

## 1998年度日本気象学会賞・藤原賞の各受賞者決まる

日本気象学会賞受賞者：梶川正弘

(秋田大学工学資源学部)

業績：降雪粒子の落下運動に関する研究

選定理由：雪結晶、雪片、アラレなどの3次元の落下運動の諸要素は、降水粒子の成長過程をはじめとする降水機構の解明において、最も基本となる物理量である。しかしながら、1960年代までの研究では落下速度、即ち落下運動の鉛直成分のみの測定に限られていた。

梶川正弘会員は、1970年代初期より模型実験による抵抗係数の決定と氷晶の落下速度の測定より研究を開始した。これらの研究において、氷晶のサイズが50 $\mu$ m以下では、角板状氷晶でc-軸水平、角柱状氷晶でc-軸鉛直の落下姿勢を採りうることを初めて明らかにした。これは、ハロー現象の成因とも関連する重要な指摘である。

次いで、雪結晶の落下運動の観測では、ステレオ写真解析の手法を用いて、その3次元運動諸要素を広範なサイズレンジと結晶形について求めた。その結果、落下運動の不安定化はベスト数と無次元慣性モーメントに依存すること、不安定運動の形態は非回転、振動および螺旋の3種に分類できること、それらの形態の区別はレイノルズ数と無次元慣性モーメントの組み合わせによることなどを解明した。特に、板状結晶の水平方向の速度変動は、落下速度の20%にも達する場合があります。雪片形成過程で重要な因子となることを明らかにした。

さらに、成長初期の雪片やアラレについても、同様の解析方法で落下運動を考察した。その結果、2個以上の結晶からなる雪片は、ほとんど全てが非回転、振動および螺旋の不安定運動を示すことを確認し、水平方向の速度変動は落下速度の速度変動より一桁大きいことを指摘した。また、紡錘状アラレの落下運動については、振動および宙返りの開始条件をも明らかにした。

梶川正弘会員は、また、アメリカ合衆国の巻雲総合観測(FIRE)にも参加し、NCARの研究グループと共に、巻層雲中の氷晶の集合特性の解析的研究を行い、氷晶の衝突・付着には-30 $^{\circ}$ C以下においても落下速度差が重要であることを指摘し、厚角板型氷晶の衝突・付着率を初めて決定した。

雪片やアラレの落下姿勢の特性は、最近のマルチパ

ラメーターレーダーによる観測データの解析にも応用できるものであり、一連の研究成果は国際的にも高く評価され、論文等に数多く引用されている。このように、複雑な外形を持つがゆえに、理論的取扱いが極めて困難な降雪粒子の落下運動の解明を着実にに行った研究成果は、雲物理学分野のみならず気象学の基礎として、多大の貢献をなすものである。

以上の理由により、日本気象学会は梶川正弘会員に日本気象学会賞を贈呈するものである。

## 主な関連論文

Heymsfield, A. J. and M. Kajikawa, 1987: An improved approach to calculating terminal velocities of plate-like crystals and graupel, *J. Atmos. Sci.*, **44**, 1088-1099.

Kajikawa, M., 1989: Observation of the falling motion of early snow flakes. Part II: On the variation of falling velocity, *J. Meteor. Soc. Japan*, **67**, 731-738.

Kajikawa, M. and A. J. Heymsfield, 1989: Aggregation of ice crystals in cirrus, *J. Atmos. Sci.*, **46**, 3108-3121.

Kajikawa, M., 1992: Observation of falling motion of plate-like snow crystals. Part I: The free-fall patterns and velocity variations of unrimed crystals, *J. Meteor. Soc. Japan*, **70**, 1-9.

Kajikawa, M. and K. Okuhara, 1997: Observation of falling motion of plate-like snow crystals. Part II: The free-fall patterns and velocity variations of rimed crystals, *J. Meteor. Soc. Japan*, **75**, 811-818.

日本気象学会賞受賞者：佐藤 薫

(京都大学理学研究科地球物理学教室)

業績：中層大気重力波の研究

選定理由：大気重力波は、1980年以降、その鉛直伝播に伴う運動量輸送を通じて成層圏・中間圏大循環に重要な効果を及ぼすことがひろく認識され、現在世界的に活発な研究が展開されている問題である。

佐藤薫会員は、1991年に、京都大学 MU レーダーを用いた大気重力波の観測的研究により、気象学会山本・正野論文賞を受賞して以来、大気重力波の研究を一貫して精力的に発展させ、多くの優れた成果を国際学術雑誌に発表してきた。

佐藤会員の研究手法は、MU レーダー、UHF/VHF ドップラーレーダー、ラジオゾンデ等のデータを活用した観測解析をはじめ、解析結果に基づく波動理論、更には最近の数値実験に至るまで、幅広いアプローチが特色である。

この5年間における佐藤会員の10編に及ぶ重力波関連論文のうち、その成果のレベルの高さにおいて特筆すべきものとしては、台風通過時の積雪対流による重力波生成・伝播の観測解析、中緯度ジェットを通過伝播する慣性重力波の統計解析、シンガポールのゾンデデータに基づく赤道成層圏 QBO に対応した短周期波動の統計解析とその理論的解釈、高分解能 GCM による重力波の波数-振動数関係の検出などがあげられる。

これら一連の研究を通して、重力波力学の最重要課題、すなわち、対流圏における励起生成機構とその地理的・季節的分布、背景風中の伝播特性、運動量輸送とその発散効果の見積もり、等々に関し、数多くの新しい知見が与えられたと言える。

佐藤会員の研究成果は、すでに国際的に高く評価され、1996年に米国で開催された SPARC/Gravity Wave Workshop で重力波生成機構に関する招待講演を依頼されたこと、また1997年に結成された国際 SPARC/QBO Study グループのメンバーに指名されていることなど、現在その研究が世界の第一線にあることが立証されている。

佐藤会員はまた、重力波研究と平行して、京都大学気象学研究室における共同研究として、中緯度対流圏上部の中間規模東進波動を世界で最初に発見し、その力学特性の統計解析および理論的解釈を進展させている。

以上の理由により日本気象学会は佐藤薫会員に日本気象学会賞を贈呈するものである。

#### 主な関連論文

- K. Sato, 1990 : Vertical wind disturbances in the troposphere and lower stratosphere observed by the MU radar, *J. Atmos. Sci.*, **47**, 2803-2817.
- K. Sato, 1992 : Vertical wind disturbances in the afternoon of midsummer revealed by the MU radar, *Geophys. Res. Lett.* **19**, 1943-1946.
- K. Sato, 1993 : Small-scale wind disturbances observed by the MU radar during the passage of Typhoon Kelly, *J. Atmos. Sci.*, **50**, 518-537.
- K. Sato, 1994 : A statistical study of the structure,

saturation and sources of inertio-gravity waves in the lower stratosphere observed with the MU radar, *J. Atmos. Terr. Phys.*, **56**, 755-774.

- K. Sato and M. Yamada, 1994 : Vertical structure of atmospheric gravity waves revealed by the wavelet analysis, *J. Geophys. Res.* **99**, 20623-20631.
- K. Sato, F. Hasegawa and I. Hirota, 1994 : Short-period disturbances in the equatorial lower stratosphere, *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 423-432.
- K. Sato, H. Hashiguchi and S. Fukao, 1995 : Gravity waves and turbulence associated with cumulus convection observed with the UHF/VHF clear-air Doppler radars, *J. Geophys. Res.*, **100**, 7111-7119.
- K. Sato, 1997 : Observational studies of gravity waves associated with convection. *Gravity Wave Processes. NATO ASI Series, I-50*, 63-68.
- K. Sato, D. O'Sullivan and T. Dunkerton, 1997 : Low-frequency inertia-gravity waves in the stratosphere revealed by three-week continuous observation with the MU radar, *Geophys. Res. Lett.*, **24**, 1739-1742.
- K. Sato and T. Dunkerton, 1997 : Estimates of momentum flux associated with equatorial Kelvin and gravity waves, *J. Geophys. Res.* **102**, 26247-26261.

#### 日本気象学会賞受賞者：高萩 縁

(国立環境研究所大気環境部)

業績：熱帯域の大規模擾乱に関する研究

選定理由：高萩会員は静止気象衛星の赤外放射データ及び TOGA-COARE データを用い熱帯域の大規模擾乱の特性と力学的構造を明らかにした。

まず、相当黒体温度のスペクトル解析から、重力波に対応する準2日周期西進擾乱、混合ロスビー重力波に対応する3～5日周期西進擾乱、熱帯低気圧に対応する3～5日周期西進渦擾乱、ロスビー波に対応する～10日周期西進擾乱、及びスーパークラスターに対応すると思われるケルビン波の性質を示す東進擾乱の存在を明らかにした。

ついで衛星及び高層データに基づく解析により、対流活動の3～5日周期変動に関係する擾乱は、～170°Eを境に東西で性質が異なり、東側の擾乱は赤道上に循環の中心を持つ東西波長～8000 kmの混合ロスビー重力波の構造を持つ擾乱であること、西側の擾乱は偏東風波動に対応する東西波長～3000 kmの渦状擾乱であることを明らかにした。また、これらの擾乱の変化に

は平均東西流、鉛直シア、海面水温分布等が関係している可能性を示唆した。

準2日周期擾乱については、3000~4000 kmの東西波長を持ち理論的に知られている南北モード  $n = 1$  の西進重力波の構造を持つことを示した。さらに、この擾乱は Madden-Julian 振動の活発な時に顕著で対流活動と強く結びついていること、海面及び大気境界層にも変動をもたらすこと等を示した。近年赤道域下部成層圏東西風に見られる準2年周期振動 (QBO) の東風加速に関し従来いわれていた混合ロスビー重力波のみでは不十分であることが明らかになってきたが、この重力波モードが東風加速に重要な役割を持つ可能性をも示唆している。

高叢会員の一連の研究は熱帯西部太平洋に存在する数種類の対流擾乱の特性と力学的構造を明らかにし、対流活動の組織化に関する研究に大きく貢献した。特に「準2日波」の研究は高叢会員による発見的な成果であり、近年熱帯域で注目されている Madden-Julian 振動、スーパークラスター、熱帯成層圏重力波、及び QBO の生成機構の解明に大きく寄与するものである。

以上の理由により日本気象学会は高叢緑会員に日本気象学会賞を贈呈するものである。

#### 主な関連論文

- Yukari N. Takayabu and Tsuyoshi Nitta, 1993 : 3-5 day-period disturbances with convection over the tropical Pacific Ocean, *J. Meteor. Soc. Japan*, 71, 221-246.
- Yukari N. Takayabu, 1994 : Large-scale cloud disturbances associated with equatorial waves, Part I : Spectral features of the cloud disturbances. *J. Meteor. Soc. Japan*, 72, 433-449.
- Yukari N. Takayabu, 1994 : Large-scale cloud disturbances associated with equatorial waves, Part II : Westward-propagating inertia-gravity waves, *J. Meteor. Soc. Japan*, 72, 451-465.
- Yukari N. Takayabu, K.-M. Lau and C.-H. Sui, 1996 : Observation of a quasi-2-day wave during TOGA-COARE, *Mon. Wea. Rev.*, 124 : 1892-1913.

日本気象学会藤原賞受賞者：竹内清秀

(財団法人 日本気象協会)

業績：大気境界層および大気汚染気象の研究の発展に貢献した業績

選定理由：竹内清秀会員は1960年代初頭に、接地層に

おける乱流に関する先駆的な5編の研究論文を気象集誌に発表した。これらの論文では、一様な平原上における接地層の乱流エネルギーの生成・消滅過程と大気安定度の関係を理論的および実証的に明らかにし、安定度を考慮した相似則や乱流クロージャーモデルの構築に貢献した。この功績により竹内氏は1963年に気象学会賞を受賞した。またこれらの論文は国際的にも高く評価されるとともに、その後しだいに活発になった我が国の境界層の研究の流れにも大きな影響を与えた。

1970年代には大気汚染の改善を目的として、環境濃度の予測手法に関する研究に力を注いだ。なかでも首都圏の大気環境を把握するために1974年から1976年にかけて実施された南関東大気環境調査においては、低層ゾンデ、パイロットバルーンなどの大規模な観測網による集中観測の計画・実施に指導的な役割を果たした。

また竹内会員は当時社会問題化していた光化学スモッグについても、境界層や局地気象に関する専門知識を生かし、いち早く研究に取り組んだ。拡散と化学反応が複雑にからみあって発生する光化学スモッグは、環境汚染と発生源の因果関係がわかりにくく、防止対策を立てることが難しい。このため数値シミュレーションによる予測手法の開発を推進した。通常の格子点法による数値モデル (オイラー型) のほかに、当時の限られた能力のコンピューターで複雑な反応拡散過程のシミュレーションを可能にするため、リセプターオリエンテッド法によるラグランジュ型の数値モデルを開発した。さらに開発された数値モデルを使い、東京の都心部への車の乗り入れ制限をした場合の光化学オキシダント濃度に対する改善効果の予測を実施した。これらの予測手法は基本的には現在の光化学大気汚染の研究にも受け継がれている。さらに竹内会員は大気汚染の総量規制に関する予測手法や環境アセスメントにかかわる大気汚染予測手法の研究などを推進し、大気汚染に関連する気象学の発展に尽力した。気象庁勤務時代には大気汚染気象に関する日米交流にも力を注ぎ、度重なる国際会議を主催あるいは支援し、この問題に関する両国の密接な協力関係の構築と維持に貢献した。

また竹内会員は原子力安全委員会の専門委員として、長年にわたり原子力安全評価に携わった。1982年に同委員会が決定した放射性物質の拡散予測手法の取りまとめにあたっては中心的な役割を果たしたばかり

でなく、たえず最新の予測手法の研究を推進している。さらに中央公害対策審議会や資源エネルギー庁環境審査会など多くの環境関連の委員会の委員を勤め、学識経験者として我が国の大気環境の保全に寄与した。

さらに竹内会員は境界層に関する専門書(1981, 1997)をはじめとする執筆活動などを通じて、後進の育成にも努めている。

以上のように、大気境界層および大気汚染気象についての竹内会員の長年の研究業績、学識経験者としての社会的貢献ならびに我が国におけるこれらの学術分野の発展と国際化に寄与した貢献は顕著である。

以上の理由により、日本気象学会は竹内清秀会員に本年度藤原賞を贈呈するものである。

#### 主な関連著書

1981: 地表に近い大気(大気科学講座1). 東京大学出版会, 226pp. (近藤純正共著)

1997: 風の気象学(気象の教室4). 東京大学出版会, 172 pp.

#### 日本気象学会藤原賞受賞者: 立平良三

(財団法人 気象業務支援センター)

**業績:** 近年における天気予報技術の革新に貢献した業績

**選定理由:** 日本の天気予報の歴史はすでに約120年になるが、近代化が進み今日のスタイルが確立したのは最近の30年のことである。近代化の柱は、気象衛星・気象レーダー・アメダスなどの観測システムの充実と数値予報の進展である。立平会員は気象レーダー観測と数値予報の利用技術の分野で、様々な技術開発を行い、近年における天気予報技術の革新に大きな業績をあげるとともに、気象学の関連分野の進歩にも大きく貢献した。

同会員は1960年代には、主として富士山レーダーなどの観測業務に従事し、現業レーダーのデータを用いて台風や前線に伴う帯状エコーを解析し、メソ降水系の発生・持続メカニズムについて多くの論文を発表し、この功績により1966年度の日本気象学会賞を受賞した。その後、研究成果を降水予報技術として実用化するとともに、1967~68年のシカゴ大学における研究で得た知見も含め、気象レーダーの利用および気象ドップラーレーダーについて気象研究ノート(1972, 1980)に総合報告を発表した。これらの報告はその後の日本のレーダー観測の研究・業務の方向を示唆するものと

して大きな貢献をした。同会員は1970年代はじめにすぐれたアイデアによってレーダー観測の障害となる地形エコーを除去する技術を開発した。この技術は現在の気象庁のレーダーデジタル化システムに採用され、レーダー情報の高度利用と降水短時間予報業務に大きく貢献した。すなわち、地形エコー除去後のデジタル化エコーの計算機処理により、レーダーエコー合成図、レーダーアメダス解析雨量などのプロダクトがリアルタイムに作成されるようになった。同会員はこれらのプロダクトを利用した降水短時間予報の技術開発に自らも貢献している。

立平会員は数値予報プロダクトの利用技術の開発責任者としてNWW計画の推進にも指導的役割を果たした。まず、アメリカで開発されたMOS方式のガイダンスに独自の工夫を加えて日本に導入し、また、MOSガイダンスに基づく降水確率予報を開始した。確率予報の普及のためにコストモデルなどの利用方法、ブライアスコアなどの評価方法の解説にも力を注ぎ、降水確率予報を社会に定着させた。これらの仕事は気象研究ノート(1984)や著書(1986, 1987, 1994)などにまとめられているが、気象学の最新成果を適時適切に予報業務に取り込むことで指導的役割を果たしてきた。

1992年からの5年間は電気通信大学の教官として、ドップラーレーダーの利用技術の開発と後進の指導に貢献し、単一ドップラーレーダーによる高層風分布の推定手法について多くの論文を発表した。その後は、気象業務支援センターの理事長として民間気象事業の予報技術の向上を支援することに尽力している。

以上のように、立平会員は一貫して、観測・予報業務に密着した技術開発に成果をあげるとともに、論文、解説、総合報告、著作により気象学の発展にも大きな貢献をした。これらの成果は日本の天気予報の革新をもたらし、現在、社会で広く利用されている天気予報の姿を作り上げる上で欠かすことのできない寄与をしたものといえる。

以上の理由により、日本気象学会は立平良三会員に本年度藤原賞を贈呈するものである。

#### 主な関連著書

1986: 新しい天気予報—確率予報とナウキャスト—. 東京堂出版, 186pp.

1987: 天気情報の見方, 岩波新書, 193pp.

1994: 天気予報技術研究会編, 天気予報の技術, 東京堂出版, 282pp.