

第6 南極特別管理地区管理計画 (ASMA) 東南極、ラーズマンヒルズ

1. はじめに

ラーズマンヒルズは面積約 40km² 氷の無い地域で、東南極のプリッツ湾南東岸の「オアシス」である。無氷の沿岸地帯は南極では稀であり、ラーズマンヒルズ地域は環境的、科学的、物流的に重要である。

2007 年にラーズマンヒルズはオーストラリア、中国、インド、ルーマニア、ロシア連邦の共同提案に対応し、南極特別管理地区 (ASMA) に指定された。指定の主な理由は、環境保護のより大きな成果の達成を目的に、計画において締約国での調整及び協力を促進し、地域での活動を実施するためである。

ASMA No. 6 ラーズマンヒルズの元来の管理計画は、措置 2 (2007 年) の下で採択された。計画の最初の再評価は 2013 年に完了した。

1.1 地理

ラーズマンヒルズは東南極、プリンセス・エリザベス・ランドのプリッツ湾南東岸のヴェストフォール丘陵とアメリー棚氷のほぼ中間にある (南緯 69 度 30 分、東経 76 度 19 分 58 秒) (地図 A)。露岩地域は、2 つの大きな半島 (Stornes 半島、Broknes 半島)、4 つの小さな半島、約 130 の近海島から構成される。最東端の Broknes 半島は、Nella フィヨルドを真ん中に挟んで東と西に分かれている。重要な氷のない地域でもっとも近くにあるものは、南西 25km にある Bolingen 諸島 (南緯 69 度 31 分 58 秒、東経 75 度 42 分) と北東 60km にある Rauer 島 (南緯 68 度 50 分 59 秒、東経 77 度 49 分 58 秒) である。

1.2 人間の存在

1.2.1 人間の訪問の歴史

ラーズマンヒルズ地区は、1935 年に Klarius Mikkelsen 率いるノルウェーの探検隊によって初めて地図に記された。その後の 50 年間にいくつかの国が短期滞在を行ったものの、重要な、あるいは持続的な性質の人間活動は 1980 年代半ばまで行われなかった。この地域で急速なインフラ開発が行われたのは 1986 年から 1989 年の 3 年間であり、オーストラリアの夏季研究基地 (ロー基地)、中国の通年研究基地 (中山基地)、ロシアの 2 つの研究基地 (当時、プログレス第 1 基地、プログレス第 2 基地) が、それぞれが東 Broknes 半島のほぼ 3km 以内に設置された。この期間には Broknes 半島南部の氷床にロシアによる 2,000m の滑走路も運用され、大陸間および大陸内の 100 を超える飛行に使用された。オーストラリアの Law 基地は、ルーマニア南

極基地とともに Law-Racovita-Negoita として現在、季節的に運営されている。中国とロシアの基地（前 Progress II）は通年運営されており、Bharati 基地は 2012/13 年にインドにより設置された。

1.2.2 科学

基地型研究には、気象学、地震学、地磁気学、大気化学、全地球測位システム（GPS）追跡、大気・宇宙物理学、人間生理学などが含まれる。ラーズマンヒルズでの野外調査は、地質学、地形学、第四紀学、氷河学、水文学、湖沼学、生態学、地球生態学、生物学、生物多様性（分子を含む）、バイオテクノロジー、人間の影響に焦点が当てられている。

1.2.3 観光客の訪問

1992 年以降、船舶による観光客がこの地区を数回訪れている。これらは半日旅行であり、東 Broknes 半島にある研究基地区域、湖、鳥類のコロニーその他の特徴を徒歩で見学するため、観光客はヘリコプターで海岸に上陸した。

1.2.4 将来の活動

ラーズマンヒルズにおける人間の継続的な活動は、海岸にあるという立地、露岩景観により、促進されている。本地区で活動している締約国がこの地区を継続的に利用していこうとする公約は、基地施設の開発や再開発及び本地区から内陸横断の計画の中で明らかにされている。今後 5 年間では、提案されているプログレス基地と飛行場間の道路の隆起の水平化を含めた道路の改良に優先的な注意が置かれている。

1.3 指定の期間

南極特別管理地区の指定期間は無期限とする。管理計画は少なくとも 5 年ごとに見直すこととする。

2. 本地区の価値

プリッツ湾地域には多くの露出岩石や沖合の島々があり、これが東南極の海岸線にある露岩地域のかなりの部分を占めている。約 40km² の露岩地域からなるラーズマンヒルズはこの地域における最南端の沿岸の「オアシス」（南緯 69 度 30 分）であり、これは北東 110km にあるヴェストフォール丘陵（約 410km²）に次いで 2 番目に大きい。こうした沿岸オアシスは、南極大陸では特に希少である。そのため、ラーズマンヒルズは生物地理学的に重要な場所であり、それに伴う環境上、科学上および物資補給上の価値を有する。

2.1 境上および科学上の価値

ラーズマンヒルズでの科学的研究の大半は、比較的攪乱されていない状態にある自然環境に依存している。そのため科学上の価値を保護することが、本地区の環境上の豊かな価値の理解、保護に大きく寄与する。

ラーズマンヒルズの地質はプリッツ湾の他の露頭の地質とは著しく異なり、南極大陸の歴史を探る数少ない地質学の手がかりの一つとなっている。広範に露出した地質学的、地形学的特徴からは、景観形成および南極の氷床や海水位の歴史に関する貴重な知見が得られる。こうした特徴の多くは、物理的になかく乱に特に脆弱である。

Broknes 半島は、最後の氷河作用を経ても部分的に露岩状態のまま残り、堆積物には約 13 万年前からの生物や古気候が連綿と記録されている数少ない南極大陸沿岸地域である。

Stornes と Brattnevet 半島は、多様性と起源の点で科学的に重要であるホウケイ酸塩とリン酸塩の組み合わせの多様な一連の広範な形成の点で独特である。継続中の研究はホウ素とリンが集中してきた地質学的経過を認識することを目指している。Stornes 半島も良好状態で保存されている有孔虫、ケイ藻及び軟体動物が豊富に含まれている堆石物を持つ。Stornes の顕著な地質学的価値、より大きな影響を受けている参考となる場所としての価値として、南極特別保護地区 (ASPA) No. ???内の保護が与えられている。

ラーズマンヒルズには 150 を超える湖がある。科学的に最も重要な湖のいくつかは東 Broknes 半島にあるが、ラーズマンヒルズの湖は、全体として本地区の最も重要な生態学的特徴として認識されている。湖は、特にその自然生態系が比較的単純である点が貴重である。しかしこれらの湖は、その集水域内の物理的、化学的、生物学的変化の影響を受けやすい。したがって科学上の価値を保護するには、人間の活動を集水域単位で管理することが適切である。これらの集水域と河川の雪原は、自然の水文学的過程と人間活動の影響の拡大を測定するための重要な課題である。

微小気候が比較的厳しくないことや夏季に淡水が得られることから、ここには南極の生命体を支えることのできる比較的快適な環境がある。ユキドリ、アシナガウミツバメ、ナンキョクオオトウゾクカモメが繁殖を行っており、ウェッデルアザラシは繁殖や換毛のために海岸近くに現れる。蘚類（コケ）や地衣類、藍藻類（シアノバクテリア）の群生は広く分布しており、場所によっては高密度に存在する。こうした生物の生息地に東 Broknes 半島の基地区域から行きやすいことから、これらの生息地は本地区にとって貴重であり、また脆弱なものとなっている。

ラーズマンヒルズは比較的狭い区域に人間の活動が集中しており、その歴史は浅く、十分に記録されているため、人間の影響を研究する絶好の機会を提供する。

2.2 資補給上の価値

3 か所の国家南極プログラムの通年基地の場所として、ラーズマンヒルズは、プリッツ湾南部地域やドーム A のクンルン基地（中国）、ヴォストーク基地（ロシア）、グローズ山脈を含む南

極大陸内陸部に行くための重要な物資補給支援基地である。オーストラリアと中国は、ラーズマンヒルズにある施設の支援を受けてかなりの内陸遠征を実施してきた。近年、ロシアはヴォストーク基地への物資補給支援基地をミールヌイからラーズマンヒルズに移転した。

2.3 原生地域としての価値と芸術的な価値

Stornes 半島や複数の小さな半島及び近海の島々には、人間が訪れることがほとんどなく、その多くには、過去にも現在にも、人間が存在した痕跡がほとんどない。起伏のある露岩丘陵が広がる合間に湖やフィヨルドが点在し、それが Dalk 氷河や近海の島々、冰山や氷床とともに織りなす光景の芸術的な価値は、特筆すべきであり、保護が妥当である。

3. 目標と目的

ラーズマンヒルズは、本地区で活動を計画および実施する締約国の調整と協力を促進することによって環境を保護するために、南極特別管理地区に指定されている。

本管理計画の採択を通じ、締約国は以下のことを約束する。

- すべての訪問者（国家研究プログラムに従事する人員、国家プログラムによる一時的な訪問者および非政府活動の参加者を含む）に対して、活動の適切な実施に関する指針を提供する。
- 調査活動や支援活動の実施にあたり、情報伝達及び環境保護の一貫した協調的アプローチを奨励することによって、環境への累積的影響その他の影響を最小限に抑える。
- 主として車両利用の適切な管理を通じて、物理的攪乱、化学的汚染および生物学的影響を最小限に抑える。
- 包括的な廃棄物管理の実施や有害物質の適切な取扱いと保管を通じて、環境の汚染を防止する。
- 非在来種の偶発的な持込みや放出から環境を保護するために必要な措置を講じる。
- 本地区の原生地域としての価値や芸術的な価値を維持する。
- 本地区の科学上の価値を損なうことなく、科学的研究を実施する可能性を保護する。
- 共同でのモニタリング・記録プログラムの実施を通じるなどにより、本地区の自然過程に対する理解を改善する。

4. 本地区の概要

4.1 地理および本地区の境界

本南極特別管理地区は、露岩地域と近海の島々を合わせてラーズマンヒルズと総称する地域（地図 A 参照）と、隣接する台地から成る。本南極特別管理地区には、次の土地が含まれる。

Dalkoy 湾南端の東、南緯 69 度 23 分 20 秒、東経 76 度 31 分 0 秒を起点とし、北方向に、Dalkoy 湾の北、南緯 69 度 22 分 20 秒、東経 76 度 30 分 50 秒に至り、

そこから北西方向に進んで、Striped島の北、南緯69度20分40秒、東経76度21分30秒に至り、
そこから北西方向に進んで、Betts島の北東、南緯69度20分20秒、東経76度14分20秒に至り、
そこから南西方向に進んで、Betts島の北西、南緯69度20分40秒、東経76度10分30秒に至り、
そこから南西方向に進んで、Osmar島の北西、南緯69度21分50秒、東経76度2分10秒に至り、
そこから南西方向に進んで、Osmar島の西、南緯69度22分30秒、東経75度58分30秒に至り、
そこから南西方向に進んで、Mills島の西、南緯69度24分40秒、東経75度56分0秒に至り、
そこから南東方向に進んで、Xiangsi島の南、南緯69度26分40秒、東経75度58分50秒に至り、
そこから南東方向に進んで、McCarthy Pointの南西、南緯69度28分10秒、東経76度1分50秒に至り、
そこから南東方向に進んで、南緯69度28分40秒、東経76度3分20秒の海岸線に至り、
そこから北東方向に進んで、ロシアの飛行場の南、南緯69度27分32秒、東経76度17分55秒に至り、
そこから南東方向に進んで、Dalk氷河西側の南緯69度25分10秒、東経76度24分10秒に至り、
そこから北東方向に進んで、Dalk氷河東側の南緯69度24分40秒、東経76度30分20秒に至り、
そこから北東方向に進んで南緯69度23分20秒、東経76度31分0秒の起点に戻る線で囲まれた区域。

ただし、この意図は、ラーズマンヒルズに関連するあらゆる実質的な人間の活動を本管理計画に従って管理することである。

人工的な境界の標識は置かれていない。

4.2 気候

ラーズマンヒルズの気候の大きな特徴は、ほぼ夏季の間中に北東から吹き続ける強い滑降風（カタバ風）の存在である。12月から2月までの日中の気温は4℃を上回ることも多く、10℃を超えることもあり、月平均気温は0℃を少し上回る。冬の月平均気温は-15℃から-18℃である。降水は雪であり、年間降雪量が降水量換算で250mmを超えることはまずない。北東の卓越風や、Stornes半島近海の島々周辺に絶えず見られる海氷のため、積雪量は通常、Broknes半島よりStornes半島のほうが多く、残存する期間も長い。（海岸近くは夏の間中流氷で覆われ、フィヨルドや湾が無氷状態となることはまれである。）

4.3 自然の特徴

4.3.1 地質

ラーズマンヒルズ（および近隣のポーリンゲン諸島と Brattstrand Bluffs を含む）はプリッツ湾の他の地域とは異なっており、これは主に苦鉄質岩脈と大きなチャーノックイト岩体がないことである。ラーズマンヒルズに露出している岩盤は地球表層の火山源岩と堆積岩から構成され、これらは古生代初期の「パンアフリカン変動」の時期（約 5 億年～ 5 億 5,000 万年前）にグラニュライト相条件下で（800～860℃、ピーク時 6～7 キロバール）変性作用を受けている。ピーク変成条件に続いては減圧が生じ、大規模な融解が起き、数回にわたって変形を繰り返したあと、ペグマタイトや花崗岩が何回か貫入している。表層の岩石の下には、その由来源とみられる原生代の斜方輝石を含む正片麻岩の岩盤がある。

4.3.2 地形

ラーズマンヒルズの細長く大きく入り組んだ地形の特徴は、変成岩の岩盤の組成層構造、褶曲、断層（線状構造）によるものである。この地形を切り裂くように配されているのは、両岸を急峻で大きな組織地形の壁（まれに高さ 100m を超える）に挟まれたフィヨルドや谷であり、最大のものは長さ 3km に及ぶ（バリー・ジョーンズ湾）。基準海面からの海拔は最高で 162m（ブルンデル・ピーク）である。

海岸線は全般に岩場であり、浜はフィヨルドの先端や奥まった湾にしか見られない。一連の氷河せき止め湖に伴って峡谷や扇状地の広がる例が複数見られる。近海の島々は、羊背岩が現在の海水面によって切り離されたものである可能性がある。

本地区には多くの地形学的特徴が見られる。風食によって作られた地形が多いが、氷楔や塩水楔も粒子の分離に大きな役割を果たしていることは明らかで、その場合は風が主に輸送役を果たす。周氷河地形も広く見られるが、特に多いということはなく、十分に発達しているわけではない。

化学的、生物学的な土壌生成作用がないため、本当の意味での土壌はほぼないと言える。表層堆積物は広範に見られるが低地に限られ、残雪の砂礫、風成堆積物、崖錘および河成堆積物が含まれる。点在する蘚類（コケ）やところどころにある地衣類とともに、きわめて薄い土壌（10cm 未満）も見られる。地表面の下 20～70cm には永久凍土層がある。

Stornes 半島北東部の南緯 69 度 31 分 48 秒、東経 76 度 07 分のあたりには、鮮新世（450 万年～380 万年前）後の海成堆積物の露頭がある。この堆積物の層は厚さが最大 40cm で、海拔約 55m の狭い段丘を占めており、ここから保存状態のよい有孔虫や、保存状態の若干劣る珪藻類や軟体類が多く得られている。

最終氷期極大期を通じて無氷状態であった Broknes 半島には、最終氷河サイクルの気候や生物、生態系の変化の記録をとどめる堆積物が（湖沼に）ある。

4.3.3 湖沼と雪原

ラーズマンヒルズには、塩分濃度では淡水湖からわずかに塩分を含む塩湖まで、大きさでは浅い池から氷に削られた大きな池まで、150 を超える湖があるが、ほとんどの湖は小さく (5,000 ~30,000m²) 浅い (2~5m) 。すべての湖が冬の間は表面が凍結し、夏季には大部分が最長で2 ヶ月間解氷するため、夏に吹く滑降風 (カタバ風) によって湖面は十分にかくはんされる。大部分の湖は融雪水の受け皿となり、夏の間は常に流れる川の出入りがある湖もあって、甲殻類や珪藻類、ワムシ類の生息地になっている。こうした川は特に Stornes 半島に目立つ。

集水域が小さいこととほぼ原生状態の水であることから、ラーズマンヒルズにある湖は人間の活動による影響を特に受けやすくなっている。東 Broknes 半島の基地周辺地域、それに基地間を結ぶ道路のすぐ周辺にあるいくつかの湖では、水の化学組成が変化し、栄養塩類や雪解け水、堆積物が流入していることが調査から明らかになっている。こうした湖には人間の影響がはっきりと現れているが、Broknes 半島にある湖の大半と本地区の他の区域にある湖はほとんど影響を受けていないものとみられる。

東 Broknes 半島の湖は、南極大陸の表面湖のうちで最も古くからの堆積物の記録を留めている。氷床は Nella 湖を超えて前進したことはなく、プログレス湖にも氷河の浸食は見られないようである。そのためこれらの湖と半島北端にかけての湖は、科学者たちにとって特に貴重なものになっている。

ラーズマンヒルズの雪原の表層面積は過去 50 年で推計 11%増加している。夏季には雪原と氷河から溶け出した水により一時的な水路網が形成される。河川は水、イオン、浮遊物および汚染物質を集水域、湖及び湾に運ぶ。

4.3.4 湖沼と河川の生物相

植物プランクトンの大部分は独立栄養性のナノ鞭毛藻類であるが、多くの湖には渦鞭毛藻類が見られ、少なくともひとつの湖では、ツヅミモ属 (*Cosmarium*) に属するチリモが主要な構成要素のひとつとなっている。従属栄養性のナノ鞭毛藻類は、独立栄養性ナノ鞭毛藻類より多く見られるものの種の多様性は低く (ほとんどの湖では 3~4 種のみ)、浅い湖で特に多く見られる (*Parphysomonas* がきわめて多く見られる)。繊毛虫類の数は少なく、最もよく見られるのはストロンビディウム属 (*Strombidium*) で、*Holyophyra* の一種もほとんどの湖で見られる。ワムシ類はいくつかの湖に散在し、枝角類の *Daphniopsis studeri* は広く分布するが生息数は少ない。

ほぼすべての湖に認められる生物相の特徴として最も明らかなものは、氷河の後退以降に積み重なった広範な青緑色の藍藻類の群生 (シアノバクテリアマット) で、最高で 13 万年前のものもある。これらの藍藻類群落は、南極大陸の他の淡水系では通常見られない、最高で 1.5m と例外的な厚さを持ち、河川や浸潤地域にも広く分布している。マットは南極とプリッツ湾地域に固有であるシアノバクテリアと明らかに南極の他の地域とは異なるケイソウの集合を含んでいる。東 Broknes 半島の最も古い保護されたマットは、今まで大陸ではどこにも生きてままだ

れていないケイソウの種を含んでいる。ラーズマンヒルズの淡水と塩水ケイソウ taxa の約 40% はプリッツ湾と南極の固有種である。

4.3.5 海鳥

ラーズマンヒルズではナンキョクオオトウゾクカモメ (*Catharacta maccormicki*)、ユキドリ (*Pagodroma nivea*) 及びアシナガウミツバメ (*Oceanites oceanicus*) が繁殖している。Broknes 半島、特に半島東部については繁殖つがいの概数と繁殖場所が記録されているが、本地区の他の地域全体での分布については不明である。

ナンキョクオオトウゾクカモメは、10 月中・下旬から 4 月上旬に見られ、約 17 の繁殖つがいが Broknes 半島に営巣しているほか、繁殖していないものもほぼ同数いる。ユキドリおよびアシナガウミツバメの巣は、断片化した岩盤部分やクレバス、巨礫の斜面、落石の陰といった奥まった場所にあり、通常、10 月から 2 月まで使われる。Broknes 半島にはユキドリが約 850~900 ペア、アシナガウミツバメが約 40~50 ペア生息しており、ユキドリは Base Ridge と、東部の Dalk 氷河に隣接した露頭や南部の氷床に集中している。

ラーズマンヒルズは、露出していて営巣地に適しているとみられるにもかかわらず、アデリーペンギン (*Pygoscelis adeliae*) の繁殖コロニーは認められず、その理由はおそらく孵化期を過ぎても海水があるためであると考えられる。ただし、夏の間は付近の Svenner 島から Bolingen 諸島にかけての島々のコロニーから、ペンギンが換羽のために訪れる。コウテイペンギン (*Aptenodytes forsteri*) も時々やってくる。

4.3.6 アザラシ

ラーズマンヒルズの海岸にはおびただしい数のウェッデルアザラシ (*Leptonychotes weddelli*) がおり、本地区の海水を利用して 10 月から出産し、12 月下旬から 3 月にかけて換毛する。生息地や数については現在のところほとんどわかっていないが、東 Broknes 半島の北東方向にある小さな島々に近い海水上での子が観察されており、また、換毛中のアザラシの群れが基地に近い Broknes 半島海岸近くや、西のフィヨルドの潮目で観察される。換毛期に行われた航空調査では 1000 頭を超えるアザラシが観察され、Thala フィヨルドや Stornes 半島のすぐ西のいかだ氷の上には複数の大きな群れが (50~100 頭)、また、Broknes 半島の近海の島々や半島の北東にある氷の合間には無数の小さな群れが観察されている。カニクイアザラシ (*Lobodon carcinophagus*) やヒョウアザラシ (*Hydrurga leptonyx*) も時折やってくる。

4.3.7 陸生微小動物相

ラーズマンヒルズの陸生無脊椎動物についてはほとんど調査が行われたことがないが、陸生の緩歩動物 (クマムシ類) の 5 つの属 (*Hypsibius*, *Minibiotus*, *Diphascion*, *Milnesium*, *Pseudechiniscus*) の 6 種が、植生に付随して局所的に生息することが知られている。また湖や川が提供する一連の生息地は、南極地域にきわめて特徴的な豊富で多様な動物相を宿している。

ワムシ類 17 種、クマムシ類 3 種、節足動物 2 種、原生動物、扁形動物 1 種、線虫類が報告されている。枝角類の *Daphniopsis studeri* は南極大陸の湖に生息することが知られている数少ない淡水甲殻類のひとつで、ラーズマンヒルズの湖のほとんどで確認され、この湖沼系で最大の動物である。近年ではプリッツ湾地域と南インド洋州のサブ南極諸島のみ限定されているが、Last Glacial Maximum を通して継続的に東 Broknes に存在する。これは Broknes が 1 つ以上の氷河循環を通して南極の biota にとって重要な氷河からの避難所となっていることを明らかにしている。

4.3.8 陸生植物

ヴェストフォール丘陵からラーズマンヒルズにかけての沿岸地域でのサンプリングから、イングリッド・クリステンセン海岸の植物相は比較的均質であり、蘚苔類、地衣類および陸生藻類のほぼ同じような分布に限られていることが示されている。採集活動はほとんど行われていないものの、岩盤の性質、氷冠から露出したのが比較的最近であること、プリッツ湾の広い地域での卓越風の方向が、ラーズマンヒルズの植生被覆が 1%未満であることの一因となっていると考えられる。

蘚類（コケ）や地衣類、それに付随する無脊椎動物など大部分の陸生生物は、海岸から入った内陸部に分布している。しかし、大きな島（特に Kolløy 島や Sigdøy 島）の風当たりの弱い場所には蘚類の群生が見られ、南西部にはアデリーペンギンの換羽地やヌナタクがある。この地域の蘚類で明確に同定されている種としては、最も多く見られるオオハリガネゴケ (*Bryum pseudotriquetum*) のほか、ナンキョクホウシゴケ (*Grimmia antarctici*)、ハリギボウシゴケ (*Grimmia lawiana*)、ヤノウエノアカゴケ (*Ceratodon pupureus*)、スジフクレゴケ (*Sarconeurum glaciale*、*Bryum algens*) 及びギンゴケ (*Bryum argenteum*) の 7 種がある。

このほか蘚苔類に入るものとしては苔類（ゼニゴケ類）のナンキョクヤバネゴケ (*Cephaloziella exiliflora*) 1 種があり、Stornes 半島南部の無名の露出岩石に生息するほかには、南極大陸では 4 カ所で見つかっていない。地衣類は Stornes 半島北東部および Broknes 半島の Law Ridge にかかなり広く見られ、この地域の地衣類植物相は、少なくとも 25 の明確に同定された種で構成される。また、この地域では体系的な調査は行われていないものの、近くのイングリッド・クリステンセン海岸の数カ所で行われた同様の調査から、ラーズマンヒルズには 200 近い非海洋性藻類と 100~120 の菌類が存在すると考えてもおかしくない。

4.4 人間の影響

1986 年以降この利域での集中的な人間活動は環境の顕著な局地的な変化をもたらしており、東 Broknes と Thala フィヨルドと Quilty 湾の間の半島に集中している。基地建物並びに関連施設及び道路の建設は無氷地の物理的劣化をもたらしている。繰り返される車両の使用による岩の崩壊、永久凍土層の露出は表土浸食と排水パターンの変化をもたらした。水の収集、炭化水素の偶発的な漏れ、廃水の処分によりいくつかの湖と土壌の化学汚染が起こっている。基地で使用するための水の収集は Broknes の湖の水量を枯渇させている。

持ち込まれた植物種が検出され（除去され）、野生生物による人間用食物の摂取の歴史的証拠となっている。繰り返される歩行者による出入りで、風により飛散されたごみや表土の干渉が問題として残っている。

Stornes、小さな半島及び海岸近くの島では人間による影響の痕跡はほとんど認められない。このよく保存された状態を保つことおよびその他の場所でも影響を最小限にすることが、ラーズマンヒルズの管理における最重要事項のひとつである。

4.5 本地区への立入り

4.5.1 陸上からのアクセス

東 Broknes 半島には、現地の資材で作られた全長 15km に及ぶ未舗装道路が設けられている。幹線道路は長さ 6.7km で、北にある中山基地から東 Broknes 半島の中心を経て、それぞれの基地を結んでおり、南の南極台地（氷床）へのアクセスを提供している。この道路は、湖の集水域や急勾配を避けるという点で最適なルートを綿密にたどっている。特に急峻なところが 4カ所あり、これらは、中山基地の南約 0.5km にある尾根、プロGRESS第2基地とロー・ラコヴィタ基地の間にある一連の急勾配、Sibthorpe 湖の西の斜面を横切る区間、Dalk 氷河近くの南極台地（氷床）への上り勾配である。現在、ロー・ラコヴィタ基地とプロGRESS第2基地の間のさらによいルートを見つけるための調査が行われている。斜面を平らにするという案についても調査が行われている。南極台地（氷床）に間違いなく入れるよう、直前の 1km については 50～100m おきに目印のポールが立てられている。このほか、中山基地およびプロGRESS第2基地周辺区域内の車両用の道路や、ロー・ラコヴィタ基地と幹線道路を結ぶ短い進入路もある。本地区内の露岩面を車両で通るときには道路のみによるものとし、前述の急峻なところを越えるときには特に注意が必要である。

本地区内では夏季の終わりまで、フィヨルド内に残っている氷や海岸と沿岸に無数にある島々の間にある氷を使って海氷上の移動が可能である。本地区の東端と西端では、氷河があるために氷の状態が変化しやすく、海氷上の移動はこうした条件を考慮しなければならない。冬季は、極めて変化しやすい氷の状態にもよるが、中山基地の西にある海岸（南緯 69 度 22 分 30 秒、東経 76 度 21 分 33 秒）またはプロGRESS第2基地近くの海岸（南緯 69 度 22 分 44 秒、東経 76 度 23 分 36 秒）から中山基地やプロGRESS第2基地への海氷上の移動も可能である。また、Nella フィヨルド最東端の湾（南緯 69 度 22 分 58 秒、東経 76 度 22 分 44 秒）または Seal Cove（南緯 69 度 23 分 6 秒、東経 76 度 23 分 49 秒）のいずれかの海氷から、プロGRESS第2基地南の急勾配の南にある幹線道路に出ることも可能である。

本地区へは、北東のデービス基地から（約 330km）も、西のモーソン基地からランバート氷河を横切るルート（約 2,200km）でも、南極台地の氷床上を通過して来ることができる。これには目印のポールが立っているルートが含まれ、南緯 69 度 55 分 23 秒、東経 76 度 29 分 49 秒のポール

の地点で北に方向を変え、ポールと円筒型目印に沿って北進すると、東 Broknes 半島の幹線道路に接続する。

4.5.2 海上からのアクセス

東 Broknes 半島の北東部は海氷の状態が変化しやすいため、本地区には定められた係留地やはしけでの上陸地点は指定されていない。船舶は、氷況に応じて約 5 海里沖に投錨することが多いが、インドのチャーター舟は Bharati の場所から 50m 離れた地点まで近づいている。これまでは主に次の 3 カ所が利用されている。

- 中山基地の北北東約 250m の南緯 69 度 22 分 12 秒、東経 76 度 22 分 15 秒の湾で、岩石の露頭の上に約 15m の開けた部分があり、海岸には車両が使える広い平坦部がある。
- プロGRESS 第 2 基地近くの海岸（南緯 69 度 22 分 44 秒、東経 76 度 23 分 53 秒）
- 中山基地の西の海岸で、 Nella フィヨルドに面している部分（南緯 69 度 22 分 30 秒、東経 76 度 21 分 25 秒）

船舶から小型ボートに移って Broknes 半島の東岸に接岸するのは困難であり、北東の卓越風によって吹き寄せられた氷層が海岸から数百メートルに及ぶこともあるために不可能となることもある。そのため、人員や補給品を岸へ迅速に輸送できる確実な手段は、ヘリコプターだけである。

4.5.3 空からのアクセス

指定のヘリコプター着陸・燃料補給場は、一般的なヘリコプターの運用に優先的に使用する。

中山基地には 2 つのセメントのヘリコプター着陸地点がある（南緯 69 度 22 分 44 秒、東経 76 度 21 分 32 秒）。南の着陸点は直径 15m の円形で南極大陸の地図をカラーで描いてある。もう一つの着陸地点は北に 25m の所で直径 20m である。通常、重いヘリコプター（例えば Ka-32）は大きな地点に着陸し、軽い航空機（ドルフィンやスキラル）は南の地点に着陸する。着陸は通常中山基地の西側から始め、湖の方向から主要棟に向かって飛び、徐々に湖の上を下りていく。パイロットは 58m の丘がある湖の南側で高度を下げないようにしなければならない。

プロGRESS 第 2 基地は 2 つのヘリコプター着陸場を持つ。燃料貯蔵所近くのサイトは大きな岩石を取り除いた平坦な裸地（約 20x20m）で、大きな 200L 燃料ドラム缶貯蔵所に隣接している。その他の着陸場はコンクリート製であり、基地の最大の建物の北西にある（地図 E）。

バラチ基地は南緯 69 度 24.40 分、東経 76 度 11.59 分に 2 つのコンクリート製のヘリコプター着陸場を有する。

ロー・ラコヴィタ基地のヘリコプター発着場（南緯 69 度 23 分 20 秒、東経 76 度 22 分 55 秒）は、基地の東約 60m に位置する。ヘリコプターは通常、北東の卓越風に向かって着陸する。

この地域では、以前、小型のスキーまたは車輪付きの固定翼機が時折運用されており、基地近くの海氷上での運用が可能と考えられるが、氷況は年によって異なり、野生生物の営巣地に近いため、氷床で運用するほうが望ましい。着陸はロシアの旧滑走路近くで行われ、南緯 69 度 25 分 59 秒、東経 76 度 10 分 25 秒にある圧雪滑走路への着陸が提案されている。北東からの卓越風や地面がわずかに隆起していることから、北東に向かったの離着陸が望ましい。飛行経路は野生生物を避けて選択しなければならない。

4.5.4 徒歩でのアクセス

本地区への徒歩でのアクセスは制限されていないが、付属 I の環境行動規範に従って行う。頻繁に訪問する場所までの道が明らかにできているときは、地表面の物理的攪乱を最小限に抑え、新たな道を作らないように、すでにある道を利用すべきである。地表面に道ができていることがはっきりとしないときは、目的地点との最短ルートをとるが、その場合には、同じルートを何度も利用しないよう、また植生その他の影響を受けやすいものを避けるように配慮する。

4.6 本地区の内部および付近にある建造物の位置

4.6.1 中山基地（中華人民共和国）

中山基地は、東 Broknes 半島の北東端（南緯 69 度 22 分 24 秒、東経 76 度 22 分 40 秒）、海拔約 11m に位置する。この基地は 1988～89 年の夏季に設置され、以来、中国の南極プログラムによる通年の科学研究活動を円滑にするために継続して運用されている。すでに記したように中山基地はクンルン基地と Grove 山脈や Amery Ice Shelf のような他の島々での科学調査のための物流支援ベースとして機能している。このように、中山基地は南極での中国の内陸調査のための重要な支援センターである。

基地の施設

基地の人口は夏季が約 60 人、冬季が 20～25 人で、最大収容人員は 76 人である。基地は 7 つの主な建物と複数の小規模な建物で構成される（地図 D）。中山基地への車両でのアクセスは、氷床からの幹線道路と基地区域内の主要な建物を結ぶ道路網を通じて行う。基地本部棟の西には、コンクリート製のヘリポートがある（4.5.3 の項を参照）。

電力、燃料の供給および貯蔵

電力はディーゼル発電機で供給している。燃料は、海氷の状態に応じてはしけまたはパイプラインを通じて船から運び、基地区域の南端にあるバルクタンクに貯蔵している。基地には、毎年 200～300m³ の燃料が供給される。

油の貯蔵と南極の環境を損傷する運輸に関連する活動を避けるため、新しい石油の貯蔵施設は2011年に中山基地に建設された。基地の東側とプログレス基地との境界上に位置する。施設は約500トンの燃料を貯蔵可能であり、また油漏れを防止する機器も有す。古い油貯蔵システムは定期的に点検され維持される。基地の混雑を減少し、その運営の安全性を向上させるため、新しい油貯蔵地域に移転される予定である。

水と廃水

発電機の冷却用とシャワー設備用の水は基地のすぐ西にある小さな湖から引いている。灰色の水は発電所で処理された後、水洗トイレで使用される。黒い水は回収され、下水処理場で処理され、複数の重力式沈殿槽を通った後、海洋に排水される。

廃棄物管理

可燃性廃棄物は、分別してディーゼル式の高温焼却炉で焼却している。発生する可燃性廃棄物の量により、平均で3～4日ごとに焼却炉を稼働する必要がある。焼却灰は回収・保管して中国に持ち帰る。不燃性廃棄物は廃棄物分類に従って分別し、次の機会に船で搬出するために発電施設の南に保管している。

車両

車両は、基地に隣接する区域で、幹線道路を經由して東 Broknes 半島の他の施設へ物資を輸送するために使用している。車両、発電機および機器の保守は、発電施設または車両整備場で行う。廃油はすべて中国に持ち帰る。

補給

補給は通常年1回、夏に行われる。貨物は、はしけまたは内陸遠征用車両の後に付けたそりを使って海岸に運んでいる。

通信

中国との音声による通信は、主に、短波無線並びにインマルサット（INMARSAT）及び近年増加しているブロードバンドシステム（BGAN）である。BGANは電話、FAX、および科学データの送受信の主な通信機器である。高周波ラジオはプリッツ湾地域内の通信手段であり、現地での通信には超高周波無線が使われている。無線電話によってデータベース基地（さらには、データベース基地を通じて世界各地）との連絡も可能で、これを用いて気象データが毎日送られている。VSAT衛星通信システムも設置され、24時間不断の通信が帰途と中国の間で行われ、音声、文書及びデータでの通信サービスが提供される。イリジウム通信は緊急時のために使用される。

科学研究

中山基地を中心に実施する科学研究は、大半が基地を拠点として行うもので、次のものを含む。気象学、オゾン層のモニタリング、高層大気物理学、オーロラ観測、地磁気観測（一部はオーストラリアの南極プログラムと共同）、重量観測、地震学、極軌道衛星 NOAA の衛星画像処理、大気化学、リモートセンシング、GPS 測位及び人間生理学。夏季調査計画のシーズン中に行う活動で、基地周辺から離れた場所で行うものには、雪氷、土壌、海水、淡水、蘚類、地衣類、野生生物、地質、氷河および海氷の各生態系の環境評価やモニタリングがある。地質学、測地学、氷河学および隕石の研究のために内陸遠征も実施されている。

4.6.2 プロGRESS第2基地（ロシア）

PROGRESS第2基地は、東 Broknes 半島、中山基地の南約 1km の南緯 69 度 22 分 44 秒、東経 76 度 23 分 13 秒にある。この基地は Dalk 湾西岸から 300m の台地に 1988 年に設置された。PROGRESS第2基地は散発的に使用され、1993～94 年の夏季は閉鎖されたが、1997～98 年の夏季に通年調査施設として再開された。ここは夏季には職員を 100 人まで収容できる。

基地の施設

主な基地の集合体には以下のものが含まれる。

- 50 人を収容できる 3 階建ての事務所兼居住棟（冬期にはそれぞれが 1 室の居住空間を与えられ 25 人収容）、5 つの科学研究所（気候学、湿乾海洋学、衛星画像、地理物理学、水文学研究）、居間、事務所、無線情報ハブ、医療棟、炊事室、食料供給貯蔵庫、食堂、ジム、サウナ、トイレ、シャワー及び寝室である。
- GLONASS 航海システムの衛星集合軌道のモニタリングのための無線電機観測ユニット
GPS と GLONASS 衛星システムからの航海システムと地質構造の地殻移動の測地線のモニタリング、地磁気 pavilion、沿岸の氷と氷河の状態をモニタリングするレーダー、ヘリコプターと低空飛行の航空機の航空管制のためのレーダー。

本基地は最近既存の基地境界の中に再建された。改修された建物には廃棄物処理施設が付いている。再建プログラムの完了に続き、古い建物と施設は解体され、南極条約地域から除去される予定である。既存の道路はほとんどがサイトへの出入りに使用される予定である。

PROGRESS第2基地への車両でのアクセスは、氷床からの幹線道路と、基地区域内の主要な建物を結ぶ道路網を通じて行う。2 つのヘリコプター発着場があり、1 つは燃料運搬用のみに使われ（4.5.3 を参照）、もう 1 つは照明、航行支援及び飛行管理が設置されている。

本基地には基地の 100km 以内での職員と車両の移動を追跡するため GPS 安全システムが設置されており、無線室でモニターに表示される。

電力、燃料の供給および貯蔵

本基地は 900kW の能力を持つディーゼル発電所、8 台までの大型トラック、燃料・潤滑油の廃棄物、蒸留水、浄化と利用システムを含む水処理施設基地の暖房用自動ボイラー修理及び維持のための倉庫で構成される電力供給複合体を有している。

ディーゼルと航空機用燃料貯蔵施設は 15 基の容量 75 m³の二重壁タンク、ドラム缶入り燃料と潤滑油の金属棚、燃料運搬用の専用ヘリコプター発着所を含む。

水供給

飲用水は、夏季は基地の北西にある小さな湖から、冬季には氷床近くのプログレス湖から引いている。湖から引いた水はタンクに入れて基地に運び、食堂棟に隣接する大型タンクに貯蔵する。過去には、基地近くの海水や小氷山を融解させ淡水の一部を得ていたこともある。洗浄用水は Stepped 湖から引いている。水質調整設備が設置されており、この湖の弱汽水を利用できるようにしている。

廃棄物管理

小型の不燃性廃棄物は、分別、圧縮して除去している。食事かすおよび可燃物は高温焼却炉で焼却している。本部棟から排出される下水は、電気化学的処理装置で処理し、湾に放出している。倉庫、作業所、発電所の建物にも下水処理施設が備わっている。古い小屋には下水処理装置がなく、その尿尿と厨芥はドラム缶に保管し、ロシアに送り返している。

金属くずは基地に隣接する海岸で保管し、ロシアに送り返している。

車両

車両は、Vostok 基地への横断を含めて内陸横断をサポートするための主要な交通機関である。12 台の Kassbohrer Pisten Bully Polar 300 がこの目的のために使用される。

その他のタイプの車両は、基地周辺での水の採取、燃料や廃棄物の輸送、プログレス第 1 基地や氷床への人員や装備の輸送に使用している。車両の一部はプログレス第 1 基地と南部の小規模な前哨基地に配置し、圧雪滑走路の運用に使用している。プログレス第 2 基地の本部区域の西には、使用されていない大型車両も数台保管されている。

補給

補給は、夏季の間に（12 月～3 月）RV *Akademik Fedorov* を使って行われる。船で運ばれる重い積荷は Stornes の着陸場所のプログレス 4 まで堅い氷の上を運ばれ、後で本基地まで運ばれる。その他の積荷は Kamov Ka-32 ヘリコプターで運ばれる。

通信

他のロシアの基地との連絡には短波通信が使われている。現地の航空機、船舶および陸上の活動には超短波通信が使われている。ロシア本国や場合によってはロシアの他の基地との連絡には、INMARSAT B および C のほか、イリジウムシステムが用いられている。

科学研究

プログレス第 2 基地は、主として内陸部での地質調査、氷河調査の支援基地として設置された。気候学、水文学、地球磁気観測および海氷モニタリングも行われている。

4.6.3 バラチ基地（インド）

バラチ基地は Stornes の東、Thala フィヨルドと Quilty 湾の間に位置し、南緯 69 度 24.41 分、東経 76 度 11.72 分であり、海拔 35m である。本基地はインド南極プログラムによって通年科学調査活動を機能させるために、2012/13 年の夏に設置された。Quilty 湾を通過して船舶でアクセスできるが、夏季の間、車両で大陸まで直接アクセスすることはできない。冬季には台地は硬い氷を通過してアクセスできる。

基地の施設

バラチ基地は 1 つの多目的建物、サテライトキャンプ及び多くの小さなモジュールから構成されている。主要棟は 47 人の職員を収容できる。道路網は基地内の建物を結ぶ。コンクリート製のヘリコプター着陸所は主要棟の西に位置する（4.5.3 の項を参照）。

電力、燃料の供給および貯蔵

電力は主要棟にある 3 台のディーゼル燃料結合コージェネレーションから提供されている。この施設用の燃料は発電所に隣接したタンクから供給され、代わりに約 300m 離れた漏洩防止パイプラインを通過して燃料工場から自動的に燃料が引かれる。

Jet-A1 燃料は漏洩防止強化ゴムホースを使って、船から燃料工場へと毎年供給される。燃料工場は 13 台の二重壁のタンクコンテナで構成され、それぞれ 24000L の容量を持ち、高度 20m、南緯 69 度 24.31 分、東経 76 度 11.84 分の海岸に位置する。油漏洩センサーと防止機器を備えている。

燃料はパイプライン網を通してコージェネレーションユニット、ヘリコプターの発着場及び車には運ばれ、マイクロプロセッサで集中したビル管理システムを通して自動的に管理されている。Bharati は料理用に 10-14kg のガス容器で供給される LPG を使っている。

水供給と廃棄物の管理

海水は深さ約 12m の Quilty 湾（東海岸）から水中にあるポンプを使って引かれており、約 300m の長さの絶縁パイプライン網を通して主要棟に運ばれる。海水は逆浸透脱塩プラントの中に流れ込み、ろ過された水は再度鉱化され飲料用、入浴用などに使われる。

廃水はリサイクルされ、水洗トイレに使われる。台所からの水は油脂分器と雪泥分離器を通り、200L のドラム缶で収集される。

物流

Pisten Bullies やスノースクーターのような無限軌道付き車両が、基地周辺の職員と物質を運ぶために使用される。車両、ジェネレーターおよび機器の管理は車両作業場で行われる。廃油はドラム缶に集められでインドに戻される。

再供給は通常、1年に1回、夏季に行なわれる。12月半ばまで、貨物はPisten Bullies とトレーラーを使って堅い氷の上を海岸に運ばれる。堅い氷が解けた後の航海は、貨物運搬用の平底荷船が使われる。

通信

近隣の基地と連絡を取るために短波無線が使われる。超短波無線は地域の航空機、船舶およびフィールド活動のために使われる。イリジウム開港システムは電話とファックスを通して世界の他の地域と接続される。

科学

本基地は 2012 年 3 月に最初に運営されたが、科学研究は 2005 年に始まり、環境評価、雪氷のモニタリング、土壌、海水、淡水、コケ類、地衣類、野生生物、地質学、氷河学、及び海水生態系が含まれる。地球磁気学/GPS 観測は 2007 年に開始した。

4.6.4 ロー・ラコヴィタ基地（オーストラリア・ルーマニア）

ロー・ラコヴィタ基地は、東 Broknes 半島の南端、プログレス第 2 基地の南約 1km、中山基地の南 2km の南緯 69 度 23 分 16 秒、東経 76 度 22 分 47 秒に位置する。基地は 1986～87 年の夏季に設置された。

基地の施設

ロー・ラコヴィタ基地には、プレハブ製の多目的棟 1 棟と、ファイバーグラス製の小屋が 5 棟、小さな入浴・洗面施設がある。発生した廃棄物はすべて除去している。

電力、燃料の供給および貯蔵

電力の供給には小型のガソリン発電機を使用し、バッテリーの充電などが必要な場合にだけ運転している。主要棟の屋根に設置した小型のソーラーパネルは、短波および超短波無線用の電力を供給するバッテリーの充電を行っている。主要棟では料理および暖房にガスを使用している。

水

飲用水および洗浄用水は、通常、夏季の間に近くにある雪堤から雪を集めて融解させて調達している。飲用水は、Broknes 半島北東部と氷床を結ぶ幹線道路とロー・ラコヴィタ基地とを結ぶ道路の近くにある小さなカール湖からも採取している。

物流

ロー・ラコヴィタ基地は、デービス基地からヘリコプターですぐ近くにある複数の基地、又はそれらの施設に物資を補給する船舶からも、便宜的に支援を受けることがある。四輪バイクが時々本基地に配置されており、夏季の科学プログラムを支援するために指定されたアクセス路で使用される。

通信

ロー・ラコヴィタ基地には短波及び超短波無線機器が装備されている。

科学研究

夏季の調査プロジェクトとして行われてきたものとしては、本地区の氷河史、地質学、地形学、水文学、陸水学、生物学及び人間による影響の研究がある。

4.6.5 圧雪滑走路および関連施設（ロシア）

プログレス第2基地の南約 5km を南西から北東（南緯 69 度 25 分 43 秒、東経 76 度 20 分 36 秒から南緯 69 度 26 分 51 秒、東経 76 度 17 分 18 秒）に走る滑走路が計画されており、ここへは、露岩した台地を通るアクセス路と内陸横断ルート最初の部分を使って行くことができる。

長さ 3000m 幅 60m の圧雪滑走路は、重車輪の航空機に適している。複合式滑走路には 4 つの sledge-based container modules、すなわちディーゼル電力基地、気候学、無線及びインターネットアクセス施設を含む航行管制所、6 人用居住施設、自動気象台を含む。

4.6.6 その他の建造物

プログレス第1基地（ロシア）

プログレス第1基地は1987年と1988年に16名の越冬を支え、1991年～92年に一部が解体、除去された。近年、プログレス I は内陸遠征の情報のための場所として機能している。基地に残っている1棟は、ロシアの滑走路の建設機器や燃料ドラム缶の保管にも使用されている。中国の内陸遠征用そり、内陸遠征用小型トラックおよび内陸遠征車両用の燃料ドラム缶は、すぐ近くで保管されている。オーストラリアも、プログレス第 I 基地近く（南緯 69 度 23 分 56 秒、東経 76 度 24 分 37 秒）に航空燃料の貯蔵所を維持している。このほかにも、ロシアの小屋、滑走路建設用車両の保管場所が、プログレス第 1 基地を約 1km 過ぎた地点、氷床へのポールが目印のある車両用道路の西、露頭の最南端（南緯 69 度 24 分 43 秒、東経 76 度 24 分 35 秒）にある。

プログレス II（ロシア）：南緯 69 度 23 分 01 秒、東経 76 度 22 分 26 秒

プログレス II は Nella フィヨルドでの季節的な海洋学と水生生物学の研究を支援する小屋である。

プログレス III（ロシア）：南緯 69 度 24 分 25 秒、東経 76 度 24 分 14 秒

プログレス III は大気地球地理学の研究を支援している野営地である。野営地は Antonov An-2 が使用した skiway と航空機乗組員、軍用機および地理物理学研究チームの宿舎で構成されている。

プログレス IV（ロシア）：南緯 65 度 25 分 27 秒、東経 76 度 08 分 25 秒

プログレス IV は Stornes ASPA の東端の基地であり、硬い氷を横断して船から海岸まで重貨物を運ぶ中間点として利用されている。この場所から台地と飛行場まで over-snow exit がある。

モニタリング用施設

風食や塩類風化による地表面低下速度を測定するため、1990年にロー・ラコヴィタ基地の北東約 250m に長期のモニタリング用施設が設置された。この施設は、黄色の粗粒片麻岩が露出した場所にあり、黄色の塗料で○印を付けた 24 ヶ所の微細浸食地がある。この調査の性質上、この場所を徒歩で横切ると自然浸食の測定に影響が及ぶことになるため、避けるべきである。（観測地点の目印に塗料その他後々まで残る方法を用いることは推奨されず、GPS 位置情報を取得することが望ましい。）

史跡

オーストラリア南極調査隊（ANARE）がラーズマンヒルズを初めて訪れた 1958 年 2 月 8 日を記念して置かれたケルンは、Stornes 半島の北西約 1.1km にある 3 つの島からなる群島のうち最

大の Knuckey 島（南緯 69 度 23 分 12 秒、東経 76 度 3 分 55 秒）の最高地点にある。ケルンには、上陸隊の氏名を記したメモがプラスチックシートに挟まれ、ガラス瓶に収められている。

Seal Cove の北岸を見渡す丘（南緯 69 度 22 分 58 秒、東経 76 度 23 分 49 秒）には、1998 年 7 月に死亡したロシアの探検隊員 Skurihin Andrei の墓がある。この場所には、追悼の盾が付いたスチール製のチェストが置かれ、周りを低い金属製の手すりが囲んでいる。チェストの足元には、探検隊員の肖像を示す墓石が立っている。

Broknes 半島東岸の最北端、中山基地の北にある丘の北側には、小さな記念碑がある。この場所は、前の中国極地考察弁公室副主任を記念したもので、セメント製の記念碑があり、前の副主任の遺灰の一部が収められている。

その他の小さな建造物

ラーズマンヒルズの最高峰である Stornes 半島のブルンデル・ピークの最高点（南緯 69 度 6 分 14 秒、東経 76 度 6 分 14 秒）には、プラスチック製の箱の中にごく少量の非常食が貯蔵されている。

4.7 その他の保護地区の位置

ストーンズ南極特別保護地区は南極特別管理地区の中に含まれる。南極特別保護地区に立入り、その中で活動するには許可証が必要であり、南極特別保護地区管理計画に従って実施されなければならない。

第 69 南極特別保護地区、アマンダ湾（南緯 69 度 15 分、東経 76 度 59.9 分）はラーズマンヒルズの北東 22km の所にある。同じように、南極特別保護地区への立入りとその中での活動は許可証が必要であり南極特別保護地区管理計画に一致して実施されなければならない。

5. 本地区内の各種区域

本地区内でのすべての活動は、環境保護に関する南極条約議定書の規定及びこの管理地区に付属する環境行動規範の規定に従って行うものとする。これに加え、本地区を管理する目的の達成のため、所定の活動を制限する 2 つのゾーンが設けられている。

5.1 施設ゾーン

基地の建物や関連施設の建設は、ラーズマンヒルズの環境に極めて大きな影響を与えてきた。ただし、この影響は、基地に隣接する区域及びそれに接続するアクセス路に限定されてきている。湖は本地区において最も重要な生態学的特徴と認識されており、湖はその集水域内で行われる人間の活動の影響を受けやすいため、集水域単位でのアプローチは、本地区での活動を管

理する手段として最適である。Broknes の基地は、本地区の他の地域から隔離されており、基地施設の大部分は、海域に注ぐ排水域にある。

この状況の維持を確保するため、南極特別管理地区の境界内に、東 Broknes 半島の大部分を含む施設ゾーンが定められている（地図 B）。施設ゾーンの境界は、東が Dalk 氷河、北が海、西が影響を受ける集水域の西端、南が滑走路やアクセス路を含む氷床である。南極特別管理地区内での施設の設置は、通常、施設区域内のすでに影響を受けている区域に限定されている。南極特別管理地区の別の場所での新規施設建設を伴う活動については、科学上または補給上の正当性が十分にあるかどうかに基づいて検討することができる。

5.2 地磁気静穏区域

中山基地ではいくつかの磁力計が稼働している。基地の北、南緯 69 度 22 分 12 秒、東経 76 度 22 分 8 秒にある峡谷に、誘導磁力計のセンサーを中心とする半径 80m の円形域が定められており、この他に、取水湖の西、南緯 69 度 22 分 22 秒、東経 76 度 21 分 46 秒を中心として、磁力計アレイから半径 80m の区域が設けられている（地図 D）。磁場測定の精度に悪影響が及ばないよう、両区域からはすべての鉄鋼材を排除しなければならない。地磁気静穏区域に立ち入るには、実験を担当する科学者の許可を得なければならない。Grovnnes の地磁気静穏区域がインドによって計画されている。

6. 管理活動

締約国間、上陸人員間及び上陸人員と本国との通信は、ラーズマンヒルズにおける管理措置の実施を成功させる上で必要である。本地区で研究プログラムを行う締約国は、国家のプログラムのレベルにおいても、上陸隊のレベルにおいても、適切な通信を確保することを約束する。条約に関連する南極観測実論責任者評議会（COMNAP）の年次会合の期間中において、管理計画の実施について審査するための年次協議を開く。

関係する基地および野外拠点の責任者も、1 年を基本に会合を開き（物資補給が許す場合）、ラーズマンヒルズの管理に関連する問題について、年間を通じて口頭による通信を維持する。

6.1 物資補給（施設を含む）

- 露岩地域における更なる通路や施設の設置は、十分な科学上または補給上の理由によって制限区域外の立地が妥当であることが認められる場合を除き、人間活動によって既に改変されている東 Broknes 半島の制限区域（5.1 を参照）で区切られた部分に制限される。この制限は、野外作業者の安全を確保するために設ける施設には適用しない。
- 建造物を建設または改築する場合には、事前に、南極条約議定書第 8 条で要求されている環境影響評価を実施するものとし、当該建設または改築の実施を提案する締約国は、本地区内で研究プログラムを実施している他の締約国に通報する。
- 施設を新たに建設するよりも、施設の共同利用を促進する。

- 人工の建造物が原生地域としての価値や芸術的な価値に及ぼす潜在的な影響を考慮し、新規の建造物は可能な限り既に影響を受けている地域に限定すること及び建造物を周囲から見えにくく配置することを通じ、その影響を最小限に抑えることとする。当該影響を建設工事前に評価する際の一助となるような研究が必要である。
- 燃料貯蔵地区は、可能な限り、湖沼集水域の外側に集めて設置する。現在の燃料貯蔵庫の場所の適切性は計画の次の計画再評価前に審査される。
- 本管理計画の目的に適合しない車両用道路は、可能な限り、影響を受けた部分を修復した上で閉鎖する。
- 人員、物資および燃料の輸送面で、協力する方法を探る。
- 最低限でも、廃棄物の処分および管理活動は、南極条約議定書附属書 II の規定に従って行う。
- 廃棄物および使用しなくなった設備機器は、できるだけ早い機会に南極条約地域から除去する。
- 本地区で研究プログラムを実施している締約国は、環境に悪影響を及ぼす可能性のある事態に対して、共同で緊急時対応計画を策定する。
- 風で散乱したごみについては、定期的かつ機会を見て回収する。
- 野外に置いた設備機器は、除去の可能性、風による移動からの一時的な保護などを検討する。
- 改変され使用されなくなった場所の修復について調査し、適宜進捗させる。

6.2 持ち込まれた種

- ラーズマンヒルズで活動する締約国は：
 - ◻ 請負者を含むプログラムの職員に対し、非在来種の持ち込みによる環境への潜在的な危険性について教育する。
 - ◻ 南極特別管理地区に立入る職員に対し、例えば靴の洗浄方法（南極に出発する前に行うのが好ましい）あるいは新しい履物の支給を通じ、履物が洗浄されていることを確実にする。
 - ◻ 無処理の砂、骨材、砂利を南極特別管理地区に輸送することを避ける。
 - ◻ 貨物から発見された土壌及びその他の人工物を回収し、焼却し、本地域から除去する。
 - ◻ 南極特別管理地区に以前に輸送された殺菌されていない土壌はこの地域から除去するか基地の建物内に封じ込める。
 - ◻ マドリッド議定書の義務を負うプログラムの職員に対し、南極に殺菌されていない土壌を持ち込まないこと、新しい植物を栽培しないこと及び装飾目的で植物を持ち込まないことを確認する。
 - ◻ 食料のために育てるすべての植物は建物内に留める。
 - ◻ 食物廃棄物は焼却するあるいは本国に戻すことを優先する。
 - ◻ 野生生物が基地の食料や食物廃棄物をアクセスすることを防止する。
 - ◻ 生物学的汚染、地域の湖の、特に施設ゾーンの外での複合汚染を避けるための原則を策定する。
 - ◻ 持ち込まれる種を監視する。

- 必要に応じ適切な除去あるいは封じ込めについての科学的及び運営上の助言を得るために、プログラム運営により持ち込まれ、本地区に持続している非在来種の発見についての情報を共有する。
- 適切であれば、これらの措置を共同で実施する。

6.3 野生生物の攪乱

- 本地区での活動を計画及び実施する際には、野生生物との適切な距離を保つ必要性を考慮する。

6.4 データ管理

- 本地区で研究プログラムを実施している締約国は、活動の立案および調整に役立てるため、管理の関連情報やメタデータ記録を記録するデータベースを共同で開発し、データを提供する。この様なデータ共有は地理学情報を含み、地域の場所の名前を *SCAR Composite Gazetteer of Antarctica* (南極地名索引) への追加も含む。
- 本地区の環境上の価値、および人間の活動がそうした価値に及ぼす影響についての知識を高め、この知識を本地区の環境管理に適用するよう努める。

6.5 科学研究

- 科学研究は可能な限り、協力および調整して行う。

6.6 モニタリング

- 本地区で研究プログラムを実施している締約国は、本管理計画の有効性を評価するために、共同でモニタリングを実施する。

6.7 記念物

- 既存の記念物の保全が望ましいと考えられる場合には、保全が確実に行われるよう活動を管理する。
- 施設区域外にケルンや記念建造物を新たに設置することは禁じる。

6.8 情報の交換

- 本地区内の活動の協力および調整を強化し、活動の重複を避け、累積的な影響に対する考慮を促すため、本地区で活動を実施している締約国は、以下のことを行う。
 - 本管理計画の実施に関係があると考えられる活動の詳細 (すなわち、研究活動からの撤退や新設の提案、新規施設を建設する提案、民間による訪問に関して得られた情報など) を本地区で活動する他の締約国に配布する。

- 本管理計画の実施および維持に関する報告書を環境保護委員会に提出する。
- 本地域での活動を提案している他の締約国（非政府組織を含む）は、本管理計画の目的および目標とする精神をもって、本南極特別管理地区で活動する締約国の少なくとも 1 カ国にその意図を通報する。

付属 1. 環境行動規範

この行動規範は、ラーズマンヒルズにおいて特に主な基地区域から離れたところで実施する活動について、環境への影響を最小限に抑えることを助けるための総合的な指針を提供することを意図する。

総則

- 南極環境は、人間活動の影響をきわめて受けやすく、一般に、かく乱から回復する自然の力は他の大陸の環境に比べてはるかに小さいために、野外で活動を行う際にはこのことを考慮する。
- 本地区に持ち込んだ物はすべて除去しなければならない。これには尿尿も含み、回収や除去の困難な物質を持ち込んでの使用やその散乱を避けることも含む。廃棄物を野外に持っていくことを最小限に抑えるため、基地を出る前に過剰な包装を外す。
- 生物標本もしくは地質標本、または人工物の採取もしくはかく乱は、事前の承認を得た上でのみ行い、また必要がある場合には許可証に従って行う。
- 管理データベースに送るため、すべての野外活動の連絡担当者、場所および使用の詳細（標本を採取する場所、野営地、貯蔵所、油漏れ、目印、装備など）を、可能な限り正確に記録する。

移動

- 雪に隠れている場合であっても、一部の生物群集や地形は特に脆弱であり、野外を移動する際にはそれらに十分注意し、それを避けること。
- 車両およびヘリコプターの使用は、大気への排出、わだちの形成、地表面または生物群集の物理的かく乱、野生生物のかく乱、および燃料流出の可能性を最小限に抑えるため、必要不可欠な業務に限定しなければならない。湖の上空飛行は避けること。
- 車両の使用が不可欠な場合には、アクセスを海氷、台地域（氷床）および指定された露岩ルートに限定しなければならない。施設へのアクセスには、既存のルートを用いなければならない。
- 本規範にある野生生物との距離に関して車両使用を計画し実施する。
- 野外での燃料補給の必要性を減らすため、車両その他の装備には出発前に基地で十分に燃料を補給しなければならない。
- 強風条件下や、湖、植生その他影響を受けやすい場所への漏出事故につながる可能性のある地域での燃料補給を避け、必ずノズルや漏斗付きの燃料缶を使用する。
- 徒歩で移動する場合、可能な限り決まった道や指定横断地点を使用する。

- 新たな道を作らないようにする。道ができていないときは最短ルートをとるが、その場合には植生域や影響を受けやすい地形（がれ場、堆積層、河床、湖沼周縁部など）を避けるようにする。

野生生物

- 野生生物に食物を与えない。
- 野生生物から適切な距離を維持する。
- かく乱が生じると考えられる野生生物との距離を後掲の表に示す。野生生物の周囲を徒歩で移動する場合には、静穏を保ち、ゆっくりと移動し、姿勢を低くし、かく乱が生じた場合にはさらに距離をとる。

野生生物に徒歩で近づく場合に攪乱が生じると考えられる距離

種	距離 (メートル)
オオフルマカモメおよびアホウドリ、繁殖/営巣	100m
コウテイペンギン (コロニー内、換羽、群れ、卵又はヒナを伴うもの)	50m
その他のペンギン (コロニー内、換羽、卵又はヒナを伴うもの)	30m
巣にいるクジラドリ、ミズナギドリ、トウゾクカモメ 幼獣を連れたアザラシ、単独行動のアザラシの幼獣	20m
繁殖中以外のペンギン、アザラシの成獣	5m

小型車両で野生生物に近づく場合に攪乱が生じると考えられる距離
(四輪バギーやスノーモービルなどによる)

全ての野生生物	150m
---------	------

無限軌道車で野生生物に近づく場合に攪乱が生じると考えられる距離

全ての野生生物	250m
---------	------

航空機で野生生物に近づく場合に攪乱が生じると考えられる距離

鳥類	垂直距離 単発エンジンヘリコプター 2500 フィート (約 750m) 双発エンジンヘリコプター 5000 フィート (約 1500m) 水平距離 1/2 カイリ (約 930m)
アザラシ類	垂直距離および水平距離 単発エンジンヘリコプター 2500 フィート (約 750m) 双発エンジンヘリコプター 5000 フィート (約 1500m) 双発エンジン、固定翼機 2500 フィート (約 750m)

野営地

- 可能な場合、既存の宿泊設備を利用する。
- 汚染及び/あるいはかく乱を防ぐため、野営地を可能な限り湖岸、河床、植生地及び野生生物から離れた場所に設けなければならない。
- 装備および貯蔵品は、野生生物があさったり強風で拡散したりしないように、常に適切な状態に置くことを確実にする。
- 基地へ持ち帰って処理または処分するため、尿尿および雑排水を含め、野営地で出たすべての廃棄物を回収する。
- 燃料の使用を最小限に抑えるため、可能な限り太陽光発電機または風力発電機を利用する。

野外調査

- 汚染、交差汚染および外来生物の導入や拡散を防ぐため、すべての衣類および装備は、南極地域に持ち込む前およびサンプリング地点間を移動する前に、慎重に清潔にしなければならない。
- ケルンを作ってはならず、場所の目印としてその他の物を利用することは最小限に抑える。目印は、関係する作業が終わり次第除去する。
- 標本の採取が許可された場合には、許可に定められた標本数を順守し、できるだけ目立たない場所から採取する。
- 土壌を採取する際には、必ず養生シートを使用し、土壌の穴を埋め戻して風食や深部堆積物の拡散を防ぐ。
- 化学物質や燃料を取り扱う際には細心の注意を払い、漏出した場合に回収及び吸収するのに適した材料を用意しておく。
- 湖や氷河水中に記録されている同位体組成や化学組成に影響を及ぼしかねない液体水や化学物質の使用は最小限に抑える。
- 湖間の交差汚染を防ぐため、採取機器は徹底的に洗浄する。
- 湖の汚染や地表面の生物相への有害な影響を防ぐため、水柱の下層から採取した大量の水を再導入することは避ける。余った水や堆積物は基地に持ち帰り、適切に処分または処理する。
- 採取機器を安全に係留し、後に汚染を引き起こすおそれのある凍結物を氷中に残さないようにする。
- 湖で洗濯、水泳および潜水をしてはならない。こうした行為は水域を汚染し、水柱、繊細な微生物群集、堆積物を物理的にかく乱する。

注：本環境行動規範に定める指針は、緊急時には適用しない。

附属2：国家プログラム連絡リスト

オーストラリア

Australian Antarctic Division

Channel Highway

Kingston Tasmania 7050

Australia

電話： +61 (03) 6232 3209

ファックス： +61 (03) 6232 3357

E-mail: Tony.Fleming@aad.gov.au

Sandra.Potter@aad.gov.au

中華人民共和国

Chinese Arctic and Antarctic Administration

1 Fuxingmenwai Street

Beijing 100860

People's Republic of China

電話： +86 10 6803 6469

ファックス： +86 10 6801 2776

E-mail: chinare@263.net.cn

インド

National Center for Antarctic & Ocean Research

Sada, Vasco-da-Gama

Goa 403 804

India

電話： +91 832 2525 501

ファックス： +91 832 2525 502

E-mail: director@ncaor.org

ロシア連邦

Russian Antarctic Expedition

Arctic and Antarctic Research Institute

38 Bering Street

199397 St Petersburg

Russia

電話： +7 812 337 3205

ファックス： +7 812 337 3205

E-mail: lukin@aari.ru

pom@aari.ru

附属 3: ラーズマンヒルズ参考及び選択文献

Antony, R., Krishnan, K.P., Thomas, S., Abraham, W.P. and Thamban, M. (2009). Phenotypic and molecular identification of *Cellulosimicrobium cellulans* isolated from Antarctic snow. *Antonie van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology* 96(4):627.

Antony, R., Mahalinganathan, K., Krishnan, K.P. and Thamban, M. (2011). Microbial preference for different size classes of organic carbon: A study from Antarctic snow. *Environmental Monitoring and Assessment* DOI 10.1007/s10661-011-2391-1.

Antony, R., Mahalinganathan, K., Thamban, M. and Nair, S. (2011). Organic carbon in Antarctic snow: spatial trends and possible sources. *Environmental Science and Technology* 45(23):9944-9950, DOI: 10.1021/es203512t.

Antony, R., Thamban, M., Krishnan, K.P. and Mahalinganathan, K. (2010). Is cloud seeding in coastal Antarctica linked to biogenic bromine and nitrate variability in snow? *Environmental Research Letters* 5:014009, doi:10.1088/1748-9326/5/1/014009.

Asthana, R., Shrivastava, P.K., Beg, M.J. and Jayapaul, D. (2013). Grain size analysis of lake sediments from Schirmacher Oasis (Priyadarshini) and Larsemann Hills, East Antarctica. *Twenty Fourth Indian Antarctic Expedition 2003-2005, Ministry of Earth Sciences Technical Publication* No. 22, pp. 175-185.

Beg, M.J. and Asthana, R. (2013). Geological studies in Larsemann Hills, Ingrid Christensen Coast, East Antarctica. *Twenty Fourth Indian Antarctic Expedition 2003-2005, Ministry of Earth Sciences Technical Publication* No. 22 pp. 363-367.

Bian, I., Lu, L. and Jia, P. (1996). Characteristics of ultraviolet radiation in 1993-1994 at the Larsemann Hills, Antarctica. *Antarctic Research (Chinese edition)* 8(3):29-35.

Burgess, J., Carson, C., Head, J. and Spate, A. (1997). Larsemann Hills - not heavily glaciated during the last glacial maximum. *The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes*. Pp. 841-843.

Burgess, J. and Gillieson, D. (1988). On the thermal stratification of freshwater lakes in the Snowy Mountains, Australia, and the Larsemann Hills, Antarctica. *Search* 19(3):147-149.

Burgess, J. S. and Kaup, E. (1997). Some aspects of human impacts on lakes in the

Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, Eastern Antarctica. In: Lyons, W., Howard-Williams, C. and Hawes, I. (Eds). *Ecosystem Process in Antarctic Ice-free Landscapes*. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam. Pp. 259-264.

Burgess, J.S., Spate, A.P. and Norman, F.I. (1992). Environmental impacts of station development in the Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, Antarctica. *Journal of Environmental Management* 36:287-299.

Burgess, J.S., Spate, A.P. and Shevlin, J. (1994). The onset of deglaciation in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Antarctic Science* 6(4):491-495.

Carson, C.J. and Grew, E.S. (2007). *Geology of the Larsemann Hills Region, Antarctica*. First Edition (1:25 000 scale map). Geoscience Australia, Canberra.

Carson, C.J., Dirks, P.G.H.M., Hand, M., Sims, J.P. and Wilson, C.J.L. (1995). Compressional and extensional tectonics in low-medium pressure granulites from the Larsemann Hills, East Antarctica. *Geological Magazine* 132(2):151-170.

Carson, C.J., Dirks, P.H. G.M. and Hand, M. (1995). Stable coexistence of grandidierite and kornerupine during medium pressure granulite facies metamorphism. *Mineralogical Magazine* 59:327-339.

Carson, C. J., Fanning, C.M. and Wilson, C.J. L. (1996). Timing of the Progress Granite, Larsemann Hills: additional evidence for Early Palaeozoic orogenesis within the east Antarctic Shield and implications for Gondwana assembly. *Australian Journal of Earth Sciences* 43:539-553.

China (1996). Oil spill contingency plan for Chinese Zhongshan Station in Antarctica. *Information Paper #87, ATCM XXI*, Christchurch, New Zealand.

Cromer, L., Gibson, J.A.E., Swadling, K.M. and Hodgson, D.A. (2006). Evidence for a lacustrine faunal refuge in the Larsemann Hills, East Antarctica, during the Last Glacial Maximum. *Journal of Biogeography* 33:1314-1323.

Dartnall, H.J.G. (1995). Rotifers and other aquatic invertebrates from the Larsemann Hills, Antarctica. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 129:17-23.

Dirks, P.H.G.M., Carson, C.J. and Wilson, C.J.L. (1993). The deformational history of the Larsemann Hills, Prydz Bay: The importance of the Pan-African (500 Ma) in East Antarctica. *Antarctic Science* 5(2):179-192.

Ellis-Evans, J.C., Laybourn-Parry, J., Bayliss, P.R. and Perriss, S.J. (1998). Physical, chemical and microbial community characteristics of lakes of the Larsemann Hills, Continental Antarctica. *Archiv fur Hydrobiologia* 141(2):209-230.

Ellis-Evans, J.C., Laybourn-Parry, J., Bayliss, P.R. and Perriss, S.T. (1997). Human impact on an oligotrophic lake in the Larsemann Hills. In: Battaglia, B., Valencia, J. and Walton, D.W.H. (Eds). *Antarctic communities: Species, structure and survival*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Pp. 396-404.

Fedorova, I.V., Savatyugin, L.M., Anisimov, M.A. and Azarova, N.S. (2010). Change of the Schirmacher oasis hydrographic net (East Antarctic, Queen Maud Land) under deglaciation conditions. *Ice and Glacier* 3(111):63-70.

Fedorova, I.V., Verkulich, S.R., Potapova, T.M. and Chetverova, A.A. (2011). Postglacial estimation of the Schirmacher oasis lakes (East Antarctic) on the basis of hydrologo-geochemical and paleogeographical investigation. In: Kotlyakov, V.M. (Ed.). *Polar Cryosphere and Land Hydrology*. Pp. 242-251.

Gasparon, M. (2000). Human impacts in Antarctica: Trace element geochemistry of freshwater lakes in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Environmental Geography* 39(9):963-976.

Gasparon, M., Lanyon, R., Burgess, J.S. and Sigurdsson, I.A. (2002). The freshwater lakes of the Larsemann Hills, East Antarctica: chemical characteristics of the water column. *ANARE Research Notes*147: 1-28.

Gasparon, M. and Matschullat, J. (2006). Geogenic sources and sink trace metals in the Larsemann Hills, East Antarctica: Natural processes and human impact. *Applied Geochemistry* 21(2):318-334.

Gasparon, M. and Matschullat, J. (2006). Trace metals in Antarctic ecosystems: Results from the Larsemann Hills, East Antarctica. *Applied Geochemistry* 21(9):1593-1612.

Gibson, J.A.E. and Bayly, I.A.E. (2007). New insights into the origins of crustaceans of Antarctic lakes. *Antarctic Science* 19(2):157-164.

Gibson, J.A.E., Dartnall, H.J.G. and Swadling, K.M. (1998). On the occurrence of males and production of ephippial eggs in populations of *Daphniopsis studeri* (Cladocera) in lakes in the Vestfold and Larsemann Hills, East Antarctica. *Polar Biology* 19:148-150.

Gillieson, D. (1990). Diatom stratigraphy in Antarctic freshwater lakes. *Quaternary Research in Antarctica: Future Directions*, 6-7 December 1990. Pp. 55-67.

Gillieson, D. (1991). An environmental history of two freshwater lakes in the Larsemann Hills, Antarctica. *Hydrobiologia* 214:327-331.

Gillieson, D., Burgess, J., Spate, A. and Cochrane, A. (1990). An atlas of the lakes of the Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, Antarctica. *ANARE Research Notes* 74:1-73.

Goldsworthy, P.M., Canning, E.A. and Riddle, M.J. (2002). Contamination in the Larsemann Hills, East Antarctica: Is it a case of overlapping activities causing cumulative impacts? In: Snape, I. and Warren, R. (Eds). *Proceedings of the 3rd International Conference: Contaminants in Freezing Ground. Hobart, 14-18 April 2002*, pp. 60-61.

Goldsworthy, P.M., Canning, E.A. and Riddle, M.J. (2003). Soil and water contamination in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Polar Record* 39(211):319-337.

Grew, E.S., McGee, J.J., Yates, M.G., Peacor, D.R., Rouse, R.C, Huijsmans, J.P.P., Shearer, C.K., Wiedenbeck, M., Thost, D.E. and Su, S.-C. (1998). Boralsilite (Al₁₆B₆Si₂₀37): A new mineral related to sillimanite from pegmatites in granulite-facies rocks. *American Mineralogist* 83:638-651.

Grew, E.S, Armbruster, T., Medenbach, O., Yates, M.G. and Carson, C.J. (2006). Stornesite-(Y), (Y, Ca) • 2Na₆(Ca,Na)₈(Mg,Fe)₄₃(P₀₄)₃₆, the first terrestrial Mg-dominant member of the fillowite group, from granulite-facies paragneiss in the Larsemann Hills, Prydz Bay, East Antarctica. *American Mineralogist* 91:1412-1424.

Grew, E.S, Armbruster, T., Medenbach, O., Yates, M.G. and Carson, C.J. (2007). Chopinite, [(Mg,Fe)₃ •](P₀₄)₂, a new mineral isostructural with sarcopside, from a fluorapatite segregation in granulite-facies paragneiss, Larsemann Hills, Prydz Bay, East Antarctica. *European Journal of Mineralogy* 19:229-245.

Grew, E.S, Armbruster, T., Medenbach, O., Yates, M.G. and Carson, C.J. (2007). Tassieite, (Na, •)Ca₂(Mg, Fe²⁺, Fe³⁺)₂(Fe³⁺, Mg)₂(Fe²⁺, Mg)₂(P₀₄)₆(H₂O)₂, a new hydrothermal wicksite-group mineral in fluorapatite nodules from granulite-facies paragneiss in the Larsemann Hills, Prydz Bay, East Antarctica. *The Canadian Mineralogist* 45:293-305.

Grew, E.S., Graetsch, H., Pöter, B., Yates, M.G., Buick, I., Bernhardt, H.-J., Schreyer, W., Werding, G., Carson, C.J. and Clarke, G.L. (2008). Boralsilite, Al₁₆B₆Si₂O₃₇, and “boron-mullite” : compositional variations and associated phases in experiment and nature. *American Mineralogist* 93:283-299.

He, J. and Chen, B. (1996). Vertical distribution and seasonal variation in ice algae biomass in coastal sea ice off Zhongshan Station, East Antarctica. *Antarctic Research (Chinese)* 7(2):150-163.

Hodgson, D.A., Noon, P.E., Vyvermann, W., Bryant, C.L., Gore, D.B., Appleby, P., Gilmour, M., Verleyen, E., Sabbe, K., Jones, V.J., Ellis-Evans, J.C. and Wood, P.B. (2001). Were the Larsemann Hills ice-free through the Last Glacial Maximum? *Antarctic Science* 13(4):440-454.

Hodgson, D.A., Verleyen, E., Sabbe, K., Squier, A.H., Keely, B.J., Leng, M.J., Saunders, K.M. and Vtyverman, W. (2005). Late Quaternary climate-driven environmental change in the Larsemann Hills, East Antarctica, multi-proxy evidence from a lake sediment core. *Quaternary Research* 64:83-99.

Jawak, S.D. and Luis, A.J. (2011). Applications of WorldView-2 satellite data for Extraction of Polar Spatial Information and DEM of Larsemann Hills, East Antarctica . International Conference on Fuzzy Systems and Neural Computing. Pp. 148-151

Kaup, E. and Burgess, J.S. (2002). Surface and subsurface flows of nutrients in natural and human impacted lake catchments on Broknes, Larsemann Hills, Antarctica. *Antarctic Science* 14(4):343-352.

Krishnan, K.P., Sinha, R.K., Kumar, K., Nair, S. and Singh, S.M. (2009). Microbially mediated redox transformation of manganese (II) along with some other trace elements: a case study from Antarctic lakes. *Polar Biology* 32:1765-1778.

Li, S. (1994). A preliminary study on aeolian landforms in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Antarctic Research (Chinsese edition)* 6(4):23-31.

Mahalinganathan, K., Thamban, M. Laluraj, C.M. and Redkar, B.L. (2012). Relation between surface topography and sea-salt snow chemistry from Princess Elizabeth Land, East Antarctica. *The Cryosphere* 6:505-515.

Marchant, H. J., Bowman, J., Gibson, J., Laybourn-Parry, J. and McMinn, A. (2002). Aquatic microbiology: the ANARE perspective. In: Marchant, H.J., Lugg, D.J. and Quilty, P.G. (Eds). *Australian Antarctic Science: The first 50 years of ANARE*.

Australian Antarctic Division, Hobart. Pp. 237–269.

McMinn, A. and Harwood, D. (1995). Biostratigraphy and palaeoecology of early Pliocene diatom assemblages from the Larsemann Hills, eastern Antarctica. *Antarctic Science* 7(1):115–116.

Miller, W.R., Heatwole, H., Pidgeon, R.W.J. and Gardiner, G.R. (1994). Tardigrades of the Australian Antarctic territories: the Larsemann Hills East Antarctica. *Transactions of the American Microscopical Society* 113(2):142–160.

Pahl, B.C., Terhune, J.M. and Burton, H.R. (1997). Repertoire and geographic variation in underwater vocalisations of Weddell Seals (*Leptonychotes weddellii*, Pinnipedia: Phocidae) at the Vestfold Hills, Antarctica. *Australian Journal of Zoology* 45:171–187.

Quilty, P.G. (1990). Significance of evidence for changes in the Antarctic marine environment over the last 5 million years. In: Kerry, K.R. and Hempel, G. (Eds). *Antarctic Ecosystems: Ecological change and conservation*. Springer-Verlag, Berlin. Pp. 3–8.

Quilty, P.G. (1993). Coastal East Antarctic Neogene sections and their contribution to the ice sheet evolution debate. In: Kennett, J.P. and Warnke, D. (Eds). *The Antarctic Paleo environment: A perspective on global change*. *Antarctic Research Series* 60:251–264.

Quilty, P.G., Gillieson, D., Burgess, J., Gardiner, G., Spate, A. and Pidgeon, R. (1990). *Ammophidiella* from the Pliocene of Larsemann Hill, East Antarctica. *Journal of Foraminiferal Research* 20(1):1–7.

Ren, L., Zhao, Y., Liu, X. and Chen, T. (1992). Re-examination of the metamorphic evolution of the Larsemann Hills, East Antarctica. In: Yoshida, Y., Kaminuma, K. and Shiraishi, K. (Eds). *Recent Progress in Antarctic Earth Science*. Terra Scientific Publishing, Tokyo, Japan. Pp.145–153.

Ren, L., Grew, E.S., Xiong, M. and Ma, Z. (2003). Wagnerite-*Ma5bc*, a new polytype of Mg₂(PO₄)(F,OH), from granulite-facies paragneiss, Larsemann Hills, Prydz Bay, East Antarctica. *The Canadian Mineralogist* 41:393–411.

Riddle, M.J. (1997). The Larsemann Hills, at risk from cumulative impacts, a candidate for multi-nation management. *Proceedings of the IUCN Workshop on Cumulative Impacts in Antarctica*. Washington DC, USA. 18–21 September 1996. Pp. 82–86.

- Russia (1999). Initial Environmental Evaluation Compacted Snow Runway at the Larsemann Hills. *Information Paper #79 Corr.2, ATCM XXIII*, Lima, Peru.
- Sabbe, K., Verleyen, E., Hodgson, D.A. and Vyvermann, W. (2003). Benthic diatom flora of freshwater and saline lakes in the Larsemann Hills and Rauer Islands (East Antarctica). *Antarctic Science* 15:227–248.
- Seppelt, R.D. (1986). Bryophytes of the Vestfold Hills. In: Pickard, J. (Ed.) *Antarctic Oasis: Terrestrial environments and history of the Vestfold Hills*. Academic Press, Sydney. Pp. 221–245.
- Shrivastava, P.K., Asthana, R., Beg, M.J. and Singh, J. (2009). Climatic fluctuation imprinted in quartz grains of lake sediments from Schirmacher Oasis and Larsemann Hills area, East Antarctica. *Indian Journal of Geosciences* 63(1):81 - 87.
- Shrivastava, P.K., Asthana, R., Beg, M.J. and Ravindra, R. (2011). Ionic characters of lake water of Bharati Promontory, Larsemann Hills, East Antarctica. *Journal of the Geological Society of India* 78(3):217–225.
- Singh, A.K., Jayashree, B., Sinha, A.K., Rawat, R., Pathan, B.M. and Dhar, A. (2011). Observation of near conjugate high latitude substorm and their low latitude implications. *Current Science* 101(8):1073–1078.
- Singh, A.K., Sinha, A.K., Rawat, R., Jayashree, B., Pathan, B.M. and Dhar, A. (2012). A broad climatology of very high latitude substorms. *Advances in Space Research* 50(11):1512–1523.
- Singh, S.M., Nayaka, S. and Upreti, D.K. (2007). Lichen communities in Larsemann Hills, East Antarctica. *Current Science* 93(12):1670–1672.
- Spate, A. P., Burgess, J. S. and Shevlin, J. (1995). Rates of rock surface lowering, Princess Elizabeth Land, Eastern Antarctica. *Earth Surface Processes and Landforms* 20:567–573.
- Stuwe, K. and Powell, R. (1989). Low-pressure granulite facies metamorphism in the Larsemann Hills area, East Antarctica: Petrology and tectonic implications for the evolution of the Prydz Bay area. *Journal of Metamorphic Geology* 7(4):465–483.
- Stuwe, K., Braun, H.M. and Peer, H. (1989). Geology and structure of the Larsemann Hills area, Prydz Bay, East Antarctica. *Australian Journal of Earth Sciences* 36:219–

Thamban, M. and Thakur, R.C. (2013). Trace metal concentrations of surface snow from Ingrid Christensen Coast, East Antarctica - Spatial variability and possible anthropogenic contributions. *Environmental Monitoring and Assessment* 184(4):2961-2975.

Thamban, M., Laluraj, C.M., Mahalinganathan, K., Redkar, B.L., Naik, S.S. and Shrivastava, P.K. (2010). Glacio-chemistry of surface snow from the Ingrid Christensen Coast, East Antarctica, and its environmental implications. *Antarctic Science* 22(4):435-441.

Wadoski, E.R., Grew, E.S. and Yates, M.G. (2011). Compositional evolution of tourmaline-supergrout minerals from granitic pegmatites in the Larsemann Hills, East Antarctica. *The Canadian Mineralogist* 49:381-405.

Walton, D. H., Vincent, W. F., Timperley, M.H., Hawes, I. and Howard-Williams, C. (1997). Synthesis: Polar deserts as indicators of change. In: Lyons, Howard-Williams and Hawes (Eds). *Ecosystem Processes in Antarctic Ice-free Landscapes*. Balkema, Rotterdam. Pp. 275-279.

Wang, Z. (1991). Ecology of *Catharacta maccormicki* near Zhongshan Station in Larsemann Hills, East Antarctica. *Antarctic Research (Chinese edition)* 3(3):45-55.

Wang, Z. and Norman, F.I. (1993). Foods of the south polar skua *Catharacta maccormicki* in the Larsemann Hills, East Antarctica. *Polar Biology* 13:255-262.

Wang, Z. and Norman, F.I. (1993). Timing of breeding, breeding success and chick growth in south polar skuas (*Catharacta maccormicki*) in the Eastern Larsemann Hills. *Notornis* 40(3):189-203.

Wang, Z., Norman, F.I., Burgess, J.S., Ward, S.J., Spate, A.P. and Carson, C.J. (1996). Human influences on breeding populations of south polar skuas in the eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, East Antarctica. *Polar Record* 32(180):43-50.

Wang, Y., Liu, D., Chung, S.L., Tong, L. and Ren, L. (2008). SHRIMP zircon age constraints from the Larsemann Hills region, Prydz Bay, for a late Mesoproterozoic to early Neoproterozoic tectono-thermal event in East Antarctica. *American Journal of Science* 308:573-617.

Waterhouse, E.J. (1997). Implementing the protocol on ice free land: The New Zealand experience at Vanda Station. In: Lyons, Howard-Williams and Hawes (Eds.). *Ecosystem*

processes in Antarctic ice-free landscapes. Balkema, Rotterdam. Pp. 265-274.

Whitehead, M.D. and Johnstone, G.W. (1990). The distribution and estimated abundance of Adelie penguins breeding in Prydz Bay, Antarctica. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology* 3:91-98.

Woehler, E.J. and Johnstone, G.W. (1991). Status and conservation of the seabirds of the Australian Antarctic Territory. *ICBP Technical Publications* 11:279-308.

Zhao, Y., Liu, X., Song, B., Zhang, Z., Li, J., Yao, Y. and Wang, Y. (1995). Constraints on the stratigraphic age of metasedimentary rocks from the Larsemann Hills, East Antarctica: Possible implications for Neoproterozoic tectonics. *Precambrian Research* 75:175-188.

Zhao, Y., Song, B., Wang, Y., Ren, L., Li, J. and Chen, T. (1992). Geochronology of the late granite in the Larsemann Hills, East Antarctica. In: Yoshida, Y., Kaminuma, K. and Shiraishi, K. (Eds). *Recent Progress in Antarctic Earth Science*. Terra Scientific Publishing Co., Tokyo. Pp. 155-161.

附属 4: ラーズマンヒルズの地図

地図 A. 地理学と物理的特徴

地図 B. 管理ゾーンと無氷地区

地図 C. 北Broknesの詳細

地図 D. 中山基地

地図 E. プロGRESS基地

地域の詳細地図はオーストラリア南極データセンターのウェブサイトを通して入手可能である。

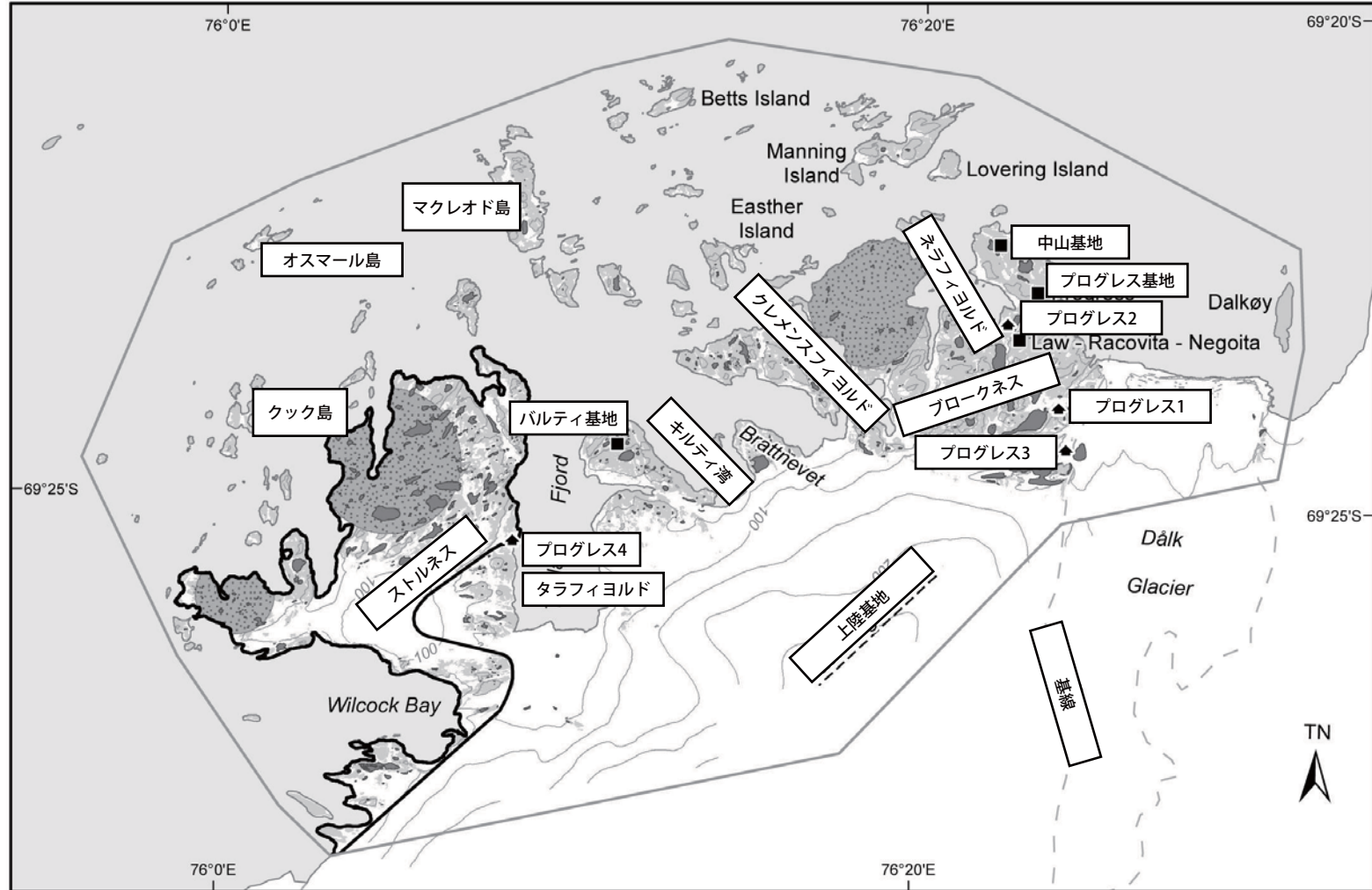
http://aadc-maps.aad.gov.au/aadc/mapcat/search_mapcat.cfm

(地図参照番号 # 13130 and 13135)



Australian Government
 Department of Sustainability, Environment,
 Water, Population and Communities
 Australian Antarctic Division

地図A：南極特別保護地区No.6、ラズマン・ヒルズ
 東南極、イングリッド・クリステンセン
 地形図及び自然の特徴



- 基地 ◆ 避難小屋
- 等高線(50m間隔)
- ◻ 南極特別保護地区
- ◻ 南極特別保護地区No.6

- 無氷地域
- 植生地域
- 湖

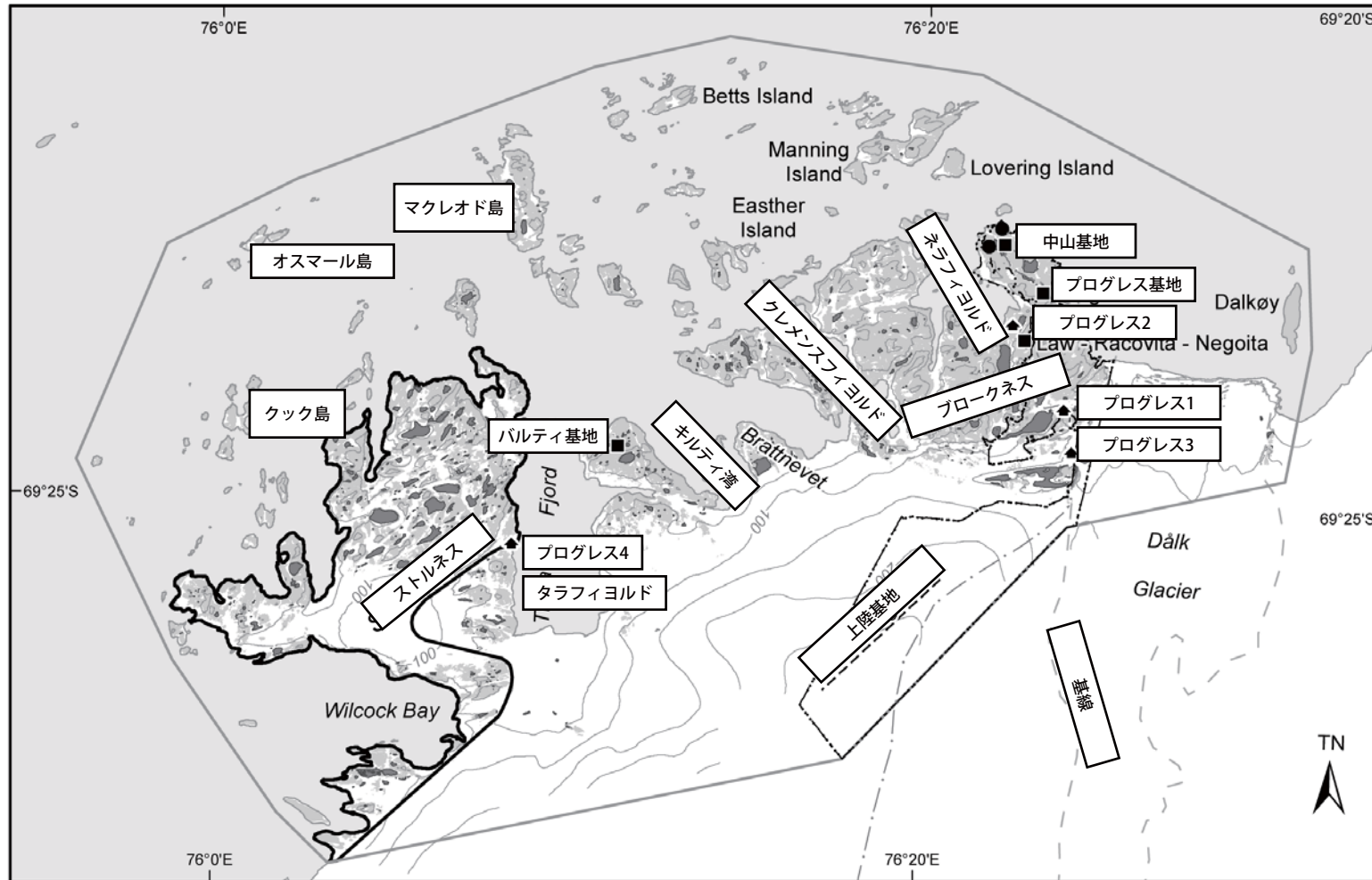
0 1 2 3 4 Kilometres
 測地原点：WGS84
 投影法：UTM Zone 43

地図入手先：<http://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/>
 地図カタログNo.14074
 オーストラリア南極データセンター作成、2013年5月
 (c)Commonwealth of Australia 2013



Australian Government
 Department of Sustainability, Environment,
 Water, Population and Communities
 Australian Antarctic Division

地図B：南極特別保護地区No.6、ラズマン・ヒルズ
 東南極、イングリッド・クリステンセン
 管理ゾーン



- 基地
- ◆ 避難小屋
- 地磁気静穏帯
- 等高線(50m間隔)
- - 歩行経路
- 無氷地域
- 湖
- ⋯ 施設ゾーン
- 南極特別保護地区
- 南極特別管理地区No.6

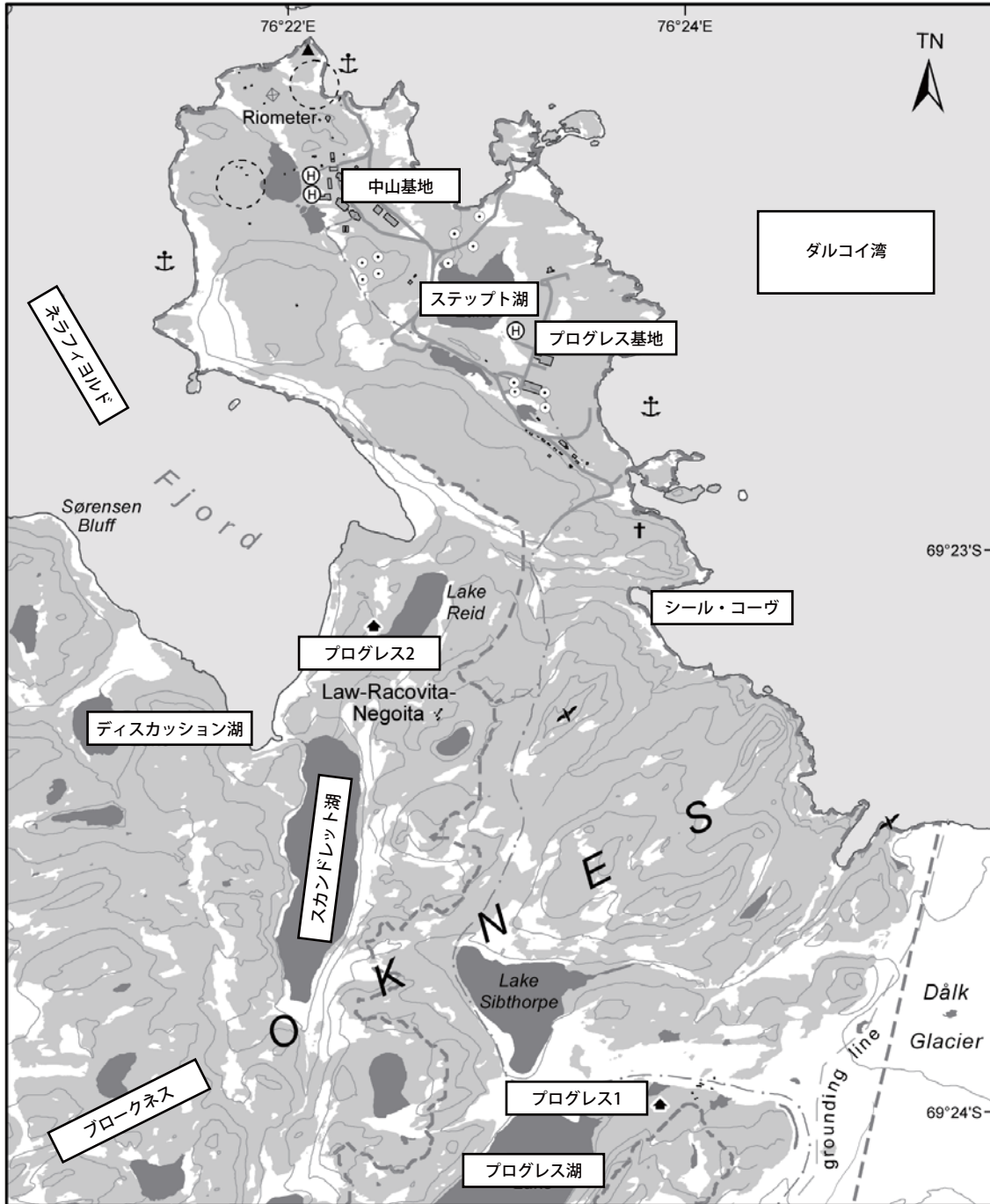


測地原点：WGS84
 投影法：UTM Zone 43

地図入手先：<http://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/>
 地図カタログNo.14075
 オーストラリア南極データセンター作成、2013年5月
 (c)Commonwealth of Australia 2013



地図C：南極特別保護地区No.6、ラズマン・ヒルズ
 北部ブロークネスの詳細



- | | | | | | |
|-----|------------|---|-----|-----|--------|
| ○ | 電柱 | ⚓ | 停泊地 | — | 道路 |
| + | 基 | ▲ | 記念碑 | ■ | 建造物 |
| ✕ | ユキドリ営巣地 | | | ■ | 湖 |
| ⊕ | ヘリコプター着陸地点 | | | ■ | 無氷地域 |
| ▲ | 避難小屋 | | | --- | 施設ゾーン |
| --- | 歩行経路 | | | --- | 地磁気静穏帯 |
| — | 等高線(20m間隔) | | | | |

0 200 400 600 800
 Metres

測地原点：WGS84

投影法：UTM Zone 43

地図入手先：<http://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/>

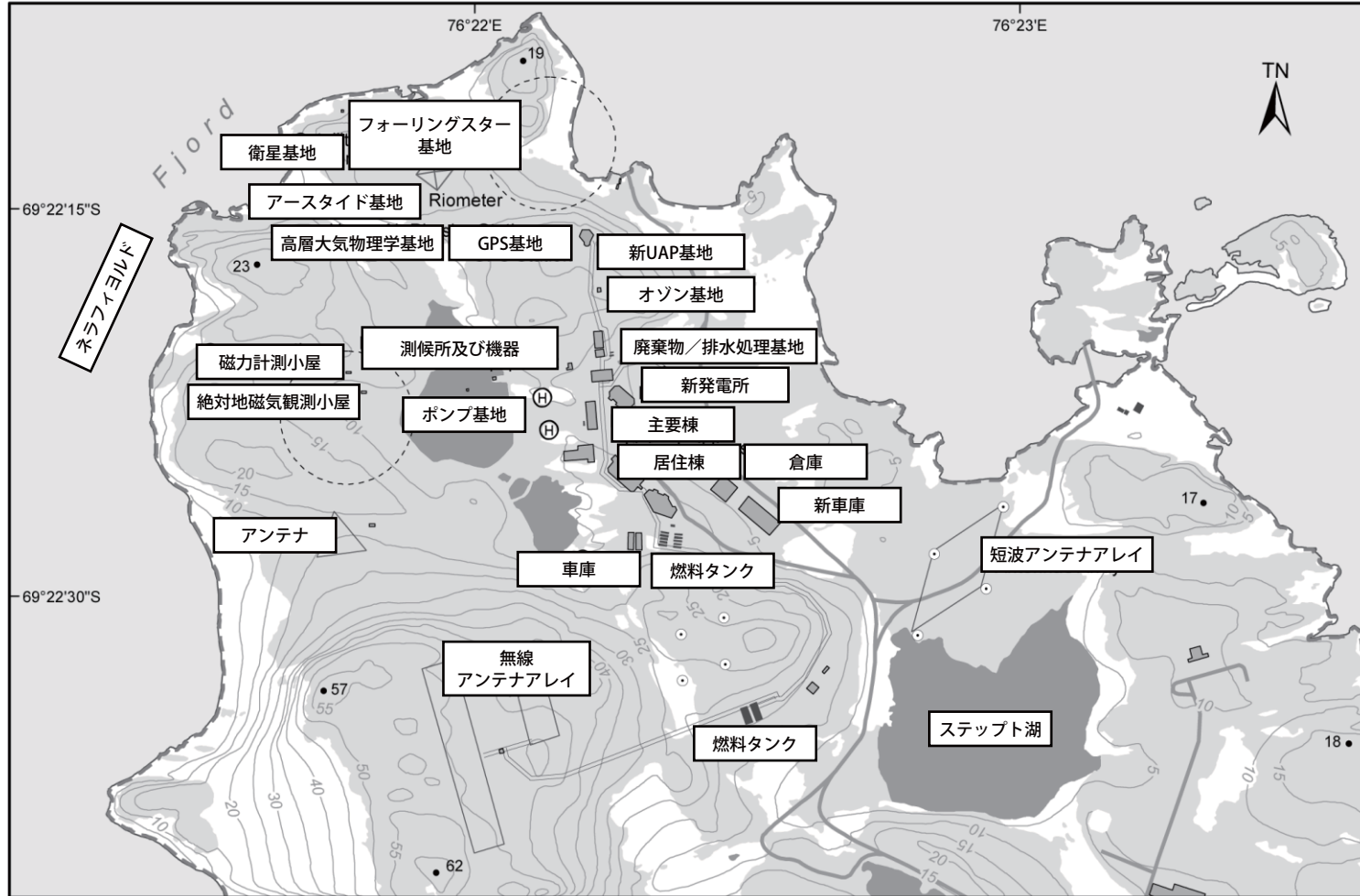
地図カタログNo.14076

オーストラリア南極データセンター作成、2013年5月

(c)Commonwealth of Australia 2013



地図D：南極特別保護地区No.6、ラーズマン・ヒルズ
 中山基地



- 独立標高点(メートル)
- 電柱
- ⊕ ヘリコプター着陸地点
- 等高線(5m間隔)

- 道路
- ケーブルと例
- 建造物
- 湖

- 無氷地域
- - - 施設ゾーン
- - - 地磁気静穏帯

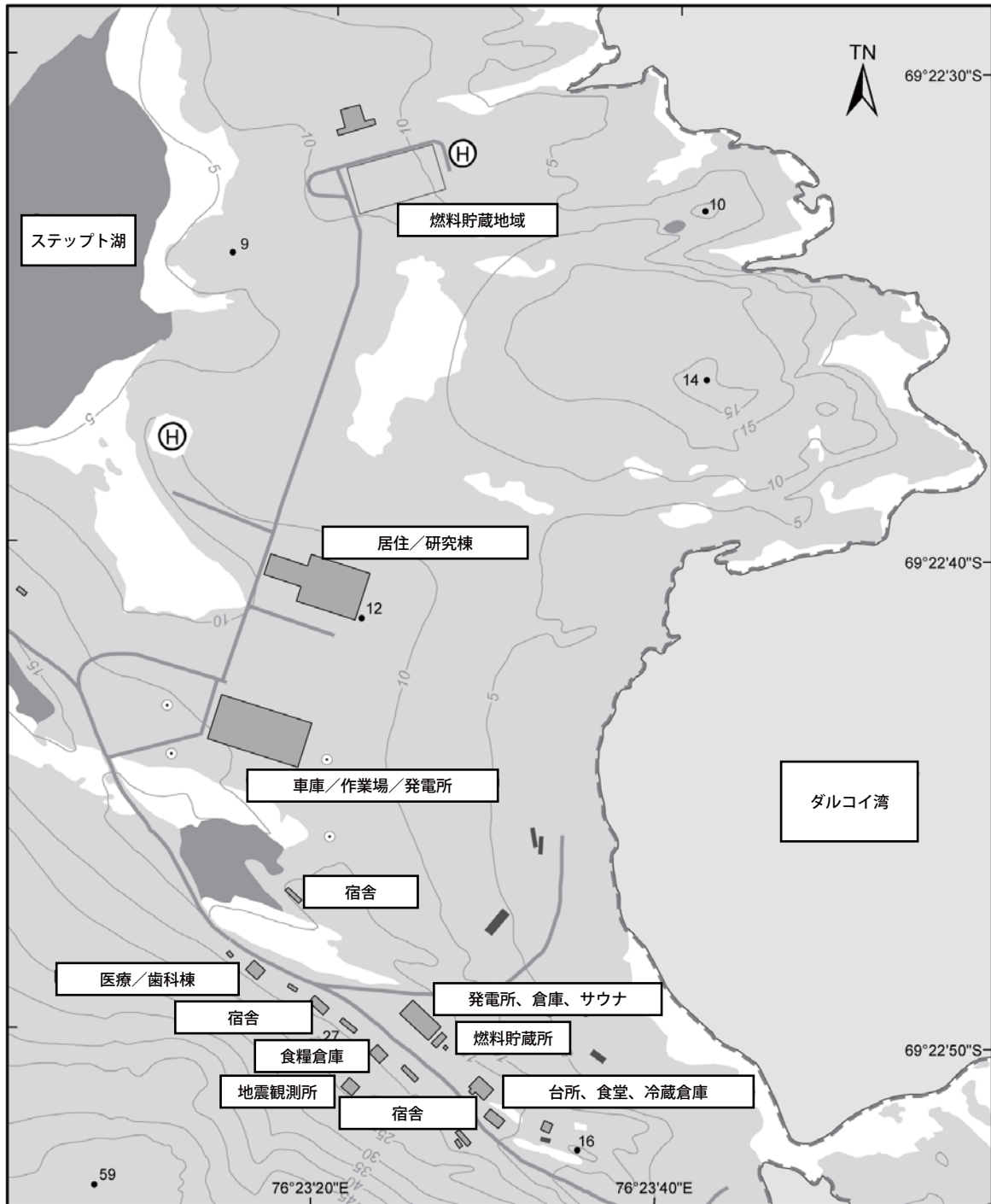


測地原点：WGS84
 投影法：UTM Zone 43

地図入手先：<http://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/>
 地図カタログNo.14077
 オーストラリア南極データセンター作成、2013年5月
 (c)Commonwealth of Australia 2013

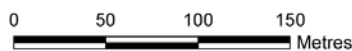


地図E：南極特別保護地区No.6、ラーズマン・ヒルズ
 プログレス基地



- 独立標高点(メートル)
- 電柱
- ⊙(H) ヘリコプター着陸地点
- 等高線(5m間隔)
- 道路

- 施設ゾーン
- 建造物
- 湖
- 無氷地域



測地原点：WGS84
 投影法：UTM Zone 43

地図入手先：
<http://data.aad.gov.au/aadc/mapcat/>
 地図カタログNo.14205
 オーストラリア南極データ
 センター作成、2013年5月
 (c)Commonwealth of Australia 2013