

第27回国際測地学・地球物理学連合 (IUGG) 総会への参加報告

関 澤 偲 温*

1. はじめに

国際測地学・地球物理学連合 (IUGG) は地球科学, 特に地球物理学全般に関する国際学術団体であり, 国際気象学・大気科学協会 (IAMAS), 国際海洋物理学協会 (IAPSO), 国際水文科学協会 (IAHS), 国際雪氷圏科学協会 (IACS), 国際地球電磁気学・超高層物理学協会 (IAGA), 国際測地学協会 (IAG), 国際地震学・地球内部物理学協会 (IASPEI), および国際火山学・地球内部化学協会 (IAVCEI) の 8 つの協会から構成されている。

IUGG の総会は 4 年に 1 度開催され, 2019 年はカナダのモンリオールにあるモンリオール国際会議場 (Palais des Congrès de Montréal) にて 7 月 8 日から 18 日まで開催された。モンリオール国際会議場は, 中華街と旧市街との間にあり, 会議の合間に昼食をとるにも, 街を少し観光するにも非常に便利な場所に位置している。

本会議では 100 を超える国や地域から, 口頭とポスターとを合わせて 5000 を超える研究発表が行われた。IAMAS としては, 大気力学, 大気化学, 極域気象, 熱帯気象, 中層大気, 大気海洋相互作用, モデリング, データ同化など多岐にわたる現象や手法を対象とするセッションが開かれた。また, その一部は IAPSO や IACS などの他の協会との合同セッションとして開催された。

日本からも幅広い分野から多くの参加者がみられたが, 今回は筆者が渡航に際して気象学会から支援を受けた経緯をふまえ, 著者自身が発表や聴講を行った主

な 4 つのセッションでの講演に関して紹介したい。これらは多数のセッションのうちのごく一部に過ぎず, また紹介する 4 セッションにおいても, すべての講演を聴くことができたわけではなく, 部分的な記載に止まざるを得ないことをご理解頂きたい。

2. 講演紹介

2.1 地域的な気候変動における大気海洋相互作用の役割 (Role of Ocean-Atmosphere Interaction in Constraining Regional Climate Change)

本セッションでは, 地域的な気候変動や気候変化に関して, 大気海洋相互作用の役割に焦点を当てた議論が行われた。

漢陽大学 (韓国) の Sang-Wook Yeh は, 冬季の北太平洋における亜熱帯および亜寒帯の海洋前線の強度や緯度にもみられる卓越変動に着目し, 長周期の海面水温変動や西風の変動との関係を調査した。亜熱帯海洋前線の緯度と亜寒帯海洋前線の強度の変動は, NPGO 的な海面水温偏差パターンを伴い, ジェット気流の緯度の変動とも結びついており, 特に 1990 年代以降の北米の気温変動への寄与が大きいことを指摘した。

北海道大学の見延庄士郎は, CMIP5 に基づいて赤道湧昇の将来変化とそのメカニズムに関して調査した。東部赤道太平洋において, 海面付近ではエクマン発散の弱化によって等密度面を横切る湧昇流の弱化がもたらされること, および, 赤道潜流がみられる深さでは等密度面の傾きが緩くなることにより, それに沿う湧昇流の弱化がもたらされることを示した。

ベルゲン大学 (ノルウェー) の Nour-Eddine Omrani は, 近年みられる北東カナダやグリーンランドにおける気温の上昇傾向の要因を, 観測データや大

* Shion SEKIZAWA, 東京大学先端科学技術研究センター。

shion@atmos.rcast.u-tokyo.ac.jp

© 2019 日本気象学会

気循環モデル実験の出力の解析を通して調査した。北大西洋における数十年規模の海面水温変動や、人為的な温暖化に伴うローカルな海面水温と海水面積の変化がこの気温上昇傾向の主要因であり、熱帯の海面水温変化からの遠隔影響による寄与は小さいことを示した。

ヘルムホルツ海洋研究センター (ドイツ) の Mojib Latif は、気候モデルにおける熱帯大西洋の海面水温バイアスが降水量予測に与える影響を、バイアスの大きさが異なる複数の将来予測実験に基づいて調査し、海面水温バイアスの小さな実験において、熱帯収束帯の南下に伴って広範囲にわたる降水量変化が再現されることを示した。この理由について、海面水温バイアスの大きな実験では東西一様な海面水温変化を示すのに対して、海面水温バイアスの小さな実験では Atlantic Niño (熱帯太平洋におけるエルニーニョに類似する、熱帯大西洋における海面水温変動) に似た海面水温変化を示すことによると述べた。

筑波大学の植田宏昭は、東アジア域の気候変動をもたらす要因に関する包括的な研究紹介を行った。ラニーニャ時のフィリピン周辺における積雲対流活発化の遠隔影響として日本海側の多雪がもたらされることや、太平洋側に降雪をもたらすような南岸低気圧の発達エルニーニョ時に促進されること、エルニーニョ後の夏から秋にかけての北西太平洋での熱帯低気圧活動の変調、アリューシャン低気圧の変調に伴うオホーツク海の海水面積変動に関して述べた。

また、このセッションにおいて、著者は平成30年7月豪雨における西日本周辺への水蒸気供給と海面蒸発の増大に関して研究発表を行った。平成30年7月豪雨に伴う日本周辺海域における蒸発の増大の要因を、線形化パルク式を用いて評価し、海上風速の強化がその主要因であったことを示した。また、後方流跡線解析を用いて、西日本への水蒸気供給増大に対する海面蒸発増大の寄与の定量的な見積もりを試みた。

2.2 様々な時間スケールの自然気候変動と予測可能性 (Natural Climate Variability and Predictability in All Time Scales)

本セッションでは、あらゆる時間スケールにおける自然起源の気候変動とその予測可能性に関する研究発表が行われた。季節内から数十年規模の気候変動まで、幅広い現象を対象とした講演が集まった。

東京大学の小坂 優は、熱帯太平洋における海面水温の経年変動と十年規模変動とが北極域の気候に与え

る影響を、大気海洋結合モデルによるベースメーカー実験を用いて調査した。十年規模変動の方が経年変動よりも大きな影響を北極域へ及ぼすことを示し、気温や海水の応答が冬季に顕著となることなどから、熱帯太平洋から北極域への遠隔影響におけるローカルな大気-海洋-海水相互作用の重要性を指摘した。

エクセター大学 (イギリス) の Matt Collins は、蒸発冷却および短波放射減少がもつ ENSO に対する減衰効果について、CMIP5を用いて調査した。蒸発冷却による ENSO の減衰は、ほぼすべてのモデルが観測よりも弱く表現しており、2重の ITCZ を再現する傾向が強いモデルほど平均的な南北風のバイアスを通してその過小評価傾向が明瞭にみられることを指摘した。また、短波放射の減少による ENSO の減衰についてもモデルは過小評価傾向にあり、気候平均的な鉛直安定度や下層雲の再現性との関係を指摘した。

海洋研究開発機構の山本絢子は、大気海洋結合モデルの解析を通して、AMO に伴う海面水温偏差の形成要因について議論した。大西洋亜寒帯域における数十年規模の海面水温の時間変化傾向を、海面熱フラックスと海洋力学とに関する変化傾向に分解することで、海面水温変化が混合層深の変化に伴う海面冷却に対する感度の変化によってもたらされていることを示した。また、混合層深の変動は、数十年規模の北大西洋振動に伴う湾流による塩分輸送の変調と関連していることを述べた。

東京大学の東塚知己は、Ningaloo Niño/Niña (オーストラリア大陸西部沿岸にみられる大気海洋結合変動) における雲-短波放射-海面水温フィードバックを調査し、海面水温偏差の符号による非対称性に関して議論した。海面水温偏差が正 (Ningaloo Niño) のとき、積雲対流活発化に伴う上層雲の増加による短波放射の減少が負のフィードバックとしてはたらき、海面水温偏差が負 (Ningaloo Niña) のとき、下層雲の増加による短波放射の減少が正のフィードバックとしてはたらくことを示した。

中央研究院 (台湾) の Huang-Hsiung Hsu は、熱帯低気圧活動が積算としてより長期にわたる平均場やその変動に影響を残しうることに着目し、北西太平洋において渦位に基づいて熱帯低気圧を抽出し、気候平均場や経年変動に対する熱帯低気圧活動の寄与を見積もった。熱帯低気圧活動からの寄与を取り除くと、気候平均場においてみられるモンスーントラフが著しく弱化的ことや、経年変動も大きく減少することを示

した。

新潟大学の本田明治は、新潟における降雪量の分布をPタイプ(里雪型)、Mタイプ(山雪型)、PMタイプ(複合型)に分類し、これらに伴う大気循環場を調査した。すべてのタイプにおいて惑星規模のトラフの深まりに対応するジェット気流の南下がみられ、Pタイプでは主に亜寒帯ジェット気流沿いの準定常ロスビー波列とシベリア高気圧の強まりが、Mタイプでは主に亜熱帯ジェット気流沿いの波列とアリューシャン低気圧の強まりがみられることを示した。

2.3 熱帯の大気循環システム (Tropical Circulation Systems)

本セッションでは、積雲対流システム、熱帯低気圧、大規模循環など、熱帯における様々な大気循環に関する講演が行われた。

復旦大学(中国)のZhiping Wenは、北半球春季における熱帯太平洋での降水量の卓越変動とその遠隔影響について調査した。その卓越変動は1998年頃を境に、東太平洋タイプのENSOに伴う変動から中部太平洋タイプのENSOに伴う変動へと変化しており、この降水量偏差の分布の違いを反映して、前者に伴う中高緯度へのロスビー波の伝播はあまり明瞭でないのに対し、後者はより明瞭なロスビー波の伝播を伴うことを示した。

東京大学の高須賀大輔は、MJOの発生と伝播に対する混合ロスビー重力波の役割を、YMCの観測キャンペーン期間における観測データに基づいて議論した。インド洋を西向きに伝播する混合ロスビー重力波が西インド洋において積雲対流と結合してMJOの発生を促したことや、混合ロスビー重力波の東向き群速度伝播とMJOの東向き伝播との対応を示した。

モナシュ大学(オーストラリア)のMichael Reederは、再解析データとモデル実験を用いて、客観的な手法により抽出された熱帯における下層収束線とそれに伴う降水について調査した。この解析により、熱帯での降水量の65~90%が下層収束線に伴うものであること、現在気候における再現実験ではこれらの頻度や強度が過小評価されること、将来予測では熱帯収束帯のシフトに伴って下層収束線の頻度に大きな変化がみられることなどを示した。

2.4 大気海洋系の変動・変化・予測可能性 (Ocean-Atmosphere Mechanisms of Variability, Change and Predictability)

本セッションはIAPSOとの合同セッションであ

り、大気海洋結合系の変動とその予測可能性に関する講演が行われた。

三重大大学の西井和晃は、2018年夏の豪雨と猛暑に対する海洋の影響を、大気大循環モデルを用いて評価した。観測された全球海面水温偏差を与えた実験は、7月上旬の豪雨を再現することができなかったが、その後の猛暑については偏西風の北偏とともに再現することができた。また、海面水温偏差を熱帯と中高緯度とに分けて与えた実験から、中高緯度の海面水温偏差の方が熱帯の海面水温偏差よりも、猛暑の再現に対してより重要であることを示した。

海洋研究開発機構の森岡優志は、ウェッデル海において海水が気候変動の予測可能性に与える影響について、季節予測システムSINTEX-Fを用いて調査した。冬の海水を海面水温とともに初期化した実験は、海面水温のみを初期化した実験と比べて、その後の春のウェッデル海周辺での気温偏差や大気循環偏差をより良く予測し、春のウェッデル海周辺の気候変動の予測精度の向上に対する先行する冬の海水の初期化の重要性を議論した。

ハワイ大学(アメリカ)の升永竜介は、西岸境界領域における気候平均場にみられる海上風収束の形成メカニズムに関して調査した。再解析データに基づき、海洋前線に束縛された弱い停滞性の大気前線が、総観規模擾乱の通過後に黒潮続流に沿って生じやすく、中程度の強さの持続的な海上風収束をもたらすことを示した。また、海上風収束に対する対流性の降水に伴う潜熱加熱の重要性についても議論した。

NOAA(アメリカ)のMichael McPhadenは、2018~19年のエルニーニョの時間発展とその予測について調査した。エルニーニョの発達に必要な海洋貯熱量の増大は、2018~19年にかけて、記録的なエルニーニョである1997~98年や2015~16年に匹敵する値であったことを指摘した。それにもかかわらず大きな振幅のエルニーニョへと発達しなかったのは、西風バーストの発生がなかったからであると述べた。

海洋研究開発機構の土井威志は、気候予測システムSINTEX-Fを用いて、赤道太平洋における西風バーストや東風サージがENSOの予測精度に与える影響を評価した。西太平洋においてランダムな風応力を与えることで、多くのモデルが予測に失敗したことで知られる2014~15年のエルニーニョの予測精度が改善したことを示した。他の事例に対する結果も示したが、予測精度の向上は事例に依存するところが大きいこと

も述べた。

また、このセッションにおいて、著者は夏季オーストラリアモンスーンの経年変動とその遠隔影響に関して研究発表を行った。夏季オーストラリアモンスーンの季節平均的な活動度の経年変動は、ENSOをはじめとする熱帯海面水温変動との関係性が弱く、内部変動が卓越していることを指摘した。また、そのオーストラリアモンスーンの変動に伴う北半球への遠隔影響により、冬季東アジアモンスーンが変調することを示した。

3. まとめと雑感

本会議では、幅広いテーマの研究発表を聴くことができ、大変勉強になった。しかし規模の大ききゆえに、しばしば興味のある複数のセッションが同じ時間帯に行われたことは少し残念であった(ある方は、成層圏-対流圏結合と中層大気のセッションの時間が被っていることに対して、並々ならぬ不満の声を漏らしていた)。また、参加者のコミュニティに若干の偏りがあるのか、熱帯気象に関する発表の数がやや少なかったように感じた。

また、著者の2件の口頭発表についても、様々な質問やコメントを頂くことができた。豪雨に関する発表では、著者が発表した内容自体は豪雨に伴う海面での蒸発と西日本への水蒸気供給の増大に焦点を当てたものであったが、豪雨そのものに関係する質問、例えば豪雨に伴う大規模循環場や予測可能性についての質問を多く受け、研究対象の背景を含めてよく調べておく重要性を感じた。とはいえ、日本における局所的な現象に対して海外の方々に興味を持って頂けるか心配であったが、特にアジアの研究者を中心に多くのコメントを頂き安心した。

本会議への参加は、著者にとって初めてのカナダ訪問であった。短期間ではあったがモントリオールに滞在し、様々な文化的背景をもった人々が当たり前のようにともに生活している様子を見て、さすがは多様性を誇りにしている国であると思った。近年は日本でも外国人の数が増えている。一部の人がもつ偏見により不寛容が蔓延しかねない日本社会において、実際に世界に出て様々な背景をもつ人々と関わる経験を通して自然な寛容さを会得することは重要だろう。日本気象学会をはじめ、様々な方々から支援を頂き、比較的

若いうちから海外を訪問する機会を得られていることは、非常にありがたいことであるとを感じる。

謝辞

本会議への参加に際しまして、日本気象学会国際学術交流委員会より渡航費用の援助を頂き、深く感謝いたします。

略語一覧

- AMO : Atlantic Multidecadal Oscillation 大西洋数十年規模変動
- CMIP5 : Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 第5期結合モデル相互比較計画
- ENSO : El Niño and Southern Oscillation エルニーニョ・南方振動
- IACS : International Association of Cryospheric Sciences 国際雪氷圏科学協会
- IAG : International Association of Geodesy 国際測地学協会
- 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 国際水文学科学協会
- 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 Oceans 国際海洋物理学協会
- 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
- ITCZ : Intertropical Convergence Zone 熱帯収束帯
- IUGG : International Union of Geodesy and Geophysics 国際測地学・地球物理学連合
- MJO : Madden-Julian Oscillation マッデン・ジュリアン振動
- NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration アメリカ海洋大気庁
- NPGE : North Pacific Gyre Oscillation 北太平洋環流振動
- SINTEX-F : Scale Interaction Experiment-Frontier Research Center for Global Change 地球環境フロンティア研究センター・スケール間相互作用実験
- YMC : Year of Maritime Continent 海大陸研究強化年