

1. 追加の説明を求める事項 (1) ①

(1) 研究開発の成果、目標の達成状況、その活用状況

① 研究を深めることによって新たに重要な課題が現れることが研究を継続的に推進すべき理由となると思うが、そのような例はいままでの南極観測事業でどのようなものがあるか。また、第Ⅶ期の研究課題で、そのようにして発想されたものはあるか説明していただきたい。

南極観測において実施してきた研究観測の分野は、宙空から海洋にいたるまで様々なフィールドで実施している。これまでに、地学フィールドの拡大による隕石探査研究や、ビデオロガーによるペンギン等の生態プロセスの解明など様々な研究が進展している。

例えば、氷床深層掘削については、現在、Ⅸ期に向けて、ドームふじの基地を通年観測可能な施設として検討している。ドームふじが位置する海拔3,810mの内陸は、氷の水平流動がなく、雪とともに堆積した物質がその場に累積しているため、地球環境の時間的変動を知る上で理想的な場所である。

第Ⅴ期においては、みずほ基地において700mの掘削により氷床コアを採取し、約1万年前までの気候変化を明らかにした。この成果を踏まえて、更に、南極氷床からできるだけ古い氷を取り出し、過去の気候変動を明らかにするため、第Ⅵ期からドームふじ基地における氷床深層掘削プロジェクトが開始された。

第37次観測で2503mの掘削に成功、34万年前の氷を手に入れた。その後、第Ⅶ期(第48次観測)で、3035mの掘削に成功、72万年前の氷を手に入れた。これらの解析により、10万年毎に繰り返されてきた氷期と間氷期サイクルの環境変動史や、過去200-300年の間にかけてないスピードでCO₂が増えてきたことを確かめられるなどの成果を得た。

これら掘削では、氷床最下部が融解していたため当初考えられていた100万年前までの氷を採取することができなかったが、上述のような気候変動に関する新たな知見が得られたため、さらに古い氷床サンプル研究の必要性が確認された。その後IPY(2007-2008)期間の調査の結果、数10Kmほど離れた場所は「乾いた」底面であることが発見された。そこで、今後は、新たな掘削をこの地点で実施するという計画が生まれている。新たなドームふじ基地において、地磁気の逆転期を含む100万年前までのコアが採取されることにより、新たな地球科学上の発見が期待される。

地学観測のフィールド拡大については、それまで昭和基地とその周辺地域(内陸やまと山脈、ベルジカ山脈を含む)に限られていた地学観測、とくに地表調査は、第Ⅲ期以降昭和基地西方700kmに位置するセールロンダーネ山地に新たな観測拠点を建設し、本格的な地質・形調査ならびに隕石探査に着手した。第Ⅳ期以降、観測はいったん中断したが、第Ⅶ期から大規模な野外オペレーションとして再開した。これには、ドロイングモードランド航空網(DROMLAN)を多用した国際共同観測として実施したことも特筆に値する。この結果、同山地からの新鉱物の発見も含め、より詳細な変動履歴が明らかになり、ゴンドワナ大陸の形成史の解明が進んでいる。

1. 追加の説明を求める事項 (1) ②

(1) 研究開発の成果、目標の達成状況、その活用状況

②いままでの南極観測事業の実績・成果とは独立に、技術的進歩、社会的要請、あるいは、無関係だった分野の研究の発展の結果として、新たに加わった研究テーマはあるか説明していただきたい。

○天文分野

天文観測を実施し、第Ⅷ期から天文分野の研究を行うこととなった。世界各地に大型望遠鏡が設置され、またハッブル望遠鏡のように宇宙空間に設置された例もあるが、天文観測でキーとなる気象条件の上で、南極の内陸高地は、空気が薄く極寒のため、大気からの赤外放射が極めて小さく、また常に高気圧帯にあるため、大気が安定し、最高のシーイング(星像の乱れが小さい)が得られることが近年の調査で明らかになったことから、南極内陸高地での天文観測に対する期待が国際的に高まっている。既に、米国(南極点基地:標高約2800m)をはじめ、欧州(ドームC:標高約3200m)、中国・豪州(ドームA:標高約4000m)が相次いで大型あるいは小型の無人天体望遠鏡などを設置して天文観測計画を進めている。同様に、日本のドームふじ基地の諸条件も、地球上で最高の天文観測サイトの一つと考えられ、Ⅷ期最終年より日本天文学会の南極天文フォーラムが中心となって現地に隊員を派遣し、サイト調査と予備的な観測を開始している。さらに将来計画の目玉として、本格的な赤外線・テラヘルツ望遠鏡の設置を視野に入れた輸送や基地建設など設営面での検討が始まっている。

○宇宙医学分野

第Ⅷ期より、変則的な日照や長期間の閉鎖環境等の「宇宙」と「南極」の共通点に着目し、苛酷な環境での健康管理に関するJAXAと国立極地研究所の共同医学研究が開始された。これは、南極観測隊員の置かれている環境の一部、すなわちヒトや物の往来が長期間できず、ヒトの健康がミッションの成否に直結するという環境が、国際宇宙ステーション(ISS)の「きぼう」日本実験棟等で行動する宇宙飛行士のそれと極めて近い立案されたものである。すべての研究を宇宙で行うのに比べ南極の環境を利用することにより費用対効果に優れるとともに、観測隊にも成果のフィードバックが期待できるという利点もある。長期間風呂やシャワーを使えない南極での野外活動において、隊員の皮膚の変化をモニターするテストなどが第50、51次隊で実施され現在解析中である。閉鎖的環境でのヒトの健康管理の向上や、遠隔医療技術の向上、毛髪の実験による健康状態把握の技術開発、自由に運動ができない環境での筋力トレーニング技術など、新たな成果が見込まれる。

また、南極観測隊が開発した冷凍乾燥食品が宇宙飛行士食として採用された事例も出ている。

1. 追加の説明を求める事項（1）③

(1) 研究開発の成果、目標の達成状況、その活用状況

③研究観測を継続的に実施する意義として、例えば、重点プロジェクト研究のテーマとして捉えられている地球温暖化等の地球環境問題の解明について、中長期的な観点から、いつまでに何を解明するかという時間軸に沿った具体的な展望なり、構想を説明していただきたい。

重点研究観測は、地球規模問題の理解・解決に貢献する多くの高度な研究成果が期待できる研究観測として、これまでの成果・背景を踏まえて、国立極地研究所が課題の公募を行い、提案内容を勘案したテーマを設定する体制を整えてきた。

例えば、宙空圏にかかる研究観測においては、

第Ⅵ期において、「南極域からみた地球規模環境変化の総合研究」として、「太陽風エネルギー流入と電磁圏応答研究」等を実施し、太陽風－磁気圏－電離圏間の相互作用メカニズムの解明に向けた研究観測が実施された。その結果、HFレーダーにより極域夏季宙空圏エコー発生率が増加傾向あることが明らかになり、地球温暖化に伴う極域中間圏界面の寒冷化を示すものとして注目される結果が得られた。

このⅥ期の成果を踏まえ、第Ⅶ期においては、重点プロジェクト「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」として、超高層大気の寒冷化現象やオーロラ活動エネルギーの下層大気への影響などを宙空圏－大気圏上下間結合や地球規模の大循環の視点で明らかにする研究観測を実施した。その結果、オーロラブレイクアップに伴い中間圏界面領域の温度が顕著に上昇すること、温度上昇と同期した鉛直下降流の存在を始めて明らかにし、中間圏界面領域における大気上下結合の重要性を明らかにした。

Ⅷ期においても、これまでの成果を背景に、「南極域から探る地球温暖化」をメインテーマとした、「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」を実施している。大型大気レーダー（PANSY）により、対流圏から電離層までの広い高度範囲の3次元風速やプラズマパラメータを高分解能・高精度で観測して、鉛直風や運動量フラックスなどの力量を正確に求めることで様々な変動のシグナルを捉え、南極中層・高層大気の種々の攪乱の応答を精査し、その長期変動の解明を目指している。

このように、研究観測を続けることで、問題の解決への糸口、新たな課題の発生が繰り返されており、社会的な要請等に沿いつつ、南極地域観測計画の計画期間を踏まえて、新たな課題に取り組んでいく必要がある。地球環境問題のなかでも最大の関心事である地球の温暖化の理解には、人為的な影響と共に、人為起源以外の変動の理解も不可欠であることから、このような南極地域観測の成果が地球環境変動問題に大きな貢献をしていくものと考えている。

中長期的には、例えば、大型大気レーダー（PANSY）の完成3年後には、未だ取り込まれていない大気波動データ、11年後には太陽活動周期の影響を、気象数値予報モデルや温暖化予測に用いられる気候モデルに取り込むことで、短期的な気象予報や長期的な地球環境変動のそれぞれについて、格段の予測精度の向上を目指す（とくに予測誤差が長期に積算する気候変動について現在の予測精度の大幅改善が予想される）。

1. 追加の説明を求める事項（2）①

（2）科学技術的・社会経済的・国際的な効果

①南極観測事業の研究成果が契機となって、国内外で新たに始められた他の研究事業、観測事業はあるか説明していただきたい。

○南極隕石と宇宙物質科学

大量の南極隕石の発見は、日本が世界に誇る成果の一つである。隕石は地上へ落ちた後、氷床の中に保存され、数千年から数十万年の時間をかけて氷と共に海へ向かって移動する。しかし、氷が内陸の山脈周辺に到達すると、氷の流れはせき止められ、やがて太陽や風により昇華し、隕石のみが露出し、集積されるシステムを日本が発見した。

この考え方により、これまでに日本隊だけでも約17000個の隕石を発見・回収した。また、この発見が契機となり米国をはじめとする他国も追随し、南極隕石採取は各国が実施する研究観測分野となった。

また、小惑星探査機「はやぶさ」により、小惑星「イトカワ」から鉱物片が初めて持ち帰られたが、同種のもは南極隕石にも含まれているため、両者の比較研究がはやぶさがイトカワに到着した2005年より開始された。今後太陽系惑星の起源が一段と具体的に明らかになっていくことが期待されている。

○オゾンホールに関する研究

オゾンホールは、1982年第23次越冬隊によって観測されたデータに基づき、初めてその存在が明らかになった。オゾン層の破壊によって生じるオゾンホールにより、宇宙からの有害な紫外線が地上に降り注ぎ、地上の生物に大きな影響が及ぶことが指摘された。この結果に基づき、オゾン層を破壊する人工物であるフロンガス使用規制の動きが世界的に広まり、モントリオール議定書の発効となった。

その後、オゾン層、オゾンホールに関する研究が世界的に活発となり、我が国が基本観測として提供しているデータが活発に利用されている。その成果はオゾンホール成因解明の論文に引用されているほか、多くの論文として発表され、その一部はIPCCでも引用されている。また、その後の研究は広く行われ、オゾンホール解明のための航空機キャンペーン観測が行われたほか、国際極年(IPY 2007-2008)などに呼応して各国基地が共同でオゾンゾンデを飛揚する観測など、極域成層圏大気に関する新しい知見を生むこととなる多くの観測・研究が広くおこなわれている。

1. 追加の説明を求める事項（2）②

（2）科学技術的・社会経済的・国際的な効果

②国際連携、国際協調の枠組みの中で、これまで相互に経費負担を軽減していくような検討、取組みは行われていないのか。また、今後、そのような計画はないのか説明していただきたい。

- 南極条約の精神のもとで、各国は協調して南極観測を実施している。
- 設営、輸送といったオペレーションに関する情報交換の場として、1989年、国家事業として南極観測を実施する機関の責任者による南極観測実施責任者評議会(COMNAP)が作られ、南極での研究活動を実施している29カ国が加盟している。COMNAPでは、各国が共同して輸送にあたることを奨励しており、そのため、南極半島やロス海地域、プリッツ湾地域など、数カ国の観測基地が近接する地域では、お互いに協力して、海上輸送や航空輸送を実施している。
 - ・その例が、ドロームラン航空網である。単独での空路の整備は莫大な費用がかかるが、各国と共同で維持することで費用負担の軽減を図っている。観測等においてドロームラン航空網は利用されており、毎年延べ600人程度の各国の観測隊員が利用している。例えばセールロンダーネ山地での調査は、従来は観測船と雪上車による移動だけでも1ヶ月程度要するなど時間や人員、経費の面で大きな負担となっていたが、第45次隊以降においては毎年5-10名程度が航空機を利用することで、日本からわずか1週間程度で現地入りすることが可能になった。必要最低限の日数と人員で観測を実施できるようになり、隊員の派遣日数及び人員の大幅な軽減が可能となった。
- 研究者の会議として、国際科学会議(ICSU)のもとに、南極研究科学委員会(SCAR)があり、研究者レベルでの国際共同研究の立案、推進、実施の舞台となっている。SCARの下では複数国の研究者間で共同研究を実施する際に、互いに観測経費を持ち寄り、相互の経費軽減の努力を行なうことが通例となっている。
 - ・例えば、第49次隊において、昭和基地-ドームふじ基地-コーネン基地-ワサ基地を結ぶルートに沿った内陸観測をスウェーデンと共同で実施したが、その際には会合点に到達するまでの観測をそれぞれの国で実施し、合流後は隊員および観測機器の一部を相互に交換し全行程の観測を実施した。車輛や観測機材の有効な相互利用を行なうことにより一国では不可能であった2800kmに及ぶ観測が実施できた。
 - ・オーストラリアとのドームふじ基地での天体予備観測や共同海洋観測、中国中山基地や米国極点基地における地磁気観測、中国、韓国等と交換科学者の派遣・受入により、相互の経費負担軽減を図りながら、自国の基地だけでは取得できないデータを取得している。

1. 追加の説明を求める事項（2）③

（2）科学技術的・社会経済的・国際的な効果

③アジア諸国との連携、協力に係る取組みは、第Ⅶ期計画の国際的な共同観測の推進の目的とされた、これら諸国の南極条約への加盟の促進につながっているのか。また、今後、これら諸国との恒常的な共同体制が構築されることにつながっているのか説明していただきたい。

《南極条約への加盟促進》

- ・日本はアジア唯一の南極条約原署名国として、1980年代に加盟をした中国、インド、韓国の加盟に向けて支援となる働きかけを行ってきた。
- ・また、1990年代からは、マレーシアの科学アカデミーや大学が中心となり行った南極観測実施の検討において、南極展や講演会の開催等を通じ協力した。マレーシアは第Ⅶ期期間中、南極条約協議国会議(ATCM)における我が国の支援もあり、昨年条約批准に至った。

《共同体制》

- ・中国・韓国の要望により氷床深層掘削に関して、日本の先進的な技術・研究方法を共有するため、韓国で開かれた雪氷ワークショップに研究者を派遣した。掘削機およびその技術・研究成果を紹介し、ドームふじで使用した日本の掘削機が現在中国隊のドームAの崑崙基地に提供され現在も使用されている。氷床観測データを元にした日中の研究者の共著論文が発表された。
- ・国立極地研究所の「アジアの若手極地科学研究者の招へい制度」により、2008年、中国、インドの研究者が国立極地研究所において雪氷の分析手法、技術を学んだ。また、2010年から同制度によりマレーシアの超高層物理学の研究者が国立極地研究所の教員と共同研究を始めた。
- ・中国が1980年代に南極観測を始めるにあたり、日本は調査団や交換科学者の受け入れ、設営技術移転などを通じて全面的な協力を行った。
- ・南極観測において、中国極地研究所とのオーロラ現象に関する共同観測を1995年より続け、極地科学シンポジウム等の場で共同研究の成果を発表している。
- ・韓国極地研究所とは、MOUによる共同観測の実施のほか、韓国第2の南極基地建設に向け、国立極地研究所の南極基地建設、設営技術に関する様々なアドバイスをを行っている。このほか、2010年に先方の要望に応じて国立極地研究所と韓国建設技術研究所との間で研究交流協定を締結し、国立極地研究所南極観測センターを中心に日本の昭和基地等の建物、建設技術等の技術を提供している。
- ・AFoPSの枠組みを通じ、第51次南極観測隊では第46次に引き続き、タイの海洋生物学者を同行者として招へいし、底生生物等の研究を行った。このグループを中心として、タイに南極への関心を高める動きがあり、バンコクでの南極展や講演会の開催に国立極地研究所が協力している。今後もこうした要請には積極的に協力するとともに、他分野の研究者とも交流していく。

1. 追加の説明を求める事項 (2) ④

(南極関係)

(2) 科学技術的・社会経済的・国際的な効果

④国際的な共同研究の枠組みの中に、どのような形でかかわっているか。例えば、〇〇委員会の議長や委員、〇〇報告書のリードオーサー、などという具体的なデータを示し、説明していただきたい。

No.	委員会等名	概要	日本の関わり方
1	南極観測実施責任者評議会 (COMNAP)	設営、輸送といったオペレーションに関する情報交換の場として、国家事業として南極観測を実施する機関の責任者の合同会議(1989年～)で南極での研究活動を実施している29カ国が加盟。南極条約協議国会合(ATCM)や環境保護委員会(CEP)からの諮問への対応や実際の南極における実務的な討議を行っている。	副議長および執行委員 (2007年11月～2011年10月) : 白石和行極地研副所長
2	南極研究科学委員会 (SCAR)	国際科学会議(ICSU)のもとにある。研究者レベルでの国際共同研究の立案、推進、実施の舞台となっている。また南極条約協議国会合(ATCM)や環境保護委員会(CEP)からの諮問への対応を行っている。	物理科学常置科学委員会議長および執行委員(2010年8月～2011年10月) : 山内恭 極地研副所長
3	SCOSTEP太陽地球系物理学科学委員会	太陽地球系物理学に関わる国内、国外のプログラムの交流をはかり、国際科学会議の世界データセンターシステムの太陽地球系物理学分野に指針を提供する。学生に太陽地球系への関心を啓発し持続させ、全ての国の科学者間での効率的な情報やデータ交換を促進し、また従来の地域や分野を超えた事業や計画の可能性を探る。	理事(2011年～現在) : 中村卓司極地研教授
4	COSPAR(国際宇宙空間研究委員会)	1958年に設立された、宇宙科学分野の国際組織で、科学総会の開催、出版物の刊行等を主な手段として、研究成果・情報・意見を交換することにより、観測ロケット、人工衛星、気球などの飛翔体やこれらに呼応する地上観測を用いたあらゆる種類の宇宙空間の科学研究を推進することを目的としている。	C委員会副委員長(2004-現在) C委員会及びA委員会調停委員(2006-現在) : 中村卓司極地研教授

役職は全て当時のもの

1. 追加の説明を求める事項 (2) ④

(南極関係)

No.	委員会等名	概要	日本の関わり方
5	アジア極地科学フォーラム (AFoPS)	2000年結成。日本、中国、韓国、インド、マレーシアが加盟。極域科学における国際協力の重要性を認識し、各国共通の関心事項を推進することを目的に、1)アジア諸国の極地共同研究活動の基盤の提供、2)アジア極地活動の国際極域社会への発信、3)アジア諸国の極地研究への奨励、をメンバー国が連携して取り組む。	議長 (2006年10月～2008年9月) : 藤井理行極地研所長 事務局長 (2006年10月～2008年9月) : 渡邊研太郎極地研教授
6	SuperDARN	1995年設立のグローバル電離圏対流取得の為の11か国による国際短波レーダー観測網プロジェクト。極地研は昭和基地レーダーで一翼を担う創設時メンバーで、オーロラ・南北共役性研究、高精度中性風観測、温暖化の指標とも言われる極域夏季中間圏エコーを初めて捉える等で多くの成果を挙げ、世界を牽引する存在である。	PI会議メンバー (1995年～) : 佐藤夏雄極地研副所長 運用計画委 (1995年～2007年) : 山岸久雄極地研教授 (2007年～) : 行松彰極地研准教授 レーダー観測技術検討委 (1995年～) : 行松彰極地研准教授 レーダー解析技術検討委 (1995年～) : 行松彰極地研准教授
7	STAGE計画	海洋・大気間の物質相互作用計画 (SOLAS) の一環として実施 オーストラリアの観測船を含む複数の観測船や日・豪・仏の基地における沿岸観測を行い生物地球化学循環と気候変化、海水変動と南極沿岸生態系変動の観測を行う。	日本代表 (日本学術会議IGBP専門委員会・SOLAS小委員会委員長) : 植松光夫東大海洋研准教授

役職は全て当時のもの

1. 追加の説明を求める事項 (2) ④

(両極関係)

No.	委員会等名	概要	日本の関わり方
1	気候変動に関する政府間パネル作業委員会(IPCC WG)	国連の下部組織であるIPCCが温暖化の原因・影響・対策などについて、現在までに得られている科学的な知見を集約・評価するための作業委員会。	第4次評価報告書(2007) WG1リードオーサー : 藤井理行極地研所長
2	国際雪氷学会(IGS)	国際雪氷学会(International Glaciological Society)は1936年に、科学上または実社会からの観点から雪と氷に興味を持つ個人に対してさまざまな情報尾を交換する場として設立された。	副会長(2008年～2011年): 東久美子准教授 理事(2011～) : 藤田秀二極地研准教授
3	国際雪氷圏科学協会(IACS)	極域科学の促進、また極域科学の学問的な位置づけの向上を目指し、1)地球太陽系の低温地域サブシステムの研究促進、2)共同研究や国際連携を通じた極域科学のコミュニティメンバーや国家の機関・国際的な機関、また各国による研究の振興、3)国際ベースでの議論や研究結果発表の機会提供、4)極域科学の教育や普及啓発の促進、5)極域システムのデータ測定や収集・データ分析・記録の標準化の促進、を目標としている。	副会長(2007年7月～2011年6月) : 東久美子極地研准教授 Marine and Freshwater Ice分科会会長 : 榎本浩之極地研教授

役職は全て当時のもの

1. 追加の説明を求める事項 (2) ④

(北極関係)

No.	委員会等名	概要	日本の関わり方
1	ニーオルスン観測調整会議 (NySMAC)	1994年設立。ニーオルスン(ノルウェー領スバルバル諸島)における研究活動の中での協力や連携の向上を目的とする。進行中や計画中の研究が環境法や規制に反していないか確実にし、研究計画や連携、インフラ開発、環境保全についての助言を提供している。	委員長(2006年～2009年): 伊藤 一極地研准教授
2	欧州非干渉散乱レーダー (EISCAT)	北欧に設置した非干渉散乱レーダーシステムを、日本を含む6ヶ国による国際共同で維持・運用。日本は1996年にEISCAT科学協会に加盟後、北極域超高層大気の詳細観測・研究の要としてレーダーシステムを継続して利用。	EISCAT科学協会へは、国立極地研究所及び名古屋大学 太陽地球環境研究所が日本の代表機関として参加。 EISCAT評議会諮問グループ委員(2011年～) :宮岡 宏極地研准教授 EISCAT評議員(日本代表) :宮岡 宏准教授、野澤悟徳極地研准教授 EISCAT科学諮問委員会委員(日本代表)(副委員長、2011年～):小川泰信極地研講師

役職は全て当時のもの

1. 追加の説明を求める事項（2）⑤

(2) 科学技術的・社会経済的・国際的な効果

⑤第Ⅶ期計画に係る外部評価委員会の外部評価結果総論において、「科学技術的に価値が高い研究観測計画により学術の水準を上げるという観点と、国際貢献を行うことにより国際社会における我が国のプレゼンスを高めるという観点にたつて研究観測計画が策定され、準じた成果が達成された」とされているが、研究成果はどのような国際的なベンチマークの基で評価されているのか。そのような評価に至った（検討における）エビデンスを示して説明していただきたい。

○評価に至った（検討における）エビデンスの例

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：極域の大気圏－海洋圏結合研究

科学的に価値が高い研究観測計画により学術の水準を上げるという観点

○OH大気分光器、レイリーライダー、ミリ波放射計など多岐にわたる観測装置の開発・製作、設置・観測により、オーロラに伴う下層の大気の昇温が初めて確認されたり、高性能化、省電力、省人力などが達成され、次期Ⅷ期計画の重点研究観測の一部である、成層圏から下部熱域を観測する各種装置を組み合わせ上下結合研究の推進へ導くことが可能となった。これにより、未解明のオーロラなど地球外からのエネルギー粒子の流入に関連した電離大気と中性大気の相互作用や微小ダストの働きへの足がかりとなることが期待できる。1-100Hz帯ELF波動現象の連続波形観測では、人間活動による人工ノイズが極めて少ない、その場の雷活動という自然ノイズがない、全世界の雷活動域からほぼ等距離にある、という昭和基地の利点を生かして、世界各地の雷活動に起因する地球規模の共鳴現象を検出するための、世界トップレベルの信号品質のデータを取得出来た。またレイリーライダーにより、気候変動のカナリアと言われる極中間圏雲(PMC)を南極大陸で最も上層大気の観測機器が充実結集している昭和基地で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。これは、オゾンホールと同様に人間活動が原因と考えられており、昭和基地で継続的な監視をすることで新たな研究の進展に繋がることを期待されている。

○昭和基地-アイランド共役点、カस्प域や極冠域において光学観測装置やレーダー・磁力計などによる広域ネットワークを整備しTVカメラの画像データを準リアルタイムに国内伝送するシステムを導入し、南極大陸無人磁力計国際ネットワークの一翼を担い、5地点から国内へのデータ伝送を実施した。2009年9月にアイランド側と同時に取得されたオーロラデータの解析から、オーロラの共役点位置が太陽風磁場（東西成分）の変化に従って変動することを初めて観測的に示し、その結果を国際誌に発表した。

国際貢献を行うことにより国際社会における我が国のプレゼンスを高めるという観点

○国際共同観測計画IPY, CAWSESに寄与するために、昭和基地～ドームふじ基地周辺の領域に、5無人磁力計観測点をあらたに整備して8観測点とし、南極大陸無人磁力計国際ネットワーク(英国13点、米国5点、中国4点、イタリア1点)の一翼を担う体勢を整備した。

○米国南極点基地、中国中山基地でのオーロラ光学観測を国際共同研究として実施し、得られたデータのデータベースの整備を行い、国際的なデータ相互利用に貢献した。

○昭和基地で2基の大型短波レーダーを運用し、国際SuperDARNレーダーネットワークの南半球極域のオーロラ帯から極冠域を他レーダーと共にカバーし、SuperDARNでしか得られない、電離圏～磁気圏全体の天気図とも言える重要な2次元電離圏プラズマ対流導出の重要観測の要として、又アイランドの同レーダーと南北共役に位置し、昭和基地の最先端の観測機器群、南極点や中山基地、無人観測網の機器群をその観測視野に収め、他レーダーでは実現できないオーロラの南北共役性や地球温暖化の指標とも言われるPMSE観測等の最先端の研究を実施可能な体制を整える→

1. 追加の説明を求める事項 (2) ⑤

重要観測拠点としての一翼を担い、SuperDARNレーダーデータの国際研究者コミュニティへの提供、Finland/Icelandレーダとの同時観測など、ICESTAR/IHYに貢献した。

具体的成果として、従来は一次元(特定の1ビーム)の高時間分解能のみ可能であった観測を、高時間分解能の2次元データの取得に初めて成功し、今後、より詳細なオーロラと電離圏電場との関係を研究する基盤技術を確立した。

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

科学的に価値が高い研究観測計画により学術の水準を上げるという観点

- 温室効果気体の変動メカニズムにおいて、高精度酸素濃度連続観測を実施し手法を確立した。今後各国では殆ど実行されていない連続観測によるモニタリング観測に移行できる。
- 従来、規模の大きい回収気球実験を行ってきたが、新たに導入した小型回収気球を用いた成層圏大気採取に成功した。この気球は少人数で飛揚できるため、夏期の期間だけでなく冬期にも大気採取を実施できる見込みが付き新たな観測データの取得が可能になった。これまでの大型回収気球では不可能であった様々な局面で使用可能となり、より詳しい観測を実現できることになる。
- エアロゾル・雲・水蒸気の動態で、赤外分光計 (FTIR) による成層圏オゾン変動に関する観測、オゾンゾンデの Match 観測、航空機によるエアロゾル観測、無人飛行機によるエアロゾル観測などをほぼ計画通り行い、十分な成果を得た。特にドイツと共同で実施した航空機によるエアロゾル観測により、特に対流圏下層のエアロゾル観測では予定した観測は十分に実施され、目的としたデータが取得できた。沿岸海洋上から海氷上、大陸氷床上と、海から陸への境界における要となる変化、エアロゾルの様態変化を明らかにすることができた。
- 赤外分光計 (FTIR) 等の多様な観測を駆使したオゾン破壊関連物質の観測を実施し、成層圏微量物質の関与を明らかにするとともに極成層圏雲の種別を確認することができた。
- 大気－海洋間の二酸化炭素 (CO₂)・硫化ジメチル (DMS) 交換に関しては、外洋域、氷縁域、定着氷域での大気下層および海洋表層の DMS 等の観測をほぼ計画通り行った。発生源である海水中とその後のエアロゾルへ生成への変化が起こる大気中の両者で高精度に測定でき、雲の発生メカニズムの要因の一つである DMS が気候モデルに取り込まれことで、温暖化予測におけるエアロゾル・雲に関わる誤差要素が軽減し、高精度化へ繋がる貴重な結果である。

国際貢献を行うことにより国際社会における我が国のプレゼンスを高めるという観点

- IPYに参加した項目は十分な観測成果を上げた。日独共同航空機観測プロジェクトは、国際極年 (International Polar Year) 成果報告会での招待講演等を行った。
- オゾンゾンデによる成層圏のオゾン破壊量を見積もる観測 (ORACLE-03) では、昭和基地で40回のオゾンゾンデを飛揚しデータを取得し各領域の観測の一翼を担い大きな貢献をした。その一部は、空気の流れに沿って同一空気塊を捉える Match 観測であり、南極をめぐる9基地の一つとして参加した。この結果、同一気塊中のオゾン破壊速度が明らかにされた。
- 南大洋の船舶を用いた共同観測 (STAGE, ICED-IPY) では、日本側のデータ収集は十分成され、データ交換、公開などが行われつつある。DMSのデータについては国際データベース【Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL) global DMS database (<http://saga.pmel.noaa.gov/dms/> after Kettle et al., 1999),】に登録し、科学論文に引用されている (例、doi:10.5194/bg-7-3215-2010)。

1. 追加の説明を求める事項（3）①

（3）研究開発の実施計画の推進状況

①第Ⅶ期においてプロジェクト研究観測が「重点」と「一般」に区分され、新たに「萌芽研究観測」が設定されたが、それらについての効果、例えば、重点プロジェクト研究における集中的な取組みや社会的要請への対応、萌芽研究観測における将来発展の可能性について、当初目的とした効果があったのか。具体的な例をもって説明していただきたい。

・第Ⅶ期重点プロジェクト研究 背景

重点プロジェクト研究は本部の観測事業計画検討委員会での議論により、第Ⅶ期において始めて設定されたカテゴリで、第Ⅶ期はIPY2007－2008の期間を含むことから、その趣旨に沿った研究観測を軸とし、国際協調又は日本独自の学術的、戦略的かつ独創的な取組みにより実施する研究観測とした。

目的

我が国が戦略的に取り組んでいる地球環境問題に貢献する研究課題「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」を計画し、地球全体を一つのシステムとして捉え、研究分野を横断した緊密な連携により、地球温暖化、オゾンホール形成などの地球環境問題を理解・解明するために、極域の宙空圏（磁気圏・電離圏・熱圏・中間圏を含む）、大気圏（成層圏・対流圏を含む）、海洋圏（生物圏を含む）の異なる自然環境・領域間の相互作用と変動に焦点を当て、研究観測を推進する。特に、領域間のエネルギー輸送、大気運動の上下結合、物質循環・交換などに注目することとした。このような分野横断・融合型の研究観測を推進することにより、極域を中心とする地球環境システムの理解に、新たなブレークスルーをもたらすことが期待される。

成果

宙空圏－大気圏結合の研究（サブテーマ1）においては、無人磁力計、オーロラ光学装置、OH大気分光器、ミリ波放射計、レイリーライダーなどの開発・製作・設置・観測などを計画通り実行し、南極基地としては、きわめて充実した観測体制を持つ第1級の基地にすることができた。とくにⅦ期半ばに先行して観測の始まったOH大気分光温度計では、超高層大気のオーロラ活動に伴う下層の大気の昇温現象が世界で初めてはっきりと観測され、本研究で目指した上下結合解明の中でもこれまで遅れていた上から下への結合を明確に示した成果は大きい。このほか、連続観測を行っているMF（中波）レーダーは気象観測データとも組み合わせ大気潮汐波の下層から上方への伝搬を明らかにし、また他基地との協同で経度構造を明らかにし、南極域での上方へのエネルギー伝搬を明らかにする成果を挙げた。

次頁