

新学術領域研究（研究領域提案型）

# 南極の海と氷床

News Letter vol.4



発行・問い合わせ先

新学術領域研究「南極の海と氷床」事務局

〒190-8518 東京都立川市緑町 10-3

情報・システム研究機構 国立極地研究所

Tel : 042-512-0711

E-mail : office@grantarctic.jp

<http://grantarctic.jp>

発行日 2020.3.11

文部科学省 科学研究費助成事業「新学術領域研究（研究領域提案型）」

# 熱－水－物質の巨大リザーバ： 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床

Giant Reservoirs - Antarctic

# 南極の海と氷床

News Letter vol.4



## 南極氷床と気候システムのモデル研究

東京大学大気海洋研究所 小長谷 貴志

私が自身の研究を説明するときには、身近な気候の話から始めることにしています。まず気候とは、日々の天候を平均したようなもの、と説明しています。たとえば、日々の天候はさまざまでも、おおまかには毎年同じような季節変化があるのが1つの気候の例です。この気候が地球温暖化によって変わりつつあるのが今の時代です。例えば、福井では1年間を平均した気温は過去100年で1.5度上がりました。おおざっぱには、100年前の福井の気温は現在の酒田に相当するような変化が生じたといえます。日々の生活では実感しづらいのですが、西日本では冬の雪が減少してスキー場が閉鎖、夏は夜の高温で稻の作柄が悪くなつたように、長い目で見れば生活に影響が出てきます。

地球温暖化がおきるしくみを説明するためには、地球をより広い状態、上空の大気や深海の状態まで含めた「気候システム」ととらえて理解することが必要になります。ちょうど日本の気候を考えるときに、地球規模の循環や、東アジア域の大気海洋循環によって影響を受けることを考える具合です。長い目で見た場合、地球が太陽から受け取る熱量と宇宙に放出する熱量がつりあうことで地球の平均気温がおおむね一定に保たれます。この状態から大気中の温室効果ガスが増えると、地球が宇宙に放出する熱量が少くなり、より地球に熱がたまり気温が上がるものが地球温暖化の仕組みです。実際の気温変化の値とその分布を知るために、赤道域の熱量を極域に運ぶ大気・海洋の流れの状態やその変化など、地球上の熱分布を決めている過程を考える必要があります。

冒頭の例に示したように、気温変化によって環境への影響が出るものが温暖化問題ですが、その一つが極域の氷床の融解です。氷床は陸上にふった雪が夏でも解けずに残り、長い年月をかけて氷となつたものです。極域の気温が上がると氷が融解するようになり、その氷は海に流れこむので海水の体積が増え海面が上昇します。2010年代は、世界で平均して年間およそ4mmの速さで海面が上昇しています。現在の南極の氷床質量の減少速度は海水準変化にして1mと推定されていますが、南極大陸には海水準を60m程度上げる量の氷が存在しますし、今後の温暖化によって短い時間で急激に氷床が失われる可能性があることが指摘されています。このような急激な変化の可能性は、海洋の流れや、生

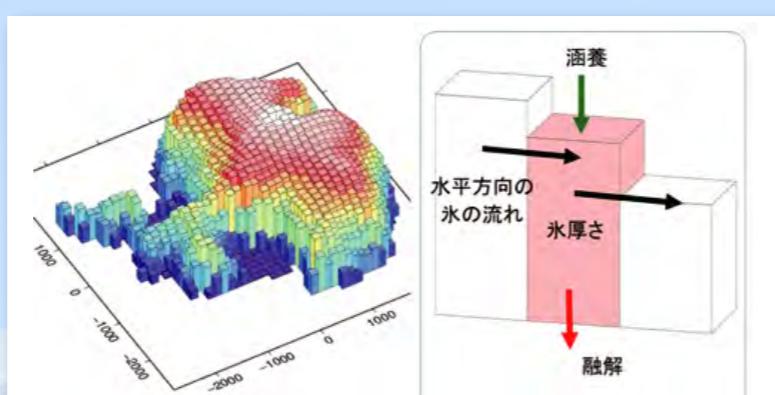


図1 (左) モデルで計算された南極氷床の形状。図の格子の大きさ 128km は、実際にモデルで使われているものの 8-16 倍に強調した。  
(右) 氷厚さの時間発展の式を、カラムへの流入流出過程で表した模式図。

態系などもあります。つまり、温暖化によって生じる変化は気温だけでなくほかの地球環境への影響があり、そのいくつかは社会にとって急激になるものであることが問題点です。

私は主に南極氷床の研究を行っていますが、中でも過去(古気候)に着目しています。古気候に着目する動機は主に2つあります。1つ目は、現在わたしたちが生きている世界を、地球史としての気候形成・気候進化からとらえたいたいというものです。2つ目は、何らかの外力によって大気海洋、氷床が形を変えるという地球の気候システムのしくみは、現在・過去という時代によらない物理過程と考えていることにあります。つまり、過去に生じた環境変動から現在と将来を理解するための手がかりを得られるという考え方です。地球の歴史を過去にたどると現在よりも温暖な時代が存在します。その一つがおよそ13万年前の「最終間氷期」で、地球の気候はおよそ10万年周期の氷期・間氷期サイクルを繰り返しており現在は温暖な間氷期に相当しますが、1つ前の間氷期に相当するのがこの時代です。アイスコアや海洋堆積物から南極域の気候は現在よりも温暖だったということ、各地の古海岸線記録から現在より海水準が高かったことから、南極氷床が縮小していたと考えられています。

このような南極氷床の変動を理解するために、氷床モデルを用いて研究を進めています。ここでいう氷床モデルとは、南極大陸の地形と気候場のもとで達成される氷厚さの分布と時間発展を計算することで、氷床の形状を求めるモデルのことをいいます。氷床の形を決めていく物理過程には、降雪による涵養、氷の流動、氷の融解過程などがあり、これらの過程を方程式(氷の質量保存則と流動則)で記述します。氷床を有限の大きさの格子に区切り、コンピュータを用いて方程式を解くことで氷床の形を計算します(図1)。現実の氷床の形を決める過程はもっと複雑ですが、ここでは詳細は問わずに氷の収支を気にしたモデル化を行っています。

気候モデル研究の特色は、現実の地球で起きる複雑な現象を理解する助けとして、知りたい現象を抽出して方程式という形で表現し、しくみを理解しようとするところにあります。モデルは、いわば地球を模し

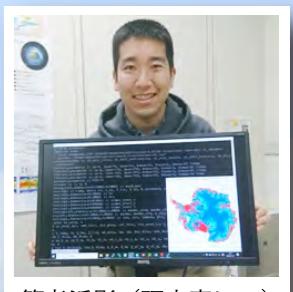
た「実験装置」でもあります。たとえば、現在からさらに気温が上がったときに、南極氷床がどれだけの速さで融解するかを現実の地球で知ることはできませんが、モデルではこのような計算が可能になります。ただし、計算結果のもっともらしさを確かめる方法が必要で、それがないと結果がどの程度信用できるかがわかりません。この部分に古気候研究の役割があり、私たちがどれだけ気候システムのしくみを理解したかを試す場が古気候であります。

過去の南極氷床変動要因を理解するためには、氷床を決めている気候状態、つまりは大気や海洋の状態を同時に考えることが必要です。その例として2019年に出版した論文(Obase & Abe-Ouchi, 2019, GRL)の主たるメッセージは、氷期から間氷期にかけてのグリーンランドの急激な温暖化は、ゆっくりとした温暖化が海洋深層循環を急激に変えることで生じることでした。この海洋循環の変化によって、本来南半球にたまるはずだった熱が北半球に運ばれ、南極では逆に寒冷化

します(図2)。ここには、最初に紹介した地球温暖化による日本域の気候変化と共に通するメッセージがあります。それは、地球をより広い状態で見ると、地球規模の気候変化が南極域の気候と氷床に影響を及ぼすものであることです。現在、この気候変化が南極氷床の融解史に与えた影響に着目して研究を進めています。全球気候形成における南極の役割とあわせた気候システムのしくみを理解していきたいです。

### [文献・参考資料]

Obase & Abe-Ouchi, Geophysical Research Letters (2019) 46, 11397-11405.  
東京大学大気海洋研究所ホームページ <https://www.aori.u-tokyo.ac.jp/research/topics/2019/20191101.html>



筆者近影(研究室にて)

## 若手国際学会派遣事業報告(国際南極地学シンポジウム・国際第四紀学会)

総合研究大学院大学 川又 基人

国際南極地学シンポジウム(International Symposium on Antarctic Earth Science:ISAES)および、国際第四紀学会(International Union for Quaternary Research Congress:INQUA)に参加しポスター発表を行った。ISAESは南極の地学研究をテーマにした研究集会であり、INQUAは4年に一度開催される第四紀研究の全般を扱う研究集会であった(期間:2019年7月21日～2019年8月2日)。

ISAESでは南極の地学研究に関する様々な発表を聴くことができ、自身の研究内容(東南極宗谷海岸における氷床後退過程の復元)にとどまらない、南極全体の最新の研究動向について知ることができた。とくに活発に議論されていたのは、二酸化炭素濃度が現在と同程度以上(400～600ppm)だったと考えられ、今後の地球環境のアナログとしても注目されている鮮新世温暖期における南極氷床の発達・融解メカニズムであった。研究地域としてはRoss seaやWilks land周辺では海底地形調査と堆積物採取が活発に行われており、陸棚上に流入する温暖水塊として近年注目されている周極深層水(Circumpolar deep water:CDW)をキーワードとして、氷床と海洋との関連性が活発に議論されていた。その中で海水の減少がCDWの棚氷下への流入を誘発するとの指摘や、氷河性地殻均衡(Glacial Isostatic Adjustment:GIA)効果による地殻の隆起によってCDWの流入が抑えられる氷床融解の抑止効果などが指摘されておりとても興味深かったです。一方、最終氷期最盛期(Last Glacial Maximum:LGM)以降の氷床変動の研究に関しては依然としてその重要性が指摘されていた。今回印象的だったのは、東南極に関しては単にLGM後の後退過程だけでなく、そもそもLGMの年代と期間についての疑問も提唱されていたことである。これは東南極における最終間氷期以降の氷床拡大期がLGM(酸素同位体ステージ2)ではなかったとされる研究成果に端を発しており、東南極のそれぞれの地域において詳細な氷床拡大範囲とその時期を復元することが、氷床モデルやGIAモデルの高精度化・検証に重要であると再認識した。自身の研究は地形地質データの少ないDronning Maud Landの地形地質調査から氷床の後退過程を復元するものであり、まさに世界的に必要とされている研究であることを自覚した。INQUAでは南極に限らない第四紀をキーワードにした北半球の氷河・周氷河に関連する発表を数多く聞くことができた。学会中日にはGlacial Deposits in the Irish Midlands field tripに参加し、北半球氷床特有の融氷河性の堆積物、氷床の再拡大による変形した構造、および氷山起源のドロップストーンなど興味深い堆積構造を観察でき、南極とは異なる北半球氷床の復元の難しさ、面白さを認識した。実際に現地での露頭を観察できたこともあり、学会期間中の北半球氷床の復元研究に関しても理解が深まった。また表面露出年代に関しては、これまでの10BeからIn situ 14Cを用いた研究成果も目立っており、様々な地質学的イベントに対する年代の高精度化が図られていた。ポスター発表ではとくに南極の地形学が専門のDuanne White博士、南極におけるGIAモデリングを専門とするPippa Whitehouse博士、氷河地形と表面露出年代測定に詳しいRichard Selwyn Johns博士と話す機会が得られた。発表内容に関して、LGMに露出していた根拠とする基盤岩石の風化状態や、本研究においてLGMとしている年代値が具体的にいつなのかといった今後の論文出版において重要なコメントをいただいた。とにかくRichard Selwyn Johns博士とは今年出版された表面露出年代測定の計算ツールに関する話ができ、疑問点があれば快く答えるとの言葉をいただいた。また他にも日本から来ている研究者とも新たに交流する機会があった。

これら二つの学会での参加・発表により自身の専門の地形学にとどまらない、氷河域周辺の最新の研究動向(出版物や研究状況)や自身の研究の立ち位置など明らかとなり、有意義な学会参加となった。本学会で発表した成果を基にした国際紙への出版を急ぎたい。

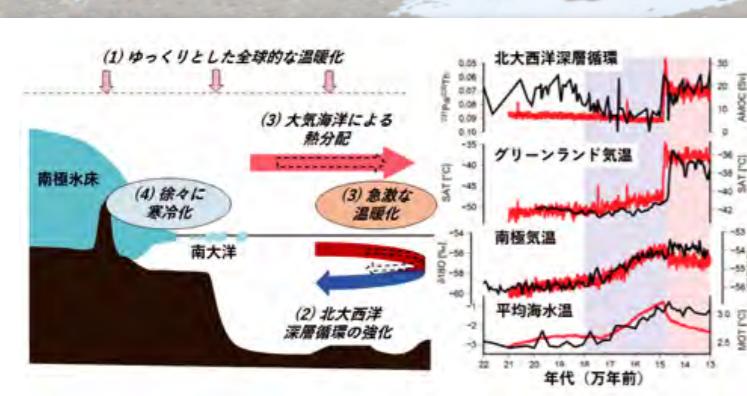


図2 (左) 急激な北大西洋深層循環の変化による南極の気温変化過程を示した模式図。(右) 気候モデルによって計算された北大西洋深層循環の強さと、各地の気温海水温の時系列データを、地質記録に基づく気候復元と比較した図。



筆者近影(会場にて)

## 氷期の大気中二酸化炭素濃度低下における海洋炭素循環の役割

東京大学大気海洋研究所 小林 英貴

私は、気候学における大きな謎のひとつである、氷期-間氷期サイクルとともに大気中二酸化炭素濃度変化のメカニズム解明を目指す研究をこれまで行ってきました。気候モデルを用いた数値シミュレーションを通じて、その物理的および生物化学的メカニズムを解明し、将来の気候変動において、特に海洋が果たす役割についての知見を得ることを目的としていて、地球温暖化問題などの社会的な要請が高い問題にも関わる重要な研究課題です。

氷床コアデータに含まれる気泡の解析から、最終氷期最盛期(LGM: Last Glacial Maximum)の大気中二酸化炭素濃度は、産業革命前の現代と比較して 100 ppm 程度低かったことが知られています。現代のような間氷期と比べ、氷期は寒冷で乾燥した気候で、陸域の炭素貯蔵も減少していたと推測されています。そのため、大気の 60 倍以上の巨大炭素リザーバーである海洋深層が、余剰の二酸化炭素を取り込んでいたと認識されています。大気-海洋間の気体交換で海水に溶けた二酸化炭素の一部は、海洋表層で植物プランクトンの光合成により有機炭素に変化し、食物連鎖・酸化分解を経て、無機炭素として深層に蓄積されます(生物ポンプ)。それらの無機炭素が海洋循環に従っ

て輸送され、長い時間かけて表層へと戻されることで、全球の海洋炭素循環が形成されています。氷期の海面水温低下は大気中二酸化炭素を下げる方向にはたらく一方で、大陸氷床の増加による海水準低下とそれに伴う海面塩分上昇は大気中二酸化炭素濃度の上げる方向にはたらくため、合わせて 15 ppm 程度の低下を説明するに留まります。残る変化は、海洋内部の生物過程や海洋循環、堆積過程の変化で生じたと考えられますが、諸過程の定量的な寄与について明確な答えは今なお出ていません。私たちの研究もこの変化メカニズムの解明に取り組んでいますが、その中でも特に「南大洋」の役割に着目してきました。

現代の南大洋は、中深層水が大気と通気する海域で、栄養塩利用効率が低いことが知られています。一方、多くの古気候復元研究により、LGM の南大洋の海洋環境が明らかにされました。南大洋の湧昇に影響する偏西風の強さは、LGM にほとんど変わらないか少し強かった可能性が報告されています。また、南大洋の海氷面積が現代と比べて 2 倍程度に張り出していたことや、南大洋が高塩・低温の深層水で占められ、放射性炭素同位体比  $\Delta^{14}\text{C}$  から算出した海水の年齢が現代に比べて 1000 年以上古かったことが報告されています。さらに、LGM

には海洋へのダストの沈着が多いことが報告され、ダスト起源の鉄肥沃化により生物生産が増加していた可能性があります。栄養塩の指標となる  $\delta^{13}\text{C}$  の鉛直勾配が大きいことや、南大洋深層の溶存酸素濃度が低下していたことも報告され、この考えを支持しています。以上の知見は、氷期の南大洋における効率的な生物ポンプと、鉛直的な水塊交換ならびに気体交換の抑制が、海洋深層への炭素貯蔵の増加をもたらした可能性を提示します。私たちの研究では、全地球規模の海洋炭素循環を表現する「モデル」を用いて数値実験を行い、海洋の諸過程の変化が氷期の大気中二酸化炭素濃度に及ぼす影響を定量的に評価しています。これまでに行われた海洋大循環モデルによる研究は、海洋炭素循環の変化でデータが示す大気中二酸化炭素濃度の変化を十分に説明できていません。これらの研究は、古海洋復元から推測される氷期の南大洋の水塊特性を十分に表現できていない課題もあり、モデルが実際の過程を正しく表現していない、あるいは考慮できていないと考えられます。そこで私たちは、LGM の南大洋において復元された水塊特性を再現することを試み、その上で海洋炭素循環の応答を調べることで、大気中二酸

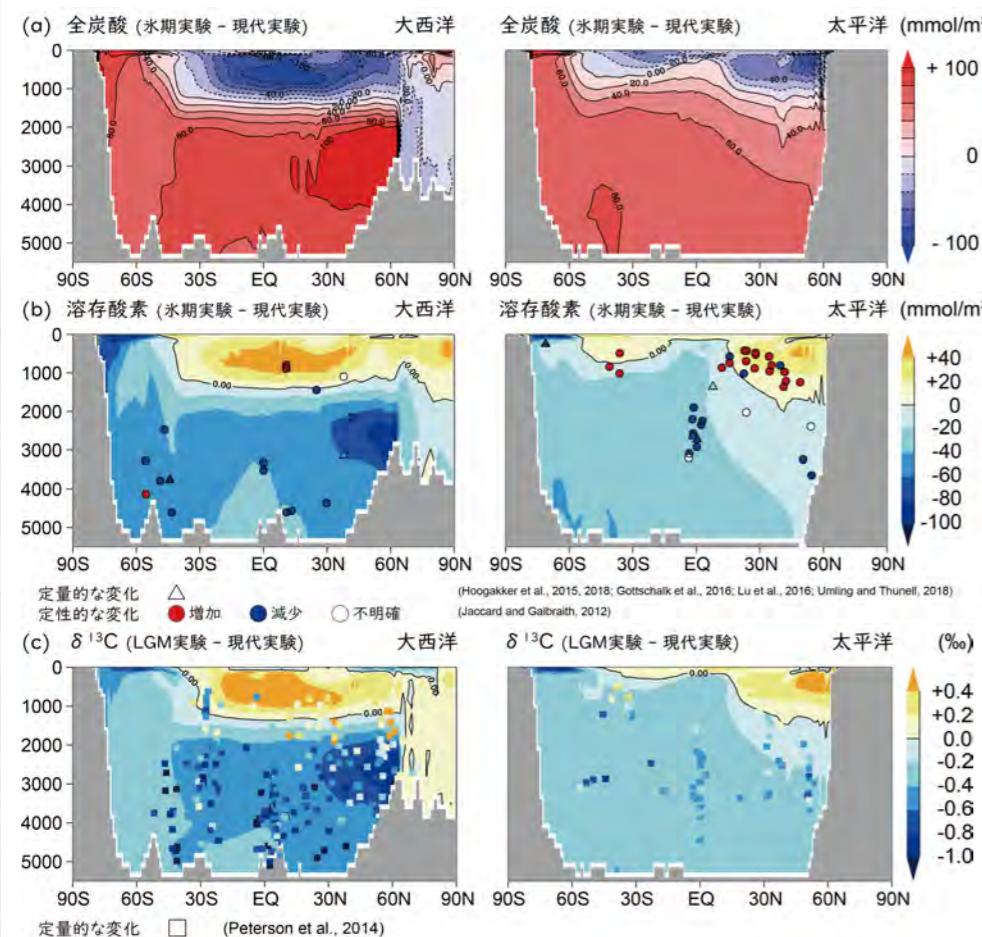


図1 数値実験で得られた海水中の(a)全炭酸、(b)溶存酸素、(c) $\delta^{13}\text{C}$ について氷期実験と現代実験との比較。図1bと1cの記号はプロキシデータに基づく復元。

化素濃度変動に対する南大洋の諸過程の寄与を見積りました。

Kobayashi et al. (2015)において実施した氷期実験では、南極周辺の底層の塩分を古海洋データへ緩和するとともに、小さい鉛直拡散係数をとて強い成層を表現することで、激んだ深層により多くの炭素が蓄えられ、大気中二酸化炭素濃度が 47 ppm 低下しました。Kobayashi and Oka (2018)では、上記の南大洋の成層化に加えて、新たに構築した堆積モデルを用いて、炭酸塩堆積物と海洋炭素循環の相互作用(炭酸塩補償)の寄与を評価しました。南大洋で成層が強まると、深層の全炭酸濃度が増加しますが、それは同時に炭酸カルシウムの飽和度の低下をもたらします。その結果、海水中で溶解することなく堆積層に埋没する炭酸カルシウムが減少するため、海洋全体のアルカリ度が上昇し、より多くの二酸化炭素を海洋に取り込むことができます。南大洋の成層が強くなることで炭酸塩補償はより効果的に機能し、これらの過程を総合すると氷期の大気中二酸化炭素濃度低下は 73 ppm に達しました(図1a)。この氷期実験では、溶存酸素や  $\delta^{13}\text{C}$  や  $\Delta^{14}\text{C}$  の炭素同位体指標の再現性も向上することもわかり(図1b, 1c)、これまでの研究に比べて現実的なシナリオを再現することができました。

これまでの研究においては、氷期の南大洋における強い塩分成層と

【文献】

Kobayashi, Abe-Ouchi, Oka, *Paleoceanography* (2015) 30, 1202–1216, DOI: 10.1002/2015PA002786

Kobayashi & Oka, *Paleoceanography and Paleoclimatology* (2018) 33, 1206–1229, DOI: 10.1029/2018PA003360

Yamamoto, Abe-Ouchi, Ohgaito, Ito, Oka *Climate of the Past* (2019) 15, 981–996, DOI: 10.5194/cp-15-981-2019

炭酸塩補償を考慮することが、その大気中二酸化炭素濃度の再現に対して重要であることを、数値モデルを用いて初めて定量的に示し、氷期の海洋炭素循環の理解に大きく貢献しました。近年の研究成果として、溶解度が高い氷河性ダスト起源の鉄の供給が、氷期の南大洋における生物ポンプの効率を高めることで、大気中二酸化炭素濃度の低下と、海洋深層の溶存酸素濃度の低下をもたらすことが報告されています(Yamamoto et al., 2019)。また、南大洋の深層水形成過程の現実的な表現は、多くの全球規模海洋大循環モデルで難しい課題ですが、適切なパラメタ化を導入することで、モデルの水塊特性の再現性を向上できる可能性があります。このような知見を取り入れることで、今後より現実的な氷期の海洋炭素循環の再現と、それに伴う大気中二酸化炭素濃度の低下メカニズムの解明に迫ることができると期待され、炭素循環を含む気候システムの変動メカニズムの解明の一翼を担うことができると思われます。



筆者近影(白鳳丸南大洋航海 KH-19-6 Leg4 にて、チリ南部のフィヨルド域を背景に)

## 若手国際学会派遣事業報告(ヨーロッパ地球科学連合大会)

高知大学海洋コア総合研究センター 松井 浩紀



南大洋インド洋区の海底堆積物を用いた古海洋研究についてヨーロッパ地球科学連合大会(EGU)で研究発表を行うため、本派遣事業に応募した。さらに学会を通じて広範なコミュニティから情報収集を行うとともに、研究打合せを行い自身の研究の発展に資する機会とした。EGUの主な研究発表は4月8日に始まり、私は「Sea level rise」や「The role of ocean circulation in glacial-interglacial climates」セッションを聴講した。古海洋研究で見落としがちな現在の海水準変動の観測情報や、南極前線に限らない海洋循環の過去の挙動について最新の情報を得ることができた。4月9日には東北大の木下峻一氏とウィーン大学を訪問し、微化石を対象としたマイクロXCTの活用について研究打合せを行うことができた。同大学で「Experimental Approaches in Marine Biogeosciences」セッションのレセプションが行われており、EGUに参加する有孔虫の研究者と意見を交換することができた。4月10日は「Climate response to orbital forcing」や「Climate Change in the geological record」セッションを聴講した。地質時代の気候変動について高時間解像度のデータに基づく議論が行われており、今後の自身の研究を進める上で有意義な知見を得ることができた。4月11日は「The state-of-the-art in ice coring sciences」セッションを聴講し、古海洋研究のタイムスケールとも関わる氷期間氷期のアイスコア情報について理解を深めることができた。4月12日の「The Southern Ocean in a changing climate」セッションにてポスター発表を行い、過去15万年間の有孔虫群集に基づく南極前線の挙動について海外研究者(C. Fogwill 氏、セッションコンビナーのC. Turney 氏を含む)から有意義なフィードバックを得ることができた。漂流岩屑や渦鞭毛藻の研究者とも直接議論する機会を得て、現在執筆を進めている論文の考察をさらに深めることができた。5月のJGUにおいて南極前線のレビューと同ポスター内容の一部を発表する予定である。4月13日にはベルン大学のE. Amsler 氏と2019年1月~2月に採取済みの南大洋の新規試料を用いた研究計画の打合せを行った。特に同氏が研究している南大洋の陸起源粒子の過去の挙動について私の発表データと比較を行い、将来の共同研究が期待できる古気候イベントと最適な試料について議論を行うことができた。今回、EGUを通じて多数の研究者と知り合い、または再会し非常に有意義な時間を過ごすことができた。南大洋・南極氷床に関する研究発表は複数のセッションにわたり、改めて関連分野の広さを認識するに至った。ヨーロッパを中心とした研究コミュニティの動向を調査できたことは重要であり、自身の研究活動にも大きな刺激を与えることができた。

## 若手研究者海外派遣事業報告(AGU Fall meeting 2019～オレゴン州立大)

国立極地研究所（日本学術振興会特別研究員 PD） 大數幾美

2019年12月にアメリカのサンフランシスコで開催されたAGUに参加し、その後続けて領域代表の川村さんと共にオレゴン州立大学に2週間滞在しました。訪問の目的は、Christo Buizert 助教（フィルンの物理過程の専門家）からドームふじ氷床コアの気体年代推定に必要なフィルンのモデリングを学び、年代決定について議論することと、Edward Brook 教授（氷床コアの温室効果ガス濃度の専門家）とメタン濃度の分析手法や取得済みデータについて議論することでした。AGUは初参加でしたが、AMOCや過去のCO<sub>2</sub>変動など、トピックに絞ったセッションが立てられており、興味深い発表がいくつもありました。私はアイスコアのセッションにおいて、ドームふじ氷床コアのO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>や最新のフィルン圧密モデル、年代計算モデルを用いたドームふじ氷床コアの年代と、二つ前の氷期最寒期の氷山流出イベントの可能性について発表しました。

オレゴン州立大学では、Buizert助教と現在進めているドームふじ氷床コアの年代決定を中心に議論をし、彼が構築したフィルンの圧密モデルを用いて気体年代の計算を実施しました。滞在中にはデータと良く一致する初期的な結果が得られました。現在もメールにて議論を続けており、より良い年代推定の方法を模索中です。

Brook教授とは、極地研でこれまでに取得してきたメタン濃度や、極地研におけるアイスコアの気体の測定手法について議論しました。私たちが取得したメタン濃度のデータは、出版済みの他のコアのデータとも整合的で、データの質に関して高く評価していただきました。さらに、今後の共同研究として、標準ガススケールやアイスコアの温室効果ガス濃度の信頼性を確認するための相互比較を実施することになりました。極地研で使用している標準ガスと、同一深度のアイスコアを極地研とオレゴン州立大学のそれぞれの測定装置で測定し濃度を比較するテストを実施します。この相互比較によりデータの信頼性が確認でき、さらなる高精度データ取得に繋がれば良いと思います。

クリスマス休暇と重なったにも関わらず、お二人には貴重な時間をたくさん割いていただき、非常に濃密で有意義な時間を過ごすことができました。この時間と経験が無駄にならないよう、ますます研究に励みたいと思います。最後に、貴重な機会を与えてくださった本事業の関係者の皆様と、海外共同研究参画の機会を与えてくださった川村代表に御礼申し上げます。

## 第3回南極若手勉強会報告

昨年の8月22日から25日までの4日間にわたり、東京大学大気海洋研究所を中心として、『第3回南極若手勉強会～公募研究申請にむけて～』を行いました。異分野の若手研究者がお互いの研究内容を学び、その関係性を理解した上で、学際研究についての考えを深める会として、5大学から総勢11人の学生・ポスドクが集りました。すでに3回も会を重ねていることや、今回は特に本領域の公募研究が募集されるということで、公募研究の申請にむけた実際的な勉強会という目的もありました。前半は、本領域とも関係の深いIPCC特別報告書「1.5°Cの地球温暖化」が公表されたことで、その内容を共有し今後の研究の大きな流れを俯瞰するセミナーを開催しました。特に大学院生にとっては、IPCC報告書に実際に触れ、すでに深く関わる研究を実際に進めているポスドクの研究成果も併せて聞くことができ、貴重な機会になりました。また、科研費申請については、個々人の方向性や採択経験も含めた実際的なコメントや、将来的な共同研究についてざっくばらんに語り合うなど、積極的な意見交換ができました。



## 若手研究者海外派遣事業報告(メルボルン大学、南極気候生態系共同研究センター)

北見工業大学 佐藤和敏

**目的：**オーストラリアのメルボルン大学と南極気候生態系共同研究センターに約1ヶ月滞在し、現地や海外の研究者と共同研究の議論を行いました。

**成果：**メルボルン大学では、南極大陸の温暖化の要因について、オーストラリア南東部に位置するタスマン海の昇温が影響していることを明らかにしました。これまでの研究では、高緯度の局所的な影響（海水減少に伴う海洋からの熱供給の増加やフェーン現象など）や熱帯からの遠隔的な影響が議論されてきましたが、近年の昇温が顕著である南半球中緯度の海洋が影響していることを示したのはこの研究が初めてです。メルボルン大学では、受入研究者であるSimmonds教授だけでなく、Rudeva博士と解析結果についての議論を行いました。派遣前に実施した解析では、上記のメカニズムを説明するのに十分でなかったため、Rudeva博士が作成した独自の低気圧トラックデータを提供してもらい、上記のメカニズムを立証しました。これらの解析結果は、Simmonds教授やRudeva博士との共同研究として論文にまとめ、査読付き国際誌に現在投稿中です。また、これらの研究成果をさらに補うため、別の解析手法を用いた共同研究を今後も行うことになりました。

南極気候生態系共同研究センター(ACE CRC)では、ACE CRCのAlexander博士やカンタベリー大学のMcDonald教授とこれまでの研究や今後の共同研究の議論を行いました。主に議論を行ったのは、2017年12月から2018年1月の南極航海で報告者自身が観測した雲や低気圧の初期解析の結果についてです。これらの初期解析では、南極大陸周辺に存在している表面水温が急激に変動するポーラーフロントが雲の形成や低気圧に影響している可能性を示していました。そこで今後の共同研究では、他の年に取得された観測データも提供してもらい、解析事例を増やすことになりました。

特に、ニュージーランドで雲やエアロゾルを対象とした「Clouds & aerosols over the Southern Ocean」というキャンペーンにより雲の観測が実施されており、雲に関する複数のデータセットが使用できる可能性があります。

今回の滞在では、計画していた共同研究を進展させるだけでなく、オーストラリアやニュージーランドで実施・計画されている研究を把握することでさらなる共同研究の可能性を模索することができました。また、南極の大気・海洋・海氷研究者が大勢いるオーストラリアやニュージーランドでは様々な研究が実施されており、見識を広げることのできた非常に有意義な滞在でした。

## 今後の主な行事予定

- 3月 27 日 : 若手研究者・学生を対象とした南大洋・南極研究集会 @ オンライン会合 (国立極地研究所ほか)
- 5月 3 日～5月 8 日 : EGU General Assembly 2020 @ Vienna
- 5月 24 日～5月 28 日 : JpGU-AGU Joint Meeting2020 @ 幕張メッセ  
(セッション名:南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動:M-IS15, 24日:ポスター, 25日:オーラル)
- 6月 21 日～6月 26 日 : Goldschmidt 2020 @ Hawaii
- 7月 31 日～8月 11 日 : SCAR 2020 Open Science Conference @ Hobart, Tasmania, Australia
- 9月 14 日～9月 16 日 : Joint PALSEA - SERCE meeting @ NY, USA
- 10月 19 日～10月 23 日 : 3rd World Seabird Conference @ Hobart, Tasmania, Australia
- 7月中旬～9月 : 拡大総括会合, 年次報告会, 運営委員会等 (開催調整中)

### 編集後記

新学術「南極の海と氷床」ニュースレター4号をお届けします。今号は、主にモデル班の研究成果の報告です。若手研究者の活躍盛りだくさんの内容となっています！(A,O)



メルボルン大学での関係者の集合写真。右から受け入れ研究者のSimmonds教授、申請者、Rudeva博士、博士課程の李さん。



メルボルン大学から見たメルボルン市内の様子。