

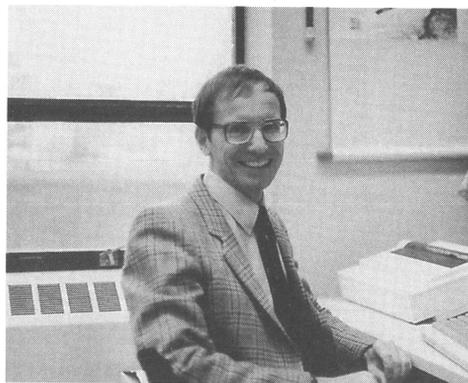
James Reed Holton 先生のご逝去を悼む

気象力学の第一人者で“An Introduction to Dynamic Meteorology”などの教科書でもお馴染みのジェームス・ホルトン先生が、2004年3月3日午後8時シアトルにて亡くられました。先生は、2月24日のお昼ころ、ワシントン大学のハスキースタジアム近くでジョギング中に卒中と心臓発作をおこし、大学病院の集中治療室で治療をうけられましたが、8日間意識不明のまま不帰の人となってしまうされました。未だ65歳の若さでした。

ホルトン先生は、1960年にハーバード大学を優秀な成績(物理学学士; cum laude)で卒業された後、マサチューセッツ工科大学(MIT)のジュール・チャーニイ教授の指導のもとで気象学を修められ、1964年には博士号を取得されました。ストックホルム大学での1年間のポスドク生活の後、1965年にワシントン大学大気科学科の助教授として着任されました。1969年には准教授、1973年には教授に昇任され、今日まで研究・教育に数多の輝かしい成果を残してこられました。また、1997年から2002年までは学科長として大気科学科の発展に尽力されました。

ホルトン先生は、1960年代より赤道域準二年周期振動(Quasi-Biennial Oscillation; QBO)や成層圏突然昇温現象などをはじめとする中層大気を中心とした大気の謎に挑戦し続け、最近では熱帯域での成層圏—対流圏間の物質交換に関する研究を展開しておられました。先生の生涯は、中層大気科学という学問分野が生まれ発展してきた時代に、その牽引車役を担い続けて来られた一生といえるでしょう。

QBOとは成層圏赤道域の帯状風が約27か月の周期で西風—東風—西風—東風と交互に振動し、振動の位相がゆっくり下方に伝播する現象です。1961年にワシントン大学のディック・リード先生らによって発見された現象ですが、そのメカニズムは謎で世界の研究者が挑みました。同大学に着任して間もなくのホルトン先生とシカゴ大のディック・リンツェン先生(現在はMIT教授)は共同して波と流れの相互作用に基づくQBO理論を提出しました(Lindzen and Holton, 1968; Holton and Lindzen, 1972)。赤道域を東進ある



いは西進する大気波動が東向きあるいは西向きの運動量を上方に運び、それらが帯状風と相互作用することによって振動が起こる、というメカニズムです。

1985-7年の2年間、私は日本学術振興会海外特別研究員としてホルトン先生のもとで研究をする機会を得ましたが、その間に分岐理論をもとにHolton-LindzenのQBOモデルを解析し、定常解が不安定化するところで振動解が出現することを示しました(Yoden and Holton, 1988)。2変数の最簡単モデルの解析は彼のアイデアですが、当時の研究ノートを見直すとホルトン先生の研究(あるいは行動)の“素早さ”が思い出されます。多層モデルの解析結果について議論した後、1週間程に何回かの議論をただけで骨格が出来上がったのでした。また、彼らの理論は当初必ずしも受け入れられなかったけれど、Plumb and McEwan (1978)の室内実験で振動メカニズムが検証されてから広く支持され始めた、という思い出話を伺ったのもこの頃でした。

彼の仕事はやがて赤道域の力学から中層大気全域に及ぶ大気波動と大循環変動の研究へと発展していきました。Holton and Mass (1976)では、放射効果による帯状流強制のある状況でプラネタリー波との相互作用によって、成層圏冬季極域の突然昇温現象が数か月の周期で繰返し起こる「成層圏バシレーション」の概念を提案しました。近年、極夜ジェットの周期的な変動やその対流圏循環との関連に興味を持っていますが、彼らの論文は成層圏循環変動の概念モデルの一つとして盛んに引用され続けています。また、赤道域

QBO の中高緯度への影響を観測データから検討した Holton and Tan (1980, 1982) の研究も、プラネタリー波の伝播特性を介しての遠隔影響の力学的枠組みを提示したもので、それ以降の研究の流れを作りました。さらに、中間圏界面弱風層などの中層大気循環形成における内部重力波の役割に関する研究や、地衡流調節過程やスコールラインでの内部重力波の励起過程に関する研究でも嚆矢となる仕事をして来られました。

1980年以降は NASA の Upper Atmosphere Research Satellite (UARS) 科学チームの中心的研究者として、中層大気の力学と化学および気候に関わる研究を推進してこられました。UARS の計画段階にオゾンホールが発見されて、UARS を中心とした中層大気の力学量・微量成分の観測研究活動はオゾンホールの原因解明に重要な役割を果たすことになりました。ホルトン先生は、地球規模での物質輸送過程をはじめとして、大気の物理過程と化学過程の関わりの重要性をいち早く認識され、両分野の連携に尽力されました。

Reviews of Geophysics 誌に発表された Holton *et al.* (1995) のレビュー論文“Stratosphere-troposphere exchange”は、成層圏と対流圏との物質交換過程に関する知見を集大成し、それ以降の研究に大きな影響を与えてきました。私は1994年秋からワシントン大学に2度目の長期滞在をしましたが、ちょうどこの論文の改訂中の頃でした。共著者にマイケル・マッキンタイア先生が新たに加わり、改訂新版のコピーを貰うごとに論文内容がどんどん変わっていきました。マッキンタイア先生とのやり取りを本当に楽しんでおられた様子で、改訂のポイントをお話いただいたことが昨日の事のように思い出されます。

近年、新たな観測の事実に基づいて熱帯域での成層圏-対流圏間物質輸送に関する議論が再燃していますが、ホルトン先生は、従来の圏界面という認識を離れて、熱帯対流圏界面付近を Tropical Tropopause Layer (TTL) として捉えることを提案しておられました。彼のホームページには、TTL の力学的構造とそこを通しての物質交換に関する新たな模式図が示されています。速い運動とゆっくりとした流れ、それらの持続期間の絡まりが鍵で、時間平均場だけで考えることの落とし穴を指摘されています。まさに最期まで研究の最前線で活躍されてきた一生でありました。

これらの研究経歴を通しての輝かしい諸実績により、若い頃すでに米国気象学会 (AMS)・米国地球物理学連合 (AGU) のフェローに選ばれ、1994年には米国

科学アカデミー会員に選ばれました。また、2000年に AGU の Roger Revelle メダルを、2001年には AMS の Rossby 研究メダルを受賞されたのをはじめとして、幾つもの大きな賞を受けられています。

ホルトン先生は教育においても多くの優れた業績をあげてこられました。1972年に初版、この4月には第4版が出た“An Introduction to Dynamic Meteorology”は、長年、気象力学の代表的な教科書として世界で何か国語にも翻訳されて使われてきました。段々に中身が増えて厚くなってきたのですが、最新の版にはコンピュータ実習用の CD-ROM が付いているのが特色です。この他にも、“The dynamic meteorology of the stratosphere and mesosphere” (Holton, 1975)、“Middle Atmosphere Dynamics” (Andrews, Holton and Leovy, 1987) の教科書や“Encyclopedia of Atmospheric Sciences” (Holton, Curry and Pyle, Eds., 2003) の主任編集などがあります。また、1970年代より最近まで彼の指導下で学位を得た大学院生や、ポストドク・客員研究員として研究を共にした者は何十人にもものぼり、その多くは米国内に限らず広く世界で活躍しています。

我が国においてもホルトン先生とともに中層大気科学の国際的研究活動を推進してこられた諸先輩方が多くおられ、ホルトン先生の聲咳に接し薫陶を受けてきた同輩・後輩も多くおります。1984年には東京大学の、1989年には京都大学の客員教授として滞在されたほか、国際会議等で何度も訪日していただきました。今世紀になってからも、2001年3月に京都で開いた成層圏-対流圏結合に関する日米セミナーや、2002年11月に福岡で開いた成層圏変動と気候に関する国際シンポジウムでは、会議の鍵となる招待講演をお引き受けいただきました。

ホルトン先生はジョギング・自転車・スキー・ハイキング…と、いろいろな運動を趣味にして来られました。若い頃にはフル・マラソンをこなし、昨年初夏には2週間余をかけてピーター・ウェブスター先生らと徒歩でイングランド横断をされました。研究同様に最期まで運動を続けられた一生となりました。これまでずっと変わることのなかった、先生の研究に対する真摯な態度と教育者としての暖かな眼差し、そして、何事にも精力的に取り組まれた姿勢をいつまでも覚え続け、そのような生き方を目指して少しでも近づけるよう精進していきたいと思っています。

(京都大学大学院理学研究科 余田成男)