

## 中央ドロンイングモードランド地学調査隊報告 2015–2016 (JARE-57)

菅沼悠介<sup>1,2\*</sup>・金田平太郎<sup>3</sup>・小山拓志<sup>4</sup>・外田智千<sup>1,2</sup>・赤田幸久<sup>5</sup>

### Report on geomorphologic and geologic field surveys in central Dronning Maud Land, 2015–2016 (JARE-57)

Yusuke Suganuma<sup>1,2\*</sup>, Heitaro Kaneda<sup>3</sup>, Takushi Koyama<sup>4</sup>, Tomokazu Hokada<sup>1,2</sup> and Yukihisa Akada<sup>5</sup>

(2016年5月26日受付; 2016年6月23日受理)

**Abstract:** Geomorphologic and geologic field surveys were conducted in central Dronning Maud Land during the summer of 2015–2016 as part of the 57th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-57). The members of the field expedition included three geomorphologists, a geologist, and a field assistant. This field expedition was fully supported by the Norwegian Polar Institute (NPI) and the South African National Antarctic Program (SANAP), and it was the first JARE expedition to use the Troll and SANAE stations. The NPI provided airborne access from Germany (Norway, on the way back) to the Troll station in central Dronning Maud Land via Cape Town, South Africa. The SANAP provided a helicopter to access nunataks and mountains in this area from the Troll and SANAE stations. This report summarizes the activities of this field expedition including fieldwork, logistics, and weather observations.

**要旨:** 第57次日本南極地域観測隊 (JARE-57) 夏隊の一部は、2015–2016の夏期に、中央ドロンイングモードランドにおいて氷河地形・地質調査を実施した。本調査隊のメンバー構成は、地形調査担当3名、地質調査担当1名、およびフィールドアシスタント (FA) 1名である。本調査は Norwegian Polar Institute (NPI) と South African National Antarctic Program (SANAP) の協力のもとに、日本の観測隊として初めて NPI の大陸間フライトを利用し、Troll 基地および SANAE 基地を拠点とした調査を実施した。大陸間フライトは、ドイツ (復路はノルウェー) から南アフリカのケープタウンを経由して、Troll 基地に到達した。また、SANAE 基地のヘリコプターを用いて、ドロンイングモードランドの山々やヌナタックでの調査を実施した。本稿では調査、設営、気象をはじめとする本調査隊の行動全般

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 千葉大学大学院理学研究科. Department of Earth Sciences, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522.

<sup>4</sup> 大分大学教育学部地理学教室. Faculty of Education, Department of Geography, Oita University, 700 Danno-haru, Oita 870-1192.

<sup>5</sup> 有明登山案内人組合. Ariake Alpine Guide Union, 11867-1 Aisome, Ikeda, Nagano 399-8602.

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

について報告する.

キーワード： 東南極氷床, ドロンイングモードランド, 氷河地形, 基盤地質,  
大陸間フライト

## 1. はじめに

第57次日本南極地域観測隊 (Japanese Antarctic Research Expedition: JARE-57) 夏隊の中央ドロンイングモードランド地学調査隊は, 昭和基地方面に展開する本隊から独立した別働隊として組織された. 南極大陸へのアクセスには, 往復路ともに Norwegian Polar Institute (NPI) が提供する航空路を用いて, 南アフリカのケープタウンを経由して, 中央ドロンイングモードランドに到達した (図1). 当地には, NPI が運営する Troll 基地が開かれている. 本調査隊はこの Troll 基地と, South African National Antarctic Program (SANAP) が運営する SANAЕ 基地からの多大な協力を得て調査活動を実施した.

本調査隊は地形調査担当3名, 地質調査担当1名, およびフィールドアシスタント (FA) 1名で構成され (表1), 機械, 調理, 通信, 医療, および環境保全などの設営隊員が参加しないため, 国内の準備段階から各隊員の役務分担を表2のように決め, 対応することとした. 当初, 本調査隊の行動計画は, 第49-51, 53-55 次のセール・ロンダーネ山地地学調査隊の経験をもとに, (小山内ほか, 2008; 大和田ほか, 2011; 菅沼ほか, 2012; 土屋ほか, 2012; 菅

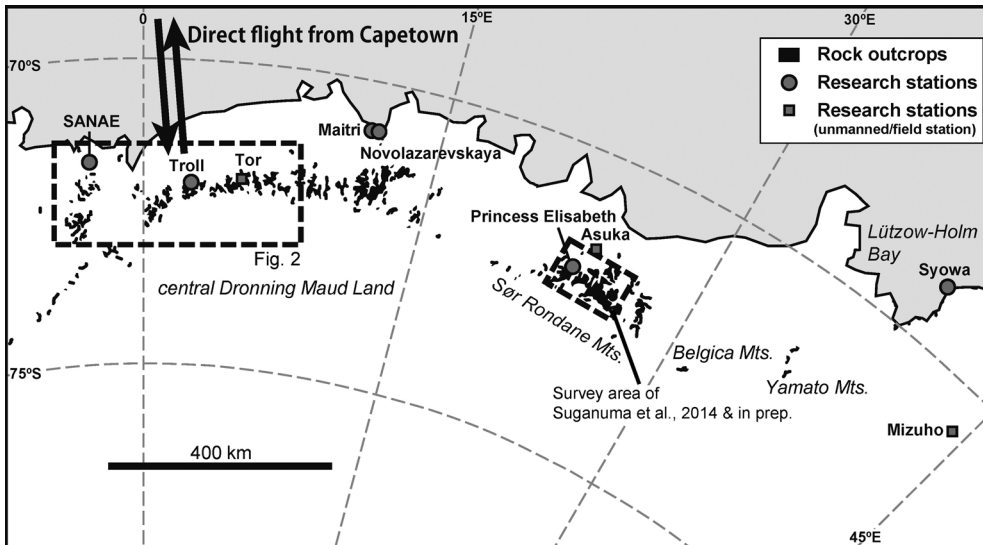


図1 ドロンイングモードランドの露岩分布と, Troll 基地までの移動経路. 同地域の南極観測基地も図上に示した

Fig. 1. Nunataks in Dronning Maud Land and access route to the Troll station. Other Antarctic stations are also shown.

表 1 中央ドロンイングモードランド地学調査隊隊員構成

Table 1. Members of the field expedition in central Dronning Maud Land.

氏名	所属	担当
菅沼悠介	国立極地研究所研究教育系	地形
金田平太郎	千葉大学大学院理学研究科	地形
小山拓志	大分大学教育学部	地形
外田智千	国立極地研究所研究教育系	地質
赤田幸久	国立極地研究所事業部 (有明登山案内人組合)	FA*

\*FA: フィールドアシスタント

表 2 隊員の役割分担

Table 2. Roles of members of the field expedition.

役務	担当者*	役務内容
リーダー	菅沼悠介	隊の統括
サブリーダー	金田平太郎	隊の統括補佐
庶務	外田智千・菅沼悠介	隊の庶務業務全般
通信	外田智千・赤田幸久	定時交信・通信機の管理点検
公式記録	菅沼悠介・金田平太郎	公式記録作成
映像記録	小山拓志・金田平太郎	公式ビデオ・写真撮影
輸送・航空調整	菅沼悠介・外田智千・金田平太郎	フライト調整・物資輸送全般
機械・車両・発電	赤田幸久・外田智千・金田平太郎	車両・ソリ等・燃料・発電機の管理点検
食料	赤田幸久・小山拓志	食料全般の調達・管理点検
装備	赤田幸久・菅沼悠介	設営・レスキュー装備の調達・管理点検
気象	金田平太郎・小山拓志	気象観測
医療	赤田幸久・外田智千	医薬品・医療装備の管理点検
航法・GPS・地形図	金田平太郎・菅沼悠介	地形図・資料・デジタルデータ管理・ルート設定
試料整理	小山拓志・菅沼悠介	採取資料の管理・梱包
安全対策	赤田幸久・菅沼悠介	安全対策全般・ルート工作
環境保全	外田智千・赤田幸久	水源管理・廃棄物管理処理

\*先頭が責任者

沼ほか, 2014; Imae *et al.*, 2015), セール・ロンダーネ山地東部を調査するべく立案された。しかし、ベルギー国内事情により Princess Elizabeth 基地が利用できなくなったため、準備段階において調査地が中央ドロンイングモードランドに変更となった。そのため、新たな調査地に合わせて行動様式を修正し、調査計画を再立案した。ただし、中央ドロンイングモードランドでの野外行動も依然、昭和基地や観測船「しらせ」からの直接的な支援は望めず、危険性の高いものである。また、今回の調査では SANAE 基地からヘリコプターをチャーターし、遠隔地での調査を実施した。従って、本調査隊の安全の確保については、調査の準備期間から様々な事態を想定した訓練や入念な準備を行い、厳しい南極の自然の中でも観測隊員の安全を確保できる計画と体制を構築した。また、NPI および SANAP とは事前に緊急時の対応や計画遂行に必要な予算についても十分に確認し、覚え書きを取り交わした。

本稿では、第 57 次中央ドロンイングモードランド山地地学調査隊の行動・設営・気象をはじめとする野外調査全般について報告する。学術的な成果については、解析・分析の進行に従い、稿を改めて報告する。

## 2. 野外調査計画

### 2.1. 調査・行動計画概要

#### 2.1.1. 調査目的

東南極氷床は、基底の大部分が海面上にあるため海洋の影響を直接受けないことや、ほぼ全域が通年氷点下であることから、100年程度の時間スケールにおける地球温暖化に対しては安定であるとされてきた。しかし、過去を振り返ると、数千万年の間に南極氷床がなかった時代や顕著に縮小していた時代があったことも事実である (Cook *et al.*, 2013 など)。その中でも、約 500–250 万年前 (鮮新世) の大気 CO<sub>2</sub> 濃度は現在の値 (400 ppm) に近かったと推定されており、特に約 300 万年前 (鮮新世温暖期) は現在よりも全球平均気温が約 3℃ 高く、海水準は最大で 20 m も高かったと推定されている (IPCC AR5, 2013)。現存するグリーンランド氷床と西南極氷床を合わせても海水準で約 11 m にしか相当しないため、このときの東南極氷床は顕著に縮小していたはずである。つまり、現在の CO<sub>2</sub> 濃度レベルにおいてさえ、東南極氷床は縮小する可能性がある。ところが、温暖化に対して東南極氷床が縮小を開始する閾値や縮小規模・速度は分かっておらず、このことは大きな科学的課題かつ社会的懸念となっている。一方で、温暖化は活発な水循環を介して氷床を涵養する効果があり、東南極の一部では氷床はむしろ発達するセンスであるという考えもある (Fujita *et al.*, 2011 など)。このように南極氷床の複雑な応答特性を解明するためには、過去、特に温暖期における南極氷床変動を定量的に復元することが重要である。

過去の氷床変動の復元には、南極内陸の山地 (表面露岩域) に残る氷河地形や堆積物の分布高度の変化を調査したうえで、表面露出年代法 (後述) を用いて正確な年代値を与えることが有効である。しかし、東南極は現地調査が困難なため、過去の氷床変動データは極めて少なく、とりわけ、氷床形状を規定する鍵となる氷床高度を復元するためのデータは限られている。広い露岩域と十分な高度差から研究に特に適しているセール・ロンダーネ山地 (図 1) においてもデータは限られていたが (Moriwaki *et al.*, 1992)、第 51・53 次セール・ロンダーネ山地地学調査隊での現地調査と、新たな手法を用いた表面露出年代測定により (Suganuma *et al.*, 2012)、スポット的ながら過去 250 万年間の氷床高度変動を復元することに成功した (Suganuma *et al.*, 2014)。我々はこの研究において、鮮新世以前に東南極氷床高度が現在より 500 m 以上も高かった可能性を示した。この結果は、温暖地球における氷床形状が現在と大きく異なり、東南極の太平洋に面した部分 (太平洋区) は氷床底が海面下にあるため、氷床が温かい海水によって大規模に融解したが、インド洋に面した部分 (インド洋区) では氷床底が海面上にあるため、降雪増加の効果が融解の効果を上回り、氷床が成長した可能性を示す。この仮説は最新の氷床シミュレーションの結果や、近年の温暖化に伴う氷床変動の地域パターン (Shepherd *et al.*, 2012) と整合的である。しかし、既存データは数が少なく地域も限定されているため、推定された 500 m 以上の高度増加が局所的 (山塊による氷流のせき止

め効果等のため)であり、広域の氷床高度を代表していない可能性も排除できない。この制限を克服し、氷床形状を定量的に復元するためには、これまでの研究を大幅に発展させ、ドロンイングモードランドの可能な限り広域において詳細な調査と大量の試料採取・分析を行い、固体地球応答モデルと氷床・気候モデルを組み合わせて解析する必要がある。

そこで本調査隊では、新たに中央ドロンイングモードランドにおいて詳細な地形・地質調査を実施し、1) 氷床変動の痕跡(氷河地形)の認定と詳細地形モデル取得と、2) 表面露出年代測定用の試料採取を行った。この結果をもとに、日本国内での解析・分析を行い、東南極氷床変動史の復元と地球気候システム変動への影響を解明することを目的とする。本調査によって取得されるデータは、大気中CO<sub>2</sub>濃度400ppm超の世界で起きる地球環境変動を精密に予測するための重要な基礎データとなる。また、本調査隊では、上記の目的のための基礎情報を提供するとともに、より長い時間軸における広域的な地質発達過程を解明することを目的として、基盤地質調査も実施する。これらの研究は、人類の未来を切り開くため必ずや役立つものになるはずである。

### 2.1.2. 行動計画

NPIの大陸間フライトは、2015-2016年夏期シーズン(11月~3月)に計5便(5往復)運航されるため、本調査隊は、12月18日にTroll基地着予定の第2便で南極入りし、2月18日に同基地発予定の第4便で南極を離脱する計画とした。このため、本調査隊の全行動期間は2015年12月13日~2016年2月22日とし、そのうち中央ドロンイングモードランドでの野外調査期間は2015年12月22日~2016年2月12日の計53日間を予定した。日本出発から帰国までの行動計画を表3にまとめた。より詳しい行動計画については、「中央ドロンイングモードランド地学調査隊野外調査実施計画書」(第57次日本南極地域観測隊, 2015)を参照されたい。

本調査隊は、前述の研究目的に従い非常に広範囲の調査地域を設定した。このため、調査地域をそれぞれTroll基地からTor観測拠点の間をArea-A、Troll基地周辺をArea-B、およびTroll基地とSANAE基地の間をArea-Cとし、異なった移動手段を採用することで調査を実現した(図2)。Area-AではBase Camp(BC)をTor観測拠点に設置し、Troll基地とTor観測拠点の間にAdvance Camp(AC)を展開することとした。また、Tor観測拠点では必要となる物資の一部の輸送をTroll基地に依頼することとした。Area-Bでの調査はTroll基地を拠点とし、日帰りの調査と、数箇所にBCおよびACを展開する予定とした。Area-Cについては、SANAE基地を起点として、Nashornet(またはStraumsvola/Jutulrøra or Snarby Peak)、Marsteinen(またはKrylen)にACを展開し、調査を実施することとした(図3)。BCには、調査期間に十分な食料、燃料、およびその他の調査物資を集積することとし、ACには十分な食料の他に燃料を含む必要最低限の物資を用意する事にした。これらの本調査隊の全行動は、近距離かつ短時間の作業などの例外を除き、基本的に隊員5名全員で行うこととした。

表 3 行動計画

Table 3. Planned expedition schedule.

年月日	行動内容	備考
2015年		
12月13日	日本（成田空港）発	直行便 輸送物資確認，NPIとの打合せ ケーブタウン経由 南緯55度通過 レスキュー・雪上活動訓練等
12月13日	ドイツ，デュッセルドルフ着	
12月16日	デュッセルドルフ発	
12月18日	トロール基地着	
12月19日	トレーニング	
12月22日	Tor観測拠点移動	
12月23日	Area-A 調査	
2016年		
1月4日	Tor観測拠点からTroll基地へ移動	南緯55度通過 ケーブタウン経由
1月5日	Area-B 調査	
1月9日	Area-C 調査（Troll基地，SANAE基地，Nashornet，Marsteinen AC）	
1月20日	Area-B 調査	
2月12日	調査終了，物資梱包作業開始	
2月18日	トロール基地発	
2月19日	オスロ着	
2月21日	オスロ発	
2月22日	日本（成田空港）着	

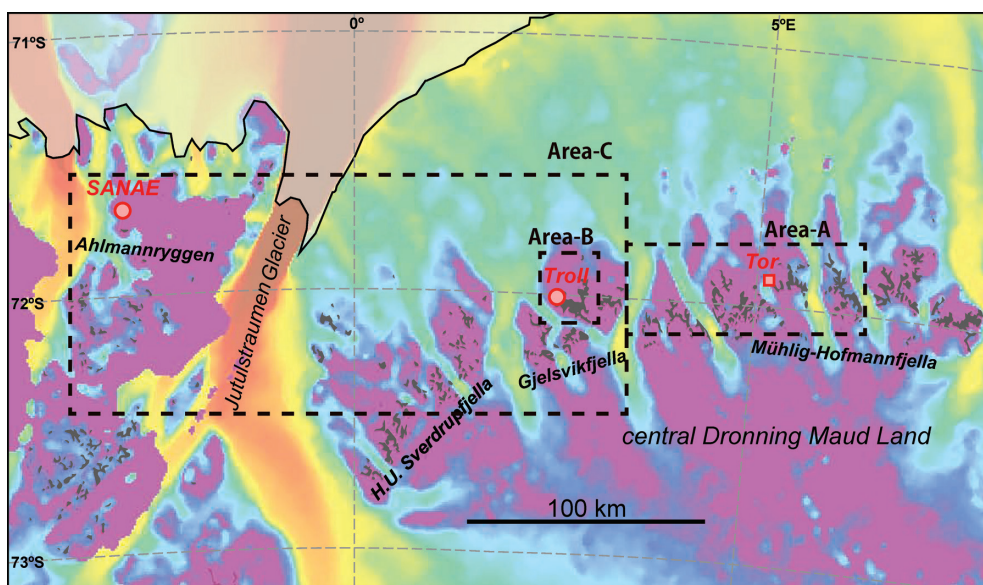


図 2 本調査隊の予定調査地（Area-A～C）。カラーは氷流速度を示す（黄：速，紫：遅）

Fig. 2. Three planned study areas (Area A-C). The colors indicate ice-flow speed (slow in purple and fast in yellow).

### 2.1.3. 外国基地との事前交渉

本調査隊計画の立案に際しては，中央ドロンイングモードランドへ調査地を変更した直後の2015年9月よりNPIの各担当者と連絡をとり，詳細を詰めていった。特に，緊急時の対

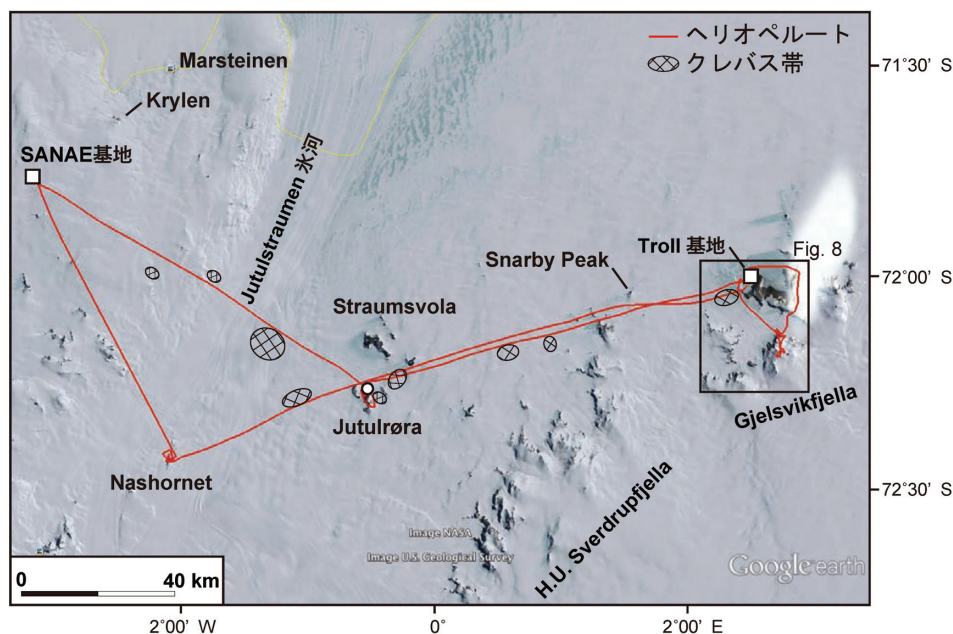


図 3 Area-Cにおけるヘリオペルト。© Google.

Fig. 3. Routes of the helicopter operations in Area C. © Google.

応や計画遂行に必要となる予算については、NPIのSven Lidström氏とメールやSkype会議を通して、綿密な打合せを行った。また、現地での野外調査ルートについては、同じくNPIのHarvey Goodwin氏とも打合せの機会を持った。また、Tor観測拠点の利用については、NPIの海鳥研究者であるSébastien Descamps博士とも事前に情報交換し、現地のデポ品などの確認を行った。以上の事前交渉についてのNPIの対応は素晴らしく、非常に信頼のおけるものであった。

一方、SANAE基地の利用については、南アフリカ共和国環境省（Department of Environmental Affairs）のSANAE基地担当であるShiraan Watson氏と事前にメールにて打合せを行った。しかし、メール連絡における先方のレスポンスにはその都度時間がかかり、計画の立案はやや手間取った。ただし、現地での対応は非常に迅速であり、NPIと同じく信頼のおけるものであった。

## 2.2. 安全対策

### 2.2.1. 想定される事故とその対策

本調査隊の行動計画は、航空機を用いて南極内陸山岳地域へ直接アクセスし、長期の野営生活と、ヘリコプター、スノーモービル、および徒歩での野外調査を行うものであり、これ

までのセール・ロンダーネ山地調査と同様の危険を伴うものである。そのため、航空機による物資輸送、キャンプ設営・生活、および野外調査行動などの活動場面において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「安全対策」として「中央ドロンイングモードランド山地地学調査隊野外調査実施計画書」（第57次日本南極地域観測隊，2015）にまとめて記載した。また、前述のようにNPIとは入念に事前打合せを行い、緊急時の対応手順をまとめた（図4）。また、万が一に備えたレスキュー体制を整備し、「安全対策」と合わせて隊員、国立極地研究所、および千葉大学・大分大学など関係各位に周知することとした。

### 2.2.2. レスキュー体制

中央ドロンイングモードランドでの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事を想定して、事前に以下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、地学調査隊内で自力処理の可否について判断し、地学調査隊のみによる処理が不可能な場合は、キャンプ地あるいは現地からイリジウム衛星携帯電話で直接昭和基地の観測隊長（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、状況次第では Troll 基地の医療隊員に連絡して最善策を検討し、極めて緊急を要する場合は国立極地研究所との相談のうえ、事故発生現場から直接 SANAE 基地のヘリコプターや、Antarctic Logistics Centre International (ALCI) 社に救援要請を行うことも想定した。Troll 基地の医療隊員に対しては、あらかじめ緊急時の支援を依頼した。

#### (2) 緊急時の救援要請

緊急事態発生時における連絡体制（図4）を各自が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. 中央ドロンイングモードランド地学調査隊
2. 事故状況（簡潔に、クレバス転落・滑落など）
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）

### 2.2.3. 各種訓練

#### (1) 国内訓練

露営技術、雪氷歩行技術、およびセルフレスキュー技術（ロープワーク、クレバス脱出、



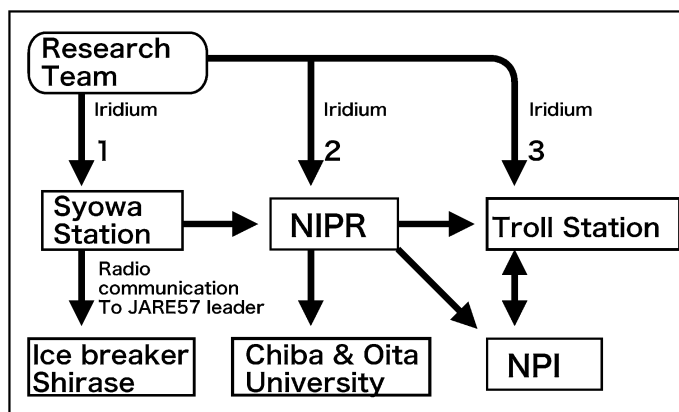


図 4 事故発生時の緊急連絡体制。数字は優先順位。

Fig. 4. Communication flow in case of emergency. The numbers represent the priority order.

負傷者の引き上げと搬送など)の習得を目的として、積雪期の山岳地帯で訓練を実施した。第57次隊全体の冬期総合訓練(2015年3月2日~7日、乗鞍高原)にひきつづき、春山訓練では、5月初旬の北アルプス針ノ木岳周辺でキャンプ設営を含めた総合訓練と、6月初旬の乗鞍岳・位ヶ原<sup>のりくら</sup>で雪面が残る地形上にて、Unmanned Aerial Vehicle (UAV)による地形測量訓練を実施した。また、夏山訓練では、長野県のあららぎスキー場およびその周辺にて、UAVの飛行訓練、Cobra TTハンドブレーカー(エンジン駆動式の可搬型削岩機)による掘削訓練、および岩石カッターを用いた表面露出年代測定用岩石試料の採取訓練を行った。医療器材の取り扱いおよび救急救命訓練については、第57次隊の医療隊員の協力を受けて複数回実施したほか、FA隊員については(社)ウィルダネス メディカル アソシエイツ ジャパンが開催する野外・災害救急法講習も受講した。以上を含め、国内で実施した訓練を表4にまとめる。

## (2) Troll 基地における訓練

Troll 基地に到着後、基地近傍のクレバスにて実践的レスキュー訓練(アイスクリューによる支点構築および引き上げなど)を実施した。車両系ではスノーモービル運転訓練(Troll 基地滑走路までの往復走行)、雪上車運転訓練を行った。また、短時間ながら周辺山地での模擬調査も実施した。

## 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1日毎の行動経過を表5にまとめた。調査期間後半は悪天が多く行動計画に遅れが生じたが、結果的には予定地域のほぼすべてにおいて調査を実施すること

表 4 各種の国内訓練

Table 4. List of the domestic training.

訓練日	内容	場所	参加者
2015年3月2日-3月7日	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)	菅沼、金田、小山、赤田
2015年5月8-11日	第1回 春山訓練 露営・生活技術、アイゼン歩行、ロープレスキュー	針ノ木岳・雪渓下部 (長野県)	菅沼、金田、小山、赤田
2015年6月1-3日	第2回 春山訓練 模擬地形調査、無人ヘリ運転訓練、雪上歩行	乗鞍岳・位ヶ原 (長野県)	菅沼、赤田、青山*1、吉田*1 白水*2、川又*2、小花和*3
2015年6月15-18日	夏期総合訓練 心肺蘇生訓練等	多摩アカデミーヒルズ (東京都)	菅沼、金田、小山、赤田
2015年8月17日	医療訓練 点滴、縫合	国立極地研究所 (東京都)	菅沼、金田、小山、外田、赤田
2015年8月30-9月2日	夏山訓練 模擬地形調査、岩石試料採取・無人ヘリ運転訓練	あらかぎスキー場、菅沼家庭・ 松川河原 (長野県)	菅沼、金田、小山、外田、赤田 白水*2、川又*2
2015年9月20-23日	医療訓練 野外・災害救急法講習 (WAFA) *5	国立赤城青少年交流の家 (群馬県)	赤田
2015年9月29日	医療訓練 キネシオテーピング基礎講習	国立極地研究所 (東京都)	赤田 西川*4、水谷
2015年10月1日	車両訓練 スノーモービルの構造、取扱、整備	国立極地研究所 (東京都)	菅沼、金田、小山、外田、赤田
2015年10月5-6日	秋訓練 救急救命、医療器具取扱、ロープレスキュー	国立極地研究所 (東京都)	菅沼、金田、小山、外田、赤田
2015年11月19日	気象観測訓練 南極気象の特徴、気象データの授受方法	気象庁 (東京都)	金田、赤田
2015年12月1-4日	医療訓練 野外・災害救急法講習 (WFR) *5	国立赤城青少年交流の家 (群馬県)	赤田

\*1 オブザーバー

\*2 第57次隊 同行者

\*3 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

\*4 第57次隊 越冬隊員

\*5 北米のWMAI (Wilderness Medical Association International) が開発した「ウィルダネス状況下における救急法」の資格講習。ウィルダネス状況下 (医療機関で決定的処置を受けるまでに長時間を要する状況) で発生した傷病の評価と処置、経過観察や看護、過酷な自然環境下での考え方などを体系的にまとめたプログラム。国内においては、WMAIの日本支部: (社) ウィルダネスメディカルアソシエイツジャパン (WMAJ) が開催。WAFA: Wilderness Advanced First Aid 資格, WFR: Wilderness First Responder 資格。

ができた。全 60 日間の南極滞在のうち、訓練、移動、および停滞などを除いた実質調査日数は 34 日であった。

### 3.1.1. 中央ドロンイングモードランド到着までの行動

本調査隊は、予定通り 2015 年 12 月 13 日に成田空港を出発し、同日中にドイツのデュッセルドルフに到着した。デュッセルドルフ滞在期間中には、輸送物資の確認と、我々と同じ大陸間フライトで Troll 基地へ向かう NPI の Lidström 氏との打合せを行った。大陸間フライトは当初 16 日に予定されていたが、ドイツ到着後に 18 日に変更され、さらに出発当日になってもう 1 日の遅れが生じ、結局 19 日の朝、ボーイング社の 737 型機でケープタウンに向けて出発した。ケープタウンには、19 日の深夜に到着し、翌 20 日の昼、南極に向けて出発、同日中に Troll 基地に到着した (図 5a, b)。

### 3.1.2. 中央ドロンイングモードランドでの行動

#### (1) 調査準備期間 (2015 年 12 月 20 日~23 日)

Troll 基地に到着後、まず Troll 基地の利用に関するガイダンスを受け、同便で到着した輸

表 5 行動経過

Table 5. Daily record of the fieldwork and related operations.

年月日	滞在場所	行動内容
<b>日本出発・南極への移動</b>		
2015年12月13日	日本/ドイツ	空路移動日:成田空港発, デュッセルドルフ直行便
2015年12月14日	デュッセルドルフ	DUS空港貨物倉庫での確認作業, NPIとのWEB会議
2015年12月15日	デュッセルドルフ	気象観測訓練, 出発遅延の情報を受け, 延泊手続き
2015年12月16日	デュッセルドルフ	NPIの隊員と打合せ
2015年12月17日	デュッセルドルフ	再度, 物資輸送手続き調整
2015年12月18日	デュッセルドルフ	デュッセルドルフ空港に集合後, 更なる遅延の為, 空港ホテルに宿泊
2015年12月19日	デュッセルドルフ/ケープタウン	早朝デュッセルドルフ出発, ルクソールで給油し, 深夜ケープタウン着
2015年12月20日	ケープタウン/Troll基地	南緯55度通過, Troll基地への人員・物資輸送完了
<b>中央ドロンイングモードランドでの調査活動</b>		
2015年12月21日	Troll基地	Troll基地利用ガイダンス, UAV飛行テスト, SANAE基地との連絡
2015年12月22日	Troll基地	スノーモービル運転訓練, レスキュー訓練
2015年12月23日	Troll基地	レスキュー訓練, クレバスを利用した模擬救助訓練
2015年12月24日	Troll基地	Klovningenでの地形地質調査
2015年12月25日	Troll基地	BV206運転訓練, Vassdalen BCへの出発準備
2015年12月26日	Vassdalen BC	キャンプ設置, UAV飛行テスト
2015年12月27日	Vassdalen BC	UAVによる航空測量, 地形地質調査
2015年12月28日	Vassdalen BC	UAVによる航空測量, 地形地質調査, Troll基地への帰還
2015年12月29日	Troll基地	ヘリコプターオペレーション出発準備作業
2015年12月30日	SANAE基地	Nashornetでの地形地質調査, SANAE基地への移動(ヘリ)
2015年12月31日	SANAE基地	SANAE基地案内, 基地周辺地形地質調査
2016年1月1日	SANAE基地	休養日
2016年1月2日	Jutulrora AC	Jutulrora BCへの移動(ヘリ), キャンプ設置, UAVによる航空測量
2016年1月3日	Jutulrora AC	Jutulrora北側尾根での地形地質調査
2016年1月4日	Jutulrora AC	Jutulrora AC周辺での地形地質調査, ヘリ待ち
2016年1月5日	Jutulrora AC	ヘリ待ち, Jutulrora AC周辺での地形地質調査
2016年1月6日	Jutulrora AC	UAVによる航空測量/Troll基地への移動(ヘリ)
2016年1月7日	Troll基地	SANAEヘリによる地形地質調査
2016年1月8日	Troll基地	Jutulkammenでの地形地質調査
2016年1月9日	Troll基地	Tor観測拠点への出発準備/Troll基地でのセミナー発表
2016年1月10日	Troll基地	Tor観測拠点への出発準備
2016年1月11日	Troll基地	吹雪のため停滞
2016年1月12日	Troll基地	Klovningen凍結湖での地形地質調査
2016年1月13日	Troll基地	Klovningen凍結湖での掘削調査
2016年1月14日	Troll基地	Robbenでの地形地質調査
2016年1月15日	Troll基地	強風のため停滞
2016年1月16日	Troll基地	強風のため停滞
2016年1月17日	Troll基地	Vassdalen BC移動準備
2016年1月18日	Vassdalen BC	Vassdalen BCへの移動/Vassdalenでの水河地形調査
2016年1月19日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査
2016年1月20日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量
2016年1月21日	Vassdalen BC	Vassdalen凍結湖での掘削調査/UAVによる航空測量
2016年1月22日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量/Jutulkammen東壁での地質調査
2016年1月23日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査
2016年1月24日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量
2016年1月25日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量
2016年1月26日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量
2016年1月27日	Vassdalen BC	Vassdalenでの地形地質調査/UAVによる航空測量/Jutulkammen東壁での地質調査
2016年1月28日	Troll基地	Vassdalenでの地形地質調査/Troll基地への移動
2016年1月29日	Troll基地	物資・試料の整理
2016年1月30日	Troll基地	Grotfjelletでの地形地質調査
2016年1月31日	Troll基地	物資・試料の整理/Tor出発準備
2016年2月1日	Troll基地	強風のため停滞
2016年2月2日	Troll基地	強風のため停滞
2016年2月3日	Troll基地	Klovningenルート上モレーンでの地形調査/Tor出発準備
2016年2月4日	Tor観測拠点 AC	Tor観測拠点への移動
2016年2月5日	Tor観測拠点 AC	悪天のため停滞
2016年2月6日	Tor観測拠点 AC	Svarthamaren地域の地形地質調査
2016年2月7日	Troll基地	Troll基地への移動
2016年2月8日	Troll基地	物資・試料の整理
2016年2月9日	Troll基地	Grotfjelletでの地形地質調査
2016年2月10日	Troll基地	Vassdalenでの地形地質調査
2016年2月11日	Troll基地	Volkonskogo-Goraでの地形地質調査
2016年2月12日	Troll基地	物資・試料の整理/Troll基地でのプレゼンテーション
2016年2月13日	Troll基地	物資・試料の梱包
2016年2月14日	Troll基地	物資・試料の梱包・輸送手配
2016年2月15日	Troll基地	物資・試料を機内へ搭載
2016年2月16日	Troll基地	物資・試料を機内へ搭載
2016年2月17日	Troll基地/機上	朝Troll基地を出発, ケープタウン・ブラザビルを経由して, オスロへ
<b>南極から日本への移動</b>		
2016年2月18日	オスロ	早朝オスロ到着, 日本への物資輸送手配
2016年2月19日	オスロ	日本への物資輸送手配
2016年2月20日	オスロ	休養日
2016年2月21日	オスロ	空路移動日: オスロ空港発, デュッセルドルフにて国際線乗り継ぎ
2016年2月22日	日本	(機中泊), 成田空港着

送物資の確認・整理を行った。その後、実践的スノーモービル運転、レスキュー、および登高訓練を行った。

(2) Area-B 調査 (第1次: 2015年12月24日~28日)

各種訓練終了後、Troll 基地を基点とした近傍への日帰り調査に加えて、実践的キャンプ訓練を兼ねて、Vassdalen BC での2泊3日の予察的な調査を実施した(図6)。Vassdalen BC への物資輸送は、NPI の松岡健一博士から借用した3台の樹脂製橇(Northern Sled Works 社製 Siglin Sleds) を、スノーモービルに連結して行った(図5c)。Vassdalen にはNPI が近年建設したVassdalen 小屋があるが(図5d)、我々は調査の利便性を考慮して、この小屋より南に2km あまり奥に入った地点をBCとした(図5e)。Vassdalen には、周氷河地形の一つであるポリゴン(多角形土)が明瞭かつ広範囲に発達しているため、極低温乾燥環境下(極地砂漠)における周氷河地形の形成・発達プロセスを研究するうえで非常に適した場所であった。

(3) Area-C 調査 (2015年12月30日~2016年1月7日)

12月30日よりSANA E 基地のヘリコプターを利用したArea-Cでの調査を開始した(図5j)。まず12月30日には、Nashornet へ移動した(図3)。しかし、当地は非常に強風であり、またコルの西側は急崖であったため、当地でのAC 展開は断念し、ヘリコプター待機時間中に迅速な調査を行うこととした。調査は約2時間で終了し、一旦SANA E 基地に移動し、次のフライトを待つこととした。

12月31日以降は、天候が不安定となり、またSANA E 基地の活動が年末年始で休止となったため、次のフライトは1月2日となった。当初はMarsteinen へ移動を予定していたが、Nashornet での調査が不十分であったこと、またMarsteinen 地域の基盤岩が石英を含まず、表面露出年代測定に適していないことが分かったため、Nashornet の補完サイトであるJutulrøra にAC を設置し、調査を実施することとした(図3)。Jutulrøra では、1月3日にJutulrøra 北側尾根から頂部への登高調査を行った。最終的に山頂部までは到達しなかったものの、頂部氷河直下まで登高を行い、登高中には随時試料を採取した。翌1月4日には、当初、ヘリコプターでのピックアップが予定されていたため、早朝のうちにJutulrøra 北東基部モレーンでの調査を終え、AC を撤収した。しかし、この日のヘリコプターのフライトは、SANA E 基地周辺の天候悪化のため中止となり、再度キャンプを設営し、翌日以降のフライトを待つこととなった。翌5日も終日悪天でフライトは中止となったが、午後は視界が回復したため、Jutulrøra AC 周辺の調査を行った。翌6日には、天候が回復し、ヘリコプターのフライトが期待された。そのため、早朝にUAV のフライトを済ませ、SANA E 基地からのヘリコプター出発の連絡を待った。その後、ヘリコプターが事前連絡なしに突然現れたため、急遽AC を撤収し、Troll 基地に帰還することとなった。

1月7日には、Troll 基地を起点として、Terningskarvet 方面への日帰りヘリコプターオペレー



図 5 (a) Troll 基地滑走路に着陸したボーイング 737 機, (b) Troll 基地の全景, (c) Vassdalen への物資輸送風景, (d) Vassdalen 小屋, (e) Vassdalen BC の全景, (f) Klovningenn へのルート上にある凍結湖での Ground penetrating radar (GPR) 調査, (g) ハンドブレイカー (Cobra TT) を用いた凍結湖での掘削調査, (h) Unmanned Aerial Vehicle (UAV) を用いた詳細航空測量 (1/2)

Fig. 5. (a) Boeing 737 landed at the Troll Airfield, (b) Overview of the Troll station, (c) Transportation of luggage to Vassdalen, (d) Vassdalen lodge, (e) Overview of the Vassdalen Base Camp (BC), (f) Ground penetrating radar (GPR) survey at a frozen lake on the route to Klovningenn, (g) Drilling at a frozen lake using a hand breaker (Cobra TT), (h) Detailed topographic survey using an unmanned aerial vehicle (UAV) (1/2)



図 5 (i) ハンドブレイカー (Cobra TT) を用いたポリゴンの掘削調査, (j) SANAE 基地のヘリコプター (Bell 212), (k) The North Face 社製 2m Dome テント, (l) Troll 基地滑走路に着陸するボーイング 737 機, (m) 航空機の着陸に備える Troll 基地の消防車, (n) Tor 観測拠点の全景, (o) SANAE 基地の全景, (p) SANAE 基地西側の急崖. (2/2)

Fig. 5. (i) Excavation of the polygon using a hand breaker (Cobra TT), (j) Bell 212 helicopter from the SANAE station, (k) 2 m Dome tent by North Face, (l) Boeing 737 landing at the Troll Airfield, (m) A fire engine at the Troll station preparing for the landing of the aircraft, (n) Overview of the Tor research station, (o) Overview of the SANAE station, (p) Steep cliff at the western edge of the SANAE station. (2/2)

ションを実施した(図7)。当初の計画では、数地点のヘリコプター着陸地点においてそれぞれ数時間の調査を行う予定であったが、周辺に雲がかかり始めたため、山頂部の調査は予定より短期間で切り上げ、1900m 平坦面での調査を実施した(図7)。なお、最初のフライト地点は、パイロットの座標値記録ミスにより、予定地点と異なった場所に降りてしまった。帰路は Jutulsessen を反時計回りに周回し、周辺の地形を概観しながら Troll 基地に帰還した。

我々がチャーターしたヘリコプターについては、その後 SANAE 基地周辺の悪天が続いたため、結局1月14日まで Troll 基地に滞在した。

#### (4) Area-B 調査(第2次; 2016年1月8日~30日)

ヘリコプターオペレーション終了後に、Area-B 調査を再開した。1月8日には、Jutulkammen の調査を行った(図6)。また、1月12日~13日には、Klovningen へのルート上にある凍結湖での Ground Penetrating Radar (GPR) 調査とハンドブレーカーを用いた掘削調査を行った(図5f, g)。また、1月14日には Rabben へのルート工作および調査を行った(図8)。途中、幅10数cmほどのクレバスが確認されたが、スノーモビルの走行には特に問題なく、Rabben へのルートを確立することができた。Troll 基地から沿岸までのルート上のポイント Rabben-N と Rabben-S との間に、Rabben への分岐点として To Rabben を設置した。

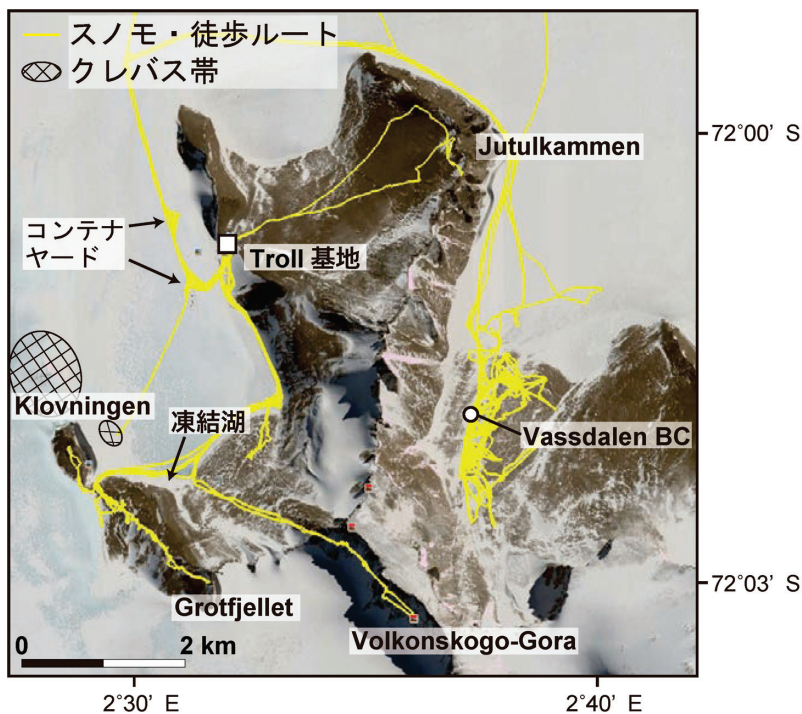


図6 Troll 基地周辺における調査ルート。© Google.  
Fig. 6. Survey routes around the Troll station. © Google.

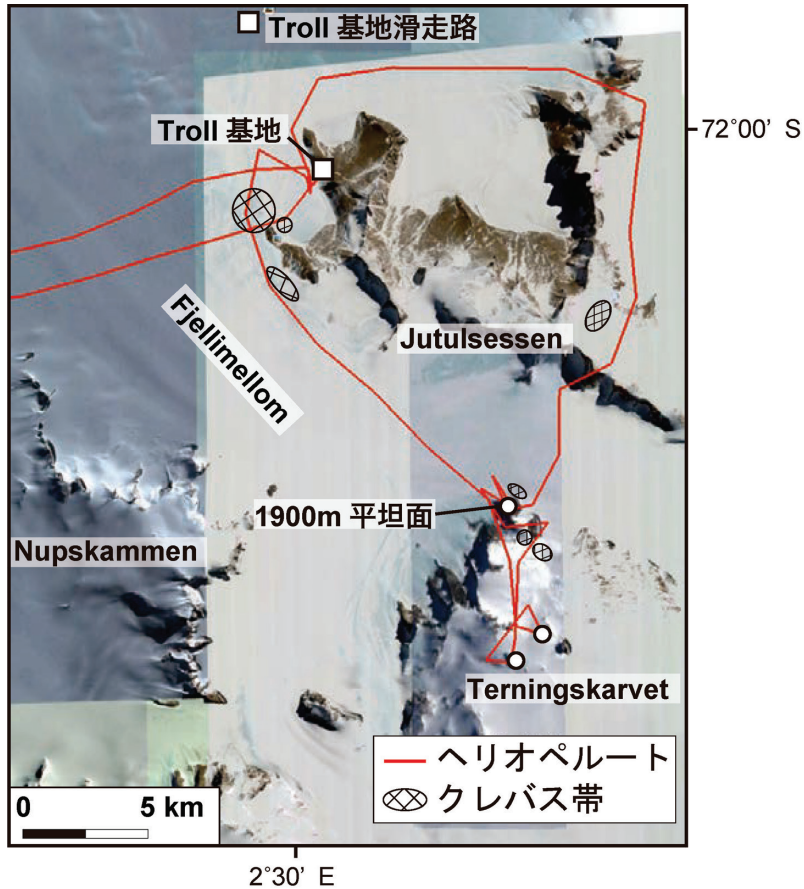


図 7 Troll 基地から Terningskarvet へのヘリオペレート。© Google.

Fig. 7. Route of the helicopter operation from the Troll station to Terningskarvet. © Google.

1月18日～28日までの10日間、Vassdalen BCを拠点として同地域における詳細な地形地質調査を実施した。この調査においては輸送物資量が多く、Troll 基地所有のスノーモービルでは裸氷帯が大半を占める Troll 基地～Vassdalen 間の物資輸送に困難が予想されたため(3.3.4(1)参照)、雪上車による往復物資輸送を Troll 基地に依頼した。10日間の調査期間中は全般に好天に恵まれ、UAVを用いた詳細航空測量(図5h)、トータルステーションによる地上基準点(GCP; ground control point)用航空標識の位置測量、GPR調査、ハンドブレーカーによるポリゴンの掘削調査などの調査を集中的に行うことができた(図5i)。また、うち2日間については Jutulkammen 東壁における基盤地質調査も実施した。

Troll 基地への帰還後、1月30日には Grotfjellet への日帰り地形地質調査を実施した。

#### (5) Area-A 調査 (2016年2月4日～7日)

Area-A 調査は Troll 基地から東に約 100 km 離れた Tor 観測拠点の近傍に AC を設営し、こ



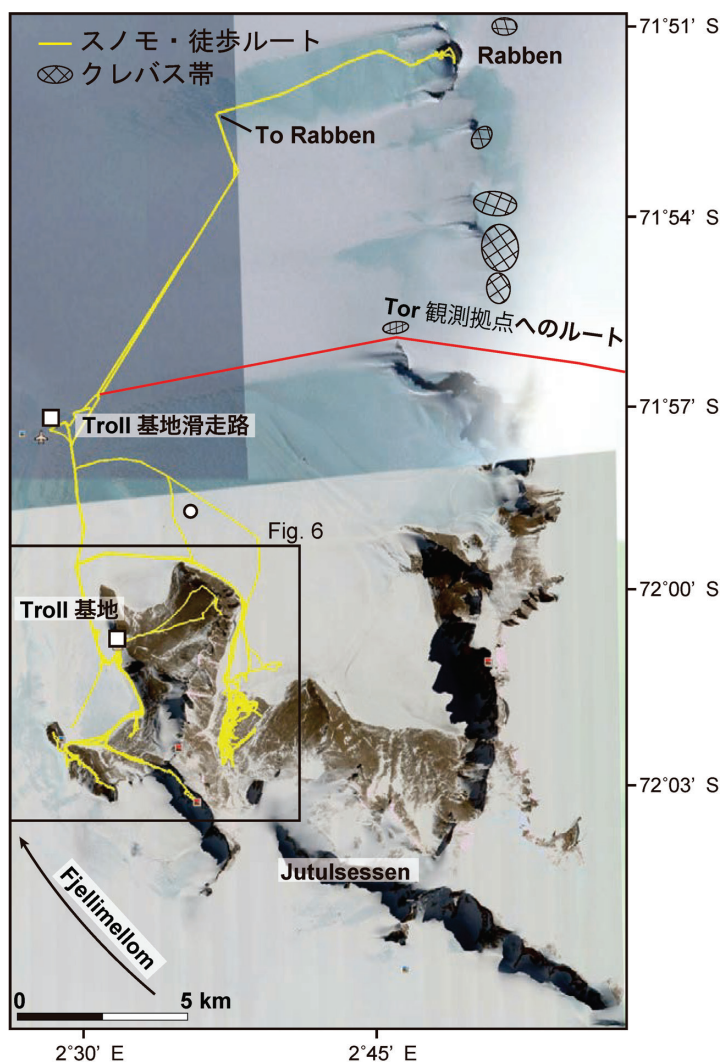


図 8 Troll 基地から Rabben へのルート。© Google.

Fig. 8. Route from the Troll station to Rabben. © Google.

こを拠点として Svarthamaren 地域で実施した (図 9)。Troll 基地から Tor 観測拠点までの移動は、Vassdalen BC への移動と同様、スノーモービル 5 台によって行い、うち 4 台に各 1 台の櫓を連結して必要物資を輸送した。また、Troll 基地に依頼し、事前に雪上車で燃料ドラムを輸送していただいた。

2月4日に Troll 基地を出発し、休憩・昼食時間も含めて約 6 時間で Tor 観測拠点に到達した。2月5日～6日午前中は悪天のため停滞となったが、6日午後には天候が回復したため、Svarthamaren 地域での調査を実施した。Svarthamaren およびその周辺の山地には、氷河によ

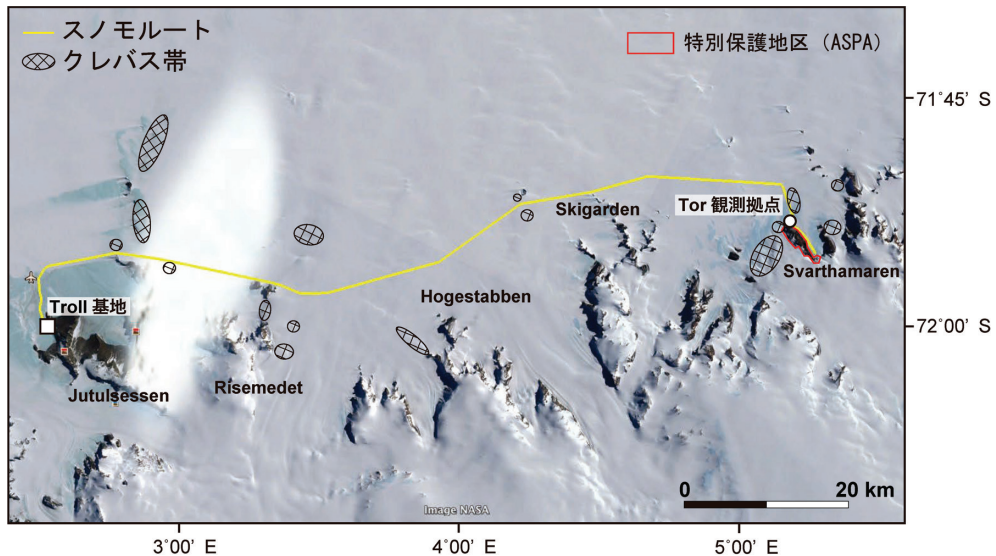


図 9 Troll 基地から Tor 観測拠点へのルート. © Google.

Fig. 9. Route from the Troll station to the Tor research station. © Google.

ると考えられる平坦地形が複数段確認されるが、地形が急峻でアクセスが極めて困難であったため、表面露出年代測定用試料の採取は断念し、基盤地質試料の採取のみを行った。翌 2 月 7 日、Tor 基地を出発し、同日夕方、Troll 基地に帰還した。

(6) Area-B 調査 (第 3 次; 2016 年 2 月 9 日～11 日)

Area-A での調査終了後に、Area-B での補足日帰り調査を実施した。Grotfjellet での追加の地形地質調査、Vassdalen でのポリゴン掘削壁面からの追加サンプリングと埋め戻し、および表面露出年代測定用試料の追加採取を行った。また、調査最終日となった 2 月 11 日には、Volkonskogo-Gora での地形地質調査を実施した。Volkonskogo-Gora の山頂平坦面は、非常に風化が進んでおり、前述の Terningskarvet の 1900 m 平坦面と同様、明確かつ状態の良い迷子石は少なかったものの、2 箇所において表面露出年代測定用試料を採取した。

(7) 物資整理・帰国準備 (2016 年 2 月 12 日～17 日)

Troll 基地からの要請により、すべての輸送物資の梱包・集積を 2 月 15 日までに終了し、ボーイング 737 型機に搭載する必要があったため、2 月 12 日から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、主にキャンプ物資の整理および帰国物資の最終梱包などを行った。また、余った食料については、NPI の松岡博士および Troll 基地の調理隊員に利用してもらおうよう引き渡し、廃棄物については Troll 基地に処理を依頼した。

### 3.1.3. 中央ドロンイングモードランド撤収後の行動

当初の行動計画では、2016年2月18日にNPIの大陸間フライトで Troll 基地からケーブタウンを経由して、オスロへ移動することとしていた。しかし、Troll 基地で開催された Kongsberg Satellite Services (KSAT) の南極アンテナ設置 10 周年記念行事への参加者の都合に合わせて、フライトは2月17日に1日繰り上げられた。

オスロには2月18日の早朝に到着した。オスロ滞在中は、輸送物資の到着確認、日本への輸送手配の確認などを行った後、2月21日便でオスロ空港を出発し、デュッセルドルフを経由して、予定通り2月22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

日本からデュッセルドルフへの物資輸送は、すべて航空貨物便を利用して行った。輸送物資の内訳は、環境 (12.0 kg)、キャンプ (303.1 kg)、通信 (14.5 kg)、発電 (26.0 kg)、医療 (28.0 kg)、個人 (133.0 kg)、調査 (596.5 kg)、食料 (282.0 kg) の計 1395.1 kg である。これに加えて、個人用手荷物として、2機の UAV を南極に持ち込んだ。航空便は11月下旬に発送し、12月第2週までにはデュッセルドルフに到着した。デュッセルドルフでは、空港の Air Cargo Center にて、輸送物資の確認を行った。特に今回の輸送に際しては、従来と比べてリチウムバッテリーの輸送に関する規則が大変厳しくなり、事務処理や梱包には大変苦勞した。今後、リチウムバッテリーを輸送する際には、事前に輸送会社と入念な打合せを持ち、可能な限り船便で輸送するよう手配したほうが無難かもしれない。

デュッセルドルフに集積した全物資はNPIの大陸間フライト第2便(ボーイング737型機)にて南極まで輸送した。前述のように、12月20日の夕刻に Troll 基地へ到着した。Troll 基地滑走路での全輸送物資の積み降ろしおよび基地への輸送はすべて Troll 基地の隊員に行っていた。

### 3.2.2 南極から日本への物資輸送

復路もNPIの大陸間フライトを利用して、全人員と主に食料以外の持ち込み物資と岩石試料をオスロまで輸送した。まず、1月8日までに採取した岩石試料 (204.4 kg) については、1月14日に Troll 基地を発った大陸間フライト第3便にて先にオスロまで輸送した。その後第4便で全人員と物資の輸送を試みたが、NPIの手配したボーイング737型機は、往路より短い機体 (B737-700BBJ) であったため、予定した輸送物資のすべてを積載することができなかった。最終的に第4便で輸送した物資の内訳は、環境 (10.0 kg)、キャンプ (126.5 kg)、通信 (14.5 kg)、医療 (28.0 kg)、個人 (116.5 kg)、調査 (555.3 kg)、非常食料 (18.5 kg)、および岩石試料 (510.7 kg) である。また、Troll 基地に残置した物資は発電 (26.0 kg) とキャンプ (144.1 kg) であり、後日 Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) を利用して

Novolazarevskaya 基地経由で日本へ輸送することを余儀なくされた。この物資積載に関しては、NPI および機体を運航する PrivatAir 社が機体到着時まで輸送物資量と積載可能物資量を正確に見積もっていなかったことが問題であり、人員搭乗の際も個人物資の積載に関して混乱が発生するなど、今後の NPI の航空機利用については留意が必要である。オスロから日本への物資輸送については、すべて航空便で輸送した。また、DROMLAN によりケーブタウンに到着した物資についても、すべて航空便で輸送を行った。

### 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、セール・ロンダーネ山地調査で培われたノウハウに基づき装備を選定した。また、大陸間の物資輸送量に大幅な制約が予想されたため、主要装備について十分な予備品を準備する一方で、Troll 基地で借用可能な装備を事前確認するなど、過剰物資とならないよう配慮した。各装備の詳細なリストについては、キャンプ装備（表 6）、火器・調理器具（表 7）、野外行動・レスキュー装備（表 8）、および個人装備（表 9）に示す。

表 6 キャンプ装備リスト  
Table 6. List of the camping equipment.

装備名	品名・規格	調達先	数量	備考
食堂用テント	ノースフェイス：2meter DOME	南観センター	1	
物資保管用テント	ノースフェイス：Dome 5	南観センター	1	
個人用テント	ノースフェイス：VE-25	南観センター	6	予備1含む
テント予備部品	VE-25本体部、前室部用ポール、補修ジョイントほか	南観センター	1式	
樹脂製ベグ	各テント共用	南観センター	175	各テントに同梱
竹ベグ	50 cm	南観センター	30	
スノーバー		南観センター	12	
アイスクリュー		南観センター	11	
防風ネット		南観センター	2	
ブルーシート	#3000：3.4×3.4 m	南観センター	1	
スコップ	剣先	南観センター	2	調査物資兼用
スノースコップ	ブラックダイヤモンドほか	南観センター	3	
スノーソー		南観センター	2	
スノーブラシ		南観センター	1	
補助ロープ	φ6 mm×50 m, φ5 mm×40/20 m, φ2×20 m	南観センター	1式	φ5ワイロープは地團購入
テントマット	キャラバン：AP銀マット	南観センター	16	
メインテーブル	コールマン：折畳みテーブル	南観センター	1	
サブテーブル	コールマン：三つ折りテーブル	南観センター	1	
ミニテーブル	二つ折りちゃぶ台	南観センター	2	
ラック	スノーピーク：ネットラックスタンド	南観センター	1	
椅子	オガワ：DXチェアほか	南観センター	5	
デジタル置時計	SEIKOほか	南観センター	3	
キャンプ用工具箱	カッター、カッター替刃、刃折器、ダイヤモンド砥石、絶縁ビニールテープ、自己融着テープ、針金、結束バンド、油性マジック、ペイントマーカー、コンベックス、ノギス、テスター、ドライバー、PPテープ	南観センター	1式	
リペアキット	ソーイングセット、リペアシート、接着剤	南観センター	1式	
ラッシングベルト	フック型5 m×12, エンドレス型6 m×3	南観センター	15	
ゴムコード	長さ調節タイプ×6, ノーマルタイプ×4	南観センター	10	

表 7 火気・調理器具リスト

Table 7. List of the cookware.

装備名	品名・規格	調達先	数量	備考
灯油コンロ	マナスル126	南観センター	2	
灯油コンロ	MSR-XGK	南観センター	2	専用燃料ボトル含む
コンロ予備部品	ノズル, パッキンほか, MSR-XGK用リペアキット	南観センター	1式	
燃料ボトル	シグボトル: 1.5L×2, 1L×1	南観センター	3	
灯油用ジョウゴ	小	南観センター	1	
着火剤	ESBIT: アーミー	南観センター	12	
ライター	チャッカマン	私物	3	
マッチ	防水マッチほか	南観センター	12	
コンロ台	ベニア	南観センター	2	
水用タンク (袋状)	MSR: 10L	南観センター	4	
水用ポリタンク	5L	南観センター	1	
やかん	3L	南観センター	1	
保温ボトル	2L×1, 1.8L×3, 1L×1	南観センター	5	
保温袋	Thermos: 大, 小	南観センター	2	アルファ米保温用
保温容器	蓋付き浅皿型	南観センター	5	FD食品戻し用
コップセット	ステンレス製、ざる付き	南観センター	1式	
フライパン	フッ素コーティング	南観センター	1	
焼き網		南観センター	1	
お玉		南観センター	1	
トング		南観センター	1	
ミニしやもじ		南観センター	1	
菜箸		南観センター	1	
フライ返し		南観センター	1	
ゴムべら		南観センター	1	
計量カップ	1000 ml	南観センター	1	
コーヒーポット		南観センター	1	
コーヒードリッパー		南観センター	1	
コーヒーフィルター	100枚入り	南観センター	1	
ビニール袋	ジップロック: 中サイズ	南観センター	12	
タオル	台拭き, 雑巾用	私物	5	
ペーパータオル	100枚入り	南観センター	3	
ゴミ袋	45L(10枚入り)	南観センター	2	環境保全部門より
個人用食器セット	EPIチタン製コップ	南観センター	5式	個人配布
プラスチック腕	エバニュー: PPボウル	南観センター	10	個人配布
プラスチック皿	コールマン: パスタ用	南観センター	5	個人配布
スプーンセット	スプーン, フォークセット	南観センター	5	個人配布
箸	竹製割り箸	南観センター	10	個人配布と予備
保温ボトル	Thermos: 900 ml	南観センター	5	個人配布
マグカップ	スノーピーク: チタンマグ300 ml	南観センター	5	個人配布
ワイングラス	樹脂製組み立て式	南観センター	5	個人配布
ポリ瓶	角型 1000 ml	南観センター	5	個人配布

## (1) キャンプ装備

BCでは、食堂用テント (North Face 2m Dome) を1張と (図 5k), 個人用テント (同 VE-25) を各隊員分 (5張) 設営した。それぞれのテント間には必要に応じてライフロープを設置した。2m Dome 使用時にはテント内にメインテーブル1台, サブテーブル1台, ミニテーブル2台, ネット式ラック1台, および椅子5脚を設置し, 調理器具をはじめ通信機器, 充電器, 食糧, および調味料などを使い勝手の良いように配置した。5泊程度以内の短期キャンプ (AC) では, 食堂用テントにやや小型の North Face Dome5 を使用し, 輸送物資 (什器類) の削減に努めた。なお, 予備として VE-25 を1張, 常時携行した。

今回導入した大型テント 2 m Dome は耐風性能には向上がみられたものの, 初期不良のため, フライシートの固定ストラップにゆとりがなく, 設営が非常に大変であった。また, テ

表 8 野外行動・レスキュー装備リスト

Table 8. List of the outdoor and rescue equipment.

【個人携行品】			
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、ゴーグル、ビッケル、登山靴、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	UHF無線機（予備バッテリー1）、イリジウム衛星電話（予備バッテリー1）、VHF無線機（Troil基地との交信用）	1式	イリジウムは菅沼、外田、赤田が携行 VHF無線機は菅沼が携行 (Troil基地借用品)
記録用品	デジタルカメラ、野帳、筆記用具、ビデオカメラ	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900 ml、携帯おにぎり、FDスープ、魚肉ソーセージ、カロリーメイト類、羊羹、飴など	1式	
ファーストエイドキット	滅菌ガーゼ、包帯、三角巾、テーピング、絆、鎮痛剤など	1式	赤田が携行
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、アッセンダー、プロトラクション、アイスクリュウ、リギングプレート、プー	1式	リギングプレートとプーリーは菅沼、赤田が携行
セルフビレイ用ロープ	φ10.5×5 m ロープを使用し、各自のスノーモービル前部フレームに設置	1	
ロープ	φ9×50 m	1	赤田が携行
【レスキュー機積載品】			
装備名	品名・規格	数量	備考
医療器材	AED、ネックカラー、サムスプリント、ファーストエイドキット（滅菌ガーゼ、包帯、三角巾、テーピング、絆、消毒液、絆創膏、鎮痛剤など）	1式	
レスキュー装備	ダイナミックロープ（φ10.5×50 m）2、スタティックロープ（φ10.5×50 m）1、クレモナロープ（φ12×20 m）1、チェストハーネス1、レスキューキャリングバッグ1、スノーバー3	1式	
非常キャンプ用装備	テント（VE-25）、テントマット、コンロ（MSR-XGK）、メタ、マッチ、コッヘルセット（小）、灯油（1.5 L）、シュラフ、羽毛服	1式	
ルート工作用装備	電動ドライバードリル、アイスオーガ・ドリルビット（KOVACS）、ルート旗30	1式	
その他	毛布、スコップ、非常食	1式	

ント生地を通気性が低い<sup>ろ</sup>ため結露が多く、酸欠による火器の燃焼不調もみられた。今後は換気には十分留意するとともに、酸素濃度計なども利用すべきである。

## (2) 火器・調理器具

調理用コンロにはマナスル 126 および MSR-XGK を併用した。今回は特に MSR-XGK を中心に使用したが、しばしばノズルが詰まる症状がみられた。Troil 基地より供給された灯油について、コーヒーフィルターを用いて濾過した所、大量の不溶物（主に砂塵と携行缶の塗料被膜）が認められたため、これが詰まりの原因と考えられる。原因判明以降は、携行缶からミニボトルに移す際にフィルター濾過を実施した。造水した水の保管には 20 L のポリタンク（Troil 基地借用品）を、お湯の保管には保温ボトル（1.8 L）を使用した。しかし、一部の保温ボトルについては当初から保温機能が低下して使用に問題があったため、外観上の問題はなくとも早めの器具更新が必要である。また、これまでのセール・ロンダーネ山地調査隊と同様、今回も FD 食品の復元用に保温容器（蓋付き浅皿型）を採用したが、使用感はおおむね良好であった。

## (3) 野外行動・レスキュー装備

基本的にはこれまでのセール・ロンダーネ山地調査の装備を踏襲した。特にスノーモービル降車時のクレバス踏み抜きの危険については、菅沼ほか（2012）の方法を一部踏襲し、各

表 9 個人装備品リスト

Table 9. List of the personal equipment.

装備名	品名・規格	調達先	数量	備考
帽子	ホグロフス：FANATIC H CAP	南観センター	1	
防寒帽	ノースフェイス：特注品	在庫品	1	貸与品
目出帽1	アウトドアリサーチ：ゴリラバラクラバ	南観センター	1	強風時のスノモ走行用
目出帽2	ファイントラック：メリノスピンサーモバラクラバ	南観センター	1	
ネックゲイター1	ホグロフス：NECK GAITER	南観センター	1	
ネックゲイター2	ノースフェイス：DIPSEA COVER-IT	南観センター	1	薄手（Hoody系と併用）
ネックゲイター3	ノースフェイス：光電子マルチスタイルウォーマー	寄贈品	1	観測隊向モニタ商品
羽毛服（上）	ホグロフス：MAG2 DOWN JKT	在庫品	1	貸与品
羽毛服（下）	マウンテンエクイップメント：	在庫品	1	貸与品
アウタージャケット1	ファイントラック：アクロジャケット（観測隊仕様）	南観センター	1	貸与品
アウタージャケット2	バタゴニア：SHELTER STONE JKTほか	在庫品	1	貸与品
アウターパンツ1	ファイントラック：アクロパンツ（観測隊仕様）	南観センター	1	貸与品
アウターパンツ2	バタゴニア：POWDER BOWL PANTSほか	在庫品	1	貸与品
長袖シャツ	バタゴニア：BETTER SWEATER HOODY	南観センター	1	主に基地滞在時用
フリースジャケット	バタゴニア：R3 JKTほか	在庫品	1	
ズボン（厚手）1	バタゴニア：DUAL POINT ALPINE PANTS	南観センター	1	
ズボン（厚手）2	ホグロフス：COL PANTS	南観センター	1	
中綿入りジャケット	ホグロフス：BARRIER III HOOD	南観センター	1	主にベースキャンプ用
中綿入りズボン	ホグロフス：BARRIER III PANTS	南観センター	1	主にベースキャンプ用
肌着（上下組）1	モンベル：ジオラインEXPハイネック/タイツ	南観センター	1	
肌着（上下組）2	バタゴニア：CAP TW ZIP NECK/BOTTOMS	南観センター	1	
肌着（上下組）3	バタゴニア：CAP TW ZIP NECK HOODY/BOTTOMS	南観センター	1	
肌着（上下組）4	ホグロフス：ACTIVE MERINO ZIP TOP/LONG JOHN	南観センター	1	
肌着（上下組）5	ノースフェイス：EXP HOT CREW	寄贈品	1	観測隊向モニタ商品
ユニフォーム	バタゴニア：ALPINE GUIDE JKT	南観センター	1	出国・帰国時に着用
手袋1（山岳用）	ファイントラック：エバーブレスアイスグローブほか	南観センター	1	2層型
手袋2（試料採取用）	ノースフェイス：ASCENT GLOVE 指先補強有1，無1	在庫品	2	岩石サンプル採取用
手袋3（試料採取用）	ダイロップ102Fほか	在庫品	1	堆積物コア採取用
手袋4（インナー）	モンベル：メリノウールインナーグローブタッチ	南観センター	1	パネル換作用
手袋5（インナー）	エスコ：インナーグローブ EA354-C-14	南観センター	2	細かい作業用
手袋6（インナー）	モンベル：グリッパー	南観センター	1	汎用（厚手）
靴下1	モンベル：メリノウールEXP/ALPINE 各1	南観センター	2	
靴下2	ファイントラック：メリノスピンEXP/ALPINE 各1	南観センター	2	
防寒靴	パフィン：EIGER	南観センター	1	
登山靴	スポルティバ：SPANTIK	在庫品	1	貸与品
サングラス	ルディープロジェクト：PERCEPTIONほか	南観センター	1	
ゴーグル	スワンズ：GUEST-DH	南観センター	1	ケース、予備レンズ付き
日焼け止めクリーム	ビオレ：SPF50+	南観センター	1	医療部門にて調達
リップクリーム	ニベア：ディーブモイスチャール	南観センター	1	医療部門にて調達
ナイフ	ガーバー：DIESELほか	在庫品	1	貸与品
マグカップ	スノーピーク：チタンマグカップ300 ml	在庫品	1	貸与品
保温ボトル	サーモス：山専ボトル900 ml	在庫品	1	貸与品
個人用コッヘルセット	イービーアイ：チタンコッヘルセット	在庫品	1	貸与品
樹脂製 お椀	エバニュー：PPボール	南観センター	1	
樹脂製 お皿	コールマン：オーバルプレート	南観センター	1	パスタ・カレー用
樹脂製 ワイングラス	ジーエスアイ：ネスティングレッドワイングラス	在庫品	1	貸与品
ザック	マックパック：CASCADE 75Lほか	在庫品	1	貸与品
小物袋	モンベル：ライトスタップバッグ 5L/2L 各1	南観センター	2	
タッパーウェア	アスベル：TLO-40	南観センター	1	
ダッフルバッグ1	ノースフェイス：BC Duffle XL 140L	在庫品	1	貸与品
ダッフルバッグ2	ホグロフス：VALCAN 120L	在庫品	1	貸与品（出国時用）
ヘッドランプ	ベツル：TIKKA XP ATEX	在庫品	1	貸与品
乾電池	パナソニック：エネルーブ単3（黒）	地学	4	主にGPS用
個人用非常装備	固形燃料、角型コッヘル、ライフミラー、レスキューシート、マッチ	在庫品	1式	貸与品
ツェルト	モンベル：ウルトラライトツェルト	在庫品	1	貸与品
コンパス	スント：MC-2	南観センター	1	貸与品
ホイッスル	モンベル：エマーゼンシーコールほか	在庫品	1	
アイゼン	ベツル：パサック	在庫品	1	貸与品
ピッケル	グリベル：エアテック	在庫品	1	貸与品
ヘルメット	グリベル：サラマンダーほか	在庫品	1	貸与品
ハーネス	ディーエムエム：スーパーカーローアル	在庫品	1	貸与品
確保器（兼下降器）	ベツル：グリグリ	在庫品	1	貸与品
登高器	ベツル：アッセンション	在庫品	1	貸与品
ブレーキ付きプーリー	ベツル：プロトラクション	在庫品	1	貸与品
安全環付きカラビナ	ブラックダイヤモンド：HSM型	在庫品	3	貸与品
ノーマルカラビナ	ブラックダイヤモンド：オフセットD型	在庫品	3	貸与品
スリング1	ソウンスリング：（120 cm）3，（60 cm）1	在庫品	4	貸与品
スリング2	ブルージックコード：60 cm	在庫品	1	貸与品
アイススクリュール	ブラックダイヤモンド：ターボエクスプレス19 cm	南観センター	2	貸与品
寝袋	ノースフェイス：INFERNO -29°C	南観センター	1	貸与品
テントマット1	サーマレスト：PROLITE PLUS（エア式）	南観センター	1	貸与品
テントマット2	サーマレスト：RIDGE TEST（ウレタン）	在庫品	1	貸与品
テントシューズ	ノースフェイス：Nuptse Bootie WP III	地学	1	主にベースキャンプ用

自のスノーモービル前部にセルフビレイ用ロープ（ $\phi 10.5\text{mm} \times$ 有効長約3m）を設置することで備えた。レスキュー装備の要となるロープについては、スタティックロープ（ $\phi 10.5\text{mm} \times 50\text{m}$ ）1本を新規調達したが、これ以外のダイナミックロープ（ $\phi 10.5\text{mm} \times 50\text{m}$  および  $\phi 9.0\text{mm} \times 50\text{m}$ ）2本は、前次隊の使用品を使用した。FA 隊員のスノーモービルで牽引するレスキュー橇には、医療器材、レスキュー装備、非常用キャンプ装備、ルート工作用装備、およびその他予備品などを常備した。

#### (4) 個人装備

南極観測用に開発された防寒帽や革手袋をはじめ、基本的にはこれまでのセール・ロンダーネ山地調査隊と同様の装備を採用した。衣類については、アウター（ファイントラック：アタロジャケット/パンツ）を新規採用し、南極観測用に改造（ハンドマイク取り付けループ・大型ポケット・インナーゲイター追加）した。ジャケットのジッパーが咬込みやすい、大腿部に追加したポケットのジッパー縫合が弱いなどの短所もみられたが、独自開発の生地はストレッチ性・防風性・耐摩耗性が高く良好な使用感であった。同社の2重革手袋（エバープレスアイスグローブ）も使用感・耐久性に優れており好評であったが、インナーグローブについては消耗が激しいため、事前に予備を準備するなどの対策が有用と思われる。同社は全製品を国内製造としているため、短期間での製品改造など、海外メーカーでは対応できない要求にも応じられるという長所がある。中綿入り中間着（ホグロフス：BARRIER III HOOD/PANTS）は、すっかり定番化しており、越冬隊にも採用されるようになった。軽量で動きやすく、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. 発電

キャンプ中の電力は、発動発電機（以下発発）によって賄うように準備した。UAV、通信器機、岩石カッターのバッテリー充電を効率的に行うため、発発は比較的小型・軽量で発電能力が大きい HONDA EU16i をオーバーホールし、寒冷地用に調整したうえで持ち込んだ。

#### 3.3.3. 通信

通信機器として、UHF 無線機6台、イリジウム衛星電話3台、およびイリジウム GO! 衛星端末+通話用アンドロイド端末を1セット用意した（表10）。昭和基地との定時交信は、事前の申し合わせにより、Troll 基地に到着後の2015年12月18日の昭和基地時間21:30から行うこととした。

昭和基地との定時交信は、主にイリジウム GO! 端末セットを用いて行った。イリジウム GO! 端末セットの設置が困難な場合には通常のイリジウム衛星電話を用いた。イリジウム GO! 端末セットを利用する場合、アンドロイド端末のスピーカーから昭和基地側の音声を全員で聞くことができるので、通常のイリジウム衛星携帯電話よりも有効であった。イリジウム衛星電話のうち、リーダー機は常時 ON 状態とし、その他の2台は非常用として常時携帯



表 10 通信機リスト

Table 10. List of the equipment for communication.

通信機の種類	機種	台数	備考
UHF無線機	ICOM UH37CTM	6	ハンディーマイクセット6個, 予備バッテリー6個
イリジウム衛星電話	KDDI 9505A	3	極地研所有2台, 地学所有1台, 予備バッテリー4個
イリジウムGO!衛星端末セット	KDDI Iridium GO! + Android端末NEXSUS 7	1	極域データセンターより借用

表 11 イリジウム衛星電話による通信状況

Table 11. Record of the communication condition by iridium satellite phones.

年月日	機器	感度	キャンプ地	備考	年月日	機器	感度	キャンプ地	備考
2015年 12月21日	1	*	Troll基地	※56次越冬隊との通信	2016年 1月22日	1	*	Vassdalen BC	
12月22日	1	*	Troll基地	※56次越冬隊との通信	1月23日	1	良好	Vassdalen BC	
12月23日	1	良好	Troll基地	※56次越冬隊との通信	1月24日	1	良好	Vassdalen BC	
12月24日	1	良好	Troll基地		1月25日	1	良好	Vassdalen BC	
12月25日	1	*	Troll基地		1月26日	1	良好	Vassdalen BC	
12月26日	1	*	Vassdalen BC		1月27日	1	*	Vassdalen BC	
12月27日	1→2	*	Vassdalen BC		1月28日	1	*	Troll基地	
12月28日	1	良好	Troll基地		1月29日	1	良好	Troll基地	
12月29日	1	良好	Troll基地		1月30日	1	良好	Troll基地	
12月30日	2	良好	SANAE基地		1月31日	1	*	Troll基地	
12月31日	2	良好	SANAE基地		2月1日	1	良好	Troll基地	
2016年 1月1日	2	良好	SANAE基地		2月2日	1	良好	Troll基地	
1月2日	1→2	*	Jutulrora AC		2月3日	1	良好	Troll基地	
1月3日	2	良好	Jutulrora AC		2月4日	1	良好	Tor観測拠点 AC	
1月4日	1	良好	Jutulrora AC		2月5日	1	*	Tor観測拠点 AC	
1月5日	1	*	Jutulrora AC		2月6日	1	*	Tor観測拠点 AC	
1月6日	1	良好	Troll基地		2月7日	1	良好	Troll基地	
1月7日	1	良好	Troll基地		2月8日	1	良好	Troll基地	
1月8日	1	良好	Troll基地		2月9日	1	良好	Troll基地	
1月9日	2	良好	Troll基地		2月10日	1	良好	Troll基地	
1月10日	1	良好	Troll基地		2月11日	1	良好	Troll基地	
1月11日	1	良好	Troll基地		2月12日	1	*	Troll基地	
1月12日	1	*	Troll基地		2月13日	3	良好	Troll基地	
1月13日	1	良好	Troll基地		2月14日	2	*	Troll基地	
1月14日	1	良好	Troll基地		2月15日	2	良好	Troll基地	
1月15日	1	*	Troll基地		2月16日	2	良好	Troll基地	
1月16日	1	良好	Troll基地						
1月17日	1	良好	Troll基地						
1月18日	1	*	Troll基地						
1月19日	1	*	Vassdalen BC						
1月20日	1	良好	Vassdalen BC						
1月21日	1→2	*	Vassdalen BC						

機器： 1 イリジウムGO!衛星端末+通話用アンドロイド端末  
 2 イリジウム衛星携帯電話  
 3 トロール基地の固定電話

感度： \*途中で通信回線断のため、かけ直しが生じた

した。調査期間中の通信状態について、表 11 にまとめた。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は、公式通信として昭和基地にイリジウム衛星携帯電話等で随時連絡を行った。

UHF 無線機は、各自に 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 ON とすることとし、隊員間で常時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、おおむね良好な通信状態であった。また、UHF 無線機には、時折ノイズが発生することがあった。これは一眼レフカメラのオートフォーカスや GPS 機能が原因と考えられる。本調査隊では、予備機として UHF 無線機本体を 1 台準備していたが、ノルウェー隊隊員との共同行動の際に予備機を使用することもあったため、今後は複数台の予備を準備するほうが良い。

### 3.3.4. 車両・燃料

#### (1) スノーモービル

本調査隊では、Troll 基地所有のヤマハ製バイキング（VK540: 2ストローク直列 2 気筒 540 cc）を使用した。今回使用した各車両の使用状況は、表 12 にまとめた。

本調査の全行程で、各隊員のスノーモービル走行距離は平均約 545 km であった。また、総給油量は平均約 142 L であったことから、スノーモービルの燃費はおおむね 3.8 km/L である。エンジンオイルは、調査期間中に平均 1.6 L 程度を給油しており、その消費率は、平均 220 km/L 程度である。

なお、Troll 基地のスノーモービルのトラックにはスパイクがないため、裸氷走行時に橇の牽引が非常に困難であった。さらに、スキーのキールの摩耗が著しいものは、裸氷帯で操舵不能に陥ることもあった。そのため、ルートの大半を裸氷帯が占める Vassdalen への物資輸送は、雪上車に頼らざるを得なかった。

#### (2) 物資輸送用橇

Troll 基地の物資から、NPI の松岡博士が管理する樹脂製橇（Northern Sled works 社製 Siglin Sleds）を 4 台借用し、劣化した<sup>ひも</sup>紐の部分<sup>ひも</sup>を補修したうえで使用した。物資固定はラッシングベルト、タイダウンベルト、およびバンジーコードにて行った。また、燃料携行缶については、ダンボールなどで適宜養生した。日帰り調査では、レスキュー橇に医療器材、レスキュー装備、非常用キャンプ装備、ルート工作用装備、非常食、およびその他予備品などを積載して、FA 機が牽引した。

### 3.3.5. 食料計画

#### (1) 食料計画・梱包

食料計画は、朝食、行動食、夕食、およびその他（飲料・デザート・調味料）に分けて組み立てた。第 57 次隊での南極滞在予定日数は 63 日間である。その内 40 日程度は Troll 基地から食事提供を受ける計画であったが、10 日程度の予備を含め、都合 34 日分のキャンプ食料および 44 日分の行動食を準備した。また、食料品目の構成に当っては、毎日の摂取カロリー

表 12 スノーモービル使用状況の詳細  
Table 12. Status of the ski-doo's after expedition.

車両番号	使用者	積算走行距離 (km)	調査期間中の走行距離 (km)	総給油量 (L)	燃費 (km/L)	総エンジンオイル補給量 (L)	エンジンオイル消費率 <sup>*1</sup> (km/L)	備考
NR5	菅沼	1911.6	569.7	137	4.2	1.8	210.8	
NR3	金田	-	-	157	-	1.8	-	・オドメータ故障
NR1	小山	3777.5	585.2	130	4.5	1.3	197.1	
NR2	外田	6184.7	494.5	142	3.5	1.6	232.3	・スキーのキール摩耗の為、裸氷走行時に操舵困難。 ・使用開始時にバッテリー交換
NR4	赤田	6328.7	531.0	142	3.7	1.6	240.9	・スキーのキール摩耗の為、裸氷走行時に操舵困難。

\*1: 1/14~2/6の値

が3000kcal程度となるよう配慮した。この値は一般的に「成人男性が激しい運動を伴う場合に必要なエネルギー」とされている。南極内陸部では寒冷と強風にさらされ、常に産熱が必要とされるため、この程度のカロリー摂取は必須であり、過去の実績からも妥当と考える。ちなみに、しらせの食事は4700kcal、昭和基地の食事は4000kcalとされているが、野外行動中の喫食は行動食に限定されることから、それだけのエネルギーを摂取することは困難である。以下、朝食、行動食、夕食、およびその他について準備状況を記す。

朝食は、パスタ、お茶漬け、即席めんをローテーションし、計34食分用意した(表13)。また、増量用に、お茶漬けにはフリーズドライ(FD)にゆうめんを、即席めんには餅を追加し、1食あたり650-1000kcalのエネルギー摂取ができるようにした。餅は切り餅のほか、スライス餅など3種類を用意した。

行動食は、魚肉ソーセージ、カルパス、羊羹<sup>ようかん</sup>、ビスケット、シリアルバー、チョコレート、ミックスマッツ、およびドライフルーツなどを準備し、1食あたり800kcal以上のエネルギー摂取ができるように2通りの組み合わせを設定した(表14)。また、メーカーのサンプル提供を受け、アルファ米の「携帯おにぎり」を1人12個分準備した。

夕食は、主食はアルファ米、主菜・副菜はFDメニューで構成した(表15)。主菜・副菜については、メニュー選定も含めて(株)極食に製造を委託し、20種類のメニューをローテーションする形で(表16)、計34食分準備した。また、クリスマスと正月用の特別食、多用途に使える素材として挽肉<sup>ひきにく</sup>、きのこ、野菜、およびシーフードミックスなど13種類をFDにて準備した。アルファ米は白米2、味付け米1の割合とし、FD味噌汁・スープ類は1日につき1人3個消費するものとして準備した。

その他の食品として、飲料はレギュラーコーヒー、紅茶、粉末緑茶、ココア、およびカル

表13 朝食リスト

Table 13. List of breakfast items.

【A: パスタの構成】								
項目	名称 (容量など)	1人1食		5人1食		人・食	総数	
		包装	重量g	包装	重量g		包装	重量kg
主食	パスタ	- 袋	160	0.8 袋	800	60	- 袋	9.6
ソース	市販品をFD化(約30g)	1 袋	30	4 袋	150	60	60 袋	1.8
スープ	FD(市販品:約12g)	1 袋	12	4 袋	60	60	60 袋	0.7

【B: アルファ米(お茶漬け)の構成】								
項目	名称 (容量など)	1人1食		5人1食		人・食	総数	
		包装	重量g	包装	重量g		包装	重量kg
主食	アルファ米(白米:100g入)	1 袋	100	5 袋	500	60	60 袋	6.0
茶漬け	FD(市販品:約15g)	1 袋	15	5 袋	75	60	60 袋	0.9
にゆうめん	FD(市販品:約15g)	1 袋	15	5 袋	75	60	60 袋	0.9

【C: 即席めんの構成】								
項目	名称 (容量など)	1人1食		5人1食		人・食	総数	
		包装	重量g	包装	重量g		包装	重量kg
主食	ラーメン(約80g)	1 袋	80	5 袋	400	50	50 袋	4.0
主食	もち(切り餅:1個50g)	2 個	100	10 個	500	50	200 個	5.0
具材	フリーズドライ素材を適宜利用							

表 14 行動食リスト

Table 14. List of snacks.

品 目	1人1食		5人1食		摂取パターン		食数	総 量	
	摂取単位	g	摂取単位	g	A	B		摂取単位	kg
魚肉ソーセージ	1 本	75	5 本	375	●		20	100 本	7.5
スティックカルパス	1 本	20	5 本	100		●	20	100 本	2.0
ひとくち羊羹 (栗)	1 個	50	5 個	250		●	20	100 個	5.0
カロリーメイト各種 (2本/袋)	1 袋	40	5 本	200	●		20	50 箱	4.0
ソイジョイ各種	1 本	30	5 本	150		●	20	100 本	3.0
一本満足バー各種	1 本	40	5 本	200		●	20	100 本	4.0
バランスアップ各種 (2枚/袋)	1 袋	35	5 枚	175	●		20	50 袋	3.5
チョコレート (粒) 各種	5 粒	20	25 粒	100		●	20	22 箱	2.0
キャンデー各種	5 粒	20	25 粒	100	●		20	25 袋	2.0
ミックスナッツ	20 g	20	100 g	100	●		20	2000 g	2.0
ドライフルーツ (バナナ)	30 g	30	150 g	150		●	20	3000 g	3.0
ドライフルーツ (マンゴー)	30 g	30	150 g	150	●		20	3000 g	3.0

表 15 夕食の構成

Table 15. Nutritional composition of the items on the dinner menu.

項目	名 称 (容量など)	1人1食		5人1食		食数	総 数	
		包装	重量 g	包装	重量 g		包装	重量 kg
主食	アルファ米 (白米: 100g入)	1 袋	100	5 袋	500	110	110 袋	11.0
	アルファ米 (味付け米: 100g入)	1 袋	100	5 袋	500	60	60 袋	6.0
主菜・副菜	フリーズドライ (主菜1品, 副菜2品)	1 式		5 式		170	170 式	
スープ	FD (市販品: 約12 g)	2 袋	24	10 袋	120	170	340 袋	4.1

ビスなどを、デザートにはパック入りフルーツ各種を準備した (表 17)。調味料は醤油などの基本的な調味料の他、わさび、からし、およびにんにくなどのチューブ入り調味料を用意した (表 18)。菓子、つまみ等も 2 日に 1 品程度の割合で準備した。

梱包については、朝夕食のレーションは 5 人×4 日分を基本として 1 箱に梱包し (表 19)、32 日分で合計 8 梱とした。これにはデザート、菓子、および FD 素材も適量ずつ同梱した。この他、特別食・予備食を 1 梱、FD 味噌汁・スープ類を 2 梱、飲料・調味料を 3 梱準備した。行動食に関しては摂取パターン別に 2 梱作成した。梱包に際しては、野外活動中の廃棄物を減らすため可能な限り包装をはがして梱包した。また、液体の調味料等は漏れないようにビニールに包み厳封して梱包した。

## (2) 食料計画の実施状況

結果的に、キャンプを伴う野外調査は、Vassdalen BC (2 泊 3 日)、Jutulrøra AC (4 泊 5 日)、Vassdalen BC (10 泊 11 日)、Tor 観測拠点 (3 泊 4 日) の都合 4 回 (19 泊 23 日) であった。これは、おおむね計画通りの宿泊日数であり、予備日 10 日分を含め、約 14 日分の食料が余った。余った食料のうち 1 梱分 (FD 食料と行動食) は帰国フライトの非常食として持ち帰った。また、アルファ米、FD 食料、FD スープ、調味料など 3 梱分は、NPI の松岡博士に次シーズン利用して頂くよう Troll 基地に引き渡したほか、アルファ米、飲料、調味料などは Troll 基地内での懇親会の際に消費した。

表 16 夕食のFDメニューリスト

Table 16. List of freeze dried (FD) menu for dinner.

#	メニュー	#	メニュー
1日目	刺身 (ほたて・えび・うに) くろがれいの煮付け ほうれん草のお浸し	11日目	鶏肉の赤ワイン煮込み さけ塩焼き
2日目	さけ塩焼き 鶏肉のクリーム煮 ひじきサラダ	12日目	チキンカレー トマトオムレツ ゴーヤチャンプル
3日目	エゾシカ肉のロースト 帆立入り青菜お浸し たまご焼き	13日目	さくらますの南蛮漬け 空豆と白菜の炒め物 筑前煮
4日目	牛ステーキ (ミックスベジタブル添え) 秋刀魚と野菜の煮物 ほうれん草の胡麻和え	14日目	チリコンカン 細切り牛肉とピーマン 帆立とキャベツの炒め
5日目	親子丼 肉じゃが ブロッコリーの白和え	15日目	蒸し鶏 牛カルビ焼き肉 キャベツとえのきの土佐酢浸し
6日目	鶏肉とカボチャの含め煮 バナエイエビのウニソース炒め きんぴらごぼう	16日目	ポークチャップ ブイヤベース ほうれん草お浸し
7日目	えび天卵とじ スモークサーモンサラダ なすの揚げ煮	17日目	キーマカレー すずきの塩焼き キャベツの土佐酢浸し
8日目	鯛の酒蒸し 海鮮チリソース モロヘイヤのお浸し	18日目	十勝牛のすき焼き 鯛の梅煮 海鮮たまごあんかけ
9日目	麻婆豆腐 鶏の照り焼き 切り干し大根サラダ	19日目	なすと挽肉のカレー 帆立のクリーム煮 ポテトサラダ
10日目	豚肉の生姜焼き オクラと長芋のたたき きんきの煮付け	20日目	鶏の地中海風 ホッケの塩焼き 青梗菜としらすのお浸し

表 17 飲料およびデザートのリスト

Table 17. List of drinks and dessert.

【飲料リスト】		【デザートリスト】	
品 目	数量	品 目	数量
レギュラーコーヒー 200 g	11	フルーツパウチ (みかん)	10
紅茶 (ティーバッグ20 p)	4	フルーツパウチ (ミックス)	10
粉末緑茶スティック 100本	1	フルーツパウチ (白桃)	10
粉末ほうじ茶スティック 100本	1	フルーツパウチ (パイナップル)	10
カルピス 470 ml	3	フルーツパウチ (洋梨)	10
ミルクココア スティック 5本	10		
レモンティー 500 g	1		
レモネード 470 g	1		
顆粒 こんぶ茶	2		
顆粒 しいたけ茶	1		
FDおしるこ	20		
FD甘酒	12		

表 18 調味料リスト

Table 18. List of condiments.

品目	数量	品目	数量	品目	数量
しょうゆ 200 ml	2	具入りラー油 85 g	2	チューブ入り にんにく 42 g	2
マヨネーズ 450 g	1	うどんスープ 20袋入	1	チューブ入り ゆず胡椒 40 g	2
つぶつぶ野菜ケチャップ 300 g	1	鶏がらスープ 50 g	1	チューブ入り しそ梅 40 g	2
とんかつソース 300 ml	1	コンソメスープ 15個入	1	おぼろ昆布 44 g	1
お好みソース 500 g	1	オリーブオイル 500 ml	2	酢飯の素 (すし太郎)	10
焼肉のたれ 300 g	1	七味唐辛子 14 g	3	焼のり 10枚入	3
タバスコペーパーソース 60 ml	2	ハーブ塩 53 g	1	ホットケーキミックス 400 g	1
バルメザンチーズ 80 g	2	あらびきコショウ 21 g	1	お好み焼きの粉 400 g	1
チューブでバター1/3 160 g	2	チューブ入り わさび 42 g	2	すいとんの粉 400 g	1
メープルシロップ 150 g	1	チューブ入り からし 42 g	1	FD山芋の粉 4袋入	6

表 19 全食料の梱包リスト

Table 19. Packing list of all food items.

梱包番号	レーション内容	朝食						夕食			デザート・菓子類	
		A		B			C	白米 (1食入)	味付米 (1食入)	FDメニュー番号		
		(400gスタ)	バスタソース	白米 (1食入)	茶漬の素	にゅうめん						ラーメン
F1	1~4日目の朝食・夕食	4	10	5	5	5	10	18	7	1~4	○	
F2	5~8日目の朝食・夕食	2	5	10	10	10	5	10	18	7	5~8	○
F3	9~12日目の朝食・夕食	2	5	5	5	5	10	20	12	14	9~12	○
F4	13~16日目の朝食・夕食	4	10	5	5	0	5	10	18	7	13~16	○
F5	17~20日目の朝食・夕食	2	5	10	10	0	5	10	18	7	17~20	○
F6	21~24日目の朝食・夕食	2	5	5	5	0	10	20	12	14	1~4	○
F7	25~28日目の朝食・夕食	4	10	5	5	0	5	10	18	7	5~8	○
F8	29~32日目の朝食・夕食	2	5	10	10	0	5	10	18	7	9~12	○
F9	特別食・予備食	クリスマス・正月用FDメニュー, 予備FDメニュー, FD素材										
F10	FDスープ (みそ汁)	各種みそ汁										
F11	FDスープ (スープほか)	各種スープ, 吸い物, にゅうめん										
F12	調味料・飲料	調味料全般, ホットケーキミックス, コーヒー, 粉末飲料ほか										
F13	飲料	日本酒パックほか										
F14	飲料	箱ワイン, つまみ類										
F15	行動食A	魚肉ソーセージ, カロリーメイト, キャンディーほか										
F16	行動食B	カルパス, 羊羹, 一本満足バー, チョコレートほか										

1食あたりの主食の量は、第53次隊と比較し減量（アルファ米は120gから100g/人、パスタは200gから160g/人、即席めん用切り餅は100gから50g/人）したが、不足感を訴える隊員はいなかった。これは、長期間のキャンプがなかったこと、好天に恵まれ、寒冷・強風下での野外調査が少なかったこと、隊員の平均年齢が高くなったことなどが原因と思われる。なお、即席めん用切り餅については、調理時間を節約するため、スライス餅を優先的に使用した。

FD食料（主菜・副菜）については、基本的に第54次隊までのメニューを踏襲しており、味、量、調理（湯による復元）ともにおおむね良好であったが、「きんきの煮つけ」など切り身になっていないものは、復元に苦勞した。また、FD素材は重宝したが、量的に過剰であった。

FD味噌汁・スープ類は、1人1日3個準備し、おおむね予定通り消費したが、行動食として活用することも多かったため、結果的には予備日数分も消費することとなった。

行動食は、44日分準備したのに対し、実質的な野外調査日数は34日であったが、品目によって消費傾向が分かれた。魚肉ソーセージ、カルパス、ソイジョイ、一本満足バー、ミックスナッツなどは、おおむね計画通りに消費されたが、羊羹、カロリーメイト、ドライバナナは半分以上が余った。行動食の消費傾向は隊次によっても異なるため、どのような品目と構成が最良かは断言できないが、喉の通りの良いもの（ビスケット類なら少しでもしっとりした食感のあるもの）が全般に好まれると思われる。また、今回初めて採用した「携帯おにぎり」は、予想以上に重宝した。復元に15分ほどかかるため、好天や風の当たらない休憩場所の確保など条件が整わないと利用しづらいが、FD味噌汁などと一緒に利用することで、短時間であっても、暖かい食事ができるのは嬉しいことである。今後も利用する価値があるとと思われる。

### 3.3.6. 環境保全

#### (1) 環境省への確認申請

南極での活動は、国際的な取り決めである「環境保護に関する南極条約議定書」に基づいて、それぞれ各国の国内法に従って事前に許可を受ける必要がある。今回のように、他国（ノルウェー）の活動エリアでの活動については、ノルウェーあるいは日本のどちらかの国内法によって許可を得ることになる。今回は、ノルウェー側とも事前に相談したうえで、昭和基地に行く第57次観測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」によって、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）を受けて行動した。また、調査予定地域の一部には特別保護地区（ASPA）が設定されていたが（図9）、そこには立ち入らないことを事前に申し合わせて、特別な立ち入り許可の申請は行わなかった。

#### (2) 廃棄物

南極での廃棄物減量のため、物資については可能な限り不要な外装をはがして持ち込むこととした。また、キャンプ時の排泄にはペール缶トイレを用いることとした。

実際の南極滞在中の廃棄物は、主として食品の包装や衣類などの可燃物、タガネやグラインダの刃などの金属類、ビン、および故障したポットなどの焼却不適物であった。生ゴミに関しては、FD食を使用し食べ残しもなかったため、排出しなかった。また、電池に関しても充電式電池を使用したため廃棄しなかった。ペール缶の排泄物を含めてすべての廃棄物および排泄物の処理を Troll 基地に引き受けていただいた。キャンプ期間中の廃棄物量については表20にまとめた通りである。

#### (3) それ以外の環境保全

中央ドロンイングモードランドには、ユキドリなどの鳥類、地衣類、および藻類が生息し

表 20 キャンプ期間中の廃棄物リスト  
Table 20. List of waste material during camping.

キャンプ期間	キャンプ地	可燃	プラ	ガラス	金属	トイレ	【単位：kg】
							その他
12月26-28日 (2泊3日)	Vassdalen BC	1.5	0.3	-	0.2	2.8	使い捨てカイロ： 0.5 kg
1月2-6日 (4泊5日)	Jutulrora AC	2.0	0.5	0.5	0.4	6.9	
1月18-28日 (10泊11日)	Vassdalen BC	8.0	1.2	0.4	0.1	17.8	
2月4-7日 (3泊4日)	Tor観測拠点 AC	2.3	0.5	-	0.2	5.0	

ていることが報告されており、試料採取や歩行の際にはできる限り生息域に立ち入らず、見つけた場合は踏みつけないよう注意した。また、スノーモービルや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。また、基地周辺での行動は、当然ながら、基地担当者の指示に従って、環境への影響に留意して活動を行った。

### 3.3.7. 医療

中央ドロンイングモードランドでの野外調査用の医療機器・医薬品については、第57次越冬隊の医療隊員に選定を依頼し、現地では以下の4つに分けて管理した。(1) キャンプ地に保管しておくもの（緊急性の低い医薬品や生理食塩水など凍結しやすいもの）、(2) レスキュー橇で携行するもの（AEDほか、外傷処置に必要な固定具など）、(3) FAのザックに入れて常時携帯するもの（外傷処置に最低限必要な保護ガーゼ、包帯、テーピング、鎮痛剤など）、(4) 各自に配布し携行するもの（レスキューシートなど）である（表21）。

救急救命訓練については2015年10月5日に医療隊員の協力を得て実施した。この訓練では、傷病者の観察手順、<sup>けいつい</sup>頸椎や全身の保護、血圧計など医療機器の使用法、注射・点滴、およびクレバス転落事故を想定した演習などを行った。幸いにも実際の調査中に大きな怪我や病気はなかったが、いくつかの症状がみられたので以下に記す。

#### (1) 手指のひび割れ

乾燥のため指先がひび割れる症状がみられた。これは、南極では多くの人が経験する症状である。ユベラリッチ軟膏<sup>なんこう</sup>やバスタロン軟膏（尿素20%）などをこまめに塗り、キネシオテープ等で保護することで症状の改善がみられたが、野外活動が長期におよぶ場合には、根本的な解決は難しいと思われる。

#### (2) 手指、手首、肘などの関節痛

スノーモービルのスロットル操作による、親指付け根の過剰使用や振動障害、削岩機を用いた掘削作業による<sup>けんしやうえん</sup>腱鞘炎が原因と思われる。スチックゼノール、イドメシゲルなどの消炎鎮痛剤を塗布したほか、キネシオテーピング処置により痛みの軽減を図った。また、第53次隊での経験を活かし、スノーモービルでの長時間移動の際には、防寒と振動障害の予防のために厚手のオーバーミトンを使用した。



表 21 医療品リスト

Table 21. List of medical equipment.

品目	数量	*1	*2	*3	備考
<b>医療機器</b>					
自動式血圧計	1	○			
パルスオキシメーター	1	○			
単3電池 予備	4	○			
単4電池 予備	2	○			
体温計[耳式]	1	○			
AED plus (予備バッテリー含)	1	○			
人工呼吸セット	1	○			
<b>外傷処置</b>					
傷用ステープラ マニプラー	2	○			
傷用ステープラ リムーバー	1	○			
ステリストリップ	7	○	○		
カットパン	60	○	○		
キズパワーパッドふつう	2	○	○		
キズパワーパッドおおきめ	1	○	○		
大きなカットパン 50×70 mm	10	○	○		
大きなカットパン 100×150 mm	5	○	○		
滅菌綿棒 2本入り	12	○			
普通の綿棒	25	○			
滅菌ガーゼ 20×20 mm 5枚入	10	○	○		
吸水パッド	3	○			
滅菌手袋	2	○			
台所用手袋	1	○	○		
非滅菌 使い捨て手袋	24	○	○		
使い捨てマスク	10	○			
三角巾 105×105 mm	5	○	○		
弾性包帯 50 mm	3	○	○		
弾性包帯 75 mm	5	○	○		
伸縮包帯 50 mm	3	○	○		
伸縮包帯 75 mm	5	○	○		
サージカルテープ 50 mm	3	○			
鉗子	2	○			
はさみ	2	○	○		
<b>固定用品</b>					
錐権固定カラー	1	○			
バストバンド	1	○			
クラビクラバンド	1	○			
テーピング用テープ 37.5 mm	3	○	○		
テーピング用テープ 50 mm	2	○	○		
テーピングテープ 38 mm	2	○	○		
テーピングテープ 50 mm	1	○			
サムスプリント 108 mm	2	○	○		
サムスプリント 指用	3	○			
腰用サポーター	1	○			
膝用サポーター	2	○			
肘用サポーター	2	○			
足首用サポーター	1	○			
<b>点滴・注射</b>					
注射器 10 ml	5	○			
注射器 20 ml	5	○			
針 18G	5	○			
翼状針 23G	5	○			
点滴セット	3	○			
脈血帯	1	○			
大塚生理食塩水 100 ml	5	○			
ソル・メドロール注 500 mg	5	○			
ペントシリン静注用バッグ 2 g	4	○			
生食 500 ml	3	○			
OS1粉末	10	○			
<b>内服薬</b>					
頭痛・解熱剤					
ロキソニン錠 60 mg	60	○			
カロナール錠 200 mg	30	○			
ブスコパン錠 10 mg	10	○			
ホルタル坐薬50 mg	5	○		○	
胃腸薬					
第一三共胃腸薬(細粒)	20	○			
ピオフェルミンR錠 60 mg	30	○			
ロベミン 1 mg	10	○			
ブルセニド錠 12 mg	10	○			
ザンタック 150 mg	30	○			
ムコスタ錠 100 mg	60	○			
プリンペラン錠 5 mg	10	○			
風邪薬					
パブロンエースAX錠 36錠/箱	36	○			
ツムラ葛根湯 2.5 g	15	○			
オラドールローチ 0.5 mg	20	○			
イソジンうがい薬 50 ml	1	○			
抗生物質					
フロモックス錠 100 mg	40	○			
クラビット錠 500 mg	15	○			
皮膚・凍傷					
ユベラ錠 50 mg	100	○			
オバルモン 5 µg	42	○			
睡眠薬					
マイスリー錠 5 mg	30	○			
その他					
メブチンエアー 10 µ	1	○			
アダラートカプセル 5 mg	10	○			
ニトロペン舌下錠 0.3 mg	10	○			
デパス錠 0.5 mg	10	○			
アレジオン錠 10 mg	20	○			
ホクナリンテープ 2 mg	7	○			
ブレドニン錠 5 mg	10	○			
ダイアモックス錠250 mg	10	○			
バルトレックス 500 mg	42	○			
<b>外用薬</b>					
MS温湿布 7枚/袋	3	○			
筋肉・関節痛					
ロキソニンテープ 7枚/袋	5	○			
スチックゼノールA	2	○			
イドメシニコワグル	3	○			
塗り薬					
クロマイP軟膏 25 mg	2	○			
ゲンタシン軟膏 10 g	3	○			
強力レスタミンコーチン軟膏	3	○			
イソジンゲル 4 g	2	○		○	
プロスタンディン軟膏 30 g	1	○			
アフタッチ 25 µg	10	○			
バスタロン尿素20%ソフト 25 g	2	○			
ピーソフテンローション0.3% 50 g	2	○			
ユベラリッチ 28 g	5	○			*4
ネリプロクト軟膏 2 g	10	○			
アラセナA軟膏 3%5 g	2	○			
点眼薬					
フルメロン点眼液 0.1%10 ml	2	○			
クラビット点眼液 0.5%5 ml	2	○			
ゾビラックス眼軟膏 3%5 g	1	○			
消毒薬					
アルコール綿	20	○			
消毒用エタノール 100 mlスプレー	3	○			
<b>衛生用品</b>					
体拭きウェットタオル	2	○			
皮膚清拭剤 スキナ (泡タイプ)	3	○			
<b>個人用品</b>					
ピオレささらUVパーフェクトミルク	5	○			*4
ニベアディーブモイスチャラー	5	○			*4
救急アルミックシート	5	○			*4
人工呼吸用マウスシート レサコR	5	○			*4

\*1: キャンプ保管, \*2: レスキュー機にて携行, \*3: FA常時携行

\*4: 各自へ配布

(3) 雪目

ゴーグルは装着していたものの、裸氷帯でのスノーモービル走行により、ごく軽い雪目の症状がみられた。フルメロン点眼液を用意したが使用せず、翌朝には軽快した。なお、まぶしさに対する反応には個人差があるので、国内での雪上訓練時にヒアリングを行い、可視光透過率の低いゴーグルを準備するなど配慮が必要である。

(4) 腹痛

食後に強い腹痛を訴える症状が1名の隊員にあった。キャンプ期間中であったため、腹痛薬(ブスコパン)と胃腸薬を服用し経過観察を行った。Troll 基地帰投後に、基地ドクターによる問診を受けたところ、便秘もしくは胆石かも知れないとのことであった。その後、昭

和基地医療隊員にも相談し、胃薬2種（胃酸抑制/ザンタック、粘膜保護/ムコスタ）とプルセニド（便秘薬）を服用するとともに、食事制限を開始したところ、便通が戻り軽快に向かった。その後1週間でほぼ完治したが、原因は不明である。

(5) むくみ

手指のむくみが報告された。これは気圧が低いことと寒冷環境にさらされることが原因と考えられる。

### 3.3.8. 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、中央ドロンイングモードランドの夏期気象条件を記録した。気象観測は、同一の手法で長期にわたって行うことが必要であるため、これまでのセール・ロンダーネ山地調査とほぼ同様の気象観測を行った。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3日間の気象予報を得るとともに、主な低気圧などの位置・気圧・進行方向・速度などの情報も取得した。ただし、Troll基地滞在中などインターネット環境がある場合には、電子メールで気象予報・情報を受信した。一方、Antarctic Mesoscale Prediction System (AMPS) の気象予報（向こう1週間）についても、南極観測センターの気象情報自動配信システムを活用することにより、情報の電子メール配信を日に2回受けた。これらの気象情報は、野外調査の実施において大いに役立った。

気象観測は、機器操作等に慣熟していない期間前半については、原則として気象担当隊員2名で実施したが、期間後半については、悪天・強風時を除き1名で行った。また、計画段階では、Troll基地時間7:00および17:00（昭和基地時間10:00および20:00）の気象観測実施を予定していたが、基地の食事時間と重なったため、1時間後ろ倒ししてTroll基地時間8:00および18:00の実施を原則とした。ただし、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。気圧、温度、湿度、および風速はケストレル4500で測定した。風向は、オリエンテーリングコンパスによる測定値に観測地の偏角を補正することで求めた。観測地の偏角については、事前に準備したWorld Data Center for Geomagnetism, Kyoto (WDC) のモデル磁場計算値（第57次南極地域観測隊, 2015, p.112の図2）を用いた。偏角値はTroll基地で $-22^\circ$ 、SANAE基地で $-18^\circ$ 、Tor観測拠点で $-24^\circ$ である。天気、視程、雲量、および雲形は目視によって決定した。観測結果は気象観測野帳に記入し、気象情報の高精度化のため、夕方の気象観測情報については定時交信において昭和基地の気象担当隊員に報告した。

なお、南極到着後約1カ月が経過した時点でケストレル4500の電源が入らなくなったため、調査期間後半は気象隊員が個人的に準備していた予備のケストレル4500を用いることにより気象観測を継続することができた。故障したケストレル4500は、これまでに複数回、南極調査で使われてきたものであり、内部には錆<sup>さび</sup>の発生が認められた。確実かつ継続的な気象観測のためには、事前に機器を十分チェックしておくとともに、予備機器を準備しておくこ

とが肝要である。また、微風時には風向を測定することが困難であったため、より正確な測定を行うためには、ケストレルの専用アクセサリである携帯ウィンドペインと小型三脚(どちらも、軽量)を準備することも、今後検討する必要があるだろう。

表 22 気象観測結果 (1/2)  
Table 22. Records of meteorological observations. (1/2)

月	日	時	分	場所	気圧 (hPa)	海面気圧 (hPa)	気温 (°C)	天気	風向 (°) 真方位	風速 (m/s)	視程 (km)	雲量	雲形	湿度 (%)	観測者
12	21	9	00	Troll 基地 標高 1275 m	838.5	985.3	-6.4	⊙	348	3.0	30	3	1Ci, 1Cs, 1Ac	47	小山, 金田
12	21	17	00		841.2	988.5	-6.3	⊙	325	2.3	5	8	6Sc, 2St	77	小山, 金田
12	22	8	20		846.9	996.6	-8.7	⊙	318	1.5	10	6	2Ac, 2As, 2St	66	小山, 金田
12	22	18	00		849.2	997.6	-5.8	⊙	293	3.5	10	6	2Cc, 2As, 2St	57	小山, 金田
12	23	10	50		844.6	993.8	-8.5	⊙	350	3.0	20	10	10As	49	小山, 金田
12	23	16	40		841.2	989.4	-7.8	⊙	223	2.3	30	4	4Ac	49	小山, 金田
12	24	8	40		836.9	984.3	-7.7	⊙	348	3.5	30	4	4Ac	36	小山, 金田
12	24	21	50		840.3	990.3	-11.0	⊙	313	1.9	20	4	2Ci, 2As	54	小山
12	25	10	00		843.0	992.2	-9.0	⊙	343	3.5	30	2	2Ci	43	小山, 金田
12	25	17	30		843.2	990.6	-6.0	⊙	347	4.5	20	5	1Ci, 2Ac, 2As	35	小山, 金田
12	26	8	20	842.7	989.9	-5.8	⊙	322	3.5	20	9	9As	31	小山, 金田	
12	26	17	30	Vassdalen BC 標高 1229 m	844.2	985.8	-5.5	⊙	343	2.0	30	4	2Ci, 2Ac	34	小山, 金田
12	27	7	40		840.5	982.3	-6.9	⊙	334	5.0	30	2	2As	32	小山, 金田
12	27	16	40		837.6	978.8	-6.7	⊙	352	5.0	30	1	1Ac	38	小山, 金田
12	28	8	20		832.9	973.2	-6.5	⊙	348	2.1	30	1	1Ac	45	金田
12	28	18	20	Troll 基地 標高 1275 m	827.2	970.3	-3.4	⊙	253	3.5	30	0	-	48	金田
12	29	8	50		834.8	978.1	-1.5	⊙	298	3.4	20	4	1Cc, 1Ac, 2As	38	金田
12	29	17	46		837.7	982.2	-2.7	⊙	313	3.7	30	10	10Cs	61	小山
12	30	8	30		838.7	984.1	-4.0	⊙	28	1.6	30	5	5Ac	58	金田
12	30	18	20	SANAE 基地 標高 861 m	881.2	981.8	-1.9	⊙	325	1.3	30	1	1Ci	61	小山, 金田
12	31	9	06		879.8	981.0	-5.2	⊙	92	3.5	30	0	-	63	小山, 金田
12	31	17	30		881.2	982.2	-4.2	⊙	72	4.5	30	4	2Ci, 2Cc	49	小山, 金田
1	1	10	00		886.5	988.0	-4.0	⊙	102	7.0	30	1	1Ci	58	小山, 金田
1	1	19	25		890.0	993.2	-7.1	⊙	97	7.0	30	3	1Ci, 2Cc	63	小山, 金田
1	2	7	50		890.2	993.7	-7.9	⊙	112	9.0	30	1	1Ac	59	小山, 金田
1	2	18	00	Jutulrøra AC 標高 962 m	876.8	989.8	-4.5	⊙	230	5.1	30	2	2Ac	59	金田
1	3	6	40		869.3	983.5	-9.2	⊙	330	0.7	30	0	-	70	金田
1	3	18	10		851.9	962.6	-6.5	⊙	30	2.0	30	3	3Cu	67	小山
1	4	5	30		862.1	974.1	-6.4	⊙	100	4.0	30	4	2Ci, 2Ac	44	金田
1	4	17	20		866.5	979.8	-8.1	⊙	90	7.0	10	10	10Ns	61	小山, 金田
1	5	7	00		878.1	993.0	-8.3	⊙	80	7.1	10	10	10Ns	69	金田
1	5	18	10		871.3	984.3	-6.0	⊙	70	5.5	30	7	3Ac, 3Sc, 1Cu	60	小山, 金田
1	6	6	40	867.8	980.1	-5.5	⊙	180	0.6	30	2	2Ac	53	小山, 金田	
1	6	18	00	Troll 基地 標高 1275 m	828.1	972.6	-5.5	⊙	8	3.0	20	9	9Ac	46	金田
1	7	8	30		828.5	972.5	-4.6	⊙	348	3.2	30	2	1Ac, 1Ci	31	小山
1	7	18	15		830.8	976.2	-6.3	⊙	18	4.2	30	7	2Ac, 5As	41	金田
1	8	8	30		831.8	977.2	-5.9	⊙	48	9.7	30	8	8Ac	32	金田
1	8	18	15		833.7	980.4	-7.5	⊙	358	1.7	10	10	10St	43	小山, 金田
1	9	9	00		833.4	979.8	-7.2	⊙	188	3.5	10	9	1Ac, 8As	61	小山, 金田
1	9	18	20		836.0	982.2	-6.0	⊙	208	1.2	20	6	2Ci, 4Ac	48	小山, 金田
1	10	8	45		836.5	981.7	-4.3	⊙	28	3.2	20	7	3Ac, 4Sc	31	小山, 金田
1	10	18	10		836.9	983.2	-6.0	✕	58	3.5	5	9	5Ac, 4St	56	小山, 金田
1	11	8	40		836.5	983.1	-6.5	⊙	58	5.4	5	10	10St	56	金田
1	11	18	10		834.9	981.1	-6.4	✕	168	1.8	10	10	10Ns	70	金田
1	12	9	15		834.6	981.0	-6.8	✕	308	1.2	5	10	10As	75	金田
1	12	18	10		836.3	982.3	-5.7	✕	318	1.1	5	10	8As, 2St	78	金田
1	13	9	20		841.2	988.6	-6.5	⊙	208	3.5	20	4	2Ci, 2Ac	46	小山, 金田
1	13	18	20		843.5	990.7	-5.5	⊙	288	1.3	20	6	6Cs	53	小山, 金田
1	14	8	30		845.7	993.1	-5.2	⊙	13	1.4	30	6	2Ci, 2Cs, 2As	40	小山, 金田
1	14	18	20		843.1	990.5	-6.0	⊙	8	2.0	30	6	2Cs, 4As	43	小山, 金田
1	15	9	50		831.4	975.3	-3.5	⊙	48	12.5	10	10	10As	18	金田, 外田
1	15	18	00	831.8	979.0	-8.9	⊙	48	13.0	5	10	10As	34	小山, 金田	
1	16	9	00	834.3	981.3	-7.8	⊙	28	12.0	10	9	9As	30	小山, 金田	
1	16	18	10	835.5	981.7	-6.2	⊙	78	6.2	10	10	10As	21	金田	
1	17	9	00	832.3	978.1	-6.4	⊙	38	8.0	20	5	1Ci, 2Ac, 2Cu	30	小山, 金田	
1	17	17	50	828.8	973.7	-6.0	⊙	28	3.5	20	8	1Ci, 2Cc, 3Sc, 2Cu	34	小山, 金田	
1	18	9	00	830.5	973.5	-2.2	⊙	208	0.7	30	3	1Ci, 1Cc, 1Ac	13	金田	

表 22 気象観測結果 (2/2)

Table 22. Records of meteorological observations. (2/2)

月	日	時	分	場所	気圧 (hPa)	海面 気圧 (hPa)	気温 (°C)	天気	風向 (°) 真方位	風速 (m/s)	視程 (km)	雲量	雲形	湿度 (%)	観測者	
1	18	18	10	Vassdalen BC 標高 1229 m	838.5	977.9	-3.3	⊙	188	2.7	30	5	1Ci, 3Ac, 1Cu	40	金田	
1	19	6	30		840.8	982.0	-5.7	⊙	198	4.1	30	4	1Ci, 2Cs, 1Ac	28	金田	
1	19	18	10		839.5	980.6	-6.0	⊙	28	0.6	30	4	1Ci, 3Cs	35	小山, 金田	
1	20	6	00		842.2	984.6	-7.4	⊙	8	0.7	30	3	2Ci, 1Cs	48	金田	
1	20	17	00		843.3	985.9	-7.5	⊙	318	3.7	30	5	3Ci, 2Ac	38	金田	
1	21	6	00		843.5	987.4	-9.6	⊙	38	1.0	30	1	1Ci	56	金田	
1	21	18	00		840.4	982.7	-7.7	⊙	336	1.2	30	2	1Ci, 1Cu	30	小山	
1	22	6	00		837.1	980.5	-10.5	⊙	18	0.8	30	1	1Ci	58	金田	
1	22	17	00		835.8	977.5	-8.1	⊙	38	4.0	30	8	1Ci, 6Sc, 1Ns	46	金田	
1	23	7	00		839.2	981.6	-8.3	✕	-	0.0	2	9	2Ac, 7Ns	62	金田	
1	23	18	15		841.0	983.9	-8.6	⊙	38	2.5	30	6	1Ci, 2Ac, 2Sc, 1Cu	38	金田	
1	24	5	50		Vassdalen BC 標高 1229 m	842.0	985.4	-9.1	⊙	158	1.1	30	4	3Ac, 1Cu	39	金田
1	24	18	15	842.6		986.1	-9.1	⊙	58	2.8	30	3	2Cu, 1Ns	44	金田	
1	25	6	50	841.7		984.8	-8.8	⊙	8	0.8	30	1	1Cu	36	金田	
1	25	18	00	841.0		984.7	-10.0	⊙	338	1.0	30	3	3Ci	41	金田	
1	26	7	00	841.5		985.1	-9.7	⊙	358	1.3	30	9	9Sc	51	金田	
1	26	17	00	842.3		985.5	-8.8	⊙	8	1.2	30	1	1Cu	30	小山	
1	27	7	00	846.7		991.3	-9.9	⊙	8	1.3	30	1	1Ci	46	金田	
1	27	18	10	848.3		993.3	-10.0	⊙	8	1.3	30	1	1Ci	39	金田	
1	28	7	00	848.2		992.4	-8.8	⊙	-	0.0	30	1	1Ci	40	金田	
1	28	18	10	Troll 基地 標高 1275 m		838.2	987.0	-9.7	⊙	308	2.9	30	9	9Sc	46	金田
1	29	9	15		828.4	975.3	-9.5	⊙	28	3.3	30	1	1Cu	31	金田	
1	29	18	10		820.7	965.0	-7.4	⊙	98	2.9	30	0	-	29	金田	
1	30	8	30		817.7	962.0	-8.3	⊙	38	6.3	30	0	-	21	金田	
1	30	19	00		823.7	969.4	-8.9	⊙	268	1.7	30	2	2Sc	33	金田	
1	31	8	45		827.7	974.0	-8.6	⊙	38	5.2	30	10	10Cs	28	金田	
1	31	18	10		829.4	975.7	-8.1	⊙	38	8.1	10	10	8As, 2Ns	45	金田	
2	1	9	00		833.4	981.6	-10.1	⊙	68	10.7	10	10	10As	37	金田	
2	1	18	15		834.3	981.9	-8.8	⊙	58	11.7	10	10	10As	38	金田	
2	2	9	15		834.3	981.7	-8.5	✕	58	12.7	5	10	7As, 3Ns	47	金田	
2	2	18	10		834.5	981.6	-8.0	⊙	58	8.3	10	10	5As, 5Ns	49	金田	
2	3	8	45		837.1	984.2	-7.3	⊙	48	4.5	20	10	10As	27	金田	
2	3	18	00		839.6	987.5	-7.8	✕	78	3.2	10	10	5As, 5Ns	42	金田	
2	4	8	30		840.3	988.8	-8.6	✕	328	2.1	10	10	10As	54	金田	
2	4	18	15		Tor観測拠点 標高 1614 m	802.8	986.7	-9.8	⊙	56	3.3	5	10	4Ci, 4Cc, 2St	54	金田
2	5	7	20			800.7	985.5	-11.5	⊙ ↗	66	7.2	3	10	10As	97	小山, 金田
2	5	17	50			800.5	985.1	-11.4	⊙ ↘	96	5.1	5	5	2Ac, 2As, 1St	76	金田
2	6	7	15			800.2	985.2	-12.0	⊙	146	12.5	5	8	4Sc, 4St	74	小山, 金田
2	6	18	00	798.5		982.1	-10.6	⊙	146	6.6	20	3	3Sc	52	金田	
2	7	7	50	796.5		980.7	-12.0	⊙	146	8.0	30	2	1Ci, 1Ac	58	小山, 金田	
2	7	18	15	Troll 基地 標高 1275 m		831.2	977.9	-8.2	⊙	38	1.9	20	10	9As, 1St	76	金田
2	8	9	00		834.8	982.8	-9.3	✕	28	4.5	3	10	10As	70	金田	
2	8	18	15		834.9	982.0	-7.9	✕	238	1.4	3	10	10As	68	金田	
2	9	8	40		836.8	984.9	-9.0	✕	28	3.4	3	10	5As, 5Ns	62	金田	
2	9	18	15		836.4	984.3	-8.7	✕	218	2.2	10	10	5Ci, 5As	66	金田	
2	10	7	15		834.2	982.3	-9.7	⊙	218	0.7	30	1	1Ci	56	金田	
2	10	19	20		826.9	972.6	-7.8	⊙	248	2.4	30	0	-	49	金田	
2	11	8	40		830.5	976.1	-6.7	⊙	38	4.6	30	0	-	17	金田	
2	11	18	20		838.5	986.4	-8.1	⊙	38	5.2	30	0	-	25	金田	
2	12	9	30		843.7	990.1	-4.1	⊙	8	1.2	30	7	7Ci	12	金田	
2	12	18	00		841.1	988.8	-7.0	✕	18	6.5	0.5	10	10Ns	68	小山, 金田	
2	13	8	50		841.8	989.0	-6.0	⊙	-	0.0	10	10	10As	40	金田	
2	13	22	20		836.4	985.7	-11.0	⊙	38	3.1	30	8	5Cs, 3As	53	金田	
2	14	8	30		835.4	983.2	-8.8	⊙	188	0.8	30	1	1Ac	39	金田	
2	14	18	00		834.2	983.4	-11.4	⊙	188	2.1	30	0	-	43	金田	
2	15	9	00		833.0	984.3	-15.1	⊙	278	1.5	30	0	-	51	金田	
2	15	18	15		830.4	977.7	-9.5	⊙	278	0.4	30	0	-	26	金田	
2	16	8	45		828.2	977.7	-13.7	⊙	28	1.6	30	0	-	33	金田	
2	16	18	20		827.8	975.5	-10.9	⊙	258	1.1	30	0	-	28	金田	
2	17	7	20		826.8	977.1	-15.3	⊙	178	1.4	30	1	1Ci	28	金田	

すべての気象観測データを表 22 に示した。以下、各観測項目について、その傾向等を報告する。

### (1) 気圧

観測気圧の変化を図 10a (白丸) に示す。気圧の観測値は観測地点の高度に大きく影響されるため、観測気圧を海面上の気圧に補正する「海面更正」を行った。更正には、気象庁(1998)の更正式

$$P_0 = P + P \left\{ \exp \left( -\frac{g \cdot Z}{R \cdot T_{vm}} \right) - 1 \right\}$$

を用いた。ここに、 $P_0$  は海面気圧 (hPa)、 $P$  は観測気圧 (hPa)、 $g$  は重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )、 $Z$  は観測地点の高度 (m)、 $R$  は乾燥空気の気体定数 ( $287.05 \text{ m}^2/(\text{s}^2\text{K})$ ) である。 $T_{vm}$  は海面から観測地点高度までの気柱の平均の仮温度 (K) で、

$$T_{vm} = 273.15 + t_m + \varepsilon_m$$

と表される。ここに、 $t_m$  は海面から観測地点高度までの気柱の平均気温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) で、観測地点の気温を  $t(^{\circ}\text{C})$  として、

$$t_m = t + \gamma \cdot \frac{Z}{2}$$

である。 $\gamma$  は下層大気の気温減率であり、ここでは  $0.005^{\circ}\text{C}/\text{m}$  を用いた。 $\varepsilon_m$  は空気の湿り具合による補正值で、 $-30^{\circ}\text{C} \leq t_m < 0^{\circ}\text{C}$  の範囲では以下の式で近似される。

$$\varepsilon_m = 0.000489 \cdot t_m^2 + 0.300 \cdot t_m + 0.550$$

重力加速度については、自転による遠心力の小さい極地では標準重力加速度 ( $9.80665 \text{ m/s}^2$ ) より若干大きくなるため、ここでは第 27 次隊によるあすか基地シール岩での観測値 ( $9.82403 \text{ m/s}^2$ ; 福田, 1986) を用いた。

更正後の海面気圧の値を表 22 に、その変化を図 10a (黒丸) にそれぞれ示す。観測地点の高度による影響がなくなり、なめらかなグラフになっていることがわかる。南極滞在期間中の海面気圧の最大値は  $997.6 \text{ hPa}$ 、最小値は  $962.0 \text{ hPa}$ 、平均値は  $982.7 \text{ hPa}$  であった。

### (2) 気温

気温の変化を図 10b (黒丸) に示す。1 月半ばまではおおむね  $-5^{\circ}\text{C}$  前後で推移したが、それ以降は  $-10^{\circ}\text{C}$  前後とやや低くなり、南極滞在最終週にはさらに下がって  $-10 \sim -15^{\circ}\text{C}$  程度となった。南極滞在期間中の気温の最高値は  $-1.5^{\circ}\text{C}$ 、最低値は  $-15.3^{\circ}\text{C}$ 、平均値は  $-7.6^{\circ}\text{C}$  であった。ただし、就寝中から早朝には、気温が定時観測時より大きく下がっていたと思われる。

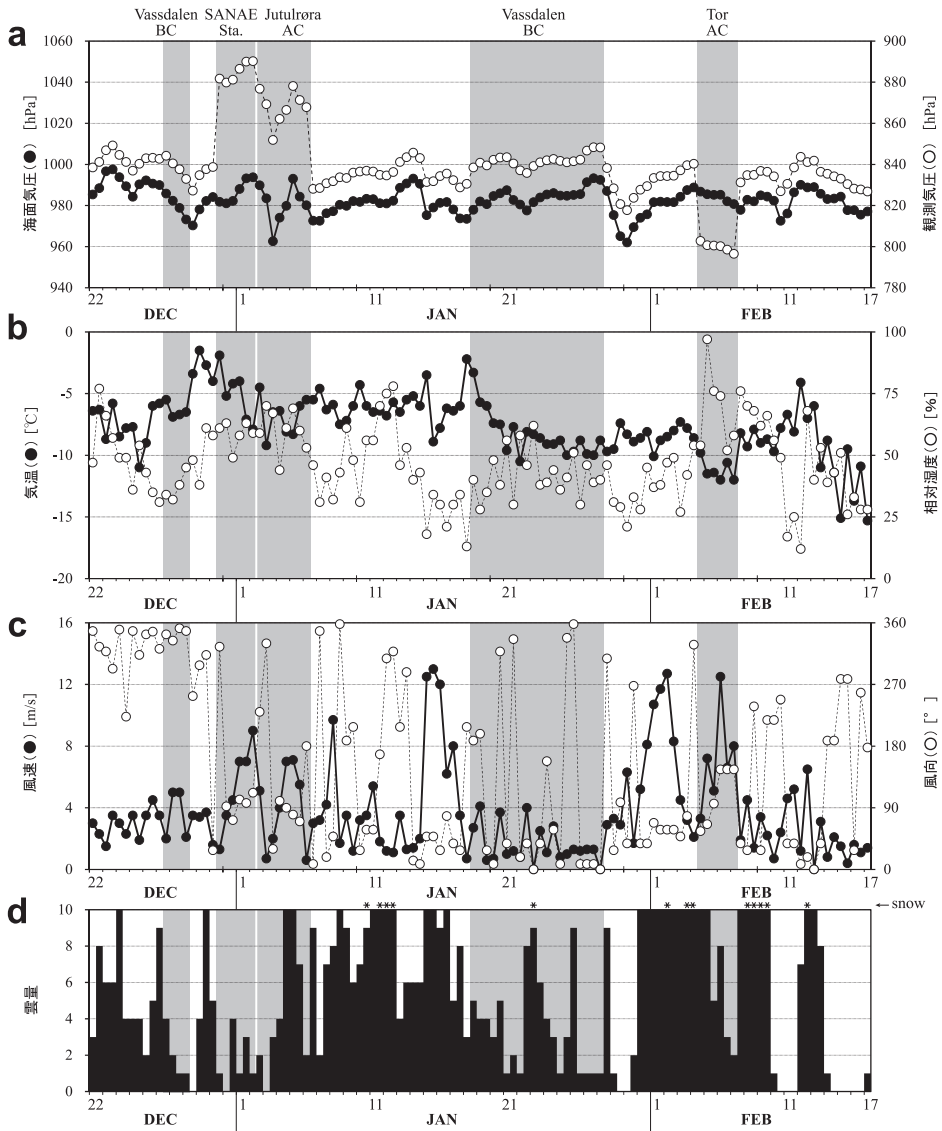


図 10 調査期間の気象観測データの変化。(a) 現地観測気圧と海面気圧補正後の気圧, (b) 気温と相対湿度, (c) 風速と風向, (d) 雲量。

Fig. 10. Time series of the results of the meteorological observation. (a) Atmospheric pressure before and after sea-level correction, (b) Temperature and humidity, (c) Wind speed and direction, (d) Coverage of the cloud.

## (3) 湿度

湿度の変化を図 10b (白丸) に示す。南極滞在期間中の湿度の最大値は 97%、最小値は 12%、平均値は 46.6% であった。前次隊までの報告と異なり、ケストレルが 100% 等の異常値を示すことはなかった。湿度については、他の観測項目と異なってその値が落ち着くのに 5-10 分の時間を要したため、辛抱強く観測する必要があった。

## (4) 風速・風向

風速および風向の変化を図 10c (それぞれ黒丸および白丸) に示す。南極滞在期間中の観測風速の最大値は 13.0 m/s、最小値は 0.0 m/s、平均値は 3.7 m/s であった。ただし、Troll 基地の自動気象観測データによると、定時観測時の風速が最大値を示した 1 月 15 日には、最大瞬間風速約 39 m/s を記録した。とはいえ、定時観測で風速 10 m/s を超えたのは 7 回のみであり、前次隊までのセール・ロンダーネ山地での記録と比較して風は全般に穏やかであった。

風向については、北から北東の日が多く (図 11a)、強風時にも北東方向の風が卓越した (図 11b)。強風時も含めて南東の風が卓越するセール・ロンダーネ山地とは対照的といえる。想像の域を出ないが、Troll 基地およびその周辺では、地形的効果により南側氷床からの風が直接吹き込まず、このことが全般に穏やかな風と特異な卓越風向の原因となっているのかもしれない。

## (5) 天気

雲量の変化を図 10d に示す。南極到着時から 1 月初頭までは全般に好天に恵まれ、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。しかし、その後は 1 月半ば過ぎまで悪

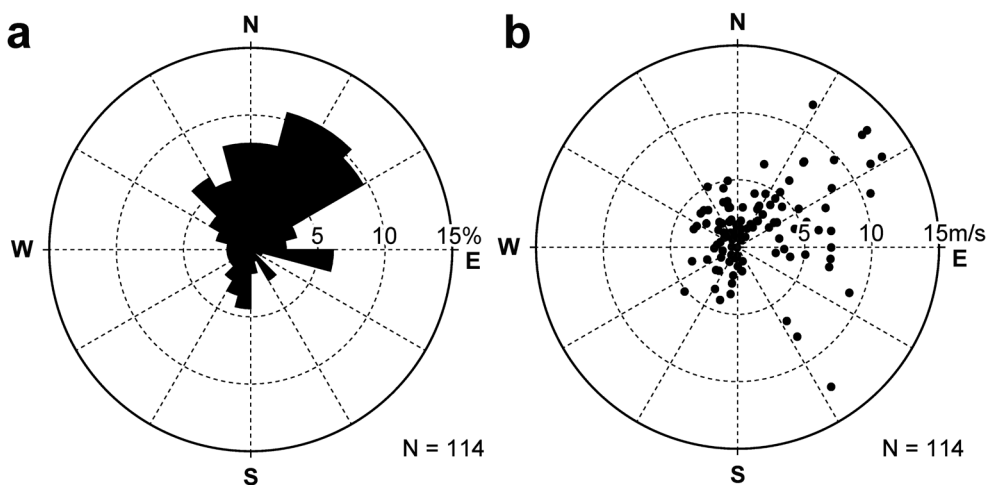


図 11 (a) 風向の頻度を示したローズダイアグラム, (b) 風向と風速の関係。

Fig. 11. (a) Rose diagram of the wind directions, (b) Relationship between wind speed and wind direction.

天・強風の日が続いたため、当初この期間に予定していた Tor 観測拠点方面への出発を一旦断念し、優先度の高い Vassdalen での調査を先行して実施することとなった。Vassdalen 調査期間中の 1 月後半は好天に恵まれ、順調に調査を進めることができた。2 月に入るとふたたび悪天・強風の日が多くなったが、幸い、その合間を使って Tor 観測拠点方面への遠征調査や Troll 基地周辺での日帰り調査を実施することができた。

### 3.3.9. 地形図、航空・衛星写真、GPS

調査予定地域について、ASTER-GDEM 数値地形モデルおよび地理情報システムソフトウェア ArcGIS を用いて 5 万分の 1 および 2 万 5 千分の 1 の地形図 (A3 サイズ、計 74 葉) を事前に作成した。これらの地形図を各人に 2 セットずつ配布するとともに、共有の予備地形図として 3 セット準備した。使用しなかった地形図セットについては、調査終了後、電子データとともに Troll 基地に寄贈した。

また、調査予定地域の ALOS-PRISM 実体視衛星写真 (直下視写真 + 後方視写真、計 11 ペア) を事前および調査中の地形判読・地形学図作成に用いた。野外においては、Panasonic Tough Pad FZ-G1 およびフリーソフトウェア StereoPhoto Maker を用いて実体視地形判読・地形確認を行ったが、モニター輝度は十分に高く、晴天時においてもサングラスをかけたままでの地形判読が可能であった。ただし、手袋によるタッチパネル操作性 (拡大・縮小) に問題があったため、ソフトウェアのツールバーをカスタマイズすることによってペン操作での拡大・縮小を可能にして使用した。また、調査地やルート工作前の安全確認のため、上記の ALOS-PRISM 衛星写真および Google Earth の衛星写真を利用した。

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 60CSx, 62s, および 62sc) 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、サンプル採取地点、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。また、ALOS-PRISM 衛星写真 (直下視写真) から kmz ファイル (計 35 ファイル) を作成し、各自の GPS 受信機に取り込んで背景画像として使用した。この背景画像はルート選別・確認をするうえで有用であったが、Garmin GPSMAP 60CSx では kmz ファイルの取り込みができなかったため、今後の内陸山地調査においては、全員が Garmin GPSMAP 62 以降のモデルを携行することが望ましい。なお、GPS 受信機は初期設定では電池の消耗が激しいため、サンプリング間隔を広め (1 分程度) に設定するとともに、画面の輝度を低めまたはゼロに設定することで消耗を抑え、終日のデータ収録に対応した。

### 3.3.10. 中央ドロニンングモードランドのクレバス

本調査隊が確認した中央ドロニンングモードランドにおけるクレバス帯の位置を記録し、



図3 および図6-9にまとめた。

## 4. 外国隊基地

### 4.1. Troll 基地

前述のように、本調査隊はNPIの運営するTroll基地を拠点として調査を展開した。Troll基地はJutulssessen北西側の露岩上、南緯72°01′東経2°32′、標高1270mに位置する(図6)。同基地は目的別に複数の棟からなり、食堂と越冬隊員の居住スペースを含めた管理棟、併設の污水处理施設、夏隊員が滞在する複数の居住棟・小屋、車庫、整備棟、および発電・融雪設備棟などからなっている(図5b)。大陸間フライトが利用するTroll基地滑走路(Troll Airfield)は、Troll基地の北約7kmの裸氷上に整備されている(図5l)。Troll Airfieldは、NPIの大陸間フライトのみでなく、DROMLANのフィーダーフライトの経由地、またイリュシンの予備滑走路としても利用されている。一方、ヘリコプターについては、Troll基地により近い基地西側の裸氷上のコンテナヤードで離発着していた(図6)。航空機およびヘリコプターの離発着時には、常にTroll基地の消防車が出動し(図5m)、火災等の不測の事態に備えていた。Tor観測拠点は、Troll基地から東に100kmほど離れたSvarthamarenの東壁直下であり、数人用の居住コンテナ、観測用モジュール、発電機用の小屋、および観測物資収納用テントなどが設置されていた(図5n)。今シーズンには観測用コンテナの新規設置が予定されていたが、スケジュール上の都合により来シーズンに延期されるとのことであった。

NPIの大陸間フライトは2015–2016の夏期シーズン中に計5回実施された。当初の計画ではすべて積載容量の比較的大きなボーイング737型機での輸送が予定されていたが、PrivatAir社による機体手配はその都度直前に変更があり、第1便と第5便は出発直前にFalcon7xというかなり小型の機体に変更になり、また第3、4便については、ボーイング737型機ではあったが本来NPIが希望した機体より短い(積載容量の小さい)タイプの機体であった。第2便のみ、機体はNPI希望のものが手配されたが、前述のように機体準備が間に合わず、南極への出発が3日間遅れた。

Troll基地は、かつて夏期間のみの基地として利用されていたが、2004–2005シーズンより越冬基地として新たに拡張・整備された。今回の滞在期間中、Troll基地には6名の越冬隊員に加えて、NPI職員あるいはNPIと契約している夏隊員、Norwegian Institute for Air Research (NILU)から派遣された研究者、およびKSAT関係者が滞在していた。越冬隊員は11月の第1便でTroll基地入りし、前次隊の越冬隊員と約1カ月間かけて引き継ぎを行い、前次隊の越冬隊員は12月の第2便で南極を離れる、すなわち各次越冬隊員は13カ月間南極に滞在することが基本となっているようである。夏隊員は、夏の全期間滞在する(第1便で南極入りして第5便で南極を離れる)隊員は少なく、5回の大陸間フライトを活用して1–2カ月ほどで隊員の多くが入れ替わった。夏期間の基地長も同様で、NPIの職員である Mats-

Ola Finn 氏（第 1-2 便, 第 3-5 便の間）と Lidström 氏（第 2-3 便の間）が交代で務めていた。夏期間の基地の滞在人数は 40-60 人程度であるが、大陸間フライトの到着時は出入隊員の重複やフライトクルーなどの滞在中で総人数 80 名に達することもあった。今期の Troll 基地のノルウェー隊としての研究観測系の活動は、NILU の大気観測と、NPI の松岡博士の南極内陸での雪氷学調査（PolarGap project）と Descamps 博士の海鳥調査（IceBird project）の 3 つのプロジェクトのみで、それ以外に、外国隊の受入として、我々日本隊の地学調査隊、ならびに南アフリカ隊の生物・地学調査隊の短期間の訪問滞在等があった。基地の運営に関わる物資は、チャーター船（DROMSHIP）によって沿岸棚氷に輸送・陸揚げされ、基地から隊員が交代で雪上車編成隊を組んで数日かけての物資輸送旅行を行っていた。

Troll 基地のインターネット環境は極めて良好であった。これは衛星通信企業である KSAT が Troll 基地にも高速通信環境を提供しているためとのことであった。

#### 4.2. SANAE 基地

本調査隊は、SANAP が運行するヘリコプターの支援、ならびにその過程で滞在した SANAE 基地に、様々な協力を得た。SANAE 基地は、東側に緩く傾斜した平坦なヌナタック（Vesleskarvet）上、南緯 71°40′ 西経 2°50′、標高 856 m に位置する（図 3）。基地の西～北側は急崖であるが、落下防護柵が建築中であるものの、現状では十分な落下防止対策は取られておらず、視界が限られる場合には非常に危険であると感じた（図 5o, p）。実際に、1997 年の基地開設以降、3 名の隊員が崖からの落下などで亡くなっているとのことである。

SANAE 基地は、高床式の 2 階建てモジュール 3 つ（Block A, B, および C と呼ばれる）を連結した南北に細長い構造で、汚水処理以外の主な設備はすべてこの建物内に収納されていた。基地の北端部にはヘリの格納庫と、ヘリポートが併設されていた。基地北側には汚水処理施設があり、浄化した排水は北西側から崖下のウインドスクープに流していた（図 5p）。基地の東側には地球物理系の観測施設と、融雪槽が設置されていた。

基地の北東には滑走路が整備されていた。SANAE 基地の人員・物資の輸送は主に南アフリカ共和国の砕氷船 Agulhas II によるが、一部の研究者や基地関係者は DROMLAN や NPI の大陸間フライトを利用していた。今回、我々の滞在中に、SANAE 基地には約 90 名が滞在しているとのことであった。そのうち多くは、数年かけて行われている基地改装のための人員であり、越冬隊は前次隊とそれぞれ 10 名ほどで、2 年越冬の隊員も数名いた。研究者は、越冬隊のモニタリング系隊員を除くと、NPI の大陸間フライトで南極入りした生物・地学調査隊の 5 名とフィールド調査中の地質調査隊の数名のみであった。

夏期間中、SANAE 基地には Bell 212 型のヘリコプター 2 機が常駐していた。ヘリコプターの運用は南アフリカの STARLITE 社に委託されており、数年間の契約となっているとのことであった。研究の野外支援としては、生物・地学調査隊に対する調査地までの送迎サポー

トと、地質調査隊については燃料デポや故障したスノーモビルの交換などの支援を行っていた。

前述のように、SANAE 基地のヘリコプターを用いた調査計画については、Watson 氏と事前にメールにて打合せを進めていた。しかし、Watson 氏が Agulhas II で南極に出発した後は連絡が取れず、氏の SANAE 基地到着後もインターネット環境があまり良くないため、メールでの連絡は困難であった。一方、Troll 基地から SANAE 基地への衛星通信は良好であり、メールではなく直接電話での連絡のほうが容易であった。前述のように、SANAE 基地のインターネット環境は不良であり、メールの送受信もほぼ不可能であった。これは基地内において個人用の通信に制限を設けていないことも問題の一つであると感じられた。

## 謝 辞

本計画を実施するにあたり、第 57 次観測隊の門倉昭隊長、樋口和生副隊長、第 56 次越冬隊の三浦英樹越冬隊長、および兩次隊の隊員には多大なるご協力と激励をいただいた。特に、気象、医療、および FA 隊員には大変お世話になった。また、ノルウェー極地研の松岡健一博士には、本調査の準備や行動計画の立案について、多大なるご協力をいただいた。国立極地研究所の白石和行所長、本吉洋一元副所長兼南極観測センター長、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。イリジウム GO! 衛星端末は極域データセンターから提供を受け、その運用にあたっては岡田雅樹氏にご協力いただいた。衛星画像の取得や地形図作成に関しては、平沢尚彦氏、清水大輔氏、土井浩一郎氏、および白水薫氏にご協力・ご助言をいただいた。琉球大学の馬場壮太郎教授に、トロール基地から中央ドロンイングモードランド方面での過去の日本-ノルウェー共同調査の情報に基づいてのご助言をいただいた。また、千葉大学大学院理学研究科の宮内崇裕教授をはじめとする同研究科の教職員の皆様、大分大学教育学部の土居晴洋教授をはじめとする同学部の教職員の皆様にも、様々な形で本調査の実施に対するご協力・ご理解をいただいた。また、FD 食品制作においては、(株)極食の阿部幹雄氏にご尽力いただいた。最後に、本調査は Norwegian Polar Institute (NPI) と South African National Antarctic Program (SANAP) の多大なるサポートによって実施することができた。ここに記して深く感謝致します。

## 文 献

- Cook, C.P., van de Fliedert, T., Williams, T., Hemming, S.R., Iwai, M., Kobayashi, M., Jimenez-Espejo, F.J., Escutia, C., González, J.J., Khim, B.-K., McKay, R.M., Passchier, S., Bohaty, S.M., Riesselman, C.R., Tauxe, L., Sugisaki, S., Galindo, A.L., Patterson, M.O., Sangiorgi, F., Pierce, E.L., Brinkhuis, H., Klaus, A., Fehr, A., Bendle, J.A.P., Bijl, P.K., Carr, S.A., Dunbar, R.B., Flores, J.A., Hayden, T.G., Katsuki, K., Kong, G.S., Nakai, M., Olney, M.P., Pekar, S.F., Pross, J., Röhl, U., Sakai, T., Shrivastava, P.K., Stickley, C.E., Tuo, S., Welsh, K. and Yamane, M. (2013): Dynamic behaviour of the East Antarctic ice sheet during Pliocene

- warmth. *Nature Geoscience*, **6**, 765–769, doi:10.1038/ngeo1889.
- 第57次日本南極地域観測隊 (2015): 第57次日本南極地域観測隊・夏隊中央ドロンイングモードランド地学調査隊野外調査実施計画書. 東京, 国立極地研究所, 151p.
- Fujita, S., Holmlund, P., Andersson, I., Brown, I., Enomoto, H., Fujii, Y., Fujita, K., Fukui, K., Furukawa, T., Hansson, M., Hara, K., Hoshina, Y., Igarashi, M., Iizuka, Y., Imura, S., Ingvander, S., Karlin, T., Motoyama, H., Nakazawa, F., Oerter, H., Sjöberg, L.E., Sugiyama, S., Surdyk, S., Ström, J., Uemura, R. and Wilhelms, F. (2011): Spatial and temporal variability of snow accumulation rate on the East Antarctic ice divide between Dome Fuji and EPICA DML. *The Cryosphere*, **5**, 1057–1081, doi:10.5194/tc-5-1057-2011.
- 福田洋一 (1986): あすか観測拠点と昭和基地間の重力結合およびブルンドボックスヘッタにおける重力測量. *南極資料*, **30**, 164–174.
- Imae, N., Debaille, V., Akada, Y., Debouge, W., Goderis, S., Hublet, G., Mikouchi, T., Van Roosbroek, N., Yamaguchi, A., Zekollari, H., Claey, P. and Kojima, H. (2015): Report of the JARE-54 and BELARE 2012–2013 joint expedition to collect meteorites on the Nansen Ice Field, Antarctica. *Nankyoku Shiryô (Antarctic Record)*, **59**, 38–72.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate change 2013: the physical science basis : Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M.M.B., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. Cambridge, Cambridge University Press, 1535p.
- 気象庁 (1998): 気象観測の手引き. 気象庁編, 東京, 気象業務支援センター, 84p.
- Moriwaki, K., Hirakawa, K., Hayashi, M. and Iwata, S. (1992): Late Cenozoic Glacial History in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica. Recent Progress in Antarctic Earth Science: proceedings of the Sixth International Symposium on Antarctic Earth Sciences, held at National Women's Education Centre, Ranzan, Saitama, Japan, September 9–13, 1991. ed. by Yoshida, Y., Kaminuma, K. and Shiraishi, K. Tokyo, Terra Scientific Pub Co., 661–667.
- 小山内康人・豊島剛志・馬場壮太郎・外田智千・中野伸彦・阿部幹雄・足立達朗 (2008): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告 2007–2008 (JARE-49). *南極資料*, **52**, 291–398.
- 大和田正明・志村俊昭・柚原雅樹・東田和弘・亀井淳志・阿部幹雄 (2011): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告 2008–2009 (JARE-50). *南極資料*, **55**, 109–198.
- Shepherd, A., Ivins, E.R., A, G., Barletta, V.R., Bentley, M.J., Bettadpur, S., Briggs, K.H., Bromwich, D.H., Forsberg, R., Galin, N., Horwath, M., Jacobs, S., Joughin, I., King, M.A., Lenaerts, J.T.M., Li, J., Ligtenberg, S.R.M., Luckman, A., Luthcke, S.B., McMillan, M., Meister, R., Milne, G., Mouginot, J., Muir, A., Nicolas, J.P., Paden, J., Payne, A.J., Pritchard, H., Rignot, E., Rott, H., Sørensen, L.S., Scambos, T.A., Scheuchl, B., Schrama, E.J.O., Smith, B., Sundal, A.V., van Angelen, J.H., van de Berg, W.J., van den Broeke, M.R., Vaughan, D.G., Velicogna, I., Wahr, J., Whitehouse, P.L., Wingham, D.J., Yi, D., Young, D. and Zwally, H.J. (2012): A reconciled estimate of ice-sheet mass balance. *Science*, **338**, 1183–1189, doi:10.1126/science.1228102.
- 菅沼悠介・金丸龍夫・大岩根尚・齋田宏明・赤田幸久 (2012): 東ドロンイングモードランド, 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.
- Suganuma, Y., Miura, H. and Okuno, J. (2012): A new sampling technique for surface exposure dating using a portable electric rock cutter. *Nankyoku Shiryô (Antarctic Record)*, **56**, 85–90.
- 菅沼悠介・福田洋一・青山雄一・岡田雅樹 (2014): 東ドロンイングモードランド, 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.
- Suganuma, 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 <sup>10</sup>Be 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.
- 土屋範芳・石川正弘・Satish-Kumar, M.・河上哲生・小島秀康・海田博司・三浦英樹・菅沼悠介・阿部幹雄・佐々木大輔・千葉政範・岡田 豊・橋詰三三男・Grantham, G.・Goderis, S. (2012): 東ドロンイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査隊報告 2009–2010 (JARE-51). *南極資料*, **56**, 295–379.