

南極地域観測第Ⅶ期計画 実績・成果一覧

南極地域観測第Ⅶ期計画 外部評価用資料集（案）

目 次

- ・ 第Ⅶ期年次計画一覧表
- ・ 第Ⅶ期計画（全体像）

◎観測系

【重点プロジェクト研究観測】

- ・ GS 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
- ・ GS-1 サブテーマ1：極域の宙空圏－大気圏結合研究
- ・ GS-2 サブテーマ2：極域の大気圏－海洋圏結合研究

【一般プロジェクト研究観測】

- ・ P-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
- ・ P-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
- ・ P-3 極域環境変動と生態系変動に関する研究
- ・ P-4 隕石による地球型惑星の形成及び進化過程の解明
- ・ P-5 超大陸の成長・分裂機構とマントルの進化過程の解明
- ・ P-6 極域環境下におけるヒトの医学・生理学的研究

【萌芽研究観測】

- ・ H-1 南極昭和基地大型大気レーダー計画
- ・ H-2 極限環境下の生物多様性と環境・遺伝的特性

【モニタリング研究観測】

- ・ M-1 宙空圏変動のモニタリング
- ・ M-2 気水圏変動のモニタリング
- ・ M-3 地殻圏変動のモニタリング
- ・ M-4 生態系変動のモニタリング
- ・ M-5 地球観測衛星データによる環境変動のモニタリング

◎設 営 系

- ・「しらせ」後継船就航に伴う輸送システムの整備
- ・環境保全の推進
- ・自然エネルギーの活用と省エネルギーの推進
- ・基地建物、車両、諸設備の維持
- ・情報通信システムの整備と活用

◎その他

【観測支援体制の充実】

- ・観測隊の安全で効率的な運営
- ・「しらせ」後継船による運航体制の確立
- ・航空機の利用
- ・海洋観測専用船の利用
- ・新しい観測拠点の展開

【国際的な共同観測の推進】

- ・国際的な共同観測の推進

【情報発信・教育活動の充実】

- ・積極的な情報の発信
- ・教育の場としての活用

第Ⅵ期計画 年次計画一覧

1. 観測計画

計 画 項 目		平成18年度 第48次観測	平成19年度 第49次観測	平成20年度 第50次観測	平成21年度 第51次観測	IPYと の連携
観測計画	1. 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	◎	◎☆	◎☆	◎	No 63 No 92 No 99 No 806
	2. 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	○	◎			No 301
	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		○☆	◎☆	○	No 186
	3) 極域環境変動と生態系変動に関する研究	○	○☆	◎☆	◎	No 53 No 806
	4) 隕石による地球型惑星の形成及び進化過程の解明				◎	No 795
	5) 超大陸の成長・分裂機構とマンツルの進化過程の解明	○	○☆	◎☆	◎	No 234 No 395 No 399 No 412 No 806
	6) 極域環境下におけるヒトの医学・生理学的研究	○	○	○	○	
	3. 萌芽研究観測					
	1) 南極昭和基地大型大気レーダー計画	○	○	○	○	No 355
	2) 極限環境下の生物多様性と環境・遺伝的特性	○	○	○	○	
	4. モニタリング研究観測					
	1) 宙空圏変動のモニタリング	○	○	○	○	
	2) 気水圏変動のモニタリング	○	○	○	○	
	3) 地殻圏変動のモニタリング	○	○	○	○	
	4) 生態系変動のモニタリング	○	○	○	○	
	5) 地球観測衛星データによる環境変動のモニタリング	○	○	○	○	No. 823
	5. 定常観測					
	電離層観測	○	○	○	○	
	気象観測	○	○	○	○	
	測地観測	○	○	○	○	
	海洋物理・化学観測	○	○	○ (検討中)	○ (検討中)	
	潮汐観測	○	○	○	○	

◎観測計画期間中、集中して行う時期

○実施

☆「しらせ」や後継船に依存しない観測を含む（例えば、外国隊との共同観測や海洋観測専用船による観測）

2. 設営計画

計 画 項 目		平成 18 年度 第 48 次観測	平成 19 年度 第 49 次観測	平成 20 年度 第 50 次観測	平成 21 年度 第 51 次観測		
設 営 計 画	「しらせ」 後継船就 航に伴う 輸送シス テムの整 備	氷上牽引車の配備	○	○		○	
		コンテナ機の配備	○	○		○	
		コンテナヤードの整備		◎	○		
		ヘリポートの整備	◎	○			
		道路の整備	◎	◎	○		
		コンテナ用フォークリフトの配備	○	○			
		コンテナ用トラックの配備	○	○			
		50次隊用物資の事前輸送	○	○			
	環境保全 の推進	クリーンアップ 4 か年計画	○	○			
		内陸残置廃棄物及び埋め 立て廃棄物の対策	○	○	○	○	
		燃料移送配管・防油堤	◎	○			
		金属燃料タンク	○				
		大型倉庫の建設	◎				
	自然エネ ルギ-の活用 と省エネの 推進	10kW 風車の搬入	○	○			
		風車とディーゼル発電機との 連系運転	○	○			
		100kW 級風車の導入準備			○	◎	
		省エネ対策	○	○	○	○	
	基地建物、 車両、諸設 備の維持	建物の維持、不要建物の撤 去	◎	○	○	○	
		車両の維持・更新	○	○	○	○	
		発電機等設備の維持・更新	○	○	○	○	
		ドリフト軽減対策	○	○	○	◎	
	情報通信 システムの 整備と 活用	昭和基地 LAN の更新・拡充	◎	○			
		無線 LAN による観測船— 昭和基地接続システム試 験	◎	○	○		
		観測船を含む JARE 統合情 報ネットワーク網の構築	○	○	○	◎	
		IT を活用した安全対策の 推進（遠隔医療実験・映像 監視等）	○	○	○	◎	

◎重点的に実施

○実施

南極地域観測第VII期計画

(平成18-21年度)

背景

事業への評価・指摘

- ・本部外部評価委員会「南極地域観測事業外部評価書」(H15.7)
- ・総合科学技術会議「南極地域観測事業」について(H15.11)
- ・本部基本問題検討委員会「意見のとりまとめ」(H16.6)

南極地域観測の契機となったIGYから50年

- ・国際極年2007-2008 (IPY)

地球観測の推進戦略

- (総合科学技術会議 H16.12)
- ・全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画

事業実施中核機関の制度変更

- ・国立極地研究所の法人化(H16.4~)

南極観測船の更新期

- ・しらせ後継船の就航 (H21~)
- ・50次観測隊への対応 (H20)

情報発信・教育活動の充実

- ・積極的な情報の発信
- ・教育の場としての活用

国際的な共同観測の推進

- ・IPYへの積極的な参加と貢献
- ・アジアとの協力(アジア極地科学フォーラム)
- ・ドイツ、ベルギー等との協力

研究観測：重点プロジェクト研究

期間中に重点的に取り組むべき課題：地球環境問題

「極域電磁圏-大気圏-海洋圏の結合からとらえる地球環境変動の研究」

研究観測：一般プロジェクト研究

- ・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
- ・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
- ・極域環境変動と生態系変動に関する研究
- ・隕石による地球型惑星の形成および進化過程の解明
- ・超大陸の成長・分裂機構とマントルの進化過程の解明
- ・低温環境下におけるヒトの医学・生理学的研究

研究観測：萌芽研究 将来の重点プロジェクトへの期待

- ・大型大気レーダー
- ・極限環境下微生物

研究観測：モニタリング研究

- ・宇宙圏変動
- ・大気圏・雪氷圏変動
- ・地殻圏変動
- ・生態系変動
- ・地球観測衛星データ

定常観測(情通研・気象庁・国土地理院・海上保安庁)

- ・電離層
- ・気象
- ・測地
- ・海洋物理
- ・化学
- ・潮汐

設営計画

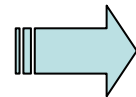
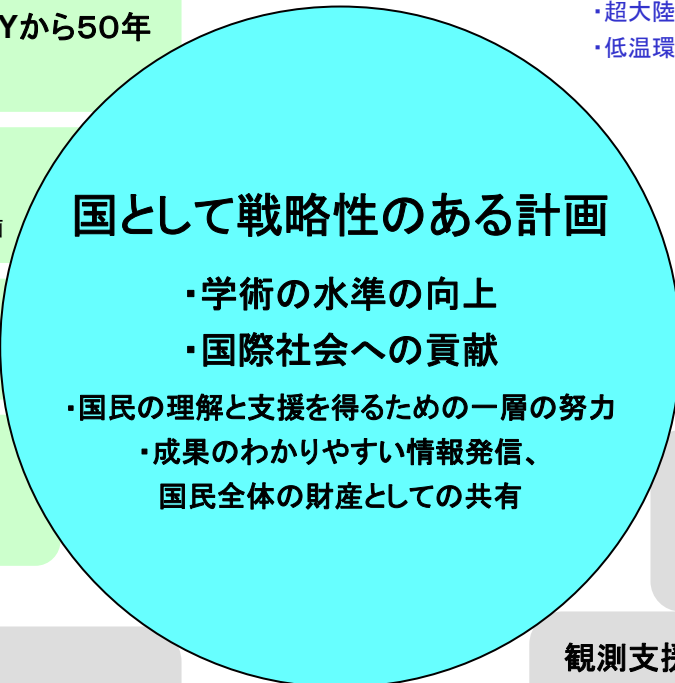
- ・後継船の輸送システムへの準備対応
- ・環境保全、自然エネルギー活用 等

観測支援体制の充実

- 安全を最優先にし、効率的、効果的な体制づくり
- ・隊の効率的な運営
- ・後継船の運航
- ・航空機利用
- ・海洋観測専用船利用
- ・新しい観測拠点

次期中期計画の展望

後継船の導入による研究観測、国際協力、基地環境整備、アウトリーチ等の新展開への期待



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

サブテーマ2：極域の大気圏－海洋圏結合研究

研究目的：

極域地球システムは、太陽活動の支配下で、大気、氷床、地殻、海洋、さらに、そこに生存する生物も含めた複合系を構成しており、そこではお互いに影響を及ぼしあう複雑なシステムとなっている。これまでの我が国の南極地域観測では、システムを構成する個々の領域・分野ごとに研究が進められ、成果を挙げてきた。しかしながら、地球環境システムは、領域・分野を越えた様々な現象や要因が複雑に関与しており、これまでのように個々の研究分野の研究を実施するだけでは根本的に理解・解明することはできない。

本重点プロジェクト研究観測は、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。

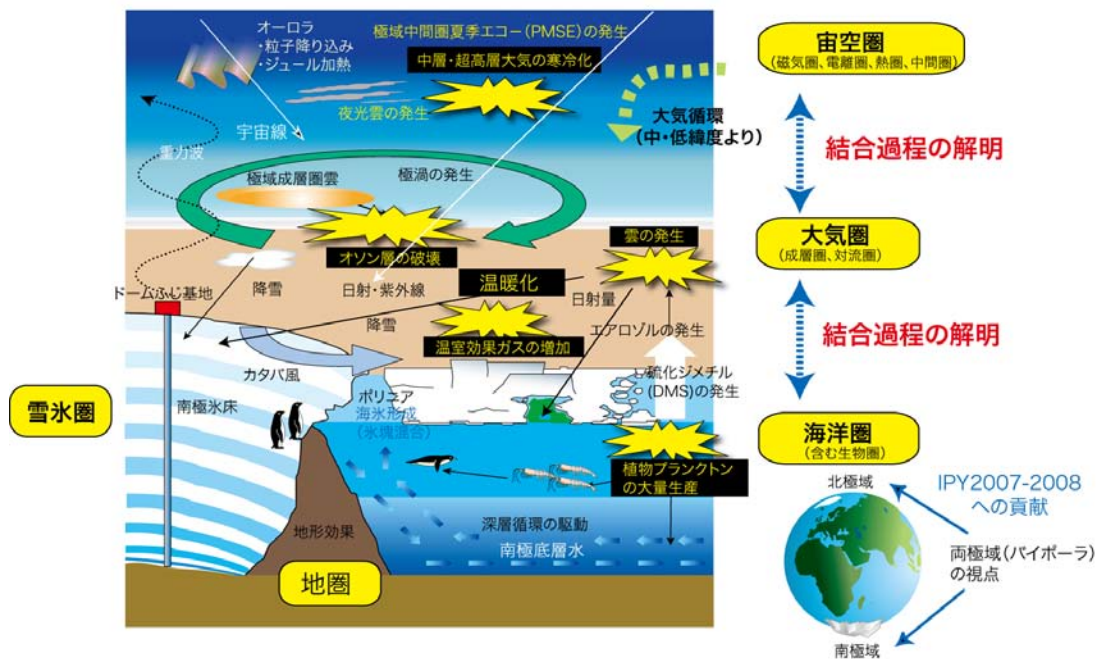


図1 このプロジェクトで研究対象とする領域と主要研究課題

実績・成果：

- ・サブテーマ1、サブテーマ2の研究観測を、概ね計画通りに実施し、十分な観測実績と成果をあげることができた。
- ・本重点プロジェクトの成果の多くは、第Ⅷ期の研究課題を推進するための研究基盤として引き継がれ、成果創出に貢献することが期待される。
- ・領域・分野横断型のプロジェクトとして、日本の南極観測では初の本格的な試みとなった。複合的な地球環境システムを研究する上で今後も有効かつ不可欠なアプローチであり、その端緒を開く研究計画として有意義であった。

重点プロジェクト研究観測 GS-1

研究代表者： 佐藤夏雄

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

研究目的：

サブテーマ(1)では、極域の宙空圏－大気圏結合研究として、IPY2007-2008の国際プロジェクトICESTAR/IHYおよび国際共同研究計画 CAWSES と連携し、南極域の磁気圏・電離圏から熱圏・中層大気までの幅広い高度領域におけるエネルギーと物質の流入、輸送、消費、変成過程を探る。特に、

1. バイポーラー（両極比較）の視点から、南北両極域の超高層現象や電磁環境を定量的に観測することにより、地理的・地磁気的な南北対称性・非対称性に起因する電磁エネルギーや物質の流入過程やその変動機構を明らかにする。そのために、オーロラ帯に位置する昭和基地-アイスランド地磁気共役点をはじめ、さらに高緯度側のカ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観測を推進する。
2. 電離大気と中性大気の境界領域として宙空圏－大気圏上下結合が最も顕著に現れる下部熱圏・中間圏領域を探索する先進的な観測装置を開発し、この領域の温度や大気微量成分の観測を実現させることにより、超高層大気の寒冷化やオーロラエネルギーの下層大気への影響などを地球規模の大循環の視点で明らかにする。

これらの観測研究を通して、極域電磁気圏と中層・超高層大気の結合と変動を包括的に理解する。

実績・成果：

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

1.1 地磁気共役点観測に基づくオーロラの共役性に関する研究

ICESTAR/IHY 計画への貢献として、昭和基地－アイスランド地磁気共役点(図 1)におけるオーロラ観測装置の整備と、それらを用いたオーロラ現象の共役点観測を実施した。2009 年には、アイスランド側と同仕様の簡易型全天白黒 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、その他の全天単色イメージャや8CH 掃天フォトメータと合わせたオーロラ同時観測体制を整備した。

2009年9月にアイスランド側と同時に取得されたデータの解析から、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。

1.2 無人磁力計ネットワークによる磁気圏プラズマ密度とサブストーム電流系の推定

第VI期で配備したドームふじルート上の3点に加え、第VII期では衛星データ通信機能を備えた極地研型無

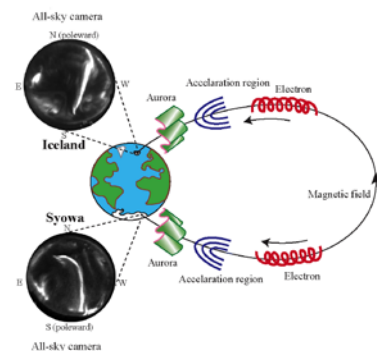


図1：昭和基地－アイスランドの地磁気共役点の概念図。

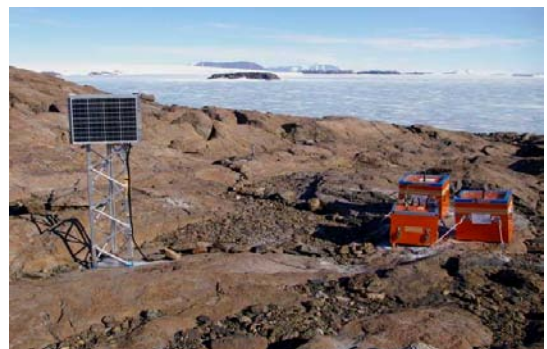


図2：アムンゼン湾に設置した無人磁力計システム

人磁力計(平均消費電力 100mW)を昭和基地から 70km 圏内に 3 点、昭和基地の磁東 600km に 1 点、磁西 650km に1点を設置した(図 2、図 3)。最終年度である平成 21 年度(51 次隊)には夏期間、5 地点(セールロンダーネ、インホブデ、スカーレン、H68、アムンゼン湾)から、毎日、地磁気 3 成分の 1 秒値データファイルが国内へ伝送された。冬期間のデータについては、冬明け後、夏期データとともに国内に伝送された。

これらのデータは IPY2007-2008 の一環として南極大陸無人磁力計国際ネットワークの一翼を担い、国際的に貢献するとともに、オーロラ発生時の電離層電流の発達過程を広域にわたり調べたり、地磁気脈動の様々な波数成分の検出を行う研究に活用された。70km 以内に近接する磁力計データからは、磁力線の共鳴振動を使って磁気圏プラズマ密度を推定でき、300~1000km スパンの磁力計データからは、磁力線共鳴の細かい空間構造が得られた。

1.3 SuperDARNレーダーによる高時間分解能の電離圏プラズマ対流・電場および下部熱圏水平風観測

SuperDARNレーダーでは、第1装置受信機のデジタル化、損傷の大きなアンテナの保守を行い、第1装置のイメージング化の準備、安定運用とより高度な観測手法の確立を目指した。また、国際SuperDARN計画に呼応し、Finland/Icelandレーダー及びIceland、昭和基地との同時観測、THEMIS衛星との全レーダー同時観測、南極域の他国のSuperDARNレーダーと共同で夏季のPMSE 特別観測等を実施し、国際極年 2007-2008 の ICSTAR/IHY計画に貢献した。

具体的成果として、脈動オーロラの明滅とプラズマ対流速度・電場変動が同期していること、ブレイクアップに伴うオーロラアークの通過時の双極性電場変動を見出し、これらの成果を国際誌に発表した。また、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。

この他、SuperDARN レーダー網を利用した南北両極域を広くカバーする中間圏界面領域の流星エコーによる風速観測ネットワークの構築を目指して SuperDARN 時系列観測手法をさらに発展させた。オーバーサンプリングおよび周波数領域干渉計の技法を取り入れた距離分解能向上の開発などを行い、従来の SuperDARN 観測よりも高度決定精度を大きく向上させた流星風速観測手法を確立した(図 4)。

1.4 南極点基地及び中山基地における広域オーロラ観測による極冠域オーロラの研究

広域オーロラ多点ネットワーク観測の一環として、南極点基地と中山基地におけるオーロラ観測を継続して実施した。南極点基地では、米国シエナ大学及び全米科

(2008 年)

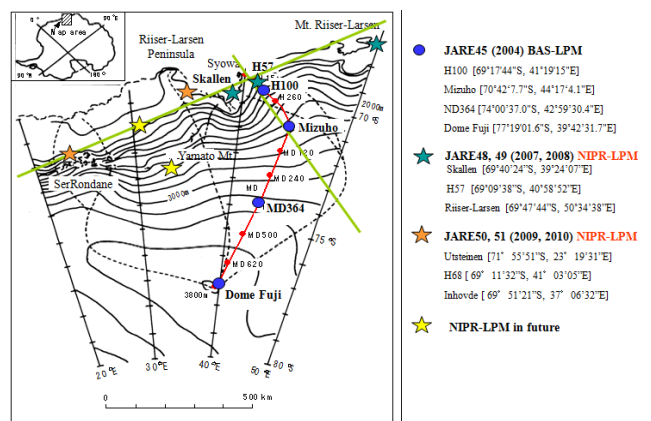


図 3: 日本が設置した南極無人磁力計ネットワーク。

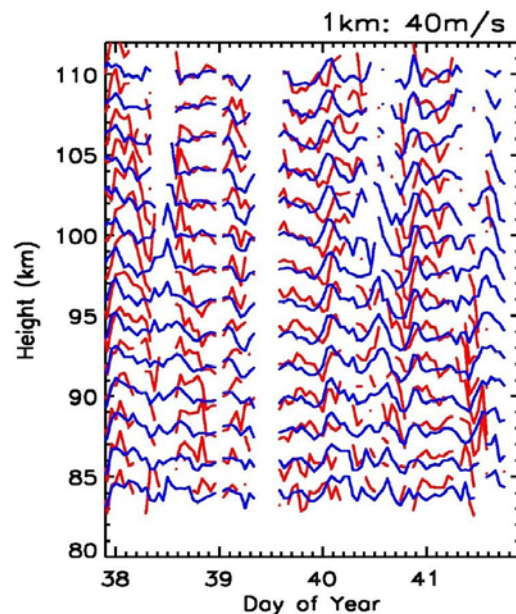


図 4: SuperDARN レーダーによる下部熱圏の水平風速度の観測例。赤: 東向き、青: 北向き風。SuperDARN 時系列観測手法を発展させ、オーバーサンプリングおよび周波数領域干渉計の技法を取り入れ、従来と比べて高度決定精度を大幅に向上させた。

学財団(NSF)との共同研究として、2007年11月と2010年1月に計2式の全天単色イメージャを新たに設置し、電子オーロラとプロトンオーロラの同時観測体制を整備した。中山基地においては、中国極地研究所との共同研究として全天TVカメラやイメージングリオメータによる観測を継続して行った。

南極点基地の観測からは、惑星間空間衝撃波到来に伴うオーロラ増光の朝夕非対称性、磁気インパルス現象に伴う陽子オーロラ発光、数時間以上にわたりほとんど動かない定在オーロラなど太陽風・磁気圏・電離圏結合過程の理解に繋がる様々な現象を見出し、その成果を国際誌に発表した。

磁気インパルス現象に伴って陽子オーロラが発光することを初めて捉えた。陽子オーロラはパッチ状に現れ、ほとんど動かない定在型と経度方向に動く移動型の2種類があることを明らかにした(図5)。

1.5 れいめい衛星データ受信によるオーロラ微細構造の研究

れいめい衛星データの受信は、48次隊より試験受信を開始し、49次より本格運用を行い、現在も継続運用中である。極夜期間を中心に1日あたり最大5パス程度受信し、宇宙科学研究所のサーバーに準リアルタイムでテレメトリデータの伝送を行った。宇宙研において他の受信局データと統合処理した後、1次データとして研究者に配信され、オーロラ微細構造などの研究に活用された。昭和基地では年間約300パスの受信を達成した。

2. 熱圏・中間圏の観測から探る宙空圏-大気圏の上下結合

2.1 MFレーダーによる下部熱圏・中間圏領域の水平風観測

高度60-100km領域における水平風速の連続観測を、当初計画通りVII期を通して実施した。VII期の2年目に昭和基地に導入されたOH回転温度観測装置の中間圏界面温度データと併せて、極域中間圏界面領域の上下結合に関する研究を行い論文発表するなど、本プロジェクトの主要目的である複合観測に基づく研究を実施できた(図6)。

また大気潮汐波のグローバルな構造解明や大気重力波の研究のために、他国の南極基地や北極観測拠点のレーダー観測と協力して国際的な共同研究を行い論文発表した(図7)。

2.2 1-100Hz帯ULF/ELF電磁波動観測

雷放電から放射される1-100Hz帯ELF波動の連続波形観測を2000年2月から継続している。得られるデータは、他の追従を許さない世界トップレベルのクオリティを

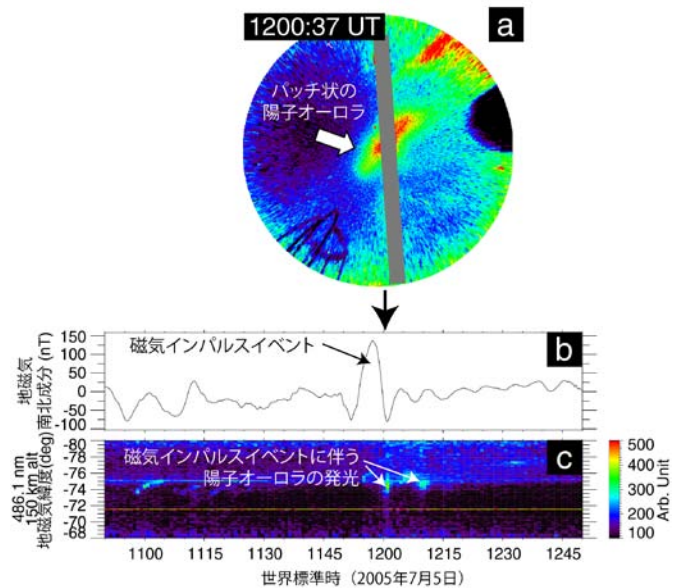


図5: 2005年7月5日の磁気インパルス現象に伴い、南極点基地で観測された(a)陽子オーロラの全天画像、(b)地磁気の南北成分、(c)陽子オーロラの南北方向のケオグラムを示す。

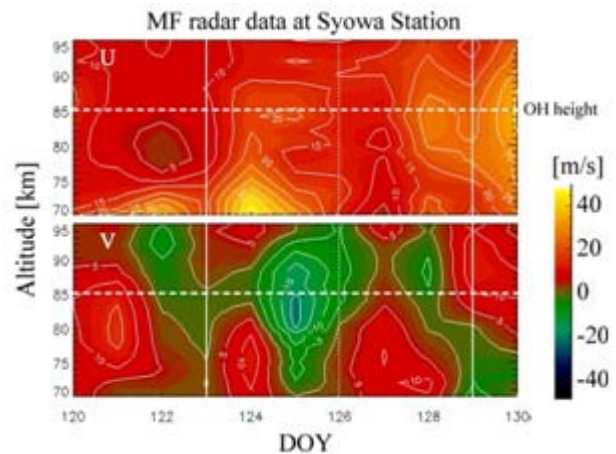


図6: MFレーダー観測から導出した高度70~95kmの水平風速度。上のパネルは東西方向、下のパネルは南北方向の風速を示す。南北風(v)が125通日をピークに南向きになると同時に、高度85kmの大気温度が上昇する現象がOH大気光観測によって捉えられた。これらの観測から、1.5km/s程度の鉛直下降流が極域中間圏界面領域に存在していたことが示された。