

批評の精神について

…研究のなかで考えたこと

—2008年度藤原賞受賞記念講演—

廣 田 勇*

1. はじめに

この度は名誉ある日本気象学会藤原賞をいただき誠に有難うございました。ご存知のとおり、この藤原賞は我が国の気象界に大きな足跡を残された藤原咲平先生に因んだものです。藤原先生は1950年（昭和25年）にご逝去になりましたので、残念ながらご尊顔に接する機会はありませんでしたが、私の東京大学時代の恩師である正野重方先生の師匠筋に当たる方ですので、学問上、寺田寅彦と並んで祖師のひとりと言えます。今回ゆくりなくもその藤原先生のお名前を冠した賞をいただいたのは不思議なえにしだと感じております。

さて今回の受賞に当たっては身に余るお褒めの言葉をいただき恐縮しております。気象学会の先輩同輩の中には学会外部からの立派な賞を多々お受けになった方々が何人もおられますが、私はこれまで賞というものに殆ど縁がありませんでした（あまり大したことはしていないので当然ですが）。考えてみれば、32年前の1976年に「成層圏中間圏プラネタリー波の研究」で気象学会賞をいただいた他には、50年以上も昔、高校生のとき、文化祭の一環として文芸同人誌にフランス象徴詩を真似たような詩を書いて「文学賞」を貰ったことくらいしか思い当たりません。

それゆえ今回の講演では、ご推薦いただいた内容に即して話をするかわりに、これまでの自分の研究生活の中で折に触れ考えてきたことを断片的にお話することに致します。何やら古希を過ぎた老学者の独り言

みたいですが若い世代の会員諸氏に向けたメッセージも籠めたつもりです。

2. 3つのDIY

街中を歩いているとDIYの看板を見かけることがあります。昔ふうの言葉でいえば金物屋さんと荒物雑貨屋さんを合わせたような店で、Do It Yourself、つまり日曜大工や自家用ガーデニングなどに使う品物を売っています。

このDIYを自己流に拡張解釈すると次の3つが考えられます。

そのひとつは、何か責任ある仕事を負わされたとき、周囲の方々に対し、「一切お任せします、どうぞそちらでやって下さい」とお願いすることです。事実、今回お褒めいただいた気象学会理事長としての学会運営とは、機関誌の編集をはじめ125周年記念行事や講演企画・地球環境問題・教育普及など各種委員会を担当の理事諸氏に「どうぞよろしく」とお願いただけで、皆様が各々の分担責務を大変立派に実行して下さいました。従って私は自分で何もする必要がなく、春秋の大会の理事長挨拶なども出来るだけ短く終わらせ、あとは気象学の学問精神だけを自由に語っていけばそれで済みました。実質的な学会運営を担って下さった理事委員各位および事務局の方々に改めて厚く御礼申し上げる次第です。

ふたつ目のDIYは、若い学生諸君に向って「このテーマは面白そうだから君自身でやってみないか」と誘いかけることです。私の京都大学在職中に気象学研究室に入ってきた学生院生諸君は、みな素晴らしい才能と意欲に満ちた人々ばかりでしたので、私は殆ど何もせず、彼ら彼女らの勉強研究ぶりを横から眺めてい

* 京都大学名誉教授。

—2008年5月22日受領—

—2008年7月8日受理—

るだけでした。若手育成の功績が大きいと評価していただきましたが、実状は教師冥利に尽きる左団扇の安楽椅子生活でした。唯一取り柄があったとすれば「面白い研究結果が得られたら必ず論文として発表しなさい。論文とは自己表現なのだ！」と煽動し続けてきたことくらいでしょうか。自力で立派な成果を挙げて成長してくれた学生諸君に対し感謝の気持ちで一杯です。

そして3番目のDIYが本論の主題の「批評」です。世の中には様々な評論家と称する人々がいて、他人の仕事に対し批評や批判を与えています。彼等に対する最も効果的な反論は、「御説ごもっともです。それでは貴殿ご自身でやって見せていただけませんか」と懇懇に答えることです。下世話ふうに言うなら「ウルセエ、文句アルナラテメエ自分デヤツテミロ！」ということにもなりましょうか。

それで次節以下では、この評論 vs 反論ということの意味について具体例を挙げて考えてみることにします。

3. 批評とは何か

今は亡き瓜生道也氏（元九州大学教授）は、研究業績の格の高さは言うに及ばず、気象界の中にあって他に類を見ない程の博識でかつ深い哲学的思想の持ち主でした。同年代ということもあってウマが合い、学会や研究会・セミナーなどで博多を訪れたときは仕事のあと必ず中洲に誘っていただき、学問研究の話は勿論のこと、諸芸百般について杯を重ねつつ夜を徹して語り明かしたものです。

あるとき、当時巷間に流行していたポストモダンなる怪しげな風潮に関連して批評・評論ということが話題になった際に、彼はこんな話を聞かせてくれました。

《小林秀雄は、博学に裏打ちされた華麗な文章で我が国における文芸評論という世界を確立した人物として世間では高く評価されているが、良く考えてみると彼のやったことは殆ど他人の業績に拠りかかっているに過ぎない。彼の書いた「モーツァルト」に対してヴァイオリニストの海野義雄氏が「私は小林のような洒落た文章は書けないが、自分が演奏を通して体得理解したモーツァルトの真髄は小林の評論などの遠く及ぶところではない」と断言したという》

この話にすっかり同感した私は、むかし学生の頃に聞いたこんな話で応じました。

《昭和の名力士栃錦は、関脇までは技能賞を10回も取ったほど土俵狭しと暴れ回る業師であったが、大関横綱へと昇進したあと横綱相撲を目指して本格的な押し相撲に転向しようとした。しかしなかなか勝てず低迷した時期があった。それを見た相撲評論家たちは口を揃えて彼の取り口を批判した。それに対する栃錦の言葉は強烈だった。曰く、大関にもなれなかったやつに横綱の相撲がわかるかっ！》

その夜に瓜生氏と酌み交わした酒の味はまた格別でした。私も一度でよいからこんなカッコ良い啖呵を切ってみたいものですが、実を言えば、わが気象学会でまさしくそれに匹敵することを言った人がいました。

今から5年前の気象学会で地球環境問題委員会主催の公開講演会「地球温暖化と異常気象」が行われたとき、最後に立ったコメンテーターのひとりが、「地球環境問題について発言する資格のあるのは関連する夫々の分野で優れた専門的研究実績を持つ者に限られる！」と喝破しました。拍手喝采でした。その人は大気化学組成分布変動に関して優れた研究実績をお持ちの方でしたので、その発言には強い説得力がありました。

たしかに昨今の学会周辺を見渡すと、国際的に通用する研究論文を書いたことのない者が他人の仕事の受け売りで温暖化だの気候変動だのといった類の本を書いているのはどうにも感心できません。他人の話の紹介だけならば新聞社の科学部記者のほうが上手に書けます。同様に、雲解像モデルなどと言うからにはまず雲そのものに関するしっかりした論文を書いて貰いたいものです。

いや、誤解なさないで下さい。他人の仕事ぶりを非難することが私の本意ではありません。「人を呪わば穴ふたつ」ではありませんが、批判は必ずわが身に返ってきます。言いたいことは、「他者に対する批評とは、結局自分自身に立ち返って受け止めるべきものだ」ということです。そう言えば「人の振り見てわが振り直せ」という教訓もありました。

その意味で次節では自分が行ってきた研究をもう一度冷静に見直してみることにします。

4. 研究者の履歴

研究者が学生時代から引退するまでの数十年間にどのような研究上の軌跡を辿るものかは人さまざまです。この道一筋に生涯同一のテーマを追い続けて立派

なお仕事をされている方は学会内にも大勢おられます。

しかしそれとは逆に、若い頃にひとつの仕事をして学界で認められたあと、次の段階でさらに別のテーマや手法で新分野に挑戦するのも意義のあることです。それにはもちろん時代や境遇といった要因も絡むでしょうが、大切なのは研究を進める上での理念、つまり研究者としての生き方だと思われます。それがなければいくら論文を書き続けても所詮は同工異曲の域を出ません。

鎌倉時代の歌論にこんな言葉がありました。

「秀歌一首持つは歌よみ、二首持つは上手、三首は有り難き事なり」(藤原長房)。

たとえば小倉百人一首に選ばれている歌はみな秀歌と言えましょうが、夫々の歌人について他にどんな歌があるかと問われたとき、これといった歌の想い浮かばない場合もあります。それに対し貫之・定家・西行あるいは後鳥羽院などは、代表作一首を選べと言われても迷うほどに秀歌がたくさんあります。

この歌論を我田引水で借用すれば、たとえば20代に書いた学位論文が新人賞・論文賞などの形で認められた者が、その後、更に優れた仕事を積み重ねていったかどうかが問われることとなります。この視点を我が身に引き寄せて考えるなら、気象学会賞をいただいた以後、果たしてどれだけ次の新しい分野・テーマを開拓し得たかを自分自身に厳しく問い質さなければなりません。

5. 東京から京都へ移って

1976年の気象学会賞までの仕事は、東京大学で行なった順圧・傾圧不安定理論、非線形数値実験、プラネタリー波動鉛直伝播論、成層圏循環解析など、様々な気象力学研究手法を身につける修業段階の意味合いがありました。

学部時代以来の恩師である正野重方先生は「理論気象学」を標榜しておられましたが、現実大気の現象事実に対する造詣も深く、ご自身のライフワークであった「大気擾乱の研究」は同時に大循環研究の基本となるものでもありました。一方、大学院修士課程で直接の指導教官であった都田菊郎先生は、数値実験の基本精神を教えて下さったばかりでなく、学生院生に対する口癖の「他人のやらないことをやりなさい」の具体例として当時未開拓の研究領域であった成層圏力学への関心を示唆し、ご自分から突然昇温解析を実践して

見せて下さいました。

今にして思えば、1960年代は気象力学の応用としての数値予報が理論的にも技術的にもひとつの峠を越し、新しい気象力学が開花しようとしていた時代でした。1960年代から70年代にかけての新しい方向性としては、世界的に見て次の三つがありました。すなわち、ノルウェー学派以来の北半球対流圏における高低気圧波動を主対象とした気象力学の発展として、赤道域さらには南半球へ、対流圏から成層圏中間圏へ、そして数日の時間スケールから季節変化・年々変動への3方向です。

このような雰囲気の中で育った私は1970年代中葉に京都大学に移るとすぐに、英国オックスフォード大学の気象物理学教室で勉強する機会に恵まれ、当時まだ気象力学との結びつきが殆どなかったニンバス衛星赤外観測データを大循環・波動の研究に活用するきっかけを得ることが出来ました。オックスフォードではジョン・ホートン先生から「観測の精神」を学びました。

英国から京都に戻り、東京時代の勉強経験を生かしつつ更に新しい研究内容を模索することが始まりました。まさに都田先生の言う「他人のやらないこと」を対象領域の拡大と現象・手法開発の両面からやってみようと考えたわけです。

具体的には、気象力学の研究理念として、観測データ解析による新しい波動現象特性の解明を力学理論と融合させることを目標に掲げました。これを言い換えれば、後に『気象解析学』(廣田 1999 a)の第7章の題目にもした「発見と立証」ということです。観測に基づく新しい現象事実の発見がそれを解釈するための新理論を生み出す動機となること、そして同時に観測解析の指導原理としての理論的考察を重視すること、このふたつが渾然一体となった研究スタイルを確立することと言ってもよいでしょう。その後の著書の中で、波なら波という現象に関して「かたち、なりたち、はたらき」の繋がりを強調したのも同じ意味です。

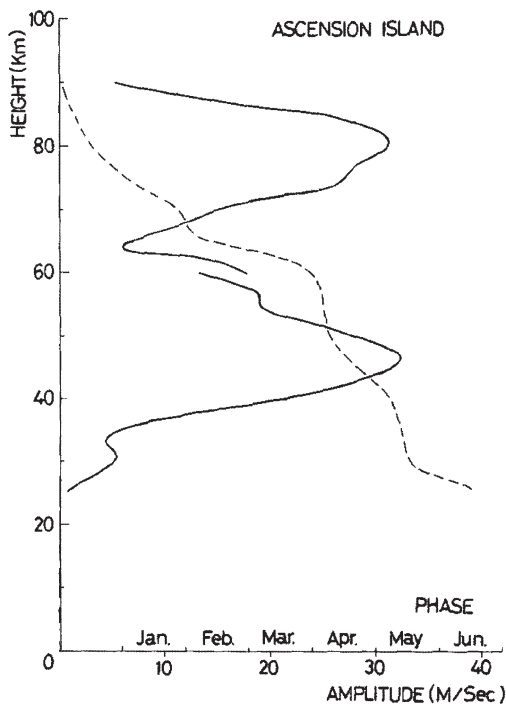
この頃の時代背景としてもうひとつ自分に拍車を掛けてくれたのが1976年に旗揚げされたMAP(中層大気国際共同観測計画)です。日本で最初にこの計画の中心として活躍された東京大学の等松隆夫教授が急逝された後、京都大学の加藤進教授がリーダーシップを取って下さり、私もMAP国際運営委員として成層圏中間圏研究の国際舞台で活動する機会が増えまし

た。特に、それまで種々の学術論文誌で名前を知っていた欧米の研究者たちとしばしば国際会議で顔を合わせ、最先端の衛星観測・レーダー観測のプロフェッショナルや力学理論の専門家と議論を交わすなかで、世界中で自分にしかやれないことをやってやろうと自己を奮い立たせました。ちょうど不惑の歳を迎え、まさに気力体力の最も充実した時期でした。次節ではその研究内容をいくつかの図と共に示します。

6. 中層大気波動力学

6.1 赤道東西風半年周期振動と高速ケルビン波

赤道成層圏の東西風が2年あまりの周期で変動するQBO現象(Quasi-Biennial Oscillation)は1960年代初頭に発見され、そのメカニズムは波動-平均流相互作用としてかなりよく理解されていましたが、QBOの卓越する高度領域の更に上の上部成層圏・中間圏にかけての東西風の様相は、観測の不足もあって殆ど知られていませんでした。1960年代末まで唯一とも言える観測事実は、ワシントン大学のリードがアセンシ

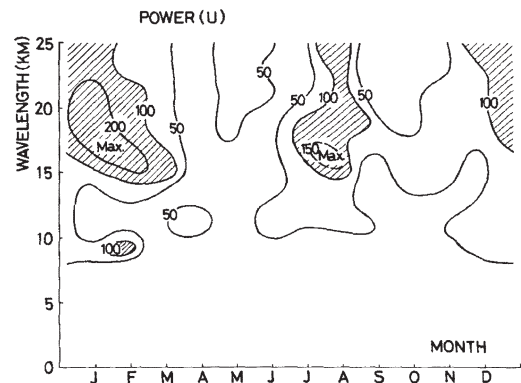


第1図 アセンション島(8°S)のロケット観測データを用いた東西風の半年周期成分の振幅(実線)と位相(点線:西風最大時期)。(Hirota 1978)

ン島の2年間のロケット観測データから赤道上部成層圏に半年周期変動(Semiannual Oscillation; SAO)があることをラインプロットで定性的に示したものです。

幸いにして1970年代のはじめに同じアセンション島で約2年間に亘る高度90 kmまでのロケット特別観測がありました。その東西風月平均値を高度時間断面図にしてみると、SAOは成層圏界面付近(約50 km)と中間圏界面付近(約80 km)に夫々振幅のピークを持ち、その位相が下から上まで綺麗に繋がっていることが分りました(第1図)。データブックから数値を読み取って高度時間断面図を作るだけなら学部演習レベルで誰にでも出来る作業ですが、これを半年周期振動の見地からフーリエ解析して振幅位相分布を計算したのは私が最初です(Hirota 1978)。

これだけならあまり自慢にもなりません、SAOの解釈のため(QBO理論を参考にして)平均流の変動をもたらす波動が存在するはずだとの発想から、鉛直伝播中の減衰が弱いであろう(位相速度の速い、従って鉛直波長の大きい)ケルビン波を検出すべくロケットデータに高周波フィルターをかけて鉛直波長別のパワースペクトルを求めたところ、鉛直波長約20 kmの波の強度が綺麗な半年周期を持っていることを示すことが出来ました(第2図)。卓越する鉛直波長がわかれば分散関係式から位相速度も計算できます。米国気象学会誌(J. Atmos. Sci.)に載せたこの論文に対し瓜生道也氏が「極めて理論的な解析」とコメントしてくれたことを憶えています。この高速ケルビン



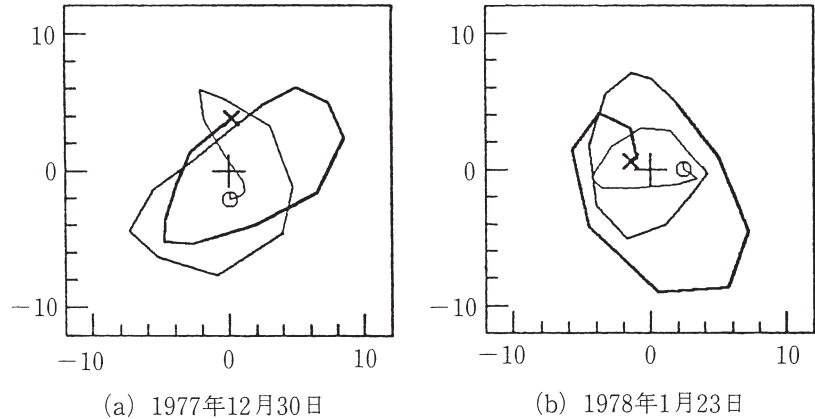
第2図 アセンション島ロケット観測による東西風の鉛直波長別のパワースペクトル密度(単位は $(\text{m} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{day}^{-1})^2 \cdot \text{km}$)。半年周期が見られる。(Hirota 1978)

波は、次に人工衛星ニンパス5号の赤外放射計 (SCR) の荷重函数を一捻りした方法で位相速度そのものを確認することも出来ました (Hirota 1979). この解析のアイデアはワシントン大学のマイク・ウォーレスが “very clever” だと褒めてくれました. 「観測解析と力学理論の融合」という研究方針に自信を持つことが出来た第一歩です. その信念に基づいて SAO に関するレビューを Pure and Applied Geophysics の中層大気特集号に書きました (Hirota 1980). レビューというのは自分の研究成果に立脚して書くものだと、そのとき良くわかりました.

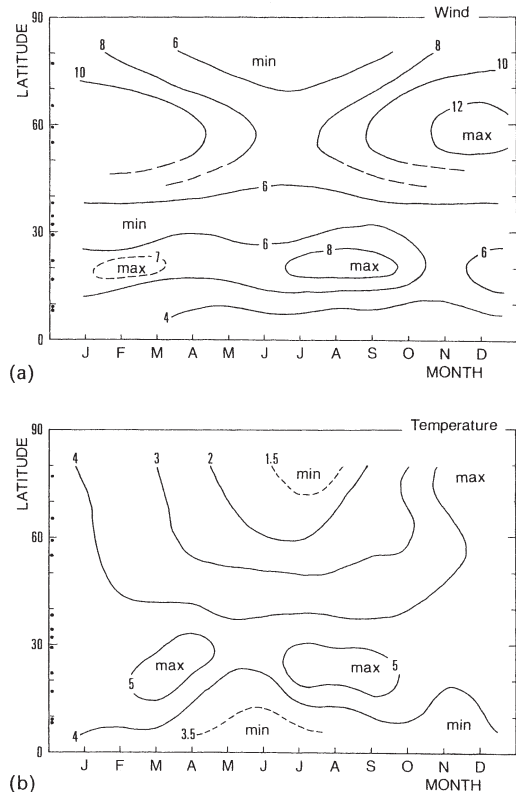
6.2 重力波の統計解析

大気重力波もまた理論的には古くから良く知られていましたが、現実大気中の現象としての実在と振舞いは観測の最も難しい対象として長年の宿題でした. 衛星観測の発展により中層大気循環の大規模な様相が知られ始めたのに伴い、時間的空間的に変動する東西風における運動量鉛直輸送の担い手としての重力波の実在に関心が集まってきました. 幸い手許には気象庁高層課からいただいた世界中十数地点のロケットデータが数年分磁気テープにありましたので、「これがやれるのは俺しかいない」の心意気で、重力波の統計解析をまずは素朴な手段で始めました. ついでに言えば、このデータをいただいたのは気象庁高層課のご好意によることは勿論ですが、モグリに近い形で入手できたのは高円寺の気象研究所時代に「地方共同研究」の枠で岩手県綾里ロケット観測所のデータを使った経緯があったからです (Hirota *et al.* 1973). 蒔いた種はちゃんと実を結んでくれるものです.

さて、高度約60 km あたりまでの風と気温に鉛直方向の高周波フィルターをかけると、平均場や潮汐成分が除かれて、鉛直波長が数 km の擾乱を取り出せます. これの hodograph を描いてみると実に綺麗な時計回りの楕円偏波が見えます (第3図). つまりこれはコリオリの効果を受けた慣性重力波です. 同じことを



第3図 グリーンランドのロケットデータに基づく hodograph 解析の例. 縦軸は南北風成分, 横軸は東西風成分, ○印は高度30 km, ×印は高度60 km, いずれも時計回りの楕円偏波が見られる. (Hirota and Niki 1985)



第4図 ロケットデータに基づく中層大気重力波強度の緯度季節分布. 単位は $m \cdot sec^{-1} \cdot km^{-2}$ (風), $K \cdot km^{-2}$ (気温). 緯度軸の黒点は観測地点. (Hirota 1984)

南半球のデータでやってみると確かに反時計回りになっていますから間違いありません。大抵の気象力学の教科書に載っている慣性重力波の理論解を、エクマン境界層などで使われていた hodograph 解析で示しただけのことですが、現実の成層圏における慣性重力波の存在を気象ロケットのナマデータから示したのはこれが最初です。ここでは2例のみを示してありますが、全データ数約7000個について調べました。楕円軌の長さから波の強さを定義し重力波活動度の緯度季節分布を示したのが第4図です。重力波のような短波長・短周期の擾乱に関し、敢えて“climatology”という用語(概念)で記述したのも世界で最初でした(Hirota 1984; Hirota and Niki 1985)。

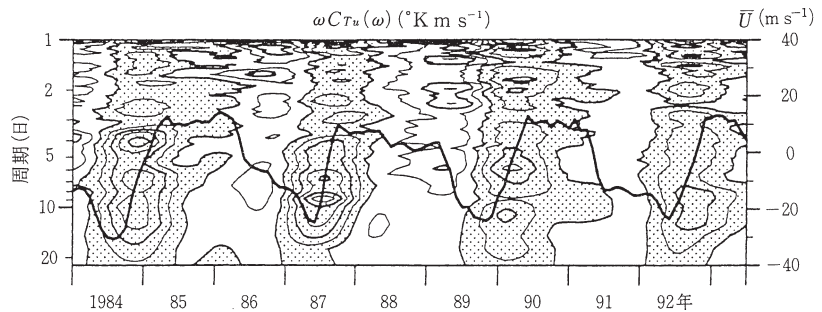
この論文が知られたおかげで、MAP 期間中にアラスカ大学のフリッツが主催した重力波ワークショップの際に、十人ほどのレーダー観測専門家・波動理論専門家に混じって私ひとりだけが“Data Analyst”の肩書きで招待されたのは今でも誇りに思っています。

京都大学での重力波研究は、その後、何人かの院生達によってさらに発展しました。それまでは天気予報が主目的だったルーチン気球ゾンデデータから下部成層圏の重力波が統計的に検出できること(Kitamura and Hirota 1989)もその1例です。ラジオゾンデデータを重力波の解析に使うのはこの研究以後一般常識になりました。そのひとつが佐藤 薫さん(現在東京大学教授)を中心とする研究で、シンガポールの長期間気球観測データから赤道 QBO に果たす短周期重力波の作用を見事に立証す

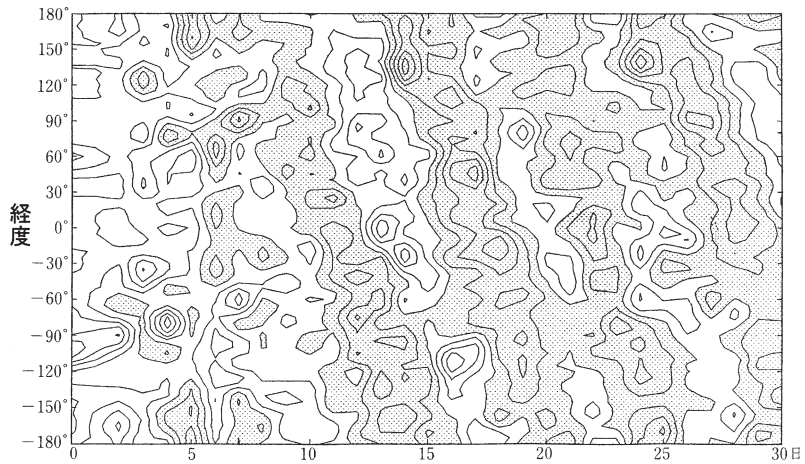
ることが出来ました(第5図; Sato *et al.* 1994)。

6.3 中間圏ノーマルモードロスビー波の発見

1980年の夏、加藤 進先生をリーダーとする京大超高層グループは、MU レーダー建設準備の一環としてプエルトリコのアレシボ大型レーダーを使った中層大気の15日間連続観測を行いました。それに参加した私は潮汐波より長い周期の変動解析を担当することとし、まずは高度65-95 km 領域の東西風の高度時間断面図を手描きで作ってみたところ、15日間に何となく3つの正負が見えました。15÷3=5だから、これはもしかしたら潮汐方程式の5日周期解に対応する波動現象ではなかろうかと直観が働き、それを立証すべく



第5図 シンガポール(1°N)ラジオゾンデデータに基づく気温(T)と東西風(U)のコスペクトル $\omega C_{Tu}(\omega)$ 。高度は20-24.5 kmの平均。図中の太実線は同高度の月平均東西風。短周期成分がQBOと良く対応していることに注意。(Sato *et al.* 1994)



第6図 NOAA-SSU データを用いた20°Nに沿う1 hPa 等圧面高度のホフメラー図。アレシボレーダー観測に対応した1980年8月。平均値からの偏差。等値線間隔は50 m, 陰影の部分は負の値。東西波数1周期5日の西進成分が見える。(Hirota *et al.* 1983 b)

当時英国気象局から個人的コネで入手した TIROS-N 衛星の赤外線サウンダー (SSU) データを使って全球分布の解析を試みました。

折り良く研究室の修士課程に入ってきた廣岡俊彦君 (現在九州大学教授) にこのテーマを任せたとこ、成層圏界面高度のホフメラー図解析で東西波数が 1, 周期 5 日の西進波動の卓越を見事に実証してくれました (第 6 図)。全球振幅分布からはまさに絵に描いたようなノーマルモードが検出されました (第 7 図; Hirota *et al.* 1983 b, Hirota and Hirooka 1984)。

国際研究会でこの結果を発表したとき、これは潮汐方程式の解のハフモードだから存在するのが当然だ、

とコメントした人がいましたが、現実成層圏大気中の実在を立証したのは我々が最初だ (文句あるか!) と反論しました。結果論的評論は私の好むところではありません。その心情はのちに『気象のことば 科学のこころ』(廣田 2007) のなかの「存在と実在」にも書き留めておきました。

中層大気ノーマルモードの研究はその後、廣岡君が様々な波数・周期成分の出現状況について、また停滞性強制ロスビー波との相互作用について、独力で解析と理論を進展させ、彼の学位論文となり更に1991年度の気象学会賞に繋がりました。

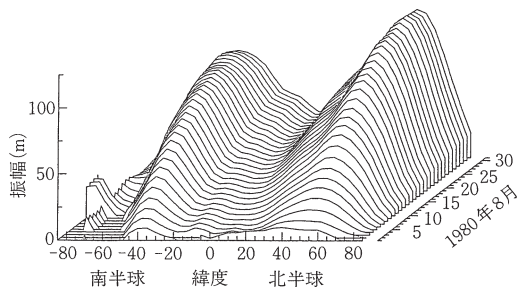
6.4 衛星データを活用した中層大気東西風解析

1970年代の中ごろまでの衛星観測は赤外放射観測による温度場の議論だけでしたが、オックスフォードに滞在中、当時最新のニンバス 6 号搭載 PMR 赤外放射データから強引に温度構造→等圧面高度→地衡風近似で中層大気の流れを求めることを試みました (Hirota and Barnett 1977)。

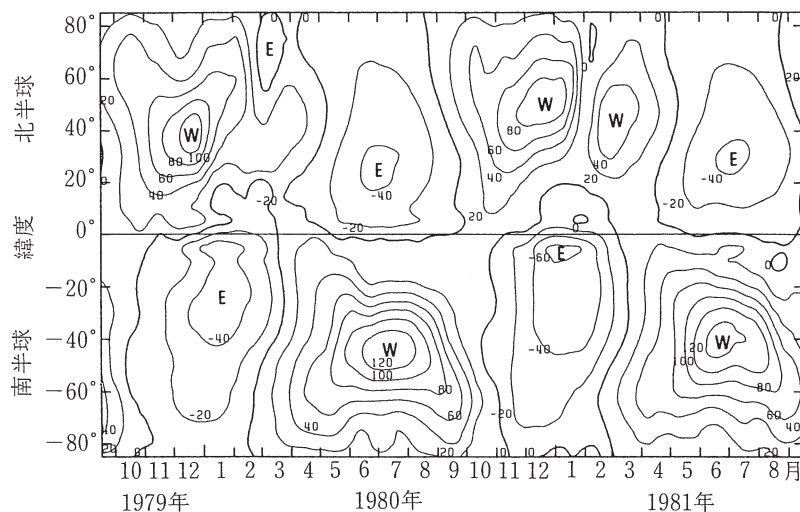
これを嚆矢として1980年代初頭には気象衛星タイロスのデータから地衡風近似で成層圏界面高度の月平均東西風の全球季節分布を計算しました (第 8 図; Hirota *et al.* 1983 a)。当時、地衡風近似はコリオリ効果の弱い赤道域では使えないものとされていて、たとえば標準大気 CIRA86 の原図作成段階では南北緯度 20 度以内は空白のまま残されていたが、我々の解析では地衡風近似を両半球側から赤道域に内挿し、熱帯域

のロケットデータで検証することによってその正当性を立証しました。その後刊行され現在でも広く活用されている CIRA86 の風系図が赤道域を含んでいるのは第 8 図の論文がその出発点になっています。

この解析に関与してくれた塩谷雅人君 (当時修士課程, 現在京都大学教授) は、その後南半球成層圏力学の研究を様々な形で発展させてくれました。特に南極オゾンホールに及ぼす南半球成層圏中高緯度の東西風・プラネタリー波動の構造・季節変化・年々変動特



第 7 図 1980年 8 月の 1hPa 面における東西波数 1 の 5 日波の緯度構造。中緯度に最大振幅を持つ赤道対称のノーマルモードロスビー波。(Hirota and Hirooka 1984)



第 8 図 気象衛星タイロスの赤外放射観測に基づき地衡風近似から求めた 1hPa 面の平均東西風の緯度時間断面図。(Hirota *et al.* 1983 a)

性は現在でも基本的な理解の根拠となっています。エリアッセン-パーム (E-P) フラックス解析による波動-平均流相互作用 (Shiotani and Hirota 1985), 1988年の南極突然昇温における波数1と2の相互作用 (Hirota *et al.* 1990), 南半球極域の対流圏-成層圏力学結合 (Aoki *et al.* 1996) などその実例です。これら一連の研究は日尾泰子さんの南半球成層圏周極渦年々変動解析 (Hio and Hirota 2002) に繋がっています。

6.5 中間規模東進波の発見とその発展

1984年に京都大学のMUレーダーが完成後、その時間高度高分解観測の特長を生かして重力波の研究に一層の拍車がかかりました。初期には二木 徹君の修士論文で、MUの頭上を通る中緯度ジェットから地衡風調節過程によって生成され上下両方向に伝播する重力波を検出しました (Hirota and Niki 1986)。その後は1991年度山本正野論文賞から1998年度気象学会賞に至る佐藤 薫さんの重力波研究が花開いたのはご存知のとおりです。

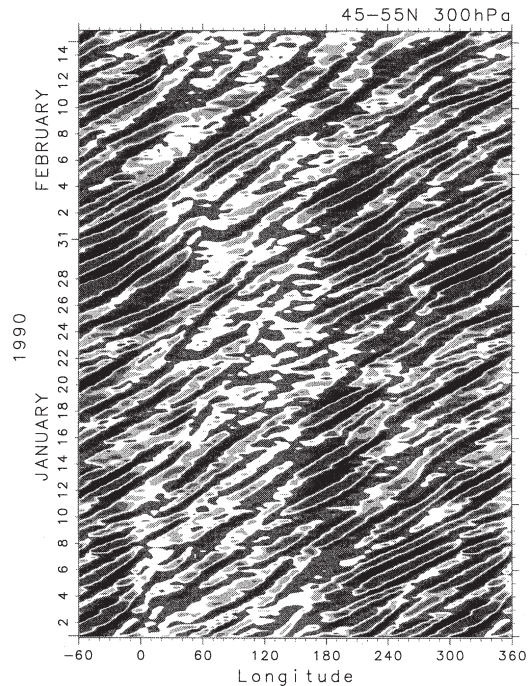
1980年代後半からは、修士課程の観測解析トレーニングの一環として毎年春秋にMUの割当て時間を貰い観測を続けました。私も時間の許す限り信楽観測所に泊り込み、深夜に自前のラジオゾンデを揚げることを楽しみました。そのなかで1990年4月の4日間観測データの南北風時間高度断面図をじっと眺めているうちに、上部対流圏から圏界面付近にかけての高度領域で、今まで誰も知らなかった不思議な現象に気が付きました。それまで解析してきた重力波よりは時間スケールが長く、かつ単純な日変化とも違う20-30時間の周期的変動です。『気象解析学』(廣田 1999 a: 第9図) の中では、この発見を「心眼に映った」と書きました。

早速これを修士1年生の永戸久喜君のテーマに与え、佐藤さんには種々の解析法の指南役をお願いしました。MUのような1点観測で見える周期的現象の空間的振舞いを調べるには異種のデータが必要です。佐藤さんのご尽力で気象庁ファインメッシュ予報モデルのデータを入手し、MUデータと併せて時間空間構造を調べたところ、中緯度ジェットに沿うように東西波長が2100 km, 周期26時間, 位相速度が22 m/secの東進波動であることがわかりました (Sato *et al.* 1993)。総観規模波動とメソ擾乱の中間的スケールであることから、この波動を「中間規模東進波」と命名しました。

気象解析学 観測データの表現論

廣田 勇

東京大学出版会



第9図 「気象解析学」の表紙。ホフメラー図は中間規模東進波。(廣田 1999 a)

この波動の研究は、永戸君に引き続き、山田和孝君、山森美穂さんが継続的に発展させてくれました (Hirota *et al.* 1995; Yamamori *et al.* 1997; Sato *et al.* 2000)。さらに佐藤さんは、この波動の卓越緯度が亜熱帯ジェットの少し北側にあることの意味を(ロスビー波と同じく)絶対渦度傾度に起因するものとの理論解釈も提出してくれました。

これらの一連の研究の進め方は、『気象解析学』の中でも述べたように、日本付近の限られた領域と期間での現象発見に始まって、他領域にも存在するという普遍性の確認、発生発達減衰と季節変化、南半球も含めた Global climatology の記述、さらにはその力学的解釈、と段階的に発展させてゆくひとつの典型例だと思っています。

7. まとめ

前節で述べた1970年代後半からの四半世紀の仕事を経験するならば、「大気現象は面白い。だから気象学は

本当に面白い」の一心で自分なりにひとつの道筋を作ることが出来たかとは思いますが、ただしその過程では、SAOの研究を除けば、私自身は道案内人の役目をしてだけで、次世代の若い人々の成果に負うところが大きいと言えます。

さらに、上述の「観測データ解析と力学理論の融合」のほかに、若い頃から非線形力学数値実験に対する関心も持ち続けていましたが、欲張っては虻蜂取らずになりますので、そのテーマは余田成男君・向川均君（ともに現在京都大学教授）たちにお任せしました。彼らは私の現象論と相補的な立派な仕事をしてくれていますので安心です。

研究論文以外には、これまで学生向けのテキストを3冊（『大気大循環と気候』、『グローバル気象学』、『気象解析学』）と縦書きの一般向け啓蒙書を3冊（『地球をめぐる風』、『気象の遠近法』、『気象のことは科学のこころ』）書きました（文献欄参照）。その出来栄えのほどはともかくとして、書く以上は「誰が書いても同じであるような本は書きたくない」との信念は貫き通してきたつもりです。それゆえ個々の知識や技術的なことには拘らず、学問論つまり思想的側面を強調しました。本気で書いたことだけは若い世代の人々に読み取って貰いたいと願っています。

以上、「ソレナラジブンデヤツテミロ」という批判への答えになったのでしょうか。「大気波動論の確立」という自分なりの回答に対する評価は読者諸賢にお任せいたします。

謝 辞

学生時代から一人前の研究者になるまでの間にお世話になった恩師正野重方先生、都田菊郎先生をはじめ多くの先生方に対し感謝の念でいっぱいです。大学内だけでなく、気象庁の大先輩方にもいろいろな機会に目をかけて励ましていただきました。日々の研究の場で厳しく鍛えてくれた先輩諸氏、国際的研究の場で活発な議論の相手となってくれた諸外国の研究者たち、そして立派に成長してくれた京都大学の若き俊英たちに重ねて厚くお礼申し上げます。

本当に有難うございました！

参 考 文 献

Aoki, H., M. Shiotani and I. Hirota, 1996 : Interannual variability of the tropospheric circulation and its relation to the stratosphere in the southern hemi-

sphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **74**, 509-523.

Hio, Y. and I. Hirota, 2002 : Interannual variations of planetary waves in the Southern Hemisphere stratosphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **80**, 1013-1027.

Hirota, I., 1978 : Equatorial waves in the upper stratosphere and mesosphere in relation to the semiannual oscillation of the zonal wind. *J. Atmos. Sci.*, **35**, 714-722.

Hirota, I., 1979 : Kelvin waves in the equatorial middle atmosphere observed by the Nimbus 5 SCR. *J. Atmos. Sci.*, **36**, 217-222.

Hirota, I., 1980 : Observational evidence of the semiannual oscillation in the tropical middle atmosphere. *Pure and Appl. Geophys.*, **118**, 217-238.

廣田 勇, 1981 : 大気大循環と気候. 東京大学出版会, 124 pp.

廣田 勇, 1983 : 地球をめぐる風. 中公新書, 206 pp.

Hirota, I., 1984 : Climatology of gravity waves in the middle atmosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **46**, 767-773.

廣田 勇, 1992 : グローバル気象学. 東京大学出版会, 148 pp.

廣田 勇, 1999 a : 気象解析学. 東京大学出版会, 175 pp.

廣田 勇, 1999 b : 気象の遠近法. 成山堂書店, 200 pp.

廣田 勇, 2007 : 気象のことは 科学のこころ. 成山堂書店, 190 pp.

Hirota, I. and J. J. Barnett, 1977 : Planetary waves in the winter mesosphere —Preliminary analysis of Nimbus 6 PMR results. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **103**, 487-498.

Hirota, I. and T. Hirooka, 1984 : Normal mode Rossby waves observed in the upper stratosphere. Part I : First symmetric modes of zonal wavenumbers 1 and 2. *J. Atmos. Sci.*, **41**, 1253-1267.

Hirota, I. and T. Niki, 1985 : A statistical study of inertia-gravity waves in the middle atmosphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **63**, 1055-1066.

Hirota, I. and T. Niki, 1986 : Inertia-gravity waves in the troposphere and stratosphere observed by the MU radar. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 995-999.

Hirota, I., K. Saotome, T. Suzuki and S. Ikeda, 1973 : Structure and behavior of the Aleutian anticyclone as revealed by meteorological rocket and satellite observations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **51**, 353-363.

Hirota, I., T. Hirooka and M. Shiotani, 1983 a : Upper stratospheric circulations in the two hemispheres observed by satellites. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **109**, 443-454.

Hirota, I., Y. Maekawa, S. Fukao, K. Fukuyama, M. P.

- Sulzer, J. L. Fellous, T. Tsuda and S. Kato, 1983 b : Fifteen-day observation of mesospheric and lower thermospheric motions with the aid of the Arecibo UHF radar. *J. Geophys. Res.*, **88**, 6835-6842.
- Hirota, I., K. Kuroi and M. Shiotani, 1990 : Midwinter warmings in the southern hemisphere stratosphere in 1988. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **116**, 929-941.
- Hirota, I., K. Yamada and K. Sato, 1995 : Medium-scale travelling waves over the north Atlantic. *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 1175-1179.
- Kitamura, Y. and I. Hirota, 1989 : Small-scale disturbances in the lower stratosphere revealed by daily rawin sonde observations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **67**, 817-831.
- Sato, K., H. Eito and I. Hirota, 1993 : Medium-scale travelling waves in the extra-tropical upper troposphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **71**, 427-436.
- Sato, K., F. Hasegawa and I. Hirota, 1994 : Short-period disturbances in the equatorial lower stratosphere. *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 859-872.
- Sato, K., K. Yamada and I. Hirota, 2000 : Global characteristics of medium-scale tropopause waves observed in ECMWF operational data. *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 3808-3823.
- Shiotani, M. and I. Hirota, 1985 : Planetary wave-mean flow interaction in the stratosphere : a comparison between northern and southern hemispheres. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **111**, 309-334.
- Yamamori, M., K. Sato and I. Hirota, 1997 : A study on seasonal variation of upper tropospheric medium-scale waves over East Asia based on regional climate model data. *J. Meteor. Soc. Japan*, **75**, 13-22.

On the Criticism in the Research Work of Meteorology

Isamu HIROTA*

* *Professor Emeritus of Kyoto University.*

(Received 22 May 2008 ; Accepted 8 July 2008)
