

南極における地上トラバース能力の開発と実施に係る包括的環境影響評価書案

米国科学財団
2004年1月15日

1.0 はじめに

1.1 目的

本包括的環境影響評価（CEE）は、南極における地上トラバース能力の開発と実施（即ち、計画活動）を決定するため、米国科学財団（NSF）の極地プログラム事務局（OPP）局長が準備したものである。NSFは南極における米国の活動を管理及び助成し、米国南極調査プログラム（USAP）ならびに活動中の米国の調査基地3箇所、多くの周辺施設、及び南極における科学調査活動を支援する関連の物流システムの運営に対して責任を負う。

本環境影響評価は、計画活動及び可能な代替案による合理的に予測可能な考えられる環境影響の検討を可能とする情報を含んでいる。本計画活動の結果としてUSAPが実行する個々のトラバース活動範囲は、各任務の特定のニーズによるものであり本環境影響評価では正確に予測できないため、考えられる環境及び運営上の影響の把握は補給及び科学トラバースの代表例を用いることとした。さらに、本環境影響評価に述べられている影響を受ける環境（即ち、ロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原）は、過去に南極で地上トラバース活動を行った地域を含むとともに、将来、USAPが合理的にトラバースを行うと考えられる地域を示している。本環境影響評価に述べられるものとは著しく異なる、又は予想とは異なった環境要素を含んだ環境条件で地上トラバースを行う場合は、補足環境レビューを行うこととする。

1.2 包括的環境影響評価手順

南極におけるUSAPの計画活動は、議定書附属書I（環境影響評価）第3条の環境影響評価手続き、及び議定書を執行するための米国における施行規則「南極における米国科学財団が実施する活動に関する環境評価手続き（45CFR§641）」（連邦規則集）に従っている。これらの規定は、南極環境に「軽微又は一時的なものではない影響を及ぼす」と予測される活動に対し、包括的環境影響評価（CEE）を準備することと明記している。

この決断を行うにあたり、NSFは計画活動について以下の点が該当するか、その程度はいかなるものかを検討する必要がある：

- ・南極環境に悪影響を与える可能性があるか
- ・気候及び天候パターンに悪影響を与える可能性があるか
- ・大気又は水質に悪影響を与える可能性があるか
- ・大気、陸地（水を含む）、氷河又は海洋環境に影響を及ぼす可能性があるか
- ・植物及び動物相の種の分布、豊富さ又は生産性、又は種の個体数に有害な影響を及ぼす可能性があるか
- ・絶滅危惧種又は絶滅危惧に移行するおそれのある種又はその個体数をさらに危険にさらす可能性があるか
- ・生物学的、科学的、歴史的、芸術的又は原生地域としての価値を有する地域を悪化させる、又はこれに対して多大なリスクをもたらす可能性があるか

- ・環境への影響が著しく不確実である、又は特異又は知られていない環境へのリスクを含むものであるか
- ・個々には顕著な影響が見られないが、他の活動とともに実行されることによって少なくとも軽微又は一時的な累積的環境影響をもたらすものであるか

計画活動の結果として行う活動内容の予備的環境レビューに基づき、又上記基準及び代表的なトラバースの事例を使用することにより、NSFは南極における地上トラバース能力の開発と実施が南極環境に対して軽微又は一時的ではない影響を及ぼす可能性があるとして決断し、本CEEを準備した。本CEEはスコーピングの過程で把握した関連問題の範囲に従って準備し、簡潔で分析的文書でなければならないとする議定書の規定及び議定書を執行するための米国施行規則45CFR§641.18 (b)の規定に適合するものである。本CEEは計画活動及びその可能な代替案における合理的に予測可能な環境影響に対して、検討を可能とする十分な情報を含むものとする。

このような基礎情報には以下を含む：

- (1) 目的、位置、期間及び程度を含む計画活動（優先案）の記述
- (2) 予測変化と比較する初期の環境状態及び計画活動の欠如による将来の環境状態の記述
- (3) 計画活動の考えられる影響を予測するために用いる方法及びデータの記述
- (4) 計画活動の考えられる直接的影響の性質、範囲、期間及び程度の予測
- (5) 計画活動の考えられる間接的又は二次的影響の検討
- (6) 既存活動及び他の既知の計画活動及びその入手可能な情報を視野にいれた計画活動（優先案）の考えられる累積的影響の検討
- (7) 計画中止を含む計画活動に対する可能な代替案、及び代替案の見込まれる結果に関する、代替案と計画案との選択の際に明確な基準となるような十分に詳細な記述
- (8) 計画活動の考えられる影響を最小化又は緩和又は予防するために、予期できない影響を把握するため、いかなる悪影響についても早期に警告するため、及び事故に対して迅速で効果的な対応を実行するために用いる措置（モニタリングを含む）の把握
- (9) 計画活動による回避不可能な考えられる影響の把握
- (10) 科学調査及び他の既存利用及び価値の実行による計画活動の考えられる影響の検討
- (11) (b) 項で必要な情報の収集の際に、把握される情報不足及び不確実性の把握
- (12) CEEに含まれる情報の非技術的要約
- (13) CEEを準備した者又は組織又は双方の名前及び住所、及び意見を寄せる際の住所

本CEEの準備に当たっては、可能な限り、南極における環境影響評価指針(1)の手順及び評価基準も用いた。さらに、本CEEは40CFR§1500-1508の国家環境政策法(NEPA)及び45CFR§640に含まれる米国科学財団のNEPA施行規則の方針に従って準備したものである。NEPAへの適用性についてはCFR§641.14(e)によってさらに定義されており、これによりCEEは重要連邦活動の海外における環境影響(Environmental Effects Abroad of Major Federal Actions)(44FR1957)(連邦官報)の大統領命令12114に対する環境影響評価書として供するものであるとされる。

1.3 文書構成

本環境影響評価の第2章は、南極大陸全体で行われてきた地上トラバースに関する背景情報を示す。第3章は計画活動及び可能な代替案の要約を示す。第4章は計画活動の目的と必要性について述べ、実施可能性のある典型的なトラバース活動について補給及び科学トラバースに関連する活動の性質及び程度の検討を含む記述を示す。第5章は影響を受ける環境(即ち、初期

の環境状態)を示す。第6章は計画活動が与えると考えられる環境影響の詳細な記述を示し、以下の点について取り扱う：

- ・ 計画活動の考えられる影響を予測するために用いる方法及びデータの記述 (45 CFR §641.18(b)(3))
- ・ 科学調査を実行する際の、及び他の既存の利用及び価値における計画活動の考えられる影響の検討 (45 CFR §641.18(b)(10))
- ・ 計画活動による考えられる間接的又は二次的影響の検討 (45 CFR § 641.18(b)(5))
- ・ 既存活動及び他の既知の計画活動及びその入手可能な情報を踏まえた計画活動の考えられる累積的影響の検討 (45 CFR § 641.18(b)(6))
- ・ 計画活動による回避不可能な考えられる影響の把握 (45 CFR § 641.18(b)(9))

第7章は「計画活動の考えられる影響を最小化又は緩和又は予防するため、予期できない影響を把握するため、いかなる悪影響についても早期に警告するため、及び事故に対して迅速で効果的な対応を実行するため」に用いるモニタリングを含めた緩和措置を把握する。第8章はCEEに示された情報の収集の際に把握される情報不足及び不確実性を把握する。

第9章は地上トラバース能力の開発及び実施について本CEEから導き出される結論を要約する。第10章は本CEEに含まれる情報の非技術的要約を記し、加えて、CEEを準備した者又は組織又は双方の名前及び住所、及び意見を寄せる者の名前及び住所を提供する。第11章は本CEEを準備するに当たって用いた情報及び文書を示し、第12章には本CEEの作成に当たって使用したデータを添えた付録を含む。

2.0 南極における地上トラバースの背景

2.1 はじめに

地上トラバースの使用は、補給及び科学関連目的において南極探検の歴史上重要な要素である。現在も大陸における調査及び様々な施設を支援する貴重な手段であり続けている。

20世紀初頭以降、南極では無数のトラバースが行われてきた。この中にはロバート・スコット、ダグラス・モーソン、ウィルヘルム・フィルヒナーが行った探検も含まれる。技術の進歩に従って、機械化された輸送が使用され、トラバース活動を補足又は部分的におきかわって航空機支援資源が使われるようになった。近年は、極地条件に特別に合うようデザインされた、又は適用可能な仕様を含め、車両技術に対する多くの改良が可能となり、地上輸送が安全で信頼性のある移動様式となった。

2.2 補給トラバース

地上トラバースは1957-1958国際地球観測年（IGY）において、無数の南極基地及び大規模なフィールドキャンプの設置及び補給に広く利用された。地上トラバースは燃料、食糧、建材及び他の物資を海岸地域から内陸の離れた施設へ輸送するのにしばしば用いられた。

表 2-1 に記録入手可能な7カ国が行った物流支援目的の地上トラバースの特徴を示す。このうち数カ国は長期施設を補給するために定期的にトラバースを行っている。例えばロシアは1950年代よりミールヌイ基地から内陸高原のポストークに補給を行うため、定期的に1,429kmに及ぶトラバースを行ってきた。南アフリカはVesleskarvet基地（SANAE IV）を（図 2-1 参照）、又フランスとイタリアはドームC（コンコルディア）の南極合同基地の活動支援の補給トラバースを毎年行っている（図 2-2 参照）。

表 2-1. 南極における補給トラバースの要約

位置	国	地域	詳細
ケイシー-AWS	オーストラリア	ウィルクス・ランド	2002年4月、CaterpillarD7G、D6及びD5トラクターを用いて自動気象観測装置を往復600kmに及ぶ東南極の様々な位置に設置した。
ムーア・ピラミッド、フェアリー山地、クレスウェル山	オーストラリア	マックロバートソン・ランド	1970年代、地域の遠地プログラムを支援するため、固定翼及び回転翼機が補助しつつ一連のトラバースを行い、プリンス・チャールズ島に現地基地を建設した。
キング山	オーストラリア	エンダビー・ランド	プリンス・チャールズ山におけるものと同様のプログラムで、近隣の現地運営を支援する、基地の建設にトラバースを用いた。
ウィルクス-ポストーク	オーストラリア	ウィルクス・ランド	1962年、2台のCaterpillar D4トラクターを用い、ウィルクスから放置されていたポストーク基地への往復3,000kmに及ぶトラバースが行われた。
モーソン-プリンス・チャ	オーストラリア	マックロバートソンランド	2002年、ドイツ-オーストラリア・プリンス・チャールズ山地遠征隊（PCMEGA）の支援にあた

ールズ山地	ドイツ		り、モーションから 250km 地点の LGB6 に燃料庫を設置するという限定的な目的のもと、既設経路を通じてトラバースが行われた。トラバースは 3 台のトラクターで牽引した 2 台の支援モジュール及び 300 缶以上の燃料ドラムを載せた 3 台のソリで構成した。トラバースは 6-8 人が担当し、6 週間かけて行われた。
モーション-クレスウェル山	オーストラリア ドイツ	マックロバート トソンランド	2 回目の PCMEGA トラバースは 2002-03 年の夏季に、クレスウェル山の基地へ往復 1,000km を 90,000 リットル以上の燃料を運ぶために行った。5 人が 3 台の Caterpilla D7 を運転し、Haaglund1 台が 2 台の支援モジュール及び貨物ソリ 6 台を牽引した。このトラバースの最後の 200km は図面外の経路を通った。
Prudhomme 岬-ドーム C (コンコルディア)	フランス イタリア	内陸高原	ドーム C へのトラバースが 8 年間に渡って行われている。最多で 7 台の Caterpillar Challenger、Kassbohrer PB330 2 台、Kassbohrer PB270 1 台及び最多 7 台のソリ及び各トラクターに 1 台のトレーラーが、デュモンデュルビル基地から 1,100km の地点に新たなコンコルディア基地を建設するため、及び施設への補給を継続するために使用されてきた。年間最高 3 回のトラバースが行われ、各トラバースでは貨物 120 トンを輸送、約 80,000 リットルの燃料消費している。往復 1 回に約 25 日間を要する。
ノイマイヤ-EPICA	ドイツ	クイーン・モード・ランド	住居コンテナ及びソリを牽引する最多 8 台の Kassbohrer Pisten Bully トラクターが、現地野営地及び離れた現場での掘削活動を支援するため 325 トンの物資の輸送に使用された。2000 年からは 1 シーズンに最高 2 回までのトラバースが行われている。
昭和-ドームふじ	日本	クイーン・モード・ランド	1997 年の国際南極横断観測計画 (ITASE) の活動と共に、ドームふじまでの 1,000km において補給トラバースを行った。
ミールヌイ-ポストーク	ロシア	ウィルクスランド	1957 及び 1958 年にトラバース資源を用いて 2 つの内陸基地が建設された。地磁気極付近のポストーク基地及び不到達点における前ソヴィエツカヤ基地である。トラック車両により、ポストーク基地への定期的な補給が行われている。
E ベース /SANAE III-SANAE IV	南アフリカ	クイーン・モード・ランド	1993 年から 1998 年にかけて、Vesleskarvet (即ち SANAE IV) 基地が建設された。この時 800 トンの建築資材を EBase (即ち SANAE III) からの 160km を輸送するのに Caterpillar Challenger 及び Caterpillar D6 トラクターを用いた。各シー

			ズン 1 又は 2 回の定年補給トラバースを行うため、最多 5 台のトラクターを使用している。トラバース機材の燃料補給は 3000 リットル燃料タンクからなる現地貯蔵所を利用している。
リトル・アメリカ・バード	アメリカ合衆国	マリー・バード・ランド	1957-1958 年の夏季にリトル・アメリカの前海岸基地からバード基地への物資輸送に Caterpillar D8 トラクターが使われた。

図 2-1. SANAE IV に対する補給トラバース



資料：南アフリカ国家南極遠征隊 (<http://www.geocities.com/sanaeiv/index.html>)

図 2-2. コンコルディア基地に対する補給トラバース



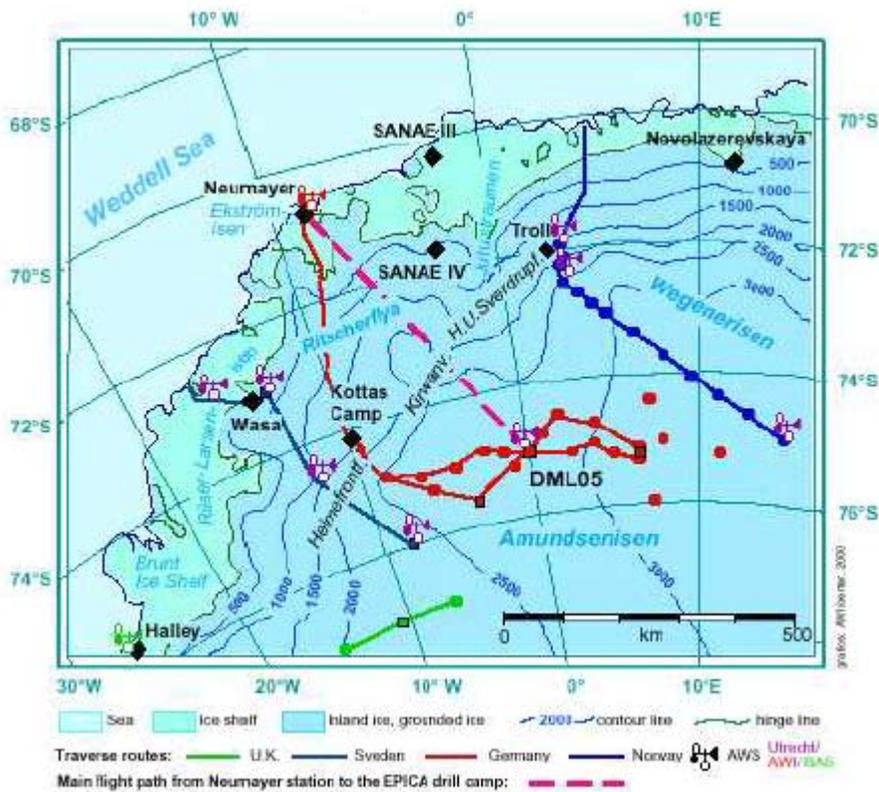
資料：Antarctic Sun

1954 年にオーストラリアがモーツンに初の南極基地を設立して以来、オーストラリア国家南極調査遠征隊 (ANARE) はトラバースを行ってきたが、初期のトラバースの多くは犬ゾリで構成され航空機が支援するものだった。1962 年、ANARE はヴィンセンス湾の前アメリカ・ウィルクス基地 (現在のケイシー基地近く) とポストーク基地間の往復 3,000km を移動するトラバースを行った。これが離れた場所への長期的の移動に対する機械化輸送の可能性を示した最初のトラバースであった。1970 年代、ANARE は固定翼及び回転翼航空機によって補足支援を行うトラバースを繰り返し行い、プリンス・チャールズ山地及びエンダビー・ランドに現地調査基

地を建設した。最近では、ドイツ-オーストラリア・プリンス・チャールズ山地遠征隊 (PCMEGA) の一環としてモーンソン基地からプリンス・チャールズ山地へ燃料を届けたドイツと共に、ANARE は東南極に様々な調査基地を建設するためケイシー基地から往復 1,000km のトラバースを行った。

近年、ヨーロッパ南極アイスコア計画 (EPICA) として知られるドロンニング・モード・ランドの多国籍調査業務の支援に、地上トラバース資源が使用された。この計画では棚氷及び内陸の氷床沿いの沿岸施設 (即ちノイマイヤ基地) から掘削地へ大型物資を輸送するため繰り返しトラバースが行われた (図 2-3)。

図 2-3. EPICA における補給トラバース経路

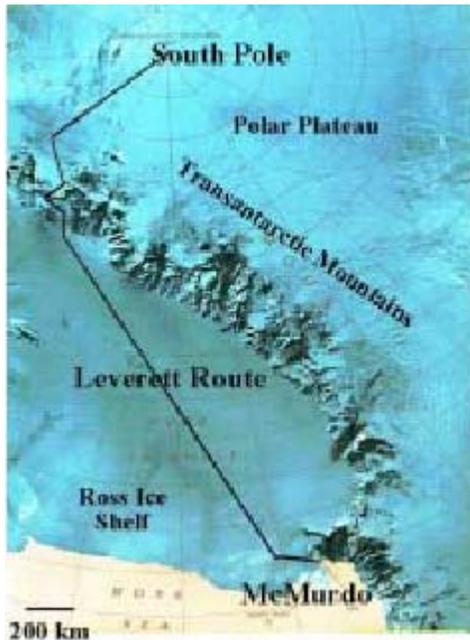


資料：南極ドロンニング・モード・ランドにおける深層コア採取に関する包括的環境影響評価 (参考文献 18)

アメリカ合衆国は 1950 年代から 1970 年代にかけて科学的及び探検調査に対してトラバースを行ったが、主要な補給任務に対するトラバース資源は開発しなかった。近年 USAP は、ペガサス滑走路 (25km)、ブラック島通信施設 (35km)、マープル岬燃料補給施設 (100km) を含むマクマード基地付近の様々な施設への物資輸送について小規模な地上トラバースを行っている。USAP はこれらの小規模なトラバースを既存の重機及びソリとトレーラーによって行っている。

USAP はより複雑あるいは長距離の補給トラバースを行う資金がないが、マクマード基地から南極点のアムンゼン-スコット基地へ貨物を輸送するための地上経路及び機器の必要条件を評価するため、実現可能性調査及びエンジニアリング調査を行っている（付録 A）。現在 USAP はロス棚氷を横切りレベレット氷河で南極横断山脈を上り内陸高原に達する将来的なトラバース経路を「概念実施」して、評価している（図 2-4）。こうした取り組みはこれから数年間夏季に行われる予定である。概念実施調査及び過去に行われた南極横断から得られた経験に基づき、USAP は、それによって南極の研究機会を増やす方針である。現在の航空機資源を補足するしっかりとしたトラバース能力を開発する方針である。

図 2-4. マクマード基地から南極点へのトラバース経路概念証明



2.3 科学トラバース及び地上ベース調査

従来、南極で行われた地上トラバースの多くは科学関連及びデータ収集を目的として特別に計画されたものであった。90 年以上前、初期の地上トラバースは探検及び到着点を地図にしるすことに重点を置いており、イギリス、ノルウェー、ドイツ、オーストラリアの遠征隊が行っていた。当時トラバースは犬ゾリ及び人力ゾリで構成されていた。積雪地に最初に旗で標した経路を使用したのは、1912 年にジョージ V ランドの調査及び地図作成中のオーストラリア南極遠征隊を率いるダグラス・モーションによると考えられている。科学関連の地上トラバースにおいてトラクター等の機械使用の初めての記録は、1933-1934 年夏季にリチャード・バードが行ったものである。このトラバースは地上をベースとしてマリー・バード・ランド全体にわたる地質学及び気候学、生物学、大気調査を含むものであった。南極探検を支援する航空機の出現及び第二次世界大戦の勃発により、1930 年代及び 1940 年代には科学関連のトラバースはほとんど行われなかった。1935 年から 1937 年の間に行われた一連の科学関係のトラバースには、南極半島で航空及びゾリによる調査を行ったイギリス・グラハム・ランド遠征隊が含まれる。

1950 年代には重要な科学関連のトラバース及び地上ベースの調査活動が熱心に行われるようになった。1950 年 2 月から 1952 年 1 月にかけて、一時的な Maudheim 基地をベースとするスウ

エーデン-イギリス-ノルウェーの科学遠征隊がクイーン・モード・ランド内陸部で地上ベースの氷河及び地質学調査を行った。1957年7月1日から1958年12月31日の国際地球観測年(IGY)は世界の科学者が地球とその環境に対する理解を増そうとする大きな協力的努力の表れであった。IGY年間の現地活動の多くは南極で行われ、12カ国が60箇所の調査基地を設立した。著名な調査としては、イギリスとニュージーランドの合同計画でヴィヴィアン・フックス卿及びエドモンド・ヒラリー卿が率いたイギリス連邦南極横断遠征隊が挙げられる。この調査は大陸全体のトラバース図面を完成させ、地震及び地磁気学的データを収集するために計画されたものである。1957年後半、2つのチームは大陸の異なる地点(ウェッデル海、ロス海)から出発し、南極点で合流、ロス島のスコット基地に帰還した。IGY年間、アメリカ合衆国は6箇所の調査基地を設立した。それらはリトル・アメリカ、ハレット、南極点、バード、ウィルクス(東南極ウィルクス・ランド沿岸部)及びエルスワース(フィルヒナー棚氷)である。海軍航空施設のマクマード・サウンド(現マクマード基地)は南極点基地の補給に使用する物流基地として建設された。アメリカ合衆国は氷河及び地震、重力、気候学調査に関するデータを収集するため、長距離の科学的トラバースを数回行い、IGYに貢献した。

表2-2に1950年から1999年にかけてアメリカ合衆国を含む10カ国が行った科学関連の地上トラバース及び地上ベースの調査について記す。このうち数件のトラバースは数箇所を往来、周回経路を持つ、又は中心地から離れているなど複数年にわたるものであった。こうした遠征隊のうち少なくとも6件は南極点を終点とした。科学関連のトラバースで最も規模の大きかったものの一つは、オーストラリア人がランバート氷河流域の4500kmを踏破したものである。

1999年から2003年にかけて、国際南極横断観測計画(ITASE)により、東西南極間で一連の大規模な科学関連のトラバースが行われた。ITASEのトラバースは1950年代以降14カ国が共同で行ってきた氷河学的なトラバースをもとに計画されたものである(図2-5)。

1950年代及び1960年代にアメリカ合衆国は様々な地上トラバースを行ったが、USAPはこの当時から科学関連のトラバースをほとんど行っていない。トラバースの運営様式の変化には多くの理由があるが、最も重大なものは離れた地域のフィールドキャンプの支援に、スキーを装備した航空機資源が利用可能になったことである。しかし、近年のITASEトラバース活動に参加し、USAPは可動設備が支援する地上ベースの科学調査の価値を再確認している。

表 2-2. 南極における科学トラバース及び地上ベースの調査に関する要約

任務 ID	地域	詳細	データタイプ	国
トラバース				
RIS-5760	ロス棚氷	1957年10月から1960年3月にかけてのアメリカ合衆国によるロス棚氷の反射法地震探査測定。アメリカ合衆国が行ったトラバース3件は、1957年10月から1958年4月のロス棚氷トラバース、1958年10月から1959年1月のヴィクトリア・ランド・トラバース、1960年2月及び3月のディスカバリー・デ	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国

		ープ・トラバースである。		
LAMBERT-8995	ランバート氷河流域	1989/90 から 1994/95 の ANARE ランバート氷河流域トラバース。質量収支及び内部流域 (interior basin) の変動に関する研究。トラバースはデービスからモーション、ランバート氷河流域の頂上周辺、デービスで行われた。1994/95 に 4500km の旅程を終えた。	地上ベース RES	オーストラリア
WESTANT-5759	マリー・バード・ランド及びエルスワース山地	30 海里 (55.5km) ずつ離れたマリー・バード・ランド、エルスワース・ランド及びホリック山地におけるアメリカ合衆国の反射法地震探査測定。1957 年 1 月から 1959 年 1 月の間に西南極で 3 件のトラバースが行われた。	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国
MARIEBY RD-5960	マリー・バード・ランド	1959-60 年のアメリカ合衆国による北西マリー・バード・ランド・トラバース。複合重力(Combined gravity)による氷厚と地震観測。	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国
MCMPOL E-6061	ヴィクトリア・ランド、内陸高原、南極点	アメリカ合衆国による地震音響測深。1960-61 年にマクマード基地から南極点へのトラバースが行われた。	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国
SPQMLT-6468	クイーン・モード・ランド	アメリカ合衆国による地震、重力探査及び電磁気観測。南極点からクイーン・モード・ランドにおける偵察トラバース 3 件 (1964/65, 1965/66, 1967/68)。	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国
VLT1-5859	ヴィクトリア・ランド	アメリカ合衆国による地震観測。ヴィクトリア・ランドのトラバース第 1 回はスケルトン氷河から 132E へトラバースした。	反射法地震探査	アメリカ合衆国
VLT2-5956	ヴィクトリア・ランド	アメリカ合衆国による地震観測。ヴィクトリア・ランドのトラバース第 2 回はヴィクトリア・ランド高原の雪上で行った。	反射法地震探査	アメリカ合衆国
PENINSUL A-6162	南極半島エルスワース・ランド	アメリカ合衆国による地震及び重力測定。1961-62 年南極半島の雪上トラバースでデータを入手した。	反射法地震探査及び重力	アメリカ合衆国
JARE-6971	西エンダビー・ランド	JARE10-11 1969-71 年みずほ高原-西エンダビー・ランド雪上トラバース。無線エコー音響測深機による氷厚の観察。地震音響測深及び重力探査手法により追加測定。A、B、C、S、W、X、Y の 7 経路。	地上ベース RES	日本
JARE-8283	クイーン・モ	JARE23 1982-83 年山本山地しらせ氷	地上ベース	日本

	ード・ランド	河に沿った東クイーン・モード・ランドにおける雪上トラバース。無線エコー音響測深機による氷厚の観察。IM、YM、SS、SY、H、Z 経路を含む。	RES	
JARE-8586	クイーン・モード・ランド	JARE26 1985-86 年東クイーン・モード・ランドにおける内陸高原及びセール・ロンダーネへの雪上トラバース。ID、DF 経路。	地上ベース RES	日本
JARE-8687	クイーン・モード・ランド	JARE27 1986-87 年東クイーン・モード・ランドにおける作業の拡大又は東クイーン・モード氷河学計画。SZ、NY、YG6、RY、L 経路。	地上ベース RES	日本
RONNE-94 95	ロンネ棚氷	1994-95 年シーズンのロンネ棚氷を横切る BAS2300km トラバース。反射法地震探査基地を 15km 間隔で設置。	反射法地震探査	イギリス
TAE-5758	内陸高原-西南極、南極点、ヴィクトリア・ランド	1955-58 年の連邦南極横断遠征隊による反射法地震探査調査。フィルヒナー棚氷のシャックルトン基地から南極点を通りスコット基地に達する地上トラバース。	反射法地震探査	イギリス
GEORGEV I-8485	ジョージ VI 棚氷、南極半島	1984-84 年、地上ベース RES 測定の補助によるジョージ VI 棚氷の地震測定。トラバースは地域地質に垂直に行われた。自身基地 101 箇所、RES 測定 210 件。	反射法地震探査及び RES	イギリス
ANARE-57 59	ケンプ・ランド	IGY 年間 (1957-59) の ANARE によるケンプ・ランドのモーション基地内陸部における地震及び重力調査。2 回の地域トラバースで氷厚測定を行った。	反射法地震探査及び重力	オーストラリア
BELGE-59 60	ドロンニング・モード・ランド	キング・Baudouin 基地からセール・ロンダーネ山地にかけてのドロンニング・モード・ランドにおける 1959-60 年ベルギー南極横断遠征隊地震トラバース。	反射法地震探査	ベルギー
SOUTHPO LE-6263	南極点トラバース	アメリカ合衆国 (?) による 1962-63 年シーズンの南極からホーリック山地にかけての雪上トラバースにおける地震調査。	反射法地震探査	イギリス
BELGEDU TCH-6566	ドロンニング・モード・ランドセール・ロンダーネ山地	ベルギー-オランダ遠征隊により 1966 年セール・ロンダーネ山地から流出する主要な氷河で雪上重力トラバースが行われた。	重力探査測定	ベルギー
SAE-5859	内陸高原-東南	ソ連南極遠征隊 (SAE3) によるミール	反射法地震	ロシア

	極	ヌイから準到達不能極点及び Komsomolskaya からボストーク間のトラバース線上における地震調査 (1958-59)。27 箇所 of 爆破地震探査が行われた。トラバース距離 2300km。	探査	
SAE-5960	内陸高原-東南極	ソ連南極遠征隊 (SAE4) による Komsomolskaya からボストーク及び南極点へのトラバース線上における地震調査 (1959-1960)。12 箇所 with 爆破地震探査が行われた。トラバース距離 1,832km。	反射法地震探査	ロシア
SAE-6364	内陸高原-東南極	ソ連南極遠征隊 (SAE9) によるボストークから到達至難極 (Relative Inaccessibility) 及び Molodezhnaya へのトラバース線上における地震調査 (1963-64)。21 箇所において爆破地震探査が行われた。トラバース距離 3,323km。	反射法地震探査	ロシア
SAE-5658	クイーン・メリー・ランド	ソ連南極遠征隊 (SAE1 及び 2) によるミールヌイから Pionerskaya へのトラバース線上における地震調査 (1956-58)。	反射法地震探査	ロシア
SAE-6061	クイーン・メリー・ランド、ウィルヘルム II ランド	ソ連南極遠征隊 (SAE5) による Pionerskaya の北約 100km 地点から南西へ 500km、さらに南東へ Komsomolskaya に至るトラバース線上における地震調査 (1960-61)。	反射法地震探査	ロシア
MIRNYDO MEC-7886	ウィルクス・ランド	1978-86 年の ANARE の地上ベース RES 調査。ミールヌイから Pionerskaya、さらにドーム C をトラバース。	反射法地震探査及び重力	オーストラリア
NBS-5152	クイーン・モード・ランド	1951-52 年ノルウェイ-イギリス-スウェーデン南極遠征隊によるクイーン・モード・ランドにおける地震測定。Maudheim 基地から内陸へ雪上トラバースを行った。	反射法地震探査	イギリス
JARE-9294	ドロンニグ・モード・ランド	JARE33 (1992-94) によるドロンニグ・モード・ランドのみずほ基地とドーム F 間の雪上トラバース。	地上ベース RES	日本
JARE-9597	クイーン・モード・ランド	JARE37 によるドーム F 地域の雪上トラバース。ドームから南へ 150km 及びドーム地域から東へ 130km のトラバースを行った。	地上ベース RES	日本
SIPLE-97	Siple 海岸、マリー・バード・ランド	USAP による氷河流 C 先端部における 60km の雪上トラバース。氷厚は反射法地震探査測定及び GPS の地上標高で求	反射法地震探査	アメリカ合衆国

		めた。		
LARSEN-90	ラーセン棚氷、南極半島	1990/91年シーズンのBASによる地震トラバース。経路の長さは21.6km、棚氷の表面は平均海拔24m。	反射法地震探査	イギリス
PATRIOT-9798	パトリオット丘陵、エルスワース・ランド	チリ南極機構 (INACH) の助成プログラムにおけるパトリオット丘陵地域の雪上RESトラバース。物流支援はチリ空軍が提供。ソリに搭載しスノーモービルで引いた無線音響探査システムによってデータを収集した。	地上ベースRES	チリ
ARGEN-8891	ラーセン棚氷	アルゼンチン南極機構 (IAA) 氷河学及び地球物理学トラバースが1988年から1991年の2シーズンにグレー・ヌナタクとジェーソン半島間の約80kmで行われた。9箇所の爆破地震探査及び3箇所のRES基地。	反射法地震探査及びRES	アルゼンチン
SIPLEDO ME-9596	Siple海岸 Sipleドーム	1996/97年シーズン、アメリカ合衆国が、Sipleドームにおいて雪上RESトラバースを行いデータを収集した。トラバース経路上ある69箇所の静的GPS調査の補間法 (最大100m間隔) により、レーダー波形点 (waveforms points) と一致する1610箇所のxy点を求めた。	地上ベースRES	アメリカ合衆国
	ウィルクス・ランド	南極横断山脈のテイラー・ドーム掘削地からウィルクス亜氷河海盆の中心に至る地球物理学的トラバース。	反射法地震探査	アメリカ合衆国 ニュージーランド
	エンダビー・ランド	1972-1973年日本南極調査遠征隊 (JARE) 12及び13。	氷河学	日本
	エンダビー・ランド	日本南極調査遠征隊 (JARE) 15	氷河学	日本
	エンダビー・ランド、クイーン・モード・ランド	1968-69年昭和-南極点トラバース。	氷河学	日本
	ドロニング・モード・ランド	1996-97年ノルウェーによるトラバース。EPICA土地事前調査。	氷河学	アメリカ合衆国
地上ベース調査				
RUTFORD-8586	エルスワース・ランド、	1985/86年シーズンにおけるラトフォード氷河流に関するBAS地上ベース	地上ベースRES	イギリス

	ロンネ フィルヒナー 棚氷	RES。		
FILCHNE R-5758	フィルヒナー 棚氷	1957-58年 (IGY) のアメリカ合衆国によるフィルヒナー棚氷における地震音響探査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
AMERY-6 871	アメリー棚氷	1968年及び1970/71年 ANARE アメリー棚氷遠征隊。22の個別トラバースを含む。	地上ベース RES	オース トラリ ア
WILKES-7 886	ウィルクス・ ランド	2km 間隔データによるケイシー基地東内陸部における ANARE 地上ベース RES 探査。	地上ベース RES	オース トラリ ア
ELLSBYR D-5859	エルスワー ス・ランド	1958-59年エルスワース及びバード基地で行われたアメリカ合衆国の地震音響探査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
130WEST- 5859	マリー・バー ド・ランド	1958-59年子午線130Wに沿って行われたアメリカ合衆国の地震音響探査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
88WEST-5 960	エルスワー ス・ランド	1959-60年子午線88Wに沿って行われたアメリカ合衆国の地震音響探査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
RIGGS-737 8-1	ロス棚氷	1974-1978年地震及び電波速度法を用いて氷厚を把握したアメリカ合衆国のロス棚氷地球物理及び氷河学調査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
WALGRE EN-6061	マリー・バー ド・ランド・ ウォルグリーン 海岸	1960-61年マリー・バード・ランドのウォルグリーン海岸に沿って行われたアメリカ合衆国の地震探査反射測定。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
ELLSWOR TH-6061	エルスワー ス・ランド	1962-63年アメリカ合衆国エルスワース高地における地震及び重力観測。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
SAE-7584	Coats ランド、 ロンネ- フ ィルヒナー棚 氷	1974/75年及び1983/84年 Coats ランド及びロンネ-フィルヒナー棚氷で行われたソ連南極遠征隊 (SAE21-29) による反射法地震探査。合計調査範囲583,000km。	反射法地震 探査	ロシア
WISCONSI N-6364	マリー・バー ド・ランド・ Whitmore 山地	1963/63年 Whitmore 山地のホーリック山地北において行われたアメリカ合衆国の雪上地震調査。	反射法地震 探査	アメリカ合衆 国
BELGE-67 68	西ドロニン グ・モード・ ランド・ Jutulstraumen	1967-68年ベルギー南極遠征隊による幅50kmのJutultraumen氷河川における重力調査。	重力探査測 定	ベルギ ー
PENSACO	Pensacola 山地	1965-66年シーズンの Pensacola 山地に	反射法地震	アメリ

LA-6566		おける USGS 反射法地震探査。	探査	カ合衆国
SORROND-8692	ドロンニング・モード・ランドのセール・ロンダーネ山地	日本南極調査遠征隊 JARE28 及び JARE32 による重力探査機及び電波音響探査測定によるセール・ロンダーネ山地中央部の氷河谷断面面積分布。	地上ベース RES 及び重力探査	イギリス (日本?)
RUTFORD-9193	エルスワース・ランドのラトフォード棚氷	1991-92 年及び 1992-93 年シーズンのラトフォード氷河川における BAS 地震探査。調査は時間及び資源によって異なる 3 つの震源を用いて抵抗線上に集中して行われた。	反射法地震探査	イギリス
DOMEC-9293B	ウィルクス・ランドのドーム C	イタリア南極プログラム (PNRA) によるウィルクス・ランドのドーム C における地上ベース RES 調査。Snocat(rover) から 50km×50km 格子 (線間隔 10km) において 21 の分布調査が行われた。	地上ベース RES	イタリア
WILKES-6163	ウィルクス・ランド	1961/62 年及び 1962/63 年シーズンにウィルクス基地からポストークへの経路で行われた ANARE 反射法地震探査。データは海岸から 300 マイル内の測点に限られている。	反射法地震探査	オーストラリア
ROOSEVELT-9697	ロス棚氷ルーズベルト島	1996/97 年シーズンのルーズベルト島におけるアメリカ合衆国による地上ベース電波音響探査。ワシントン大学地球物理学部によって行われた。8 箇所の分布を含む。	地上ベース RES	アメリカ合衆国
ロンネ-8284	ロンネ棚氷	1982/83 年及び 1983/84 年シーズンのロンネ棚氷における BAS 地球物理学遠征隊。棚氷 3,500km 上の 384 箇所で氷厚の地震及び RES 測定を行った。	反射法地震探査及び RES	イギリス
ELLSW-PEN-8587	エルスワース・ランド及びジェームス・ロス島	1985/86 年及び 1986/87 年シーズンのエルスワース・ランド及びジェームス・ロス島における BAS 地球物理学遠征。185 箇所で地震及び RES による氷厚の測定を行った。	反射法地震探査及び RES	イギリス
BERKNER-9899	ロンネ棚氷	1998-99 年シーズンのロンネ棚氷バークナー島南西端周辺で行われた BAS 地震調査。	反射法地震探査	イギリス
SAE-7075	エンダビー・ランド	エンダビー・ランドにおけるソ連南極遠征隊 (SAE16-20) の反射法地震探査。プリンス・Olaf 海岸に沿って 290 箇所の測点を取った。	反射法地震探査	ロシア
SAE-7174-	アメリー・棚	ソ連南極遠征隊による東南極における	反射法地震	ロシア

2	氷のランバート氷河	地震調査 (1970/71-1983/83)。	探査	
KGI-9597	キング・ジョージ島	1995年12月及び1996年12月-1997年1月のロシア-ブラジルによる地上ベース RES。中央周波数 (Acentral frequency) 40MHz のモノパルスレーダ及び航法には GPS を用いた。レーダによるデータはオシロスコープ C1-73 及び写真用カメラを使用しフィルムに記録した。	地上ベース RES	ロシア

3.0 代替案

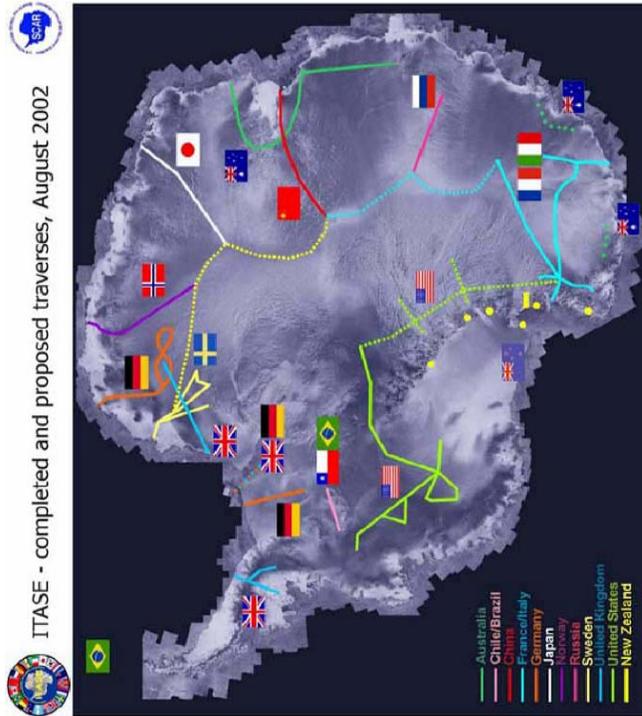
3.1 はじめに

地上トラバース能力の開発と実施に関し USAP は数件の選択肢を分析した。さらに「何もしない」又は現状維持の選択肢、及び把握したが検討外となったため詳細な分析を行わなかった可能な代替案についても本項で議論する。

計画活動の主要な目的は、USAP 施設を補給する既存の USAP 空輸能力と共に使用され得る地上トラバース資源を開発し、南極の科学研究又は高度な地上ベース調査活動の基盤を提供することである。毎年、既存施設への補給、一時的な現地科学野営地の建設又は閉鎖、数多くのフィールド・サイトで行う科学調査のその他の特別な支援に物流支援が必要となる。地上トラバース及び航空輸送機能は異なる利点を持つため、USAP の年間物流支援、ニーズ及び研究必要条件を満たす場合に、双方とも必要な要素となることが予想される。航空支援と共に地上トラバース機能を使用することは航空機資源への依存の削減、USAP 施設（南極点を含む）における科学的知識拡大の機会増加、及び資源節約（ここで示す物流トラバースの事例は、南極点への航空機による物資輸送に比較して燃料消費量が 40%削減される）といった多くの利点をもたらす。

本 CEE の補給任務に用いる地上トラバースの考えられる環境影響を評価するため、マクマード基地と南極点間の地上トラバース経路を第一の事例として選択した。最適構成でのアムンゼンスコット南極点基地への最適な補給トラバースに関する一定の条件（例えば経路、輸送条件）の分析を付録 A に示す。アムンゼンスコット基地を支援できる使用可能な航空機数が限られること、及び地理的南極点で行う科学的活動の拡大のために、補給任務に関する地上トラバース能力の開発は USAP にとって最優先課題である。

科学トラバース及び地上ベース調査の考えられる影響を評価するため、USAP が行った国際南極横断観測計画（ITASE）のトラバースを代表例として選択したが、今後の科学トラバースは計画する研究の固有な目的に合うようそれぞれ計画されることになる。付録 B に最近の ITASE トラバース任務に関する詳細な記述を示す。



第3.2項から3.7項では、補給に関する地上トラバースの運営について本CEEで検討する様々な代替案を把握した(表3-1)。この作業は物流トラバースの第一の例(マクマード基地と南極点間)の達成に無理のないものとなっている。しかしながら、今後の研究計画における技術範囲は科学関連トラバース活動又は地上ベース調査の採用によって特別に計画されるため、科学トラバースに関しては、提案通りに研究を行うか、又は全く実施しないか以外には適切な代替案は存在しない。従って、検討した唯一の科学関連トラバース代替案は代替案A、即ち実験的調査計画で示した最適な条件下でトラバースを行うことである。第3.8項は、把握したが検討しない代替案を示す。

表3-1. 本環境影響評価で検討する活動の代替案

代替案	詳細
A	最適構成条件
B	最低頻度条件
C	程度削減条件
D	最小現地支援条件
E	既存経路使用条件
F	計画不実施(現状維持)

3.2 代替案A—最適構成における移動能力の開発及び実施(優先案)

補給トラバース

この代替案では、効果が最も得られるよう空輸支援と共に地上トラバースの構成要素及び運営した場合に、選択したUSAP施設に物流支援を行うよう地上トラバース能力を開発するものとする。最適に構成する補給トラバースは、輸送する貨物のタイプにあわせて地上輸送と航空機とを現実的なバランスにすることによって行う。このバランスがとれるよう、貨物輸送の必要

条件に合うようにトラバース経路、各トラバースの時期及び頻度、及び輸送機器の構成を準備設定することになる。最適構成での補給トラバースは、適切な計画・大きさの機器を使用して、改良して、標示した経路上（例えば GPS 座標、旗）を比較的定期的（夏季ごとに数回の往復）に行うことが予想される。

考えられる環境及び運営上の影響を把握及び評価するため、南極点への最適構成での補給トラバース輸送機能の使用に関し、計画特性及び仕様を検討した（付録 A）。この調査で示した条件を用い、最適構成での補給トラバース（代替案 A）は、マクマード基地からアムンゼン-スコット基地へ各夏季につき数回の貨物ソリを牽引したトラクター車隊から成るものである（表 3-2）。南極点補給シナリオでは、往復（又は周遊）3,500km を行うには約 30 日必要であり、概して 10 月後半から 2 月中旬にかけて南極点の夏季に行うものとする。

表 3-2. マクマード基地からアムンゼン-スコット基地への最適構成での補給トラバースに関する予測統計（代替案 A）

シーズンごとの周遊数（即ち年）	周遊ごとに貨物ソリを牽引するトラクター一台数	周遊ごとに輸送される貨物[各年] (kg)	トラバースにおける燃料消費量（リットル/年）
6	6	133,000 [800,000]	750,000

他の最適構成での補給トラバースに関する詳細は、目的地、輸送貨物のタイプ及び量、及び望まれる又は必要とされる経路による。本 CEE で評価したもの（すなわち、ロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原）とは環境条件が顕著に異なる地域をトラバースする経路は、補足的な環境レビューが必要となる。

最適構成のトラバースでは、周遊旅程の帰路に用いるために、トラバース経路に沿いの指定地域で燃料又は貨物の一時的貯蔵が必要となる可能性がある。マクマードから南極点への補給トラバースの例では、トラバース車両の燃料の一部を経路沿いの貯蔵所 1 又は数箇所に一時貯蔵することとなる。代替的には燃料はこれらの貯蔵所に空中投下して保管することも可能である。次の周遊移動を容易にするため、トラバース機器は支援基地又は周辺施設に戻すこととなる。しかし、ある場合には、一部の機器又は貯蔵物を、その回収を確実にし環境への物質の放出を防止する確立した手順を適用して冬季間現地に残すことが実用的であると考えられる（参考文献 1）。さらに、安全なトラバース運営を確保するため、トラバース経路は周遊又は支援部隊による定期的管理（例えば地表の整備、クレバス探知及び緩和措置）を必要とする可能性がある。

科学トラバース

USAP 地上トラバース能力の計画は、現地科学調査活動の基盤として用いる可能性がある。最適構成（代替案 A）での調査トラバースは、実施する調査のタイプ、調査人員数、トラバースの期間及び経路で構成される。可動性及び効率性を向上するため、燃料又は他の物資の空中投下、航空機による輸送、又は別の補給トラバースによって現地に一時貯蔵することが考えられる。最適構成での地上ベース調査は、概して科学トラバースと同様、目的とする調査に合わせて計画及び構成した機器を使用し、単一又は複数の固有の経路に沿って行われることとなる。科学的目的のトラバースは概して調査地域の未開発の経路を用いるが、利用可能であれば補給目的で確立された経路を用いることも考えられる。

USAP が行った 2002-2003 年国際南極横断観測計画 (ITASE) のトラバース (付録 B) は、調査目的で行なった最適構成でのトラバースの例である。このトラバースは内陸高原で行われた一連の多国籍調査トラバースの一つであった。2002-2003 年 ITASE トラバースは、8 箇所の指定地で氷河及び大気調査を行いながら、バード現地野営地と南極点間の 1,250km を 40 日で踏破した。2002-2003 年の ITASE トラバースは 10 台のトレーラーを牽引するトラクター 2 台及び科学者及び支援人員 13 名で未開発経路を進行した。効率性を最大にするため、ITASE はトラバース経路沿いに戦略的に置かれた一連の燃料貯蔵を活用した。

3.3 代替案 B—最低頻度条件下における移動能力の開発及び実施

補給トラバース

この代替案では、地上補給トラバースは代替案 A に述べられているものと同様に設定するが、個別のトラバースがより低い頻度で各夏季シーズンに起こるものとする。マクマード基地から南極点への補給任務を例として、表 3-3 は最大 6 回に対して年間 3 回の地上トラバースの詳細を示す。

表 3-3. 最低頻度条件下におけるマクマード基地からアムンゼン-スコット基地への地上補給トラバースに係る予測統計 (代替案 B)

シーズンごとの周遊数 (即ち年)	周遊ごとに貨物ソリを牽引するトラクター台数	周遊ごとに輸送される貨物[各年] (kg)	トラバースにおける燃料消費量 (リットル/年)
3	6	133,000 [400,000]	375,000

科学トラバース

計画又は年間における科学関連トラバース頻度の削減は、予定する調査の質を著しく妥協することが予想される。従って実現可能ではないと思われる。科学調査トラバースの頻度削減に関しては、本 CEE においてこれ以上の分析を行わない。

3.4 代替案 C—程度を削減する条件における移動能力の開発及び実施

補給トラバース

この代替案では、地上補給トラバースは代替案 A に述べられていると同じ頻度で貨物を輸送するが、各周遊につき最適構成の 6 台ではなく 3 台のトラクターを用いるものとする。マクマード基地から南極点への補給業務を例とし、表 3-4 はこの条件下での運営の詳細を示す。

表 3-4. 程度削減条件下におけるマクマード基地からアムンゼン-スコット基地への地上補給トラバースに係る予測統計 (代替案 C)

シーズンごとの周遊数 (即ち年)	周遊ごとに貨物ソリを牽引するトラクター台数	周遊ごとに輸送される貨物[各年] (kg)	トラバースにおける燃料消費量 (リットル/年)
6	3	67,000 [400,000]	375,000

科学トラバース

科学関連トラバースの条件（科学関連貨物単位及びトラクターの数及び容量）は予定する調査の実験的計画に基づくものとする。調査トラバースのトラクター又は貨物の削減は調査の質を著しく妥協すると考えられる。従って実現可能ではないと思われる。科学調査トラバースの資源削減に関しては、本 CEE においてこれ以上の分析を行わない。

3.5 代替案 D—最小の現地支援を用いての移動能力の開発及び実施

補給トラバース

代替案 A、B、C は、補給トラバースの貨物の有効積載量を最適化するために、おそらく現地貯蔵所、保管所又は野営地の使用を含むこととなる。例えば、任務の帰路に消費する燃料、又は空の燃料容器、又は廃棄物をその後のベース基地への帰路に際して収集するため、トラバース経路沿いに一時貯蔵することが考えられる。現地貯蔵所、保管所、又は野営地をこうした目的に用いなければ、有用な積載（即ち輸送可能な貨物の数量）が減少することとなる。マクマード基地から南極点への補給任務を例とし、表 3-5 は中間貯蔵施設を使用しない条件について要約する。この例では、輸送する貨物量を 4% 減少している。

表 3-5. 最小現地支援条件下でのマクマード基地からアムンゼン-スコット基地への地上補給トラバースに係る詳細（代替案 D）

シーズンごとの周遊数（即ち年）	周遊ごとに貨物ソリを牽引するトラクター台数	周遊ごとに輸送される貨物[各年] (kg)	トラバースにおける燃料消費量（リットル/年）
6	6	128,000 [768,000]	750,000

科学トラバース

調査関連トラバースは現地貯蔵所、保管所又は野営地を使用しなくても機能し得るが、任務の効率性に悪影響を及ぼす可能性がある。例えば、科学及び人員支援機器を牽引するトラクターは出発から任務全体に必要な燃料の全量及び他の資材を輸送することは可能ではあるが、これは基本的に、特に帰路において、旅程の一部を無駄な载荷の運搬に当てる結果となる。代わりに燃料又は他の資材を必要に応じて現地のトラバースチームに空輸することも可能であり、資源の正確な計画及び調整を必要とするが、これは悪天候又は機械的問題に影響されやすい。結果として、現地貯蔵所、保管所、又は野営地の使用しないことは実用的な代替案ではなく、本 CEE ではこれ以上分析を行わない。

3.6 代替案 E—既存経路のみを用いての移動能力の開発及び実施

補給トラバース

この代替案では、USAP は代替案 A に述べられているように最適構成での補給トラバースを行うが、南極における既存の経路のみを活用することとする。現在行われている概念トラバース概念実証が 2007 年までに成功下に達成されると想定すると、唯一使用可能となる USAP の地上トラバース経路は、マクマード基地からロス海棚氷及びレベレット氷河を通過してアムンゼン-スコット基地へ達するものである。表 3-2 は南極点へのこの経路のみを使用する最適構成での補給トラバースについて詳細を要約する。

科学トラバース

理論的には、科学トラバースを USAP 又は他国が管理する南極の既設トラバース経路に限定することが可能である。しかしこうした制限は南極大陸における調査機会を著しく抑制する可能性がある。結果として、科学調査トラバースの経路制限のこれ以上の分析を行わない。

3.7 代替案 F—移動能力の開発及び実施を行わず航空支援のみの使用を継続（計画不実施案）
計画不実施代替案は USAP が地上トラバース能力の開発を行わず、引き続き航空機のみを、選択した USAP 施設及び調査地に対する支援を提供する主要な物流輸送機能として用いることを示す。科学関連調査におけるトラバースは完全に切り詰めるか、又は個々の事例に従って別の環境レビューが必要となる。

3.8 非検討代替案

さらに数件の代替案が検討されたが、技術的な理由から本 CEE における更なる検討対象から除外した。以下の代替案はトラバース位置、機器、及び運営特徴に関して異なる条件を含むものである。

3.8.1 デュモンドデュビルからコンコルディア基地を通り南極に達する地上補給トラバース
フランス及びイタリアは、Prudhomme 岬（デュモンドデュビル付近）の沿岸施設から内陸高原のドーム C 基地（コンコルディア）への物資を輸送するため地上トラバース能力を合同で開発し、現在運営している。アムンゼン-スコット基地への補給における代替案として、USAP がこのコンコルディアへの既存トラバース経路を使用し、コンコルディアから南極点へ新たな経路を開発する可能性がある。この代替案の実施は Prudhomme 岬への船による物資輸送、積荷降ろし及び南極へのトラバースにおける次の輸送のための物資の一時的貯蔵を含む。Prudhomme 岬及びデュモンドデュビルのどちらにも、顕著な拡大をしないでこうしたタイプの運営を支えるインフラが現在ない。さらに「ドーム C」経路は「レベレット」経路の合計距離の 2 倍であり、kg 当たりコストと同様、環境への露出度がより高い輸送結果となる。こうした理由から、この代替案は更なる検討対象から除外することとした。

3.8.2 低排出ガス設備を用いた地上トラバース能力の開発と実施

補給又は科学トラバース任務で使用を検討している機器のタイプ（例えばキャタピラーチャレンジャーモデル 55 及び 95 ; Case Quadrac STX450）は、現在 USAP（及び他の国家南極プログラム）で様々な現地及び基地運営に用いられている。これらの車両はこうしたタイプの用途に適し、極地条件下で信頼性の高い動作を示してきた。USAP はこれら車両タイプを支え管理に必要な訓練された機械工及び部品目録を十分に有する。USAP の全既存車両の入手業務では一貫して、地上トラバースの使用のために調達するトラクターはアメリカ合衆国で取得し、建設及びオフ・ロード車両を対象に厳しくなっているアメリカ合衆国の排気基準に合うよう製造することとする。低排気車両はおそらく利用可能であると考えられるが、力不足又は極地条件下で信頼性があり又効果的に運転できると証明されていない機器は、任務の安全性及び達成に危険をさらす可能性がある。結果として、本 CEE に記載する機器は、予定する使用方法機能性と燃料燃焼効率が機能的に最適な組み合わせとなっているのである。他の機器タイプを選択した場合の考えられる環境上の利点はごくわずかであり、本 CEE における更なる検討対象から除外した。

3.8.3 燃料輸送の最小化

各年 USAP は、発電機、暖房器具、重機及び車両を使用するため、多量の石油燃料、主にディーゼル燃料（JP-8、AN-8）を遠地へ輸送している。この燃料のほぼ全ては現在航空機で輸送し

ている。液体で、ある条件下では環境に移動（即ち拡散、分散）することが考えられるため、燃料は環境に悪影響を及ぼす可能性が大きい代表的な必需品である。地上トラバース又は航空機によって現地に輸送する燃料の量を最小化することを含め、複数の方法で燃料漏れ又は関連の放出が引き起こす環境への悪影響リスクを低減することができる。

燃料は全ての **USAP** 施設の運営に必須のものである。**CEE** に述べられている機器及び手順を使用すれば、地上トラバースによる燃料輸送は航空機による輸送と同様に安全であると予想される。他の物資と同様、燃料輸送に地上トラバースを使用すれば、**USAP** は任務の固有なニーズ及び利用可能な資源を効率的にあわせた輸送機能の組み合わせを最適にする能力を身につけることができることとなる。地上輸送による燃料輸送量の最小化は考えられる環境的危険を削減するとは考えられないため（その一方輸送機能を最適化する能力が低下するため）、この代替案は更なる検討対象から除外した。

4.0 計画活動の記述

4.1 はじめに

ここでは USAP が補給及び科学調査双方に地上トラバースを適用した場合の地上トラバース能力の開発と実施に関する計画活動について議論する。第 4.2 項は計画活動の目的とニーズを示し、可能な地上トラバースの目標と利点についても記述する。第 4.3 項は経路、資源（例えば人員、機器）、運営要素（例えば積載量、日程）、現地物流支援、及びシーズン外活動を含む地上トラバースの典型的な要素を記述する。最後に、第 4.4 項では予期されるトラバース活動の性質及び程度に関する詳細な記述を示す。

計画する地上トラバースは補給であろうが科学調査であろうが（目的と規模は顕著に異なるが）、地上トラバースタイプの双方が、トラバース機器用燃料、同様に最大積載量又は貨物、トラバース人員の生活及び作業場があるソリ又はトレーラーを牽引する複数の動力化トラック車両を使用することとなる。USAP が行うトラバースの範囲は、任務により必要な条件が異なるため、本 CEE で明記することはできない。しかし、考えられる環境及び運営上の影響を把握し評価するため、補給及び科学トラバースの例を挙げた。補給トラバースの例は現在、概念実施の対象となっており（付録 A）、マクマード基地からアムンゼン-スコット基地への燃料及び他の貨物の輸送を含んでいる。2002-2003 年 USAP の ITASE トラバースは数カ国の複数年に及ぶ調査の取り組みの一部であり、こうしたタイプのトラバース活動について考えられる環境及び運営上の影響を示す例としてこれを使用した。近年の ITASE トラバースに関する技術的記述は活動のシーズン終了時の報告書に示されている（付録 B）。

4.2 目的及びニーズ

米国南極調査プログラム（USAP）に従い、米国科学財団（NSF）は南極における地上トラバース能力を促進する開発と実施を計画している。開発の成功と地上トラバースの使用は USAP が物流及び科学的目標を達成をもたらすものである。

地上トラバース能力の開発の主要な目的は、現在の USAP の南極における施設補給の物流支援機能を促進することであり、特に既存の航空資源を補足する、より能力の大きい輸送手段の選択肢を提供することである。地上トラバース資源の開発及び使用は、条件が妥当であれば、物流計画者が航空及び地上トラバース機能を組み合わせて実施することにより、様々な USAP 施設への燃料、貨物及び物資の輸送を最適化することが可能となる。地上トラバース能力は航空機輸送が不可能又は実用的でない場所に USAP が貨物を効率的に輸送することを可能とする。

地上トラバース能力の開発において同等に重要な目的は、南極におけるより高度な地上ベースの科学研究を行う基盤にトラバースの使用が関係することである。国際南極横断観測計画（ITASE）のパートナーとして USAP が行った近年のトラバース活動は、可動施設が支援する地上ベース科学調査の価値を示している。

地上トラバース能力を開発及び実施するニーズは、USAP の既存の空輸支援機能に強く依存することにより生ずる制限に関するものである。現在の空輸支援システムは、航空機数、人員数及び各年の運営に適切な日数に限定されている。結果として、毎年通常、空輸システムは最高能力レベル付近で運営しており、拡大の柔軟性又は機会はほとんどない。USAP の重空輸及び長期間に渡る空輸能力のほとんどは、スキーを搭載した L-130Hercules 航空機により行われている。

アムンゼン-スコット基地はマクマード基地から約 1,600km にあり、LC-130 型航空機のみでの支援を受けている。各 LC-130 型機は 11,800kg までの貨物及び人員を南極点へ輸送する能力を持つ。全シーズンで使用可能な LC-130 型空輸能力のほとんどはアムンゼン-スコット基地への補給、特に燃料輸送で占められる。燃料を輸送する際、LC-130 型機は飛行毎に基地に補給するより多くの燃料を実際は消費している。補給トラバース例を用いると、航空機 1 機に比べ、トラクター 1 台は、ほぼ同量の燃料消費で南極点へ各往復につき多くの物資（ほぼ 2 倍）を輸送する。特に補給物資の迅速な輸送がしばしば不要であるときにも、限られた航空機資源の多くを南極点への燃料及び貨物の輸送が占めている。

地上トラバース及び空輸の方法はそれぞれ異なる利点があるため、任務及び環境条件の特定ニーズによって双方が USAP の物流及び科学的目標の達成に必須要素として使用されると予想される。以下は USAP がしっかりとした地上トラバース能力を開発する目的及びニーズに関する詳細を示す。

4.2.1 現況の空路による物流支援システムの記述

各年、USAP は科学調査活動に対する物流支援及び直接支援のため、南極において無数の航空機を操業している。USAP が南極で運転する航空機には、重量及び大容量の貨物任務を行うスキーを搭載した LC-130Hercules 及びスキー搭載の Dehaviland Twin Otters がある。回転翼機も運転しており、主にマクマード地区及びドライ・バレーにおける任務に使われている。これらの航空機の全ては概して 10 月から 2 月にあたる夏季の運営シーズンにのみ飛行する。

一般的に、科学調査活動のベースとして使用される、より規模の大きい現地野営地はスキー装備した航空機が安全に接近可能な積雪地に建設される。より規模の小さい現地野営地（即ちテント）又は調査地では、航空機又は支援基地又はベースキャンプから操業する通常小型トラック車両（例えば LMC Spryte、Kassbohrer Pisten Bully、スノーモービル）といった地上車両によって支援することがある。さらに、いくつかの野営地では LC-130 型機による空中投下を通じて戦略的位置に定期的に補給を行っている。

過去数年に、USAP は年平均 400 回にわたる大陸内 LC-130 任務を行った。内訳は南極のアムンゼン-スコット基地への 280 回及び他の様々な野営地を支援するための 120 回となっており、総飛行時間は約 3,000 時間であった。概して Twin Otters が年間 1,000 時間（又は 200 任務）の飛行支援を無数の積雪地で行い、一方回転翼機は主にマクマード地域及びドライ・バレーにおける 1,500 時間の飛行支援を行った。

LC-130 型機は USAP が使用可能なスキー装備航空機の中で最も大きなものであり、毎年アムンゼン-スコット基地に補給を行う唯一の資源である。又 LC-130 型機は他の USAP 施設及び南極内の様々な場所に科学計画への物流支援を行っている。通常こうした支援は、選定した野営地及び調査地（例えば無人観測所、長期滞留空気球回収）を含む年間 10 箇所に行い、人員、物資、機器、及び燃料の輸送及び回収を含む。さらに LC-130 型機は、様々な調査又は運営計画のニーズに応じて選定した場所に対し、日常的に燃料ドラム又は他の物資の空中投下を行っている。Twin Otter も現地の無数の場所に物流及び科学支援を行っている。LC-130 に比べて限られた輸送能力のため、Twin Otter の主要な任務は、より小規模な施設への支援又は様々なタイプの空中モニタリングを行うことである。

4.2.2 空路による物流支援の限界

USAP の空輸物流支援システムは、運営期間、貨物輸送規模及び能力、環境条件、人員制限（例えば隊員、地上サポート）を含む様々な制約を受ける。LC-130 型機の安全積載能力は 103 m³ の貨物スペース（長さ 12.3m、幅 3.1m、高さ 2.7m）、航空機の翼内タンクに貯蔵する 14,500 リットルの燃料を含む積載可能量 11,800kg に制限される。アムンゼン-スコット基地の年間補給は科学計器、建設資材、重機、基地運営物資の輸送を含むことがある。現在、これらの資材輸送は LC-130 型機の貨物容積及び重量により制限をうける。進行中の基地再建設に用いられる建設部品は LC-130 型機に収まるような基準寸法及びサイズにデザインされる。科学調査計画用に南極点へ輸送する機器は航空機のサイズ制限に合うようデザイン及び構成されなければならない。例えば、Project Ice Cube で提案されたニュートリノ望遠鏡、即ち長さ 8m の望遠鏡は、LC-130 型機に収納できるよう部品を解体しなければならない。

最近の記録に基づくと、USAP で現在使用可能な LC-130 型機は夏季シーズンに 400 回よりやや多い回数を飛行することができるが、天候又は他の要因による不可避の遅延又は延期により通常はこの数字よりも低い。アムンゼン-スコット基地の補給は LC-130 型機に完全に依存しているため、使用可能な LC-130 資源の大部分をこの目的に配しなければならない。各夏季シーズンに使用可能な残りの LC-130 は他の科学支援任務に用いることもあるが、こうした LC-130 資源への需要はしばしば能力を超えている。結果として、LC-130 資源の利用が、南極における南極点及び大陸の他の場所双方での新たな科学計画の開始を制限している可能性がある。

南極点への年間 LC-130 型機能力の大半は、基地の安全運営の継続に必需である燃料輸送に用いられる。エンジンを 4 機搭載した LC-130 型機は、マクマード基地から南極点への往復に際し、輸送できる（約 14,500 リットル）よりも多くの燃料（17,200 リットル）を消費する。南極点への予定飛行は悪天候、極端な気温、又は他の予期しない条件（航空機維持管理）によって定期的に遅れることがある。遅れたフライトは、特に接近が困難な冬季の 250 日間のために、南極点での運営維持に必要な最小量燃料及び他の物資の輸送の埋め合わせをしなければならない。LC-130 型機は今まで常に南極点の USAP 運営に必要な燃料を輸送してきたが、現在のアムンゼン-スコット基地への補給について他に交通の手段がないため、他の場所への別の貨物又は任務はしばしば妥協しなければならない。

4.2.3 地上トラバースの利点

USAP による地上トラバース能力の開発及び使用は、USAP 施設及び科学調査の取り組みに対し、航空機の物理的制限を受けない物流支援を行う代替的及び実行可能な手段を提供することになる。さらに、USAP は現在十分なトラバース能力を持たないが、可動の地上ベース調査を含む新たな科学計画は、空輸支援又は既存資源を併用する移動能力に頼らず、こうした目的に合うよう最適に構成した機器を用いて行うことができると考えられる。USAP における移動能力の開発及び使用は既存の航空物流支援システムを代替するためのものではなく、現在の空輸資源を補足し、各交通機能の利点を効果的に発揮するものである。

4.2.3.1 確実性の増加

多様化した物流支援システムの一部としての地上トラバースの使用は、USAP に対し、現在航空機のみによるものより、さらに高いレベルの信頼性を提供することになる。様々な環境条件（例えば、風、雪、極端な低温）が航空機の安全操業に影響する可能性があるため、離陸地、目的地、又は航路上で悪天候となるとフライトがしばしば遅延又は中止になる。地上トラバース機器の安全操業は、航空機に比べて悪天候に対してより耐性があるため、トラバース

活動は顕著な遅延又は中止のリスクレベルを小さく予定することができる。南極内陸部への輸送を二重の能力を有することによって、現行システムの単一障害によるリスクが大幅に減少する。

4.2.3.2 資源の節約

空輸支援と併せた地上トラバース能力の使用は、USAP の燃料、労働時間、及び関連の支援サービスを含む資源節約につながる。南極点補給トラバースを例に用いると、貨物トレーラーを牽引するトラクター1台はLC-130型機1機の約2倍の貨物をほぼ同量の燃料で南極点へ輸送することができるかと予想される。特にマクマード基地から南極点へ輸送される100,000kgの貨物につき、トラバース機器は約90,000リットルの燃料を消費する。同じ量の貨物をLC-130型機で輸送するには、8.5回の飛行で150,000リットルの燃料を消費する。航空機はトラバースよりも遥かに迅速に貨物輸送できるが、トラバースによる輸送では燃料を節約することができる。

南極点からの地上トラバースは、アムンゼン-スコット基地で発生した廃棄物を最終的にアメリカ合衆国で分解（retrograde）、処理することに備えて、マクマード基地へ輸送するために用いることもできる。近い将来に南極点で生じる廃棄物は、南極点基地近代化（SPSM）計画による古い基地の解体で生じる重く大きな破片が含まれると予想される。このような場合にトラバースを使用すると、より大きな部品を解体し、又特にLC-130型機で発送するよう廃棄物を準備するために必要な資源を削減することとなる。さらに、物資又は廃棄物の輸送にトラバースを使用する場合は、トラバース人員が貨物を扱うようになるため、アムンゼン-スコット基地及びマクマード基地で貨物を扱うために通常使用される資源が自由になる。

4.2.3.3 航空機資源への依存の削減

トラバース能力の開発と使用は、補給又は科学支援任務に注がなければならない任務回数及び関連する飛行時間を削減することにより、USAPの航空機資源に対する依存性を減少することになる。南極大陸の様々な場所への支援の提供に使用可能な航空機及び人員数は限られており、こうした資源は概して最大能力近くで運営されている。

USAPの空輸資源をトラバース能力で補足した場合、貨物100,000kgの輸送につき約8.5回の飛行任務を削除し、飛行任務回数の削減又は、他の使用目的にLC-130資源を再計画することが可能となる。

4.2.3.4 南極における科学研究実施の機会増加

地上トラバース資源の使用可能性は、USAPが地上ベースの調査を含む南極大陸全体の様々な科学調査計画を確実に支援することができる。南極の戦略的地域において収集した地上ベースのデータは、伝統的にリモートセンシング源（例えばレーダーサット、ランドサット、米国国防省画像）からのみ入手可能であった氷河、地質、気候及び大気の特徴について空間及び時間的な変化の記録に利用できる。科学界は南極におけるこうした調査の実施にすでに関心を示している（参考文献2）。

USAPは、既存のUSAP資源を用いて、過去の様々な地上ベースの科学調査又はトラバース調査計画を支援してきた。これらの任務は通常成功してきたが、調査活動はしばしば固有の使用に最適化されていない、又作業を複雑にする可能性のある機器又は人員を用いて行われた。トラバース能力の開発は、USAPが将来の地上ベースの調査計画に関して効率的な支援に用いる適切な資源及び経験を確実に手にいれることができる。

4.2.3.5 南極点における科学領域拡大の機会増加

USAP の既存の空輸資源と共に、南極点への地上トラバース能力の使用可能性はアムンゼン-スコット基地で行われる新たな科学調査計画の範囲を拡大する機会をもたらす。現在、南極点における全ての科学計画は LC-130 航空機が基地に輸送した機器及び施設を用いて行われている。全ての貨物は航空機の大きさ及び重量制限に合うものでなければならない。地上トラバース能力の使用の可能性は、輸送できる貨物の形式が拡大することとなる。

4.2.3.6 他のフィールド地における科学に対する物流支援提供の機会

USAP の既存の空輸手段と共に、地上トラバース能力は、隔離されたフィールド地の科学調査計画の支援に、使用可能な最も効率的な交通機関を選択する自由度を USAP にもたらすこととなる。現在、より規模の大きいフィールド野営地は使用できる航空機 (LC-130、Twin Otters) で、一方、より小規模なフィールド野営地は安全に接近可能な場所に限って回転翼機又はトラック車両 (例えば Tucker Snocat、LMC Spryte、Kassbohrer Pisten Bully、スノーモービル) で設立している。新たな調査計画のそれぞれのニーズに応じて、地上トラバース能力は必要な資材を輸送し又科学調査を支援する、という効率的な機能を提供すると考えられる。

4.3 補給に対する地上トラバースに係る記述

補給トラバースは一般的に 2 つの主要施設 (例えば基地) 間において、おそらく中間停止地点で行われ、設置、標示、改善した経路 (例えばクレバスの回避、整備道) に沿い、複数回使用すると推測される。補給トラバース活動には、機器、人員、運営要因、現地物流を含むこととなる。こうしたトラバースの条件はトラバースのある固有の目標に合わせることとなる。

4.3.1 移動経路

一般的に、補給任務に使用される経路は定期的な安全かつ信頼性を持って再利用できる道として開発されると予想される。こうした種類の経路の開発には、埋設によるクレバスの危険の緩和、道の標示、及び貯蔵所又は一時的な保管所及び休憩所の設立を含む。補給トラバース経路は違う目的地に向かって設置された道の利用を含む。

現在マクマード及びアムンゼン-スコット基地間で可能なトラバース経路を評価するため、概念実施の研究が行われている。仮に可能と考えられた場合、概念実施経路は、予想計画ルートは 4 つの異なる地域に分けられる。即ち、1) マクマード棚氷及びロス棚氷間の「せん断帯」、2) ロス棚氷、3) レベレット氷河、4) 内陸高原である。概念証明経路は氷雪地域を通過するが、乾燥地、季節的海氷 (海洋)、野生動物地域、又は南極特別保護地区 (ASPA) を横断しない。考えられるトラバース経路が、本 CEE に記述されるものとは異なる環境条件で通る場合、補足的な環境レビューが必要となる。

安全な運営を確保するため、各トラバース経路についてリモートセンシング (空中又は衛星写真)、地中レーダー探査装置 (GPR)、又は赤外線写真を用いてクレバスの危険を調査する。仮にクレバスが確認された場合、クレバス地域の周囲に経路変更して回避、又は現地の氷雪で埋設することで危険を避ける。クレバスは、時に爆発物を使って、表層のスノーブリッジを除去し、穴を雪氷で埋め、トラバース機器を支えるに十分な幅の安定した道を建設して危険を避ける。クレバスを無事に回避又は緩和した場合、道は整備して安全な経路を標示するため旗を立てる。吹きだまった雪の除去、再整備、再び旗を立てるなど定期的にトラバース経路を維持管理する必要が考えられる。

4.3.2 資源

地上補給トラバースに必要な資源には、機器、人員、支援施設及びサービス、燃料、及び物資を含む。各代替案で利用する資源の量は、トラバース運営と同様に環境影響の性質及び範囲に影響を与えると考えられる。

機器

補給トラバースに使用する機器は、一般的に一連のトレーラーを引くトラクター隊以外にない。トラバースに用いるトラクターのタイプは任務の条件によるが、最大積載量のソリをそれぞれ静止摩擦力が小さい環境で牽引しなければならない。もしあるトラバースの経路の全体が開発及び標示されていない場合は、トラバース隊は GPR クレバス探知機器及び整地機 (groomer) 又は陸上機等のトレール整備機器を装備すると予想される。

マクマード及びアムンゼン-スコット基地間の地上補給トラバース能力に関する概念評価が行われているが、その中では現在 Caterpillar Challenger 95 及び Case Quadtrac STX450 を含むトラクター数タイプの有効性を評定している。これらのゴム製トラックの農業トラクターのいずれもマクマード基地から南極点へ総有効積載量 (総重量から自重を差し引いたもの) 約 43,000kg のトレーラーを牽引し、20,000kg 以上の貨物を輸送することができると見積もられる。

最適構成でのトラバースにおける各トレーラーは、タンク入り燃料、インターモダルコンテナ貨物、及び大量貨物等の貨物タイプを収容するため特別にデザインされることとなる。不要な自重を削減するため、トレーラーは規格内及び規格外積荷の双方について安全輸送が可能となる骨格のデザインを採用する。規格内積荷はトラバース人員の支援施設となるインターモダル貨物コンテナを含む。

燃料輸送用のトレーラーは、トレーラーの重心高を最低とし、モジュール又は不安定な積荷もトレーラーに置くことができるよう製造する。燃料タンク及び他の危険資材コンテナは、取り扱い及び輸送の影響から内容物を保護するのに適した材料を用いて製造する。燃料タンクは二重の封じ込め又は同等の漏出防止手段を装備する。

スレーブ又はリモート運転技術は、先頭のトラクターを一人の操縦士が運転し、残りの 1 台又はそれ以上のトラクターを無人のままとし、電気で連結するものである。これを使用することは、実行可能な選択肢である。

人員

トラクターを操縦し、機器の予防維持及び燃料補給を含むトラバース活動を支援するため、技術を有する人員が必要となる。トラバース周遊の運営人数は、輸送荷重、トラクターの台数、又は距離といった任務のニーズによる。補給トラバースはトラクター1台につき1人の割合、支援野営地の運営技術は可能な又は追加の人員によって賄うと仮定する。トラバース機器の操縦士のうち数人は予防維持及び非常故障状況を扱う技術力のある機械工とする。さらに、トラバース人員の数は、非常応急処置、救急、登山、通信専門家、及び漏出対応訓練といった偶発事故に対する技術を有するものとする。

人員支援モジュール

各補給トラバース周遊は、トラバース期間に必要な含む施設を持つ支援単位とする。例えば、1単位は寝台、食事準備及び食堂を備えた主要生活単位として用いる。次にバックアップ用生活単位は、一回の災難で双方を失うリスクを最小とするため、主要ユニットから物理的に離しておく。主要及びバックアップの生活モジュールは、周遊チーム全体が寝泊り及び食事する能力があり、二重の通信機器を持つものとする。バックアップモジュールは独自の発電機及び飲料水生産の融雪機を保有する。第三の利用モジュールは、主要発電装置（約 30kW）、飲料水精製設備、衛生設備（即ち便所）、及び作業空間を含む。物資及び部品モジュールが必要な場合も考えられる。

燃料及び物資

往復任務に配備するトラクター及びトレーラー各隊は、周遊隊と呼ばれ、自給自足とする。各周遊は、食糧、燃料、潤滑油、維持物資、及び廃棄物コンテナを含むトラバース運営に必要な物資を運ぶ。

貨物コンテナは内容に互換性があり、トラバース中の物理的・環境的条件に構造的に耐え得るものとする。貯蔵食糧及び必要不可欠な衣料物資は遭難の際の全物資消失を最小とするため、2つのモジュールに分割する。ガソリン、潤滑油、及び冷却剤等のトラバース機器又は維持活動に必要な他の物資は、製造業者によるコンテナ又は 208 リットル（55 ガロン）ドラムで輸送及び所蔵する。各周遊には、固体廃棄物、衛生廃棄物（例えば人の排泄物、尿、廃水）、及び危険廃棄物を含むトラバース中に発生する全ての廃棄物の収集、管理に必要なコンテナを装備する。これらの廃棄物は適切な処理及び処分をするためマクマードに持ち帰る。

支援施設及びサービス

各夏季の運営期間中、機器保管、貨物管理、一時的人員寝泊、機器・維持及び修復、及び廃棄物管理サービスを提供するため、トラバース活動は 1 箇所以上の支援基地又は周辺施設の施設及びサービスを活用する。冬季には、全てのトラバース機器を維持及び保管のためマクマード基地に持ち帰ることになると予想される。マクマード基地は USAP の最大規模の施設であり、中心となる物資ハブである。

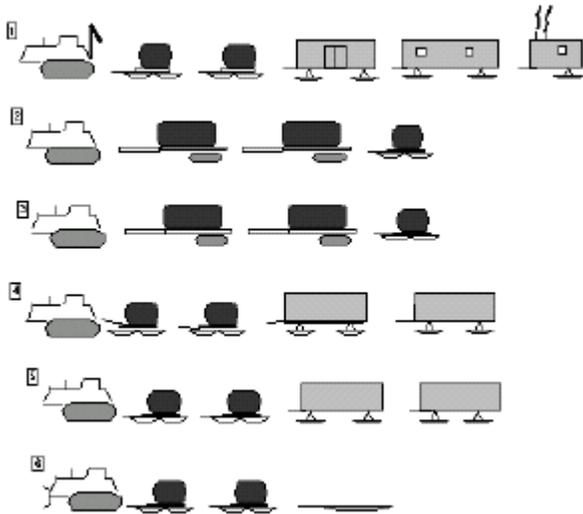
4.3.3 運営要因

補給トラバース運営のパフォーマンスは、周遊構成、貨物荷重、及び旅行時間を含む一連の運営要因に支配される。

周遊構成

トラバース周遊の構成には、トラクター数及びタイプ、トレーラー、ソリ、及び貨物輸送に用いる他の特別な機器を含む。各周遊は輸送予定の貨物と同様、人員モジュール、燃料、及びトラバースの運営に必要な物資のタイプ及び量を収容するよう構成する。輸送効率と安全性を考慮し、どのトラバース周遊においても最低 3 台のトラクターを用いることが予想される。図 4-1 は補給トラバースにおけるトラクター 6 台の周遊構成の例に関する概要図を示す。

図 4-1. 典型的な補給トラバース周遊の構成



貨物積載量

補給任務に出発する各トラクターは、貨物の重量、容積及びトラクターの性能に基づいて最適に構成した有効積載量を運搬する。マクマード基地を出発する各トラクターの最大有効積載量は、マクマード基地から南極点への地上トラバースを例とすると、トラクターの自重、ソリ、及び貨物コンテナを除いて約 43,000kg となる。マクマード基地と南極点間の往復トラバース任務で消費する燃料の量を考慮すると、各トラクターは約 20,000 から 27,000kg の貨物を運搬することができる。

移動時間

往復補給トラバースの達成に必要な移動時間は、移動距離、機器のパワー及び摩擦、貨物積載量、クレバス、雪の条件、トラバース経路の傾斜、及びトラクターのパフォーマンスといった環境条件を含む多くの要因に影響する。トラバース人員が貨物を輸送できる 1 日の時間もトラバース任務の総期間に影響を及ぼす。

1 日 12 時間運転すると仮定して、マクマード基地から南極点への補給トラバースの例では（付録 A）、マクマード及び南極点間の往復は 1 ヶ月との結果となっている。

4.3.4 現地物流

効率的なトラバース運営には、人員支援モジュールの運営及び機器の燃料補給及び維持を含む様々な物流支援機能の使用が必要である。さらに、燃料貯蔵所及び物資保管所は、資源が必要な時のみアクセスするだけでなく、トラバースチームが全経路で資源を輸送する必要がない時も利用できる。

人員支援モジュールの運営

運営隊員を対象とした人員支援モジュールは、各トラバース任務をあわせたものである。これらのモジュール施設は、一日の終わりにトラバースが停止した際に必要な人員支援設備を提供する。天候又は機械的問題で遅延しなければ、毎日トラバース経路に沿いの様々な場所でこうした施設は運営されると予想される。

支援モジュールには、台所、寝台及び衛生施設、空間暖房機器、水精製機器、約 30kW の持ち運び可能な発電装置、及び廃棄物保管コンテナを含む。バックアップ施設を 1 式準備する。モジュールはワークショップ及び機器維持のための資源を装備している。

トラバース機器の始動中に発生する全ての廃棄物は 45CFR§671 に従って取り扱い、USAP マスター許可証（参考文献 3）の報告目的のため記録を行う。トラバース活動中に発生する全ての非危険廃棄物及び南極危険廃棄物は、コンテナに収め、その後の処理及び処分に備えて支援基地又は周辺施設へ持ち帰る。衛生廃棄物は、コンテナに収めるか、45CFR§671 及び USAP マスター許可証で許可されている通り、積雪地に流す。

機器の燃料補給、維持、及び修理

各周遊では、トラクターの燃料補給及び最低限基本的な維持を現地で行うための資源及び機器が含まれる。使用が予想される機器のタイプ及び予想される燃料消費を考えると、トラクターは最低 1 日 1 回燃料補給を行うと予想される。環境への事故放出（漏出）を防止するため、トラバース隊員は燃料補給及び維持液体について特別な取り扱い手順に従って、燃料配分機器及び状況に適した封じ込め装置（ドリップ皿、吸収剤）を用いる。

特定のトラバース任務が長い場合、軽微な機器維持活動が現地が必要となる。提案された機器の証明済み信頼性を考慮すると可能性は少ないが、機器の中には故障しトラバースチームが修理できないことがあることも考えられる。こうした際には、航空機で現地に配備した部品及び機械工を用いて使用できなくなった機器を修理する；機器をトレーラーに積み、支援施設に牽引する；又は他のトラバースチームが故障した機器を回収するため現地に置くことができる。

現地貯蔵所

作動効率性を最適化するため、トラバースの重要物資を一時的に現地貯蔵所に保管し、必要に応じてこれらの資材を利用するようにしておくことが便利である。例えば、南極点への補給トラバースの支援に、経路に沿ってトラバース機器の使用燃料を配分することにより各トラクターの積載量を削減することが実用的であると考えられる。これらの貯蔵所は他のトラバース運行又は空輸支援で設置できる。同様に、燃料及び他の物資を全旅程輸送するのではなく、トラバースの帰路の必要な際に利用できるよう、トラバース経路沿いの戦略的位置にこうした物資を残置することが実用的である。

トラバース経路に沿って一時的に貯蔵する全ての物資は、簡単に位置を知りコンテナに損傷を与えずに回収できるよう設置、標示する。配分又は貯蔵した全ての物資は、各夏季のトラバース活動の完了に際し回収することが期待されるが、次の夏季シーズンに備えて一部の物資を現地で事前に分けて配置しておくことが有益であることも考えられる。全ての現地貯蔵所は、「フィールドにおける貯蔵資材の配置、管理、及び除去に関する標準取り扱い手順（参考文献 1）」に従って配置及び管理する。

4.3.5 シーズン外活動

補給トラバース活動の大半は夏季中、特に 10 月から 2 月にかけて行われることが予想される。シーズン外（冬季）の期間、全ての機器をマクマード基地及び近傍に周辺に保管し、機械を車両維持施設（VMF）に保管することが予想される。次の使用に備えて人員支援モジュールを検査し、防寒措置を施し、維持及び再供給しておく。

各運営シーズンの初めには、トラクター、トレーラー、人員支援モジュールを含むトラバース機器を動かし、使用への準備を行い、それぞれ区分しておく。マクマード基地から 10km、永久棚氷上に位置するウィリアムズ・フィールドをアムンゼン-スコット基地へ輸送する補給貨物の実質的な中継基地とする。

4.4 科学調査のための地上トラバースに関する記述

USAP が十分にトラバース能力を開発すれば、南極地域における様々な種類の科学調査を行うために必要な機器、訓練された人員及び物流手順を含む資源を提供することが可能である。一般的に、科学調査の用いるトラバースは特定の調査目標を達成するために選定した地域又は未開発経路を含むと予想される。補給トラバース任務と異なり、調査トラバースは現地で計画した調査を行い、人員及びトラバース機器の支援に必要な貨物のみ輸送する必要がある。科学関連のトラバース活動の説明に用いられる様々な条件には、調査する経路又は地域、用いる資源、運営要因、及び現地物流が含まれる。これらの条件は調査の目標に合うよう最適化される。

科学関連のトラバースが行われる調査活動の全体の範囲は、今後の調査者の目的によって異なるので、本 CEE で計画、分析することはできない。本環境レビューの範囲は、科学調査目的に用いるトラバースを行う過程に重点を置くことを意図する。トラバース中に行う調査の科学的側面から生じると考えられる影響は、他で示されていないければ本 CEE を細分化した環境レビューにおいて評価する。近年終了した国際南極横断観測計画 (ITASE) は、こうしたタイプのトラバース活動に伴う考えられる影響を把握するために利用できる科学関連トラバースの例である (付録 A)。以下は科学関連トラバースの典型的条件を示す。

4.4.1 トラバース経路

科学的目的のトラバース活動は特定の調査目的に合うよう設定した経路を利用することになる。トラバース経路は設定した 2 点間のトラバース経路、巡回経路、又は中心地からの複数の支線で構成される。科学関連トラバースは新たな経路、過去の調査で使用した経路、又は補給任務で使用した経路において行われる。アメリカ合衆国を含む多くの条約国が実際に南極全域で行った過去の科学トラバースの要約を第 2 部に示す。本計画活動では、本 CEE で典型的なもの (例えばロス棚氷、内陸高原) とは異なる環境設定となる科学関連トラバース経路の場合は、補足の環境レビューが必要となる。

科学調査活動のトラバースの大半は、今まで使用したことのない経路を利用し、これらは一度しか使われないものと予想される。各科学関連トラバース経路は、地中レーダー探査装置、赤外線写真、又は他のリモートセンシング手法を通してクレバスの危険に関して探知を行うと予想される。科学関連トラバースでこのような手段が通常使用可能であれば、クレバスの発見及び埋立という一般的な緩和方法ではなく回避することとなる。

4.4.2 資源

科学関連トラバースの必要な資源には、機器、人員、支援基盤システム、燃料及び物資が含まれる。活用する資源の度合は、トラバース運営の有効性、環境影響の性質及び範囲を変更する又はこれに影響を与えることが考えられる。

機器

科学関連トラバースで使用する機器は、一般的に、一連のトレーラー又は他の機器を牽引する2台又はそれ以上トラック車両を占める。機械の大きさは、もし積荷が重い場合は規模が大きくなり(例えばCaterpillar Challenger)、意図する目的に合えば規模の小さい(例えばTucker Snocat、Kassbohrer Pisten Bully、LMC Spryte、スノーモービル)ものとなる。車両又はソリに搭載したトレーラーは、特定の目的(例えば雪氷コア貯蔵)に改造したコンテナと同じように使用すると考えられる。

2002-03年夏季シーズン中に行ったITASEトラバース活動は、科学関連トラバースで使用する機器タイプの一例である。ITASEトラバースでは、人員支援、科学機器、機会作業場用モジュールから成るトレーラー及び食糧、燃料、及び関連物資用コンテナを合わせて10台以上をけん引するCaterpillar Challenger 55トラクター2台を用いた。Challenger 55トラクターは約20,000kgの物資を運搬することができた。

人員

人員数及び科学トラバース及び地上ベース調査の実現に使用する技術は、任務の科学的目標に加え、機器操縦士、機械工、支援野営地運営、応急処置、登山、通信、及び漏洩対応といったトラバース自体の運営上のニーズに基づく。例えば、最近のITASEトラバースでは、現地チームリーダー、科学者9人、技術者、機械工、野営地管理者、料理人を含む合計13人を活用した。

人員支援モジュール

調査及び運営隊員の人員支援モジュールは、各トラバース任務の統合的な部分である。各トラバースは、スタッフが必要な生活支援施設(例えば寝台、食事、ラウンジ)を含む最低限2つの人員モジュールを輸送すると予想される。単一の事故での双方の損失を防ぐため、別々に分離した主要及びバックアップモジュールを準備する。主要及びバックアップモジュールは、トラバースチーム全体に寝台及び食事を提供し、また発電、飲料水精製、暖房、通信機器も有する。天候又は機械的問題で遅延しない限り、こうした施設は毎日トラバース経路に沿い、日々の異なる場所で運営されることとなる。

燃料及び物資

科学関連物資に加え、各トラバースは燃料、潤滑油、維持物資、部品、食糧、他の消耗品、及び廃棄物コンテナを必要とする。運営を最適化するため、科学トラバースは、空輸支援又は事前に準備した補給用現地貯蔵所を定期的に活用することにより、トラバース全体で輸送する燃料及び物資量を最小限とするよう計画されると考えられる。

トラバースで使用する貨物及び液体用コンテナは、その積載内容に構造的互換性があり、トラバース中の物理的及び環境的条件に耐え得るものとする。燃料タンクは二次的封じ込めを装備することが予想される。ガソリン、潤滑剤、冷却剤等トラバース機器又は維持活動に必要な他の物資は、208リットル(55ガロン)缶に貯蔵、輸送する。各トラバース又は地上ベース調査パーティは、トラバース中に発生する固体、危険及び衛生廃棄物を含む全ての廃棄物を収集、管理に必要なコンテナを装備する。

支援施設及びサービス

科学トラバース及び地上ベース調査パーティは、物資、機器又は科学試料の管理を容易にするため、支援基地又は周辺施設の設備及びサービスを活用することとなる。これらのサービスには、機器の保管及び維持、貨物の管理、当座の人員宿泊、及び廃棄物管理サービスが含まれる。

USAP の最大施設かつ中心的供給ハブとして、マクマード基地を主要なトラバース中間地点及び資源施設として用いることが予想されるが、他の場所も二次的支援施設として使うこととなる。例えば、最近の ITASE トラバースでは、バード地上野営地をトラバース中間地および準備に関する運営ベースとして用いた。

4.4.3 運営要因

トラバース条件及び機器荷重

各トラクターは目的とする調査を行うために必要な施設及び資材と同様、トラバース自体を支える人員支援モジュール、燃料及び物資を運搬する。各トラクターが運搬する荷重は、輸送する機器及び資材の量、遭遇する地形、及びトラクターの性能に依存する。

バード地上野営地から南極点への最近の ITASE トラバースでは、各 Caterpillar Challenger 55 トラクターは 1 時間に 29.1 リットルの燃料消費率で約 20,000kg の荷重を牽引する能力があった。

スケジュール

科学トラバース活動及び地上ベース調査のスケジュールは、計画の目標に合うよう設計し、又調査の実施に必要な物流資源のスケジュールと調和のとれたものでなければならない。科学関連トラバース活動では、データ収集活動（例えば現地測定、試料採集）の時間が多様化することが考えられる。このような移動スケジュールは、機器の作動速度及び 1 日の作動時間に影響される。

最近の ITASE では、合計 1,250km の地域を 40 日間で移動し、途中数箇所にて 2,3 日間ずつ停泊した。ITASE のトラバースの一部では、雪の状態によって通常の移動時速 10-12km に比べて低い作動速度（時速 5km）となった。

4.4.4 現地物流

効率的な科学関連トラバースの運営は、人員支援モジュール及び燃料補給資源の運営及び機器の維持を含む様々な物流支援機構を利用する必要がある。さらに、燃料貯蔵所及び物資保管所の利用により、科学トラバースチーム経路全般にわたって輸送する必要はなくし必要な時に必要な資源を入手することができる。

人員支援モジュールの運営

科学及びトラバース作業員の人員支援モジュールは、各トラバース任務の不可欠な部分である。これらのモジュール設備はその日のトラバースが終了した際に、人員のための生活設備を供給する。移動にともない、これらのモジュールはトラバース経路に沿いの様々な場所で日々運営することとなる。天候又は機械的問題又はデータ収集によって停止した場合、数日にわたって居住することとなる。

支援モジュールは、計画スタッフに必要な調理場、寝台、衛生設備、空間暖房機器、飲料水生産機器及び発電機を有する。バックアップ施設も準備する。モジュールは必要に応じて機器の維持及び簡単な機器修理を行う作業場及び資源を装備する。

トラバース機器の運転中に発生する全ての廃棄物は、45 CFR § 671 に従って取り扱い、USAP マスター許可証（参考文献 3）の報告目的のために記録する。トラバース活動中に発生した全ての非危険廃棄物及び南極における危険廃棄物は、更なる処理及び処分に備えてコンテナに収

納して支援基地又は周辺施設に持ち帰る。衛生廃棄物は、45 CFR § 671 及び USAP マスター許可証に許可される通り、コンテナに収納するか、雪に覆われた地域に廃棄する。

機器の燃料補給、維持及び修理

各科学関連トラバース又は地上ベース調査では、トラクターの燃料補給、潤滑油及び冷却剤の追加といった限定しているが基本的なメンテナンスを現地で行うための資源及び機器を含んでいる。使用する予定の機器のタイプ及び関連の燃料消費率に基づき、トラクターは毎日燃料を補給する。漏出等環境への事故放出を防ぐため、トラバース隊員は特別な燃料補給手順に従い、又状況に適切な燃料分配機器及び封じ込め装置（例えばドリップ皿、吸収剤）を用いる。

トラバース任務の長さによっては、簡単な機器維持活動が現地が必要になることが考えられる。計画している機器の証明された信頼性を考慮すると起こりにくいと考えられるが、機器が故障しその修理がトラバースチームの能力を超えることも考えられる。こうした場合には、航空機で現地に運んだ部品及び機械工により作動しなくなった機器を修理する；機器をトレーラに積んで支援施設へ牽引する；又は回収チームが故障した機器を回収するため現地に保管することが考えられる。

現地貯蔵所

運営効率を最適化するため、トラバースの重要物資を一時的に現地貯蔵所に保管し、必要な時にこれらの資材を入手することも可能である。例えば、科学関連トラバース又は地上ベース調査をサポートするため、経路に沿ってトラバース機器用燃料を区分することで各トラクターの有効積載量を削減することが実用的であると考えられる。これらの貯蔵所は他のトラバース活動又は空輸支援によって設置できる。同様に、燃料及び他の物資の一部を全旅程輸送するのではなく、トラバースの帰路に必要な際に入手できるよう、トラバース経路沿いに戦略的に置くことが実用的である。

トラバース経路に沿って一時的に貯蔵した全ての物資は、コンテナを損傷せずに容易に位置がわかり回収できるよう配置、標示する。分割又は貯蔵した全ての物資は、各夏季のトラバース活動の完了時点で回収するが、次の夏季シーズンに備えて資材の一部を現地で事前に計画しておくことが有益であると考えられる。全ての貯蔵所は、「フィールド地に貯蔵する資材の配置、管理及び除去に関する標準運営手順（参考文献 1）」に明記されている通りに配備及び管理する。

4.4.5 シーズン外活動

科学関連トラバース活動の大半は、夏季間、特に 10 月から 2 月までに行われると予想される。シーズン外（冬季）には全ての機器をマクマード基地及びその周辺に保管し、機械は VMF に維持すると予想される。冬季間及び将来に予定する科学関連トラバース活動の準備に、機器を必要な通りに選択、カスタマイズする。さらに、将来の現地貯蔵所の物資を現地へ輸送するために組み立てて、準備する。

4.5 計画活動の性質及び程度

補給又は科学調査任務の利用を目的とした地上トラバース活動は、一般に、トラクターの燃料、トラバース人員の生活及び作業モジュール、貨物及び他の必要物資を有するソリ又はトレーラを牽引したトラック車両を含む。以下は補給及び科学関連目的のトラバース活動の性質及び範囲を示す。

4.5.1 補給トラバース

USAP は既存の空輸資源に加え、選択した USAP 施設への燃料、貨物、物資の輸送を最適化する地上補給トラバース能力を開発、実施することを計画している。一般に、補給トラバースは、標示、改善された経路に沿って日常的頻度で操業するトラクター隊によって構成される。補給トラバースの実施に伴う考えられる環境及び組織的影響を把握、評価するため、アムンゼン-スコット基地の補給を分析の例として選択した。付録 A はマクマード基地からアムンゼン-スコット基地への補給に対するトラバース能力の使用とそれによる既存の空輸資源の補足に関するエンジニアリング分析を提供する。この分析において、トラバースチームの各往復を周遊と呼ぶ。表 4-1 は地上トラバース運営によるアムンゼン-スコット基地の補給の様々な実行可能な代替案の概要を示す。

表 4-1. 予想される補給トラバース運営

代替案	シーズンごとの往復数	貨物ソリを引くトラクター台数	トラバースごとの典型的な輸送貨物量 (kg)	シーズンごとに輸送される貨物 (kg)
A (最適構成)	6	6	133,000	800,000
B (最低頻度)	3	6	133,000	400,000
C (程度削減)	6	3	67,000	400,000
D (最小現地支援)	6	6	128,000	768,000
E (既存経路のみ)	6	6	133,000	800,000
F (不実施)	0	0	0	0

代替案 A-トラバース能力を開発し、日常的な利用と最適構成を実施

代替案 A で行う地上補給トラバースは、既存の空輸支援資源と共に用いるよう最適構成化する。南極点補給トラバースは、概念証明の取り組みで開発した経路を用い、1 回につきトラクター 6 台からなる周遊を年 6 回行うものとする。この代替案におけるトラバースでは、年に最大 800,000kg の貨物及び燃料を南極点へ輸送することができる。

トラバース距離及び経路、予想される機器作動速度、及び 1 日 12 時間の作業シフトに基づき、マクマード基地から南極点への各往復は、完了に約 30 日必要とする。各トラバースの頻度は、アムンゼン-スコット基地の夏季運営が効率的になるよう計画する。南極点への補給トラバース周遊は、マクマード基地から 10 月 20 日から 1 月 15 日にかけて出発すれば、往復を完了するために十分な時間を得ることができる。

各周遊は南極点への輸送を予定する資材の特定なタイプ及び量に合うよう構成する。最適に構成した各周遊では、トラバース運営の維持に必要な機器、燃料、物資を含み約 133,000kg の貨物又は燃料を南極点へ輸送することができる。貨物の荷重は、トラバース経路に沿って戦略的に配置した燃料及び物資の現地貯蔵所又は保管所を利用するため、やや増すことができると考えられる。

南極点補給トラバースの最適構成で、各周遊は 6 人、トラクター 1 台につき操縦士 1 名のスタッフとなる。チームは特別な作業及び非常事態技術に対応できるよう訓練される。リモートセンシング技術を使用すれば 1 台又はそれ以上のトラクターをつなぐことができるので、より少ない人員でトラバースを運営できる可能性がある。

代替案 B-地上トラバース能力を開発し、最低頻度で実施する

代替案 B 補給トラバース活動は、代替案 A と同じ経路及び運営条件で行うが、1 回につき 6 台のトラクターを用いた周遊を年 3 回のみ行うため、少ない貨物を輸送することとなる。この代替案では、USAP のトラバース能力の開発に必要な人員及び機器の最適な使用は行われない。

代替案 C-地上トラバース能力を開発し、程度を削減して実施する

代替案 C 補給トラバース活動は、代替案 A と同じ経路及び運営条件で行われるが、シーズンにつき 6 回の周遊で、それぞれトラクター 3 台のみを使用するため、少ない貨物を輸送することとなる。この代替案は限られた量のトラバース機器しかない場合には実用的であるが、アムンゼン-スコット基地の補給ニーズは運搬可能な貨物量を遥かに超えるため、最適とは言えない。

代替案 D-地上トラバース能力を開発し、現地支援資源使用を最小限にして実施する

代替案 D で行う補給トラバース活動は、最適に構成されるが、現地貯蔵所、保管所又は支援野営地といった現地支援資源の使用を制限する。現地資源の使用の削減により考えられる利点は、USAP 基地の外で危険物質を放置する時間が結局は少なくなることである。この代替案で行われる各周遊は、往復全体で周遊自体の維持に必要な燃料及び資材の全てを常に輸送するよう構成する必要がある。従って最大効率を実行できないと考えられる。

代替案 E-地上トラバース能力を開発し、既存の経路のみを使用して実施する

この代替案では、補給トラバースは最適構成によって行うが、南極における既存トラバース経路のみを用いるよう制限する。マクマード基地とアムンゼン-スコット基地間で考えられる経路は、実施中の概念証明調査の一部として評価しているところである。このトラバース経路が実用可能と決定されれば、他国が使用している既存のトラバース経路と共に補給任務に利用できる。

代替案 F-USAP はトラバース能力を開発しない（不実施案）

不実施案では、USAP が地上トラバース能力を開発せず、補給任務は空輸資源のみを継続して使用する。アムンゼン-スコット基地及び他の USAP 施設へ輸送する全ての資材は、現在物流計画で検討されているものと同様の空輸制限（例えば大きさ、重量、スケジュール、天候、フライト空き状況）を受けることとなる。この代替案では、現在補給任務を目的に計画した空輸資源を新規の地上ベース科学調査活動の支援のために再計画することができない。

4.5.2 科学トラバース及び地上ベース調査

USAP は他国と同様、現地での調査活動を支援するため、科学関連トラバース又は地上ベース調査を現在用いている。USAP は十分に開発したトラバース能力を持たないため、トラバース支援が必要な調査計画は既存の資源を使用した暫定的な提言しかできない。本計画活動は USAP に支援可能なトラバース能力の向上をもたらすこととなる。さらに、新たな科学関連ニーズを支援する USAP の能力の開発及び実施は、空輸資源への依存を削減することが考えられる。

将来いくつかの調査計画の技術範囲は科学関連トラバース活動又は地上ベース調査の利用を目的として特別に計画される可能性があるため、調査を計画通り行うか全く行わないか以外には適切な代替案がない。そのため、この環境レビューは科学関連目的で行われるトラバース及び地上ベース調査に関連する機械的側面（例えば地形攪乱、排気ガス排出、環境への物質の放出）

に伴う考えられる環境及び組織的影響の把握及び評価に重点を置く。雪氷コア、試料採集、モニタリング機器の設置等の科学関連活動の実施に伴い予想される影響は、必要に応じて別個の環境レビューにおいて評価する。

例として、2002-03年 ITASE トラバース（付録 B）は、氷河及び大気調査をバード地上野営地及び南極点間の 1,250km の経路に沿って、及び 8 箇所の指定されたモニタリング地で行った。このトラバースは、科学機器、作業場、人員支援モジュール、燃料及び物資を有する 10 台以上のトレーラーを引くトラクター 2 台で構成された。2002-03 年 ITASE トラバースは、約 40 日間行われ、科学者及び支援人員 13 名で構成された。

科学トラバースの多くは事前に計画した現地支援資源戦略的使用を併用することで最小貨物量で運営するよう計画すると予想される。2002-03 年 ITASE トラバースは、トラバース経路沿いの主要な場所で燃料などの物資の現地貯蔵所に供給するために空輸支援を活用した。これによって科学関連トラバースは遠征全体に必要な燃料などの物資全てを輸送する必要がなかった。将来の調査活動の支援が適切であれば、燃料、機器及び物資を有する現地貯蔵所を複数の運営シーズンにまたがって現地に残しておくことが考えられる。

調査の必要に応じて、移動中及び一時的野営地又はモニタリング地に停止した際に作業所及び人員支援モジュールを運営することとなる。こうした運営に必要な施設には、発電機、暖房、融雪機、及び通信機器が含まれる。全ての廃棄物は 45 CFR § 671 及び USAP マスター許可証（参考文献 3）に記載されている現地野営地運営の手順に沿って収集、管理する。

機器のメンテナンスは、必要に応じて利用可能な資源を使用し科学関連トラバース活動中に行う。一般に、簡単な日常作業又は予防維持のみが行われる。機械の一部の故障がトラバースチームの修理能力を超える場合、修理作業員を現地に飛行機で手配する；機器を支援施設に牽引する；又は機器を現地に保管し、その後の回収のため標示することとする。

5.0 影響を受ける環境

5.1 はじめに

影響を受ける環境にはロス棚氷（第 5.2 項）、南極横断山脈（第 5.3 項）、及び内陸高原（第 5.4 項）が含まれる。トラバース活動がより広い影響を与えることも考えられるため、影響を受ける環境にマクマード基地（第 5.5 項）及び他の USAP 施設（第 5.6 項）の運営、USAP が行う科学調査（第 5.7 項）、及び歴史的資源、文化的資源及び遺産、原生地域としての価値を含む南極における社会条件（第 5.8 項）を含む。影響を受ける環境の記述は初期の環境状態（即ち現在の状況）を表す。

計画活動の結果から行うであろう地上トラバース活動の正確な位置は本 CEE では予測できない。本環境レビューの範囲は、雪氷に覆われた内陸地域（例えばロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原）をトラバースする際に考えられる経路に焦点を合わせる。本レビューの範囲から、特に乾燥地、一時的海氷に覆われた地域、野生生物の生息地域、及び南極特別保護地区（ASP）といった地域を横断、又は近隣を通過するトラバース経路を除外する。本 CEE で特にあつかわない地域で計画するトラバース経路は補足の環境レビューが必要である。

5.2 ロス棚氷

ロス棚氷は南極の東経 155° から 160° 及び南緯 78° から 86° に位置し雪が覆う大規模な浮遊氷河で、南極横断山脈、マクマード棚氷、マリー・バード・ランド、及びロス海に面している（図 2-4）。棚氷は長さ約 965km で 540,000km² の地域にまたがる。棚氷は氷河流と氷河 flow からの流入によって形成され、海岸沿い及びロス海の浅部で接地する。棚氷の厚さは 100 から 900m の範囲である。

マクマード棚氷はロス島のマクマード基地付近でロス棚氷と接している。「せん断帯」は、概して西向きに低速で動くマクマード棚氷と、北向きに高速で動くロス棚氷の間にあり、マクマード基地から約 35km にある長さ 4km の地域である。南極点トラバース概念証明調査の一部として、2002-03 年夏季には機器の安全な通行のため、せん断帯で合計 32 箇所のクレパスを埋め戻した（mitigate）。

マクマード基地で記録された年間平均気温は-18℃で、極値は最低-50℃、最高 8℃である。卓越風向は東風で平均秒速 5.1m（m/秒）である。ロス島の年間平均積雪量は 17.6cm（水当量）。地吹雪が年 1.5m 以上の積雪をもたらすことがある。

5.3 南極横断山脈

南極横断山脈は南極の天然の仕切りとなっている。山脈は長さ約 3,000km で、大陸を西南極（半時計回りに 30° E から 165° W）と東南極（30° E から 165° W）に分割している。南極横断山脈の氷河に覆われた頂上はマクマード・サウンド及びロス海の西岸上、ロス島から 90km に高くそびえている。内陸高原から山脈の割れ目を通して複数の大規模な谷氷河が流れ出ており、その中のいくつかはロス棚氷に合流、又いくつかはマクマード・サウンドに直接流入している。20 近い氷河が内陸高原とロス棚氷とを繋いでおり、Beardmore 及びスケルトンを含む最大級のものは過去に地上トラバースに用いられてきた。

南極横断山脈の卓越風は、ロス棚氷の東風とは反対に、下降カタバ風（重力による）である。山岳地帯の積雪は変化に富み、局地風及び天候パターンに影響を受けている。

5.4 内陸高原

南極の内部は、広大な氷床（即ち内陸高原）の下にある2つの地質学的に顕著な主要部分（即ち東西南極）から成り立っている。東南極は2つのうちで大きい方であり、おおよそアメリカ大陸程度の大きさで、平均厚2,160mの氷床に覆われた大陸地殻から成る。また氷床は2つの大きい部分で構成される。大きい部分に当たる東南極氷床は、大半が海拔以上の陸地にあり、小さい西南極氷床は海拔以下で接地しており、場所によっては海拔-2.5m以上となっている。これら2つの氷床は南極の14,000,000km²の2.4%を除く全てを覆っている。西南極を流れる氷の90%近くは氷床の最も動的でおそらく不安定な要素である氷河流に合流している。南極点では、氷床は深さ約3kmとなり、年間約9mの速度で常に動いている。

大陸内部の気温は極めて低い。地球の最も低い地表温度（-88℃）はロシアのボストーク基地で記録され、南極点の年平均気温は-49.3℃である。南極点で記録された気温は最低-80.6℃から最高-13.6℃である。月別平均気温は7月及び8月の-60℃から12月及び1月の約-28℃である。

内陸部の大半における年間降雪量は5cm未満である。極端に乾燥し低温な大気である内陸高原の表面に雪は積もり、「フィルン」と呼ばれる、表面付近の平均密度約0.3から0.4g/cm³で雪が非常に乾燥した形態となる。雪は深くなるにつれて圧接され地表から約100mの深さで約0.8g/cm³という密度に達して氷河氷となる。極氷床の深さが増すにつれて密度が増し、間隙が圧縮されて比較的割れ目やクラックの少ない非常に透明で均一な氷塊を形成する。

内陸高原では、標高の高さ及び徐々に傾斜する氷床が、たえず吹き予想しやすい風を発生させる物理的環境を有している。南極点は高い大陸氷床によって発生する極高気圧内に位置する。南極点の平均風速は、概して秒速6m以下で、最大瞬間風速が秒速10mを超えることは稀であり、卓越風向はおおよそ40°である。氷床表面を海岸に向かって吹き降る風（カタバ風）は、一般に秒速35mの速さに達し、測定された最高風速は秒速80mを超えている。

5.5 マクマード基地

マクマード基地は南極で最大の施設であり、ロス島ハット岬半島に位置する。基地は調査施設及び関連のインフラから成る100棟以上の建物を含む。基地は年間を通して運営され、夏季間の最高人口約1,200人が生活することができる。マクマード基地はUSAPの主要な物流支援ハブとして使われ、基地の資源は補給及び科学トラバース能力を開発するために必要に応じて用いられることとなる。

地上トラバース能力の支援にマクマード基地が提供する主要な資源には、車両維持管理設備（VMF）及び科学支援センター（SSC）を用いる機器及び車両維持サービスが含まれる。VMFは、累積で年間130,000時間操業するマクマード地域にベースを置く大型から中型車両140台以上の車隊の維持、修理に関与している。SSCはより小型の車両（例えばスノーモービル、LMC Sprytes、Kassbohrer Pisten Bully）及び動力機器（例えば発電機、氷掘削機）の維持、修理を行う。トラバース運営の支援に用いる他のマクマード基地資源には以下が含まれる：

- ・ 一時的な人員支援（例えば宿泊、食事）
- ・ 物資（例えば食糧）
- ・ 燃料（例えばディーゼル、ガソリン）
- ・ 廃棄物管理（例えばコンテナ、処理）
- ・ 天候支援
- ・ 通信支援
- ・ 空輸支援（例えば空中投下、貨物輸送）
- ・ 機器保管（冬季）

5.6 他の USAP 施設

マクマード基地に加え、USAP は、南極点の恒久基地 1 箇所（アムンゼン-スコット基地）、南極半島の恒久沿岸施設（パーマー基地）、恒久支援施設、周辺施設（例えば主要及び副次的な現地野営地）、無人機器設置場所、大陸全体に位置する現地貯蔵所を含む施設を南極で運営している。USAP のニーズに応じて、補給又は科学トラバース任務をこれらの施設に行い、又これらの施設から支援を受けることができる。

アムンゼン-スコット基地は内陸高原の地理的南極点（南緯 90°）に位置し、補給トラバースの供給を受けるか、又は科学関連トラバース活動の実施に関係することとなる。基地は様々な科学活動を支援し、年間を通して居住している。調査及び基地運営の範囲によるが、夏季シーズンの人口は 150 人、冬季人口は通常 50 人以下である。基地は雪上にあり 60 棟以上の建物と様々なタイプの塔、アンテナ、関連の構造物が含まれる。スキーを装備した航空機のために 3,000m のスキー滑走路を維持している。基地への物流支援はスキー装備の LC-130 ヘラクレス航空機によって独占的に行われている。毎年 USAP が操業する LC-130 空輸支援資源の大半は南極点に供給を行うために用いられる。南極点での新たな主要施設の建設は、建設資材の運搬にかなりの航空機支援が必要となった。新施設は完成に近く、輸送ニーズはより低レベルになると予想される。

ウィリアムズ・フィールドは雪に覆われたロス棚氷のマクマードから 16km の位置にあるスキー滑走路であり、夏季間にはトラバース運営の支援に使用することができる。ウィリアムズ・フィールドは滑走路維持、航空機支援、及び燃料の分配及び貨物の取り扱い等の物流支援に用いる一連のスキー搭載構造物、施設及び機器から成り立っている。さらに、ウィリアムズ・フィールドは複数の半恒久的構造物及び大気科学計画を支援するため各夏季に運営する長期滞空気球（LDB）キャンプを有する。ウィリアムズ・フィールドの施設がロス棚氷上のマクマード基地から離れた位置にあるため、貨物の積み降ろし、機器の保管等トラバースの中継的な活動の大半を行う基地として実用的な場所といえる。

各夏季シーズンに、USAP は南極大陸全体のフィールド地で行う科学調査を支援する多くの周辺施設を運営する。これらの周辺施設には以下のものが含まれる：

- ・雪氷地域における主要な現地野営地（通常シーズンごとに 5 箇所、年間 400 人日居住）
- ・雪氷地域における副次的現地野営地（通常シーズンごとに 26 箇所、年間 400 人日居住）
- ・乾燥地域における副次的現地野営地（通常シーズンごとに 16 箇所、年間 400 人日以下居住）
- ・季節海氷又は沿岸地域における副次的現地野営地（通常シーズンごとに 6 箇所、年間 200 人日居住）
- ・現地貯蔵所（通常シーズンごとに 61 箇所、無人）
- ・無人機器設置場所（通常シーズンごとに 123 箇所、無人）

USAP が毎年運営する現地野営地の大半は、構造物（例えばテント）をほとんど保有せず、一時的（即ち 1 又は 2 シーズン）に使用される副次的なものである。無人の現地貯蔵所及び機器設置場所は、通常複数年にわたって維持する。これらの周辺施設の位置は実施する又は支援調査で定めた目標による。

5.7 USAP における科学調査

毎年、地上ベース科学調査がアメリカ合衆国の年間基地 3 箇所のうち 2 箇所（マクマード、アムンゼン-スコット）、周辺施設、及び遠隔のフィールド地において行われ、一方海洋ベース調査は主にパーマー基地において南大洋で操業する調査船から行われる。南極で USAP が支援する計画には、超高層大気物理学及び天体物理学、生物学及び医学、海洋及び気候研究、地質学

及び地球物理学、氷河学、及び長期にわたる生態学的調査（LTER）が含まれる。2002-03年夏季間に、700人近い調査者および特別参加者が141件の計画を行い、その中には西南極における国際南極横断観測計画（ITASE）の地上トラバースベース調査が含まれる（参考文献4）。

科学トラバースは、1つ又はそれ以上の調査地で特化した科学調査又は高度な地上ベース研究の基盤を提供するものである。将来の地上ベース科学計画の内容は各調査者の目的に固有のもので、予測できない。しかし、最近の衛星ベースの研究（例えばレーダーサット、ランドサット）及び空中地球物理学から得られた結果から、近距離における氷河学、地質学、気候学、大気及び他のパラメータの解釈を可能にする特定のデータ収集の必要性があると科学界は認識している（参考文献2）。

5.8 社会条件

南極の社会条件は人間環境を表し、豊かな文化史と同様、広大な大陸の原生地域としての価値等芸術的な資源を含む。南極における歴史的、文化的資源は、多くの国が大陸で行った初期の遠征隊にまで遡る。南極探検の文化史と同様、南極環境のデータ収集によって得られた科学的知識の双方に貢献した著名な地上トラバースの取り組みの概要を第2項に示す。地理的南極点に到達することが20世紀初頭の探検家の主な目的であった一方、大陸の地域を地図に標し、科学的データを収集する試みも重要な目的であった。技術及び効率的な交通手段の発達に従い、南極の多くの場所に訪れ、その後の研究の対象となった。大陸の各部における人類の経験は、南極の文化史に貢献し、こうした歴史の記録において地図、写真、日記及び他の刊行物が重要な役割を果たしてきた。近年では、こうした記録はインターネットの利用で拡大し、地上トラバース等の特化した活動に関した個人参加者の経験も取り込んでいる。こうした試みは将来にわたって継続することが予想される。

いくつかの人間活動は南極探検として記念されている。第7回南極条約協議国会議において、史跡及び記念物の一覧を作ることが認められた。今日では、1978年の南極保全法（公法95-541）に記録され、議定書附属書V第8条にある通り、合計74箇所が把握されている。現在の史跡及び記念物は全て人類の経験に関連するもので、いくつかは科学基地の近隣に位置する。さらに、ロス島地域の歴史的資源は「南極ロス島に関する歴史的ガイド」に記述されている（参考文献5）。

南極の芸術的資源は容易には定義できないが、一般的に原生地域としての価値、又は恒久的な改変または人間活動の明白な証拠の無い地域として特徴づけることができる。設置された基地、現地野営地から離れており、稀にしか人の訪れない土地にある南極の遠隔地域は、訪問者に大陸が遥かなる場所であるという感覚、及び独特な南極環境の体験をもたらす。

6.0 環境影響の記述

6.1 はじめに

包括的環境影響評価（CEE）の本項は、南極における地上トラバース能力を開発、実施する計画活動の結果、又はこれに関連して生じると考えられる影響を把握する。第 6.2 項は考えられる影響を把握、定量化及び評価に用いるデータ源及び手法を議論する。第 6.3 項は計画している地上補給トラバースの実施によって南極環境へ影響をもたらす可能性のある活動の性質及び範囲を記述する。同様に、第 6.4 項は科学関連トラバース活動の実行に伴う考えられる環境影響を把握する。

第 6.3 項及び 6.4 項で述べる環境への考えられる影響には、マクマード基地、アムンゼン-スコット基地を含む他の USAP 施設で生じることが考えられる運営上の影響、又 USAP の科学調査及び歴史的、文化的遺産、原生地域としての価値を含む南極における社会条件に対して及ぼすと考えられる影響が含まれる。地上トラバースの使用によって生じると考えられる他の影響には間接的又は二次的影響、累積的影響、及び避けることのできない影響を含み、これらについては順次記述する。第 6.5 項は USAP における地上トラバース能力の開発と利用によって生じると考えられる全ての予測可能な影響の概要を示す。

6.2 方法論とデータ源

本 CEE の計画活動は、USAP による地上トラバース能力の開発と実施を含む。将来のトラバース活動に関する特定の目的又は経路について今回は断定的に述べることはできない。地上トラバース能力の使用に伴う環境及び運営上の考えられる影響を把握し評価するため、2 件の代表的なトラバース例を分析のため選択した。第一は地上トラバースによるマクマード基地からの南極点のアムンゼン-スコット基地の補給である。第二は 2002-03 年国際南極横断観測計画（ITASE）等の科学関連トラバースの実施である。この 2 例からは、環境及び運営上の影響を与えると考えられる機器及び人員資源、運営要因、現地物流及び他の支援ニーズを含む典型的なトラバース運営を特徴づけるデータが得られる。補給トラバース活動に伴う環境及び運営上の考えられる影響の評価に用いる手法は、*南極マクマード基地から南極点へのトラバース概念証明の開発*と表題がついた「顕著でない、及び軽微又は一時的環境影響に関する環境記録及び結果（参考文献 6）」に述べられているものと同様である。

第 5 章に示した当初の環境状態は、ロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原、及び選択された USAP 施設の計画活動が存在しない現在の状況を述べている。USAP 施設及び航空機を含む物流支援システムの運営によって生じると考えられる環境影響は、米国南極調査プログラム最終補足環境影響評価書（参考文献 7）で既に評価を行っている。USAP は USAP マスター許可証（参考文献 3）でとりまとめたデータを利用して、考えられる環境影響についてさらに継続的なモニタリングと評価を行う。これらの評価では、土地利用、大気質、廃棄物管理、廃水排出、燃料漏出又は環境資源に伴う影響は軽微又は一時的でないが、これらの影響が局地的で環境への重大な悪影響とはならないこと、及び USAP 施設の運営によって人体及び環境への長期、広範囲にわたる顕著な影響はないことを述べている。

補給及び科学関連トラバースの例として取り上げたデータを用いて、環境及び運営上の側面から以下の計画活動による考えられる影響を把握、評価した：

- 雪氷環境への物理的攪乱
- 大気質への物理的攪乱
- 雪氷環境への排出
- マクマード基地運営への影響

他の USAP 施設への影響
USAP の科学調査への影響
社会条件への影響
二次的及び累積的影響

6.2.1 雪氷環境への物理的攪乱

概念証明研究（参考文献 6）で記録したトラバース経路開発活動及び USITASE2002-2003 現地報告書（付録 B）で記録したトラバース運営に基づいてトラバース活動で生じる物理的攪乱の範囲を概算した。他の南極条約締約国が行った地上トラバース活動によって生じた攪乱と考えられる追加データは、包括的環境影響評価（CEE）及び初期環境影響評価文書（参考文献 18-24）をもとにした。

6.2.2 排気

機器（トラクター、発電機、暖房、補助機器）の稼働によって起こる排気はアメリカ合衆国 EPA（参考文献 8 及び 9）が編集した要因を用いて計算した。排気要因を含むこれらの計算を付録 C 及び D に示す。南極条件下で作動するトラバース機器の燃料消費率を示すデータは、トラバース例をもとにする（付録 A 及び B）。爆発物の使用による排気率は、アメリカ合衆国 EPA が編集した要因に基づく（参考文献 8）。物流航空機の排気は、アメリカ合衆国 EPA 排気ガス要因（参考文献 8）、飛行時間、離着陸数をもとにする。

6.2.3 雪氷環境への排出

廃水の排出等雪氷環境への排出は、様々なモデルを用いて数量化した。トラバース活動で放流される廃水量は、水の生産量及び消費量と同量であると仮定し、遠隔地運営（参考文献 3）における一人当たり平均水消費率及び予測人口を用いて概算した。経路開発及び維持活動中に予想される回収不可能な運営資材の軽微な放出（例えば旗、ポール）は不定期なため、定量化はできなかった。

偶発的放出には、主に液体を含むコンテナからの漏出又は流出、機器の回収不可能な消失、又は強風による資材及び廃棄物の分散及び消失を含む。偶発的放出は計画されたものではないため、その頻度、大きさ、構成を事前に予測することはできない。偶発的放出に関して最大のリスクをもたらす機器及び運営のタイプを把握するため、過去の USAP 漏出に関する記録を編集、レビューすることとする。こうした失敗分析情報を用いることで、USAP は地上トラバースの利用の際に偶発的漏出の可能性を最小限とする機器及び手順を計画、設定する。偶発的放出の際には、汚染された媒体（例えば雪、氷）の浄化及び除去を促進するため特別な手順及び資源を利用する（第 7 章、環境保護措置）。

6.2.4 マクマード基地運営への影響

マクマード基地運営に対して予測される影響は、車両維持、貨物の取り扱い、保管等の現行基地運営と計画トラバース活動の考えられる相互関係又は違いについて定性的な検討を行い評価した。

6.2.5 他の USAP 施設運営に対する影響

ウィリアムズ・フィールド及びアムンゼン・スコット基地を含む他の USAP 施設運営に対して予測される影響は、及び基地、施設運営と計画トラバース活動との可能な相互関係又は違いについて定性的な検討を行い評価した。

6.2.6 USAP における科学調査に対する影響

USAP における他の科学計画に対する影響は、現地で科学研究を行うことに対するトラバース能力の考えられる利点を把握し、現在の科学計画のニーズを検討、計画トラバース運営との考えられる違いを把握することで定性的に評価した。

6.2.7 社会条件に対する影響

南極における社会条件に対する影響を、南極における地上トラバースの歴史的な発展と利用、地上トラバース機構を用いた南極探検の文化遺産、活動によって影響を受けると考えられる南極環境の原生地域としての価値について調査することにより評価した。表 2-1 及び 2-2 にそれぞれ示される通り、補給及び科学関連トラバースの記録に関する包括的な一覧表をとりまとめたが、南極における科学条件への考えられる影響の評価は主に定性的なものとなっている。

仮に USAP が地上トラバース能力の開発と実施を進める場合、他の国際機関又は非政府組織 (NGO) が USAP の確立したトラバース経路の利用を選択することが考えられる。非 USAP 組織が地上トラバース機構又は USAP 経路を用いる範囲を完全に把握できる有効な情報源はない。それでもなお、最近の南極観光の増加はしており、もし観光業者が南極において地上の移動に必要な様々な資源を利用した場合、他の条約国が開発したものと同様に USAP のトラバース経路を用いることが考えられる。

6.2.8 間接的及び累積的影響

考えられる間接的影響を評価するため、定量的及び定性的指標を用いた。定量的な条件には、トラバース活動の結果として延期される物流支援飛行の予測数を含む。定性的指標は、トラバース能力の開発を支えるために既存の USAP システムに取り込む機器、燃料、他の物資の追加に伴い考えられる違いを把握するために用いた。累積的影響分析は定量的に行い、南極点及び他のフィールド地で生じると予想される活動を検討した。

6.3 補給トラバースに係る環境影響

補給任務に用いる地上トラバースに伴う考えられる環境影響の評価は、マクマード基地と南極点間のモデル化したトラバース活動例に基づく。環境影響の分析は物理的攪乱、大気質、環境への放出、マクマード基地運営、他の USAP 施設、科学調査、及び社会的条件 (即ち人間環境) に焦点を当てる。ここで扱う他の影響には間接的又は二次的影響、累積的影響、及び回避できない影響を含む。

計画活動によって影響を受ける可能性がある地域の既存の環境条件には、ロス棚氷、南極横断山脈及び内陸高原を含む。非常に乾燥し、寒冷で雪に覆われたこれらの地域には生物相が見られないため、植物及び動物相に対する影響は考えられない。さらにこうした大陸の内陸地域には、局地的な影響が近くの対象物に影響を与える可能性のある海洋地域、湖沼、無氷地域を含んだの南極特別保護地区 (ASPA) が近くない。しかし、計画活動の結果、開発したトラバース能力が他の環境条件で補給任務に用いられる場合には、考えられる影響を把握するため補足の環境レビューが必要となる。

以下に述べる環境及び運営上の考えられる影響に関する評価は、第 7 章に詳述する選択した緩和手段を補給トラバース活動の一部として実施すると仮定する。もし実現可能であれば、考えられる環境影響をさらに削減するため追加の緩和手段を検討することが考えられる。緩和技術及び手順は正当性を確認し、又おそらくモニタリングの結果を考慮して変更することとなる。

6.3.1 雪氷環境に対する物理的攪乱

トラバース活動は雪氷に覆われた地域でのみ行われる。雪氷環境に関する物理的攪乱（即ち土地の改変）は、あらゆる経路でも、経路にそって、トラバース能力の使用により必ず生じる。USAP に実用的利点をもたらす既存のトラバース経路には、近年の概念証明評価の結果となるマクマード基地と南極点間の 1,600km の経路を含む。本 CEE で示した環境条件（即ちロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原）とは異なる地域において行う経路の開発と使用に係る全てのトラバース活動は、さらなる補足環境レビューが必要となる。

補給目的に用いると考えられる特定の経路は、任務の特有のニーズによるものであり、今回定義づけを行うことはできない。しかし、いかなる経路も、幅約 5m の運転可能な道を作るために表面を整備することによって最小限度の土地改変を必要となる。さらに、クレバスは可能な場合は回避し、又は人間及び機器への予想される危険を緩和するため露出させ埋めることとなる。従って地表はクレバスの埋立又は傾斜路を形成するために低地の平坦地が改変される。開発した経路沿いのその他の物理的攪乱は、継続して安全かつ効率的なトラバース運営を確保するために必要な定期的維持保全（例えば路面整備）中に発生すると考えられる。

必要であれば周囲の地表面の標高と同じ高さでクレバスを横切る安定した道を作るため、周辺から雪を移動させて開口部を埋め、クレバスを回避することとなる。クレバスを埋める範囲は、トラバース機器を通すのに十分な幅の道を表面に作るよう徐々に埋め上げる。クレバスの多くは表面がスノーブリッジで覆われているため、今後回避するためにスノーブリッジを取り壊して下方のクレバスを完全に露出するため爆発物を使用することがある。一般に、クレバスの境界をはっきりさせ安全に回避できるよう、スノーブリッジは各クレバスに沿って最大 20m まで除去することがある。クレバスを埋立して道を作るために周辺地域から移動する雪の範囲と量は、各クレバスの深さ及び幅による。

回避するクレバスの数とサイズは経路によるが、マクマード及びアムンゼン-スコット基地間の経路における USAP の経験では、遭遇した最大のクレバスは幅約 6m、深さ 55m であった。このクレバスの大きさでは、埋めるために約 9,500m³ の雪を必要とし、周囲の 5,250m²、深さ 1.8m から取った雪を通常用いることとなる。

確立した補給トラバース経路は年間で複数回使うと考えられるため、雪面が定期的に攪乱されると予想される。しかし、これらの地域では新雪又は地吹雪として雪が継続して積もるため、経路が視覚的に攪乱されたと見える期間は最小限となる。結果として、物理的攪乱は一時的影響と言える。

第 7 章に示す環境保全措置を併用し、クレバスの埋立に用いる材料を周辺のみ雪氷とすると、トラバース能力の開発、実施に土地を改変する影響は経路に沿った局地的なもので事実上無視できる。確立したトラバース経路の他者（例えば非政府組織）による使用によって生じると考えられる他の物理的攪乱の性質及び範囲には、一時的野営地の使用、経路への支線の開発、他の危険物質放出のリスクが含まれる。

計画活動の結果として生じると予想される他のタイプの環境攪乱には、トラバース車両、発電機、補足機器からの騒音及び振動の発生が含まれる。受容体及び生態的に敏感な野生生物の生息地がなく、又非常に一時的なものであり、遠隔の内陸地域で起こるため、個別に又は合わせてもこれらの攪乱が顕著な影響になるとは考えられない。

6.3.2 排気ガス

計画している USAP トラバース能力の使用中には、石油炭化水素燃料の燃焼による排気ガスが大気に放出される。これらの排気はトレーラーを運搬するトラクター、人員支援のために作動する発電機及び暖房、及びスノーモービル等の補足機器における内部燃焼エンジンに由来する。表 6-1 はマクマード基地から南極点への補給貨物の輸送に使用する機器に関する年間予想作業時間及び燃料使用量を示す。

表 6-1. 補給トラバース活動における年間予想作動時間及び燃料使用量

機器	合計作動時間 (時間) (1)	燃料燃焼率(リッ トル/時間) (2)	年間燃料消費(リ ットル)		機器燃料補給の 可能数 (3)
			ディー ゼル	ガソリ ン	
代替案 A (最適構成)、代替案 D (最小現地支援)、代替案 E (既存経路のみ)					
6-トラクター (Challenger 95)	12,000	58	700,000		1,000
2-スノーモービル	1,000	1		1,200	110
1-発電機 (30kW)	2,050	12	25,000		60
2-暖房	4,100	1.5	6,600		120
代替案 B (最低頻度)					
6-トラクター (Challenger 95)	6,000	58	350,000		500
2-スノーモービル	500	1		600	55
1-発電機 (30kW)	1,050	12	13,000		30
2-暖房	2,050	1.5	3,400		30
代替案 C (程度削減、年 6 周遊)					
3-トラクター (Challenger 95)	6,000	58	350,000		500
2-スノーモービル	1,000	1		1,200	110
1-発電機 (30kW)	2,050	12	25,000		60
2-暖房	4,100	1.5	6,600		60

注：

(1) 天候による遅れと機器の維持保全に係る時間を含む。

(2) トラクターの燃料消費率は「USAP における LC-130 利用可能性を増加する手段としてのマクマードから南極点へのトラバースに関する分析」に基づく (付録 A) ; 他の機器に関する燃料消費率は製造者仕様書に基づく。

(3) トラクターは毎日、他の全ての機器は 3 日に 1 回燃料補給すると仮定。

表 6-2 はトラバースと空輸によって輸送した場合にアムンゼン-スコット基地へ輸送される貨物数の実際的比較を示す。

表 6-2. 補給トラバースに関する予想貨物輸送量

代替案	トラバース による予想 輸送貨物 (kg/ 年)	トラバース 燃料消 費量 (リ ットル)	LC-130 資源換算量		可能な燃 料節約量 (リット ル)
			飛行数	燃料 (リッ トル)	
A (最適構成) 又は E (既存経路のみ)	800,000	750,000	69	1,200,000	450,000

B (最低頻度)	400,000	375,000	35	600,000	225,000
C (程度削減)	400,000	375,000	35	600,000	225,000
D (最小現地支援)	768,000	750,000	67	1,150,000	400,000
F (不実施)		0	0	0	0

アメリカ合衆国 EPA が開発したモデル (参考文献 8 及び 9) を用いて、表 6-3 は各補給トラバース代替案について、特徴的な大気汚染物質[硫黄酸化物 (SO₂)、窒素酸化物 (NO_x)、一酸化炭素 (CO)、排気ガス炭化水素類、粒子状物質 (PM)]に関する年間排出量の概要を示す。他の燃料燃焼副産物に関する大気排気ガスデータは付録 C に示す。

表 6-3. 地上補給トラバースによる年間大気排気ガス量

代替案	輸送貨物 (kg)	燃料使用 (リットル)	燃料燃焼副産物 (kg)				
			硫黄酸化物	窒素酸化物	一酸化炭素	排気ガス炭化水素類	粒子
A、D、E	800,000	750,000	49.8	27.0	9.9	1.4	2.2
B	400,000	375,000	25.6	13.7	5.0	0.7	1.1
C	400,000	375,000	47.8	21.7	8.2	1.1	1.9
同等量の貨物を LC-130 航空機が輸送した場合							
A、D、E	800,000	1,200,000	1,358	10,734	7,208	3,210	2,953
B、C	400,000	600,000	688	5,440	3,653	1,627	1,496

補給トラバース活動中の燃料燃焼による排気ガスは、一時的なものであり、2000km のトラバース経路に沿って希薄濃度となって散逸すると予想される。排気ガスは人体又は環境に悪影響を及ぼすとは予想されない。比較として、最適構成におけるトラバース (代替案 A) よりも 1 年に 10 倍も多く燃料を使用するマクマード基地で継続的にモニタリングを行ってきたが、アメリカ合衆国大気質基準 (参考文献 10) を大きく下回ることがわかった。これはマクマード基地における固定発生源が大気質に悪影響を及ぼさないのであれば、遥かに少ない燃料しか用いないトラバースにおける移動発生源も大気質には悪影響を及ぼさないはずである。表 6-3 には、航空機が補給トラバースと同量の貨物を輸送すると仮定して、LC-130 による予想排気ガス量を示している。燃料節約に加え、トラバース活動は LC-130 航空機より遥かに少ないガス量を排出している。

気体燃料の燃焼排気ガスの大半は大気に分散するが、炭素性エアロゾル (黒色炭素分子) が南極の排気ガス源の風下において非常に低い濃度で検知された (参考文献 11、12、13)。炭素性エアロゾル及び他の燃焼関連粒子により考えられる影響は、地表アルベドの改変、及び雪氷の化学の変質により把握されると考えられる。トラバース活動が一時的であるため、短期間に検出される可能性があるとしても、粒子排気ガスが地表の物理的及び化学的特性を改変し悪影響を及ぼすほどのレベルにまで蓄積するとは考えられない。

爆発物の使用 (例えばクレバスの回避) による排気ガスも環境に放出されると考えられる。爆発物から放出される主要な排気ガス副産物には、二酸化硫黄 (SO₂)、窒素酸化物 (NO_x)、一酸化炭素 (CO)、及び硫化水素 (H₂S) が含まれる。USAP による爆発物の年間予想使用量 10,750kg は、過去に評価を行い、環境に対して軽微又は一時的影響であるとされた (参考文献 14)。USAP マスター許可証における最近の報告期間 (参考文献 15) では、合計 6,400kg の爆発物が USAP によって南極全体で使用され、一酸化炭素 CO (331kg)、窒素酸化物 NO_x (165kg)、二酸化硫黄 SO₂ (6.37kg) 及び硫化水素 H₂S (12.7kg) を排出した。もし将来のトラバース活動の実施に爆発物が断続的に必要となる場合、USAP が使用する合計量は年間 10,750kg を超えるとは予想されない。

6.3.3 雪氷環境への放出

補給トラバース活動の結果として排気ガスに加え、他の物質が雪に覆われた氷床に放出されることも考えられる。これらの放出には、排出が許可される地域における廃水（生活廃水）の排出、及び実質的に回収が不可能な標示旗等の重要でない物質の放出を含む。漏出等による環境への偶発的な放出もトラバース活動中に発生することが考えられる。

6.3.3.1 廃水の排出

もし可能であれば、使用可能な資源に基づき、人員支援運営からの廃水をコンテナに収納し、処分のため USAP の支援施設へ輸送することとする。廃水は衛生廃水（即ち人間のし尿）と淡水を含む生活廃水（溶かした雪と、石鹸、食物粒子、洗浄物質、洗面製品の少量残留物から成る）によって構成される。必要に応じて南極条約及び NSF 廃棄物規則（45 CFR §671）で許可されている通り、トラバース経路に沿った積雪地域の氷穴に排出する。最適な廃水管理技術は使用可能な資源（例えば保管コンテナ、貨物空間）に基づいて実施し、生活廃水の排出と人間のし尿のコンテナ収納を組み合わせてながら、最適な廃水管理技術を用いる。廃水は無氷地域に排出しないこととする。

USAP マスター許可証を対象に開発したモデルを用いると、南極の遠隔地における人 1 人につき 1 日平均 6.88 リットルの廃水（衛生及び生活廃水）が発生すると予測される。現地に廃水を排出する必要がある場合、周囲の環境から廃棄物が確実に隔離するため少なくとも 1m の深さの穴を雪に掘ることとする。廃水は氷床で凍結し固定される。廃水は無数の成分を含み、汚濁負荷を示す複数の一般的なパラメータが用いられている。汚濁負荷は USAP マスター許可証（参考文献 3）を対象に開発した一人当たり負荷因子とトラバースの人数を用いて計算する。表 6-4 は補給トラバース中に発生すると考えられる廃水量とそれに関連する汚染物負荷について要約する。

表 6-4. 地上補給トラバース活動中に発生する予想廃水

代替案	人口（人日/年）（1）	発生する廃水（リットル/年）	排出地の年間予測数
A、D、E	1,080	7,430	180
B、C	540	3,715	90
汚濁負荷（kg/年）（2）			
代替案	懸濁物質合計	生物化学的酸素要求量	アンモニア態窒素
A、D、E	51	108	6
B、C	25	54	3

注：

(1) 1 人日は 1 泊を表す。

(2) 汚濁負荷因子-浮遊物質合計（0.047kg/人日）；生物化学的酸素要求量（0.100kg/人日）；アンモニア態窒素（0.006kg/人日）

USAP が運営する全現地野営地から雪氷へ排出されると予想される合計廃水量は年間で 45,800 リットルである（参考文献 3）。トラバース活動中に発生する排水の全量を排出しても、全 USAP 現地野営地からの合計排出量に占める割合は小さい（即ち 16%以下）。従って影響は無視できると予想される。

6.3.3.2 他の物質

環境への他の物質の少量の放出は補給トラバースの実施中に時々発生すると予想される。トレール、危険物、他の目印を標す旗は現地に残され、次第に解体するか雪氷に覆われてなくなる。

こうした放出の発生は不規則であり、その影響は無視できると予想される。環境へ放出された物質は USAP マスター許可証の年次報告書において毎年把握する。

6.3.3.3 偶発的漏洩

南極条約には一連の運営協定があり、その下で全南極施設が運営される。この中に議定書が含まれ、緊急時計画に関する指針がある。南極におけるアメリカ合衆国の活動はこうした条約規定だけでなく、南極保全法に明記されている通り、アメリカ合衆国の法規制によって直接管理される。これらの法規制は、南極で行われる全ての活動に対して許可を義務付けており、漏洩対策及び浄化を含む個別の環境保護業務も特定されている。さらに USAP は自発的にその他のアメリカ合衆国内の規制基準における適切な条項を実用的及び「最良管理業務」アプローチとして採用してきた。これにはアメリカ合衆国環境対策法 (NEPA)、資源保護及び回復法 (RCRA)、業務安全及び健康機関 (OSHA) 規制その他を含む。石油流出に関する適切なアメリカ合衆国環境法には、1990 年の石油汚染法に対応して公布された EPA 及びアメリカ沿岸警備隊の必要条件が含まれる。

偶発的放出には、主に液体の流出又は漏出、機器の回収不可能な消失、又は強風による物質及び廃棄物の分散及び消失が含まれると考えられる。偶発的放出は計画されるものではないため、その頻度、大きさ、及び内容を事前に予測することはできない。南極環境に対する偶発的放出を防止するために既存の USPA 手段を用いて継続して実施することとする。偶発的放出の際には、最大限実行可能な範囲で汚染媒体 (雪、氷) の浄化及び除去を促進するため、個別の手順及び機材を使用する (第 7 章、緩和手段参照)。さらにトラバースでは流出対応活動に関して現地野営地石油流出対応の手引き (参考文献 16) に含まれる手順を用いることとなる。全ての偶発的放出について 45 CFR § 671 及び USAP マスター許可証の必要条件に従って記録及び報告を行う。

補給トラバース任務では、45 CFR § 671 で指定汚染物質として指定される他の危険物質及び燃料の日常的な取り扱い、移動によって偶発的に放出する可能性があると予想される。一般に、偶発的放出は機械の故障又は作業者のミスによって機器の燃料補給活動中に最もよく発生する。最近のトラバース活動概念証明では、燃料補給手順に包括的緩和手段が適用され、流出又は他の偶発的放出の防止に成功した。

南極環境に対する偶発的放出のリスクは、燃料タンク、他の保管コンテナ、又はトラバース中に用いられる車両の破損によって起こることが考えられる。トラバースで使用するコンテナは、その内容物に関して互換性があり、トラバース中に遭遇する物理的及び環境的条件に耐え得るものとする。USAP は南極条件での使用に適し、取り扱い及び輸送圧力に対して危険物用コンテナを保護するために設定された工業規格で生産したタンク及びドラムを用いることとする。

トラバース活動に使用する全ての大容量保管コンテナの二次的な封じ込めがより有効となる。二重壁タンクの利点は良く知られるところである。二重壁の内壁の損傷を確実に探知し補修作業を開始することがやや困難なため、トラバースへの適用については、二重壁タンクはやや適していないと考えられる。可能であれば、タンクの定期点検を行い、物質放出又はコンテナの損傷が探知された場合に迅速に対応するため、USAP は大容量保管コンテナ下部にコンテナトレー又は容器を設置することとする。

コンテナを雪面に一時的に保管する場合は、わかりやすい場所にコンテナを損傷せずに回収できる状態で設置する。流出防止手段を実施するがタンク、ドラム、コンテナ又は輸送器具 (ホース、ポンプ) の故障又は消失、又は重大な車両故障及び、その後の危険物質の環境への放出による最小限のリスクは存在する。

偶発的放出が発生した場合、局地的な影響の範囲は流出した物質の量とタイプ及び周辺の環境条件による。確立された流出対应手順と同様、主な緩和には発生源の管理を行い、汚染された雪氷の除去及び流出が不浸透面で発生した場合の吸収材の使用を含む浄化を行った後に、最初の保全措置として、発生源の管理を行う。汚染された雪及び吸収材はドラムに詰めて廃棄物として除去する。

燃料又は他の液体の指定汚染物質（潤滑剤、冷却剤）が偶発的に雪面に放出された場合、物質は流出箇所下方に移動するため、流出浄化活動による除去は限界があり、長期にわたる局地的影響をもたらすことが予想される。比較的の不浸透性の表面又は地下層を持つ場所では、より効率的に浄化ができるため、影響を最小限とすることができる。クレバス内への機器、燃料、他の指定汚染物質、又は廃棄物の落下といった最悪で回収不可能な場合は、長期にわたる影響をもたらすこととなる。計画補給トラバースの実施は季節海氷、海水域、又は地表的植物又は動物相がある地域を含まないため、偶発的放出に関する影響は局地的（水平面、多くの場合必ずしも縦方向ではない）なものであると予想される。

6.3.4 マクマード基地運営に対する影響

パーマー基地が支援する半島での作業及び調査船で行われる作業を除き、マクマード基地は、南極の USAP 運営上の大半の物流ハブとなっている。補給トラバース活動を運営し支援する専門技術及び機器を含む計画能力は、マクマード基地にベースを置くこととなる。マクマード基地はおそらく以下のタイプの支援を提供することとなる：

- ・トラバース人員に対する一時的サービス（宿泊、食事）
- ・トラバース機器の維持及び修理
- ・現地支援（食糧、非常用機器及び貯蔵所、消耗品、廃棄物コンテナ）
- ・大量の燃料及び燃料移転設備
- ・廃棄物管理
- ・天候サービス
- ・通信支援
- ・航空機支援（LC-130、Twin Otter、回転翼機）
- ・医療サービス

本環境レビューで述べる補給トラバースの活動レベルの支援に必要な物流及び人員資源は、現在マクマード基地運営の能力範囲内にある。補給トラバース活動の支援が必要となるマクマード基地において利用可能で重要な資源には、機器の保管及び維持機能が含まれる。事前の資源計画及び入念にスケジュールを作成し、考えられる矛盾を回避又は最小化する。トラバース活動の支援に必要と考えられる現地サービス（例えば通信、食糧、燃料貯蔵所）は、毎年無数の現地活動に提供している現在の支援レベルに納まる。燃料輸送を行う地上トラバースの準備の一環として、環境に配慮した燃料輸送に係る基盤をさらに開発する必要がある。マクマード基地による年1回の補給船、年1回の燃料タンカー、関連の貨物及び燃料取り扱い資源、空輸能力、及び廃棄物管理といったサービスを調整し、提供する支援は、補給トラバースのニーズを賄うに十分な能力を持つ。

NGO の非常事態時にマクマード基地が捜査救助活動（SAR）をしなければならない場合、非政府組織（NGO）によるトラバース経路の使用は、基地運営に影響を与える可能性がある。非常事態を除いて、アメリカ合衆国政府は私的な南極遠征隊の支援は行わず、非常時の援助を提供する場合、NSF は回収の全費用を要求する。遠征隊の在籍する国が施行する南極条約及び議定

書の必要条件は、こうした NGO の活動を責任を持って計画することが確保されると予想される。

6.3.5 他の USAP 運営に対する影響

マクマード基地に加え、USAP の地上トラバース能力の開発と実施は USAP における他の運営に影響を与える可能性がある。マクマード基地は計画トラバース運営の中心的な物資ハブとして機能している。トラバース機器及び貨物はマクマード基地から 10km 離れたマクマード棚氷上に位置する別個の施設及び航空機のスキー滑走路があるウィリアムズ・フィールドに保管すると予想される。又ウィリアムズ・フィールドに位置し、現在空輸運営の支援に使用している設備は計画トラバース運営の実施に利用可能であると予想される。

ウィリアムズ・フィールドの滑走路設備は通常夏季シーズンの前半には運営されない。トラバース活動の支援にウィリアムズ・フィールドを用いる場合、燃料保管所及び配給設備を運営するためには、現行スケジュールより約 12 週間早くマクマード基地への燃料補給ホースラインを設置、運営するために、追加の資源が必要となると考えられる。季節海氷滑走路が同時に運営されるため、こうした燃料取り扱い資源は基本的に重複して作られることになる。これらの設備の同時運営による主な影響は、燃料流出のリスクがわずかに増加することと、流出及び漏出の 2 つのシステムを同時に運営及び点検するために必要な追加の燃料管理資源がある。

地上補給トラバースの輸送資材を受け取る USAP 施設の運営は、航空機で資材を輸送した場合とは異なる影響を受けると考えられる。例えば、アムンゼン-スコット基地では、1 回のトラバースで運搬する貨物量は 1 日に数機の航空機で運搬する量を大きく超えることとなる。この影響は、トラバース隊員が基地の人員の代わりに貨物を取り扱うとともに、南極点ではエンジンを作動し続ける必要がある航空機から荷を降ろさなくてもよいため貨物自体の取り扱いが容易である。このため、この影響の埋め合わせができると考えられる。

6.3.6 USAP における科学調査に対する影響

南極の地上トラバース能力の使用は、トラバース経路自体沿いの雪氷に対して地形改変及び排気ガスといった局地的な物理的影響をもたらす。いかなるトラバース経路も、進行中の科学調査及び南極特別保護地区 (ASPA) 又は管理計画で制限される影響を受けやすいその他の地域を避けるよう注意深く選択する。潜在的な矛盾が予想される場合は、将来の科学調査がこれらの地域を回避して計画するように、使用する主要なトラバース経路を詳細に記録する。影響を受けやすい地域の近くに新たなトラバース経路を計画する場合、考えられる環境要素及びトラバース経路の変更を含む緩和措置を把握するため計画活動の補足レビューを行う。

物理的攪乱及びトラバース運営による排気ガス、偶発的流出等の環境放出は、大気モニタリング、地震研究、又は攪乱されていない雪氷を必要とする調査など様々なタイプの調査に影響を与える可能性がある。トラバース活動及び地上ベース調査は、これらの目的のために利用されていることがわかっている地域を回避するよう計画するが、トラバース運営からの微量レベルの残留物が経路に沿った雪氷中に恒久的に堆積することが考えられる。USAP が使用した過去及び現在のトラバース経路は、概要及び地図を作成し、攪乱されていない雪氷を必要とする将来の科学調査が攪乱がある地域で予想される支障を回避して、計画できるようにする。

USAP の地上トラバース能力の利用は、特に大型又は重量の大きい貨物の輸送について空輸資源を補足する代替的な貨物輸送機構となり、科学調査に良い影響をもたらすこととなる。例えば、アムンゼン-スコット基地の補給のトラバース能力の使用は、望遠鏡又は塔等の現行の空輸資源では行えない大型器具の輸送を可能にする。さらに、均衡の取れた空輸とトラバース輸送

機構の使用は、限られた空輸資源が自由になり新たな調査機会の支援に航空機をより利用しやすくなる。

6.3.7 社会条件に対する影響

第2項に述べているように、南極における無数の国々では、補給及び科学関連を目的とした地上トラバースの使用について長く多様な歴史がある。USAPによるトラバース能力の開発と使用はこうした歴史に加わるものであり、南極における社会条件の一部に影響を与える可能性がある。

地上トラバース経路の使用及び関連する人間活動の存在は、地表の物理的攪乱をもたらし、南極風景の芸術的及び原生地域としての価値に対する一時的で局地的な景観上の影響を与える可能性がある。こうしたタイプの景観上の影響は、整備、標示された経路を繰り返し定期的に用いる補給トラバースの実施後に、最も目立つと考えられる。一般に、これらの物理的攪乱は、経路を用いる頻度にもよるが、雪が積もるにつれて次第に消滅する。

数十年前、アメリカ合衆国は航空機輸送をすることとし、地上トラバースの使用をほとんどやめた。アメリカ合衆国は全てのタイプの貨物に有効な人員及び貨物輸送のパターンが1つでないと認識している。USAPは既存の空輸資源の補足に有効なトラバース能力を開発し、こうした効果的な輸送様式を継続して使用している南極条約締約国に再び加わる意向である。

USAPが1つ又はそれ以上のトラバース経路を設定する場合、他国又はNGOによって使われる可能性がある。他の南極地域全域と同様に、土地に関する所有権がなく、全ての組織は船舶、航空機及び地上車両を平和目的において操業する自由がある。確立したトラバース経路の存在が非USAP組織による運営、調査、探険又は観光目的に使用される可能性がある一方、当該冒険的事業の成功に管理しなければならない多くのリスクがある。南極の地上フィールドの運営は、トラバース経路を使用する場合には、検討しなければならない物理的障害、環境条件、物流支援ニーズを考慮して計画しなければならない。こうした挑戦の準備には、成功を確実にするため多くの時間と資源が必要である。このように必要な資源に加え、長距離トラバースに必要な移動時間の長さは、比較的短い夏季シーズンを考慮すると、進行中の運営又は科学調査の支援に必要な場合を除き、当該組織の確立したトラバース経路の使用を断念させることも考えられる。

南極条約締約国が提案する全活動は、議定書の環境影響評価手続きに従う。特に、附属書I環境影響評価に示される評価手順は、南極条約第7条5に基づき事前通告が義務付けられる科学調査プログラム、観光及び他の全ての政府及び非政府活動について、南極で行われる全活動に関する決定に適用しなければならない。附属書Iは、文書の配布及び審査に関する義務だけでなく、様々な影響の種類を規定している。

1994年、条約締約国は観光及び非政府活動の更なる勧告を行った。この「南極を訪れる人のための手引き」は条約及び議定書に基づく責任について、訪問者に適切に認識されるためのものである。この文書は南極の野生生物及び保護地区の保護、科学調査に対する顧慮、各人の安全及び環境への影響に関するものである。アメリカ合衆国の立法下にある観光及び私的な冒険事業の組織者への法規制は、組織者の国家機関への旅行の事前通知、潜在的環境影響の評価、石油流出等の環境非常事態に対応する能力、自給自足性、廃棄物の適切な処理、南極環境及び調査活動に対する顧慮を義務付けている。手引き書には旅行計画中、南極条約地域内において、及び旅行の完了に際して従うべき詳細な手順が示されている。

6.3.8 間接的又は二次的影響

地上トラバース能力の開発と実施の結果として生じると考えられる主な間接的又は二次的影響は、補給任務に当てられている現在の空輸資源のレベル減少に関連する。アムンゼン-スコット基地への補給に対する現在の空輸資源の補足にトラバース能力を使用する例に示される通り、地上トラバース能力の使用を通して400飛行時間を表すLC-130の約70便が利用可能となる(代替案A及びE)。USAPは特定タイプの貨物に関するより効率的な輸送様式を手に入れるとともに、これらの空輸資源による既存調査の支援が向上し、又は南極における新たな調査機会の創出に用いることができる。

前述の通り、マクマード基地におけるUSAPの既存の物流及び人員支援システムは、大きく異なることなく、地上トラバース能力の開発と使用の計画の支援に十分な能力を持つ。

6.3.9 累積的影響

累積的影響は、過去と現在の活動と同様、予期できる将来に生じると考えられる活動の総合的な影響である。USAPのトラバース能力の使用による主な累積的影響は、補給目的のトラバースのたび重なる使用に関連するものである。考えられる累積的影響は、雪氷面への粒子状排出物の堆積、及び環境への廃水及び他の物質の放出によるものである。これらの影響はトラバース経路のみで非常に局地的なものであり、従って軽微なものであるが、その影響は持続し一時的以上のものである。累積的影響が生じる場所はかなり離れており、人体又は南極環境に対して悪影響をもたらすとは予想されない。同様に、地上トラバース能力の使用は、南極の様々なフィールド地で行われる他の活動からの影響と合わせても、顕著なものとはいえない。

6.3.10 避けることのできない影響

避けることのできない影響とは、計画活動に固有のもので、活動が完了した場合完全には緩和又は除去できないものである。地上トラバース能力の使用による避けられない影響には、トラバース経路に沿った地表の物理的攪乱、トラバース及び人員支援機器の操業からの燃料燃焼副産物の放出、原生地域の一時的占有を含む。

6.4 科学トラバースに係る環境影響

科学トラバース及び地上ベース調査の考えられる影響を把握及び評価するため、USAPがバード地上野営地と南極点間で最近行った国際南極横断科学遠征隊(ITASE)トラバースを典型的な科学トラバースの代表例として選択した。環境影響の分析は物理的攪乱、大気質、環境への放出、及びマクマード基地運営、他のUSAP施設、科学調査、南極の社会条件に対する影響に焦点を当てる。ここで触れる他の影響には間接的又は二次的影響、累積的影響、及び避けられない影響を含む。

6.4.1 雪氷環境に対する物理的攪乱

科学トラバース及び地上ベース調査活動の性質及び範囲は、計画する調査によって定義され、一般に雪氷地域の物理的攪乱を含むものである。本CEEで示す、科学関連トラバース活動によって影響を受ける可能性のある地域には、ロス棚氷、南極横断山脈、及び内陸高原が含まれる。他の環境条件(例えば沿岸地域、乾燥地)で行われる調査活動は補足環境レビューが必要となる。

科学関連トラバースは、通常、調査のために計画した地域の未開発経路を進むが、他の組織(即ち国)が他の目的のために設置した経路を用いることもできる。科学関連トラバースは繰り返し使用するとは考えられないため、科学トラバースはおそらくクレバスの回避に埋めるのではなく迂回して回避しようとする。安全な通過にクレバスの緩和が必要である場合には、クレバスを露出するために爆発物を用い、間隙を埋めるためにその土地の雪氷を用いることとなる。

クレバスの埋立に伴う影響（即ち地形の改変）は無視できるものであり、トラバース経路に局地化したものと予想される。

計画活動の結果、発生すると予想される他のタイプの環境攪乱には、トラバース車両、発電機、補足機器による騒音と振動の発生が含まれる。受容体及び生態的に影響を受けやすい野生生物生息地がなく極端に隔離された内陸地域でこれらの攪乱が発生するため、個別又は合わせて、これらが顕著な影響をもたらすとは予想されない。

6.4.2 排気

科学関連した USAP トラバース能力の使用中には、石油炭化水素燃料の燃焼による排気ガスが大気に放出される。こうした排気ガスは、トレーラー、人員支援のために作動する発電機及び暖房、及びスノーモービル等の補足機器を運搬するトラクター内部の燃焼エンジンに由来するものである。表 6-5 は典型的な科学トラバースを行う際に用いられる機器に関する予想作動時間及び燃料消費量を示す。

表 6-5. 典型的科学関連トラバースに関する予想作動時間及び燃料消費

機器	年間作動時間 (時間) (1)	燃料燃焼率 (リットル/時間) (2)	年間燃料消費 (リットル)	
			ディーゼル	ガソリン
2-トラクター (Challenger 55)	1,000	30	30,000	0
2-スノーモービル	500	1	0	575
1-発電機 (合計能力 30kW)	500	12	6,000	0
4-暖房	2,000	1.5	3,000	0

注：

(1) 作動日数には天候による遅延及び機器の維持保全の時間を含む。

(2) トラクターの燃料消費率は USITASE2002-2003 現地報告書 (付録 B) に示されるデータに基づく。他の機器に関する燃料消費率は製造業者の使用及び平均作動条件に基づく。

表 6-6 は、実施した各科学関連トラバースに関して、特徴的大気汚染排気ガス（即ち硫黄酸化物、窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素類、及び浮遊物質）の年間排出量をまとめたものである。他の燃料燃焼副産物に関する他の排気ガスデータは付録 C に示す。

表 6-6. 典型的な科学関連トラバースによる排気ガス

燃料使用 (リットル)	燃料燃焼副産物 (kg)				
	硫黄酸化物	窒素酸化物	一酸化炭素	炭化水素類	浮遊物質
40,000	21	7.8	3.1	0.4	0.8

比較的短期の科学トラバース活動中の燃料燃焼による排気ガスは一時的なもので、経路に沿ってトラバースが進行するにつれて分散すると予想される。排気ガスが人体又は環境に悪影響を及ぼすことは予想されない。比較として、USAP の最大基地であり物流支援ハブであるマクマード基地における燃料燃焼排気ガスを測定し、大気質に顕著な影響をもたらさないと決定した (参考文献 10)。炭素性エアロゾル (黒色炭素分子) についても南極の排気ガス源の風下で測定し (参考文献 11、12、13)、低濃度で検知されたが、地表アルベド又は雪氷の化学的性状に対して顕著な影響がないことがわかった。これらの観測結果から、科学関連トラバース活動が基地運営より遥かに少量の燃料を用いるため、ガス状及び粒子状排出物が検知できる可能性はあっても、地形の物理的及び化学的特性を改変する、又は悪影響をもたらすレベルにまで蓄積するとは予想されない。

科学トラバース又は地上ベース調査ではクレバスの危険の緩和に使用する爆発物からの排気ガス (SO₂、NO_x、CO 及び H₂S) も又環境へ放出されることが考えられる。最近の 4 年間の ITASE トラバース活動では爆発物を使わなかったため、爆発物が必要になるとは考えにくい。もし必要となった場合、使用する爆発物の量が顕著であるとは予想されない。

6.4.3 雪氷環境への放出

排気ガスに加えて、補給トラバース活動の結果として雪に覆われた氷床に他の物質が放出されることが予想される。こうした放出には、排水が許可される地域での廃水 (生活廃水) の排出、及び実質的に回収ができない標示用旗等の重要でない物質の放出が含まれる。環境への流出等の偶発的放出も又トラバース活動中に発生する可能性がある。

6.4.3.1 廃水の排出

入手可能な資材があり実用的であれば、人員支援運営からの廃水をコンテナに収納し、処分のため USAP の支援施設へ輸送する。廃水は衛生廃水 (即ちし尿) 及び融雪から作られた淡水と洗剤、食物粒子、洗浄物質、洗面商品の微量残留物から成る生活廃水によって構成される。必要であれば、南極条約及び NSF 廃棄物規則 (45 CFR § 671) で許可される通り、廃水をトラバース経路沿いの積雪地域に氷の穴を掘って排出することができる。入手可能な資材 (例えば保管コンテナ、貨物空間) 次第だが、生活廃水の排出及びし尿のコンテナ収納の組み合わせながら、最適な廃水管理技術を実施する。排水は無氷地域には排出しないこととする。

USAP マスター許可証のために開発されたモデルを用いると、南極の遠隔地では人 1 人につき 1 日平均 6.88 リットルの廃水 (衛生廃水及び生活廃水) が発生すると予測される。現地で廃水が必要である場合、廃棄物が周囲の環境から孤立することを確保するため、最低 1m の深さの穴を雪に掘ることとする。排出された廃水は、氷床で凍結し、固定される。表 6-7 は発生及び排出されることが考えられる廃水量とその関連汚濁負荷に関する予想を示す。

表 6-7. 典型的な科学関連トラバースにおける予想廃水発生量

人口 (人日) (1)	廃水発生量 (リットル)	年間排出箇所数
520	3,600	40
汚濁負荷 (2)		
合計懸濁物質 (kg)	生物化学的酸素要求量 (kg)	アンモニア態窒素 (kg)
25	50	3

注：

(1) 1 人日は 1 泊を表す。

(2) 汚濁負荷因子：合計浮遊物質 (0.047kg/人日)；生物化学的酸素要求量 (0.100kg/人日)；アンモニア態窒素 (0.006kg/人日)

6.4.3.2 他の物質

補給トラバースの実施中には物質の軽微な環境への放出が時々起こると予想される。トレース、危険物、及び他の目印を標す旗は現地に残され、次第に解体するか、又は雪氷に覆われて消失する。不規則に放出されることが考えられる他のタイプのトラバース関連物質には、ケーブル及びアンカー (anchoring) 器具が含まれる。これらの放出のタイプ及び量は、実施する現地調査活動のタイプによる。回収されない、又は回収が不可能な特定機器の設置を含む科学関連活動は、補足環境影響レビューを実施する。環境に放出された物質は、USAP マスター許可証の年次報告書において毎年把握を行う。

6.4.3.3 偶発的放出

南極条約には一連の運営協定があり、その下で全南極施設が運営される。この中に議定書が含まれ、緊急時計画に関する指針がある。南極におけるアメリカ合衆国の活動はこうした条約規定だけでなく、南極保全法に明記されている通り、アメリカ合衆国の法規制によって直接管理される。これらの法規制は、南極で行う全ての活動に対して許可を義務付けており、流出対策及び浄化を含む個別の環境保護業務も規定されている。さらに USAP は自発的に他その他のアメリカ合衆国内の規制基準における適切な条項を実用的及び「最良管理業務」アプローチとして採用してきた。これにはアメリカ合衆国環境対策法 (NEPA)、資源保護及び回復法 (RCRA)、業務安全及び健康機関 (OSHA) 規制その他を含む。石油流出に関する適切なアメリカ合衆国環境法には、1990 年の石油汚染法に対応して公布された EPA 及びアメリカ沿岸警備隊の必要条件が含まれる。

偶発的放出には、主に液体の流出又は漏出、機器の回収不可能な消失、又は強風による物質及び廃棄物の分散及び消失が含まれると考えられる。偶発的放出は計画されるものではないため、その頻度、大きさ、及び内容を事前に予測することはできない。南極環境に対する偶発的放出を防止するために既存の USAP 手段を用いて継続して実施することとする。偶発的放出の際には、個別の手順及び機械を汚染媒体 (雪、氷) の浄化及び除去を促進するため、最大限実行可能な範囲で使用する (第 7 章、緩和手段参照)。さらにトラバースでは流出対応活動に関して現地野営地石油流出対応の手引き (参考文献 16) に含まれる手順を用いることとなる。全ての偶発的放出について 45 CFR § 671 及び USAP マスター許可証の必要条件に従って記録及び報告を行う。

科学関連トラバース任務では、45 CFR § 671 で指定汚染物質として指定される他の危険物質及び燃料を日常的に取り扱い、移動によって偶発に放出する可能性があるとして予想される。一般に、偶発的放出は機械の故障又は作業者のミスによって機器の燃料補給活動中に最もよく発生する。USAP によって行われた最近の ITASE トラバースでは、燃料補給手順に包括的緩和手段が適用され、流出又は他の偶発的放出の防止に成功した。

南極環境に対する偶発的放出のリスクは、燃料タンク、他の保管コンテナ、又はトラバース中に用いられる車両の破損によって起こることが考えられる。トラバースで使用するコンテナは、その内容物に関して互換性があり、トラバース中に遭遇する物理的及び環境的条件に耐え得るものとする。可能であれば、タンクの定期点検と物質放出又はコンテナの損傷が探知された場合の迅速な対応を促進するため、USAP は封じ込めトレー又は容器を大量保管コンテナ下部に設置することとする。もし封じ込め構造が実現不可能である場合には、二重壁タンクを用いる。

トラバース機器の操業に必要な燃料及び他の大量の液体の輸送に用いる容量一杯又は空の可動保管タンク又はドラムは、トラバース経路上に保管することが考えられる。雪面に一時的に保管するコンテナは、コンテナを損傷せずに効率的に位置をつきとめ回収できる状態で設置する。

科学関連トラバースの実施に使用する機器は、長時間にわたるトラバース任務に必要な燃料及び他の消耗品の全てを輸送するようには構成されないことが考えられるため、定期的な補給をトラバースには空輸支援を用いることができる。補給はトラバース機器付近に着陸した LC-130 航空機から直接に、又は空中投下、トラバース経路に沿いの現地貯蔵所に置かれた物資を回収することで行うことができる。一時的現地貯蔵所の使用による燃料又は他の資材の偶発的放出のリスクを最小限とするため、内容物を保護し、コンテナに損傷を与えないよう効果的な回収を容易にする状態で資材を雪面に設置する。

空中投下された資材のうち、コンテナが損傷を受けたり、又は資材が消失して回収できないような状況に着地した場合、環境への偶発的な放出が考えられる。2002-2003年 ITASE トラバース活動中には、トラバース経路に沿う4箇所において合計24パレット、96缶の燃料ドラムが空中投下された。24件のうち5件で空中投下パラシュートが失敗して雪に埋もれたが、認識できるような燃料消失無しに全てのドラムが回収された。

流出防止手段の実施にも関わらずタンク、ドラム、コンテナ又は輸送器具（ホース、ポンプ）の故障又は紛失、又は重大な車両の故障とその後の危険物質の環境への放出によるリスクがわずかながら存在する。偶発的な放出が発生した場合、局地的影響の範囲は流出した物質の量とタイプ及び周辺環境条件による。確立した流出対応手順に従い、主な緩和には発生源の管理を行い、汚染された雪氷の除去及び流出が不浸透面で発生した場合の吸収材の使用を含む浄化を行った後に、最初の保全地区として、発生源の管理を行う。汚染された雪及び吸収材はドラムに詰めて廃棄物として除去する。

燃料又は他の液体の指定汚染物質（潤滑剤、冷却剤）が偶発的に雪面に放出された場合、物質は流出箇所下方に移動し、流出浄化活動による除去は限界があり、長期にわたる局地的影響をもたらすことが予想される。比較的の不浸透性の表面又は地下層を持つ場所では、より効率的に浄化ができるため、影響を最小限とすることができる。クレバス内への機器、「燃料、他の指定汚染物質、又は廃棄物の落下」といった最悪で回収不可能な場合は、長期にわたる影響をもたらすこととなる。本環境レビューで示す科学関連トラバースの実施は季節海氷、海水域、又は地域的植物又は動物相を有す地域を含まないため、偶発的な放出に関する影響は局地的（水平面、多くの場合必ずしも縦方向ではない）なものであると予想される。

6.4.4 マクマード基地運営に対する影響

パーマー基地が支援する半島での作業及び調査船で行う作業を除き、マクマード基地は南極のUSAP運営上の大半の物流ハブとなっている。補給トラバース活動を運営し支援する専門技術及び機器を含む計画能力は、マクマード基地にベースを置くこととなる。マクマード基地はおそらく以下のタイプの支援を提供することとなる：

- ・トラバース人員に対する一時的サービス（宿泊、食事）
- ・トラバース機器の維持及び修理
- ・現地支援（食糧、非常用機器及び貯蔵所、消耗品、廃棄物コンテナ）
- ・大量の燃料
- ・廃棄物管理
- ・天候サービス
- ・通信支援
- ・航空機支援（LC-130、Twin Otter、回転翼機）
- ・医療サービス

本環境レビューで述べる科学関連トラバースの活動レベルの支援に必要な物流及び人員資源は、現在マクマード基地運営の能力範囲内にある。マクマード基地で補給トラバース活動の支援に必要なとなる可能で重要な資源には、機器の保管及び維持機能を含む。事前の資源計画及び入念にスケジュールを作成して考えられる矛盾を回避又は最小化する。トラバース活動の支援に必要なと考えられる現地サービス（例えば通信、食糧、燃料貯蔵所）は、毎年無数の現地活動に対して提供している現在の支援レベルに収まる。

6.4.5 他の USAP に対する影響

USAP の科学関連トラバース活動の大半はマクマード基地が中心的な物資ハブとなる。計画される調査の性質により、他の施設（例えばアムンゼン-スコット、バード地上野营地）を物資保管所又は機器を一時的に保管する場所として用いることができる。これらの施設に立ち寄ることは、調査上、不可欠であり、計画に従い、それ故施設運営に悪影響を及ぼすことがないようにする。

6.4.6 USAP における科学調査に対する影響

南極の地上トラバース能力の使用は、トラバース経路自体沿いの雪氷に対して地形改変及び排気ガスといった局地的な物理的影響をもたらす。いかなるトラバース経路も、進行中の科学調査及び南極特別保護地区 (ASPA) 又は管理計画で制限される影響を受けやすいその他の地域を避けるよう注意深く選択する。潜在的な矛盾が予想される場合、将来の科学調査がこれらの地域を回避して計画するため、使用する主要なトラバース経路は詳細に記録する。影響を受けやすい地域（例えば ASPA）の近くに新たなトラバース経路を計画する場合、考えられる環境要素及びトラバース経路の変更を含む緩和措置を特定するため計画活動の補足レビューを行う。

物理的攪乱及びトラバース運営による環境放出（例えば排気ガス、偶発的流出）大気モニタリング、地震研究、又は攪乱されていない雪氷中を必要とする調査等様々なタイプの調査に影響を与える可能性がある。トラバース活動及び地上ベース調査は、これらの目的のために利用されていることがわかっている地域を回避するよう計画するが、トラバース運営からの微量レベルの残留物が経路に沿った雪氷中に恒久的に堆積することが考えられる。USAP が使用した過去及び現在のトラバース経路は、輪郭を記し、地図を作成し、攪乱の知られる地域で予想される支障を回避して、攪乱されていない雪氷を必要とする将来の科学調査が計画できるようにする。

USAP の地上トラバース能力の利用は、特に大型又は重量の大きい貨物の輸送について空輸資源を補足する代替的貨物輸送機構となり、科学調査に良い影響をもたらすこととなる。例えば、アムンゼン-スコット基地の補給のトラバース能力の使用は、望遠鏡又は塔等の現行の空輸資源では行えない大型器具の輸送を可能にする。さらに、均衡の取れた空輸とトラバース輸送機構の使用は、航空機に対する依存を削減し、他の目的に対して USAP の空輸資源をより利用しやすくすることができる。

地上トラバース能力は、南極のより多様な科学調査計画又は高度な地上ベース調査活動を補足するベースを提供することができる。最近の ITASE の経験で記録されている通り、地上トラバース能力の利用を利用することにより、調査者に対して、可動で相互作用性のある地形的回廊に沿った調査現場を提供することができる。これは、大規模な現地野营地と同様だが、しかし固定野营地をベースとした場合のようにデータ収集の制約がない。例えば、定期的にトラバースベースの調査を行うことで高解像度の氷河学的パラメータ（特に、正確な積雪及び気温測定）、氷底地質学（高解像度地震探査を通じて）、気象学、気候科学、及び大気物理学のサンプリングを行うことができる。地上トラバース資源の利用は、科学界のパラダイムの移行をもたらし、科学者がまだ予想できない革新的な調査を計画することが予想される。

6.4.7 社会条件に対する影響

第2項に述べているように、南極においては、多くの国々が科学関連目的で地上トラバースを使用してきた長く多様な歴史がある。USAP によるトラバース能力の開発と使用はこうした歴史に貢献するものであり、南極における社会条件の一部に影響を与える可能性がある。

地上トラバース経路の使用及び関連する人間活動の存在は、地表の物理的攪乱をもたらし、南極風景の芸術的及び原生地域としての価値に対する一時的で局地的な視覚上の影響をもたらす可能性がある。経路を1度又は補給トラバース任務より遥かに低い頻度でしか用いないことから、科学関連トラバース又は地上ベース調査による視覚上の影響は、ほとんど目立たないものであると予想される。

数十年前、アメリカ合衆国は現地の科学活動の支援に航空機の使用を支持し、地上トラバースの使用の大部分を放棄した。あるタイプの調査は空輸資源のみでは効果的に支援できない、より近距離規模のデータ収集に発展途上のニーズがあるとアメリカ合衆国は認識した。USAPは地上ベース調査に対する支援機構を効果的に提供するトラバース能力を開発し、こうした資源を科学研究の不可欠な要素として継続使用している南極条約締約国に改めて加わる意向である。

6.4.8 間接的又は二次的影響

科学関連調査を目的にしたUSAPによる地上トラバース能力の使用は顕著な間接的又は二次的影響をもたらすとは予想されない。本CEEの範囲は、研究調査の実施に対して可動な基盤を提供するトラバース機器の使用に焦点を当てる。科学関連トラバース任務において計画している調査手法について考えられる影響は、別個の環境レビューを行う。

6.4.9 累積的影響

累積的影響は、過去と現在の活動と同様、予期できる将来に生じると考えられる活動の総合的な影響である。USAPが毎年行う他の科学調査活動と同様に、科学関連トラバース活動又は地上ベース調査は、一般的に、攪乱されていない地域を意図的に選定して短期的に行われる。従って、こうした活動から顕著な累積的影響は予想されない。

6.4.10 避けられない影響

避けることのできない影響とは、計画活動に固有のもので、活動が完了した場合完全には緩和又は除去できないものである。地上トラバース能力の使用による避けられない影響には、トラバース経路に沿った地表の物理的攪乱、トラバース及び人員支援機器の操業からの燃料燃焼副産物の放出、原生地域の一時的占有を含む。

6.5 影響の要約

補給又は科学目的における地上トラバース能力の使用による考えられる影響を把握し、南極における環境影響評価に関する手引き（参考文献17）に従って評価を行ってきた。表6-8は、各活動の範囲、期間、程度、可逆性及び考えられる影響が生じる確率について影響の度合の評価に用いた基準をまとめたものである。表6-9は、補給トラバースにより生じると考えられる環境上、運営上の影響を表6-10は、科学トラバース及び地上ベース調査で生じると考えられる影響をまとめたものである。

表 6-8. 環境に対する考えられる影響の評価に関する基準

評価基準					
影響	環境	低 (L)	中 (M)	高 (H)	極めて高 (VH)
範囲	大気 雪氷 陸上、芸術及び原生地域	局地的	部分的	大部分	全体
		活動は孤立した影響であり、その影響は活動が行われた場所に限定される	活動は孤立しているが、移動し周辺地域に影響を与える可能性がある	活動は当初孤立しているが、移動して周囲の環境に影響を与える可能性が高い	トラバース全体に沿って大規模な影響；移動が更なる影響を及ぼす

期間	大気 雪氷 陸上、芸術及 び原生地域	短期	中期	長期	恒久的
		数週間から1シ ーズン;自然過 程に比べて短 い	数シーズンから 数年	数10年	環境は恒久的 な影響を受け る
程度	大気 雪氷 陸上、芸術及 び原生地域	最低限	影響あり	高	大規模
		環境の自然の 機能及びプロ セスは影響を 受けない	環境の自然の機 能又はプロセス が影響を受ける が、中程度又は 短期	環境の自然の 機能又はプロ セスが影響を 受け、変化する	環境の自然の 機能又はプロ セスが完全に 崩壊し、悪影響 を受ける
可逆性	大気 雪氷 陸上、芸術及 び原生地域	可逆	影響あり	高	不可逆
		影響は可逆 的;影響を受け た環境は初期 状態に回復す る	影響は基本的 には不可逆であ るが、孤立して おり周辺環境と の大きな相互作 用がない	影響は不可逆 で、長時間にわ たって周辺環 境を改変する 可能性がある	影響は恒久的 変容をもたら し、環境に悪影 響を及ぼす
確率性		通常の特ラバ ース運営及び 条件では影響 が起これない と考えられる	影響が起これる 可能性はあるが、 その確率は低い	特ラバース運 営中に影響が 起これる可能性 があり、その確 率が高い	計画活動に特 有の影響で避 けることがで きない

表 6-9. 補給特ラバースによる環境及び運営上の影響の概要

活動	活動期間	結果	環境及び運営上の影響 (凡例は表 6-8)						緩和措 置 (表 7-1) (1)	
			影響を受ける 環境	範 囲	期 間	程 度	可逆 性	確 率		
クレバ スの緩 和	必要に応 じて(緩和 は初期の 経路開発 において のみ緩必 要)	爆発物の使用 による排出	大気	L	L	L	L	H	2.2	
			雪氷	L	L	L	M	H	2.2	
		物理的攪乱-土 地改変	雪氷	L	L	L	M	H	2.2	
			物理的攪乱-騒 音、振動、EM 放射	雪氷	L	L	L	L	M	2.2
トラク ターの 操業	毎日、夏季 につき 120 日	排気ガス	大気	L	L	L	L	VH	3.1-3.2	
			雪氷	L	H	L	M	VH	3.1-3.2	
		物理的攪乱-土 地改変	雪氷	L	L	L	M	VH	2.1	
			物理的攪乱-騒 音、振動、EM 放射	雪氷	L	L	L	L	VH	2.1
		他の調査計画	他の調査計画	L	L	L	L	L	VH	7.1-7.2
			野生生物	L	L	L	L	L	L	7.3

		視覚指標-マー カー、整備済 地表	芸術的及び原 生地域として の価値	L	L	L	M	H	8.1-8.3
発電	毎日、夏季 につき 120 日	排気ガス	大気	L	L	L	L	VH	3.1-3.2
			雪氷	L	M	L	M	VH	3.1-3.2
人員支 援	必要に応 じて（夏季 につき最 高 120 日）	廃水排出（廃 棄物のコンテ ナ収納ができ ない場合は排 出無し）	雪氷	L	L	L	M	M	4.1-4.2
燃料保 管及び 取り扱 い	毎日、夏季 につき 120 日	偶発的放出/漏 出	雪氷	M	M	M	M	M	4.4-4.6
危険物 管理	毎日、夏季 につき 120 日	偶発的放出/漏 出	雪氷	L	M	M	M	L	10.1-10.4
廃棄物 管理	毎日、夏季 につき 120 日	偶発的放出/漏 出	雪氷	L	M	L	M	L	11.1-11.3
現地物 流（現 地貯蔵 所、空 中投 下）	夏季（120 日）	物理的攪乱	雪氷	L	M	L	L	M	4.3
		回収不可能な 物質の放出	雪氷	L	M	L	M	L	4.3,4.7
		偶発的放出/漏 出	雪氷	L	M	M	M	L	4.3,4.7
物流支 援-マ クマー ド基地	年間	機器維持保 全、保管、野 営地 ops 支援 の増加	マクマード基 地運営	L	L	L	M	VH	5.1-5.2
物流支 援-他 の USAP 施設	夏季（120 日）	機器及び貨物 保管、燃料分 配	施設運営	L	M	M	L	H	6.1

注：

(1) トラバースデザイン及び計画（1.1-1.3）及び影響モニタリング（9.1-9.5）を含む緩和措置を各活動に適切に適用する。

表 6-10. 典型的な科学関連トラバースによる環境及び運営上の影響の概要

活動	活動期間	結果	環境及び運営上の影響（凡例は表 6-8）					緩和措 置（表 7-1）(1)	
			影響を 受ける 環境	範 囲	期 間	程 度	可逆 性		確 率
トラク ターの	調査に基づき 必要に応じて	排気ガス	大気	L	L	L	L	VH	3.1-3.2
			雪氷	L	M	L	M	VH	3.1-3.2

操業	(1 夏季又はそれ以下)	物理的攪乱-土地改変	雪氷	L	L	L	M	VH	2.1
		物理的攪乱-騒音、振動、EM放射	雪氷	L	L	L	L	VH	2.1
			他の調査計画	L	L	L	L	VH	7.1-7.2
			野生生物	L	L	L	L	L	7.3
クレバスの緩和	必要に応じて(緩和はクレバスが回避できない場合のみ使用)	排気ガス-爆発物	大気	L	L	L	L	L	2.2
			雪氷	L	L	L	M	L	2.2
		物理的攪乱-土地改変	雪氷	L	L	L	M	L	2.2
			物理的攪乱-騒音、振動、EM放射	雪氷	L	L	L	L	L
他の調査計画	L	L	L	L	L	2.2 7.1-7.2			
発電	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	排気ガス	大気	L	L	L	L	H	3.1-3.2
			雪氷	L	L	L	M	H	3.1-3.2
人員支援	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	廃水排出(廃棄物をコンテナ収納できない場合)	雪氷	L	L	L	M	M	4.1-4.2
燃料保管及び取り扱い	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	偶発的放出/漏出	雪氷	L	L	M	M	M	4.4-4.6
危険物管理	毎日、夏季につき120日	偶発的放出/漏出	雪氷	L	L	M	M	L	10.1-10.4
廃棄物管理	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	偶発的放出/漏出	雪氷	L	L	L	M	L	11.1-11.3
現地物流(現地貯蔵所、空中投下)	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	物理的攪乱	雪氷	L	L	L	L	H	4.3
		回収できない物質の放出	雪氷	L	L	L	M	L	4.3,4.7
		偶発的放出/流出	雪氷	L	L	M	M	M	4.3,4.7
物流支援-マクマード基地	調査に基づき必要に応じて	機器維持保全、保管、現地 ops 支援の増加	マクマード基地	L	L	L	M	H	5.1-5.2
物流支援-他のUSAP施設	調査に基づき必要に応じて(1 夏季又はそれ以下)	機器及び貨物準備、燃料分配	施設運営	L	L	L	L	L	6.1

注：

(1) トラバースデザイン及び計画 (1.1-1.3) 及び影響モニタリング (9.1-9.5) を含む緩和措置を欠く活動に適切に適用する。

7.0 環境影響の緩和及びモニタリング

7.1 はじめに

保全措置は、環境に対して考えられる悪影響又は USAP に関係する影響を減少又は回避するためにとられる特定の活動を表す。包括的環境影響評価（CEE）における本章は、地上トラバース能力の開発と使用によって生じる環境及び USAP 運営の影響を緩和（即ち減少又は回避）するために行う、又は検討する措置について述べる。本章は又、計画活動の結果として行われるトラバースの影響を監視、記録し、適切であれば修正活動を開始するために行われる活動について述べる。

7.2 緩和措置

補給及び科学関連トラバース、地上ベース調査に適用可能な保全措置の一覧を表 7-1 に示す。緩和措置は第 6 章で検討した潜在的影響と関連し、トラバース活動の計画及びデザイン段階において実施する一連の措置を含む。

緩和措置は柔軟にデザインされ、遭遇すると考えられる様々な状況をあげている。提案した緩和措置のいくつかは、USAP が用いる様々な現地手順にすでに取り入れられてきた。さらに、表 7-1 は指定汚染物質（即ち危険物）の管理、全ての危険及び非危険廃棄物の管理及び処分、環境に放出された物質のコントロール、環境条件及び影響のモニタリング等環境上 USAP マスター許可証に必要な条件に適用可能な緩和措置を含む。

緩和措置の最も重要な部分は、実際の現地作業が行われるよりもトラバース又は地上ベース調査活動の計画及び準備段階に十分に早く開始される。通常 1 年以上前に、トラバースの特定目標を決め、任務を達成するために必要な資源の使用及び手順を開発、機器を調達、準備して人員を訓練する。計画及び準備段階では、トラバースの実施及び考えられる影響の緩和に必要な資源を適切に入手できるよう、計画トラバース活動のデザインに配慮を組込む。計画活動に含まれると考えられる USAP 施設に関連する組織的な影響は、事前の計画、スケジュール作成、資源及び設備の配置を通して効果的に緩和することができる。

トラバース活動の開始に先立ち、USAP はトラバース運営によって起こる時間的及び空間的変化（もしあれば）を感知する影響モニタリング戦略を開発する。環境影響評価は、緩和措置を支え環境影響を最小限化するために資源が適切に入手可能であることを確保するため、運営の全段階、特に計画段階で行われる。通常の過程を通して、USAP は運営及び調査活動を含む計画活動に関する予備的なレビューを行う。これは考えられる環境影響を把握し、環境レビュー記録（ROER）、初期環境影響評価（IEE）、包括的環境影響評価（CEE）等の環境文書において未だ評価されていないものを把握するためである。権限を与えられた場合、更なる環境評価、特定の緩和措置の開発及びその後の文書の作成を行う。地上トラバースを含む計画活動は又、こうしたレビューを受け、異なる環境条件における活動又は本 CEE で把握していない影響を生じる可能性がある活動については、補足の環境評価を行う対象となる。

表 7-1. 緩和措置の概要

側面	緩和措置
トラバースデザイン及び計画 (1.0)	1.1 トラバース経路： トラバース運営に選択した地上経路は任務（補給、科学調査）の目標に合い、環境の攪乱を最小限化するようにデザインされるべきである。 -経路はトラバース運営及び偶発的放出等の計画外の出来事が周辺環境の影響を受けやすい地域に悪影響を与えないような地域に位置するべきである。南極特別保護地区（ASP）から最小距離 250m を維持する。

	<p>-トラバース経路が海洋環境、ASPA、又は他の影響を受けやすい地域付近に位置する場合、計画活動の影響を決定するため補足の環境レビューを行う。</p> <p>1.2 機器、人員支援資源、隊員：</p> <p>-トラクター及びトレーラー/ソリの大きさ及び数は任務の目標（例えば補給、科学調査）及びトラバース中に予想される環境条件（例えば斜面、積雪）にかなうよう適切であるべきである。</p> <p>-トラバースにあてる人員数は任務の目標に合い十分な安全をもたらすために適切であるべきである。</p> <p>-地上での適用に関して証明済のデザイン及び作動特徴（例えば維持保全）を有するトラクターを用いる。トラクターはエネルギー使用及び排気ガスを最低限にするようデザインされたものであるべきである。</p> <p>-トレーラーは条件（例えば高車軸、リードトラクターに合わせたスキー又は輪距）</p> <p>-人員支援及び調査に必要な設備（例えば発電、飲料水生産機器）はエネルギー使用と排気ガスを最低限にするようデザインされたものである。太陽エネルギー、又はディーゼルやガソリンの代替燃料（例えばプロパン）の使用を検討する。</p> <p>-トラバース支援機器（例えばトレーラー、人員モジュール）はトラバース中に使用される全ての指定汚染物質（即ち危険物）の保管が適切にできるデザインされたものである。</p> <p>-トラバース支援機器及び資源（例えばコンテナ）は、トラバース中に発生する全ての廃棄物を回収保管する。</p> <p>-トラバース機器及び資材移動に関する資源（例えば燃料補給）は当該目的に対してデザインされたもので、流出防止仕様である。</p> <p>-保管タンクの定期点検及び流出又はコンテナの故障が検知された際に迅速な対応を促すため封じ込めトレー又は容器を最大限実用的に利用する。</p> <p>-外部の封じ込め構造が不可能な場合は二重壁タンクを用いる。</p> <p>-トラバース運営手順は流出又はコンテナの故障が検知された際に迅速な対応を促すため定期点検（例えば、少なくとも毎日）を含むようデザインされたものとする。</p> <p>-トラバース支援機器及び資源は流出対策（例えば、シャベル、吸収剤、廃棄ドラム）及び損傷した又は漏出している容器からの物質の適切な移動と封じ込めを可能とするために提供されるべきである。</p> <p>-流出対策活動は現地野営地石油流出対策の手引き（参考文献 16）にある手順を行うとともに、トラバース活動に対処する必要に応じて補足に努める。</p> <p>-トラバース人員の流出対策訓練を行う。</p>
	<p>1.3 トラバース計画は以下の活動に対処するため、環境に対する影響を最小限化又は緩和するために適切な追加の緩和措置を組み込むべきである：</p> <p>-人員支援施設の運営</p> <p>-廃水管理</p> <p>-現地貯蔵所の配備、使用及び閉鎖</p> <p>-空中投下の使用</p> <p>-一時的支援野営地又は一時滞在場所の設置</p>

<p>雪氷環境への物理的攪乱 (2.0)</p>	<p>2.1 人員支援モジュールの運営中、指定トラバース経路又はこれに隣接した地域に活動をとどめることによって土地の改変又は攪乱を最低量とする。</p> <p>2.2 可能であればクレバスの危険を回避する。物理的なクレバスの危険緩和（即ち埋立）が必要な場合、影響を以下のように最小限化する： -クレバスの露出（即ちスノーブリッジの除去）は安全作業に必要な長さに制限し、トラバース機器の安全通行が可能な必要範囲に限ってクレバスを埋立する。 -クレバスを周囲の自然物質で埋める。</p>
<p>排気ガス (3.0)</p>	<p>3.1 最適性能を維持し排気ガスを削減するため、作動時間又は他の維持保全基準に基づき、トラバース機器の定期的な予防維持保全を行う。</p> <p>3.2 排気ガスを最小限とするため、使用していないときには機器を停止し、可能な範囲でディーゼル動力機器のアイドルリングを最小限とするためエンジンヒーター又は同様の装置を活用する。</p>
<p>雪氷環境への放出 (4.0)</p>	<p>4.1 無氷又は消耗の激しいブルーアイス地域で氷の流れが終わると考えられる地域では廃水排出を禁止する。</p> <p>4.2 廃水排出を最大限実用的な範囲に制限し、排水をコンテナに収納して処分のため USAP 支援施設に輸送する。廃水を排出する地域では： -廃水排出を支援モジュール地 1 箇所につき 1 処分に制限する。 -廃水排出を尿及び生活廃水に制限する。 -廃水を氷床に排出する場合、周囲の環境から効果的に孤立するため処分用の穴は少なくとも 1m の深さとする。 -地表への廃水排出を禁止する。 -指定汚染物質（例えば、化学物質、燃料廃棄物、潤滑剤、グリコール）を含む物質の排出を禁止する。 -支援モジュール運営中には各箇所です排出した廃水のおおまかな量を記録する。</p> <p>4.3 貯蔵所又は一時的保管場所の使用： -機器、資材、又は物資をトラバース経路に沿って貯蔵する場合、資材が雪氷に覆われ、又回収の際に損傷を受けることを防ぐ方法（例えば、パレット上に保管）で保管する。 -資材が消失又は回収不可能となることを防ぐため保管場所を標示、記録する。 -トラバース運営を支援するため燃料、資材又は物資の空中投下を行う場合、全ての梱包資材（例えば、パレット、パラシュート）を回収する。 -空中投下したコンテナの損傷の有無を検査し、流出又は漏出がある場合には直ちに修理する。</p> <p>4.4 物質の移動： -封じ込め装置の使用を含む流出防止技術を組み込んだ物質移動（例えば、燃料補給）及び機器維持保全作業に関して一貫したアプローチを開発及び実行する。 -使用後には移動式ポンプ、ホース、ノズルを乾かし、適切な封じ込め構造物に保管する。 -全ての燃料移動及び機器維持保全作業後には、隣接箇所の流出又は漏出の有無を検査し直ちに修復する。</p> <p>4.5 漏出又は損傷を探知するため以下について日々検査する： -大量燃料保管タンク、パイプライン、バルブ、分配ポンプ、ホース</p>

	<p>-機器（発電機、暖房）タンク、燃料ライン</p> <p>-車両（例えば、燃料タンク、石油皿、水圧ライン、冷却システム）</p> <p>-保管コンテナ（例えば、燃料、石油、グリコールを含むドラム）</p> <p>4.6 漏出又は流出の検知後は、直ちに実用最大限に浄化し、南極危険廃棄物として汚染物質を管理、45 CFR §671 で義務付けられている通り全ての流出及び修復活動を報告する。</p> <p>4.7 45 CFR §671 によって義務付けられている通り、全ての消失した機器又は器具を報告する。</p>
マクマード基地運営に対する影響 (5.0)	<p>5.1 マクマード基地運営への影響を最小限化するため十分早期にトラバース運営及び支援活動を計画する。</p> <p>5.2 通常の基地運営にかなった場所でトラバース準備作業を行う。</p>
他の USAP 運営に対する影響 (6.0)	<p>6.1 影響を受ける USAP 施設運営及び考えられる相違を適切に把握することを確保するため、スケジュールしたトラバース運営を計画過程に組み込む。</p>
USAP の科学調査に対する影響 (7.0)	<p>7.1 科学調査において特別に必要でない限り、又適切な制限に従って行われない限り、ASPA のトラバース運営を禁止する。</p> <p>7.2 科学調査において必要でない限り、既知の影響を受けやすい科学地域（例えば、大気、地震モニタリング）付近でのトラバース運営を回避する。</p> <p>7.3 野生生物の攪乱を回避するため、動物又は受容体に対して少なくとも次の距離を維持する：250m（トラクター）、150m（スノーモービル）、15m（徒歩）。</p>
社会条件に対する影響 (8.0)	<p>8.1 史跡及び記念物付近でのトラバース運営を回避し、移動の際には少なくとも 50m 以上車両が離れるようにする。</p> <p>8.2 先頭車両の通路の後を走行し、攪乱雪面の量を最小化する。</p> <p>8.3 マーカー及び旗の設置を安全運営の維持に必要な数に限定し、トラバース経路周辺地域の芸術的価値を保全する。</p> <p>8.4 最大限実行可能な範囲で廃水の排出を回避する。</p> <p>8.5 NGO による USAP 資源の使用を拒否する。</p>
影響モニタリング (9.0)	<p>9.1 環境への影響を及ぼす可能性がある活動を把握するため、全ての計画されたトラバース現地運営及び調査活動の環境レビューを行う。それに従いトラバース計画者と共に適切な緩和措置を開発する。</p> <p>9.2 影響を評価するために、トラバース活動における測定する時間的及び空間的パラメータを把握し包括的モニタリング計画を開発する。</p> <p>9.3 環境影響の評価に用いることのできる各年に行われる活動（例えば、燃料燃焼、廃棄物発生、環境放出）を文書化するため、トラバース活動を許可報告プログラムに組み入れる。</p> <p>9.4 USAP トラバース活動全体に対して次の監査を毎年行う：（1）活動が計画通りに行われていることを立証する、（2）予想された影響に対する測定又は観察された影響の比較を提供するデータを収集する、（3）増加した又は予期しない影響を緩和するために必要な修正活動を提案又は開発する。</p> <p>9.5 以下について記述と数量を含むトラバース活動の位置を記録する：</p> <ul style="list-style-type: none"> -現地に残る資材（例えば、貯蔵所） -運営からの環境に対する放出 -科学調査からの環境に対する放出 -偶発的放出（例えば、流出）

危険物管理 (10.0)	<p>10.1 危険物（即ち指定汚染物質）を含む全ての物質を保管することができ、トラバースにおける輸送に関する取り扱い及び圧力に適応したコンテナに保管する。</p> <p>10.2 中身の入ったタンクを荒れた地表で輸送する場合、構造的損傷に対する対策があり輸送利用のために特にデザインされた大量燃料保管タンクを使用する。</p> <p>10.3 トラバース活動及び人員支援運営に用いる指定汚染物質（例えば、燃料、石油、グリコール）を含む資材を、適切な安全側を考慮して必要タイプ及び量に制限する。</p> <p>10.4 冬季の現地での指定汚染物質含有資材の保管を最小限とする。運営シーズン又は冬季に指定汚染物質、機器、物資又は廃棄物をトラバース経路に沿って一時的に保管する場合：</p> <ul style="list-style-type: none"> -物質が消失することを防ぐため、保管場所を標示、文書化する。 -雪氷に覆われ、回収の際に損傷がない方法でコンテナ（例えば、タンク、ドラム）を保管する。 -環境に対する偶発的の流出を防ぐ方法でコンテナを保管する（例えば二次的封じ込め）。 -次の夏季シーズンの終わりに全ての品目を USAP 支援施設に処分するため回収、返却する。
廃棄物管理 (11.0)	<p>11.1 廃棄物管理計画及び利用者の手引きの必要条件に従い、トラバース中に発生した全ての廃棄物を管理するための資源（例えば、コンテナ）を提供し、以下を行う：</p> <ul style="list-style-type: none"> -環境への放出（例えば、軽量の物体が風で分散）を回避するため全ての廃棄物を収納する。 -南極危険廃棄物及び非危険廃棄物の系統を分離し、表示する。 -輸送中廃棄物の安全を確保する。 <p>11.2 漏出又は悪化について南極危険廃棄物コンテナを毎週検査し、NSF 廃棄物規制（45 CFR § 671.11(b)）に従ってそれを文書化する。</p> <p>11.3 実行可能な場合、輸送にあてる全ての衛生廃水及び生活廃水をコンテナに収納して支援施設へ送る。衛生廃水の輸送が実行可能でない場合、尿及び生活廃水のみ（45 CFR § 671 に従って）を排出し、人の固形廃棄物はコンテナに収納する（緩和措置 4.2）。</p> <p>11.4 冬季に現地で非危険廃棄物及び南極危険廃棄物の保管を最小化する。運営シーズン又は冬季にトラバース経路にそって廃棄物を一時的に保管する場合：</p> <ul style="list-style-type: none"> -物質の消失を防ぐため、保管場所を標示、記録する。 -雪氷に覆われ、回収の際に損傷がない方法でコンテナ（例えば、タンク、ドラム）を保管する。 -環境への偶発的放出を防止する方法でコンテナを保管する（例えば、二次的封じ込め）。 -冬季に貯蔵した全ての廃棄物は次の夏季シーズンの終わりまでに処分のため USAP 支援施設に返却する。

7.3 環境報告及びレビュー

考えられる環境影響に関係し、アメリカ合衆国環境法規制に従った地上トラバースの使用に関する全ての活動は、文書化し系統的に評価を行う。例えば、米国廃棄物規制（45 CFR §671）は南極のアメリカ合衆国の全活動に適用される。廃棄物規制は、指定汚染物質（即ち危険物）の

管理、南極で発生する廃棄物の管理及び処分、及び環境へのいかなる物質の放出に関する許可証の発行の必要条件及び関連する報告業務を定めている。廃棄物規制に従い、NSFは市民支援契約業者である Raytheon Polar Services 社 (RPSC) に対し、1999年10月1日から2004年9月30日の期間に USAP マスター許可証 (参考文献3) を発行した。現在の許可証は2004年10月1日更新される予定である。南極で行うトラバース活動は適切な USAP マスター許可証の規約条件に従うものである。

各年6月30日までに、RPSC (許可証保有者) は恒久基地、個別の周辺施設及びフィールド地で行った過去12ヶ月の、廃棄物管理及び環境への放出に係る年次報告書 (USAP マスター許可証文書化活動) を準備する。廃棄物及び放出に関連する全てのトラバース活動がこの年次報告書に含まれることとなる。さらに、許可証保有者は、いかなるトラバースに関してもマスター許可証に記された活動が正しく記載されているかを立証するため、年次レビューを行う。いかなる改正条件及び重大な変更は USAP マスター許可証の修正条項に従って把握、文書化される。

許可証保有者は、許可証報告目的に必要なデータを集めるため、「許可証報告プログラム」として知られる公式の過程が定められている。このプログラムは USAP で運営する各恒久基地及び個別の周辺施設で許可証の下で行われる全ての活動の取り組み及び効率的で矛盾しない方法で許可証関連の情報を収集するようデザインされたものである。トラバース活動に属する関連情報には、USAP マスター許可証及び USAP マスター許可証の修正条項のための年次報告書で後に用いるため、許可証報告プログラムに含まれる。

許可証報告プログラムを通して得たデータは又、環境影響の評価及び監視に用いる活動及び条件を明らかにするのに利用できる。例えば、各年に報告及び評価する許可証関連のパラメータには、燃料消費及び関連の排気ガス、廃棄物の発生及び処分、環境への計画的及び偶発的放出を含む。これらのパラメータでは USAP マスター許可証の記載内容と顕著に異なる状況かどうかを検討する。トラバースに関し、許可証報告プログラムを通して定期的に得られるデータは、本包括的環境影響評価で評価した条件及び可能な影響に基づき評価する。

8.0 情報不足及び不確実性

8.1 はじめに

本環境レビューの範囲は南極におけるトラバース活動を行う運営側面に主に焦点をあてたものである。一つの計画に特有（例えば器具配備、試料収集、新たな施設の建設）で、一般的なトラバース活動に共通しない特化した活動については、さらなる特徴づけと補足環境レビューが必要となる。本章はトラバース能力を開発し実施する USAP の意図に関連するいくつかの基本前提を述べ、この影響評価に悪影響をもたらす情報不足又は不確実性を把握する。

8.2 基本前提

地上トラバース能力の開発と使用が USAP に重要な利点となることは確実である。検討するトラバース能力は、既存の空輸資源を代替するのではなく最適に補足するために用いる既知の実行可能な輸送機構を表す。地上トラバース及び空輸双方の輸送能力が利用可能であることは、USAP に意図する任務に最適かつ効率的で環境に配慮した手段の選択を可能にする。

何年にもわたり、他国は本計画活動と同様の機器及び手順を用いて南極の陸施設の補給トラバースを成功下に行ってきた。多くの国による南極横断の歴史に示される通り、トラバースは、科学調査の実施に有用な手段であることが証明されている。この中には最近行った大規模な国際南極横断観測計画（ITASE）の一部として行われたものも含まれる。

USAP がある年に計画トラバース能力を使用するかどうかは、プログラムの様々な物流及び調査ニーズによる。同様に、提供する現地支援資源の範囲は、トラバース任務の特定なニーズによるものである。マクマード基地資源が将来の USAP トラバース運営の空輸物資、現地貯蔵所、空中投下等の大半の支援を行うと予想される。本環境レビューで評価する外部支援のレベルは、予測可能な将来にトラバース活動の支援で使用すると予想される利用可能な USAP 資源を代表する例である。これらの支援活動を十分早期に計画、スケジュールしなければならないため、本環境レビューで把握するものとは大きく異なる影響を含む活動については別に評価を行う。

本環境レビューは、補給又は科学関連目的のトラバース又は地上ベース調査活動の実施に関する機能的側面に焦点をあてている。これらの活動は国際共同体の広大な南極横断経験と比較し得るものである。こうしたトラバース活動又は関連の支援活動を明らかにするために用いる基本的パラメータが本レビューで把握、評価する条件と大きく異なることはない。本 CEE に示されるものと著しく異なる運営条件又は環境条件の下で行われる将来のトラバース活動は、補足の環境レビューを行う。従って、本環境レビューの結論に実質に影響するようなトラバース能力の開発と実施に関連する重要な情報不足又は不確実性は存在しない。

8.3 不確実性

計画活動に関連し、本環境レビューで評価を行った技術的情報は、現在評価が行われているマクマードから南極点への補給概念証明トラバースと、USAP が行った最近の ITASE トラバースからの運営性能データの 2 例に由来する。これらの例からのデータに基づき、トラバース運営の考えられる環境影響を把握し、本 CEE に定義する環境条件と関係付けて評価した。事例で示したものと異なる条件下で生じるトラバース活動の特性には、不確実性が存在することが考えられる。

環境影響の評価に影響を与えると考えられるトラバース運営条件には、経路、機器、物流アプローチが含まれる。運営条件の範囲内で関係する影響を本レビューで明らかにしている。従って、いかなるバリエーションも活動の結果に大きく影響する、又は結論が変わるとは考えられない。以下にこうした分野において可能な情報不足又は不確実性を示す。

将来、補給又は科学調査任務で利用すると考えられる特定経路は、トラバースの計画時点における USAP の特定ニーズによる。本環境レビューは、ロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原の 3 つの広い積雪、結氷地域において考えられる影響に焦点をあてた。南極特別保護地区又は無氷地域等大きく異なる地域の計画トラバース活動は、補足の環境レビューが必要となる。特定の経路に沿うことになるが、トラバースに必要な地形改変の範囲は、クレバス、サスツルギ、地吹雪を含む地域の環境条件による。安全通行のため、埋立で緩和が必要となるクレバスの数及び大きさや、トラバース機器の安全で効率的な通行のために必要な地表整備の範囲を予想することは不可能である。

特定のトラバース活動を形成するトラバース機器の数、タイプ、大きさ及び構成は任務のニーズによる。本環境レビューで評価した機器の構成は、予測できる将来における典型的な USAP のトラバース活動に代表的なものである。将来のトラバース任務の構成は、現在概念証明評価を行っている要素を組み込み、アメリカ合衆国及び他国で行った過去のトラバース任務から得られた運営経験を活用するものとなる。

USAP が行った各地上トラバースは、任務の特定な目的に合わせるよう形作った運営戦略の開発を必要とする。計画トラバース活動の性質及び程度、及び関連項目に影響することが考えられる運営パラメータには以下のものが含まれる：

- ・トラバース回数（片道、往復、複数回）
- ・運営スケジュール（合計期間、1 日の移動時間数）
- ・人数（操縦士、科学者）
- ・トラバース停止回数（一時的野営地、休憩、調査箇所）
- ・環境に放出される物質（排気ガス、廃水排出）
- ・現地維持保全及び修正活動
- ・トラバース機器、燃料又は物資の一時的現地保管所の使用

8.4 評価方法

環境への放出の予測に本環境レビューで用いた手法では、不確実性が内在している。トラバース機器からの燃料燃焼排気ガス及び雪氷で覆われた地域において廃水の予想される排出を予測するため一般的なモデルを使用した。

南極条件下でのトラバース機器作動に関する実際の試験データが得られなかったため、排気ガスの予測には一般的な排出モデルを用いた。排出要因は特徴的な機器のタイプ及び大きさを最も良く代表するものを選択した。一般に、これらのモデルは、排気ガスに関する予測の算出に取締り機関及びリスク評価者が用いるものである。これらのモデルは現在入手可能な機器が達成している燃料消費効率又は排出基準を示すものではないため、排出要因は一般に控えめな見積りとなっており、従って実際の排出量はこれより少なくなると予想される。

排出する可能性のある予想廃水量及びその結果として生じる汚濁負荷量は、現地運営のために開発し、USAP マスター許可証に記載している一人当たり廃水発生率を用いて数量化した。これらのモデルは許可証の報告目的のために南極全体において USAP に適用され、毎年検討を行う。これらのモデルに由来する予測の不確実性は、本環境レビューが導く結論に影響を与えるとは予想されない。実行可能な最大範囲において、廃水排出を回避する。

9.0 結論

9.1 はじめに

本包括的環境影響評価（CEE）は USAP による地上トラバース能力の開発と実施に関して考えられる影響の把握を行った。計画活動の範囲は、特定の目的（補給、科学関連調査）、指定期間、又は単一経路のみだけでなく、USAP が行うと考えられる全てのトラバース運営を包含するユニークなものとなっている。

USAP は、貨物を効率的に輸送し、安全で環境に配慮した現地での科学調査を行うために既存の空輸資源と共に地上トラバース能力の使用を計画している。現在 USAP は着実に十分に成熟したトラバース能力を保有していない。USAP が今日までに行ったトラバース活動は、使用目的に最も適しているとは言えない利用可能な機器を用い、非常に限られた規模で行われている。

典型的な地上トラバース活動の考えられる環境影響は、2つのシナリオを用いて把握、評価した。第一の例は、マクマード基地からアムンゼン-スコット基地への補給で、現在、概念証明研究でエンジニアリング評価を行っているトラバース手段を用いたものである。科学トラバース及び地上ベース調査の考えられる影響を評価するため、USAP が参加している国際南極横断観測計画（ITASE）をトラバース能力の使用を第二の代表例として選択した。

計画活動の影響の把握及び評価に用いた手法は、南極における環境影響評価に関する指針（参考文献 17）に一致するものであり、南極の計画活動と同様のもので最近準備された CEE で用いられたものと類似している。この中には ANDRILL に関する包括的影響評価案（参考文献 18）、南極ドロンニング・モード・ランドにおける深層雪氷コア回収に関する包括的環境影響評価（参考文献 19）が含まれる。さらに、ここでの手法は、オーストラリア国家南極調査遠征隊が行ったトラバース活動における環境影響の2つの予備的評価、2002/03 年夏季 PCMEGA 遠征隊におけるモーション基地から LGB6、250km 南、燃料貯蔵所への秋季トラバースに係る環境影響の予備的評価（参考文献 20）及び 2002/03 年夏季 PCMEGA 遠征隊環境影響予備評価（参考文献 21）に用いたものと同様なものを使用した。

9.2 計画活動の利点

計画活動は貨物を輸送し現地科学調査を支援する USAP の現行空輸能力を補足するために意図されるものである。トラバース能力の実施により生じる利点には以下のものが含まれる：

- ・あるタイプの貨物（例えば、大きさ、重量）、物流ニーズ、環境条件（例えば、厳しい天候）又は現地調査必要条件について、航空機より適した輸送の選択が可能となること。
- ・各トラクターが LC-130 を満載した場合の約 2 倍の貨物を同じ燃料投資で運搬することができるため、補給任務の燃料消費が削減される。燃料消費量の減少は低排気ガスに直接関係する。
- ・任務数の削減を促進、又は航空機を他の目的に利用可能とする空輸資源への依存の削減。
- ・航空機より広い南極条件範囲で運営する能力。必要に応じて、トラバース機器を航空機よりも夏季の早い又は遅い時期に操業することができる。
- ・補給トラバース人員が貨物の積み降ろしを行うことによる基地ベースの貨物取り扱い支援の削減
- ・確立したトラバース経路は、現地科学調査を容易にし、促進する実証済みのルートとなることが考えられる。
- ・しっかりとしたトラバース能力は、より包括的な現地調査を行うために必要な資源となる。

9.3 雪氷環境に対する物理的攪乱

本レビューで検討したトラバース活動は、雪氷に覆われた地域で生じる。計画活動の性質により、トラバース活動が地表を攪乱することは避けられない。攪乱は主にトラバース経路の幅に留まるが、その影響は経路が数百キロに及ぶため軽微以上のものであることも考えられる。特定の経路で繰り返し行うトラバースの回数は、任務の計画目的によるため未知である。経路により、回避できないクレバスはトラバース機器の安全通行を促すため自然の雪氷で埋立する。風の働き及び積雪といった自然過程は、短期間の車両の通行による視覚的な痕跡を消すため、従って、氷床、氷河及び内陸高原を含む地域の USAP の計画トラバース活動による物理的攪乱影響は少ないと考えられる。

当然のことながら、地上トラバースの実施は南極環境に物理的攪乱をもたらし、原生地域としての価値を変化させる。これらの攪乱は一時的なもので、南極探検の進歩のもととなったトラバース資源の現在及び歴史的な利用と同様の攪乱である。USAP のトラバース資源の使用による科学調査及び運営支援の物理的利点は、南極の原生的な価値を減少させることより環境の原始の特徴のいかなる減少をも遥かに大きい。

9.4 排気

燃料の燃焼及びその結果の排気ガス副産物の大気への放出は、機動化機器を用いて地上トラバース運営を行う計画活動の避けられない結果である。消費燃料量及びその結果の排気ガスは特別なトラバース任務で顕著であることも考えられるが、排気ガス及び粒子はトラバース経路の範囲に沿って風下の大気中にすばやく分散すると予想される。これらの排気ガスは発生源付近で視覚的に目立つ、又は検知可能かもしれないが、大気質又は地表アルベドに対して長期又は悪影響をもたらすものとは予想されない。

トラバース活動中の燃料燃焼による排気ガスは一時的なものでトラバースの進行中、経路に沿って分散すると予想される。比較として、マクマード基地では典型的なトラバースより遥かに多量の燃料を1年に用いるが、基地での大気質を年間通じて連続監視した結果、アメリカ合衆国の大気質基準を十分下回ることがわかった。これは固定発生源であるマクマード基地が環境に悪影響を及ぼさないのであれば、遥かに少ない燃料を用いるトラバースの移動発生源も悪影響を及ぼさないといえる。さらに、同量の貨物の輸送に、トラバース運営はより少量の燃料を用い、現在南極で USAP によって使われている LC-130 航空機よりも遥かに少ない排気ガスを排出することとなる。

9.5 雪氷環境への放出

トラバース活動の実行中に様々なタイプの資材や物質が故意又は偶発的に雪氷環境へ放出されることが考えられる。経路マーカー用旗等トラバース運営に必要で現地で配置される物は、時間と共に雪に覆われたり、消失、劣化する可能性がある。トラバース人員から発生する廃水は、実行可能な限りコンテナに回収し、処分のために USAP 支援施設に輸送する。廃水を排出しなければならない場合、南極条約で許可される地域にのみ放出を行う。排出した廃水は、雪中で恒久的に凍結、地表面下で隔離され、人体又は環境への危険はない。放棄には危険物を含めず、環境に対して悪影響を及ぼすとは予想されない。トラバース運営の進行を通して、トラバース機器の運営に大量の燃料を取り扱い使用すると同時に、貨物として輸送することが考えられる。偶発的な燃料又は危険物（潤滑剤、冷却剤）の流出又は漏出は予測不可能であるが、考えられる環境影響である。しかし、流出防止措置が機器及びトラバース運営手順のデザインに組み込まれてきている。流出が検知された場合、事故に対応するため制御措置を速やかに実施することができる。雪に覆われた地形に偶発的に放出された燃料又は他の危険物は、フィルムを垂直に移動し、不浸透層に達してから水平方向へ拡がると予想される。一般に、USAP は、燃料等の危険物を日々大量に管理、輸送しており、環境への著しい放出は比較的稀である。トラバース

ス運営中に流出が発生した場合、長期にわたる環境影響を及ぼす可能性はあるが、局地的であり、放出された物質は隔離されて更なる移動が制限されるものであると予想される。

9.6 他の影響

計画トラバース能力の実施は、トラバース活動に関係する特定の USAP 基地及び現地野営地においてその運営にある程度影響を与えると予想される。重大な運営上の矛盾又は影響は、事前の計画及び資源スケジュールを通して回避する。

USAP が行う科学調査も又、トラバース能力の実施を通して影響を受ける。科学調査への影響は、トラバース能力の使用の結果、既存の空輸資源を補足し、新たな調査機会を提供するため、ほとんど肯定的なものである。トラバース活動は地形を攪乱するが、こうした影響は将来の調査が潜在的な妨害を回避できるデザインされるように文書化する。

USAP のトラバース活動は、原生地域としての価値が代表する南極環境の社会条件に影響を及ぼす。USAP のトラバース能力の使用は、特定経路に隔離され、南極で活動する他国のトラバース活動と類似するものである。USAP のトラバース能力の使用で生じる利点は、南極環境の原生地域としての価値を局地的で一時的な悪影響を遥かにまざるものである。

9.7 要約

USAP によるトラバース能力の開発と使用は、資源の重大な投資（コミットメント）を意味し、観察又は測定可能な環境影響をもたらす可能性のある重要な運営及び科学事業である。USAP のトラバース能力の使用で予想される科学及び運営上の利点を、綿密に評価しており、重要であるとみなされる。トラバース活動の実施による結果（環境影響）は南極において活動する多くの組織が十分知り、又理解しており、本 CEE において説明した。

USAP は、本 CEE を南極の科学関連又は貨物輸送トラバースの実施に関する機械的側面について考えられる影響の説明に用いる計画である。本 CEE で示したものは著しく異なる地域（即ち環境条件）で起こる独自の運営、特化した調査技術又はトラバース経路については、補足環境レビューにより評価を行う。

トラバース活動の実施による環境影響は軽微又は一時的ではない可能性があるが、トラバース経路に沿って局地化するものである。南極の他の無数の運営者が認識している通り、地上トラバース能力の使用に関連する影響は、こうした輸送機構がもたらす重大な利点に比較して比較的良性的なものである。全体として、USAP のトラバース能力の使用に関連した予想される影響は、軽微又は一時的ではないと決定されたが、南極環境に対して広範囲な悪影響をもたらすものではないと考えられる。

10.0 非技術的要約

本包括的環境影響評価は、計画している USAP の地上トラバース能力の開発と実施により考えられる影響を評価するため米国科学財団が準備したものである。地上トラバース能力を開発する目的は、南極の施設の補給に関する USAP の現在の物流支援機構を強化し、特に既存の空輸資源を補足する能力の高い代替輸送手段を用意することである。第二に、地上トラバース能力の実施について同様の重要な目的として、南極における高度な地上ベース科学研究を行う基盤にトラバースを使用することである。全体として、トラバース能力の実施は、航空機資源への依存の減少、南極点を含む南極における科学の拡大機会の増加、貨物輸送における燃料消費量の削減及び化石燃料の燃焼による排気ガスの削減を含まれ、USAP に無数の利点をもたらすこととなる。

南極において地上トラバースを行う方法論及び機器は現在利用可能なものである。アメリカ合衆国を含む様々な南極条約締約国は無数の物流及び科学的目標に達成にトラバースを成功下に行ってきた。現在 USAP はしっかりと十分に成熟したトラバース能力を保有せず、既存の資源を用いて限られた範囲でのみでした地上トラバースを行うことができない。USAP が開発・計画するトラバース能力の利用は、南極で現在他国が行っており、また将来も継続すると予想されるトラバース活動と類似のものとなる。

計画活動の記述

本 CEE で分析した計画活動の範囲は、USAP が行うと考えられる全てのトラバース運営を含んでおり独自のものとなっている。トラバースは補給又は科学関連調査いずれかの目的にデザインされ、1 つ以上のトラバース経路を用いることが考えられる。補給任務に用いる地上トラバースは通常 2 箇所の主要な施設間において、改良、標示された経路に沿って 1 回以上行われる。科学目的のトラバースは目的とする調査を支援するために選定した経路を 1 回のみ用いる。

どちらのタイプの地上トラバースも、通常、トラバース機器用燃料、トラバース隊員のための生活及び作業モジュール、貨物及び他の資材を載せたソリ又はトレーラーを牽引する数台のトラック車両の使用を含む。補給及び科学トラバースの双方とも、毎日休息、機器点検又は修理、及び科学調査のために停止することが考えられる。各トラバースはトラクターに燃料を補給し、日常の維持保全を行い、後に支援基地で処分する廃棄物を収集するための資源及び機器を保有する。ある場合には、南極条約で許可されている積雪地域に衛生廃水を排出することが考えられる。

補給及び科学トラバースの規模は著しく異なると考えられる。補給任務は運搬可能な有効積載物と同様、旅行に必要な燃料及び消耗物資の輸送を行う。例えば、マクマード基地から南極点への最適構成による補給任務では、1 台につき約 20,000 から 27,000kg の貨物を運搬できる 6 台のトラックを用い、往復 30 日の旅で約 20,000 リットルの燃料を消費する。同量の貨物をマクマード基地から南極点へ輸送するために、LC-130 航空機は 2 倍よりやや少量の燃料を消費することになる。

補給トラバース任務とは異なり、調査トラバースでは、トラバース隊員の支援及び計画調査の実施に必要な機器及び物資を輸送するため、より少数で小型のトラクターが必要となる。科学トラバースでは、消費物資の定期的な補充は空中投下又は戦略的に配置した貯蔵所に依存することが考えられる。典型的な科学トラバースは、任務期間中、1 台につき約 14,000 リットルの燃料を消費するトラクター 2 台を用いて 40 日以上かけて行われる。

本環境レビューでは、USAP は計画活動に関して複数の代替案を検討してきた。補給目的については、代替案 A がトラバース車両を最適に構成したシステムであり、その運営頻度は既存の空輸支援を補足するものである。検討を行った他の代替案には、トラバース能力の開発と使用を最低頻度で行う（代替案 B）、運営条件の程度削減下で行う（代替案 C）、貯蔵所、保管所又は空中投下等の現地支援資源を最小限として行う（代替案 D）、確立された経路のみを用いて行う（代替案 E）ものが含まれる。不実施、即ち地上トラバース能力を開発しない代替案も検討し、代替案 F とした。その他の複数の代替案も考えられたが、必要とされる性能レベルに達しないため詳細な分析から削除した。

科学関連トラバース活動又は地上ベース調査は、計画した調査を支援するため現地活動を特別にデザインすると予想される；従って、調査を計画通り行うか、又は全く行わないか以外に適切な代替案は存在しない。

環境影響

本 CEE では、USAP は南極において科学関連又は貨物輸送トラバースを行う機械的側面について考えられる影響を取り扱ってきた。本 CEE で定義する計画トラバース活動に関する環境条件には、ロス棚氷、南極横断山脈、内陸高原の積雪、結氷地域が含まれる。影響を受けやすい地域又は本 CEE で示したものと著しく異なる地域で行う独自の運営、特化した調査技術、又はトラバース経路の影響は、補足の環境レビューにおいて評価を行う。

典型的な地上トラバース活動の考えられる環境影響について、2つのシナリオを用いて把握、評価を行った。第一の例は、現在概念証明研究でエンジニアリング評価を行っているトラバース手段を用いたマクマード基地からアムゼン-スコット基地への補給に関するものである。科学トラバース及び地上ベース調査の考えられる影響を評価するため、USAP が参加している国際南極横断観測計画 (ITASE) をトラバース能力の使用に関する第二の代表例として選択した。

計画活動の特性により、トラバース活動は必ず積雪、結氷地の表面を攪乱することとなる。こうした攪乱は主にトラバース経路の幅に留まり、ある特定の経路で繰り返されるトラバース回数に影響を受ける。回避できないクレバスは、トラバース機器を安全に通行するため、天然の雪氷で埋め立てる。風の働き及び積雪の自然のプロセスは車両交通の視覚的証拠を速やかに消去し、こうした影響は単に一時的なものとなる。

機械の使用及び関連する燃料燃焼は、回避できない排出副産物の放出を大気にもたらす。トラバース機器は、航空機が同量の貨物を輸送するよりも少量の燃料を用い、排気ガスは著しく少なくなる。排気ガス及び粒子はトラバース経路の風下の大気に拡散すると予想される。こうした排気はトラバース車両付近で視覚的に目立つ、又は目に見えるかもしれないが、大気質、表面アルベド、又は雪氷の化学作用に長期にわたる又は悪影響を及ぼすとは予想されない。

トラバース活動の結果、雪氷環境への放出は僅かであると予想される。現地に保管する資材又は空中投下で輸送する資材を含み、トラバース活動の支援に必要な燃料、石油、グリコール、又は他の危険物質の偶発的な流出を防止するため、措置が取られる。トラバース運営中に放出される物質には、将来、雪氷に覆われるであろうマーカー用旗等の固定資材が含まれる。南極条約で許可された地域であり、後の処分のために廃水をコンテナに収納することが実用的でない場合、トラバース経路に沿う様々な停止地点で廃水を排出することが考えられる。廃水を放出する場合、廃水は衛生廃水であり、一般に1日1人当たり7リットル以下である。現地における排出廃水は、地表下に隔離され、雪中で恒久的に凍結するので、人体又は環境に対する脅威とはならない。

地上トラバース活動は他の影響ももたらすと考えられる。トラバース活動に関連する特定の USAP 基地及び現地野営地における運営が悪影響を与えることも考えられるが、重大な運営上の矛盾は事前の計画と資源スケジュールを通して回避する。トラバース能力による新たな調査機会により、USAP が行う科学調査に対して、ほとんどが肯定的な影響をもたらすと予想される。南極で将来行われる調査が物理的攪乱又は放出による考えられる妨害を回避するようデザインできるようにするため、トラバース活動による影響の文書化を行う。また、USAP のトラバース活動は原生地域としての価値に代表される南極環境の社会条件に影響を与えるが、これらの影響は局地的で、USAP のトラバース能力の使用によって実現する利点は一時的影響を遥かに超えるものである。USAP による地上トラバースの使用は、南極探検、現地科学調査、及び他国が日常的に行っている大陸の様々な施設に関する支援における長年の伝統を継続するものである。

緩和措置及びモニタリング

本 CEE は、地上トラバース能力の開発と使用による環境及び USAP 運営に対する影響を緩和(低減又は回避) するためにとられる多くの措置について述べている。これらの緩和措置はトラバース運営に関する以下の様々な視点について示し、効果的で実用的なものとなるよう設計している：

トラバース経路

トラバース資源（機器、人員支援資源、隊員）

雪氷環境に対する物理的攪乱

排気

雪氷環境への放出

USAP 施設及び運営に対する影響

USAP における科学調査に対する影響

南極の社会条件に対する影響

緩和措置の大半に関する規則は、トラバース又は地上ベース調査活動の計画及び準備段階において実際の現地作業が行われる十分前に検討する。計画及び準備段階では、トラバースの実施及び考えられる影響の緩和に必要な資源が利用可能となるよう、計画トラバース活動のデザインに特別な仕様を組み込む。計画活動に関係するであろう USAP 施設に関する組織的な影響は、事前の計画、スケジュール、資源及び設備の配備を通して効果的に緩和する。

トラバース活動の開始に先立ち、USAP は計画活動で生じると考えられる時間的及び空間的变化を検知する影響モニタリング戦略を開発する。環境影響評価及びモニタリングはトラバース運営の全ての段階、特に、緩和措置を支援し環境影響を最小限とするため資源が適切に利用可能であることを確保するため、計画段階において実施する。

結論

USAP による地上トラバース能力の開発と使用は、資源の重大な投資（コミットメント）を意味する重要な運営及び科学事業である。トラバース活動の実施による利点及び環境影響は、南極で活動する無数の組織が十分に知っており理解しているところであり、本 CEE においても説明してきた。

USAP によるトラバース能力の使用によって期待される運営上及び科学的利点は重要であり、以下を含むものである：

ある条件下では航空機のみを使用よりも適切な輸送選択肢の提供

燃料消費の削減及び排気ガスの削減
空輸資源に対する依存の減少
南極条件下でより広範囲に運営する能力
現地科学調査範囲を拡大する資源の利用可能性

地上トラバース能力による環境影響には以下を含む：

雪氷環境に対する物理的攪乱
大気への燃料燃焼副産物（排気）の放出
トレールマーカー用旗等、放棄する物質の放出の可能性
燃料又は他の危険物の偶発的放出、又は機器及び資材の偶発的な破壊による消失の可能性
マクマード基地及び他の USAP 施設の運営に対する影響
南極の原生地域としての価値に対する影響

地上トラバース能力の使用による環境影響は軽微又は一時的ではないと考えられるが、指定トラバース経路に沿った局地的なものである。南極における他の無数の運営者が認識している通り、地上トラバースに関連する影響はこうした輸送機構がもたらす重要な利点に比較すると良質なものである。全体として、USAP のトラバース能力の使用に関連して予測される影響は、軽微又は一時的ではないと決定されたが、そうした影響は南極環境に対して広範囲な悪影響をもたらすものではないと言える。

11.0 参考文献

1. National Science Foundation. Adoption Of Standard Operating Procedures For Placement, Management, And Removal Of Materials Cached At Field Locations For The United States Antarctic Program. Environmental Document and Finding of No Significant and Not More Than Minor or Transitory Environmental Impact. October 16, 1997.
2. McMurdo Area Users Committee. Science Advantages of an Oversnow Traverse to Re-supply South Pole. July 1, 2001.
3. National Science Foundation. USAP Master Permit. Permit Number 2000WM-01(RPSC) Mod. 1. March 23, 2000. Incorporates by reference the Master Permit Application dated 15 April 1999 and Permit Conditions dated 27 August 1999
4. National Science Foundation. U.S. Antarctic Program, 2002-2003.
5. National Science Foundation. Historic Guide to Ross Island, Antarctica. NSF 89-91 Booklet.
6. National Science Foundation. Develop Proof Of Concept Traverse From McMurdo Station, Antarctica To The South Pole. Environmental Document and Finding of No Significant and Not More Than Minor or Transitory Environmental Impact. October 15, 2002.
7. National Science Foundation. Final Supplemental Environmental Impact Statement for the U.S. Antarctic Program. October 1991.
8. U.S. EPA Office of Air and Radiation. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. AP-42, Volume II, Mobile Sources, Fourth Edition. September 1985.
9. U.S. EPA National Vehicle and Fuel Emissions Laboratory. Nonroad Emissions Model, draft version, June 1998.
10. Lockheed Idaho Technologies Company. FY 1994 Ambient Air Monitoring Report for McMurdo Station, Antarctica. December 1994
11. Lawrence Berkeley National Laboratory. Black Carbon Aerosol at McMurdo Station, Antarctica. December 2000.
12. Magee Scientific Company. Measurement of Combustion Effluent Aerosols from The South Pole Station. Final Report. November 2000.
13. Magee Scientific Company. Measurement of Combustion Effluent Carbonaceous Aerosols in the McMurdo Dry Valleys. Report of Initial Findings. February 2001.
14. National Science Foundation. Continued Use and Evaluation of Explosives to Support Scientific Research in Antarctica. Environmental Document and Finding of No Significant and Not More Than Minor or Transitory Environmental Impact. November 14, 1995.
15. Raytheon Polar Services Company. 2003 Annual Report for the USAP Master Permit. June 30, 2003.
16. Jamestown Marine Services, Inc. Field Camp Oil Spill Response Guidebook. August 1993.
17. Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP). Guidelines for Environmental Impact Assessment in Antarctica. June 1999.
18. Alfred-Wegener Institute Foundation for Polar and Marine Research. Comprehensive Environmental Impact Evaluation for Recovering a Deep Ice Core in Dronning Maud Land, Antarctica, October 4, 2000.
19. McMurdo Sound Portfolio. Draft Comprehensive Environmental Evaluation (CEE) for ANDRILL. January 22, 2003.
20. Australian Antarctic Division, Australian National Antarctic Research Expedition. Preliminary Assessment Of Environmental Impacts Autumn Traverse From Mawson Station To LGB6, 250 Km To The South, To Depot Fuel For The PCMEGA Expedition In The 2002/03 Summer. 2002.
21. Australian Antarctic Division, Australian National Antarctic Research Expedition. Preliminary Assessment of Environmental Impacts PCMEGA Expedition in the 2002/03 Summer. 2002.

12.0 付録

付録A－USAPにおけるLC-130有効性増大の手段としてのマクマード基地から南極点への移動に係る分析（略）

付録B－2002-2003年度US ITASE現地報告（略）

付録C－燃料燃焼源からの排気（略）

表C-1 代替案A 補給トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-2 代替案B 補給トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-3 代替案C 補給トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-4 代替案D 補給トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-5 代替案E 補給トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-6 科学トラバースにおける燃料燃焼源からの予想年間排気量（略）

表C-7 物流支援航空機からの詳細年間排気（略）