

## 2010年春季極域・寒冷域研究連絡会の報告

日本気象学会2010年度春季大会(東京)3日目(5月25日)セッション終了後に、極域・寒冷域研究連絡会が大会B会場(国立オリンピック記念青少年総合センター)にて行われた。出席者は約50名であった。前半は南極観測と新観測船「しらせ」(2009年5月20日就航)の特集で、観測隊や観測計画の公募に関する枠組みの変更点や船内設備の紹介をしていただいた。後半は2009/10年における冬の寒さについて、「平成18年豪雪」などとの比較を通じて、大気循環や気候変動の一般的な理解を深める話題を提供していただいた。以下に、各講演者より寄せられた講演要旨を紹介する。

担当世話人：

平沢尚彦(国立極地研究所)

猪上 淳(海洋研究開発機構地球環境変動領域)

[http://polaris.nipr.ac.jp/~pras/coolnet/cl\\_index](http://polaris.nipr.ac.jp/~pras/coolnet/cl_index)

話題 1：

「新しい南極観測体制と第Ⅷ期重点研究観測

南極域から探る地球温暖化」

山内 恭(国立極地研究所,  
総研大極域科学専攻)

南極観測50年。100年前の白瀬 巖の南極探検を経て、1956/57年、国際地球観測年(IGY)を機に始まった南極観測も、幾多の困難を乗り越え、50有余年の歴史を刻んできた。この中で、地上気象観測は当初より始められ、3次隊からは高層気象観測、5次隊からはオゾン観測も始まった。一旦中断の再開後、7次隊から定常気象観測と研究気象観測に分けられ、その後、1979年越冬の20次隊よりは、地球環境や気候に関する国際協同研究の一端を担う形で、南極がグローバルな気候・環境に果たす役割の解明をめざす観測計画が実施されてきた。併せて、1997年38次隊よりはモニタリング研究観測という枠組みで温室効果気体ほか大

気微量成分等の基礎的な長期継続観測も続けられている。

こういう中で、1) 開かれた、2) 先進的な、3) 安全で効率的な、4) 国際連携する、5) 情報発信とアウトリーチの伴う、新しい南極観測が求められた。モニタリング観測と定常観測は「基本観測」として極地研と定常観測官庁が担当し責任をもって遂行するとともに、「研究観測」は課題を公募し、計画の中心となる重点研究観測とそれ以外の一般研究観測、萌芽研究観測とした。これらの南極観測事業の他に、1年毎に、全く自由に応募し、但しファンドも持参する「公開利用研究」を位置づけ、教員や大学院生等とともに同行者として参加する。観測計画が、見えないところで決まるのではなく、広く公募によって作られていく姿を強調している。

2010年度から始まる第Ⅷ期の重点研究観測としては、「南極域から探る地球温暖化」の標題の下、3つのサブテーマ、「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」、「南極海生態系の応答を通して探る温暖化過程」、「氷期-間氷期サイクルから見た現在と将来の地球環境」を挙げた。第1のサブテーマでは、ライダーやマイクロ波放射計のほか、大型大気レーダーによる極域大気の高層研究(PANSY)が中核的課題として実施される。PANSYは地上1kmから500kmまでに及ぶ大気の広い高度範囲での3次元風速とプラズマパラメータの観測を実現するもので、地上近くのカタバ風からオゾンホール、大気重力波、極中間圏雲等々様々な大気観測がなされ、気候モデルやその他観測機器と併せ、極域大気の高層的研究がなされるものである。温暖化との関連では、重力波メカニズムの検討による気候モデルの改良とそれによる気候将来予測の高精度化、東南極温暖化を抑制しているとされるオゾンホールや極渦と南極振動(AAO)―南半球環状モード(SAM)―との関わり(Thompson and Solomon 2002; Thompson *et al.* 2005など)、成層圏・対流圏結合などの解明をめざすものである。この計画の初年度を担う第52次観測隊では、アンテナ

1000本の建設と観測開始という大きな任務を担うこととなる。

新しい南極観測体制、開かれた南極観測に、多くの気象学会員の積極的参加を期待したい。

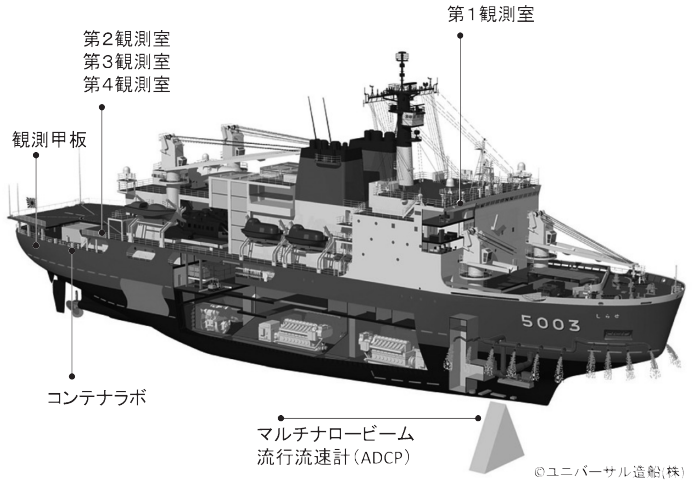
**コメント：「しらせの観測設備概要」**

国立極地研究所の橋田 元氏は、標記についての解説と質疑応答を行った。講演の後に、しらせの設備概観図(第1図)、及び南極観測船しらせの基本性能ならびに主要な観測設備に関する情報(第1表)をまとめていただいた。なお、甲板(かんぱん)は、建物における階層と同様の意味を持つ。船の後部に広く現れた最上層はヘリコプターの離着艦を行う甲板であり、01甲板という(ゼロいち甲板と発音される)。これより上に向かって、02甲板、03甲板と続き、大気観測が行われる第1観測室は05甲板に位置する。一方、01甲板の1つ下の階層は第1甲板で、下に向かって、第2甲板、第3甲板と続く。観測隊の主な活動領域は、観測隊オペレーション室(食事や会議用)、ネットワーク室、及び隊員居室を含めて、第1甲板の後半部に集約されている。

**話題2：「冬季東アジアモンスーンの変動要因を探る」**

川村隆一(富山大学大学院理工学研究部)

2009/10年冬季は北信越地方で平成18年豪雪以来の大雪となった。大雪の主要因は冬季東アジアモンスーンの強化である。大規模循



第1図 しらせの設備概観図。

第1表 南極観測船しらせの基本性能ならびに主要な観測設備。

南極観測船「しらせ」の基本性能	
基準排水量	12,500トン
主要寸法	全長138m, 幅28.0m, 深さ15.9m, 喫水9.2m ※深さ：船底から第1甲板までの距離 ※喫水：船底から水面までの距離 (燃料・積荷が満載時の3分の2を想定などの条件の下)
主機関	ディーゼル機関4基 推進電動機4基
軸馬力	30,000馬力(2軸)
速力	19ノット
定員	乗員175名 観測隊員80名
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物資輸送効率化のため12フィートコンテナ56基を搭載</li> <li>・砕氷性能向上のためステンレスクラッド鋼の使用、艦首部散水装置の装備</li> <li>・漏油対策として二重船殻構造の採用</li> <li>・動揺を軽減する減揺タンクの装備</li> </ul>
主要観測設備	
<b>【05甲板(艦橋と同じ甲板)】</b>	
・第1観測室	エアロゾル観測装置, 大気試料引込タワー, 海水厚観測装置収録部, 地磁気測定装置収録部, 長波受信装置他
<b>【第1甲板】</b>	
・第2観測室	主として野外観測準備のための共同作業室, 冷凍庫・冷蔵庫
・第3観測室	マルチナロービーム, 流行流速計の制御・データ収録・解析
・第4観測室	海洋表層モニタリング装置, 海洋観測機器の準備, 海水・プランクトン試料等の処理
・観測甲板	観測用ウィンチ, 曳航用ウィンチ, XCTD自動投下装置
・コンテナラボスペース	20フィートコンテナ2基搭載可能
・観測隊オペレーション室	食事, 会議等
・観測隊ネットワーク室	基幹伝送路(1Gbps光ケーブル)で観測隊室等を繋ぐLAN

環であるモンスーンと局地的な大雪を結びつけるためには、日本海側に降雪をもたらす総観規模擾乱群の振舞いを明らかにする必要がある。平成18年豪雪時には、急速に発達する温帯低気圧（爆弾低気圧）が日本近海に集中する傾向が見られた。実際、冬季モンスーンが強いと爆弾低気圧が日本近海に集中し、モンスーンが弱いと日本から離れて散在する傾向が見出されている（Yoshiike and Kawamura 2009）。また、爆弾低気圧の集中化が北陸地方の局地的な大雪をもたらす事も確かめられており、「モンスーンの強化→爆弾低気圧の日本近海への集中化→北信越地方を中心に大雪発生」というプロセスが本質的であると考えられる。

それではなぜ冬季モンスーンが変動するのだろうか。東アジアモンスーン地域の近傍には2種類の導波管（寒帯前線ジェットと亜熱帯ジェット）がある。上流から導波管を伝って定在ロスビー波束が伝播してくると、東アジアモンスーン循環は大きな影響を受ける。平成18年豪雪時には12月でみると過去50年間で最大のモンスーン強度に達しており、寒帯ルートと亜熱帯ルートのロスビー波列が複合した結果、極端なモンスーンの強化が生じた事が指摘されている（Sakai and Kawamura 2009）。特に、亜熱帯ルートのロスビー波列が顕著であった。冬季は亜熱帯ジェット（アジアジェット）が南下するため、熱帯対流活動の直接的影響を受けやすい。それはENSOの遠隔影響を受けやすくなる事を意味する。アジアジェットの主要な変動パターンを抽出するために、200hPa高度偏差場にEOF解析を適用すると、帯状偏差パターン（EOF1）と東西非対称偏差パターン（EOF2）が得られる。共にENSOと関連した遠隔応答であるが、どちらが効率的に東アジアモンスーンに影響を与えるのかと言うと、EOF2である。その違いは西太平洋からインド洋に至る熱帯対流活動の振舞いに依存している。ENSOの発達期（11, 12月）ではフィリピン海・南シナ海付近で対流活動偏差が局在化する傾向があり、この場合、EOF2のような波列パターンが励起されやすくなる。つまり、アジアジェットを導波管として定在ロスビー波束が伝播し、冬季モンスーンに大きな影響を与えることができる。平成18年豪雪はその典型例である。一方、ENSOの完熟期（1, 2月）になると、熱帯対流活動偏差は西方のインド洋まで帯状に伸び、それに応答するアジアジェットも東西一様的であり、ロスビー波束が必ずしも励起されやすい環境とは言えない。結果的に、東アジアのモンスーン循環

に大きなインパクトを与えるのが難しいと考えられる。

しかしながら、熱帯対流活動の変動特性を直接調べていないので、その観点からの検証が必要である。そこで、ニューラルネットワークを用いた非線形解析手法の1つである自己組織化マップ（SOM）を西太平洋～インド洋地域の外向長波放射量（OLR）偏差場に適用したところ、熱帯インド洋で卓越する2種類の大気海洋結合現象、所謂、インド洋ダイポール現象（IOD）と風—蒸発—SSTフィードバック現象（WES）が同定された（Sakai *et al.* 2010）。両者は空間構造、季節依存性、物理プロセスの点で全く対照的であり、ENSOとの独立性、従属性に議論があるが、SOM解析からは、WESとENSOの線形関係、IODとENSOの非線形的な関係が示唆された。また、ENSOと強い関連があるSOMの5つのノードを詳しく調べた結果、ラニーニャ時には、前述のようなアジアジェット経路で初冬期にモンスーン強化をもたらす場合があるが、対照的に、エルニーニョ時には、（アジアジェットを介するテレコネクションは不明瞭であるが）フィリピン東方の下層高気圧が強化されて（Wang *et al.* 2000）、晩冬期にモンスーンが弱化しやすい事が見出された。このように、ENSOの位相に関して、西太平洋～インド洋の熱帯対流活動は強い非対称性をもっており、ENSO強制による冬季東アジアモンスーンの遠隔応答も、結果的に、非対称性の強い応答となっている事が明らかになった。

#### コメント：「2009/2010の冬を振り返る」

本田明治（新潟大学自然科学）

2009/10年冬の日本は平均すると暖冬傾向であったが、寒暖の差が激しくしばしば強い低温と大雪に見舞われ、記憶に残る冬となった。近年総じて高温傾向が続く日本の冬だが、この冬に限らず時々低温や大雪に見舞われている。また、欧州から極東にかけてのユーラシア大陸の中高緯度帯も同様で、最近では2005/06年に日本を含む極東、2007/08年に西アジア～中国、2009/10年に欧州～ロシア～極東で低温や大雪となった。最近の北半球の冬の特徴は、北極海上の高温状態の持続である。これは近年の北極海における顕著な海水減少に伴うもので、先行する夏～秋にかけて特にバレンツ海からシベリア沿岸で顕著である。両者の関係については、夏季～秋季の北極海シベリア沿岸の海水面積が例年より少ないと、冬季のユーラシアは

広い領域で有意に低温傾向になることが、データ解析及び大気大循環モデルを用いた数値実験によって確認されている。

数値実験の結果に基づいて、各冬の振る舞いを調べてみると、05/06年、07/08年、09/10年の冬は、パレンツ海上空付近の高気圧性偏差が定常ロスビー波を誘起し、シベリア高気圧を発達させ、ユーラシア広域に渡って低温偏差に覆われる事例がしばしば見られた。09/10年の冬はこのような事例が頻繁に見られ、大陸上は記録的な低温、日本もしばしば強い寒気に見舞われた。なお、2009年夏の北極海の海水域面積は過去3番目に少ない状況で、冬を通じて北極海上の高温傾向が持続していた。

今冬（2009/10年冬）の振る舞いは、負の北極振動とエルニーニョのせめぎ合いと概ね解釈されているが、両者のみの説明では不十分であろう。勿論北極の海水以外にも考えられる要因はあるに違いない。近年の冬、そしてこれからの冬がどうなっていくか、多角的な視点で監視していく必要があるだろう。

#### 謝 辞

講演を快く引き受けてくださった諸氏ならびに報告書原稿の編集に協力いただいた極地研究所の堤 真希子氏に感謝申し上げます。

#### 参 考 文 献

- Sakai, K. and R. Kawamura, 2009 : Remote response of the East Asian winter monsoon to tropical forcing related to El Nino-Southern Oscillation. *J. Geophys. Res.*, **114**, D06105, doi : 10.1029/2008JD010824.
- Sakai, K., R. Kawamura and Y. Iseri, 2010 : ENSO-induced tropical convection variability over the Indian and the western Pacific Oceans during the northern winter as revealed by a self-organizing map. *J. Geophys. Res.*, in press, doi : 10.1029/2010JD014067.
- Thompson, D. W. J. and S. Solomon, 2002 : Interpretation of recent Southern Hemisphere climate change. *Science*, **296**, 895-899.
- Thompson, D. W. J., M. P. Baldwin and S. Solomon, 2005 : Stratosphere-troposphere coupling in the Southern Hemisphere. *J. Climate*, **62**, 708-715.
- Yoshiike, S. and R. Kawamura, 2009 : Influence of wintertime large-scale circulation on the explosively developing cyclones over the western North Pacific and their downstream effects. *J. Geophys. Res.*, **114**, D13110, doi : 10.1029/2009JD011820.
- Wang, B., R. Wu and X. Fu, 2000 : Pacific-East Asian teleconnection : How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517-1536.