

第3回南極の気象観測, モデル, 予報に関する ワークショップ参加報告*

亀田 貴雄**

1. 概要

標記のワークショップが2008年6月9日から12日まで米国ウィスコンシン大学マジソン校 (University of Wisconsin-Madison, 以下 UW と記す) で開催された。筆者はこのワークショップに日本人として唯一参加したので、その内容を報告する。

このワークショップでは主にウィスコンシン大学航空宇宙理工学センター (Space Science and Engineering Center, UW) ならびに大気海洋学科 (Department of Oceanic and Atmospheric Sciences, UW) で運用している Argos システムを用いた無人気象観測装置の状況報告, Argos データと数値計算モデルを用いた南極の数値天気予報の結果, 南極での天気予報に関することが議論された。今回のワークショップには45名が参加し、発表件数は42件であった。第1図にセッションの様子, 第1表にセッション名およびそれぞれのセッションでの発表件数をまとめた。次節でそれぞれのセッションでの主要な報告をまとめる。

なお、このワークショップは、2005年以前は AWS-AMRC-AMPS ミーティングとして開催していたものを発展的に名称変更して開催しているとの事であった。

第1表 開催セッション名およびそれぞれの発表件数。

日時	セッション名	発表件数
6月9日午前1	AWS 計画のアップデート	3
午前2	AWS 観測結果	3
午後1	AWS の応用	3
午後2	USAP による AWS の概要	3
6月10日午前1	南極での研究活動	3
午前2	南極の気象に関するソフトおよび応用	3
午後1	AMPS とその応用	6
午後2	極域での数値モデル開発	4
6月11日午前1	南極での気象予報に関するトピックス	5
午前2	南極の気候, 過去および現在	4
6月12日午前	国際気象予報ハンドブックセッション	5
合計		42



第1図 セッションの様子 (休憩中)。

* Report on “The 3rd Antarctic Meteorological Observations, Modeling, & Forecasting Workshop”.

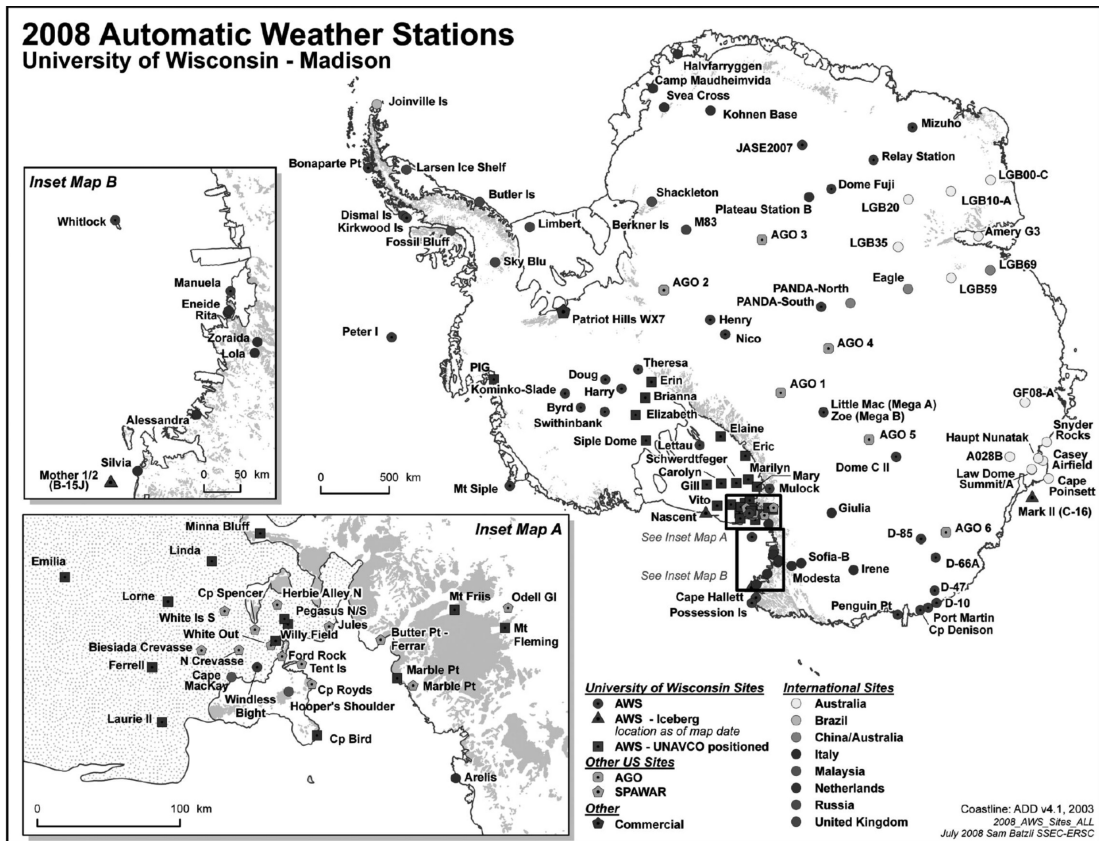
** Takao KAMEDA, 北見工業大学社会環境工学科, kameda@mail.kitami-it.ac.jp

© 2008 日本気象学会

2. 各セッションでの主要な報告

2.1 AWS 計画のアップデート

ウィスコンシン大学航空宇宙理工学センターならび



第2図 2008年7月における ArgosAWS の設置地点。(カラー図は、以下に掲載 <http://amrc.ssec.wisc.edu/images/awsmappnew.jpg>).

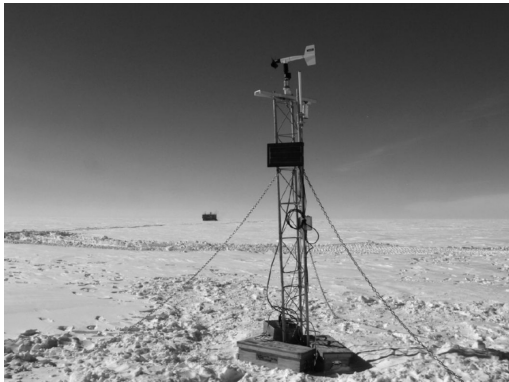
に大気海洋学科で運用している Argos システムに30年以上携わってきた George Weidner (UW) が2007/08年シーズンの状況報告を行なった。ここでは、2008年現在の南極での Argos を用いた無人気象観測装置の設置地点一覧が図で示された(第2図)。Andrea Pellegrini (イタリア南極地域観測隊) はイタリア南極観測隊による無人気象観測装置とリモートセンシングの状況報告を行った。昨年このワークショップは、同氏がホストとなってイタリアのパルージャで IUGG に合わせて約80名が参加して開催されたとのことであった(日本からの昨年度の参加は国立極地研究所の鈴木香寿恵氏のみ)。Steven Colwell (英国南極局) は、2007/08年における南極半島におけるイギリスの無人気象観測の実施状況を報告した。

2.2 AWS の観測結果

このセッションでは1993年以降の南極での日本の無人気象観測の状況報告および得られた観測データなど

を亀田が報告した。日本南極地域観測隊気水圏部門では、北見工業大学の高橋修平教授を中心として、榎本浩之教授、国立極地研究所の本山秀明教授および亀田を中心として、1993年から現在まで無人気象観測を展開してきた(例えば、高橋ほか 2008)。

日本で開発した無人気象観測装置(“J-Type AWS”)は、コーナシステム(株)製のKADECデータロガー(2008年9月現在、ノースワン(株)が開発・販売を継続)、R. M. Young (米国)製の風向・風速計(初期には(株)牧野応用測器研究所製の風速計および風向計を使用)、牧野応用測器製の自然通風シェルター(TS-201型)を使用しており、これまでに南極氷床上の7地点に設置され、1時間毎の気温データ(風速・風向が加わる場合もある)を記録してきた(Takahashi et al. 2004)。一方、ウィスコンシン大学から供与された ArgosAWS は1995年1月に南極内陸のドームふじおよび中継拠点に設置され、2001年10月にはみずほ



第3図 2007年12月に第48次および49次南極地域観測隊（日本－スウェーデン共同トランス隊）により JASE2007 (75°53'17" S, 25°53'17" E; 標高3661 m) に設置された ArgosAWS (ArgosID #30305)。

基地に，2007年12月には日本－スウェーデン共同トランス隊の会合点（JASE2007，第3図）にそれぞれ設置されている。欠測期間はあるものの，ArgosAWSは10分毎の気温・気圧・風向・風速データを送信してきている（現在は，みずほ基地および JASE2007のみデータ送信）。

2.3 AWS の応用

Matthew Lazzara (UW) による人工衛星画像と AWS データを用いた南極氷床の霧に関する研究の報告があった。この発表は同氏の学位論文の骨格をなす発表とのことで，発表の最後には学位記を受領した際の記念写真も披露された。Jonathan Thom (UW) によるイリジウム衛星を用いたテレメトリーシステムのテスト結果報告では， -28°C 以下では装置が正常に動作しないことが報告され，南極での使用の問題点が指摘された。Taejin Choi (韓国極地研究所) は，韓国の2番目の基地建設場所の検討結果として Lindsey 島での無人気象観測結果を報告した。質疑応答では，韓国が設置した AWS データをウィスコンシン大学の ftp サーバーでデータを公開することについての問い合わせ，1960年に米国が Lindsey 島での観測基地をいったん設置し，放棄したことなどについてのコメントがあった。

2.4 米国南極観測プログラム (USAP) による AWS の概要

再び Matthew Lazzara による USAP の活動報告があった。また，来年以降の AWS の設置計画が報告

された。筆者は日本側からの希望である2009/10年の夏季フィールドシーズンでのドームふじおよび中継拠点での Argos AWS の測器更新希望を提言した。

2.5 南極での研究活動

AMPS の polarMM5モデルと WRF モデルによるリアルタイム天気予測が南極で実施されているが，その現状が Kevin W. Manning (NCAR) から報告された。PolarMM5は2008年6月末で運用を停止するとの事であった (Matthew Lazzara によると2008年9月現在，AMPS では polarMM5は運用を停止しており，WRF のみが使われているとの事であった)。Shelley Knuth (UW) は，SSEC で実施している北極域の動画による雲画像合成プロジェクトの現状を報告した。これは，すでに AMRC の web で公開されている南極域の同様の動画の北極版に相当する。

2.6 南極の気象に関するソフトおよび応用

人工衛星データや2次元および3次元の地球物理観測データを表示するためのソフト McIDAS-V が Rebecca Schaffer (UW) により紹介された。また，南極の動画の雲画像を用いた南極氷床沿岸から内陸への雲移動に関する報告が Jessica Staude (UW) によりあった。

2.7 AMPS とその応用

AMPS により実施されている WRF モデルに関してフィルター操作で予測誤差を小さくする試みが Michael G. Duda (NCAR) により報告された。また Rauf Brauner (ドイツ気象局) は，東南極航空ネットワーク (DROMLAN) が南極で使用している AMPS と ECMWF による2つの数値予報資料と実際の天気との比較結果を報告した。結論は両方のモデル計算は共に現地での天気予報として十分に使えるとの事であった。

なお，気象庁観測部南極観測事務室によると，昭和基地での越冬隊に対する天気解説でも気象庁が独自に作成した資料に加えて，AMPS，ECMWF が作成した数値予報資料を使っているとの事であった。

2.8 極域での数値予報モデル開発

John Cassano (コロラド大学) は，AMPS による MM5モデルと WRF モデルによる計算結果の比較を報告した。この2つのモデル計算結果の比較は，同じコロラド大学の Jordan G. Powers らも報告した。David Bromwich (オハイオ州立大学) は，1993年7月を例として，モデル計算による気温と AWS による実測の比較を報告した。

2.9 南極での気象予報に関するトピックス

Marc De Keyser (Antarctic Logistics and Expeditions) は、パトリオットヒルズで運用されている航空機に対する天気予報の現状を報告した。Jonas Asuma (UW) は、2007年2月中旬から11月下旬のマクマード基地とパーマー基地での日最高気温・日最低気温と天気予報による日最高気温・日最低気温とを比較した。比較に用いたのは、アメリカ海軍による天気予報、米国気象局 (National Weather Service, NOAA) による天気予報 (Qwikcast)、民間による以下の3つの天気予報 (Weather Underground, MSN Weather, Weather Channel) であった。これらの比較の結果、アメリカ海軍による天気予報 (“daily town forecasts”) が実際の日最高・最低気温と最も良く一致することがわかった。なお、Asumaによると、アメリカ海軍の予報は AMPS を使用、Qwikcast は NOAA が開発した全球天気予報モデルを使用、Weather Underground は NCEP モデルを使用、MSN Weather はフィンランドの Foreca が予報を担当、Weather Channel の天気予報の方法は不明とのことであった。Katherine Leonard (コロンビア大学ラモンドハティ地球観測所) は、ベリングスハウゼン湾での船に設置した光センサーによる降雪量の結果を報告した。

2.10 南極の気候，過去および現在

David Bromwich は、1955年以降の南極での気温と降水量の観測結果と IPCC の第四次報告書 (2007年出版) で使われている5つの研究機関 (CCC, GIS, MPI, MRI, NCAR) によるモデル計算との比較結果を報告した。その結果、モデル計算は比較的単純な変化を示すが、実測データは複雑な変動を示しており、両者は必ずしも一致しないことが報告された。しかしながら、測定点が少ない実測データからどのように南極全体に対する値をモデル計算したのか説明が十分になく、筆者には報告内容が評価できなかった。Gwenaelle Philippon (Center for Climatic Research, UW) は、モデル計算を用いた過去30,000年間の南極氷床の規模変動と海水準との関係を報告した。

2.11 国際南極気象予報ハンドブック

このセッションでは、2000年に出版し2004年に改訂版を出した “International Forecasting Handbook” の改訂に関する話題が Steve Pendlebury (オーストラリア南極局) から報告があった。ここでは、改訂版

に対するこれまでの担当者からの改訂原稿の送付状況とともに、今後の出版スケジュールが細かく議論された。なお、日本南極地域観測隊については、この本では山内 恭教授 (国立極地研究所)、高尾敏則氏 (気象庁) による、昭和基地、みずほ基地、ドームふじ基地、あすか基地の状況が報告されている。

3. ワorkshopに関する個人的感想

ワークショップ参加前には、「Argosを用いた無人気象観測装置のワークショップになぜ、南極の天気予報が関連しているのか」、正直あまりはつきりとは理解していなかった。しかしながら、今回のワークショップに参加して、Argosシステムを用いた無人気象観測装置はほぼリアルタイムで気象データを提供することができるために、地域気象研究や長期の気候研究とともに、数値予報モデルのための観測データ供給源として、重要な役割があることを遅まきながら認識できた。

ワークショップには、無人気象観測装置の開発グループ (UW)、それぞれの国の無人気象装置の運用関係者 (イギリス、イタリア、日本、韓国)、南極で使っている数値天気予報の開発に関する研究者 (コロラド大学, NCAR)、南極で実際に天気予報を使っている設営関係者 (アメリカ、ドイツ、オーストラリア) が参加しており、このワークショップはいろいろな分野の人の参加があり、ぜひとも続けてほしいという声も聞こえた。

また、筆者は南極氷床のドームふじと中継拠点に設置してある Argos により得られた無人気象観測データを扱ったことがあるが、欠測データやノイズ状のデータが混在しており、一筋縄では使えないデータであると認識していた。今回のワークショップの終了後に航空宇宙理工学センター (SSEC, UW) を尋ね、データの品質向上の作業を地道に実施している Linda Keller (UW) と議論をすることができた。その結果、彼らは2003年から AWS データの品質チェックに取り組んでいることがわかった。

ワークショップ期間中の6月11日の夕方には、UWで長年、AWSによる観測計画の責任者であった Charles Stearns の農場にてディナーパーティが開かれた。場所はマジソン市内から30分ほど離れた郊外であった。プログラムにディナーパーティとなっていたので筆者はネクタイを持参したが、ネクタイの必要のないバーベキューパーティであった (第4図)。第5



第4図 Dr. Charles Stearns の農場で開かれた
ディナーパーティ。



第5図 左から Matthew A. Lazzara, Charles
R. Stearns, David H. Bromwich, George
A. Weidner.

図では今回のワークショップの中心人物を紹介する。左から二人目が Charles Stearns であるが、彼は83歳という年齢にも関わらず、いたって元気な様子であった。なお、次回のワークショップは2009年7月にサウス・カロライナ州チャールストンで開催するとのことであった。

今回のワークショップ参加に当たって、北見工業大学の KIT げんき会からの援助を得た。また、平沢尚彦氏（国立極地研究所）には本報告を草稿段階で読んでいただき、適切な指摘をしていただいた。担当の天気編集委員の小司禎教氏からも適切な指摘をしていただいた。気象庁の田代照政氏、野村幸弘氏および杉田興正氏からは昭和基地で気象庁が実施している天気解説の状況についてご教示していただいた。UW の Matthew Lazzara と Jonas Asuma から本稿執筆

に必要な情報を提供していただいた。合わせて感謝いたします。

用語一覧

Argos：アルゴス フランス航空宇宙センターと米国海洋大気局によって共同運用されている、衛星によるデータ収集システム

AMPS：Antarctic Mesoscale Prediction System 南極メソスケール予測システム

AMRC：Antarctic Meteorological Research Center ウィスコンシン大学宇宙理工学研究センター内の南極気象研究センター

AWS：Automatic Weather Station 無人気象観測装置

CCC：Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis カナダ気候モデル解析センター

DROMLAN：The Dronning Maud Land Air Network 南アフリカのケープタウンと南極ドロンピングモードランドを結ぶ航空ネットワークを維持している SCAR 傘下の国際組織。日本を含む11か国で構成されている。

ECMWF：European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ヨーロッパ中期気象予報センター

Foreca：フィンランドに本社がある民間天気予報会社

GIS：NASA Goddard Institute for Space Studies ゴダード宇宙科学研究所（米国）

IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル

IUGG：International Union of Geodesy and Geophysics 国際測地学地球物理学連合

JASE：The Japan-Swedish Antarctic Expedition 日本・スウェーデン南極共同トラバース（2007年11月から2008年1月に南極ドロンピングモードランドにて観測を実施）

JASE2007：JASE による南極氷床上の観測点（75°53'17" S, 25°53'17"E；標高3661 m）

MPI：Max Planck Institute for Meteorology マックス・プランク気象研究所（ドイツ）

MRI：Meteorological Research Institute 気象研究所（日本）

MSN weather：Microsoft Network Weather マイクロソフトがインターネット上で運営している天気予報

NCAR：National Center for Atmospheric Research 米国国立大気研究センター

NCEP：National Centers for Environmental Prediction 米国国立環境予報センター

NOAA：National Oceanic and Atmospheric Administration 米国海洋大気庁

NSF：National Science Foundation 米国科学財団
polar MM5：Fifth-generation Mesoscale Model for

polar regions 極地向けの第5世代メソスケールモデル (NCAR とペンシルバニア州立大学による共同開発)
SCAR : Scientific Committee on Antarctic Research
南極科学委員会
SSEC : Space Science and Engineering Center 宇宙理工学センター (ウィスコンシン大学マジソン校)
USAP : United States Antarctic Program 米国南極プログラム
UW : University of Wisconsin-Madison ウィスコンシン大学マジソン校
WRF : Weather Research and Forecasting model 米国の研究予報コミュニティモデル (NCAR と NCEP が中

心となって開発)

参 考 文 献

Takahashi, S., T. Kameda, H. Enomoto, H. Motoyama and O. Watanabe, 2004 : Automatic Weather Station (AWS) data collected by the 33rd to 42nd Japanese Antarctic Research Expeditions during 1993-2001. JARE DATA Reports, 276 (Meteorology 36), 416 pp.
高橋修平, 亀田貴雄, 本山秀明, 2008 : ドームふじ観測計画 (1991-2007) における雪氷・気象観測の概要. 南極資料, 52, 117-150.