

氷上からの湖底・海底堆積物掘削プロジェクトの報告 (JARE-58/59)

菅沼悠介^{1,2*}・田邊優貴子^{1,2}・香月興太³・柴田大輔⁴・川又基人²

Report on lake/marine sediment coring from ice surface (JARE-58/59)

Yusuke Suganuma^{1,2*}, Yukiko Tanabe^{1,2}, Kota Katsuki³, Daisuke Shibata⁴ and Moto Kawamata^{1,2*}

(2018年3月11日受付; 2018年6月12日受理)

Abstract: Lake and marine sediment coring were carried out in the Soya Coast in East Antarctica, during the 2017–2018 summer season as part of the 58/59th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). The field party consisted of one biologist from the JARE 58 wintering team, two geomorphologists and two biologists from an advance team of the JARE 59 summer members. Airborne access to Antarctica for the advance team was provided by Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN). However, a continental flight for the outward way was carried out by the Norwegian Polar Institute (NPI) due to a trouble of scheduling of DROMLAN flights. Consequently, the JARE 59 members arrived at Syowa station via Troll station and Novolazarevskaya Airbase in early November 2017. Because the field team was isolated in the Kizahashi hut from late November until the arrival of *Shirase* due to sea ice conditions, one medical doctor also joined the field party. In total 26 sediment cores were obtained from 23 lakes and shallow marine sites in West Ongul, Langhovde, Skarvsnes, and Skallen area using the newly developed portable piston corer. This report summarizes activities of this field expedition including fieldwork, logistics, and weather observation.

要旨: 第58/59次日本南極地域観測隊 (JARE-58/59) の活動の一部として、2017–2018の夏期に、宗谷海岸エリアにおいて凍結した湖面/海面上からの湖底・海底堆積物の掘削を行った。本調査チームのメンバー構成は、JARE58越冬隊の生物隊員1名と、JARE59の先遣隊として派遣された地形隊員2名および生物隊員2名である。JARE59の先遣隊の南極大陸へのアクセスについては、ドロンイングモードランド航空ネットワーク (Dronning Maud Land Air Network: DROMLAN) の提供する航空網を利用した。ただし、往路についてはDROMLANフライトスケジュールの混乱の影響を受けて、急遽 Norwegian Polar Institute (NPI)

¹ 情報・システム研究機構国立極地研究所・National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

² 総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻・Department of Polar Science, School of Multidisciplinary Sciences, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), 10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

³ 島根大学エスチュアリー研究センター・Estuary Research Center, Shimane University, 1060 Nishikawatsucho, Matsue, Shimane, 690-8504.

⁴ 筑波大学下田臨海実験センター・Shimoda Marine Research Center, University of Tsukuba, 5-10-1 Shimoda, Shizuoka 415-0025.

* Corresponding author. E-mail: suganuma.yusuke@nipr.ac.jp

が提供する大陸間フライトを利用することとなった。結果として、トロール基地およびノボラザレフスカヤ基地滑走路を經由して、11月上旬に昭和基地に到達した。また、海水上の移動が困難になる11月後半～「しらせ」到着までの間、スカルプスネスきざはし浜小屋にて本調査チームは孤立するため、この間JARE58越冬隊より医療隊員が調査に同行した。調査期間中、新たに開発した可搬型パーカッションピストンコアラーを用いて、西オングル島、ラングホブデ、スカルプスネス、およびスカーレンの各地の湖沼および浅海域の23地点から、計26本の堆積物試料を採取した。本稿では、水上からの湖底・海底堆積物掘削プロジェクトの概要と、DROMLANフライトスケジュールの混乱への対応を含めた先遣隊としての行動全般について報告する。

キーワード： 東南極氷床、宗谷海岸、湖底・海底堆積物掘削、可搬型パーカッションピストンコアラー

1. はじめに

第58/59次日本南極地域観測隊（JARE-58/59）の活動の一部として、2017-2018の夏期に、宗谷海岸の湖沼域および沿岸域において湖水/海水上からの湖底・海底堆積物の掘削を実施した。本調査は、第58次越冬隊に参加した生物隊員と、第59次夏隊に参加した地形隊員2名および生物隊員2名で実施した（表1）。また、本調査チームは、海水上の交通が困難になる11月後半～「しらせ」到着までの間、スカルプスネスにおいて昭和基地より孤立する。このため、この孤立期間中、第58次越冬隊より医療隊員1名が調査に同行し、緊急事態に備えることとした。

本調査チームのうち、第59次夏隊員の南極大陸へのアクセスについては、往復路ともにAntarctic logistics Center International (ALCI)社が提供するドロンイングモードランド航空ネットワーク（Dronning Maud Land Air Network: DROMLAN）を用いた（以下、航空機を用いて本隊に先駆けて南極入りしたチームを先遣隊と呼ぶ）。ただし、往路についてはDROMLANフライトスケジュールの混乱の影響を受けて、急遽Norwegian Polar Institute (NPI)が提供する大陸間フライトを利用することとなった。南アフリカのケープタウンから、トロール基地およびノボラザレフスカヤ基地（以下ノボ基地）滑走路を經由して、昭和基地に到達した（図1）。この結果、「しらせ」の到着に1カ月半以上先駆けて、11月初頭には第58次越冬隊と合流し、現地での調査を開始することができた。そして、新たに開発した可搬型パーカッションピストンコアラーを用いて、宗谷海岸に位置する西オングル島（West Ongul island）、ラングホブデ（Langhovde）、スカルプスネス（Skarvsnes）、およびスカーレン（Skallen）の計20湖沼と3カ所の浅海域から計26本の堆積物試料を採取することができた（図2）。本稿では、研究計画、ロジスティクス、および気象観測結果など湖水/海水上からの湖底・海底堆積物掘削プロジェクトの概要と、DROMLANフライトスケジュールの混乱への対応を含めた先遣隊としての行動全般について報告する。

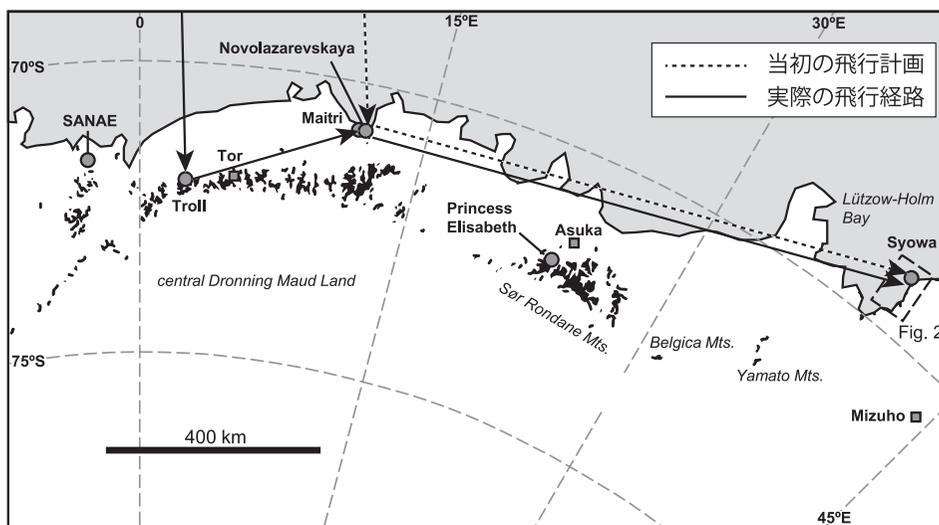


図 1 南アフリカ・ケープタウンから昭和基地までの移動経路。

Fig. 1. Access route from Cape Town, South Africa to Syowa station by DROMLAN.

表 1 隊員の役割分担

Table 1. Roles of members of the field party.

氏名	所属	担当	専門
菅沼悠介	国立極地研究所研究教育系	地学チームリーダー、輸送・航空調整、装備、安全対策担当	第四紀学・古地磁気学
田邊由希子	国立極地研究所研究教育系	生物チームリーダー、通信、食料担当	陸水学
香月興太	島根大学エスチュアリー研究センター	公式記録、気象、燃料・発電機担当	古生物学（珪藻）・堆積学
柴田大輔	筑波大学	写真映像記録担当、医療担当、環境保全担当	生殖生態学
川又基人	総合研究大学院大学	庶務、食糧、地形図・資料、航法・GPS、試料整理担当	地形学・堆積学

2. 野外調査計画

2.1. 調査・行動計画概要

2.1.1. 調査目的

近年観測されはじめた南極氷床の急激な融解や、これに伴う海面上昇は、人類だけでなく他の生態系においても重大な懸念である。最新の報告では、2100年までに南極氷床の融解による海面上昇が+1mにも達する可能性が指摘された(DeConto and Pollard, 2016)。しかし、南極氷床の70%を占める東南極氷床の融解メカニズムは未解明の部分が多く、将来予測の不確定要素となっている。一方で、南極氷床の複雑な融解メカニズムを解明するためには、過去から現在の南極氷床変動を定量的に復元・観測することが有効である。この目的に従い、南極地域観測第Ⅷ期6か年計画以降、ドロンピングモードランドの広域において重点的に地形・地質調査が実施されてきた(菅沼ほか, 2012, 2014, 2016, 2017; Suganuma *et al.*, 2014; Kanamaru *et al.*, 2018 など)。

本研究は南極地域観測第Ⅸ期6か年計画の重点研究計画の一環として、昭和基地を拠点として、宗谷海岸沿岸に広がる湖沼や浅海域において、現地調査を実施するものである。とく

に湖沼群は、氷床後退による荷重の解放で隆起したため現在は陸上にあるが、元々は海面下にあり、この露岩域における氷床融解史および融解プロセスを理解する上で重要なデータを提供する。また、これらの堆積物の解析からは当時の気候の復元も期待される。そこで我々は、湖水/海氷上から従来よりも長尺の湖底・海底堆積物の掘削を可能とするコアラーを新たに開発した。そして、航空機を用いて夏期間がはじまる直前のまだ湖面や海面が凍結していて安定な状態の時期に現地には到達し、湖底・海底堆積物の掘削を実施した。今後、採取した堆積物の解析（年代測定・化石の分析）から、宗谷海岸沿岸に広がる湖沼群の成立の歴史、すなわち最終氷期以降（過去2万年間）の東南極氷床の融解史を復元する。また、湖沼成立後の生態系変動も同時に復元することで、環境変動に対する極域生態系の応答様式も明らかにする。

2.1.2. 行動計画

第58次越冬隊に合流するため、本調査チームの第59次隊員4名は、他部門の隊員14名とともに先遣隊（全18名）として、「しらせ」の到着に1カ月半以上先駆けて昭和基地に到達する計画を立案した。先遣隊は11月2日発の大陸間フライトで、南アフリカのケープタウンからノボ基地滑走路まで移動し、その後2便のフィーダーフライト（バスラターボ機）に分乗して11月2日および3日に昭和基地に到達することとした。帰路については、第59次越冬隊員である5名および「しらせ」で帰国する1名を除く先遣隊12名と、「しらせ」で南極入りした1名を加えた計13名が、2月6日のフィーダーフライトで昭和基地近傍の氷床上滑走路（S17）からノボ基地に移動し、2月8日の大陸間フライトで南極からケープタウンに移動する計画とした。往復ともに航空路を用いたメンバーの全行動期間は2017年10月28日～2018年2月12日となり、そのうち野外調査期間を2017年11月6日～2018年1月31日の計87日間として予定した。また、湖底・海底堆積物掘削プロジェクトの実施期間は、「しらせ」到着後に予定されているスカーレンなどへのヘリコプターオペレーションを含めて、12月29日までとした。そして、その後は地形チームおよび生物チームに分かれ、それぞれの調査活動に移行することとした。しかし、実際はDROMLANフライトスケジュールの混乱によって、移動経路やスケジュールには大きな変更が生じた。また、湖底・海底堆積物掘削プロジェクトについても海水状態の影響などを受けて一部の日程に変更が生じた。以上、日本出発から帰国までの行動計画と実際の行動経過を表2にまとめた。

前述の研究目的に従い、本調査チームは、宗谷海岸の広範囲に調査地域を設定した。そのため、昭和基地、ラングホブデ雪鳥沢小屋、スカルプスネスきざはし浜小屋、およびスカーレンカブスを拠点として、それぞれ西オングル島、ラングホブデ、スカルプスネス、およびスカーレンでの調査を計画した（図2）。とくに1カ月以上の長期間滞在するきざはし浜小屋には、十分な食料、燃料、およびその他の調査物資を第58次越冬期間中の2017年9月から11月にかけて事前に集積した。また、海水上の移動が困難になる11月後半以降には、



図 2 宗谷海岸沿岸の露岩分布. 赤線は雪上車による海上氷上移動ルートを示す. (菅沼ほか(2017)を一部改変)
 Fig. 2. Map of the Soya Coast. Red lines indicate routes on sea ice by snow vehicle. (modified Suganuma, et al. (2017))

本調査チームはきざはし浜小屋にて昭和基地より孤立することになる. そのため, この期間中は第 58 次越冬隊の医療隊員が本調査チームに同行し, 緊急時に備えることとした.

2.2. 安全対策

2.2.1. 想定される事故とその対策

本調査チームの行動計画は, 雪上車, スノーモービル, および徒歩での野外調査と, 凍結した湖面 / 海面上から堆積物を掘削するものであり, 様々な危険が予測される. とくに前述のように, 昭和基地より孤立するきざはし浜小屋滞在の後半には, 医療隊員が調査に同行するとともに, 極めて緊急を要する場合には DROMLAN を用いた救援 (Search and rescue) フライトを要請することも想定し, 事前に対策を準備した. 以上の野外調査行動中に想定される事故や注意点をまとめ, その対応策については「第 59 次日本南極地域観測隊行動実施計

表 2 行動計画および経過 (1/2)

Table 2. Plan and record of fieldwork and related operations. (1/2)

年月日	予定		実際	
	滞在場所	行動内容	滞在場所	行動内容
2017/10/28	日本/シンガポール	日本(成田空港)発, シンガポールにて国際線乗り継ぎ(機中泊)	日本/シンガポール	日本(成田空港)発, シンガポールにて国際線乗り継ぎ(機中泊)
10/29	シンガポール/ケープタウン	ケープタウン着	シンガポール/ケープタウン	ケープタウン着
10/30	ケープタウン	空港貨物倉庫での仕分け作業	ケープタウン	空港貨物倉庫での仕分け作業(リーダー他数名)
10/31	ケープタウン	ALCIブリーフィング, リーダーミーティング	ケープタウン	ALCIブリーフィング, リーダーミーティング
11/1	ケープタウン		ケープタウン	ALCI航空調整(リーダー・橋田副センター長) ホテル移動
11/2	ケープタウン/ノボ基地滑走路/昭和基地	ケープタウン発, 南緯55度通過, ノボ滑走路着, フィーダーフライト1便で昭和基地への人員・物資輸送	ケープタウン	ALCI航空調整(リーダー・橋田副センター長) ケープ周辺農機巡検
11/3	ノボ基地滑走路/昭和基地	フィーダーフライト2便で昭和基地への人員・物資輸送	ケープタウン/トロール基地滑走路/ノボ基地滑走路	ケープタウン発, 南緯55度通過, トロール基地滑走路着, ノボ滑走路経由で昭和基地への人員輸送(1便のみ)
11/4	昭和基地	昭和基地利用ガイダンス	昭和基地	昭和基地利用ガイダンス, 田邊隊員と行動計画打合せ, 海水行動訓練
11/5	昭和基地	海水行動訓練, スノモ・雪上車運転訓練	昭和基地	輸送物資整理(第58次輸送物資およびDROMLAN輸送物資), スノモ・雪上車運転訓練
11/6	昭和基地	西オングル大池掘削	昭和基地	コブラ始動テスト, 掘削機材準備
11/7	昭和基地		昭和基地	掘削機引き上げシステム確認, 野外行動準備
11/8	昭和基地		昭和基地	西オングル大池掘削
11/9	昭和基地		昭和基地	コアラリング用具付け, 試料分割, 行動計画打合せ
11/10	昭和基地	調査旅行出発, ラングホブデ雪鳥沢小屋泊	昭和基地	掘削機準備, 調査旅行準備
11/11	雪鳥沢小屋	雪鳥沢掘削	昭和基地	西オングル東峡湾, わかどり島西海上掘削
11/12	きざはし浜小屋	西ハムナ池掘削, スカルプスネスきざはし浜小屋泊	昭和基地	試料分割, 調査旅行準備
11/13	スカルプスネスなます池BC	神の谷池掘削	昭和基地	調査旅行準備, 物資搭載
11/14	スカルプスネスなます池BC	なます池掘削	雪鳥沢小屋	調査旅行出発, きざろ池掘削, 雪鳥沢小屋移動
11/15	きざはし浜小屋	椿池掘削	雪鳥沢小屋	雪鳥沢池掘削
11/16	きざはし浜小屋	氷瀑池掘削	きざはし浜小屋	西ハムナ池掘削, きざはし浜小屋移動
11/17	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	物資整理
11/18	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	堆積物試料の処理
11/19	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺の測深とTwin Otter着陸地点検討
11/20	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	悪天のため停滞
11/21	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	あご池の湖底コア掘削, オーセン湾Runway偵察, 海底地形調査
11/22	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	スカルプスネスなます池BC	なます池BCへの移動, 鳥の巣のベンギンセンサス, 神の池の水状偵察
11/23	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	スカルプスネスなます池BC	トリリングブクタ湾, なます池の海底・湖底堆積物の掘削
11/24	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	トリリングブクタ湾, 奥池の海底・湖底堆積物の掘削
11/25	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	椿池湖底堆積物の掘削, 医療隊員を含む雪上車チームがきざはし浜小屋到着
11/26	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	はまなす池の湖底堆積物の掘削およびラボテント設置, 車両回収
11/27	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	サンプル処理
11/28	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	おやこ池の湖底堆積物掘削
11/29	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	オスオイヤ島南での海底堆積物掘削
11/30	きざはし浜小屋	きざはし浜小屋周辺湖沼掘削	きざはし浜小屋	オスオイヤ島南での海底堆積物掘削
12/1	きざはし浜小屋	車両回収および医療隊員の移送	きざはし浜小屋	きざはし浜からオーセン湾の海底地形調査
12/2	きざはし浜小屋	車両回収および医療隊員の移送	きざはし浜小屋	くわい池の湖底コア掘削
12/3	きざはし浜小屋	車両回収および医療隊員の移送	きざはし浜小屋	仏池および如來池の湖底コア掘削
12/4	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	菩薩池および親子池の湖底コア掘削
12/5	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	親子池の湖底サンプル処理
12/6	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	長池の湖底コア掘削
12/7	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	ひょうたん池の湖底堆積物の掘削
12/8	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	親子池の湖底コア掘削
12/9	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	北焙鉢池および焙鉢池の湖底コア掘削
12/10	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	炬鉢池の湖底コア回収と徳利池・雲形池・舟底池の水状偵察
12/11	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	休日日課
12/12	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	サンプル処理
12/13	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	サンプル処理
12/14	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	サンプル処理およびきざはし浜周辺の薬類調査
12/15	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	サンプル処理および機材整備
12/16	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	鳥の集湾での地形・生物調査
12/17	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	菩薩エリアの地形・地質調査
12/18	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	菩薩エリアの地形・地質調査
12/19	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	第58次越冬隊医療隊員の帰還
12/20	きざはし浜小屋		きざはし浜小屋	同行者2名がきざはし浜小屋へ移動

画書・安全対策計画書」に記載した。

2.2.2. レスキュー体制

野外調査期間に事故, もしくは緊急を要する病気が発生することを想定して, 事前に以下

表 2 行動計画および経過 (2/2)

Table 2. Plan and record of fieldwork and related operations. (2/2)

年月日	予定		実際	
	滞在場所	行動内容	滞在場所	行動内容
12/21	きざはし浜小屋	「しらせ」第1便到着、後藤・レイチェル合流	きざはし浜小屋	堆積物試料の整理・梱包作業
12/22	スカールンカブース	スカールン大池掘削	きざはし浜小屋	長池からすり鉢山方面の地形・湖沼調査
12/23	スカールンカブース	スカールン大池掘削	西ハマナ池の湖底コア掘削	
12/24	スカールンカブース	スカールン大池掘削	きざはし浜小屋	サンプル処理とスカールンへの移動準備
12/25	スカールンカブース	スカールン大池掘削	スカールンカブース	スカールンへの移動
12/26	きざはし浜小屋	スカールン大池掘削	スカールンカブース	スカールン大池の掘削、およびスカールン北部の湖沼と地形の調査
12/27	きざはし浜小屋		スカールンカブース	スカールン大池掘削試料の処理と、スカールン南部の湖沼と地形の調査
12/28		堆積物掘削は終了し、各チームの活動に専念		
12/29			「しらせ」/きざはし浜小屋	一部の試料と人員が「しらせ」に移動
12/30			「しらせ」/昭和基地	残りの人員が「しらせ」と昭和基地に移動
12/31			「しらせ」/昭和基地	「しらせ」内での食料仕分け作業
2018/1/1			「しらせ」/昭和基地	休業日
1/2			「しらせ」/昭和基地	休業日
1/3			きざはし浜小屋	きざはし浜小屋への移動
1/4			きざはし浜小屋	強風のため停滞
1/5			きざはし浜小屋	午前中停滞のち、ブリザードからの復旧作業
1/6			きざはし浜小屋	長池方面での地形調査/オーセン湾での海洋調査
1/7			きざはし浜小屋	長池での湖沼調査/横綱山での野外調査
			きざはし浜小屋	ハス池での湖沼掘削
				堆積物掘削プロジェクト終了、各チームの活動
1/29	昭和基地	野外調査終了、昭和基地帰投、物資梱包作業開始	昭和基地/きざはし浜小屋	地形チーム野外調査終了、昭和基地帰投、物資梱包作業開始
1/31	昭和基地		昭和基地	生物チーム野外調査終了、昭和基地帰投
2/6	ノボ基地滑走路	フィーダーフライトでノボ基地滑走路へ移動	昭和基地	
2/8	ノボ基地滑走路/ケープタウン	ノボ基地滑走路発、南緯55°通過		
2/11	ケープタウン	ケープタウン発（機中泊）	S16/ノボ基地滑走路（マイトリ基地）	S16へ移動/フィーダーフライトでノボ基地滑走路へ移動
2/12	シンガポール/日本	シンガポールにて国際線乗り継ぎ、日本（成田空港）着	ノボ基地滑走路/ケープタウン	ノボ基地滑走路発/ケープタウン着、南緯55°通過
2/16			ケープタウン	ケープタウン発（機中泊）
2/17			シンガポール/日本	シンガポールにて国際線乗り継ぎ、日本（成田空港）着

の緊急連絡およびレスキュー体制を構築した。

(1) 事故発生時の対応

もし何らかの緊急事態が発生した場合は、調査チーム内で自力処理の可否について判断し、調査チームのみによる処理が不可能な場合は、無線通信（VHF・HF）またはイリジウム衛星携帯電話で直接昭和基地の越冬隊長（および医療隊員）と国立極地研究所に報告することとした。また、スカルプスネスでの孤立期間中に極めて緊急を要する場合は国立極地研究所と相談の上、救援フライトを要請することとした。

(2) 緊急時の救援要請

各自が、緊急事態発生時における連絡体制（図3）を常時携帯して適切な対応ができるようにした。事故発生時は冷静かつ迅速な対応が要求されることから、緊急時連絡内容を次の7点に絞り、適切な第1報を発信できるようにした。

①湖沼掘削隊

②事故状況（簡潔に、怪我、雪上車のスタックなど）

③事故者名

④現在位置（簡潔な地名およびGPS座標による事故発生位置）

⑤事故者の状況（意識の有無、出血・骨折等、歩行の可否、搬送の可否など）

⑥周囲の状況（天候、安全確保の可否、二重事故発生の可能性など）

⑦現場での対応策（自力救出の可否、救援依頼など）

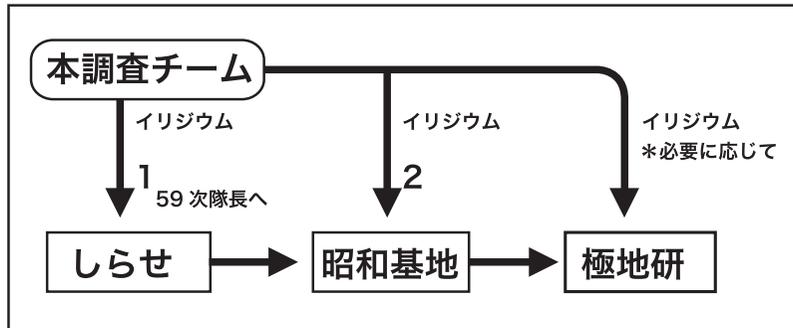


図 3 事故発生時の緊急連絡体制. 数字は優先順位.

Fig. 3. Communication flow in case of emergency. Numbers represent priority order.

(3) 救援フライトの予備調査

前述のように、本計画では極めて緊急を要する場合の対応として DROMLAN による救援フライトを想定した。スカルプスネス南東部には、神の谷池という比較的大きな万年結氷湖があり、11 月後半～「しらせ」到着までの孤立期間中はほぼ全面的に十分に厚い湖氷が維持されていることから、Twin Otter などの小型機の着陸が可能と考えられた。そのため、本調査チームがスカルプスネスに到着した後の最優先行動として、神の谷池の視察を実施した。その結果、衛星写真ではフラットのように見えた湖氷表面には大きな起伏が存在し、航空機の着陸には適さないことが確認された。一方、神の谷池の南西にある鯉池は湖氷表面もフラットであり、周辺の谷からであれば航空機のアプローチも可能であることが分かった。また、オーセン湾やきざはし浜小屋前の海氷上も、航空機の離着陸が可能なフラットな状態であることが確認された。これらの海氷上は、今回の調査中においては 12 月上旬まで十分に着陸できる表面状態が保たれていることが分かった。

2.2.3. 各種訓練

(1) 国内訓練

第 59 次夏隊のメンバーについては、凍結湖面 / 海面上行動、雪氷歩行、および露営技術の習得を目的として、第 59 次隊全体の冬期総合訓練（2017 年 2 月 27 日～3 月 3 日、乗鞍高原）とは別に、北海道東部の藻琴湖、能取湖、およびサロマ湖において訓練を実施した（2017 年 2 月 20 日～25 日）。また、夏期にも、レスキュー技術（ロープワークや水中落下者の引き上げと搬送など）の習得を目的として本栖湖において水上行動・野営活動訓練を行った。以上を含め、国内で実施したすべての訓練を表 3 にまとめた。

(2) 昭和基地における訓練

昭和基地に到着後、他の先遣隊メンバーとともに、基地近傍の海氷上にて海氷上行動訓練（タイドクラックへの対処など）を実施した。また、本調査チームメンバーについては基地内および海氷上において雪上車運転訓練も行った。

表 3 各種の国内訓練

Table 3. List of domestic training.

訓練日	内容	場所	参加者
2017/2/20-25	凍結湖沼上活動訓練 凍結湖面上掘削, GSPナビゲーション, 寒冷地行動訓練	藻琴湖, 能取湖, サロマ湖 (北海道)	菅沼, 香月, 柴田, 川又 ^{*2} , 工藤 ^{*1} , 瀬戸 ^{*1} , 金田 ^{*1}
2017/2/27-3/3	冬期総合訓練 露営・生活技術, 雪上歩行, クレバス脱出	乗鞍高原・一之瀬園地周辺 (長野県)	香月, 柴田, 川又 ^{*2}
2017/6/15-17	水上活動訓練1 ボート操作, GSPナビゲーション, ROV運転訓練	筑波大学下田臨海実験センター (静岡県)	菅沼, 香月, 柴田, 後藤 ^{*2} , 工藤 ^{*1}
2017/6/19-23	夏期総合訓練 心肺蘇生訓練等	草津セミナーハウス (群馬県)	菅沼, 香月, 柴田, 川又 ^{*2}
2017/8/26-29	水上活動訓練2 ボート上掘削, GSPナビゲーション, ROV運転訓練 落水, 野営・生活技術訓練	本栖湖 (長野県)	菅沼, 香月, 柴田, 川又 ^{*2} , 後藤 ^{*2} , レイチェル ^{*2} , 村越 ^{*2} , 須田 ^{*2} , 山口 ^{*2} , 工藤 ^{*1}
2017/10/17	医療訓練 野外救急箱説明会	国立極地研究所 (東京都)	菅沼, 香月, 柴田, 川又 ^{*2} , 宮岡 ^{*3}

*1 オブザーバー

*2 第59次隊 同行者

*3 第59次隊 越冬隊員

3. 計画の実施経過と課題

3.1. 行動経過

日本出発から帰国までの間において、とくに湖底・海底堆積物掘削プロジェクトに関係する期間の行動経過を表2に、全掘削結果を表4にまとめた。スカルプスネスでの調査期間後半には湖水/海水の融解が進み、氷上からの堆積物の掘削が不可能となったが、既に予定した湖水/浅海域での堆積物試料の掘削はほぼすべて終了しており、全体として順調に調査を実施することができた。

3.1.1. 昭和基地到着までの行動

本調査チームは、予定通り2017年10月28日に成田空港を出発し、翌日に南アフリカのケープタウンに到着した。ケープタウン滞在期間中には、輸送物資の確認と、事前に郵送していた南極活動用の防寒服の仕分けを行った。また、ALCIのオフィスではフライト前のプリーフィングが行われ、手荷物重量制限(8kg以下)など搭乗に際しての注意事項が伝達された。また、預け荷物(22kg以下)についてはこの時点でALCIに提出した。このため、残りのケープタウン滞在期間中には必要だが南極では不要となる私物については、ALCIに依頼してケープタウンに残置することとした。

当初、本調査チームが搭乗する大陸間フライト(D02便)は11月2日に予定されていた。しかし、先遣隊のケープタウン到着時には既にそれ以前に予定されていたフライト(D01便)がキャンセルされており、ALCIから我々のフライトにも大幅な遅れが生じることが伝えられた。そのため、ALCIと数度にわたる交渉を行い、当初予定されていた大型輸送機イリュシン(Ilyushin Il76)機ではなく、NPIが提供する航空機による大陸間フライトを利用することとなった。この際、JAREの先遣隊のほか、インド隊も同様のルートで南極入りすること

ができたが、他国の隊についてはD02便を待つためスケジュールの大幅な遅れを強いられた。結果として、11月3日にボーイング社の757型機でケーブタウンを出発し、トロール基地滑走路とノボ基地滑走路を経由して、同日2100LT頃に昭和基地北側海水上の滑走路へ到達した(図1, 図4a)。上記の計画変更に伴い、ALCIとの交渉や宿泊先の変更など、その都度臨機応変な対応が求められた。今回、国立極地研究所の南極観測センターから現地に派遣されたスタッフの支援が非常に有用であったことを鑑みると、今後の航空機利用の拡大に向けて、このような支援体制が継続的に必要であると考えらる。

3.1.2. 宗谷海岸での行動

(1) 調査準備期間(2017年11月4日～7日)

昭和基地に到着後、海水上行動および雪上車運転訓練を実施し(図4b)、その後はそれぞれ前年度に第58次隊物資として、また第59次隊物資としてDROMLANで輸送した湖底・海底堆積物掘削用機材の確認・整理を行った。また、湖水/海水上での活動に必要なレスキュー関係物資の準備を行い、不足品については昭和基地の装備を借用した。

(2) 西オングル島および周辺海域調査と旅行準備(2017年11月8日～13日)

11月8日より、西オングル大池、西オングル島東池、およびわかどり島南西海水上において、湖底・海底堆積物の掘削を実施した。現地への移動に際しては、雪上車(SM303)およびスノーモービル(Ski-doo)を利用した。掘削用機材はレスキューソリを牽引して、輸送した。雪上車が到達できる限界地点からは、背負子と小型のソリを用いて、掘削地点まで徒歩で運搬した。

西オングル大池および西オングル島東池では、計3本の堆積物試料を採取することができた。西オングル大池では、同一地点にて、押込式コアラーと可搬型パーカッションピストンコアラーの両者を用いて、採取可能な堆積物の長さや層相を比較した。その結果、押込式コアラーで91cm、可搬型パーカッションピストンコアラーで131cmの堆積物が採取できた。この結果から、押込式コアラーでは採取が困難な細粒砂～シルト層を、可搬型パーカッションピストンコアラーでは厚さに関わらず基盤岩に到達するまで採取できることが確認された。しかし、わかどり島南西の海水上では、基盤岩に到達しなかったにも関わらず、11cmしか堆積物を採取できなかった。後日、この原因について検討し、水圧によってコアリングの前にピストンが上がってしまったこと、水深が大きいためコアラーのしなりが大きくなったこと、そして、コアラーの接続部に用いたテープが十分に防水機能を有していなかったことなどが分かった。

(3) ラングホブデおよび西ハムナ池調査(2017年11月14日～16日)

雪上車2台(SM414およびSM415;図4c)に燃料ソリ2台、レスキューソリ、スノーモービル搭載ソリ、およびスノーモービル用ソリを連結し、調査旅行物資を搭載した。ラングホブデまでの海水上ルートについては、従来のオングル島の東側を回るルートで既にシャー



図 4 (a) Troll 基地滑走路に着陸したボーイング 757 機, (b) 海氷上訓練風景, (c) 雪上車による海氷上の移動, (d) 救援フライトの着陸地点調査, (e) なまず池 BC, (f) 救援フライトの候補地である神の谷池の視察, (g, h, i) 過般型パーカッションピストンコアラーを用いた氷上からの湖底・海底堆積物掘削, (j) The Mountain equipment 社製 2m Dome テント.

Fig. 4. (a) Boeing 757 landed at the Troll Airfield, (b) Overview of training on sea ice, (c) Transportation on sea ice by snow vehicle, (d) Landing site survey for a search and rescue flight, (e) Overview of the Namazu-ike BC, (f) Observation of Kamnotani-ike as a potential landing site for a search and rescue flight, (g, h, i) Drilling at frozen lakes/sea ice using a portable percussion piston corer, (j) A dome tent by the Mountain equipment.

ベットアイスによる雪上車のスタックが多発していたため、新たに作られたオングル島の西側を回る西オングル～豆島～オングルガルテンルートを利用した(図5)。

ラングホブデの北部では、小湊からスノーモービルを用いて露岩にアクセスし、そこから徒歩でざくろ池に到達した。ざくろ池において掘削を行い、湖底堆積物が11 cmと非常に薄いことを確認した。その後、ラングホブデの西側を経由して、雪鳥沢小屋に移動した(図6)。11月15日には、雪鳥池において68 cmの堆積物を採取した。ただし、この日の調査において、雪鳥池まで運搬した掘削用機材が非常に重く、隊員に過度の負担がかかることが判明したため、後日機材の軽量化を行った(チェーンブロックを用いたコアラー引き上げシステムからロープを利用した引き上げシステムへの転換、およびカーボンロッドを利用した三脚の仕様変更など)。

16日には、スカルプスネスへの移動の途中で西ハムナ池に寄り、掘削を行った。72 cmの堆積物試料を採取することができたが、ピストン固定ワイヤーが掘削中に滑ってしまい正常に働かなかったために、基盤まで到達することができなかった。この掘削中にワイヤーが滑る問題に関しては、これ以後水深が小さい場合にはワイヤーの代わりにロープを用いてピス

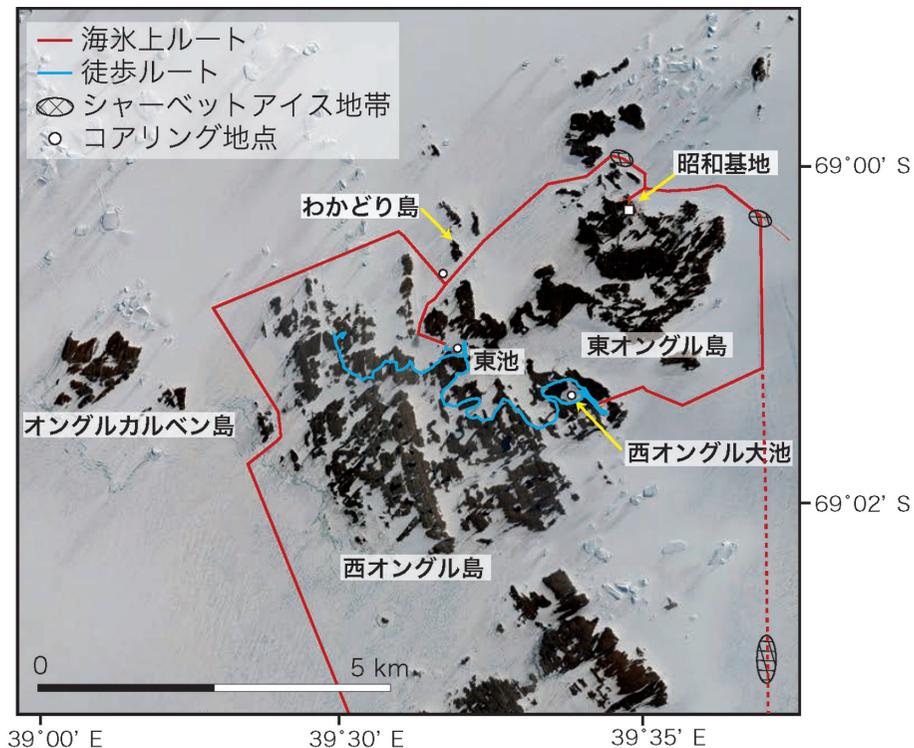


図5 オングル島周辺における調査ルート。© Google (ベース画像のみ)

Fig. 5. Survey routes around the Ongul island. © Google (For a base image).

トン固定すること、水深が大きい場合には新たに作成したワイヤー固定具を使用することで解決した。

(4) スカルプスネス調査 (2017年11月17日～12月24日)

11月16日に、スカルプスネスきざはし浜小屋への移動を行った(図7)。その際、オーセン湾への入り口付近に点在する氷山の周辺には既にパドルができはじめていた。11月17日～18日には物資整理と堆積物の処理を行い、19日にきざはし浜沖における救援フライトの着陸地点の視察を行った。21日にはあご池での堆積物掘削と、オーセン湾における救援フライトの着陸地点の視察を行った(図4d)。

11月22日には、なまず池BCに移動し(図7)、キャンプの設営および神の谷池における救援フライトの着陸地点の視察を実施した(図4e, f)。23日には、なまず池およびトリリンググプタ北部のノリマタ湾(仮称)の海氷上からの掘削を実施した。なまず池では135 cm、ノリマタ湾(仮称)では191 cmの堆積物がそれぞれ採取された。24日にもノリマタ湾(仮称)の同地点で掘削を行い、246 cmの堆積物を採取することができた。そのため

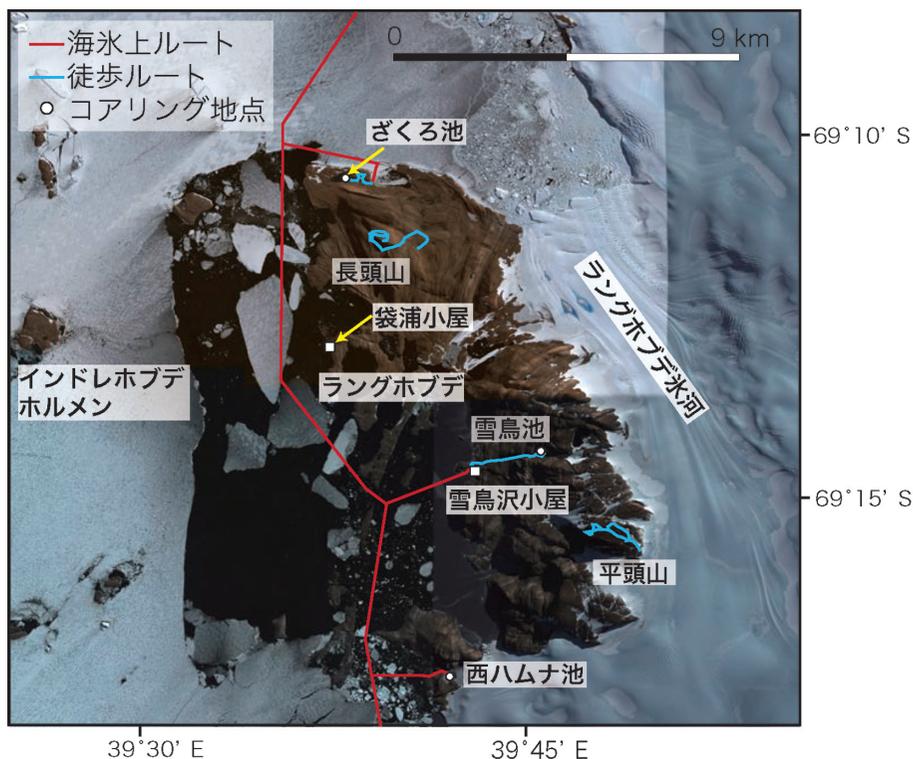


図6 ラングホブデ周辺における調査ルート。一部の徒歩ルートについては、地形チームが行ったヘリコプターオペレーションによる調査時のものも今後有用な情報として示した。© Google (ベース画像のみ)

Fig. 6. Survey routes around Langhovde. © Google (For a base image).

23日にノリマタ湾（仮称）で採取した試料は、堆積物採取用ポリカーボネートパイプの節約のために廃棄した。また、奥池での掘削も実施し、137 cmの堆積物を得た。

なまず池 BC からきざはし浜小屋までの帰還中、シェッケ北東の海氷上において先導する雪上車（SM415）がシャーベットアイスにはまり（図7）、横転する事故が発生した。引いていた2台のソリもスタックしたが、雪上車（SM415）とソリを切り離し、後続の雪上車（SM414）で別々に牽引することで横転の復旧と脱出に成功した。この際、シャーベットアイスを回避するために、牽引ロープを接続して数10 m以上離れた氷状の比較的良好なところから牽引することが効果的であった。

11月25日には椿池での掘削を行い、氷成堆積物と考えられるシルト層を含む206 cmの堆積物を採取した。また同日夕刻には、雪上車の回収および第58次越冬隊から医療隊員を派遣するために、昭和基地より6名の雪上車回収チームがきざはし浜小屋に到着した。26日には、雪上車回収チームのサポートも受け、はまなす池での掘削を行い、60 cmの堆積物試料を採取した。しかし、はまなす池からの帰路において、SM415のエンジンにトラブルが発生し、突如走行が不可能となった。雪上車回収チームの機械隊員による処置でもエンジンのトラブルは解決しなかった。このため、SM415については雪上車回収チームによる昭和基地への移動が不可能と判断し、きざはし浜小屋前にデポすることとなった。

11月27日以降、きざはし浜小屋周辺の湖沼・浅海域を対象として、湖底・海底堆積物の採取を重点的に行った（図4g）。堆積物の掘削を実施した湖は、くわい池、仏池、如来池、菩薩池、長池、ひょうたん池、箸置き池、皿池、および親子池である。くわい池、仏池、および如来池では、従来の調査で確認されていた含苔藍藻堆積物、あるいは藍藻堆積物の下部に氷成のシルト層が確認できた。一方、菩薩池では藍藻堆積物の下位にはおそらく巨礫があり、藍藻堆積物の下位の地層を採取することはできなかった。箸置き池は水深が浅く、ほとんど堆積物が堆積していなかったが、皿池では南極湖沼では稀な氷河性の黒色シルト層が厚く（148 cm）堆積していることが確認された。親子池における掘削では、これまでの宗谷海岸域における湖沼掘削で最長となる487 cmの堆積物試料を採取することができた（図4h）。ここでは、薄い湖成層の下位に3 mを超える砂質シルト層および砂層が堆積していることが判明した。この砂質シルト・砂層にはウニあるいは貝の遺骸が連続して含まれており、下部には有孔虫も確認された。

きざはし浜小屋滞在期間中には、オスオイヤ島南の浅海域においても掘削を行った。このときの測深によって、オスオイヤ島北西部から南側にかけて、海面下に水深10～数10 mの湖盆状の地形があることが確認された。これらの海面下の湖盆は、海面が低下していた時期には湖沼となっていた可能性がある。オスオイヤ島南の水深15 mの掘削地点において、268.5 cmならびに311 cmの堆積物試料を得た（図4i）。しかし、これらの掘削では基盤まで到達することはできず、ポリカーボネートパイプ外部から見た堆積物の特徴に湖成層もしく

は陸成層の特徴が見られなかった。そこで、掘削地点を移動させて再度堆積物の掘削を行った。その結果、237cmの堆積物試料が採取され、その基底部には粗粒堆積物が認められた。今後の検証が必要であるが、この粗粒堆積物は湖成または陸成の堆積物かもしれない。なお、このオスオイヤ島南での掘削では、長尺堆積物試料を採取するため、4mのポリカーボネートパイプをジョイントで連結し、8mとしたコアラーで堆積物採取を試みたが、ジョイントに欠陥があり、長尺の試料を得ることはできなかった。後日、このジョイントを切断するとともに、ポリカーボネートパイプを加工することで、連結が可能となる処置をした。この改良したジョイントを用いることで、前述の親子池における過去最長の堆積物試料の採取が可能となった。

12月10日には、きざはし浜小屋を拠点とした湖沼・浅海域での堆積物掘削プロジェクトを終了した。これは気温上昇によって、湖水/海水の融解が進んだためであるが、この時点で予定した湖沼・海域での掘削はほぼ終了しており、研究計画とくに支障はなかった。その後の期間は、採取した堆積物試料の整理・処理、およびきざはし浜小屋周辺の地形・地質調査を実施した。また、スカーレンへの出発準備を行った。

12月23日は、きざはし浜小屋到着後に要請していた西ハムナ池へのヘリコプターオペレーションが急遽実施された。ただし、許可が出たのは観測隊ヘリコプター（AS350機）1便のみであったので、参加人員を3名（菅沼、香月、および柴田隊員）とし、輸送物資も堆積物採取と緊急時のキャンプに必要なものを厳選した。また、AS350機には通常利用している4mのポリカーボネートパイプを載せることができないため、現地にて1.5mのポリカーボネートパイプをジョイントで連結して約3mのコアラーを組み立てた。氷厚は約2mで、11月中旬とほとんど変化がなかったが、氷状は大きく変化しており、氷は脆弱で各所に割れ目が走っていた。そのため、当初想定していた湖面への着陸を断念し、湖岸の平坦面に着陸した。西ハムナ池では、前回の72cmを大きく超える219cmの堆積物が採取された。

以上のきざはし浜小屋滞在中、物資の集積および堆積物試料の処理用にラボテントを設営した（図4j）。このテントは大型で、設営・撤収は容易ではないが、大量の物資が保管できる上に天井も高く、コアの処理に非常に便利であった。

(5) スカーレン（2017年12月25日～29日）

12月25日に、自衛隊ヘリコプター（CH101機）を用いてスカーレンへ移動した（図8）。スカーレンでの滞在は3泊4日を予定し、必要な食料および非常食、キャンプ道具、および湖沼掘削に必要な機材を輸送した。また、地形チームについては、スカーレンでの行動後に直接「しらせ」に移動し、その後の地形・地質調査を開始するために、必要な物資をすべてあわせて輸送した。スカーレンカブースの立ち上げとキャンプ設営の後、スカーレン大池および周辺湖沼の湖水の状態を視察した。その結果、スカーレン大池については、周辺部は融解が進んでいるものの、湖心の氷厚は1.5m程度あり、十分に掘削が実施できることが分かっ

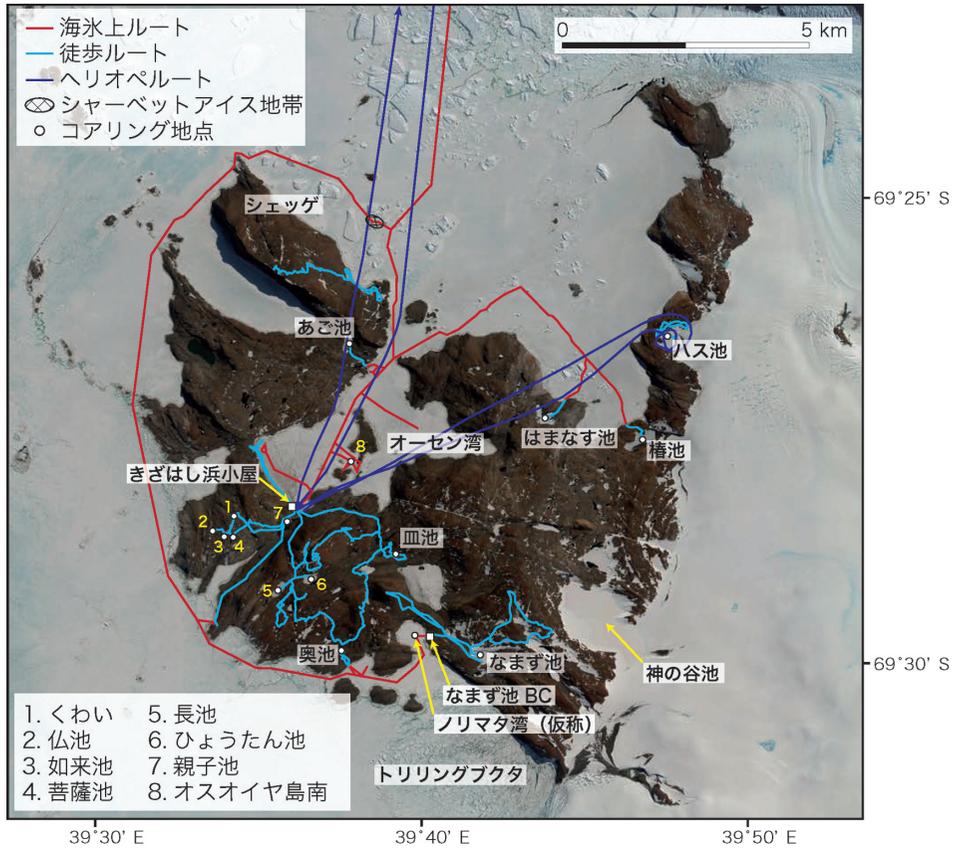


図 7 スカルプスネス周辺における調査ルート. 一部の徒歩ルートについては、地形チームが行ったヘリコプターオペレーションによる調査時のものも今後有用な情報として示した. © Google (ベース画像のみ)

Fig. 7. Survey routes around Skarvsnes. © Google (For a base image).

た. しかし, その他の周辺湖沼については既に融解が進んでおり, 掘削の実施は不可能であると判断した.

12月26日には, スカーレン大池の堆積物掘削を実施した. 湖水の薄い湖水縁辺部を渡る際には, 安全のため湖岸から安定した湖水の間にロープを張り, テント用マットを連続して6枚敷き, ハーネスを装着して渡った. 水深約9.8m地点において堆積物の掘削を実施し, 過去の記録を大きく超える480cmの試料を採取することができた. 堆積物は基盤まで到達したと考えられ, 下部には水成のシルト層が確認された. 同日の午後には, スカーレン北部の湖沼と地形の調査を行った. X池(仮称)の北方に位置する南北に連続する湖については, 海面より階段状に標高を増しており, 海面変動を復元する上で将来的な掘削候補地として適していることが分かった. 翌27日には, スカーレン大池での珪藻サンプリングおよびスカー

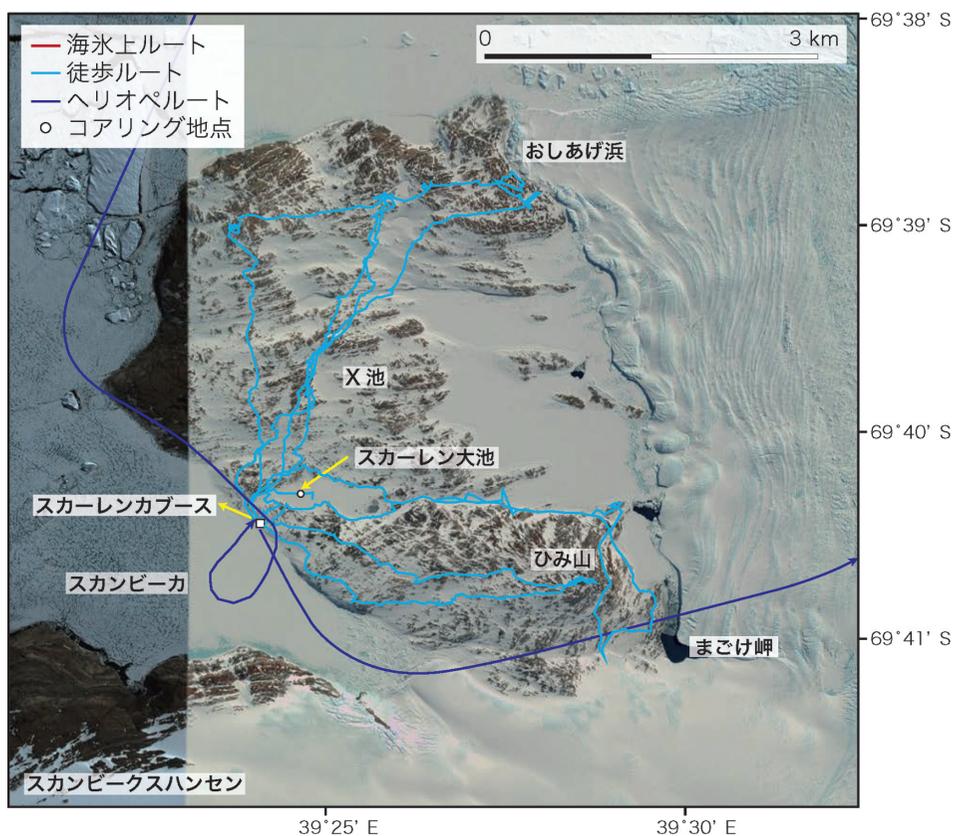


図 8 スカールン周辺における調査ルート。© Google (ベース画像のみ)

Fig. 8. Survey routes around Skallen. © Google (For a base image).

レン南部の湖沼・地形の調査を行った。28日は、生物チームについてはきざはし浜小屋、地形チームについては「しらせ」への帰還フライトが予定されていたが、悪天のためキャンセルとなり、翌29日に双方とも帰還することができた。この帰還の際には、これまでに採取した堆積物試料を「しらせ」の冷蔵庫および冷凍庫へ輸送した。これは、きざはし浜小屋における気温がかなり上昇してきており、堆積物試料の保管が難しくなりつつあったための処置である。

(6) ハス池での掘削 (2018年1月7日)

1月2日にきざはし浜小屋に戻って以降、地形チームおよび生物チームはそれぞれの調査のために別行動を開始していたが、1月7日にはAS350機を利用しハス池での堆積物掘削を行った。この掘削をもって、氷上からの湖底・海底堆積物掘削プロジェクトの活動を終了した。

表 4 湖沼および浅海から採取された堆積物試料リスト
 Table 4. List of sediment core samples from frozen lakes/sea.

No.	Date	Core Name	Lake or Sea Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Water depth (m)	Ice thickness (cm)	Corer Type	Cobra Using	Original core length (cm)	Core catcher length (cm)
1	2017/11/9	17WO-HC1	西オングル大池	S69°01.380'	E39°33.867'	13	11.52	117	Seto-type corer (2m)	-	91	-
2	2017/11/9	17WO-SC1	西オングル大池	S69°01.380'	E39°33.867'	13	11.52	117	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	131	0
3	2017/11/11	17WE-SC1	東池	S69°01.102'	E39°31.982'	8	4.52	163	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	37	0
4	2017/11/11	17WK-SC1	若島南西	S69°00.604'	E39°31.554'	-	20.93	-	Suganuma-type corer (4.0m)	No	17	0
5	2017/11/14	17ZK-SC1	ざくろ池	S69°10.615'	E39°38.005'	-6	5.13	-	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	11	0
6	2017/11/15	17YD-SC1	雪島池	S69°14.373'	E39°45.581'	125	6.99	170	Suganuma-type corer (4.0m)	Yes	68	10.5
7	2017/11/16	17WH-SC1	西ハムナ池	S69°17.452'	E39°41.955'	30	19.46	226	Suganuma-type corer (1.5m)	No	72	10.5
8	2017/11/23	17NZ-SC1	なまず池	S69°29.932'	E39°41.785'	85	11.13	170	Suganuma-type corer (2.5m)	Yes	135	0
9	2017/11/24	17TR-SC2	ノリマ湾 (仮称)	S69°29.794'	E39°39.964'	-	25.28	-	Suganuma-type corer (5.7m)	Yes	246	Liquid
10	2017/11/24	17OK-SC1	奥池	S69°29.883'	E39°37.565'	30	5.96	152	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	137	10.5
11	2017/11/25	17TB-SC1	楢池	S69°27.640'	E39°46.753'	20	13.05	142	Suganuma-type corer (4.0m)	Yes	206	0
12	2017/11/26	17HN-SC1	はまなす池	S69°27.363'	E39°43.972'	35	4.89	150	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	60	11
13	2017/11/29	17OS-SC1	オーセン湾	S69°27.892'	E39°37.941'	-	14.19	-	Suganuma-type corer (4.0m)	Yes	268.5	10.5
14	2017/11/30	17OS-SC2	オーセン湾	S69°27.892'	E39°37.941'	-	14.19	-	Suganuma-type corer (8.0m)	Yes	311	10.5
15	2017/11/30	17OS-SC3	オーセン湾	S69°27.892'	E39°37.942'	-	14.90	-	Suganuma-type corer (4.0m)	Yes	237	0
16	2017/12/2	17KW-SC1	くわい池	S69°28.438'	E39°34.325'	150	3.68	157	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	138	10.5
17	2017/12/3	17HT-SC1	仏池	S69°28.596'	E39°33.653'	110	2.58	153.5	Suganuma-type corer (1.5m)	Yes	126	11
18	2017/12/3	17NR-SC1	如来池	S69°28.661'	E39°34.070'	130	3.23	160	Suganuma-type corer (1.6m)	Yes	136	2
19	2017/12/5	17NG-SC1	長池	S69°29.239'	E39°35.838'	60	10.26	149	Suganuma-type corer (2.5m)	Yes	130	1
20	2017/12/6	17HY-SC2	ひょうたん池	S69°29.151'	E39°36.751'	70	9.70	150	Suganuma-type corer (2.0m)	Yes	134	0
21	2017/12/8	17OY-SC3	親子池	S69°28.529'	E39°36.103'	3	8.55	142	Suganuma-type corer (6.7m)	Yes	487	6.5
22	2017/12/9	17KH-SC1	箸置き池	S69°28.722'	E39°39.070'	12	0.72	64	Suganuma-type corer (2.0m)	Yes	5	0
23	2017/12/10	17HB-SC1	皿池	S69°28.874'	E39°39.367'	-3	2.71	144	Suganuma-type corer (2.0m)	Yes	148	11
24	2017/12/23	17WH-SC2	西ハムナ池	S69°17.452'	E39°41.955'	30	19.39	203	Suganuma-type corer (3.1m)	Yes	219	0
25	2017/12/26	17SK-SC1	スカレン大池	S69°40.295'	E39°24.646'	10	9.84	154	Suganuma-type corer (6.0m)	Yes	480	Liquid
26	2018/1/7	17HS-SC1	ハス池	S69°26.498'	E39°47.543'	45	17.60	238	Suganuma-type corer (3.0m)	Yes	49	Liquid

(7) 物資整理・帰国準備（2018年2月1日～11日）

2月6日のフィーダーフライトにてS17を出発するため、すべての輸送物資の梱包・集積を2月5日までに終了する必要がある。そこで地形チームは、1月31日までに全調査を終了し、2月1日から昭和基地において撤収作業を開始した。採取した試料の整理については停滞日などに随時進めていたため、主に帰国物資の最終梱包などを行った。しかし、2月に入り、悪天候などの理由によりDROMLANの大陸間フライトは当初の予定より4日遅い2月12日に変更され、フィーダーフライトも数回の変更を経て、最終的には5日遅れの2月11日となった。地形・生物チームを含むDROMLANによる帰国メンバーについては、「しらせ」からの要請でフィーダーフライトの数日前にS16に移動する予定となっていた。これは自衛隊のヘリコプターオペレーションにおいて臨機応変な対応が難しいことや、当日ヘリコプターに不具合が生じる可能性へのリスク回避のためと考えられるが、悪天が予想されていたS16に雪上行動に不慣れな多数の人員が数日間滞在するリスクを考慮すると、的確な判断であったのか検討の余地があるかもしれない。また、この時点まで通常通り運用できていた自衛隊のヘリコプター2機と、観測隊ヘリコプター1機がすべて飛行不可になったとすると、むしろS17に多数の人員を残す方がリスクが大きい。しかし、実際は悪天のため、フィーダーフライトの当日である2月11日朝S16に移動した。結果的に、当日の移動では雪上車の立ち上げなどの作業も最小限で済んだことから、S16への移動はフィーダーフライトの当日が最適であった。

3.1.3. 昭和基地撤収後の行動

前述の通り、ノボ基地滑走路へのフィーダーフライトは2月11日となった。ノボ基地滑走路到着後、3名の隊員はマイトリ基地で1泊し、重力測定と今後の観測協力のための打ち合せを行った。残りの隊員はノボ基地滑走路の宿泊施設で1泊し、翌日の大陸間フライトに備えた。ケープタウンには当初予定より4日遅れの2月12日の夜に到着した。ケープタウン滞在中は、人員・物資の確認などを行い、2月16日便でケープタウン空港を出発し、シンガポールを経由して予定より5日遅れの2月17日の夕刻に日本（成田）に到着した。

3.2. 物資輸送

3.2.1. 日本から南極への物資輸送

前述のように、本調査チームのメンバーのうち1名は、第58次越冬隊として、前年度より南極入りした。また、第59次隊メンバーは、DROMLANによる南極入りが予定されていたため、輸送物資量をできるだけ減らしておく必要がある。そこで、前年度に準備が可能な湖底・海底堆積物掘削用機材を含む関係物資については、第58次隊の輸送物資として前年度に輸送を行った。この際に輸送した物資の内訳は、削岩機、三脚、およびアイスドリルなどの掘削機材、堆積物試料処理道具、地形地質調査物資、UAV、および野営道具などであ

る。

一方、DROMLANでは、新型コアラ関係物資や堆積物試料処理道具、衛星通信端末、および大陸間フライトとフィーダーフライトに必要な緊急物資を輸送した。また、これらに加えて、個人用手荷物として、ダッフルバグ一つ分の衣料などの私物を南極に持ち込んだ。物資はすべて航空便で輸送し、それぞれ10月中旬までにはケープタウンに到着した。当初、輸送物資については、ケープタウンの保税倉庫において、物資の確認と大陸間フライトに必要な物資の取り出しを行う予定であった。しかし、大陸間フライトスケジュールの混乱の中で、JARE物資は我々の到着を待たず、冬着以外はすべて既にノボ基地滑走路に輸送済みであった。この結果、前述のようにNPIフライトへの振り替えなどの際に、シェラフや予備食料などの緊急物資がないままの移動となってしまった。今後は、手荷物制限などをクリアする必要があるが、すべての緊急物資は手荷物として、日本より持ち込むべきと考える。

事前に輸送した先遣隊の物資は、11月1日には昭和基地に到着した。これらの輸送物資の積み下ろしおよび基地への輸送はすべて昭和基地の越冬隊員によって行われた。

3.2.2 南極から日本への物資輸送

前述のように、復路は計13名のJAREメンバーがDROMLANの大陸間フライトを利用してケープタウンまで移動した。この際、厳しい重量制限があったため、一部の観測機器を除いて、各自DROMLANフライトに必要な緊急物資と私物を合わせて合計29kg以下の物資のみを持ち帰ることとした。

3.3. 設営計画

3.3.1. 装備

長期の調査活動を安全で快適なものにするため、これまでのJAREによる沿岸域調査で培われたノウハウに基づき装備を選定した。また、航空機による物資輸送量には大きな制約があったため、重量の大きな装備を前年度に輸送し、また昭和基地からも装備を借用するなど、運搬物資量の削減に努めた。各装備の詳細なリストについては、表5に示す。

表5 野外行動・レスキュー装備リスト

Table 5. List of the outdoor and rescue equipment.

装備名	品名・規格	数量	備考
登山・行動用装備	ザック、ヘルメット、登山靴、簡易アイゼンなど	1式	
予備衣類	羽毛服、中間着、予備手袋・目出帽子など	1式	
ナビゲーション装備	ハンディGPS、地形図、コンパス	1式	
通信機器	イリジウム衛星電話、VHF/UHF無線機（チーム内交信用に各自）	1式	イリジウムは菅沼、田邊、川又が携行
記録用品	野帳、筆記用具、デジタルカメラ、ビデオカメラなど	1式	ビデオカメラは菅沼、小山が携行
行動食・飲料	保温ボトル500 ml、携帯おにぎり、非常食など	1式	
非常用装備	ツェルト、アルミシート、固形燃料、コッヘル、マッチ、ライフミラー、ホイッスル	1式	
レスキュー装備	ハーネス、カラビナ、スリング、グリグリ、プロトラクション、アイススクリュ、リギングプレート、プーリー、ロープ（φ8×30 m）	1式	菅沼が携行

(1) キャンプ装備

スカルプスネスのなまず池 BC およびスカーレンでの野営用として、個人用の小型テントを各隊員分用意した。

(2) 火器・調理器具

調理用コンロには携帯型カセットガスコンロと、予備として灯油・ガソリン兼用ストーブ (MSR-XGK) を用意した。水の保管には 20L のポリタンクを、お湯の保管用には 1.8L の保温ボトルを使用した。

(3) 野外行動・レスキュー装備

北海道での訓練を参考にして、湖水/海氷上での行動に必要な装備を想定して用意した。ロープについては、軽量化のために $\phi 8\text{mm} \times 30\text{m}$ を用いた。日帰り調査では、ファーストエイドキット、レスキュー装備、非常用キャンプ装備、非常食、およびその他予備品などを携行した。

(4) 個人装備

基本的にはこれまでの沿岸調査用の装備を採用したが、先遣隊として 11 月頭に昭和基地に入ることを想定して、セール・ロンダーネ山地調査隊の装備 (菅沼ほか, 2012) を参考に補充した。中綿入り中間着 (パタゴニア ナノエア・フーディー) は、軽量で動き易く、保温性も良好なため、基地滞在時からテント生活・野外活動時まで幅広い場面で利用できた。

3.3.2. 通信

通信機器として、イリジウム衛星携帯電話 3 台、本調査チーム内交信用に UHF/VHF 無線機を 7 台、および BGAN インマルサットを 1 セット用意した (表 6)。昭和基地との定時交信は、事前の申し合わせにより、2000 LT から行うこととした。

昭和基地との定時交信は、基本的に VHF を用いて行い、通信が困難な場合にはイリジウム衛星携帯電話を使用することとした。実際には、なまず池 BC においてイリジウム衛星携帯電話を利用した以外は、プロジェクト期間中のすべての定時交信を VHF で行うことができた。また、定時交信以外に、南極への大陸間フライトの出発時と到着時に、公式通信として昭和基地とイリジウム衛星携帯電話等で随時連絡を行った。また、ヘリコプターオペレーションにて調査地に到着した際と、離陸準備が整った際には、無線機またはイリジウム衛星携帯電話で昭和基地との通信を行った。

野外調査時には、各自に UHF/VHF 無線機 1 台および予備バッテリー 1 個を配布した。行動中は常時電源を ON とすることとし、隊員間で常に通信可能な状態となるよう心がけた。岩陰などで通信が不可能となることがあったが、概ね良好な通信状態であった。

3.3.3. 車両・燃料

前述のように、スカルプスネスへの移動の際は昭和基地にある雪上車 2 台 (SM414 および SM415) とスノーモービル (Ski-doo) を使用し、燃料ソリ 2 台、レスキューソリ、スノー

表 6 通信機リスト

Table 6. List of equipment for communication.

通信機の種類	機種	台数	備考
HF無線機	JRC JSB-20K	1	しょうわ6, しょうわ7
UHF無線機	ICOM UH37CTM	1	本体+予備バッテリー6個
VHF無線機	ICOM UH37CTM	1	小屋常設の無線を利用
UHF/VHF無線機	HKT-G4	7	各本体+予備バッテリー1個
イリジウム衛星携帯電話	KDDI 9505A	3	極地研所有1台, 地学所有1台, 生物所有1台
BGANインマルサット衛星電話	BGANエクスプローラー500	1	地学所有

モバイル搭載ソリ, およびスノーモバイル用ソリを連結して, 調査旅行物資を搭載した (図 4c). 輸送の際に, ドラム缶や燃料携行缶については, ダンボールなどで適宜養生した.

3.3.4. 食料計画

食料計画は, 調理済みの糧食, 食材をベースとした朝食および夕食, 昼食用の携帯食, およびその他 (飲料・デザート・調味料) に分けて組み立てた (表 7). 「しらせ」からの補給を受けるまでの本調査チームの行動予定日数は 40 日間である. そこで, 10 日程度の予備を含め, 都合 40 日分のキャンプ食料, および 50 日分の行動食を準備した. また, きざはし浜小屋には, 緊急事態に備えて 2017 年 9 月に約 3 カ月分の長期保存食料もデポした.

3.3.5. 環境保全

(1) 環境省への確認申請

第 59 次隊本隊の活動と同様に, 日本の国内法「南極地域の環境の保護に関する法律」に従い, 日本の環境省に事前に確認申請を行い, 南極での活動の許可 (行為者証の発行) を受けた.

(2) 廃棄物

本調査チームの南極滞在中の廃棄物は, 主として食品の包装や衣類等の可燃物, 空き缶や破損したネジなどの金属類, ビン, および破損した作業テーブルやテントなどの焼却不適物であった. キャンプ時の排泄は小屋周辺の海水上クラックで行った. すべての廃棄物は昭和基地に持ち帰り, 処理した.

(3) それ以外の環境保全

海鳥類, コケ類, 地衣類, および藻類の生息域には, できる限り立ち入らず, 見つけた場合は踏みつけないよう注意した. また, 火器類の給油や修理等の際には燃料やオイルが流出・飛散しないよう留意した.

3.3.6. 医療

「しらせ」到着までの間に用いた野外調査用の医療機器・医薬品の選定・調達は, 第 58 次越冬隊の医療隊員に依頼した. また, スカルプスネスでの調査同行中は医療隊員が現地での緊急事態に対応できるように準備を行った.

医療機器・医薬品の使用訓練については 2017 年 10 月 17 日に第 59 次隊の医療隊員の協力

表 7 食料品リスト (1/2)

Table 7. List of foods. (1/2)

項目	名称	入り数	セット数	保存状態	
夕食レーション	サワラバジル	1食	2	冷凍	
	目抜けバジル	1食	1	冷凍	
	目抜けバジル	2食	1	冷凍	
	玉子にら	2食	1	冷凍	
	玉子にら	3食	1	冷凍	
	豚とインゲン豆のトマト煮	2食	3	冷凍	
	牛バラ赤ワイン煮	2食	3	冷凍	
	牛ヒレカツレツ	2食	3	冷凍	
	牛ヒレカツレツ	3食	1	冷凍	
	的鯛煮付け	3食	1	冷凍	
	金目鯛煮付け	2食	1	冷凍	
	アイナメ煮付け	1食	1	冷凍	
	手羽煮	3食	1	冷凍	
	手羽煮	1食	1	冷凍	
	トンテキ	?	1	冷凍	
	マグロ長芋ほうれん草	2食	1	冷凍	
	タリアテッレ	3食	1	冷凍	
	魚介類	鯖みりん 片身	-	6	冷凍
		刺身 真鯛	1袋 (300 g)	1	冷凍
		刺身 ヒラメ	1袋 (400 g)	1	冷凍
刺身 ブリ		1袋 (496 g)	1	冷凍	
刺身 カンパチ		1袋 (440 g)	1	冷凍	
刺身 ヒラマサ		1袋 (424 g)	1	冷凍	
刺身 サーモン		1袋 (496 g)	1	冷凍	
刺身 甘エビ		1皿	1	冷凍	
刺身 イカ姿造り		1袋	1	冷凍	
刺身 イカサーモン		1袋 (130 g)	1	冷凍	
かつおたたき		-	1	冷凍	
鯖		-	1	冷凍	
ホタテ (切り分け)		1箱 (1 kg)	1	冷凍	
ボイルタコ足 (切り分け)		1袋	1	冷凍	
殻付きボイルあさり (切り分け)		1袋	2	冷凍	
ホタルイカ		1皿	2	冷凍	
むきバナメイエビ		1袋 (1 kg)	2	冷凍	
シーフードミックス		1袋 (1 kg)	1	冷凍	
白身魚		12食	1	冷凍	
野菜		グリーンアスパラ	1袋 (500 g)	2	冷凍
	ブロッコリー	1袋 (500 g)	1	冷凍	
	ロマネスコ	1袋 (500 g)	2	冷凍	
	パリジャンキャロット	1袋 (1 kg)	1	冷凍	
	白ネギカット	1袋 (1 kg)	1	冷凍	
	白菜	1袋 (500 g)	2	冷凍	
	大根輪切り	1袋	1	冷凍	
	ほうれん草	1袋 (1 kg)	1	冷凍	
	ニンニクの芽	1袋 (500 g)	1	冷凍	
	レンコン	1袋 (500 g)	1	冷凍	
	きのこミックス	1袋 (500 g)	2	冷凍	
	ヒラタケ	1袋 (500 g)	1	冷凍	
	玉ねぎ (カット)	1袋	1	冷凍	
	揚げにんにくチップ	1袋	1	常温	
	肉類	鶏モモ ブロック	1 kg	6	冷凍
		鶏モモ 細切れ	1 kg	6	冷凍
		ウィンナー	10本	4	冷凍
ベーコン		1本	4	冷凍	
牛ロースステーキ		6枚	3	冷凍	
牛モモ ブロック		5 kg	1	冷凍	
牛ヒレ ブロック		5 kg	1	冷凍	
牛バラ ブロック		5 kg	2	冷凍	
牛スジ		500 g	1	冷凍	
骨付き牛肉バラ (焼肉用)		2 kg	2	冷凍	
牛タン (焼肉用)		2 kg	2	冷凍	
麺類		細打ち中華そば	1箱 (20食)	1	冷凍
		もちもちうどん	11食	1	冷凍
	八割生そば	1箱 (20食)	1	冷凍	
ハム・チーズ	ハム	1袋	3	冷凍	
	豚サラミ	1袋	3	冷凍	
	チーズ	1個	2	冷凍	
	スモークチーズ	1袋	1	冷凍	
	モッツァレラチーズ (焼いて伸びるもの)	0.5袋	1	冷凍	
	パルメザン粉チーズ	1本	1	冷凍	

表 7 食料品リスト (2/2)

Table 7. List of foods. (2/2)

項目	名称	入り数	セット数	保存状態
レトルト, インスタント	カップヌードル	1箱 (24個)	1	常温
	カップ麺 (まるちゃん醤油)	1箱 (24個)	1	常温
	ニッスイ オムライス (ポイル)	20食	1	冷凍
	焼きそば (調理済み)	20食	1	冷凍
	レトルトカレー	1食	36	常温
	レトルトビーフシチュー	1食	24	常温
その他	冷凍全卵	2L	4	冷凍
	厚焼き卵	1個	1	冷凍
	ロールキャベツ	25個	2	冷凍
	大冷の餃子	1袋 (1 kg)	2	冷凍
	松茸小籠包	1袋	1	冷凍
	巨大餃子	1袋 (1 kg)	1	冷凍
	水餃子	1袋 (1 kg)	2	冷凍
	肉まん	1袋 (9個)	1	冷凍
	カップ納豆	1箱 (40個)	1	冷凍
	スープ	味噌汁	10食	20
コーンポタージュスープ		10食	7	常温
ラーメンスープ 塩		10食	1	常温
ラーメンスープ 醤油		10食	1	常温
ラーメンスープ とんこつ		10食	1	常温
めんつゆ		1本	2	常温
調味料	四つ葉バター (有塩)	1個 (450 g)	1	冷凍
	雪印バター (有塩)	1個 (450 g)	1	冷凍
	冷凍フレッシュバジル	1個 (60 g)	1	冷凍
	冷凍フレッシュイタリアンパセリ	1個 (60 g)	1	冷凍
	白だし	1本	2	常温
	ゆずぼん	1本	1	常温
	ふりかけ	1袋	3	常温
パン	ナン	5枚	2	冷凍
	食パン	1斤	5	冷凍
	バターロールみたいなパン	6食	4	冷凍
	石窯バゲット	1本	2	冷凍
	石窯ブレッド ホワイト	1本	3	冷凍
	プレブロート	1個	2	冷凍
	サンドイッチブレッド	1斤	1	冷凍
おたるダイニング (昼食用)	サーモンサンド	20食	2	冷凍
	エビマヨサンド	20食	2	冷凍
	エビフリッターサンド	20食	2	冷凍
	ベーコンエッグサンド	20食	2	冷凍
	ちよい辛チリドッグ	20食	2	冷凍
	カレーコロッケサンド	20食	1	冷凍
	豚カツサンド	20食	1	冷凍
	ツナマヨ巻き	40食	1	冷凍
	焼鮭おぼろ昆布巻き	40食	1	冷凍
	アソート握り寿司	30食	1	冷凍
おやつ類, 行動食	レアチーズケーキ	1箱	1	冷凍
	洋ナシタルト	1箱	1	冷凍
	フォンダンショコラ	1箱	1	冷凍
	アップルパイ	1箱	1	冷凍
	キャラメルケーキ	1箱	1	冷凍
	アルファベットチョコレート	1袋	3	常温
	チョコチップクッキー	1箱	2	常温
	リッツ	1箱	2	常温
	カロリーメイト	1箱 (24個)	1	常温
	たい焼き/今川焼き	1袋	2	冷凍
	インスタントコーヒー	1瓶	2	常温
飲料	紅茶	1包	150	常温
	緑茶	1包	80	常温
	ほうじ茶	1包	80	常温
	ミネラルウォーター	10L	10	常温
	飲料水 (ポリタンク)	20L	10	常温
	缶ビール	1箱 (350 mL×24本)	15	冷蔵
	箱ワイン 赤	1箱 (2 L)	2	冷蔵
	箱ワイン 白	1箱 (2 L)	1	冷蔵
	箱ワイン 白	1箱 (5 L)	1	冷蔵
	ボトルワイン 赤	1本	1	冷蔵
	ボトルワイン 白	1本	1	冷蔵
	スパークリングワイン	1本	2	冷蔵
	日本酒	1升	2	冷蔵
	焼酎	1升	2	冷蔵

を得て実施した。この訓練では、医療機器の使用法や注射・点滴を想定した演習などを行った。実際には、絆創膏や消炎剤、胃薬や風邪薬などの医薬品を利用したほか、とくに医療機器を使用することはなかった。

3.3.7. 気象観測

今後の野外観測行動に役立てることを目的として、調査期間中の気象観測結果を記録した。また、定時交信において昭和基地の気象担当隊員から向こう2-3日間の気象予報も取得することができ、野外調査の実施において大いに役立った。

気象観測は、2000 LTの定時交信直前の実施を基本としたが、野外行動等の事情により観測時刻がずれることもあった。ケストレル5500で気圧、温度、湿度、および風速を測定し、天気、視程、雲量、および雲形を目視によって決定した。気象情報の高精度化のため、夕方の気象観測結果を定時交信で昭和基地の気象担当隊員に報告した。

湖沼・海底堆積物掘削調査期間中の気象観測データを表8に示した。先遣隊の到着時には-20°C以下まで気温が低下する日もあったが、調査旅行に出発する頃までには気温が上昇し、11月半ば以降は概ね0°C前後で推移した。12月以降は、気温が5°C近くに上昇する日もあった。この結果、調査対象としていた湖沼・海域の融解が12月以降に急激に進んだ。11月から1月初頭までは全般的に好天に恵まれ、比較的順調に訓練やヘリコプターによる調査を実施できた。

3.3.8. 地形図、航空・衛星写真、GPS

地理院発行の地形図およびGoogle Earthの衛星画像データを利用して、事前に調査予定地やルート of 安全確認を行った。調査行動中および移動中は、各自が常に1周波コードの携帯型GPS受信機(Garmin GPSMAP 62s, 64s, および 64sc)を携行し、その測位情報を用いてルートの選別・確認を行った。また、調査地点、掘削地点、およびスノーモービル走行中のルート等すべてを記録した。GPS測位記録は、専用ソフトウェア(Garmin BaseCamp)を介してパソコンに取り込み、データのバックアップを取るとともに、Google Earth上で衛星写真と重ね合わせて表示することで、ルートやサンプリング地点と地形の関係性を把握した。

4. ま と め

今回の湖底・海底堆積物掘削プロジェクトを実現するためには、Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) の利用が不可欠であった。本プロジェクトは、越冬期間の後半に、次期夏隊の隊員が本隊に先駆けて越冬隊と合流して野外調査を実施するという新しい試みであったが、第58/59次日本南極地域観測隊からの支援によって計画以上の成果を上げることができた。一方で、本プロジェクトの実施に際しては、各方面でこれまでにない対応を求められることとなった。これは、他国の南極における研究観測では航空機の利用がむしろ一般

表 8 気象観測結果

Table 8. Records of meteorological observations.

月	日	場所	気圧 (hPa)	気温 (°C)	天気	天気	風向 (°真方位)	風速 (m/s)	視程 (km)	雲量	雲形
11	14	雪鳥沢小屋	985.0	-2.5	晴れ		E	1.0	20	2	As
11	15		975.5	-6.4	曇り		E	0.4	20	10	St
11	16	きざはし浜小屋	986.0	-0.3	曇り		S	1.8	20	10	Ns
11	17		978.9	-1.5	曇り		N	11.9	10	10	St, Sc
11	18		986.8	-0.7	雪		S	2.9	3	10	St
11	19		986.2	1.8	雪		N	13.2	5	10	St
11	20		984.1	2.2	雪		N	4.2	5	10	St
11	21		976.7	1.3	晴れ		N	4.7	20	3	Cu, Cs
11	22	スカルプスネス	977.0	1.9	曇り		SW	2.5	20	10	Ac, As
11	23	なまず池BC	978.0	-1.0	雪		N	2.0	5	10	St, Sc
11	24	きざはし浜小屋	976.8	0.0	曇り		NW	2.4	20	9	As, Ac
11	25		977.5	-0.1	曇り		S	1.3	10	10	St
11	26		977.0	-0.1	快晴		N	4.4	20	0	-
11	27		978.0	3.2	快晴		SW	2.1	20	1	Cs
11	28		986.0	2.2	晴れ		SW	1.8	20	3	Cs, As
11	29		989.0	1.7	晴れ		S	1.5	20	8	Cs, As
11	30		981.7	3.0	晴れ		N	1.9	20	5	Ci
11	31		971.0	1.8	快晴		N	5.0	20	1	As
12	1		971.0	1.8	快晴		N	1.8	20	1	As
12	2		974.0	4.2	快晴		N	0.6	20	0	-
12	3		983.0	-1.3	晴れ		NW	3.3	15	7	Sc, Ns
12	4		982.0	1.0	快晴		NW	1.0	20	0	-
12	5		980.0	0.2	快晴		SW	2.2	20	1	Cs
12	6		977.0	2.3	快晴		S	1.8	20	0	-
12	7		978.0	0.1	晴れ		N	1.9	20	3	Sc
12	8		980.0	1.4	晴れ		NW	3.7	20	8	Cs, As
12	9		983.0	3.9	快晴		N	1.0	20	1	Ci, Cu
12	10		987.0	3.3	快晴		NE	3.3	20	1	Cu
12	11		992.0	1.6	曇り		S	2.0	20	9	Sc
12	12		994.0	1.8	晴れ		S	1.3	20	2	Cu, Cc
12	13		998.0	1.6	曇り		SW	1.1	20	10	As
12	14		1001.0	-0.1	曇り		S	1.8	20	10	As, Ns
12	15		992.0	1.1	快晴		S	2.2	20	1	Cu
12	16		981.0	2.7	快晴		SE	2.4	20	0	-
12	17		970.6	4.3	快晴		N	4.0	4.3	1	Cc, Cs
12	18		981.0	4.7	快晴		NW	1.1	20	1	Cu
12	19		983.0	4.4	快晴		SE	1.8	20	0	-
12	20		983.0	3.3	晴れ		SW	2.0	20	7	Ac
12	21		978.0	6.7	快晴		NW	0.5	20	10	Cu
12	22	983.0	2.5	曇り		SE	3.8	20	10	Ns, As	
12	23	988.0	4.3	晴れ		N	1.1	20	7	Ac	
12	24	983.0	4.8	晴れ		Ac	2.1	20	8	Ac	
12	25	983.0	3.8	曇り		NE	4.8	20	9	As	
12	26	983.6	5.2	晴れ		SE	3.3	20	7	Ac, Sc	
12	27	989.5	1.8	曇り		SW	1.4	20	9	As, Sc	
12	28	988.0	3.8	曇り		SE	3.8	20	10	Ac, Sc	
12	29	989.8	3.7	晴れ		S	2.1	20	6	Ac, Cs	
12	30										
12	31	「しらせ」/昭和基地									
1	1										
1	2	きざはし浜小屋	983.8	3.8	曇り		N	9.2	20	9	As, Sc
1	3		974.0	3.7	曇り		N	19.6	15	9	As, Ns
1	4		988.8	4.2	曇り		SE	1.2	10	10	As, St
1	5		979.7	2.1	晴れ		N	2.5	20	6	Cs, As
1	6		990.0	3.1	晴れ		SSW	2.3	20	2	Cs, Ac
1	7		995.0	5.7	晴れ		NW	1.1	20	5	Ci, Cs

的であるのに対して、日本の南極地域観測事業のシステムは「しらせ」を起点とした活動を基本として設計されているためである。また、DROMLANの利用についても、現状では十分な経験をもつ隊員による現場での対応が不可欠である。従って、今後は航空機の利用を含めて、従来の形に縛られない積極的な研究観測の展開に向けて、国立極地研究所の南極観測センターからのさらなる支援が望まれる。以上のように南極での研究観測のスタイルは既にダイナミックに変化してきており、これに伴って南極地域観測事業のシステムを柔軟に変化させていく必要があると考える。

謝 辞

本プロジェクトを実施するにあたり、第58次隊の岡田雅樹越冬隊長、第59次隊の土井浩一郎総隊長、木津暢彦越冬隊長、および両次隊の隊員には多大なるご協力と激励を頂いた。とくに、第58次越冬隊の医療、調理、車両、気象、およびFA隊員には大変お世話になった。また、国立極地研究所の野木義史副所長兼南極観測センター長、橋田元副センター長、および南極観測センターをはじめとする所内各部署の多くの方々には準備全般にわたりご尽力いただいた。島根大学の瀬戸浩二氏、元広島大学の佐藤高晴氏、千葉大学の金田平太郎氏、および国立極地研究所の工藤栄氏には、氷上からの掘削技術の開発に際して大変ご協力を頂いた。国立極地研究所の三浦英樹氏および外田智千氏には、研究立案および調査物資の準備について大変お世話になった。日油技研工業の新垣直仁氏、(有)岸製作所の笠貫登氏、および赤田幸久氏にはコアラの製作について終始ご協力を頂いた。本研究には文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B)課題番号16H05739(代表者菅沼悠介)、新学術領域研究(研究領域提案型)課題番号17H06321(代表者福田洋一)、および公益財団法人東レ科学振興会研究助成金の一部を使用した。匿名査読者には本稿を改訂する上で重要なコメントを頂いた。

文 献

- DeConto, R.M. and Pollard, D. (2016): Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. *Nature*. **531**, 591–597, doi:10.1038/nature17145.
- Kanamaru, T., Sugauma, Y., Oiwane, H., Miura, H., Miura, M., Okuno, J. and Hayakawa, H. (2018): The weathering of granitic rocks in a hyper-arid and hypothermal environment: A case study from the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica. *Geomorphology*. **317**, 62–74, doi:10.1016/j.geomorph.2018.05.015.
- 菅沼悠介・金丸龍夫・大岩根尚・齋田宏明・赤田幸久(2012): 東ドロンピングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告2011–2012 (JARE-53). 南極資料. **56**, 381–433, doi:10.15094/00009665.
- 菅沼悠介・福田洋一・青山雄一・岡田雅樹(2014): 東ドロンピングモードランド, セール・ロンダーネ山地調査隊報告2013 (JARE-55). 南極資料. **58**, 309–340, doi:10.15094/00010709.
- Sugauma, Y., Miura, H., Zondervan, A. and Okuno, J. (2014): East Antarctic deglaciation and the link to global cooling during the Quaternary: evidence from glacial geomorphology and ¹⁰Be surface exposure dating of the Sør Rondane Mountains, Dronning Maud Land. *Quaternary Science Reviews*. **97**, 102–120, doi:10.1016/j.quascirev.2014.05.007.
- 菅沼悠介・金田平太郎・小山拓志・外田智千・赤田幸久(2016): 中央ドロンピングモードランド地学調査隊報告2015–2016 (JARE-57). 南極資料. **60**, 73–116, doi:10.15094/00013477.

菅沼悠介・川又基人・白水 薫・小山拓志・土井浩一郎・金田平太郎・青山雄一・早河秀章・小花和宏
之 (2017) : 南極における無人航空機 (UAV) を用いた高解像度地形情報取得の試み. 地学雑誌,
126, 1-24. doi:10.5026/jgeography.126.1.