

# 南極地域観測第Ⅸ期 6 年計画

平成 2 7 年 1 1 月 9 日

南極地域観測統合推進本部

## 目次

南極地域観測第Ⅹ期 6 か年計画概要	1
1. はじめに	4
2. 基本的な考え方	6
2-1. 観測計画の策定	6
2-2. 設営計画及び観測支援計画の策定	8
2-3. 国際連携の強化	8
2-4. 国民への情報発信及び教育活動の充実	8
3. 観測計画の概要	9
3-1. 研究観測	9
1) 重点研究観測	9
2) 一般研究観測	12
3) 萌芽研究観測	12
3-2. 基本観測	12
3-2-1. 定常観測	13
1) 電離層観測（情報通信研究機構）	13
2) 気象観測（気象庁）	13
3) 測地観測（国土地理院）	13
4) 海洋物理・化学観測（文部科学省）	14
5) 海底地形調査（海上保安庁）	14
6) 潮汐観測（海上保安庁）	15
3-2-2. モニタリング観測（国立極地研究所）	15
4. 公開利用研究の推進	17
5. 設営計画の概要	17
5-1. 計画的な燃料使用と再生可能エネルギーの活用	17
5-2. 環境保全対策	18
5-3. 老朽化した基地設備の更新と集約	18
5-4. 安全で効率的な基地維持と隊員の負担軽減	18
5-5. 内陸での観測活動の展開に備えた輸送能力向上の検討	18
6. 観測支援体制の充実	19
6-1. 観測隊の安全で効率的な運用	19
6-2. 航空機の利用	19
6-3. 海洋観測プラットフォームの発展	20
7. 情報基盤及びデータベースの整備・充実と情報発信	20
8. 国際的な共同観測の推進	21
9. 国民への情報発信及び対話活動と教育活動の充実	21
9-1. 国民への情報発信及び対話活動	21
9-2. 教育活動・人材育成の充実	22
10. 年次計画	23
10-1. 観測年次計画	23
10-2. 設営年次計画	24
11. 次期（第Ⅹ期）以降の中期計画の展望	24
基本観測の実施体制と分類	
略語一覧	
南極地域地図	

## 南極地域観測第Ⅷ期 6 年計画 概要

### 【基本的な考え方】

地球規模の気候変動システムを理解し、将来の気候を高精度で予測することは大きな社会的な要請である。そのために、地球規模の気候変動解明の鍵であるとされる南極域で、現在、進行している温暖化等の環境変動シグナル及びその影響を精密観測により定量的に把握することが強く求められている。第Ⅷ期南極地域観測計画（以下、「第Ⅷ期計画」という。）の実施を通して、南極域での現在と過去の変動及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることが、地球システムや地球環境変動の解明及び将来予測に不可欠であることが明確になってきた。第Ⅷ期南極地域観測計画（以下、「第Ⅷ期計画」という。）では、地球システムにおけるサブシステムとしての南極の現在と過去の変動、サブシステム内の相互作用の解明、及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることを目的に、平成 26 年 11 月に開催された第 145 回南極地域観測統合推進本部総会において重点研究観測メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」を決定した。

第Ⅷ期計画においては、前期（第Ⅷ期）で得られつつある成果と中間評価及び国際的な研究動向も踏まえ、全球的視野を有し、社会的要請に応える先端的な科学研究の推進を基礎とする。また、上記メインテーマの推進に当たり、新たな南極観測の発展、観測基盤の強化・高度化を重視し、特に諸外国との国際連携をより強化するとともに、国際的な枠組みにおいて我が国がリーダーシップを発揮できる基盤を構築する。さらに、情報発信を重視し、国民に対して南極地域観測事業の成果や活動等について、多様なメディアを活用して広報するとともに、南極への教員派遣等を通して、教育現場との双方向の連携を図る。加えて、若手研究者の育成に注力し、大学院学生の南極地域観測隊への参加を推進する。

### 【観測計画及び設営計画】

第Ⅷ期計画は、「観測計画」及び観測計画を支える「設営計画」から構成され、「観測計画」は、「研究観測」と「基本観測」に分けられる。

#### Ⅰ. 観測計画

##### < 研究観測 >

- 研究観測は、「重点研究観測」、「一般研究観測」、「萌芽研究観測」の3つのカテゴリーに区分し、科学的意義や国際的役割の高い計画を重視する。

##### （重点研究観測）

第Ⅷ期計画の実施を通して、南極域での現在と過去の変動が地球環境全体の変動に大きな影響を与えてきたことが明確になってきた。地球システムや地球環境変動の解明及び将来予測のためには、サブシステムである南極域の変動のメカニズムの解明が不可欠である。第Ⅷ期計画では、地球システムにおける現在と過去の南極サブシステムの変動、サブシステム内の相互作用の解明及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることを目的に、南極地域観測統合推進本部において、重点研究観測メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」を設定した。

全球的視野を有し、社会的要請に応える先端的な科学研究として、第Ⅷ期重点研究観測メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」を推進する。「南極大気が地球システムに与える影響を探る側面」、「南極域の大気－氷床－海水－海洋間の相互作用と地球システム変動との関係を探る側面」、「南極域の古気候・古環境から地球システム変動を探る側面」といった三つの重要な側面を中核とした、以下のサブテーマを実施する。

### サブテーマ1「南極大気精密観測から探る全球大気システム」

大気大循環は気候システムの主要要素の一つであり、その正確な把握とメカニズムの定量的理解が全球的な気候の将来予測のための鍵となる。第Ⅷ期計画において対流圏から電離圏までの広い高度領域の観測等を可能とするため、1,045本のアンテナで構成される南極初の昭和基地大型大気レーダー（PANSYレーダー）を昭和基地に設置が完了し、運用を開始した。第Ⅸ期計画においては、PANSYレーダーのフルシステム運用による通年観測を中心に、多角的な複合観測及び国際共同観測を展開し、大気重力波による運動量再分配をはじめとする地球大気内部での結合過程を定量化する。さらに、極域固有の種々の大気物理現象、第Ⅸ期計画中に予想される非常に低い太陽活動度に伴う極域大気環境への影響及び南極大気循環への南極氷床の役割などを探り、極域大気が地球システムに与える影響の解明を目指す。

### サブテーマ2「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気－氷床－海洋の相互作用」

地球システム変動解明の鍵の一つは、極域特有の大気－氷床－海水－海洋間の相互作用の理解にある。さらに、これらの相互作用に付随する、海水・氷床変動等による生態系や固体地球の応答なども含めた総合的な解明が必要である。第Ⅷ期計画では、「しらせ」に加え「海鷹丸」との共同観測により、南極海の海洋酸性化の解明が進められている。第Ⅸ期計画においては、海洋酸性化も含む、東南極沿岸における特徴的な変動の把握と背景環境要因の特定を目指す。具体的には、リュツォ・ホルム湾及び白瀬氷河域を中心とした東南極において、喫緊の課題とされている棚氷融解や海水変動の実態、これに作用する温暖化等に伴う大気－海洋系や氷河・氷床の変動、更に、海水動態と海洋生態系変動の関連などについて、サブテーマ1及びサブテーマ3や関連する一般研究観測と連携し、物理・化学・生物学的手法を用いた総合観測を通して解明を目指す。

### サブテーマ3「地球システム変動の解明を目指す南極古環境復元」

過去から現在にかけての南極域の様々な時空間スケールの環境変動史を復元し、全球気候変動に南極が果たす役割を解明する事が重要である。南極内陸から沿岸付近にかけての雪氷学・地質学的調査から、南極域の環境変動の復元を第四紀の様々な（数千年～数百万年の）時間スケールにおいて進める。第Ⅷ期計画までの内陸観測において、地下3,000mを超えるアイスコアの掘削が行われており、第Ⅷ期計画では採取したコアの分析から過去72万年前に遡る地球の気候変動等の解明が進められている。第Ⅸ期計画においては、77万年前に起こった地磁気の逆転現象が地球システムに与えた影響等を解明するため、過去80万年に遡る、より古いアイスコア採取を見据え、深層掘削点を探るための雪氷学的調査や浅層掘削の実施と、掘削拠点となる内陸新基地設営の準備に着手する。また、過去数千年をカバーするアイスコア掘削や数百万年をカバーする海底コア掘削を国際共同によって実施する。さらに、大陸氷床の変動史を復元するため、内陸山地や沿岸域における地形地質調査を行う。加えて、南極氷床の拡大縮小史に伴う陸上生態系の変遷を復元する。

（一般研究観測、萌芽研究観測）

研究者の自由な発想に基づく研究観測や調査として、南極の特色を生かして比較的短期間に集中して実施される一般研究観測、将来の研究観測の新たな発展に向けた予備的な観測・調査・技術開発などを目的とする萌芽研究観測を公募提案に基づき実施する。一般・萌芽研究観測において、重点研究観測と関連の深い観測については、成果の取りまとめや共同観測などの連携を積極的に図る。

#### <基本観測>

- 基本観測は、情報通信研究機構、国土地理院、気象庁、海上保安庁、文部科学省が担当する定常観測と、国立極地研究所が担っているモニタリング観測に区分して実施する。

<その他>

○ 第Ⅷ期計画においては、「研究観測」や「基本観測」とは別に、国内外の研究者が必要経費を負担した上で観測船や基地などの南極地域観測事業プラットフォームを利用して機動的な研究を実施する「公開利用研究」を導入した。第Ⅸ期計画では、第Ⅷ期計画の実施状況を踏まえ、課題点等を整理しつつ、当該制度の充実を図る。

## Ⅱ. 設営計画

第Ⅷ期計画に引き続き、再生可能エネルギーの利用促進と廃棄物の適切な管理を行いながら、老朽化した基地設備の更新、建物の集約化を図る。なお、計画に当たっては、観測活動に起因する環境負荷を軽減させるとともに観測隊員の負担低減を図る。また、今後計画される内陸での観測活動に対応するため、実証試験中の輸送システムの実用化を進め、輸送能力を向上させる。さらに、「しらせ」の昭和基地への接岸断念や、昭和基地における火災や停電等の多様な非常事態、今後の観測計画の展開も考慮した昭和基地整備や設営体制等の強化を図る。

### 【その他第Ⅸ期計画期間内において推進すべき事項】

#### ○観測支援体制の充実

南極地域観測事業は隊員の安全な活動を最優先としつつ、第Ⅸ期計画に基づき着実に推進するほか、第Ⅷ期計画から導入した「公開利用研究」や航空機の活用、海洋観測船との共同観測等、多様な観測手法の導入により効果的な事業の推進を図る。支援の要である「しらせ」については、合理的・計画的に活用するため、関係者間において年度単位に加え、第Ⅸ期計画全体を通して、物資輸送や観測プラットフォームとして効率的に活用できるよう調整を行う。これら「安全で効率的な南極観測」を推進するために効果的な隊員編成、隊員訓練の実施とともに、南極地域観測の現場と国内支援機関との連携強化による危機管理などの支援体制を引き続き構築する。

#### ○国際的な共同観測の推進

「国際連携する南極観測」を目指し、南極条約体制の下での国際共同観測や設営資源の国際的な相互利用を更に推進する。国際的な地球観測体制の確立を含め、南極域全域や全球的な視野をもった研究観測の実施を図るため、国際的な連携の更なる強化を目指すとともに、我が国の独自性の確保とリーダーシップを発揮する基盤形成を進める。また、アジア諸国との連携も更なる強化を図り、特に南極観測後発国については、我が国主導で更なる南極観測の展開に向けた支援を行う。

#### ○国民への情報発信及び教育活動・人材育成の充実

「情報発信とアウトリーチ」の発展を図るため、幅広い年齢層の国民に対して南極地域観測事業の成果や活動等について、多用なメディア（新聞、テレビ、インターネット等）を活用して研究者による研究成果の解説等を行うほか、国立極地研究所のアウトリーチ施設「南極・北極科学館」での解説展示、南極地域観測隊員経験者による講演や昭和基地からの発信等を行う。

また、次世代の人材育成の観点から、大学院学生の南極地域観測隊への参加を促進し若手研究者の養成を図る。児童・生徒に向けては、昭和基地からの南極授業、南極教室や南極・北極科学館での展示、更に国民に向けたサイエンスカフェ等により、教育現場との双方向の連携や生涯教育の機会の提供を図る。

# 南極地域観測第Ⅸ期 6 か年計画

## 1. はじめに

南極域は、巨大な氷床を有し冷源域として全球の気候システムの形成に大きな役割を果たしている。南極氷床・南大洋（南極寒冷圏）の変動は、地球環境全体の変動に大きな影響を与えてきたと考えられているが、その実態は未だ十分に明らかにされていない。例えば、南大洋は北大西洋とともに海洋深層循環を駆動する底層水が形成される重要な場であるが、南極氷床融解による淡水流入に伴う深層循環の変化や海水分布変化に伴う大気循環場の変化等も含め、気候システムへの影響は未だ不明である。また、温暖化等の地球規模環境の変動に伴い、特に東南極域での氷床や海水等がどのように変動するかも未だ不明である。

極域で起こる環境変動は、地球システムの中で、大気・海洋循環等を通して、全球的な気候に大きな影響をもたらすと考えられており、極域の変動の全球的な環境変動へのフィードバックの解明が喫緊の課題である。北極域は、近年温暖化とそれに伴う海水減少が加速され、想定を超えて急速に大気・海洋・陸域・雪氷の状況が変化している。一方で、これまで安定と考えられてきた南極域においても、氷床融解等が顕在化し始めたと指摘されている。地球上の氷の90%を有する南極域において、ひとたび氷床の融解等の急激な変動が起これば、気候システムに多大な影響を与える事は明白である。しかし、南極域が今後どのように変動していくかは未だ不明であり、南極域における変動を監視・検出し、高精度で将来を予測することは地球システム変動を理解する上で必要不可欠であり、南極地域観測が取り組むべき重要な課題である。

したがって、全球的な気候システムを含む地球システムそのものを理解する上で、極域をサブシステムとして捉え解明する事が不可欠である。

日本の南極地域観測事業は、その長い観測史の間に、オゾンホール発見、南極隕石の大量収集、南極氷床深層掘削の成功など、国際的にも高く評価される多くの成果を上げてきた。現在進められている南極地域観測第Ⅷ期 6 か年計画（以下、「第Ⅷ期計画」という。）においては、重点研究観測として「南極域から探る地球温暖化」と題して、科学的にも社会的にも極めて重要な問題である地球温暖化をメインテーマに据えた研究課題が実施されてきた。このメインテーマの下、昭和基地の最新型大型大気レーダー（PANSY レーダー）をはじめとする先端的観測機器群による大気研究、海洋酸性化を中心とした南大洋生態系変動研究、南極氷床を中心とした古環境研究等により多くの成果が得られつつある。

南極地域観測第Ⅸ期 6 か年計画（以下、「第Ⅸ期計画」という。）では、第Ⅷ期計画で実施されている重点研究観測を発展させ、地球温暖化を含む全球環境変動という包括的な視点からアプローチする。また、国際的には、南極研究科学委員会（SCAR）により公表された将来の南極研究における重点研究課題「Horizon Scan」も視野に入れた研究観測の展開に取り組む。

一方、第Ⅷ期計画期間においては、厳しい海水状況により第53次（2011-2012）隊及び第54次（2012-2013）隊では、2年連続で南極観測船「しらせ」（以下、「しらせ」という。）が昭和基地への接岸を断念した。これに伴い、燃料をはじめとする物資の輸送が不十分となり、特に第Ⅷ期計画後半の観測・設営計画の見直しを余儀なくされ、一部観測計画の縮小・中止、設営計画の遅延等が生じる結果となった。第Ⅸ期計画期間においても、海水状況によっては「しらせ」の接岸断念が生じ得ることや昭和基地等における不測の事態の発生を念頭におき、観測面・設営面の計画変更など実状に即した対応を行う。

さらに、第Ⅸ期計画では、第Ⅷ期計画のキーワードである「開かれた南極観測」、「先進的な南極観測」、「安全で効率的な南極観測」、「国際連携する南極観測」、「情報発信とアウトリーチ」を継承するとともに、第Ⅷ期計画の総括・評価及び上記内容を反映させ、第Ⅸ期計画以降への発展性をも視野に入れる。加えて、諸外国との国際連携をより強化し、国際的な枠組みにおいて我が国がリーダーシップを発揮でき

る基盤を構築する。さらに、国民に対して南極地域観測事業の成果や活動等について、多様なメディアを活用した広報に努めるとともに、南極への教員派遣等を通して教育現場との双方向の連携を図る。また、若手研究者の養成を目指し、大学院学生の南極地域観測隊への参加推進を図る。

第Ⅸ期計画も第Ⅷ期計画に引き続き、計画期間を6か年（第58次～第63次）とし、実施中核機関である大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立極地研究所（以下、「国立極地研究所」という。）の法人としての「第三期中期計画」（平成28年度～平成33年度）との整合を図り、極域研究に関する研究者のネットワーク拡大及び国内外の大学・研究機関との連携を強化・推進することにより、南極の現場での研究観測と極域研究の更なる発展を図る。

なお、本計画は、南極地域観測統合推進本部によって取りまとめられた「21世紀に向けた活動指針（平成12年6月）」、輸送問題調査報告書（平成12年6月）、基本問題委員会「意見のとりまとめ」（平成16年3月）等の提言を踏まえると共に、総合科学技術会議による「地球観測の推進戦略」（平成16年12月）や「南極地域観測事業の事後評価」（平成24年6月）を反映させた。また、日本学術会議による提言「第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2014）」（平成26年2月）も踏まえ、国立極地研究所が南極新時代のグランドデザインとなることを目指して作成した「新たな南極地域観測事業のあり方」（平成20年5月）についても、現状に合わせて内容の見直しを行い、本計画策定の基礎とした。

また、平成27年10月16日に、我が国初の北極政策が総合海洋政策本部で決定された。近年の北極の急速な環境変化は、温暖化等の地球規模での環境問題のみならず、北極海航路や資源開発の可能性等、我が国の国益にも深く関わる、新たな課題を国際社会に突きつけており、我が国としても、主要なプレイヤーとして、日本の強みである科学技術をさらに推進し、これを基盤に北極をめぐる国際社会の取組において主導的な役割を積極的に果たしていくこととしている。

第Ⅸ期計画は、南極地域における観測・設営計画を定めるものであるが、本計画の実施にあたっては、南北両極を対象とする極域科学として、北極における研究・観測など、我が国の北極政策の動向等にも留意しつつ、リソースを有効に活用して取り組むこととする。

## 2. 基本的な考え方

### 【ポイント】

- ・ 地球規模の気候変動システムの理解と、気候の将来予測は大きな社会的要請であり、これに応えるべく、全球気候変動の鍵である南極域の総合的な精密観測を通して、進行している環境変動シグナル及びその影響の検出を目指す。地球システムにおける現在と過去の南極サブシステムの変動、サブシステム内の相互作用の解明及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることを目的に、重点研究観測メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」及びその3つのサブテーマを一般研究観測や基本観測と連携しつつ推進する。
- ・ 「重点研究観測」、「一般研究観測」、「萌芽研究観測」の3種類の研究観測及び「定常観測」、「モニタリング観測」の2種類の基本観測は、国家事業たる南極地域観測事業として実施。「公開利用研究」も継続する。
- ・ 上記の各種観測を支える設営活動においては、昭和基地における再生可能エネルギー利用の促進、環境保全対策、老朽化設備の更新、建物・施設の再配置、内陸への輸送能力向上の検討などを計画。同時に、安全で効率的な観測支援体制を充実する。
- ・ 観測・設営両面において国際連携の強化を主導的に進め、南極地域観測事業の成果や活動について利害関係者等へ分かり易い情報を発信するとともに、教育関係者・大学院学生の観測隊への参加を通じ、学校教育との協力や次世代人材育成を図る。

### 2-1. 観測計画の策定

南極地域観測は国家事業としての「南極地域観測事業」とそれ以外の「公開利用研究」と「継続的国内外共同観測」に大きく分け、このうち南極地域観測事業は、「研究観測」と「基本観測」に区分する(表1)。観測計画の策定に当たっては、第Ⅷ期計画に引き続き、「開かれた南極観測」及び「先進的な南極観測」のもとに計画提案の公募も取り入れ、科学的に価値が高いプログラムの実行と、第Ⅸ期計画では、特に南極地域観測における国際連携・貢献を強化し、我が国のプレゼンスを高める方策を重視した。また、第Ⅷ期計画における中間評価を踏まえ、「しらせ」の昭和基地接岸断念のような、輸送・設営面の非常事態に対しても、研究観測計画が可能な限り遅延や中止等が生じないように、柔軟に対応可能である事にも配慮した。

なお、第Ⅸ期計画においても前半3か年を経た時点で総括的な中間評価を実施し、速やかに後半の計画に反映させることとする。

研究観測のうち、重点研究観測は、社会的な要請や SCAR による南極研究における重点研究課題のような国際的な研究観測動向を踏まえ、全球的視野や極域を総合的に捉える視野を有し、多方面に大きな貢献及び成果が期待できる科学的意義の高い研究観測である。また、新たな研究領域の開拓を目指した先進的かつ独創的な研究観測、あるいは分野を横断する学際的な研究観測であり、国際協調を目指すと同時に日本独自の戦略的な取組として実施される研究観測でもある。

第Ⅷ期計画の実施に伴い、地球環境全体の変動に大きな影響を与えてきた南極域での現在と過去の変動の解明が、地球システムや地球環境変動の解明及び将来予測に不可欠であることが明確になってきた。第Ⅸ期計画では、地球システムにおける現在と過去の南極サブシステムの変動、サブシステム内の相互作用の解明及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることを目的に、平成26年11月開催の第145回南極地域観測統合推進本部総会において、第Ⅸ期重点研究観測メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」が設定された。第Ⅸ期計画では、上記重点研究観測メインテーマに沿って、三つのサブテーマ(後述)を設定し、共同研究観測として様々な視点から課題の解明に取り組む。

表 1 : 南極地域観測の分類

カテゴリ	南極地域観測事業					公開利用研究	継続的国内外共同観測
	研究観測			基本観測			
	重点研究観測	一般研究観測	萌芽研究観測	モニタリング観測	定常観測		
定義	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極地域に関わる独創的・先駆的な研究を目的とし、時限を定めて実施される研究観測</li> <li>公募による提案に基づく観測計画、及び国立極地研究所の主導する計画</li> <li>研究者/研究者コミュニティからの提案を基に推進する共同研究観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究分野を超えた横断的な発想のもとで提案されたシーズを基に企画される大型共同研究観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究者の自由な発想を基に、南極地域観測事業の一環として実施する共同研究観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来の研究観測の新たな発展に向けた予備的な観測、調査や技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>学術研究に不可欠な科学観測データを継続的に取得することを目的とする、以下の条件を全て満たす基本的な科学観測：                             <ol style="list-style-type: none"> <li>①国際的または社会的要請がある</li> <li>②観測手法が確立している</li> <li>③速やかなデータ公開</li> <li>④継続的観測が必要</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極の特色を生かした研究や技術開発</li> <li>中期事業計画に載らない機動的な計画として公募</li> <li>比較的短期間に集中して実施する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外の大学等研究機関と国立極地研究所の協定等に基づき、実施する継続的な観測</li> </ul>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極における未知の観測領域や南極の特性を生かした新たな研究観測</li> <li>国家事業としての南極地域観測事業の中心</li> <li>計画期間を通じて集中的に実施</li> <li>国内外の機関連携を積極的に推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極の特色を生かした、比較的短期間に集中して実施する研究観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極における研究観測の新たな発展に向けたプレ・スタディとして科学的成果の見通し、技術的課題の解決を図ることを目的とする観測・調査・技術開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中長期的な継続観測を前提とし、確立された観測手法により、自然現象を明らかにしようとする観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>担当組織が責任を持って予算及び隊員を担保し、毎年確実に遂行されるべき観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極地域観測事業のプラットフォームを利用した研究や技術開発</li> <li>当該年次の観測事業計画に支障のない範囲で認められる</li> <li>基本的に当該観測を実施する同行者派遣を前提とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>南極地域観測事業のプラットフォームを利用し、観測事業計画に支障のない範囲で実施される観測</li> <li>国際的な要請等による継続的な観測</li> </ul>
計画年数	6年以内	基本2年以内	1～2年			1年	

一般研究観測は、研究者の自由な発想をベースとし、極地の特色を生かした比較的短期間に集中して実施する観測や調査であり、萌芽研究観測は、将来の研究観測の新たな発展に向けた予備的な観測・調査・技術開発などを目的とする。それぞれ、研究観測提案公募による独創的・先駆的な研究を実施し、当該期間中の成果提出を目指して第Ⅷ期計画同様、「開かれた南極観測」及び「先進的な南極観測」を実現する。また、新たな研究分野の参入等、更なる研究分野の裾野の拡大を目指し、第Ⅷ期計画において導入された研究観測計画の提案公募と審査体制の総括・評価等をもとに公募体制の改善を図る。

基本観測は、継続的な観測を前提に実施されるものであり、国際的または社会的な要請への対応、十分な観測データ品質の維持・管理、速やかなデータ公開を目指し、データの品質を保持しつつ観測の自動化・省力化などを更に推進する。特に、極域を観測の場とした地球環境観測の推進、データの取得・利用などを通じて、平成28年以降の「GEOS 新10年実施計画」に貢献する。また、南大洋観測システム(SOOS)のような国際連携によって維持される全球的な観測網を担うことも、わが国の重要な国際貢献である。各観

測項目は、情報通信研究機構、国土地理院、気象庁、海上保安庁、文部科学省が担当する定常観測と、国立極地研究所が担っているモニタリング観測に区分して実施する。

## 2-2. 設営計画及び観測支援計画の策定

第Ⅷ期計画に引き続き、再生可能エネルギーの利用促進と廃棄物の適切な管理を行いながら、老朽化した基地設備の更新、建物の集約化を進める。なお、計画に当たっては、観測活動に起因する環境負荷を軽減させるとともに観測隊員の負担低減を図る。また、今後計画される内陸での観測活動に対応するために、新たな輸送システムの実用化と輸送能力向上を図る。さらに、「しらせ」接岸断念や昭和基地における停電等の非常事態や、今後の観測計画の展開も考慮した昭和基地整備や設営体制等の強化を図る。

南極地域観測事業は、隊員の安全な活動を最優先としつつ、第Ⅸ期計画に基づき着実に推進するほか、第Ⅷ期計画から導入した「公開利用研究」や航空機の活用、海洋観測船との共同観測等、多様な観測手法の導入により効果的な事業の推進を図る。観測支援の要である「しらせ」の運用については、合理的・計画的に活用するため、関係者間において年度単位に加え、中期的な観点から運航計画の調整を行う。これら「安全で効率的な南極観測」を推進するために効果的な隊員編成、隊員訓練の実施とともに、南極地域観測の現場と国内支援機関との連携強化による危機管理などの支援体制を引き続き構築する。

## 2-3. 国際連携の強化

「国際連携する南極観測」を目指し、南極条約体制の下での国際共同観測や設営資源の国際的相互利用を更に推進する。国際的な地球観測体制の確立を含め、南極域全域や全球的な視野をもった研究観測の実施を図るため、国際的な連携の更なる強化を目指すとともに、我が国の独自性の確保とリーダーシップを発揮する基盤形成を進める。また、アジア諸国との連携も更なる強化を図り、特に南極観測後発国については、我が国の主導で更なる南極観測の展開に向けた支援を行う。

基本観測で実施する全ての項目及び一般研究観測の項目は国際的観測網を構成している。国際的観測網の一翼を担うことは大きな国際貢献であるとともに、特に、昭和基地は観測基地が限られているドロンイングモードランド地域における重要な地球科学観測拠点であり、そのデータのクオリティの高さにおいても国際的に評価されている。また、第Ⅸ期重点研究観測の大型大気レーダー（PANSY レーダー）観測や氷床掘削などは、国際共同研究の位置づけの中で構想され、日本の研究者コミュニティがイニシアチブをとって実施している。さらに、ドロンイングモードランドにおいては、第Ⅷ期計画を通して、継続的にベルギーのプリンセスエリザベス基地及びその周辺域における地質調査、隕石探査、固体地球物理観測などの国際共同観測が実施されてきた。これを踏まえて、ドームふじ基地方面の内陸への将来の展開等を見据えて、ドロンイングモードランドで活動する諸国との二国間・多国間の連携を推進する。

## 2-4. 国民への情報発信及び教育活動の充実

「情報発信とアウトリーチ」の発展を図るため、幅広い年齢層の国民に対して南極地域観測事業の成果や活動等について、多様なメディア（新聞、テレビ、インターネット等）を活用して研究者による研究成果の解説等を行うほか、国立極地研究所「南極・北極科学館」での解説展示、南極地域観測隊員経験者による講演等や昭和基地からの発信を行う。

また、次世代の人材育成の観点から、大学院学生の南極地域観測隊への参加を促進し若手研究者の養成を図る。児童・生徒に向けては、昭和基地からの南極授業、南極教室や南極・北極科学館での展示、更に国民に向けたサイエンスカフェ等により、教育現場との双方向の連携や生涯教育の機会の提供を図る。

### 3. 観測計画の概要

#### 【ポイント】

- ・ 観測計画は、「研究観測」と「基本観測」の2分野に分けて策定
- ・ 研究観測は、「重点研究観測」、「一般研究観測」、「萌芽研究観測」の三つのカテゴリーに区分
- ・ 重点研究観測策定は、科学的意義や国際的役割が高い課題を重視し、「南極から迫る地球システム変動」をメインテーマとして、以下の三つのサブテーマを軸に分野横断的な研究観測を実施
  1. 南極大気精密観測から探る全球大気システム
  2. 氷床・海氷縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用
  3. 地球システム変動の解明を目指す南極古環境復元
- ・ 一般研究観測や萌芽研究観測については、公募提案に基づき科学的意義や研究の新規性・独創性等を評価して研究課題を抽出し、実行可能性を勘案して実施計画を決定
- ・ 基本観測は、国際的・社会的要請が高い科学的データを継続的に取得し公開するものであり、定常官庁が担当し国の責務として実施する「定常観測」と、国立極地研究所が研究者のニーズに基づいて実施する「モニタリング観測」に区分して実施

第Ⅷ期計画では、幅広く全球的視野を持ち、極域を総合的に捉える研究観測を実施する。特に極域は大気循環や海洋循環等を通して、全球的環境変動に大きな影響を与え、氷床融解等により全球的な海水準変動にも直接的に寄与するため、地球システムを理解する上で、南北両極の相互作用を含む極域サブシステムの解明は不可欠である。また、地球規模の気候・環境変化は極めて複雑な要因に支配されていることから、その解明には、南北両極の視点を持った複合領域研究や境界領域研究が重要となってきた。こうした極域研究の推進により、南極条約協議国会議(ATCM)、南極研究科学委員会(SCAR)や国際北極科学委員会(IASC)などで表明されている国際社会の要請に応え、極域科学活動の国際協調を促進する。さらに、極域研究の推進にあたって、国内外のより多くの研究者・技術者に南極を利用した共同研究の機会を提供し、極域研究に関わる研究者のネットワーク拡大及び国内外の大学・研究機関との連携を強化・推進することによって、極域研究の発展を図る。

我が国は、昭和基地を中心に東南極域を対象とした研究観測を実施し、多くの成果を積み上げてきた。これまで南極氷床は比較的安定であると考えられていたが、全球において進みつつある地球温暖化の影響により、西南極域では氷床融解の加速が明らかになっており、より安定であると考えられていた東南極域でも最近では氷床融解が顕在化してきた可能性が示されている。我が国が今までに東南極域で果たしてきた先導的役割を活かし、第Ⅷ期計画においては、この領域で起こりつつある気候変化を、観測を中心として明らかにしていく必要がある。そのためには、観測対象地域も昭和基地周辺に限定することなく、外国共同観測や交換科学者派遣を通じて、広範囲、多地点に展開することも視野に入れる。

以上のように、南極域は全球的な環境変動が増幅して現れること、人間活動域から遠く環境のバックグラウンドを知る最適な場所であること、過去の環境の記録を保存していることなど、南極域の特殊性や優位性等を活かし、過去の地球変動に遡る観測及び現在の変動を精査・検出する観測という、大きな二つの時間軸上の視点の下に、超高層大気から地球内部までの鉛直・水平方向の空間的に大きな広がりを持つ統合的な研究観測を行う。

#### 3-1. 研究観測

##### 1) 重点研究観測 「南極から迫る地球システム変動」

第Ⅷ期計画では、「南極域から探る地球温暖化」を重点研究観測メインテーマとし、サブテーマ1

「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」、サブテーマ2「南極海生態系の応答を通して探る地球環境変動」、及びサブテーマ3「氷期-間氷期サイクルから見た現在と将来の地球環境」の三つのサブテーマを軸として現在実施されている。

第Ⅷ期サブテーマ1では、大型大気レーダー（PANSY レーダー）の整備が進み、総合的な大気物理・化学観測が進展しており、第Ⅸ期計画ではこれを更に発展させ、昭和基地での大型大気レーダー（PANSY レーダー）を中心とした様々な観測による、地表から超高層大気までの広範囲な大気一つのシステム「全大気（Whole Atmosphere）」として捉え、多様な南極大気現象の物理化学過程を定量的に理解する観測が求められている。

第Ⅷ期サブテーマ2では、全球で進む海洋酸性化の南極における実態の解明を目指し、船上酸性化実験や長期係留系による複数年観測を成功させてきた。一方で、南大洋においては、海洋酸性化と同じく喫緊の課題として、大陸氷床縁辺部や棚氷の融解が、南大洋生態系に留まらず全球の気候システムに大きな影響を及ぼすことが危惧されている。第Ⅸ期計画においては、大陸氷床縁辺部や棚氷の融解等を対象に、氷床-海水-海洋間相互作用の解明を中心として、海洋酸性化に関連した海水動態と海洋生態系変動等も含む、物理・化学・生物学的手法を用いた総合観測が必要とされる。

第Ⅷ期サブテーマ3では、ドームふじアイスコア研究から、硫酸塩エアロゾルが氷期-間氷期の気温変動に寄与していたことや、第四紀地形・地質研究により、第四紀を通じた氷床高度低下史の復元と、その原因となる地球システム変動の解明等が進められている。第Ⅸ期計画では、これらの研究をより進展させるべく、現存する世界最古のアイスコアより古い年代まで遡るアイスコアの掘削を目指した探査や、南極氷床変動史の三次元的復元、海水準変動への影響解明等の進展が望まれる。

巨大な氷床を有し周囲を海洋に囲まれた、地球上でも独特のサブシステムを形成する南極域の理解は、地球システム変動を解明する上で不可欠である。第Ⅸ期計画では、以上のような第Ⅷ期重点研究観測を更に発展させ、地球システムにおける現在と過去の南極サブシステムの変動、サブシステム間の相互作用の解明及び南極域の変動と地球システム変動との関係を明らかにすることを目的に、全球的視野を有し、社会的要請に応える先端的な科学研究として、メインテーマ「南極から迫る地球システム変動」のもとに、三つのサブテーマを設定した。

サブテーマ1では、全球大気システムにおける、南極大気現象の定量的理解を進める。サブテーマ2では、海洋大循環を駆動する要となる底層水、その生成域としての南極域の氷床・海水縁辺域の変動に焦点をあて、南極サブシステム内における大気-氷床-海洋相互作用の理解を進める。サブテーマ3では、過去の南極氷床変動や、それに伴う周囲の海洋環境の変化等の理解を進め、南極サブシステムが全球の古気候・古環境変動に与える影響を評価する。さらに、これら三つのサブテーマにより、地球システム変動における南極サブシステムの役割等の全体的な理解を進め、全球環境変動の将来予測の高精度化を図る。

#### サブテーマ1：「南極大気精密観測から探る全球大気システム」

第Ⅷ期重点研究観測サブテーマ1では、南極域の下層から超高層まで連続した大気を、大型大気レーダー（PANSY レーダー）をはじめとする観測機器で精密観測し、その変動のしくみを解明して温暖化等地球環境変化の予測に貢献することを目的とした。第Ⅷ期計画では、1,045本のアンテナで構成される南極初の大型大気レーダー（PANSY レーダー）の完成、及び安定した運用のための整備を進め、地上500kmに渡る対流圏から電離圏までの幅広い領域で、南極固有あるいは他地域と大きく異なる特性の大気現象の観測データが取得されており、先端的なりモートセンシングや分光観測と合わせた総合的な大気物理・化学観測を展開している。第Ⅸ期計画では、これを発展させ、現在の変動を精査・検出して短期から長期にわたる将来の気候変動等の地球環境変化を予測するため

に、地表から超高層大気までの広範囲な大気を一つのシステムである「全大気 (Whole Atmosphere)」として捉え、地球環境変化の予測に不可欠な、多様な南極大気現象の物理化学過程を定量的に理解する観測の実施が必要である。第Ⅸ期計画においてフルシステム運用による本格連続観測を行う PANSY レーダーを駆使した、対流圏から電離圏までの広い高度領域の 3 次元風速やプラズマパラメータの高分解能・高精度観測を軸に、各種の電波・光学観測を組み合わせ、ネットワーク観測及び数値モデリング研究とも連携した、極域大気を多角的に捉える研究観測を実施する。さらに、第Ⅸ期計画期間には極端に太陽活動度の低いグランドミニマム期に突入する可能性があり、グランドミニマム期が全球規模の気候変動へ及ぼす影響を解明するため、極域超高層大気の変容を定量的に理解する観測を実施する。これらの観測の実施により、第Ⅸ期重点研究観測サブテーマ 1「南極大気精密観測から探る全球大気システム」のもと、多面的で国際的な協同観測を展開するとともに、種々の大気大循環モデルとの連携により、南極上空を通じて全地球大気システムを明らかにする。

#### サブテーマ 2 : 「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用」

第Ⅷ期重点研究観測サブテーマ 2 では、「しらせ」に加え「海鷹丸」との共同観測を行い、酸性化実験や長期係留系の複数年観測等により、極域で特に進行する海洋酸性化の実態の解明を進めてきた。第Ⅸ期計画では、海洋酸性化にも関連する喫緊の課題として、大陸氷床縁辺部や棚氷の融解を取り上げる。西南極ではすでに顕著であるが、我が国の南極地域観測隊の主要活動域である東南極域では、その実態を明らかにするだけの観測事例が不足している。その一方、東南極ドロンイングモードランドで降雪量の増大や大陸斜面表面の広域にわたる融解の痕跡が観測される等、全球において進みつつある地球温暖化に関連した変化が東南極域でも顕在化してきた可能性がある。このように東南極域で起こりつつある気候変化は多岐にわたっているが、すべてを広範囲に検出することには制約があるため、第Ⅸ期重点研究観測ではサブテーマ 2「氷床・海水縁辺域の総合観測から迫る大気-氷床-海洋の相互作用」の下に、海水生産・陸氷融解の面で東南極沿岸を特徴付けるトッテン氷河 - ビンセネス湾 (ウィルクスランド沖)、ケープダンレーポリニヤ及びリュツォ・ホルム湾の 3 海域に着目し、それぞれの対比的な観測により、海底地形の条件や大気・海洋の環境要因と海水生産・陸氷融解との関連性を中心に、海水域における海洋環境及び海洋生態系変動とそれに果たす海水等の役割についても探る。これを果たすため、リュツォ・ホルム湾のみならず、ケープダンレー沖やウィルクスランド沖にも「しらせ」を回航し、CTD/RMS (採水システム付き水温・塩分・水深測定装置) 等の標準的な観測機器に加え、無人探査機による氷下観測、GPS (全地球測位システム) /GNSS (全地球航法衛星システム) 氷上多点展開による変位観測、プロファイリング係留系による海洋・海水観測、氷河上の直接観測、コアラーなどの新たな手法を融合させ、時空間的に稠密な氷床・海水動態、氷河底・近傍海洋の総合的な観測を実施する。

#### サブテーマ 3 : 「地球システム変動の解明を目指す南極古環境復元」

第Ⅷ期重点研究観測サブテーマ 3 では、第Ⅷ期計画までの内陸観測において地下 3,000m を超える掘削によって採取したドームふじアイスコアの分析によって、過去 72 万年前に遡る地球の気候変動等の解明を進め、硫酸塩エアロゾルが氷期-間氷期の気温変動に寄与していたことや、氷床レーダー探査からドームふじ基地の南方において底面が凍結している可能性の高い地域が存在すること等が明らかになってきた。また、第四紀地形・地質研究では、内陸のセール・ロンダーネ山地での調査結果から、第四紀を通じた氷床高度低下史の復元とその原因となる地球システム変動の解明が進められている。さらに、マルチナロービーム測深機を用いたリュツォ・ホルム湾海底の氷河地形調査から、大陸棚末端付近まで氷床が着底したことや、現在の沿岸付近で堆積物が欠如していること等

が明らかになってきた。第Ⅸ期重点研究観測サブテーマ3「地球システム変動の解明を目指す南極古環境復元」では、これらの研究をより進展させるべく、77万年前に起こった地磁気の逆転現象が地球システムに与えた影響等を解明するため、現存する世界最古のアイスコア（80万年）より古い年代まで遡るアイスコア（仮称：第3期ドームふじアイスコア）の掘削を目指した新たな掘削点の探査と掘削拠点となる内陸新基地の設営の準備に着手するとともに、過去数千年の氷床や環境の変動史を復元するため、ドロンイングモードランド沿岸のアイスライズ（棚氷に囲まれ、盛り上がった海洋底を基盤とする氷帽）掘削を、国際共同観測として実施する。また、内陸に位置する、やまと山脈からトロール基地周辺山地等を含む、ドロンイングモードランドに氷河地形地質調査の範囲を広げ、氷床変動史をより三次元的に復元することや、国際共同による大陸棚の地形探査と過去数百万年をカバーする堆積物採取等をより広域で実施し、南極氷床の拡大・縮小史を復元することで、地球規模の海水準変動に与える氷床体積変化量の見積もり等を行う。

## 2) 一般研究観測

一般研究観測は、南極の特色を生かして比較的短期間に集中して実施する研究観測であり、重点研究観測課題が決定された後、国立極地研究所から研究者や研究者コミュニティ等に対して公募が行われ、提案された課題について有識者からなる委員会での科学的意義や研究の発展性などの観点から検討され、観測項目が決定される。第Ⅸ期計画においても、第Ⅷ期計画と同様に、公募を行い実施計画を決定する。一般研究観測の実行に当たっては、重点研究観測で展開されるプラットフォームなどを有効活用し、実行可能性を勘案しつつ、年次計画の中に組み込んでいく。また、一般研究観測の中でも、目的、対象とする現象、観測手法などが重点研究観測メインテーマ及びサブテーマと関連の深い観測項目については、積極的に連携し重点研究観測メインテーマの推進を強化する。また、宙空圏、気水圏、地圏、生物圏の主要研究領域に加え、第Ⅷ期計画に端緒を開いた天文や宇宙医学分野に関連する分野の研究提案に対しては、第Ⅸ期計画でも継続して受け入れる。さらに、分野横断的な発展が期待される無人観測手法などの設営工学分野については、積極的に推進する。

## 3) 萌芽研究観測

将来の研究観測の新たな発展に向けた予備的な観測・調査・技術開発などを目的とする萌芽研究観測を公募提案に基づいて実施する。一般研究観測と同様に、重点研究観測課題の決定後、国立極地研究所から研究者や研究者コミュニティ等に対して公募が行われ、提案された課題について有識者からなる委員会での科学的意義や研究の新規性・独創性などの観点から検討して抽出される。第Ⅸ期計画においても、第Ⅷ期計画と同様に公募を実施し、実行可能性を勘案して実施計画を決定する。

### 3-2. 基本観測

基本観測は、学術研究に不可欠な科学観測データの継続的な取得を目的とする観測である。基本観測は、1) 国際的または社会的な要請があること、2) 十分な品質のデータを得る観測手法が確立されていること、3) 速やかなデータ公開を行うこと、4) 継続して実施する必要があることを条件とした観測であり、情報通信研究機構、気象庁、国土地理院、文部科学省、海上保安庁が担当する、国の責務として実施する「定常観測」と、研究者のニーズに立脚して国立極地研究所が担当する「モニタリング観測」に区分して実施する。

基本観測においては、観測データの品質を保持しつつ、観測の自動化・省力化などを推進する。特に、極域を観測の場とした地球環境観測の推進、データの取得・利用などを通じて、平成28年以降の新たな10年実施計画の検討が行われている「GEOSS（全球地球観測システム）新10年実施計画」に貢献する。実

施に当たっては、各組織で十分に計画を吟味するとともに、連絡会などにおける情報共有や意見交換を積極的にを行い、継続的な維持・運営体制の点検・整備を行う。

基本観測の観測項目は、別表の通りである。

### 3-2-1. 定常観測

#### 1) 電離層観測（情報通信研究機構）

電離層は太陽－宇宙環境変動、超高層大気の状態によって大きく変化する。電離層の変化は通信・放送等の電波伝搬や衛星測位の精度に強い影響を及ぼし、また、超高層大気の変動を観測する重要な手段ともなる。このため、国際電波科学連合（URSI）を中心に組織された電離層の世界観測網に参加し、観測データを世界資料センターから公開している。また、観測データは電気通信分野における国際連合の専門機関である国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）の電波伝搬に関する基礎資料となっている。国際宇宙天気予報サービス（ISES）ではグローバルな宇宙－地球環境情報を解析し、宇宙天気の予・警報を発令する基礎資料として国際的な観測網を展開している。昭和基地において50年以上にわたって実施されている電離層定常観測は宇宙－地球環境変動の研究に寄与するとともに、宇宙天気予報推進の重要な基礎資料となる。第Ⅸ期計画では電離層垂直観測、衛星電波シンチレーション観測を継続的に実施するとともに、宇宙天気予報に必要な観測情報をリアルタイムで収集、インターネット上で公開し、利用に供する。

#### 2) 気象観測（気象庁）

昭和基地では、一時閉鎖した期間を除き、第1次隊から50年以上にわたって定常気象観測を実施してきた。第1次隊からの地上気象観測をはじめとして、以後、高層気象観測、オゾン観測、日射・放射量の観測及び地上オゾン濃度観測などを実施し、長期間にわたって貴重な観測データが蓄積されてきた。これらの観測は、世界気象機関（WMO）の下、国際的な枠組みの一翼を担って実施されており、取得した観測データは、即時に各国の気象機関へ通報され日々の気象予報に利用されるほか、温暖化やオゾン層破壊等の地球環境の解明と予測に利用されている。なお、航空路の拡大に伴い、第54次隊から大陸の航空観測拠点における気象観測を開始し、昭和基地の気象観測とともに観測隊の南極行動に役立てられている。

昭和基地で取得した各種観測データは、長期間にわたって継続して取得された高精度のデータとして世界的にも高く評価され、気候や地球環境の監視はもとより、地球システムの研究など重要性が高い。今後も地球規模での気候変動や環境などの監視のため、昭和基地において定常気象観測を維持・継続して実施する。

気象観測に使用する観測機器は、国際的な動向や国内での運用実績などを考慮するとともに、信頼性の向上など最新技術の導入による効率化を念頭において整備する。第Ⅸ期計画前半に予定される基本観測棟の完成に伴い、老朽化した気象観測棟から基本観測棟へ観測施設を移転する計画を進める。また、観測成果については、これまでも各種の報告物や気象庁ホームページへの掲載などにより利用促進を図ってきた。今後も引き続きインターネットなどの利便性の向上に合わせたデータ提供を行う。

#### 3) 測地観測（国土地理院）

地球環境変動の解明のためには、南極地域の変動の継続的な把握が不可欠であり、そのためには、南極の氷床とその基盤も含めた詳細な地形情報を国際的に合意されている国際地球基準座標系

（ITRF）に準拠した測地基準座標系に基づいて高精度に整備することが必要である。そこで、南極地域の測地定常観測分野では、沿岸域及び内陸域において、正確な地形情報整備に必要となる測地測量

を実施する。また、無人航空機（UAV）及びヘリコプターによる空中写真撮影等を実施し、大縮尺地形情報等を整備更新する。

同時に、国際 GNSS 事業（IGS）に参加し、GNSS 観測・解析等を通じて高精度な測地基準座標系の構築に参加することにより、全球統合測地観測システム（GGOS）の活動を推進するとともに、地球規模の事象を監視する国際活動に貢献する。

さらに、多分野にわたりデータの利用者が世界中に存在することから、積極的にインターネット等を利用した公開を行う。

#### 4）海洋物理・化学観測（文部科学省）

近年の地球温暖化をはじめとした様々な気候変動の予測と適応策の検討は、国際的に喫緊の課題である。2014年に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書第1作業部会報告書（自然科学的根拠）では、1992～2005年において、3000m以深の海洋深層で水温が上昇している可能性が高いという新見解が提唱され、最も大きな温暖化は南極海で観測されている。しかしながら、東南極（南大洋インド洋区）は観測頻度が低く、我が国が東南極で実施する観測データは国際的にも期待が高い。南極海の海洋物理・化学環境の変化は急速に進むと考えられ、本観測を継続的に実施し、そのデータをいち早く公開して、国際的に貢献していく必要がある。

第Ⅷ期計画では、「海鷹丸」をプラットフォームとして東経110度線に沿った南大洋・南極海において海底付近までの観測を実施し、南極海の表層から水深3000m以深までの、精度の高い水温・塩分、化学成分データを取得し、インターネット上で公開した。これらのデータは、上述の3000m以深の海洋深層で水温が上昇している可能性が高いという新見解を検証する上で国際的に有益なデータとして活用されている。

また、東経110度線付近の南極大陸のビンセネス湾には、沿岸ポリニヤ（海水密接度の低い海域）の存在が知られており、本観測で得たデータが活用された近年の研究では、同ポリニヤにおいて、相当量の南極底層水の形成が発見されている。こうした成果を受け、第Ⅷ期計画では海水縁付近での観測を新たに加え、南極底層水が低塩化と昇温により、軽くなりつつあることを捉えている。また、本観測データの解析では、衛星により捉えられてきた近年の海面上昇が深層底層水の昇温とリンクしていることが明らかになりつつある。このように、南極底層水の生成動態を解明することは、地球規模の気候変化に影響を及ぼす海洋大循環の駆動力を予測する上で極めて重要である。

このため、第Ⅸ期計画においても本観測を継続的に実施し、水深3000m以深に及び水温・塩分の動態を監視するとともに、海水縁付近や国際的に共通の観測点を設けるなど、南極底層水観測網の強化を図る。

#### 5）海底地形調査（海上保安庁）

地球の表面は様々な力を受けて形成されており、海底地形調査により得られる海底地形データは大陸・海洋地殻の進化過程の解明に関する研究や、氷河による浸食や堆積環境などの古環境に関する研究の基礎資料として重要なものである。

また、南極周辺海域においては、水深データ取得のための水路測量と海図の刊行が国際水路機関南極地域水路委員会（HCA）の枠組みにおいて位置づけられており、加盟各国がそれぞれの分担海域の水路測量の実施及び海図の刊行を加盟国の責務として実施している。

「しらせ」搭載のマルチビーム測深機は、海底地形を面的に調査することができ、従来の手法に比べ飛躍的にデータの密度が向上し、詳細な海底地形が把握できることから、今後もこれを用いた水深

データを取得し、地球科学の基盤情報として供するとともに、海図の水深データの整備により南極海域における船舶の航行安全の確保を図る。

#### 6) 潮汐観測（海上保安庁）

潮汐観測は、海の深さや山の高さの決定並びに津波等の海洋現象研究の基礎資料として重要な観測である。南極域の潮汐観測は、観測点の少ない地域での観測であることから貴重なものとなっており、今後も潮汐観測を継続し、インターネット等を利用してデータを公開する。また、地球規模の海面水位長期変動監視のための国際的な世界海面水位観測システム（GLOSS）へのデータの提供を行う。

#### 3-2-2. モニタリング観測（国立極地研究所）

モニタリング観測は、国立極地研究所が定常的に担当する基本観測であり、中長期的な継続観測を前提とし、確立された観測手法により、自然現象を明らかにしようとする観測である。観測計画の策定に当たっては、国立極地研究所が研究者コミュニティのヒヤリングや関係機関との意見交換などを行った上、隊員・実施スケジュール等を決定する。

実施に当たっては、年度毎に自己点検を実施し、基本観測の理念の実現を確認するとともに、担当隊員・国内対応者の意見を聴取し、観測体制の維持・管理を進める。観測機器の整備は、夏期間に集中的に行い、越冬隊員の負担を軽減する。越冬中のモニタリング観測を担当する隊員は、対象領域を横断して観測機器の運用、データ取得等を行う。

なお、南極における観測活動が自然に与える影響をモニタリングする「累進的環境影響評価」の実施については、引き続き検討する。

#### 1) 宙空圏変動のモニタリング

昭和基地は、南極域においてオーロラ帯に位置し、オーロラ光学観測のほか、地磁気、ULF 脈動、VLF 自然電波、銀河雑音電波吸収など極域オーロラ現象の総合観測を実施している数少ない貴重な有人基地の一つである。

オーロラ現象は、太陽風－磁気圏－電離圏相互作用の結果として南北両極域に現れる現象であり、両極域での同時比較観測により、そうした現象を生み出す地球周辺の宇宙空間の環境変動をモニターすることが出来る。昭和基地においては、オーロラ光学観測及び地磁気絶対観測、地磁気変化観測を継続実施し、地球内部磁場の長期変動やオーロラ活動及びそれに伴う電離圏電流の様々な時間スケールの変動のモニターを行う。また、電磁雑音の少ない環境にある西オングル島において、ULF 脈動、VLF 自然電波、銀河雑音電波吸収の観測を行い、太陽風－磁気圏－電離圏結合系の中で生起する自然電磁波動や高エネルギー粒子降下現象の様々な時間スケールの変動のモニターを行う。

#### 2) 気水圏変動のモニタリング

南極域の気水圏、すなわち大気－雪氷－海水－海洋系の諸現象は全球規模の気候システムと深く関わっており、南極域の気水圏の動態を監視することは、地球温暖化等の地球規模環境変化の診断にとって極めて重要である。この南極域は、人間活動の活発な北半球中・高緯度地域から遠く離れており、地球規模大気環境のバックグラウンドの変化を監視する上で最適な場所である。昭和基地で、大気中の温室効果気体、エアロゾル、雲の動態を長期的にモニタリングし、地球規模の気候・環境変動の現況評価と今後の変化予測に資する観測を実施する。また、地球表層の淡水の 90% を占める南極氷床は地球システムの重要な冷熱源であるが、温暖化現象などの気候変動にตอบสนองして変化するため、氷床氷縁や氷床表面質量収支の変動を系統的に観測する。そして、南大洋高緯度を広く

覆う海水は、大気・海洋循環との相互作用を通して、地球規模環境変化に大きな役割を果たしている。この南極海水域の実態把握とその変動機構を解明するため、航路沿い周辺海域と昭和基地周辺において、海水、氷上積雪、海洋物理環境に関する現地観測データを継続的に取得する。

### 3) 地圏変動のモニタリング

グローバルな地球変動現象は、地球全体を覆う観測網を用いて包括的に観測する必要があるが、南半球における観測点数は十分とは言えない。その中であって、昭和基地や「しらせ」の往復航路上は貴重な観測点であり、国際的に標準化された高品質なデータを国際標準フォーマットにより提供する。

昭和基地及び周辺域における測地観測や重力観測、地震観測を通して GIA (Glacial Isostatic Adjustment ; 氷河性地殻均衡) やプレート運動に伴う地殻変動現象を観測し、固体地球ダイナミクスについての知見を得るとともに、世界測地基準座標系の高精度化に資するデータを取得する。また、衛星観測やインフラサウンド計測、地温観測で得られたデータと統合的に解析することにより、大気、海洋、氷床などの変動に伴う地殻変動現象を高精度に検出し、表層流体も含めた動的な地球システムの解明を目指す。さらに、南インド洋の地磁気、重力や海底地形データを取得し、固体地球ダイナミクス解明等に資する基礎データを蓄積する。

### 4) 生態系変動のモニタリング

南極域は寒冷な極限環境であり、そこに生息する生物種を調べることは、全球的な生物多様性を把握する上で重要である。また、近年指摘される環境変化に応答すると考えられる生物量・組成変化をいち早く検知する上で、南極の海洋・陸域の生態系変動のモニタリングは必須である。

南極海・南大洋海洋生態系の変化傾向を捉えることを目的として始まった観測船の航路上での表層水温、塩分、栄養塩、プランクトン群集(連続プランクトン採集器の曳航を含む)に関するデータを連続的に取得し、表層水及び海洋上大気中の二酸化炭素濃度の航走観測を継続実施する。また、第Ⅷ期計画から開始したリュツォ・ホルム湾の定着氷域、浮氷域、開放水面域における氷縁生態系観測を継続する。さらに、南極海生態系の高次捕食者であるアデリーペンギンに関し、昭和基地周辺に営巣活動に訪れる個体数変化の継続調査を行う。南極陸域生態系の長期変動監視のため、宗谷海岸露岩域での気象環境の連続自動観測、湖沼環境と生物量変動の係留観測、南極特別保護区であるラングホブデ雪鳥沢流域に設けた植物群落の方形区観測を定期的実施する。また、人間活動と生態系との関係把握の観点から、数年おきに実施してきた昭和基地周辺の土壌微生物相と現存量調査を実施する。

### 5) 地球観測衛星データによる環境変動のモニタリング

南極域における広域の地表面・雲、対流圏・成層圏・超高層大気の状態をモニタリングするため、昭和基地に設置した衛星受信システムを用いてデータ取得を行う。衛星によるリモートセンシングは、地球上で最もアクセスが困難な南極域において、離散的な地上観測を補う最も有効な広域観測手段である。特に、昭和基地で受信する極軌道衛星は、ほぼ同じ地域を長期間にわたり繰り返し観測することができる。こうした広域モニタリング観測は、衛星リモートセンシングにおいて他に有効な手段はない。南極域における中長期の環境変動の実態を解明するため、その基本情報となる南極大陸及びその周辺における雪氷・海洋・大気圏の状態を地球観測衛星を用いて多元的かつ高精度にモニタリング観測する。

#### 4. 公開利用研究の推進

第Ⅷ期計画では、国の事業として実施する「研究観測」や「基本観測」とは別に、観測船や基地などの南極地域観測事業のプラットフォームを利用して南極の特色を生かした研究や技術開発を行うことを目的とした「公開利用研究」を新たな公募カテゴリーとして導入した。この目的は、6年の長期にわたる中期計画に縛られることなく、南極域の科学的価値を最大限に生かすため、大学等の研究者が比較的短期間に集中して、機動的な研究を推進することであった。「公開利用研究」の公募は第Ⅷ期計画で、継続して応募があり、一定の成果が得られている。第Ⅸ期計画では、本制度を更に発展させる観点から、既実施の研究領域にとらわれず、南極域の特色を生かすという趣旨に照らして、南極条約体制や環境影響など、人文・社会学領域等からの公募受付も実施する。一方で、第Ⅷ期計画中に応募された「公開利用研究」では、同行者として自らが参加する計画ではなく観測隊への委託観測が多かったという点が今後の課題としてあげられる。委託観測には、国内外の研究機関や気象業務機関から継続的に依頼があり、かつ、作業内容も軽微な計画があるが、これらについては、国内外の大学等研究機関と国立極地研究所の協定等に基づき、新たに「継続的国内外共同観測」と位置づけて実施する。

「公開利用研究」は南極地域観測事業の枠外で実施され、国内はもとより国外も含んだ大学等の研究機関に所属する研究者が、必要経費を負担した上で立案・実施することを原則とする。提案された計画は、当該年次の観測事業実施計画との整合性を勘案しつつ、科学的妥当性及び計画の実現性の観点の事前審査を行うとともに、計画実施後の自己点検や報告、事後評価などは、第Ⅷ期計画中に確立した一連のプロセスに従って実施する。

#### 5. 設営計画の概要

##### 【ポイント】

- ・ 再生可能エネルギーの利用促進と環境保全対策
- ・ 老朽化した基地設備の更新と集約
- ・ 安全で効率的な基地維持と隊員の負担軽減
- ・ 内陸での観測活動の展開に備えた輸送能力向上の検討

第Ⅷ期計画では昭和基地の再生可能エネルギー活用と環境保全対策の推進、基地の用途別敷地区分（ゾーニング）と建物の適切な再配置計画を立案した。しかし、第Ⅷ期計画後半から続いている大量な積雪の傾向が第Ⅷ期計画に入っても継続し、夏期設営作業に遅れが生じた。加えて、「しらせ」が第53次隊、第54次隊と2年連続して厚い海氷に接岸を阻まれ、車輛、建設資材等の大型物資や十分な燃料を輸送することができなかつたため、車輛・建物・設備の更新計画が大幅に遅れ、一時的に昭和基地の燃料備蓄量が減少する事態となり、内陸への展開も断念せざるを得ない状況となった。

第Ⅸ期計画では、まず第Ⅷ期計画で完了できなかった昭和基地の整備計画を優先して継続することとして、引き続き環境負荷を低減し、コンパクトで効率的な基地を構築する。また、次の第Ⅹ期計画を見据え、内陸への展開に必要な輸送システムの見直しを進め、輸送能力の向上を図る。なお、年次計画策定に当たっては、厳しい海氷状況が続くことを想定し、輸送状況に応じた柔軟な対応を行う。

##### 5-1. 計画的な燃料使用と再生可能エネルギーの活用

「しらせ」の限られた燃料輸送能力で、増え続ける燃料需要を賄うことは困難であり、南極地域観測事業を発展的に継続するためには再生可能エネルギーの利用が必須となる。既に太陽光発電装置は導入済み

で運用実績も上がっているが、暗夜期には使用できない弱点がある。第Ⅸ期計画では、太陽光発電装置に加え、風力発電装置の増設を進め、昭和基地の消費電力に占める再生可能エネルギーの比率を高め、結果として化石燃料の消費を抑えることにより環境負荷の低減を図る。また、将来に備え、国内外の優れた技術を南極の厳しい自然環境下で利用するための実用化実験を積極的に実施する。

### 5-2. 環境保全対策

環境保全対策については、これまでと同様に南極条約環境保護議定書に基づき実施する。観測活動で発生する廃棄物は、国内持ち帰りを原則とし、現地処理は必要最小限にとどめる。環境保全設備として、第Ⅷ期計画では海洋環境保全のために生活排水の処理装置を更新したが、更に第Ⅸ期計画では大気環境保全のため、発電機等からの排出ガス処理設備を導入する。

一方、第Ⅷ期計画では「しらせ」の昭和基地接岸断念の影響による設営計画の大幅変更を余儀なくされたが、昭和基地クリーンアップ計画を着実に実施して、過去に投棄された廃棄物の処理において、地表に放置された廃棄物はその処理をほぼ終了した。しかしながら、埋め立てられた廃棄物は未処理の状況である。第Ⅸ期計画では、埋め立て廃棄物による汚染拡大のリスクを軽減することを最優先とし、その処置を開始する。また、第Ⅷ期計画において着手できなかった、あすか基地近傍に残置した重機等の廃棄物の撤去についても推進する。

### 5-3. 老朽化した基地設備の更新と集約

現在、昭和基地には大小合わせて 68 棟の建物及び貯油タンク、各種アンテナ等の施設があり、そのうち約半数の施設が建設後 20 年以上を経過している。第Ⅸ期計画では、第Ⅷ期計画で決定した基地のゾーニング計画に沿って、老朽化した建物及び送配電設備や各棟の電気設備の更新ならびに集約を実施する。第Ⅸ期計画前半では基本観測棟の建設・運用を行う。この基本観測棟は、現在分散している 4 棟の基本観測系建物を 1 棟に集約するもので、観測環境の改善と省エネルギーの効果が見込まれる。第Ⅸ期計画後半には老朽化した発電棟を更新し、昭和基地の最も重要な設備である発電機も更新する。また、発電機本体の更新に合わせて、再生可能エネルギーとの連系運転装置の新設、造水装置などの関連設備の更新を実施し、更なる省エネルギーと環境負荷の低減を図る。

### 5-4. 安全で効率的な基地維持と隊員の負担軽減

昭和基地にスマートシティの考え方を導入し、安全で効率的な基地を目指す。基地建物の更新と集約は、省エネルギー化の推進に加え、安全管理の観点からも、隊員が単独での業務や悪天時の外出頻度を低減し、建物のスノードリフトを抑制するなどの効果がある。また、送配電設備、給排水設備など生活の基盤となるインフラにも老朽化が目立ち始めているため、それらの設備も順次更新し、事故や環境汚染等のリスクを低減する。設備更新に当たっては、基地施設管理業務の IT 化及び衛星回線を利用した国内との連携を積極的に進めることにより、効率的な維持管理を実現し、隊員の労力軽減を図る。

### 5-5. 内陸での観測活動の展開に備えた輸送能力向上の検討

第Ⅸ期計画以降の実施が構想されている新内陸基地建設には大量の物資輸送が必要となる。第Ⅷ期計画では、内陸への雪上輸送力を増強するため、新型の大型橇や無人牽引トラクターなどの開発・運用を計画したが、昭和基地への搬入が度々延期され、計画通りの実証実験を実施できなかった。南極大陸での物資輸送は、隊員にとって負担の大きい作業であり、大量の物資輸送を実現するためには効率的で隊員への負担の少ない輸送システムの構築が必須である。さらに、将来の内陸での観測に備え、精密機械の輸送が可能な振動の少ない輸送方法の開発も重要であることから、第Ⅸ期計画では、第Ⅷ期計画に引き続き、新型

の大型橋や無人牽引トラクターなどの実証実験を重ねて新たな輸送システムの実用化を図る。また、現状の年1回だけの「しらせ」による昭和基地への接岸を目指す輸送形態では、大量の大型物資を輸送することは難しく、昭和基地以外の輸送拠点や外国船舶の利用も検討する。

## 6. 観測支援体制の充実

### 【ポイント】

- ・ 安全で効率的な観測の推進に向けた、施設・設備面の計画的整備と運用の効率化、及び国内準備段階における安全対策訓練の充実
- ・ 国際連携を図りつつ、航空機利用を拡充して推進する観測の広域化・多様化
- ・ 国内外の連携関係にもとづく海洋観測プラットフォームの効果的利用の継続と発展

### 6-1. 観測隊の安全で効率的な運用

観測活動を効果的に実施する上で不可欠な安全確保を最優先する。科学的有効性の評価がなされた計画を年次計画にまとめる際には、安全を重視しつつ、分野を横断したオペレーションの効率的な実施を図る。隊員編成、隊員訓練、危機管理等の従来のシステムを詳細に点検し、これまで観測隊として実施してきた方策の成果が、次隊以降に有効に引き継がれる体制を構築する。

安全で効率的な観測事業の遂行を可能にするためには、観測施設の計画的拡充、観測施設に対するモニターシステム、遠隔操作技術の確立、観測の無人化といったハード面はもとより、人員が増加し多様化する南極地域観測参加者に対して、参加計画段階からの情報提供、各種の安全教育・訓練の実施、野外活動に際しての経験豊富な隊員の参加といったソフト面の手当ての充実に努めることにより、事故を未然に防ぐ体制を確立する。

輸送・観測支援の要である「しらせ」の航路については、国内外の研究組織や南極観測実施機関との連携を強化し、中長期的な観点からの検討・調整を早期に開始することにより、合理的な運航を年度毎の計画に反映させる。

また、基地を離れた野外の観測・調査拠点への展開や、広域的な観測を行うためには、「しらせ」のほかに、航空機や海洋観測専用船の活用を図ることが必要である。特に、野外調査が活発かつ広範に実施される夏季は、現地活動時間の有効利用や任務を終了した隊員の早期帰国に向けて、ドロンイングモードランド航空網（DROMLAN）や今後発展が見込まれる航空路線の活用を図る。

航空機については、将来的に利用度が高まることが考えられ、航空機を利用した国際連携での捜索・救難体制（SAR:Search and Rescue）の確立を図り、南極観測実施責任者評議会（COMNAP）で議論の始まった国際連携による東南極域における設営ネットワークの構築に参加する。

### 6-2. 航空機の利用

ロス海地域や南極半島地域と比較して東南極域における航空機の利用は小規模に留まっていたが、平成15年のドロンイングモードランド航空網（DROMLAN）の設定や平成20年にオーストラリアが大陸間の運航を開始したことにより、急速に発展した。我が国も平成22年よりDROMLANを輸送手段として正式に利用を開始し、セール・ロンダーネ地域の地学調査、昭和基地への先遣隊の派遣など、有効な手段であることが実証されている。

緊急時における迅速な捜索・救難（SAR）、隊員等のアクセスの多様化、観測の広域化・多様化など、航空機を利用することの利点が非常に多いことは言を俟たない。一方で、航空機の安全で安定した運航を

維持することには依然として多くの課題があり、現時点では、観測船と並ぶ着実な人員・物資輸送手段として位置づけることは未だ多くの困難を伴う。このため、第Ⅸ期計画においても、安全性を第一として、漸次、利用を拡大していくとともに、航空機と船舶を組み合わせた多様なオペレーションの可能性の検討を行う。その際には、引き続き国際的な枠組みのもとで、我が国としての応分の役割を果たしつつ、着実な発展を図る。

### 6-3. 海洋観測プラットフォームの発展

世界有数にして我が国唯一の砕氷可能な観測船である「しらせ」の船上観測や輸送の能力を利用して国内外との共同研究を促進する。特に、「しらせ」を氷海域での観測プラットフォームとして活用することにより、夏季の氷海を対象として、これまでより一層詳細な環境変化の把握や、昭和基地周辺地域以外への観測領域の拡充を図る。

さらに、15,000 キロにもわたる日本から南極大陸への長距離の南北航路は、連続した観測ラインとしても有効であり、「しらせ」の航路上から毎年定期的に海洋のプランクトンの生態や海流及び海底地形等の観測データが得られるため、こうした移動観測プラットフォームとしての「しらせ」の利用拡大を図る。

第Ⅵ期計画以降、国内外の連携研究観測体制の構築が図られ、その中で、海洋観測においては、東京海洋大学「海鷹丸」や豪南極観測船「オーロラ・オーストラリス」などが重要かつ有効な観測プラットフォームであることが認識された。第Ⅷ期計画では、基本観測（海洋物理・化学）、重点研究観測、一般研究観測を「海鷹丸」で実施した。第Ⅸ期計画においても、この連携を更に強化して、機動的な観測計画を立案し、これら観測船と「しらせ」とを有機的に運航することにより、氷海域及び南大洋における時間空間的に相補的な海洋観測を実現させ、基本観測を実施する海洋観測プラットフォームの効果的な活用を図る。

## 7. 情報基盤及びデータベースの整備・充実と情報発信

南極で得られた情報が即座に我が国の関係機関に配信され、国内で分析・解析された結果や新たな情報が直ちに南極側にフィードバックされて、最新の情報や知見が南極の現場と国内の研究者コミュニティとの間で常に共有されるとともに、観測の高度化や基地運営の効率化、設備の安定運用等を推進するため、南極と国内を結ぶ情報通信基盤とその高度利用のためのシステム整備を更に進める。

国内－昭和基地間のインテルサット通信システムの整備・拡充を進めるとともに、「しらせ」船内の LAN 環境や国内－「しらせ」－昭和基地及び野外施設間の情報通信網の整備も進める。昭和基地インテルサット衛星地上局設備は、第 45 次隊（平成 15 年）で導入されたもので、第Ⅸ期計画では次期システムへの更新に向けた準備に取り組む。

また、定常観測、モニタリング観測等による長期間のデータのアーカイブを継続して行うとともに、より短期間の研究観測等により得られた試資料も含めたデータの有効利用と、国際科学会議（IGSU）の下の世界科学データシステム（WDS）や世界気象機関（WMO）、国際電気通信連合（ITU）など、関連諸機関への速やかなデータ提供・公開に向けて、より一層体系化されたデータベースの充実化を図る。こうしたデータの提供・公開・相互利用は、南極条約の理念に沿うものである。具体的には、SCAR の下の南極データマネジメントのための科学委員会（SCADM）が進めている国際的なデータ流通・共有の方針に従い、データ所在情報（メタデータ）や実データのデータベースの整備・公開と相互利用を一層推進する。さらに、平成 28 年以降の「GEOSS 新 10 年実施計画」をはじめとする国際規模の学術連携に貢献し、両極を含む地球システムの理解の促進に資する。

## 8. 国際的な共同観測の推進

南極地域における観測活動は、国際協力と協調を前提とした南極条約体制の下で実施されている。南極条約前文及び第2条の「南極地域における科学的調査の自由」及び同条約第3条の「南極における科学的調査についての国際協力の促進」の趣旨に基づき、国際共同観測や設営資源の共同利用を推進することにより、国際的なリーダーシップを発揮する。また、南極条約協議国会議(ATCM)でも既存の基地や観測船の相互利用の拡大が奨励され、非政府組織(NGO)が供する観測機会の活用が協議されている。

我が国としては、「しらせ」就航に伴い余裕を増した乗船人員枠を利用し、世界の国々の研究者などの南極派遣に積極的に貢献する。また、昭和基地、ドームふじ基地等の基盤的施設も公開し、国際共同観測への門戸を広げる。一方、単に外国研究者を受け入れるのみならず、同じ南極でも気候条件の異なる南極半島や西南極域といった地域での観測研究も、同地域に基地を有する諸外国と共同でこれまで以上に積極的に進める。SCARやCOMNAP等の場での連携を含め、これらを通して、汎南極的・地球規模の研究に貢献する。

南極地域における我が国の最先端の科学研究の優位性・競争力を維持・強化しつつ、諸外国、特にアジア諸国との連携を図り、国際的なリーダーシップを発揮し、研究成果へ反映することへの期待にも応える。日本、中国、韓国、インド、マレーシアのアジア5か国によって「アジア極地科学フォーラム」(AFoPS)を組織しており、オブザーバーとしてタイ、ベトナム、インドネシア、フィリピンの参加を得ている。近年のアジア諸国の極地研究への関心の高まりにも呼応し、単に極地観測に実績のある国々のみならず、新たに極地研究を始めようとしているがまだ実績を有せず基地施設等を持たない国々に対しても、積極的に支援を行う。また、中国、韓国、インドは近年新基地を設け、新砕氷観測船建造を進めて、母国と各基地を結ぶ航路上において、南大洋を広域にカバーする海洋観測を計画している。AFoPSでは、これら観測船を共同プラットフォームとする提案もなされている。南大洋インド洋区では、日豪共同観測による多くの成果を上げており、これを踏まえて、国内の関係する研究者コミュニティとも緊密な情報共有を図り、更なる共同観測の機会拡大を図る。

ドロンイングモードランドからエンダビーランド地域にかけては、近年、マラジョージナヤ基地(ロシア)近隣にベラルーシが新基地を建設し、プリンセスエリザベス基地(ベルギー)においてスイスが観測を開始するなど新たな活動が見られる。第IX期計画では、第VIII期計画で実施してきた多分野に渡るベルギー等との共同観測を継続するとともに、輸送など設営面での協力体制の構築にも着手する。

## 9. 国民への情報発信及び対話活動と教育活動の充実

### 9-1. 国民への情報発信及び対話活動

南極地域観測事業における観測成果や活動及びそれに関する一連の活動を、国民の信頼を得て着実にやっていくために、南極に関する情報発信を正確かつ迅速に行っていく。その方策として、多様なメディア(インテルサット衛星回線によるテレビ会議システムの利用、インターネットのホームページへの記事掲載や報道取材等)を通じて積極的に情報発信を行う。また、国立極地研究所のアウトリーチ施設「南極・北極科学館」を新たな南極観測の情報発信拠点として、サイエンスカフェ、オープンキャンパス、講演会などを通じ、国民が南極の科学に触れ合える環境を整備する。

積極的な広報活動は時代の変化に合わせ、一方向の情報発信にとどまらず、広く国民の声を取り入れながら双方向で推進する。特に、これまでに行ってきたサイエンスカフェは、単なる講演会ではない対話の場として活用する。こうした場を通じて国民からの信頼を得て、南極地域観測事業を推進できる環境の醸成を図る。

## 9-2. 教育活動・人材育成の充実

次世代の人材育成と極域科学の普及の観点から、教育関係者の南極地域観測への参加など、教育現場との双方向の連携を推進する。特に、第Ⅷ期計画で開始した教員の南極派遣制度により、現地から「南極授業」という形で教育現場に直接メッセージを発信する事業は、各方面から高い評価を得ている。今後、専門家の意見も参考に学校教育への活用、例えば南極の科学的成果をベースにした教材づくりなどをより一層推進する。また、若手研究者の養成及び次世代の人材育成の観点から、越冬隊を含む、大学院学生の南極地域観測隊への参加をより促進するための方策を検討する。

国内においては、第Ⅶ期計画期間中に開始した中高生南極北極オープンフォーラムを継続、発展させるとともに、国立極地研究所の「南極・北極科学館」の展示施設を小・中学生の教育の場としても活用する。

10. 年次計画

10-1. 観測年次計画

第Ⅹ期主要観測年次計画表

対象領域	58	59	60	61	62	63
中間圏 電離圏	重点サブテーマ1					
<b>大気圏</b>	昭和基地：大気全層通年観測（風速・温度・化学量等） ・大型大気レーダー ・ミリ波分光 ・MFレーダー ・レイリー/ラマン/共鳴散乱ライダー ・各種気球観測 ・大気光イメージャ ・オーロラ光学観測 ・高速カメラ					
成層圏 対流圏	重点サブテーマ2					
季節海水域	☆	☆	☆	☆	☆	☆
<b>海水・海洋 ・生物圏</b>	ケープダンレー沖：海洋海水観測				トッテン氷河 ビンセネス湾 海洋・海水 総合観測	
	☆	☆	☆	☆	☆	☆
定着氷 氷床末端	☆	☆	☆	☆	☆	☆
<b>大陸氷床 ・固体圏</b>	重点サブテーマ3		アイスライズ観測		アイスライズ掘削	
	ドロンイングモードランド山地調査		☆		☆	
	ドームふじ周辺調査		ドームふじ レーダー探査 浅層掘削		ドームふじ 物資輸送	
内陸	アイスレーダー・掘削機等整備		ドームふじ レーダー探査 浅層掘削		ドームふじ パイロット孔 掘削	
しらせ 海洋観測船 昭和基地 東南極沿岸/内陸 他地域	基本観測（定常観測・モニタリング観測）					
	一般研究観測・萌芽研究観測					

10-2. 設営年次計画

第Ⅷ期主要設営年次計画表

		58	59	60	61	62	63
大型計画		基本観測棟建設			発電機更新		
主な基地作業	建築	基本観測棟建設			新発電機棟建設		
		風力発電機(3号機・4号機)建設*、旧電離層棟・気象棟・地学棟解体*					
	土木	コンテナヤード整備 埋立廃棄物処理関連工事					
	機械	基本観測棟設備工事			新発電機棟設備工事		
		発電機オーバーホール			自然エネルギー連系設備工事*		
		夏期宿舍汚水処理対策工事*					
	送配電・各棟電気設備更新						
その他	雪上車・車輛・橋の搬入と持ち帰り整備の計画的実施 燃料(基地発電機用及び内陸旅行用)の計画的搬入 埋立廃棄物処理						
内陸旅行			○		○	○	○

(注：\*印の工事等は予定期間中に適宜実施)

11. 次期(第Ⅸ期)以降の中期計画の展望

第Ⅷ期計画に続き、第Ⅸ期計画では、全球的視野、国際貢献などの観点から、必要性の高い研究観測を重点研究観測として選定した。急速に顕在化する温暖化の影響において、東南極域はそのシグナルはまだ多いとは言えない。しかし、ひとたび変化が起これば地球環境に多大な影響を及ぼす事は間違いなく、現時点では温暖化を抑制する最後の砦となっているとも言える。SCAR が平成 26 年に公表した長期構想プラン「SCAR Horizon Scan」では、重要課題が絞り込まれたとはいえ、その対象は極めて多様である。次期(第Ⅸ期)計画以降においてもこれら課題に挑むためには、昭和基地の運営を効率化するとともに国際連携を最大限に推し進め、他地域への観測展開を図ることが求められる。また、観測計画の選定、実施、評価を迅速に行い、優れた観測計画に設営リソースを重点的に投入することも重要である。

なお、「SCAR Horizon Scan」でも課題として取り上げられているように、地球環境問題等を通じて、人類社会における極域の重要性が増しつつある現在、人文・社会学系の研究の必要性も考慮する。

○第Ⅸ期計画では、昭和基地における大型大気レーダー(PANSY レーダー)観測を安定的に継続実施することに加え、氷床深層掘削を中心とするドームふじ基地周辺などの内陸域での観測や、プリンセスエリザ

ベース基地などドローイングモードランド沿岸部に展開する広域的な調査・観測が見込まれる。第Ⅹ期計画における昭和基地の観測と運営、ドームふじ基地への物資輸送及び広範囲に展開する野外活動を効率的に実施するために、第Ⅷ期計画の評価結果の積極的活用及び第Ⅸ期計画の実施状況を勘案した緻密な第Ⅹ期計画の策定を行う。また、内陸への輸送や東南極域の広域な展開を目指す無人観測ネットワークの構築などにおいては、国際連携を積極的に活用して、合理的運営を第Ⅹ期計画に反映させる。

○観測隊の活動規模は増加し、活動内容は多様化し続けているが、隊員と同行者という参加者区分による構成が観測隊の運営の効率化を図る観点から妥当であるか、多面的な検討を行う。

○国際的な要請も高い基本観測については、質の高いデータを安定して長期的に蓄積していくことが引き続き求められる。顕著に進歩している計測技術を南極という過酷な環境下でも最大限に生かすべく、観測環境の整備・点検を進める。また基本観測の成果が、将来の新たな研究計画の立案、実施に結びつくよう、データ公開と利用促進のための取組はますます重要となっている。このため、積極的に有用な最先端技術を取り入れ、情報通信体制を活用した現地と国内の連携も強化させるとともに、国際的に活用されるデータベースを充実させる。

○第Ⅷ期計画では、「しらせ」接岸不能時に生ずる輸送量の制限から、基本観測及び重点研究観測などに活動の重点を絞り込んだ複数の輸送計画策定と越冬観測設営計画の見直しを繰り返し行った。これにより、一定の観測を維持継続するために必要な越冬隊の規模に関する基本的な情報が得られた。これらを踏まえて、越冬隊の活動の一層の効率化を進めるとともに、航空機の効果的な利用や、「しらせ」の接岸可否に左右されない輸送戦略の検討など、隊員の移動や物資輸送の多角化の方策を探る。また、内陸への物資輸送拠点として、昭和基地以外に適切な場所があるかを調査した上で、内陸活動計画に応じた新たな内陸輸送ルートを設定する。さらに、氷床深層掘削拠点となる内陸新基地の建設を行う。

○現地活動を継続する中で、環境保全に対する取組を一層強化するとともに、南極地域における観測活動が自然に与える影響をモニタリングする累進的環境影響評価を具体的に実施する。フィールドサイエンスの最前線である南極地域観測を国家事業として継続、発展させることの重要性の認識を堅持し、観測事業を通じて我が国のプレゼンスの向上を図る。

## 基本観測の実施体制と分類

定常観測(情報通信研究機構・気象庁・国土地理院・文部科学省・海上保安庁)	
1. 電離層観測(情報通信研究機構)	
電離層の観測	国際基準に基づく電離層電子密度プロファイル、電波伝搬特性を観測し、宇宙天気予報に利用するほか、世界資料センターに送付し、世界的利用に供する。長期間にわたる観測データの蓄積により、地球環境の長期変動解析の基礎資料に資する。
宇宙天気予報に必要なデータ収集	宇宙環境変動を示すオーロラ、地磁気、電離圏擾乱等の情報のリアルタイムデータ収集を実施し、宇宙天気予報に提供する他、速報データとして公開し、世界的利用に供する。
2. 気象観測(気象庁)	
地上気象観測	全球気候観測システム(GCOS)の観測地点となっており、最も基本的な気象観測であり、南極域の気候監視に重要であるとともに、昭和基地周辺の野外活動や輸送活動支援に不可欠であることから地上気象観測を継続して実施する。また、航空機の安全運航に資するため、大陸の航空観測拠点においてロボット気象計による観測を実施する。
高層気象観測	GCOSの観測地点となっており、南極域の気候監視に重要であるとともに、野外活動や輸送活動支援に不可欠な観測であることから、高層気象観測を継続して実施する。
オゾン観測	全球大気監視(GAW)計画の観測地点となっており、オゾン層や南極域のオゾンホールなどの気候監視や気候変動の監視など重要な観測であることから、オゾン分光観測(全量・反転)、地上オゾン濃度観測及びオゾンゾンデ観測を継続して実施する。
日射・放射量の観測	世界気候研究計画(WCRP)の基準地上放射観測網(BSRN)や全球大気監視(GAW)計画の観測地点となっており、長期間の観測データが重要であることから、日射・放射量の観測を継続して実施する。
天気解析	観測隊の野外活動の多様化などに伴い気象情報の提供が必要かつ重要であることから、引き続き天気解析を継続して実施する。
3. 測地観測(国土地理院)	
測地測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地球規模の測地パラメータ取得 国際 GNSS 事業(IGS)に参加し、GNSS 観測・解析等を通じて全球統合測地観測システム(GGOS)の活動を推進するとともに、地球規模の事象の監視に貢献する。また絶対重力測量及び相対重力測量を実施し、全地球の重力場の変動を把握して国際重力データベースの構築及び地殻変動、地球内部構造の把握を行う。</li> <li>・局地的な測地情報の精密化 前期の計画から引き続き、日本の南極観測事業に必要な地域の正確な位置情報の維持管理のため、必要となる地域の測地測量を実施する。また、南極域における標高情報の高精度化に必要な測地測量、内陸地域の地形情報整備に必要な測地測量を実施する。</li> </ul>
地形情報の整備	無人航空機(UAV)及びヘリコプターによる空中写真撮影を実施し、大縮尺地形情報を整備更新する。また、前期の計画から引き続き、南極の沿岸から内陸に至る氷床を含む地形情報を整備する。
地図情報等の整備・公開	国土地理院がこれまでに作成した南極地形図の維持管理を行うとともに、そのデータ及び基礎的な測地観測情報等を含む測量成果をインターネット上で分かりやすい形で公開していく。
4. 海洋物理・化学観測(文部科学省)	
海況調査	南極海における海水循環等を解明するために、水温、塩分、海流等の測定や海水の化学分析を継続して行う。
南極底層水の観測	海水縁付近における海底付近までの観測によって、南極底層水の変動に関するデータを取得する。
5. 海底地形調査・潮汐観測(海上保安庁)	
海底地形調査	「しらせ」に搭載されたマルチビーム測深機により海底地形を調査する。
潮汐観測	東オングル島西の浦での潮汐観測を継続する。また、地球規模の海面水位長期変動監視のための国際的な世界海面水位観測システム(GLOSS)へのデータを提供する。

モニタリング観測(国立極地研究所)	
1. 宙空圏変動のモニタリング	
オーロラ光学観測	単色CCDイメージャ、カラーデジタルカメラ、白黒ビデオカメラを用いて、全天の電子オーロラとプロトンオーロラの降下粒子エネルギー特性も含めた時間空間変化の同時観測を行い、オーロラ活動のモニタリングを行う。
地磁気観測	地上磁場の全磁力、偏角、伏角を正確に求め、地球内部起源の磁場の長期変動のモニタリングを行う。地磁気3成分変化の通年連続観測から、磁場変動をもたらすオーロラ活動の長期変動のモニタリングを行う。
西オングル島における宙空モニタリング観測	電磁雑音の少ない西オングル島において、太陽風－磁気圏－電離圏－地球大気結合系の中で生起する自然電磁波動、及び銀河雑音電波吸収の観測を行い、地球周辺の宇宙環境(ジオスペース)の変動をモニタリングする。
2. 気水圏変動のモニタリング	
大気微量成分観測(温室効果気体)	大気中の温室効果気体のバックグラウンド状態を監視し、それらの放出源・吸収源強度の変動や南極域への物質輸送過程を明らかにするために、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、CO などの濃度、同位体比及び関連成分の連続観測を行う。
エアロゾル・雲の観測	エアロゾルの粒径分布、化学成分、ブラックカーボン濃度を粒子カウンター等による地上観測や、スカイラジオメータ、マイクロパルスライダー及び全天雲カメラによる雲・エアロゾルの光学・物理特性に関するリモートセンシング観測を実施する。
南極氷床の質量収支モニタリング	氷床氷縁部からドームふじへ至る内陸ルート沿いに設置された雪尺、昭和基地からとつぎ岬間の海水厚と氷上の積雪深のデータ集積、ルート沿いの雪サンプリング、無人気象観測装置のメンテナンスを実施する。
しらせ航路上及びリュツォ・ホルム湾の海水・海洋物理観測	南極海水域の変動機構を明らかにするために、船上において海水状況、海水の流速分布及び船体挙動に関するデータを航走観測によって取得する。また、昭和基地付近を含むリュツォ・ホルム湾の定着氷の氷厚・積雪深を計測する。
3. 地圏変動のモニタリング	
統合測地モニタリング観測	昭和基地での DORIS、GPS、VLBI、超伝導重力計による観測を通して地殻変動現象の検出や測地座標系の高精度化に資するデータを取得する。合わせて、周辺露岩、氷床、氷海上での衛星データ地上検証観測、沿岸域 GPS 観測、地温通年観測を行い、衛星観測データとの統合的解析から大気、海洋、氷床を含む動的な地球システムの解明を目指す。
地震モニタリング観測	グローバル国際デジタル地震観測網等へ貢献するため、昭和基地における短周期地震計(HES)、及び広帯域地震計(STS-1)各3成分の連続観測、及び沿岸露岩域における地震観測を実施する。
インフラサウンド観測	昭和基地におけるインフラサウンド(周波数 20 Hz 以下の可聴下音波)の 3 点アレイ観測により、オーロラ、隕石落下による衝撃波、火山噴火、波浪・津波・地震による振動、海水消長や氷震等の検出についてモニタリングを行う。
船上地圏地球物理観測	「しらせ」の航路に沿って地磁気、重力、海底地形データを取得し、マップ作成等の基礎データを蓄積する。さらに、海底圧力計の設置・回収を行い、海水位モニタリングを実施する。
4. 生態系変動のモニタリング	
アデリーペンギンの個体数観測	ペンギン営巣地において、営巣数や個体数を計測、または写真撮影する。
海洋生態系モニタリング	「しらせ」及び基本観測を実施する船上における、表層海洋中の水温塩分、CO <sub>2</sub> 、クロロフィル a 濃度の航走観測、CTD、採水器、ノルパックネットを用いた浅層鉛直観測、CPR 観測のほか、「しらせ」では氷海内停船観測も行う。また、衛星画像を入力、解析し、海洋環境の経年変動データを蓄積する。
陸域生態系変動のモニタリング	宗谷海岸露岩域に発達してきた陸域生態系と生物環境の変動の実態を捉えるため、昭和基地周辺の土壌微生物モニタリング、ラングホブデ雪鳥沢流域周辺の陸上植物群落の方形区観測、露岩域の微気象観測、湖沼の水質と湖沼環境変動の係留観測を実施する。
5. 地球観測衛星データによる環境変動のモニタリング	
極域衛星データ受信	極軌道を周回する地球観測衛星(NOAA、MetOp、TERRA、AQUA、DMSP、NPP 衛星等)のリアルタイム観測データを昭和基地で受信し、南極域の海水・雪氷・雲分布をはじめ、対流圏・成層圏の気温や水蒸気の鉛直プロファイル、超高層大気へのオーロラエネルギーの流入等を広域にモニタリング観測する。

略語一覧

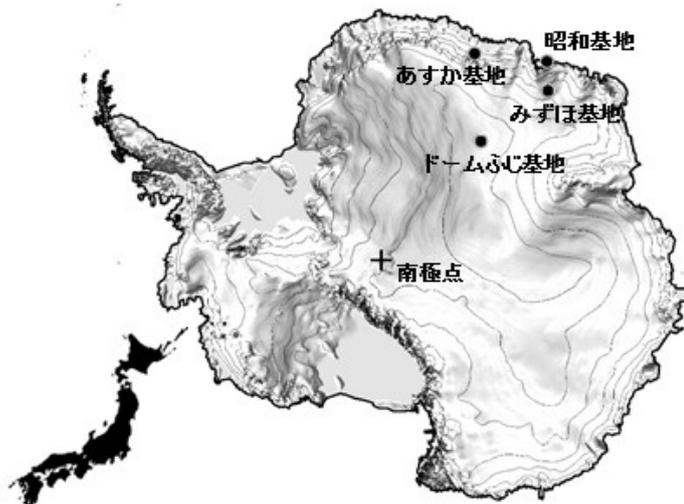
AFoPS	Asian Forum for Polar Sciences	アジア極地科学フォーラム
ATCM	Antarctic Treaty Consultative Meeting	南極条約協議国会議
COMNAP	Council of Managers of National Antarctic Programs	南極観測実施責任者評議会
CTD/RMS	Conductivity–Temperature–Depth profiler / Rosette Multi–bottle Sampler	採水システム付き水温・塩分・水深測定装置
DROMLAN	Dronning Maud Land Air Network	ドロンピングモードランド航空網
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program	軍事気象衛星計画
GAW	Global Atmosphere Watch	全球大気監視
GCOS	Global Climate Observing System	全球気候観測システム
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems	全球地球観測システム
GGOS	Global Geodetic Observing System	全球統合測地観測システム
GIA	Glacial Isostatic Adjustment	氷河性地殻均衡
GLOSS	Global Sea Level Observing System	世界海面水位観測システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HCA	Hydrographic Commission on Antarctica	国際水路機関南極地域水路委員会
IASC	International Arctic Science Committee	国際北極科学委員会
ICSU	International Council for Science	国際科学会議
IGS	International GNSS Service	国際 GNSS 事業
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
ISES	International Space Environment Service	国際宇宙天気予報サービス
ITRF	The International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
MF	Medium Frequency	中波(300–3000kHz)
ITU–R	International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector	国際電気通信連合無線通信部会
NGO	Non–Governmental Organizations	非政府組織
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	米国海洋大気庁
NPP	National Polar–orbiting Operational Environmental Satellite System Preparatory Project	極軌道気象衛星準備プロジェクト
PANSY	Program of the Antarctic Syowa MST (Mesosphere/Stratosphere/Troposphere) / IS (Incoherent Scatter) Radar	南極昭和基地大型大気レーダー計画
SAR	Search and Rescue	捜索・救難体制
SCADM	Standing Committee on Antarctic Data Managers	南極データマネジメントのための科学委員会
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research	南極研究科学委員会
SCTF	Scientific Cooperation Task Force	北極評議会研究協カタスクフォース
SOOS	Southern Ocean Observing System	南大洋観測システム
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機

ULF	Ultra Low Frequency	極超長波 (300-3000Hz)
URSI	Union Radio-Scientifique Internationale (International Union of Radio Science)	国際電波科学連合
VLF	Very Low Frequency	超長波(3-30kHz)
WCRP	World Climate Research Programme	世界気候研究計画
WDS	World Data System	世界科学データシステム
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関

南極地域地図

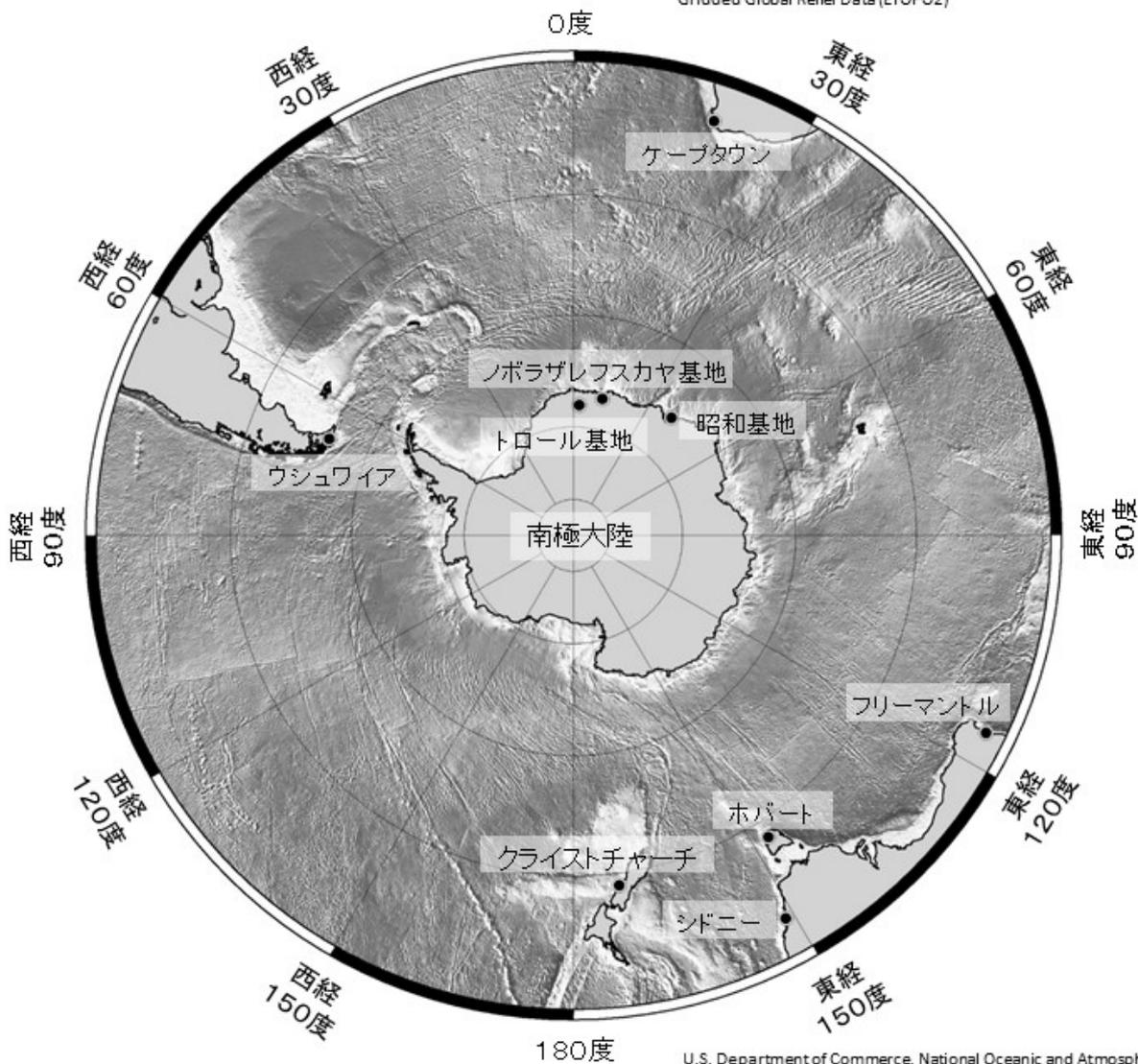
1. 南極大陸全図

大陸の面積：約1,388万km<sup>2</sup>  
 (日本の約37倍)  
 平均高度：2,010m  
 最高地点：4,892m  
 平均気温：-10.5℃  
 (昭和基地/年平均)  
 最低気温：-89.2℃  
 (ロシア・ポストーク基地)  
 日本からの距離：約15000km



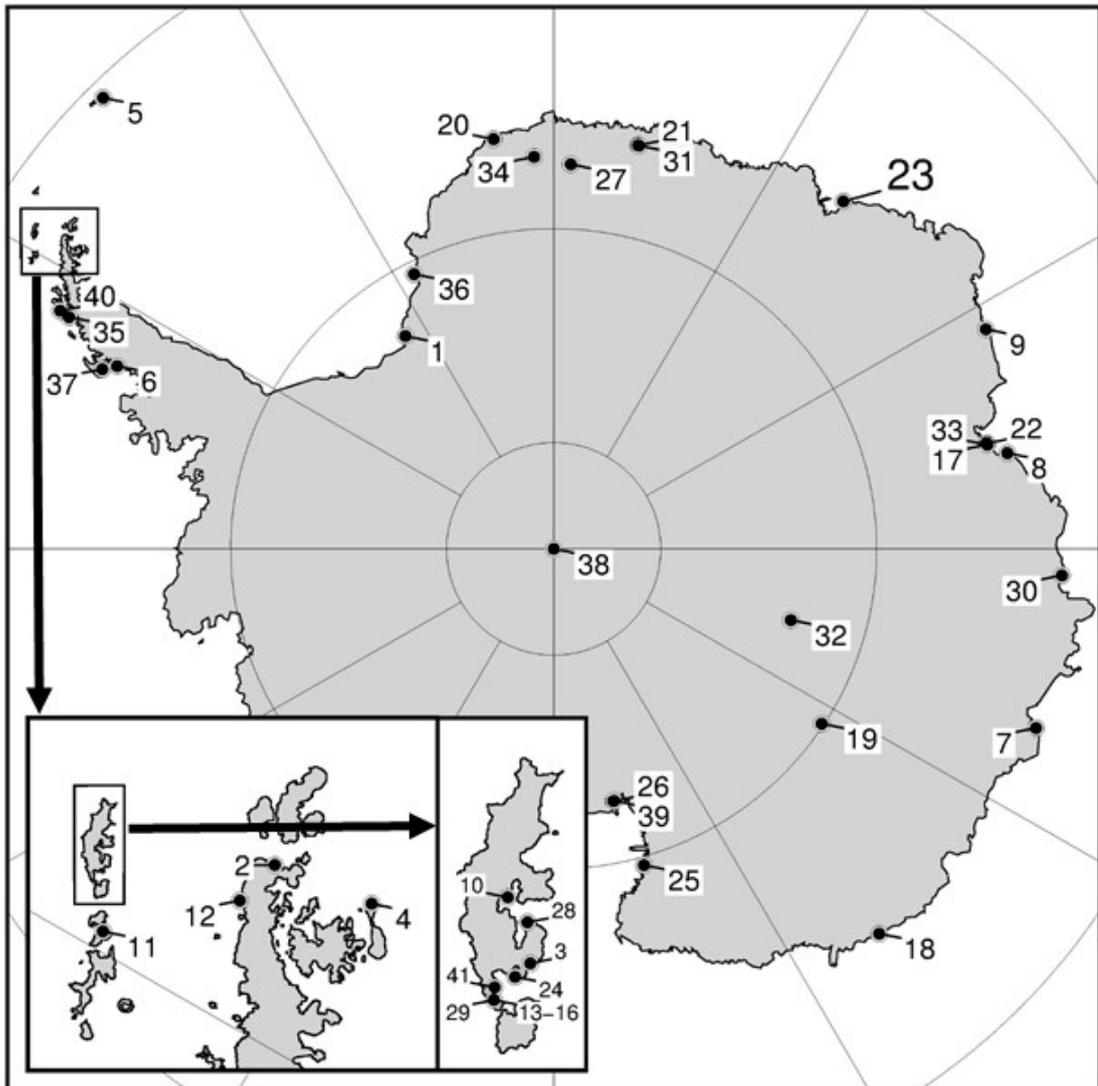
U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, 2001. 2-minute Gridded Global Relief Data (ETOPO2)

2. 大陸間相関図



U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, 2001. 2-minute Gridded Global Relief Data (ETOPO2)

### 3. 各国の越冬基地（2015年）



- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1. ベルグラノーII 基地(アルゼンチン)                  | 23. 昭和基地(日本)           |
| 2. エスペランサ基地(アルゼンチン)                     | 24. 世宗基地(韓国)           |
| 3. カルリニ基地(アルゼンチン)                       | 25. 張 保阜基地(韓国)         |
| 4. マランビオ基地(アルゼンチン)                      | 26. スコット基地(ニュージーランド)   |
| 5. オルカダス基地(アルゼンチン)                      | 27. トロール基地(ノルウェー)      |
| 6. サン・マルティン基地(アルゼンチン)                   | 28. アルツトゥスキイ基地(ポーランド)  |
| 7. ケイシー基地(オーストラリア)                      | 29. ベリングスハウゼン基地(ロシア)   |
| 8. デイビス基地(オーストラリア)                      | 30. ミールヌイ基地(ロシア)       |
| 9. モーソン基地(オーストラリア)                      | 31. ノボラザレフスカヤ基地(ロシア)   |
| 10. コマンダンテ・フェラス基地(ブラジル)                 | 32. ポストーク基地(ロシア)       |
| 11. アルツロ・ブラット基地(チリ)                     | 33. プログレス基地(ロシア)       |
| 12. ベルナルド・オヒギンズ・リケルメ基地(チリ)              | 34. サナエIV基地(南アフリカ)     |
| 13. エドアルド・フレイ・モンタルバ基地(チリ)               | 35. ベルナツキー基地(ウクライナ)    |
| 14. ルーテルナント ロドルフォ マーシュ M. エアロドローム基地(チリ) | 36. ハリー基地(イギリス)        |
| 15. フリオ・エスクデロ基地(チリ)                     | 37. ロゼラ基地(イギリス)        |
| 16. 長城基地(中国)                            | 38. アムンゼン・スコット基地(アメリカ) |
| 17. 中山基地(中国)                            | 39. マクマード基地(アメリカ)      |
| 18. デュモン・デュルビル基地(フランス)                  | 40. パーマー基地(アメリカ)       |
| 19. コンコルディア基地(フランス、イタリア)                | 41. アルティガス基地(ウルグアイ)    |
| 20. ノイマイヤIII基地(ドイツ)                     |                        |
| 21. マイトリ基地(インド)                         |                        |
| 22. パーラティ基地(インド)                        |                        |