

成層圏対流圏過程とその気候における役割 (SPARC)

第6回総会報告

佐藤 薫^{*1}・塩谷 雅人^{*2}・余田 成男^{*3}・堀之内 武^{*4}
 菅原 敏^{*5}・藤原 正智^{*6}・秋吉 英治^{*7}・渡辺 真吾^{*8}
 富川 喜弘^{*9}・河谷 芳雄^{*10}・小林 ちあき^{*11}・田口 正和^{*12}
 江口 菜穂^{*13}・宮崎 和幸^{*14}・坂崎 貴俊^{*15}・高麗 正史^{*16}
 木下 武也^{*17}

1. はじめに

世界気候研究計画 (World Climate Research Programme : WCRP) の4つのコアプロジェクトの1つである SPARC (Stratosphere-troposphere Processes And their Role in Climate ; 成層圏対流圏過程とその気候における役割) の第6回総会が2018年10月1~5日に京都市の「みやこめっせ」で開催された。SPARCは1992年に開始され、1996年のオーストラリア・メル

ボルンを第1回として、ほぼ4年ごとに総会が開催されている。第6回の京都での本総会はアジアでは初めての開催となった。また、これに先立ち前週に香川県高松市で開かれた第14回 iCACGP シンポジウム/第15回 IGAC 科学会議2018 (2018 Joint 14th International Commission on Atmospheric Chemistry and Global Pollution (iCACGP) Quadrennial Symposium and 15th International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Science Conference) との連続開催となった。SPARCは成層圏・対流圏における物理的・化学的諸過程が地球の気候変化や変動に与える影響の研究を推進する計画であり、この総会は当該分野では最も重要な会議の一つとみなされている。本会議は台風に翻弄された。

9月4日には25年ぶりに非常に強い勢力で上陸した台風21号により、高潮での浸水や関西国際空港へ続く連絡橋にタンカーが衝突したため空港が長期にわたり機能を失った。会議直前の9月30日には台風24号の上陸によって日本全国で交通機関が麻痺した。参加者の搭乗予定の飛行機がキャンセルになり、行き先が変更になるなど大きな影響がでたため、LOC (Local Organizing Committee), SOC (Science Organizing Committee) は9月30日に緊急会議を開き10月1日の会議開始を半日遅らせるなどの対応を行った。また、本会議終了後の10月6日には台風25号が接近した。しかしながら、参加のキャンセルはわずかで、参加者は31か国から382人に及んだ。参加者の多くは、台風の体験をむしろ楽しんでいる様子であった。SPARC 総会はポスター発表を主体とする会議である。今回も会議全体と

-
- *1 Kaoru SATO, 東京大学大学院理学系研究科.
 *2 Masato SHIOTANI, 京都大学生存圏研究所.
 *3 Shigeo YODEN, 京都大学大学院理学研究科.
 *4 Takeshi HORINOCHI, 北海道大学地球環境科学研究所.
 *5 Satoshi SUGAWARA, 宮城教育大学理科教育講座.
 *6 Masatomo FUJIWARA, 北海道大学地球環境科学研究所.
 *7 Hideharu AKIYOSHI, 国立環境研究所.
 *8 Shingo WATANABE, 海洋研究開発機構.
 *9 Yoshihiro TOMIKAWA, 国立極地研究所.
 *10 Yoshio KAWATANI, 海洋研究開発機構.
 *11 Chiaki KOBAYASHI, 気象庁気象研究所.
 *12 Masakazu TAGUCHI, 愛知教育大学地学領域.
 *13 Nawo EGUCHI, 九州大学応用力学研究所.
 *14 Kazuyuki MIYAZAKI, NASA ジェット推進研究所.
 *15 Takatoshi SAKAZAKI, 京都大学大学院理学研究科.
 *16 Masashi KOHMA, 東京大学大学院理学系研究科.
 *17 (連絡責任著者) Takenari KINOSHITA, 海洋研究開発機構. t-kinoshita@jamstec.go.jp

© 2020 日本気象学会

して400以上のポスター発表があり、限られた数の口頭発表が行われた。ポスター発表時には日本酒や京都のお菓子も出されるなど、和気あいあいとした雰囲気なかで盛会裏に終わった。

本会議は下記6つのセッションに分かれて行われた。

1. 大気組成・化学の気象・気候とのつながり
2. 数週間から数十年の気候予測
3. 気候変動と変化に対する大気力学の役割
4. 熱帯の諸過程に関連する大気のインパクトと相互作用
5. 観測と再解析データの進展
6. 社会における SPARC 科学

1については、最初の2日間にセッションが行われ、iCACGP・IGAC 合同会議の参加者との交流も行われた。また、若手優秀ポスター発表賞の審査が行われ、10名が受賞した（日本からは東大大気海洋研の澁谷亮輔氏が受賞）。

以下各セッションの概要を述べる。

2. 各セッションの内容

2.1 大気組成・化学の気象・気候とのつながり (Connections of Atmospheric Composition and Chemistry to Weather and Climate)

このセッションは大気化学と気候に関連したテーマを取り扱い、基調講演3件、口頭発表6件、ポスター発表110件あまりの発表が行われた。本セッションは、前週に高松で行われた第15回 IGAC 科学会議との関連セッションでもある。台風の影響により、基調講演と口頭発表は1日目の午後に、ポスター発表は1日目午後～3日目の午前にかけて行われた。ポスター発表のサブテーマは、エアロゾルの観測と解析、火山噴火と解析、成層圏オゾン、力学と長距離輸送、トレーサガスの観測と解析、アジアモンスーン、上部対流圏・下部成層圏領域、気候解析に分類された。

基調講演では、C. Orbe (NASA・米国) が、中緯度地表面起源で5日または50日の寿命をもつトレーサーや北半球中緯度平均年代 mean age トレーサー等の濃度分布から、北半球中緯度対流圏から北極域、南半球への輸送の解析を行った。モデル間のばらつきには、北半球中緯度海洋上での積雲対流 (パラメタリゼーション) の影響が大きいことを示した。M. Abalos (マドリード・コンプルテンセ大学・スペイン) は、化学気候モデル WACCM で海洋結合バージョンと海表面温度を与えたバージョンの結果の比較から、これまで

言われていた ODS 変化→オゾンホール変化→BD 循環変化といった影響の経路の他に、ODS の温室効果ガスとしての影響 (海水を暖める) →BD 循環変化の経路による影響を指摘した。さらに、JRA55, ERA-Interim, WACCM のオゾンホール領域での大気年代 (age of air) の比較や、残差循環と等温位面混合 (isentropic mixing) の age of air に対する影響の解析を行った。H. Schlager (DLR・ドイツ) は、ネパールで2017年7、8月に行われた StratoClim プロジェクトによる観測キャンペーンにおいて、圏界面あたりの極低温と気相の硝酸 (HNO_3) の減少が見られたことを報告した。

その他の口頭発表では、G. Chiodo (IAC-ETH・スイス) が、オゾンと大気場が相互作用する形で気候モデル (CESM-WACCM) に入れると二酸化炭素4倍増時の南半球大気の応答 (南半球中緯度ジェット気流の極への移動、海表面での風応力) が20%程度減少することを報告し、温暖化実験に対するオゾンの光化学過程の重要性を示した。S. Paik (浦項工科大学校・韓国) は、CMIP5モデルによる火山爆発のエルニーニョへの影響の解析を行った。火山爆発によるエアロゾルの増加によって、熱帯の西アフリカ上空に気温低下と乾燥が起こり、それがアフリカのモンスーンを弱め、ケルビン波を誘起し、西太平洋へ伝搬して西風アノマリを起こし、ウォーカー循環を変化させ、エルニーニョが始まることを示した。L. Bernet (ベルン大学・スイス) は、スイスのベルンでの GROMOS (the ground-based millimeter wave ozone spectrometer) 観測の解析結果の報告を行い (期間: 1995-2017年, 20-50km の高度範囲, ミリ波によるオゾンプロファイル観測), 40km で1-3%/decade のオゾン増加トレンドが見られたことを示した。W. Ball (IAC-ETH・スイス) は、フロン規制によって大気中の塩素濃度がピークに達した後の1998-2016年の期間において、60°N-60°S の下部成層圏オゾン量は依然として減少トレンドを示したことを報告した。オゾン全量のトレンドも増加傾向を示しておらず、その理由は、上部成層圏と対流圏のオゾン増加トレンドが下部成層圏の減少トレンドをある程度キャンセルしていたためと考えられる。A. Fiehn (DLR・ドイツ) は、モデルを使った研究結果を示し、プロロホルム (CHBr_3) エミッションを年中一定にした時と月毎に与えた時とでは臭素 (Br) の成層圏への流入量、季節、場所が異なることを示した。プロロホルム起源の成層圏への Br の流入量は約1.5pptv と推

定した。T. Zhou (中国科学院) は、20世紀後半にアジアモンスーンによる降水が減少したことを観測データによって示し、また、CMIP5の数値実験結果の解析をすることで、その原因としては、人為起源エアロゾルの増加によって海陸間の温度コントラストが弱まりアジアモンスーンが弱まったことが考えられることを示した。

日本の研究者による発表では、出牛 真 (気象研) が、化学気候モデルを使った実験によって、オゾンの放射加熱偏差による影響が、突然昇温からおよそ10日程度後の熱帯・亜熱帯の降水や大気循環パターンに統計的有意性を持って見られることを示した。稲飯洋一 (東北大) は、航空機観測と流跡線解析を基に中高緯度上部対流圏から下部対流圏 (Extratropical Upper Troposphere and Lower Stratosphere: ExUTLS) 大気の起源と組成の時空間分布を復元、さらにそれらの季節変動要因を議論した。藤原正智 (北大) は、赤道太平洋における雲粒子ゾンデ Cloud Particle Sensor (CPS) を用いた巻雲と海塩粒子の観測結果を発表した。秋吉英治 (国環研) は、2009年11月の南米南端のオゾン全量低下は、崩壊前の南極渦が南米方向へ移動・停滞したことが原因で、対流圏のプロッキングがトリガーとなった可能性があることを示した。塩谷雅人 (京大生存圏) は、オゾンゾンデ相互比較のための室内実験データを用い、その応答時間について調べたところ20秒ほどの値が得られ、これが無視できない系統誤差を生み出すことを報告した。野口駿佑 (JAMSTEC) は、中間圏から下部熱圏 (Mesosphere and Lower Thermosphere: MLT) 領域のオゾン破壊物質が成層圏界面上昇イベントに伴い下方輸送される効果によって春季の最終昇温が変調されうることを示した。席 浩森 (北大) は、2種の化学再解析データ Tropospheric Chemistry Reanalysis (TCR-1) と Monitoring Atmospheric Composition and Climate (MACC) を用いて、冬季北半球太平洋上空における成層圏から対流圏へのオゾン輸送と対流圏から成層圏への一酸化炭素の輸送量の解析結果を報告した。

大気微量成分や気象の観測と、気候モデル、化学気候モデル (CMIP モデル, CCMi モデル) の活用によって、大気微量成分変化と気候変化との関係が、様々な空間スケール・時間スケールで明らかになりつつある。SPARC が研究対象に対流圏を含めたことによって、本セッションでも対流圏、上部対流圏から下部成層圏 (Upper Troposphere and Lower Stratosphere:

UTLS) 領域に関する成果発表が増加した。化学気候モデルの国際コミュニティも、成層圏プロセス中心の CCMVal から対流圏も含めた CCMi に発展した。また、衛星観測による長期データが利用可能となり、モデルと観測を併用した気候スケールのプロセス研究が進んでいる。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第6次評価報告書 (AR6) へ向けては、関連プロジェクトの個別会合の枠を超えて、より包括的な議論が本会合によりなされた印象がある。

2.2 数週間から数十年の気候予測 (Climate Prediction from Weeks to Decades)

このセッションは、数週間から数十年の時間スケールでの気候予測を対象とし、4つのサブテーマ (季節内～季節予報, 季節予報, 十年規模予測, 極端現象等) を設定した。基調講演2件、口頭発表6件、ポスター発表約40件の発表が行われた。以下に、基調講演に加えて、各サブテーマからいくつかの発表を紹介する。

まず、A. H. Butler (NOAA・米国) と D. Domeisen (ETH・スイス) が基調講演を行った。成層圏突然昇温 (Sudden Stratospheric Warming: SSW) のような成層圏循環偏差の発現後に対流圏の中長期予報が改善されることなどを動機として、両者ともに、Sub-seasonal to Seasonal (S2S) プロジェクトデータ等を用いて、成層圏・対流圏における諸現象に対する予報スキルや、既知のテレコネクションを参考にそれらの予報スキルの変化を調べた結果を紹介した。さらなる予報改善への手がかりを考察し、成層圏・対流圏のバイアス (たとえば、SSW の頻度や、対流圏の停滞性惑星波パターン等)、中高緯度成層圏・対流圏結合の表現、熱帯から中高緯度への影響等の重要性を議論した。紹介された結果・議論の多くは、SPARC SNAP (成層圏の予測可能性とその対流圏との結合を検討する国際的取組み) の活動に基づいている。

季節内～季節予報のサブテーマに関して、野口駿佑 (JAMSTEC) は、衛星観測の有無によって SSW の捕捉率やその後の下方影響に大きな差が出ることを JRA-55および JRA-55C からの予報実験によって示した。A. Karpechko (フィンランド気象研究所) は、対流圏に顕著な影響をもたらす SSW が約1週間前にはほぼ予測可能であるが予報期間を遡ると急激に困難になることを、S2S プロジェクトデータの解析から示した。E.-P. Lim (オーストラリア気象局) は、南半球冬季～夏季にかけて生じる成層圏-対流圏結合モードの特徴を紹介するとともに、春季～夏季には既存の季節

予報システムを用いて最大3か月予報可能であることを示した。

季節予報のサブテーマに関して、L. Wang (復旦大・中国) は、秋季の海水・海面水温 (SST)・成層圏循環を予報因子とする多重線形回帰モデルによる冬季北大西洋振動 (NAO) の統計的予報を提唱し、高い予報スキルが得られることを示した。N.J. Byrne (ECMWF・英国) は、再解析データを用いて、南半球冬季成層圏極渦の強弱偏差が持続し春季・夏季の極渦崩壊のタイミングシフト、さらに対流圏ジェットの緯度変化につながることを示し、この一連の変化の季節予報への潜在的な重要性を示唆した。田口正和 (愛知教育大) のポスター発表は、気象庁季節予報ハインドキャスト実験データを検証し、特に北半球冬季の北半球環状モード (NAM) や SSW 発現の予報特性について議論した。

十年規模予報のサブテーマに関して、H. Schmidt (MPI・ドイツ) は、11年周期太陽活動変動がウォーカー循環に影響する観測事実を発見し、それが気候モデルシミュレーションによっても支持されることを示した。極端現象等のサブテーマに関して、J. Hwang (ソウル国際大学・韓国) は、地球システムモデル CESM の大規模アンサンブル実験の結果の解析から、北半球のブロッキング現象の現在気候における再現性に大きなバイアスがあることや、地球温暖化に伴ってブロッキングの頻度が減少することを報告した。

2.3 気候変動と変化に対する大気力学の役割 (Role of Atmospheric Dynamics for Climate Variability and Change)

このセッションでは、気候変動や気候変化に対する大気力学の役割というテーマについて、発表が行われた (基調講演2件、口頭発表6件、ポスター発表約140件)。ポスター発表は、14のサブテーマに分類されて行われた。まず、口頭発表の概要を簡単に示す。

基調講演を行った中村 尚 (東大先端研) は、講演の前半で、西太平洋パターンに注目し、成層圏へ上向き伝播する惑星波や東アジア冬季のモンスーンの季節性へ与える影響について述べ、それが El Niño-Southern Oscillation (ENSO) のみならず、夏季豪州モンスーンの内部変動にも駆動される可能性を指摘した。後半では、その夏季豪州モンスーンの変動について風-蒸発-SST フィードバックの観点から考察が示された。J. Kim (公州大学校・韓国) は、熱帯対流圏界面層についてレビューを述べ、オゾン量に注目し

て、CMIP5やCCMIのモデル群の熱帯対流圏界面付近の不確実性やバイアスについて議論した。

W. Kang (ハーバード大学・米国) は、マッデン・ジュリアン振動 (Madden Julian Oscillation: MJO) の変動による SSW の頻度への影響について検討し、MJO の経度帯や強度により SSW の頻度が増減する可能性を示した。S. Davis (NOAA・米国) は、過去数十年の観測で指摘されているハドレー循環の緯度幅の拡大について、熱帯の幅を特徴づけるメトリックとして何を用いるかにより、将来気候への応答が異なることを指摘した。M. Kretschmer (レディング大学・英国) は統計的因果探索の一手法を用いて、CMIP5モデル間の極渦強度のアンサンブルスプレッドの要因を調査した結果を示した。小寺邦彦 (名大) は、2018年の成層圏突然昇温後の回復期に発生した成層圏からの惑星波の下方伝播に伴う西ヨーロッパの厳しい寒波の関係について議論した。T. Tamarin-Brodsky (レディング大学・英国) は、極端現象を考察する際に頻度分布の分散に基づく議論がこれまで行われてきたが、歪度も合わせて議論すべきであると指摘した。L. Schoon (大気物理ライプニッツ研究所・ドイツ) は、3次元グリッドデータから局所的な重力波の振幅・波数ベクトルを推定する手法を提案し、適用例を示した。

次に、日本の発表者の発表タイトルと概要をサブテーマごとに紹介する。中間圏下部熱圏の現象に関して岩尾航希 (熊本高専) は、衛星データ SABER を用いて、北半球冬季中層大気におけるプラネタリー波の気候学的な特徴を調べた。赤道成層圏準2年周期振動 (QBO) とその遠隔影響に関して直江寛明 (気象研) は、MRI-ESM2 (気象研究所地球システムモデル) を用いた QBOi 実験において、QBO が北半球冬季中高緯度循環に与える影響を調べた。山下陽介 (JAMSTEC) は、QBO が南極渦に及ぼす影響について、可能性のある2つの影響経路を解析的に示した。大気重力波に関して角 ゆかり (東大院理) は、2016年の成層圏突然昇温に着目し、成層圏の前線的な気温構造の特徴と発達過程、前線付近の重力波の特徴を調べた。SSW に関して原田やよい (気象研) は、2018年2月に発生した大規模な SSW を新しい3次元波活動度フラックスを用いて解析し、その特徴や過去の大昇温事例との相違点を明らかにした。星 一平 (新潟大) は、近年の北極域での海水減少が極渦の弱体化 (Weak Polar Vortex) イベントに与える影響を、再解析データと数値実験の解析から示した。極渦変動とブリューワー・ドブソン

循環に関して西井和晃(三重大)は、北太平洋上の中緯度海洋前線帯が、惑星波増幅を通じて極域成層圏を昇温させている可能性を大気大循環モデル(AGCM)実験により示した。平野創一朗(琉球大)は、38年分の再解析データを用いて、南半球の準停滞性の波数1のロスビー波のクライマトロジーと年々変動を調べた。成層圏による対流圏気象・気候への影響に関して向川均(京大院理)は、上層成層圏での東西非一様な流れ場の力学不安定性が、2007年3月に観測された惑星規模波の下方伝播を惹起する可能性を指摘した。劉光宇(九大院理)は、南極域オゾンホールが21世紀で最小規模となった2012年と2017年に関して、力学場との関係を明らかにした。吉田聡(京大防災研)は、長期再解析データから、北太平洋中央部の爆弾低気圧活動が1987年以降、海面水温の高温化に伴って活発になっていることを示した。成層圏対流圏物質交換と上部対流圏下部成層圏過程に関して吉田康平(気象研)は、熱帯対流圏界面で気候モデル間の上昇流の差は現在気候と将来変化で比例し、局所的な熱帯波数1強制が主な原因であることを指摘した。堀之内武(北大)は、夏季の東アジアから北西太平洋にかけての降水と、亜熱帯ジェット・上層のロスビー波の関係を、日々の変動から気候学的な時間スケールまで示し、将来変化について議論した。ハドレー循環、ENSO、太平洋10年規模振動(PDO)に関して小林ちあき(気象研)は、帯状平均場と子午面循環場のENSO応答の形成理由を、波活動度フラックス(EP-Flux)を用いて議論した。小坂優(東大先端研)は、熱帯太平洋海面水温変動が全球にもたらす地表気温変動のモデル間不確実性が北極域で大きいことを示し、地域的な大気-海氷-海洋相互作用の重要性を示唆する結果を得たことを示した。大気海洋結合とテレコネクションに関して田口文明(富山大)は、AGCM実験から、黒潮続流の十年規模変動が偏西風への影響を通じてENSOの遠隔影響を変調し得ることを示した。テレコネクションと地域的な気候変動に関して関澤偲温(東大先端研)は、夏季豪州モンスーンの内部変動が、冬季東アジアモンスーンや極渦を変調することで知られる西太平洋(WP)パターンを励起することを示した。この他に太陽活動と火山活動の影響、環状モード変動と中高緯度の低気圧、北極海氷減少とテレコネクションのサブテーマも設けられた。

2.4 熱帯の諸過程に関連する大気のインパクトと相互作用 (Atmospheric Impacts and Interactions Related to Tropical Processes)

当セッションでは、熱帯における成層圏-対流圏の力学的結合・相互作用の話題を中心に、70件を超える発表があった(基調講演2件、口頭発表6件、ポスター発表66件)。ポスター発表は、アジアモンスーンを含むUTLSの現象、QBOとSSWを含む成層圏力学過程、QBO-ENSO及びQBO-MJOを含む赤道上下結合、オゾン・水蒸気輸送の変動とトレンド、降水過程を含む対流圏力学の5つのサブテーマに分かれて活発な議論が行われた。

基調講演では、C. Garfinkel(ヘブライ大・イスラエル)が β 平面から球面座標へ拡張した赤道ケルビン波とロスビー重力波の理論解について論じ、更に熱帯の積雲対流と成層圏の結合過程に関して発表した。坂崎貴俊(京大院理)は、気候モデルを用いて、成層圏から下方伝播する潮汐波に対する熱帯の降水と地表面温度の応答を論じた。

口頭発表では、余田成男(京大院理)が理想化したモデル実験データにより、QBO的振動が熱帯域対流へ与える影響を示し、関連するSATIO-TCS活動の紹介も行った。W. Chen(中国科学院)はENSOが夏季チベット高気圧へ与える影響が、先行する冬季QBOによって変調され得ることを示した。G. N. Kiladis(NOAA・米国)は熱帯対流活動と成層圏へ伝播する赤道波の結合関係について、複数の再解析データ間の類似・相違点を議論した。L. Holt(ノースウェスト研究所・米国)は17種類の気候モデルデータを解析し、対流と結合した赤道波の再現性が良いモデルほどQBO加速が大きいことを示した。

S. Khaykin(ソルボンヌ大学・フランス)はStratoClimキャンペーンの飛行機観測データを用いて、アジアモンスーン域の対流によって水蒸気が成層圏に輸送されている証拠を示した。A. Pandit(アフマダーバード物理学研究所・インド)はインドにおけるエアロゾル・巻雲の長期観測データの解析結果を報告した。

ポスターセッションでは、QBO、ENSO、MJOといった熱帯の力学的変動の成層圏-対流圏結合過程に着目する発表が多いことが印象に残った。以下に日本人発表者の内容を簡単に紹介する。

廣田渚郎(国環研)は2016年2月に起こったQBO崩壊が、エルニーニョと海氷減少が関わる大気波動によって主に発生したことを示した。河谷芳雄(JAMS-

TEC) は、エルニーニョ期に QBO 周期が短くなることを、降水・重力波・対流圏-成層圏循環の変化から説明した。稲飯洋一(東北大)は熱帯対流圏界面領域(TTL)への等温位面に沿う中高緯度下部成層圏大気との混合(in-mixing)強度の長期変化傾向を流跡線解析から見出し、その成層圏大気の年齢への影響を推定した。江口菜穂(九大応力研)は2010年1月成層圏突然昇温時にインド洋南西部で発生した台風発生過程への成層圏力学場の影響を議論した。小寺邦彦(名大)は下部成層圏気温低下が北半球夏期モンスーンに及ぼす影響について、特に2010年のオンセット時について示した。西本絵梨子(JAMSTEC)はQBOが対流圏帯状平均場に与える影響を調べ、夏極周辺での循環場とそれに関連した降水の変調や、南半球冬季における亜熱帯ジェットの変調などを明らかにした。竹見哲也(京大防災研)は熱帯低気圧の強化に及ぼす対流圏安定度の影響を数値的に調べ、圏界面高度よりも気温減率のほうが大きな影響を持つことを示した。原田やよい(気象研)はQBOが強い東風位相の時、北半球夏季季節内振動の振幅が大きくなる傾向があることを示した。雨宮 新(理研)は夏季のアジアモンスーン高気圧の季節内変動について、渦位分布とジオポテンシャル擾乱の経験的直交関数展開(EOF)卓越成分の2つの観点から抽出される特徴を議論した。

2.5 観測と再解析データの進展 (Advances in Observation and Reanalysis Datasets)

このセッションでは、観測データセットの改訂・改良、複数の測器データや再解析データの評価、新しい観測技術等に関連したテーマで、基調講演2件、口頭発表6件、ポスター発表約80件の発表が行われた。ポスター発表は、「年々変動と気候」、「大規模スケールの力学」、「重力波と乱流」、「微量成分とエアロゾル」、「下部対流圏と地表面」というサブテーマに分類された。以下に口頭発表と日本からの発表の概要を示す。

基調講演を行った N. J. Livesey (NASA・米国) は、中層大気を対象とした衛星観測の“黄金時代”である最近の10-15年間についてのレビューを行い、衛星搭載測器による観測を継続するための科学的・戦略的な展望を、米国国立アカデミーの“Decadal Survey”(10年計画)における地球科学分野の優先課題に注目して議論を行った。また、D. Lyu (中国科学院) は、チベット高原の中央部にある Yang Ba Jing 観測所の5台のライダーと雲レーダー、分光放射計からなる大気プロファイル総合観測システム (APSOS) の観測結果を議

論した。

D. Flittner (NASA・米国) は、国際宇宙ステーション (ISS) に設置された成層圏エアロゾルガス観測実験3 (SAGE III) で得られたオゾンや二酸化窒素等の鉛直分布データを示し、太陽光だけでなく月光を用いた掩蔽観測の可能性を示した。SPARCの水蒸気評価プロジェクト2 (WAVAS-II) では、15の衛星搭載測器といくつかの水蒸気同位体データから作られた40個の水蒸気観測データセットを作成しており、K. A. Walker (トロント大・カナダ) がその特性を議論した。J. Witte (NASA・米国) は、南半球オゾンゾンデ観測網 (SHADOZ) で得られた過去20年間のオゾン鉛直分布データを時間的に均質化したデータプロダクトを紹介し、その不確実性の評価を示した。ポスター発表では、西 憲敬 (福岡大) が CALIOP のライダーデータを教師データとした静止衛星スプリットウィンドウ観測による雲頂高度推定テーブル開発について示した。塩谷雅人 (京大生存圏) は ISS 搭載の大気観測装置 (SMILES) を発展させ、中層大気から超高層大気の温度場・風速場と大気微量成分を高感度測定する衛星観測計画を紹介した。澁谷亮輔 (東大大気海洋研) は、冬季南半球極域中間圏における重力波の力学特性について、高解像度非静力学モデルと高分解能レーダーを用いて調べた結果を示した。

再解析比較に関連したテーマでは3件の口頭発表があった。M. I. Hegglin (レディング大・英国) は、最近の5つの再解析データを使って、上部対流圏ジェットの緯度、高度、強度の長期変化を、地域別、季節別に示した。S. Tegtmeier (GEOMAR・ドイツ) は、異なる再解析データで表現される TTL の構造や長期変化などの特徴を、ラジオゾンデデータや GNSS 掩蔽観測データと比較し、再解析データの利点と限界を議論した。E. Gerber (ニューヨーク大・米国) は、利用可能なすべての再解析データに表現された環状モードの変動を、衛星時代 (1979年以降) と非衛星時代 (現場観測や地上観測データの従来型観測データのみを同化) との比較に焦点を当てて評価した。少なくとも1958年以降、再解析データは期間を通して北半球環状モードの特徴を捉えていることを示した。これらの発表は再解析比較プロジェクト S-RIP (<https://s-rip.ees.hokudai.ac.jp/>, 2019.10.28閲覧) の成果であり、他にもポスター発表で15件の成果の発表があった。藤原正智 (北大) は S-RIP の概要紹介を行い、富川喜弘 (極地研) は、熱帯上部成層圏・下部中間圏の諸現象の統

計解析と比較を示した。廣岡俊彦(九大院理)は、再解析データと衛星観測データに基づき、上部成層圏・下部中間圏領域の力学場の比較を示した。佐藤 薫(東大院理)と平野創一朗(琉球大)は、再解析データを用いて、診断的に大気重力波による波強制を計算し、重力波がブリューワー・ドブソン循環の高緯度への広がりなどその形状に大きく影響しうることを示した。

2.6 社会における SPARC 科学 (SPARC Science for Society)

SPARC (WCRP) の目的は基礎的な気候研究を国際的に推進することにあるが、同時に、その研究成果が社会において最大限に有効活用されるよう考える必要がある。例えば、気候変動リスク評価や領域気候予測サービスなど、ステークホルダー(政策決定者、農業・水資源・エネルギー関係者など)の要望に応えるようなプロダクトの作成・提供に最終的にはつなげる必要がある。こういった課題を理解し議論するために、3件の基調講演と5件の口頭発表、10件強のポスター発表が行われた。ここでは基調講演の概要を紹介する。

G. Brasseur (WCRP・スイス) は「WCRP の新しい戦略計画」という題で講演を行った。WCRP では現在、これまでの活動についてスポンサーである WMO, IOC, ISC からレビューを受けつつ、次の10年間(2019-2028年)の戦略計画を準備している。鍵となるのは、2015年のパリ協定(特に「2度未満」目標、および天候と気候のリスクの理解と定量化)や、天気~気候のシームレスな予測、地球システムの全体論的な見方である。また、SPARC を含むコアプロジェクト間の相互作用をより強めていく必要がある。次の10年のWCRPの vision/mission として現在考えられているのは、(1) 気候の基本的理解(特に、力学、貯留と流れ、循環)、(2) 予測(モデリング、同化)、(3) フィードバックと感度、(4) 気候科学と政策・サービスとの連結である。

R. Carver (Alphabet Loon・米国) は、“internet for everyone” を標語にした、成層圏を滞留する気球群による移動体通信システムの商用プロジェクト Loon の現状を紹介した。前回2014年の総会では Loon の初期計画の発表があったが、今回は実際にカリブ海から気球を放球し、QBO を利用して気球を上昇下降させながら、ペルー近くの赤道下部成層圏を100日間程度滞留させることに成功した例が紹介された。Loon による成層圏の風の実測データはすでに重力波解析や再解

析検証の研究に使われている。今後は、Loon の気球に研究者による測器を搭載する可能性についても検討したいとのことであった。

E. Key (Belmont Forum・ウルグアイ) は、“学際的アプローチによる気候レジリエンスの向上 (Advancing Climate Resilience through Transdisciplinary Approaches)” という題で、気候科学が協働すべきステークホルダー (“climate partners” と呼ぶべき協力者たち) とは何か・誰かについて概説した。「気候と□」の□にあてはまるものとして例えば、農業、建築・都市計画、移住、ジェンダー、コミュニケーション、アイデンティティ・コミュニティを挙げることができる。(大気科学の研究者も現代社会を広く深く考えていく必要があるというメッセージだと受け取ればよいのだろう。)

3. Early Career Researcher (ECR) イベント

大会初日のポスターセッション後19時~20時半の間、若手研究者を対象に、ECR イベントが開催された。ECR イベントでは、事前に打診していたシニアの先生方10数名を含む約100名が参加した。参加者は、まず入り口でマークと英単語が書かれたカードを受け取り、同じマークが書かれているテーブルに集合した。そこでお互いに自己紹介等を行ったのち、単語並び替えゲームが開催された。Gravity wave, Hydrostatic balance など気象に関連した単語が答えであったためか、ゲーム開始後すぐに回答出来たチームが多かった。続いて、海外の若手研究者により活動紹介が行われた。最後に、机に置かれた鉛筆やクリップなどのアイテムを用いてチーム換えを行った。新しいチームで行うゲームは、日本のなぞなぞのようなとんちを使って解く問題であった。会の後半ということもあり、お酒が進んでいる方々が多かったため、なかなか回答することが難しかったように感じた。総じて、多くの方々と接することができ、これを機に、翌日以降のランチタイムにおいて日本の若手研究者が海外の若手研究者を案内するといった交流が生まれた。

4. おわりに

LOC は日本学術会議環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 SPARC 小委員会に若手研究者3名を加えたメンバー構成で、co-chairs は佐藤 薫・塩谷雅人・余田成男が務めた。最後に若手研究者の感想で締めくくりたい。



第1図 参加者集合写真 (SPARC General Assembly 2018ホームページより引用 : http://www-mete.kugi.kyoto-u.ac.jp/SPARC_GA2018/index.html, 2019.10.28閲覧).

この度、初めて SPARC 総会の LOC として ECR イベントを担当させていただきました。当日は国内外多くの方々のご協力を頂き無事に開催することが出来ました。この場をお借りして御礼申し上げます。

(木下武也)

大会バッグの準備を担当しました。総会の裏方としてのお手伝いは今回が初めてでしたが、参会者の方喜んで頂けて良かったです。普段の生活では接点の無い方々 (印刷業者の方、イベント関連の方…) と異文化交流できたのも新鮮な経験でした。

(坂崎貴俊)

学生アルバイトの手配を担当しました。私としては、2度目の SPARC 総会参加です。4年前の前回と今回の参加により、個々の研究、あるいは分野の時間変化率を感じることができました。わかりやすい例は、Project Loon でしょうか。次回の SPARC 総会が今から楽しみです。

(高麗正史)

略語一覧

APSOS: Atmospheric Profiling Synthetic Observation System

BD: Brewer-Dobson ブリュウワー・ドブソン

CALIOP: Cloud-Aerosol Lidar with Orthogonal Polarization

CCMI: Chemistry-Climate Model Initiative 化学気候モデル相互比較プロジェクト

CCMVal: Chemistry-Climate Model Validation 化学気候モデルバリデーション

CESM: Community Earth System Model

CMIP: Coupled Model Intercomparison Project

DLR: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt ドイツ航空宇宙センター

ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

ENSO: El Niño-Southern Oscillation

ERA: ECMWF ReAnalysis 欧州中期予報センター再解析

FE: Future Earth

GEOMAR: Research Center for Marine Geosciences

GNSS: Global Navigation Satellite System

IAC-ETH: Institute for Atmospheric and Climate science- Eidgenössische Technische Hochschule スイス連邦工科大学大気気候科学研究所

IOC: Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO

ISC: International Science Council

ISS: International Space Station

JAMSTEC: Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology 海洋研究開発機構

JRA-55: Japanese 55-year Reanalysis

JRA-55C: Japanese 55-year Reanalysis Conventional

MJO: Madden Julian Oscillation

MLT: Mesosphere and Lower Thermosphere

MPI: Max Planck Institute

NASA: National Aeronautics and Space Administration

ODS: Ozone Depleting Substances オゾン層破壊物質

PSC: Polar Stratospheric Cloud 極成層圏雲

QBO: Quasi-Biennial Oscillation 準2年周期振動

QBOi: Quasi-Biennial Oscillation initiative

SABER: Sounding of the Atmosphere using Broadband Emission Radiometry

SAGE III: Stratospheric Aerosol and Gas Experiment III

SATIO-TCS: Stratospheric And Tropospheric Influences

On Tropical Convective Systems	cesses for better Climate predictions
SHADOZ: Southern Hemisphere ADditional OZone-sondes 南半球オゾンゾンデ観測網	TTL: Tropical Tropopause Layer 熱帯対流圏界面領域
SMILES: Superconducting subMillimeter-wave Limb Emission Sounder	UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
SPARC: Stratosphere-troposphere Processes And their Role in Climate 成層圏対流圏過程とその気候における役割	UTLS: Upper Troposphere and Lower Stratosphere
S-RIP: SPARC Reanalysis Intercomparison Project	WACCM: Whole Atmosphere Community Climate Model
SSW: Sudden Stratospheric Warming	WAVAS-II: Water Vapor ASsessment II
StratoClim: Stratospheric and upper tropospheric pro-	WCRP: World Climate Research Programme 世界気候研究計画
	WMO: World Meteorological Organization 世界気象機関
