

第Ⅶ期計画

【モニタリング研究観測】 (1) 「宇宙圏変動のモニタリング」

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>太陽活動に伴う極域電磁環境の長期変動をモニターすることを目的とする。太陽から地球に降り注ぐ電磁輻射、高エネルギー粒子、太陽風は、太陽活動とともに変動する。それは地球の電離圏や磁気圏の変動をもたらす。その結果は、極域のオーロラ活動、地磁気変化、電磁波動現象などとして現れる。地上よりこれらの現象の観測を行うことにより、電離圏、磁気圏といった地球の周囲の環境が、太陽活動と共にどのように変動しているかを知ることができる。また、こうした観測を長期間行うことにより、地球を取り囲む環境が長期的にどのように変化してゆくのか、という将来予測を行うことにもつながると期待される。観測項目は以下の通り。</p> <p>①全天カメラによるオーロラ形態、発光強度の観測 ②掃天フォトメータによるオーロラ強度分布の観測 ③リオメータ・イメージングリオメータによるオーロラ降下粒子の観測 ④地磁気絶対観測 ⑤フラックスゲート磁力計による地磁気3成分変化観測 ⑥インダクション磁力計によるULF帯電磁波動観測 ⑦ELF/VLF帯電磁波動観測</p>	<p>①, ②3波長 (557.7, 630.0, 427.8nm) フィルター切り替え全天CCD単色カメラによる波長別オーロラ形態の全天分布の観測と、多波長掃天フォトメータによる電子オーロラとプロトンオーロラの緯度方向強度分布の観測を順調に行い、太陽活動極小期におけるオーロラ活動のモニタリング観測を行うことが出来た。2009年には掃天フォトメータの更新を行い、あらかじめ設定したスケジュールに従った自動運用が行われるようになった。</p> <p>③リオメータ・イメージングリオメータは、光でのオーロラ観測が不可能な夏期でもオーロラ降下粒子を観測できる利点を生かし、通年にわたるオーロラ降下粒子束の変動をモニターするとともに、アイスランドでのイメージングリオメータ観測と併せ、オーロラ降下粒子の南北極共役性のモニターを行った。第Ⅶ期の期間、昭和基地には30.0MHzと38.2MHzの2周波のイメージングリオメータが設置され、2周波での吸収強度比(吸収スペクトル指数)が算出された。太陽プロトンイベント時には、吸収スペクトル指数が通常値の2よりも小さくなることが確認され、10MeV帯の太陽プロトンが昭和基地上空に多量に降込み、電離層D層よりも下方の大気を電離したことが推定された。</p> <p>④プロトン磁力計とフラックスゲート型磁気儀による地磁気絶対観測を毎月1回の頻度で継続して順調に行った。2007年には、測定したデータを自動処理するソフトを整備した。2009年には、観測に及ぼす人工擾乱の影響を評価するために、観測室の周囲の広域多点において磁気測量を行い、磁気傾度の広域分布などを明らかにした。1966年より続く長期モニタリングデータにより、昭和基地における全磁力の減少速度が徐々にゆるやかになってきていることなどが示されている。測定されたデータは英国の地磁気データセンターに送付され、IGRFモデル磁場の算出に使用されている。</p> <p>⑤3軸のフラックスゲート磁力計による地磁気変化連続観測を順調に行った。毎月1回の頻度での校正信号入力を行い。地磁気絶対観測時には、ベースライン値の算出を行った。2007年と2009年にはアライメント調整を行った。2007年にはK指数を自動算出するプログラムを整備した。1966年からのK指数データの解析からオーロラ活動の長期変動の研究が行われ、総合研究大学院大学の学位論文としてまとめられた。</p> <p>⑥, ⑦電磁雑音が極めて少ない西オングル島で、磁気圏からの微弱なULF/ELF/VLF帯の電磁波動を良好な感度で安定に受信した。受信信号の絶対強度を定めるため、毎年1回、受信感度の較正が行われた。これらのデータから磁気圏電磁波動強度の長期変動を知ることができるが、特に第Ⅶ期の観測データは太陽活動極小期の特徴を示したものとなっている。 これらの観測を無人の西オングル島で続けるためには、自然エネルギー電源による電力供給が必要になる。第Ⅶ期では、従来用いられてきた太陽電池のほか、風力発電装置を試験的に運用し、通年にわたり人手を介さず電力供給が可能であることを実証した。</p>	<p>自己点検 【評価結果 S・A・B・C】</p> <p>評価結果: <u>S</u></p> <p>モニタリングは長期的に高いレベルのデータを取得することが求められており、光学観測の省力化や遠隔地での安定的な電力システムの構築など、長期モニタリングを可能にする大きな成果を挙げた。</p>	<p>評価意見 【評価結果 S・A・B・C】</p> <p>評価結果: <u>A</u></p> <p>これまでの確かな実績から成熟したモニタリング体制が出来上がりつつあると思われる。今後は、このまま継続していくことだけでなく、新たな観測項目、できるだけ効率のよいデータ取得技術開発などにもさらに取り組んでほしい。モニタリングならではの研究成果をもっと高めること、さらには関連する研究プロジェクトとの密接な連携により、さらなる有効活用が望まれる。</p> <p>新規性のある地上観測を実施しており、荷電粒子の降下状態や磁力の経年変化などの良い科学的知見を積み上げている。また、国際観測網への貢献も見られる。観測データの活用も大学レベルで行われたが、さらなる有効活用が望まれる。</p>

第七期計画

【モニタリング研究観測】 (2) 「気水圏変動のモニタリング」

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>南極域の大気現象は全球規模の気候システムと深く関わっており、同時に、南極大気中の諸現象が、気候システムと多くの相互作用を有している。従って、南極の大気現象を監視することは、地球温暖化等の地球規模環境変化の診断に極めて重要である。南極域から、人間活動の活発な北半球中・高緯度地域から最も遠く離れた極地の大気規模大気環境のバックグラウンドの変化を監視する上で最適な場所である。温室効果気体、エアロゾル、雲、オゾン等の大気成分の動態を長期的に昭和基地及び海上でモニタリングするとともに、放射収支に関わる雲やエアロゾル等の動態を把握し、地球規模の気候・環境変動の現状評価と今後の変化予測に資する観測を実施する。また、南極大陸氷床は、気候システムにおいては地球の冷源として作用する一方、大陸氷床は気候変動に反応した変化が現れる。氷床氷縁や氷床表面質量収支の変動を系統的に観測することは、地球温暖化現象など、南極大陸周辺海域に広がる広大な海洋氷域は顕著な季節変化を通して、南大洋の海洋構造及び循環場の形成に寄与している。また、海水下を含めた海洋循環場は地球規模海洋大循環の駆動源の一つであることから、海洋循環の実態を監視することも重要である。観測項目は以下の通り。</p> <p>① 温室効果気体の観測 ② エアロゾル・雲の観測 ③ 氷床動態観測 ④ 海水・海洋循環変動観測</p>	<p>① 温室効果気体の観測 昭和基地における大気中の温室効果気体及び関連気体（二酸化炭素：CO₂、メタン：CH₄、一酸化炭素：CO）濃度の連続観測は、長期にわたる欠測もなく、計画通り高精度時系列観測データを蓄積した。また、国内外の研究機関の依頼による昭和基地での温室効果気体分析用大気採取も、当初計画通り実施した。昭和基地で観測されたCO₂濃度は1984年の観測開始時には342ppmvであったが、その後の化石燃料消費等により2011年1月には386ppmvに達している。1987年に観測を開始したCH₄濃度は、2000年まで年々大きな濃度上昇が見られたが、2000-2007年は濃度上昇がほとんど停止していた。しかし、2008-2011年にかけて再び濃度の増加が観測されている。将来のCH₄濃度予測精度を向上させる上で、現在起こっているCH₄濃度変動の原因究明は重要な課題である。現在、連続観測データの公開準備を進めている。</p> <p>② エアロゾル・雲の観測 地表エアロゾルの直接測定項目として、光学式粒子カウンタによるエアロゾル粒径分布観測および凝結粒子カウンタによる極微細粒子濃度観測、エアロゾル・雲のリモートセンシング項目として、スカイラジオメータによるエアロゾル光学的厚さ観測、全天カメラによる雲量観測、マイクロパルセラライダー（MPL）によるエアロゾル・雲の鉛直構造観測をモニタリング観測として継続的に行うべく観測機器を整備し、観測方法を維持保守、データ処理の手順等を定めた。通年連続観測により、長期間の観測データを蓄積することができた。エアロゾルや雲の諸特性について季節変動や年々変動等が調べられ明らかとなりつつある（図2）。なお、MPL観測はNASAが主導するMPLNETの重要な極地サイトとして位置づけられ、過去の観測データはウェブサイトでhttp://mplnet.gsfc.nasa.gov で公開されている。また、MPL観測は対流圏の雲のみならず極成層圏雲（PSC）の検出にも貢献した。</p> <p>③ 氷床動態観測 昭和基地から大陸への上陸地点であるとつぎ岬までの海水厚と積雪深観測、とつぎ岬から氷床氷縁S16地点までの雪尺観測は48次から51次までの越冬中に、S16から内陸ドームふじ基地までの雪尺観測と雪尺網観測は48次、49次及び51次の夏期間に、全て計画通り実施した。これらの観測によって氷床氷縁や氷床表面の質量収支変動を明らかにした。観測結果はJARE Data Reportにて公開する予定である。これらの観測結果は、GRACE衛星による重力変動と氷床の質量収支変動の研究や、東南極氷床全体の空間的かつ時間的な質量収支変動研究に使用された。またドームふじ基地の長期にわたる表面質量収支の観測から8.6%の確率で欠層となったことがわかった。これはドームふじ深層コア研究によって重要な指摘である。</p>	<p>【評価結果 S・A・B・C】 自己点検 評価結果：A データ公開については、改善の余地があるが、改善の意向であることから、総合的にはAと評価する。</p>	<p>【評価結果 S・A・B・C】 評価意見 評価結果：B 大気、海洋に関する観測項目について長期のデータ蓄積ができつつある。特に長寿命温室効果ガスのモニタリングの成果は顕著である。国際共同の観点でも観測が位置づけられている。最近の国際誌への投稿が少なくない。 この分野として非常に重要な基礎データの取得への確かな取り組みは高く評価できる。しかし、現在進行中のモニタリング項目だけに留まることなく、今後は、もともと国内外の関心する研究者からも積極的に意見を聞き、十分議論の上、全球的視野からの大きな研究成果に繋がるような、インパクトある新たな取組みが望まれる。 モニタリングそのものはほぼ計画通りに実施されたが、データを世界中の研究者に提供するというミッションの観点からは、Webサイトでの公開の遅れは計画を下回っている。</p>

次頁に続く

第Ⅶ期計画
【モニタリング研究観測】 (2) 「気水圏変動のモニタリング」

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>④海水・海洋循環変動観測 しらせ船上の海水厚・ヒデオ・日視観測は、50次を除き概ね計画通りに実施され、42次以降の年々変化を解明するデータ蓄積が進んだ。昭和では衛星観測データ検証のためにマイクログ波放射計観測を加えた。昭和基地付近の氷厚・積雪深を42次夏・越冬期、51次夏期に観測し、多年氷消長に及ぼす積雪の効果を理解に役立った。この基地観測は沿岸定着氷の国際共同監視網の一翼を担っている。51次で新船に搭載した船体挙動計測システムによって、氷厚計測と同期して氷状特性が調べられた。海洋観測としては、49次しらせ復路の東経110度付近で投入したフロアイリリングフロートが1500m深を漂流し、冬季海水で覆われる南極発散域の海洋構造・循環に関するデータを得た。南大洋高緯度のフロート観測は極めて稀で、中低緯度海域と比べて稼働日数は短い貴重な観測データを得た。</p>		

第七期計画
【モニタリング研究観測】 (3) 「地殻圏変動のモニタリング」

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>固体地球はマントルダイナミクス及びプレート運動等により、絶えず七セブメートル/年の速度で相対運動したり内部変形したりしている。また、地殻圏は大気、海洋、氷床変動の影響を受けて幅広い時間スケールで変動していることが知られている。地球温暖化の指標である海水位の上昇は、地殻隆起量を精度良く分離・補正して検知されなければならない。これら変動現象は宇宙技術をはじめとする各種の新技術で、検出可能になってきたが、汎地球観測網を用いて包括的に観測する必要がある。南極における数少ない汎地球観測網の観測点である昭和基地において、また、往復航路上にて国際的に標準化された機器により取得されたデータを国際的に流通するデジタルフォアマットにより提供し続けることが何よりも重要である。観測項目は以下の通り。</p> <p>① FDSM網において実施する短周期及び広帯域地震計による観測</p> <p>② GGP網において実施する超伝導重力計による重力連続観測</p> <p>③ IVS網において実施するVLBI観測</p> <p>④ IGS網-GPS点の維持、及びIDS網において実施するDORIS観測</p> <p>⑤ 船上固体地球物理観測（海上重力・地磁気三成分測定）、及びマルチビーム音響測深器による海底地形調査（後継船以降）</p> <p>⑥ 海洋水位変動観測及び海底圧力計観測</p>	<p>① FDSM網において実施する短周期及び広帯域地震計による観測</p> <p>第VII期では、ノイズチューニング等の維持に工夫が必要だったが、データ収録そのものは順調に経過した。取得データを用いて、南極プレートや地球内部の様々な時空間スケールの不均質構造に関する研究が行われ、計画通りの成果が得られた。波形データは国際デジタル観測網(FDSN)に準リアルタイムで、伝送し公開している。世界中の遠地地震や南極周辺の局所地震の到着時刻(走時)と振幅情報を国際センター(ISC、及びUSGS/NEIC)へ報告し、JARE Data Reportを作成しており、様々なルートで国際観測に寄与している。</p> <p>② GGP網において実施する超伝導重力計による重力連続観測</p> <p>第48次隊-49次隊-50次隊の各隊引き継ぎ期においてCT043容期の冷凍機挿入口が凍りつくトラブルが目立つようになった。ゼロレベル調整、傾斜補正にも難儀した。停電後SGDAQIに不具合が発生、8日間のデータ欠測も生じた。このように機器の調整・維持に苦労したが、第51次隊でのDSG058への更新実施後は安定し、高品質のデータが得られている。総じて、順調に観測を継続できたと言える。SGデータは1年間の優先使用期間後、IOET、GGP Japan (NAOM)、GFZ Potsdamを通じて各国研究者に提供されている。第51次隊夏期間においては、DSG058の感度検定も兼ねて、絶対重力計FG5を2台用いた比較観測も行われ、IGOMの国際的な要請にも応えている。</p> <p>③ IVS網において実施するVLBI観測</p> <p>国際VLBI観測事業(IVS)観測網の測地キャンベン観測に参加した。第48次隊から51次隊にかけて19回の24時間OHIG実験に参加した。2006年末から2007年1月中旬にかけて、日本でオーバードールした水素メーザー1号機(1001C)を搬入して立ち上げ、運用している。2010年12月、2号機(1002C)の不具合が発生し、第52次夏隊で持ち帰った。収録HDDデータは、NICI鹿島の協力を得て、ボン大学の相関局にデータ伝送されているが、相関解析に大きな問題はない。相関データはIVS解析センターにおいて基線解析が行われ、Syowa-Hobart, Syowa-Hartra0, Syowa-0' High insなどの10年解析結果が、http://ivsc.gsfc.nasa.gov/products-data/products.htmlで公開されている。国際協調のもと順調に観測が進んでいる。</p> <p>④ IGS網-GPS点の維持、及びIDS網において実施するDORIS観測</p> <p>国際IGS(現在はGNSS)観測網において昭和基地はSY0Gと名づけられている。30sサンプリングの受信データはアメリカのODDISサーバーに送られていて、そこからダウンロードできる。SY0G高位置に関しては、いくつかの解析センターが時系列データを公開していてダウンロードできる。</p>	<p>【評価結果：A】</p> <p>地殻圏変動のモニタリング研究観測が十分計画と目的を達成したものと、高く評価される。</p>	<p>【評価結果：S】</p> <p>各観測網を着実に整備しており、そのリアルタイムあるいは準リアルタイムの配信システムを整備もしている。さらにこれらが国際観測網として位置づけられており、それらを使用した成果が高いインパクトファクターの国際誌論文に多く掲載されている。また、海外研究者による成果論文があるなど優れた実績を挙げている。</p> <p>近年の衛星観測技術の進歩は目覚ましいものがあるが、一方で、本研究グループが地道ながらも永年にわたって積み上げてきた一連のデータセットは極めて貴重なものであり、国際的にも高く評価されている。この種のデータは、より長い蓄積の中から新しい発見が生まれる可能性もあるので、今後も継続させていってほしい。</p>

次頁に続く