

## 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)

菅沼悠介<sup>1,2\*</sup>・福田洋一<sup>3</sup>・青山雄一<sup>1,2</sup>・岡田雅樹<sup>1,2</sup>

Report on gravity measurements and replacement of an unmanned magnetometer  
in the Sør Rondane Mountains, Eastern Dronning Maud Land, 2013 (JARE-55)

Yusuke Suganuma<sup>1,2\*</sup>, Yoichi Fukuda<sup>3</sup>, Yuichi Aoyama<sup>1,2</sup> and Masaki Okada<sup>1,2</sup>

(2014年3月4日受付; 2014年3月26日受理)

**Abstract:** Gravity measurements, replacement of the unmanned magnetometer, and a reconnaissance flight to the Belgica Mountains were carried out in the Sør Rondane Mountains as a part of the 55th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-55). The field party comprised two geodesists, one geomorphologist, and one magnetospheric scientist. The Belgian Antarctic Research Expedition (BELARE) and International Polar Foundation (IPF) supported this field expedition. Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN) provided airborne access from Cape Town, South Africa to the Sør Rondane Mountains via Novolazarevskaya Airbase. The survey areas of this field expedition are the central parts of the Sør Rondane Mountains and the Belgica Mountains. This report summarizes the field expedition in terms of operations, logistics, and weather observations.

**要旨:** 第55次日本南極地域観測隊 (JARE-55) 夏隊では、東ドロンイングモードランドのセール・ロンダーネ山地において絶対重力測定、無人磁力計の更新、GPSを用いた氷床流動速度の測定、およびベルジカ山地の偵察飛行を実施した。この調査は Belgian Antarctic Research Expedition (BELARE) と International Polar Foundation (IPF) のサポートによって実施された。本調査隊のメンバー構成は、スポット観測の測地担当2名および地形担当1名と、一般研究観測の宙空担当1名であった。南極への移動経路は往復路ともにドロンイングモードランド航空ネットワーク (DROMLAN) を利用し、空路ケープタウンから、ノボラザレフスカヤ基地滑走路を経由して現地入りした。活動地域はセール・ロンダーネ山地中部のプリンセス・エリザベス基地周辺およびシール岩 (あすか基地) と、ベルジカ山地とした。本稿では観測、設営、気象をはじめとする本調査隊の行動全般について報告する。

<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, Midori-cho 10-3, 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), Midori-cho 10-3, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

<sup>3</sup> 京都大学大学院理学研究科. Graduate School of Science, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502.

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

## 1. はじめに

第55次日本南極地域観測隊 (Japanese Antarctic Research Expedition: JARE-55) 夏隊のセール・ロンダーネ山地調査隊は、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、近年の隊 (Imae *et al.*, 2014; 小山内ほか, 2008; 大和田ほか, 2011; 菅沼ほか, 2012; 土屋ほか, 2013) と同様に、往復路ともにドロンニングモードランド航空ネットワーク (Dronning Maud Land Air Network: DROMLAN) を用いて、南アフリカのケープタウンからノボラザレフスカヤ基地 (以下ノボ基地) 滑走路を經由してセール・ロンダーネ山地に到達した (図1)。セール・ロンダーネ山地にはベルギー南極観測隊 (BELARE) と International Polar Foundation (IPF) が運営するプリンセス・エリザベス基地 (以下PE基地) が夏期のみ開かれている。本調査隊はこのPE基地からの多大な協力を得て観測行動を実施した。本調査隊は測地担当2名、地形担当と宙空担当それぞれ1名で構成され (表1)、機械、

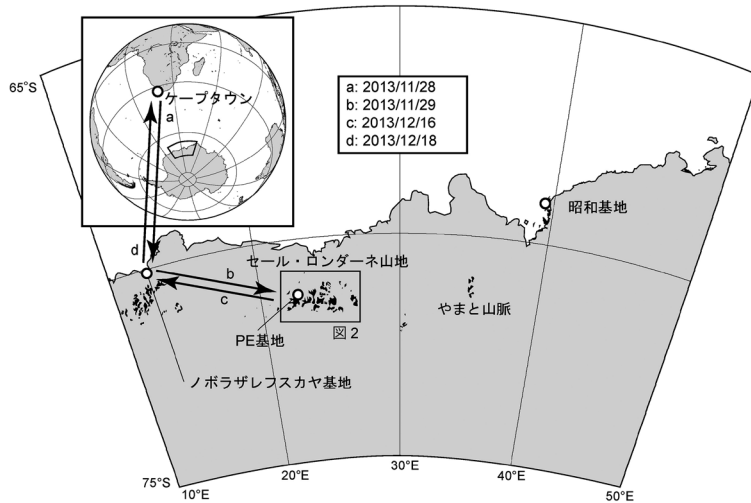


図1 南アフリカ・ケープタウンからセール・ロンダーネ山地までの移動経路  
Fig. 1. Access route from Cape Town, South Africa to the Sør Rondane Mountains by DROMLAN via Novolazarevskaya Airbase.

表1 セール・ロンダーネ山地調査隊隊員構成  
Table 1. Member list of the JARE-55 Sør Rondane Mountains field party.

氏名	所属	担当
菅沼悠介	国立極地研究所研究教育系	地学
福田洋一	京都大学大学院理学研究科	地学
青山雄一	国立極地研究所研究教育系	地学
岡田雅樹	国立極地研究所研究教育系	宙空

表 2 隊員の役割分担

Table 2. Roles of members of the field party.

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	福田洋一	隊の統括補佐
庶務	菅沼悠介・青山雄一	隊の庶務業務全般
通信	岡田雅樹・福田洋一	定時交信・通信機の管理点検
公式記録	菅沼悠介・福田洋一	公式記録作成
映像記録	青山雄一・岡田雅樹	公式ビデオ・写真撮影
輸送・航空調整	菅沼悠介・青山雄一	DROMLAN フライト調整・物資輸送全般
機械・車両・燃料・発電	岡田雅樹・福田洋一	車両・ソリ等の管理点検
食料	青山雄一・菅沼悠介	食料全般の調達・管理点検
装備	菅沼悠介・青山雄一	設営・レスキュー装備の調達・管理点検
気象	青山雄一・福田洋一	気象観測
医療	菅沼悠介・岡田雅樹	医薬品・医療装備の管理点検
安全対策・航法	菅沼悠介・岡田雅樹	安全対策全般・ルート設定および工作
環境保全	青山雄一・岡田雅樹	水源管理・廃棄物管理処理

\* 先頭が責任者

調理, 通信, 医療および環境保全などの設営隊員は参加しないため, 国内の準備段階から各隊員の役務分担を表2のように決めた. 本調査隊の活動は約1カ月と短期間であり, またPE基地での滞在を基本とするため, 従来のセール・ロンダーネ山地調査隊と比べて, 食料調達や野外活動準備の負担は非常に小さくなった. ただし, セール・ロンダーネ山地での野外活動は変わらず危険性の高いものであり, 本調査隊の安全確保についてはさまざま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隊員の安全を確保できる計画と体制を構築した.

本稿では, 第55次セール・ロンダーネ山地調査隊の行動・設営・気象をはじめとする野外活動全般について報告する. 学術的な成果については稿を改めて報告する.

## 2. 行動・観測計画

### 2.1. 行動・観測計画概要

#### 2.1.1. 目的

第55次日本南極地域観測隊で実施されるスポット観測 APS03 (セール・ロンダーネ地域

における絶対重力測定)では、PE基地と露岩上で絶対重力計測定とGPS測定を実施する。これは、国際的な研究協力による絶対重力測定・GPS等の繰り返し測定により、気候変動やGlacial Isostatic Adjustment (GIA)にともなう重力変化、地殻変動の検出を目指すものである。また、あすか観測拠点近くの通称シール岩(正式名称:Selungen)では、本測定がすでに実施されている。また今回は、今後実施される相対重力測定のための高精度な重力基準値を得るために、野外用の絶対重力計による同地域で初めての絶対重力測定を実施する。一方、AP37(セール・ロンダーネ無人磁力計の保守)に関連しては、PE基地で現在実施中の無人磁力計観測の保守作業として、バッテリーやロガーの交換、データ回収および雪面上への移設を行う。さらに、将来の地形・地質調査に備えて、航空機によるベルジカ山地周辺およびセール・ロンダーネ東部地域の偵察を実施する。これらに加え、宙空関連の観測が継続的に実施され、南極域ネットワーク観測において有用な位置を占めているマイトリ基地(インド)では、将来の共同研究・共同観測計画を見据えて、観測項目、観測機器の設置状況、データ取得・伝送方法およびネットワーク事情などを視察する。

### 2.1.2. 行動・観測計画

本調査隊の全行動期間は2013年11月23日～2013年12月25日とし、そのうち南極での野外活動期間は2013年11月28日～2013年12月20日の計23日間を予定した。より詳しい行動計画については、「セール・ロンダーネ山地調査隊野外調査実施計画書(第55次日本南極地域観測隊, 2013)」を参照されたい。

前述のように、野外活動期間中はPE基地を基点とした、PE基地での絶対重力測定、無人磁力計の更新、GPSを用いた氷床流動速度の測定を計画した。また、シール岩での重力測定のために1泊2日の調査旅行と、ベルジカ山地の偵察飛行も予定した。これらの野外活動終了後の予定として、2名の隊員(岡田・福田)によるマイトリ基地の視察も計画した。

## 2.2. 安全対策

### 2.2.1. 事故対策とレスキュー体制

航空機による物資輸送や野外活動中において想定される事故や注意点、およびその対応策を「安全対策」としてまとめた(第55次日本南極地域観測隊, 2013)。また、万が一に備えたレスキュー・緊急連絡体制を以下のように整備し、「安全対策」とあわせて隊員、国立極地研究所および京都大学など関係方面に周知することとした。

#### (1) 事故発生時の対応

何らかの緊急事態が発生した場合は、調査隊内で自力処理の可否について判断し、調査隊だけで処理することが不可能な場合は、現地からイリジウム衛星電話で直接昭和基地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PE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側との相談のうえ、事故発生現場か

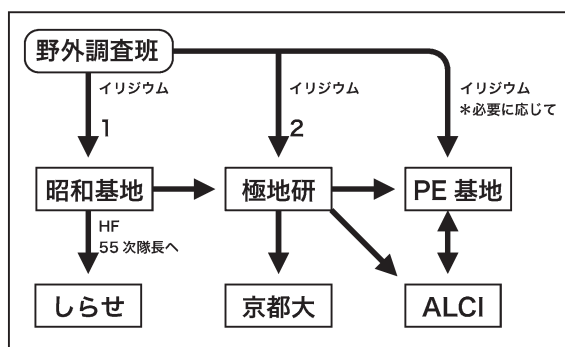


図 2 事故発生時の緊急連絡体制。数字は優先順位。

Fig. 2. Communication flow in case of emergency. Flow numbers indicate the order of priority.

ら直接 Antarctic Logistics Centre International (ALCI) 社に救援要請を行うことも想定した。PE 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 2）を構築し、常時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、適切な第一報を発信できるようにした。

1. セール・ロンダーネ山地調査隊発
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）

### 2.2.2. 各種訓練

セルフレスキュー技術（ロープワーク、クレバス脱出、負傷者の引き上げ）の習得を目的として、国立極地研究所南極観測センターの樋口専門職員を講師に迎え、計 3 回の訓練（2013/9/27, 10/10, 10/28）を実施した。また、専門講師によるスノーモービルのメンテナンス訓練も行った。

PE 基地に到着後は、基地周辺での雪上歩行およびスノーモービル運転訓練と、PE 基地のフィールドガイドによるクレバスを利用した実践的レスキュー訓練（支点構築および引き上げ作業）を実施した。

### 3. 計画の実施経過と課題

#### 3.1. 行動・観測経過

日本出発から帰国までの一日ごとの行動・観測経過を表3に、セール・ロンダーネ山地における行動概略を図3にまとめた。本調査期間中は非常に好天に恵まれ、ほぼ予定どおりに観測行動を実施することができた。

##### 3.1.1. セール・ロンダーネ山地到着までの行動

本調査隊は、予定どおり2013年11月23日に成田空港を出発し、翌24日にケープタウンに到着した。当地滞在期間中には、輸送物資の整理と、IPFのWouters氏との打ち合わせを行った。また、ALCI社オフィスではフライト前のブリーフィングが開かれ、手荷物を8kg未満に抑えることなど搭乗に際しての注意事項の伝達と、20kgまでの預け荷物の提出が行われた。

表3 行動経過  
Table 3. Record of the expedition.

年月日	潜在場所	行動内容
日本出発・南極への移動		
2011/11/23	日本/ドバイ	空路移動日：成田空港発、ドバイにて国際線乗り継ぎ（機中泊）
11/24	ドバイ/ケープタウン	空路移動、ケープタウン着
11/25	ケープタウン	空港貨物倉庫での仕分け作業
11/26	ケープタウン	ALCIブリーフィング、リーダーミーティング
11/27	ケープタウン	予備日
11/28	ケープタウン	ケープタウン発（DL05便）ノボラザレフスカヤ基地滑走路へ
11/29	ノボラザレフスカヤ基地滑走路着/PE基地	南緯55度通過、ノボラザレフスカヤ基地滑走路着、PE基地移動
セール・ロンダーネ山地での調査活動		
11/30	PE基地	物資整理、スノーモービル立ち上げ、デポ物資確認、絶対重力計加温開始
12/ 1	PE基地	絶対重力計（A-10）真空引き、モジュールコンテナ立ち上げ・暖房修理
12/ 2	PE基地	絶対重力計（A-10）立ち上げ、シール岩偵察（菅沼がベルギー隊に同行）
12/ 3	PE基地	絶対重力計（FG-5）真空引き、雪上歩行・スノーモービル運転訓練
12/ 4	PE基地	絶対重力計（FG-5）立ち上げ、レスキュー訓練、シール岩出発準備
12/ 5	シール岩	シール岩（あすか基地）出発、絶対重力測定（A-10）、GPS測定
12/ 6	PE基地	絶対重力測定、GPS測定、PE基地帰投
12/ 7	PE基地	遠征の片付け、無人磁力計用バッテリーの充電
12/ 8	PE基地	PE基地での絶対重力測定（A-10）、絶対重力計（FG-5）の調整
12/ 9	PE基地	無人磁力計の更新、絶対重力計（FG-5）の調整
12/10	PE基地	氷床上へのGPS設置、無人磁力計の動作確認、
12/11	PE基地	基地周辺の絶対重力測定、絶対重力計（FG-5）の調整、バッテリー充電
12/12	PE基地	基地周辺およびテルテの絶対重力測定、絶対重力計（FG-5）の調整、無人磁力計の電力供給系確認
12/13	PE基地	PE基地およびケテルレス水河周辺の絶対重力測定、無人磁力計の電力供給系修理
12/14	PE基地	PE基地の絶対重力測定（A-10）、無人磁力計の電力供給系交換、ベルジカ山地偵察飛行準備
12/15	PE基地	ベルジカ山地偵察飛行
12/16	PE基地/ノボラザレフスカヤ基地	ノボラザレフスカヤ基地へ移動
12/17	ノボラザレフスカヤ基地	マイトリ基地訪問
12/18	ノボラザレフスカヤ基地/ケープタウン	ノボラザレフスカヤ基地滑走路発（DL06便）ケープタウンへ
南極から日本への移動		
12/19	ケープタウン	物資輸送手配、ALCIとの契約確認
12/20	ケープタウン	カルネ物資など、輸送物資の整理
12/21	ケープタウン	休養日
12/22	ケープタウン	空港移動
12/23	ケープタウン/ドバイ	空路移動、ドバイにて国際線乗り継ぎ
12/24	ドバイ/日本	空路移動、成田空港着

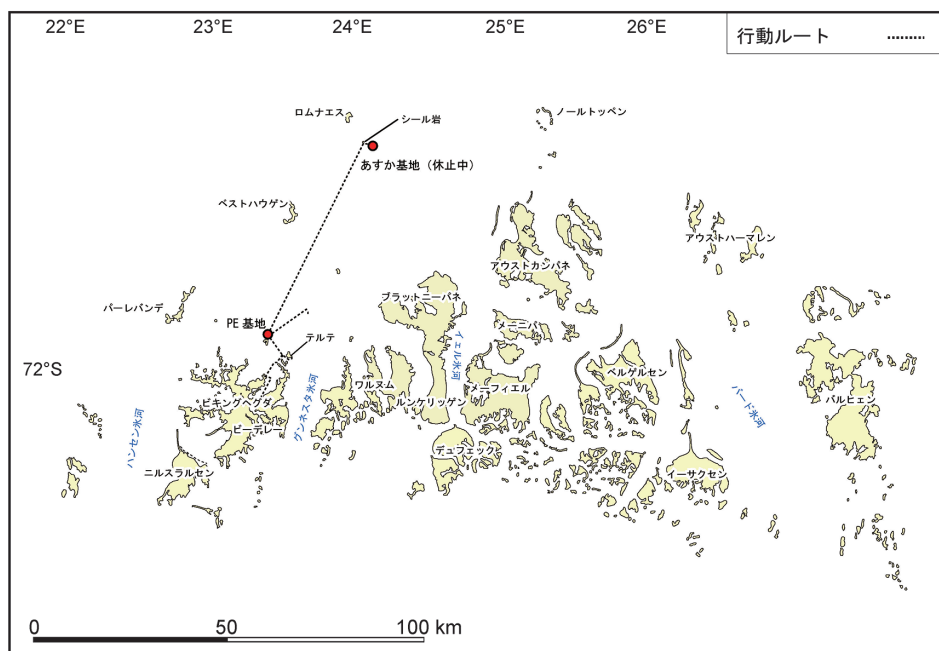


図 3 セール・ロンダーネ山地での行程

Fig. 3. Routes of the JARE-55 field expedition in the Sor Rondane Mountains.

DROMLAN の大型輸送機イリュシン (Ilyushin Il76) 機は、南極側の天候回復を待ち、予定より 1 日遅れた 11 月 28 日夜に出発し、29 日早朝にノボ基地滑走路に到着した。到着後すぐに物資の荷下ろし作業を行い、午前と午後の各 1 便のフィーダーフライト (Twin Otter 機) で PE 基地へ移動した。第一便には菅沼・青山隊員が、第二便には福田・岡田隊員が搭乗した。

### 3.1.2. セール・ロンダーネ山地での行動

#### (1) 行動・観測準備

PE 基地に到着後、輸送・デポ物資の確認、スノーモービル・モジュールの立ち上げ作業および野外活動・レスキューに関する各種訓練を実施した。また、絶対重力計 (FG-5#210, A10#017) および相対重力計 (ラコスト G#805) の立ち上げ・調整作業と、無人磁力計用バッテリーの充電および磁力計起動確認用イリジウム端末の確認作業を行った。

#### (2) 絶対重力計立ち上げ・調整作業 (2013 年 11 月 30 日～12 月 14 日)

PE 基地の常温食糧保管庫として使用していた部屋を、絶対重力計の立ち上げ・調整作業用に借り受けて使用した (以降、重力ラボと呼ぶ)。食糧移動後の 11 月 30 日午後に重力計を搬入し、半日ほど機器を室温になじませ、12 月 1 日より FG-5 と A10 の真空引きに着手した。FG-5 用の真空ポンプが故障していたが、A10 用の真空ポンプで A10, FG-5 の順で真

空引きを行った。12月2-3日には重力ラボでA10による絶対重力測定（100ドロップ10セットを2回）とラコスト重力計による重力鉛直勾配測定（2回）を行った。4日は、重力ラボで、FG-5による100ドロップ2セットの試験観測と20セットの本観測を実施した。本観測の途中（13セット目）で測定が異常値を示し、またイオンポンプも停止していたことから、観測を中断し、再度真空引きを行った。7-14日までレーザーの出力調整や、製造元とやりとりをして異常を示した故障箇所（落体部）の診断を行ったが、修理することができず、4日以降FG-5を用いた観測はできなかった。

### (3) シール岩での重力測定（2013年12月5-6日）

PE基地の輸送支援のもと、シール岩への調査旅行を実施した（図4a）。輸送したのは、JAREの作業モジュール1台とベルギー隊の燃料（Jet A1ドラム2本、携行缶でガソリンを3缶、Jet A1を1缶）を搭載した居住モジュール付のLhermannソリである。作業モジュールには、観測機材に加えて後述のように電磁式（IH）調理器具を搭載し、食堂モジュールがなくとも1台のモジュールですべて完結できる仕様にした。また、作業モジュール搭載の発動発電機（以下発発）のバックアップとして、小型の発発も携行した。

PE基地とシール岩間の移動時、A10はスタンバイ状態を保つ必要があり、無人磁力計で使用する大容量シールバッテリー（12V, 100Ah）を借り、通電状態を維持した。雪上車のブレードでサスツルギを削り、整地しながら作業モジュールを牽引したこと、ならびにソリ部のサスペンションが良かったことから、昭和基地周辺でよく発生する上下方向の大きな衝撃を受けることがなく、測定機器につき良い状態を維持したまま輸送することができた。シール岩では、牽引後進で作業モジュールを露岩の取り付け付近に設置した。これにより、モジュールの影になる露岩上にセンサ部だけを設置し、モジュール内においたコントローラーからケーブル接続で絶対重力測定を行うことができた。モジュールも風よけ代わりに利用することができ、効率的であった。

シール岩では、A10を用いた100ドロップ10セットの絶対重力測定（図4b）と、ラコスト重力計を用いた重力鉛直勾配測定を行った。あすか基地の時代に重力の基準点として使用されていた、シール岩の重力基準点（No.26-01）と磁力計観測基台とは、A10による絶対重力測定点からラコスト重力計による複数回の往復繰り返し測定で結合した。重力測定点の精密位置決定のため、GPS測定もあわせて実施した。このようにして今回得られたNo.26-01の重力値は982406.109 mGalで、結合誤差を含めた精度は15  $\mu$  Gal程度と推定される。また、シール岩周辺およびあすか基地に残置されているJARE物資の状況確認を行った。

### (4) PE基地周辺での重力測定（12月7-14日）

PE基地主要部から約300m北側にあるノースシェルタ（NS）で、過去に2回、ベルギーの研究者がFG-5による絶対重力測定を行っている。今回もこの絶対重力測定点でFG-5による絶対重力測定を行う予定であったが、前述のとおり、不具合による測定不可のため、12





図 4 (a) あすか基地への物資輸送, (b) シール岩での絶対重力測定, (c) グンネスタ氷床上での GPS 測定, (d) 無人磁力計の更新, (e) ベルジカ山地への偵察飛行, (f) マイトリ基地の視察.  
 Fig. 4. (a) Transportation of luggage to Asuka Station, (b) absolute gravity measurements on Seal Rock (official name, "Selungen"), (c) GPS measurements on Gunnestad glacier, (d) Replacement of the unmanned geomagnetometer, (e) reconnaissance flight to the Belgica Mountains, and (f) visiting Maitri station.

月 8 日に A10 による絶対重力測定を実施した。重力ラボから NS への A10 一式の輸送は、ベルギー隊のスノーモービル用ソリを使用した。このソリは、大きさ、サスペンションとも A10 の輸送に非常に適しており、昭和基地周辺にも配備されることを切に希望する。A10 による 100 ドロップ 10 セットの測定とラコスト重力計による重力鉛直勾配測定を行った。実測した重力鉛直勾配  $-4.4529 \mu \text{Gal/cm}$  で補正した基準点上での重力値は、 $982302155.21 \mu \text{Gal}$  である。得られた重力値は、ベルギー隊による過去の測定値や重力ラボの絶対重力点か

表 4 JARE-55 で設置した重力点  
Table 4. Gravity points established by JARE-55.

観測点名	経度	緯度	楕円体高 (m)	重力値 (mGal)	測定日	指標	地名
NIPR G01	23° 20' 46.615" E	71° 56' 48.046" S	1389.118	982300.622	12月11, 12日	ボルト点	PE 基地
NIPR G02	24° 03' 57.03" E	71° 31' 29.10" S	974	982410.317	12月 6日	金属票	シール岩磁力計基台
NIPR G03	23° 18' 02.73" E	71° 56' 55.92" S	1382	982308.566	12月11, 12日	金属票	PE 基地滑走路
NIPR G04	23° 30' 42.90" E	71° 59' 46.80" S	1497	982279.953	12月 12日	金属票	テルテ
NIPR G05	23° 26' 44.12" E	72° 00' 16.28" S	1380	982305.433	12月12, 13日	金属票	ケテレルス氷河東方
NIPR G06	23° 18' 22.99" E	72° 02' 26.33" S	1444	982291.211	12月 13日	金属票	ケテレルス氷河西方
NIPR G07	23° 16' 45.62" E	72° 05' 53.52" S	1419	982304.428	12月 13日	金属票	かこの爪

※NIPR G01 は 2 周波 GPS で決められた位置 (位置決定精度は水平・鉛直とも 1 cm 以下)、それ以外の点はハンディ GPS による位置 (位置決定精度は水平で 3 m 程度、鉛直で 12 m 程度) であり、決定精度にあわせて有効桁数が異なる。

ラコスト重力計で結合した重力値と、測定精度内で一致する結果が得られた。PE 基地および周辺の露岩上 6 地点とシール岩の磁力計基台の計 7 地点で、ラコスト重力計による重力測定を実施した。結果を表 4 にまとめた。いずれも絶対重力測定点と結合している。NIPR G03 点は、航空測定用重力計の検定に便利のように、滑走路脇の露岩域に設置し、重力ラボおよび NS の絶対重力点と複数回結合した。なお、ラコスト重力計の運搬には背負子を使用した。これらの重力点での絶対値の精度として、複数回の測定を実施している G01~G03 については 0.03~0.05 mGal、また、G04~G07 についても 0.05~0.10 mGal 程度の精度が得られていると考える。

##### (5) 氷床上での GPS 測定 (2013 年 12 月 10~16 日)

氷床流動 (速度と歪み) の観測を目的に、氷床上に 2 台の GPS を設置して約 6 日間連続測定を行った (図 4c)。GPS はクレバス直近の裸氷上 (23°35'16.522" E, 71°55'00.260" S, 1353.650 m) とそこから北方に約 4.4 km 離れている雪で覆われた氷床上 (23°34'39.651" E, 71°54'29.728" S, 1328.151 m) に設置した。GPS アンテナは裸氷上では、アイスドリルで穴をあけ、そこにステンレスアンカーをつけたボルトを差し込み固定した。雪上側は、GPS アンテナを取り付けた小型三脚を雪に埋め、さらに周りにスノーアンカーを埋めて、結束バンドでお互いを固定した。両地点とも、プラスチックケースに、GPS 受信機、シールバッテリー (12 V, 40 Ah) および気象観測装置 (気圧・気温) を収納し、3 方向にアンカーをとって風で飛ばされないようにした。観測期間中に降雪があったが、アンテナが雪に埋まったり、ケースが飛ばされたりすることはなかった。また、日射融解などによるアンテナの傾斜もみられなかった。観測の結果、クレバス直近の観測点で北方向に 1 日約 1 cm の流動がみられた。

GPS 観測点にスノーモービルで移動するとき、背負子にアンテナを取り付け、氷床形状の測定もあわせて行った。往復で行う予定であったが、往路で GPS 受信機をスノーモービルの荷台に取り付けたため、振動で電源ケーブルが緩み、途中で測定が停止していた。復路では各ケーブル端子をビニールテープで固定し、さらに受信機を背負子で運搬したところ、

氷床 GPS 観測点から PE 基地までの高度断面が得られた。

(6) 無人磁力計の更新 (2013 年 12 月 9 日)

PE 基地の北方約 3 km に設置してある無人磁力計のロガーおよびバッテリーを更新し、ソーラーパネルとともに雪面上への移設を行った。2009 年に設置した無人磁力計は積雪によって約 2 m も埋没していたため、PE 基地の協力のもと、雪上車で無人磁力計の側面に複数のトレンチを掘ることで無事に移設を完了した (図 4d)。また、同日の動作確認では起動が確認できなかつたため、翌日、システム用コンパクトフラッシュカードを交換することにより、無事に起動を確認することができた。回収したバッテリーは再充電を行い、4 台とも無事に充電ができたため、将来の予備品として、電菱製大容量充電器 Pancharge1K (1 台)、MELTECH 製充電器 PC-300 (1 台) とともに PE 基地に残置した。バッテリーを充電する過程において、MELTECH 製充電器 1 台は過負荷が原因と思われる不具合により起動不能になったため、持ち帰った。

(7) ベルジカ山地偵察飛行 (2013 年 12 月 15 日)

第 57 次で予定されているベルジカ山地およびセール・ロンダーネ山地東部の地形・地質調査に備えて、両地域への偵察飛行を実施した (図 4e)。当飛行には、日本隊の 4 名に加えて、PE 基地から Alain Hubert 氏ら 3 名が搭乗した。飛行は、往路でセール・ロンダーネ山地中・東部の南側を通過し、Balchen 西部での周回飛行を経て、ベルジカ山地に到達した (図 5)。復路では、セール・ロンダーネ山地中・東部の北側を通過し、Nordhaugen で周回飛行を実施した。Balchen 西部の裸氷域と、Balchen からベルジカ山地方面に広がる裸氷域から雪面域に巨大なクレバス地帯が確認された (図 5)。

ベルジカ山地においては、山地の周回と主に北面での偵察飛行を実施した。また、調査の際のキャンプ地候補地点であるベルジカ山地北側の裸氷帯への着陸を試みたが、氷上の状態がよくなく着陸を断念し、北西部の雪面への着陸を行った (図 5)。この着陸地点は、最寄りの露岩まで 5 km 以上あり、キャンプ地点としてはあまり適していない。したがって、ベルジカ山地での調査を実施する際には、航空機にスノーモービルを乗せ、現地での移動手段を確保する必要がある。

(8) マイトリ基地訪問 (2013 年 12 月 17 日)

将来の共同研究・共同観測を計画するのに必要な情報を得るため、インドのマイトリ基地 (図 4f) を訪問し、同基地で行われている観測項目、観測機器の設置状況、データ取得・伝送方法、ネットワーク事情などの視察を行った。当初、マイトリ基地訪問は岡田隊員、福田隊員の 2 名の予定であったが、後述のとおり PE 基地からのフィーダーフライトの予定が変更になったことから、菅沼隊員、青山隊員も参加した。

マイトリ基地までの移動は、一度ノボ基地滑走路まで移動し、マイトリ基地からの迎いの車に乗り換えた。マイトリ基地、ノボ基地および滑走路間の輸送は主に Arctic Trucks 社によっ

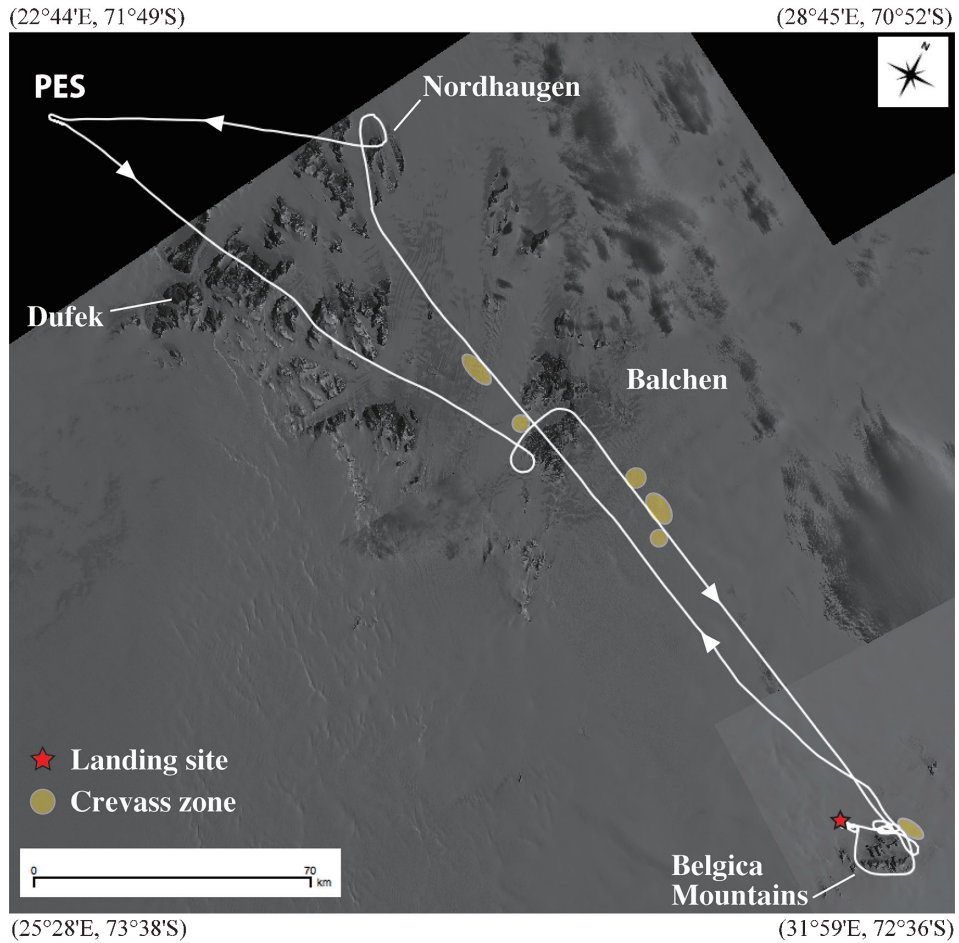


図 5 ベルジカ山地，セール・ロンダーネ山地東部への偵察フライトルート。© JAXA.

Fig. 5. Route of the reconnaissance flight to the Belgica Mountains and the eastern Sør Rondane Mountains. © JAXA.

て改造されたトヨタ製トラック（HILUX）が使用されており，非常に高速かつ簡便に移動できるシステムが整備されていた。

マイトリ基地に到着後，基地長の Dr. Jeeva と懇談し，続いて科学観測担当の隊員 5 名による観測内容の説明を受けた。基地内は情報ネットワークが完備しており，主要な観測機器を設置している観測小屋はネットワークによって接続され，データの収集に活用されているとのことであった。基地のネットワークは，400 kB/sec の衛星回線でインターネット接続されており，一部のデータは準リアルタイムでインド国内に伝送されているとの説明があった。

基地内の共用居室には 2 台のテレビ電話端末が設置されており，昼休みなどには国内の家族とテレビ電話をする様子もみられた。衛星回線の種類，国内までの経路などの詳細は不明

であるが、かなり高度にネットワークを活用している様子がうかがえた。

### 3.1.3. セール・ロンダーネ山地撤収後の行動

帰路の日程については、当初上記のマイトリ基地訪問のため福田隊員と岡田隊員は12月15日に、菅沼隊員と青山隊員は12月20日にフィーダーフライトでノボ基地滑走路へ移動すると予定していた。しかし、悪天候の予報を受けて、DROMLANの大陸間フライト便の日程が変更され、2日前倒しの12月18日にケープタウンへの移動が決定した。この変更により、結果的には12月16日の午前には福田隊員と岡田隊員、午後に菅沼隊員と青山隊員がノボ基地滑走路へ移動し、ノボ基地のALCIゲストハウスに入った。その後、17日のマイトリ基地訪問の後、18日のDROMLANの大陸間フライト便でケープタウンへ移動した。

ケープタウンには12月18日の夜に到着した。ケープタウン滞在中は、輸送物資の確認、日本への輸送手配およびALCI社への支払い契約の確認などを行った後、予定より一日早い12月22日便でケープタウンを出発し、12月24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

日本からケープタウンへの物資輸送は、通常の船便貨物および航空貨物便を利用した。全輸送物資の内訳は、約1200kg（船便470.0kg、航空便730.5kg）である。船便物資は9月18日に、航空便物資は10月25日に発送し、それぞれ11月8日までにはケープタウンに到着した。船便では主に環境、野外活動およびバッテリーなど重量の大きな観測物資を、航空便では主に食料や個人装備および重力計など精密機器を含む観測物資を輸送した。2台の絶対重力計については、税関手続き簡略化および免税措置を受けるために、カルネを利用した。また、FG-5型絶対重力計は輸出規制品目に該当するため、かなり事前から経済産業省への輸出許可申請手続きを開始し、発送直前に許可を得た。

ケープタウンに集積した全物資とALCIに預けた約80kgの個人物資は、Ilyushin Il76機によって南極まで輸送した。ノボ基地滑走路からPE基地への輸送は、前述のように2便のフィーダーフライトによって行われた。第一便では主に観測物資を、第二便では主に食料および環境物資と、残りの観測物資を輸送した。また、緊急時に備えて、各自の個人物資と非常用装備類は2便に分割して搭載した。

### 3.2.2. 南極から日本への物資輸送

復路もDROMLANを利用して、全人員と食料・環境以外の持ち込み物資を往路と逆ルートでPE基地からケープタウンまで輸送した。この物資輸送リストについてはフィーダーフライト出発の数日前までにALCI社に提出した。ケープタウンから日本への輸送については、カルネの対象となる2台の絶対重力計と次の使用が予定されている観測系物資を航空便で、残りの全物資は経費節約のために船便を利用した。

## 3.2.3. PE 基地残置物資

第 56 次以降のセール・ロンダーネ山地調査隊で必要となる物資については、PE 基地の

表 5 PE 基地デポリスト (1/2)

Table 5. List of equipment and food deposited at Princess Elisabeth Station. (1/2)

分類	荷姿	名称	内容
環境	ブラダン	タイコン (環境 1)	タイコン (中) 4 個, ゴミ袋 50, ポリ袋 250
	ブラダン	タイコン (環境 2)	タイコン (中) 12 個
	ブラダン	トイレットペーパー (環境 13)	トイレットペーパー (コアノン ダブル 65 m 巻) 30 個
	ブラダン	トイレ用品 (環境 3)	内袋 60, 外袋 220, エチケットペーパー600 枚, 凝集剤 58 個, 内袋縛り 20 個, スキナクレン 6 個, ゴミ袋 100 枚
	ブラダン	トイレ用品 (環境 6)	内袋 80, 外袋 50, エチケットペーパー800 枚, 凝集剤 60 個, 内袋縛り 150 個, スキナクレン 4 個, ゴミ袋 100 枚
	ブラダン	JK ワイパー (環境?)	JK ワイパー12 個, キムワイブ 10 個
	専用ケース	ペール缶トイレ用テント	ペール缶トイレ用テント 2 張
	小ダン	ペール缶トイレ (環境 7)	ペール缶トイレ
	ブラダン	ペーパータオル類	JK ワイパー16 個, 使い捨てお手拭き 20 個, クレシアハンドタオル 8 個
	ブラダン	ウェットティッシュ類	ムーニーおしりふき 8 個, ウェットティッシュ 13 個, キムタオル 1 個, キムワイブ 1 個半, 毛布 1 枚
ブラダン	ラップトイレ用品	専用凝固剤 (約 50 回分/袋) 5 袋, 専用ラップフィルム (約 50 回分/巻) 7 巻, ウェットティッシュ 8 個	
装備	ブラダン	毛布	毛布 5 枚
	ブラダン	テント (旧 2)	モンベルジュピター3 張 (第 49 次)+予備ポール
	ブラダン	バーベキューコンロ	コールマンバーベキューコンロ, 炭 (3 kg), 文化たき付け 2 袋
	ブラダン	ルート工作セット	赤×200, 黒×70, 緑×40, 赤旗 60 枚
	ブラダン	銀マット	テントマット (大) 2 枚
	ブラダン	銀マット	テントマット (小) 6 枚
	ブラダン	銀マット	テントマット (小) 8 枚
	ブラダン	延長コード	延長コードリール (第 49 次) 2 個, ミニ工具箱 (第 49 次)
	ブラダン	防風ネット	粗目 4 枚, 細目 7 枚
	ブラダン	メッシュアンカーネット	メッシュアンカー (非常に多数)
	ブラダン	メッシュアンカー	メッシュアンカー (多数)
	ブラダン	ラッシングベルト (車両 1)	大 10 m×2, 大 5 m×6, 中 5 m×1 (しらせ), 中 5 m×10, 小 4 m×2, スリング (1.6 t, 2 m×4), スリング (0.8 t, 2 m×4), スリング (1.25 t, 6 m×1), シャックル 4 個, 鉄カラビナ 2 個
	ブラダン	タイダウンベルト (共用 14)	61 本 (ほとんどが 5 m, ごく少数 2 or 3 m), フック付きゴムバンド 13 本
	ブラダン	ロープ①	ダイナミックロープ (10.5 mm×50 m 第 51 次品) 4 本, スタティックロープ (10.5 mm×50 m 第 53 次品) 1 本
	ブラダン	ロープ②	ダイナミックロープ (10.5 mm×50 m) 2 本, (9 mm×50 m) 1 本, 流動分散用ロープスリング (φ10.5 mm) 4 本, クレモノロープ 1 本
	ブラダン	補助ロープ	6 mm (100 m)×1 巻き, 6 mm (90, 70, 30 m)×各 1 巻き, 6 mm (ライブロープ用 50, 20 m) 各 1 本, 4 mm (約 20 m)×1 巻き, 3 mm (約 200, 150 m)×各 1 巻き, 2 mm (約 100 m)×1 巻き, 作業用ロープ 5 mm (22 m)×3 巻き, 4 mm (22 m)×4 巻き
	ブラダン	ブルーシート	#1000 (3.6×5.4 m)×3 枚, #3000 (2.7×3.6 m)×3 枚, #3000 (3.6×5.4 m) 2 枚, ジップロック (大 30 枚入り) 3 箱
	ブラダン	アイスドリル	マキタ充電式ドリル DF454D (18 V)×1 台, 充電器 (AC3 台, DC3 台), 専用バッテリー (第 53 次品) 5 個, 補助ハンドル 2 本, 替刃 KOVACS 4 個, ジョイント 1 個
	ブラダン	火気系デポ①	コンロ台×2, マナスル 126×2, マナスル予備部品×2, ロート×4, 消化布×2, 木炭 3 kg, S ビット×36 箱, チューブメタ×8 本, ライターオイル×7 缶, チャッカマン×10 個, 鍋・フライパンセット×2, スノーソー×2, 発煙筒×4, ポンプ×4
	ブラダン	火気系デポ②	燃料ボトル OPTIMUS (1100 ml) 9 本, 灯油ポンプ 1 本, チューブメタ EP (60 ml) 8.5 本, メタ Eshit (4 g×20 p) 33 箱, マッチ 15, 発煙筒 (しらせ) 1 個, ゴミ袋 (70×10 枚入) 1 袋, アルミ盆 2 枚, 消火布 1 枚, タオル (雑巾用) 1 枚
	ブラダン	ベグ・スノーバー	スノーバー×16 本, アルミベグ (長尺)×17 本, 樹脂ベグ×14 本, 竹ベグ×50 本以上
	ダンポール	テーブル	キャンプテーブル 1 台 (第 49 次)
	専用ケース	アイスドリル	アイスドリル (コバック) 本体 1 本, ハンドル 2 本, ジョイント=なし
	ブラケース	アイススクリュウ (共 41)	BD ターボエクスプレス×33 本, BD ターボ×17 本, グリベル×8 本, シャルレ×1 本, ナス環×35 個, カラビナ 2
	ブラケース	アイススクリュウ (共 42)	スチールアイススクリュウ多数
	ダンポール	発電機	YAMAHA EF2500 i×1 台
	バラ	折りたたみイス	折りたたみイス×6 脚

JARE コンテナおよびモジュール内に残置することとした (表 5)。廃棄物および不要となる物資については、輸送の可能な範囲で日本に持ち帰り、残りについては PE 基地に処理を依

表 5 PE 基地デポリスト (2/2)

Table 5. List of equipment and food deposited at Princess Elisabeth Station. (2/2)

分類	荷姿	名称	内容	
装備	ブラケース	折りたたみイス (共 36)	折りたたみイス×6脚 (小型)	
	ダンボール	ポリピン	ポリピン (500 m) <sup>2</sup> 約 20 本	
	バラ	竹竿	赤旗付き竹竿 82 本	
	裸	ポリタンク	20 l 水タンク×4 (コンテナ内 1, モジュール内 4) モジュール内は 3 個が飲料水用, 1 個が排水用	
	裸	風呂マット	風呂マット 2	
	ダンボール	バッテリー	12 V 密封型バッテリー (良好) 第 54 次では未使用, コンテナ内に移動しデポ	
	ソリ	岩石輸送ソリ	第 50 次タイプ 5 台, 第 51 次タイプ 5 台 計 10 台	
	裸	ナンセンソリ	2 台しか確認できず <sup>a</sup>	
	調査	ブラダン	土のう袋	土のう袋 100, 布サンプル袋 60
		ブラダン	土のう袋	土のう袋 60
ブラダン		サンプル袋	ユニバック D-4×100, F-4×300, G-4×150, H-4×200, J-4×400, K-4×150, J-8×550, K-8×100, ポリ袋 100	
裸		ハンマー	大割り 2 本, 中割り 2 本, 小割り 3 本	
車両	裸	スコップ	スコップ (平) 2 本, スコップ (角) 3 本, スキースコップ 1 本	
	中ダン	車両 5	バッテリー溶接機用ケーブル, 溶接棒, 溶接面	
	中ダン	車両 11	スノーモービル整備用ジャッキ 2 個, ドラム缶オープナー 1 個	
	ブラダン	スリングワイヤー (車両 17)	スリングワイヤー (1 m×12 mm) 2 本, (2 m×12 mm) 4 本, シャックル (大 1 個, 中 1 個) 電動ドリル, 石頭ハンマー	
	ブラダン	ハイスピーダー (車両 8)	ハイスピーダーポンプ用ホース×2 本, ドラム缶レンチ×3	
	ブラダン	オイルジョッキ類 (車両 18)	オイルジョッキ 2 l×3, 1 l×3, 軽量カップ 500 ml×1, 100 ml×3, オイラー 180 ml×2 本, じょうご (大×2, 中×2, 小×1), ハンドポンプ 7 本, ウェス (約 20 枚)	
	ブラダン	車両油脂①	2cycle 用オイル (純正 3.785 l)×1 本, 2cycle 用オイル (カストロ 1 l)×2 本, 2cycle 用オイル (ワコーズ 1 l)×12 本, 4cycle 用オイル (ヤマハ 1 l)×1 本	
	ブラダン	車両油脂② (車両 14)	4cycle 用オイル (ホンダ 4 l)×0.5 本, 2cycle 用オイル (ヤマハ 1 l)×1 本, プレーキオイル (ATE 1 l)×1 本, フェーエルスタビライザー (236 ml)×14 本, チェーンケースオイル 250 ml×2 本, グリス 3.5 本, 防錆潤滑剤各種×4 本, プレーキパーツクリーナー 840 ml×1.2 本, 手袋各種×4 組, ウェス (約 20 枚)	
	ブラダン	ショックアブソーバー (車両 16)	ショックアブソーバー (黒色 5 本, 銀色 3 本), ジョイント (メス 5 個, オス 3 個)	
	ブラダン	岩石ソリ関連部品 (紙 1)	ナンセンソリ用保護プレート×約 60 枚, 直進ガイドプレート 4 セット, 鉄カラビナ 7 個, 岩石ソリ用ベルト多数, 黒ゴム紐×1 巻き, FRP 用補修シート×1 パック, 岩石ソリ用スバナ (呼 19), トラス小ねじ MS&M6×各 5 個, 雑ボルト & 針金一式, 連結ピン (長×6, 短×7), 割ピン×12 本	
	ブラダン	スノモ予備部品 (車両 10)	キャブレター等の予備部品, 特殊工具など	
	ブラダン	車両 1A	グリースガン 1, スノーモービル用エンジンオイル 6, ヤマハスノーモービルオイル 10 l, GPS マウント予備部品 4 セット, 軍手多数, スノーモービル連結アブソーバー 1, スノーモービル赤田プレート 2, スノーモービルブラグ 2,	
	携行缶	灯油	10 l 缶×1 本, 20 l 缶×3 本 (2 個はモジュール)	
	携行缶	ガソリン	20 l 缶×40 本 (内 2 本は軽油用として使用したため, 持ち手付近に表記済)	
	木枠	車両 6	バッテリー溶接機	
	ダンボール	車両 7	ski-doo ツンドラ用スキー (予備品)	
	ダンボール	スノモ防風カバー (車両 15)	スノーモービル用防風カバー	
	裸	バール	バール (600 mm), バール (900 mm)	
	裸	工具箱①	別シート参照	
	裸	工具箱②	別シート参照	
裸	ハイスピーダーポンプ	ハイスピーダーポンプ 2 本		
ダンボール	バッテリー	第 53 次持ち込み 100 Ah		
ダンボール	スノモバッテリー	スノーモービル用バッテリー 2 個		
ダンボール	スノモ用エンジンオイル (車 3)	第 53 次持ち込み品 (純正品: 946 ml×12 本)		
ダンボール	スノモ用エンジンオイル (車 5)	第 53 次持ち込み品 (純正品: 946 ml×12 本)		
ダンボール	スノモ用エンジンオイル (車 6)	第 53 次持ち込み品 (純正品: 946 ml×12 本)		
宙空	裸	バッテリー	第 55 次持ち込み 100 Ah×4 個	
	ブラダン	充電器	バッテリー充電器×2	
隕石	ブラダン	第 52 次隕石隊観測物資		
	ブラダン	第 52 次隕石隊観測物資		

頼した。

### 3.3. 設営計画

#### 3.3.1. 装備

本調査隊の行動観測計画はPE基地での滞在を基本とし、キャンプは緊急時のみの想定であった。したがって、野外活動・レスキュー装備はこれまでの記録を参考にして不足のないようにそろえたが、非常用キャンプ装備・火器類については必要最低限の装備のみをそろえた(表6, 7)。

##### (1) 野外活動・レスキュー装備

南極観測用に開発された防寒帽や革手袋をはじめ、基本的には第54次隊までの装備を踏襲した。衣類については、フード付きの肌着(パタゴニア: R1 HOODY)が好評であった。作業用に配布したインナー手袋は、適度な保温性と伸縮性があり使い易かった。また、ダウンミトンは保温性と厚みがあり、長時間のスノーモービル運転時の「手指の振動障害」の予防にも有用であった。

レスキュー用ロープについてはすべてデポ品を使用した。保管状態は良好であり、使用

表6 野外活動・レスキュー装備リスト (1/2)  
Table 6. List of outdoor and rescue equipment. (1/2)

野外活動装備	品名・規格	調達先	数量	備考
防寒帽(厚手)	TNF 特注帽	南極観測センター	4	貸与
目出帽(厚手)	OR ニンジャバラクラバ	南極観測センター	4	
フリース帽子	Haglofs STRIPE BEANIE	南極観測センター	4	
ネックゲイター	Patagonia	南極観測センター	8	
非常用羽毛服(上下)	Haglofs Down	南極観測センター	4	貸与
冬アウター上下	Haglofs 第53次モデル, patagonia PRIMO PANTS-PRO	南極観測センター	各4	貸与
インナーダウン	Haglofs ESSENS DOWN JKT	南極観測センター	4	
ズボン	TNH	南極観測センター	4	
フリースジャケット	patagonia R3 HI-LOFT JKT	南極観測センター	4	
長袖シャツ(厚手)	Haglofs STEM JKT	南極観測センター	4	
厚手肌着上	patagonia R1Hoody	南極観測センター	4	
厚手肌着上下	patagonia merino3 mw ZIP NECK, BOTTOMS	南極観測センター	各4	
中厚手肌着上下	patagonia Capline3 ZIP NECK, BOTTOMS	南極観測センター	各5	
中厚手下着上下	Hoglofs	南極観測センター	4	
防寒作業用手袋	TNF ASCENT GLOVE 指先アテ有(特注)	南極観測センター	8	
ダウンミトン	montbell	南極観測センター	4	
インナー手袋	montbell メリノウールインナーグローブ	南極観測センター	4	
中厚手化繊手袋	montbell グリッパー	南極観測センター	4	
靴下	スマートウール: マウンテンエアリング	南極観測センター	12	
防寒靴	BAFFIN IMPACT	南極観測センター	4	貸与
テントシューズ	TNH	南極観測センター	4	
サングラス	RUDY PERCEP (23625)	南極観測センター	4	
ゴーグル	GUEST-MPDH 偏光ピンク(フレーム: シルバー)	南極観測センター	4	
プラボトル	nalgene(ナルゲン) 広口 1.0 l Tritan	地学	4	
魔法瓶	500 ml	地学	4	



上問題なかった。リーダーが牽引するレスキューソリには、応急医療セット、レスキュー装備、非常用キャンプ装備、ルート工作用装備などを常備した。

(2) モジュール用調理・暖房器具

第55次隊では、モジュール内での調理用に、IHコンロ（100V）を用意した。また、鍋とフライパンをはじめ、調理器具は新たにIH用のものを用意した。

モジュール内における暖房器具としては、Webasto製 AirTop Evo MC ヒータ（2台）が設置されており、軽油による高効率の暖房設備が整っている。我々が到着した時点では、これらのヒータは電源をONにしても作動せず、故障しているとの引き継ぎを受けた。バッテリー接続、燃料確認および電源ランプ点灯確認を行い、国内担当者を通じてマニュアル等を取り寄せて原因を確認したところ、ヒータのステータスLED表示から FaultLock 状態であることが判明した。マニュアルに従い、電源ONの状態のまま当該機のフューズを抜くことでロック解除できることが判明したため、居住モジュールおよびキッチンモジュールに備え付けられているそれぞれ2台（計4台）のヒータすべてについて、ロック解除を実施した。これによりすべてのヒータが使用可能になったため、数日間モジュール利用中にヒータを連続動作

表 6 野外活動・レスキュー装備リスト (2/2)  
Table 6. List of outdoor and rescue equipment. (2/2)

レスキュー装備	品名・規格	調達先	数量	備考
登山靴		南極観測センター	4	貸与
アイゼン	ブラックダイヤモンド: セラックリップ	南極観測センター	4	貸与
ピッケル	グリベル: エアータック	南極観測センター	4	貸与
ハーネス	DMM: スーパークーロアール	南極観測センター	4	貸与
安全環付きカラビナ	HSM 型	南極観測センター	8	貸与
ノーマルカラビナ	変形 D 型	南極観測センター	8	貸与
スリングセット	ソウンスリング (120×1, 60×2), コード	南極観測センター	1 式	貸与
確保器 (兼下降器)	PETZL: グリグリ	南極観測センター	2	貸与
登高器	PETZL: アッセンション	南極観測センター	2	貸与
ブレイキ付きブーリー	PETZL: プロトラクション	南極観測センター	2	貸与
ゾンデ棒	MAMMUT (マムート) Avalanche Probe light	地学	1	
応急医療セット	ドイターファーストエイドキットドライ M	地学	1	
アイスドリル	KOVACS+ドリルケース	デポ	1	
発煙浮信号	KM46S	デポ	1	
ルート旗	竹竿	南極観測センター	100	
個人用非常装備	固形燃料, コッヘル, ミラー, ホイッスル, コンパス, ブランケット, ツェルト	南極観測センター	4	貸与
通信機器	品名・規格	調達先	数量	備考
UHF	ICOM UH37CTM (予備バッテリー8, 予備マイク 1)	南極観測センター	5	貸与
イリジウム電話	KDDI 9505A, 9555 (予備バッテリーを含む)	地学・南極観測センター	3	貸与
その他	品名・規格	調達先	数量	備考
工具	LEATHERMAN TOOL SKELETOOL	地学	4	
GPS	Germin 62sc	宙空	4	
ヘッドライト	ティカ XP2 E99 P	地学	4	
ダブルバッグ 1	パタゴニア: Black Hole (120 l)	南極観測センター	4	貸与

表 7 非常用キャンプ装備・火器類リスト

Table 7. List of camping and cookware.

装備名	品名・規格	調達先	数量
テント	ノースフェイス: VE-25	南極観測センター	2
予備ポール・フライ	ノースフェイス: VE-25	南極観測センター	各 1
リペアセット	リペアテープナイロンタフタ 7.5×45 cm	地学	2
アルミ長尺バグ		南極観測センター	12
折り畳みスコープ		南極観測センター	2
スノーバー		南極観測センター	10
テントマット	キャラバン: AP 銀マット	南極観測センター	4
ロープ	3 mm×50 mm; 6 mm×60 m	地学	1
ミニテーブル	二つ折りちゃぶ台	南極観測センター	1
寝袋	TNF Solar Flare	南極観測センター	4
灯油コンロ	MSR-XGK	南極観測センター	1
コンロ修理キット	MSR-XGK 用キット	南極観測センター	1 式
着火剤	WB: チューブメタ	デポ	3
灯油用ポンプ・漏斗		デポ	各 1
燃料ボトル	シグボトル 1.0 l	南極観測センター	2
ライター		個人	3
消火布	ファイヤーストップ	南極観測センター	1
コンロ台	ベニヤ板	南極観測センター	1
保温ボトル	1.8 l	南極観測センター	2
水用タンク (袋状)	MSR: 10 l	南極観測センター	2
ミニしゃもじ		南極観測センター	1
菜箸		地学	2
フライ返し, トング, お玉		地学	各 1
たわし		南極観測センター	1
IH フライパン		地学	1
IH 深鍋		地学	1
食器セット	EPI チタン製コッヘル	南極観測センター	2
プラスチック碗, 皿		南極観測センター	各 4
スプーンセット, 箸	スプーン, フォーク, ナイフセット, 箸	南極観測センター	各 4
チタンマグカップ	Snowpeak ダブル 300 ml	地学	4
コーヒードリッパー		南極観測センター	1
コーヒーフィルター	40 枚入り	個人	1
ゴミ袋	45 l	南極観測センター	60

させて、機能確認を行った。

マニュアルによれば、ヒータは本体内部に高精度の過熱防止機構を装備しており、自身の温度制御機構による制御に反して、吸入気温の上昇が認められた場合にロック状態になることが判明した。また機能確認の結果、当該ロック状態に陥る原因として、モジュールに設置された 2 台のヒータを同時に運用することに問題があることがわかった。2 台を同時に運用することによってこの安全装置が作動し、ロック状態になることが予想されるため、今回の運用では 2 台同時に電源 ON することはしないようにし、その旨電源制御パネル上部に注意書きを残すことにした。

### (3) 非常用キャンプ装備・火器類

野外活動中およびベルジカ山地偵察飛行における非常事態に備えて、テント (VE-25) 2 張、

調理用コンロ（MSR-XGK）などを用意した。お湯の保温用には保温ボトル（1.8ℓ）を使用した。

### 3.3.3. 発電・通信

モジュールにおける電力供給は、発電によって賄うように準備した。予備として、小型発電（HONDA EU16i）も利用した。モジュールに常備している発電機（デンヨー製 DA-3100SS-IV）は、クボタ製水冷4サイクルエンジンを搭載した発電機で、12月1日時点において783.9時間の運用時間が経過していた。エンジンおよび発電機の状態は良好で、到着後にオイル、冷却水等の確認を行い、バッテリーの接続、燃料バルブ操作によりすぐに始動することができた。電源出力の配線が若干設置当初から変更されており配線確認に少々時間がかかったが、大きな支障なくモジュール内の電源として利用することができた。

発電はモジュール内の専用スペースに設置されており、排気管は設備されているが、排気管横の隙間からモジュール内への排気の還流が認められたため、接着パテを用いて排気管周囲の隙間を埋める措置をとった。また、専用スペースは上面の蓋を閉めると通気性はなく、エンジンの冷却が十分に行われなくなるため、運転時には上面の蓋を開放して運用する必要がある。専用スペースはモジュールの前室にあり、運転中は前室内の温度上昇がある一方、騒音も大きいので、居住スペース側を開放することができない。したがって、前室の入り口側を運転中に開放する必要がある。強風時や、降雪時には前室に吹き込むことになる。この点の対策については、モジュール側面に換気用の窓を設けることが適切であると思われるが、今後の課題とした。発電用消耗品として、冷却水とエンジンオイルが必要であるが、現地残置物資に適当なものが見つからなかったため今回は交換していない。今後追加搬入する必要がある。

通信機器には、UHF無線機4台およびイリジウム衛星電話3台を用意した。UHF無線機は、各自に1台（予備バッテリー1個）配布し、行動中は常時電源ONとすることにし、隊員間で常に通信可能な状態となるよう心がけた。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した。昭和基地との定時交信は、南極到着後の昭和基地時間21:30から行うこととした。PE基地などインターネット環境が利用可能な際には、気象情報の交換などはメールで行い、人員・装備の安全確認のみイリジウム衛星電話を用いて行った。イリジウム衛星電話を使用する場合は、国内担当者からの指示により可能な限り各端末の無料通話分を使用するようにするため、機材を毎日変えて使用するよう心がけた。

### 3.3.4. 車両燃料

#### (1) スノーモービル

本調査隊では、JAREで持ち込みPE基地にデポされていた16台のスノーモービルのうち、計4台を立ち上げ整備し、本調査の移動手段とした。スノーモービルの機種は、ボンバルディ

表 8 スノーモービル使用状況および調査終了後の点検結果  
 Table 8. Status and condition of the ski-doods after the expedition.

車両 番号	使用者	行動終了時の積算走行距離 (km) *							積算走行距離 (km)
		11/30	12/4	12/6	12/9	12/10	12/12	12/13	
51-8	菅沼	4850	4983	5006	5126	5140	5207	5254	404
51-7	青山	4196	4214	4237	4358	4365	4415	4463	267
49-6	福田	5835	5849	5871	5871	5885	5916	5964	129
49-5	岡田	4384	4393	-	4424	4431	4481	4529	145

\* 使用日終了時のオドメータの読み

ア社（カナダ）製 ski-doo TUNDRA（ツンドラ）である。今回使用した各車両の使用状況は、表 8 にまとめた。立ち上げでは、ベルトおよびオイルの点検を実施し、始動テストを行った。始動テストの際に 50-1 機のエンジンが安定しない症状が判明したため、立ち上げを行わず、使用を控えた。エンジン始動性が悪かった 51-7 機については、スパークプラグの交換を行い、使用した。PE 基地にはこれら 5 台のほかに、9 台の JARE スノーモービルがデポされており、PE 基地により保守・管理が行われ使用されている。したがって、第 55 次の終了時点で計 14 台のスノーモービルが使用可能ではあるが、その状態はすべてが良好とはいえない。

### 3.3.5. 食料計画

#### (1) 食料計画・梱包

本調査隊の行動・観測計画では、南極での野外活動期間を 23 日間と計画した。その間のノボ基地・マイトリ基地滞在（最大 6 日）、シール岩への調査旅行（2 日）および日帰りの野外活動時の昼食以外は、PE 基地から食事提供を受けることを前提とした。この基本方針をもとに、下記のように食糧、行動食および予備食を調達した（表 9）。調達に際しては、重量、調理の容易さおよび価格を考慮して、市販のアルファ米やフリーズドライ（FD）食品を中心とした。

#### (2) 朝食・昼食・行動食

朝食は主食とスープ（味噌汁）を基本とし、主食は 3 種のアルファ米（山菜おこわ、炊き込みご飯、五目ごはん）、スープは 3 種の味噌汁とサムゲタンを用意した。主食は合計で 65 食用意しており、1 人当たり約 16 食分に相当する。

昼食については、野外活動時は行動食を、時間的に余裕のあるときは FD のパスタ類（ナポリタン、カルボナーラ、リゾット類）も利用することとした。パスタ類は、1 人当たり 1 食 2 袋として、全 8 日分を用意した。行動食は羊羹、シリアルバー等乾燥タイプの栄養補助食品、飴、チョコ、カルパスを中心に組み立てた。

表 9 食料品リスト

Table 9. List of foodstuffs taken on the expedition.

朝食	品名・規格	数量	行動食	品名・規格	数量
アルファ米 (山菜おこわ)	100 g	15	一本満足バー (シリアルチョコ)	1 本/38 g	18
アルファ米 (炊き込みおこわ)	100 g	25	一本満足バー (メープルケーキ)	1 本/41 g	18
アルファ米 (五目ごはん)	100 g	25	一本満足バー (抹茶ケーキ)	1 本/41 g	18
なすのおみそ汁		15	大塚製菓カロリーメイト (チーズ)	1 箱/4 本	10
長ねぎのおみそ汁		15	大塚製菓カロリーメイト (チョコ)	1 箱/4 本	10
豚汁		15	大塚製菓カロリーメイト (フルーツ)	1 箱/4 本	10
参鶏湯		15	大塚製菓カロリーメイト (ポテト)	1 箱/4 本	10
			森永ミルクキャラメル	1 箱/12 粒	16
昼食	品名・規格	数量	ロッテアーモンドチョコレート	1 袋/189 g	4
FD ナポリタン		16	ヤガイペンシルカルパス	1 本/7 g	56
FD カルボナーラ		16	明治チェルシー (バタースカッチ)	1 箱/10 粒	4
FD チーズクリームリゾット		16	カンロはちみつレモン C のど飴	1 袋/110 g	2
FD 野菜たっぷりリゾット		16	サクマフルーツドロップス	1 袋/120 g	2
			ノーベル男梅のど飴	1 本/10 粒	4
夕食	品名・規格	数量	スポーツようかん	5 本/箱	7
アルファ米 (白飯) 100 g	100 g	30	予備食	品名・規格	数量
アルファ米 (エビピラフ) 100 g	100 g	20	FD ナポリタン		14
アルファ米 (ドライカレー) 100 g	100 g	20	FD カルボナーラ		13
アルファ米 (チキンライス) 100 g	100 g	30	FD チーズクリームリゾット		12
FD 香るチキンカレー		20	FD 野菜たっぷりリゾット		14
FD 香る野菜カレー		6	FD 香るチキンカレー		10
FD 香るグリーンカレー		20	FD 香る野菜カレー		9
FD ロどけまろやかビーフシチュー		30	FD 香る野菜カレー		10
FD コクと旨みのクリームシチュー		20	FD 香るグリーンカレー		10
コーンポタージュ		50	FD コクと旨みのクリームシチュー		10
オニオンコンソメ		50			

## (3) 夕食

夕食は、主食、主菜およびスープを基本構成とした。主食はアルファ米（白飯，ドライカレー，エビピラフおよびチキンライス）とし、主菜はFD カレーまたはシチューとした。スープはFD コーンポタージュとオニオンコンソメを用意した。これらは1人当たり1食2袋として、おおよそ100食分、約12日分を準備した。

## (4) 飲料・非常食

飲料については、すべてPE基地のデポを利用し、コーヒー、紅茶および緑茶などを用意した。非常食は、パスタ類を約13日分、主菜を約10日分確保した。

## 3.3.6. 環境保全

## (1) 廃棄物・排泄物

セール・ロンダーネ山地滞在中の廃棄物、排泄物の処理は、ほぼすべてPE基地に依頼した。あすか基地遠征中の排泄には、モジュール内に設置してある電動トイレを用いた。

## (2) それ以外の環境保全

セール・ロンダーネ山地には、ユキドリなどの鳥類、地衣類および藻類が生息していることが報告されており、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。

### 3.3.7. 医療

医療機器・医薬品は、第55次越冬隊の医療隊員に選定・調達を依頼し（表10）、以下の二つに分けた。(1) PE基地（旅行中は作業モジュール内）に置いておくもの（緊急性のない医薬品または機器）、(2) 行動時にレスキュー用ソリに入れておくもの（絆創膏、固定用テープなど使用頻度が高く、応急処置に必要なもの）である。医療機器・医薬品の取り扱いについては、出発前に医療隊員から指導を受けたが、幸いにも実際の調査中に大きな怪我や病気はなかった。

### 3.3.8. 気象観測

第56次隊以降の野外観測行動に役立てることを目的として、セール・ロンダーネ山地地域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、第55次隊も従来とほぼ同様な気象観測を行うこととした。また、定時交信で昭和基地の気象担当隊員から気象情報を受け取り、野外活動に役立てた。

気象観測は、毎日2回のほぼ定時（0800 LT; 1800 LT）に行い、気圧、温度、湿度および風速をケストレル4500で測定した。風向の決定には携帯GPSを用いた。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につながるよう、定時交信において昭和基地の気象担当隊員に情報を報告した。

#### (1) 概況

南極地域行動中の2013年11月29日～12月18日に実施した、39回の気象観測結果を表11に示した。気象観測はほとんどPE基地で行ったが、シール岩（12月5日の夕方と12月6日の朝）、ベルジカ山地（12月15日昼）およびノボ基地周辺（12月16日の夕方から12月18日の朝）でも実施した。観測期間中、快晴13回（33%）、晴れ21回（54%）、曇り2回（5%）、雪2回（5%）、低い地吹雪1回（3%）であり、快晴と晴れが約9割を占め、統計的にも好天に恵まれたといえる。低い地吹雪はシール岩で、また2回の雪のうち1回はノボ基地の滑走路で観測されているので、PE基地に限ると、後述するように風も弱く、野外活動に適した天候が続いた。

シール岩に関しては、現地に到着した12月5日の夕方はほとんど風がなく、日差しもあって暖かく、重力観測やGPS観測などを順調に行える程度の気象状況であった。しかし、翌朝には風が強くなり、低い地吹雪となり、観測は困難を極めた。PE基地への帰投を開始した1600 LTから徐々に風が弱まったことから、シール岩周辺では、夕方から夜の時間帯に天気

が安定しているようである。シール岩周辺やPE基地までの帰路では、前日のシュプールは低い地吹雪によりかなりの部分で消されていたが、PE基地周辺だけはきれいに残されていた

表 10 医療品リスト

Table 10. List of medical equipment.

品名	区分	適応	用法・容量	数量
ツムラ葛根湯	万能漢方薬	風邪のひき始め・肩こり	1回1包1日3回食前	6
PL 顆粒	総合感冒薬	かぜ(葛根湯無効時)	1回3包1日3回毎食後	12
第一三共胃腸薬(細粒)	胃腸薬	食べ過ぎ・胸焼け	頓:1回1包適宜	5
ピオフェルミンR	整腸剤	下痢・軟便	頓:1回1錠1日3回まで	10
オラドールトローチ	口腔用	のどの痛み・いがいが	頓:1回1錠	10
ロキソニン	消炎解熱鎮痛	痛み止め	頓:1回1錠食後1日4回まで	10
カロナール	解熱鎮痛	発熱・頭痛・のどの痛み	頓:1回1錠食後1日4回まで	5
ケフラルール	抗菌薬	汚い傷、感染防止	1回1錠1日3回毎食後3日間	20
ムコスタ錠	胃粘膜保護	鎮痛剤と一緒に・軽度胃痛		20
ザンタック	抗潰瘍	みぞおちの刺刺した痛み	頓:1回1錠1日2回	10
ブスコパン	蠕動抑制	腹痛、尿路結石の痛み	頓:1回1錠1日3回まで	5
ロベミン	止痢剤	ひどい下痢	頓:1回1錠1日1回2日まで	5
プリンペラン錠	制吐剤	吐き気のひどい時	頓:1回1錠1日3回まで	5
プルセニド錠	下剤	便秘時	頓:1回1錠眠前多めに水分	10
アレジオン錠	抗アレルギー	湿疹かゆみ・喘息	頓:1回2錠	10
マイスリー錠	睡眠剤	不眠時	頓:1回1/2錠	5
OS-1	経口補液	脱水・骨折・出血		2
クロナイP軟膏(25mg)	ステロイド+抗生剤	熱傷・凍傷・かぶれ	洗浄できれば不要	1
イソジンゲル	消毒薬	洗浄できない時	洗浄できれば不要	2
ゲンタシン軟膏	抗生剤軟膏	洗浄できない汚い傷	洗浄できれば不要	1
ロートUVキュア	消炎目薬	雪目・疲れ目		1
ユベラリッチ	保湿クリーム		ワセリンが嫌いな場合	1
フルメトロン点眼液	ステロイド入	ひどい雪目に		1
強力レスタミンコーチゾンコーワ軟膏	ステロイド入	湿疹、かゆみ止め		1
白色ワセリン	万能軟膏	傷・手荒れ・保湿	困ったらどこにでも	100g
ケナログ	口腔用貼付剤	口内炎用	1日数回	1
ホクナリンテープ(2mg)	喘息治療薬	必ず医師の指示で	痛み無効	7
モーラステープ/MS湿布	外用消炎鎮痛	腰痛・捻挫等		1
スチックゼノールA	外用消炎鎮痛	腰痛・捻挫・筋肉痛		1
強力ポステリザン軟膏(2g)	痔	痔の悪化時		5
ボルタレン坐薬	消炎解熱鎮痛	痛み止め(その他無効時)	頓:1回1個1日1回まで	2
カットパン(大中小)	創傷被覆材	ごく浅い傷		10
キズパワーパッド(大小)	創傷被覆材	小さな創に貼付	上から貼付	各5
リーダーハイドロ救急パッド	創傷被覆材	やや大きな創に貼付	上から貼付	3
プラスモイスト	創傷被覆材	大きな創(ガーゼの代わり)	創に応じて切り貼り	1
オプサイトウンド	創傷被覆材	小さな浅い創	浅創直接/被覆材覆い固定	5
パーミロール	創傷被覆材	被覆材を覆い固定	覆う範囲合わせ切り貼り	50cm
ソープサン	止血剤	じわじわした出血・指切断	圧迫止血後創部に貼付	1
ステリストリップ	創固定	創を寄せる	創に直角に貼る	2
吸水パッド	出血浸出液対応	じくじくした傷	血液・浸出液が多い時	1
マイクロボア	絆創膏			1
生理食塩水(100ml)	創洗浄用	18G針を差し込んで洗浄		1
針(18G)	創洗浄用			2
滅菌ガーゼ5枚入り				1
人工呼吸用マウスシート	蘇生用			1
救急アルミシート	身体保温			1
体温計・はさみ				各1
サムスプリント(108mm幅、指用)	添え木			各1
滅菌手袋、非滅菌使い捨て手袋	広範囲の傷を直接扱う時			各2
使い捨てマスク				2
弾性包帯(50,70mm幅)	シーネ固定、圧迫固定用			各1
筋肉サポートテープ	捻挫等の固定に			1
三角巾(105×105mm)	負傷部の処置、固定			1
アルコール綿	皮膚や器具の消毒			5
綿棒・鉛筆				各1
注射器(20ml)	傷を洗う			1

て、風が弱い場所であることが実感できた。

ベルジカ山地は PE 基地よりも標高が高いため、気圧・気温とも低い結果が得られた。ベルジカ山地は 30 分程度の滞在であったが、晴れから曇り、ついには雪（視程も悪化）と気

表 11 気象観測結果

Table 11. Records of meteorological observations.

Date	Time (LT)	Air Press.	AP s.l.	Temp.	Wind Direct	Wind V	Humidity	Elip. Height	Height a.s.l	Visibility	Cloudiness	Cloud
2013-11-29	1805	823.7	978.3	-7.5	90	5.6	39.4	1371	1354	30	1	Ci, Cs
2013-11-30	0755	826.1	980.9	-7.1	55	6.5	55.1	1371	1354	30	7	Cs, Cc
2013-11-30	1755	828.2	983.4	-7.0	-	0.0	39.8	1371	1354	30	1	Ci
2013-12-01	0800	829.1	981.2	-1.8	-	0.0	18.5	1371	1354	30	1	As
2013-12-01	1800	828.0	983.6	-7.8	40	1.6	60.7	1371	1354	30	2	Ac, Ci
2013-12-02	0805	827.4	982.7	-7.5	63	7.0	46.4	1371	1354	30	7	Cs, Ci
2013-12-02	1755	825.7	981.6	-8.8	63	4.5	49.2	1371	1354	30	6	Ci, Cs
2013-12-03	0805	821.7	978.5	-11.4	60	7.6	51.6	1371	1354	30	5	Ci
2013-12-03	1805	818.8	973.3	-8.7	270	2.1	47.0	1371	1354	30	3	Ci
2013-12-04	0810	818.2	973.9	-10.7	55	7.5	39.1	1371	1354	30	<1	Ci
2013-12-04	1808	820.6	975.8	-9.2	240	2.8	44.5	1371	1354	30	4	Ac
2013-12-05	0800	822.7	973.8	-2.2	-	0.0	22.4	1371	1354	30	<1	Ac
2013-12-05	1805	865.3	979.3	-8.1	75	7.1	61.5	983	968	30	1	Ac
2013-12-06	0800	863.5	975.7	-9.4	45	10.5	100.0	966	951	30	3	Ci
2013-12-06	1908	818.5	972.6	-8.2	250	1.0	-	1371	1354	30	1	Ci
2013-12-07	0800	823.2	979.2	-9.7	90	7.6	-	1371	1354	15	4	Sc, Ac
2013-12-07	1800	827.8	984.8	-10.0	90	6.6	58.3	1371	1354	30	1	Sc
2013-12-08	0800	831.6	981.6	2.3	-	0.0	19.5	1371	1354	30	7	?
2013-12-08	1820	830.5	983.3	-2.5	270	0.3	-	1371	1354	30	0	-
2013-12-09	0800	830.0	984.5	-5.4	-	0.0	28.3	1371	1354	30	1	Ci
2013-12-09	1815	827.7	978.8	-0.6	-	0.0	25.2	1371	1354	30	4	Ci
2013-12-10	0810	825.6	980.8	-7.8	90	2.2	35.4	1371	1354	30	3	Ci
2013-12-10	1800	828.3	980.7	-2.6	90	1.5	36.3	1371	1354	30	1	Ci
2013-12-11	0800	834.4	988.2	-3.0	180	3.5	26.9	1371	1354	30	4	Ac, Ci
2013-12-11	1800	833.8	991.0	-8.5	90	3.1	46.1	1371	1354	30	8	Ac
2013-12-12	0750	828.8	985.2	-8.7	90	4.3	-	1371	1354	30	9	Sc
2013-12-12	1800	825.8	981.0	-7.7	45	5.5	58.4	1371	1354	20	10	Sc
2013-12-13	0800	823.5	978.8	-8.6	90	4.6	47.1	1371	1354	30	2	Ci
2013-12-13	1800	823.5	978.9	-8.8	90	2.2	45.1	1371	1354	30	2	Ac, Ci
2013-12-14	0805	828.7	984.3	-7.6	60	3.0	44.6	1371	1354	30	5	Cc, Ac
2013-12-14	1820	823.7	979.1	-8.6	60	4.5	66.2	1371	1354	10	10	Sc
2013-12-15	0755	834.9	992.6	-9.0	120	3.3	46.5	1371	1354	30	5	Ac, Cc, Ci
2013-12-15	1210	768.0	988.3	-10.9	70	2.4	-	1990	1971	30	5	Ac
2013-12-15	1740	833.3	987.3	-3.6	270	1.3	30.7	1371	1354	30	1	Ci
2013-12-16	0740	830.0	986.7	-8.9	180	3.8	31.7	1371	1354	30	3	Ac, Cc
2013-12-16	1800	972.2	983.1	3.2	60	1.1	-	104	90	30	0	-
2013-12-17	0800	972.8	983.7	2.3	90	4.1	47.0	104	90	30	0	-
2013-12-17	1730	975.3	986.2	2.8	70	4.4	-	104	90	30	3	Ac, Cc
2013-12-18	0750	923.0	988.3	-2.2	60	2.2	57.8	559	545	10	10	Sc



象状況が急変した。ベルジカ山地を離れると再び晴れとなったことから、ベルジカ山地周辺では、局所的な天候の急変（悪化）が発生し得るのかも知れない。

ノボ基地周辺は他の地域に比べ標高が低いため、気圧が高い。気温も、最終日の雪が降っているときを除いて、常にプラスで暖かった。滑走路からノボ基地間の氷床表面も日射と暖かい気温のため、氷の融解が進み、幾筋かの川が出現していた。また、滑走路を維持するため、雪を滑走路にまく作業もみられるほどであった。

## (2) 気圧

気圧の測定結果を表 11、図 6a に示す。12 月 5 日夕方と 6 日朝の高い値、12 月 15 日昼の低い値、12 月 16 日以降の高い値は、それぞれ、シール岩、ベルジカ山地、ノボ基地周辺で測定しており、主観測地である PE 基地とは標高が異なるため、見かけ上大きな気圧変化が生じている。このように、気圧の観測結果は観測地点の高度に大きく影響される。この問題を解決するために、現地気圧を海面上の気圧に補完する「海面更正」を行った。更正方法は気象庁（1998）に従い、海面気圧

$$P_0 = P + P(e^{\frac{gZ}{RT_m}} - 1)$$

で計算した。ここで、 $P$  は現地気圧 (hPa)、 $g$  は重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )、 $Z$  は現地標高 (m)、 $R$  は乾燥空気的气体常数 ( $=287.05 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$ ) である。また、 $T_{vm}$  は海面から観測地標高までの平均の仮温度であり、以下で表される。

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

ここで、 $T_m$  は気柱の平均気温で、現地気温を  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ )、気温の高度減率を  $0.5^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  とした場合、 $T_m = t + 0.005Z/2$  である。また、 $\varepsilon_m$  は、気象庁（1998）に従い、以下の温度範囲の補正式を用いた。

$$\begin{aligned} -30.0^{\circ}\text{C} \leq T_m < 0.0^{\circ}\text{C} : \varepsilon_m &= 0.000489 T_m^2 + 0.0300 T_m + 0.550 \\ 0.0^{\circ}\text{C} \leq T_m < 20.0^{\circ}\text{C} : \varepsilon_m &= 0.002850 T_m^2 + 0.0165 T_m + 0.550 \end{aligned}$$

観測点の標高は、GPS により得られる楕円体高から地球重力場モデル EGM2008 (Pavlis *et al.*, 2012) に基づくジオイド高を差し引いて求めた。また、重力加速度は、今回 PE 基地での重力観測点（ノースシェルタ、標高 1363.7m）での絶対重力計 A10 による重力測定値 ( $9.8230215521 \text{ m/s}^2$ ) と重力鉛直勾配 ( $-445.29 \times 10^{-8}/\text{s}^2$ ) から求めたジオイド上の重力値

$$g \doteq 9.82909 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

を用いた。

更正後の海面気圧の値を表 11 および図 6a に示す。今回の測定結果では、悪天候期がほと

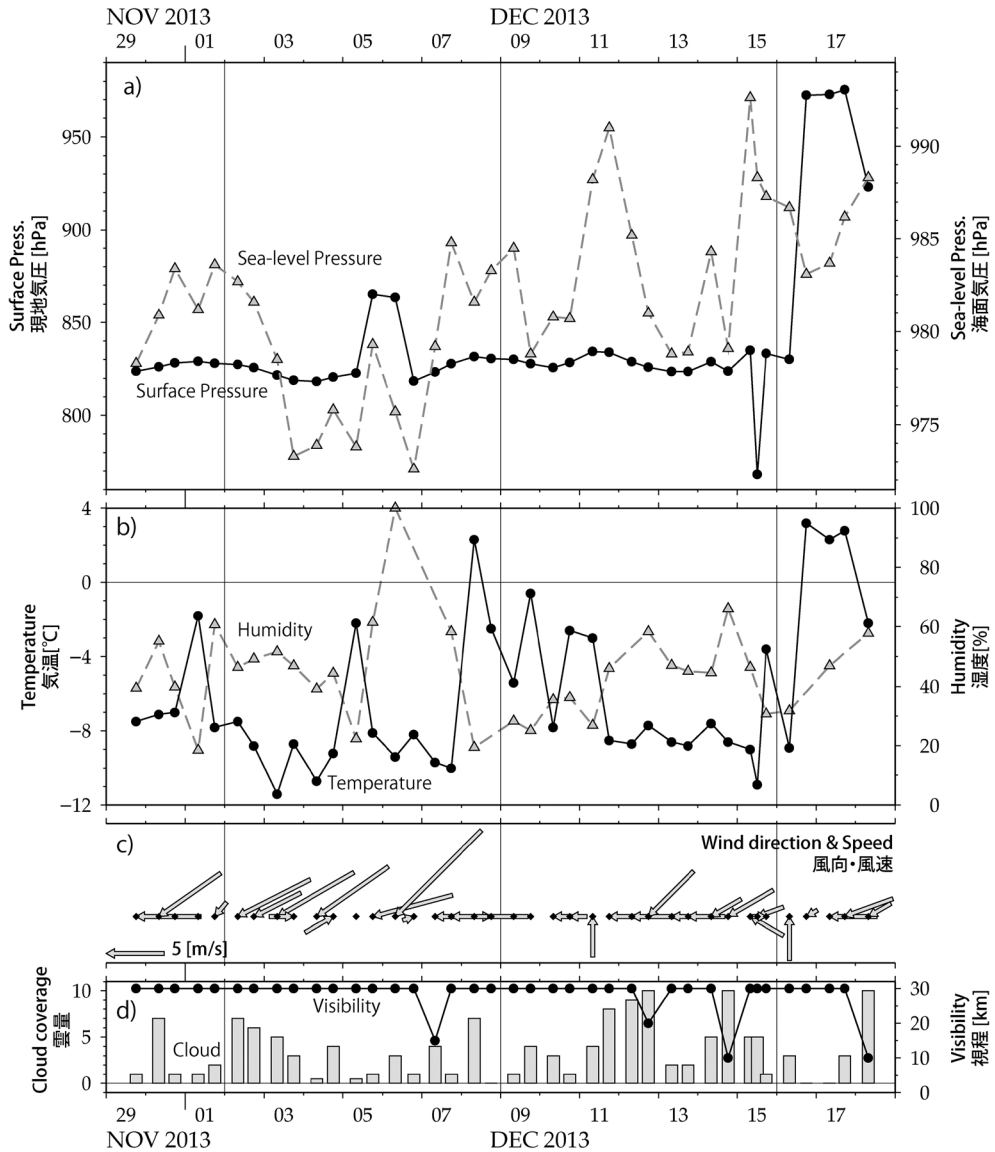


図 6 調査期間の気象観測データの変化。(a) 現地観測気圧と海面更正気圧, (b) 気温と湿度, (c) 風速・風向, (d) 雲量と視程。風速値がゼロの場合は風向値がないため、データに不連続が生じている。  
 Fig. 6. Time series of meteorological observations. (a) Atmospheric pressure at observation sites and sea-level pressure, (b) temperature and humidity, (c) wind speed and direction, and (d) cloud coverage and visibility. Gaps in the data are due to the absence of direction data when wind speed is zero.

んどなかったこともあり、海面気圧と天候の有意な相関はみられない。

### (3) 気温・湿度

気温と湿度の変化を図 6b に示す。PE 基地滞在中の平均気温は  $-6.8^{\circ}\text{C}$ 、最低気温は

-11.4℃, 最高気温は+2.3℃であった。12月8-11日の朝にかけて, 比較的気温が高い状態が続いた。この期間, 風向が東で風速が小さい期間と重なっており(図6c), 日射で暖められた空気塊が滞留した可能性がある。また, 夕方よりも朝方に気温が高いことが多かった。なお, 晴天無風時に気温を測定する際, ケストレルを露岩付近や, 日の当たる方向に向けると, 実際の気温よりもかなり高い温度を測定することがわかった。そのため, 太陽に背を向け, 測定者の影を作り, 1m程度の高さで気温を測定するように心がけた。

#### (4) 風向・風速

調査期間中の最大風速は, シール岩で観測された低い地吹雪時の10.5m/s(風向は, 真方位45°)であった(図6c)。PE基地での最大風速は7.6m/sが2回観測された。しかし, プリザードや吹雪はなく, 全期間を通じた平均風速は3.5m/sであった。0-1m/s未満の観測が7回, 2-3m/s未満ならびに4-5m/s未満の観測がそれぞれ6回であり, また中央値は3.1m/sであった。観測期間中, 風速3m/s以下の穏やかな状態が続いたといえる。実際, PE基地は風力発電で暖房や電力を供給しているが, 風車が止まり, 電力供給が不足することが多かった。

図7aにPE基地での風速・風向を方位15°ごとのセクターに区切ったローズダイアグラムを示す。風向52.5-67.5°と82.5-97.5°で大きなピークが現れ, 北東から東よりの風が強風であると示された。このことは, 風向と風速の散布図からも明らかである(図7b)。一方, 西よりの風は弱風である傾向がみられた。

#### (5) 雲量・視程

期間中に測定された雲量と視程を図6dに示す。快晴・晴れの期間が続いたこともあり, 雲量の平均値が3.6, 視程の平均値が28kmである。PE基地滞在中, 30km未満の視程は3回観測された。一回目は12月7日の朝であり, 晴れにも関わらず, 強風のため風上にあたる東側の視程が10km程度であった。二回目の12月12日の夕方は低層雲が発達した曇空のときに, また三回目は12月14日の夕方, 雪のときに観測された。

#### (6) 気圧・気温の時空間変化

GPS観測を実施したPE基地北側露岩(23°20'46.615" E, 71°56'48.046" S, 1389.118m; 観測点A), クレバス直近の氷上(23°35'16.522" E, 71°55'00.260" S, 1353.650m; 観測点B), 雪で覆われた氷上(23°34'39.651" E, 71°54'29.728" S, 1328.151m; 観測点C)およびシール岩重力基準点(24°03'55.073" E, 71°31'29.918" S, 996.746m)における大気遅延を補正する目的で, GPS観測期間中, おんどとりTR-73Uとサーミスタ温度センサを用い, 10分間隔で気圧と気温の観測を行った。図8に, 直線距離で南北に4.4km離れた観測点Bと観測点Cの気圧と気温, さらにGPSで推定された天頂湿潤遅延量(0.135-0.175程度の比例係数を乗じると可降水量になる物理量)の比較を示す。標高差が約25mあるため, 観測点Bと観測点Cの気圧差(図8a)は3hPa程度のバイアスが存在する。それに加え, 両者には日変

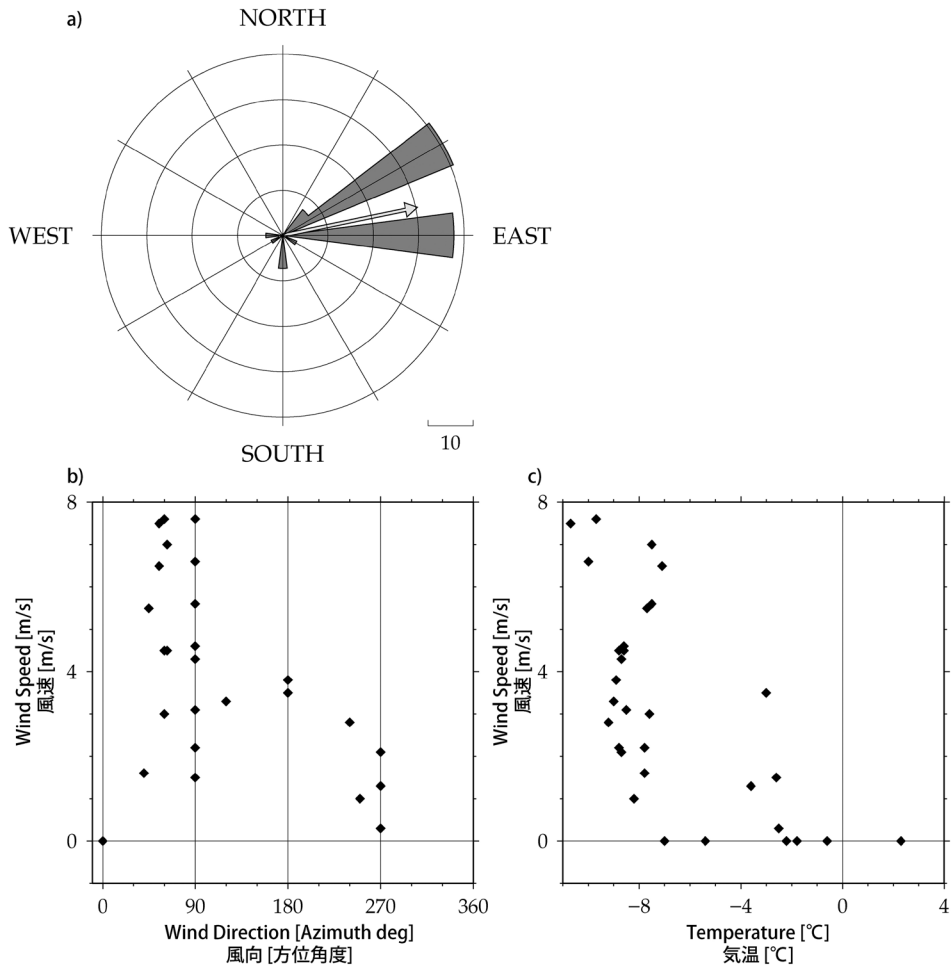


図 7 (a) 風向の頻度を示したローズダイアグラム。矢印は平均風向を示す。(b) 風速と風向の関係、(c) 風速と気温の関係。

Fig. 7. (a) Rose diagram of wind directions. Each arrow shows the mean wind direction. (b) Relation between wind speed and wind direction. (c) Relation between wind speed and air temperature.

化らしい気圧差もみられた。

一方、両者の気温差 (図 8b) では、時間帯によって、 $+20^{\circ}\text{C}$  を超す高い気温差が観測されている。図 6d に示す雲量が多いときにはこのような変化がみられないことから、黒色のセンサ表面が日射により暖められ、表面温度が高まった結果であると考えられる。観測点 B と観測点 C ではセンサの向いている方向が異なるため、日射で高温になる時間帯が異なっている。このような変化は、観測点における実際の気温変化ではないので、日射による擾乱として取り除く必要がある。

二つの観測点で得られた天頂湿潤遅延量 (図 8c) は、雲量が多い 11 日の午後と 12 日、

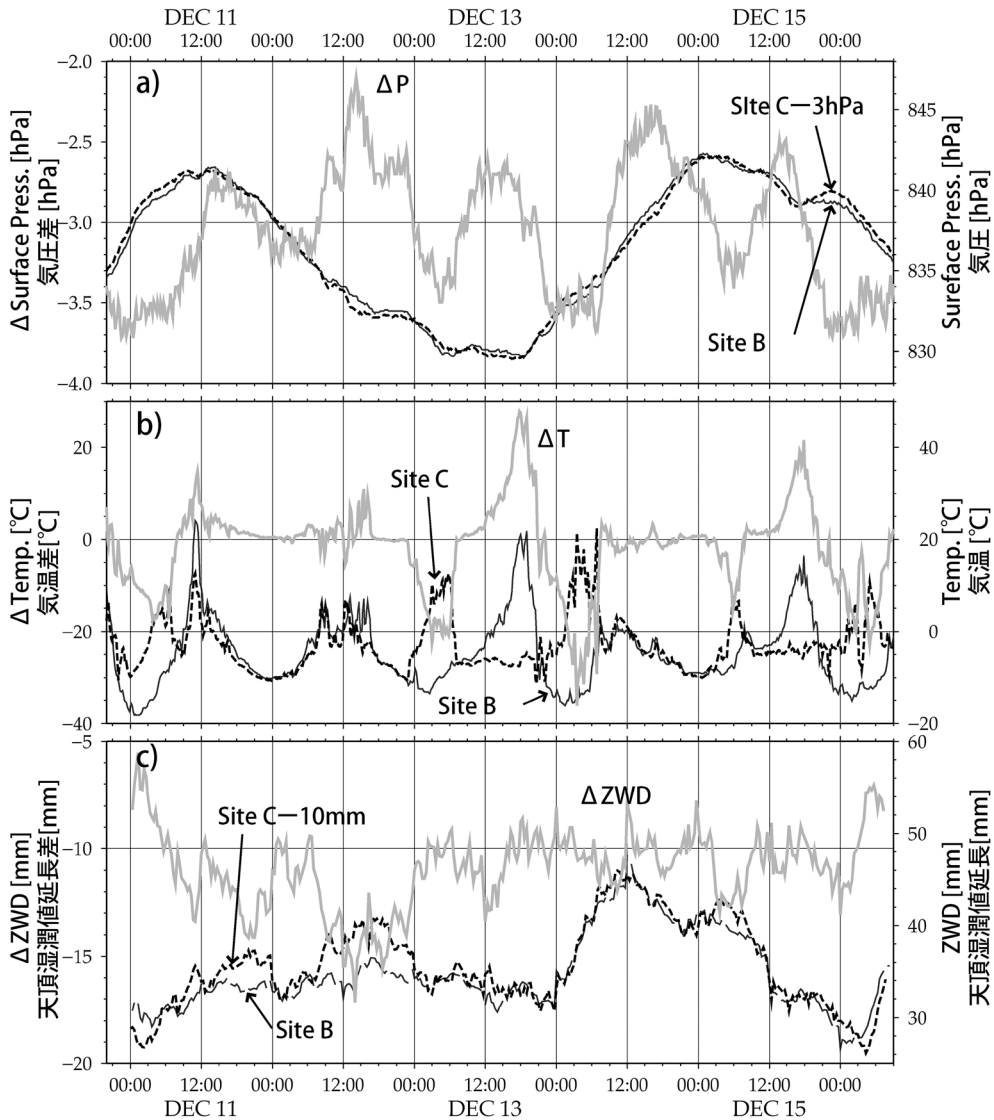


図 8 気圧・気温・水蒸気量の時空間変化。観測点 B および C における (a) 気圧と地点間の差、(b) 気温と地点間の差、(c) 天頂湿潤遅延量 (ZWD) と地点間の差。

Fig. 8. Temporal and spatial variations in atmospheric pressure, temperature, and water vapor at sites B and C. (a) Atmospheric pressure and its difference between sites B and C. (b) Air temperature and its difference. (c) Zenith wet delay (ZWD) and its difference. The ZWD data were obtained by GPS and are proportional to the precipitable water vapor.

そして雪が降った 14 日に同じように高い値を示すなど、両者の変化傾向は大変似通っている。詳細にみると、11 日の午後と 12 日には両者に差がみられる。快晴時ではないため、融解した表面の蒸発量の違いは考えにくい。この時間帯は、両者の気圧や気温にも差がみられ

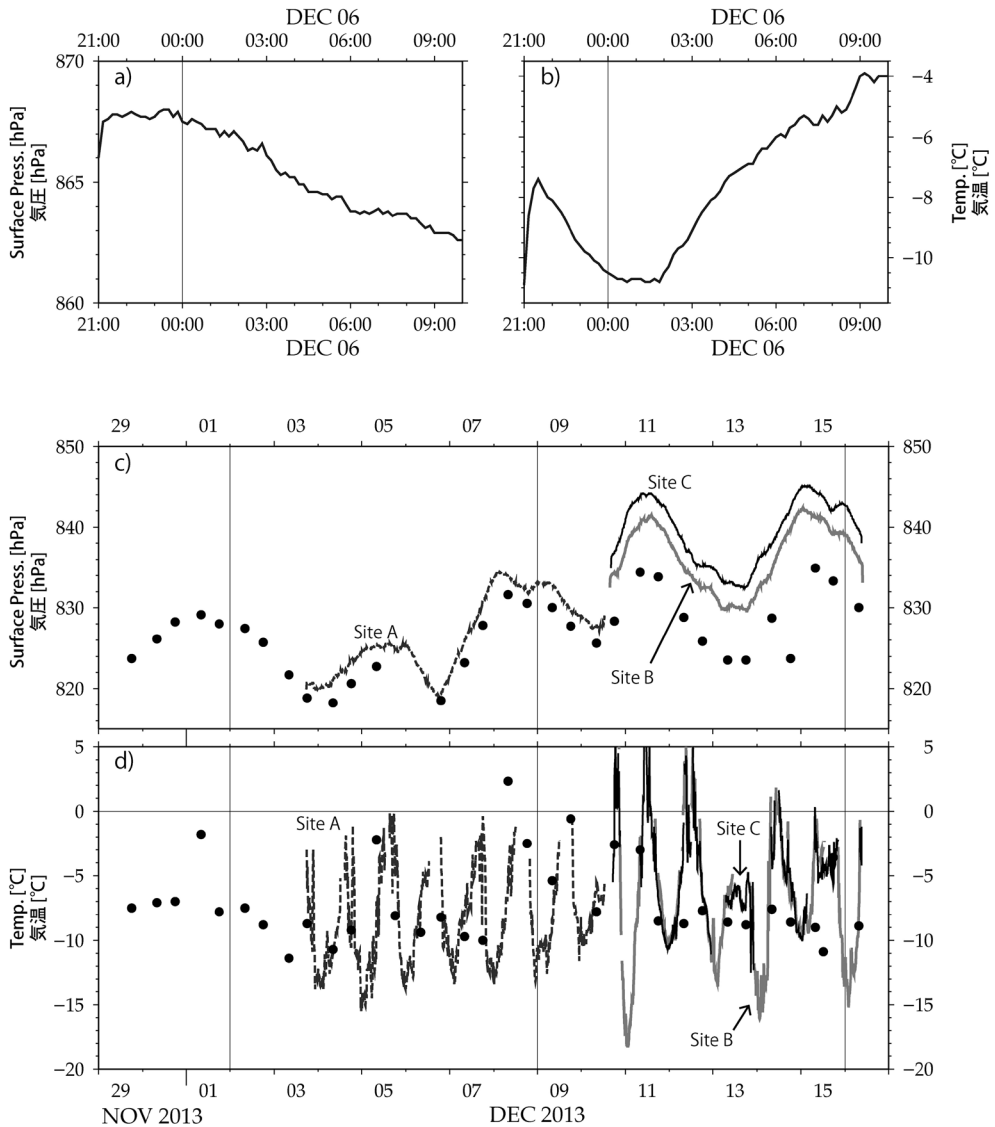


図 9 シール岩重力基準点における気圧 (a) と気温 (b) の時間変化, および観測点 A, B, C における気圧 (c) と気温 (d) の時間変化. 丸印は定時気象観測の結果 (図 6) を示す.

Fig. 9. Atmospheric pressure (a) and temperature (b) at Seal Rock, and atmospheric pressure (c) and temperature (d) at sites A, B, and C. Black circles indicate the surface pressure and temperature observed at 0800 and 1800 LT.

ることから, 観測点 C の上空に局所的に湿った空気塊が存在していた可能性がある. このように 4 km 程度しか離れていない場所でも, 時折, 空間的な気象状態に差がみられるので, ベースキャンプ地から遠くない場所に出かける際も, 天気急変などに備えておくことが重要である.

シール岩重力基準点における気圧と気温の時間変化を図 9a と 9b に、PE 基地周辺の観測点 A、観測点 B、観測点 C における気圧と気温の時間変化を図 9c と 9d に示す。気象観測地と標高が異なるため、バイアスを持つが、1 日 2 回の気象観測による気圧測定値と変化傾向はよく一致している。そして、短時間での急激な気圧変化はみられない。気温は日射による擾乱を除去しているため、最低気温だけに着目すると、PE 基地（観測点 A）では  $-15.5^{\circ}\text{C}$ （12 月 04 日 2340 LT）、周辺も含めると、観測点 B で  $-18.2^{\circ}\text{C}$ （12 月 11 日 0036-0126 LT）が記録された。

### 3.3.9. 地形図、航空・衛星写真、GPS

5 万分の 1 の地形図を 1 セットと、調査地やルート工作前の安全確認のため、Advanced Land Observing Satellite (ALOS) による衛星写真を準備した。調査行動中および移動中は常に 1 周波コード GPS 受信機 (Garmin 62 sc) を携行し、スノーモービル走行ルートの確認と記録を行った。記録した GPS 測位情報は、Garmin BaseCamp と Google Earth によって衛星画像上に投影し、ルート解析に役立てた。

## 4. 国際交流

PE 基地滞在中は、ベルギー隊関係者との交流を図った。特に、Alain Hubert 氏とは、南極での調査活動全般について意見を交わし、雪上車やソリの性能についての情報を提供していただいた。また、ベルギー人科学者の観測作業に同行するなど、お互いに交流しつつ観測行動を行った。

## 謝 辞

第 55 次日本南極地域観測隊セール・ロンダーネ山地調査隊では、出発準備に際し、宮岡宏隊長、牛尾収輝副隊長、勝田豊副隊長をはじめ、隊員・同行者、国立極地研究所、その他関係者の方々のご協力とご援助をいただいた。特に、医療担当の町田浩道隊員、環境保全担当の鯉田淳隊員、フィールドアシスタントの春日井一人隊員、南極観測センターの樋口和生氏、永木毅氏、金子宗一郎氏、石崎教夫氏、千葉政範氏にはオペレーションの準備、事前の訓練等を通じ、さまざまなご助言、ご協力をいただいた。また、フォーシーズンズの大谷英二氏にはスノーモービルの整備についてご教授いただいた。このほか、企画グループ学術振興担当の石井要二氏、森田知弥氏には観測機器の輸出手続き等でお世話になった。さらに、第 54 次セール・ロンダーネ隊の今榮直也隊員、山口亮隊員、赤田幸久隊員には、現地の状況について最新の情報をご教示いただいた。また、外田智千氏、三浦英樹氏、野木義史氏には観測計画の立案、観測内容・実施方法について有益なご助言をいただいた。

最後に、本調査は Belgian Antarctic Research Expedition (BELARE) と International Polar Foundation (IPF) の多大なるサポートによって実施することができた。以上の方々に記して深く

感謝する。

#### 文 献

- 第55次日本南極地域観測隊 (2013): 第55次日本南極地域観測隊・夏隊 セール・ロンダーネ山地調査隊 野外調査実施計画書. 東京, 国立極地研究所, 155 p.
- 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ルンドボー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., Roosbroek, N.V., Yamaguchi, A., Zekollari, H., Claeys, P., Kojima, H. and IPF member (2014): Report of the JARE-54 and BELARE 2012–2013 joint expedition to collect meteorites on the Nansen Ice field, Antarctica. Nankyoku Shiryô (Antarctic Record) (in review).
- 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.
- Pavlis, N.K., Holmes, S.A., Kenyon, S.C. and Factor, J.K. (2012): The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). *Journal of Geophysical Research*, **117**, B04406, doi:10.1029/2011JB008916.
- 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.
- 土屋範芳・石川正弘・Madhusoodhan Satish-Kumar・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・橋詰二三男・Goeff Grantham・Steven Goderis (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.