

世界の極域科学研究

白石和行

総合研究大学院大学教授極域科学専攻/国立極地研究所教授



強力なバック・アップを必要とする南極観測

現在、南極での科学観測を実施している32カ国は、必ずしも南極地域に恒久的な基地を持っているわけではない。14カ国は夏だけの基地滞在と野外調査や観測船による観測のみを行っている。32カ国の中には外国隊と共同で観測を行うだけという国もある。一方、大陸間航空機の発着できる飛行場を整備し、大規模なオペレーションを展開する国もある。このように、国により南極観測への力の入れ方はずいぶん異なる。

この違いは、南極条約により凍結されているとはいえ、領土権を主張している国とそうでない国の差も関係しているであろう。北極域と異なり、文明圏から隔絶された南極域での活動には強力な設営

支援を必要とするため、国家事業としての南極観測が主流となるのである。

南極観測の老舗であるイギリスは、学術探検の伝統を保ち、南極半島を中心に4つの越冬基地と航空機や観測船を駆使している。彼らの小型双発航空機は南極大陸の奥地まで入り込み、スコットの時代と変わらないテントを拠点として、航空観測を平然とやっけてのける。寒冷地での経験豊かなノルウェー、スウェーデンなどの北欧諸国は、夏期間に小規模ながら生物・地学・雪氷学を主体として地道な観測を行っている。最近、ドイツ、フランス、イタリアといったヨーロッパ諸国は、東南極大陸の氷床ボーリングに力をいれた強力な体制を作り上げた。

一方、南極最大のマクマード基地や南極点の基地を押さえているアメリカは、

その強大な設営能力、とくに航空輸送能力をもって西南極を中心にあらゆる分野の研究を展開している。かつては南極大陸の沿岸部を一周する基地網を誇ったロシアは、予算削減のために越冬基地を5つに減らし、観測活動も縮小してしまっただが、人類が経験した最低気温の記録をもつポストーク基地での氷床深部ボーリングをはじめ、大きな実績をあげてきた。

領土権主張国であるチリ、アルゼンチン、オーストラリア、ニュージーランドなど南半球諸国の中には、自国の発行する地図に南極を領土の一部として記載したり、経営の実権を軍隊が担ったりと、かなり国家意識を前面に押し出している国もある。日本を除くアジアでは、2つの越冬基地を擁する中国の躍進が顕著である。韓国、インドも越冬基地をもつが、

アムンゼン・スコット南極点基地では極地研がオーロラを観測 海老原祐輔

南緯90度・南極点。かつて探検家たちが命がけで目指した地は、現在では夏期で約200名、冬期で約40名のスタッフを有する一大観測拠点となっている。厚さ2000m以上に及ぶ氷床、きわめて清浄で乾燥した大気、そして太陽風と地球磁気の相互作用の場であるが故の特異なオーロラの出現など、地球と宇宙の謎を解く貴重な手がかりを与えてくれる宝庫でもある。

このような自然条件の特徴に応じて、基地の周囲数kmの地域は3つの研究フィールドに分割されている。暗闇を保障する「ダークセクター」では、約1000m下の氷床中に埋め込まれた数百個の検出器によるニュートリノの観測（AMANDA）や赤外及びミリ波帯を用いた天文観測（CARA）が、清浄な大気を保障する「クリーンセクター」では、二酸化炭素濃度の計測をはじめとする大気観測（ARO）が、そして静穏な環境を保障する「クワイエットセクター」では地震波の計測が行われている。

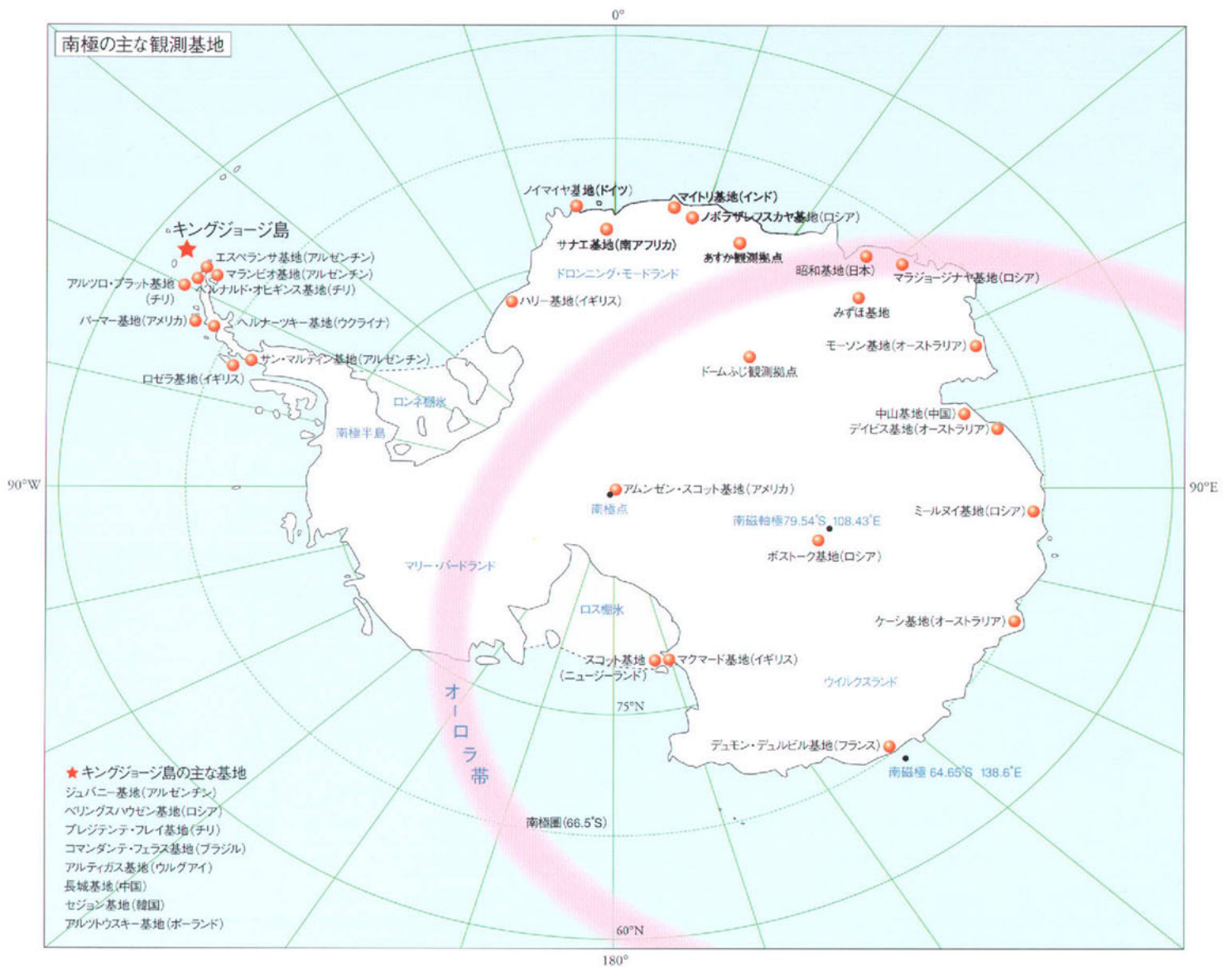
基地中心部に隣接する塔・スカイラボの最上階には、「オーロララボ」と呼ばれる特別な部屋があり、多種多様な観測機器が南極点上空の大気発光現象を狙っている。ここに、国立極地研究所を中心とするチームが最新の高感

南極点に立つプレートには、アムンゼンとスコットによる到達が記録されている。



度オーロラ撮像装置を設置し、1997年から観測を始めている。オーロラの光は非常に微弱なため、その撮影は太陽が地平線に沈み切る冬期に行われる。その間、観測機器は日本から遠隔操作され、CCDカメラによるデータはデジタルで記録される。画像が記録されたテープは、輸送機の運行が再開される夏になってから回収される。

昨年は衛星回線を用いて膨大な全画像データを即日日本へ転送する試みが成功し、南極点で撮影されたオーロラを数日以内に日本で見るできるようになった。発達したコンピューター・ネットワークのお陰で、南極点はより身近な観測拠点となりつつある。



*磁極とは、地磁気の水平成分が0、伏角が90度になる地球上の一点をいう。磁軸極は、地球の磁場を地球中心に置いた小さな棒磁石で近似的に表した地磁気座標の極である。オーロラ帯は、地磁気座標の緯度65~70度のオーロラの発生頻度の高い領域を意味する。

若者が支えるイギリス「BAS」の南極調査 高橋晃周

BAS (British Antarctic Survey) は、スコットやシャクルトンといった南極探検の英雄を輩出したイギリスの国立研究機関で、今も南極研究をリードしている。私はここで、さまざまな動物装着型計測器を使ってペンギンの生態研究を行っている。この研究所に来てまず気づくのは、博士課程、ポストドクの学生、あるいはフィールド・アシスタント（以下FA）として調査に関わっている若者が多いことである。

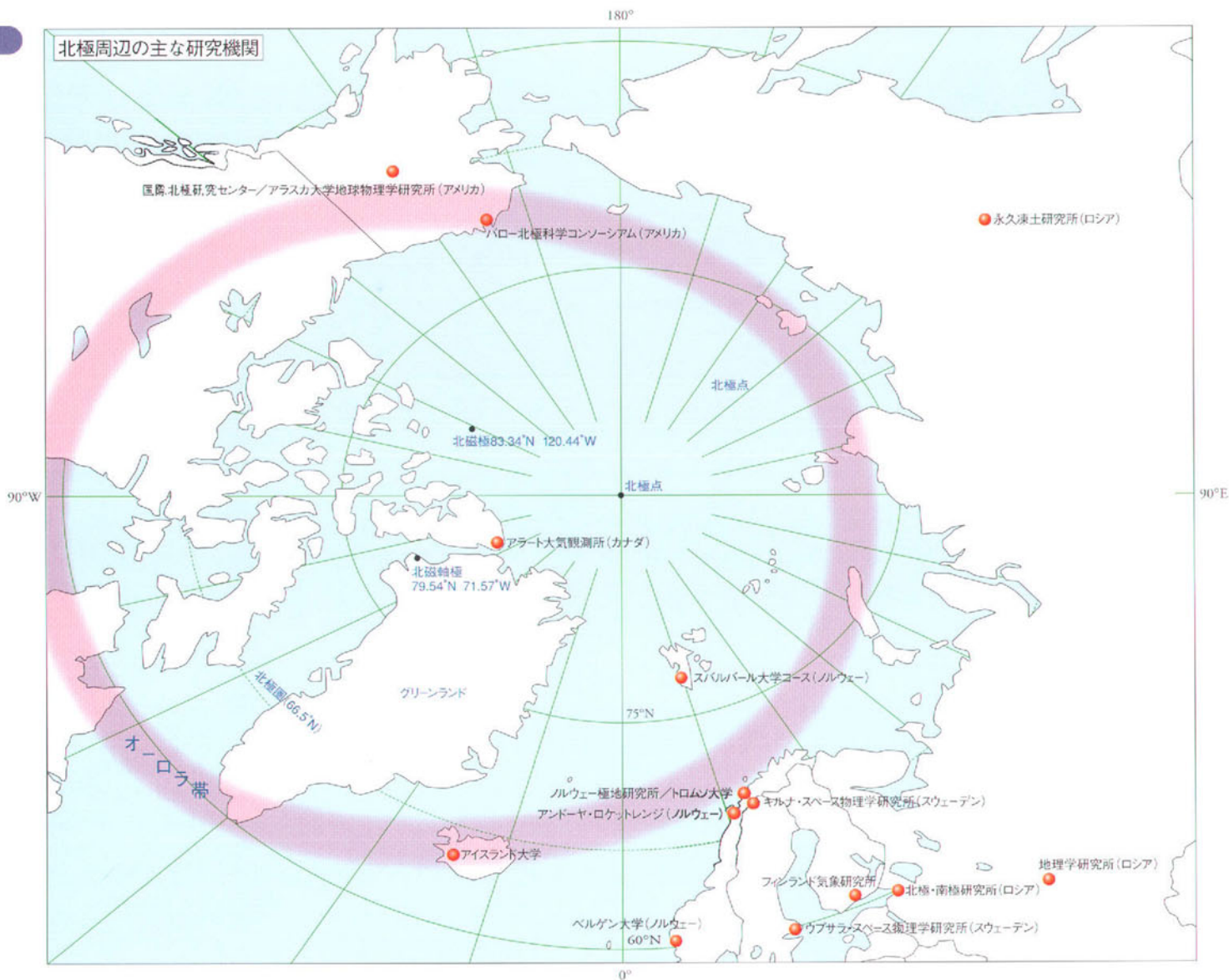
FAというのは、文字どおり現場での調査・データ収集を担うポストで、公募で選ばれる。BASの生物研究プロジェクトの多くが、生物あるいは生態系の特性の時間的変動性を測定し、変動をもたらすプロセスを解明することを主題としているため、長期の継続的研究におけるFAの役割は重要である。

私の分野では、ペンギン、アホウドリの個体数や繁殖のパラメータを継続的に測定するため、FAのポストが作られている。今年南極のフィールドへ向かったFAの1人は、大学卒業後イギリスのある nature reserve（自然環境保全機関）の職員としてアジサシの調査をしていた23歳の若者である。亜南極の孤島に2年半連続で滞在し、アホウドリの調査を行っている。



アデリーペンギンの産卵数をチェックする
BASのフィールドアシスタント

調査期間を終えたFAたちはその後、イギリス各地にある nature reserve の管理者やRSPB（王立鳥類保護協会）などのNGOの職員として就職していく場合もあるし、引き続き南極の野生動物への興味を発展させて大学院生や常勤研究者となる人もいる。こうした野外調査のサポート体制に、イギリスの野生動物調査・研究の深さがうかがい知れる。



海洋研究所が観測を実施していることから、海洋観測に力が注がれている。

南極半島地域の一部を別として、大陸に越冬基地を維持することは、各国にとって大きな負担である。基地設備を維持し、補給を続けるだけでなく、優秀な越冬隊員を確保し、彼らの安全を守る体制も重要となっている。したがって、夏隊員の数の2倍を擁する越冬隊を編成する日本は、世界の中で際立っている。しかし、日本が南極観測で得た重要な成果には、オーロラ観測、オゾンホール発見、南極隕石の大量発見などのように、越冬観測によって得られたものが多いことを

忘れてはならない。

「氷床下の湖」に国際協力で挑む

南極で実施される研究の面白いところは、国際共同研究がよく普通に行われているということだ。各国の南極観測隊にはそれぞれ国家事業としての制約があるにしても、個々のプロジェクトレベルでは実に自由に研究者の交換が行われている。これはとくに、欧米の観測隊において顕著である。その協力の範囲は、砕氷船や航空機といった大規模な設備資源の相互利用にまで発展している。国境のない南極では、気軽に外国の基地を訪問す

ることができるのだ。ただし、日本の昭和基地周辺には観測拠点が少なく、また輸送体制の制約から、日本隊ではまだ国際共同研究の例は少ないが、今後、航空機の積極的な活用や新たな観測船の就航により、国際協力がしやすくなることが期待されている。

国際協力の例として、現在進行中の「氷床下の湖」調査計画を挙げてみよう。東南極の最奥地のポストーク基地付近での人工地震探査から、南極氷床の下に湖があることに最初に気がついたのは、旧ソ連の科学者であった。40年前のことである。その後のイギリスやアメリカの調

査により、その存在が確認され、さらに航空機による広範な探査で、同様の湖は東南極に大小50個以上も発見された。

この湖の価値に目をつけたのが生物学者たちである。少なくとも数百万年以上前に形成されたとみられる湖の水中や堆積物には、どんな生物が存在しているのか？ロシアは、ポストーク「湖」のま上で氷床ボーリングをしており、そのまま氷床の底まで掘抜いて、水や堆積物を採集しようと考えた。それには汚染のない状態で試料を取り出す工夫が必要だ。

アメリカNASAの研究者も注目し始めた。将来、他の惑星でその技術が応用できるかもしれないからだ。こうして、ロシア、英、米、に加えドイツ、フランスなど各国からさまざまな分野の科学者が南極研究科学委員会(SCAR)の下に集まってきた。日本も、重力や地震学的な研究のグループに加わって研究を始めている。湖の試料を手にとることができる日は近いと、期待されている。

南・北両極の研究テーマ

氷床の下の謎はまだある。南極大陸は45.6億年の地球の歴史の比較的初期から存在し、他の大陸との離合集散の過程を

経てきており、初めから極地に存在していたわけではない。現在の「地球環境問題」は、現在の氷床が発達を始めた3000～4000万年以前以来の地球の営みの結果であり、さまざまな時間、空間スケールで南極大陸を見ることによって初めて全貌が理解できる。現在、南極氷床上の3箇所で、氷床を掘り抜くことを目的に深層コアの掘削が行われているが、さらに、その下の堆積物や基盤の岩石圈、そして「氷床下の湖」、といった世界は、南極研究に残された最後のフロンティアである。

一方、北極での現在の科学観測の主要テーマは、「温暖化」と「人間活動による環境変化」である。北極域の温暖化は地球上で最も急速に進行しており、その変動の実態、変動のメカニズム、生物を含む環境への影響などの研究は、最も重要な研究課題である。さらに、北極での国境を超えて広がる大気や海洋、陸域の環境汚染、オゾン層の減少など、人間活動に伴う環境問題の研究も、温暖化現象の解明とともに、学際的、国際的な枠組で取り組まねばならない研究の最前線である。

冷戦構造の崩壊後、1990年に、わが国も参加して「国際北極科学委員会」が設

立され、北極圏8カ国を加えた計18カ国が共同研究プロジェクトを推進している。また、スピッツベルゲン島ニーオルスンにある国際北極研究・モニタリング施設は、8カ国13機関が観測所を設けて、広範な自然科学の研究を行っているユニークな観測と研究の場である。

広がる若手研究者の活躍の場

厳しい自然環境にさらされる極地での活動は、肉体的にも過酷であり、それだけに20～30歳代の健康な若い研究者が活躍できる場でもある。わが国の南極観測隊も徐々にではあるが大学院の若手研究者が参加できる環境を整えようとしている。短時間で効率の良い研究が出来る北極でも、最近はさまざまな分野の大学院生が活躍している。極地での体験はその後の研究生生活に大きな影響を与えるに違いない。

スコットの最後の南極探検に参加した生物学者のA.チェリー＝ガラードは、「探検とは知的情熱の肉体的表現である」と述べた。現在の南極観測を「探検」と呼ぶかどうかは別として、南極や北極の現場に一度でも立ちあったことのある研究者には同感できる言葉であろう。

世界の学生が集まる北極海の「UNIS」 麻生武彦

UNIS (The University Centre on Svalbard スバルバル大学コース) は、ノルウェーの大学連合が北緯78度のスバルバル諸島スピッツベルゲン島・ロングイヤビンに設置した北極科学の教育研究施設である。オスロ、トロンムソ、ベルゲン、トロンハイムの4大学が共同で運営している。

UNISでは、北極域科学の分野として北極地球物理、北極地質学、北極生物学、北極工学(北極域での安全とサバイバル)についての教育と研究を行っている。教官は専任と上記の大学からの併任からなり、専任の教授、助教は14名、併任教授11名、またビジティングスタッフは165名を数える。

学生は1年ないしこれより短い期間ここに滞在し、フィールドサイエンスとしての極域科学研究の先端に触れることができる。スバルバルには、EISCATレーダーやオーロラ観測ステーション、ノルウェー極地研究所などがあり、またスバルバル条約に則って、ドイツのSOUSYレーダーやわれわれの流星レーダー、イメージングリオメタなど、共同利用の研究機器・施設が充実しており、北極に関する教育研究に格好の環境といえる。

教育課程には、初級、上級の2種類がある。初級コースは200を数え、学生は半年ないし1年の間に適宜選択して修得する。上級コースは北極地球物

UNISの建物



理分野を除き、修士と博士コースで300コースにも及び、学生は短期間、たいてい2～5週滞在して適宜履修する。

昨年の統計ではUNISを訪れた学生はノルウェーから113名、北極4国で199名、欧州全体からだと255名、また米国から3名、日本からは2名、中国から6名など合わせて21カ国から271名であった。

UNISでは現在の建物に繋げて、北極研究を支援するリサーチパークを増築する計画が進行中であり、極域専攻の基盤機関である国立極地研究所の北極圏環境研究センターでは、わが国の北極研究者の研究と教育に供するため、そこに拠点を設置すべく検討しているところである。