

1998年春季極域・寒冷域研究連絡会の報告

日本気象学会春季大会（東京）3日目（5月29日）のセッション終了後に、極域・寒冷域研究連絡会が気象庁予報部会議室にて行われた。出席者は約60名であった。前半は、第38次南極観測隊のドームふじにおける越冬観測期間中の最新の観測結果などを3名の方から紹介していただいた。後半は「極域寒冷域におけるこれからの高層気象観測」と題して一般討論を行った。

極域寒冷域における高層気象観測は、数値予報の精度向上、気候変動研究の基礎資料として重要であるが、近年ロシア、カナダなどでは観測数が減少傾向にある。また、南極大陸では定常気象観測点がほとんど存在しないため、南極域の大気循環場の実体は現在もよく分かっていない。このような問題を踏まえて、極域寒冷域における今後の高層気象観測の可能性を探ることをねらいとして、現状について3名の方から、今後の可能性について4名の方から話題提供をしていただいた。初めての試みとして、問題の全体を概観できるように、多くの方に話題提供をしていただいたため、予定していた総合討論の時間は取れなかったが、個々の講演ごとに活発な意見交換が行われた。なお、本テーマについては極域・寒冷域研究連絡会において引続き討論していきたいと考えております。

世話人：高田久美子（国立環境研究所）

本田明治（地球フロンティア研究システム）

浮田甚郎（地球フロンティア研究システム）

中村 尚（東京大学理学部）

◎プログラム

1：第38次南極観測報告

平沢尚彦（国立極地研究所）、林 政彦（福岡大学）、青木周司（東北大学）

2：一般討論『極域寒冷域におけるこれからの高層気象観測』（無人定常高層気象観測装置の開発と観測網の展開に向けて）

2.1：世界の高層気象観測の現状と気象学研究における要望

中村 尚（東京大学）、浮田甚郎（地球フロンティア研究システム）、Daging Yang（地球フロンティア研究システム、カナダ気象局）

2.2：無人高層気象観測の可能性について

ラジオゾンデ 上林正幸（気象庁）

ウィンドプロファイラー 足立アホロ（気象研究所）

MST レーダー 堤 雅基（国立極地研究所）

南極における最近の無人超高層気象観測の進展

田口 真（国立極地研究所）

◎発表概要

1：第38次南極観測報告

深層氷床コアの掘削を行ったドームふじを中心として、最新の観測結果が紹介された。なお、ドームふじでは36～38次隊が越冬し、現在は無人となっている。

平沢尚彦氏（国立極地研究所）は、38次隊のドームふじでの越冬観測においてゾンデ・放射観測を行い、NOAA衛星の赤外画像や気象庁の全球解析データをあわせた解析について報告を行った。1997年6月18日～21日のブロッキングによる極渦の蛇行に伴って、地上気温上昇、風速増加、雲量増加が観測された。NOAAの赤外画像からは、大陸氷床表面が見えている領域に比べて、暖気や雲の流入が予想される領域の温度が高いことが示された。このことは、極渦の蛇行によって、低緯度の大気が南極大陸上に流入していることを示唆している。このほか、ドームふじの気温・風速等の季節変化を示すデータが紹介された。また、ダイヤモンドダストがほとんど毎日のように観測され、光柱、幻日、幻日環などの光学現象が頻繁に起きている様子が、写真とともに紹介された。

林政彦氏（福岡大学）は、観測の様子やドームふじへの旅行の様子も交えて、ドームふじでのゾンデおよびライダーによるエアロゾルの鉛直分布や地上での粒径分布の測定結果について報告した。エアロゾルの鉛

直分布から、極成層圏雲 (PSCs) の出現時期が5月末～10月中旬であることや、高度18 km 付近を中心として数ミクロンの粒径の大きなエアロゾルが存在することが示された。また、ダイヤモンドダストより小さな、氷粒子と推定される粒子が雪面近くに多量に存在し、薄い霧の中にいるような状態であることが、地上付近の観測から示された。

青木周司氏 (東北大学) は、39次夏隊において、南極での成層圏の物質循環を明らかにするために、昭和基地において、大気球による高度30 km までのサンプリングを行った。その結果、CO₂濃度の鉛直プロファイルに、10～20 km で極大、20～30 km で極小となる大きな数 ppmv の変動のあることが明らかになった。今後、他の領域からの空気塊の流入が記憶されている可能性などについて調べるとともに、10年以上にわたって続けられている日本上空の成層圏における観測データや北極での観測データとの関係についても考察していきたいとのことである。さらに、機会があればもう一度北極と南極での観測を実施したいとのことである。

2: 一般討論『極域寒冷域におけるこれからの高層気象観測』(無人定常高層気象観測装置の開発と観測網の展開に向けて)

2.1 世界の高層気象観測の現状と気象学研究における要望

中村尚氏 (東京大学) は高緯度陸域の高層気象データは中緯度の予報にとって重要であり、また高緯度は自然変動が大きいことから、その重要性を指摘した。気象庁の資料によると、近年のロシアからの入電状況は1996年3月から1997年2月の間に半数以下に減少しており、特に東・南シベリアでその傾向が顕著である。ロシアの高層データの減少は、我が国の予報に有意な影響を及ぼす恐れがある。また、カナダでも非居住地域のゾンデ観測が今後現状どおり行われる可能性は高くない。一方、南極の内陸部で定常高層気象観測を行っているのは南極点のみである。今後蓄積されて行く全球客観解析データにおいて、北半球中高緯度での品質の低下を食い止め、南極域での質を向上させるためには、こうした極域・寒冷域にて、ある部分の観測の自動化まで視野にいれながら必要な観測点を確保する方策を模索してゆくことが望まれる。また、今後、宇宙ステーションなどからのリモートセンシングによる観測は、ゾンデ観測の希薄な地域で威力を発揮するものと期待されるが、その検証用のデータとしても、

地上・高層現場観測点を適切な密度で確保しておく必要がある。

浮田甚郎氏 (地球フロンティア研究システム) は高緯度無人気象観測の実例として、南極の内陸部に設置されている自動地上気象観測網 (AWS) について報告した。電源は、太陽電池と新世代の通常電源を用い、データ回収には衛星が利用されているとのことである。また Daging Yang 氏 (地球フロンティア研究システム、カナダ気象局) からは北部カナダの AWS の設置・運営状況について紹介があった。

2.2 無人高層気象観測の可能性について

初めに上林正幸氏 (気象庁) より「ラジオゾンデ」について説明と報告を頂いた。自動放球・高層気象観測システムとして、ヴァイサラ社のオートゾンデがある。オートゾンデは放球装置とシェルタからなり、シェルタの大きさは D4.9×W2.4×H2.5 m で、最大24回の高層観測を自動的に実施できる。所要電源は400V10A 又は230V16A である。スウェーデンでの運用例を見ると、1日4回の観測で、週2回ゾンデ等の搭載作業を行っている。放球できない地上気象条件は、氷点下25°C以下、風速20 m/s 以上であるが、飛揚率は2か所の例で、95.2%と98.7%であった。南極で運用する場合は、より低温・強風でも放球できるように、特別にする必要があると考えられる。

次いで足立アホロ氏 (気象研究所) より「ウィンドプロファイラー」について紹介して頂いた。大気中には乱流による渦があり、渦によって大気の屈折率には変動が生じる。屈折率に変動があると電波は微少ではあるが反射散乱されるため、レーダーにより乱流の渦を検出することができる。一方、乱流の渦は大気の流れ、すなわち風によって移動しているので受信電波のドップラーシフト量を測定することにより、上空の風ベクトルを推定することができる。ウィンドプロファイラー (WP) はこの原理を利用して風の鉛直プロファイル測定する晴天大気レーダーの一種である。WP は電波の波長によって測定高度が異なり、通常、400 MHz で高度0.5～16 km、1.35 GHz で高度0.1～3 km の風速を測定できる。所要電源は400 MHz が200 VAC100A、1.35 GHz で120VAC15A である。WP を極域で運用する場合、極域では気温などの条件から屈折率の変動が小さくなるため、受信電波は日本上空よりも弱くなる。このため出力の小さい1.35 GHz の WP では観測は難しいと考えられる。また400 MHz であっても観測高度の低下が予想されるが、現在各国で

開発されている pulse coding の技術を用いれば極域であっても 10 km 程度の高度までは観測できる可能性がある。極域の高層風観測は現在ゾンデが主となっているが観測時間に制約がある。これに対し WP は 1 日 24 時間の無人観測ができるため極域上空の気象現象の解明に有効であると考えられる。また、WP のデータを解析することにより風以外の物理量も推定できる。例えばドームふじで頻繁に見られる、ダイヤモンドダストの粒径分布などもサイズや出現高度によっては推定できると考えられる。一方 400 MHz WP の弱点は地表付近の観測ができないことである。例えばカタバ風は地表付近の非常に薄い大気層での現象なので、400 MHz WP で検出することは難しいであろう。

続いて堤雅基氏(国立極地研究所)より「MST レーダー」を紹介して頂いた。MST レーダーは、50 MHz 程度の VHF 帯の電波を数 10～数 100 kW のピーク出力で用い、高度 1～15 km の 3 次元風速、さらに音源との併用により大気温度を数分の時間分解能で測定することができる。また、乱流エコーによる中間圏の風速や、流星エコーを用いた高度 80～100 km の風速の観測も可能である。極域で運用する場合、所要電源は 5 kW 程度以上であること、アンテナのメンテナンスが必要であることから、有人基地での運用が前提となる。但し、アンテナについては、メンテナンスの少ないものを用いることもできる。また、シェルターは極地仕様のもので用意する必要があるだろう。これまで、極域で MST レーダーを用いた観測は、北極で数例、南極ではわずか 2 例程度と少ないことから、重力波の実態を理解することは、GCM の高緯度でのバイアスの改善などの点からも、大きな意義があると考えられる。

最後に、田口真氏(国立極地研究所)より「南極における最近の無人超高層気象観測の進展」について報告して頂いた。米国の AGO (Automatic Geophysical Observatory) ネットワークは現在、南極の 6 地点に展開している。AGO は観測機器を収納するシェルターが核となり、その周りに燃料タンク及び磁力計など約 6 種類の測定センサーを装備している。プロパンガスを触媒で燃焼させることによって約 4 kW の出力を得て、その大部分はシェルターの保温に使われるが、一部は熱電発電器が機器へ供給する約 50 W の電力を発生するために使われる。プロパンの消費量は 1 年間でタンク 6 個程度である。シェルターは、熱制御システムによって、外気が -80°C でも内部を 20°C に保つことができる。メンテナンスのために、サービスクルーを 1 年に 1 回、現地に航空機で派遣しているが、遠隔からリアルタイムで機器の動作状況をモニターできる。将来的には、観測データも衛星電話システムによってリアルタイムに伝送することを検討している。これまでの運用状況では、発電器のトラブルで停止することが多かったが、徐々に改善されてきている。原理的には、気象測器を装備することも可能であり、雪氷グループとの協力が期待される。

3：謝辞

本会の開催にあたって、大会実行委員会、講演企画委員会には大変お世話になりましたので、お礼申し上げます。また講演を快く引き受けて頂きました諸氏に感謝申し上げます。また打合せの段階よりご協力頂いた国立極地研究所の和田誠氏、塩原匡貴氏、森本真司氏にあわせて感謝申し上げます。