

ビクトリアランドのテラ・ノヴァ湾のマリオ・ズッケリ基地地区における
砂利敷き滑走路建設及び運営提案に関する包括的環境影響評価書案
(日本語概要)

1. はじめに

この包括的環境影響評価書案（CEE）は、ビクトリアランドのテラ・ノヴァ湾（TNB）に関連し、南極の「マリオ・ズッケリ」基地（MZS）における砂利敷き滑走路建設及び運営のために準備された。本文書は、環境保護に関する南極条約議定書附属書 I（1998年）及び南極における環境影響評価のためのガイドライン（2005年、第28回 ATCM、決議4）に従い作成されている。

この CEE 案は、イタリアの南極探検、基地の兵站並びに管理を管轄する ENEA-UTA と、CNR により作成されたが、CNR からは、環境の実態、モニタリングや緩和措置に関連する科学的貢献を受けた。本文書は、文書の改善のためイタリア環境・土地・海洋省（MATM）及びイタリア環境保護研究所（ISPPA）に提出され、イタリア外務・国際協力省（MAECI）により提出を認められた。

以下の内容について述べている。

- 提案活動の目的及び詳細
- 活動提案の代替案
- 場所の選定と初期的な環境参照説明
- 提案活動の建設、運営、維持、解体
- 建設、運営、管理、解体の間の環境への影響の可能性
- モニタリングプログラム
- 予防及び緩和措置
- 知識ギャップ及び不確実性

情報ペーパー（第25回、第36回及び第37回 ATCM のそれぞれ IP41、IP80 及び IP57）で報告された過去の調査に鑑み、ボルダー・クレイ（南緯 74 度 44 分 45 秒、東経 164 度 1 分 17 秒、海拔 205m）の砂利敷き滑走路の位置は、2つの候補地（ボルダー・クレイ及びカンポ・アンテナ）の評価プロセスと永久氷床（ナンセン氷河）の滑走路の失敗を経て、建設／運営の影響と兵站の利便性により選定された。この砂利敷き滑走路は、ロス海地域で実施されている南極プログラムの国際的ネットワークにとっての共通の重要施設となることも考え、PNRA（イタリア国立南極プログラム）の人員や物資の輸送を長期的に解決する施設として運営するものである。

PNRA は、研究費を優先し物流費を削減する国際的ガイドラインに沿うよう努めている。

2. 提案活動の必要性

イタリアは、前回の ATCM において、複数の情報ペーパー（IP41-ATCM35/CEP15、IP80 ATCM36/CEP16 及び IP57-37/CEP17）とワーキングペーパー（WP30/XXXVIII ATCM）を提出し、科学研究の効果を高め、より確実な複数年の計画にむすびつく、人員輸送と物資配達を適切に行うという点で、交通システムの確実性を高めるという長期的な解決策の必要性を南極条約関係者に対し訴えた。特にこの必要性は、兵站活動に影響を与え、その結果として科学活動にも影響を与えた近年の気候変動により生ずるものである。

砂利敷き滑走路の建設は、この長期的な解決策になりうる。つまり、これは協力を促し、物流費を下げ、科学を促進し、シーズン終わりに人員を空輸し、またイタリアから船舶をチャーターする必要性を最小限に抑えるという他の南極プログラムとも共有するという重要で恒久的な施設である。これは、イタリアの探検活動による実際の人間の足跡を抑制し、科学活動費用を優先し、物流費を軽減するという一般的な勧告に合致する。

コンコルディア基地やドロニングモードランド・エア・ネットワークが既に実証しているように、施設の共用は環境影響の軽減につながる。協同して空輸するための手段を探るようにと国際的なレベルでも推奨されている（2015年、第38回 ATCM・第18回 CEP、決議1）。

本滑走路の建設により、PNRA の海上兵站活動を軽減する側面や、マクマード基地の滑走路の代替路や近接する韓国ジャンボゴ基地の冬期緊急路にもなるということで安全性を向上させる側面がある。

ロス海地域での国際的な輸送ハブを実現するプロジェクトは、ドイツ BGR により既に正式に支援されているが、KOPRI、IPEV、USAP や AntNZ も関心を示しており、今後合意されるものであろう。

3. 箇所の選定と代替案

「マリオ・ズッケリ」基地（MZS）に対しノーザン・フットヒル南側の地域で、建設期間や飛行の制限や山岳地形を考慮に入れ、多数の地点において予備的な技術的実行可能性を評価するための調査を実施した。

提案活動に関して、既存の代替施設は存在しない。ガーラシュ・インレット湾で夏期の初めにできる定着氷滑走路は、11月末には氷状が適さなくなるため、必要とされる期間中存続するものではない。

「活動しない」代替案は、シーズン終わりの人員輸送の代替策を見つけることであるが、それは、毎年アイスクラス船舶をチャーターすることにしかならない。実際には、イタリア国家南極プログラムは、特に多目的なアイスクラス船舶をチャーターしない際には、近隣のプログラムに大きく依存しているため、アメリカ NSF の支援なしではイタリアの科学活動は深刻に影響を受けるだろう。そのため、イタリア国家南極プログラムは、人員と科学的物資の適切な輸送の観点から、長期的な解決が必要なのである。

それにより、科学調査の効果が高まり、複数年計画が容易になる。

砂利敷き滑走路の建設には、技術的な理由から地上の2カ所しか候補として適切であると考えられなかった。その2カ所とは「ボルダー・クレイ (BC)」(南緯 74 度 44 分 45 秒、東経 164 度 1 分 17 秒、海拔 205m) と「カンポ・アンテナ」(南緯 74 度 42 分 19.2 秒、東経 164 度 6 分 19.6 秒) である。他の場所(ナンセン氷床)は、恒久的な青氷滑走路として既に調査されていたが、過去に数回着陸で利用されたことはあるものの、もう不適で、また気候条件により使用可能性が予測できないという結果に終わった。

ボルダー・クレイは、マリオ・ズックリ基地から約 6km 南のノーザン・フットヒルズに位置する。この場所は、南東に開けたとても緩い傾斜(5°)の不凍地区に位置する。カンポ・アンテナは、MZS にとても近い花崗岩の露岩が優占する平らな場所にある。ここは、現在 MZS のアンテナ基地となっている。

提案活動の総合的な環境影響、特に建設期間中(例えば、岩石の入れ替えやそれに関連した影響という点では、カンポ・アンテナは3倍程度影響が大きい)の環境影響を最小限にすることで、風向きとの関係で効果性と安全性を確保している評価プロセスを経て、ボルダー・クレイが最終的に選定された。さらに、ボルダー・クレイの方がカンポ・アンテナより長距離の滑走路が建設できるため、南極で燃料補給をしなくてよい燃料自立性が高い飛行機の着陸も可能になる。

ボルダー・クレイの滑走路の位置は、これらの検討事項を反映したもので、本事業は(次章にて述べるように)既存環境への影響を最小限にするように計画された。提案の砂利敷き滑走路は、死氷河や埋没した氷河の氷の上にあるアイス・コア・モレーンに対応した路床に基礎を置くこととなる。

滑走路の提案場所は、ゴンドワナ基地から約 13km、ジャンボゴ基地から 15km、またインエクスプレシブ島上に中国が新基地を提案している場所から 16km と他の近接する基地に近い。マクマード基地やスコット基地からの距離は約 400km である。近隣の国家南極プログラム間での国際協力や兵站の共有につながり、本地区での全体的な人的影響を軽減することにつながる。

4. 提案活動の詳細

本 CEE で説明する活動は、滑走路の建設と運営や、関連する陸上の接続と施設、建設期間中の仮設施設、機械類の据付けと使用、滑走路の解体に関するものである。

砂利敷き滑走路の事業は、以下の施設を含む。滑走路の末端に2機体用のエプロン(130×134m)を備えた滑走路本体(近隣で入手可能な材料を用いて作られる長さ2,200m、幅60mの砂利盛土)。安全対策のためのヘリポート(30×30m)。車両用小規模駐車場、6つのISO20の断熱コンテナからできた乗客用の待合室がある受付(MZSターミナル)、事務室、化学トイレ、消防車2台や関連器具が入る格納庫(14×7×5m)、(フォークリフトなど)機体の荷下ろし機材、倉庫と小規模な作業場を備えたサービスエリア(70

×22m)。小規模な誘導路（長さ 70m、幅 25m）は、滑走路とエプロンを結ぶ。（サービスエリアに対し）エプロンの反対側には、2つのオペレーションのために必要となる最小限の燃料を貯蓄するための 44m³ 容量の二重ステンレススチールのタンクがある。このタンクは、MZS から燃料輸送に適したタンカーで補給される予定である。

MZS とエニグマ湖航空路を結ぶ 3.4km の既設道路を延長し、この施設へのアクセスを可能とする。

施設の位置は、モレーンの自然の地形に最大限可能な限り従い、盛土や作業に必要な分量を最大限減らすことを目標とした検討の結果である。

サービス施設の規模は、ICAO 基準とイタリアの法令に従った。

既設の気象観測基地 AWS Rita に近い丘陵の上に、航空管制のため新しいオペレーションルーム（ISO20 基準のコンテナ 2 個）が設置される予定である。これにより、滑走路全体（定着氷滑走路、エニグマ湖航空路と将来的には砂利敷き滑走路）の明確な視界が得られ、また安全性が高められる。

全ての建築物は、モジュラーでできており、あらかじめ組み立てられた構造から作られる。全占有面積は 0.15km² 前後で、海拔約 200m で滑走路の縦方向の中心線が北北東－南南西となる。

電気や暖房器具に関して、建物の電気は、太陽光発電とバックアップとしてのみ機能する 20kW の従来型の発電機によりまかなわれる。いずれにせよ従来型発電機の使用は、継続的なものではなく、飛行活動により左右されるものである。暖房と温水生産のために太陽熱吸収装置を設置する。電気システムとサーマルシステムのどちらもこれらの施設で必要となるエネルギーをまかなうものとなる。

滑走路の維持に必要とされるのは、1 年 1 回の除雪と小規模な地ならしのみである。この予測は、ボルダー・クレイのよく知られた場所での季節調査、近年蓄積された気象データ、干渉衛星データによる長期的なモレーン・アイス・ドラフトの動態の正確な測定結果によるものである。

本施設は恒久的な施設として意図しており、運営が可能で、また MZS が機能している限り、その寿命も 20 年以上となるものである。使用できなくなった際には、解体を行い、全ての建物は解体し除去される。景観の回復のため、解体時に評価される生態系の状態によっては、盛土を一部もしくは全て除去し、モレーンの地形に最大限沿うように石を撒く。盛土の石量を考えると、場所から石を完全に除去したり処分したりというような他の方法では、環境負荷がより高くなる。

5. 初期的な環境参照説明

滑走路の建設予定地であるボルダー・クレイ地域は、主に無雪地域でボルダー・クレイ氷河が主な地形の特徴である。ボルダー・クレイ氷河は、エニグマ湖地域からアデリー湾へ延びそこで海につながる古い氷河である。

滑走路建築予定地のボルダー・クレイ・モレーンは、近年のアブレーションティールで氷河の上にある。表層には、アイシングブリスター、フロストマウンド、デブリスアイランドが見られる一年中氷に覆われる湖沼がある。

イタリア国家南極プログラムによる気象観測には、長い歴史的データの蓄積がある。この地域の気候は、寒冷で乾燥している。記録されている夏季の月間平均気温は、-16度から-3.5度にまたがり、年間平均気温は-14度である。年間270mm前後の降水量相当がある。卓越風は西方向（西、西北西、西南西）で、主にリーブス・アンド・プリエストリー氷河から来るカタバ風と関連しており、風速が40ノットに及ぶことはほとんどない。

植被率は5%以下で、維管束植物は分布しない。ボルダー・クレイの植物は、主な構成種である34種の地衣類、7種の蘚類と1種の苔類、多種の藻類と藍藻類からなる。特にボルダー・クレイで観察される地衣類は好窒素性がほとんどである。

イースト・コースト沿いのボルダー・クレイ氷河の下には、アデリーペンギンの数1,000つがいからなるルッカリーがある。この場所は海拔では、提案の砂利敷き滑走路から1.8km離れており、200m下に位置する。ペンギンのコロニーは、テラ・ノヴァ湾の海域の保護区である南極特別保護地区(ASPА161)の前に位置している。この場所は、ASPА161には入らないが、その境界線に近い。ペンギンのルッカリーには、ウミツバメとナンキョクオオトオゾクカモメのコロニーがある。

気温によっては、ボルダー・クレイ地域でアイシングブリスターが部分的に融解し、池から採取された水に生物（ヒルガタワムシ、原生生物、扁形生物）が存在することが確認されている。

MZSの存在は、過去30年の間、本地域に不可避な影響を与えてきた。イタリアの活動開始時より、潜在的影響を把握し緩和するためのモニタリングが行われた。PM₁₀中の多環芳香族炭化水素(PAH)や重金属(主にAs、Cd、Pb、V、Ni、Cu)は、不完全燃焼の指標として使うことができるため、人間活動のよい指標として確認された。汚染物質の基準値の評価は、MZSから約2.5km離れており、滑走路予定地に近い「カンポ・イカロ」においてPM₁₀の測定機器を設置し行った。27年以上にわたり行われてきた調査の結果では、上記の汚染物質濃度は検出限界近くにとどまっていることが分かったため、このモニタリング地点は、施設の建設と運営による変化の測定が可能である。

MZSに関連したデータからは、1990年代以降この科学基地が生物へ与えてきた影響は小さいことが分かった。ASPА161における多種の汚染物質蓄積と脂質特性について研究されているが、値からは、それらの物質は、近隣由来ではなく、全球的な移動によるものであると示唆されている。

ボルダー・クレイ地区において現在も行われている主な研究活動は、CALM実験によるものである。CALM実験とは、1999年に設置されたモニタリングプログラムで、永久凍土と活動層の温度を測定する100×100mグリッドでのモニタリングと、永久凍土の浅い孔

での温度モニタリングを行っている。提案活動ではこのモニタリングネットワークに関心があり、科学コミュニティとともに環境影響を減らす活動を行う予定である。

6. 提案活動の環境影響の明確化と予測及び緩和措置

滑走路の環境影響の可能性については、建設、運営、解体という施設のライフサイクル全体を考慮に入れ評価した。設計段階より、収集、輸送、ふるい、整地の資材の量を制限するような形で滑走路の場所と施設を選定している。しかしながら、使用される限りはこの施設はこの土地において恒久的な影響（盛土の建設には現場の資材を使用することで影響を抑える）をもち、特に建設期間中は、周囲の環境に影響を与えることが想定される。

建設期間中

建設期間中にはどうしても、トラック、車両、発電機から排出される排気ガスとPM₁₀、また地表の掘削、砕石、重機を使ったふるいから発生する粉じんにより、大気への直接的な影響があるだろう。

エプロンの建設と滑走路に沿ってモレーンの隆起部（3,000m³）があるため、爆破を行う。爆破により、粉じん、騒音、振動が生じる。これらの作業により発生する騒音は、ストレスレベルを上げたり、新陳代謝を向上させたりと、鳥類に影響を与えかねない。しかし、ボルダー・クレイ地域と、アデリーペンギンやナンキョクオオトオゾクカモメのコロニーが離れている（提案場所より水平に1.8km、垂直に200m）ため、影響を適切に緩和するのに十分であると考えられる。

排出されると考えられる汚染物質の総量の推計を行ったが、排出を抑えるため適切な作業を行う予定である。

その他、環境影響の可能性としては、燃料や潤滑油の事故での流出、化学トイレからの排泄物や汚水の流出が考えられる。

運営期間

運営期間中の最大の影響は航空活動によるものである。

運営シーズンにつき最大20フライト、ひと月では最大6フライトが想定されるが、現在使用中の航空機を考慮に入れ排出を算出した。

航空機の操業によりエンジンからの排気ガスの発生による大気への影響や、騒音の発生、また多量の燃料が関係することで燃料漏れ事故やそれに関連した環境影響の可能性が増加する。バードストライク事故の可能性もある。

その他、環境影響の可能性としては、車両での定期的な維持活動、燃料輸送、燃料補給によるものや、燃料タンクからの不慮の漏れ、化学トイレからの排泄物や汚水の流出が考えられる。

解体期間中

解体期間中においては、トラック、車両、発電機から排出される排気ガスやPM₁₀が大気中に排出されることから、大気への直接的な影響があるだろう。全ての建築物は解体し、現場から除去する予定であるが、生態系の状態によっては、モレーンの地形に沿うよう盛土を部分的に整地することもあるだろう。

その他、環境影響の可能性としては、化学トイレからの排泄物や汚水の流出が考えられる。解体作業には2ヶ月かかることが予想される。

緩和措置

事故の可能性を下げるため、建設、運営、解体の期間において、適切な手順と設備を用いることで、特別の注意を払う予定である。

設計時より、「鳥類集中地近辺における航空機操作ガイドライン」（措置2、2004年）を考慮に入れ、騒音と動物相へのかく乱に関して、どのような高度であってもコロニーの上の飛行は避けるように、ボルダー・クレイ計画では1方向の滑走路となるよう設計された。離着陸の飛行経路は、ASPA161地域上空での飛行の高度に重要な制限を設ける上、アデリー湾地域を回避する予定である。提案の施設は、「鳥類集中地近辺における航空機の最小距離」（WP10-ATCM27）を満たすものである。

滑走路の建設や運営中の重要な緩和措置は主に以下の対策からなる。

- 滑走路の建設や運営に関わる人員に対する特殊な環境訓練
- 発電機の発熱と電源のために使用する石油燃料を最大限押さえるため、滑走路に付帯する施設に、サーマルソーラーパネルを設置する。
- 全ての乗物や機械類にモノフェューエルJA1を使用する。
- 全ての乗物と機械整備は、最良の状況に維持し、その使用はできる限り少なくする。
- 発電機における吸音材料など騒音の少ない機械を使用する。
- 不浸透レイヤーでできた閉鎖構造をもつ二重燃料タンクを使用することにより漏油を防ぐ。COMNAP燃料マニュアルなどのガイドラインに従い、適切な吸収マット、ポンプ、適した機器を利用できるようにする。
- 送油は適切なタンカーで行い、特別な送油手順で最大限安全性を確保する。
- 滑走路で発生する全ての廃棄物及び排水を回収し、適切な処理または再利用のためMZSに輸送する。

懸念される汚染物質と粉じんのモニタリングに関して、滑走路の近くに新しいモニタリング所を設置する。これは、環境への悪影響を早期に発見、警告し、また緩和措置の実施のために、滑走路の建設期間と運転期間中の主な環境パラメーターの変動をよりよく評価するために有用となるだろう。

騒音の影響に関しては、距離を考えると（鳥類集中地付近での航空機の最低距離以上十分にある）、生態系へのかく乱は最小限もしくは中程度であると想定される。しかしながら、一日の作業時間の点から作業スケジュールや活動計画の見直しといった対応をとることができるよう、行き過ぎたかく乱の可能性を確認するため鳥類のモニタリングを行う。

7. 環境影響モニタリング計画

想定外の環境影響を早期に確認するため、建設期間及び運営期間の生態系への変化を評価するための環境影響モニタリング計画（EMOP）を作成した。

滑走路の建設や活動から発生する干渉に対し、鳥類群集の反応を分析するため、ボルダー・クレイ地域とアデリー湾におけるペンギン及びナンキョクオオトウゾクカモメの調査を向上させる予定である。

8. 知識ギャップ及び不確実性

古い氷河モレーン上での滑走路の建設は、他の例がないため挑戦的な事業である。モレーンの安定性については、直近で複数の機器や技術を使って調査されており、期待できる結果が得られた。

新規の砂利敷き滑走路の建設及び運営における知識ギャップと不確実性は以下の通りである。

- 建設期間中の気候状況
- 人間活動により引き起こされる野生生物の行動上明らかではない生理的な変化（WP27-ATCM38）
- 長期的な気候変動、適当な気候状況での使用期間、滑走路上の冬期積雪
- 長期的な維持管理
- 長期的なモレーンの動態変化に関する知識の不確実性
- 当地域における研究プロジェクトの長期的な変化

9. 結論

本滑走路により、南極でのイタリアや他国の科学者の移動がより柔軟になるため、本地域の多数の南極プログラムにとって兵站のハブとなりうる。そのため、国際的また学際的な研究活動の促進に寄与する。

本施設では、観光活動は認めない。

ボルダー・クレイでの砂利敷き滑走路の建設、運営、解体による環境や生態系への影響は、設計段階から考慮され、適切な緩和措置やモニタリングを行うことで最小限にとどめる。

CEEの結果により、恒久的な滑走路により得られる利益は、滑走路が環境や生態系に

与える「軽微な又は一時的な」影響を大きく上回ることが示された。

以上により、提案施設の建設が強く推奨されるものである。