

南極のドロニング・モード・ランドにある  
ノルウェー夏期基地「トロール」の越冬基地への改良に係る  
最終包括的環境影響評価書案(CEE)

ノルウェー極地研究所は、ノルウェーの極地におけるモニタリングおよび地形図作成のための主要な機関である。また、研究所は極地の環境管理に関する事項について、ノルウェーの機関に助言を行う。

ノルウェー極地研究所 2004

## 前書き

ノルウェー極地研究所(NPI)は南極大陸のドロンニング・モード・ランドにあるノルウェー夏期基地「トロール」の越冬基地改良に係る包括的環境影響評価書案(CEE案)を作成し、2004年1月に環境省(MoE)に提出した。

そして、環境保護議定書の条項に従った南極の環境保護に関する国内法(南極保護法)で規定されているとおり、CEE案を公的に縦覧した。また、2004年2月からCEE案をノルウェー極地研究所ウェブサイト(www.npolar.no)で利用可能にした。

環境保護議定書附属書Iの第3条3項に従い、2004年1月23日付でCEE案を告知するとともに、ウェブサイトの場合を周知し、ノルウェー極地研究所は、オーストラリアとドイツからCEE案に関する意見があった。当該意見はCEE最終版(最終CEE)の付録9に付けた。当該意見による提案や懸念については、本文書に記載してある。意見に応じて修正した点についてはすべて、対応する意見のオリジナルをイタリックで脚注に示した。

このCEE案は、また、環境保護議定書附属書I第3条4項に従って、CEP審査のためにCEP議長に提出した。CEPは、CEE案を審査し、2004年5月～6月にケープタウン(南アフリカ)で開催された南極条約協議国会議(ATCM XXVII)に報告した。ATCMからの配慮事項を付録10に示す。

2004年当初にCEE案を作成し、2004年5月～6月のCEP/ATCMでの審査以降、当初は未定であった基地工事に関する技術的な事項が決まったため、これらに関する情報を最終CEEに適宜組み入れてある。重要であると考えられるすべての追加/変更はイタリックで示している。なお、明白なスペルミスや言葉の修正(削除を含む)は、特にマークしていない。

目次（訳注：カッコ内のページは本報告書におけるページを示す）

<b>1 概要</b>	<b>4</b>
1.1 はじめに	4
1.2 活動の内容(代替案を含む)	4
1.3 地域概況	5
1.4 影響評価	6
1.5 モニタリング	7
1.6 知見と不確実性のギャップ	7
1.7 結論及び今後の課題	7
1.8 評価書作成者及び助言者	7
<b>2 はじめに</b>	<b>8</b>
2.1 背景	9
2.2 目的および必要性	10
2.2.1 科学的	10
2.2.2 サポート	11
<b>3 活動の内容(代替案を含む)</b>	<b>13</b>
3.1 コンセプト	13
3.1.1 活動内容	13
3.1.2 代替案	14
3.2 活動の詳細	14
3.2.1 位置	15
3.2.2 期間	16
3.2.3 活動の内容と頻度	17
3.2.4 基地における環境保全措置	41
<b>4 地域概況</b>	<b>42</b>
4.1 表面の状況	42
4.2 気候	42
4.3 動植物	43
4.3.1 動植物の概要	43
4.4 動植物の保護	45(
<b>5 影響評価</b>	<b>46</b>
5.1 はじめに	46
5.2 用語の定義	46
5.3 活動要素	46
5.4 環境配慮	46

5.5 環境影響の特定	46
5.6 環境影響の特定と評価ならびに緩和措置案	47
5.6.1 環境要素への影響が大きい項目	47
5.6.2 環境要素への影響が中程度の項目	47
5.6.3 環境要素への影響が小さい項目	47
5.7 避けられない影響の特定	58
5.8 間接的影響	58
5.9 累積的影響	58
5.10 継続している活動に対する影響の評価	61
5.10.1 科学的活動	61
5.10.2 運営	61
<b>6 モニタリング</b>	<b>61</b>
<b>7 知見と不確実性のギャップ</b>	<b>61</b>
<b>8 結論及び今後の課題</b>	<b>62</b>
<b>9 評価書作成者及び助言者</b>	<b>62</b>
<b>10 参考文献</b>	<b>63</b>

## 付録

付録 1: 燃料の保管、移し替えおよび輸送の手順
付録 2: 燃料漏洩対応ガイドライン
付録 3: ガイドラインの概要ーヘリコプター及び航空機の運航
付録 4: 廃棄物管理ガイドライン
付録 5: 環境ガイドライン: 植物相、動物相、および自然環境
付録 6: 影響要因
付録 7: 環境配慮
付録 8: 環境影響の特定
付録 9: 南極条約協議国から受けた CEE 案に対するコメント
付録 10: CEPVII/ATCM XXVII における CEE 案に対する検討
付録 11: ノルウェー南極研究戦略

## 1. 概要

### 1.1 はじめに

ノルウェーは、南極大陸のドロニンング・モード・ランドにある夏期基地「トロール」を恒久的な越冬基地に改良させることを決定した。ノルウェー南極研究プログラムの実施機関であるノルウェー極地研究所がこの改良の責任を負う。

トロール基地が夏期みの運営であったため、ノルウェーの南極研究プログラムは、テーマ上、地理上、季節上の制限があった。このため、恒久的な越冬基地の設置によるプログラムの範囲拡大の余地を与えるのが望ましく、必要であると考えられた。科学上、運営上の点からもこの決定を指示される。

基地のコンセプトの変更は非常に重要であることを鑑み、夏期基地を恒久的な越冬基地に改良する案に対し、包括的環境影響評価書(CEE)を準備することとした。

本文書は活動計画とそれに関連する影響について記載している。環境保護議定書附属書 I 第 3 条の内容を反映した南極環境保護に関する法律の第 10, 11 及び 12 条に従って、本文書を作成した。

### 1.2 活動の記述(代替案を含む)

主な活動は夏期基地を越冬基地に変更することである。越冬基地への変更は「トロール」基地の外見と技術的な設置による多くの小さい変更と複数の大きな変更が必要となる。しかし、最大の変更点は物理的な変更ではなく、コンセプトの変更である。というのも、既存の基地が越冬基地の中心となるとともに、夏期の活動は現在の状況と比較して大きく変化しないと考えられるためである。

「トロール」を越冬基地に改良した結果から予想される主な変化は、下記に示す要素（詳細は以下に示す）から構成される。

- 新しい研究イニシアチブの余地。
- 基地活動による影響範囲の拡大。例：
  - i. メインとなる基地群から離れた研究、モニタリング施設（例：大気モニタリング施設）の建設。
  - ii. 基地周辺地域でのアンテナ群の設置。
- 既存の基地地域内のビル群の拡張。
- 人員の通年の存在、および夏期期間の予想される人員増加。
- 技術及び解決策に着目した基地技術システムの向上
- 通年の存在及び研究・モニタリング活動によるエネルギー消費量の増加。並びに、省エネルギー及び代替エネルギー対策に着目した将来的なエネルギー消費量減少の可能性
- トロール基地の恒久的な存在によるドロニンング・モード・ランドのジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域へのアクセスや影響の増加の可能性。

南極大陸の越冬基地設置の決定のプロセスにおいて、トロール基地拡張以外の代替案は詳細に検討していない。既存地点の越冬基地「トロール」の設置に対する唯一の現実的な代替案は、この時点で南極大陸にノルウェー越冬基地を設置しない(0 代替)である。このような代替案は、トロールにおける夏期活動とい

う点では現状と同様であり、時間的、空間的な改良が必要となるものの、基地の設置や活動は現在の状況とほとんど変わらないと思われる。

2003年に「トロール」を越冬基地に改良するという決定をし、準備と最初の構造的な改良を2003-04年シーズンに開始した。必要な外観上の変更を含む変更は2006年に完全に終了すると予想される。トロール基地は、公式には越冬基地として2005年にオープンし、最初の越冬隊が2005年シーズンに基地に滞在する予定である。

### 1.3 地域概況

トロール基地は、小石の塊や凍結風化物からなる永久凍土の上に位置する。最暖月の平均温度は0℃以下で冬季には-50℃以下まで低下する。気候は海洋からの熱移動の影響はほとんどなく、太陽からの放射および大気は主なエネルギー源である。降水量はほとんどない。トロール基地地域の主風向は西から東であるようである。平均風速は、ほとんどはやや強い(*quite moderate*)が、時に強風(*extreme*)が吹く。降水量は多くなく、約200mm/年と見積もられている。

周辺の山のヌナタクの状態は地表の植物を制限する1つである。複数の地域では、パッチ状に生育する植生および関連する微小動物が十分に生息可能な微気象がある。脊椎動物の動物相は鳥類だけである：ユキドリ (*Pagodroma nivea*)、ナンキョクフルマカモメ (*Thalassoica antarctica*)、およびナンキョクオオトウゾクカモメ (*Catharacta maccormicki*)。当該地域内でユニークな種、種群は確認されていない。

#### 1.4 影響評価

予測される変化に伴う環境影響は、環境保護議定書附属書 I 第 8 条及び「南極の環境アセスメントガイドライン」(CEP1999)で規定されたステップに従い評価した。活動による影響には、放出(大気及び地表)、廃棄物、騒音、機械的作業、および障害が含まれる。高価値の環境要素は特定されなかった。基地活動上、科学上の点から 2 項目の環境要素が中程度の価値を有すると特定され、そして、植物相や動物相、大気、雪氷、地質学、美的価値などの多くの要素は価値が低かった。

避けられない影響の多くは、評価の結果、低・中程度の強度であった。緩和措置はこれらの影響を最小限にするために実施される。高確率と高強度の両方がある影響は以下の通りであり、さらなる緩和措置の実施に努めるよう優先づけている：

- 排水の放出による微生物(植物相/動物相)の攪乱。低い環境価値への局地的な影響。
- 燃焼生成物の蓄積による無氷地への影響。低い環境価値への局地的な影響。
- 地表に排出、漏洩した物質(廃水、燃料流出など)による無氷地への影響。低い環境価値への局地的な影響。

基地の改良に関連して、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域は、地域の利用という点では、かなり高い強度となると予想される。しかし、仮にそうだったとしても、トロール基地の改良による追加的な影響は非常に大きくなると予想される。当該事項については、以下の点に注意する必要がある：

- 計画された活動は大気への排出が大きくなる可能性がある。既存の排出はかなり少なく、限定された追加的な排出による累積的な影響は大きくないと予想される。
- ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域の海鳥のストレスは、基地活動の増加により増大する可能性があるが、活動が大きく変更される時期は、生物の活動が低いあるいは無い時期であるため、基地改良による動物相への影響はかなり限定的であると予想される。したがって、計画された活動の追加によって生じた累積的ストレスは低いと予想される。
- 「トロール」の越冬基地への改良で、大気の研究及びモニタリングが研究の重要な要素になると予想される。これらの研究は清潔な環境(汚染物質/騒音)が必要である。そのため、研究への影響低減に努める結果、環境影響に関しても有効な結果をもたらすと予想される。清潔な環境を確保するために多くの努力が行われた Svalbard の Ny-Ålesund の基地の経験を参考にする。
- 環境に新しい要素が取り入れられるため、原生及び美的価値に影響が生じると予想される。しかし、当該地域は既存の活動による影響を受けており、累積的影響はかなり限定的であると予想される。

既存の科学活動によるマイナス影響は予想されていない。基地活動の改良により、既存調査の肯定的な結果をもたらす。越冬基地の存在や改良の結果による、よりスムーズな基地活動は既存の研究活動のためになると思われる。

## 1.5 モニタリング

トロール基地の既存のモニタリングは恒久的なトロール基地でのモニタリングの基礎となる。改良した実用的なモニタリング計画は、新しい基地活動の枠組みおよび、より特有で分析的なモニタリングが可能な越冬基地の長所を考慮し、検討する必要がある。

## 1.6 知識と不確実性のギャップ

トロール地域の環境について書かれた情報がわずかにあるが、その評価には不確実性が伴う。しかしながら、基地活動者は、長年の基地活動により、評価の基礎となる周辺地域のかなり詳細な理解と知見を得た。今後、地域のベースラインとなる情報を増加するために努力される。

## 1.7 結論及び今後の課題

ノルウェー極地研究所は、トロール基地の改良及び関連する活動による避けられない環境影響は、小さい又は一時的以下であると結論した。このため、ノルウェー極地研究所は、与えられた枠組みに従って活動が実施され、設置される様々な構成要素に対する個々の環境アセスメントが行われ、本書に記載された緩和措置が行われ、適切なモニタリングが規定されるという条件のもと、活動計画が記載されているように実行することを勧告した。

## 1.8 評価書作成者及び助言者

この評価および書類の作成はノルウェー極地研究所が行った。

以下のアドレスで詳細な情報を取得できる：

ノルウェー極地研究所

極地環境センター

トロムソ 9296 番地 ノルウェー

電話：(+47) 77 75 05 00

Fax：(+47) 77 75 05 01

E-mail: postmottak@npolar.no

## 2 はじめに

ノルウェーの観測基地「トロール」は南緯 72 度、東経 2 度 32 分のジョツツルセッセン(Jutulssessen)にあり、ドロニンング・モード・ランドの Mühlig-Hofmanfjella、氷縁から約 230km に位置する。

現在、トロール基地は利用人数は一定ではないが、毎年夏季(12 月初旬から 2 月中旬)に利用されている。トロール基地での活動はノルウェー南極研究観測隊(NARE)の一部である。トロールはノルウェーの南極活動のハブであり、基地は現在もなお物流上のハブである。一方、研究活動自身は、通常、ジョツツルセッセン(Jutulssessen)地域の外で行われていた。

2003 年にノルウェー当局は、研究活動が夏及び冬季の間も行われるようトロール基地を恒久的な越冬基地に改良することを決定した。基地施設の改良プロセスは、2005 年の冬季を含む 2004- 2006 年シーズンに行うよう計画された。この変更のほとんどは、既存の基地施設の改良/拡大を行うものであり、「環境にやさしい」の対策を行う予定である。越冬基地への正式な変更は 2005 年初旬に行うよう計画しており、最初の越冬は 2005 年に行う予定である。

主な活動は夏期基地を越冬基地に変更することである。越冬基地への変更は「トロール」基地の外見と技術的な設置による多くの小さい変更と複数の大きな変更が必要となる。しかし、最大の変更点は物理的な変更ではなく、機能的な変更である。というのも、既存の基地が越冬基地の中心となるとともに、夏期の活動は現在の状況と比較して大きく変化しないと考えられるためである。

基地のコンセプトの変更は非常に重要であることを鑑み、夏期基地を恒久的な越冬基地に改良する案に対し、包括的環境影響評価書(CEE)を準備することとした。

さらに、本計画は新しい場所の新しい基地を設置することではないが、ノルウェー当局は環境保護議定書の発効後、他の南極条約協議国は、越冬基地を設置する際に CEE プロセスを経ていることを考慮した。

本文書は活動計画とそれに関連する影響について記載している。環境保護議定書附属書 I 第 3 条の内容を反映した南極環境保護に関する法律の第 10, 11 及び 12 条に従って、本文書を作成した。<sup>1</sup>

別々の環境評価がトロール基地の設置時の 1990 年に行われた(NPI, 1990)。また、ノルウェー南極研究観測隊の活動という初期的環境影響評価書を作成した(Njåstad, 2000)。2002 年にトロール滑走路の建設および運営に係る初期的環境影響評価書を作成した。これらの 3 種類の文書に現在の環境及び活動が記載されている。本文書の基礎的な情報の大部分はこれらの文書をもとにしている。

---

<sup>1</sup>ドイツは、トロール基地の改良による影響評価を実施する場合、例えば、トロール滑走路の設置及び運営に関する影響評価は別々に行われており、活動計画全体による事業計画地への影響が検討されていないとの指摘があった。また、当該指摘には、基地の改良の決定を行う前にトロール滑走路における国際的な協力を始めに検討すべきであるとの意見も含まれていた。トロール滑走路の準備及び運営に関する別の IEE が行われた。評価の結果、滑走路の設置に関連する影響は高いあるいは中程度のものではなく、運営による影響は、小さいあるいは一時的な影響を上回るものではないと結論づけた。ロールにおける越冬活動による影響を考える際には、基地周辺で滑走路を運営し、所持する影響について、全体像の一部として考慮した。当該状況における全容は、適切に含めるようにした。

## 2.1 背景

ドロンニング・モード・ランドで行われている研究活動は半分世紀以上になる。

捕鯨、地図作成および研究調査を組み合わせた探検は 20 世紀当初に行われていたが、南極大陸の当該地域の研究が特に熱心に行われたのは、ノルウェー・イギリス・スウェーデン Maudheim Expedition(1949-52) と 1957-58 年の国際地球観測年に関連した活動である。当該期間及びその後の 10 年間、多くの国がドロンニング・モード・ランドに観測基地を設立し、運営している。現在、8ヶ国が基地を運営しているが、その他多くの国が関係して当該地域での研究を継続している。

ノルウェーの夏期基地の設置は、ノルウェーにとって南極における現代科学の研究の継続に必要不可欠であると考えられた。トロール基地の場所として以下の理由によりジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域を選定した(NPI、1990)：

1. ノルウェーの科学的プライオリティの中心的な位置にあった。
2. 生物活動が比較的活発でなく、そのため、環境影響が最小限となると予想された。
3. 周囲に困難なクレバス地帯がなく物流上の利点があった。また、将来、滑走路を設置する可能性があった。
4. 比較的穏やかな気候の地域であると予想された。

1990 年に基地を設置以来、基地およびその運営は、この種の基地の通常的发展に必要な、小さい変更を継続している。最も本質的な変更については、ノルウェー観測基地「トロール」への改良に係る初期的環境影響評価書(NPI、1999)に記載、評価した。

基地設置以降、観測基地はノルウェー南極観測隊の活動に十分に役立った。しかしながら、当該地域で行う研究計画の形式と時間は物流上の問題から制限された。これらには海氷の発達による短い出荷のシーズンによる制限も含む。

2000 年、トロールへのフライト・オペレーションというノルウェー研究観測隊にとって新しい時代が始まった。運営方法のこの変化は、研究期間の拡大の可能性や可能となる研究の拡大をもたらした。旅行時間の削減により、より長期でかつフレキシブルな研究期間の可能性（例：野外活動期間の短縮化やシーズン中の人員の交換）につながる。

2003 年 7 月、ノルウェー政府は、さらなるステップとして、「トロール」が恒久的な越冬基地に改良することを発表した。環境省は、人に影響を受けていないこの大陸を将来世代に引き継ぐために保護することがノルウェーの責務であることを強調した。また、環境省は、トロールでの継続的な存在により、ノルウェーの南極における研究およびモニタリングの十分な基盤を得られる可能性があることも指摘した。

## 2.2 目的及び必要性

トロール基地が夏期のみでの運営であったため、ノルウェーの南極研究プログラムは、テーマ上、地理上、季節上の制限があった。このため、恒久的な越冬基地の設置によるプログラムの範囲拡大の余地を与えるのが望ましく、必要であると考えられた。

### 2.2.1 科学的

トロールの越冬基地に関して、科学的な検討による必要性は以下の通りである<sup>2</sup>：

1. 越冬基地の設置によって、基地及びその周囲において連続した研究とモニタリングを行うことが可能となる。その結果、探検を最小限にして南極環境の、基礎的な、より良い理解を得ることが可能となる。
2. 通年の運営は、UV-放射、地球温暖化ガス、オーロラの研究などの大気科学に特に着目した研究を継続することが可能となる。トロールで大気モニタリングプログラムの実施は、Ny-Ålesund の Svalbard 観測基地 (cf. <http://www.nilu.no/niluweb/services/zeppelin/>) での大気モニタリングプログラムと比較することで貴重なデータとなる可能性がある。
3. 通年の運営は、時間的・空間的な夏期調査活動の拡大により、スヴァルトハマレンでの鳥類研究や地球科学分野プログラムなどの現在行っている科学プログラムを十分に拡大することができる。
4. トロールでの恒久的な設置は、2007/08 年に計画されている国際極地観測年において、ノルウェーの科学的貢献のために確固たる基盤となる (例：内陸横断などの後方支援に対する支援など)。
5. トロールの越冬基地への改良は、様々な科学プロジェクトにおいて既存の越冬基地の南極ネットワークのギャップを埋める。最も近いサナエ基地 (南アフリカ) は北西に 200km 位置している。より遠方の基地は、東北東 300km にある Maitri 基地 (インド) とノボラザレフスカヤ基地 (ロシア)、西 400km にあるノイマイアー基地 (ドイツ) である。他の基地のモニタリングデータとの比較研究が優先されるであろう。
6. 恒久的な設置は、継続的に詳細な気象上、気候上のデータの収集が可能となり、その結果、多くの科学的プロジェクトに必要な基礎的な情報提供および、地球規模の気候問題のより良い理解を目的とした研究に利用可能な情報を提供することとなる。さらに、ノルウェーは、トロール周辺の鳥類コロニーおよび氷河の物質収支のモニタリングの実施を計画している。

ノルウェーの極地活動は主に北極に焦点をあてていた。また、北極に関連した様々な科学的課題は、南極に関係しており、その逆もまた同様である。南極大陸に通年のモニタリングと研究計画を設立するというプラス面効果は北極と南極の両極間の比較研究を実施できる可能性がある。

---

<sup>2</sup>オーストラリアから、CEE 案では恒久的な越冬基地の設置により研究プログラムを発展できると検討していたが、多くの研究地点の事例はこのような基地に存在に依存している訳ではないと指摘があった。既存のプログラムの大部分は越冬の運営に依存していないが、修正した文書で示すように、既存のプログラムは、そのような運営や新しい機会により強化されていると思われる。

ノルウェー研究委員会は、まもなく「ノルウェーの南極研究：2005年～2009年における優先計画」に関する政策基盤文書を採択する予定である。これはトロールにおける通年運用による様々な機会に焦点をあてたものであるが、この戦略的な文書では、南極における今後の研究を次のように評価している：

南極では、ノルウェーは、ノルウェーの研究者が南極科学の進歩に多大な貢献でき、ドロンニング・モード・ランドにあるピョートル I 世島およびブーベ島の管理に関して信頼できる知識の提供が可能な分野に研究の取り組みを集中する。両極に関係する学際的な研究がノルウェーにとっては特に重要である。

これに基づき、2005-2009年における科学的優先度は、気候力学(過去、現在、将来)、海洋生態系、および人的側面の研究に焦点をあてる必要がある。気候の研究は古気候、南極氷床、海洋循環、および気候モデル化に焦点をあてるべきである。また、気候プロセス及び地球規模の気候システムにおける南極の役割を理解するため、野外観測とモデル化の両方の利用が必要な学際的なアプローチが必要である。

海洋生態系の研究では、プロセス研究およびモデル化、そして、生物資源及び人間による影響の研究を特に優先して行う必要がある。また、気候と生態系プロセスをより理解するためには、自然科学と生態系研究の両方に関わった学際的アプローチが必要である。

南極における人的側面の研究は、管理、観光、その他の人間の影響、および歴史的な遺産に関連する問題に焦点を合わせる必要がある。

環境調査および長期モニタリングに、より集中する。これらの活動には地形図、地質図及び測量を含む。トロール基地における長期環境モニタリングおよび研究プログラムの実施は、ノルウェーの国益である。

2007-2008年の国際極地観測年は本文書で示した主要な目的を達成できる素晴らしい機会であると考えられる。ノルウェーは、IPY2007-2008で積極的役割を果たすべきである。

戦略的な文書全て(現在、採択中)を付録 11 に添付する。

### 2.2.2 サポート

トロールの越冬基地に関して、運営上の検討による必要性は以下の通りである：

1. ドロンニング・モード・ランド空路ネットワーク(DROMLAN-プロジェクト)は、ドロンニング・モード・ランドで運営している様々な国の運営者が、ドロンニング・モード・ランド地域の国内運営者へのより良

い空路サービスの提供、調整を目的としている。DROMLAN プロジェクトの一環として、ノルウェー極地研究所はトロールの周辺に、氷上滑走路(トロール滑走路)を設置しており、今後、運営する予定である(Cf NPI、2002)。

トロール滑走路の設置は、ノルウェーのプログラムだけでなく、その他のプログラムにとっても、トロール基地がコミュニケーション基盤および物流上のハブとしての役割も担うこととなるであろう。トロール基地の通年の運営はトロール滑走路の、より長期の利用および、より安全な運営を可能とする。

2. 今後、ノルウェー南極研究活動は、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域がサポート基地として最も良い地理的な位置となる研究活動に集中し継続すると予想される(参照 2.1, 2.2.1)。通年の運営は、遅かれ早かれ夏期活動から始まることとなる。冬期間、トロールの越冬隊員は、次年度の科学的探検、特にジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域外の野外活動に特に着目して準備することが可能となる。これは、科学的人員の効率化につながり、その結果、当該地域で行う研究の価値を増加させると考えられる。

### 3 活動の内容(代替案を含む)

#### 3.1 コンセプト

##### 3.1.1 活動内容

本文書で検討した主な活動は夏期基地の越冬基地への変更である。越冬基地への変更は「トロール」基地の外見と技術的な設置による多くの小さい変更と複数の大きな変更が必要となる。しかし、最大の変更点は物理的な変更ではなく、コンセプトの変更である。というのも、既存の基地が越冬基地の中心となるとともに、夏期の活動は現在の状況と比較して大きく変化しないと考えられるためである。

しかし、活動及びその影響は本地域で行われているその他の活動の内容を考慮する必要がある。

1999年冬季、ノルウェー極地研究所は、翌年の夏期にスキー遠征の準備のためにトロールでの冬季滞在を計画した個人的な探検に対し、許可した。これはノルウェー南極プログラムの運営者にとって越冬に対するトロール基地の機能性を考える機会であった。この遠征で得られた経験はトロール基地の越冬基地化をさらに検討するのに重要であった。

「トロール」を越冬基地に改良した結果から予想される主な変化は、下記に示す要素（詳細は以下に示す）から構成される：

-新しい研究イニシアチブの余地。

-基地活動による影響範囲の拡大。例：

i. メインとなる基地群から離れた研究、モニタリング施設（例：大気モニタリング施設）の建設。

ii. 基地周辺地域でのアンテナ群の設置。

-既存の基地地域内のビル群の拡張。

-人員の通年の存在、および夏期期間の予想される人員増加。

-技術及び解決策に着目した基地技術システムの向上

-通年の存在及び研究・モニタリング活動によるエネルギー消費量の増加。並びに、省エネルギー及び代替エネルギー対策に着目した将来的なエネルギー消費量減少の可能性

-トロール基地の恒久的な存在によるドロンニグ・モード・ランドのジョツルセッセン(Jutulsessen)地域へのアクセスや影響の増加の可能性。

### 3.1.2 代替案

南極大陸の越冬基地設置の決定のプロセスにおいて、トロール基地拡張以外の代替案は詳細に検討していない。この理由は以下の通りである：

- ゼロから建設する代わりに「新しい」基地のコアとしての既存施設の利用は経済的かつ実用的である。
- 「新しい」基地への既存場所の利用は、運営が原生的で攪乱されていない地域を開拓するかわりに、すでに攪乱されている場所で行われるため、影響の最小限化という点で合理的である。
- トロール滑走路(現在工事中)の近接。
- 既存のトロール基地の位置決定の要素(2.1章前半を参照)は、新規基地の位置決定の要素として現在も有効である。
- トロール基地のごく周辺には、越冬基地がなく、そのため、当該地域に基地を維持することは合理的である。

他国が運営している既存の越冬基地の利用能力を十分に勘案し、トピックや地理的な位置からノルウェーの研究の優先度を考慮し、他国の越冬基地の情報を取捨選択した。

既存地点の越冬基地「トロール」の設置に対する唯一の現実的な代替案は、この時点で南極大陸にノルウェー越冬基地を設置しない(0代替)である。このような代替案は、トロールにおける夏期活動という点では現状と同様であり、時間的、空間的な改良が必要となるものの、基地の設置や活動は現在の状況とほとんど変わらないと思われる。当該代替案の検討には、環境影響評価を含むべきであるが、一般的に越冬基地への改良により、悪影響や損害を低減するための、より効率的な技術や手法を総体的に検討、導入することとなり、基地を現状のまま維持することは難しい。

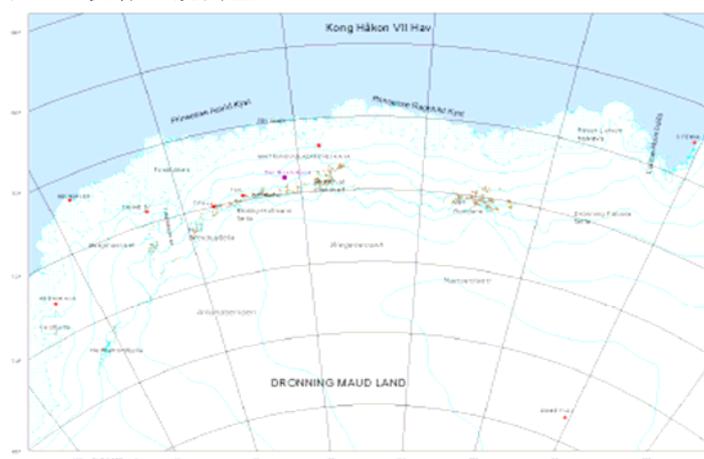
### 3.2 詳細

本章では、既存の観測基地トロールで生じると考えられる変更について、物理的な設置および運営方法について詳細を記載する。工事中は現在の活動や、計画されている通年の活動とは異なるため、別々に記載する。代替案は、関係する項目について実行可能な範囲で検討している。

### 3.2.1 位置

現在の夏期基地トロールは南緯 72 度、東経 2 度 32 分、ドロンニング・モード・ランドのジョツツルセッセン(Jutulsessen)、氷端から約 200km の Mühlig-Hofmanfjella に位置している (図 1 及び 2 参照)。基地は約 15x20km<sup>2</sup> からなる北向きの円形劇場形の無氷地域にあり、大規模な氷地域に囲まれている。無氷地域は高度 1100~2400m に広がっている。一般に越冬基地への改良に関する拡大は既存の基地運営で利用している地域である(現在の基地の中心から半径約 250m、つまり約 0.20km<sup>2</sup> である)。しかし、将来の研究やモニタリングプログラムでは、基地運営による影響を受けていない地域で施設を設置することとなり、基地の地域の拡大がないことではない(参照 3.2.3.1)。また、モニタリングや研究プログラムの通信機器に必要なアンテナ群を別の場所に設置する必要もある

図 1 : 既存の観測基地があるドロンニング・モード・ランドの地図



出典 : ノルウェー極地研究所 (1999)

図 2 : ジョツツルセッセンとトロール基地の位置

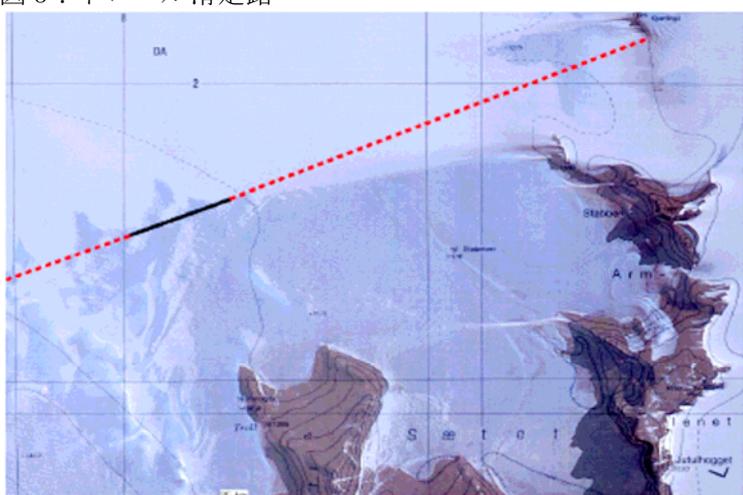


出典 : ノルウェー極地研究所 (1992)

通常、トロール基地への供給輸送は棚氷の縁の Troll losseplass(トロール揚地)からの雪上車で行われる。Jutulsessen への陸上ルートは約 280km である。このルートは、工事中に利用されるとともに、将来もトロール基地への主な供給路となると思われる。

トロールから約 6km 離れたところに、人員と、軽量貨物の輸送に主に使用するトロール滑走路(図 3 参照)がある。滑走路は、ある程度、工事中に利用されるが、滑走路の完全な運営は、トロール基地の越冬基地への改良後を予定している(Cf NPI, 2002 詳細はトロール滑走路の建設および運営を参照のこと)。トロール基地を越冬基地に改良することとがトロール滑走路の使用にどのような影響を及ぼすかは分からない<sup>3</sup>。基地の冬季運営に必要な追加的な飛行は必要ないと予想されるため、越冬基地に改良することと飛行運営はかなりの程度、独立するものと思われる。しかし、夏期の科学活動の増加に伴う支援の増加や時間の経過とともに、冬季運営と飛行運営が共同で行われる可能性は十分にある。

図 3：トロール滑走路



出典：ノルウェー極地研究所(2002)

### 3.2.2 期間

2003年に「トロール」を越冬基地に改良するという決定をし、準備と最初の構造的な改良を2003-04年シーズンに開始した。必要な外観上の変更を含む変更は2006年に完全に終了すると予想される。トロール基地は、公式には越冬基地として2005年にオープンし、最初の越冬隊が2005年シーズンに基地に滞在する予定である。

2003-2004:	基地での準備工(調査、保管デッキ <sup>4</sup> など)
2004(前期):	プロジェクトの準備/計画
2004(後期):	プロジェクトの準備/計画/物資及び装置の調達と出荷
2004-2005:	追加ユニット(宿泊設備、救急室、発電機、ガレージ/作業場ユニットに関する初動)の建設、2005年2月中頃の越冬基地の公式的な開業。

<sup>3</sup>ドイツ、オーストラリア及びATCM XXVIIは、トロール基地の越冬基地への改良は、トロール滑走路の設置も含めて包括的に検討するよう求められた。

<sup>4</sup>ドイツはCEEが終了し、プロジェクトの適切な評価が行われる前に、基地に改良が開始されることに懸念を示した。しかし、保管デッキは、夏期基地の改良として行う予定であり、仮に越冬基地に改良しない場合でも実施する予定であった。保管デッキは、基地周辺を整理し、視覚的な影響を低減し、また、2001年に行われた国際的な査察で課題として指摘された事項であるMFA, 2001)。

2005（通年）：	新基地の屋内におけるガレージ/作業場ユニットの完成
2005（前期）：	継続的なプロジェクト準備/計画
2005（後期）：	材料/設備の調達と運搬
2005-2006：	プロジェクトの技術的な仕事及び終了
2006-：	適切な環境配慮後、建設した関連施設/装置(例：モニタリング施設、通信機器など)の開始

継続的な維持及び定期的な構造の改良が必要であるが、恒久的な越冬基地トロールの耐用年数は原則として無期限である。

### 3.2.3 活動の内容と頻度

#### 3.2.3.1 物理的な基地拡大

現状

表 1 にトロール基地の既存の建築物量の概要を示す。表中には越冬基地に伴う設備、燃料、廃棄物および屋外車両の大規模な保管庫を含む。また、図 4 と図 5 に基地の要素により影響を受ける範囲も図示する。

表 1：トロール基地の現在の建築物量(2004)

建築物	~範囲(m2)	形式	機能
1. 観測基地	99	断熱鋼材	宿泊設備
2. 古い発電所	22	断熱鋼材コンテナ	補助発電機、作業場
3. 新しい発電所	16	断熱鋼材コンテナ	発電所、溶融容器
4. ガレージコンテナ	26	断熱鋼材コンテナ	避難場所、食料保管庫
5. 保管コンテナ	15	非断熱鋼材コンテナ	食品保管庫
6. 保管コンテナ	15	非断熱鋼材コンテナ	装置保管庫
7. ファイバーイグルー	13	合成ファイバーガラス	避難場所、保管庫
8. 小屋	10	コーティングされた非合成アルミニウム	装置保管庫
9. 車両キャビン	6	合成鋼材	装置保管庫

図 4: トロール基地の地図(地図上の数字は表 1 参照)

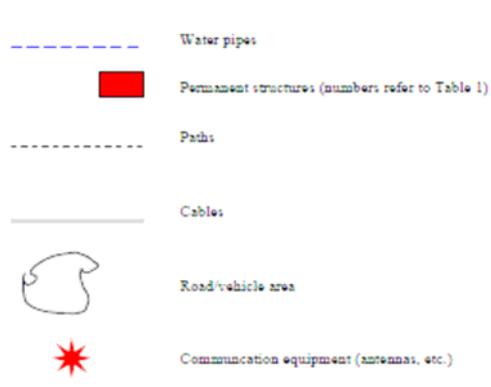
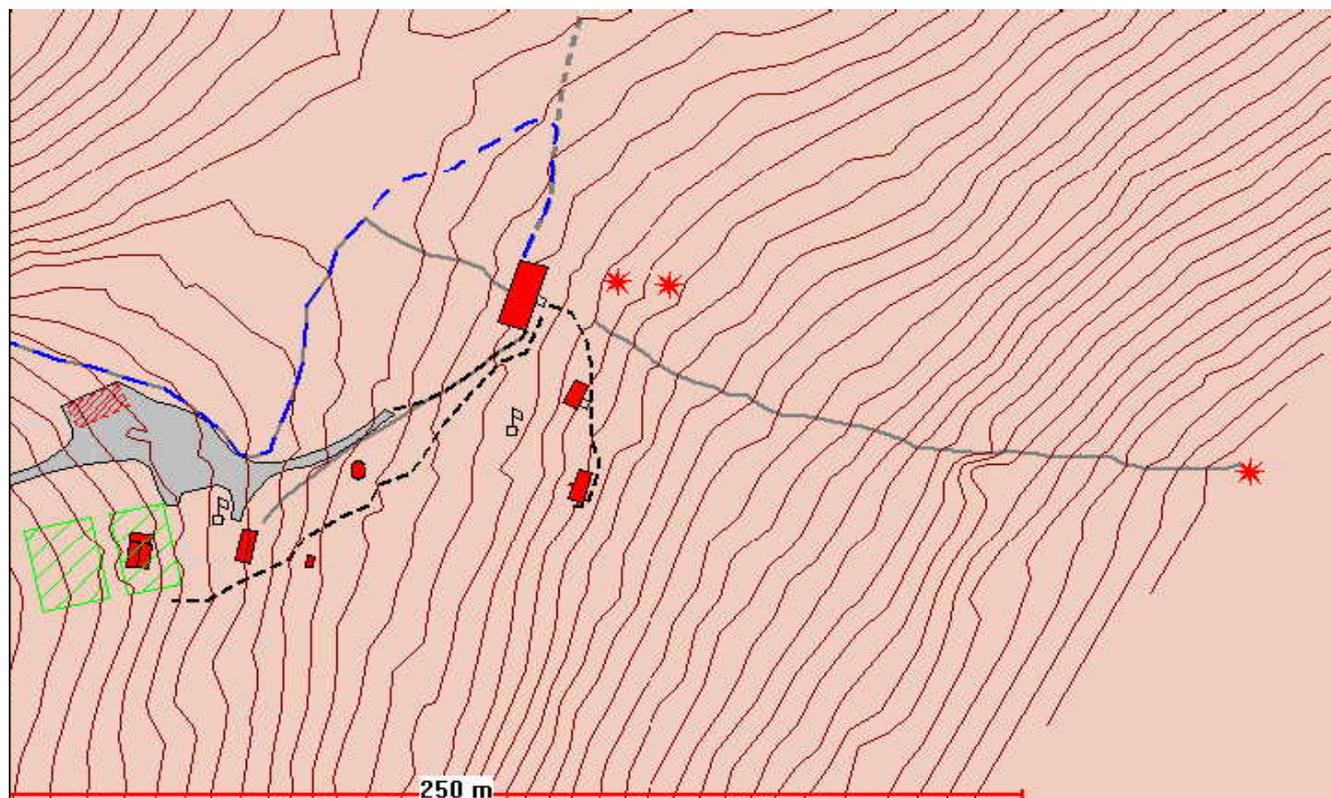


図 5: 2003 年トロール基地(地図上の数字は表 1 参照)



写真: John Guldahl (NPI)

## 変更案

トロール基地の越冬基地への改良は、既存の基地をベースに、十分な安全、実用的な運営、低い環境影響の確保を目的とした施設の追加及び以下に示す変更が生じる<sup>5</sup>。

- 主な追加施設は、越冬人員および研究の必要性の拡大のための宿泊施設。建築物は既存基地の拡大により行う。
- 冬季間に主宿泊施設の事故に備えた安全な宿泊設備を確保のための簡単な救急室。救急室は夏期宿泊設備としても利用可能である。
- 作業場とガレージが一体となった新規のユニットワークショップと車庫のユニット。このユニットはトロール滑走路のための非常時の施設としても利用可能である(悪天候時に長時間停留する場合)。
- 新しいコンテナデッキは、既に工事中であり(脚注4を参照)、将来の保管庫はこのデッキ上に設置される。この後から設置されたものは、より美しく基地周辺の清潔を確保し、より安全でより実用的な運営に寄与する。これに関連し、既存の保管ユニットの一部をデッキ上に設置するか全て撤去することを計画している。さらに、実験施設及び食料保管庫をこの保管デッキに設置する。

将来、関係する研究/モニタリング施設が計画される可能性がある。可能性のある施設(例: 大気モニタリング施設)の一部は、基地活動の影響を受けない清浄な環境の地域で研究を実施するため、主要な基地群から離れて設置される可能性がある。

同様に、基地の改良により、新しい研究や通信上の必要性のため、より多くのアンテナと衛星受信が必要

---

<sup>5</sup>ドイツは、基地の拡大により開発される区域は4倍になると指摘している。NPIは建築物量は4倍に拡大されるが、基地活動により影響を受けると考えられる周囲を超えて新しく建築物を設置することはないことを強調した。(すなわち、新しい建築物の全ては、基地の中心から半径250mに配置され、大部分が既存の建築物の拡大である)

となるであろう。また、アンテナ群は基地近くの適当な場所に設置する位置する予定である。やや辺鄙な位置にある施設が Nonshøgda にあり (地点 1)、既存の基地から水平距離 500m、標高 100m 北に離れた場所にある。また、地点 2 は基地から約 1000m 南に離れている (図 6 参照)。これらは現在、基地人員のレクリエーションの散歩として利用されている。基地から離れた施設の場所及び設計については、別の環境アセスメントを実施する予定である。土地利用管理計画の基礎的な資料として、当該施設に対する調査を 2004 年 11 月に実施する予定である。本文書の環境アセスメントでは、基地地域の拡大を対象としている。

図 6：確認できる基地地域外における施設の候補地 (北東から望む)



出典：ノルウェー極地研究所 (2004)

表 2 に、基地を通年運営の過程において追加して設置される大規模建築物を示す。図 7 に改良した基地の概略レイアウトを示す。既存施設の一部 (コンテナ・ユニット) は撤去する予定である。

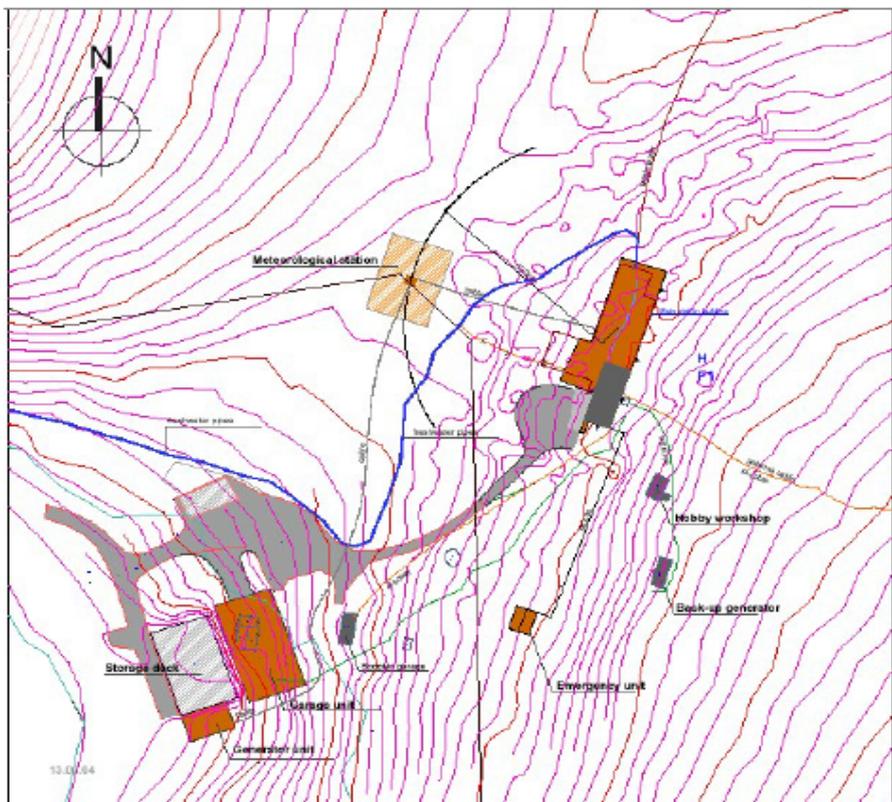
表2: 改良基地の建築物量

建築物	範囲(m2)	機能
新しい要素		
1 基地建築物	+200 (全 360)	宿泊設備、オフィス、病院、飲料水、暖房、廃棄物。新しい基地に組み込まれる「古い基地」は、冬期間閉鎖される。
2 ガレージ及び作業場	300	ガレージ、作業場および非常時の宿泊設備
3 非常時の宿泊設備	30	主要施設の不慮の事故時の越冬隊員用宿泊設備
4 発電施設	115	発電所、熱分配プラントおよび雪氷溶融のための建築物
5. 野外の食品保管庫	45	冷凍庫商品、新鮮な物品および乾燥物のためのコンテナユニット。保管デッキ上に設置。
6. 野外の実験室	12	乾湿研究所のコンテナユニット。保管デッキ上に設置。

表 2 (続き)

建築物	範囲(m2)	機能
基地改良に組み入れられた既存要素		
7. 古い発電所	22	趣味の場所に変更予定
8. 新しい発電所	16	バックアップ/非常発電機として機能
9. 古いガレージ・コンテナ	26	スノーモービル及び設備保管
10. 保管デッキ	350	保管コンテナのためのデッキ
全建築物量(保管デッキを除く)	926	

図7: 改良トロール基地の概念スケッチ



注：オレンジは新しい建築物、暗い灰色は古い構造、明るい灰色は現在の輸送路および作業領域を示す。  
 出典：The Directorate of Public Construction and Property (2004)

代替案

表3に複数の代替案に対する長所、短所を示す。

表3：工事に係る代替案

代替案	長所	短所
既存の建築物群の利用	塗装等による通常の維持あるいは改良以外の建設及び影響は生じない。	-長期滞在という観点から健康及び安全性が十分でない（火災危険、室内空気など）。 -景観面も含めかなり「環境にやさしい技術」による改善検討の減少 -通年研究/モニタリングが可能でない。
既存施設の除去およびゼロからの建設開始	-長期の占有及び運営に適した基地の設計（より効率的な実施が可能） -新しい環境に優しい技術の利用の検討	-既存施設の除去に伴う費用及び影響 -最初から建設する費用及び影響。

### 3.2.3.2 人員

#### 現状

現在の主要建築物には最大 9 名を収容するが、追加の人員については、グラスファイバー・イグルー、ガレージ・ユニットまたはテントで宿泊できる。通常、恒久的な夏期人員は主要建築物を利用するが、一時的な人員（野外観測隊員）は代替の宿泊施設を使用する。

夏期運営期間の人員は大きく変化する。ピーク時は、30 名が基地及びその運営に関わる。しかし、これは、十分な収容施設としては、限界を超えている。

#### 変更案

越冬基地への改良後、基地に約 20 名を十分に収容することが可能である。この収容人数は、越冬隊員が重なる時期を含め、現在のピーク時を十分に、より良く取り扱える<sup>6</sup>。しかし、将来、ノルウェー夏期観測プログラムの中心として野外調査隊が構成されること予定であることから、越冬基地への改良後も夏期における滞在隊員の規模は大きく変化する、予測が難しい。飛行機によるアクセスがより簡単なため、1 シーズン中の隊員の出入り数は大きくなると予想される。すなわち、1 シーズン中に基地に訪問する人数が多くなるが、人日数は大きく変わらない。

計画では、予想されるモニタリング及び研究プログラム、基地の運営に十分な人数である 6~8 名が越冬する。特別に短期間プロジェクトを対象とした研究人員は、この収容の枠組み内で収容可能である。

他の基地へ移動する途中で、トロール滑走路に着陸し、悪天候のため長期の滞在となった場合の緊急時の宿泊能力は、簡単に、新しいガレージや作業場愉人とを利用する予定である画のコアを構成するのが、ありそうであるときに。

表 4 にトロール基地の収容能力をまとめる。

表 4: トロール基地における現在および計画収容能力

項目	現状	改良後
夏期運営	9 名の越冬が可能 訪問者/トランジットは一時的なロッジ（テント）で滞在可能 施設（飲料水、トイレ、キッチンなど）は約 10 名まで利用可能	16-20 名の越冬が可能（夏期、冬季とも） 施設には約 20 名の収容が可能

<sup>6</sup> オーストラリアから、越冬隊員数が少ないにも関わらず、なぜ 2 倍の基地収容人数が必要であるかという点について、CEE 案では、説得力のある説明がないとの指摘があった。  
当該指摘については以下の通りである：

- 基地のベッド数は、引き続き越冬隊員が重なるためのものでもある。野外調査隊は、トロール基地滞在中は、緊急用宿泊施設およびテントを利用する予定である。
- 現在の基地の宿泊設備は 4 つのダブル部屋である。越冬隊員は別々の部屋が必要であると考えている。古い部屋は長期滞在に適していないため、新しい部屋を建設する。現在の部屋も維持されるため、改良された基地では、全部で 12 部屋が利用可能となる（例えば、IPY2007/08 などの特別な事業の期間では、当該施設は、より多くの越冬隊員が滞在可能となる）。部屋のいくつかは、夏期間、ダブルルームとして利用可能である。越冬期間中の古い基地の 4 つの寝室は、閉鎖する予定である。

冬季運営	なし	6-8名
滑走路運営	なし	<p>長期の悪天候の場合の宿泊設備。簡単な施設であるため、そのような滞在は通常の基地運営に支障が生じない。</p> <p><i>注!</i>一時的な旅客設備は滑走路上とする。トロール基地の施設は非常時/極端な場合のみとする。</p>

#### 工事中

工事中、つまり 2004-2005 および 2005-2006 シーズンの間、~3名の輸送要員および~6名の滑走路の準備要員が加わるクルーに加えて、工事チームの規模は約 20 名(越冬隊も含む)であると予想される。2005 年の越冬期間は、屋内の建設作業を終わらせるため、7名のチームが基地に滞在する予定である。

#### 代替案

表 5 に計画の代替案および長所・短所を示す。

代替案	長所	短所
より大規模な越冬用施設の設置	将来の研究の必要性に対する柔軟性の拡大	-計画容量は現在及び将来予想される必要性に適している。 -より高いコスト
より小規模な越冬用施設の設置	-より少ない工事 -低いコスト	健康上、安全上の理由から、より小さいグループの設置は望ましくない。
より大規模な夏期隊用施設の設置	将来の研究の必要性に対する柔軟性の拡大	-計画容量は現在及び将来予想される必要性に適している。 -より高いコスト
より小規模な夏期隊用施設の設置	-より少ない工事 -低いコスト	現状のトロールは、通常のノルウェー南極観測隊の収容するには、小さすぎる。 既存施設への圧力は、高価な故障をもたらす可能性がある。

### 3.2.3.3 給水

#### 現状

夏季の主な水源は基地施設群の直近にある青氷下にある貯水池からの溶融水である。給水管のネットワークは、貯水池から発電施設まで、発電施設から基地ユニットまで基地ユニットから放出口までと配置している(図 4 参照)。水道管の一部は砂利で覆われている。代替水源は、雪あるいは氷を溶かしている。溶融施設 (Melt pans) を両方の発電施設に設置し、溶融する際に、発電施設からの余分な熱を利用している。

#### 変更案

現在、基地で使用されている 2 つの給水システムが原則として十分に機能している。青氷下の淡水貯水池の量や寿命についてはほとんど分からないが、貯水池が完全に凍結する越冬期間中には水源として利用できないのは明白である。このため、雪及び凍りの溶融が越冬シーズンの主な水源となる予定である。

技術的な改良としては、淡水貯水池を利用する供給システムの改良が考えられる。水道管システムの新設は、水道管の凍結による問題およびエネルギー消費量の削減につながる。

発電施設の新設に伴い、新しく改良した雪氷溶融システムを設置する予定である。主要な考え方は現状と同じであるが、新しいシステムは発電施設の余熱の利用に関して、かなりの改善が見込まれる(詳細は 3.2.3.6 参照)。衛生上のコントロールのため、溶融水のコンテナおよび保管は、発電施設とは別の場所とする。

#### 代替案

別の代替案は考えていない。現在のシステムは、比較的簡単で、需要を満たしており、限りある資源(エネルギー、労力、能力など)を必要としている。

### 3.2.3.4 水質保護

#### 現状

基地の容量が小さく、自然と水使用量が限られるため、現在のところ、水質保全の措置を現場で行っていない。使用量の測定および記録は今まで行われていない。

#### 変更案

基地での活動の増加に伴い、水消費量は増加すると予想される。基地運営および排水処理の結果は、3.2.3.5 を参照のこと。基地の改良に伴い、水消費量の測定を行う予定である。淡水貯水池能力の不確実性および融雪システムの多大な労力のため、水質保護のための技術および手法を導入する計画である。人員の衛生上(例:シャワー時間)の制限や処理水の再利用などすべての事項について、考慮する。これらについては、運営の初年度に、可能性、制限、技術的な検討について、隊員が得られた理解を踏まえてさらに検討する課題である。

### 3.2.3.5 廃棄物管理

#### 現状

廃棄物保管の建造物は設置されていない。基地の廃棄物管理は、ノルウェー南極運営に係る南極廃棄物管理ハンドブックに従って行われる。つまり、排水の除く全ての廃棄物は分別し、空の燃料ドラム缶に収集し、適切に処理またはリサイクルをするための南極からも持ち出す。以下の廃棄物管理における懸念事項は以下の通りである：

- ゴミ圧縮器：トロール基地にはゴミ圧縮器が設置される。ゴミ圧縮器はゴミ量をかなり削減するだけでなく、空の燃料用ドラム缶をフルサイズの 20%まで圧縮可能である。ゴミ圧縮器は野外に設置される。
- トイレ：現在では、電気焼却トイレが 1 台使用されている。収集した廃棄物の保管場所では、あらかじめ設定した稼働時間（最大 2 時間）利用可能な燃焼温度 600℃となる焼却炉を設置する。焼却炉の熱および煙は、悪臭制御の触媒でフィルター処理され、外に排出される。このシステムには室温になるヒーティングコイルが停止する熱を抽出する排気用送風機を含まれている。5 名の利用につき、1 週間で約 1 カップの残渣が発生する。固形廃棄物残渣の分析によると耕作物利用を目的とした物質に係る勧告値と比較し、一部の金属物質の値が高くなった。トイレの残渣は収集し、適切に処理するため南極地域外に輸送するが、物資のさらなる利用は適切でないと考えている。
- 排水：排水浄化/処理システムがトロール基地に設置された。排水は、無氷地域にある暖められた配管を通して基地の背後地に排水される。処理システムは、基本的には、機能すると保証されているが、メンテナンス（利便性）や容量の点では不十分である。
- 廃棄物保管：廃棄物は空の燃料ドラム缶に保管される。選定した保管場所は、アクセスや雪の堆積という点で適しているが、基地の概観という点では、ある程度、乱雑に感じる事となる。
- 廃棄物発生量：ノルウェー南極観測隊の規模は年により異なるため、廃棄物発生量もそれに伴い毎年変化する。表 6 に、トロールにおける近年のノルウェー南極観測隊の廃棄物発生量の概要を示す。
- 廃棄物の処分方法：今日、南極遠征前に南アフリカにおける廃棄物処理を手配している。関連するリサイクル会社および廃棄物処理会社と協定を結んでいる。当該会社には、受け取った廃棄物量および協定に従った処理について書面で確認するよう規定している。

表 6: 過去シーズンのトロールでの廃棄物発生量(200 リットルのドラム缶)

	金属類	ガラス類	混合物	廃油類	排水	有害廃棄物
00-01	1 ドラム缶	1 ドラム缶	4 ドラム缶	2 ドラム缶	4 ドラム缶	2 ドラム缶
01-02	2 ドラム缶	1 ドラム缶	11 ドラム缶	1 ドラム缶	2 ドラム缶	0
02-03	2 ドラム缶	2 ドラム缶	49 ドラム缶	7 ドラム缶	26* ドラム缶	0
03-04	3 ドラム缶	0	12 ドラム缶	3 ドラム缶	0	0

\*注：廃水処理システムは当該シーズンに使用していない。ほとんどの廃水は、南極外で処分するために集

められた。

## 変更案

新しい焼却炉の設置を考慮する時期があるかもしれないが、廃棄物処理に対する一般的な方針は、現在と同様、改良したトロール基地においても維持される予定である。この場合、明確なガイダンスとして、環境保護議定書（附属書Ⅲ第3(1)条）の要求事項があげられる。以下の事項を考慮する必要がある：

- ゴミ圧縮器：ゴミ圧縮器を屋内に移動し、保護された環境化で廃棄物を処理する方法が考えられる。これにより、取り扱いが簡単になり、ゴミ圧縮器の耐用年数が長くなり、環境へのゴミの漏洩や飛散の機会が削減される。
- トイレ：基地の改良および夏期収容能力の増加に伴い、基地の人員収容能力に適合した処理能力のために、基地内に2つの焼却トイレの設置を追加（トータル3基）が適切である。これにより、適切な燃焼が確保され、取り扱いに関する問題も削減されると予想される。焼却トイレの一つは救急室に設置する予定である。
- また、トイレは滑走路の非常時の宿泊設備にも関連して設置される。しかし、この施設は規則ではなく例外であるため、野外で標準的に使用されるトイレを使用予定である。これらのトイレからの廃棄物は通常の廃棄物として処理し、廃棄物処理計画に基づき、適切に処理するため、南極地域外に持ち出す。
- 排水：HACO AS が供給する新しく改良された排水処理システムを設置する。この新システムは、排水の取り扱いとモニタリングが簡単であり、夏季シーズンにおける通常の人員負荷を十分に処理する能力がある。処理水は原則として非消費目的であれば原則として再利用可能であり、この場合、水の生産の削減できるため、溶融するエネルギーおよび労力の削減につながる。
- HACO 処理システムの処理能力を表7に示す。排水は現在のところ、現状と同じ場所に行う計画である（図7参照）。排水地域には現在までに氷の残渣ができることはない（消耗のため）。また、地形の変化も明白ではない。

表7： 廃水の生物処理システムによる排水処理能力<sup>7</sup>

	計画最低処理効率(%)	計画最大排出濃度	HACO システムにおける平均測定濃度
BOD <sub>5</sub>	>90	<20 mg/l	3.7 mg/l
COD	60-90	<30 mg/l	---
全窒素	>25	<10 mg/l	5.5 mg/l
アンモニア態窒素	>50	-	-

<sup>7</sup> ATCM XXVII では、生物に影響する物質が環境に排出される危険性を低くするため、より詳細な排水処理方法をより詳細に記載することが望ましいとの提案を受けた。より詳細な記述は上述の通りである。HACO システムは、現在検討されているなかで、小さい処理システムにおいて、貴重な地域に排水するノルウェーの最低限の規定を満たすと言われている。：

- ・ 処理システムに入れられた値と比較し、年平均値として計算すると90%のリンの減少が見られた。
- ・ 年平均値は計算上、全リン 1mg/L または、
- ・ 年平均値は計算上、全リン 1mg/l および BOF525mg/l

全リン	>75	<0.5 mg/l	0.3 mg/l
大腸菌	>99	>1000 E. coli/100ml	
<i>Thermo tolerant bacteria</i>			280 TKB/100 ml

- 廃棄物保管：景観上配慮が可能となる保管方法の検討を継続する。
- 廃棄物発生量：夏季シーズンの廃棄物発生量は大きく変化するとは予想されない。しかし、越冬基地の存在により、1年間の大陸外への廃棄物輸送量は増加すると予想される。最近2～3シーズンの人日あたりの最大発生量（3500人日<sup>8</sup>）から推定した廃棄物発生量を表8に示す。推定値は、現在の発生量の平均約10倍となっている。現在、廃棄物は雪上車によって供給船舶の到着にあわせて、棚氷まで運搬している。この場合、輸送能力の空きを効率的な方法で利用できる。また、このような帰りの容量を将来、利用できる。一つの車両につき、40ドラム缶を牽引できるが、この帰りの輸送能力の空きを利用して、全ての廃棄物を運搬できることとなる（すなわち、廃棄物を取り扱うために個別の運搬旅行は必要なく、結果として、追加的な燃料燃焼は生じない）。また、トロール滑走路に着陸する大陸間飛行機は非有害廃棄物を輸送するため、帰りの輸送に空きが生じるかもしれない。最優先の原則としては、夏季ごとに排出する廃棄物を、車両、船舶、航空機の帰りの空きを利用して可能な限り持ち出すことである。夏季の間に持ち出せなかった廃棄物は、可能な限り、トロールで適切に保管する予定である。

表8：将来のトロールにおける年間廃棄物発生量の見積り（3500人日）

	金属類	ガラス類	混合	廃油類
推定発生量	35 ドラム缶	35 ドラム缶	135 ドラム缶	20 ドラム缶

#### 工事中

基地の材料は設置のために事前に加工され、モジュール化されているため、建設廃棄物量はかなり削減された。しかし、一定量の建設廃棄物の発生が見込まれる。このように発生した廃棄物は適切に分類し、南極地域外で適切に処理するために工事終了までコンテナで適切に保管する。

工事期間中の宿泊設備は、高性能のテント主体の野外施設とする。基地での作業のため、排水処理システムが利用できない。当該期間の廃水は、トロール基地付近の氷のピットに集めて処理する計画である。このような処理は環境保護議定書附属書Ⅲ第4条に基づくものである。

#### 代替案

表9に、計画している廃棄物処理方法の代替案及び当該代替案の長所・短所を示す。

<sup>8</sup> 12カ月×7名+2.5カ月×13名=3500人日。

表 9: 改良トロール基地における廃棄物処理方法に関する代替案

代替案	長所'	短所'
焼却炉の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 搬出量の削減</li> <li>- 保管容量の削減</li> <li>- 簡単な取り扱い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 燃焼による排出ガス</li> <li>- 焼却に対する基準の不履行 (Cf. 環境保護議定書附属書 III 第 3 条(1)).</li> <li>- 技術的な故障の可能性</li> </ul>
南極地域外の処理のための排水除去	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 基地地域内で排水しないことによる汚染可能性の減少</li> <li>- 増加する輸送における適切な水質保護の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 多量の搬出。輸送関連及び公害問題。</li> </ul>
他地域における排水の放出	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 環境保護議定書附属書 III 第 4 条に従う必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 基地周辺に議定書の要件を満たす地域はない。唯一のオプションは先述の通り、処分のために南極外への持ち出し</li> </ul>
トイレのその他の処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 焼却トイレから排出ガスはない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 多量の搬出。輸送関連及び公害問題</li> </ul>

### 3.2.3.6 エネルギー

#### 現状

基地の主な電力供給は発電機および Jet A-1 燃料消費をベースとしている。基地は 46.4kW(4 気筒) 発電機と 15kW(4 気筒) 補助発電機が備えられている。前者は、最低限約 150 リットル/日、後者は約 50 リットル/日の燃料を消費する。また、4.5kW 非常用発電機も基地にある。エネルギー・システムに関しては、以下の通りである：

- 代替エネルギー：プロパンは、暖房、温水および台所のストーブに伝統的な燃料として利用している。に加えて暖まるのに利用されます。室外の容量 190kg のガス容器に保管され、室内では、容量約 11kg の容器で利用している。現在、1 シーズン当たり約 100-150kg 使用している。
- エネルギーによる燃料消費：46.6kW 発電機のみを 1 シーズン利用すると仮定して、通常の夏季(75 日間)のトロールにおける最大燃料消費量は 24000 リットルの Jet A-1 燃料と見積もられる。昨シーズンの使用量は約 6500 リットルであり、これよりかなり低かった。
- 省エネルギー：トロールでは、発電機からの余剰熱は雪/氷を溶かすのみに利用される。このため、発電機棟の中に溶融器 (Melting pans) を設置している。

#### 変更案

代替エネルギー源を今後も検討するが、基地改良後も電力はトロール基地の主なエネルギー源となるであろう。また、以下の点を考慮する：

- エネルギー生産：それぞれ 73kW の能力がある SDMO タイプ(モデル JS80UC)の 2 個のディーゼル発電機を基地に設置する予定である。当該発電機の排出ガスデータを表 10 に示す。発電機は、自動で 2 器結合して使用され、エネルギー使用量に応じて柔軟にエネルギーを提供する。このため、燃料消費および排出ガスの提言に寄与する。現在使用されている発電機は、将来、バックアップ/非常用発電機として使用される予定である。

表 10: SDMO(JS80UC)73kW 発電機の排出ガスデータ

燃焼生成物	発生量
HC	0.30 g/bhp/h (0.40 g/kWh)
CO	0.45 g/bhp/h (0.60 g/kWh)
NO <sub>x</sub>	6.06 g/bhp/h (8.08 g/kWh)
PM	0.16 g/bhp/h (0.21 g/kWh)

- 省エネルギー：エネルギー・システムは効率的な電力の発生プロセスにより生じる余剰エネルギーを利用する予定である。余剰エネルギーは、i) 淡水発生 (5400 リットルの溶融容器における冰雪の溶融および、3500 リットルの淡水容器の維持、ii) 熱配分プラント (下記参照)、に最終的に利用する予定である。余剰エネルギーはこの様に可能な限り最大限利用する。また、省エネルギーの取り組み

は、基地ユニットの一部の冬季「閉鎖」に関係する。さらに、基地は基地からの熱の損失を最小にする方法で設計している。

- 暖房：基地の暖房は、発電機棟内に設置する熱配分プラントを通して行う。発電棟の余剰エネルギーによって加熱されたグリコール/水の混合物を運ぶパイプシステムである。暖房液として、DOWCAL20 熱伝達液を選択した。当該暖房液は、 $-45^{\circ}\text{C}$ から $+120^{\circ}\text{C}$ の温度幅を対象に設計された経済的、高品質な液体である。DOWCAL20 は、特に毒性に注意を要するケースの適用に適したもので、急性経口毒性が低いプロピレングリコールで成る。DOWCAL20 が特にトロールでの使用に適している特性は以下の通り：
  - ・ 不凍性
  - ・ 冷熱システムにおける腐食防止
  - ・ 高い生分解性
  - ・ 液体の長寿命
  - ・ 低い維持費
  - ・ 熱伝達効率
  - ・ 費用対効果
  - ・ 細菌増殖の防止

表 11 に DOWCAL20 の特性を示す。

トロールの暖房システムでは約 240 リットルの DOWCAL20(水を 40%混ぜる)が必要となる。

表 11: DOWCAL20 の特性

特徴	DOWCAL 20
構成, wt%	
プロピレン・グリコール	94
エチレン・グリコール	---
抑制剤と水	6
1013 ミリバールにおける沸騰範囲; $C$	$\pm 170$
20°Cにおける dynamic 粘着性; ダイナミックな $C \cdot \text{mPa} \cdot \text{s}$	73-78
20°Cにおける kinematic 粘着性; $C$ 運動学的である、 $\text{mm}^2/\text{s}$	69-74
20°Cにおける屈折率	1.434
20°Cにおけるの比熱、 $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$	2.33
20°Cにおける熱伝導率、 $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$	0.21
鑄込み温度 約 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\pm -50$
20°Cにおける特別電気伝導率; $C$ (純水 33%vol.), $\text{mS}/\text{cm}$	3.1

エネルギー収支：表 12 に改良した基地における年間のエネルギー必要量の概算を示す。年間の総エネルギー必要量は約 34 万 kWh である。

表 12: 改良したトロール基地におけるエネルギー収支

月	電気エネルギー必要量 (kWh)	熱エネルギー必要量 (kWh)	総エネルギー必要量 (kWh)
1 月	6, 159	17, 143	23, 302
2 月	5, 565	16, 535	22, 100
3 月	6, 311	20, 991	27, 302
4 月	6, 404	22, 555	28, 959
5 月	7, 148	25, 568	32, 716
6 月	7, 081	25, 991	33, 072
7 月	7, 313	26, 821	34, 134
8 月	7, 148	25, 777	32, 925
9 月	6, 404	23, 305	29, 709
10 月	6, 311	22, 126	28, 437
11 月	5, 965	18, 790	24, 755
12 月	6, 159	17, 145	23, 304
<b>TOTAL</b>	<b>77, 968</b>	<b>262, 747</b>	<b>340, 715</b>

- 代替エネルギー：将来、新技術をさらに検討する。しかし、最終的な決定をする前には設置に関して 2 つの基本パラメータを整理する必要がある：i) トロールにおけるエネルギー生産に影響する物理的な要素に関する基本的な情報(例:風の状況と太陽放射)および ii) 隔離された環境における新技術の安全性および信頼性。越冬基地としてのトロール基地運営の最初の年は、上記に示した 2 つの項目に関する基本情報が得られる機会となるであろう。新技術の検討に加えて、プロパンの使用の継続または拡大も検討する。台所施設はプロパン使用に改良を行う予定である。これにより発電機システムの負荷を軽減させる。将来的な長期目標は、代替エネルギー源を最大限利用して夏期の運営を行えるようにすることである。
- 研究の必要性：追加研究およびモニタリング施設、他の基地施設の設置により、基地のエネルギー必要量が増加する可能性がある。将来どのような運営が実施され、結果として燃料消費がどの程度増加するかをノルウェー極地研究所が評価することは現時点では難しい。<sup>9</sup>

<sup>9</sup>オーストラリアは大気モニタリング施設により基地のエネルギー使用が '倍増'するという以前の積算について、説明が不足していると指摘した。追加研究及びモニタリング施設の設置はトロール基地改良の第二フェーズの一部である。したがって、エネルギー必要量の詳細は、現時点では明確にできない。当初の積算では、年間燃料必要量約15万リットル(750ドラム缶)と同等の、約60kWの定常エネルギー必要量の追加が現実的であると考えた。

## 代替案

表 13 に計画している燃料システムの代替案及び、当該代替案に対する長所、短所を示す。

表 13：トロール基地改良に係る燃料及び燃料消費に関する代替案

代替案	長所	短所
風力発電機の設置	-- 燃料消費の削減および排出ガス量の削減。 燃料輸送の削減。 --	-- トロール基地の風速計による既存データによると一般的に風速は低い。 -- 故障の場合、操作上の困難が生じる。
ソーラー・パネルの設置	-- 燃料消費の削減および排出ガス量の削減。 燃料輸送の削減。	-- 冬期間中、太陽が出ない。 故障の場合、操作上の困難が生じる。
その他の代替技術	-- 燃料消費の削減および排出ガス量の削減。燃料輸送の削減。	-- 技術開発は限定的。基地では、より信頼性の高いシステムが必要。 故障の場合、操作上の困難が生じる。

### 3.2.3.7 輸送

Njåstad (2000)はドロンニング・モード・ランドにおける今日の輸送形態について概説した。現在の状況について、要約して以下に示す。

#### 陸上

##### 現状

- 陸上輸送の使用には、3つの目的がある：
  - 1) 基地/氷縁から/への設備の輸送(船)
  - 2) 野外活動のための人員輸送
  - 3) 基地地域での運営
- 地上輸送には、以下の車両がある：Jet A-1 燃料使用で貨物なしで約 1.3 リットル/km、貨物有りで約 2 リットル/km の牽引車 BV 206 Hägglunds 3 台。トロール滑走路や設備の輸送に使用している Prinoth Everest 2 台。棚氷への往復で TL-6 は約 1400 リットル、Prinoth は約 2000 リットルを消費する。基地地域内で掘削機も使用されている。
- 通常の運営に除雪機を使用しており、オイル混合、ガソリン(95 無鉛ガソリン)を燃料とし、約 0.25 リットル/km である。
- 表 14 にノルウェー南極観測隊の最近 3 シーズンの車両の使用を示す。なお、2001/02 シーズンから 2003/04 シーズンまで急増しているが、これはトロール滑走路の準備工事のためであり(Cf. NPI、2002)、滑走路工事終了後はこの高レベルのまま推移しないと予想している。

表 14：トロールにおける最近 2 シーズンの車両の使用(輸送を含む)

	01-02	02-03	03-04
BV 206 Hägglund (3 台)	2260 km	5300 km	5700 km
Prinoth (1-2 台)	—	490 運転時間(h)	680 運転時間(h) <sup>1</sup>
Snow machine (operations)	600 km	2400 km	2800 km
BV TL6 Hägglund			420 運転時間(h)

1 03-04 シーズンから 2 台となった

#### 計画の変更

越冬基地における車両の使用は比較的変わらないままであると考えられる。しかし、以下の点を考慮する：

- ・ 使用不可能になりつつあるが、古いHagglunds BV206は基地で局所的に主に使用する予定である。一方、TL-6 及び Prinoth Everest が地上運送車両の駐車場の主な構成要素となる。除雪車の駐車場はこの数年間にわたって改良する予定であるが、より燃料を必要としない(約半分の量)費用対効果のよい車両を、既存の車両に置き換える予定である。
- ・ 車両の使用は、越冬基地への基地改良後、いくらか増加するであろう。棚氷からの供給品/設備の輸送<sup>10</sup>、および基地自体のより高い活動に伴い、ある程度増加する可能性がある。また、活動シーズンは長くなるであろうが、様々な条件(日照、雪など)のため、冬の輸送が非常に高くなると予想されない。通常の 1 年間の運営では、3 台の車両で最大 5 往復の旅行が行われると見積もられる(現在、3 台の車両で 1 往復)。さらに、トロール滑走路の運営により、通常は 300 運営時間(燃料 5,100 リットル)、一時的に大きな維持作業が必要な場合は、1000 運営時間(燃料 1 万 7000 リットル)の維持作業が必要となる。

#### 工事中

- ・ 通常の運営時と比較して工事中の車両の利用は、基地地域(建設工事)及び運送により多くなる。04/05 シーズンには棚氷への往復旅行(3 台の車両を利用)は合計 13 往復必要となると見積もられる。

#### 海上

##### 現状

ノルウェー南極プログラムは、重機及び人員の輸送に船舶を使用する。ノルウェープログラムは北欧合同プログラムと共同であり、シーズンによって使用船舶は異なる。他国の南極研究プログラムが運航する船舶のスペースを借りる場合もあるが、ノルウェーの活動には、海洋研究のプラットフォームを提供するため

<sup>10</sup>オーストラリアは活動計画の、特にトロール losseplass の使用の拡大による影響として、間接的・二次的影響の可能性を考慮すべきであると指摘した。トロール losseplass は、標高が低い棚氷の端にあり、輸送時に一時的に物資を保管するのみで、恒久的な施設はない。基地のエネルギー需要量の増大により、輸送時には多量の燃料が一時的に保管される。このため、当該地区では、燃料の漏洩や汚染のリスクが増大する。このようなリストを最小限にするため、燃料の保管には、通常の方法を適用する。また、漏洩の程度を限定するため、200 リットルのドラム缶に燃料を保管する。

の別の船舶の運航も含む。船舶活動の詳細はNjåstad (2000)を参照のこと。

#### 計画の変更

地域内で増加する航空機による運航とともに越冬基地へのトロール基地の改良は、ノルウェープログラムの船舶の使用に影響する。航空機による小規模な供給品の輸送に代わり、不定期な大規模供給品輸送がより行われる可能性もある。そのため、トロール基地の運営の補助に船舶を使用する頻度は将来減少するであろう。このような場合、車両の運行をある程度減少すると予想される。

#### 工事中

工事中の船舶運航の変更は見込まれていない。ノルウェーの計画では、建設材料を地区へ輸送する船舶のスペースを確保している。

#### 航空機輸送

##### 現状

現在、ドロンニング・モード・ランドにおける国家オペレータでは、人員と貨物の輸送における航空機の利用が増加している。この理由は以下の通りである(NPI、2002)：

- 1) 大陸から/への効率的な輸送；人員は海洋上で無意味な時間を過ごす必要がない。
- 2) 大陸内での効率的な輸送—到着地/出発地から/への人員の陸上輸送と比較し、より少ない時間及び資源
- 3) 人員をいつ大陸に運ぶかに関する柔軟性；より良いのは研究プロジェクトの必要性により良く適合できる。
- 4) 大陸上での効率的な時間；人員は必要以上に、理由もなく大陸で時間を費やす必要はない。

現在、大陸間の飛行機はノボラザレフスカヤ基地(ロシア)の近くの滑走路に着陸し、支線リンク輸送(小型機かヘリコプター)により設備および人員を輸送している。

#### 計画の変更

ノルウェープログラムではトロール基地から約 6km の場所に滑走路(トロール滑走路)を建設している(Cf NPI、2002)。これによりトロール基地のアクセス及び利用が容易になる。

すなわち、トロール滑走路は、夏の時期にのみ運営される。すなわち、現在、11月中旬から2月中旬までを予定している。真夏(12月中旬又は1月中旬)の3-4週間は、氷が溶けるため使用できないであろう。運航に関するより多くの経験に伴い、将来は、運営シーズンを延長できるかもしれない。

現段階では、通常の運営機関におけるトロール滑走路の着陸・離陸する航空機の形式および運航数を決めることは難しいが、可能性のある飛行機の形式を表 15 にとりまとめた。表 16 には運航頻度の概数を示す。しかしながら、これらは現時点では概数であり、推測の域を出ない。経験による運航の改良により、時とともに飛行数が増加する可能性がある。

現在、トロール基地への越冬活動のサポートは別々のフライトで計画されていない(すなわち、越冬人員は夏期の野外シーズンに行き来する飛行で輸送する)、このため、越冬基地への基地の改良は滑走路の使用に影響しない<sup>11</sup>。

表 15：トロール滑走路において運航可能性のある航空機タイプ

形式	運航形式
Ilyushin 76 イリュージン 76	大陸間
Hercules C-130 ヘラクレス C-130	大陸間
Boeing 737-747 ボーイング 737-747	大陸間
Falcon 7 Ex	大陸間
Antonov-2	大陸間
Twin Otter	大陸間
Basler 67 (DC-3)	大陸間
ヘリコプター(様々なタイプ)	大陸間

表 16：通常の運航シーズンにおけるトロール滑走路の使用

形式	飛行数
大陸間着陸	最低 3 回
大陸内着陸(支線リンク運航)	最低 9 回

工事中

トロール滑走路は最も早くても 2004-05 シーズンの夏季の終わりまで開通しない予定である。工事期間中に過度に飛行機の運航が増加することはないと予想される。

### 3.2.3.8 燃料消費および管理

現状

発電機用に設計された二重に壁で囲まれた燃料タンク(1900 リットル) 1 基を除き、燃料保管を目的とした

<sup>11</sup>オーストラリアは計画活動による間接的あるいは二次的な影響、特にトロール滑走路の利用の増大による可能性について考慮する必要があると指摘があった。上記に示した通り、これは問題としないと考える。しかし、夏期科学活動の補助に伴い飛行機の運航の増加が開始されるなど、冬季運営および飛行機の運航の組み合わせによって夏期シーズン拡大する場合は、注意を要する。今日の計画に基づいて、そのような増加の可能性を定量化するのは不可能である。

施設の設置は行わない。燃料消費及び汚染物質管理の点から以下の点に考慮する：

- 燃料消費：現在の燃費量を表 17 にまとめる。遠征規模により、シーズンごとの燃料消費は大きく変化している。が手広く異なるのに注意してください。トロール滑走路の建設工事に伴い、昨シーズンの燃料消費量は高くなっている。
- 燃料保管庫：トロールの燃料保管庫は現在、氷と車庫のユニット間の無氷地に位置している。燃料保管可能な封じ込めマットを設置している。このマットは保管中に生じた小さい漏洩も吸収できる。これらのマットは目的に応じた機能があることが判明している。さらに、安全なドラム缶は破損したドラム缶の保護に利用可能である。空の燃料用ドラム缶は、廃棄物量を削減するために圧縮する。全てのドラム缶には数リットルの燃料が常に残る。このため、圧縮を行うために、封じ込めシステムを設置し、環境への燃料廃棄物による汚染は生じない。このように残った燃料は廃油として処理する。
- ヘリコプター・パッド：ヘリコプター用の封じ込めマットを使用する。トロール基地ではヘリコプターの着陸、燃料補給、維持等全てにおいて、環境への影響を低減するため封じ込めマットを使用する。

表 17：最近 3 シーズンにおけるトロール基地の燃料消費および将来使用量<sup>12</sup>

使用目的	01-02	02-03	03-04	将来
発電機 (Jet A1)	6,700 リットル	6,100 リットル	10,800 リットル	100,000 リットル 83 トン
除雪機 (JP8)	450 リットル	600 リットル	800 リットル	1,000 リットル
車両 (Jet A1)	4,900 リットル	17,900 リットル	33,200 リットル	30,000 リットル <sup>a</sup> 25 トン
ヘリコプター	2,400 リットル	4,200 リットル	---	--- <sup>b</sup>
航空機	3,200 リットル	---	---	60,000 リットル <sup>c</sup> 50 トン
合計	17,200 リットル	28,200 リットル	44,000 リットル	190,000 リットル
Jet A1	450 リットル	600 リットル	800 リットル	1,000 リットル
JP 8 JP8				

a 高いレベルの維持活動を行う時期（不定期）には 42,000 リットルに増加する可能性がある。

b 研究計画のために不定期にヘリコプターを使用する可能性があるが、過去の状況からシーズンごとに異なるため、使用のレベルの算定は不可能である。

c 1 回のトロール基地出発につき、約 100 個のドラム缶の燃料が必要であると概算した。

<sup>12</sup>オーストラリアから、エネルギー消費量の変化の概算がないとの指摘があった。CEE 案作成以降、計算を行い、ここに含めた。

## 変更案

トロール越冬基地で行われるものとして、現在の燃料管理の一般的な戦略が維持される。しかし、以下の事項について検討が必要である：

- 燃料消費：越冬基地運営にともない、エネルギー発生に必要な燃料量は増加が予想される。輸送目的(車両と航空機)による燃料消費も同様である。燃料(輸送)コストの観点では、ノルウェー南極プログラムの利益の点から可能な限り燃料消費量の削減を行う。燃料費(輸送)の、それは、で燃費をできるだけ抑えるためにはためです。したがって、代替エネルギー、燃料削減などに関する動機付けは、環境および運営上の両方の利点がある。しかし、2001-2002 のシーズンと比較し、総燃料消費量が約 10 倍増加することに注意する必要がある。
- エネルギーのための燃料消費：夏期の運営による燃料消費は、今日と変わらない状況であるが、越冬期間には当然追加的な燃料消費が生じる。年間燃料消費量は約 10 万リットル(500 ドラム缶)と見積もられる。
- 車両による輸送のための燃料消費量：陸上輸送頻度による予想は、3.2.3.7 に示した。この輸送で必要な燃料消費は約 2 万 4000 リットル(最大)で安定すると予想される。加えて、トロール滑走路の維持作業では 1 シーズンあたりの約 6 万リットルの燃料が必要となる。
- 航空機運航のための燃料消費：予想航空機運航頻度を表 16 に示した。帰航(大型航空機) 1 回にあたり約 2 万リットルの燃料消費率と見積もられる。
- 排出ガス：燃料消費量の増加に伴い、排出ガス量も増加する。表 18 は改良後の運営による排出ガスを示す。飛行機の運航は飛行頻度に関する不確実性があるため含んでいない。エネルギー生産と輸送からの排出ガス量と比較し、局地的な航空機による排出ガスは相対的に限定的となると予想される。

表 18：改良した基地の運営に係る年間排出量レベル

	<i>HC</i>	<i>CO</i>	<i>NO<sub>x</sub></i>	<i>PM</i>
エネルギー生産	0.14 トン	0.20 トン	2.75 トン	0.07 トン
輸送	0.13 トン	0.43 トン	1.28 トン	0.15 トン

- 燃料保管庫：流出と汚染の危険性をさらに減少させるため、また、景観的視点から、どのように保管するかを検討する。原則として封じ込めマット上に置かれた 200 リットルドラム缶に燃料を保管する現在のシステムでは、環境への大規模な漏洩の可能性をかなり防ぐことができる。越冬作業により継続的なモニタリングが可能であり、不手際による可能性もさらに削減できるはずである。このシステムは当分の間維持される。さらに、それぞれ 1200 リットルを保管できる、下部が二重デイ・タンク(ノルウェー基準(NS)を満足)を 2 つの発電機ユニットの中に設置する予定である。デイ・タンクの補充はチェックバルブ(逆止め)がついた電気ポンプ(建物内で取り付け)で野外のドラム缶から直接行う。デイ・タンクは点検と圧力計制御装置で漏洩をモニタリングする予定である。

## 工事中

工事に必要な輸送は通常より多くなる(参照 3.2.3.7)。概算では3台の車両による約13の往復旅行により約6万リットルの Jet A-1 が必要となる。

## 代替案

表 19 に計画している燃料管理手順の代替案およびこれらに対する長所短所を示す。

表 19 : 改良したトロール基地における廃棄物処理手順の代替案

代替案	長所	短所
- 燃料タンクの設置	- 自動監視装置の設置の検討	- 不手際の際の大規模な流出 - 複数の輸送段階における脆弱性。

### 3.2.3.9 科学

#### 現状

トロール基地の位置は地域内で既に行われているさまざまな調査研究を補助する基地である：

1. Jutulstraumen/Fimbulisen 氷河/棚氷システムは、ドロンニング・モード・ランドで最大の氷河である。調査は棚氷/海洋の相互作用の理解と、当該システムの気候変動に対する応答に関係している。
2. 南極におけるアイス・コアに関するヨーロッパ・プログラム (EPICA) に関係した、トロール基地の南の南極高原における氷河学の研究。
3. おそらく Jutulstraumen-Pencksøkket 氷河システムに沿い大きい地質上の断層によって特徴づけられるであろう東南極および西南極の地質的な境界の相互関係。この不連続性は、ゴンドワナ大陸の再構築を検討する上で最も重要な構造である。
4. スヴァルトハマレンに生息する 200,000 以上のナンキョクフルマカモメのつがいの集団繁殖地の研究、および海岸から 200km 離れた場所における、当該個体群のエネルギーフローおよび生息状況に関する研究。スヴァルトハマレンは特別科学関心地区 (SSSI) であり、トロールの東 90km にある。

#### 変更案

ノルウェー研究協議会 (Research Council) は「南極におけるノルウェーの調査研究：2005-2009 の優先順位」という政策基盤となる文書をまもなく採択する予定である。これは、トロール基地における越冬活動によって生じる機会に着目している。この戦略上の文章（現在、採択中）を付録 11 に添付する。

越冬基地は、大気モニタリングプログラムの設置に関して非常に適した状況を提供する。水銀や他の重金属などの残留性有機汚染物質のモニタリング、オゾン、UV-放射、CFCs、その代用品である SF6 などの地球温暖化ガスの測定(参照 2.2)などが可能となる。このような研究を可能にするため、主要な基地棟からある程度離れた大気モニタリング施設を設置する計画がある（参照 3.2.3.1）。

トロール基地は南極高原に関する氷河研究の開始地点として適した場所に位置しており、越冬活動では、そのような取り組みにさらに協力する予定である。そのような協力機会は IPY2007/08 の中に多く含まれるであろう。

一般に、基地施設外の年間のモニタリング・プログラムにより余地があるため、トロール基地自身の研究活動が若干増加するが、大規模な夏期の研究活動が、野外活動拠点として維持されると予想される。

将来の研究プロジェクトのため、保管タラップの上に二つの基礎的な研究室を追加し、特定のプロジェクトのニーズに関係したコンテナ・ユニットとして、実験室を設置する計画がある。コンテナ実験室は、特に研究プロジェクトの実施期間中は基地に維持される。

### 3.2.4 基地における環境保全措置

#### 現状

トロール基地における現在の活動/運営すべては、評価され、環境保護議定書(1995)の担保法であるノルウェー国内規定の要求事項を満たしている。

NP はカウンターパートであるフィンランドおよびスウェーデンと協力し、基地運営に関する環境ガイドラインを作成している。これらのガイドラインは南極運営に係るノルウェー環境ハンドブックで照合できる。トロール基地での運営は、これらのガイドラインに従って行われる。現在の以下のガイドラインが作成されている：

- 燃料保管、移動および輸送手順(付録 1)。
- 油分漏洩危機管理計画（燃料漏洩対応ガイドラインを含む。付録 2 に添付）
- 南極における航空機およびヘリコプターの運航に関するノルウェー環境ガイドライン。ガイドラインの概要版を付録 3 に添付。
- 廃棄物管理戦略を含む廃棄物管理ハンドブック（廃棄物管理ハンドブックの概要版を付録 4 に添付）
- 環境ガイドライン： 植物相、動物相および自然環境(付録 5)。

その他の基地における環境保全措置：

- トロール基地は漏洩対応設備を設置
- 隊員および遠征隊員は、遠征以前および遠征中とも、法的枠組みおよび遠征用に作成されたガイドラインの関係規定について講義を受ける。
- 予期しえない影響を「早期に警戒・注意」させるモニタリング・プログラム。現在のモニタリング・プログラムは、基地活動地域の変更を考慮し改訂する予定である。

#### 変更案

ガイドラインおよび運営手順は、基地施設および運営の変更に伴い、更新される。新しい運営を考慮し、

訓練および教育手順も更新する。原則として、上記に示した基本的な枠組みは緩和措置の取り組みの中心を構成することとなる。

## 4 初期の環境状況の記述

### 4.1 地表の状況

Gjelsvikfjella(ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域を含む)の山地は始生代の片麻岩とチャーノックタイトの複合体の基盤から構成されている。変成作用は西部では角閃岩相から東部では主にグラニュライト相の範囲で変化する。岩石組成は花崗岩から斑糲岩が含まれる。

岩石の構造および風化は植生に大きな変化を与える。チャーノックタイトは長石が表面に露出したでこぼこした表面となるが、片麻岩は、より滑らかな表面であるため地衣類の生育に適している。

地面は、小石の塊や凍結風化物からなる永久凍土である。一部の地域では夏期の天気の良い日に雪氷が溶け、緑藻類 *Prasiola crispa* の成長が特徴的な溶融湖が見られる。

### 4.2 気候

ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域の気象データは多くはない。1990年以降、断続的であるが、トロール基地では自動気象機器が運転している。気候特性を表すため、1993年に集めた基礎データの一部を表20に示す。

表 20：トロール基地における気象データ(1993)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
月平均気温(°C)	-4.2	-9.8	-16.7	-20.9	-21.7	-21.9	-27.4	-24.8	-23.2	-15.0	-8.3	-4.6	-16.6
気圧(mb)	846.9	835.8	835.2	835.7	832.7	832.5	834.3	834.5	834.2	834.3	844.8	843.5	837.0

出典：Hanssen-Bauer (1995)

冬至の2.5カ月間、太陽は地平線下であり、夏期である11月15日から1月27日は地平線の上に太陽がある。内陸の奥深くに位置しているため、低気圧の活動による影響はほとんどない。そのため、海洋から運ばれる熱による気候への影響はほとんどなく、太陽や大気からの放射が主なエネルギー源である。降水はほとんどない。内陸にある山は雪の吹きだまりを妨ぐ。

風の状況に関する情報は多くない。トロール基地地域の主風向は西から東であるようである。平均風速は、ほとんどはやや強い(quite moderate)が、時に強風(extreme)が吹く。元々の基地施設群は、風速60m/sに耐えられるよう作られている。

降水量は多くない。トロールにおける測定データは全くないが、約200mm/年であると見積られる。東経70°、5°および南緯75°、東経15°で範囲で行った調査トラバース沿いの年間堆積量の蓄積量は、Fimbulisenで271mmから海拔2840mで24mmまでと変化していた(Van den Broeke et al., 1999)。ヴァン穴のBroeke他、1999。)基地周辺で風によって堆積した雪のほとんどは、通常、夏の間に溶ける。現在のトロール基地の建設時(1989/90)には、野営活動により周辺に与える影響を把握するために、基地の近傍で雪のサンプルを採取し、塩素化合物について調べた。サンプルは出発時および到着時にベースキャンプ(現在の基地の位置)から200mおよび2km離れた場所で採取した(Greibrokk et al., 1992)。初期の雪質の分析結果お

よびサンプルは雪への影響に関する将来研究の基礎資料として役立つであろう。

### 4.3 動植物<sup>13</sup>

#### 4.3.1 概要

周辺の山のヌナタクの状況は地表の植物を制限する 1 項目である。最暖月の平均温度は 0℃以下で冬季には-50℃以下まで低下する。夏期の高い太陽放射と低いアルベドのため、特に風が当たらない場所では、ヌナタクの表面温度は気温よりかなり高くなると思われる。このような地域では、植物および関連する微小動物相を支えるに十分な穏やかな微気候となる。しかし、植生は非常に乾燥による影響を受けやすい。

ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域で行われた生物研究は、回数および範囲も限定されており、そのほとんどがトロール基地の近くである(表 21 参照)。他地域と比較し、陸生植物は多様性および量の面で非常に乏しい。希少種は全く確認されていない。現在のトロール基地建設時(1989/90)に、トロール地域で地衣類のサンプルを採取し、金属含有量を分析した。初期の地衣類に関する分析結果およびサンプルは地衣類への影響に関する将来研究の基礎資料として役立つであろう。藻類の発生に関する研究を 1989/90 年に行った。採取したサンプルから、さまざまな藻類の存在が分かった。サンプルに関するより詳細な情報は NIVA(1991)にある。

無脊椎動物相は植生が発達した地域に見られる。1989/90 年のトロール基地建設の間、地区内の無脊椎動物種及び生息密度を地図上に示す研究が行われた。無脊椎動物はほぼ全域で普通に確認された。特に *Cryptopygus sverdrupi*(collembola)はジョツツルセッセン(Jutulsessen)西部、Stabben 北西のヌナタクで、*Maudheimia wilsoni*はトロールの近傍で、*Tydeus erebus*は、トロール基地の南約 2.5km の Grjotlia のふもとで、多くの個体数が確認された。*Maudheimia wilsoni*については、より詳細に研究された。*Maudheimia wilsoni* はジョツツルセッセン(Jutulsessen)の石の下側に多く確認された。夏期には、微小生息域の日気温の変化は最高 19 度、最低-17 度となった(NPI、1990)。

---

<sup>13</sup> ATCM XXVII では、より詳細な生物情報を提供すべきとの意見があった。このため、初期の記録を詳細に調査し、記載を追加した。しかし、地図上に示すなど、生物に関する詳細な地図情報がない。今後、これらに関する取り組みを開始する。

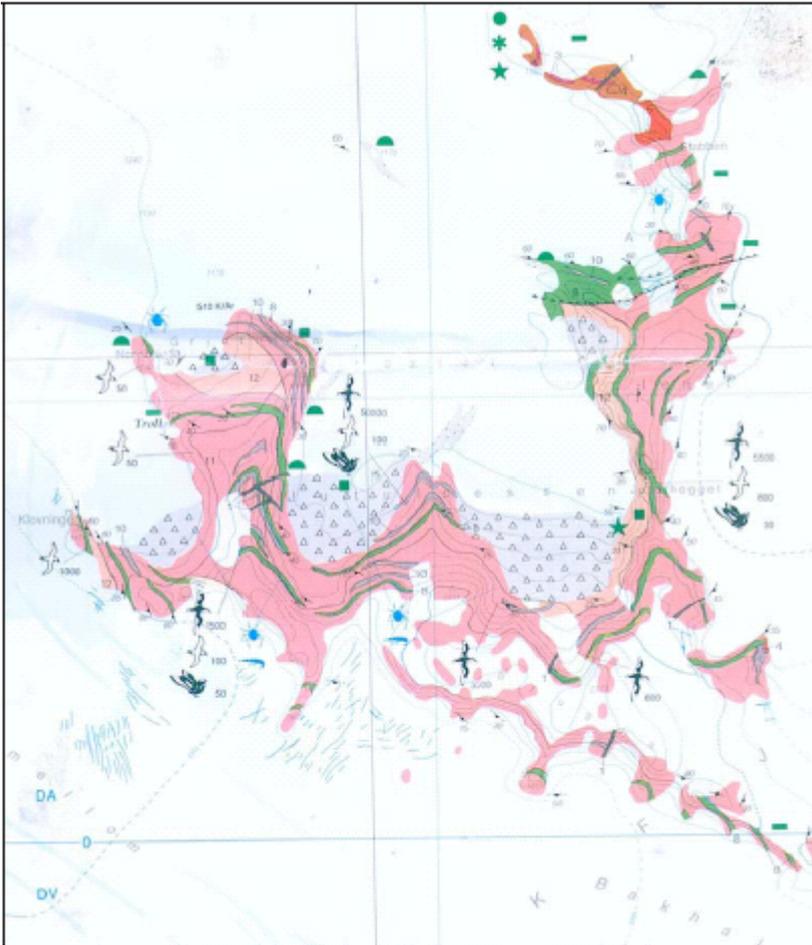
表 21：ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域内で確認された動植物相

植物	
地衣類	<i>Acarospora buellia</i> <i>Candelariella hallettensis</i> <i>Lecanora expectans</i>
緑藻類	ナンキョクカワノリ ( <i>Prasiola crispa</i> ) “ <i>Pleurococcus</i> ” <i>Ulothrix</i>
藍色細菌(Blue-green bacteria )	
動物	
原生動物(Protozas )	
輪形動物門(Rotifers)	
線形動物門(Nematods)	
緩歩動物門(Tardigrads)	
ダニ類(Mites )	<i>Eupodes angardi</i> <i>Tydeus erebus</i> <i>Maudheimia wilsoni</i>
昆虫類(Insect)	<i>Cryptopygus sverdrupi</i>
海鳥(Seabirds )	ユキドリ ( <i>Pagodroma nivea</i> ) ナンキョクフルマカモメ ( <i>Thalassoica antarctica</i> ) ナンキョクオオトウゾクカモメ ( <i>Catharacta maccormicki</i> )

脊椎動物の動物相は鳥類だけである：ユキドリ (*Pagodroma nivea*)、ナンキョクフルマカモメ (*Thalassoica antarctica*)、およびナンキョクオオトウゾクカモメ (*Catharacta maccormicki*)。ジョツツルセッセン (Jutulsessen)における海鳥の集団繁殖地の主な位置を図9に示す。Rov(1991)は近くにサブ集団繁殖地があるジョツツルセッセン(Jutulsessen) (Satet)の「下部」にあるナンキョクフルマカモメの大きな集団繁殖地を確認した。トロール基地から直線で10kmの距離とトロール基地からの直線で約6kmのサブ集団繁殖地からなる。この集団繁殖地には20-50,000組が生息すると見積もられている。トロール基地の近くには、ユキドリの小さい2つの集団繁殖地(~50つがい)があり、一つは基地の北側 Nonshogda 地域に、もう一つは基地のすぐ南にある。ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域ではナンキョクオオトウゾクカモメの繁殖が確認されている(約10組)。また、若いトウゾクカモメはユキドリのコロニー周辺で見られる。

基地周辺における脊椎動物の動物相に関するより詳細な地図作成を2004/05シーズンに行う計画となっている。また、当該作業時において、微小動物相及び植物相に関するさらなる調査を開始する予定である。

図 8: ジョツルセッセン(Jutulsessen)地域における既知の海鳥コロニー位置図(出典: NPI、1993)



#### 4.4 動植物の保護

動植物の保護に関して、以下の事項に注意する：

- 現在、トロール基地ではジョツルセッセン(Jutulsessen)地域の動植物に直接影響を与える活動は行われていない。現在基地が使用している地域外で施設(例：大気モニタリング施設、アンテナパーク)を設置する場合は、決定を行う前にさらなる環境影響評価を実施する。
- 植生：基地すぐ近く(半径約 500m)の範囲は攪乱される地域と考えられるので、これらの地域内での歩行者の活動を制限しない。トロール基地の近くで貴重な植物の存在は記録されていない。このため、そのような攪乱は大きくないと考えられる。無氷地における車両の交通は最小限とするが、物資供給と工事による交通は必要である。
- 鳥類集団繁殖地：承認された研究に関係しない限り、基地近くの鳥類集団繁殖地に訪問しない。稼働している車両の人員は、鳥類集団繁殖地から少なくとも 200m の距離をとるよう指導する。基地への飛行機やヘリコプターの交通は最小限とし、鳥類集団繁殖地から距離をとるよう注意する。

## 5 環境影響評価

### 5.1 はじめに

以下は、越冬基地へのトロール基地の改良に関する活動計画による影響を評価するにあたって、検討した文書である。活動の評価に使用したプロセスは原則として「南極における環境アセスメントのためのガイドライン」(CEP1999)で規定された方法に従った。以下にプロセスの各ステップに関する概要を示す。

### 5.2 用語の定義

累積的影響：	過去および現在、そして、合理的に予見可能な活動が合わさった影響。これらの活動は、時間および空間を隔てて生じ、追加的または相互的/相乗的となる。
直接的影響：	影響を受ける環境とアウトプットの相互作用の結果として直接影響を生じる、環境要素の変化。
環境影響：	特定された予想されるアウトプットと環境要素又は環境価値との間に生じる相互プロセス。
影響：	人間活動に起因して、環境価値または環境資源に生じる変化。それは、変化を起こした要因ではなく、要因により変化が生じた結果である。
間接的な影響：	環境と他の影響(直接または間接的)の相互作用で生じた環境要素の変化。
環境保全措置：	活動計画に関係する影響を最小または防ぐ実行手段、手順または技術技術の使用
アウトプット：	活動の結果として環境に放出または環境に負荷を与える物理変化または存在。
避けられない影響：	さらなる環境保全措置が実施できない影響。

### 5.3 アウトプット

改良による計画の影響を評価する前に、環境影響が生じる可能性のある数多くの活動のアウトプットを特定した。活動及び活動によるアウトプットの概要を付録6に示す。活動による影響には、放出(大気及び地表)、廃棄物、騒音、機械的作業、および障害が含まれる。

### 5.4 自然環境への配慮

基地改良計画の影響を評価するため、周辺環境の脆弱さおよび環境価値を評価し、活動により環境に与えるアウトプットを特定する。この評価の概要を付録7に示す。高い価値の環境要素は全く特定されませんでした。基地活動上、科学上の点から2項目の環境要素が中程度の価値を有すると特定され、そして、植物相や動物相、大気、雪氷、地質学、美的価値などの多くの要素は価値が低かった。

### 5.5 露見する影響の特定

実際に生じる可能性の高い影響に着目し、環境影響評価を行うことが必要不可欠である。これを補助するため、活動によるアウトプットと存在する環境との間の相互作用を考慮するのが有効である。露見する影

響の評価の概要を付録 8 に示す。活動計画に関連して特定されるほとんどのアウトプットは、露見する影響のレベルが比較的低かったのは重要である。

## 5.6 影響の特定および評価、計画された環境保全措置

特定されたアウトプットによる環境要素の影響の程度を表 22 及び表 23 に示す。これらは本文書内で定義された枠組みに従って活動が行われると仮定した上で、生じると予想される影響である。影響の評価にあたっては、次の用語を定義した：

	低い	中程度	高い
範囲	局地的、限定された範囲	Jutulsessen の一部に影響を与え、狭い、限定された範囲よりも広範囲に影響が生じる。	全体地域 (Jutulsessen) に影響が生じる。
期間	1 シーズンにつき数週間。自然プロセスと比較し短期間。	複数のシーズン、何年も；影響は回復可能。	10 年間単位；影響は回復可能。
強度	自然の機能およびプロセスは影響を受けない。	自然の機能やプロセスに短期間影響するが、長期間または永久に変化しない。	長期間にわたって、自然の機能やプロセスに影響を及ぼすか、変化を与える。
可能性	ありそうもない	可能性がある	確実に生じる

高いまたは中程度の強度と評価した影響はすべて、実際に地区内の自然プロセスに影響を与えるものであり、さらに評価することが重要である。低い強度と評価した影響はすべて、範囲、期間および可能性にかかわらず、軽微または一時的な影響以下である。表 22 と表 23 では、これらを灰色の網掛けで示した。これらの影響を最小限にする取り組みが優先されるであろう。

### 5.6.1 高い価値の環境要素への影響

高い価値の環境要素は特定されなかった (Cf 付録 7)。

### 5.6.2 中程度の価値の環境要素への影響

中程度の価値の環境要素が 2 項目特定された (Cf 付録 7)。表 22 では、影響が生じる程度に従って、これらを示している (Cf 付録 8)。

### 5.6.3 低い価値の環境要素への影響

多くの環境要素は価値が低いと特定された (Cf 付録 7)。In Table 23 these have been listed in accordance with the level of exposure to outputs (cf. 付録 8)。表 23 では、影響が生じる程度に従って、これらを示している (Cf 付録 8)。

表 22：基地運営に係る考えられる環境影響

	アウトプット	可能性のある影響の記述	影響評価	環境保全措置	代替案
露見する 中程度の 影響	大気				
	排出ガス	大気に排出される燃焼ガスは直接、間接的に温室効果に寄与する。しかし、全体の排出予想(南極 <sup>14</sup> および地球全体の状況)では、活動計画による寄与は小さいと予想される。一般に、燃焼化合物の大気への排出により、大気質に影響するであろう。越冬基地の主な活動要素の1つとして基地における大気研究が計画されているため、このような排出は、悪影響を及ぼす可能性がある。	範囲:H 期間:L 強度:L 可能性:H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。全く無くなることはないが、ゼロ代替案では、排出が少なく、関係する影響も低くなると予想される。
露見する 低い影響	淡水				
	地表への排出	基地地域内での燃料漏洩は、青氷にある淡水貯水池の方向に移動する可能性がある。こうなると、基地運営による主な影響として、飲料水が影響を受け、使用不可能になる可能性がある。以前の測定では飲料水(NIVA、2000)中にPAH残渣(非常に低い量)が確認された。これは土壌汚染に由来する可能性もあるが、設置したウォータポンプ及びパイプ由来の可能性もある。貯水池の水交換があまりないようであるので、汚染は長期間、貯水池内に残るであろう。	範囲:L 期間:M 強度:L 可能性:L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 漏出を最小限とする燃料管理手順</li> <li>- 水道の取り扱い手順。</li> </ul>	全ての代替案が燃料の取り扱いを伴う。関連する影響すべてがすべての代替案に生じると予想される。

<sup>14</sup> トロール基地での年間燃料消費は19万リットル(輸送を全て含むが、将来検討している研究およびモニタリング施設は除く)と見積もられる。再設置の南極点基地の燃料消費は120万リットル(NSF、1998)、Maitriの年間消費は23万リットル(MFA、2001)；ノボラザレフスカヤ基地は35万リットル(MFA、2001)；ノイマイア18万リットル(MFA・フィンランド、2004)；サナエIV260トン(MFA・フィンランド)。

表 23：基地運営に係る考えられる環境影響

	アウトプット	可能性のある影響の記述	影響評価	環境保全措置	代替案
露見する 高い影響	<b>植物</b>				
	機械の稼働および故障	新しい基地の建設および関連車両の使用は、基地地域のパッチ状に生育した小さい植物を擾乱する可能性がある。基地地域内(半径 500m)の歩行者の交通増加による影響が生じる可能性がある(Komarkova、1983)。損傷を受けた地域の再生は遅いであろう。パッチ状の植物は地域内にまばらにあり、特異な植物群落は記録されていない。	範囲：L 期間：H 強度：L 可能性：M	行える環境保全措置はない。	すべての代替案が何らかの工事、車両の使用を伴い、それらに関する環境影響を生じる。
	<b>動物</b>				
	機械の稼働および故障	新しい基地の建設および関連車両の使用は、基地地域に生息する微小動物相を擾乱する可能性がある。微小動物相の生息地は特定されていないが、影響は地域全体にわたる。特異な動物群および種は記録されていない。	範囲：L 期間：H 強度：L 可能性：H	行える環境保全措置はない。	すべての代替案が何らかの工事、車両の使用を伴い、それらに関する環境影響を生じる。
	<b>景観</b>				
	機械の稼働および故障	自然的風景の中に人的要素が含まれることによる物理的環境の変化は訪問者の感情面での経験を変える可能性がある。地域の訪問者は、通常、研究調査の関係者であり、通常、風景の中に人的要素の存在を予想している。	範囲：L 期間：M 強度：L 可能性：L	計画段階において基地群拡大に関する景観問題を検討する。	すべての代替案が何らかの整地作業を伴い、それらに関する景観への影響を生じる。

露見する 中程度の 影響	雪氷				
	大気への排出	雪/氷の表面に堆積する燃焼生成物はアルベドに影響を与える可能性があり、時間の経過とともに、物理環境およびアルベト率を変化される可能性がある。より高く、定常的な排出のある南極点の観測では、すすの沈降による雪アルベドの変化は確認されなかった(参照 Worren and Clarke (1990), Wolff (1992) and Suttie and Wolff (1993))。 一般に、雪氷質は燃焼化合物の沈降によって影響される可能性がある。これは氷の関連する研究(例: 気象の研究)で対応できるかもしれない。地区内における氷に関連する研究は、継続または計画されていない。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	- 「きれいな」燃料の最大限の使用 - 代替エネルギー策の検討 - 省エネルギーの取り組み	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。代替エネルギー源の利用は影響を低減させるであろう。
露見する 低い影響	植物				
	大気への排出	燃焼生成物の摂取は長期的に植物の成長及び再生を抑制する可能性がある(Poblet et al. 1997)。植物の耐性は、種によって異なり、種組成の変化が生じる可能性がある(参照 SFT(1992))。  影響の発生は限定されるため、多大な影響が防げると予想される。	範囲: L 期間: H 強度: L 可能性: L	- 「きれいな」燃料の最大限の使用 - 代替エネルギー策の検討 - 省エネルギーの取り組み	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。代替エネルギー源の利用は影響を低減させるであろう。

露見する 低い影響	地表への排出	廃水が排出される地域及び燃料を取り扱う地域に限られるが、生息地は汚染による影響を受ける可能性がある。基地周辺には、植生はわずかであり、ユニークな生物群は記録されていない。地面に含まれる燃料は、自然分解プロセスが遅いため、長期にわたって地面の中に残り、結果として、生息地を破壊する。冬期間に氷が生成されるが、廃水は除去されるようである(地域内での経験より)。生息地は氷により破壊されるが、廃水処理システムは、汚染の最小限を確保し、その結果、汚染による影響を低減する。地区の富養化は、植生および微小植物の新しい生息地を発生させるかもしれない。	範囲: L 期間: H 強度: L 可能性: H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 排水処理における省エネルギー対策</li> <li>- 節水の取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。排水の分解処理(retrograde)は排水による影響を低減するが、排気ガスは増加する。	
	外来生物および病気(disease)	南極は、実験的または偶発的な外来生物の移入が生じたよく知られた事例である。しかし、トロール地域に適して生き延びている外来生物はほとんどいない(気象およびその他の環境要因による)。外来生物が既存の植生および微小植物/動物にとって代わって生息する可能性がある(Smith, 1996)。	範囲: L 期間: H 強度: H 可能性: L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 移入を防ぐ措置(設備の掃除、生鮮供給食品のチェックなど)に水をさしている手順</li> <li>- 廃水処理</li> </ul>	すべての代替案が何らかの危険を伴う。生物活動が盛んでないため、越冬活動は危険性をあまり増加させない。	
	<b>動物</b>					
	廃棄物	基地運営に係るゴミの散乱が生じる可能性がある。ゴミの一部は、地区内にいる個々の鳥を危険にさらす可能性がある(近くの集団繁殖地から来たトウゾクカモメ類や鳥類)。廃棄物の一部は、トラップ(罠)(ストラップ、バンド、鋭利なもの)になり、鳥類を死傷させる可能性がある。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 廃棄物取り扱い手順</li> </ul>	すべての代替案はゴミの散乱の可能性を伴う。年間活動において、施設及び人的資源による危険を最小限にするよう確保する。	

露見する 中程度の 影響		動物			
露見する 中程度の 影響	大気への排出	<p>燃焼化合物は、基地周辺の鳥類集団繁殖地に達する可能性があるが、卓越風向及び距離から、その可能性は限定的である。燃焼生成物は鳥類(生息地及び健康面)に影響が生じる可能性があるが、トロール基地からの排出レベルはかなり低いので、影響は限定的である。海洋で餌を捕るため、採餌による取り組みの可能性は小さい。発生源から遠いため、吸引の可能性も小さい。長期的には、呼吸器系及びその他の生活機能に影響がある可能性がある(参照Maniero(1996))。</p>	<p>範囲: L 期間: L 強度: L 可能性: H</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> </ul>	<p>すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。全く無くなることはないが、ゼロ代替案では、排出が少なく、関係する影響も低くなると予想される。風力発電など、その他の解決策が考えられるが、衝突死といったその他の危険が生じる可能性がある。</p>
	地表への排出	<p>廃水が排出される地域及び燃料を取り扱う地域に限られるが、微小動植物およびそれらの生息地の一部は、影響が生じる可能性がある。個体及び生息地の一部に影響する可能性がある。特異な動物群は記録されていない。また、影響がある地域は限定的である。広範囲の食物連鎖の点から、当該要素は重要でない。</p>	<p>範囲: L 期間: H 強度: H 可能性: H</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 浄化した水の排出を確保した水処理システム</li> <li>- 節水の取り組み</li> <li>- 漏洩を最小限にする燃料管理手順</li> </ul>	<p>すべての代替案が燃料の使用を伴う。地表への漏洩の可能性はある。排水の分解処理(retrograde)は排水による影響を低減するが、排気ガスは増加する。</p>
露見する 中程度の 影響	騒音	<p>騒音は、鳥類の行動を攪乱し、巣を放棄し(卵/ひよこを環境及び捕食者に露出する)、ストレスを与え、代謝作用を活発化させ、エネルギーの採取・使用の微妙なバランスに影響を与える可能性がある(参照. CAFF (1998) and Giese and Riddle (1999))。</p> <p>アウトプットによる影響は限定されており、生じる影響は小さいと考えられる。影響は現在の状況と変わらず、鳥類が見られる夏期中、発電機は稼働している。</p>	<p>範囲: L 期間: L 強度: L 可能性: H</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 代替エネルギーに着目した夏季の発電機使用の最小化の取り組み</li> <li>- 騒音発生の低減を確保した発電機の建設</li> </ul>	<p>すべての代替案が発電機と設備の使用を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。代替エネルギー源は、発電機の使用を抑え、その結果、影響を低減できる可能性がある。</p>

無水地				
大気への排出	卓越風向により、遠くなる程、影響は小さくなるが、大気に放出された燃焼ガスは地区内および基地周辺に滞留する。分解が遅く、ウォッシュアウトが限定的であるため、副産物が環境に堆積する。時間の経過とともに土壌が影響を受けるため、微小な生息地の環境質を変化させるであろう。	範囲: L 期間: H 強度: H 可能性: H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。全く無くなることはないが、ゼロ代替案では、排出が少なく、関係する影響も低くなると予想される。
地表への排出	廃水が排出される地域及び燃料を取り扱う地域に限られるが、地表面は汚染物質による影響が生じる。燃料汚染は、自然分解プロセスが遅いため、長期にわたって地面の中に残る(Gore et al., 1999)。冬期間に氷が生成されるが、廃水は除去されるようである(地域内での経験より)。生息地は氷により破壊されるが、廃水処理システムは、汚染の最小限を確保し、その結果、汚染による影響を低減する。	範囲: L 期間: H 強度: H 可能性: H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> <li>- 廃水処理</li> <li>- 節水の取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。排水の分解処理(retrograde)は排水による影響を低減するが、排気ガスは増加する。
廃棄物	基地運営によるゴミの散乱が生じる可能性がある。ゴミの一部は地区内に生息する個々の鳥類に影響を与える可能性があるが、その影響のほとんどは、景観上の問題といえる(Wang and Norman, 1993)。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 廃棄物取り扱い手順</li> </ul>	すべての代替案はゴミの散乱の可能性はある。年間活動を通し、危険性を最小限とするよう施設や人的資源を確保する。

露見する 中程度の 影響	雪氷				
	大気への排出	雪/氷の表面に堆積する燃焼生成物はアルベドに影響を与える可能性があり、時間の経過とともに、物理環境およびアルベト率を変化される可能性がある。より高く、定常的な排出のある南極点の観測では、すすの沈降による雪アルベドの変化は確認されなかった(参照 Worren and Clarke (1990), Wolff (1992) and Suttie and Wolff (1993))。 一般に、雪氷質は燃焼化合物の沈降によって影響される可能性がある。これは氷に関連する研究(例: 気象の研究)で対応できるかもしれない。地区内における氷に関連する研究は、継続または計画されていない。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。代替エネルギー源の使用は影響を低減する。
露見する 低い影響	植物				
	大気への排出	燃焼生成物の摂取は長期的に植物の成長及び再生を抑制する可能性がある(Poblet et al. 1997)。植物の耐性は、種によって異なり、種組成の変化が生じる可能性がある(参照 SFT(1992))。 影響の発生は限定されるため、多大な影響が防げると予想される。	範囲: L 期間: H 強度: L 可能性: L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。代替エネルギー源の使用は影響を低減する。

露見する 低い影響	地表への排出	廃水が排出される地域及び燃料を取り扱う地域に限られるが、基地周辺には、植生はわずかであり、ユニークな生物群は記録されていない。地面に含まれる燃料は、自然分解プロセスが遅いため、長期にわたって地面の中に残り、結果として、生息地を破壊する。冬期間に氷が生成されるが、廃水は除去されるようである(地域内での経験より)。生息地は氷により破壊されるが、廃水処理システムは、汚染の最小限を確保し、その結果、汚染による影響を低減する。地区の富養化は、植生および微小植物の新しい生息地を発生させるかもしれない。	範囲: L 期間: H 強度: L 可能性: H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 「きれいな」燃料の最大限の使用</li> <li>- 代替エネルギー策の検討</li> <li>- 省エネルギーの取り組み</li> <li>- 廃水処理。</li> <li>- 節水の取り組み</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する排出ガスによる影響がある。排水の分解処理 (retrograde) は排水による影響を低減するが、排気ガスは増加する。
	外来生物および病気 (disease)	南極は、実験的または偶発的な外来生物の移入が生じたよく知られた事例である。しかし、トロール地域に適して生き延びている外来生物はほとんどいない(気象およびその他の環境要因による)。外来生物が既存の植生および微小植物/動物にとって代わって生息する可能性がある (Smith, 1996)。	範囲: L 期間: H 強度: H 可能性: L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 移入を防ぐ措置(設備の掃除、生鮮供給食品のチェックなど)に水をさしている手順</li> <li>- 廃水処理</li> </ul>	すべての代替案が何らかの危険を伴う。生物活動が盛んでないため、越冬活動は危険性をあまり増加させない。
	<b>動物</b>				
廃棄物	基地運営に係るゴミの散乱が生じる可能性がある。ゴミの一部は、地区内にいる個々の鳥を危険にさらす可能性がある(近くの集団繁殖地から来たトウゾクカモメ類や鳥類)。廃棄物の一部は、トラップ(罠)(ストラップ、バンド、鋭利なもの)になり、鳥類を死傷させる可能性がある。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	廃棄物取り扱い手順	すべての代替案はゴミの散乱の可能性を伴う。年間活動において、施設及び人的資源による危険を最小限にするよう確保する。	

外来生物および病気 (disease)	南極は、実験的または偶発的な外来生物の移入が生じたよく知られた事例である。しかし、トロール地域に適して生き延びている外来生物はほとんどいない(気象およびその他の環境要因による)。 人間活動により、非意図的に病原菌を持ち込み、病気が発生する可能性がある。したがって、仮に生じたとしても、ほとんどないが、人間活動の影響により南極で病気が発生する可能性がある。病気により個体数に影響が生じるかもしれない(Knowles et al., 1999 and Gardner et al., 1997)。	範囲: L 期間: H 強度: M 可能性: L	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 移入を防ぐ措置(設備の掃除、生鮮供給食品のチェックなど)に水をさしている手順</li> <li>- 廃水処理</li> </ul>	すべての代替案が何らかの危険を伴う。生物活動が盛んでないため、越冬活動は危険性をあまり増加させない。
<b>雪氷</b>		-		
地表への排出	基地近くの青氷での活動により燃料の漏洩が生じる可能性がある。Jet A-1 は比較的揮発し、漏洩の大部分は氷に染み込まず、気化すると考えられる。氷に染み込んだ汚染物質は、氷に取り込まれ、ほぼ永久的に氷内に残る。漏洩時の影響は、漏洩した場所によるが、影響を受けた生物相や環境質に影響するであろう。 環境全体に影響する汚染であり、将来関係する雪氷の研究に影響が生じるかもしれない。地区内における氷に関連する研究は、継続または計画されていない。	範囲: L 期間: H 強度: L 可能性: M	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 漏洩を最小限にする燃料管理手順</li> </ul>	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。
廃棄物	基地地域においてゴミの散乱が生じ、近くの青氷に達するであろう。関係する影響は景観上の問題である。ゴミの分解は遅く、ゴミは残る。環境全体に影響する汚染である。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: M	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 廃棄物取り扱い手順</li> </ul>	すべての代替案はゴミの散乱の可能性を伴う。年間活動において、施設及び人的資源による危険を最小限にするよう確保する。
機械の稼働および故障	基地に関する雪氷上の通行により、基地と基地からの氷における交通により、摩耗される。通常の摩耗による環境への影響は生じないと考えられる。	範囲: L 期間: M 強度: L 可能性: L		すべての代替案は地区内の輸送と通行を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。

露見する 低い影響	景観				
	地表への排出及び廃棄物	自然環境にある燃料漏洩の跡及び視認できる人間要素が持ち込んだ廃棄物は、訪問者に感情的な変化を生じさせるかもしれない。地区の訪問者は、通常、研究調査に関連しており、人的要素があることを予想している。	範囲：L 期間：H 強度：L 可能性：H	- 漏洩を最小限にする燃料管理手順	すべての代替案は燃料の使用を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。
	騒音	自然環境で人間活動により生じる騒音は、訪問者に感情的な変化を生じさせるかもしれない。地区の訪問者は、通常、研究調査に関連しており、人的要素があることを予想している。	範囲：L 期間：H 強度：H 可能性：H	行える環境保全措置はない。	すべての代替案が騒音を伴う。すべての代替案において、関連する影響がある。代替エネルギーの使用は、発電機の利用を低減し、関連する騒音を減少させる可能性がある。

## 5.7 避けられない影響の特定

可能性が中程度、高いと特定された影響は避けることができない影響である（参照 5.6 章）。これらの影響を最小限とする取り組みとして、環境保全措置を実施する。以下に示す影響が生じる可能性が高く、影響の程度も高いものであり、さらなる環境保全措置の検討を行う必要がある：

- 排水の放出による微生物(植物相/動物相)の攪乱。低い環境価値への局地的な影響。
- 燃焼生成物の蓄積による無氷地への影響。低い環境価値への局地的な影響。
- 地表に排出、漏洩した物質(廃水、燃料流出など)による無氷地への影響。低い環境価値への局地的な影響。

## 5.8 間接的影響

トロール滑走路の開設に加え、越冬基地としてトロール基地が開設されるため、集結地として、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域への影響が増加するほか、その周囲での活動の増加も生じることとなる。その結果、今日、人間活動が立ち入っていないドロンニング・モード・ランドの範囲がさらに減少する。しかし、アクセスが改良されてもドロンニング・モード・ランドにおける活動レベルは運営のコスト面から、単純で相対的に制限される状態が維持されると考えられる。しかし、開発に密接に関係することや適切な活動の実施は非常に重要である。トロール滑走路は、科学に関係した COMNAP 関係国に対し、ドロンニング・モード・ランド内外へ航空輸送を供給する目的で、11ヶ国が関係する南極プログラムからなる国際複合機関、DROMLAN が設立したことを考慮すべきである。

より多量の燃料を長期にわたって保管するため、多量の供給品は、トロール losseplass に更なる負荷を生じさせる可能性がある（脚注 10 参照）。しかし、現在、漏洩量を削減するため、200 リットルドラム缶に保管している。また、燃料は環境圧に耐えられるよう適切に保管している。

## 5.9 累積的影響

ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域は、トロールにあるノルウェーの基地施設による影響を除き、比較的原生的で、人の手が入っていない地域である。一部の地域では複数の研究が行われているが、ほとんどの活動は、トロール基地を兵站上のハブ基地として利用し、さらに離れた地域で行っている。結果として、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域のほとんどは、トロール基地の主な人員がレクリエーション目的で訪問しただけである。

比較的大きな変更、すなわち、空輸量の増加、トロール基地の越冬基地の改良、国内プログラムの人員に関する流入、非政府活動の増加の可能性による比較的大きな変化が生じるが、その変化は計画活動の範囲で行われる活動レベルに関係した負荷となると予想される。

It must be expected that the ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域では、レクリエーション活動、既存施設の拡張、施設の新設など、地区の強度の利用が生じる。しかし、トロール基地の改良により生じる影響は相対的に大きいものではない。トロール基地改良による影響として、以下の事項が考えられる。：

- 活動計画では大気への排出が大きくなる可能性がある（表 24 参照）。バックグラウンド値やその他の南極の基地活動と比較しても全排出量はかなり少なく（脚注 14）、環境への影響が生じるレベルよりも低い。そのため、環境全体への累積的影響は大きくないと予想される。
- ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域の海鳥のストレスは、基地活動の増加により増大する可能性が

あるが、活動が大きく変更される時期は、生物の活動が低いあるいは無い時期であるため、基地改良による動物相への影響はかなり限定的であると予想される。したがって、計画された活動の追加によって生じた累積的ストレスは低いと予想される。

- トロール地域内で継続的に行われている活動全ては、土地利用による影響を受けている。越冬基地への改良により、基地施設のボリュームは拡大するが、基地施設により影響を受ける範囲は、比較的増加せず、拡大はすでに影響を受けた基地の範囲周辺に限られる(参照. 3.2.3.1)。トロール滑走路は青氷の上に造られるため、無氷地への直接的影響はない。予想されない要素としては、基地活動に伴う研究およびモニタリング施設の将来的な追加が考えられる。将来的に基地や施設により直接的な影響を受ける範囲を 3.5 km<sup>2</sup> と明記しているが<sup>15</sup>、ジョツルセッセン(Jutulsessen)地域内にある無氷地の 2%以下が影響を受けると予想される。南極の内陸にある無氷地域は少なく、そのため貴重である。「トロール」の越冬基地への改良で、大気の研究及びモニタリングが研究の重要な要素になると予想される。これらの研究は清潔な環境(汚染物質/騒音)が必要である。そのため、研究への影響低減に努める結果、環境影響に関しても有効な結果をもたらすと予想される。清潔な環境を確保するために多くの努力が行われた Svalbard の Ny-Ålesund の基地の経験を参考にする。
- With the upgrading of Troll to a 越冬基地への改良に伴い、大気に関する研究およびモニタリングが研究要素として重要であると予想される。この研究の実施には、清浄な環境(汚染物質/騒音)が必要であり、そのため、研究に対する影響を限定する取り組みを実施する必要がある。これらの取り組みは、環境影響の点からプラスの結果をもたらすであろう。清浄な環境を確保するさまざまな取り組みを行っている Svalbard の Ny-Ålesund 研究基地の経験([www.kingsbay.no](http://www.kingsbay.no))を生かすこととなる。
- 環境に新しい要素が取り入れられるため、原生及び美的価値に影響が生じると予想される。しかし、当該地域は既存の活動による影響を受けており、累積的影響はかなり限定的であると予想される。

---

<sup>15</sup> 基地の配置に利用する場所はサイト 2 と仮定すると基地の改良の運営により直接影響を受ける範囲は約 0.5km<sup>2</sup> となる。

表 24：トロールの運営に係る年間燃料消費量及び排出量

		夏期活動のみ	夏期活動及びトロールの運営	年間活動及びトロールの運営	年間活動（施設の設置を含む）及びトロールの運営
輸送およびエネルギー生産	発電機	6,700 リットル	6,700 リットル	100,000 リットル	100,000 リットル
	ローカル輸送	1,000 リットル	1,000 リットル	2,000 リットル	2,000 リットル
	地域的な輸送	5,000 リットル	5,000 リットル	24,000 リットル	24,000 リットル
	トロール滑走路の整地 a	適用せず	5,100 リットル (17000 リットル)	5,100 リットル (17000 リットル)	5,100 リットル (17,000 リットル)
	施設の設置	適用せず	適用せず	適用せず	150,000 リットル
	合計	12,700 リットル	17,800 リットル (29,700リットル)	131,100リットル (143,000リットル)	281,100リットル (293,000リットル)
CO2 排出量(高い値)		33 トン	47 トン(78 トン)	345 トン(375 トン)	740 トン(770 トン)
航空輸送 <sup>b</sup>		7,000 リットル	130,000 リットル	130,000 リットル	
+CO2 排出量(高い値)航空機		18 トン	340 トン	340 トン	
全 CO2 排出量(航空機も含む)		51 トン	387 トン(418 トン)	685 トン(715 トン)	

a 括弧内の数字は、維持活動が多くなるシーズンにおける数字を示す。

b 航空輸送による燃料消費量は全往復（すなわち、現在ケープタウンまで3往復している）から算出しており、他のオペレータによる飛行はトロール基地自身による活動に反映させる必要がないので、考慮していない。

## 5.10 継続している活動に対する影響評価

### 5.10.1 科学的活動

既存の科学活動によるマイナス影響は予想されていない。基地活動の改良により、既存調査の肯定的な結果をもたらす。越冬基地の存在や改良の結果による、よりスムーズな基地活動は既存の研究活動のためになると思われる。野外活動の機材準備は、研究チームが到着する前に終了することができ、トロール基地の施設は、より良いバックアップ機能を提供できる。さらに、基地の年間活動は、新しい研究を行おうとする活動に対し、新しく、改良された基盤を提供するため、南極のノルウェーの研究におけるよりしっかりした基盤を提供することとなる。

### 5.10.2 運営

基地の変更計画と改良が、運営に対して否定的な結果が生じるとは考えられない。反対に、新技術、新しい設備および現在の継続全てが、さらに効率的でより良い活動による運営に寄与すると期待される。

## 6 モニタリング

国内南極観測隊の運営に関する別のモニタリング手続きを作成している(NPI, 1999b)。モニタリング・プログラムの目的は以下の通りである：

- 予測結果と活動による実際の影響を評価する。
- 影響の範囲を地理的に把握し、この「痕跡」の変化を評価する。
- 影響を緩和し、最小限化するプロセスを行うための基礎的な情報を得る。
- 活動の強度による変化を評価する。
- 国際的な協定や国内の規制に従った活動の実施を確保する。

現在、モニタリング・プログラムは登録された活動を基本に行っている。すなわち、燃料消費、燃料漏洩、基地の存在（人日）、廃棄物発生量など。

モニタリング・プログラムの目標は、改良した基地においても同様に設置されるが、新しい運営上の枠組みおよび、1年間の活動による、より特有の、分析に基づいたモニタリング機会の優位性を考慮に入れ、実用的なモニタリング計画を更新し、開発する。

## 7 知見と不確実性のギャップ

活動計画に起因する影響の評価を通して、特定された知見と不確実性のギャップは以下の通りである：

- 環境(特に植物相と微生物について)に関して記載された情報が限定されている。しかし、長期にわたる基地の運営により、基地隊員は、地域についてかなり詳細な理解および知識を得ており、この評価の基礎的な情報を提供した。
- 2004/05 シーズンに計画している調査において、周辺地域における脊椎動物群の、より詳細な地図の作成を行う。これにより、周辺環境のより詳細な事項が地図となる。

## 8 結論及び今後の課題

ノルウェー極地研究所は、トロール基地の改良及び関連する活動による避けられない環境影響は、小さい又は一時的以下であると結論した。このため、ノルウェー極地研究所は、与えられた枠組みに従って活動が実施され、設置される様々な構成要素に対する個々の環境アセスメントが行われ、本書に記載された緩和措置が行われ、適切なモニタリングが規定されるという条件のもと、活動計画が記載されているように実行することを勧告した。

## 9 評価書作成者及び助言者

このアセスメントおよび書類作成はノルウェー極地研究所が行った。また、この文書の情報は以下の方々によって、取りまとめられた：

- Njåstad, Birgit (環境アドバイザー, ノルウェー極地研究所) -
- von Quillfeldt, Cecilie (環境アドバイザー, ノルウェー極地研究所)

以下の方から情報、評価および助言をいただいた：

- AF-Gruppen(契約者)
- Brodersen, Christopher (環境・マッピング部門長, Norwegian ノルウェー極地研究所)
- Guldahl, John (観測隊コーディネーター, ノルウェー極地研究所)
- Johansen, Bjørn Fosslie (環境管理部門長, ノルウェー極地研究所)
- Kiil, Bertran (兵站部門長, ノルウェー極地研究所)
- Orheim, Olav (研究所長, ノルウェー極地研究所)
- Statsbygg (ノルウェー公共建設・施設部門長)
- Winther, Jan-Gunnar (研究者、南極研究長)

以下のアドレスで詳細な情報を取得できる：

ノルウェー極地研究所

極地環境センター

トロムス 9296

Norway ノルウェー

Phone: (+47) 77 75 05 00

Fax: (+47) 77 75 05 01

E-mail: [postmottak@npolar.no](mailto:postmottak@npolar.no)

## 10 参考文献

- ATCM. 2004. ATCM XXVII Information Paper 109: The Dronning Maud Land Air Network (DROMLAN). Submitted by Norway and Russia.
- AWI. 2000. Comprehensive Environmental Impact Evaluation for Recovering a Deep Ice Core in Dronning Maud Land, Antarctica. Final version.
- Bintanja, R. 1999. "On the glaciological, meteorological, and climatological significance of Antarctic blue ice areas". *Reviews of Geophysics* 37 (3): 337-359.
- Bye, Frode. 1993. Miljørapport fra den norske antarktisekspedisjonen, NARE 92/93. (Environmental report from NARE 92/93).
- CAFF Circumpolar Seabird Working Group. 1998. Human disturbance at Arctic Seabird Colonies Cambell et al. (1998)
- Campbell, I. B., M.R. Balks, G.G.C. Claridge et al. 1993: "Simple visual technique for estimating the impact of fieldwork on the terrestrial environment in ice-free areas of Antarctica". *Polar Record*, 29 (171), pp. 321-328.
- CEP (Committee for Environmental Protection). 1999: Guidelines for Environmental Impact Assessment in Antarctica. Adopted as ATCM Resolution 1 (1999).
- Dallmann, Winfried K., Håkon Austrheim, Kurt Bucher-Nurminen and Yoshihide Ohta. 1990. Geology around the Norwegian Antarctic Station 'Troll', Jutulessen, Dronning Maud Land. Norwegian Polar Institute MeddelelserNo. 111.
- Dow. 2001. Product profiles for process designers and system operators: DOWCAL N, DOWCAL 20 and DOWCAL 10 Heat Transfer Fuels.
- EEA (European Environmental Agency). 2004. Atmospheric emission inventory guidebook. Technical report No 30.
- Gardner, H., K. Kerry, M. Riddle, S. Brouwer, L. Gleeson. 1997: "Poultry virus infection in Antarctic penguins". *Nature*, 387 (6630), p. 245.
- Giese M. and M. Riddle. 1999. "Disturbance of emperor penguin *Aptenodytes forsteri* chicks by helicopters". *Polar Biology* 22 (6): 366-371
- Gore, D.B., A.T. Revill and D Guille. 1999: "Petroleum hydrocarbons ten years after spillage at a helipad in Bunger Hills, East Antarctica". *Antarctic Science*, 11 (4), pp. 427-429.
- Greibrokk, T., C. Thorstensen, H.R. Johansen, T. Asp and S. Pedersen-Bjergaard. 1992. Analyses of samples from the Antarctic Expedition. A brief report to Norsk Polarinstiutt summarizing the results from the cooperation with professor Jaworowski. University of Oslo, Department of Chemistry.
- JordforskLab. 2002. Analyserapport – Prøvetype: fast materiale. Rapportnr: 2002-6-01441.
- Hanssen-Bauer, Inger. 1995: Meteorological data from the Aurora Programme. DNMI Report No. 1/95 (Aurora), No. 6/95 (Klima). No. 1/95 (Aurora), No. 6/95 (Klima).
- Knowles, K., M. Riddle and J. Clarke. 1999: Diseases in Antarctic Wildlife – A report on the workshop on diseases in Antarctic Wildlife (hosted by the Australian Antarctic Division August 1998).
- Komarkova, V. 1983: "Plant communities of the Antarctic Peninsula near Palmer Station". *Antarctic journal of the United States*, 18(5), pp.216-218
- Maniero, T.G. 1996. "The effects of air pollutants on wildlife and implications in Class I Areas". National Park Service. Available on [www.aqd.nps.gov/ard/wildl.htm](http://www.aqd.nps.gov/ard/wildl.htm) .
- MFA (Ministry of Foreign Affairs). 2001. Report of the Norwegian Antarctic inspection under Article VII of the Antarctic Treaty and Article 14 of the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty.

- MFA Finland (Ministry of Foreign Affairs in Finland). 2004. Report of the Antarctic Inspection Team of Finland.
- NIVA (Norwegian Institute for Water Research). 1991. Blågrønnalger og alger fra Dronning Maud Land. Gjelsvikfjella og Muhlig-Hofmannfjella (Blue-green algae and algae from Dronning Maud Land. Gjelsvikfjella and Muhlig-Hofmannfjella). Memorandum on analyses results.
- NIVA (Norwegian Institute for Water Research). 2000: Analysis Report (2000-428): Evaluation of drinking water at Troll, Antarctica.
- Njåstad, B. 2000: Multi-year Initial Environmental Evaluation for the operational aspects of Norwegian Antarctic Research Expedition 2000-2010. Norsk Polarinstitutt Intern rapport Nr. 4.
- NPI (Norwegian Polar Institute). 1990: Establishment of Troll, a new station facility for summer operations. Initial Environmental Evaluation" Norwegian Polar Institute Report No. 65.
- NPI (Norwegian Polar Institute). 1990b. Report of the Norwegian Antarctic Research Expedition 1989/90. O.Orheim (ed.). Meddelelser nr. 113.
- NPI (Norwegian Polar Institute). 1999: Initial Environmental Evaluation: Upgrading of the Norwegian Research Station Troll, Dronning Maud Land, Antarctica.
- NPI (Norwegian Polar Institute). 1999b: Miljøovervåkingsprogram for Norwegian Antarctic Research Expedition (Environmental Monitoring Program for NARE).
- NPI (Norwegian Polar Institute), 2002: Initial Environmental Evaluation. Construction and operation of Troll Runway. Norsk Polarinstitutt.
- NSF (National Science Foundation). 1998. Draft Environmental Impact Statement: Modernization of the Amundsen-Scott South Pole Station, Antarctica.
- Ohta, Y (ed). 1993. Nature environment map, Gjelsvikfjella and Western Muhlig-Hofmannfjella, Dronning Maud Land, Antarctica, 1:100 000.
- Poblet, A. et al. 1997: "Use of epilithic antarctic lichens (*Usnea aurantiacoatra* and *U. antarctica*) to determine deposition patterns of heavy metals in the Shetland Islands, Antarctica". *Science of the total environment*, 207(2-3), pp.187-194.
- SFT (Pollution Control Agency). 1992. "Virkninger av luftforurensning på helse og miljø". Report 92:16 (TA848/92)
- Smith, R. I. L. 1996: "Introduced plants in Antarctica: potential impacts and conservation issues". *Biological conservation*, 76 (2), pp.135-146.
- Suttie, E. D and E. W. Wolff. 1993: " The local deposition of heavy-metal emissions from point sources in Antarctica". *Atmospheric Environment Part A-general topics*. 27 (12), pp 1833-1841.
- Van den Broeke, M. R., Winther, J-G., Isaksson, E., Pinglot, F., Eiken, T. & Karlöf, L., 1999: Climate variables along a traverse line in Dronning Maud Land, East Antarctica. *Journal of Glaciology* 45(150), 295-302.
- Wang, Z. P. and F. I. Norman. 1993: "Foods of the South Polar Skua *Catharacta Maccormicki* in the Eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, East Antarctica". *Polar Biology*, 13 (4), pp. 255-262.
- Warren, S. G. and A. D. Clarke. 1990: "Soot in the atmosphere and snow surface of Antarctica". *Journal of Geophysical Research*, 95 (D2), pp. 1811-1816.
- Winther, J-G., M.N. Jespersen, G.E. Liston. 2001. "Blue-ice areas in Antarctica derived from NOAA AVHRR satellite data". *Journal of Glaciology* 47 (157): 325-334.
- Wolff, E. 1992. "The influence of global and local atmospheric-pollution on the chemistry of Antarctic snow and ice". *Marine Pollution Bulletin* 25 (9-12). 274-280.

## 付録 1：燃料の保管、移し替えおよび輸送の手順

南極における燃料漏洩は長期にわたって環境影響を引き起こす場合がある。南極の物理環境では燃料製品の分解が遅く、また、さまざまな条件によりクリーンアップの取り組みが困難になる。

最良の対策は初期段階の漏洩を防ぐことである。これは、南極で燃料を取り扱う全員が、漏洩が生じないようにする責任があることを意味する。したがって、すべての遠征メンバーが以下で示すガイドラインの概要を注意し、適切に行動しなければならない。

### 燃料保管

- ✓ 植生、淡水域、鳥類繁殖地などといった環境上、脆弱な地域の周辺に燃料を保管してはならない。
- ✓ 環境中に漏洩が生じない方法でコンテナやドラム缶などに全て保管すること。微量な漏洩の蓄積が、不必要な汚染を起しやす。
- ✓ 燃料は、南極の気象条件に適し、燃料保管用に特別に設計したコンテナでのみ保管すること。
- ✓ コンテナは漏洩することがなく、ふた又はキャップで適切に封をすること。
- ✓ 燃料の移し替えの時を除き、ふたやバルブなどはしっかりと閉めること。

### 燃料輸送

- ✓ 輸送の間、ドラム缶全てを垂直に輸送し、いかなる状況でも移動あるいは揺れないように適切に車両に固定すること。すべてのドラム缶は調節可能なストラップで縛り、荷物の移動を防ぐこと。
- ✓ 輸送の間、20 リットル以下のコンテナは漏洩防止ボックス内に保管すること。これにより、車両からコンテナが飛び出ることが防げ、小規模な漏洩が生じた場合に吸収することができる。
- ✓ 輸送車両に適切な漏洩取り扱い器具を備え、維持すること。漏出と漏洩が生じた場合、直ちに漏洩を止め、食い止めること。漏れやすいあるいは破損したコンテナから破損していないあるいは安全なドラム缶に燃料を移し替えること。

### 燃料の取り扱いおよび移し替え

- ✓ 給油は可能な限り風による影響を避けて実施すること。
- ✓ 燃料を移し替える間、吸収材の利用を常に可能とすること。燃料の漏出及び漏洩は、吸収材を用いて取り除き、許可された方法で処分すること。
- ✓ 燃料を移し替える間、実行可能な限り、吸収マットを使用し、地面への偶発的な漏洩を防ぐこと。
- ✓ すべての漏洩及び漏出は、油分漏洩危機管理計画(OSCP)に記載された方法に従い、許可された方法ですぐに封じ込め、洗浄し、処分すること。
- ✓ OSCP に記載された方法に従い、すべての漏洩を必ず報告すること。200 リットル以上の漏洩は直ちに観測隊長に報告すること。

- ✓ 給油の間、点火の源すべてを消去または排除すること。

#### **維持及び点検**

- ✓ 燃料保管地区に行く全ての人員は、燃料コンテナが表面上（視覚的に）漏出、漏洩しているかどうかを確認すること。
- ✓ すべての燃料保管ドラム缶を、週単位で（悪天気後は速やかに）徹底的に点検すること。保管ドラム缶及び保管地域について、漏出、流出、変形しているドラムなどがないかをチェックすること。全ての漏洩は可能な限り速やかに修理すること。

## 付録 2: 燃料漏洩対応ガイドライン

### 初期評価

漏洩発見者は状況の初期評価を実施すること。発見者は、以下の事項をチェックすること：

- 1) こぼれた燃料量の推定
- 2) 燃料のタイプ
- 3) 漏洩の位置
- 4) 発生源および原因の推定
- 5) 人間の健康への影響または火災の危険性

### 初期の通知

漏洩が 200 リットル以上と判断した場合、漏洩発見者は、観測隊長に通知し、初期評価で得た情報を伝えること。

### 対策チーム

漏洩が 200 リットル以上と判断した場合、発見者は、単独あるいはそこにいる人員と共に対策を開始する。必要に応じて、人員の追加を要求する。

漏洩が 200 リットル以上と判断した場合、観測隊長は最適な対策の計画を決め、漏洩に対応する適切な人員の確保を行うこと。選任された人員の安全を確保すること：

- 1) 健康と安全
- 2) 基地施設
- 3) 影響の恐れのある資材

### 一般的なクリーンアップ手順

それぞれの油分漏洩により異なるが、一般的な方法の概要は以下通り：

- ✓ 油分漏洩機器を分かりやすく、アクセスしやすい位置に置くこと。
- ✓ 漏洩が生じた場合、それ以上の漏洩を止め、最小限にすること。全ての人員の安全を確保すること。火災や爆発の危険性をチェックすること。安全器具の装着を確保すること。
- ✓ すべての漏洩に対し、可能な場合は燃料を閉じこめる吸収材を配置すること。吸収材を使用するか又は、小さいダムを作ることによって燃料を窪地に固定することも可能である。
- ✓ 可能であれば、ポンプを使用して、地面から 200 リットルドラム缶に燃料を直接移すこと。漏洩地点の近くに、利用可能で良質な空のドラム缶を確保すること。
- ✓ ポンプや手動で除去できない残った燃料や油分に吸収パッドを押し当てること。油分を吸収した吸収材を拾い、ポリ袋及び/または空の 200 リットルドラム缶に入れること。
- ✓ 汚染した雪の表面を取り除き、200 リットルドラム缶に保管すること。雪を溶かして漂う燃料を移す

ことも可能である。

- ✓ 雪か水と燃料との混合物を含む廃棄物のドラム缶は凍る可能性がある。ドラム缶が裂けるのを防ぐために、良い条件でのみこれらを使用すること。目一杯まで入れないこと。
- ✓ 回収した燃料/水、油分を含んだ吸収材および汚染物質を含む衣類は、南極外で処理するよう南極外に搬出すること。ノルウェー廃棄物管理ハンドブックにある手順に従って処理すること。

### 付録 3: ガイドラインの概要—ヘリコプター及び航空機の運航

#### 野生生物

- ✓ ヘリコプター及び小型航空機は、鳥類やアザラシ類が集まっている（20 個体以上）場所に着陸しないこと。また、地上 2000 メートルおよび水平距離 2000 メートル以内を飛行しないこと。
- ✓ 上記で規定した 2000 メートルよりコロニー/集団繁殖地に近づいてヘリコプターや航空機を使用しなければならない場合、孵化および離乳期には使用しないことが望ましい。
- ✓ すべてのヘリコプターと航空機は、クジラ類の上空あるいは周辺から 300 メートルは離れるよう維持すること。
- ✓ 気象条件により最低限離れる距離を維持できない場合、可能な場合は飛行を延期すること。
- ✓ 陸地に近づく場合、可能な限り低い飛行経路を選択すること。海鳥類は低く飛ぶより、海鳥類の上空を飛行する方が警戒する。
- ✓ 騒音、ほこり及び排気ガスによる攪乱を最小限にするため、ヘリコプター及び小型航空機は、野生生物が集まっている場所の風下側に常に着陸すること。
- ✓ よく知らない地域では、野生生物が集まる場所の上空を通過しないように常に注意すること。

#### 湖沼

ヘリコプター及び小型航空機は、湖沼が凍っている時期においても、既知の湖沼について、湖沼面へのほこりや排気ガスの沈着を避けるため、500 メートル未満の高度での飛行および風上での運航を避けること。

#### 植生が見られる地域

- ✓ 植生に対する物理的ダメージや、ほこり及び排気ガスの定着を避けるため、ヘリコプター及び航空機は、植生が見られる地域または、その地域の風上側に着陸しないこと。

#### 基地地域

- ✓ ノルウェー基地において、ヘリコプターと航空機の使用に関する特定の場所のために作られたガイドラインを参照すること。

#### 保護地区及び管理地区

- ✓ ほとんどの南極特別保護地区及び管理地区は、ヘリコプター及び航空機に関する厳しい規制がある。指定された保護地区または管理地区に接近、上空通過または着陸する前に、地区の管理計画を参照すること。

#### 給油および維持

- ✓ 定期的な給油及び航空機保守作業は可能な限り、指定された場所で行うこと。ノルウェー基地で

は、これらの指定場所に、大小の漏洩した油分が地面に達するのを避ける吸収マットやその他施設を設置している。

- ✓ 管理計画において給油が認められている場合を除き、保護地区内で給油を行わないこと。
- ✓ 承認された研究において、野生生物が集まる場所、湖沼、または植生地域の近くにヘリコプターや航空機の着陸が認められた場合を除き、これらの場所で給油を行わないこと。
- ✓ 野外地域では、給油及び保守作業の終了時点で、燃料ドラム及びその他関係装置を撤去すること。
- ✓ 全てのヘリコプターと航空機は、給油／保守作業による漏洩を洗浄するために以下の機器を備えること：

◇吸収マット

◇汚れた装置を処分するポリ袋

## 付録 4：廃棄物管理ガイドライン

### 廃棄物の最小限化

- ✓ プラスチック、ガラス類または他のかさばる包装材料の購入を最小にすること。
- ✓ 使い捨て製品の代わりに耐久財を購入すること。
- ✓ 南極への出発前に、不要な包装材料(特にプラスチック)を除去すること。
- ✓ シュレッターした紙類、ポリスチレンチップ、ビーズ、およびその他同様の包装材料ではなく、気泡シート、段ボールまたは紙を利用すること。
- ✓ その他の目的に容易に再使用できる製品を購入すること。
- ✓ 再使用できる包装材料を使用すること。
- ✓ 再利用が実用的であるときは常に、製品/材料を再使用すること。

### 廃棄物の撤去

- ✓ 特別な許可がある場合を除き、南極地域内で廃棄物を処理してはいけない。
- ✓ 室外における廃棄物の焼却は禁止されている。

### 環境上、有害な製品

- ✓ ポリ塩化ビフェニル(PCB)、非殺菌土壌、ポリスチレン製のチップ/ビーズおよび類似の包装材料、殺虫剤(研究または医学/衛生的な理由により必要な場合を除く)を南極に持ち込むことはできない。
- ✓ ポリ塩化ビニル(PVC)製品の使用は特に避けること。
- ✓ 動物及び植物の非在来(非土着の)の種(種子を含む)および非原生の微生物(ウイルス、バクテリア、寄生体、菌類およびイースト菌を含む)の持ち込みには、特別な許可証が必要である。
- ✓ 有害な環境影響を及ぼす恐れのある製品及び物資は、放出及び散乱が生じないように、特別に注意して取り扱うこと。

### 廃棄物の分類

- ✓ 廃棄物は以下のカテゴリに分類すること：

<b>BLUE</b>	金属類廃棄物
<b>GREEN</b>	ガラス類廃棄物
<b>ORANGE</b>	混合固形廃棄物
<b>BLACK</b>	汚水及び食物残渣
<b>BROWN</b>	台所からの排水/廃水

### 汚水

- ◆ プロジェクトで許可されている場合を除き、あらゆる条件における汚水の排水を禁止する。

- ◆ あらゆる場合を除き、植生地域または淡水の流出がある地域に汚水または家庭排水を処理してはいけない。

#### **有害廃棄物**

- ◆ カテゴリが異なった有害廃棄物は同じドラム缶または箱の中に決して一緒にしないこと。
- ◆ 油に汚染された土壌/水/布類は別々の容器(油に汚染された土壌/水/布類とラベルすること)の中に保管すること。

#### **固形物の焼却**

- ◆ 焼却は許可されない。

#### **放射性廃棄物**

- ◆ 液体及び固形の放射性廃棄物は両方とも、容器に正確な情報を表示した容器に必ず保管すること。

## 付録 5：環境ガイドライン：植物相、動物相及び自然環境

人間活動は南極の脆弱な自然環境に大きい影響を与える。自然を尊重し、あなたの存在によって不必要な環境影響を与えないよう最大限努力をすること。

### 植物

南極の植物は少なくかつ生長が遅い。そのため、蘚苔類及び地衣類が生息する場所を避けること。

既存の経路や通路がある場合は、そこを利用すること。

特別な許可証なしで植物を採取することは禁止されている。

南極に植物を持ち込むことは禁止されている。

### 動物

動物から距離をとり、動物がいる場所では静かにゆっくりと行動すること。繁殖期には特に注意すること。

当該地区で承認された研究を行う場合を除き、鳥類やアザラシ類の集団繁殖地を通り抜けることは禁止する。車両を使用して全ての動物の 200 メートル以内に近づくのを避けること。

鳥類やアザラシ類に餌をあげたり、手を触れたりしないこと。また、彼らが警戒態勢をとるような方法で接近し、写真撮影をしないこと。

特別な許可証なしで動物を採取することは禁止されている。

南極に動物を持ち込むことは禁止されている。

### 自然環境

岩石や石にペンキを塗らないこと。また、いかなる他の方法でも、これらの外観を損なわないこと。

地質学の標本となる岩石、骨、化石を含むものを、記念品として収集、採取しないこと。

活動した地区を去るときは、自然な状態に残すこと。出発前に地区全体を見て回り、廃棄物およびその他影響があるものを撤去すること。

### 保護地区及び歴史的人工物

- ✓ 常に自分がいる場所が南極特別保護地区、南極特別管理地区、特別科学関心地区または南極史跡記念物に登録された地域があるかどうかを確認すること。
- ✓ 南極特別保護地区及び特別科学関心地区内に立ち入るまたは関係する活動を行う場合は特別な許可証が必要である。野外では許可証を常に携帯すること。
- ✓ ほとんどの保護地域は管理計画がある。管理計画に明確に記載されている通り、既存の要求事項及び規則に従い、それらを理解し守る責任がある。
- ✓ 文化的な遺跡を破損、破壊、除去しないこと。

付録6: 影響要因

注：評価に際し、既存の基地の存在により特定されていない影響要因は検討していない（X）。以下の表では、増加される強度が工事中のみ考えられる場合を除き、強度の増加が予想される影響要因は灰色網掛けで表示した。

活動	影響要因							
	排気ガス	地面への排気	廃棄物	騒音	機械操作	排熱	障害	微生物/病気
車両及び機械の稼働（飛行機の運航を含む）	C: X O: X 排気ガス 全ての代替案	C: X O: X 排気ガス 燃料漏洩 全ての代替案	なし	C: X O: X エンジンからの騒音	C: X O: X 地面の摩耗 トラック 全ての代替案	C: X O: X 全ての代替案	なし	なし
施設及び基地活動	C: X O: X 排気ガス 全ての代替案	C: X O: X 排気ガス 燃料漏洩 排水 全ての代替案	C: X O: X 基地活動による廃棄物 燃料ドラム 全ての代替案	C: X O: X 基地活動による騒音（発電機など） 全ての代替案	C: X O: X 施設の周辺による雪の堆積 全ての代替案	C: X O: X 発電機からの排熱 基地施設からの排熱 全ての代替案	C: X O: X 建物 保管地域 装置 全ての代替案	C: X O: X 食料供給品 生ゴミ 全ての代替案
人間活動	なし	なし	C: X O: X ゴミ 全ての代替案	C: X O: X 人間活動による騒音 全ての代替案	C: X O: X 地面の摩耗 トラック 全ての代替案	なし	なし	C: X O: X 人間の運搬（衣服/装置を含む） 全ての代替案

C: 工事中 O: 供用時

付録 7 : 環境配慮

環境要素の価値を検討する場合、以下の用語を使用すること：

**N/A:** 値が存在しない場合。

**低い:** 環境要素の消失の大部分がごく一部分に関係し、トロール基地の近傍に限られる場合。

**中程度:** 環境要素の消失が地域的に関係し、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域内である、または、科学活動や基地活動に影響が生じた場合。

**高い:** 環境要素の消失が南極全体の環境に重大な影響を及ぼす場合

環境要素	内容	価値
植物相	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一部に植物が見られる</li> <li>ジョツツルセッセン山地にはまばらに生育している(地衣類及び藻類)</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該地域には固有の植物/植物群の存在の記録はない。</li> <li>当該地域外は、相対的に攪乱されていない。</li> </ul> <p>基礎情報：</p> <p>NPI (1990) Ohta (1993) NIVA (1991) NILU</p>	低い
動物相	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生息数は限られているが、微小動物が生息している。</li> <li>トロール基地の周辺には小さい2つのユキドリの繁殖地がある－北側の Nonshøgda および基地のすぐ南側－。基地周辺やジョツツルセッセンには普段は、多くないがトウゾクカモメが見られる。</li> <li>より離れた、接近困難なジョツツルセッセンの一部には、個体数が多いコロニーがある。</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該地域には固有の動物は記録されていない。</li> <li>当該地域外は、相対的に攪乱されていない。</li> </ul> <p>基礎情報：</p> <p>NPI (1990) Bye (1993) Ohta (1993)</p>	低い
淡水	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>基地にある青氷である淡水域</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飲料水として基地運営に価値があるが、環境上の固有の価値は考えられない。</li> </ul> <p>基礎情報：</p> <p>NPI</p>	中程度 (消失/損害は基地運営に影響する可能性がある。)

環境要素	内容	価値
海水	海水は存在しない。	なし
土壌	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基地地域をおおう地表</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基地地域がある地表はトロール基地の15年間の運営の影響を受けている。</li> <li>・固有の存在ではない。</li> </ul> <p>基礎情報</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Ohta (1993)</li> </ul>	低い
大気	<p>要素：</p> <p>大気質</p> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大気質はトロールの小規模な運営によりのみ影響されているだけであり比較的原始的である。</li> <li>・現在、継続的な大気質の研究は行われていない。しかし、越冬基地においては重要となる。</li> </ul> <p>基礎情報</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Njåstad (2000)</li> </ul>	中程度(汚染により計画された研究が影響を受ける可能性がある。)
雪氷	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基地に隣接する青氷。</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・以前の活動による影響は受けていない。</li> <li>・地域内では固有の氷の状況は記録されていない。</li> <li>・南極の1%が青氷であり、希少な地表面である。</li> <li>・地域内では一般的な地表面である。</li> </ul> <p>基礎情報</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Bintanja, R (1999)</li> <li>・Winther et al. (2001)</li> </ul>	低い
地質	<p>要素：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・トロール基地はジョツツルセッセン地域のヌナタク(第4.1章参照)に位置している。</li> </ul> <p>考えられる価値：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ジョツツルセッセン・ヌナタクに関係した固有の地質要素は記録されていない。</li> <li>・地質要素の良い露頭が見られるため、地質上の研究には興味深い場所である。</li> </ul> <p>基礎情報</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Dallman et al. (1990)</li> <li>・Ohta (1993)</li> </ul>	低い

環境要素	内容	価値
原生地域	原生地域は物理的な人間の存在がないという考えである。これは基地施設および関連活動がある地域であるため、基地地域には原生地域がないと考えられる。	なし
景観及び原生的価値 <sup>16</sup>	要素： ・既存の基地施設に妨げられているが、隔離された、視覚的良好な地域  考えられる価値： ・ジョツルセッセン山地は高くなく、急でもなく、またユニークでもない。また、ドローニングモードランドにある他のヌナタクは、より壮観であり、より高い景観上、原生的な価値があると考えられる。	低い
歴史	地域内には南極史跡記念物や歴史上の遺産はない。	なし

<sup>16</sup>景観的価値は、例えば「環境上の変遷または特に自然および文化的な背景から生じた応答であり、この応答は、視覚あるいは視覚以外の要素であろうとも、人間の思考力、感情、および態度に強い影響力をもたらす、感情的な反応、場所、音、におい、およびその他全ての要素を含むものである」と定義できる。(Australian Heritage Commission & Department of Conservation and Natural Resources 1994, p. 5)

付録 8：環境影響の特定

環境影響(X)の程度が考えられる場合、以下の用語を用いた：

なし 環境影響は全くない。

低い 環境影響は不規則。

中程度 環境影響は、規則的であるが、継続しない。

高い 環境影響は永久的。

注：評価に際し、既存の基地の存在により特定されていない環境影響（X）は検討していない。以下の表では、増加される強度が工事中のみしか考えられる場合を除き、強度の増加が予想される影響要因は灰色網掛けで表示した。

	環境要素/価値						
アウトプット	植物	動物	無氷地	大気	雪氷	淡水	景観及び原生的価値
排出ガス	<p>X(低い) 汚染物質の一部が隣接した地域にある植生に達する可能性がある。しかし、距離、卓越風、および発生が限定的であるため、限られる。</p> <p>すべての代替案</p>	<p>X(中程度) 汚染物質の一部が隣接した地域にある集団繁殖地に達する可能性がある。しかし、距離、卓越風、および発生が限定的であるため、限られる。しかし、距離と卓越風の指示のため制限されています。鳥類が移動するため一部の季節に限定される。</p> <p>すべての代替案</p>	<p>X(中程度) 周辺地域への汚染物質が降下すると予想される。運営が行われる限り、継続する。 より離れた無氷地は、距離及び卓越風のため、影響はより小さい。 活動期間及び活動強度が増加する。</p> <p>すべての代替案</p>	<p>X(中程度) 基地周辺の大気は排気ガスによる影響を受けると予想される。越冬により増加。</p> <p>すべての代替案</p>	<p>X(中程度) 燃焼生成物の一部は基地周辺の氷上に堆積する。越冬により増加。</p> <p>すべての代替案</p>	なし	なし

アウトプット	環境要素/価値						
	植物	動物	無氷地	大気	雪氷	淡水	景観及び原生的価値
地表への排出	X(低い) 小さいパッチ状の植物の一部が汚染される可能性がある。  すべての代替案	X(中程度) 微小動物の一部は影響を受ける可能性があるが、排水地域および燃料を取り扱う地域に限られる。  すべての代替案	X(中程度) 地表の一部は影響を受ける可能性があるが、排水地域および燃料を取り扱う地域に限られる。越冬及び排水量の増大による増加。  すべての代替案	なし	X(低い) 青氷がある地域における活動による燃料の漏洩が生じる可能性がある。  すべての代替案	X(低い) 基地地域における燃料漏洩は淡水域に移動する可能性がある。  すべての代替案	X(低い) 燃料漏洩跡は、景観上の影響が生じるが、基地全体と比較し、その影響は限定される。  すべての代替案
廃棄物	X(低い) 排水が排水域に生育する微小植物に影響を与える可能性がある。越冬及び排水量の増大による増加。  すべての代替案	X(低い) 排水が排水域に生息する微小動物に影響を与える可能性がある。越冬及び排水量の増大による増加。  すべての代替案	X(中程度) 基地活動によるゴミの散乱が生じる可能性がある。  すべての代替案	なし	X(低い) 基地活動によるゴミの散乱が生じる可能性がある。  すべての代替案	なし	X(低い) ゴミは視覚的に景観に影響を与える。  すべての代替案

アウトプット	環境要素/価値						
	植物	動物	無氷地	大気	雪氷	淡水	景観及び原生的価値
騒音	なし	X(中程度) 近くのコロニーにいる鳥類は、騒音による影響を受ける。しかし、距離や卓越風向により限定される。また、移動のため影響は一部の季節に限られる。 すべての代替案	なし	なし	なし	なし	X(低い) 騒音は聴覚的に景観に影響する。  すべての代替案
機械の稼働	X(高い) 新しい基地及び建設に伴う輸送により、基地地域内にあるパッチ状の植生を攪乱する可能性がある。歩行は、植生がある地域を攪乱させる可能性がある。  すべての代替案	X(高い) 新しい基地及び建設に伴う輸送により、基地地域内にある微小動物を攪乱する可能性がある。歩行は、微小動物が生息する地域を攪乱させる可能性がある。  すべての代替案	X(高い) 工事及び基地運営により車両の使用が生じる。そのため、地表の摩耗が生じる。活動や存在の増加に伴い、以前よりも大きい範囲で歩行による地表の摩耗が生じる可能性がある。  すべての代替案	なし	X(低い) 基地運営による機械の稼働により、青氷の一部が影響を受ける可能性がある。  すべての代替案	なし	X(高い) 機械の稼働は、視覚的に景観に影響を与える可能性がある。  すべての代替案

環境要素/価値							
アウトプット	植物	動物	無氷地	大気	雪氷	淡水	景観及び原生的価値
微小生物及び病原菌	X(低い) 人間活動により微小生物の移入が生じる可能性がある。 外来種および病原菌による影響が生じる可能性がある。  すべての代替案	X(低い) 人間活動により微小生物の移入が生じる可能性がある。 外来種および病原菌による影響が生じる可能性がある。  すべての代替案	X(低い) 人間活動により外来動植物の定着が生じる可能性がある。  すべての代替案	なし	なし	なし	なし

#### オーストラリアからのコメント(03.05.04)

オーストラリアはノルウェー夏期基地「トロール」を越冬基地へ改良する提案に関する CEE 案について、興味ある利害関係者として意見を提出する。私は、ATCM XXVII/CEP VII において CEE 案を公式に検討する前に、最初の意見を伝えるものである。

1. 受領したコメントでは、基地改良の考えは、主に環境に関心があるようには見えず、むしろ、単純に基地の基本的な事項を改良するよう見える。夏期基地を越冬基地に改良する理由が明確でない。

2. CEE 案では、越冬基地の設置が研究プログラムの増強となることを示しているが、引用した研究事例の多くは、このような基地の存在に依存しているとは思えない。

- スヴァルトハマレンで行われた過去の鳥類の研究ではトウゾクカモメ、アシナガウミツバメおよびユキドリを対象としていた：これらは夏期に繁殖し、10月中旬から3月までのみに生息し、冬季にはいない。
- 冬期に地球科学分野のプログラムを実施することに、季節的な利点があるとは思えない。
- 冬期間の自動気象モニタリング案について、CEE 案でしっかりと検討されていない。

3. 基地の宿泊設備について、少ない越冬人数(6-8人)を収容するために、なぜ基地の収容人数を倍(9~20人)にしなければならないのか適切な説明が CEE 案にない。

余分な宿泊設備の必要性は次のシーズンのための越冬隊がオーバーラップする可能性があるためと説明されているが、より大きい基地を建設するのではなく、既存の非常時の宿泊設備の利用により、オーバーラップに対応できるのではないか？ 野外活動の人員が基地にいる場合（南極到着後あるいは南極出発前）に増加する人員に対する宿泊設備の必要性に対して、ほとんど記載がない。収容能力の増加の理由が、研究プログラムの拡大により、より多くの夏期隊員を収容するためであるかどうか、CEE 案でははっきりしない。

4. 基地の規模/容量の増加による燃料消費量の変化は、越冬活動による増加か、基地拡大によるものかについて、予測していない。さらに、大気モニタリング施設の設置により基地の燃料消費量が倍増するという予測の説明がない。

5. CEE 案には当該地域の植物相や微生物、鳥類生息数（年間）、気候/気象学などに関する基礎的な環境情報が含まれていない。これらのデータは、計画により生じる可能性がある影響を特定するのに役に立つものである。CEE 案では、「運営者は、地域に関して相対的に基礎的な理解および知識があるが、この予測評価はこれに基づいている。」と記載されているが、本文書において、この知識の提供がなく、分析されていない。

6. 特にトロールの荷とき場(揚地)や関連する基地への 280km の陸路の利用、計画されているトロール滑走路の利用の拡大が考えられるが、活動計画による間接的、二次的な影響についての検討がほとんど見られない。これらの施設利用の増加の推定および環境影響の予測結果を検討に含むことができるはずである。

## ドイツからのコメント(05.05.04)

ノルウェー極地研究所が提出した、ドロンニング・モード・ランドのノルウェー夏期基地「トロール」の改良案に関する包括的環境影響評価(CEE)への意見

### 現在の状況

ノルウェーは、南極のドロンニング・モード・ランドにある夏期基地トロールを越冬基地に改良することを決めた。このため、環境保護議定書(PEP)第8条、附属書I第3条3項で定められた国際協力プロセスのためのCEE案が準備された。連邦政府の環境庁は、環境保護議定書を担保するドイツの規則の第16条1項及び2項に従い、公衆が評価書にアクセスできるようにした。ドイツの意見として以下のものを環境保護議定書の締約国に送付する。

### 評価

提出されたCEEはノルウェー夏期基地「トロール」を越冬基地に改良する案に関するものである。基本的に、活動計画の実施によるCEEの評価は承認される。主要な活動は来シーズンから開始されるが、プロジェクトの一部の小規模な活動はすでに始まっている(新しいコンテナデッキはすでに建設中であり、将来、保管用のコンテナをこのデッキの上に置く予定である(18頁4段目))。この基地の建設及び運営により生じる影響は、個々の視点から評価されるべきである(後日)。活動(モニタリングを含む)について、さまざまな状況を示す必要がある。基地のすぐ周辺(6km)では、同時に運営予定である滑走路の準備が進行中である。

当該地区において活動計画による全体的な検討に基づいた包括的な評価がないため、この方法では、私たちの観点では確立された環境アセスメント(方法と手順)ー環境保護議定書附属書I第3条3項の規定や、例えば、米国で通常行われているものーの基本的に基づいていないように思われる。

全体活動は、全体活動を形成する個々の活動に分割できる。空路の連結の改良の可能性により、将来、最も悪影響を及ぼすと考えられるが、以下の活動によって生じる累積的な影響が検討されていない。

- 基地の改良
- 滑走路

提出された研究は、概念的な研究のみであり、現段階では詳細な検討をおこなっておらず、決定はプロジェクトの一部のみしか行われていないことは理解できる。しかし、この種の研究では、より一層の詳細の検討が可能であり、有益である：基地使用の隊員数の推定(夏期、冬期)および追加/改良する基地の範囲は既に分かる(さらに詳細を検討することは可能)。また、CEE案作成中になぜ活動が開始されるかという疑問も生じる(環境保護議定書附属書I第3条5項参照)。

総合評価の一部として、以下の点を特に注意することが有効であると考えられる：トロール夏期基地は南極大陸にあり、海岸から約230km(144マイル)内陸に位置している。基地の場所はドロンニング・モード・ランドのGjelsvikfjell ヌナタクの斜面上にあるMuhlig-ホフマン山脈の縁、ジョツツルセッセン(Jutulsessen)地域にある。基地の下は風化の残骸及び生成物で構成される氷がない永久凍土層にある。このタイプの無氷地域は南極大陸全体の2%未満を閉めている。このため、私たちの観点では、このタイプの生息地は特別な保護に値する。また、このオアシスにある現在まで未利用で残っている無氷地域は、生息地及び科学的目的のために最大限保護されるべきである。

この点から、この特別な地域で改変面積が4倍になる基地の拡大は逆効果となる可能性がある。また、プロジェクトにより建設される建物数や、予想される訪問者の増加による影響（滑走路のキャンプ場から訪問する、他の国際的な研究プログラムの科学者や日帰り旅行者の追加）は、さらなる悪影響を生じさせる可能性がある。

オアシス内で見られる生物に関する詳細な情報(CEEのp.36参照)はさらに補足できると思われる。自然保護の観点からこの地域の環境価値を決定するのに必要な現在の微生物、植物、動物の目録が必要であると思われる。このような調査結果がない限りは、この地域の価値が悪化するのか、または保護にふさわしい生物相がまだ存在しているかどうかを判断することは難しい。

また、商業観光目的の大陸間飛行に滑走路が使用される可能性がないようにする必要があると提案する。

#### 4b) 環境保護議定書附属書 I 第 3 条 4 項に従い CEP に送付された CEE 案の検討

環境保護委員会は 4 つの CEE 案について検討し、ATCM に提言した。

##### i) トロールにおける夏期基地の改良

- (20) ノルウェーはドロンニング・モード・ランドにおけるノルウェー夏期基地「トロール」の越冬基地への改良案に関する CEE 案を ATCM XXVII/WP025 に提出した。ノルウェーは 2004 年 1 月に南極条約協議国に CEE 案を回覧した。
- (21) ノルウェーはプロジェクトについて、ノルウェーの南極活動の長い歴史や、氷河学、地質学および鳥生態学といった現在行われている陸上研究に焦点をあてた。
- (22) ノルウェーは、トロール基地を改良する一番の理由として、現在検討中の科学戦略プラン 2005-2009 に基づいた年間科学プロジェクトのサポートを可能にすることであると表明した。
- (23) CEE 案では、トロールでの運営の拡張は、ある程度環境影響が生じるが影響は小さいまたは一時的であると結論づけている。
- (24) 閲覧期間や会議で受けたコメントおよびそれに対するノルウェーの対応は以下の通り：

##### -トロール滑走路と基地との関係。

- ノルウェーは、トロール滑走路は基地改良プロジェクトの一部ではなく、11 の共同パートナーからなる国際的なプロジェクトであり、既に 2 年前に IEE を作成し、提出していると指摘した。
- トロール滑走路での燃料保管計画は終了していないが、現在の計画ではトロールでの航空機の給油を目的としていない。このため、大量の航空機燃料保管の必要性はなくなると思われる。
- 改良された基地は小さく、飛行による影響はほとんどないと思われる。飛行する乗客の大部分は、トロール滑走路を共有する 11 ヶ国の活動に全て関連した夏期隊員となると予想される。

##### -計画の背景となる科学的な論理的根拠：

- これは、新しい 2005-2009 科学プランの中で示す予定である。

##### -エネルギー消費：

- エネルギー消費に関する情報をすべて利用していないが、これは最終 CEE で対応する予定である。

##### -植物及び生物相に関する限られた基礎データ：

- 微生物に関する詳細な情報を可能な限り最終 CEE に含む予定である。微生物への環境影響は非常に限定的であると思われる。

##### -CEE 手続きが終了する前に越冬基地の建設を開始するというノルウェーの決定：

- ノルウェーは、基地の建設をはじめる前に、2004/05 シーズンに開始すると説明した。ノルウェーは越冬基地の設置を決定し、「どのように、どこ」を開発するかを CEE で提供した。

##### -特に冬季は燃料の取り扱いによる漏洩の危険性が非常に高いが、燃料の取り扱いに対する疑問について：

- ノルウェーは、それが改良された燃料保管及び取り扱い方法の改良について現在検討していると回答した。

-廃棄物の散乱、特に無氷地域への排水について

- また、CEP IVにおける議論では、ノルウェーは内陸にある基地での液状廃棄物の処理を試みると表明した。今までのところ、トロールでは、液状廃棄物の処理による氷の堆積は形成されていない。液状廃棄物の全ては、排出前に浄化施設を通る。
- (25) ノルウェーが行っているNy-Alesundの北極プログラムの大気モニタリングは素晴らしい能力があり、トロールで同様な調査が行われることは、非常に大きい科学的価値となると予想されることをイギリスは指摘し、CEE案についてノルウェーを賞賛した。イギリスは、排水管理の課題については、最良の方法を提案しているCOMNAPを参照することを提案した。
  - (26) COMNAPは、以前のケースでは、関連する課題を調査する必要があるため、排水の適切な処理はある特定の条件に依存しているため、最も良いという方法が一つではないという結論となったと指摘した。COMNAPは、環境アセスメントプロセスの中で、プロジェクトの特質を考慮して課題を説明することが最も良いと提案した。
  - (27) 環境保全委員会は、内陸の基地からの液状廃棄物の課題は、将来附属書IIIを更新する中で、もっと議論することが有効であると指摘した。
  - (28) アルゼンチンは、本文書がCEP IIで同意したEIAガイドラインに沿ったものであると指摘し、ノルウェーのこのCEE案を賞賛した。さらに、アルゼンチンは、ガイドラインに遵守したノルウェーの文書は、評価の内容の理解をより簡易にし、様々なCEEの比較を助けるものであると指摘した。
  - (29) ノルウェーは、委員会の意見及び提案を感謝し、最終CEEにおいて意見等を説明すると約束した。
  - (30) 議長は、協議国は環境アセスメントを作成する際にCEPガイドラインを考慮することが望ましく、ノルウェーのCEE案は方法や構成が他のCEEのモデルとなる素晴らしい事例であると称賛した。
  - (31) 付録1にはトロール基地CEE案に関するATCMに対するCEPの助言を含む。

## 付録 1

### ATCM XXVII/WP25 (ノルウェー) に含まれたCEE案に関するATCM XXVIIに対するCEPの提言 環境保護委員会

「ドロンニング・モード・ランドのルウェー夏期基地「トロール」の越冬基地への改良案」に係る包括的環境影響評価書案について

2004年1月25日にノルウェーが回覧したCEE案を十分検討した結果、CEP VII最終報告書の21～25項に報告してある通り、協議国が提出したノルウェーへの意見及びこれらの意見に対するノルウェーの回答を考慮すること。

以下の助言をATCMに提出する：

一般に、このCEE案はよく構成され、包括的であり、プロジェクト計画の影響について適切な評価が行われている。

CEE 案は CEP の環境影響評価ガイドラインが示した手順に従い、プロジェクト計画の影響を適切に評価している。

基地が位置している地域などの無氷地域は比較的希少であるため、特別に注意する必要があるが、建物の面積は大幅に増加するが、改良は既存基地の地域内に収まる予定である。

可能な限り、以下の事項について更なる情報や見解を最終 CEE で示すこと：

1. 生物活性物質の環境への放出の可能性が低いことを示すために、排水処理方法をより詳細に記載することが有効であると思われる。；
2. 地区の生物多様性に関するより詳細な情報を提供すること；
3. 最終 CEE には考えられる累積的影響について（特にトロール滑走路に関して）さらなる検討を含めること；

CEE 案でノルウェーが達した結論は活動計画の環境への影響は微小または一時的より小さいであったと注意すること。

CEE 案は環境保護議定書附属書 I の要件を満たしており、したがって、ATCM がこれらの視点を承認することを勧告する。

付録 11：ノルウェー南極研究戦略

2004年9月28日案

政策基本文書；

南極におけるノルウェーの研究；

2005-2009年における優先事項

目次.....	1
要約.....	3
1 はじめに.....	5
2 ビジョン.....	6
3 背景となる根拠.....	6
4 目的及び科学上の優先事項.....	7
4.1 気候力学.....	8
4.1.1 古気候.....	8
4.1.2 南極氷床.....	9
4.1.3 海洋循環.....	9
4.1.4 モデル化.....	10
4.2 海洋生態系.....	11
4.3 南極における人間活動.....	13
5 調査，テーマに沿ったモニタリング及び今後の見込み.....	14
5.1 調査.....	14
5.1.1 地形調査.....	15
5.1.2 地質調査.....	15
5.2 モニタリング.....	15
5.2.1 汚染物質.....	15
5.2.2 気象モニタリング.....	16
5.2.3 海洋生物資源モニタリング.....	16
5.2.4 人間活動による影響のモニタリング.....	16
5.3 生物資源調査.....	17
6 研究プラットフォームとしてのトロール基地.....	18
7 実施方法.....	18
7.1 国内調整.....	18
7.2 国際協力.....	18
7.3 人材確保.....	19
7.4 技術開発.....	19
7.5 環境モニタリング.....	20
7.6 財務関係.....	20
7.7 普及啓発.....	21

## 前書き

2005-2009 年ノルウェー南極研究に関するこの政策基本文書はノルウェー研究委員会の極地研究に関する国内委員会が作成した。これは、1997 年に作成した南極におけるノルウェー研究の戦略計画である研究委員会文書にとってかわるものである。この文書作成にあたって、委員会はノルウェー科学団体及び南極科学の専門家に相談している。

南極条約の活動的な協議国として、ノルウェーは科学的な視点から大陸の自然資源の管理を確保する責任を有している。したがって、南極大陸におけるノルウェーの研究及びモニタリング活動はともに、国内の義務を果たすとともに、国際的な研究議題に基づいた南極大陸に関連した主要な課題に取り組む必要がある。

この政策基本文書は、ノルウェーの南極研究、南極における国際的な研究の傾向、および、このような背景におけるノルウェーの総合的な研究に特化した、鍵となる試みおよび機会を基本に、系統立てて整理している。研究委員会の方針文書を通常の実行に移すために、この基本文書は 5 年間のタイムフレームを有している。しかし、南極での長期的な研究の取り組みが必要であることを鑑み、自然条件の中でプロセスの変化や、変化に対する私たちの理解を発展させる研究を行う必要がある。

研究委員会の執行理事会は 2004 年 10 月 13 日にこの政策文書を承認した。理事会として、この文書は一般的な政策課題に対する文書であることを強調したい。これは、本文書がさらなる研究の基礎として利用できるものであるが、別々の基金を必要とする特定の措置を対象とした計画は、通常のプロセスの中で、通常の方法で評価され、進める必要があることを意味するものである。

## 要約

ノルウェーは、長年の極地の伝統を持っており、北極と南極の両方に領土を有する唯一の国である。これらの伝統を維持する中で、ノルウェーは極地における科学的調査を最優先事項としてきた。ノルウェーは、2005年から基地の更新による越冬活動やドロンニング・モード・ランドのトロール基地に青氷の滑走路の設立に伴い、ロジスティックの面で新しい時代に突入する。新しい施設ができたことによって海洋及び陸上の活動（今までお互いに密接に依存していた）をそれぞれ別々に実施することができ、その結果として、科学プログラムにおいて、ロジスティックの規模をかなり強く抑制することができる。南極において、ノルウェーは、ノルウェー人の研究者が南極科学の進歩に貢献可能な、また、ドロンニング・モード・ランド、ピョートル1世島、およびブーベ島の管理に対し、信頼できる知識が提供可能な分野に研究の取り組みを集中する予定である。ノルウェーにとって、両極で行う学際的な研究が特に重要である。

これを基本に、2005-2009年においては、気候力学(過去及び現在、将来)、海洋生態系、および人的側面に関する研究を科学的優先事項とする。気候研究は古気候、南極氷床、海洋循環、および気候モデル化に集中させる。グローバルな気候システムの中で、気候プロセスの理解及び、その南極の役割を説明するためには、野外観測及びモデル化の両方を利用する学際的アプローチが必要である。

海洋生態学の研究では、プロセス研究及びモデル化、そして、生物資源及び人間活動による影響を優先して行う。また、自然科学と生態学研究の両方にかかわる学際的アプローチが、気候及び生態系のプロセスの理解を深めるのに必要である。

南極での人的側面の研究は支配、観光及び他の人間の影響、及び歴史的な遺産に関連する問題に焦点を合わせる予定である。

環境調査及び長期モニタリングについて、より着目する必要がある。これらの活動には地形図及び地質図作成を含む。トロール基地における長期の環境モニタリング及び研究プログラムの設立は、ノルウェーの国益に含まれる。

国際極地観測年 2007-2008 は本文書に示された主要な目的を達成する素晴らしい機会を提供することとなる。ノルウェーは、国際極地観測年 2007-2008 において、活動的な役割をめざす必要がある。

南極研究に関連するロジスティック上、科学的な目標の規模には親密な国際協力が不可欠となる。南極研究にかかわるロジスティック及び科学的な試みを行う規模は親密な国際協力が不可欠であり、海岸及び沿岸におけるロジスティック上の柔軟性を向上させるには、戦略的な目標の達成するための国内のより強固な調整が必要であることを意味する。ノルウェーはドロンニング・モード・ランド及びその近海の地域で国際的な研究の調整において、より活動的な役割を果たす必要がある。

一般的に極地研究に関する若い研究者の募集を行う必要がある。高水準で将来の人材募集を確保するためには、極地関連の学生に対し、マスターやドクターを取得するよう奨励、促進することが重要である。さらに、特に極地域に適用できる大気、地球及び海洋研究の測定技術の開発が必要である。

南極研究の基金は、計画した活動レベルの増加を満足するために、実質的に増加される必要がある。

## 1 はじめに

ノルウェーには、南極での捕鯨、探検、科学的活動、および調査の長い歴史がある。これらの分野への関心は 1939 年に 1930 年のブーベ島の併合、1931 年のピョートル 1 世島、および 1939 年のドロニンング・モード・ランドに広がっていった。また、ノルウェーは南極の管理を目的とした国際的な法的枠組みの発展において、長期的な研究及び積極的な参加を通して南極協力体制の中で重要な役割を果たした。戦後、ノルウェー南極研究における 2 つの重要な出来事は、Maudheim 遠征 (1949-1951) である。これは、南極において国際的な科学的協力を開始したノルウェー-イギリス-スウェーデンの共同遠征であり、国際地球観測年 (IGY) の一環として、1956 年から 1960 年までドロニンング・モード・ランドにおいて、2 回の越冬及びスウェーデン基地の運営を行ったものである。

15 年間の中断後 (中断中はノルウェー人の科学者は、他国が組織した遠征に参加しただけである)、最初のノルウェー南極観測隊 (NARE) が 1976-1977 年の夏に遠征を行った。その後、さらに 3 回 (1978-1979、1984-1985、および 1989-1990) の NARE が組織された。トロール基地は 1989-1990 シーズンにドロニンング・モード・ランドにある Gjelsvikfjella のジョツツルセッセン (Jutulsessen) に建設された南極に設置された最初のノルウェー基地であった。

1991-1992 年、ノルウェー、スウェーデン、フィンランドの間で各国が 3 年ごとに遠征隊を組織するという協定のもと、フィンランドによる北極南極観測隊が組織された。北極観測隊は、1994-1995 及び 1998-1999 を除き、毎年組織された。ノルウェーは 1992-1993、1996-1997、および 2000-2001 の観測隊を組織する責任があった。この後、北極の共同隊は、2 季続けて、各国がロジスティックの責任を持つよう再構成された。北極共同体はここ数年間に南アフリカとドロニンング・モード・ランドの大陸間飛行を実施するという利点もあった。

1993 年、ノルウェー研究委員会は、極地研究白書に直接関係する極地研究ノルウェー国内委員会を設置した (Storting レポート No. 42 (1992-93))。ノルウェー研究委員会のもとで、委員会は、北極及び南極におけるノルウェー極地研究の戦略計画を作成した。2005-2009 の 5 年間を対象としたこの政策基本文書は、ノルウェー南極研究に関する既存の戦略計画に置き換わるものである。この文書にける南極研究は南極内の物質及び現象あるいは、南極に直接関連する現象等を対象に行われる研究と定義される。南極研究は、別々の分野ではないが、科学の各分野における研究の取り組みの一部を形成している。南極地域はドロニンング・モード・ランド、ブーベ島およびピョートル 1 世島を含む南極点と南極収束線の上に横たわる範囲であると定義される。

この政策基本文書は以前のノルウェー南極調査戦略計画で示された研究優先順位の一部を踏襲している。しかし、現在行われている 2 つの主要なロジスティックの開発は、ノルウェー南極研究に影響を与えると予想される。第一に、トロール基地の改良は、基地及びその周囲での年間調査及びモニタリングを可能にする。第二に、南アフリカとドロニンング・モード・ランド間の定期的な大陸間飛行は、ロジスティックの点で、互いに独立した陸上、海洋研究を可能にする。これは海洋研究において、地理的に大きな柔軟性を与える一方、ドロニンング・モード・ランドにおける陸上研究は、期間及びタイミングの点で、柔軟性が向上する。

## 2. ビジョン

ノルウェーは南極環境のばらつきや変化、南極環境への人間活動の影響を支配している根本的なプロセスの理解を進めることに特に着目し、2005-2009 年における南極研究への重要な貢献を行う。

## 3. 背景となる根拠

ノルウェーは長期的な研究及び積極的な参加を通して南極の管理における国際的な法的枠組みの発展に重要な役割を果たしてきた。ノルウェーは南極条約の協議国の一つであり、南極条約レジームの下で採択された一連の協定の署名国である。無期限のまま有効となっている南極条約に従い、事実上、1961 年から南極大陸は平和と科学のもとに自然保護地区となった。1991 年の環境保護に関する南極条約議定書は、南極環境と南極環境に依存し関連している生態系を保護するように特別に設定された仕組みである。南極条約システムにおけるノルウェーの義務は、当該地域での科学的調査における重要な枠組みとなることである。

南極条約での活動的な協議国として、ノルウェーは、科学的な視点で、大陸の自然資源の管理を確保する責任を有している。ノルウェーの研究及びモニタリング活動は、南極のノルウェー領土における自然資源の管理及び保護における基礎を提供するものである。適切な管理には、自然及び社会科学的など様々な分野の基本的な知識が必要となる。また、南極条約におけるノルウェーの義務に関連する法的、政治上の問題には、科学団体からの多大な貢献を必要とする。

ノルウェーは、ドロンニング・モード・ランドのトロール基地における氷上滑走路の設立、2005 年から越冬活動が可能となる基地の改良は、ロジスティックという点で新しい時代に入る。新設備は、結果として、科学プログラムに関してかなり強固なロジスティック上の制限をもたらし、今まで密接にお互いに依存していた海洋及び陸上の活動を別々にすることができる。

これは陸上研究にとって、より短い移動時間、より長期でフレキシブルな研究シーズン(より短いフィールド期間及びシーズン中の人員の交換が可能)の機会及び低いコストを含む、数多くの利点を伴う。長期的には、滑走路が南極へのゲートウェイとして機能し、ドロンニング・モード・ランドの当該地域において、より盛んな国際的な活動及び、より密接した科学的な協同をもたらす可能性がある。年間を通じた研究及びモニタリング機会があるため、科学者及び学生は、南極の冬期間においてもデータ収集、分析のために時間を費やすことが可能となる。

また、ロジスティックの分離は海洋活動にとって非常に大きい柔軟性をもたらす。科学者にとって、主要な国際的遠征あるいは国内及び北欧遠征への参加数が増加する、あるいは、本地域の様々な形式の商業的な海洋プラットフォーム（漁船及び観光船）を利用することが可能になる。研究エリアの選択に関する地理的な制限は少なくなり、海洋科学者がより多くの船舶時間を利用することになるであろう。

新世代の気候、生態系モデルおよび先端のリモートセンシング技術開発は、野外活動に依存しない南極科学への新しいアプローチを切り開くであろう。モデルは、物理学から生態学までの既存及び新しい多様な学際的な知識およびデータを一つのシステムに組み合わせることで開発できる。そして、このシステムは、システムの主原動力の機能には、海洋生態の現在及び将来の状況の評価にシステムの利用できるであろう。したがって、南極自然環境の重要な研究を離れて実施でき、南極研究は必ずしも当該地区への定期的な野外遠征にかかわる必要はない。

伝統的に、南極におけるノルウェーの研究の多くは、生物学、地質学、海洋学、および氷河学を中心に進められた。将来、地球における南極環境の理解を進めるためには、学際的なアプローチが必要である。ノルウェーは北極に複数の国際レベルの学際的研究グループを有している。また、これらのグループは南極科学に対しても大きな貢献をすることができる。このため、北極と南極の両方で研究に非常に力をいれた両極アプローチは、将来、ノルウェー南極研究のためになるであろう。生物地球化学的循環、生息地、極地環境に対する生物的な適応、熱塩循環、海一氷の変化、古気候学、オゾン/UV 放射および歴史的遺産、これらすべては私たちが北極と南極の研究の間で知見のやりとりにより利益が得られる分野の事例である。したがって、この政策基本文書は、ノルウェー極地専門家が両極研究の比較によって十分に利用できることを認識して作成した。

#### 4. 目的及び科学上の優先事項

南極は数多くの分野で調査が行われる挑戦的な活動領域であり、多くの基本的なプロセスはよく分かっていない。小国であるノルウェーは全分野で研究を実行することができないため、ドロンニング・モード・ランド、ピョートル 1 世島、およびブーベ島の管理に必要な信頼ある知識を提供し、南極科学の発達に大きな貢献が可能な分野に集中していかなければならない。

これを基本に、2005-2009 年における科学上の優先事項は、気候力学(過去及び現在、将来)、海洋生態系、および人的側面に関する研究とする。ノルウェーにとって、両極における学際的な研究が特に重要である。加えて、調査及び長期的なモニタリングをより強化する。

##### 4.1 気候力学

南極の海洋、海氷、陸氷および大気は、地球の気候システムに非常に重要な役割を果たしていると考えられている。個々の特定の役割は、地質時代から変化している。システムの各要素と地質時代からのそれらの相互作用に関する基本情報は、氷と堆積物に記録され維持される。過去の記録の分析によって、気候モデルをテストすることができる。この分野では、研究が古気候、南極氷床、海洋循環および気候モデル化に着目した研究が行われるであろう。地球規模の気候システムにおける南極の役割を説明し、気候プロセスを理解するには、野外観測とモデル化の両方を利用した学際的なアプローチが必要である。また、自然科学と生態系研究の両方に係わった学際的なアプローチも、私たちの気候及び生態系のプロセスの理解を進めるのに必要である。

##### 4.1.1 古気候

今後の重要な研究領域は以下の通り。

- 南極氷床の長期的な変化
- 氷期-間氷期の変遷における北半球・南半球における同期性とリーズ・アンド・ラグズ（訳注：一方が他方に比べて進みすぎたり遅れたりするような関係）の研究
- 完新世における気候の変化

南極氷床は、過去から 3500 万年の間、非常に変動しており、新生代における地球規模での海面及び気候の変化に係わる主要な原動力の 1 つである。これら大規模な氷が気候に与える力とその反応の規模及びスピードの把握は非常に重要なものである。特に、氷床の大きさと厚さの変動が、大陸棚の堆積、南極の深層水の形成および海洋循環にどのように影響したかが重要である。大陸棚に堆積した厚い堆積層及び南極周辺の堆積物は、重要な気候の記録を保持している。今後のノルウェーの活動は、南極氷床の変動及びその他の南極の深層、中間層、表層水の循環を維持している重要な要素、気候変動幅を大きくするあるいは進行させる、それらの潜在的な役割を特に重

点的に、コアや掘削によるサンプリング、この気候のアーカイブの分析に着目して行う。南極におけるヨーロッパ共同氷床掘削プロジェクト (EPICA) により地球環境の重要な古気候の情報が手に入る。また、IMAGES プログラム (国際海洋地球変動返球) 及び IODP (国際海洋掘削プログラム) により、同様の海洋データが利用可能である。重要な課題の一つに、可能な北半球・南半球間のカップリングによる研究の可能性がある。例えば、南氷洋の気候の仕組みが、北半球でも同様なスピード及び頻度で変化しているかを把握することが挙げられる。また、気候変動期間における北半球・南半球の間での同期性とリーズ・アンド・ラグズを研究する必要がある。EPICA によるドロンニング・モード・ランドの氷床コアは、そのような研究に必要な不可欠な情報源である。半球間の気候の同期性に関する追加的な重要な情報は、海洋堆積物アーカイブの中にもある。今後のノルウェーの研究は、主に氷と海底堆積物のコアから得られた結合した情報を探索することから始めるべきである。つまり、完新世における氷河/間氷期の変動及び気候変動に焦点を合わせるべきである。古気候のシグナルを理解するには、海底堆積物と沈降プロセスの知識が必要である。

#### 4. 1. 2 南極氷床

総合的な研究領域は以下の通りである：

- 気候の変動に対応し、氷床、氷河流、および棚氷がどのように反応するかを理解する

歴史的に、研究は主に過去の気候変動を探るために氷床コアの分析を主に行ってきた。この研究は継続すべきであるが、さらに、将来の南極氷床の進行を予測するため、物質収支及び氷の力学に変化に関する研究が必要である。ドロンニング・モード・ランドの Jutulstraumen は最も大きい南極氷河流の1つである。したがって、物質収支や速度/力学など、Jutulstraumen の基本的な氷河学上のパラメーターの知見を発展させる研究を優先的に行うべきである。また、衛星リモートセンシング技術は辺鄙な場所での大規模な気候の研究の強力な道具であり、氷河の特性の研究 (例：表面特性、標高、速度) に使用すべきである。

棚氷下における溶融/凍結プロセスに焦点をあてた学際的な研究 (氷河学及び海洋学) を行う必要がある。棚氷と海洋との相互作用が南極沿岸の海流の水塊をどのように変化させているかを理解するためには、地球規模の変動を理解する必要がある。これに関連し、棚氷下の淡水の流動及びドロンニング・モード・ランド沿岸の海流が非常に重要である。

南極氷床が主要な集積ゾーンから形成し、物質収支がプラスであると一般的に考えられている。しかし、大陸縁の一部では、青氷の地域があり、物質収支がマイナスで溶けているという特徴が見られる場所がある。南極半島における近年の変化は、表面で溶けることは、棚氷の崩壊といった大規模な変化が起こる重要な要因であることを示している。現地データ及び衛星データに加えたモデル・シミュレーションによる近年の研究では、南極の表面のエネルギー収支には表面及び表面下の溶融が重要であることを示している。南極における大陸規模及び地域規模の両方で、溶融の増加の結果の知見を継続的に得るために、この研究を続ける必要がある。この研究は、例えば、南極大陸はグリーンランドとの比較のように、両極の研究を含むよう拡大できる利点がある。

#### 4. 1. 3 海洋循環

重要な研究領域は以下の通り：

- 深層循環 (MOC) と気候システムにおけるその役割の理解

- 南氷洋及び関係するプロセスにおける一般的知見の増加

熱塩循環(THC)は、深層循環(MOC)の主要な構成要素であり、温度(熱)と塩分(haline)効果によって生じた海水密度の違いによって動いている。熱塩循環の動力は、水塊の生成である。ウェッデル海南部の浅い大陸棚の上にある海氷の生成は、高塩分の塩水を放出する。この冷たい塩水は、直接深層水の生成に寄与する。南極科学における重要な課題は、小規模な棚氷の循環と、非常に冷やされた高塩分の水塊の運命を理解することである。予測された気候温暖化に南極の棚氷がどのように反応するかが不明であるため、これが重要となる。したがって、現地測定及びモデル化の両方の方法で、大陸棚氷のプロセスと同様に棚氷下のプロセスをさらに研究する必要がある。超冷水のモニタリングは特に重要である。

環南極海流は、世界で最も大きい海流で、北大西洋海流(メキシコ湾流)より規模の面では3-4の要素で大きい海流である。これは、その他の世界の海洋から南氷洋を効果的に隔離している。周極流であり、大西洋、インド洋、太平洋の深層の間をつなげている。海洋の特性に関する長期的なモニタリングを目的とした横断的な調査の実施を検討する必要がある。しかし、そのような横断的な観測は資材が必要であり、国際的な協力が必要となる。地球規模の気候モデルに係わる研究している気候学者が長期的なタイムスケールの重要性を強調している。南氷洋における放射性同位元素の大気中の降下及び輸送は制限されていると考えられている。(これは、そのような同位元素の基本となる値を示すことができることを意味している)また、これらの同位元素の分配によって、水の輸送経路が明らかにされるかもしれない。このため、南氷洋における放射性同位元素の研究の確立は有益であると考えられる。

海氷の生成に伴って生じる塩水の放出は、深層水の生産、深海の酸化、人為起源の二酸化炭素の海洋による取り込み、極地方における海水生物地球化学への塩水の影響という点で重要である。南氷洋と北極海での凍結は、しばしば異なった天候の仕組みによって生じるため、両極地方における比較研究は特に重要である。時々、氷湖(ポリニヤ)は氷で覆われた領域に発達する。ウェッデル海のポリニヤはよく知られた例である。1970年代にポリニヤはMaud Riseの近くに見られたが、そこでは、ポリニヤがウェッデル海深層水の大きな気候指標となった。そのようなポリニヤはリモートセンシング技術を用いて発見できる。ポリニヤの構造の説明やポリニヤの生成の原因となる物理的要因を理解するためには、現地測定及びモデル化の両方を考慮した十分に設計された実験が必要とされる。

#### 4.1.4 モデル化

モデル化は、海洋、海氷、南極氷床及び大気との相互作用を理解するための重要なツールである。重要な研究領域は以下の通り：

- 工程分析による地域規模及び地球規模の循環モデル(GCMs)におけるパラメータ化の改良
- 主要なプロセスにおけるより良い理解のために物理的なモデルの開発

地球循環モデル(GCMs)は人為起源の二酸化炭素及びその他の地球温暖化ガスの放出の影響の評価、及び将来の気候変化を予測するために重要なツールであると考えられている。南氷洋のモデル化はこの分野の主要なタスクの1つである。南極の気候変動の理解には、大気、海洋および海氷の多くの観測を統合する必要がある。主要な物理的プロセス及び異なった要素間の結びつきの理解には、地球規模及び地域規模の気候モデルを構成することが不可欠である。水柱の垂直方向の安定性が非常に低いため、異なったモデルでは垂直混合の割合、栄養物の移動に大きな違いが生じ、大気中の二酸化炭素などの気体と熱の交換の積算が大きく異なる。

ノルウェーの研究者は、地域規模及び地球規模のモデルを改良するために南氷洋の野外観測をもとに、工程分析を行うべきである。これらの結果は、モデルのパラメーター化の改良の基礎に利用すべきである。大気・海洋間のエネルギー移動は海氷の範囲に非常に依存している。衛星によるリモートセンシングはエネルギー移動の研究にとって貴重なツールである。放射バランスと熱の移動及びモーメントの両方は、氷に覆われた場合と、氷がない海洋の場合とでは大きく異なる。

GCMs により生じる結果の中で最大の誤りの一部は、モデルにおける海氷のアルベド、雲量及びエアロゾル及び、対応するフィードバックの取り扱いによるものである。したがって、海氷で覆われる影響のプロセスを、より理解する必要がある。これらには表面冷却、凍結、風のエネルギーにより生じる水柱内の垂直混合および様々な雲量の変化に伴う下層大気の相互作用を含む。モデルの正当化には、地上較正が不可欠である。さらに、海氷の厚さを推定するために、衛星レーダーとレーザ高度計技術が有益なツールとなる可能性がある。両極地研究はこの研究分野で特に有益となるであろう。さらに、混合層の雲とエアロゾルの生成と放射性に関する知見の取得は、気候モデルにおける改良したパラメーター化の枠組みを考えるのに重要である。

## 4.2 海洋生態系

重要な研究領域は以下の通り：

- CO<sub>2</sub> サイクルを含む海洋生態系における物理的、化学的、生物学的プロセスの理解
- UVB 放射と有毒物質による影響を含む海洋生態系に影響する自然・人為的要素の定量化
- 主要なプロセスにおける、より良い理解のための生態系モデル化の開発
- 海洋種の空間的、時間的分布および、それらの相互作用、制限・規制要素の定量化

海洋生物が海洋システムの環境変化の素晴らしい「監視員」であるという事実に基づいて研究を行う必要がある。南極周辺の比較研究の価値が最大となるよう、広い地域分布があり、ロジスティックの点で可能である主要な生態系要素を調査すべきである。炭素循環研究では、深層水の生成及び、炭素の垂直な排出を考慮すべきであり、そうでなければ、栄養物の上昇及び、物理的要素、海氷、栄養物、消化による従属栄養微生物の生成及び一次生産の規則要素に着目すべきである。最近 700,000-800,000 年間の人為起源の二酸化炭素とメタンの変化により、南氷洋のプロセスに変化が見られるという指摘がある。この基本的な疑問に対する明確な回答の発見は主要な課題であり、共同モデルの取り組みを含む、古気象学、生態的、物理的なプロセスの研究が関係すると予測される。鉄分及びその他の微量金属の役割の研究は、溶存有機炭素 (DOC) と金属の間に生じる相互作用（その結果、金属は生物に利用されやすくなる）および、同時に有害である自然 UV 照射によるフリーラジカル及び超酸化物の生成の理解に不可欠である。南氷洋及び高緯度の北極海において、海氷や氷が張った水面と関係した藻類、動物プランクトン、微少従属栄養生物の規制要素と、HNLC 水域(すなわち、高濃度硝酸塩-低濃度葉緑素水域)に対応する生物体の規制要素とを比較する必要がある。これにより、氷に覆われた水域では「通常」の栄養制限(硝酸塩、リン酸塩；珪藻の場合の珪酸塩)が生じ、一方、HNLC 水域では鉄分による制限が生じるという私たちの理解が進むと考えられる。

UVB レベルは北半球と南半球の中緯度で非常に増加した。現在のレベルでさえも、UVB 放射は水生生物に有害であり、海洋生態系の生産性を減少させる可能性がある。ほとんどの UVB 放射研究は、特定の有機物に対する直接的な影響を調べている。UVB 照射の変化によって、一つの栄養段階の

個々の有機体に対する直接的影響よりも食物連鎖の相互作用に与える間接的な影響が、非常に大きいということを説明した研究はほとんどない。南極における UV 放射の影響に関するノルウェーの研究は、私たちの知識が不十分である分野、すなわち、間接的な(生態系レベル)影響、に着目する必要がある。

南極生態系モデル化の 1 つの目標は、生態系の動力学に関する理解を発展させ、予防原則に基づいた管理による生態系アプローチの中にこれを適用することである。国内及び国際的な協力を通し、海洋生態系の主要な種について、時間的、空間的に定量化される必要がある。このデータは、生態系における主要種の量および相互作用の定量化モデルへの入力データとして利用される必要がある。なお、この主要種には、商業的に利用可能なオキアミ及び魚類のストックも関係する。これには、生態系における状態変数の測定およびストック量や分布の見積もり、将来の開発予想に関する方法や技術のさらなる開発が含まれる。

生息数の変動、生理学および生物-毒物学に関する研究は、環境における自然及び人為的な変化が生物の生息数、空間及び時間的分布にいかに関与しているかをさらに理解を進める上で継続される必要がある。南極生物相における汚染物質レベルは一般に低いが、物質の一部は、北極よりも南極の生態系上位種の方が高濃度となる場合も見られる。生物に含まれる異なった汚染物質の濃縮はしばしば相関があり、どの物質が最も毒性があるかを把握するのは難しい。しかし、環境汚染物質の濃縮は北極及び南極の生物相では非常に異なっており、どの要素が最も毒性があるかを把握する際には両極での研究が特に有益である。ノルウェーは、例えば、重要な捕食者と餌資源との相互作用における音波および定量化といった、方法論的な専門技術の提供可能な研究に焦点をあて、参加すべきである。最先端の研究は、南極生態系の主要な種の分布、生活史戦略、個体数の統計上、個体数の動態上の変化を定量化し、結びつけ、これらの変化を気候変動と関連づけることが可能である。

深水域に生息する底生動物(ベントス)動物に関する私たちの知識は限定的である。北半球の生息種の豊かさは北極から熱帯で増加しており一定の法則があるように思えるが、南半球ではそうではない。したがって、種の時間的、空間的分布を決定づける重要な要素を理解するためには、両極の研究がますます重要な手段となっている。南極大陸棚の底生動物は、巨大化、長寿、高い固有性、他の地域で豊富な種群の欠落など、多くの希有な特徴を示す。南極の定着の歴史および近年の地域における生物多様性のパターンは、現在及び過去の地理的及び海洋的、気候条件に関係させる必要がある。

ドロンニング・モード・ランドの近海およびブーベ島と周辺の海域におけるオキアミ及び魚類資源についてはほとんど知られていない。CCAMLR はこれらの資源調査を奨励している。ノルウェー船舶は 2004 年に初めてマゼランアイナメを対象とした漁業に参加し、高い収益性があるこの漁業への参加を強い関心をもち、今後も検討する予定である。漁業は科学的根拠に基づいて管理される必要がある。ノルウェー研究共同体は、海洋資源バイオマスの定量化の研究に参加し、生息数をコントロールする仕組みを理解し、生態系相互作用および種の適合性に関する知識を増やす必要がある。

多くのノルウェー南アフリカ遠征隊が、ブーベ島におけるオットセイ、ペンギン、およびその他さまざまな海鳥類の生息に関する研究のモニタリングや調査を実施している。亜南極にあるこの島は、他の地域から離れており、また、南極収束線のすぐ南に位置しており、その動物相が近

年の著しい変化を経験しており興味深い。南氷洋における海洋生態系と北極海の海洋生態系の比較研究は、優先的に行う必要がある。

### 4.3 南極地域における人間活動

重要な研究領域は以下の通り：

- ノルウェーの南極領土の管理、南極におけるノルウェーの国際的関与および機会に関連する研究
- 観光及びその他の人間による影響
- 歴史的遺産の研究
- ヒト生物学

ノルウェーが関係している主な法的、社会科学は、南極条約システムの発展に関連する。環境保護議定書(1991)は特に重要であると考えられる。ノルウェー領土に関する大陸棚の境界画定の研究が必要である。さらに、南極における多国間資源管理およびノルウェーの歴史に関する研究も必要である。遺伝的資源の所有権は生物資源の製品化の見込みと関連して将来、重要な問題となる可能性がある。

環境保護議定書は、科学活動を含め、南極地域で実施される活動の内容に対し、厳しい基準を設けている。トロールにおける活動の拡大は、基地及びその周辺地域への影響を増加させる危険性がある。南極における環境への人間活動の影響をさらに理解するためには、更なる研究及びモニタリングが必要である。また、そのような影響を低減させる関連技術に関する研究も考慮する必要がある。

また、近年、ノルウェーのツアーオペレーターも関係している観光の増加は、増加する旅行者活動の環境影響、南極観光の規制、環境損害が生じた場合の責任のルール化および、累積的影響の評価も含めた環境アセスメントに使用する手法の分析が重要となってくることを意味する。

南極及び亜南極におけるノルウェーの歴史的遺産において最も重要な要素は、捕鯨活動の遺跡に加え、初期の地理的な探検及び科学的研究に関するキャビンやその他の遺跡もある。ほとんどの地点はノルウェーが活動している地理的な地域外にある。このため、地点の研究及び文書化の取り組みや、効果的な保護及び管理方法は、他国が組織した遠征にノルウェー人が参加するという国際的な協力および支援を基本に行う必要がある。

南極及び亜南極におけるノルウェーの文化遺産に関する歴史的、民族学的、考古学的な研究は継続し、捕鯨サイトにおける現在の研究は拡大すべきである。研究には、既存地点の調査および劣化プロセス及び保護技術に関する複合的な研究に対する新しい手法の開発も含まれるであろう。歴史的遺産プロジェクトでは、北極、特にスバルバルの専門知識の利用が有効となるであろう。

南極大陸に長期滞在する隊員を抽出し健康を主体とした研究が複数の国で行われている。トロールで越冬したノルウェー人の数は行動上あるいは生理上の統計的な分析に十分な基礎データとなるほど多くはない。このため、ノルウェーが行う心理学的な研究は全て、既にある既存の国際的な研究プロジェクトの一部を形成するとともに、越冬人員のフォローアップも含める必要がある。

## 5 調査、テーマに沿ったモニタリングおよび今後の見込み

### 5.1 調査

南極に関する基本的な地形学上およびテーマに関するデータの不足が現在もある。ノルウェーはドロンニング・モード・ランド、ピョートル 1 世島およびブーベ島の調査を行う責任がある。多くの場合、他国が実施する調査と当該調査を調整する方が有効である。

### 5.1.1 地形調査

ノルウェーは、ドロンニング・モード・ランド、ピョートル 1 世島およびブーベ島における地形学上およびテーマに関する調査を実施する義務があり、ノルウェー極地研究所は当該業務における国内の地図作成の責任者である。ドロンニング・モード・ランドで研究及びモニタリング活動を行う他グループと密接に協力しながら地形図（及び地質図）作成を継続する必要がある。

### 5.1.2 地質調査

基本的な地質調査はまだ調査していないドロンニング・モード・ランドの地域を対象にすべきである。さらに、ドロンニング・モード・ランドの山脈における基本的な地質調査は、地質上の歴史を明らかにするよう実施する必要がある。また、ドロンニング・モード・ランド内外の地質学上および地球物理学上の研究では、地球年代学及び地質構造の研究に着目する必要がある。後者には大陸から続く水没した海底及び下層（その範囲の把握を含む）も含む必要がある。

## 5.2 モニタリング

南極は、原生的な汚染のない大陸であり、それがゆえに、大気、陸上、海洋それぞれの汚染物質のレベルのモニタリングにあたって、貴重な機会を提供している。地球規模の気候システムにおける南極の役割を研究する上で、気候変動のモニタリングは重要である。

越冬基地へのトロール基地の改良は長期的なモニタリングプログラムの機会（例：大気科学）を広げるものであり、北極及び南極での比較研究を可能にするものである。基地改良にはトロールを総観的な基地にする必要がある。データは全球通信システム(GTS)を通して配信する必要がある。

### 5.2.1 汚染物質

Ny-Ålesund 及びスバルバルを含むノルウェーの北極地域では、大気中及び氷に含まれる残留性有機汚染物質(POPs)と重金属類をモニタリングしている。汚染物質を対象とした同様のモニタリングプログラムをトロール基地でも確立する必要がある。さらに、気候に関連した気体及び粒子の測定も必要となるであろう。トロールのオゾン及びUV放射の測定は、他の基地で行われている測定を補完する貴重なものとなる考えられる。そのようなノルウェーのモニタリングプログラムは全て、現在進行している国際的なプログラムと調整する必要がある。

最近数 10 年間、事実上すべての生態系に含まれる人為起源の有害な物質の蓄積に関して大きな関心がある。南極における重要な汚染物質群は POPs である。なぜなら、これらは、生物の脂肪組織にある脂質に集積し、食物連鎖の上位ほど蓄積し、生態系最上位の捕食者の脂肪に最も蓄積する。しかし、南極生物中に含まれる汚染物質のレベルは、その他の地域の生物と比べて一般的に低い。

### 5.2.2 気候モニタリング

標準的な気象測定がトロールで開始されると、南極の長期的な気象観測ネットワーク上の隙間が埋まるであろう。

例えば、氷河物質収支の研究、圧縮された氷の生成、下層の溶融水の生成、古気候学(氷床コア)、

表面エネルギー収支、氷河力学といった研究など、多くの長期的な氷河測定プログラムをトロール地域に設置する必要がある。これらのデータはリモートセンシングによって得られた情報と関連づける必要がある。

棚氷下の海洋循環と深層水の生成の長期的な変動の評価に非常に有益な複数の重要な場所（当該場所は継続的なモニタリング地点として適していると考えられる）を特定している。海洋気候モニタリングのため、海洋区分の設置は戦略的に行う必要がある。漂流ブイ（例：アルゴ・フロート）の使用により、空間的に良い適用範囲を得ることができる。

いったんトロール基地が永久に設置されれば、極軌道の気象衛星の衛星データを受け取り、高分解能画像伝達系 (HRPT) ステーションを確立することも可能となる。これは、気象サービス会社や南アフリカなどの他関連団体にとって国際的にもかなり魅力的となると予想される。また、HRPT ステーションは南極のより広範囲の研究及び実験の実施を可能にするであろう。

基地では地域を網羅する衛星画像が受け取れるため、地域の気象条件をより密接にモニタリングできる。また、研究基地およびアルゴ送信機からのデータのモニタリング及び収集が容易になるであろう。さらに、HRPT ステーションは、大西洋南部から、国際的な気象共同体が着目している最新の TIROS TOVS (ATOVS) (訳註：気温/水蒸気の鉛直プロファイルを得ることができるサウンダ) データの受信が可能となるであろう。最終的には、トロールの高度なデータ通信施設の設置は、ノルウェー及び世界の他地域の利用者に関連データを送付することが可能となる。

### 5.2.3 海洋生物資源のモニタリング

ノルウェーは CCAMLR のもとで実施されている環境モニタリングプログラム (CEMP) に参加している。

このプログラムは、南氷洋の生態系で生じている著しい変化を把握し、自然起源と考えられるものと、自然資源の採取によるものの変化を区別することを目的としている。CEMP では、オキアミから生態系の上位種までのかわりに、特に着目するとともに、海鳥及び海洋ほ乳類の一部を指標種として選定し、これに関連したモニタリングが行われている。

ノルウェーは CEMP の一部としてブーベ島のオットセイ及びペンギン集団繁殖地をモニタリングしている。ブーベ島の基地では、亜南極諸島における地球規模の研究モニタリング共同体にある大きなギャップの橋渡しを行っている。ドロンニング・モード・ランドにおける滑走路の設置及びトロール基地の改良により、そこでの鳥類モニタリングが可能となるが、モニタリングより研究を優先する必要がある。

### 5.2.4 人間活動による影響のモニタリング

ノルウェーは環境保護議定書に基づき、当該事項の義務がある。議定書では協議国に対し、重要な環境影響をもたらす可能性のある活動のレベルを評価し、把握する主要な環境指標種を適切にモニタリングすることを求めている。研究とトロール基地の運営に関係する研究及び支援活動（フライトオペレーションも含む）は、モニタリングシステムに組み入れる規模による。関連するモニタリング項目を選定し、適切なモニタリングの仕組みを開発、実施しなければならない。厳密ではないが、これに関連する課題は、フライトオペレーションに関する影響（例：植生、鳥類、排出物の拡散）、車両及び歩行者の通行（例：植生、摩耗）、排水の排出が含まれる。

ノルウェーのツアーオペレーターの増加数及びツアーオペレーターの海岸への渡航提供数によっては、観光客の訪問による地点への影響のモニタリングがノルウェーの責任となることを考慮する必要がある。観光客が訪問地に与える観光の累積的な影響を総合的に理解することが重要な課題であり、この分野の責任あるモニタリングプログラムを開発及び実施するためには、国際的な協力が不可欠である。

### 5.3 生物資源探査

南極は、生物資源探査の機会を提供する可能性がある。南極の生物は、寒冷な環境に適用しており、工業用化学製品、薬品、遺伝子成分など、商業的に利用可能な製品を開発できる遺伝子上、生物化学上の特徴を有している。極地生物の国際的な遺伝子資源が調査されており、非常に注目されているが、ノルウェーは多くの他国ほど活動的でない。しかし、現在、ノルウェーは生物資源の製品化に非常に注目しており、南極における貴重な遺伝子資源の把握を目的とした連携した取り組みは、ノルウェーの産業にとって非常に有益となる可能性がある。

## 6. 研究プラットフォームとしてのトロール基地

氷上滑走路の設置を伴った越冬基地としてのトロール基地の利用により、ドロンニング・モード・ランドの当該部分が南極のノルウェーの陸上研究の最重要地域となるであろう。滑走路は数少ない南極のゲートウェイの1つであり、複数の国が、計画におけるこの新しい南極のインフラの利用を検討している。トランジット目的の用途に加え、ドロンニング・モード・ランドに基地を持っていない国にとってトロールは魅力的な機会となる可能性がある。基地の規模は小さいが、将来、一部の点では、Ny-Ålesundと同様に国際的な研究プラットフォームの基地となる可能性があるかもしれない。国際極地観測年(IPY)と関連して、ノルウェーは南極及びその周辺へのゲートウェイ及びトロールにある越冬基地の利用の確保を積極的に行う必要がある。

トロールでの研究は、環境の脆弱性を十分に考慮して実施する必要がある。ノルウェーは、極地域における研究施設の運営及び活動において環境上適切となるよう率先して行う予定である。したがって、トロール地域の発展には、望ましい国際的な基準及び方法に従った環境保護、管理及びモニタリングを確保することが重要である。越冬基地としてトロール基地が開設される2005年には、基地における長期的なモニタリング及び研究の設立にノルウェー国内の関心が集まるであろう。

## 7. 実施方法

本章では、国内及び国際的な協力、人材確保、技術開発、基金、および普及を対象にする。2007-2008年は、本文書で示した主要な目的を達成する素晴らしい機会となる。国際極地観測年2007-2008においてノルウェーは、積極的な役割を果たすことを目指す必要がある。

### 7.1 国内調整

戦略的な目標を達成するためには、陸上及び海洋における運搬能力の柔軟性の向上について、より強い国内調整が必要であることを意味する。ノルウェー極地研究所及び研究委員会は連携しながら調整をする責務がある。

本文書の目的の実現化に向けて、統合的な国内研究プログラムを立案する必要がある。ロジスティック施設の改良は、より定期的な活動及び長期的な基金を可能にする。国内調整の重要な点は、データ取得とデータ処理の良いバランスを確保することである。

南極でのノルウェーの科学的な運営は、技術、開発およびサービスを有するノルウェーの会社に機会を提供する。これらの機会は、ノルウェーのビジネス界及び研究所との協力の強化を促す機会とすべきである。

## 7.2 国際協力

南極研究に関連するロジスティック上・科学上の目標の規模には、親密な国際協力が不可欠となる。そのため、ノルウェーは、より密接に他国と協力し、成功している北欧ロジスティック協力をさらに発展すべきである。トロール基地は北欧及び他国とのより親密な科学的共同を行う素晴らしい場となる。北極及び南極の研究は、南アフリカとノルウェーとの将来の協力において重要な地域であり、スバル及び南極の研究設備の使用だけでなく学生と研究者の交換も含まれるであろう。開発協力基金がこれらの活動の一部に使用されるであろう。また、ノルウェーはロジスティック上でも密接に南アフリカと協力する予定である。

ノルウェーはドロンニング・モード・ランド及び隣接する海洋における研究の調整において、より積極的な役割を果たす必要がある。また、ノルウェーは、国際的な南極プログラムの開発及び方向付けにおいてもさらに前向きに取り組み、ノルウェーが優先する研究に関する研究プログラムに対して、より大きな貢献をする必要がある。

研究委員会は、以下のことを提言する。

- ノルウェーは、国際的な研究プログラムの開発に参加し、積極的な役割を果たす。
- ノルウェーの科学者は、国際的な研究活動において、調整しながら、主要な役割を果たすよう努める。

## 7.3 人材確保

一般的に極地研究に関する若い研究者の募集を行う必要がある。南極に関するノルウェーのプロジェクトで研究している若い科学者への基金が先細りになっている現在、適切な基金を確保しなければならない。南極での研究活動の拡大には、適任の科学人員数を増加させる必要があるが、多くの科学者がここ数年間で退職することとなる。したがって、直近および将来の研究のニーズに対応するため、経験豊富で若い科学者にプロジェクトの交付金を割り当てる、言い換えれば、専任の科学者や博士号取得後のあるいは博士の学生の給料と経常費を対象とした交付金とすべきである。高水準で将来の人材募集を確保するためには、極地関連の学生に対し、修士号や博士号を取得するよう奨励、促進することが重要である。若い科学者を対象にした奨学金の設立を要求することにより、人材確保を行うことができる。

そのため、研究委員会は以下の対策を講じる：

- 短期及び長期両方において南極科学者の人材を増加させる（大学3年から4年生まで）

## 7.4 技術開発

モデルシステムに統合された衛星観測及び海洋・陸上機器による観測は、現代の工程分析及び環境、気候モニタリングの基礎である。例えば、自動観測プラットフォーム（訳注：自動測定装置を搭載し、例えば、長期間にわたり CO2、栄養塩等を測り、かつ試料を採取する基盤をいう）や衛星リモートセンシング機器など、大気、陸上、海洋研究において極地域に特別に適応した測定技

術の開発が必要である。極地環境の研究及びモニタリングには、極地域の衛星測定の利用の拡大及びそれらを解析する専門知識が不可欠である。トロール基地の最適な利用には、最新のインフラストラクチャ及びコミュニケーション・ソリューションが必要である。ノルウェーの技術会社と研究所とのパートナーシップの強化によって、新技術の技術開発と商業化の大きな可能性が創造されるであろう。

研究委員会は以下の事項を行う：

- 南極で使用する新しい測定及び観測技術の開発と適用を奨励する。

### 7.5 環境モニタリング

越冬基地へのトロール基地の改良により、気候変動及び環境汚染に関連するモニタリングプログラムの基盤が改良される。気候及び環境変化の研究および将来の変化の予測には、長期間の連続したデータが重要となる。研究プログラムにおける長期モニタリングの資金は通常、優先度が低いため、長期モニタリングプログラムの維持はしばしば困難になる。

研究委員会は以下の事項を行う：

- 南極のモニタリング及び研究の基礎である、物理的、化学的、生物学的な環境項目の長期的な測定に関する維持、設置、基金を奨励する。

### 7.6 財政関係

本文書において導かれる主な結論の一部は以下の通りである：

- ノルウェーは極科学の人材を確保しなければならない。
- ノルウェーのクルーズにおける研究活動の調整により、結果として相乗効果を最大にするよう配慮し、南極海洋研究の品質を良くする必要がある。科学的に適切である場合は、他国への参加は歓迎すべきである。
- 新しいインフラにより遠征隊の業務の時期や期間を柔軟的にできるため、新しいインフラの利用を考慮して、南極における陸上研究をより効率的にし、その品質を向上すべきである。
- トロール基地の越冬基地としての利用は、懸念されている気候変動に必要な長期間の測定プログラムの確立を可能にする。
- 調査及び長期の環境、生物学的なモニタリングはドロンニング・モード・ランド、ピョートル1世島、およびブーベ島の管理にとって重要な基礎情報が得られる。
- 両極における研究はノルウェー極地科学の費用/利益比を非常によくすると予測される。
- ノルウェーは現在、国際的な総合的プロジェクト及びネットワークについて非常に貢献する立場にある。

そのため、南極研究の最大限の可能性の実現化にむけて、以下の事項を提言する：

- 研究プログラムの資金は、現在 NAREs として予算計上されている環境省の資金だけに制限しない。例えば研究委員会は関係省庁の支援による南極研究の資金供給の準備をする。また、研究委員会はノルウェー研究のために、より国際的な資金援助の獲得を目指す。
- 研究プログラムを対象とした資金期間は、最大 4 年とする。遠征後のデータ分析及びモデル化の資金を強化する必要がある。

- 調査及び長期間のモニタリング活動に関する資金を確保するとともに、研究プロジェクトの資金とは切り離す必要がある。
- ノルウェーの南極における研究、モニタリングおよびロジスティックに関する年度予算は、計画した活動レベルの増加を満足するために、実質的に増加する必要がある。

## 7.7 普及啓発

研究委員会の中心的な目的の1つは、科学界、当局および一般に対して継続的な研究結果の発信を確保することである。したがって、公的資金を伴った研究プログラムは、研究結果の発信も計画に含める必要がある。重要なタスクの一つは南極に対する社会の認識を高めることである。もう一つは、この地域の経営上の決定の際に科学的な結果を導入することである。

以上のことから、研究委員会は、以下のことを提言する：

- 研究プロジェクト及びモニタリングプログラムは、論文審査のある学術専門誌において、結果を公表する必要がある。この評価基準を満足するプロジェクトは、将来の提案の決定の際に考慮される必要がある。
- プロジェクトの結果はすべての利害関係者が利用可能とするべきである。この結果は新聞、一般的な科学雑誌、ラジオ、テレビ、インターネット、教育システム(小学校から大学レベルまで)、展示会、ニュースレターなど、さまざまな媒体で伝達する必要がある。
- 関連した科学的な結果は、科学的な根拠による南極の適切な管理を確保するため、当局に伝える必要がある。
- すべてのノルウェー南極活動のため、集約したウェブサイトとデータベースを設置し、例えば、ノルウェー極地研究所が維持する必要がある。国際学術連合南極科学委員会(SCAR)が準備した国際的に合意された手順に従い、プロジェクト・マネージャは定期的にデータベースにアップデートした情報を提供する必要がある。