

第23回国際測地学・地球物理学連合総会 (IUGG2003・札幌) の報告 (1)*

木田 秀次*1・沖 大幹*2・三好 勉信*3・丸山 奈緒美*4
 小寺 邦彦*5・本谷 研*6・井上 孝洋*7・小倉 知夫*8
 岡 顕*9・河宮 未知生*10・江守 正多*11・檜山 哲哉*12
 樋口 篤志*13・伊藤 昭彦*14・永島 達也*15・中村 卓司*16
 川島 正行*17・斉藤 和之*18・成瀬 廉二*19・那須野 智江*20
 佐々木 徹*21・釜堀 弘隆*22・山崎 信雄*23・秋吉 英治*24
 関山 剛*25・藤井 陽介*26・遊馬 芳雄*27・河崎 善一郎*28
 吉崎 正憲*29・上田 博*30・吉田 聡*31・加藤 雅也*32
 榎本 剛*33・藤吉 康志*34・西村 浩一*35・重 尚一*36

* Report on the XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2003).

*1 Hideji KIDA, 京都大学大学院理学研究科.

*2 Taikan OKI, 総合地球環境学研究所研究部.

*3 Yasunobu MIYOSHI, 九州大学大学院理学研究院.

*4 Naomi MARUYAMA, 米国・国立大気研究所高高度観測所 (NCAR/HAO).

*5 Kunihiro KODERA, 気象研究所気候研究部.

*6 Ken MOTOYA, 地球フロンティア研究システム.

*7 Takahiro INOUE, 高度情報科学技術研究機構.

*8 Tomo'o OGURA, 国立環境研究所.

*9 Akira OKA, 東京大学気候システム研究センター.

*10 Michio KAWAMIYA, 地球フロンティア研究システム.

*11 Seita EMORI, 地球フロンティア研究システム.

*12 Tetsuya HIYAMA, 名古屋大学地球水循環研究センター.

*13 Atsushi HIGUCHI, 名古屋大学地球水循環研究センター.

*14 Akihiko ITO, 地球フロンティア研究システム.

*15 Tatsuya NAGASHIMA, 国立環境研究所.

*16 Takuji NAKAMURA, 京都大学宙空電波科学研究所.

*17 Masayuki KAWASHIMA, 北海道大学低温科学研究所.

*18 Kazuyuki SAITO, 地球フロンティア研究システム.

*19 Renji NARUSE, 北海道大学低温科学研究所.

*20 Tomoe NASUNO, 地球フロンティア研究システム.

*21 Toru SASAKI, 気象庁観測部環境気象課.

*22 Hiroataka KAMAHORI, 気象研究所気候研究部.

*23 Nobuo YAMAZAKI, 気象研究所気候研究部.

*24 Hideharu AKIYOSHI, 国立環境研究所成層圏オゾン層変動プロジェクトオゾン層モデリング研究チーム.

*25 Tsuyoshi SEKIYAMA, 気象研究所環境・応用気象研究部.

*26 Yousuke FUJII, 気象研究所海洋研究部.

*27 Yoshio ASUMA, 北海道大学大学院理学研究科.

*28 Zen-ichiro KAWASAKI, 大阪大学大学院工学研究科.

*29 Masanori YOSHIZAKI, 気象研究所予報研究部.

*30 Hiroshi UYEDA, 名古屋大学地球水循環研究センター.

*31 Akira YOSHIDA, 北海道大学大学院理学研究科.

*32 Masaya KATO, 北海道大学大学院理学研究科.

*33 Takeshi ENOMOTO, 地球フロンティア研究システム.

*34 Yasushi FUJIYOSHI, 北海道大学低温科学研究所.

*35 Kouichi NISHIMURA, 独立行政法人防災科学技術研究所長岡雪水防災研究所.

*36 Shoichi SHIGE, 宇宙航空研究開発機構地球観測利用推進センター.

*37

*38

*39

*40

*41

*42

*43

*44

*45

*46

*47

*48

*49

*50

*51

*52

*53

*54

*55

*56

*57

*58

*59

*60

*61

*62

*63

*64

1. 組織委員からの報告

(1) はじめに

第23回 IUGG 総会が、去る2003年6月30日から7月11日までの2週間、札幌にて開催された。IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics/国際測地学・地球物理学連合) は、国連の国際学術連合 (ICSU) の下で、地球科学に関する専門分野の7つの協会で構成されている連合組織である。その総会は1922年の第1回ローマを皮切りに4年毎に世界各地で開催されてきたが、1999年の英国バーミンガム総会において、今回はアジアで初めてとなる札幌で開催することを決めた。日本は欧米諸国から地理的に遠方であるため参加者の動向が心配されたが、開催した結果は、参加者総数は約4600人 (その内の半数が国外から)、また参加国・地域は約80に達し、これらの数は過去のどの総会よりも多い新記録となり、札幌総会は盛会であった。

IUGG 総会傘下の7協会毎に参加者数をみると、我が IAMAS が最高で約850人、続いて IAGA の約800人、IASPEI の約750人となり、IAG, IAPSO, IAHS, IAVCEI らは400人前後である。無所属の UNION としての参加者は約300人である。また、学生参加者数は約1200人、同伴者は約200人。

総会運営の実行に当たった組織委員会 (LOC) は、この2003年度末をもってその役目を終える予定であり、これを機に、本稿をもって日本気象学会会員への総括的な報告としたい。

(2) 概要

IUGG 総会は、科学的成果の研究発表が行われる数多くの研究集会と、参加国代表者による IUGG ビジネス集会や参加7協会 (気象分野の場合は IAMAS/国際気象学・大気科学協会) の各協会のビジネス集会などから成るが、参加者のほとんどはシンポジウムなどの研究集会に参加し、ビジネス集会には参加していないのが実情である。その他、開催にちなんで色々な企画が実施されたが、これらについては個別に後述される。

会場は、札幌市のオフィス街に位置する4か所で、その中心となったのが高級ホテルのロイトン札幌、その近くの北海道厚生年金会館、札幌市教育文化会館らの約30の会議室と、ポスターセッション専用の会場となった札幌メディアパーク、その他に歓迎式典が行われたやや遠方の札幌コンベンションセンターなどであった。

(3) プログラム

6月30日に開幕し、早々と数多くのシンポジウムが

始められ、別会場のポスターセッションを含め、7月11日の最終日まで約5000件の研究発表があり、全ての会場において熱心な討論が繰り上げられた。

開会3日目の7月2日夜には、天皇皇后両陛下をお迎えし、厳粛に歓迎式典が行われ、天皇陛下からは地球科学に対する期待と激励のお言葉をお受けし、海外からの参加者も深く感銘した。また、北海道、札幌市、政府らの代表者およびその代理による祝辞があった。さらに開催側からは、上田誠也 LOC 委員長の歓迎の挨拶、日本学術会議会長、IUGG 会長、IUGG 事務局長らの挨拶が続いた。式典の後は、レセプションが行われ、北大オーケストラの演奏があり、大きな会場に入りきれないほどの参加者で盛り上がった。

他にも、海外からの参加者の同伴者向けの企画や、札幌地域の青少年向けの教育的企画なども数多く実施され、地元のマスコミに盛んに取り上げられた。また、気象関連では、北海道大学において中谷宇吉郎記念シンポジウムが行われた。さらに、IAMAS 事務局の企画で、昼食時間帯に Sushi-Lunch Lecture Series と称して、先端で活躍中の研究者によるトピックの特別講義が連日行われた。

(4) 総会開催の経緯

日本で総会を開催するについては、数年以上にわたる経緯があった。前々回の1995年の第21回総会 (米国・ボルダー) の機に、次々回にはアジアで最初の日本で開催してはどうかという雰囲気があり、当時の上田誠也 IUGG 日本代表 (当時の日本学術会議地球物理学研究委員) がその空気を受けて検討を始めたのが本総会実現の始まりであった。実施の可能性を検討する段階で、経費の問題、担当部局の問題、開催地その他いろいろの難問が噴出したが、1999年の英国バーミンガム第22回総会前には総会招請の立候補の意向を日本側として固める必要があった。日本での開催地としては札幌と京都が候補として検討対象になったが、諸事情を勘案して札幌になった。バーミンガム総会では、第23回開催地を決定するビジネス会議で、インドが対立候補として急浮上し、札幌への招致が危うくなりかけたが、当時の荒牧重雄日本代表らの努力の甲斐あって、最終決戦投票において札幌に決定した。その時の日本招請ミッションの方々の心労に接して、大変だなーと察したのを思い出す。しかし、それは、開催側にとって新たな戦いの始まりでもあった。

大規模な国際会議の開催には日本学術会議と我々関連学会との共催という形が望ましく、また経費面でも

そうする必要があるのです。それを実現する努力が払われた。国際会議の共催を他学問分野からも要請されている日本学術会議において、その共催を競合して勝ち取ることは容易でなかったが、結果的には何とか希望は適った。これにより、総会開催の1年前に日本政府公認の下での公式組織である国際会議の組織委員会が成立することになった。もちろん、現実には事前の組織委員会が、公式化される以前も総会実施のためのあらゆる準備を進めていた。気象分野からは、住 明正氏 (学会理事) と私、木田秀次 (日本学術会議気象研連代表) との2名が組織委員として参加した。特に住委員は LOC 幹事会メンバーとして総会参加者向けのインターネット機器の整備を担当した。私は募金を担当した。

総会実施の組織やそのメンバー、その他の総会に関する多くの情報については、IUGG2003札幌総会のホームページ (<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/iugg/>) に案内されている。

(5) 札幌総会の特別企画

前述のように、札幌への総会招請は外国の他候補との競合のなかで決定された。そういう競合においては、日本開催ならではの魅力ある特徴を前面に押し出す必要があったが、その企画の1つとして、諸外国 (特にいわゆる発展途上国) の若手研究者に旅費の援助をし、国際会議に参加する経験を与えるために力を入れると約束したことである。その目的で、約5000万円が総会開催経費予算に計上された。その約束は実行され、諸外国の約500名に及ぶ若手研究者の参加を支援した。この援助資金は、日本の主催参加学会の個人会員や協力企業からの寄附によるところが大部分である。

特徴の2つ目は、市民向けプログラムの教育特別企画である。それらはアウトリーチと呼ばれ、地域の市民や青少年に地球科学の現状を伝えるよい機会でもある。その内容については後の記事で紹介されている。

(6) 総会の経費

総会を開催する上で常に困難がともなうのが経費の捻出である。本総会においては、予算として約3億円の経費の規模が見込まれたが、それを支える収入の基本は参加者の参加登録料である。参加者数を約5000名と見込んで、登録料は少々高いが5万円と定められた。現実には参加者は4300名程度で、しかも早割制度や学割制度を活用する参加者も多いだろうし、登録料収入も見込み以下になる恐れがあるなど、登録料以外の収入を考えないと運営できない。LOC 関係者が頭を悩ま

す問題である。これについては、北海道と札幌市から各々3000万円という多額の支援があり、日本学術会議の共催金約3000万円、そして個人献金や企業の寄附・展示料らの計約6000万円等々によって賄われることになった。結果的には、予算の15%増しの総計約3億5千万円の経費規模であったが、赤字を出すことなく無事に会計を閉めることができた。なお、日本気象学会の個人献金の合計は約150万円で、他の学会のそれとほぼ同程度であった。他学会を含む献金者名のリストは IUGG2003 の HP に掲載されている。募金を担当した委員の1人として、献金をお寄せ頂いた会員や企業に改めてここに感謝の意を表します。

(7) IAMAS/国際気象学・大気科学協会の個別総会

IUGG 傘下にある IAMAS も4年毎に IUGG に合わせて総会を開いているが、この総会が参加国の代表者が集い権威を要する議決を行う公式の総会である。なお、公式総会開催の中間に当たる2年後の総会は研究発表を中心にした科学的研究集会で公式の議決はしない総会であるが、今回は2001年夏にオーストリアの州都インスブルックにて開催されたので、記憶に新しいだろう。

今回の IAMAS 総会では、任期満了の役員の交代人事の決定があった。IAMAS の会長は、スイス工科大学の Davis 教授から、米国の MacCracken 博士に交代した。IAMAS 理事会の委員の1人である住 明正教授はもう一期4年の自動的留任が承認された。

この協会毎の総会で、IUGG 全体総会に提案する IAMAS としての議決提案内容が検討された。すなわち、2つの議題が出され、1つは、日本の国立極地研究所が計画を推進している南極 MST/IS レーダー建設と成層圏の研究観測を実施する計画案の支持、もう1つは、IUGG 事務局長の List 教授 (カナダ・トロント大学) の提案で、熱帯域でしばしば発生する森林火災が雲と降水にどのように影響しているかを研究する案に対する支持である。前者は直ぐに承認された。一方、後者は議論があり、IUGG 総会には慎重に提案すべきであるとの意見が出されたが、最後の IUGG ビジネス総会では結局これら2つとも IUGG2003 総会の決議として承認された。決議文 (英文) に関心の有る方は IUGG の HP (<http://www.iugg.org/>) を参照されたい。

また、今回の IAMAS 科学集会としての開催予定地が検討され、中国の北京が改めて確認された。実は、前回の2001年インスブルックでのビジネス総会で北京

とほぼ決まったが開催の時期が7月であったため、その季節の北京の暑さが敬遠された。それで、時期を少し秋よりにして8月上旬に計画変更されたという経緯があった。この変更で少しは涼しくなるのかどうかは実際に参加してみないと分からないが、中国の代表者の私への説明では8月上旬は「立秋」である、とのことであった。日本からも多くの参加者があるよう期待したい。HPは、<http://www.IAMAS2005.com>。

(8) おわりに

今回の総会には大変悩ましい問題がつきまとった。それは春に流行のピークとなり、総会を直撃しそうな気配さえあったSARS問題である。幸い総会直前になってほぼ治まり、深刻な問題は生じなかった。しかし、これで参加できなくなかった中国人も少なくなかったようである。事実、中国からの研究発表で直前の取り止めが目立った。

若手研究者の発表形態として好まれるポスターセッションも盛んであるが、今回の総会では、口頭発表会場から徒歩で数分の距離がある所にポスター専用の会場が設けられた。時間帯を設定しての入れ代わり制のポスター展示であったが、口頭発表のプログラムとの時間帯の整合性が分野によっては必ずしも良くなく、そのためポスターを見にくる人が少なかったのは惜しまれる。

今回のIUGG2003総会の開催は、イタリアのペルージャとオーストラリアのメルボルンとの2か所が立候補したが、イタリアに決定した。また、IUGG2003総会決議として研究計画の10件と本総会組織委員会等への感謝の決議が採択され、その中に、前述のIAMASからの2つの提案も採択された。そして、次回イタリアでの総会成功を願って、本IUGG2003総会は、11日午後5時に閉会された。(木田秀次)

以下、本号から3回にわたり、IAMASの関係したシンポジウムおよびワークショップのうち44、およびアウトリーチ活動に関する報告を3回に分けて掲載します。ご多忙中、快くご執筆にご協力いただいた皆様にご場を借りて深く感謝いたします。(編集委員会)

2. 地球科学の未来 (U8: Geosciences: The Future (GTF))

IUGG最終日、7月11日(金)の午前中にUnion Symposium 8として、“Geosciences: The Future (GTF)”と題するシンポジウムが開催された。このシ

ンポジウムはIUGG副会長のUri Shamir (イスラエル工科大学)が企画し、IAMASやIAHS等IUGG傘下の7学協会から1人ずつ推薦された若手代表によって事前に準備構成された。

まず、Shamirが壇上に立ち、今後10年位の時間スケールで、IUGGや傘下の各学協会の現状と将来へ向けた研究上、活動上の取り組むべき課題を同定し公表すること、というシンポジウムの目的が紹介された。

その後、吉沢和範 (IASPEI; 北海道大学)、Emily E. Brodsky (IAVCEI; 米・UCLA)、筆者 (IAHS)、Claudia Simionato (IAPSO; アルゼンチン・ブエノスアイレス大学)、Laura Marlene Sanchez Rodriguez (IAG; 独・ドレスデン大学)、Sam Adlen (IAMAS; 英・オックスフォード大学)、そして、Aaron J. Ridleyの代理 (IAGA; 米・ミシガン大学)が休憩を挟みつつ、それぞれの地球物理学分野における現状と今後の展望に関して紹介した。

さらに、Adlenから、IUGG内各分野におけるより密接な共同研究の可能性について、Sanchez RodriguezからIUGGの重要な役割として先進国間のみならず途上国における地球物理学の振興をどの様にして図るべきかについて、そして、吉沢から、地球物理学が社会に貢献できる、あるいは貢献せねばならない課題についての紹介があった。

これらのトピックは、昨年夏にGTFが結成されて以降のインターネット上での議論と、2003年4月のニースで開催されたEGS/AGU/EGU合同大会の機会を利用した準備会合において、グループとして取り上げるべきトピックであると判断されたもので、グループとしての提案を上記3名が代表して発表したものである。

GTF議長のBrodskyの総括の後の質疑では、是非こういう活動を続けると良い、という肯定的な趣旨の意見が続出し、必ずしも聴衆は多くはなかったが非常に盛り上がったセッションとなった。ちなみに、Shamirは今回の総会で次期IUGG会長に選出され、何らかの形でGTFを継続させる意向の様である。現在のGTFメンバーはほぼ総入れ替えとなる予定であるが、今後も継続的に日本から貢献できるのが望ましいだろう。

なお、GTFとしての速報レポートは当日CD-ROMとして会場で配布されたが、IUGGのWeb siteにも<http://www.iugg.org/geosciences.pdf>として置かれているので、興味のある方は是非ご一読されたい。今

後多少の修正を経て最終版を作成し、同時にサマリーを EOS (AGU 会報) へ投稿する予定となっている。

(編集委員会註: Sam Adlen *et al.*, 2004)
(沖 大幹)

3. 中層大気・熱圏に対する外部強制 (JSA02: External Forcing on the Middle Atmosphere and Ionosphere)

このシンポジウムでは、表題のとおり、成層圏・中間圏・熱圏の大気循環が外からの力 (対流圏で励起された大気波動の鉛直上方伝播や太陽活動度の変化など) により、どのような影響を受けるかについての講演が行われた。対流圏からの波動の影響に関して、重力波については Fritts (米・NWRA) が、潮汐波については Ward (加・ニューブランズウィック大学) や Hagan (米・NCAR), 三好 (九州大学) ほか、また、惑星波については Garcia (米・NCAR) が講演を行った。さらに、中間圏・熱圏下部領域でのレーダー観測結果に関する Vincent (オーストラリア・アデレード大学) の講演などもあった。

Hagan (米・NCAR) ほかは、数値モデルを用いて、熱帯域の対流活動に伴う潜熱解放過程により、東西波数が 2 以上の 1 日周期潮汐波 (熱帯域対流活動は東西一様でないことによる) が励起され、それが鉛直上方に伝播することで中間圏・熱圏の大気大循環に影響を及ぼす可能性について報告した。三好 (九州大学) は、地表面から熱圏上部までを含む GCM を新たに開発し、対流圏から熱圏にかけての全大気領域での 1 日潮汐波の振る舞いを調べた。それによると、対流圏熱帯域での積雲対流活動の日々変動により、1 日潮汐波の振幅が日々変動し、潮汐波の鉛直伝播に伴い、影響が中間圏・熱圏領域にまでおよぶ可能性を示した。これらの研究結果は、対流圏の積雲対流活動・大気大循環の変動に伴い潮汐波の振幅が変化し、その影響が中間圏上部から熱圏にかけての大気循環に影響を及ぼす可能性を示唆している。また、成層圏の日々変動と熱圏変動との関連性を示唆する観測結果についての講演も、Danilov (ロシア・IAG) や Mikhailov (ロシア・IZMIRAN) からあった。

Garcia (米・NCAR) は、NCAR の CCM を高度 140 km にまで拡張した WACCM を用いて、赤道波や惑星波の振る舞いについて講演を行った。NCAR には既に TIME-GCM という中間圏・熱圏の大気大循環用の非常に複雑な AGCM があるにもかかわらず、新たな

AGCM の開発を行っているようで、このパワーには感心してしまう。

太陽活動度の変動に関しては、Labitzke (独・ベルリン自由大学) が 11 年周期変動と成層圏大循環変動に関して講演を行った。また、太陽プロトン現象が中層大気に及ぼす影響に関しては Jackman (米・NASA) による講演もあった。太陽活動と中層大気変動との関連については、別のシンポジウム (JSM05: 中層大気と熱圏における太陽活動の影響) で多くの講演が行われた。このシンポジウムでは、下層大気 (対流圏や成層圏) の変動と中間圏上部や熱圏の大気変動との関連性 (いわゆる大気の上下結合) に関する話題が中心であったと思う。また、表題からもわかるように、IAMAS と IAGA の共同開催であったため、普段は IAGA に所属しているため会う機会の少ない熱圏領域の研究者の講演が聞けたり、彼らと議論ができたりしたのは非常に有意義であったと思う。(三好勉信)

4. 赤道域中層大気・熱圏・電離圏結合系の力学・エネルギー学 (JSA03: Equatorial Middle Atmosphere-Thermosphere-Ionosphere Dynamics and Energetics)

このセッションは、赤道域中層大気・熱圏・電離圏の結合過程を支配する力学・エネルギー学に関する最近の結果に取り組んだ。赤道域電離圏・熱圏系の現象は、中層大気力学や赤道波が支配する下層の大気層と鉛直に結合することによって、左右されている。下部高度や extra-tropics 領域からの波動エネルギー輸送や、地磁気擾乱時における磁気圏や高緯度過程に伴うエネルギー輸送にも依存する。セッションでは、対流圏対流、中層大気力学や重力波、熱圏風、電場や電気伝導度、赤道域イレギュラリティといったトピックスに焦点が当てられた。下・中・上層大気の結合を定量化しようという試みという意味で、とてもユニークなセッションであった。それら全ての研究領域から科学者が集まり、さらに重要なことには、ワークショップに近い雰囲気の中で交流したりする良い機会であった。

初日朝の発表では、中間圏・下部熱圏において計測可能な、重力波や準 2 年周期振動のような対流圏現象に伴う力学的応答が示された。津田 (京都大学) は赤道域高高度領域結合について素晴らしい招待講演を披露した。インドネシアにおける気球ラジオゾンデ、MF レーダー、流星レーダーによる観測結果により中間圏・下部熱圏において波動・波動、さらに波動・中性

風相互作用を明確に示した。赤道域における波動の上方伝播により擾乱を受けた赤道域下部高度領域の電気伝導度が、電離圏高高度の力学過程に影響を及ぼす過程は、上下大気圏結合の典型的な例として、数値シミュレーションとの比較を強く望まれるテーマとして非常に興味深い。Taylor (米・ユタ州立大学) により中間圏観測による下層大気からの重力波のスケールと630 nm 波長大気光に観測されるような電離圏 F 領域構造とを関連付ける試みがなされたが、彼の示した結果においては関連性は見られなかった。しかしながら、イレギュラリティの幾何学 (geometry) がその相関を考慮するうえで重要かもしれない。なぜなら次の日に大塚 (名古屋大学) が示した通り、磁気共役点観測から得られたその電離圏構造は、長距離 (~4000 km) 離れたところでさえも同様に、磁力線に沿った構造を強く示していたためである。

2日目はより高高度の電離圏 F 領域や熱圏へ発表の焦点が移動した。Su (台湾・国立中央大学) は低緯度衛星 ROCSAT-1 がもたらす観測データの有用性を明確に示した。電離大気イレギュラリティの climatology はモデル計算による予測との比較が今後強く期待される。Heelis (米・テキサス州立大学) は低緯度電離圏力学に関する素晴らしいレクチャーを披露した。彼の発表は DE-2 衛星等、過去の数々の電離圏観測と解析の集大成を含んでいた。教科書や論文では大抵難しく説明されがちなところを、彼はとてもシンプルな理論で観測結果を説明していたため、筆者は非常に感銘を受けた。

以上、筆者の独断と偏見で簡略にハイライトを紹介した。他にも多くの発表がなされたがここでは誌面の関係で紹介は割愛した。なお最後に、本稿執筆にあたり御協力頂いた諸先生方、津田先生、塩川先生、Fuller-Rowell 先生、Richmond 先生に深く心から感謝の意を表す。
(丸山奈緒美)

5. 太陽活動の変動の気候への影響 (JSA08 : Effects of Solar Variability on Climate Change)

今回の IUGG で太陽活動の大気、気候への影響に関連するシンポジウムは3つほどあったと記憶している。本シンポジウムは K. Labitzke (独・ベルリン自由大学) が主催したので、招待講演を含む主要な講演は成層圏過程と関連した太陽活動の影響の話が主体となっている。

1989年レディング (英国) にて開催された IAMAS (当時は IAMAP) の大会で Labitzke が行った11年太陽周期の影響の成層圏 QBO による変調についての発表を思い起こすと、当時は四面楚歌という感じだった。それから14年を経た現在、招待講演のトップは、かつての反対者の先鋒の1人であった Salby (米・コロラド大学) で、彼は太陽活動による QBO の周期の変調を通して太陽活動が冬の成層圏循環を変えているという主張を展開した。また、シンポジウムの終わり近くに登場した Baldwin (米・NWRA) は、「自分はかつては Labitzke の結果に関して、こんな関係は早晚時間と共に消えてしまうと思っていた。しかし最近、まじめに調べてみようという気になった」と前置きして、冬の成層圏で太陽活動の結果起きた循環場の変動が「円環モード」を通して対流圏に影響を与える可能性について議論をした。

Labitzke 本人は、最近さらに QBO との関係が気に入っているようで、これまでは北半球の夏は QBO の位相に関係なく太陽活動の影響が明瞭に見られるといていたのが、夏でも QBO の位相で分けるとさらに明瞭になることを示した。彼女の生徒だった Matthes (独・ベルリン自由大学) は大気大循環モデルを使い、太陽紫外線・オゾンの変化を通して成層圏界面にどのように太陽活動の影響が生み出され下方に伝搬するのか、また太陽活動の変化に対する大気の応答が赤道域の東西風変動 (QBO・SAO) にどのように依存するのかを示した。

赤道 QBO の位相は普通は50 hPa 付近の風で定義されているので下部成層圏の現象と思われるが、Gray (英・レディング大学) は QBO の影響はもっと上方の下部中間圏付近から中高緯度に及ぶ事を示し、太陽活動の影響の変調もこの付近から生じる可能性を示した。また彼女の生徒であった Palmer (英・RAL) は大循環モデルに非地形性の重力波抵抗のパラメタ化を導入しモデルの中で SAO・QBO を自動的に発生させ太陽活動の影響との相互作用を調べた。

体の不調の為此の会議には出席しなかった van Loon (米・CRA) に代わり、Labitzke が発表を行った。単純に言えば、太陽活動の極大期にはハドレー循環が盛んになりインドモンスーンの雨が增えるというような内容だが、Labitzke はどちらかと言えばハドレー循環は太陽活動の極大期には弱まると考えているようなので少し発表しづらそうであった。

さて筆者 (小寺・気象研究所) は、太陽活動の気候

への影響と言えはやはり海洋の応答を抜きにはできないだろうと考え、太陽活動の影響の中でも眉唾ものと見られている、太陽活動による ENSO サイクルの変調について講演を行った。対流圏 2 年周期変動で知られているように、モンスーンの変化と ENSO は関連しており、上記の van Loon の結果も太陽活動による成層圏子午面循環の変化と関連した一連の結果として理解できよう。

Hood (米・アリゾナ大学) は、赤道域の下部成層圏の気温やオゾンに見られる太陽周期と同期した変動は、太陽紫外線によるオゾン生成の変化というより、プラネタリー波の活動度の変化に伴う子午面循環の変化の結果であることを示した。このシンポジウムで示された多くの結果は、成層圏に見られる太陽活動の影響は力学的効果を通じて成層圏界面付近から下層へと伝わってきたものだという見方を支持しているといえるだろう。これまで明確には表明していないが、Salby は太陽活動の影響は下部成層圏から始まると見ていたようだ。しかし、この会議で彼は初めて「太陽活動の影響はどこか上の方からやってくる」というような事をちらっと言っていた。これを聞き逃さなかった Gray は喜んでいて、中層大気における太陽活動の影響の理解は少し進展してきたように思える。

(小寺邦彦)

6. 雪氷圏のリモートセンシング (JSH01: The Remote Sensing of the Cryosphere)

本シンポジウムは、7月7日の午前午後と8日の午前口頭発表、7月8日午後をコアタイムとしたポスター発表として行なわれた。このうち、筆者が参加・発表した8日のポスターを中心に報告をしたい。

まず第一に、全体としてキャンセルが多く(発表予定13件中、キャンセル8件)少々さびしい雰囲気であった。その反面、時間も空間も十二分に余裕があったため、個々の発表について納得がいくまで説明を受け、発表者と話し合えた点では良かったのではないかと考えた。

ポスター発表を内容で大まかに分けると、2件が氷河の長期変動と海水の熱輸送のモニタリング、残り3件が広義で言う観測手法であった。キャンセルが多い中で行われた発表はどれも興味深いものだったが、たとえば、榎本(北見工業大学)は、SSM/Iのマイクロ波観測データなどから海水厚の分布と移動を抽出し、その積から海水が輸送する熱量フラックスを推定する

というものだった。オホーツク海についての年々変動の解析では、面積で見た海水勢力はここ数年増しているにもかかわらず海水が運ぶ熱量はここ10年ほどは一貫して減少しているという報告に大変興味を持った。

筆者の発表を含む観測手法的な3発表はどれも独自の専門的手法だった。例えば、若松(IARC)は海水の追跡からメソスケール擾乱を抽出するために、氷の移動モデルを工夫して海水リモートセンシングへの応用を目指したものであった。一方、Sinisalo(フィンランド・ラップランド大学)の発表は、50, 100, 800 MHz帯の積雪レーダーで比較観測したもので、積雪の層構造を調べる上でのレーダーの有効性を示していた。

口頭発表もキャンセルが多すぎて、少々だれた印象を禁じえなかった。内容としては、コンビナーのArmstrong(米・NSIDC)を筆頭にマイクロ波を使った大陸規模のリモートセンシング手法についての報告が数多くあった。マイクロ波リモートセンシング手法についてはそれなりのコミュニティをなしており、活発な議論が行われていた。また、島村(都立大学)やDokken(ノルウェー・コンピューティングセンター)らの発表など、現地調査も重視した積雪リモートセンシング手法の高度化のための意欲的な取り組みも見られた。

個人的な感想であるが、AMSR や AMSR-E などのセンサーについての発表もあり、最新のマイクロ波リモートセンシングについての雰囲気を知ることができた。その一方、GLI 関連については、強いていえば筆者のポスター発表(波長帯利用による積雪・植生指標の AMSS データなどへの適用)が、その基礎研究として関連するのみだったのが少々残念であった。

最後に、筆者が不参加だった7日の発表の様子については、松山 洋さん(都立大学)からご感想をいただいた。ここに記して感謝いたします。

(本谷 研)

7. 高解像度気候モデルと地球システム統合モデル (JSM01: Toward High Resolution Climate Models and Earth System Models)

このセッションは、スーパーコンピュータの高度化に伴い近年の進歩が著しい高解像度気候モデリングや地球システム統合モデリングについて、現状認識を広く共有し問題点を議論する目的で、住(東京大学 CCSR)らの呼びかけにより行われた。6月30日から7月1日の2日間にわたって、31件の発表があった。

1日目午前のセッションでは、地球シミュレータ (ES: Earth Simulator) を利用した高解像度モデルについて、その現状と今後の見通しについて紹介する発表、および積雲対流パラメタリゼーションを雲解像モデルで置き換える‘super parameterization’についての発表が目立った。雲解像モデルを用いて、気候モデルにおいても雲を陽に取り扱うというアイデアは、近年の計算機パワーの増大を背景に、現実性のある選択肢となってきた。全球を雲解像モデルで覆うにはESでも不足気味であるが、Khairoutdinov (米・コロラド州立大学) や Arakawa (米・UCLA) のように低解像度の GCM に 2次元の雲解像モデルを組み合わせ、パラメタリゼーションと同様に統計的手法と併用するといった使い方は、大規模な超並列システムが多い米国でも利用しやすいアプローチであり、得られた知見を積雲対流パラメタリゼーションへどのように、どの程度還元させられるかを含め、今後の展開に注目する必要がある。(井上孝洋)

1日目午後は、引き続き ES における高解像度モデル開発の現状について報告が行われた。このほか、モデルによる現在気候の再現性や大気中 CO₂ 増加に対する応答が解像度の増加によりどのように変化するか評価した研究が紹介された。岩崎 (東北大) はマルチネストした領域モデルを用いて層積雲の再現実験を行い、モデル解像度を上げることにより異なる雲水生成メカニズムが働くことを示した。Wood (英・ハドレーセンター) は大気海洋結合モデル HadCM3 をベースに海洋の解像度を上げた結果から、赤道太平洋の不安定波動やエルニーニョの表現が改善された様子を報告した。モデルの解像度を上げて現実再現性を向上できた場合、さらに何故・どのようにして再現性が向上したかを議論し理解を深める必要がある。そのためには上記の研究の様に同一の物理過程を用いて解像度のみ変化させ、得られた結果を異なる解像度で比較する方法が有効であり、その重要性は今後さらに増すと考えられる。(小倉知夫)

2日目の午前は、高解像度海洋モデルを話題とした内容であった。海洋の中規模渦がモデルで表現されるには、少なくとも 1/4 度程度 (渦許容モデル)、ある程度正確に表現するには 1/10 度以上 (渦解像モデル) の水平解像度が必要となる。ES をはじめとした高速計算機の登場により、これまでの計算機では困難で

あった中規模渦が表現される全球的な海洋モデリングが可能となってきた。今回のセッションでは、そのようなモデリングの結果が次々と発表され、黒潮の離岸がどうなるか、衛星の海面高度データとの比較により変動がどの程度現実的に再現されているか、などが報告された。現時点ではまだモデルがとりあえず動き始めた段階であるが、これまで経験のない全球的な渦許容、渦解像モデルが現実の海洋を理解する強力な道具となることが期待される。そのためには、今後さまざまな視点からモデルの結果が解析され、現実との、あるいはモデル同士での比較が重ねられていく必要があるだろう。(岡 顕)

2日目の午後は、地球システム統合モデルの話題とその他の話題についてであった。従来の気候モデルに炭素循環、生態系、大気化学などのモデルを統合し、その相互のフィードバックを表現する地球システム統合モデルが、世界のいくつかの機関で開発され始めている。Mechoso (米・UCLA) は、Earth System Modeling Framework と呼ばれる統合モデル開発のためのインフラストラクチャを紹介した。河宮 (地球フロンティア) は、ES 上での利用を目指して開発が進められている日本の統合モデルを紹介した。

(河宮未知生・江守正多)

全体を通じて、日本では多くの研究者が当り前のように高解像度モデリングに取り組むようになってしまったが、他の国ではそれが必ずしも当り前でない分だけ、高解像度モデリングに取り組む研究者がそれなりの覚悟と考えを持っているように感じられた。

(江守正多)

8. 沿岸域の大気・海洋・陸域相互作用 (JSM03: Land-Ocean-Atmosphere Interactions in the Coastal Zone)

IAMAS・IAPSO・IAHS の共催であった本シンポジウムは、大会第2週の7月8日に口頭発表が、9日にポスター発表が行われた。口頭発表は申し込まれた17件のうち、5件がキャンセルとなった。

午前は6件の発表があった。Minihane (米・スタンフォード大学) は、共著者の Kooi がオランダの研究機関に属しているのも関係してか、過去2万年における海岸付近での海水/淡水遷移帯が平衡状態か否かについて、2次元数値シミュレーションで研究した。平

衡状態か否かに関しては既にわかりきっているものなのかと素人目には感じたが、モデルパラメータ決定のための観測データが少なく、それほど理解されていないものであるらしい。話題は変わって、樋口(名古屋大学)は亜熱帯海洋上の大気境界層における総合観測の初期結果について発表した。海洋上といえども下層にはブリュームが存在し、混合層と自由大気との間のエントレインメントとのスケールの差異が紹介された。エントレインメント層での重力波の影響についてのコメントがあったが、今後の解析課題となった。Walter(米・テキサス農工大学)は異なる緯度帯・様々な時間帯での海陸風の数値シミュレーション結果について発表した。謝(米・ハワイ大学)は異なる衛星データを用いて、海洋表面温度や海面近傍の風速、海面高度、クロロフィル量を解析し、南シナ海での湧昇流と南西モンスーンとの関係を紹介した。南西モンスーンが弱かった特異年として1998年を取り上げ、平年との差異を論じた。複数のターゲットの異なる衛星データを“裏取り”に使う点で、正直、やられた!という感想を持った。Vilibic(クロアチア・水路協会)はアドリア海の1つの港湾でのシビアストームの解析結果を発表した。Mapesら(米・CDC)は, Houze *et al.* (1981)による熱帯海岸域における地形性降水の日変化について、メソ気象モデル(MM5)を用いて再評価した。大気中層の冷・暖状態が海洋上の降雨形成に大きく寄与するとし、Houze *et al.* (1981)による夜間の陸風の寄与は少ないものと否定した。

午後6件の発表があった。栗田(気象研究所)による粗度層での相似則に関する風洞実験結果があり、本シンポジウムの座長でもあったGeernaert(米・ロスアラモス研究所)による陸風のfootprintと準均一地表面理論(quasi-homogeneous theory)の提唱に関する古典的大気境界層の研究が2件続いた。Singh(インド・IIT)は、SeaWiFS衛星データによる地震直後のクロロフィル濃度上昇について、4ケースを紹介した。スナップショットの衛星データを示したため、放射量との関係を質問されていたが、明確な回答はなかった。Kane(セネガル・チークアンタディオ大学)はフランス語での発表であり、Pezzoli(イタリア・トリノ工科大学)が英語に通訳して説明するという心温まる光景が見られたが、内容は殆ど理解できなかった。大筋としてはセネガル川(アフリカ)から沿岸域への堆積物フラックスのデータ公開であった。関連してVorosmarty(米・ニューハンプシャー大学)は、大

河川での河川堆積速度とダム等による人類活動の結果としてのトラップ率を紹介し、河川による沿岸域への堆積物速度を全球的に得るために、データベース構築の重要性とそのためのデータ公開を呼びかけた。最後にDolgikh(ロシア・地震波探査部)はHe-Neレーザーによる歪み計の開発について紹介した。

翌日のポスターセッションは3件と少なかった。Pezzoliは、口頭発表時間帯に研究内容を発表してしまったため、当日ポスター会場には現れなかった。領域気象モデル(RAMS)を用いた地中海における海陸風の再現実験であった。檜山(名古屋大学)や田中(名古屋大学)は、口頭発表を行った樋口と同じプロジェクトでの海洋上の大気境界層観測結果について紹介した。

口頭発表の聴衆は最低で6人、最大でも20人程度と非常に少なかった。筆者としては日頃意識しない海岸地帯での地球科学の諸現象を考える良い機会になった一方、今まで経験した国際会議と比較して、低調だったと思われる。原因として人類が生存する上での1つの中心的活動場所である「陸・海・大気境界としての沿岸地域」をタイトルに掲げたものの、逆に焦点がぼやけ、発表申込時にこのシンポジウムに申し込むか否かについて戸惑った人が多かったのではないかと思われる。その一方、多くのシンポジウムがIUGG内で設けられたために、他のシンポジウムにも参加せざるを得なかった発表者以外の参加者もいたであろう。案の定、他のシンポジウムに参加してみても同じように聴衆が少なく、会場にいるのは発表者とその共著者程度であった。聴衆が少なく議論も活発に行われない状態であったため、SARSや戦争の影響等を差し引いてもIUGGは全体としてレベルが低いのではないかとと思わざるを得なかったのが正直な感想である。あるいはIUGGは単なるお祭りだったのか?とも感じられた。今後IUGGのようにテーマが雑多かつ大規模な国際会議のあり方については、その存在意義の是非について検討すべきものと思われた。

(檜山哲哉・樋口篤志)

9. 陸上生態系, 大気組成, 気候(JSM04: Terrestrial Ecosystems, Atmospheric Composition, Climate)

本セッションでは「陸上生態系, 大気組成, 気候」をテーマに、陸域起源物質, 大気組成, 気候(変動)の間の相互作用に関する研究報告が行われた。来日で

きなかったコンピーナーの Artaxo (ブラジル・サンパウロ大学) に代わり、地球フロンティアの秋元大気組成領域長および Lara (ブラジル・サンパウロ大学) が口頭発表の司会を行った。ここでは8件の発表がなされた(登録は14件)。まず鶴田(東京農工大学)によりインドネシア熱帯林からの土地利用変化に伴う温室効果気体(CO₂, CH₄, N₂O)の放出について観測結果が報告された。その値はこの地域の放出量が他地域よりも小さく、そのデータを取り入れることでIPCC報告書などの集計値が変わる可能性もあることが示唆された。次いで山路(地球フロンティア)より、アジア地域の家畜から放出される微量ガス(CH₄, N₂O, NH₃)のインベントリー研究に関する報告があった。3件目に、Scholze(独・MPI)他より、生態系モデルを用いた大気-陸域間の安定同位体交換に関する研究が報告された。ここでは土地利用変化の生態系への同位体的影響(分別効果と非平衡)について数値実験が行われていたのが印象的であった。ここから続く4件の講演がキャンセルされたが、その間に、司会者の配慮で筆者のポスター発表を口頭で説明する機会が与えられた。つまり、生態系モデルを用いた大気-陸域間のCO₂交換の再現と、その結果を用いた植生の水利用効率と同位体分別効果の相関のスケールリングについて報告した。類似した研究を行っている前出のScholzeほかと、同位体を取り入れたモデル研究について議論を持てたのは収穫であった。次にLaraはアマゾン地域のバイオマス燃焼と微量気体およびエアロゾル放出、さらに窒素酸化物の湿性沈着に関する観測結果を報告した。以前からバイオマス燃焼は注目されていたが、今後の課題はなお多いようである。Dye(地球フロンティア)は、日射における散乱/直達光の割合の変化によって植物に利用可能な波長帯の割合が変化することをタイでの現地観測を基に示し、全球的な衛星観測の必要性を強調した。新しい手法で大気組成-陸域生態系-気候のリンクの一側面を示した興味深い研究であった。続いてYan(地球フロンティア)から、中国の水田からの総CH₄放出量に関する新しい推定値と、CH₄放出量を減少させるための耕作形態の改良に関する試算結果が報告された。松本(立正大学)は、熊谷市の桜の開花が近年早期化している原因について地球温暖化とヒートアイランド現象の2つを挙げて現地観測の報告と解析を行った。最後に、Dey(インド・IIT)がインド北部の都市化に伴って大気の光学的厚さが増加しているなどの観測結果を報告し、衛星デー

タにおける潜在的な変動要因になりうることを示した。参加者は最大で15名程度であったが、同好の士だけに発表も質疑応答も決して質の低いものではなかったことは強調しておくべきだろう。一方、ポスターセッションには17件の登録があったが、キャンセルされた発表も多かったようだ。井口(京都大学)は陸上生態系モデルと大気輸送拡散モデルを結合して大気CO₂の緯度分布・季節変化を再現した結果を報告した。

口頭とポスターの発表を通じて、テーマが広範なだけに対象とする地域/スケール/現象が多様であり、研究方法も現地観測/リモートセンシング/モデリングなど広きにわたっていたのが特徴的であった。それでも時流を受けて、単なる自然生態系の微量ガス(特に温室効果ガス)収支だけではなく、土地利用や温暖化などの人為影響と関連づけた研究が多かった印象がある。しかし、全体の中では京都議定書の吸収源問題に最も近いセッションであったが、社会学的視点を表に出した発表はほとんどなかった。また、IUGGの中では希少な生態系を対象としたセッションの1つなので、生態学者からの発表がもう少しあれば学際性を活かすことができたのではとも思われた。それでも、比較的新しい研究分野だけに今後どういふふう展開し総合化されていくのか期待感を持つことができた。

(伊藤昭彦)

10. 太陽活動が中層大気や電離圏に及ぼす影響 (JSM05: Solar Effects in the Middle Atmosphere and Ionosphere)

一口に太陽活動と言っても様々なものを考える事が出来るが、本シンポジウムでは、主に11年周期及び27日周期の太陽放射変動に着目した発表が行われた。

太陽放射の波長毎の変動が定量的に詳しく知られるようになったのは、人工衛星による観測が行われるようになった1980年以降の事である。それから今日までSMMやUARS等の人工衛星により観測が継続されており、この間に得られた観測データのレビューがRottman(米・コロラド大学)により行われた。変動は短波長へ行くほど大きくなり、112 nmでは100%近い大きさを持つ。McCormack(米・海軍研究所)は、こうした変動が中層大気のオゾンや気温に及ぼす影響(太陽活動のシグナル)を議論する時の問題点として、シグナルの大きさや分布が、それを抽出するために用いた観測データによって異なってしまうこと、また数

値モデルで計算されたシグナルが観測に比べて小さくなってしまふことを挙げていた。一方、27日周期の変動が熱帯下部成層圏のオゾンや気温に及ぼす影響に関して Hood (米・アリゾナ大学) は、100 hPa 辺りにシグナルの極大が存在していること、及びそのシグナルは太陽放射変動が直接生じさせたものではなく、惑星波の伝播に作用して間接的に生じたものとして、そのメカニズムを議論した。また、Zhou (米・NCEP) は27日周期変動に対するオゾンの変動幅が、オゾン破壊物質の増加を反映して、最近では1980年代に比べて増加していることを報告した。

このようなオゾンや気温の変動を3次元モデルで評価した結果も幾つか発表された。永島 (国立環境研究所) は化学気候モデルに11年周期の太陽放射変動を強制した実験の結果を示し、オゾンオンラインに扱う事の重要性を示した。Austin (英・気象局) は11年周期に加えて27日周期変動を強制した実験も行い、周期によって計算されるシグナルの鉛直分布が大きく異なることを示していたが、観測から得られるシグナルを的確に再現することは出来ていなかった。また、Langematz (独・ベルリン自由大学) はGRIPSの成果として、11年周期変動に対してGCMが計算するシグナルのモデル間相互比較の結果を示した。モデル依存性が大きく、観測される東西風の変動を再現できるモデルは少なかった。こうしたモデル計算の不備に関して、両者は太陽活動の影響を定量的に評価する場合、QBOが現実的に表現されているか否かが重要であるとの認識で一致しており興味深かった。また、Talaat (米・ジョンスホプキンス大学) はより高い高度まで考慮したモデル実験の結果を報告した。(永島達也)

11. 中間圏下部熱圏領域のエネルギーと循環、および熱圏・成層圏の循環・化学との結合 (JSM08: Energetics and circulation of the MLT region and its coupling with circulation and chemistry of the thermosphere and stratosphere)

1.5日のセッションで12件の口頭発表と5件のポスター発表が行われた。

吉川 (九州大学・講演: 宮原) は、九州大学GCMによる子午面循環について述べ、MLT領域のresidual circulation (残差循環) が、Lagrange的の子午面循環と異なることを示した。また、モデル中の潮汐や波長数千kmの大規模重力波による鉛直輸送 (拡散) が、

Eddy Diffusivity (渦拡散) と同程度の大きさであることを示した。Schmidt (独・MPI) は、HAMMONIAモデル (T31, 高度250 kmまで) を用い、中間圏での化学的加熱やCO₂によるIR冷却量について述べ、CO₂量が過去の観測に比べて小さいことを示した。Kostsov (ロシア・サンクト・ペテルブルグ国立大学) は、CRISTA-I (スペースシャトル観測) のデータ解析のための新しい手法を述べ、Non-LTE (非局所熱平衡) リトリーバルによる温度が夏季中間圏界面の低温部をよく反映すること、またこれを用いて温度逆転層の統計を求め冬半球に温度逆転層が多いことなどを示した。Kostkovは、もう1件の講演でNon-LTE効果によるオゾン量の測定誤差、およびオゾンにより求めたLTE温度とモデルの比較について示した。Mlynczak (米・NASA) は、TIMED/SABERデータから得られる化学的加熱と太陽放射加熱の量について議論した。Degenstein (カナダ・サスカチュワン大学・講演: Llewellyn) は、ODIN/OSIRISの赤外トモグラフィ観測から高度75-80 kmにOH (水酸基ラジカル) 昼間大気光が存在することを報告した。Takahashi (ブラジル国立宇宙研究所) は、ブラジル低緯度での地上大気光長期観測から季節変化、大気波動の影響を示し、Lübken (独・ライプニッツ大気物理研究所) は、高緯度でのロケット観測による乱流の特性やPMSEへの影響などをレビューした。坂野井 (通信総合研究所) が、アラスカMF (中波) レーダー等の観測から成層圏突然昇温と中間圏風の変動パターンの統計を示し、Burns (オーストラリア南極部) は南極での大気光観測から中間圏界面と成層圏の温度変動の相関、特に16日周期プラネタリ波の影響などを議論した。堀之内 (京都大RASC) は、3次元領域モデルによる対流圏積雲励起重力波の中間圏界面での砕波と不安定構造、OI (中性酸素原子) 大気光への影響について報告し、中村 (京都大学RASC) は、MUレーダーとOI大気光ドップラー観測から慣性重力波による大気光高度変動を示した。以上のように本セッションでは最新の観測やモデルによるMLT領域の放射、化学、力学の複合過程が議論され、大変興味深い講演が多かった。

(中村卓司)

12. 小規模～惑星規模の強い渦 (JSM09: Intense vortices from the small scale to planetary scale)

このセッションは大気と海洋中の渦状擾乱をテーマ

としたもので、タイトル通り、対象とされた現象のスケールは竜巻から台風まで幅広く、アプローチも理論、観測、数値実験、室内実験と多岐にわたるものであった。一部ではあるが、発表された研究の内容と印象を報告したい。

発表は台風に関するものが約半分を占めたが、とりわけその非軸対称構造と多重スケール構造に関するものが目立った。コンビナーである Montgomery (米・コロラド州立大学) はここ数年に行った台風についての一連の研究を紹介した。まず、最近のドップラーレーダー観測と雲解像モデルによるシミュレーションをもとに、台風の多重スケール性について論じ、目の壁雲での渦度は水平シア不安定により生じたより小さなメソ渦に集中していることなどを示した。さらに、室内実験によっても同様の構造が再現できることを示した。様々な手法を駆使して現象の本質に迫ろうとする彼のバイタリティーには感心させられた。Hendricks (米・コロラド州立大学, Montgomery が代読) は雲解像モデルによる台風のシミュレーションの結果にもとづき、強い鉛直渦度を伴う個々の対流(ホットタワー)の組織化による台風の形成過程について説明した。

Montgomery らは台風のスパイラルバンドが、軸対称基本場のポテンシャル渦度勾配に起因するロスビー波 (vortex Rossby wave) であることを提唱しているが、それに関連した研究もいくつかあった。Yau (カナダ・マギル大学) は数値実験で再現されたスパイラルバンドの伝播特性が vortex Rossby wave の分散関係と良く合うことを示した。Brunet (カナダ・気象庁) は台風の数値シミュレーション結果を用いて EP フラックスの解析を行い、平均流との相互作用により vortex Rossby wave が対流圏中・下層で風を加速し、上層で減速させることを示した。

他に Reasor (米・コロラド州立大学) は鉛直シアのある場で、台風の鉛直渦度とその構造を保つメカニズムについて議論し、Smith (独・ミュンヘン大学) は台風などの回転の強い現象に伴う二次循環を論じる際の浮力の定義方法について論じた。

日本からは地球シミュレータ上の高解像度 GCM で再現された台風の構造の発展について論じた栗原 (地球フロンティア)、レーダーの解析とメソモデルによる数値実験から台風の非軸対称構造について示した余田 (京都大学)、メソスケール対流解像モデルによる数値実験から、海面水温分布に対する台風の感度などについて調べた山岬 (地球フロンティア)、層状雲か

らの降水に起因した台風の発生に鉛直シアが及ぼす影響について、非静力学モデルによる簡略化数値実験の結果から論じた中野 (九州大学) らの発表があった。また、柳瀬 (東京大学海洋研究所) は雲解像モデルによるポーラーロウの数値実験について発表し、水平一様な基本場の元では台風のようなほぼ軸対称の雲パターンに、傾圧場ではコンマ型の雲パターンになることを示した。

竜巻など、比較的小規模の現象については、Blue-stein (米・オクラホマ大学) の発表が興味深かった。彼は車載型ドップラーレーダーで観測した竜巻やダストデビルについて紹介し、台風にも見られる波数2の構造をもつ渦や、主渦の周りを回る複数の小規模の渦 (satellite vortices) が観測されたことを報告した。小林 (防衛大学) は冬季、北陸でドップラーレーダーを用いて観測した竜巻について報告し、筆者はドップラーレーダーデータを用いて行った渦状降雪雲の運動エネルギー収支解析について報告した。

他に、簡略化した数値実験と ECMWF 再解析データの解析からグリーンランドが低気圧の導波管としての役割を持つことを示した Davies (スイス・チューリッヒ工科大学)、海面冷却がある場での海洋 gyre について、高解像度海洋大循環モデルを用いた数値実験を行い、対流を陽に表現した LES による実験結果との比較を行った Park (韓国・海洋開発研究所)、回転系のカルマン渦の非対称性について室内実験で調べた Stegner (仏・エコールノルマル) の発表が印象に残った。

各研究者が対象としている現象のスケールは異なっても、同じ渦ということとその基本的なメカニズムにはやはり共通したものがあり、2日間のセッションを通して非常に活発な議論が交わされた。研究の細分化が進んでいる現在、このような総括的なセッションを通してバックグラウンドの異なる研究者同士が議論し、共通の認識を広げてゆくことは非常に有益であると感じた。(川島正行)

13. 寒冷圏と気候との相互作用 (JSM10: Cryosphere-Climate Interactions)

2日半にわたったセッションでは、寒冷圏全般(以下、口頭/ポスターの件数; 3/0)、海洋寒冷圏(海水・氷床; 13/3)、積雪(4/0)、山岳氷河・凍土(6/5)といった幅広い興味と対象とにわたる研究成果が発表された。また、手法としては観測値解析と数値モデル

結果とがほぼ同数でバランスが取れていたと思う。

寒冷圏全体における気候変動の現在までの状況と今後の温室効果の影響について、Walsh (米・IARC) は前世紀以前からの観測値 (気温, 降水, 海水, 凍土) の解析結果を概説し, 異なるバージョンを含む5つの気候モデル (NCEP, GFDL, ECHAM, HadCM) のシミュレーション結果をもとに2100年までの予想範囲を評価した。また, モデル間のばらつきや, 現実およびモデル間での季節性の違いを検討することにより各要因 (物理・力学過程) のもつ重要性や不確実性を定量的に考察した。

海洋寒冷圏については, Allison (オーストラリア・Antarctic CRC/南極部) が南極に重点をおきながらも両極周辺での海洋-海水-大気相互作用を理論・観測の両面から総括的に眺め, ここ数十年の変動 (10年あたり北極で3%の減少, 南極で1%の増加) や温暖化により見込まれる変動, 熱塩循環 (THC) への影響までを含んだ発表を行った。また, O'Farrell (オーストラリア・CSIRO) らは両極域での大気・海洋・海水の温暖化に伴う変化を気候モデル (CSIRO Mk3) を用いて予測・評価した。

南極半島西側大気の変動と南極海水分布との関連を, Colwell (英・BAS) は半島沿岸部の気温と海水観測値を通して, Lachlan-Cope (同) は気候モデル (HadCM3) を用いて詳細な検討を行った。Wang (米・IARC) らは海水-海洋結合モデルにより北極海・北大西洋における北極振動 (AO) の影響を評価し, 浮田 (米・コロンビア大学) ほかは北極海の海水分布が北大西洋振動 (NAO) および南方振動 (ENSO) から互いに直交するように影響を受けていることを観測値解析で示した。

上記以外にモデルを主に用いた海洋寒冷圏研究に, 海水を海洋境界層に組み込んだモデルで慣性・潮汐作用の影響を調べた Hibler (米・アラスカ大学) ら, 北極海の海水の生成・変形を新しい海水厚分布解像モデルで評価した Haapla (フィンランド・ヘルシンキ大学), 海水からの淡水フラックスが海洋による淡水輸送に及ぼす影響を見た小室 (東京大学 CCSR) ら, 棚水底面からの淡水フラックスが南大洋の深層水形成に及ぼす影響を示した Hellmer (独・AWI) および棚水-海洋結合モデルの感度実験を行った Sandhaeger (同) ら, 南大洋の海水分布に海水移流が及ぼす影響を調べた小倉 (国立環境研究所) らがあった。

山岳氷河, 大陸氷床, 積雪などの陸上の寒冷圏につ

いては, Kaab (スイス・チューリッヒ大学) が温暖化による前世紀からの (スカンジナビア沿岸以外の) 山岳氷河の減少や山岳凍土の温度上昇を詳述し, それらに起因する雪崩や碎流 (debris flow), 氷河湖からの洪水, 更に水資源・水力発電など社会経済的な危険性についても概説した。ユーラシアの積雪と北半球大気循環場との関連について, Cohen (米・AER) らが秋季積雪の冬季大気場への影響を観測・モデル両面から評価し, 齊藤 (地球フロンティア) らが長周期 (6-10年規模) の共変動およびその変化を報告した。兒玉 (北海道大学低温科学研究所) らは東部シベリアでの水熱収支観測から大気の状態と密接に関連したその季節変化を, また凍土の活動層の季節変化を山崎 (京都大学) らが東シベリアについて, 佐藤 (防災科学技術研究所) らがアラスカについてそれぞれ報告した。

Kaser (オーストリア・インスブルック大学) は氷河の質量収支モデルを用いて同じ気温下でも湿度によって氷河の形成が異なることを示し, 気温以外の要素も氷河の変化に重要であることを示した。Sicard (英・ウェールズ大学) らは分布型熱収支モデルを用いて, ENSO の南米の熱帯山岳氷河への影響を評価した。紺屋 (北海道大学低温科学研究所) らは山岳氷河における消耗率の空間分布を推定する経験的モデルを紹介した。

現在までに見られる長期の気候変動について, Duguay (米・アラスカ大学) がカナダの湖水の結氷データにより, Ananicheva (ロシア・地理学研究所) らが極東シベリアの氷河観測により, 五十嵐 (極地研究所) らが南極浅層コア解析により報告した。池田 (北海道大学) らはここ半世紀の北極海海水の減少を雲放射収支により説明しようと試みた。また Wild ら (スイス・チューリッヒ工科大学) はグリーンランド氷床融解の海水面への影響を温暖化気候実験で評価した。

文頭にも述べたように, 寒冷圏自体が研究対象の範囲が広く時間規模もさまざまであり, また気候とのかかわりを大気あるいは海洋のどちらか (少数だが両方) を通して見ているため, 多様性に富んだセッションだったともいえるが異種混合の感も否めなかった。

(齊藤和之)

14. 全球海面上昇, 気候変動と極地氷床の安定性 (JSM11: Global Sea Level Rise, Global Climate Change and Polar Ice Sheet Stability)

今回の IUGG-2003 総会のアブストラクト集から,

“sea level change” (sea-level を含む) をキーワードとして検索したところ論文48篇が, “sea level rise” では論文33篇がみつかった。このことから, 海面変動や海面上昇が昨今の地球科学の大きな問題となっていることがよく分かる。しかも, これらの論文は, 20以上のシンポジウムに分散している。海面変動の問題は, 海洋, 固体地球, 大気, 陸水, 雪氷など数多くの圏や分野に関わっているし, さらに研究手法や測定法, あるいはあつかうタイムスケールも異なる。このような事情のため, 本 IUGG 総会にて聞きたい発表を的確に選び, 無駄なくそれらの会場を渡り歩くことは至難のわざと言えよう。

海面変動を中心にすえたシンポジウムとして, 表記の JSM11 以外に, JSP05 “Worldwide Sea Level Change” (世界の海面変動) も開かれた。後者は, 海面測定のスランドだった検潮に加え, 衛星高度計, GPS 等の新しい測定技術, およびそれらにより得られた近年の海面変動傾向の議論を目的としていた。一方, 前者 JSM11 の目指すところには, 以下のような背景があったと思われる。Church ほかは, 2001年の IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第3次評価報告書の中で, 検潮データにもとづく過去100年間の全球平均海面上昇量は1.0-2.0 mm/yr であり, その原因の内訳は, モデル計算の結果, 海水の熱膨張0.3-0.7 mm/yr, 山岳氷河と氷帽の融解0.2-0.4 mm/yr, 南極およびグリーンランド氷床の寄与0.0-0.5 mm/yr と見積もっている。これらの個々の見積もりには大きな幅があるが, 内訳の合計は実測の海面上昇量のおよそ半分程度にしかならない。その原因として, 陸水, 海洋構造, 地殻の変動など様々な面から検討されるべきだが, 最も影響が大きいと考えられる要素は, 南北両氷床の寄与の見積もりの不確かさであろう。

実際のシンポジウムでは, 必ずしも所期の目的を達成したとは言いがたいところもあるが, それはともかくとして, 以下に JSM11「全球海面上昇, 気候変動と極地氷床の安定性」(口頭発表12件, ポスター10件)の概要について述べよう。

本シンポジウムのテーマにぴったりで, しかもホットな結果の発表は, Zwally (米・NASA ゴダード) による “Antarctic ice-sheet mass balance from satellite altimetry 1992 to 2001” である。これは, ERS-1 と-2 のレーダー高度データから南極氷床表面高度の過去9年間の変化を調べたものである。多量のデータに様々な補正と統計的処理を行い, 50 km グリッドの

高度変化を求めた。その結果, 棚氷を除く氷床では, 西南極パイン島の流域や東南極ロードームの内陸域で著しい表面低下, その他の地域の海岸から約200 km までの地帯は著しい表面上昇を示した。さらにその内陸地域では, 流域により低下と上昇が交錯している。特に, 白瀬氷河流域は平均としては表面低下で, 日本隊の従来の観測結果と同傾向を示した。この氷床表面高度変化には, 氷床下基盤のアイソスタティックな上昇が含まれている。この基盤上昇量を種々のモデル計算により差し引くと, 氷厚変化分布が得られ, これが海面変化に直接影響を与える。氷床全体の平均では, 氷厚がやや増加, すなわち海面をやや低下させる傾向にあることが示された。しかしながら, 基盤上昇量の計算結果は採用するモデルにより非常に大きな差があり, より信頼できる海面変動への寄与の解明は, 今後の研究の改善, 発展に委ねられることになる。

シンポジウムのタイトルにある “極地氷床の安定性” に関わる発表は, 南極氷床の涵養量変動と氷床の応答時間に関するモデル実験 (Remy, Legos-OMP), およびグリーンランドの氷床・気候モデルの研究 (Ridley, 英・気象局) があった。一方, 山岳氷河の変動を海面変動に絡めて議論した発表はパタゴニアの氷河 (成瀬, 北海道大学低温科学研究所) 1件のみであった。ポスターでは, 南極氷床の平衡速度から底面滑りを推定した発表が行われた (高橋, 北見工業大学)。

口頭発表のその他の7件は, 海面変動そのものをあつかった研究であり, 季節変動から数十年スケールの変動, および北極海, 日本列島周辺 (岩崎, 防災科学技術研究所), ブラジル, インドネシア諸島など, 地域の特性が発表された。また, 南極昭和基地における GPS, VLBI 等の測地計画の報告 (渋谷, 国立極地研究所) があったが, これは別のもっとふさわしい会場で発表した方が反応が高かったことと思われる。このような巨大な総合シンポジウムでは難しいとは思いますが, もう少し事前にプログラム作成段階などで, シンポジウム間の調整が行われていたら, より実りが多かったであろうと強く感じる次第である。 (成瀬廉二)

15. 雲モデル・気候モデルにおける降水の扱い (JSM12: The treatment of precipitation in cloud and climate models)

このセッションでは, 降水過程のモデリングをテーマに, 気候モデルにおける雲の表現から雲の詳細な微物理まで幅広い内容が議論された。招待講演では, 雲

解像モデルを用いた研究プロジェクトの中心となっている2氏からの話題提供がなされた。

Xu (米・NASA) は GCSS WG4 の活動の概要とモデル比較実験の case3 の結果について紹介した。GCSS では雲のパラメタリゼーションの改善を念頭に、雲解像モデルとシングルコラムモデルの観測データによる検証が行なわれてきたが、case3 では雲解像モデルは総じてシングルコラムモデルに比べ観測結果をよく再現し、特に雲の発達タイミングにおいて違いが顕著であることが報告された。現在進行中の case4 については、Grabowski (米・NCAR) の発表で紹介された。

Tao (米・NASA) は、観測された様々な雲システムを対象とした雲解像数値実験について、分解能と雲の微物理過程に関する感度という観点から結果を紹介した。水平分解能が高いほど雲の形成が早くから始まり滑らかな成長過程が表現されること、氷相の予報変数の数に対する感度が、特に海洋上の雲システムにおいて顕著に見られることなどが示された。

水平分解能依存性に関しては、佐藤(埼玉工業大学)からも放射対流平衡実験に基づく報告があった。那須野(地球フロンティア)は大領域をとった雲解像放射対流平衡実験における雲の組織化について発表した。

観測とモデルの比較という点では、竹見(大阪大学)が熱帯西太平洋上で観測された雲の深さと自由大気中の相対湿度の関係について数値モデルを用いた系統的な調査を行っており、興味深かった。

雲の微物理過程に関しては、気候モデル(Zhang, カナダ・ダグラス大学)やメソスケールモデル(Das, インド・NCMRWF)におけるスキーム改善の試みや、対流性の降水と層状性のものとの分離手法の提案(Sui, 台湾・国立中央大学)、ピン法を導入した雲解像モデルによる降水形成過程の地域依存性の解明(高橋, 桜美林大学)、粒子の衝突確率に関する新たな方程式系の提案(Wang, 米・デラウェア大学)や粒子の衝突率における乱流の効果について(Franklin, カナダ・マギル大学)など多くの発表があり、対象とするスケールはバラエティに富むが、それぞれに新たな試みが進行しつつあることが伺えた。

様々な立場から雲のモデリングに携わっている研究者が同席する貴重な機会ではあったが、反面統括的な議論を行うことが難しく、全体としてのまとまりが希薄であったのが残念だった。今後気候モデルがますます高解像度化し、領域モデルや雲解像モデルの適用範囲は広がることを考えると、これまでの分野の枠を乗

り越えた議論の場を設けるだけでなく充実した議論を行なうための共通基盤を築くことも重要であろう。そのためにはまだ多くの努力が必要だと感じた。

(那須野智江)

16. 大気及び海洋過程のデータ同化 (JSM13: Data Assimilation for Atmospheric and Oceanic Processes)

大気及び海洋のデータ同化のセッションは、ポスター発表を含めて4日間にわたり行われた。データ同化という共通のテーマではあるが、分野が海洋から大気、降水、化学と多岐にわたるため、4分野に分けて報告する。

(佐々木 徹)

(1) 全球大気に関するデータ同化

衛星データ同化、最新のデータ同化技術および全球データ同化の発表が行われた。4次元変分法やカルマンフィルターなど最新のデータ同化技術には莫大な計算機資源を必要とし、その実現のためにはコンピュータの能力の大幅な進歩を待たなければならないものが多いが、このセッションではいかに計算量を減らして現存の計算機上でデータ同化を可能にするか、という研究発表が多く見受けられた。その例として、Ott(米・メリーランド大学)は莫大な計算機資源を必要とするカルマンフィルター法に対して、全球を多くの小領域に分割して状態ベクトルを減らした各領域に対して適用されるアンサンブル緩和カルマンフィルターの概念を提案し、現在のコンピュータの能力の範囲でカルマンフィルター法によるデータ同化が可能になる事を示した。また、Park(韓国・梨花女子大学)はインバース3次元変分法の考え方を提案し、準インバース法を用いた3次元変分法により、比較的少ない計算機資源で4次元変分法と同等のデータ同化が可能であることを示した。また、メソモデルや長期予報用全球モデルなど、対象とする時間スケールに応じて目的のシグナルのみを取り出して効率的なデータ同化を行う方法についても発表があった。Neef(カナダ・トロント大学)は拡張カルマンフィルター法により高周波数モードと低周波数モードとに分離する方法を提案した。現業部門におけるデータ同化技術の開発については、気象庁およびイギリス気象局からの報告があった。計盛(気象庁)はATOVSの直接同化による水蒸気場の改善について発表し、これにより南半球における24時間予報のスコアが大きく改善されたことを報告した。また、

Roulstone (英国気象局) は4次元変分法の開発状況について報告し、全球モデル・メソモデル共に2005年に4次元変分法が現業化の見通しであることを発表した。このセッション全体として、これまで莫大な計算機資源を必要とし机上の基礎理論と思っていた最新のデータ同化手法が、斬新な手法を次々取り入れることにより実用化へと一歩近づいたという印象を強く受けた。(釜堀弘隆)

(2) 降水プロセスに関するデータ同化

釜堀 (気象研究所) は日本の長期再解析と台風の表現の改善について紹介した。Lynch (アイルランド気象局) はデジタルフィルター初期化法の最近の発展にふれ、計算時間はかかるが、ノーマルモード初期化法等と比べて、その単純性、非静力モデルへの適合性、任意の領域でも容易に実行できる等の優位性を概説した。Healy (英・英国気象局) は3次元変分法によってGPSの電波掩蔽データの同化実験と予報の評価を行い、250-50 hPaにおいて、正のインパクトがあることを報告した。Hou (米・NASAゴダード宇宙飛行センター) はSSM/IやTMIの降水量データをNASAのGEOS同化システムで同化し、降水量の解析と予報の改善だけでなく、関連した雲や放射、大規模場や熱帯低気圧の進路予測なども改善されることを報告した。青梨 (気象研究所) は気象庁の現業モデルに、1次元変分法を用いて、TMIの降水量だけでなく降水タイプも同化することにより、大雨域や層状性の降水域が改善し、大雨域の予報も1日以上持続することを示した。Lee (韓国・ソウル大学) は韓国に上陸した台風をMM5の3次元変分法データ同化を用いて調べ、SSM/I可降水量とポーガスデータを用いたデータ同化の場合に、地上気圧がもっとも発達し、進路予想や降水量予測は、Quick SCAT海上風を用いた予測も含めて改善されると報告。牛山 (地球フロンティア) は西太平洋で観測されたスコールラインをGMSの赤外温度とレーダー反射強度をARPSデータ同化システムでnudgingにより同化し、ともに有効であることを示した。Benjamin (米・NOAA FSL) は1時間毎のデータ同化サイクルは風や気温の予報、降水量の1時間予報で有効で、持続予報よりもよいことを示した。Crook (米・NCAR) は雲スケールのデータ同化の手法として、4次元変分法やアンサンブルカルマンフィルターを適用し、特性は違うがともに良好な結果が得られたと報告した。Alexandru (ハンガリー) はメソ領域モデ

ルに3次元変分法を適用し、デジタルフィルターが重要であり、チェコの洪水なども改善すると報告した。

大気データの同化の最後にパネルディスカッションが行われた。主に議論されたのはKalnay (米・メリーランド大学) により提起された「4次元変分法などによって降水のデータ同化を行っても、すぐにモデルはこの情報を忘れて元の状態に戻ってしまう、これは降水の同化により、比湿や気温の場を変え、対応して降水量が変わるが、ハリケーンなどの場合を除き、この変化の渦位へのフィードバックが弱いために、長続きするインパクトを得ることができない」という問題であった。いろいろ議論はあったが、モデルのバイアスを減らし、システム全体のパフォーマンスをあげる以外に近道はないという印象を受けた。

感想として4次元変分法、カルマンフィルター、デジタルフィルターによる初期化などの同化手法の発展、レーダーや衛星観測などの観測手法の発展、コンピューターの発展の3つが密接に関連していることが分かった。(山崎信雄)

(3) 大気化学に関するデータ同化

日本からは、関山 (気象研究所) が、MRI/JMA (気象研究所/気象庁) 化学輸送モデルと衛星観測オゾン全量値 (TOMS) を用いた週間オゾン分布予報の可能性について述べ、佐々木 (気象庁) は、JRA-25 (気象庁と電中研による長期再解析プロジェクト) の基礎データとして利用するためにMRI/JMA化学輸送モデルを用いて構築する1979年以降の3次元オゾン分布データセットについて紹介した。秋吉 (国立環境研究所) は、NCEP/NCARデータ (風速・気温) を用いたCCSR/NIES (東京大学気候システム研究センター/国立環境研究所) ナッジング化学輸送モデルによる計算によって、1997年の北極渦崩壊後、極渦起源の N_2O 濃度の低い空気塊が、7月頃まで北半球の中高緯度下部成層圏に存在したことを示した。

今回のセッションで、大気化学微量成分に関して発表されたものの多くは、主にオゾンデータのモデルへの同化であった。また、同化に使うオゾンデータとしては、衛星によって観測されたものが主であるが、他にはオゾンゾンデの観測ネットワークによるデータも利用されている。衛星によるオゾン観測ではデータの密度が低く、また特に対流圏における値の信頼性が低いため、これらを同化によって補い、時間空間的に均質なグローバルオゾン分布のデータセットを得たいと

いう目的がある (林, 米・NASA; Eskes, オランダ・王立気象研究所; 佐々木, 気象庁). また, これらのオゾンの同化技術はオゾン予報にも役立つ (関山, 気象研究所). オゾン以外の大気化学微量成分の同化については, Fonteyn (ベルギー・BIRA-IASB) が, ENVISAT 衛星の観測データと 4 次元変分法を用いたオゾン, 硝酸, 二酸化窒素の同化手法について発表した. その他のトピックとしては, 対流圏-成層圏-中間圏までの広い高度範囲を含む同化モデルと同化手法の開発があった (Swinbank, 英・英国気象局; Ren, カナダ・トロント大学). (秋吉英治・関山 剛)

(4) 海洋に関するデータ同化

海洋関係の発表の中には, 海洋だけでなく大気や大気海洋結合系の同化システムを構築する上でも有益な共通した知見が数多く示された. 例えば, 福森 (米・JPL) はカルマンフィルターで得られる同化結果は不連続であり, 物理的に一貫性のある解を得るためには RTS (Rauch-Tung-Striebel) スムーザーを併用する必要があることを示した. また, カルマンフィルター及び RTS スムーザーで求めた同化結果は, アジョイント法における強い拘束条件を用いた結果とは異なり, 時間積分の過程で生ずるモデルの誤差についても最適な見積もりとなっていることを述べ, モデルの誤差は単なる計算誤差ではなく必ず, モデルでは十分表現されていない物理を反映したものであることを強調した. さらに, 解析領域を空間的に分割することにより, メモリの節約および計算の効率化を可能とする分割カルマンフィルター・RTS スムーザーについて説明を行い, その手法を全球海洋大循環モデルに適用した例について示した. また, Annan (地球フロンティア) は, 地球フロンティアにおけるカルマンフィルターを用いた大気海洋結合同化システムの開発の現状について紹介した後に, 単純なモデルを用いた実験により, 強い拘束条件を用いたアジョイント法において, モデルの誤差が大きく相関を持つ場合は表現誤差を考慮するだけでは良い同化結果を得ることができないことを示した. このことは, 今後アジョイント法において時間積分の過程で生ずるモデル誤差を考慮することが可能な方法, 即ち弱い拘束条件を用いた方法を開発していく必要があることを示している. このように, データ同化に関する新たな知見及び今後の課題の中には大気や海洋の枠を超えた共通のものが数多くあり, 研究分野の垣根を越えた情報交換や協力体制が必要不可欠

であることを痛切に感じた.

(藤井陽介)

17. 激しい気象現象の力学と予測の可能性 (JSM14: Dynamics and Predictability of Severe Weather Events)

このシンポジウムは 7 月 7 日から 9 日までの 3 日間に渡り開催された. コンビナーは Hudak (カナダ・気象局), Kurgansky (チリ・コンセプション大学), それに遊馬 (北海道大学) の 3 名であった. このシンポジウムへの関心は高く論文申し込みは 73 件に達し, 招待講演 10 件, 口頭発表 34 件, ポスター発表 29 件の講演プログラムを作った. 講演内容には台風や梅雨, 豪雨, 低気圧活動をはじめ, 竜巻やポーラーロウの研究もあり, 様々な地域とスケールの現象におよんでいた. 講演参加者もアジア, 北米, ヨーロッパ, ロシア, 東欧, アフリカと全世界からの申し込みであった. このシンポジウムも新型肺炎 (SARS) の影響を強く受け, 残念ながら多くの講演が事前キャンセルとなり, プログラムの大幅な変更を余儀なくされた. そこで講演予定者には電子メールとホームページで参加確認と最新プログラムのアナウンスをした. それでも実際には, いくつかのキャンセルが出てしまったが, 最小限に抑えられたものと思う. これもひとえに本シンポジウム参加者と IUGG の LOC から多大な協力を得てなしたもので, この場を借りて感謝の意を表したい.

シンポジウムは, Shapiro (米・NOAA) と Abraham (カナダ・気象局) の 2 つの招待講演から始まった. Shapiro は 1-14 日間の予報精度を改善すべく全地球規模での国際研究計画 (THORPEX) の重要性を述べた. 一見無秩序に全世界で発生しているように見える気象災害がロスビー波のエネルギー伝搬によって関連付けられることを蛇の運動になぞらえユーモアをまじえて熱く語っていた. Abraham は予報精度と研究費の正相関を示し, 研究の重要性と現在カナダで展開中の研究計画を紹介した. これら 2 つの招待講演を皮切りに, 竜巻, 熱帯低気圧, 低緯度天気系, 梅雨 (7 日午前・午後), 梅雨, 豪雨, 中高緯度天気系 (8 日午前・午後), 中高緯度・極域天気系 (9 日午前), ポスターセッション (9 日午後) の全 3 日間の活気あふれる熱いセッションが始まった. (遊馬芳雄)

・ 7 月 7 日午前のセッション

7 日午前の一般講演は当初 6 件予定されていたが, 当日発表辞退が 2 件あり最終的には 4 件の口頭発表と

いうことになった。それでもこのセッションへの参加者は熱心で、ほぼ満席で質疑応答も活発であったと記憶している。前半の2件の話題は竜巻で、1件目はKurgansky (チリ・コンセプション大学) による講演で理論的な考察を米国やロシアでの統計量との比較という観点から行っており、気候変動に伴う経年変化についても言及していた。もう一件は坪木(名古屋大学)による講演で、数値シミュレーション(CReSS: Cloud Resolving Storm Simulator)により定量的に解析しており、その発生条件(要因)を詳細に議論していた。後半の一件目は、荒木(神戸大学)によるウインドプロファイラー観測によるインドネシア・サーボング地域の対流活動の日変化に関する報告で、海陸風の寄与を議論していて興味深く感じられた。プログラム上の最後はOh(韓国・釜慶大学)による2002年8月30~31日に韓国を襲った台風Rusaを前述のCReSSを使った数値シミュレーションで、実際の観測結果と併せて紹介し、比較的良く一致すると結論していた。この時点で30分以上の空き時間が生じたため、急遽ポスターセッションに予定されていた“Characteristics of environment determining lifetime of convective cells within mesoscale convective system in humid subtropical region”の口頭発表を御願ひし、観測的観点からメソスケール対流系の継続時間が長時間に及ぶ要因についての熱い議論を行った。急な要請にも怯むことなく果敢に発表しセッションの盛り上げに貢献して下さった清水君(名古屋大学・博士課程大学院生)にはこの場を借りて御礼の言葉を送りたい。

(河崎善一郎)

・7月7日午後のセッション

招待講演では、高橋(桜美林大学)が東アジアでこれまでに行ったビデオゾンデ観測結果に基づく降水パターンのまとめを行い、中国では冷たい雨、インドネシアなどの海洋大陸上では混合雨、西太平洋では凍結雨、という降水過程の違いを強調した。また、上田(名古屋大学)は中国大陸とその周辺におけるクラウドクラスターについて衛星データの解析を行い、日変化については陸上一般に大きい地域によってはそう顕著でない場合もあることを示した。一般口頭発表では、野村(名古屋大学)は台風のスパイラルバンドに関する雲物理過程の感度実験等の話題、真木(防災科学技術研究所)は台風0115号が関東へ上陸した場合を例にデュアルドップラーレーダー観測による台風の中心や風に関する実況をリアルタイムで流すシステム等の話

題、Bogatyrrov(ロシア・ペルム州立大学)は回転流体の中で一部を加熱した場合の室内実験の話題、加藤(岡山大学)は1999年6月27日に中国上空にあったメソ α スケール低気圧に注目してその解析結果の話をした。それぞれの話題は異なっていたが、いろいろな質問が飛び出してその受け答えを含めて聞いているだけでも楽しかった。またその後のポスターの概要説明は5分間の時間が与えられ、結局口頭発表と変わらない発表形態となってしまった。

私が座長を受け持った7日午後のセッションは招待講演2件、口頭発表6件、ポスター発表の概要紹介7件の予定であったが、数件のキャンセルがあつてコンピーナーはポスターから人を回すなどして苦労されていた。こうした国際会議は直前まで旅費が取れるかどうか等の問題があつてキャンセルが多くなるのは理解できるが、もしキャンセルするのであれば当事者は責任を持ってコンピーナーと事務局に早めに知らせるべきであろう。それはそれとして、キャンセルが出たおかげで質問時間が長くとれ、かなり自由に質問できる会議となり結果的には良かったと思った。

(吉崎正憲)

・7月8日午前のセッション

8日午前のセッションの最初は吉崎(気象研究所)による招待講演で、彼自身が中心になって推進した戦略的基礎研究である東シナ海と九州における梅雨期及び冬季日本海のメソ降水系に関する野外観測結果の概要紹介があった。1999年以来の九州における梅雨特別観測、北陸における降雪雲の特別観測結果、気象研究所の非静力数値モデルによる計算結果をもとに、メソ降水システムに関する日本の研究の最先端を国際的にアピールした。続いて加藤(気象研究所)により、同プロジェクトで行われた梅雨観測中の豪雨事例に関する数値実験の紹介があった。

Geng(地球観測フロンティア)他は、地球観測フロンティアと中国気象科学研究院などとの共同研究による、長江下流域の2001年梅雨観測結果を紹介した。Lee(韓国・釜山大学)他は1998年の韓国における豪雨解析結果を紹介し、坪木(名古屋大学)が開発した雲解像モデルCReSSを用いた結果も紹介した。中村(地球フロンティア)他は1998年のHUBEX観測期間の梅雨前線に伴う降水システムに関する数値実験結果を紹介した。中村(名古屋大学)の五島ラインの研究、中井(防災科学技術研究所)のTRMMと航空機によるクラウドクラスターの同時観測、永戸(気象研究所)の地球

シミュレーターによる JPCZ クラウドバンドの研究に続いて、大淵(地球シミュレータセンター)他の地球シミュレーター全球モデルを用いた2002年8月のヨーロッパに豪雨をもたらしたストームのシミュレーションがあり注目を集めた。

ポスター紹介では、新井(北海道大学・低温研究所)他による奈良一大阪地域で発達した対流システムに関する観測、金田(AESTO/気象研究所)他による長崎半島の南側に沿って形成された豪雨をもたらす地形性のレインバンドの観測、清水(名古屋大学)他による中国長江下流域のレインバンドの維持機構に関する環境場と対流セルの関係に関する解析等のドップラーレーダーを用いた研究があった。(上田 博)

・7月8日午後のセッション

招待講演3件と一般口頭発表4件、ポスターの概要発表8件が行われた。招待講演はヨーロッパで被害をもたらした気象に関したものであった。Tetzlaff(ドイツ・ライプツヒ大学)は2002年8月に中央ヨーロッパ東部で発生した大洪水の被害とメカニズムおよび予測について講演し、被害を少なくするためには降水の正確な予測だけでなくその情報の迅速かつ正確な伝達が必要であることを指摘した。一方 Davies (スイス・ETH) はヨーロッパアルプスの南側での豪雨の解析から、上層の正渦位偏差による強制と地形効果の相乗効果によって豪雨が発生することを示した。また、Hoskins (英・レディング大学) は湿潤過程を含めた ECMWF 全球モデルで特異ベクトル (singular vector) が実際の低気圧発達域を明確に示し、大規模場の凝結過程の導入が中緯度擾乱発達の予測に重要であることを述べた。これらの発表には欧米からの参加者が非常に多く会場に集まっていた。ヨーロッパに大洪水をもたらしたシビアウェザーに対する関心の高さと共に講演者の三者三様のアプローチが印象深かった。一般口頭発表では Hudak (カナダ・気象局) のドップラーレーダーネットワークを用いた五大湖周辺の夏の擾乱に関する解析や Golding (英・気象局) による短期予測モデルの高解像度化やアンサンブル予報の改良などの講演が行われ、各国の現業機関もシビアウェザーの正確な予測に積極的に挑戦していることを実感した。ポスター発表では坪田(北海道大学)の冬季北海道の西海上で発達したメソ渦列の発達過程の解析や、吉田(北海道大学)の北西太平洋上の爆弾低気圧に伴う水蒸気輸送についての発表がなされたが、ポスター

会場が離れていたこともあってか、会場が閑散としていたことは少し残念であった。(吉田 聡)

・7月9日午前のセッション

このセッションでは主に高緯度の気象現象に関する研究が報告された。Gyakum(カナダ・マックギル大学)は北米大陸北東部で発生したアイスストームについてさまざまなスケールから解析をした。ストーム下層に進入する暖湿な気塊は北極海を起源として北大西洋を南下し、その後北上する軌跡を辿るものがあることには驚いた。また、アイスストームをモデルで再現するためには高解像度にする必要があるとも報告していた。被害をもたらすような冬季ストームについて Stewart (カナダ・マックギル大学) は発生環境とその中で形成される氷粒子に関して報告した。我々には凍雨というものは馴染みがないが、鉄塔が倒れる被害写真などを見るとそのメカニズムの解明及び予測することは非常に重要であると感じた。北米大陸東部以外の地域に関しても多数報告があった。吉田(北海道大学)は日本海東部で急激に発達する低気圧について3つに分類を行い、それぞれの特徴を解析した。加藤(北海道大学)はカナダ西部極域で発生する風下低気圧の発生、発達メカニズムを渦位に注目して解析した結果を報告した。また、Martin (カナダ・トロント大学) はグリーンランド西部で解析されたポーラーロウの解析をした。SAR の衛星画像でポーラーロウの目が非常に綺麗に見られ、その解像度の高さに SAR の有用性を感じた。本セッションの最後として遊馬(北海道大学)はノルウェー海上で発生したポーラーロウについて航空機観測より得られたデータと数値シミュレーションを用いた解析結果を報告した。北半球高緯度の気象現象について広範囲に聞くことが出来て非常に有意義であった。3日間続く本シンポジウムの最終日でありながら熱心な議論が講演毎に行われていた。

(加藤雅也)

・JSM14シンポジウムの印象

熱帯・中高緯度のメソスケール現象のメカニズム及び予測可能性に関して、観測・数値シミュレーションそして理論的な研究の成果が多数報告された。このセッションは、メソスケール現象そのものについての研究発表の場であることに加えて、Shapiro (米・NOAA) が招待講演で問題提起した通り、社会的影響の大きい現象の予測可能性を向上させるために、観測およびその同化手法、数値予報モデルを含めた予報シ

システムをどのように改善し現象に対する知見をどのように活用していけば良いか考えさせられる場でもあった。例えば、梅雨前線に伴う局地的な降水に関する研究はいくつか報告されていたが、加藤 (気象研究所) ほかは海上にある湿舌に伴う高相当温位域を衛星観測を利用して捉え初期値に反映させることで豪雨の予測可能性が向上する例について具体的に示していた。Hoskins (英・レディング大学) は湿潤特異値ベクトルを用いて大きな成長率を持つモードを抽出し、摂動に対して敏感な領域を見つける手法を紹介し、北大西洋上で急速に発達する低気圧に対する適用例を報告した。大淵 (地球シミュレータセンター) ほかは、2002年8月に発生した欧州の洪水を高解像度全球モデルでシミュレートした例を報告しているが、この事例でも北大西洋上の湿舌が予報精度の鍵となっている。これらの発表から、顕著な現象の予測可能性を向上させる方策の1つは、湿舌の発達過程を事例を重ねて理解し、これを捉え予報システムに反映させていくことだという印象をもった。

ポスター会場は講演会場から離れていたものの、5分間のポスターの紹介があり十分に周知され、講演とも重ならない時間設定となっていたため、セッションの参加者の多くがポスター会場に足を運んだ。梅本 (神戸大学) や清水 (名古屋大学) ほか大学院生が積極的に内外の専門家にポスターの内容を説明している様子が印象的だった。(榎本 剛)

18. 故中谷宇吉郎・故孫野長治記念スペシャルセッション (JSM15: Special Nakaya-Magono Celebration: The growth of ice crystals and snow)

2003年7月5日 (土) 午前、7日 (月) 午前と午後、雪の研究で世界的に有名な故中谷宇吉郎と故孫野長治両教授を記念したスペシャルセッションが開催された。このスペシャルセッションとセレモニーは、現トロント大学教授であり両教授とも親交の深かった、Roland List 教授が、IUGG が札幌で開催されるのを機に、両教授を輩出した北海道大学を IAMAS が中心になって称えたいとの強い希望で実現した。

7月5日のセレモニーでは、河野 IUGG 会長、中村北大総長、Michael Kuhn インスブルック大学教授、本堂武夫北大低温研所長らが祝辞を述べた。祝辞の後には、John Hallet 教授 (リノ砂漠研究所) が薄膜の上に雪結晶が成長する様子を実演しながら「複雑な雪結晶」

というタイトルで、次に、孫野教授の後に北大理学部教授となった菊地勝弘名誉教授 (現: 秋田県立大学) が「中谷・孫野教授—雲物理の開拓者—」というタイトルで、両教授の業績を貴重な写真を織り込みながら記念講演を行った。参加者は、中谷教授のご令嬢である中谷芙二子さんを初めとして150名を越え、大変盛会であった。その後、昼食会を兼ねたレセプションを行い、40名ほどが北海道大学総合博物館 (ちょうど中谷宇吉郎研究室復元展示公開記念講演会が開かれていた) と低温科学研究所の見学ツアーに参加した。

7月7日午前は10件の口頭発表があり、それに引き続いて午後のポスターセッションの概要発表 (7件) が行われた。古川 (北海道大学低温科学研究所: 招待講演) は、氷と水の境界に存在する擬似液体層の物理的性質について、実験と数値シミュレーションの成果を用いて解説を行った。Wang (米・ウィスコンシン大学) は巻雲が気候に及ぼす効果が雲内の雪結晶の形に大きく依存することを示し、砲弾集合などの複雑な形状をした雪結晶の成長速度の計算に必要な物性定数を有限要素法で求めた。Sokratov (スイス・雪・雪崩研究所) は X-線トモグラフィーの手法を用いて積雪の3次元構造をデータ化し、雪の圧密過程の研究に応用できることを示した。圓山 (防災科学技術研究所) は、モンテカルロ法で雪片の形成過程をシミュレーションし、天然の雪片と3次元構造、フラクタル次元、密度、落下速度などが良く再現されたことを示し、かつ従来の単純化モデルでは形の効果が入っていないので併合成長が遅いことを示した。List は現在 WMO で使われている天然の雪の分類は不十分で、従来不規則結晶と呼ばれたものや分類すらされていなかった雪粒子などの再評価が必要であると述べた。横山 (学習院大学) は結晶の異方性が重力によるものではなく、結晶の表面特性によるものであることを証明するための無重力 (微小重力) 実験の結果を示し、宇宙での実験を準備中であると報告した。Wergin (米・ニューメキシコ大学) は低温型 SEM (Scanning Electron Microscopy) を用いて雪結晶、雲粒付き雪結晶、雪片などの3次元形態・表面をステレオ画像表示を用いて立体視した。Korolev (Sky Tech Res.社) は、OAP-2DC を搭載した航空機で層状雲内に存在する雪粒子を分類し、これまで雪片に分類されていたものの相当数が不規則雪結晶と呼ばれるものであることを示した。高橋 (桜美林大学) は、雷活動が大陸上では海上に比べて圧倒的に高く、その傾向と雲内の霰の存在量とが良く一致する

ことを観測から示し、かつ雪粒子の電荷符号の温度依存性が彼の電荷生成理論とも矛盾しないことを示した。最後の口頭発表である小川 (北海道大学低温研究所) は、つららの表面にできる波状構造の理論的解明を行った。

ポスターセッションでは、古川 (北海道大学低温研究所) が不凍蛋白が結晶成長に及ぼす効果、不純物を含んだ水と水界面での結晶成長の実験結果の2件の報告を行った。前野 (北海道大学低温研究所) は中谷ダイアグラムでは不正確であった過飽和度の修正を行った小林ダイアグラムの再評価を提案した。高橋 (埼玉大学) は自由落下型の大型低温実験槽内に様々な核を種まきし、その上で -30°C 以下の低温下で成長する雪結晶の分類を行った結果について報告した。横山は、形態不安定から安定へと条件を移行させた雪結晶の数値シミュレーションのリアルタイム表示を見せた。Sokratov (スイス・雪・雪崩研究所) は口頭発表で紹介した積雪の3次元トモグラフィーを展示した。樋口 (名古屋市科学館) は、低温室で発生した骸晶構造がきれいな巨大霜のレプリカを展示した。ポスター会場は他の口頭発表会場との往来が不便であったが、その割には多くの研究者が熱心に討論していた。

7月5日のセレモニーは、他の研究発表とは質が異なっていたため、アレンジに際してはIUGG事務局、北海道大学関係者、そして、中谷宇吉郎雪の科学館館長の神田建三氏には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。(藤吉康志)

19. 大気プロセスが極域の質量収支に与える影響 (JSM16: The role of atmospheric processes in mass balance exchange in the polar regions)

本シンポジウムはIAMASとIAHSの合同シンポジウムで、「大気プロセスが極域の質量収支にどのように影響を及ぼすか」というメインテーマのもと、1) エネルギー収支と質量収支、2) カタバ風、3) 吹雪をキーワードとして計9件の研究発表が行なわれた。

1) に関しては、スイス連邦工科大学 (ETH) の大村教授のグループにより、グリーンランドのサミットに設置された50 mタワーでの気温、湿度、風速、乱流他の観測結果をもとに、長波放射量の値と安定境界層の構造変化が報告された。また平沢 (極地研究所) は南極ドームふじ観測拠点での観測にもとづいて、水蒸気の輸送システムについて議論を行なった。一方、3)

の吹雪に関連して、英国南極観測局 (BAS) の King は Lyddan Ice Rise (高さ125 m, 幅15 km) の風上と風下での雪尺、地中探査レーダ、AWSによる観測、さらには風と吹雪モデルの計算を行ない、小スケールの地形変化が積雪の堆積 (再配分) に少なからぬ影響を与えることを報告した。また西村 (長岡雪氷防災研究所)・根本 (新潟大学) は、南極みずほ基地の30 mタワーを用いた吹雪観測の結果を紹介するとともに、新たに開発した吹雪モデル (大気乱流、雪粒子の慣性効果、粒径分布、粒子と雪面の相互作用など吹雪に関わる全物理プロセスを組み込み、跳躍から浮遊への遷移プロセスを表現可能とした) との比較・検討を行った。この他、RACMOやMM5などのメソスケール気象モデルを用いて、極域での質量収支を計算する試みも紹介された。前者 (Lipzig, BAS) は南極を、後者 (Box, 米・オハイオ州立大学) はグリーンランドを対象に解析が行なわれたが、浅層コアや積雪のピット観測の結果、自動気象観測データなどとは必ずしも良い一致を見ていないのが現状である。King (BAS) は、吹雪による削剝・堆積プロセスの定式化に未だ改善すべき点が多いと指摘している。

本シンポジウムは、Bintanja (オランダ・ユトリヒト大学) を始めとする4名のコンピーナーにより企画されたが、諸般の事情により実際に参加したのは私ただひとりとなった。ただ、聴衆は30~60名程度を集め、時間的にも比較的余裕があったことも手伝って、質疑応答は活発に行なわれた。

我々のシンポジウムは第1週の7月4日に行なわれたが、発表内容は、翌週のJWH01とも関わりが深く、実際、類似したタイトルの発表が随所に見受けられた。しかし2週間にわたり滞在し、シンポジウムに参加できた人は日本人でもかなり限られていたと思われる。プログラム全体の編成にもう一工夫がほしかったというのが偽らざる印象である。(西村浩一)

20. 降水の測定と分布 (JSM18: Measurement and Distribution of Precipitation)

本セッションでは、TRMMやその後継ミッションであるGPMに向けて取り組まれている降水量推定の精度向上について活発に議論された。降雨量推定におけるTRMM PRとTMIの差異は、グローバル平均ではかなり小さくなってきているが、地域ごとには未だに大きい状況にある。発表はほとんどTRMM・GPM関係者で占められ、2002年7月にハワイで開催された

第1回 TRMM 国際会議(重, 2002; 中澤ほか, 2003)の続編といった様相だった。

高藪 (CCSR) は, TRMM PR データを用いた熱帯降雨特性の解析について発表した。Schumacher and Houze (2003) の提案に従い, これまで層状性に分類されていた 'shallow isolated rain' を対流性に分類して降雨頂スペクトル表示 (Takayabu, 2002) をやり直したところ, 融解層高度以下の浅い対流の占める割合が海域で約54% (改訂前: 約36%), 陸域で約23% (改訂前: 約17%) と, 改訂前に比べて海陸の差が明瞭になったことを示した。

重 (NASDA/EORC) は, PR データから潜熱加熱プロファイルを推定する Spectral Latent Heating (SLH) アルゴリズムの Look-up テーブルの一般性について調べた。TOGA-COARE シミュレーションから作成されたテーブルを GATE 及び SCSMEX シミュレーションデータや SCSMEX 期間の PR データに適用したところ, SCSMEX では TOGA-COARE や GATE に比べて大陸性の特徴を持っているために推定誤差が大きくなることを示した。

Berg (米・コロラド州立大学) は, 降雨量推定における TMI と PR の差異を地域的に関係付けるのではなく, 観測可能な海面水温, 地上風速, エアロゾルや上層風速等の物理量と関係付ける試みの初期結果について示した。海面水温に依存する系統的な差異は, 熱帯よりも高緯度で大きいことを示した。

Yu (米・ハワイ大学) は, COADS, GPCP, CMAP, NCEP-I, NCEP-II 等といった降雨量プロダクトのうちでどれが最も現実的なインド洋の淡水強制をもたらすかを海洋モデルによって調べた。NCEP-II は降雨量が大きすぎ, NCEP-I は間隙をもった非現実的な水平分布で, CMAP が最も現実的であることを示した。

佐藤 (NASDA/EORC) は, GPM 主衛星に搭載される DPR を紹介した。DPR によって, 全球の液相・固相を問わない降水の観測, DSD 情報の取得等, TRMM PR 以上の高精度な降水観測が可能であることを示した。これら DPR によって観測された降水パラメータをデータベースとすることによって, GPM 副衛星群に搭載されるマイクロ波放射計による降水量推定の精度向上が期待されると述べた。

住 (CCSR) は, モデル研究における降水測定的重要性について述べた。全球の降水分布, すなわち潜熱加熱分布が正確に得られることは, 不確実性が大きい雲パラメタリゼーション改良において重要であること,

また気候感度に対しては雲水や雲氷の鉛直分布が重要であることを示した。

広瀬 (名古屋大学) は, PR データを用いて降雨プロファイル特性と降雨頂・降雨面積との関係における季節・地域的差異について発表した。一般的に, 高い降雨頂あるいは広い降雨面積を持つシステムでは降雨強度が地面に向かって減少するプロファイルであるのに対し, インドのモンスーンのプレモンスーン期や成熟期では地面に向かって増加していることを示した。

Gage (米・NOAA, 第一著者は Williams) は, Kwajalein におけるウインドプロファイラーを用いた DSD の観測について述べた。層状性域では, 蒸発が DSD を変化させることなく反射強度や降水強度を地面に向かって減少させている一方, 対流域では粒子の衝突により, 降水強度は一定のままで反射強度と粒径半径が地面に向かって増加していることを示した。

Olson (米・メリーランド大学 JCET) は, GPROF の降水及び潜熱加熱推定におけるエラー推定法について述べた。雲解像モデルと放射コードでシミュレートされた擬似観測データを用いた方法, 及び GPROF の中で取り入れられているベイズ法に基づく方法について発表した。

Kummerow (米・コロラド州立大学) は, 気候研究で降水推定量が使われる際には, 推定値に対するエラー情報が重要であることを強調した。その際, 地上観測データ等の '真値' による検証ではなく, アルゴリズムに内在する不確定要因 (例えば, レーダーの DSD モデル) の定量化を目指すべきだと述べた。

(重 尚一)

参考文献

- Houze, R. A., Jr., S. G. Geotis, F. D. Marks, Jr. and A. K. West, 1981: Winter monsoon convection in the vicinity of north Borneo. Part I: Structure and time variation of the clouds and precipitation, *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 1595-1614.
- 中澤哲夫, 佐藤晋介, 沖 理子, 重 尚一, 広瀬正史, 増永浩彦, 高藪 縁, 清水収司, 牛尾知雄, 可知美佐子, 別所康太郎, 大野裕一, 井上豊志郎, 中村健治, 久保田雅久, 尾瀬智昭, 謝 尚平, 児玉安正, 2003: 第1回熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 国際会議報告, *天気*, **50**, 341-350.
- Sam Adlen, Emily E. Brodsky, Taikan Oki, Aaron J. Ridley, Laura Sanchez, Clavdia Simionato, Kazunori Yoshizawa and Uri Shamir, 2004: New

- Report Charts Course for Future of Geosciences, EOS Trans. AGU, **85** (3), p25, 31.
- Schumacher, C. and R. A. Houze, Jr., 2003: The TRMM Precipitation Radar's view of shallow, isolated rain, J. Appl. Meteor. **42**, 1519-1524.
- 重 尚一, 2002: 第1回熱帯降雨観測衛星 TRMM 国際会議報告, 日本リモートセンシング学会誌, **22**, 376-377.
- Takayabu, Y. N., 2002: Spectral representation of rain features and diurnal variations observed TRMM PR over the equatorial area, Geophys. Res. Lett., **29**, 10.1029/2001GL014113.
- 略語一覧**
- AER: Atmospheric and Environmental Research, Inc.
- AESTO: Advanced Earth Science and Technology Organization 財団法人地球科学技術総合推進機構 (日本)
- AGCM: Atmospheric General Circulation Model 大気大循環モデル
- AGU: American Geophysical Union 米国地球物理学連合
- AMSR: Advanced Microwave Scanning Radiometer 地球観測衛星 ADEOS-II 搭載の高性能マイクロ波放射計
- AMSR-E: AMSR for EOS (Earth Observing System) 地球観測衛星 Aqua 搭載の改良型マイクロ波放射計
- AMSS: Airborne Multi-Spectrum Scanner
- Antarctic CRC: Cooperative Research Centre for the Antarctic and Southern Ocean Environment 南極・オーストラリア南方海洋環境協力研究センター
- AO: Arctic Oscillation 北極振動
- AWI: Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung アルフレッド・ウェーゲナー極地海洋研究所
- AWS: Automatic Weather Stations
- BAS: British Antarctic Survey 英国南極調査所
- CCM: Community Climate Model 米・NCAR
- CCSR: Center for Climate System Research 東京大学気候システムセンター
- CDC: Climate Diagnostics Center NOAA 気候診断センター
- CMAP: Climate Prediction Center Merged Analysis of Precipitation
- COADS: Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set 統合海洋気象データセット
- CRA: Colorado Research Associates (米)
- CRISTA-I: CRYogenic Infrared Spectrometers and Telescopes for the Atmosphere 大気観測用極低温赤外線分光計・望遠鏡
- CSIRO: Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization オーストラリア科学技術研究機構
- DE: Dynamic Explorer
- DPR: Dual-frequency Precipitation Radar 二周波降水レーダー
- DSD: Drop Size Distribution 雨滴粒径分布
- ECHAM: ECmwf (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)+HAMBURG (Max-Planck Institute for Meteorology, Hamburg) より (独マックスプランク気象研究所と独気候計算センターによる大循環モデル)
- ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ヨーロッパ中期天候予報センター
- EGS: European Geophysical Society 欧州地球物理学会
- EGU: European Geosciences Union 欧州地球科学連合
- ENSO: El Nino-Southern Oscillation エルニーニョ-南方振動
- ETH: Eidgenossische Technische Hochschule (Swiss Federal Institute of Technology) スイス工科大学
- GATE: GARP Atlantic Tropical Experiment GARP 大西洋熱帯研究計画
- GCM: General Circulation Model 大循環モデル
- GCSS: GEWEX Cloud System Study
- GEOS: Goddard Earth Observing System ゴダード地球観測システム
- GFDL: Geophysical Fluid Dynamics Laboratory 地球流体力学研究所
- GLI: Global Imager 地球観測衛星 ADEOS-II 搭載の光学センサー
- GPCP: Global Precipitation Climatology Project 全球降水気候計画
- GPM: Global Precipitation Measurement 全球降水観測計画
- GPROF: Goddard Profiling Algorithm ゴダード・プロファイリング・アルゴリズム
- GPS: Global Positioning System 全球測位システム
- GRIPS: GCM-Reality Intercomparison Project for SPARC 中層大気モデルの逼真性に関する相互比較計画
- HadCM: Hadley Centre Climate Model (or Coupled Model) 英ハドレーセンター気候モデル (または結合モデル)
- HAMMONIA: HAMBURG Model of the Neutral and

- Ionized Atmosphere
 HAO : High Altitude Observatory
 HUBEX : Huaihe River Basin Experiment 中国淮河
 流域観測計画
 IAG : International Association of Geomorphologists
 国際測地学協会
 IAG : Institute of Applied Geophysics (ロシア)
 IAGA : International Association of Geomagnetism
 and Aeronomy 国際地球電磁気学・超高層物理学協
 会
 IAHS : International Association of Hydrological
 Sciences 国際水文学連合
 IAMAP : International Association of Meteorology
 and Atmospheric Physics 国際気象学・大気物理学連
 合 (IAMAS の前身)
 IAMAS : International Association of Meteorology
 and Atmospheric Sciences 国際気象学・大気科学協
 会
 IAPSO : International Association for the Physical
 Sciences of the Ocean 国際海洋物理科学協会
 IARC : International Arctic Research Center 国際北
 極圏研究センター
 IASPEI : International Association of Seismology
 and Physics of the Earth's Interior 国際地震学・地
 球内部物理学協会
 IAVCEI : International Association of Volcanology
 and Chemistry of the Earth's Interior 国際火山学・
 地球内部化学協会
 IIT : Indian Institute of Technology
 IZMIRAN : Institute of Terrestrial Magnetism,
 Ionosphere and Radio Wave Propagation (ロシア)
 JCET : Joint Center for Earth Systems Technology
 地球システム技術共同センター
 JPCZ : Japan Sea Polar-airmass Convergence Zone
 日本海寒帯気団収束帯
 JPL : Jet Propulsion Laboratory ジェット推進研究
 所
 LES : Large Eddy Simulation
 MF : Medium-Frequency
 MLT : Mesosphere and Lower Thermosphere
 MM5 : The Fifth-Generation NCAR/Penn State
 Mesoscale Model
 MPI : Max-Planck Institute
 MPI : Max-Planck-Institut für Meteorologie (Max
 Planck Institute for Meteorology)
 NAO : North Atlantic Oscillation 北大西洋振動
 NASA : National Aeronautics and Space Administra-
 tion 米国航空宇宙局
 NASDA/EORC : National Space Development
 Agency of Japan, Earth Observation Research Cen-
 ter 宇宙開発事業団地球観測利用研究センター (当
 時)
 NCAR : National Center for Atmospheric Research
 米国大気科学研究センター
 NCEP : National Centers for Environmental Predic-
 tion 米国環境予測センター
 NCMRWF : National Center for Medium Range
 Weather Forecasting インド国立中期予報センター
 NOAA : National Oceanic and Atmospheric Adminis-
 tration 米国海洋大気庁
 NSIDC : National Snow Ice Data Center 米国立雪氷
 データセンター
 NWRA : Northwest Research Associates, Inc. (米)
 OAP-2DC : Optical Array Probe-2D Cloud Probe (雲
 粒観測装置の名称・米国 PMS 社製)
 ODIN : (2001年2月打上げのスウェーデン, フィンラン
 ド, フランス, カナダによるミッション衛星)
 OSIRIS : Optical Spectrometer and InfraRed Imaging
 System ODIN 衛星搭載分光計・赤外撮像装置
 PMSE : Polar Mesosphere Summer Echoes
 PR : Precipitation Radar 降雨レーダー
 QBO : Quasi-Biennial Oscillation 成層圏準2年周期
 振動
 Quick SCAT : Quick scatterometer マイクロ波散乱
 計
 RACMO : Regional Atmospheric Climate Model (オ
 ランダ気象庁で開発された局地気候モデル)
 RAL : Rutherford Appleton Laboratory (英)
 RASC : Radio Science Center for Space and At-
 mosphere 京都大学宇宙電波科学研究センター
 ROCSAT : Republic of China Satellite 中華衛星一號
 (台湾の低軌道科学実験衛星・1999年1月打ち上げ)
 SABER : Sounding of the Atmosphere using Broad-
 band Emission Radiometry (TIMED 衛星搭載の赤外
 分光計)
 SAO : Semi-Annual Oscillation 半年周期振動
 SAR : Synthetic Aperture Radar 合成開口レーダー
 SCSMEX : South China Sea Monsoon Experiment
 南シナ海モンスーン実験
 SeaWiFS : Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor
 (観測衛星 Orb View-2搭載の海面観測センサー)
 SMM : Solar Maximum Mission 太陽高活動期ミッ
 ション
 SPARC : Stratospheric Processes And their Role in
 Climate 成層圏気候影響研究計画
 SSM/I : Special Sensor Microwave Imager マイクロ
 波観測装置特別センサー
 THORPEX : The Observing System Research and

- Predictability Experiment 観測システム研究・予測可能性実験計画
- TIMED: Thermosphere, Ionosphere, Mesosphere, Energetics and Dynamics (2001年の12月に打ち上げられた NASA のミッション衛星)
- TIME-GCM: Thermosphere Ionosphere Mesosphere Electrodynamics-GCM (米・NCAR)
- TMI: TRMM Microwave Imager TRMM マイクロ波観測装置
- TOGA-COARE: Tropical Ocean and Global Atmosphere Program-Coupled Ocean and Atmosphere Response Experiment 熱帯海洋全球大気研究計画-西太平洋大気海洋相互作用研究計画
- TRMM: Tropical Rainfall Measuring Mission 熱帯降雨観測衛星 (1997年11月に打ち上げられた日米共同のミッション衛星)
- UARS: Upper Atmosphere Research Satellite 高層大気観測衛星
- UCLA: University of California, Los Angeles 米国カリフォルニア大学ロサンゼルス校
- VLBI: Very Long Baseline Interferometry 超長基線電波干渉計
- WACCM: Whole Atmosphere CCM (米・NCAR)
- WG4: Working Group 4
- WMO: World Meteorological Organization 世界気象機関
-
-