

WHAT WE LEARN FROM ANTARCTICA

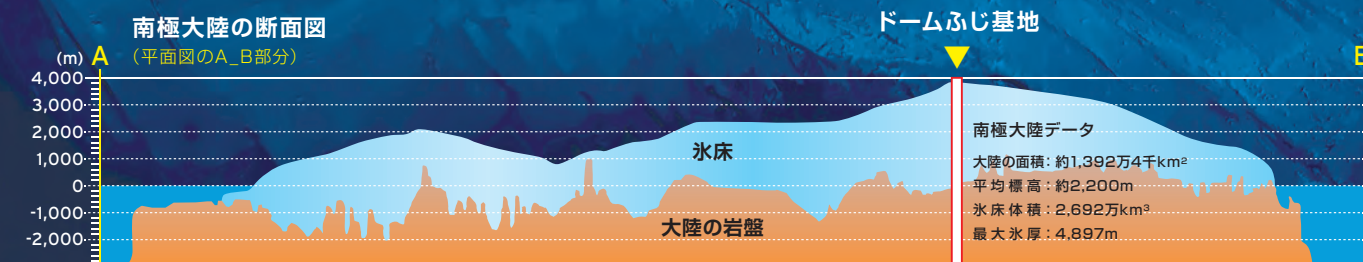
# 南極 観測

JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH PROGRAM





# 地球の未来を読み解くために、 世界が、南極観測に取り組んでいます。



## 人類共通の財産、南極

南極 — この氷の大陸に人類が第一歩を踏み出してから、すでに2世紀近くの歳月が流れました。かつては探検家の夢であり、国家の威信を誇るステージであり、ときには領土権争いの対象でもあったこの大陸で、いま、人類は手を取り合い、さまざまな自然現象から、地球の過去を知り、未来を予測しようとしています。人間活動がほとんど行われていない南極は、地球環境を正確にモニターできる、地球上でも希有な場所だからです。世界各国は、お互いに協力しあって観測や研究を進め、その成果をもとに地球環境の変化を監視していく必要があります。そのためには、南極を誰のものでもない、人類共通の財産として守っていかなくてはなりません。

## 南極の未来は、人類の未来

南極の観測から得られる地球環境の記録は、ある特定の国や地域だけにかかわるものではなく、人類全体にかかわっています。例えば、南極の巨大な氷床には過去の気候



変動の記録が、その下に広がる岩盤には地殻変動の記録が、そして南極で大量に見つかった多様な隕石には太陽系の記録が保存されています。これら进行分析することで、地球の過去から現在までの変動の様子とそのメカニズムを解明し、将来予測に役立てることができま

さらに地球上の淡水の約7割が氷床として存在する南極は、それ自体が地球温暖化を制御する巨大な冷源の役割を担っています。また南極大陸沿岸で生産される塩分が高くかつ冷たい海水は、地球を循環する海流の起点となって世界の海を駆け巡り、各地の気候に大きく影響します。

南極は、日本から遠く離れた氷の大陸ですが、その挙動は、私たちの生活と深く関わっています。だからこそ、ここで一体何が起きているのか、注意深く監視する必要があります。

## 日本の南極観測の歩み

日本の南極観測のルーツは、今から100年以上前の1912年に白瀬矗ひさる探検隊によって行われた学術探検にまで遡ります。その後、1957年の昭和基地開設以来、継続的な観測を通して、世界に先駆けた隕石の大量発見（1970年代）、世界初のオゾンホール発見（1982年）、南極の湖底に広がる緑の森、コケボウズの発見（1995年）など、日本は知のフロンティアを切り拓いてきました。さらには2006年には深さ3,000メートルの氷床掘削に成功し、2019年にはオーロラを発生させる高エネルギー電子が大気圏に降り注ぐ仕組みも解明しました。これらは日本の観測隊の大きな成果であり、そのデータは世界に共有され、地球環境保全やサイエンスの発展に貢献しています。



### 南極を守るために 世界がひとつに

2021年現在、54カ国が加盟する南極条約。日本は12カ国の原署名国の一つとして、1961年の条約発効以来その一翼を担ってきました。会議では、南極地域の環境保護についての協議も進められています。

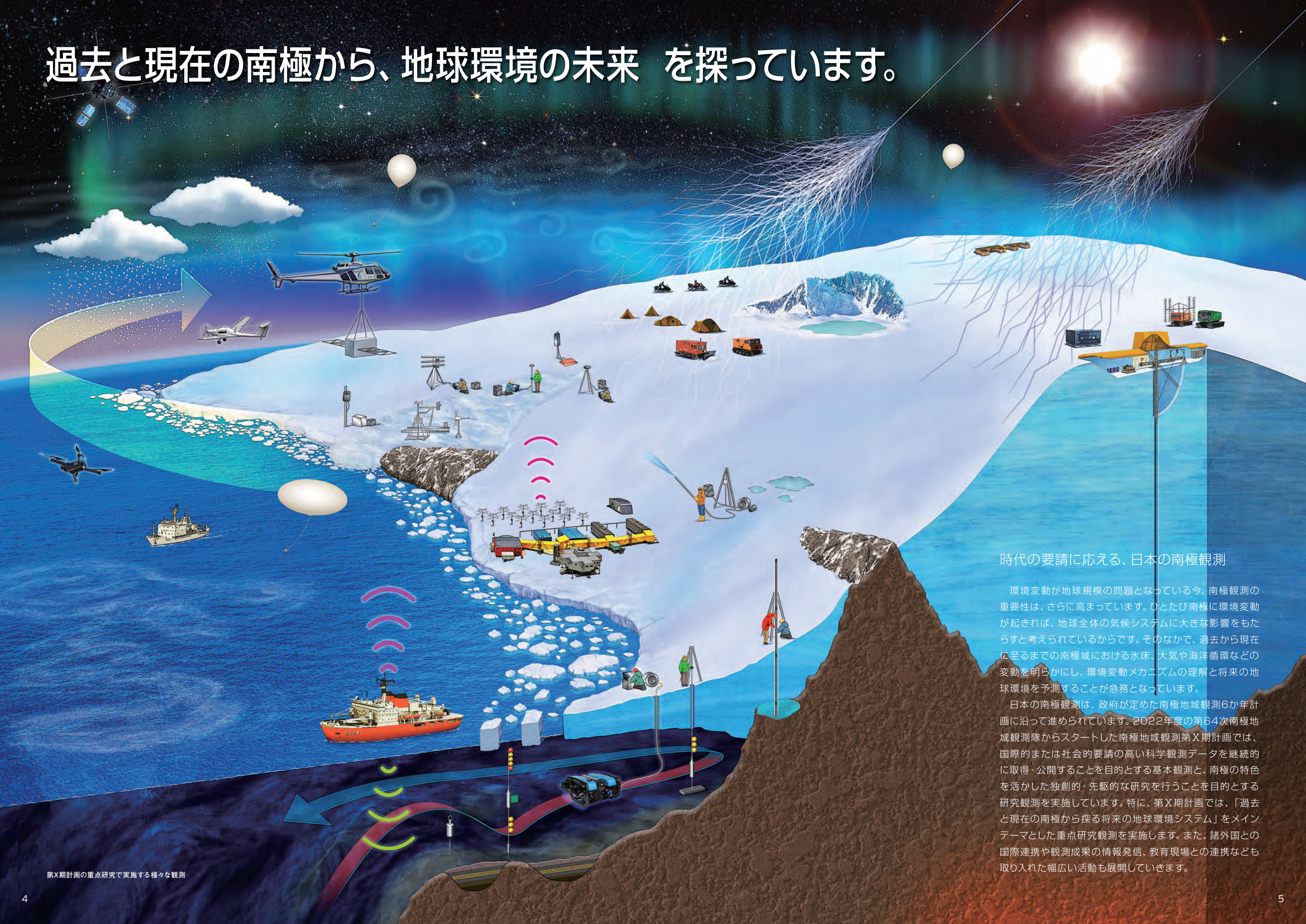


### 世紀の冒険だった南極観測

1956年11月8日、初代南極観測船「宗谷」に乗って東京の晴海棧橋を出港した第1次南極地域観測隊は、翌1957年1月29日に南極のオングル島に昭和基地を開設。日本の南極観測が始まりました。



# 過去と現在の南極から、地球環境の未来を探っています。



## 時代の要請に応える、日本の南極観測

環境変動が地球規模の問題となっている今、南極観測の重要性は、さらに高まっています。ひとたび南極に環境変動が起これば、地球全体の気候システムに大きな影響をもたらすと考えられているからです。そのなかで、過去から現在に至るまでの南極域における氷床、大気や海洋循環などの変動を明らかにし、環境変動メカニズムの理解と将来の地球環境を予測することが急務となっています。

日本の南極観測は、政府が定めた南極地域観測6か年計画に沿って進められています。2022年度の第64次南極地域観測隊からスタートした南極地域観測第X期計画では、国際的または社会的要請の高い科学観測データを継続的に取得・公開することを目的とする基本観測と、南極の特色を活かした独創的・先駆的な研究を行うことを目的とする研究観測を実施しています。特に、第X期計画では、「過去と現在の南極から探る将来の地球環境システム」をメインテーマとした重点研究観測を実施します。また、諸外国との国際連携や観測成果の情報発信、教育現場との連携なども取り入れた幅広い活動も展開していきます。



## 日本の南極観測最前線(1)

# 最古級のアイスコア掘削を軸に、 過去100万年の気候変動を解明する。

### 100万年前のタイムカプセル

この先、地球環境はどう変化するのか。そこで人類が生き延びるためには何が必要か。南極には、それを知るための大きなヒントが眠っています。なぜなら、南極大陸とその周辺地域には、この研究に適した長い時間スケールの環境変動や氷床変動の記録が、さまざまな形で残されているからです。

そのひとつに、南極氷床を構成する氷があります。南極氷床は、南極で長年降り積もった雪が圧力を受けて氷に変化したもので、当時の気温が記録されているだけでなく、積雪時の空気や塵などがそのまま保存されています。

昭和基地から内陸に1,000km離れたドームふじ基地近

傍には、過去100万年を超える歴史が記録された氷が存在する可能性があります。この内陸部の厚い氷床を円柱状にくり抜いて採取したアイスコアを解析することで、私たちは、過去100万年を遡る気温の変化や大気成分の変化を知ることができるのです。

### 過去を知るとは未来を知ること

南極氷床は、その形成後、何度も拡大と縮小を繰り返してきました。その記録は、南極氷床の周辺沿岸域の陸上・湖底・海底の地形や堆積物に残されています。昭和基地が位置する東南極エリアの氷床は、これまで約12万年前の最終間氷期以降の変動の実態が未解明の地域でしたが、この ➤



#### 気候の大変動の謎を解き明かすために

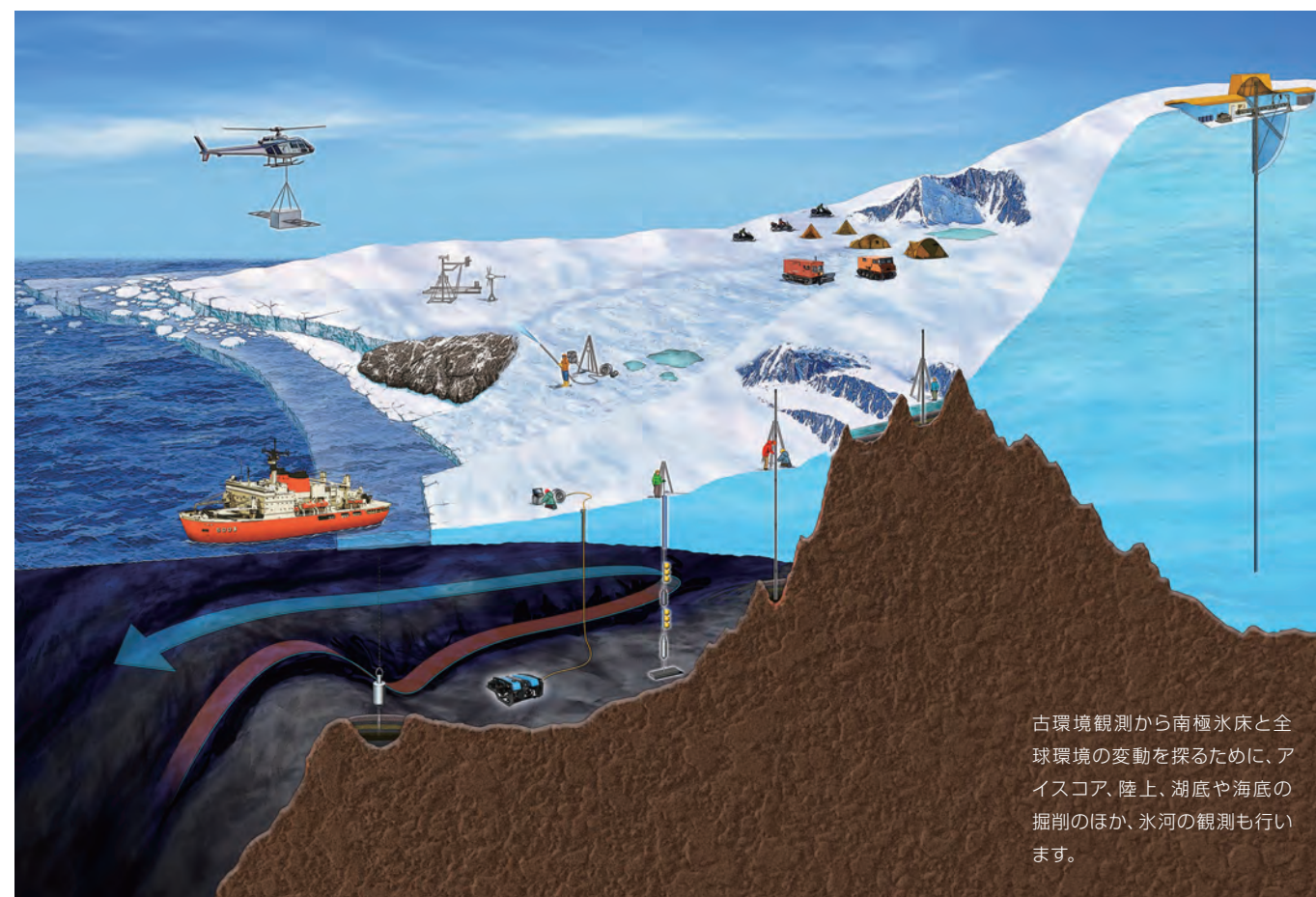
現在の地球は、主に10万年の周期で氷期と間氷期を繰り返しています。この周期は、100万年前ごろに4万年から今の10万年に変わりましたが、なぜその変化が起こったのかは分かっていません。過去100万年を記録した氷は、この問題を解き明かす鍵にもなります。

地域を対象とした氷河地形、氷河堆積物、環境変化に敏感な海底や湖底の堆積物を総合的・系統的に採取・解析することで、東南極氷床が、いつ、どのような状況のときに氷床量がどのように変動したのかを高精度で復元することができます。

日本の南極観測では、このような東南極の長期の気候や氷床の変動を記録する試料採取と試料分析やデータ解析とともに、数値モデリングを展開することで、将来予測の高精度化を進展させています。現在起こっているできごとを直接観測するだけでなくとどまらず、過去に起こったさまざまな変動を定量的に復元し、それらを時系列で比較することは、地球環境の変動メカニズムを理解し、将来の見通しを得るために重要な意味を持っています。それを知ることは、人類が未だ経験したことのない未来に備えるための一助となるはずです。



ドームふじ基地内部の第2期(2001~2007年)深層掘削孔



古環境観測から南極氷床と全球環境の変動を探るために、アイスコア、陸上、湖底や海底の掘削のほか、氷河の観測も行います。



#### 堆積物から見える気候変動

過去、地球におきた気候変動は東南極沿岸域の陸上や湖底、海底の堆積物に記録されています。これらの堆積物を掘削し、過去の南極の氷床融解を高精度で明らかにすることで、将来の海水準上昇の予測につなげます。



#### 氷床融解の謎に迫る

南極観測船「しらせ」の能力を最大限に活用して、昭和基地のあるリュツォ・ホルム湾やトッテン氷河沖で海底堆積物掘削を行います。様々な場所から得られた堆積物を分析することで過去の氷床変動を高精度で明らかにします。



## 日本の南極観測最前線(2)

# 氷床と海をつなぎ、 氷床融解と物質循環のしくみを探る。

### 海水準上昇の正確な予測のために

南極氷床の体積は、陸上の氷の約90%を占めており、これがすべて融解すると、地球の海面を約60m上昇させます。今後の地球温暖化によって、この氷床の一部にでも変化が生じれば、将来の地球規模の海水準（陸地に対する海面の相対的な高さ）に大きな影響を与える可能性が指摘されています。将来の海水準上昇の予測を正確に行うためには、現在、南極氷床が変動しているのかどうかという実態の観測と、その変動が生じる原因と影響を明らかにする必要があります。

昭和基地は、南極氷床の中でも、莫大な氷床を有する東南極地域にあります。ここは、これまで西南極地域に比べて安定的であると考えられていましたが、近年ではトッ

ン氷河周辺地域をはじめとする東南極氷床の末端部での流動や消耗、氷山の流出が加速していることがわかってきました。なかでも、南極大陸を取り巻く「周極深層水」が、南極氷床や南大洋の海氷に対して、どのような影響を与えているのかを探る日本の観測活動が、いま、世界で注目されています。

### 最新技術で世界初の観測を

氷床の融解によって莫大な淡水が海洋に流れ込むと、海水準の上昇のみならず海氷の形成過程にも大きな影響を及ぼすと考えられます。南大洋における海氷の変化は、生物生産・物質循環の変動や深層大循環の変化を通じて、地球の気候システム全体に影響を与えます。その実態を知る ➤



“暖かい海水”が南極の氷を融かす

トッテン氷河をはじめとした東南極氷床の末端部では、“暖かい海水”が氷河を底から融かしているということがわかってきました。南極観測船「しらせ」の観測では、最新の技術を導入して、この“暖かい海水”による氷床末端部の変動とその影響を観測しています。

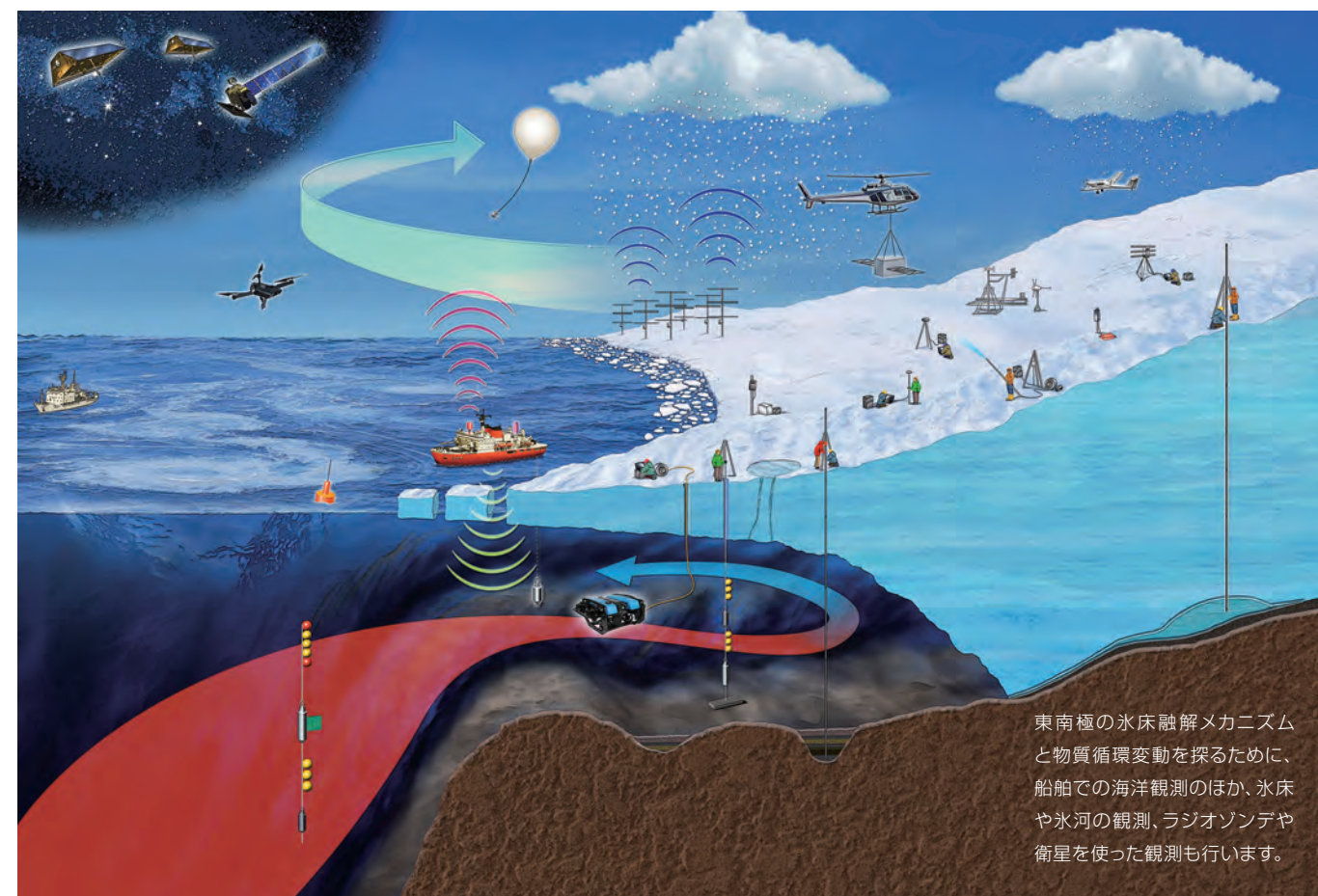
武隈周防／共同通信社 提供

ためには、従来の方法では困難な南極氷床の内部や底面の観測、氷床縁辺の南大洋の観測をする必要があります。これに対して日本は、従来からの船舶観測や係留観測を強化するだけでなく、熱水掘削装置、無人海洋探査装置などの最新の観測技術を開発し、それらを世界に先駆けて現場観測に導入することで、複合分野による統合研究観測を実施することが可能になりました。現在の南極氷床末端部で生じている変動のメカニズムとその影響の理解を大きく前進させることが期待されます。

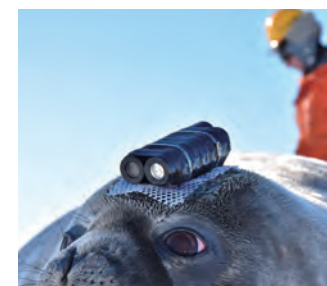
このようにして、東南極氷床の質量損失の過程を詳細に解明することと、その海洋環境や物質循環への影響の実態解明を進め、氷床－海氷－海洋相互作用を統合的に理解することは、今後の海水準変動や気候システム変動などの地球規模の環境変動の将来予測の高精度化に大きく貢献します。



氷河が海に流れ出す過程を調査する熱水掘削システム



東南極の氷床融解メカニズムと物質循環変動を探るために、船舶での海洋観測のほか、氷床や氷河の観測、ラジオゾンデや衛星を使った観測も行います。



### 南極の生物の生態に迫る

南極に生息する生き物は南極の環境変動に敏感に反応するため、生物の調査は非常に重要です。また、動物にカメラや記録計を装着し、人間が行くことのできない場所や時期の海洋環境を観測する研究も行われています。



### 南極の氷の裏を探る

全自動で航行する自律型海中ロボットMONACA(Mobility Oriented Nadir Antarctic Adventurer)を使って、棚氷や海氷の裏面の形状を詳しく調べることで、南極の氷の変動やその影響の解明につなげます。



## 日本の南極観測最前線 (3)

# 先進のレーダーを駆使し、 大気の大循環と宇宙の影響を見つめる。

### 南極最大の大気レーダーを軸に、 大気の変動メカニズムを解明

地球には、広い範囲の高度で、さまざまな時間や空間スケールを持つ大気現象が存在し、それらが影響しあって大きな循環を作り出すと考えられています。この流れを大気大循環と呼び、気候変動をもたらす最大の要因と考えられています。南極は、大気大循環の出発点であるとともに終着点でもあることから、地球の気候を左右する重要な役割をもつ地域と考えられています。地球大気全域の気候の将来予測をするためには、大気大循環の正確な実態把握とそ

の変動メカニズムの定量的な理解が欠かせません。

2011年に建設された南極昭和基地大型大気レーダー(PANSYレーダー)は、1,000本以上のアンテナを直径300mの領域に配置した世界有数の大型大気レーダーです。このレーダーと光学観測装置などを組み合わせることで、昭和基地の地表付近から高度500kmまでの連続精密観測を行います。

さらに、PANSYレーダーを中心とした拠点精密観測に加えて、面的観測として、南極上空の風に乗って一定の高さを長期間に渡って浮遊し、南極域全域の風や温度などの観測を可能とする気球観測を季節ごとに実施します。➤

### PANSYレーダーで見えてくる未来

南極最大を誇る大型大気レーダー「PANSY」は、2015年から本格運用が始まったプロジェクトです。野球場ほどの広さに設置した1,045本のアンテナをネットワーク化し、1つの大気レーダーとして稼働させる仕組みです。中長期的に積み重ねた観測データを解析することで、極域特有の大気現象のみならず、地球全体の気象・気候システムの解明につながると期待されています。

## 世界と連携し、 気候変動予測の精緻化に貢献

地球全域の大気の振る舞いを探るために、国際的な大型大気レーダーキャンペーン観測(ICSOM:観測とモデルによる南北両半球結合研究)を実施し、北極域と南極域の大気が互いに与えあう影響やそのメカニズム、およびその長期的な年々変動を観測します。

また、大気大循環の形成・維持・変動の重要な要素である、大気圏から雪氷圏への物質の流れの理解を進めるほか、宇宙線観測やオーロラ撮像ネットワーク観測の拡充、宇宙起源の現象(宇宙放射線現象など)が地球環境に与える影響の解明も進めていきます。

このように、多角的な観測および国際協同観測によって、数分から太陽活動周期11年までの幅広い周期帯の南極大

気現象のシグナルを捉え、各現象の年々変動や極端現象の特性などを探ることが可能になります。また、南極地域におけるさまざまな大気現象の定量的な観測データを得ることにより、グローバルな大気環境変動の将来予測をさらに高精度化することに貢献します。



### オーロラ観測の最前線

昭和基地だけでなく、ドームふじ基地、南極点基地、マクマード基地、中山基地など、より高緯度の極冠域にオーロラ観測の国際ネットワークを構築し、宇宙天気・宇宙気候とその地球への影響の解明を目指します。



### 南極を周回する気球

スーパープレッシャー気球は、南極上空の風に乗って、高度を保ちながら長期間観測することができる、特殊な気球です。南極を周回しながら風や温度を測定することで、広い範囲の観測データを取得します。



## 日本の南極観測のマザーステーション

# 環境配慮型へと 進化し続ける昭和基地。

### 日本の南極観測を支える昭和基地

昭和基地は、1957年1月29日、第1次南極地域観測隊によって南極大陸から約4km離れた島、オングル島に開設されました。開設当初わずか4棟の建物からスタートした基地は、今やおよそ60棟に拡大し、様々な観測機器を備えた科学基地となり、空、陸、氷、生物等、それぞれの専門家が協働し、分野を横断したグローバルな研究活動を展開しています。観測を行う研究者、技術者、学生だけでなく、観測や生活を支える設営系の隊員も合わせ、夏期には最大100名程度が、冬期には30名程度が活動を行う日本の主要基地として、半世紀を超えて維持、管理、運用されています。

### 環境配慮型の基地をめざして

文明圏から隔絶された昭和基地では、エネルギーの確保が重要な課題です。現在は南極観測船「しらせ」による年1回の補給で持ち込んだ燃料を使ったディーゼル発電を主に利用していますが、風力や太陽光などの再生可能エネルギーの利用をさらに進め、クリーンな基地の運営を目指します。

また、南極固有の環境を守るため、観測や生活で排出される廃棄物を全て持ち帰るとともに、国内の排水基準を上回る污水处理を実現するなど、環境に配慮した観測活動を進めています。✂

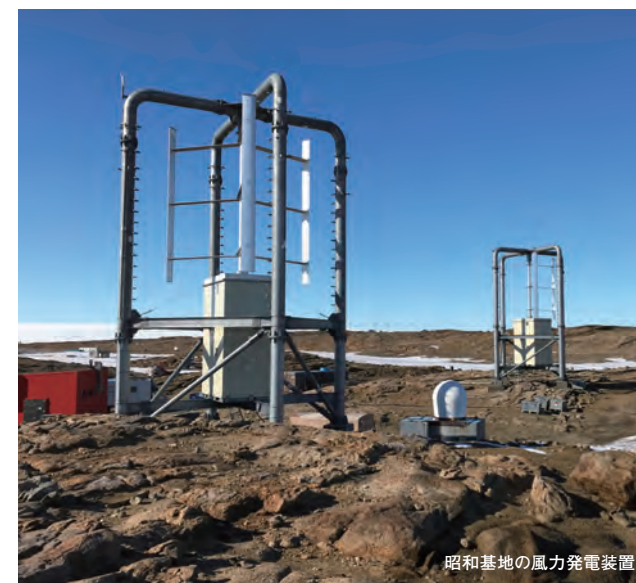
#### 日本の南極観測の中心 昭和基地

基地の建設以来、既に60年以上が経過し、老朽化した建物や設備の更新を進めています。安全かつ効率的に基地を維持することは、隊員の負担を軽減するだけでなく、南極で安定的に観測を行うために必要不可欠です。

### 内陸の極限環境での観測を支える

昭和基地から約1,000km離れた南極大陸内陸部、ドームふじ。標高約3,800m、氷床の厚さは3,000mに達します。ここでは、最古の氷を掘削するプロジェクトが進んでおり、そのための観測拠点の整備を進めています。

隊員の生活を安全且つ快適に保つための屋内環境モニタリング技術や、内陸までの膨大な輸送コストを下げるための軽量且つ強度の高い新素材等の先端技術の導入を通じ、極限環境での観測を支えるための観測拠点を目指します。



#### 南極移動基地ユニット

ドームふじの新たな観測拠点では、移動可能な基地ユニットを採用しています。移動と組み立てが容易なため、隊員の負担軽減になるだけでなく、暖房には自然エネルギーも利用しています。



#### 世界屈指の砕氷船

南極観測船「しらせ」は、厚さ1.5mの氷を連続して砕いて進むことができる世界屈指の砕氷船です。この能力を駆使し、輸送に加え、他の観測船では行けないような厚い海水域での海洋観測や、大気観測なども行っています。



#### 移動の中核を担う雪上車

南極の内陸や冬期に活動するうえで、雪上車は欠かせません。特に、内陸部へ人員や物資を輸送する際には、隊員の生活拠点となるだけでなく、掘削拠点の建設や観測にも使用します。



社会や教育とつながり、

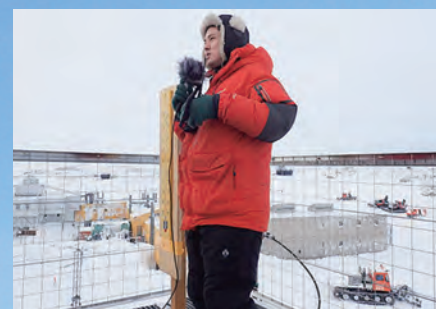
# 未来を育てる日本の南極観測。

教育の現場に南極観測の活動を届けるため、多様な取り組みを行っています。2009年から始まった教員南極派遣プログラムでは、極地の科学や観測に興味を持つ現職の学校教員を南極に派遣し、南極地域観測隊の一員として昭和基地から衛星回線を使って、「南極授業」を実施しています。

また、昭和基地にインテルサット衛星通信アンテナが設置された2004年以降、昭和基地に1年間滞在する越冬隊員はゆかりのある国内の小・中・高校などの教育機関に向

けて中継を行い、「観測隊の今」を伝えています。これらを経験した子ども達が、やがて日本のサイエンスの未来を担う研究者や観測隊員として、極地で活躍することが期待されています。

他にも極域科学分野の大学院生の南極地域観測隊参加を積極的に推進しており、若手研究者の養成にも力を入れています。



次世代のフィールド・サイエンティストを育成

南極地域観測隊に参加する大学院生たちは、研究者とともに様々な調査や観測を行っています。南極観測の最前線での経験を活かし、日本の質の高い南極観測を担う人材となることが期待されます。



あらゆる分野の専門家で編成される

## 南極地域観測隊へ、ようこそ。

南極観測は、国家事業として南極地域観測統合推進本部（本部長：文部科学大臣）のもと、各省庁や大学・研究機関、民間企業等が連携し、研究観測や輸送などを分担して進めています。国立極地研究所は、南極観測の実施中核機関として観測隊の運営を行うほか、観測計画の策定、観測隊の編成、観測基地の維持管理を行っています。また、南極観測船「しらせ」の運行は、海上自衛隊が行っています。

南極地域観測隊は、大きく観測系と設営系に分かれます。観測系は基本観測を担当する情報通信研究機構、気象庁、海上保

安庁、国土地理院、国立極地研究所などから派遣される隊員と、研究観測を担当する大学や研究機関の研究者などから構成されます。設営系は、たとえば、基地設備の維持や車両・機器類の整備、通信の確保、調理、医療、建築など、観測隊の拠点となる基地での生活基盤を維持することで、観測を支えます。これらのうち一部の隊員は、公募によって選ばれます。あなたが南極観測を支える専門的な知識と経験、そして情熱をお持ちなら、観測隊員になるのも夢ではありません。詳しくはこちらへ ▶







**国立極地研究所**

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

**[www.nipr.ac.jp](http://www.nipr.ac.jp)**

国立極地研究所 〒190-8518 東京都立川市緑町10-3

2601G20000 (03)