変ですが、想定としてどんな小規模循環パターンが考えられるかを調べるのも大切でしょう。その他、大気汚染粒子の移動拡散もよく問題になりますが、海から来た空気は必ずしも一定の清浄性はなく、一般風の小さい数日間では、汚染空気は海上にもさまよっていることを思い、トラジェクトリーをスケールの的に考えておくことが大切です。

つぎに、気流ということが、擾乱、大気汚染等に問題になります。たとえば、レーダエコー合流（帯状エコーの合流）問題のとき、どんな気流系（流線、シャー、ベクトル他）が想定されるか、そのモデルを2~3考えておき、当面、データ不足でしょうから、一応説明できる段階で保存しておく、そして別の機会にそれを取り出して矛盾するかしないか調べることがよいでしょう。データ不足と言っても、満足すべき特別観測など、予算上からも現象に遭遇するチャンスから言っても、容易にできることはありません。限られた範囲の**情報価値**をその範囲内でフルに活用すべきことが近来唱えられています。

**情報価値**について言えば、一面、**情報の総合的利用**ということが情報を本当に効率的に生かすことだと言われます。たとえば、今後衛星資料の利用が盛んになりましょうが、あるすばらしい衛星雲解析だけでほっておくとせっかくの情報も価値が薄れます。上から見た情報（それにはまず擾乱の発生初期の把握という利点もありまし

ょう）に加えて、下からのレーダエコーとか、降水量分布とか、それがデータとしては互いに限界があっても、補い合って大変有力な武器となります。NWWのガイダンスの地域配分などにもこの配慮は必要です。また、防災上の効率を十分考えて、たとえば従来のように擾乱の中心付近で必ず大雨が降ると決まったものかなどという配慮も時には重要でしょう。

このように考えると、やるべきことはそれこそ立体的に多くあります。その際、さらに一つ加えて述べたいことは、**統計法の合目的性と限界**ということ、なんでも統計に頼るのはおかしいということです。統計とは、あるスケールとか現象を均質化して統計的に考え、そこから得られた結果をその目的に応用して、本質にアプローチするための手段で、これを有効に活用したら現象解明にこんな有力な手段はありません。ただ、平均的なことを考えているのかとか、異常現象に果たして対応しているのかとか、その限界をよく知りつつ行なうべきです（たとえばモンテカルロ法で個々の粒子移動を追跡するのも、統計的仮定に基づいています）。**パタン分類**は、今後重要なテーマで電子計算機で行なう研究も進むでしょうが、当分は、主観的分类（気圧配置別とか）でも何のためにそして何が出てくるか……そのもろみをもたないと、それこそ個人個人のバラバラの主観的パタン分類に終始します。

このように、たとえばある地方で特有の帯状エコーが発達しつつやって来て、内陸部で豪雨を降らせるといっても、山岳効果で本当に増幅されているか、気流状況として収束不連続線をめぐる立体モデルはどうか、衛星とレーダエコーはどういう関係か、数値予報プロダクトにポンシャル的にどう出ているか、統計的によく表われる現象か、その第1次原因は何か、パタン分類した時の大規模場の中の現象的位置づけは大丈夫か、その時の第1次モデルはどう表わせるか などを追いかけていくと、何か自分なりに考えの上ですっきりまとまった研究・調査になってゆくではありませんか。また、人に対する説得力も大いに増大してゆくことでしょう。