

13. 南極地域観測（定常/モニタリング観測）

国立極地研究所・福地光男（fukuchi@nipr.ac.jp）

1. 研究の目的

南極観測は、IMS、POLEX、IGBP、ACRなど国際協同プロジェクトによる研究観測（本シンポジウム・藤井報告）と、標準化された方法で長期間にわたって継続的に実施する定常/モニタリング観測の2つを車の両輪としている。定常/モニタリング観測は、分野により観測手法は異なるが、温暖化を含む地球環境変動の実態及びメカニズム解明のための基礎データ・基盤情報蓄積、及び取得されたデータに基づく統計情報抽出を目的としている。

2. 研究の方法

昭和基地において、さまざまな分野の長期観測が実施されている。その内容は多岐にわたり、50項目以上である。主な分野は、2.1地磁気・電磁環境観測、2.2気象・大気微量成分観測、2.3測地測量、地図作成、2.4海洋観測（物理、化学、生物）、2.5精密測地・衛星リモートセンシングである。

観測方法の個々の詳細には立ち入らないが、いかなる場合でも、「汎地球網の1観測点として昭和基地が機能していること」、世界中の他の観測点と共通した「標準化されたデータ取得方法、データ処理方法」を用いることが前提である。露岩域での地図作成、しらせというプラットフォームを用いた海洋観測などの場合においても、標準化という前提は同様である。

3. 研究の成果

3.1 地磁気・電磁環境観測

電離層定常（情報通信研究機構が担当）、地磁気絶対観測・オーロラ全天観測（極地研が担当）が主要課題である。これらは、超高層大気応答・空電雑音状態の把握に必要不可欠であり、毎年のJARE Data Reportsは太陽活動の経年変化、高層大気の高層温暖化傾向等の研究に用いられており、最近、45年間のイオノゾンデ、オーロラレーダ観測等がデータベース化された。なお、昭和基地・地磁気絶対観測による磁場強度の減少率は一貫して100nT/yearより大きく、約5%/100年である。

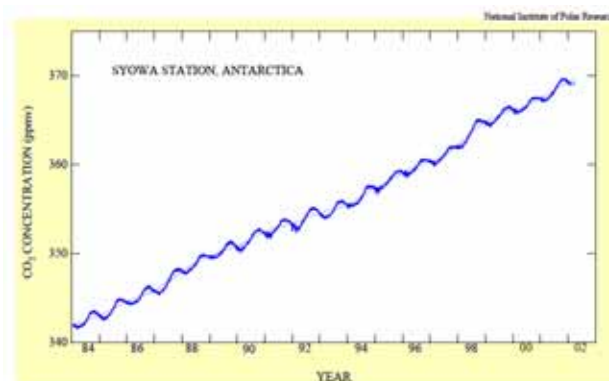
3.2 気象・大気微量成分観測

気象庁が地上及び高層気象観測等を担当している。昭和基地の地点番号は89532である。地上気象観測は毎日8回、高層気象観測は毎日2回の測定データが直ちにWMOへ通報され、客観解析モデルシミュレーション等に使用されている。

40年以上の地上気象観測から得られた昭和基地の平均気温は-10.5度、平均気圧は986.5 hPaである。気温の長期変化には、明瞭な温暖化傾向は現れていない。

特筆すべきはオゾンの長期継続観測で、南極オゾンホールが発見につながり、その原因究明に大きく寄与した。

昭和基地の大気微量成分観測は極地研/気象庁の担当で、対象となる温室効果気体、エアロゾル、雲は主に、気候影響という観点から観測項目が選定されている。図1は20年間にわたる昭和基地での二酸化炭素濃度連続



観測結果である。二酸化炭素だけでなく、メタン、一酸化炭素、オゾンなど温室効果気体の年増加率の増減がENSOイベントなど、地球規模変動とよく対応していることが明らかになってきた。

図1. 昭和基地での二酸化炭素濃度経年変化

3.3 測地測量、地図作成

地球温暖化による海面変化は海岸線の変化として現れる。地図はそのための基礎データであり、日本隊の観測地域において現地測量を基に、国土地理院が大小さまざまなスケールで109面の地図を作成している。写真図、衛星画像図については、合わせて101面である。測地測量についての要約は、1979年に成果等収録が、2002年に成果集録(2)がそれぞれ出版されている。

3.4 海洋観測（物理、化学、生物）

図2は1965年から2002年までの各隊次のしらせ航路を示している。海洋情報部は、この航路上において観測を行い、CTD（電気伝導度、水温、深さ）などの物理データ、採水のpH、溶存酸素、P、Si、N量など化学分析データをJARE Data Reports Oceanography Seriesとして公表している。例えば、JARE-21（1979-1980）観測からJARE-42（2000-2001）にかけては26冊出版されている。そして、同一に近い航路、各定点における観測時期が近いことを用いてデータを整約すると、南インド洋の200-400 m層で0.02-0.04°Cというdecadalな水温上昇を示唆する結果が得られている。

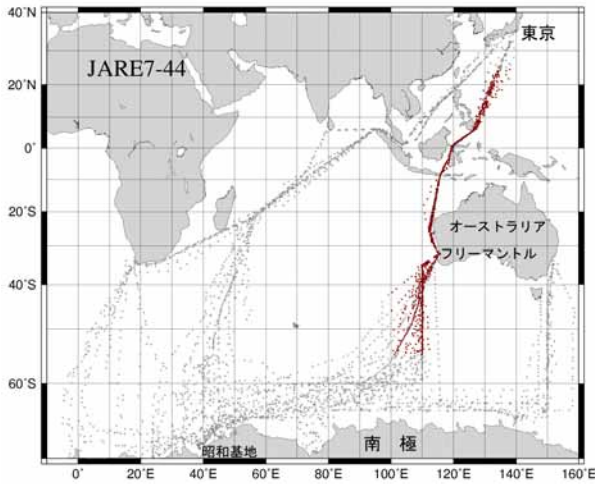


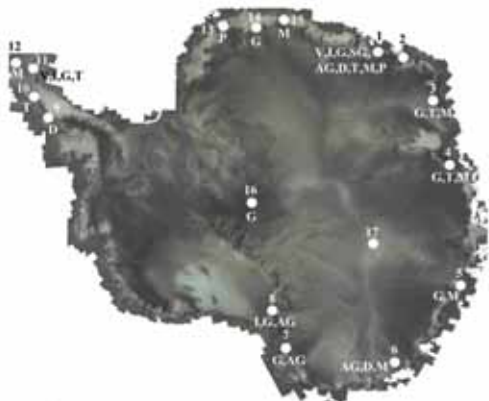
図 2. しらせで行った海洋観測測線図(1965-2002 年)

海洋生物は極地研が担当している。海洋における主な基礎生産者は植物プランクトンであり、その現存量を長期にわたり、広くモニタリングすることは地球温暖化を考えるうえで重要である。

そこでJAREは1965年(JARE-7)以来、植物プランクトンが持つ主要な色素であるクロロフィルa濃度の観測を続けてきた。その結果、南大洋の45°S-55°S区間では、クロロフィルaが南極周極波(ACW)のように3年-7年周期で顕著な増減を繰り返すこと、これら経年変動が冬季における海水張り出し周期と同調しているなどの特徴がわかってきた。

3.5 精密測地・衛星リモートセンシング

極地研がリエゾンを担当している分野であり、関係各機関との協力関係で観測を継続している。例えば、GPSについては国土地理院、潮汐・海水位については海洋情報部、リモートセンシング衛星(MOS-1, ADEOS-II, JERS-1, ERS-1, ERS-2など)の受信については宇宙開発事業団(現・宇宙開発研究機構)である。後氷期地殻隆起、海水位変動は地球温暖化に直結した研究課題であり、精密測地・衛星リモートセンシングは数mm/yearの位置変化を直接測定できるので、各国が近年、力を入れている。具体的な観測項目は示さないが、図3のシボルの数が示図3. 南極観測基地が行っている精密測



地観測項目すとおり、昭和基地は他の基地にくらべ、圧

倒的に充実した観測内容を誇っている。この5-10年間のデータからは、海面水位が約5mm/yearで見かけ上は低下していること、GPS、VLBI、絶対重力測定は2-6mm/yearの地殻隆起を示すので両者はほぼ調和的であるという結果が示唆されているが、精度の良いデータをさらに継続して得る必要がある。

4. 今後の課題

定常/モニタリング観測は、10年以上の時間スケールの現象を扱っている。観測項目によって濃淡はあれ、欠測が命取りである。たとえば、過去の昭和基地・地上観測気温データを3年間マスクすると、その期間の取り方によっては温暖化傾向であったり、寒冷化傾向を示したりする。時間変動を追いかけている限り、データを遡って取得することは不可能である。精度を保ちつつ、安定したデータを取り続けるのが最重要課題である。

5. 成果文献

Ogawa, T., Igarashi, K., Aikyo, K. And Maeno, H. (1987): NNSS satellite observations of medium-scale traveling ionospheric disturbances at southern high-latitudes. *J. Geomag. Geoelectr.*, 39, 709-721.

Chubachi, S. (1984): Preliminary result of ozone observation at Syowa Station from February 1982 to January 1983. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, 34, 13-19.

Morimoto, S., Nakazawa, T., Aoki, S., Hashida, G. And Yamanouchi, T. (2003): Concentration variation of atmospheric CO2 observed at Syowa Station, Antarctica from 1984 to 2000. *Tellus*, 55B, 170-177.

国土地理院(2003): 南極地域、基準点・重力・地磁気・空中写真及び地図成果集録(2)、院技術国土地理資料B1-No. 32、292ページ、及び付属地図集その1、その2。

Odamaki, M., Michida, Y., Noguchi, I., Iwanaga, Y., Ikeda, S. and Iwamoto, K. (1991): Mean sea-level observed at Syowa Station, East Antarctica. *Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci.* 5, 20-28.

Hirawake, T., Odate, T. and Fukuchi, M. (2004): Long-term variation of chl.a in the Southern Ocean during 1965-2002. Submitted to *Geophys. Res. Lett.*

Aoki, S. (1997): Trends and interannual variability of surface layer temperature in the Indian sector of the Southern Ocean observed by Japanese Antarctic Research Expeditions. *J. Oceanogr.* 53, 623-631.

Shibuya, K., Doi, K., and Aoki, S. (2003): Ten years progress of Syowa Station, Antarctica, as a global geodesy network site. *Polar Geosci.*, 16, 29-52.