

第5回南極科学に関する日豪ワークショップに基づく合意書

1. 2025 年 7 月 28 日から 30 日にかけて、「第 5 回南極科学に関する日豪ワークショップ」を東京で開催した。南極科学の様々な分野の科学者（日本人 55 名およびオーストラリア人 26 名）が参加し、南極科学における将来の日豪研究協力体制構築と計画策定、および日豪の関係強化を目的とした。
2. 本ワークショップは国立極地研究所（NIPR）、オーストラリア南極局（AAD）、オーストラリア南極プログラムパートナーシップ（AAPP）、タスマニア大学（UTAS）、日本学術会議が主催または共催となり、豪日基金および日本学術振興会の後援のもと開催された。
3. ワークショップ参加者は始めに、南極科学における長年の強力かつ継続的な日豪の協力関係と、全球気候システムの変化の理解と予測に関する重要な貢献についてレビューを行った。日豪ワークショップは、2009 年から 2018 年にかけて 3 年ごとに開催されてきたが、今回のワークショップは COVID-19 パンデミック以来初めての開催となった。参加者は、これまでのみならず将来にわたりこのワークショップが、日豪の協力関係と調整を促進・強化するための重要な役割を引き続き担い続けることを確認した。
4. ワークショップ参加者は、綿密に計画された日豪の戦略的協力関係が両国の南極研究コミュニティに大きな利益をもたらし、共同資金獲得や、両国の南極研究戦略にとって重要な優先課題の解決につながる革新的な新規研究につながることを認識した。
5. ワークショップ参加者は、オーストラリアの研究輸送船 Nuyina と日本の砕氷船しらせなど、両国間のロジスティクスのコーディネーションを強化することで、各国が直面している気候変動課題に取り組む上で鍵となる南極環境や関連プロセスの測定およびモデル化に向けた総合的アプローチの機会が増すことを認識した。
6. ワークショップ参加者は、第 5 回国際極年(IPY-5)と Antarctica InSync の構想が、東南極全体における研究実施にとって絶好の機会となることに同意した。この構想には、東南極で活動している他の国も含まれるべきであり、その計画立案に向けて、早期の資金獲得と実行に必要なロジスティクスのコーディネーションを開始する必要がある。
7. ワークショップ参加者は、研究者交流を積極的に支援することが両国間の協力にとって重要であり、多大な利益をもたらすことに同意した。
8. ワークショップ参加者は、各研究分野において以下の具体的な研究内容と計画を強調した：

8.1 海洋物理グループ

- a. 南極の変動は深刻化している。海面水温上昇、海水減少、大陸氷床融解の加速は、予測不能な海面上昇、深海の温暖化、深層循環の鈍化を引き起こす可能性がある。オーストラリアと日本は、持続的な海洋観測と東南極で鍵となる短期的・長期的プロセスの理解促進のために協力する。我々は日本南極地域観測隊(JARE) X 期後半と XI 期における新たな協力関係、およびオーストラリア主導の今後のフィールドワークにおいて協力体制を確立する。また、研究者と学生の交流・研修を促進するための制度整備も進展させる。

8.2 生物地球化学的循環・植物プランクトングループ

- a. 生物地球化学的循環・植物プランクトングループでは、(1) 海洋生産力の自動観測を含むフィールド技術に関する専門的知見の共有、(2) 保管されているサンプル、特に植物プランクトン色素の分析とデータの解析 (3) 気候変動による基礎生産力と栄養塩のトレンド解析、(4) 気候モデルと衛星アルゴリズムによる海洋基礎生産力の評価、(5) 東南極沿岸域とトッテン氷河沖、デンマン氷河沖、亜南極海域を含む主要関心海域における炭素循環観測結果の比較、について協力することを決めた。

8.3 氷床・海洋グループ

- a. 氷床・海洋グループが共有する主要な関心として、高精度な領域モデルの共同開発と相互比較(トッテン、ウィルクス氷床下流域、アメリー、ケーブ・ダーレーなど)および、棚氷底面融解や冰山分離のパラメタリゼーションの改良がある。数値モデル研究と観測計画とのさらなる連携がプロセス理解を深めることにつながる。南極周辺の大陸棚や氷床下の海底地形および海洋観測データの収集を継続的に推進する必要がある、その際には ICECAP や RINGS など国際的なパートナーとの協力が不可欠である。さらに、両国における広域氷床モデル研究は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第7次評価報告書(AR7)などの国際的取り組みに貢献し、海面上昇や海洋状態に関する政策的に重要な将来予測を提供するものである。
- b. 本取り組みに対する現在の課題としては、未解明の物理過程(たとえば氷床下水理、氷床不安定性、夏季海氷の消失とそれに伴う棚氷底面融解への影響など)、棚氷下・棚氷前面海域・氷床下における観測データの不足、さらに海氷・大気・生物との相互作用の未解明な側面が挙げられる。
- c. 我々は、数値モデル改良を念頭においた観測を実施し、高品質なデータセットを作成・共有するとともに、モデル実験の調整と相互比較を行うことを目指す。
- d. 研究者交流の積極的な支援は協力の深化に大きな効果をもたらし、二国間連携の重要な要素となると考えられる。

8.4 海氷リモートセンシング・海氷物理グループ

- a. 海氷リモートセンシングと海氷物理の研究分野は、20 年以上にわたる強固な日豪の協力関係を持ち、長期にわたって人材交流、高レベルのジャーナルへの論文の出版、研究航海への相互参加などを行ってきた。第5回日豪ワークショップでは、多くの実りある協力関係に向けて道筋を定めた。特に、既存のデータストリームの新たな応用、最近打ち上げられた海氷研究用の衛星センサー技術、氷-海洋相互作用の観測、定着氷の研究など、南極海氷の衛星リモートセンシング研究に焦点を当てた議論を行った。過去 10 年間に起こった南極海氷面積の激減は優先すべき共同研究課題であり、特に緊急性の高い継続的な協力課題である。

8.5 海氷生物地球化学的循環グループ

- a. 海氷は南極海海洋生態系の構成要素であり、南極海の生物地球化学的循環において極めて重要な役割を果たしている。南極海の水氷は、複雑な微生物生息環境の相互作用によって特徴付けられ、生物地球化学的に活発な海洋と大気の境界として機能している。最近観測された南極海の水氷面積やその他の水氷物理的特性の急激な変化は、南極海の生態

系機能と海水に関連した生物地球化学過程に大きな影響を与えると予想される。本サブグループでは、既存および開発中の取り組みを基盤とし、海水縁域（マージナルアイスゾーン MIZ）および定着氷域における共同研究、実験室での海水生成実験、データ処理と解析、人員交換を通して、南極海の海水生物地球化学過程の理解を深めるための道筋を議論した。また、観測のトレーニングや海水研究のための新技術の開発・試験のために低緯度海水域である北海道サロマ湖を利用した日豪共同活動の継続についても議論した。

8.6 波浪-氷-海洋相互作用グループ

a. 南極大陸を取り巻く海水は、南大洋からの高いうねりの影響から棚氷を保護する防波堤の役割を果たしている。開放水面の吹送距離の増加が風波の発達を促進している北極域とは異なり、南極海では、海水縁域（マージナルアイスゾーン, MIZ）、流氷帯、定着氷をどれだけうねりが侵入できるかが重要で、その度合いは、海水の気候変動に大きく依存する。南極海の海水は過去 10 年間で顕著な減少傾向にあるため、波と氷の相互作用の研究が不可欠である。本サブグループのメンバーは、海洋および沿岸工学、応用数学、物理海洋学の専門家で構成されている。日本のグループは砕氷船「しらせ」を用いて波と海水の多数の船上観測を行い、数十年にわたる時系列データを提供してきた。一方、オーストラリアのグループは研究輸送船 Nuyina に多数の高度な光学センサーを搭載している。はじめに、海水の目視観測 (ASPeCt としても知られる) の自動化における共同研究から取りかかることを検討する。関心のある海域は、MIZ を超えて、流氷域と定着氷にまで及ぶ。大気-海洋、海洋-海水フラックスなどの熱力学的プロセスも重要である。さらに、両国は氷海造波水槽を保有しており利用することが可能である。そして、ともに波と海水と海洋の結合領域モデルを開発している。

8.7 動物プランクトングループ

a. 南大洋生態系において、動物プランクトンは海洋食物網の一次生産者からより高い栄養段階へエネルギーを伝達する重要な役割を担っている。オーストラリアと日本は、南大洋インド洋区におけるプランクトン研究で長年に渡って密接な連携を継続してきた。今回のワークショップにおいて、我々はこれまでに継続してきた長期モニタリングプログラム（連続プランクトン採集器：CPR）、オキアミ水族館の研究と管理、沿岸動物プランクトンサンプリングでの連携を継続しつつ、プランクトンイメージング（ZooScan、FlowCam、EVS）、得られた画像の機械学習による解析手法確立、および解析データを用いたプランクトン分布の高解像度マッピングといった新規課題の達成に向けて連携を進めることを確認した。

b. 協力を計画している主な分野は次の通り。

- i. プランクトン群集構造
- ii. 沿岸地域（昭和、ケーブダンレー、デンマン、ケーシー、トッテン、クック氷河）間の動物プランクトン分布の比較
- iii. 共同 CPR プログラム (SO-CPR) の継続
- iv. 画像解析（方法論の確立）
- v. オーストラリア南極局オキアミ水族館と名古屋港水族館の継続的な連携
- vi. NIPR、タスマニア大学海洋南極研究所 (IMAS, UTAS)、研究輸送船 Nuyina、海鷹丸の相互利用

c. 主な課題

- i. 動物プランクトン研究の継続にとってシップタイムの確保は重要である。研究輸送船 Nuyina にウェットウェルサンプリングシステムを導入したことで、専用のシップタイムを必要としないサンプリングが可能となった。
 - ii. サンプル処理の体制と人員、および資金調達。
 - iii. 船舶の相互利用、特に船舶体制の変更。
- d. 今後数年間で、日本とオーストラリアの科学者の交流を通じて議論をさらに発展させ、具体的な目標を設定することが可能である。この交流により、IMAS、NIPR、東京海洋大学（TUMSAT）、AAD 等の南大洋および南極研究を行っている他のチームとの協力関係を構築することも可能である。我々は気候変動がプランクトン群集にどのような影響を与えるかを理解するため、海洋学、生物地球化学、海氷科学の研究者との協力により、航路上の連続観測、グライダーやドリフター観測、海氷コアサンプリング、係留アレイのデータ活用を求める。

8.8 捕食者グループ

- a. 南極域の野生生物は南極海の生態系変化に対して脆弱であるため、本共同研究では、近年観測された野生生物の広域での個体数変化の理解、将来にわたる野生生物のモニタリングの継続、気候変動の影響の理解を深めるための野生生物と海氷環境との関係性の解明を目的とする。アデリーペンギンは、個体数が多く、日本とオーストラリアの南極観測基地近傍の比較的アクセスしやすい繁殖地に生息し、海氷への依存度が高く、オキアミの消費量が多いため、CCAMLR の生態系モニタリングプログラム(CEMP)の指標種に指定されている。そのため、アデリーペンギンに焦点を絞った共同研究を行う。優先すべきことは、1) ペンギンの長期モニタリングプログラムの継続、2) 個体群の変化を理解するための東南極全体に渡る大規模個体数調査とデータの更新、3) さまざまな生活史段階のペンギンに対し同時にバイオテレメトリロガーを展開し、ペンギンの夏季および冬季の採餌場所と餌環境を理解することである。

8.9 生態系統合グループ

- a. 南緯 62 度以南の海域で実施された 2 つの大規模な学際的調査 BROKE (1996 年、東経 80-150 度)と BROKE-West (2006 年、東経 30-80 度)によって得られた水深、海洋学的知見、植物プランクトンおよび一次生産、海氷ダイナミクス、南極オキアミとその他の動物プランクトン、および捕食者に関する情報等を統合することにより、東南極のオキアミ生態系の概念モデルが構築された (Nicol and Raymond 2012)。近年、日本とオーストラリアは東南極における総合的かつ学際的な海洋生態系調査として、2018/19 年の夏期に東経 80-150°を日本が (KY1804; Murase et al. 2025)、2021 年の夏期には東経 55-80 度をオーストラリアが (TEMPO; Kawaguchi et al. 2025)、さらに 2019 年夏期には東経 135~155°の小規模な調査をオーストラリアが実施した (ENRICH; Cox et al. 2025)。これら最近の調査は、東南極外洋生態系の知見を再度統合することを可能とし、以前 BROKE 航海で構築されたオキアミ生態系の概念モデルをテストし、さらにこの 20 年間に起こった可能性のある生態系の変化を調べる機会となる。さらに、ここで得られる東南極外洋生態系の最新の統合知見は、将来のフィールドワークキャンペーンにおいてターゲットとすべき主要な海域と生態系の構成要素を決めるための国際・学際的な共同調査/サンプリングフレームワークを提供する。

b. CCAMLR のオキアミ漁業管理方策では、オキアミおよびオキアミ捕食者個体群への長期的な影響のリスクを最小限に抑えるために「空間的重複解析」(SOA)と呼ばれるフレームワークを用いる。日本、オーストラリア、フランスによる東南極全域におけるオキアミ捕食者の陸上モニタリング、日本によるオキアミバイオマス推定を含む大規模な総合海洋生態系調査(2018/19 年夏季 KY1804、Division 58.4.1、東経 80-150 度; Murase et al. 2025)、そしてオーストラリアによる調査(2021 年初頭 TEMPO、Division 58.4.2 East、東経 55-80 度; Kawaguchi et al. 2025)等によって得られたデータは、東南極 SOA の更新を可能にする。そのためにオーストラリア、日本、オランダ、フランスの科学者が協力し、新たな東南極 SOA データレイヤーを開発中である。これらの結果は今後数年間にわたり CCAMLR に報告される予定である。

8.10 大気グループ

a. 近年の南極域における気候強制力の急激な変化の原因を明らかにするには、地表からジオスペースまでの幅広い領域における様々な大気プロセスの詳細な理解が必要となる。南極域では、大気の下からの強制があり、それらの定量的理解も求められる。また、高緯度域における放射強制力の不確実性を狭め、氷床と海氷への降水量を正確に予測するためには、雲とエアロゾルのプロセスを理解することも不可欠である。高い上端高度を持つ中層大気大循環モデルでは、モデルを検証し、さらにデータ同化を進めるために、極域における大気各層での持続的観測が必要である。基地や船舶を用いた主要大気要素の共同観測は、急速に変化する極域の理解促進に寄与するだろう。その結果として、大気大循環モデルの改良が進み、海氷や極域海洋を含め、地表のさまざまな時間スケールでの予測可能性が向上すると期待される。

8.11 地球物理・地形・地質グループ

a. 海底地形データ、地質アーカイブ、および地球物理学データは、学際的な研究を進める上で重要かつ不可欠であり、オーストラリアと日本の間でデータや情報の共有や共同での現地調査を通じて協力する。

引用文献

Cox, M.J., Kelly, N., Kawaguchi, S., Double, M. and Bell, E. (2025). An estimate of mesoscale biomass of Antarctic krill (*Euphausia superba*) in the East Antarctic. Paper presented to WG-ASAM, 15pp.

Kawaguchi, S., Bell E., Bestley, S., Cox, M.J., and Swadling, K.M. (2025). Editorial: Antarctic Krill and Interactions in the East Antarctic Ecosystem. *Frontiers in Marine Science*

Murase, H., Abe, K., Schaafsma, F.L., Katsumata, K. (2025) Overview of the multidisciplinary ecosystem survey in the eastern Indian sector of the Southern Ocean (80–150°E) by the Japanese research vessel Kaiyo-maru in the 2018–19 austral summer (KY1804 survey). *Progress in Oceanography* 233, 103456. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2025.103456>

Nicol, S. and B. Raymond (2012). Pelagic ecosystems in the waters off East Antarctica (30°E-150°E). Antarctic Ecosystems: An Extreme Environment in a Changing World. A. D. Rogers, N. M. Johnston, E. J. Murphy and A. Clarke, Blackwell Publishing Ltd: 243–254 pp.

略語

ICECAP: International Collaboration for Exploration of the Cryosphere through Aerogeophysical Profiling

RINGS: Radar Investigation of Antarctic Ice-sheet and Glaciatic Systems

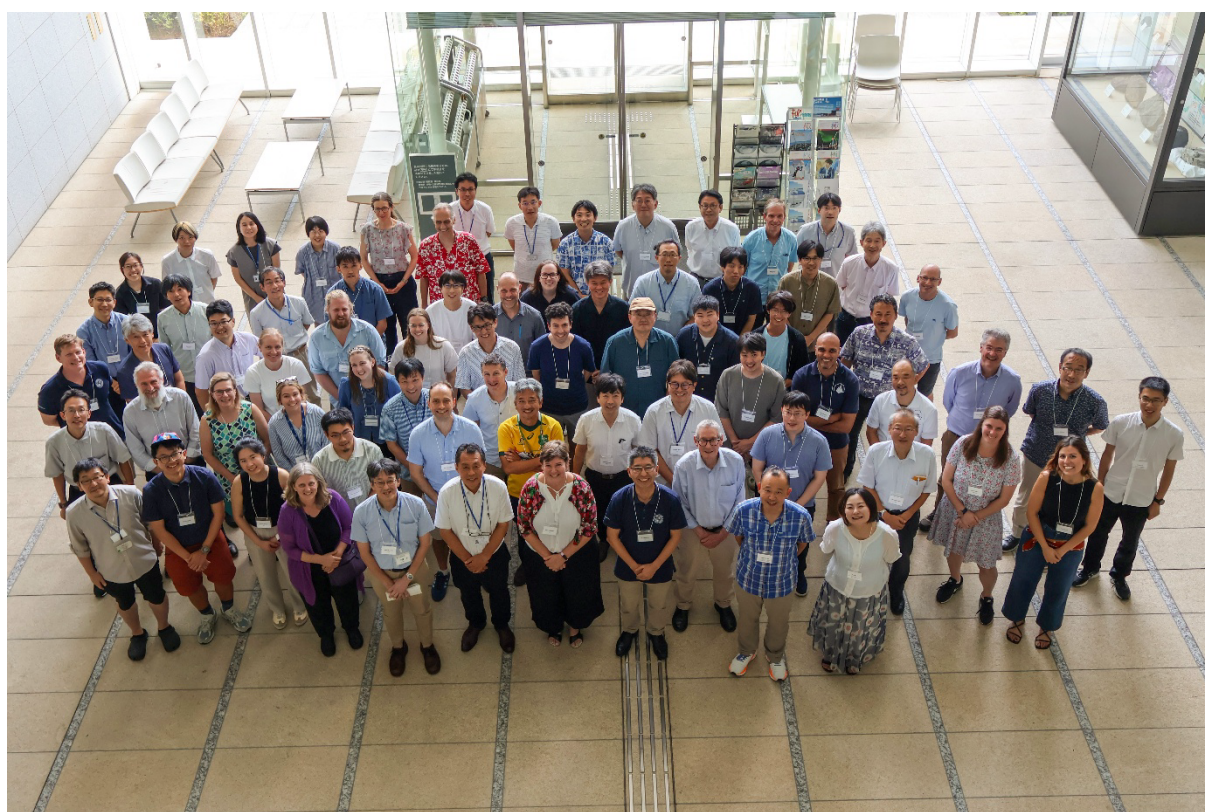
ASPeCt: Antarctic Sea ice Processes and Climate

CCAMLR: Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources

BROKE: Baseline Research on Oceanography, Krill and the Environment

TEMPO: Trends in Euphausiids off Mawson, Predators, and Oceanography

ENRICH: Euphausiids and Nutrient Recycling in Cetacean Hotspots



ワークショップ参加者 (撮影: Mark Horstman, AAPP)