

第Ⅶ期計画

【重点プロジェクト研究観測】「極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」

サブテーマ(1)：極域の宙空圏－大気圏結合研究

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
	<p>2.5 下部熱圏探査レーダー観測 流星エコーをターゲットとした下部熱圏観測専用レーダーとして水平風速と温度変動を観測するために計画された。南極での空輸中のトラブルで装置の一部が紛失したり、送受信系統の一部に不具合が発生するなどし、残念ながら計画通りの完全運用には至らなかった。その後、補修品・予備品を用意する予定であったが、本レーダーよりも格段に大きな能力を持つ大型大気レーダー（PANSY）が導入される事が決定したため、経費面から本レーダーを補修することはせず、研究目的は国際的にも期待の大きい大型大気レーダーに発展的に引き継がれるとして51次をもって運用を停止した。</p> <p>なお、本レーダーのアンテナ装置と送受信機には大型大気レーダー用に開発されたものを採用して大型大気レーダーの実証型パイロットシステムも兼ねた試験を実施し、他のレーダー装置などとの電波干渉の有無の確認試験も実施するなど次期計画の基礎作りに貢献できた。</p> <p>2.6 レイリーライダーによる成層圏・中間圏の温度及び雲観測 レイリーライダーは、対流圏・下層大気と中間圏・熱圏・超高層大気をつなぐ高度領域の大気温度とその変動を観測する装置で、平成19年度から21年度にかけて国内での装置開発を行った。平成22年初めから立川で試験観測を行い、その後昭和基地に設置をして、2011年2月から晴天時夜間の成層圏・中間圏の温度観測、および対流圏から中間圏に至る領域の雲観測を始めた。成層圏、中間圏の温度の連続観測に成功したほか、気候変動のカナリアと言われる極中間圏雲（PMC）を昭和基地では初めて定量的データとして観測し高度を測定することに成功した。Ⅶ期で開発した同測器はⅧ期でPANSYレーダー等との協同観測での観測成果が大いに期待される。</p> <p>2.7 ミリ波放射計による大気微量成分の観測 成層圏から中間圏の大気分子の鉛直分布を測定することを目的に、昭和基地で運用可能なミリ波分光計の開発を行った。平成20年度から21年度にかけて開発を行ない、消費電力を従来機の1/3に抑え昭和基地の電力仕様に見合う省電力型の装置の実用化に成功した。平成22年には国内での評価実験を進め、目的のスペックが達成されていることを確認した。</p> <p>その後昭和基地に設置し、平成23年2月より観測を開始、初期成果として248GHz帯のオゾンスペクトルを受信し鉛直分布の導出に成功している。太陽活動が極大期に向かうⅧ期では、極域に振り込む高エネルギー粒子の影響を受けやすいNO2等の観測を加え、さらにレイリーライダーで取得された温度分布を鉛直分布解析に取り込むことにより解析精度を上げ、中層大気中の分子組成変動に新たな知見をもたらすことが大いに期待される。</p>		

第Ⅶ期計画

【重点プロジェクト研究観測】「極域における宙空-大気-海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」

サブテーマ(2)：極域の大気圏-海洋圏結合研究

S：特に優れた実績・成果を上げている。  
 A：計画通り、又は計画を上回った実績・成果を上げている。  
 (達成度100%)  
 B：計画を若干下回っているが、一定の実績・成果を上げている。  
 (達成度70~100%)  
 C：計画を大幅に下回っており、改善が必要である。  
 (達成度70%未満)

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
<p>電磁圏と中層・超高層大気の観測にあわせ、その下層に位置する成層圏や対流圏の極域大気現象の研究を進める。特に、地球温暖化に関連する二酸化炭素、メタン、オゾン等の気体やエアロゾル、それらに影響を与える様々な化学物質、さらには環境変動の指標になる微量物質がどのように大気中へ放出され、大気中で輸送・変質し、大気中から除去されるかを明らかにする。また、水循環あるいは気候変動に関する雪氷圏の役割を大気圏との相互作用の観点から明らかにする。この目的のために、オゾンホール現象の大気力学・化学過程の把握や温室効果気体の年々変動の把握のための観測、及び、地球規模での二酸化炭素の放出源、吸収源を含めた循環過程の理解のための酸素濃度の観測などを実施する。これらの観測のために、地上での観測とともに気球を用いた観測や地上からのリモートセンシング観測を実施する。また、有人航空機により、南極氷床から海上を結ぶ広域空間でのエアロゾルと温室効果気体の水平分布の観測を行う。これら各種の観測用機器の利用により、地表面から成層圏までの極域大気の立体的な観測が可能となる。これらの観測は、IPY2007-2008のOzone Layer and UV Radiation in a Changing Climate Evaluated during IPY (ORACLE-03)と連携して計画されている。</p> <p>また、温室効果を持つ二酸化炭素の大気-海洋間における交換量と交換過程を正しく理解することは、大気中の二酸化炭素濃度変化の将来予測の精度を高めることから、人類が地球温暖化へ取り組む上で最も重要な課題である。しかしながら、我が国の南極地域観測隊が活動する南大洋インド洋区では観測例が少なく、未だ不確実さが残っているため、この交換量を確かにするため交換過程が劇的に変化する夏期間の集中的な観測を実施する。</p> <p>一方、硫化ジメチル(DMS)の生成は、海洋の生物生産過程と深く関連しており、大気中へ放出されると一連の化学過程を受け、最終的に雲核へ変化するといわれており、雲の生成と関わって太陽放射の地表到達を妨げることから、</p>	<p>1. 南北両極広域ネットワーク観測によるジオスペース環境変動の研究</p> <p>1.1 酸素濃度観測                  南極域における大気中の酸素(O<sub>2</sub>)濃度の変動を詳細に把握し、地球表層での二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)収支や大気-海洋間の酸素交換に関する知見を得るために、新たに開発した高精度酸素濃度連続観測装置を49次隊(2008年)夏に昭和基地に設置し、連続観測を開始した。49次から現在まで大きな問題はなく連続観測を継続している。                  これまでに処理が終わった49次、50次の2年間のデータからは、振幅(peak-to-peak)約16ppmvの明瞭な季節変化と約3ppmv/年の経年減少傾向の他、夏期のCO<sub>2</sub>濃度に見られる不規則な変動と同期したO<sub>2</sub>濃度の変化等が捉えられた。その後も順調にデータが取れており、計画通りの目的を達成した。</p> <p>1.2 小型回収気球実験                  小型回収気球を用いた成層圏大気採取実験を行った。南極域成層圏における温室効果気体の分布と変動を明らかにするため、新たに開発した小型成層圏大気クライオサンプラーを小型気球を用いて49次夏に昭和基地から飛揚し、高度18kmと25kmにおいて成層圏大気試料を採取した。得られた大気試料を国内に持ち帰った後、各種温室効果気体濃度・同位体比の高精度分析を行った。                  観測されたメタン(CH<sub>4</sub>)と一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)は高度と共に減少しており、両者の減少率は過去の観測と矛盾のない関係であったことから、新しい小型クライオサンプラーが正常に機能したことを確認した。また、高度18km以上のCO<sub>2</sub>濃度を過去の観測と比較することにより、1998年以降の平均増加率が約1.8ppmv/年であることが明らかになった。これまで規模の大きい回収気球実験を行ってきたが、今回少人数で飛揚できる小型回収気球実験が成功し、夏期の期間だけでなく冬期にも実施できる見込みが付き、成層圏の温室効果気体の変動をより詳細に把握することが出来る可能性を高めた。</p> <p>2. 熱圏・中間圏の観測から探る宙空圏-大気圏の上下結合</p> <p>2.1 成層圏のオゾン量の変動に関する観測                  2台のフーリエ変換赤外分光計(FIR)、オゾンゾンデ、エアロゾルゾンデを用いたオゾン破壊のメカニズムを探る観測である。この観測は48次越冬隊によって実施された。高分解能FIR観測は越冬期間中のべ87日間のデータを取得した。またドイツが中心となっておこなったMatch観測に関わりオゾンゾンデを飛揚した。Match観測は、ある基地の上空を通過した空気塊がその後どのような経路で進むかをトラジェクトリ解析予測し、その空気塊が他の基地の上空を通過するときにオゾンゾンデを飛揚し、</p>	<p>評価結果：A</p> <p>計画達成度、国際貢献度、影響度のすべての面でAであるので、総合もAと評価する。                  成層圏から海洋表層までを扱っており、それぞれの観測がより繋がっていくことを期待したい。</p>	<p>評価結果：A</p> <p>エアロゾル・雲・水蒸気の動態について計画通りの成果を得ている。またオゾン破壊関連物質の観測も行っている。大気-海洋間のCO<sub>2</sub>交換に関しては、計画通りの成果を得ている。国際貢献度も充分である。</p> <p>いくつかの観測が計画通りに実施できなかったが、オゾン破壊関連物質の観測により破壊のメカニズムの解析に貢献するなど一定の成果も上げた。                  今後、種々のデータ解析が進み成果が論文化されることを期待する。                  チャレンジ的な現地観測の実施や興味深い成果も得られてはいる。極域における大気-海洋相互作用は、中低緯度のそれとは全く異なる大きな特徴をもち、だからこそ全球的気候・環境システムに果たす役割にも独特な「何か」があるはずである。今後は、それを明確な形で導き出すためには、もう少し大きな視点からの、しかももっと突っ込んだ取組みを期待したい。</p>

次頁に続く

第Ⅶ期計画

【重点プロジェクト研究観測】「極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」

サブテーマ(2)：極域の大気圏－海洋圏結合研究

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
<p>負の温暖化効果を持つとされている。逆に、太陽放射の地表到達量が減ると、植物プランクトンの光合成量が低下しDMSの生成量が減少し、雲の生成が減ることから、太陽放射の地表到達量が増加する。</p> <p>すなわち、DMSの生成過程は気候変化へ負のフィードバック効果を持っていると考えられている。第Ⅶ期計画においては、氷縁ブルームが起こっている海域での二酸化炭素の大気－海洋間における交換量と交換過程を明らかにするとともに、DMSの海洋での生成過程及び海洋からの放出過程と大気中での変質過程を明らかにする。これらの観測は、「しらせ」以外の海洋観測船をプラットフォームとして実施する。この分野の観測は、IPY2007-2008へ日本が提案した計画Studies on Antarctic Ocean and Global Environment (STAGE) (IDNo.806)の一部であり、国際的にはIntegrated Analyses of Circumpolar Climate Interactions and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean-International Polar Year (ICED-IPY) と連携して計画されている。</p>	<p>その空気塊の中でのオゾン濃度の変化を調べようとする観測である。昭和基地でのMatch観測 (IPYの項目名はOLACLE)に同期したオゾンゾンデ観測は、オゾンホールが始まる前の6月から開始し、オゾンホールがほぼ終わる10月末までの間、40回実施した。</p> <p>昭和基地近くのS17地点に加え、Neumayer基地及びKohnen基地 (いずれもドイツ)を航空・観測拠点として、東南極域の航空網 (DROMLAN)も利用した。南極域では、観測範囲の規模、期間、フライト回数において、世界的にもこれまでにない大規模な観測を実施した。</p> <p>この観測では、国立極地研究所とドイツのアルフレッド・ウェゲナー極地海洋研究所との研究協定に基づいて、両国からの観測施設の提供やドイツからの観測用航空機の提供が行われ、日本及びドイツに加え、スウェーデンからの共同研究者も参加した。</p> <p>今回の航空機観測から、夏季の南極対流圏中のエアロゾル数濃度やエアロゾル粒子化学成分とその混合状態の空間分布に関する知見を得ることができた。大陸縁辺部～海氷・棚氷～開水域のエアロゾル水平分布観測では、海氷縁を境に開水域で数濃度が高くなる水平分布が確認された。この濃度勾配は、海表面からのDMS発生と密接な関係を持つ可能性があるとともに、海塩粒子の数濃度の増加とも対応している。長距離輸送の指標となる燃焼起源のエアロゾル粒子成分 (ブラックカーボン、カリウム含有の硫酸塩粒子)は、沿岸部上空だけではなく内陸上空でも観測された。燃焼起源成分の割合が高い高度では、エアロゾル数濃度 (粒径0.3 μm以上の粒子)も増加することがあった。燃焼起源成分の割合は対流圏下層よりも上層の方が高くなっていたため、夏季には燃焼起源のエアロゾルが対流圏上部経路で低中緯度から南極域へ輸送されていることを示していると考えている。</p> <p>2.3 下層大気物質循環メカニズム把握のための無人航空機、飛翔体などによる準備観測</p> <p>夏季以外の季節や内陸部上空のエアロゾルの分布に関する知見は、南極大気中の物質循環・輸送過程全体を理解する上では必要であるが、国際的にみても依然として多くない。</p> <p>アイスコアデータを解釈する上でも欠かすことのできない情報である。</p> <p>沿岸部や内陸部の地上で行うエアロゾル連続観測に加え、航空機や飛翔体を利用しながら、年間の空間的なエアロゾル観測の実現に繋げることが今後の国際的な課題である。</p> <p>南極氷床上の航空拠点S17では、滑走路機能を維持するだけでなく、多岐にわたる地上気象観測を展開し、無人飛行機観測、係留風観測による大気境界層の観測が行われた。地上観測からは、カタバ風システムの日変化が明らかにされ、日中にカタバ風が止まり斜面を上昇する風が発生する場合が見出された。この時に海洋性の下層大気が氷床上に輸送され</p>		

次頁に続く

第Ⅶ期計画

【重点プロジェクト研究観測】「極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」

サブテーマ(2)：極域の大気圏－海洋圏結合研究

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
	<p>る可能性が示唆された。 このプロセスは南極内陸域への物質輸送メカニズムの一つとして提案される。また、エアロゾル数濃度の大きな大気境界層の詳細構造の時間変化を把握することは、大気境界層と対流圏自由大気との間の物質交換を理解する上で必要であるが、有人航空機での観測は難しい。</p> <p>今回、S17からの無人飛行機観測によって、大気境界層の厚さが日中から夕方にかけて薄くなることを捉えることに成功した。日本隊での無人飛行機観測は、次の第49次隊において昭和基地の海氷上からの試験観測が成功しており、大気境界層の詳細観測や航続距離1000km程度の長距離・長時間観測への足掛かりができた。国際的にも同様の歩調で南極域での無人飛行機観測が導入されてきたが、ここ1、2年は、イギリス隊などで大規模な経費をかけた大気科学観測が成功している。今回、独自の技術によって、国際的にみて最も経済的かつオペレーション負荷の軽い無人飛行機観測の基盤を作った。今後、この特徴を生かして、大気科学だけでなく多くの方面で無人飛行機観測を活用すべきであろう。</p> <p><b>3. 大気圏と海洋圏の二酸化炭素および硫化ジメチルの交換過程に関する研究</b></p> <p>我が国の南極地域観測隊が活動する南大洋インド洋区、氷縁ブルームが起こっている海域、定着氷域で、二酸化炭素および硫化ジメチル(DMS)の大気下層と海洋表層および海水との交換過程、大気下層での変質過程(DMSのみ)を明かにするための観測を行った。第49次および第50次観測において、東京海洋大学「海鷹丸」をプラットフォームとして、氷縁ブルームが起こっている海域での二酸化炭素の大気－海洋間における交換量と交換過程を明らかにするとともに、DMSの海洋での生成過程及び海洋からの放出過程と大気中での変質過程を明らかにした。一方、第48次観測および第51次観測においては、「しらせ」をプラットフォームとして定着氷・流氷帯において、DMS/DMSPの生成過程を明らかにした。観測はほぼ計画通り実施することが出来た。</p> <p><b>3.1 海洋表層の二酸化炭素観測</b></p> <p>海洋表層の二酸化炭素濃度の観測は29次隊からふじ・しらせの航路に沿って行われてきた。二酸化炭素濃度の増加率は海域によって異なるが、大気中の二酸化炭素濃度の増加率(2.0ppmv/yr)より小さく、大気海洋間の二酸化炭素交換以外の海洋中のプロセスが強く関与していることが示唆された。インド洋セクター南緯60度近傍の観測に基づき、pHの変化を見積もったところ、0.04/decadeの有意な減少が確認された。</p>		

第Ⅶ期計画

【一般プロジェクト研究観測】 (1) 「氷床内陸域から探る気候・氷床変動システムの解明と新たな手法の導入」

S：特に優れた実績・成果を上げている。  
 A：計画通り、又は計画を上回った実績・成果を上げている。  
 (達成度100%)  
 B：計画を若干下回っているが、一定の実績・成果を上げている。  
 (達成度70~100%)  
 C：計画を大幅に下回っており、改善が必要である。  
 (達成度70%未満)

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
<p>南極氷床の拡大や縮小は、地球規模の気候変動にもなう海水準変動を直接決定づける。このため、大気中の温室効果ガスの増大にもなう全球的な温暖化に起因する南極氷床の変動は、海と常に隣り沿う沿岸域に暮らす人類にとって生活・社会環境に直接の影響をもたらす。さらに、南極氷床は地球気候システムの重要な要素であるため、気候変動そのものに重大な影響をもたらす。こうした気候変動に回答した将来の氷床変動や海水準変動を理解するには、氷床内部や底面の物理・化学の機構や過去の変動に関する知見が不可欠である。さらに、南極大陸は過去の気候変動史の情報を凍結保存する記録庫の役割をもち、内陸ドーム地域や尾根地域で層序記録として最高質のものを得ることができる。これらの知見を高度化することは、地球環境の将来予測や、それに対応した政策決定に必要な知識を提供することになり、人類および国際社会にとり極めて重要である。</p> <p>こうした背景に基づき、東南極内陸域に設定した測線を一様な質の高度観測手法・装置でカバーする内陸広域踏査を行う。以下の項目を解明する観測を実施する。(1)「南極氷床」存在システムを決定づける境界条件、(2)「南極氷床」内部を支配する物理化学機構、(3)「南極氷床」が保持する気候信号アーカイブの高度化や複数深層コア情報の連結、(4)表層・氷内部・氷下の極限環境生物の潜在性。主要観測手段として、氷床内部探査レーダー観測、気象要素や表層部試料の採取をはじめとした大気雪氷相互作用の観測、それに氷床試料の掘削採取を採用する。特に、氷床内部探査レーダーとして、ポラリメトリ技術やマイクロ波を利用した新手法を導入し観測情報の質と量の革新的な増大をはかる。また、第Ⅶ期計画の下で始まった第2期ドームふじ氷床深層掘削計画の掘削孔を換層することにより、氷温の精密測定、掘削孔の傾斜測定等を実施し、最深部の氷が解けているのかどうかを明らかにし、地熱の熱流量を推定するとともに、氷床流動についての情報を得る。上述の測線として、昭和基地、ドームふじ基地、コーネン基地(ドイツ)、ワサ基地(スウェーデン)を結ぶものを設置する。</p> <p>この計画は、IPY2007-2008のTrans-Antarctic Scientific Traverses Expeditions - Ice Divide of East Antarctica計画として提案されている。</p>	<p><u>1. 南極氷床存在システムを決定づける境界条件の解明</u></p> <p>1.1 氷床表面堆積の空間分布と時系列変化                  観測の実施から、これまでデータの極めて乏しかった南極内陸部の現在や過去の堆積量を複数の手法で明らかにした。そして、過去約15年間の年間平均の堆積量が、過去千年スケールの平均の年間堆積量を有意10-15%上回ることを明らかにした。地球温暖化に対応する南極での応答を検出した可能性があり、今後特に注視を要する。</p> <p>1.2 氷床内部反射層の分布の解明                  南極内陸部の広域で、レーダー電波反射層の空間分布を明らかにし、ドームふじコアに照らして年代決定を実施した。顕著な年代層が距離2000kmをこえて分布することを明らかにした。これらが、東南極氷床の動力学的環境の解明や氷床コア掘削の際に、基準層として取り扱いができることを明らかにした。また、南極氷床が保持する気候信号アーカイブの高度化や複数深層コア情報の連結をおこなった。</p> <p><u>2. 南極氷床の層位の形成やその後の変態機構等の観測および研究</u>                  南極内陸部での積雪観測から、化学物質の堆積過程と、堆積後の時系列変化過程を明らかにした。特に、(1) 夏期の日射が、夏至を中心とする数週間の短期間に積雪の変態を著しく進行させることを明らかにした。(2) 氷床内部の酸素同位体の層位が、堆積後の水蒸気の移動プロセスに大きく支配されることを明らかにした。(3) 層位の形成過程を、氷床コア解析の手法を用いて明らかにした。</p> <p><u>3. 表層・氷内部・氷下の極限環境生物の潜在性調査を実施</u>                  バクテリア採取用の雪試料や、花粉の採取を実施した。更に、氷床下湖の分布調査を実施し、ドームふじ既知近傍約50kmの距離にある湖を同定した。</p> <p>その他、氷床内部探査レーダー観測、気象観測や表層部試料の採取をはじめとした大気雪氷相互作用の観測や試料採取を実施した。氷床ポラリメトリ技術やマイクロ波放射計などの新手法を導入し観測情報の質と量の革新的な増大を実現した。</p> <p>第Ⅶ期計画では、その初年度(48次隊)において第Ⅵ期計画の下で始まった第2期ドームふじ氷床深層掘削計画の掘削を完遂し、そして、48次夏期、49次夏期、51次夏期の3度にわたり国内への氷床コアの輸送を実施した。これにより順次国内に輸送をしたコアに基づき、国内において氷床コア研究の進捗があった。また、第2期ドームふじ氷床深層掘削計画の掘削孔を換層することにより、氷温の精密測定、掘削孔の傾斜測定等を実施し、最深部の氷が解けているのかどうかを明らかにし、地熱の熱流量を推定するとともに、氷床流動についての情報を得る観測を48次隊で実施した。さらに、49次隊のレーダー観測では、深層コア掘削地点であるドームふじとコーネン基地で、底面が融解状態にあることを明らかにした。</p>	<p>評価結果：S</p> <p>南極内陸部の氷床環境の空間分布、特にドームふじ周辺や更に広域の内陸について、多国籍協力で広大な地域の観測をIPY期間に1シーズンで実現し、多大な知見を得た事は特筆すべき成果である。ドームふじでの深層掘削の成功によって、過去70年を越える古環境復元の道を開いた画期的な成果と合わせ、総合的に見て十分な成果であり、国際的な評価も高い。</p>	<p>評価結果：S</p> <p>氷床探査レーダーの故障による欠測という軽微な問題はあったものの、国際的な共同観測も含めて全体的に周到に準備され質・量ともに十分な観測を実施したと評価できる。なにより、広範な観測結果を積み重ね総合的に解釈することにより、当初の期待以上の科学的知見を得ていることは特に高く評価でき、今後の発展も期待できる。よって計画の達成状況は特に優れていると評価した。</p> <p>過去15年間の年間平均堆積量が過去千年スケールの年間平均堆積量を有意に10-15%上回る結果を見出すなど、広域の観測と複数の手法により、特筆すべき成果を上げた。</p> <p>第Ⅶ期より始められたドームふじ氷床深層掘削を完遂し、氷床コアの研究により、年代決定の基礎となっている日射強度による酸素・窒素比率の変化メカニズムを明らかにするなど、氷床に記録された過去の気候変動解析に関して国際的にインパクトのある新たな知見を与えている。今後も過去70年の氷床コアを用いた研究の新展開が期待できる。スウェーデン等との多国籍間の国際協力により、海から陸地山岳部への標高差4000m、水平距離2km以上のトラバース観測を周到に準備の元に安全に成功させ、氷床の表面堆積の時空分布や氷床内部構造を明らかにするなど、国際極年の活動としても顕著な観測結果を得ている。公表過程の論文への国際的な高い評価が期待できる。</p> <p>なお、一部観測機器の破損による計画変更は、極地であることを考慮すれば今後もあり得ることであり、次期計画における課題としていくことが望まれる。</p>

第Ⅶ期計画

【一般プロジェクト研究観測】 (2) 「新生代の南極氷床・南大洋変動史の復元と地球環境変動システムの解明」

S : 特に優れた実績・成果を上げている。  
 A : 計画通り、又は計画を上回った実績・成果を上げている。  
 (達成度100%)  
 B : 計画を若干下回っているが、一定の実績・成果を上げている。  
 (達成度70~100%)  
 C : 計画を大幅に下回っており、改善が必要である。  
 (達成度70%未満)

計 画	実 績・成 果	自己点検 【評価結果 S・A・B・C】	評価意見 【評価結果 S・A・B・C】
<p>新生代における南極大陸周辺の氷床や海水・棚氷の形成とその拡大・縮小は、アルベドの変化、海洋熱塩循環の変化、風化・侵食率の増大や海洋構造と生物生産量の変化を通じて、地球上のエネルギー分配や温室効果気体を含む大気組成・物質循環に大きな影響を与えたことが予想される。このため、新生代の地球環境変動システムに対する南極氷床・南大洋の役割を明確にし、地球環境変動メカニズムに対する将来の地球環境変動の予測に貢献することを目的とし、(1)南極氷床は過去にいつどの程度変動したのか、(2)南極氷床の変動をもたらした内的原因は何か、(3)南極氷床の変動をもたらした外的原因は何で、南極氷床が変動すると海洋環境にどのような影響をもたらしたのか、などの手がかりを得るため、野外調査による南極内陸山地及び周辺海底の堆積物採取と解析を行う。この計画は、IPY2007-2008へ日本が提案した計画、Studies on Antarctic Ocean and Global Environment (STAGE) (ID No: 806)の一部をなし、国際的にはOcean Circulationのカテゴリーに属している。</p>	<p>現在、地球上で最大の氷の塊である南極氷床は約4000万年前頃に誕生し、その後、何度も拡大と縮小を繰り返してきた。陸上に存在する南極氷床の拡大と縮小は、大気の流れを変え、海水量の変動をもたらすことで、海水準や海洋の塩分・水温、気温にも大きな影響を与える。そのため、過去に生じた南極氷床の歴史を明らかにすることは、将来の地球の環境変動を予測するうえで必要不可欠の研究である。</p> <p>南極氷床が拡大し、縮小する過程では、氷床の流動によって、地球表面に顕著な地形や堆積物を残す。この時に形成された地形や堆積物の形成順序を明らかにし、その具体的な年代を決めることで、過去の氷床の拡大規模や縮小過程を明らかにすることができる。</p> <p>氷床表面高度の変化は、現在の氷床高度より高い山地が存在すれば、過去に氷床高度が高かった時代には、山地の高い位置に地形や堆積物が残される。古いものほど風化が進んでいるため、相対的に四つの風化ステージを区分するとともに、これらの地形や堆積物から得られた宇宙線照射年代測定試料を採取した。</p> <p>測定が終了したベリリウム10を用いた露出年代では、南極内陸部のセール・ロンダーネ山地では、約200~130万年前には現在の氷床表面に比べて約400~700m高かった(風化ステージ4)が、約100~20万年前には100~300mに(風化ステージ3)なり、過去10万年間では50m以下(風化ステージ2と1)で変動していることが明らかになった。特に顕著な氷床高度の変動が生じた風化ステージ4と3の境界の年代は、氷期-間氷期の周期が4万年から10万年に変化した時期にも相当することから、南極氷床の高度変化と地球の環境変動システムの変動との間に何らかの関係があることが推定される。</p> <p>一方、氷床の面的拡大範囲の変化は、現在の海底下にある大陸棚に証拠が残されている。マルチビームを用いたリュツォ・ホルム湾の海底地形調査からは、過去に明らかに氷床に覆われたことを示す地形が見いだされた。海水状況により広範囲の海底地形の様子はまだ明らかにされていないが、今後は、さらに広い範囲で海底地形調査を進めるとともに、それらが形成された時代を確定するために海底堆積物コアの掘削を実施するための準備を進める必要がある。</p> <p>今後は、上記で示した内陸山地に記録された氷床表面高度の変動史と大陸棚に記録された氷床の面的拡大範囲の変動史および海岸地形に記録された相対的な海水準変動史と固体地球の粘弾性特性を組み合わせたGIA (Glacial Isostatic Adjustment) モデルを用いることによって、より精度の高い南極氷床体積の変動の歴史とグローバルな海水準変動の歴史を見積もることが可能になる予定である。</p>	<p><b>評価結果：B</b></p> <p>第Ⅶ期4ヵ年計画の4年目に夏期1シーズンのみ本課題研究は実施された。研究計画の達成度に重きをおくとBと評価される。</p>	<p><b>評価結果：B</b></p> <p>南極氷床の拡大・縮小過程を明らかにすることにより、地球環境変化への影響を予測しようとする目的は国際貢献という意味でも妥当である。</p> <p>初年度の計画による観測が実施されたばかりであり、評価するには時期尚早であるが、ベリリウム10を用いた風化ステージの解明が進んでおり、陸域および周辺海域での観測を今後展開することにより、更なる進展を期待する。</p> <p>自己点検通り、荒天、予算状況等の理由により、当初計画に照らすと一部達成できなかった部分もあるが、今後の研究に資するデータはとれている。</p> <p>セール・ロンダーネ山地の氷河地形地学的調査とリュツォ・ホルム湾海底大陸棚の氷河地形の画像取得調査は当初の目的をほぼ達成されるレベルで行われた。したがって、計画を若干下回っているが、一定の実績・評価を上げている。</p>