

南極ラースマンヒルズのインド研究基地新設に係る
包括的環境影響評価書（案）

概要版

1. はじめに

インド政府地球科学省国立南極海洋研究センター（National Centre for Antarctic and Ocean Research、以下「NCAOR」という。）は、インドの新規観測基地を南極東部のラーズマンヒルズ(Larsemann Hills)に建設するため、包括的環境影響評価書(Comprehensive Environmental Evaluation、以下「CEE」という。)案を作成した。本 CEE は、環境保護に関する南極条約議定書（以下「議定書」という。）附属書 および南極の環境影響評価に関するガイドラインに基づいて作成された。また、建設される基地および科学的計画活動による環境影響を最小限にするために、本 CEE は最新の技術を用いた基地の概念設計に基づいている。

インドの南極探検が始まった 1981 年から、地球科学省の傘下で行われていた極域科学および関連する後方支援体制は大きく前進した。インドが建設した最初の常設基地であるダクシン・ガンゴトリがドロンニングモードランドのプリンセス・アストリ海岸に建てられた 1983 年以来、南極において年間を通じた科学的活動が継続されてきた。本基地は、大量の雪により 1989 年に閉鎖され、現在、この地域は第 44 南極史跡記念物に指定されている。

その後、シルマッヘルオアシスに第 2 の観測基地であるマイトリ基地が建設された。本基地には、大気科学や気象学、雪氷学を含む地球科学、人体生物学、環境科学等の調査を行うための設備がある。また、同基地はシルマッヘルの南に位置する巨大な山脈への玄関口であり、南極条約加盟国との共同研究の基盤も提供している。

1981 年以来、インドは 26 回の探検を行っており、それに加えて 4 回の南大洋、南極海および南極周辺海域への特別調査も行った。インドの南極における主要な科学活動は以下のとおりである。

- ・ ドロンニングモードランド中央部の一部の地図作成や氷床コアの研究等の地球科学的研究
- ・ オゾン鉛直分布等の上層大気および天文学の研究
- ・ 気象学の研究
- ・ 太陽大気圏と地球の磁場の相互関係等の地球電磁学の研究
- ・ 環境科学および生物学の研究

新規観測基地では以上の科学活動に加えて、海洋科学の新領域に関する無数の研究活動が期待されている。また、オーストラリア、中国、ロシアの基地と近接していることから、極域科学での協力体制の促進に対して大きな役割を果たすと考えられている。

2. 活動計画の内容および必要性

新規観測基地の計画地はブリッツ湾のラーズマンヒルズに位置している(図 1、南緯 69° 24' 28.8"、東経 76° 11' 14.7")。このサイトは北東から南西方向に向いている梨型の無名の岬である(図 2)。

インドは現在行っている研究を基地の新設によって補完することで、南極の科学調査の範囲を広げようとしている。それにより、研究がその場所特有のものではなく、地域的かつ包括的なものとなる。以下の科学的要素及び設営の観点からの要素から、ラーズマンヒルズの当該地点に、基地を新設する必要があると考える。

- ・ マイトリ基地と計画地における独自の研究方法により、オーロラの発達や経線方向の伝播についての理解に役立つ。
- ・ マイトリ基地を出発点とする磁力線は、洋上を通過してグリーンランドの周辺海域まで続いているが、他に磁気観測点がない。一方、ラーズマンヒルズから発生している磁力線は中東および欧州(ハンガリーおよびデンマークの近く)を通る。両国の調査データを組み合わせることで共役点研究 (conjugate area study) に役立つ。
- ・ インドは海色モニターと散乱計を搭載した極軌道衛星を打ち上げることを計画している。ラーズマンヒルズに受信局が設置されると、南大洋のうち、インド洋のデータを広範囲に受信することが可能となる。
- ・ インド本土およびラーズマンヒルズ周辺については、岩石学上、構造上、および地殻変動やその他の地質学的制約条件について相関があり、ゴンドワナ超大陸の集合・分裂・移動過程(Indiana-Gondwana Fit)の研究に有用である。
- ・ 南極東部沿岸において棚氷がなく、アクセスが容易な場所は限られている。

本 CEE が対象としているのは、新規基地が建設及び運営される間における、人員、資材および機械の移動や設計を含む基地に関する全ての主要な活動であり、また、計画されている科学研究である。

本 CEE は、議定書附属書 および南極の環境影響評価に関するガイドラインに基づいて作成された。建設および運用段階における環境モニタリングは、南極における環境モニタリング計画立案と実施のための実効的ガイドライン (Practical Guidelines for Developing and designing Environmental Monitoring programmes in Antarctica) に忠実に従っている。

新規基地の概要は以下の通りである。

- ・ 耐用年数等：耐用年数は 25 年と想定されている。また、5 年ごとに基地の強度を評価する。
- ・ 宿泊施設：夏期に 25 名、冬季に 15 名が生活および研究できるように設計されている。
- ・ 実験施設：設備が整った実験棟を持つ。一部の研究(気象学、天文学、地球電磁学、地震学)に関する施設は基地主要部の外に作り、電磁波や人工の騒音など様々な障害から隔離する。
- ・ その他の施設：医療設備、キッチン、作業場、ガレージ、倉庫などを作る。
- ・ 廃棄物管理：排水処理システム及び包括的な固形、液状廃棄物の管理システムを設

置する。

- ・ 水管理：飲料水は、主に淡水湖からとり、リサイクルした排水はトイレなどに使用される。
- ・ エネルギー管理：燃料による発電がメインではあるが、風力、太陽光等による発電を試みる。
- ・ 船舶輸送及び設営：人員および資材の輸送は耐氷船およびヘリコプターにより行う。

基地の建設は、CEP（環境保護委員会）の必要な承認を得た後、2008年の南半球夏期から始めることが計画されている。工場生産した骨組みおよびモジュール（各要素）を用いて、2年間で建設を完了する予定である。

3. 基地の設計

基地は設営上の必要性、運用上の必要性、トラブルのない生活必需設備、生活支援システムの維持に基づいて設計された。モジュールの設計および配置の基本的な方針は、基地の内外における人および物の移動を最小限にすることである。

ドイツの新規南極基地の設計を担当した企業によって推奨された概念設計（図3）は、環境に配慮し、目的および基地の必要性に関して議定書の規定に適合したものであり、様々な配慮により、騒音、大気放出、水や燃料等の使用、人の労力等の削減がなされている。

- ・ 基地建設予定地はカタバ風域であるため、基地の上下に風の逃げ道を作り、風が垂直に通るように基地を建設する。
- ・ 煙探知機や警報装置のみならず、各部屋は火災の危険性の度合により、2段階耐火性を持っている。その他、延焼を防ぐ等のシステムがある。
- ・ 発電および熱エネルギーから CHP（combined heat and power、熱電併給）ユニットのみを用いて電力供給を行う。
- ・ ディーゼル燃料ではなく、廃棄物燃焼熱等を利用した熱放射体による暖房を使用することで、環境への影響を削減する。
- ・ 湖からの水は2段階のろ過を行ってから使用し、使用した水は処理してトイレ等で再利用される。
- ・ 各部屋の用途によって使用する照明を変える（白熱球、蛍光灯等。図4）。

基地の撤去は、固定器具を取り外し、基地として使用していたモジュールを降ろすことなどによって行われる。船舶の上陸地点に関しては、浮きの撤去が必要である。サイトに廃棄物を残すことが許されていないことから、閉鎖後、基地のモジュールは全て撤去し、インドに持ち帰ることができるよう設計している。

4. サイトの選定及び代替案

1996年に専門家委員会によってインド南極観測事業の見直しが実施され、インド政府に対して、当初に南極の3つの地域のいずれかに新規基地を建設することが勧告された。候

補地域は、南極半島、フィルヒナー氷棚、アメリー氷棚 - プリッツ湾の3地域である。

南極半島は、現状で基地が過密状態にあるので、多くの支持を得られなかった。フィルヒナー氷棚は、調査設備の維持において設営の観点から制限がある。東部南極海岸に沿って利用可能な様々なオプションの検討を行った後、南極大陸及びインドと南極の間のインド洋海域において長期科学実験を行うのに有効な3番目のオプションが最も有望な選択として台頭した。

アメリー氷棚 - プリッツ湾地区において、適切な地点を探すために多くの場所が調査された。さまざまな環境要因、野生生物の密集する地域を避けること、重大な自然的価値について検討され、ラズマンヒルズ地域が最も適しているとわかった。ラズマンヒルズにおいて、3地点が調査されたが、以下の点から最終的に現在の場所が選定された。

- ・ 基地建設のための平地の利用が可能であること
- ・ 貨物搬出入が相対的に容易であること
- ・ 淡水湖の利用が可能であること
- ・ 建設予定地への接岸が可能な外洋に面していること

接近ルートに沿ったプリッツ湾の海底地形図は利用できなかったため、船及びはしけの運行に適した水路を特定するために2006年南半球の夏の間、詳細な多重ビーム水深測量調査が実施された。調査したルートは船が運航するのに十分な深さがあり、海から基地に安全に接近できることが分かった。

新規地点の選定に関する情報は、南極条約協議国会議(ATCM)に提供した。

5. 地域の概況及び環境

ラズマンヒルズ地域は、南半球の夏の間、北東から強いカタバ風が吹く。12月から2月にかけて昼間の気温は、時には4℃を越え、月平均気温は、0℃をわずかに超える。この地域の最低気温は、今までのところ、-40℃である(Turner and Pendlebury, 2004)。年間平均風速は、7m/sで、最大風速50m/sは中山基地の近くで、記録された。強風の日は、年間平均171日(47%)である。降水量は雪として現れ、年間250mmの水相当量を超えることはない(Hogdson et al., 2001)。夏の間、北東部で流氷(群氷)の量が多く、フィヨルドと湾ではめったに海氷は融けない。Stornes半島では、降雪は、Broknes半島より一般に、より多くて、頻繁に起こる。海氷は、春 - 秋の間に徐々に成長し、4月から6月に最も発達する。

ラズマンヒルズ地域に見られる湖は、実際はほとんど塩水であり(Gillieson et al, 1990)微生物の多様性が低いという特徴がある(Burgess and Kaup, 1997)。しかしながら、建設予定地のある岬には、高地に小さい淡水湖と塩水湖がある。建設予定地に隣接している領域は、繁殖中のペンギンやアザラシの集団は見られない。

6. 影響の確認及び予測

【建設活動に因る影響】

・物理的攪乱

基地建設活動としては、生活棟や研究施設、ユーティリティー、燃料貯蔵庫、関連パイプライン、ヘリ発着所の建設が行われる。エネルギー供給のため、風力タービンの導入も提案されている。タービンのために、基地に隣接して塔を建てる敷地が必要である。船舶が接岸する場所から基地に至るまで、幅約3m長さ約800mの通路が設置される。基地の主屋棟前に建設される60㎡のヘリポートも、本地区への物理的攪乱の一因となるだろう。建設に必要な器具、パイプ敷設、設置されるケーブルなどに、約150㎡が必要である。支柱を固定する基盤として岩石を利用するため、こうした岩にも攪乱が及ぶことが予測される。

・大気環境への影響

大気環境へも一時的影響が予測される。建設活動のみならず船舶や航空機、発電施設の使用なども要因である。化石燃料の消費により、硫黄酸化物、窒素酸化物、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粒子状物質などが大気中に排出される。

・水質への影響

建設作業に携わる作業者は、船上に留まる。乗組員を含め、約95名ほどが船上で暮らし、その結果1日当たり約10m³の廃棄物が発生する。

・石油漏れその他の廃棄物

燃料は、建設サイトでは、船、はしけ、ヘリコプター、発電機、その他の車両で必要となる。主にIFO（Intermediate Fuel Oil、燃料油の一種）、MDO（Marine Diesel Oil、燃料油の一種）、航空用ガソリン、ガソリン、潤滑油が様々な作業で使用される。ヘリコプターの燃料補給は船上で行われ、航空用ガソリンが10kLの二重構造タンクかドラムに備蓄される。基地では燃料は5kLのタンクと20個の航空用ガソリン用樽に貯蔵して緊急時に備える。燃料漏れは、はしけからタンクへの燃料充填、車両エンジンからの燃料漏れ、航空用ガソリンや潤滑油の樽からの漏れなどで発生する可能性がある。また、燃料補給でも発生することがある。漏れた油は、表層の土壤を汚染し、自然に害を及ぼす可能性がある。

建設活動により、梱包材、プラスチック、木材、小さな缶などの無害な廃棄物、および、電池、廃燃料、潤滑油、ペンキシーリング材などの有害廃棄物が発生する。

・動植物への影響

建設予定地には集団営巣地はないが、時折ペンギンが迷い込んでくる事がある。アザラシは建設予定地近くで確認されている。建設に伴う騒音が、これらの動物に悪影響を与える可能性がある。当該地に持ち込まれる外来種の脅威もある。

・芸術上の価値と原生地域としての価値への影響

建設に伴う機械類が、訪問者に影響を与える可能性がある。

・騒音の影響

騒音公害は、南極の新たな問題と認識されている。人為的な騒音影響は、海洋生物だけ

でなく人間にも有害となりえる。ヘリコプターは、140dBA以上の騒音を生じ、騒音公害の一因となる。他の車両や発電機はより長時間駆動しているため、作業者たちに有害な影響を及ぼす可能性がある。

【基地活動に因る影響】

・物理的攪乱

科学実験用器具は長期的にも、短期的にもされることになるが、これによる物理的攪乱が考えられる。発電室から建物、実験室、他の棟へ送電するには、電気ケーブルが必要である。こうしたケーブルが物理的攪乱を引き起こす事がある。污水处理プラントから排水の廃棄海域に向けて排水パイプを通すためには一定の土地が必要である。約1650㎡の土地が、主屋棟、燃料・食料保存庫、船舶の接岸上陸場所を含めた構造物の建造に必要と見積もられている。約200メートルのパイプが湖沼からの取水に、400mが海からの取水に、約500mのパイプが海への排水のために敷かれる。さらに、700m長の燃料配給ラインを、燃料庫から基地建屋に敷設する計画がある。こうした構造物や配管が、本地区に物理的影響を及ぼす。

・排気

基地稼働中は、排気が補給船、発電機、燃焼機、焼却炉、車両などから排出される。また貯蔵燃料タンクからの一時的流出も考えられる。これらの排気には、重金属に加えて二酸化炭素、一酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物、その他のガスが含まれている。

・水質への影響

基地に必要な水は、一人当たり一日100L、25名で計算すると、一日2.6m³程度である。トイレの水需要の20%はリサイクル水で賄うことで、飲用水の需要を、夏期で一日2.3m³、冬期で1.5m³まで減らす事ができる。湖水は水深が浅いため、過度に汲み上げると水質が悪化しやすいと考えられる。基地の構造物は、発電機からの排出や車両の振動が湖水の生態系に影響を及ぼす恐れのない地点に設置されることとなる。

トイレ、洗濯、厨房からの一日あたりの廃水は、夏期で約2.3m³、冬期で1.3m³である。廃水は、処理後パイプを通じて海へ排出される。パイプから水漏れ発生の可能性がある。海への排水が、一時的に水質に影響する恐れがある。

・廃棄物（固形および半固形）

固形廃棄物は、厨房の有機廃棄物として、夏期には一日あたり約15kg、冬期に約20kg出ると予測される。これ以外の固形廃棄物は、梱包材、用途のない鋼鉄、ブリキ、ガラスなど、廃水処理システムや脱水装置から出る汚泥、焼却炉から出る灰などである。車両整備所からも廃棄物が出る。有機廃棄物はサイト上で焼却され、粒状物質、炭素煤、一酸化炭素、窒素や硫黄の酸化物などを排出する。

基地の内側から出た廃棄物は、また別の分類となる。廃棄物を監視せずに放置すれば、環境に有害で、短期・長期の影響を及ぼす恐れがある。気象バルーン飛翔やその他の実

験装置からも廃棄物が発生する。

- ・騒音

基地操業中、ヘリコプターや発電機、車両などから騒音が発生する。ヘリコプターによる騒音は、10mの地点で 125 dBA 程度になる。エンジンを長時間つけていると、ヘリコプター付近の人間は一時的に聴覚障害を起こす可能性がある。

発電機は防音壁で囲んで米国環境保護庁（以下「USEPA」という。）や中央公害監査局（以下「CPCB」という。）の騒音基準を維持する予定だが、多少の騒音は避けられないであろう。

- ・燃料漏れ

燃料は基地活動の様々な局面で必要である。石油漏れは、エンジンからの漏れ、タンクからの溢れ、事故や移し替えの際に発生する。

- ・芸術上の価値と原生地域としての価値への影響

基地の建物は、二階建てで、研究所、食料などの保存庫を含めて敷地が約 1650 m²程度となる計画である。基地の活動や、風力タービンの回転が、訪問者に何らかの影響を及ぼす事が考えられる。基地の建物は、視界良好の場合のみ海上から見える。

影響を確認し、適切で実践的な緩和措置の手段を明らかにするためにマトリックス表を作成した（表 1 参照）。表 1 では想定される環境影響に対して、その範囲、発生可能性、影響の期間、重大性を評価したが、いずれの項目においても低から中程度の影響となっている。

7. 緩和措置

建設中および活動中の環境影響に対する緩和措置は以下のとおり。

- ・物理的攪乱

活動の大半を特定の区域内に制限することにより、物理的な攪乱の抑制がなされる。すべての建築物について、耐用年数超過時の維持管理や建てかえの際に、その場所から完全に撤去して影響を元に戻せるように配置する。建設段階で使用した道具は、建築完了後に撤去する。排水パイプラインを、湖水の取水地区を避けて設置する。

- ・大気環境への影響

環境に累積的な影響を与えると予測される機械や道具からの排出は、それを最適化する事によって制御できる。建設や基地運営に使用する車両は、すべて適切に整備して排気ガスの排出を抑制するようにする。

- ・物資補給船

物資補給船は、サイトから離れた場所に停泊するため、船舶のアイドリング時の排出はわずかで、基地サイトに与える影響は小さいと思われる。探索船は、環境への排気に

関するマルポール条約附属書 の規定に従う。建設段階以降、船舶の物資を共有することが好ましい。

ヘリコプター

ヘリコプターは1回の運航あたりの飛行時間を10分から15分に抑え、平均海面上600～1000フィートを飛行して、すべての排出物が希釈・拡散するようにする。点排出源ではなく線排出源であるため、広範囲な拡散が行われ、本地区の動植物相や湖沼を直接・間接に汚染することはないと考えられる。上陸サイトは、湖沼とは遠く距離を置くべきである。

活動段階での内陸山地へのヘリコプターの飛行は、距離が離れているため、本サイトへ直接影響しないと思われる。

オフロード車

基地建設予定地ではUSEPA-2006の基準を満たす車両を使用して、大気への排出を抑制する。排気は、1マイル走行ごとに炭化水素 1.6 g、一酸化炭素 42.9 g、窒素酸化物 0.3 g、粒状物質 0.1 g 程度に制限する。

発電機

建設作業には、主にガソリンを使用する化石燃料用発電機を使用する。これに伴う排出は、排気係数が大変高いためあまり問題にならない。低硫黄・無鉛で、USEPA や CPCB の環境基準を満たすガソリンを使用する。発電機は、風向を考慮して湖水に害を及ぼさないよう、適切に配備する。発電機の維持管理は、排出量を最小限に抑えるために最優先されるべきである。

さらに排出を削減するために、発電機はディーゼル油よりも航空用ガソリンで駆動するようにする。また発電機には粒子集塵装置を装備し、汚染物質がきちんと拡散するよう十分な高さに設置する。

建物は、エネルギー効率を重視し、内部は太陽光を最大限に利用し、熱を逃がさない設計とする。居住者は、エネルギーを効率的に利用するための訓練教育を受ける。取水・排水パイプは、エネルギー節約のために活動時間のみ保温する。リサイクル水、燃料の循環、生活排水と下水の回収は、可能な限り重力を利用して行う。

クレーンとフォークリフト

ガソリン駆動のフォークリフト一台のみ使用する。大気への影響は重大ではないと考えられる。

・水質への影響

船舶からの排水

調査船は、マルポール条約と南極船舶ガイドラインを遵守し、議定書の条項に配慮する。船内で発生した廃棄物は、南極条約地域内に廃棄しない。処理済み廃水は、一般的な規定に基づき排出する。

操業中は、ラズマンヒルズでの約3ヶ月に渡る夏期の科学調査活動に重点が置かれるが、船舶は物資運搬が終わり次第、基地から離れる。夏期の終わりに、廃棄物収集のため再度基地に寄航する。したがって、すべての船舶は本基地に10日から15日程度留まるのみである。

基地建設予定地の水質

建設段階中は、湖沼の水はコンクリート用に若干採取するのみである。船舶が大部分の活動拠点として使用されるため、湖沼の水消費は少ない。

湖沼から飲用水が必要な場合は、海水をウルトラフィルタリングシステムで処理して代用する。海水をポンプで海から基地建物へ汲み上げ、脱塩して使用可能に処理する。雪が湖沼に自然に落ちるようにする構造物(Snow trap)を適所に設置して、湖沼の雪解け水の増量を図る。

廃水の処理・排水は、議定書の基本要件に基づき実施される。Rotating biological contactor (回転生物接触法)あるいは submerged aerated media processes を導入して、BOD₅とSSが20mg/L未満、および、100mlあたり200cfu未満の糞便性大腸菌群数という排水水質を達成するようにする。このシステムによって、海への最終的な放出の前に病原菌の滅菌が可能である。手段の基本的な特定条件には、高レベルの排水水質、小型である事、省エネ、污泥が少ないこと、信頼性、操作の簡便性、多様な廃水処理能力などが挙げられる。水漏れのチェックと解消にも特別な配慮が必要である。

・騒音

船舶は半島から離れたところに停泊し、騒音による攪乱を最小限に抑える。ヘリコプターはサイトではエンジンを停止して騒音を防ぐ。USEPA、CPCB基準に適合する消音式発電機を使用して、騒音レベルを最小に抑える。

・石油漏れの影響

建設段階中、サイト内での航空用ガソリンは、船舶接岸地に数樽程度備蓄する程度に抑えて、地面との直接接触を避け、万一の漏れがあっても後処理を容易に行えるようにする。備蓄用樽からの燃料補給や移し替えの際、漏洩が生じないように、頻繁にチェックを行う。吸着剤を燃料取り扱い場所に保管する。石油漏れ事故対策プランを基地で実施し、あらゆる突発的事態に備える。

操業段階での需要を考慮すると、航空用ガソリンを約200kL、20kLの二重タンク10個に備蓄する。ガソリンを205Lのドラム缶10個分、他の潤滑油もドラム缶に備蓄する。燃料の一部は、備蓄所から安全な距離を置いた他の燃料保管所に保管する。これらの保管所が湖沼の取水システムと重複しないよう注意する。

・その他の廃棄物による影響

建物にはプレハブ素材を使用するため、固体廃棄物は最小限に抑えられると考えられる。すべての梱包材は箱に収納して船に積み戻される。酸の漏洩の恐れを最小限に抑えるため、メンテナンスフリーバッテリーを使用する。

収集、分別、廃棄の技術を視野に入れた総合的な廃棄物管理計画を実施する必要がある。廃棄物は南極条約区域から撤去され、インドに持ち帰って廃棄される。固体の不燃性廃棄物の分量を減らす圧縮機、有機廃棄物用のプラズマ熱分解機も使用される。灰は集めてドラムに密封、廃棄する。医療廃棄物は、USEPA/CPCB のガイドラインに従って廃棄される。Rotating Biological Contactor（回転生物接触法）から出た汚泥や、その他の関連物質は、遠心分離機で脱水される。固体スラッジはドラムに集められ、密封されて順次南極条約区域から撤去される。

- ・ 動植物相への影響

地域の野生生物への干渉防止に最大限の注意を払うべきである。微生物の外来種を環境に持ち込まない事にも十分対策を取るべきである。食材やその他の梱包素材に紫外線を照射して、サイト持込前に微生物を殺菌するよう心がける。

- ・ 調査活動への影響

天文学、地球電磁学、大気科学に関するすべての観測は、基地から離れた個別の施設で行われる。基地に導入された電気器具は、環境電磁工学の基準を満たしていることとする。

- ・ 芸術上の価値と原生地域としての価値への影響

基地の設計と所在地については、コンパクトな構造で低地に建設されるため視覚的影響は小さく、景観への影響を最低限に抑制できる。より能力の小さい風力タービンのほうが、影響抑制の点で好ましい。

適切な防止及び低減措置が、建設及び供用時。固形廃棄物の処理は、実施されなければならないし、排水は適切な処理の後で海に排出される。電装品と乗り物の操作による電磁波による障害は除外されないが、その区域に設置されたすべての設備は、電磁両立性（Electro Magnetic Compatibility）規格を満たすものとなる。化石燃料の消費を減少させるために、再生可能エネルギー（太陽光及び風力）は、燃料ベースの発電を補うものとする。発電機の冷却水からの熱エネルギーは、基地の暖房目的に使用される。

低減措置の手段が明確にされ、提案された基地での全ての建設及び事業活動は、適切な技術を用いて、環境保護議定書に含まれた対策を満たすように実施するので、環境影響は最小限で既存のパラメータ近くに保たれる。

8. 環境モニタリング

公表されたラーズマンヒルズのベースラインデータは、2003-04年、2004-05年、2005-06年夏期シーズンに本サイトでの調査の過程で作成されたデータとともに、基地の「基本情報」確立のために利用されてきた。定期的で系統的なモニタリングプログラムを開発し、地区内で活動する他国の機関による成果の統合を図ってゆく。環境モニタリング研究所には、湖、海洋、大気環境の物理化学パラメータを含んだ長期の環境モニタリングプログラ

ムのために、エサロメータ、微粒子測定スペクトロメータ、多段式のインパクト(multistage impactor) などの機器を装備する。環境モニタリングプログラムは、基地の建設中と作業時の予測値と実測値の間に密接な関連を築き、影響抑制に必要とされる手段開発の手助けとなるであろう。基地の全従業員および作業者は、規制のガイドラインについての環境トレーニングを受講する。表 2 のパラメータは、環境指標に関してモニタリングが必要である。

表 2 のモニタリングパラメータに加え、燃料備蓄タンク、供給船、機械・車両への給油などからの燃料漏れ監視を実施しなければならない。議定書の遵守は、基地の建設、稼働段階での最優先事項のひとつである。自然界への実質的な燃料漏れはすべて報告することとする。日々の目視による調査を、環境モニタリングの一部として実施する。

9. 知識の欠落及び不確実性

本 CEE の欠落と不確実性は、以下のものを含む。

- ・ 毎年の 1 月 - 3 月期における海氷の広がり不確実性
- ・ 上陸場所に近接した船の的確な停泊地点が不明である。
- ・ 包括的環境影響評価は、基地の概念的な設計に基づいている。建設予定地で必要とされるもの、現実的な困難要件などに基づくいくつかの変更があるかもしれない。
- ・ 影響のマトリックスと評価は、予測された値に基づいた専門家の判断によるものであり、環境条件に依存する変化に従う。
- ・ 基地の長い使用期間において、必要性に基づく科学的活動とエネルギーシナリオは、技術の開発とともに変更することが考えられる。
- ・ 詳細な面は、最終的な計画によっては変更になることがある。
- ・ 建設サイトの詳しい地理的調査は、まだ入手不可能である。

10. 結論

インドは、マイトリ基地および追加された場所に隣接する区域における既存研究の補足のため、極地域、海洋及び大気科学の様々な分野の長期間の研究を実施するために、南極東部のラーズマンヒルに新しい研究基地を作る計画を立てている。インドは、提案したインドの研究基地の建設と事業活動が南極の環境に与える影響は、軽微もしくは一時的なもの以上となる可能性があると考えている。主要な影響は、大気中への排気と人間の活動跡だと考えられている。

その影響を最小化するために適切な低減措置の手段が、影響評価マトリックスに基づき提案された。基地の暖房への CHP (コージェネレーション事業) の利用や、再生可能エネルギー源などの適切な抑制手段を用いることで、化石燃料の大気放出の影響は、許容可能なレベルまで抑えることができる。



図1 プリッツ湾周辺



図2 半島と基地およびその他の設備のレイアウト案

1: 建屋、2: 研究棟、3: ヘリポート、4: 食糧庫、5: 燃料庫、6: 上陸地点



図3 基地のデザイン案



実験室



リビング

図4 各部屋の用途による照明の違い

表1 建設・操業中の影響マトリックス及び緩和措置

基地の供用と建設活動に関連する影響を特定し、マトリックスに定義した(下表)。影響、それに対する緩和措置、活動の序列を、範囲、期間、強度、重要性などに従って以下に定義する。

範囲	サイト限定 (Site Specific)	操業サイト・建設サイトに隣接した地域
	地域的 (Local)	ラーズマンヒルズ内、船からサイトへの接近路やその他のモジュール
	地方 (regional)	プリッツ湾地区
	大陸 (continental)	南極大陸と南洋
	地球規模 (global)	すべての大陸と海
可能性	可能性なし (unlikely)	通常のコピーや条件ではありえない
	低 (Low)	可能だが、ありそうにない
	中 (Medium)	時々起こるかもしれない
	高 (high)	プロジェクト期間中に起きるかもしれない
	確実 (certain)	確かに起きる
期間	非常に短い	数分から数時間
	短期間	数時間から数週間
	中期間	数週間から数ヶ月
	長期間	数ヶ月から数年
	非常に長い	10年から一世紀
重大性	A	土地や環境に有害でない微々たる低影響
	B	測定可能な影響、しかし適切な計画によって土地に有害にはならない。
	C	環境への強い影響、しかし適切な対策によって抑制することが可能である。
	D	環境への影響があるが、よいと判断されたもの。
	E	環境に有害な影響がある。

表1 建設・操業中の影響マトリックスおよび緩和措置 (続き)

環境パラメータ/ 指標	活動による潜在的影響	範囲	期間	可能性	重大性	緩和措置
物理的攪乱 建設時	建造物、パイプ敷設、接近通路、 風力タービンの建設	地域的	長期間	確実	B	物理的攪乱は、活動の大半を特定地区内に制限 することで制御可能である。
供用時	建物、燃料・食料庫、配管荷降 ろしプラットフォーム、ケーブ ル敷設、実験室などの占める区 域	地域的	長期間	確実	B	<ul style="list-style-type: none"> ・全活動を特定地区内で行う。 ・パイプ敷設により燃料輸送などによる過度の 運搬を削減。 ・構造物は耐用年数経過後撤去。
大気環境 建設時	補給船、ヘリコプター、発電機、 車両、化石燃料の使用	地 域 的 ～ 地 球 規 模	中期間	確実	C	マルポール条約 73/78 を遵守。同条約附属書 により、高品質燃料の使用が求められるととも にそれによる排出の制御がなされる。
供用時	発電機、有機廃棄物焼却用焼却 炉、供給船、ヘリコプター	地 域 的 ～ 地 球 規 模	中期間	確実	B	<ul style="list-style-type: none"> ・マルポール条約 73/78 を遵守。同条約附属書 により、高品質燃料の使用が求められると ともそれに伴う排出の制御がなされる。 ・船舶・ヘリはごく短期間のみ運航。 ・有機廃棄物焼却にプラズマ熱分解機使用。 ・代替エネルギー源による化石燃料消費削減

環境パラメータ/ 指標	活動による潜在的影響	範囲	期間	可能性	重大性	抑制手段
水質 <i>建設時</i>	<p>固体廃棄物と船からの廃水。海洋生態系に栄養素、重金属、糞便性大腸菌等を混入。</p> <p>サイト内の湖沼は、固体廃棄物と車両・発電機からの炭素煤の混合で汚染されている。</p>	<p>地方</p> <p>地域的</p>	<p>短期</p> <p>中期</p>	<p>低</p> <p>中</p>	<p>B</p> <p>B</p>	<p>・プラスチック以外の有機廃棄物を焼却炉で処分、残りの固体廃棄物は保管後、条約指定地域外で適切に廃棄。</p> <p>・処理殺菌済み下水はタンクに保管後処分。</p> <p>発電機を湖沼から風下方向へ隔離。</p>
	<i>供用時</i>	<p>湖沼からの飲用水消費が湖沼の水面レベル低下を招く。廃水用パイプが排水パイプから漏洩し、湖水汚染につながる可能性がある。</p> <p>船舶からの固形廃棄物および廃水が、海洋生態系に栄養素、重金属、糞便性大腸菌等を混入。</p> <p>海への排水は、重金属、バクテリア、栄養分を混入して溶存酸素を奪い、海洋生態系中の植物・動物プランクトンに被害が及ぶ恐れがある。</p>	<p>地域的</p> <p>地域的</p> <p>地域的</p>	<p>長期</p> <p>短期</p> <p>中期</p>	<p>低</p> <p>低</p> <p>中</p>	<p>C</p> <p>A</p> <p>C</p>

環境パラメータ/ 指標	活動による潜在的影響	範囲	期間	可能性	重大性	抑制手段
騒音 <i>建設時</i>	ヘリコプターの飛行、発電機や車両の稼動により発生する。ひどい騒音は、地区の動物相に繁殖行動、移動、その他の行動への攪乱を起こす。	地域的	非常に短い	确实	A	建設段階では、騒音は一時的なものである。短時間であっても、消音発電機や適切な建築方法で、騒音の高さと持続時間が改善される。
<i>供用時</i>	ヘリコプターの飛行、発電機や車両の稼動により発生する。ひどい騒音は、地区の動物相に繁殖行動、移動、その他の行動への攪乱を起こす。	地域的	長期	确实	B	船舶は半島から距離を置いて停泊し、騒音による攪乱を最小限に抑える。ヘリコプターはサイト内ではエンジンを切る。USEPA、CPCB に適合した消音発電機を使用する。
石油漏れ <i>建設時</i>	燃料の移し換え、補給時	地域的	長期	低	B	<ul style="list-style-type: none"> ・吸着材をサイトに配備。燃料備蓄用バルブ、タンク、ドラムの扱いに注意し、高い安全基準を適用。 ・湖沼でなく海へ向けた排水管を含め、ドラム用に適したプラットフォームの設置。 ・突発事故に備えた燃料漏洩対策。

環境パラメータ/ 指標	活動による潜在的影響	範囲	期間	可能性	重大性	抑制手段
固体廃棄物 建設時	それぞれ別分類で処理。放置すれば環境に有害で、短期・長期的影響を及ぼす。	地域的	中期	低	B	<ul style="list-style-type: none"> 梱包材はすべて箱に収納し、船へ積み戻す。 メンテナンスフリーバッテリーの使用 総合的な廃棄物処理計画の策定。廃棄物を条約保護地区から撤去。
供用時	基地内から出た廃棄物は、別分類となる。放置すれば環境に有害で、短期・長期的影響を及ぼす。	地域的	中期	低	C	<ul style="list-style-type: none"> 梱包材はすべて箱に収納し、船へ積み戻す。 メンテナンスフリーバッテリーの使用 総合的な廃棄物処理計画の策定。 固体の不燃性廃棄物の分量を減らす圧縮機、有機廃棄物用のプラズマ熱分解機を使用。 医療廃棄物は、USEPA、CPCB のガイドラインに従って廃棄される。 Rotating Biological Contactor (回転生物接触法) から出た汚泥や、その他の関連物質は、遠心分離機で脱水される。 固体汚泥はドラムに集められ、密封されて条約区域から撤去される。
景観的・野生環境的価値 建設中	車両の移動やその他の建設活動は、サイトの景観的・野生環境的価値の損失につながる。	地域的	長期	確実	A	<ul style="list-style-type: none"> すべての活動を指定地域に限定する。 使用済みの道具や機器の撤去により、野生環境への影響を抑制する。
供用時	建物、構造物、プラットフォーム、風力タービンなどの出現が、景観や野生環境を損なう。	地域的	長期	確実	B	<ul style="list-style-type: none"> すべての活動を指定区域内に限定する。 使用済みの道具や機器の撤去により、野生環境への影響を抑制する。 建物や構造物は有効期間終了後撤去する。 能力の大きい風力タービンより小さいタービンのほうが、影響抑制の点で好ましい。

表2 環境モニタリングのパラメータ

環境指標	パラメータ	期間
大気	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , 炭素煤の大気質モニタリング	8時間、夏季は24時間(3箇所)
	風速、風向、気温、雪、湿度、雲量、降雨、日照、風配図	時間単位 年ベース
日照	大気、土壌、岩石中のラドンレベル	月単位(1km四方に4-5ヶ所)
騒音	周囲雑音レベル、昼夜の騒音レベル(L ₁₀ 、L ₅₀ 、L ₉₀)、周波数の分析	夏季の間(機械から1mの距離、基地の周囲半径0.5mの4箇所)
水質(海と湖沼)	物理化学的分析(伝導率、pH、色、TSS、TDS、TOC、DO、BOD、COD、総硬度、カルシウム、Mg、Cu、Fe、Mn、硝酸、フェノール分、Hg、Cd、Se、As、Cn、Pb、Zn、Cr、陰イオン洗剤、多核芳香族炭化水素、鉱物油、アルカリ、酸、有機窒素、リン酸塩、硫酸塩、塩素化合物、フッ化物、大腸菌総数、糞便性大腸菌、植物性プランクトン、動物性プランクトン。 堆積物(粒度、TOC、TIC、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、石油炭化水素)、PAH(benzo a-pyrene, benzo e-pyrene)	月1回(全水源から最低6箇所)、夏季の間
陸地	土壌分析(TOC、TIC、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、総石油炭化水素、PAH)、粒度、型、挙動変化、建設前後の浸食潜在性、重金属分析、永久凍土層の深度	年に一回
海と湖沼の生態系	個体群の規模、繁殖成功率、空間的広がり、金属、外来種とその分布	年に一回