

## Belgian Antarctic Research Expedition (BELARE) に参加して

University of Washington 松岡 健一

ベルギー自由大学 (Université Libre de Bruxelles, 以下 ULB) の Frank Pattyn 教授の招聘を得て、ベルギーの南極観測に参加したので、その様子を報告する。Pattyn 教授は第 32 次、41 次の日本南極地域観測隊に参加しており、それをきっかけに交流が始まり、今回の国際共同研究の礎となった。

ベルギーは南極条約の原加盟国である。前回の国際極年 (International Polar Year; IPY, 1957-1958 年) には Roi Baudouin 基地を東南極, Dronning Maud Land の接地線付近に建設し (図 1), 約 10 年間基地を維持し観測活動が行われた。その後はベルギーが主体となる観測は組織されていなかったが、各国との共同研究を通じ、研究は活発に継続されてきた。今回の IPY (2007-2009 年にまたがる 2 シーズン) を契機に、夏期間の滞在と 1 年を通じた無人観測を行える新しい基地 Princess Elisabeth Station (PES; 雪氷写真館写真 1) を、官民共同の出資で昨シーズンから建設を開始している。この基地は Sør Rondane 山脈の沿岸側の Utsteinen Nunatak (雪氷写真館写真 2) に位置し、日本のあすか基地 (1992 年まで越冬観測を実施) の 55 km 上流、現在の接地線から直線距離で約 120 km 内陸にある。近接の基地は東側が昭和基地 (690 km)、西側がロシアの Novolazarevskaya 基地 (430 km)、インドの Maitri 基地、Novolazarevskaya 航空拠点 (隣接)、内陸側はドームふじ基地 (760 km) である。基地の建設はまだ途上であるが、基地の航空拠点機能や車両を活用して、今シーズンは 11 月中旬からと 1 月からの 1 ヶ月間に、雪氷学と生物学の 2 チームがそれぞれ観測を行うことになった。

雪氷グループは、ULB から Pattyn 教授 (氷床

動力学)、Tison 教授と Samyn 博士研究員 (底面氷や海水など圏境界に位置する氷の物理化学的性質)、イギリスの Aberystwyth 大学の Hubbard 教授 (氷河物理学) とワシントン大学から松岡の 5 名である (図 2)。研究の最終目標は、棚氷と氷床の接地線における諸プロセスとそれらが氷床の安定性に及ぼす影響の理解である。Ronne 棚氷の崩壊直後に観測された上流の流動速度の上昇や、流動モデルを用いた感度実験により、海洋と棚氷との相互作用を含めた接地線/棚氷系の重要性は広く認識されつつある。ところが、実際の観測データは著しく不足しているのが現状である。このプロジェクトの観測課題は、Tison, Samyn, Hubbard の 3 氏は棚氷下部に形成される marine ice をコア掘削によって取得してその物理化学的特性を明らかにすること、Pattyn 教授と松岡は GPS による Kinematic 測量とレーダによる氷内部の可視化によって棚氷上のコア取得地点の選定を支援するとともに、隣接する ice rise, 接地線において氷床流動モデルを束縛する諸要素を得ることである。

観測自体は南アフリカの Cape Town にて現地集合し、11 月 21 日夜に Cape Town を出発し 12 月の同日に Cape Town に戻る 1 ヶ月間の旅程である。Cape Town から PES までは、Dronning Maud Land に基地を持つ各国による国際機構 (DROMLAN) の委託により ALSI 社が運行する航空機を利用した。まず Cape Town から Novolazarevskaya 航空拠点 (図 1) までは約 2 週間に 1 回の頻度で運行されるジェット機に乗り合いである。その後は、航空拠点から各国の基地に向けプロペラ機で人員と物資が個別に配送される要

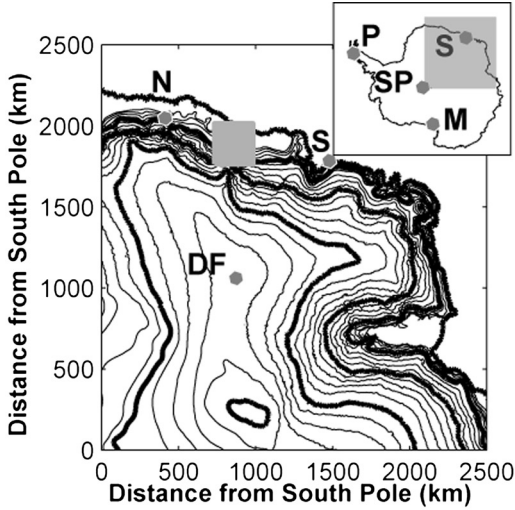


図 1 観測地域の概念図。上図中の南極全体図、上図それぞれの灰色で覆われた範囲が上図本体、下図の表示範囲を示す。略号は基地名称：S (Syowa), DF (Dome Fuji), N (Novolazarevskaya), およびアメリカの運営する P (Palmer), M (McMurdo), SP (South Pole)。上図：等高線は氷床表面高度、細線は 200 m, 太線は 1000 m ごと。下図：Princess Elizabeth Station (PES, 局地座標の中心), あすか基地, JARE の L ルート (白色点線), 我々の観測地域 (灰色四角形) を可視光衛星写真 (MODIS), 表面高度 (100 m 等高線) とともに示す。

領である。我々のときはジェット機に約 60 人が乗り、ベルギー基地には雪氷チームを含む 10 人ほどが同じ日程で到着した。ベルギー基地関係者では、建設拠点の立ち上げに携わる要員は 3 週間先に現地入りしているし、建設の主力隊は 12 月



図 2 観測チームのメンバー。基地近傍の Utwsteinen Nunatak 頂上にて。建設拠点が後方に見える。右から：Samyn, Tison, Hubbard, Pattyn, and Matsuoka。

末に訪する船で現地入りするなど、日程は業務に応じて設定されている。

幸いにも天気にも恵まれ、予定通り 23 日の午前にはベルギー基地に到着した。後続の便で送られてくる観測物資を待つ間、建設中の基地を紹介してもらった。ベルギー基地の選定や建設には日本の観測隊関係者も色々協力されており、あすか基地から貸与された重機がベルギー基地で大いに活用されていた。シーズンの始めにバッテリーを繋ぐだけで一発始動したブルトーザは特に評価が高く、基地の運営責任者が私を見ながら「日本の重機は素晴らしい」と何度も強調するので、厚かましく「とても誇りに思う」と答えたところ、同僚から「お前のレーダもその調子でうまくいくのだろうな」と念を押された。こちらには、「レーダはアメリカ製である」と答えておいた。

新しい基地は、Zero emission という概念で建築されており、太陽電池と風力発電で基地のエネルギーを全て賄うようになっている (写真館写真 1)。断熱に優れ廃熱も再利用され、計画通り動作すると、暖房は不要で換気によりむしろ基地を冷却する設計になっているそうである。車両用燃料等は必要であるが、夏期間の利用のみが予定されていることもあり、船による物資の供給は隔年以下に抑えられるそうである。極地のような輸送のためのコストが膨大となる地域では、特に優れた発想であると感じた。

基地に 1 週間滞在し準備を終えて、船で運ばれ

てきた物資を陸揚げする地点（日本が設定したルート近くの近く）に近い我々の観測地点まで雪上車で約 20 時間かけて一挙に移動した（図 1）。移動は日本のスキー場やアメリカの南極観測でも使われている Pisten Bulley が海上輸送用のコンテナを積んだ大型橇を引くというスタイルである（写真館写真 3）。車両に乗れるのは 2 人だけであるから、残りの人員はコンテナを半分の長さに切って作成された食堂用キャビン（ソファがベッドになり 2 人が居住可能）に雑魚寝で 20 時間揺られるという、少し懐かしい夜行列車のような強行軍であった。

観測地域に到着して最初の仕事は、掘削地点の選定である。掘削チームからの要望は氷床氷が薄くできるだけ早く marine ice に到達する地点。marine ice は、氷床氷の融解によって塩分が低くなった海水が棚氷下で凍結したもので、sea ice とは区別される。その化学的特性は棚氷/海洋相互作用研究やレーダによる特徴付けに関する理論的研究の柱になるし、その力学特性を把握することは棚氷を meteoric ice と marine ice の 2 層構造で取り扱えるようになることを意味する（現在は meteoric ice の粘性が温度だけで変化する単純な取り扱いをしている）。可視光とマイクロ波の衛星画像で予め絞っておいた 2 地点でレーダ/GPS 観測を実施して、棚氷が一部割れて海面が露出した rift の近くでコアを掘削することになった。

選点が終えたあと、コアは掘削チームに任せて、レーダ/GPS チームは、30 km 離れた、棚氷から標高が 300 m 上った ice rise にキャンプを設営した。当初は掘削地点にのみキャンプを設置しレーダチームは毎日そこからスノーモービルで出かける予定であった。しかし、接地線付近に干潮によって生じるクレバス帯を越えて通勤するのは危険を伴うし、そういう長い通勤は悪天にも対応力がない。また、往復で毎日 3 時間は使うことになる。そのため、無理をお願いして 2 つ目のキャンプを設置してもらった。実際、棚氷上のくぼみに位置する主キャンプと ice rise 頂上付近に位置する副キャンプでは天気が全く違い、ドリルチームがほぼ毎日仕事ができる天気恵まれたのに対し、我々は 1 日半働いては 1 日悪天という具合で

あった。

観測地点には、雪氷チームの 5 人に加えて設営担当の 3 人が向向き、キャンプの設営後は設営担当者が 1 名残り支援を続けるという形態であった。2 つのキャンプに分けたため、副キャンプは Pattyn 教授と私だけとなった。1 週間ほどの滞在を予定したこともあり（実際は 10 日間滞在）、調理済みの冷凍食品だけでとにかく手間を減らし観測に集中できる体制とした。お陰で悪天時はデータの処理に集中できた。観測の進展に応じてできる限りデータを解析し、作業仮説をたてて以後の観測を最適化することができれば、初めての場所を観測する今回のような場合でも全体像の把握を超えて的を絞った観測ができることを実感する、実に科学的な効率の高い滞在となった。

副キャンプは、登山用の 2 人テント 2 つ（寝室用）、大型のテント（多用途食堂）、スノーモービル 2 台とそれに要する燃料ドラム 1 本と観測用橇である（図 3）。キャンプの移動は行わないから、物資を運ぶための橇などは必要ない。物資量は、プロペラ機が 1 回で輸送できる容量以下である。アメリカの観測隊でチームを率いるときは、設営担当者 1 名を含む 5-6 人体制で長距離を移動するスタイルでやっていたので、2 人だけで滞在型の観測をするというのは私にとっては初めての経験であった。実際のところ、期間が短く、観測項目が少なく、観測範囲も半径 30 km 程度に限られる



図 3 副キャンプの様子。真ん中の大きなドームが食堂、左右の小さなテントが 1 人寝室用。後方の雪の壁は Pisten Bulley が作ってくれた。風は弱くなるが、そのかわり雪の吹き溜まり量が多くなる。



図 4 レーダ観測の様子。ナンセン橇の上に設置されたレーダ受信機とそれを動作させるための小型発電機。左手に見えるのは送信機橇牽引用ロープとアンテナ。二つの橇とアンテナがスノーモービルの後方に一列に並び、100 m 長程度の隊列となる。スノーモービルのドライバーとナンセン橇に乗る観測者の 2 人で観測して行く。

場合は、2 人でも十分にやれるということを経験した（安全性や余裕を考慮すれば人数は多いにこしたことはない）。これは、航空機で観測地点に運んで貰い観測終了後は航空機でピックアップしてもらおうという、軽量、地点集中型観測を将来的に企画する上で貴重な体験となった。

3 週間弱の滞在でレーダチームは総計 180 km のプロファイルを得た（図 4）。ドリルチームは 5 地点で合計 100 m のコアを取得して掘削孔のビデオ撮影も終了した。20 時間かけて基地に戻った後は、解析データを既に得ているレーダ/GPS チームはデータの更なる解析に集中し、サンプルを解析しないと始まらないコアチームは設営作業を支援した。作業をしないでデータの解析をさせてくれという我々の要望に当初は良い顔をしなかった基地責任者だったが、基地を離れる前日に一次解析を終えたデータを見せて、何が読み取れるか、これからどういう研究を展開するかを解説したところ、多いに喜んでくれた。外作業をしな

いで机に向かっていて、正直なところ風当たりは強い。しかし、基地滞在の 4 日半の間に初期解析を終え、ビデオ収録されるインタビューや基地に掲示される解説パネルを作るなど広い意味での社会還元をしながら、論文の出版や更なる外部資金獲得に少しでも近づくという研究者ならばこそできる方法で、プロジェクトに多いに貢献できたと自負している。

今回のベルギーの南極観測への参加は、私にとっては、2 つの点で意義の深いものとなった。一つは、南極氷床内陸域に加えて沿岸域、特に棚氷/接地線系を研究の柱として加える礎ができたこと、もう一つは、アメリカが運営するロス海の McMurdo 基地、南極半島の Palmer 基地、南極点基地を拠点としていてはとても到達できない Sør Rondane 地域を研究対象に加えられたこと、である。

2 月にはベルギー王族を含む VIP が来訪しての基地開設を行うという厳しい日程的な制約の中で、40 年ぶりの南極観測の再開とは思えない素晴らしい支援を受けることができた。チームの同僚はもちろんのこと、現場で支援いただいた設営関係者、基地の運営を担っている Polar Science Foundation, Belgian Science Policy（文部科学省に相当）、そして University of Washington の Royalty Research Fund に感謝します。

関連 web サイト

<http://www.antarcticstation.org/> : 基地の詳細。

<http://ulbonice.blogspot.com/> : 観測チームによるブログ。写真あり。

[http://www.belspo.be/belspo/BePoles/index\\_en.stm#](http://www.belspo.be/belspo/BePoles/index_en.stm#) : Belgian Science Policy

<http://www.polarfoundation.org/> : 基地の建設を請け負っている International Polar Foundation。

(2009 年 3 月 3 日受付)