

Nauru99データワークショップ参加報告*

米 山 邦 夫*¹・塚 本 修*²・佐々木 政 幸*³
 竹 見 哲 也*⁴・勝 俣 昌 己*⁵・河 野 雄 彦*⁶
 草 刈 成 直*⁷・岩 本 朋 子*⁸・菊 地 一 佳*⁹

1. はじめに

1999年10月27日から29日にかけて、米国ワシントン州リッチランドにあるエネルギー省傘下の太平洋ノースウェスト研究所 (PNNL) において、同年6月から7月にかけて西部赤道太平洋に浮かぶナウル島を中心とした海域で実施された国際集中観測 Nauru99の第1回データワークショップが開催された。Nauru99とは、米国エネルギー省の重要施策研究テーマの1つである大気放射観測研究プログラム (ARM) が1998年11月に同島に長期モニタリングを行うための気象観測設備 ARCS を設置、運用を開始したのに伴い、1) 島における観測がどれだけ純粋海洋上空を表しているのかを評価すること、2) 海面熱収支と与える雲の役割を調べること、3) 同海域の大気-海洋相互作用と対流発生メカニズムの研究を行うこと、等を主目的として、ARM、米国海洋大気庁 (NOAA)、海洋科学技術センターが中心となって実施した集中観測である。(詳細は米山ほか (1999) や Nauru99のホームページ、<http://www.arm.gov/docs/news/nauru99/>を参照。) なお、ワークショップの会場となった PNNL には ARM の事務局がある。

Nauru99には、日本からは海洋科学技術センター所有の海洋地球研究船「みらい」が参加し、同船には日



第1図 日本からの全参加者の記念撮影。会場となった PNNL の William R. Wiley Environmental Molecular Sciences Laboratory ビルの玄関にて。

本国内はもとより米国、英国の研究所を含めた計19機関から39名が乗船した。Nauru99の特徴の1つとしてデータの早期公開が挙げられる。これは観測終了から3か月後の11月1日まではテキストファイルもしくは容易に読み込むことができる形に変換されたバイナリ形式になった初期データセットを作成した上で全参加者間で自由に交換できるようにし、1年後の2000年8月1日までは全データセットの較正を済ませ一般に公開することと取り決めている。今回の第1回ワー

* Report on Nauru99 Data Workshop.

*¹ Kunio Yoneyama, 海洋科学技術センター海洋観測研究部.

*² Osamu Tsukamoto, 岡山大学理学部.

*³ Masayuki Sasaki, 気象研究所気象衛星・観測システム研究部.

*⁴ Tetsuya Takemi, 大阪大学大学院工学研究科.

© 2000 日本気象学会

*⁵ Masaki Katsumata, 海洋科学技術センター海洋観測研究部.

*⁶ Takehiko Kono, 岡山大学大学院自然科学研究科.

*⁷ Masanao Kusakari, 神戸商船大学大学院.

*⁸ Tomoko Iwamoto, 神戸商船大学大学院.

*⁹ Kazuyoshi Kikuchi, 東京大学気候システム研究センター.

クショップはこの Nauru99 データポリシーに従い、データ処理の進捗状況を確認することを第一の目的として開催された。

ワークショップには50名以上が参加し、地元米国の研究者が過半数を占めたが、豪州、ドイツからも参加があり、特にそのうち日本からはみらい乗船者を中心に15名もの参加があり(第1図)、ワークショップ全体のムード盛り上げにも大きく貢献した。

ここでは、全体の様子の他、2日目の午後に個別に分かれて行われた各ワーキンググループの討論の内容や、初めて海外で発表を行った学生さんたちの印象をワークショップの参加報告として記すこととした。

2. 全体概要

会場となった PNNL があるリッチランドは日本国内の研究者にはあまり知られていないかもしれないが、ハンフォードサイトという聞いたことがある方もいるのではないだろうか。一般の英和辞書にも核関連の施設がある場所として記載されているほどである。ワシントン州の南東部、オレゴン州との州境に程近いところに位置し、エネルギー省の施設ができたことでそれまでほとんど人のいなかったところに突然街ができたような場所だとのことである。PNNL へは、上記のような事情もあるためか、事前登録(最低でも2週間前の申請を求められる)に基づくバッジの着用在が義務付けられており、また事前にパンフレットが各自に配られ持ち込み品の制限や所内での行動の注意事項を喚起するなどの手続きが徹底されている。

初日はバッジ着用の手続きが朝7時半から行われ、ワークショップ自体は8時半に開始した。ワークショップ初日の27日は、ARMの主席研究員である T. Ackerman や PNNL 副所長の G. Stokes による挨拶の後、NOAA/CDC の K. Weickmann による Nauru 99 集中観測期間全体の大気の特徴が総括的に述べられることで始まった。一言で言えば、Nauru99 期間中は今年に入って3番目の季節内変動に伴う活発な対流活動域が同海域を通り過ぎた直後で、極端に対流活動の発達が抑制されていたということであり、大規模場の立場では大気、海洋とも全体としてはラニーニャ状態であるということであった。次に、今回 Nauru99 の観測の基本プラットフォームを提供した3つの主要サイト(ナウル島、みらい、NOAA の観測船 Ronald H. Brown) と、この3点の上空を繰り返し飛行し観測を行った豪州 Flinders 大学のセスナ機それぞれの、観測

の総括ならびに現在のデータ処理進捗状況について、各サイトの代表研究者である C. Long (米国・PSU)、米山, M. J. Post (米国・NOAA/ETL), J. Hacker (豪州・Flinders 大学) から報告がなされた。

茶目っ気たっぷりな C. Long の発表(実際彼の発表はいつも20%は冗談混じりである)やなぜか Nauru99 の T シャツや帽子など記念品の製作も担当した M. J. Post の商売っ気たっぷり?(航海中に新しく作った T シャツの紹介も交えた)発表の後は、翌28日の午前中まで、4つのセッション(放射とエアロゾル観測、雲・降水観測、大気一般場観測、海面及び海洋観測)に計24件、個々の観測の初期結果やデータ処理状況が報告された(以下参照)。全体を通して言えることは、1)1次処理的なデータ較正はどの観測サイトでも大半が終了し、ほぼ Nauru99 データポリシーに沿っていること(現在では Nauru99 参加者間では自由なデータ交換が行われている。実際にはかなりのデータの処理状況とその初期結果を誰でも自由に前記インターネットホームページ上で見ることができ、かつ直接各担当研究者に連絡をとることもできる)、2)島での観測結果は予想以上に船での観測に比べて雲が影響を与えていること(言い換えれば、周囲に大きな陸地がなく島自体直径で5kmにも満たないほど小さいにもかかわらず、雲が海上に比較して多く観測されている)、3)ナウル島の ARCS は現在西側海岸と島の中央部の高台にあるが、貿易風が卓越していることもあり、気温、湿度、風向などに島自体の影響が現れてしまっており、海上のデータとして扱うことを目的とするならば場所の変更も考慮に入れる必要があること、等の点である。また、解析研究では日変化に焦点をあてたものが目立った。しかしながら、全体的にデータセットを完成させることに過去3か月間が主に費やされてきたこともあり、例えば複数の同一目的の物理量の観測装置がありながら、比較をしていないものも多く、近々に研究者間でデータ交換を行い、比較評価を実施する必要性が指摘された。

ワークショップ2日目の午後は簡単な PNNL の施設見学をさせてもらった後、1)島の影響評価、2)放射、3)海面フラックス、4)水蒸気量、5)雲・降水特性をそれぞれ議論のテーマとする5つのワーキンググループに分かれ、データ処理状況の再確認、お互いが抱える問題点の整理、今後の方針等について議論が交わされた。日本からの参加研究者も各自の興味に従い分かれたが、その結果、島の影響評価のワーキ

ンググループには参加者がいなかった。

最終日の29日は米国内研究者が同日中に帰途につけることも考慮して午前中だけとなった。前半は各ワーキンググループの審議事項が各取りまとめ役の研究者から報告された。ワークショップ最後には ARM のテクニカルディレクターである T. Cress (米国・PNNL) より Nauru99データポリシー遵守の再確認が行われるとともに、ARM 広報担当から、今回の Nauru99 を特徴付ける観測結果はなんであるか? の問いが投げかけられたが、「極端に対流活動が抑制された状態であったこと」、「さまざまなデータセットが取得できたので気候変動モデルへできるだけ早く反映させること」という定性的な議論に終始した。今後の解析で答えを出していきたいと思う。

今後の予定として、2000年3月の ARM 全体会合の際にその時点での各データ処理状況を再確認し、一般へのデータ公開期限としている2000年8月1日近辺をめどに第2回ワークショップを開催すること、などが確認されて3日間にわたるワークショップは閉会した。(米山邦夫)

3. ワーキンググループ報告

[海面フラックスワーキンググループ]

大気-海洋相互作用の鍵を握る海面フラックス関連の発表としては、以下のものがあつた。

- ・ J. Hacker (豪州・Flinders 大学) : 航空機による境界層と海面フラックスの観測
- ・ 河野(岡山大学) : 大気と海洋の二酸化炭素分圧の測定による二酸化炭素フラックスの評価
- ・ 岩本(神戸商船大学) : 大気と海洋のメタンと一酸化二窒素の濃度測定
- ・ C. Fairall (米国・NOAA/ETL) : RHB による海面フラックスと境界層観測
- ・ 塚本(岡山大学) : 「みらい」による海面フラックス観測-渦相関法とバルク法
- ・ 平木(神戸商船大学) : 海洋における乾性・湿性降水物の測定

本ワーキンググループではまず、それぞれの観測データの整合性をとるために、以下のようなデータの比較検討をもとに解析を進めることを確認した。

- a. みらい, RHB, ナウル島, 航空機, プイによる相互比較
 - ・ 20 m 高度に換算した風速, 気温, 比湿と海面温度の平均値

- ・ 風速 3 成分値と気温, 比湿の乱流変動の標準偏差
- ・ 下向きの短波・長波放射量, 顕熱・潜熱, 運動量, CO₂フラックス

- b. Cool-skin/Warm-layer (蒸発などによる表皮温度の冷却効果と日射による表層水温の上昇) を考慮した TOGA-COARE バルクフラックス・アルゴリズム (ver2.5) によるフラックスと渦相関法との比較

これらの比較検討によってデータの品質検証を行った後に、以下の6つの課題について研究を進めてゆく方針をとりまとめた。

- a. バルク・アルゴリズムの評価と改良と Cool-skin/Warm-layer の物理過程の解明
- b. 雲による海面への強制
- c. 境界層の日変化・半日変化と海面フラックスとの対応
- d. TAO プイデータの適用
- e. ECMWF 客観解析データによるフラックス値との対応
- f. フラックスの空間分布

(塚本 修)

[放射ワーキンググループ]

放射ワーキンググループは BNL の R. M. Reynolds が座長となり、日本側からは杉本(国立環境研究所), 石田(鳥羽商船高等専門学校), 草刈(神戸商船大学)と佐々木(気象研究所)が参加した。

まず、全天日射計, 散乱日射計, サンフォトメータ, 偏光放射計及びミー散乱ライダーなどのそれぞれの観測データから短波長放射量, 長波長放射量及びエアロゾルの光学的厚さ等の基本的なデータセットを2000年1月までに観測担当者が作成することになった。このデータセットの作成のためには日射計やサンフォトメータでは検定が必要であるが、BNL グループの PRP (短波・長波長の全天日射計と散乱日射計がセットになったもの) は観測終了後の8月にマウナロア観測所で検定をすでに終えており、また PSU のサンフォトメータや日射計も12月にマウナロア観測所で検定を行うと報告があつた。このような検定観測も観測計画の中に当初から盛り込まれていることは精度のよい解析データを迅速に提供できるという面で非常にうらやましく感じた。

ここで作成されたデータセットをもとにした研究トピックスとしては、各観測プラットフォームに設置し

た観測測器の比較検証を行うこと、ナウル島がエアロゾルの光学的厚さに与える影響を解明すること、空間的に離れたナウル島と2隻の船で観測したエアロゾルの空間分布を把握することなどがあげられた。個人的には、今回の観測でエアロゾルの光学的厚さとオングストローム指数を偏光放射観測によって求めており、サンフォトメータや日射計から求めたデータとの比較を楽しみにしている。

今回の集中観測で感じたことは、放射計など特に目新しい測器はないが、研究目的に合わせて総合的によく考えられているということである。特に船からの放射観測を行う上でナビゲーションなどの情報も加えてそれぞれの測器の観測データを総合的に取り込むSCS等は海洋観測の経験の違いを感じさせられた。

(佐々木政幸)

[水蒸気量ワーキンググループ]

水蒸気量の導出に必要なゾンデ観測・マイクロ波放射計観測に係わる補正の問題について9名の参加者(日本側からは米山、竹見が参加)により議論された。E. Westwater(米国・NOAA/CIRES/コロラド大学)が座長を務めた。本ワーキンググループの目的及び作業内容は以下の通りである。

- a. 2隻の研究船及びナウル島ARCSサイトにおけるマイクロ波放射計による観測値を相互比較する。この比較により、晴天の条件の下で23.8 GHz及び31.4 GHzにおける輝度温度、可降水量、鉛直積分雲水量を求める。
- b. 3点のゾンデ観測を相互比較し、ラジオゾンデに見られるドライバイアス(TOGA-COARE時に発見されたヴァイサラ社製ラジオゾンデの欠陥で特に対流圏下層で湿度が低くでる現象のこと。例えば中澤ほか(1999)、Zipser and Johnson(1998)参照)の問題に係わる補正アルゴリズムの評価をする。この補正アルゴリズムには、ゾンデの製造年月に関する補正、地表データによる補正、マイクロ波放射計による補正などといったものがある。
- c. 上記2点の結果より異常観測値に対する補正の手順を提案する。

上記作業を参加者で役割分担をして進めることとなった。このワーキンググループでは、ゾンデの製造日の問題にこだわって大きく取り上げられていたのが印象的であった。

このワークショップは、私自身も観測に参加したプロジェクトに関係したものだだったので、それぞれの発表を興味深く聞くことができた。観測の時に取ったデータがどう解析されてくるのかを知っただけでも、十分刺激的で楽しむことができ、充実した期間を過ごすことができた。以下に印象に残った発表について感想を述べてみたい。

最初にK. Weickmann(米国・NOAA/CDC)が観測期間中の大規模大気場の特徴について解説した。この発表で、NOAA/CDCにおけるOLRのリアルタイム・フィルタリングの紹介があった。OLRをフィルターして各種赤道波を検出することをリアルタイムで行っており、さらにWebページに掲載しているというものだ。この辺の手の早さには米国の力を感じてしまう。

初日は各サイトでの観測の概要の説明があり、思っていた以上に多くの測器を動員して実施されたものであることを知り、ようやくプロジェクトの規模の大きさを実感した。その割には観測に参加した人数がそれほど多くなかったような気がした。観測が高度にシステム化され、効率良く行うことができたということであろうか。

境界層の発達や対流活動に関連した発表では、勝俣(JAMSTEC)によるスコールラインの事例解析、M. J. Post(米国・NOAA/ETL)によるドップラーライダーによる境界層の変動の観測、米山(JAMSTEC)によるドップラーレーダーエコーの解析の話題が興味深かった。まったく水平様な海洋上でしかも対流活動が抑制された時期になぜスコールラインが発達したのかには興味を持った。ドップラーライダーは非常に高解像度であるため、潜熱フラックスを算出できるということだ。これは面白いと思った。高い時間分解能で測定することができるため、雲の発達と関連付けた議論が期待される。

私自身はゾンデとシーロメータによる境界層の変動特性の解析について発表した。同じデータを使って解析をする人数が多いため、自分の解析もますます進めていかないと取り残されてしまうというちょっとした危機感も感じた。(竹見哲也)

[雲・降水特性ワーキンググループ]

雲・降水特性セッションは、件数が全部で5件、しかも「みらい」レーダー関連が3件という少数派であった。米国側参加者の多くがARM側の人間であること

に加えて、観測期間中に顕著な降水がほとんどなかったことも影響していると思われる。

そんな中、日本側からは、吉浦 (GODI) が「みらい」ドップラーレーダーの運用体制について紹介し、勝俣 (JAMSTEC) が集中観測期間中のメソ降水システムの事例について紹介を行った。また、米山 (JAMSTEC) はレーダーエコーの観測期間中の変化をラジオゾンデ観測の結果と比較して紹介した。

米国側からは B. Orr (米国・NOAA/ETL) が RHB に搭載されていた雲レーダーとマイクロ波放射計について紹介し、M. J. Post (米国・NOAA/ETL) が同じく RHB に搭載された走査型偏光ドップラーライダーについて紹介していた。後者の発表では島の風下側で雲頂 (境界層上端) が徐々に高くなっている様子や、面的な風の分布とそれを使った VAD による風の鉛直プロファイルなども示されており、非常に興味深い内容であった。

セッションとしては別グループではあるが、杉本 (国立環境研究所) は「みらい」に搭載したライダーによる降水雲の観測結果を紹介していた。RHB 搭載のものも併せて他のセッションからもライダーデータは注目度が高く、Nauru99における最重要データの1つであることをうかがわせた。また、島の影響という点では D. Doelling (米国・NASA/LARC) が衛星画像で島から風下に伸びる紐状 (?) の雲を紹介しており注目を集めていた。

その後のワーキンググループは、やはり衛星データが議論的になっていた。また、全天の魚眼画像を得る Total Sky Imager のデータも多くの興味を惹いていた。“ARM” だけあってこれら放射に関連する雲データが主な議題となったが、こちらが処理担当するレーダ等 “降水雲” に関するデータについても色々と注文があり、今更ながら観測プロジェクトの一員としての責任を感じると同時に、改めて Nauru99における雲関連のデータの膨大さに驚きを覚えた。

観測時には降水の少なさに途方にくれたこともあったが、これらの発表やワーキンググループに加えて、セッションの合間に「みらい」船上で一緒だった懐かしい顔と再会したり、各研究者とデータの交換や結果についての議論を行ううちに、改めて雲・降水に関する解析の今後に大いに期待を抱くことができた。そういう意味でも、実に有意義なワークショップであった。

一方で、RHB 搭載の降雨レーダー等についての発表を本ワークショップで見ることができなかったのは

非常に残念である。これらについては、今後に期待したい。(勝俣昌己)

4. 感想記

1999年6月に Nauru99研究観測が行われ、私も「みらい」に乗船した。私の研究は、海面フラックスの一部である大気・海洋間の二酸化炭素交換に関する研究だった。「みらい」での観測はほぼ順調に行うことができ、質の高いデータが得られたと考えている。この研究観測で得られたデータについて、ワークショップでデータの公表、討論を行ってきた。

ワークショップに参加するまで、様々な「仕事」があり「面倒だ」と思うこともたくさんあった。しかし、私自身のためになることばかりでワークショップに参加させてもらい大変勉強になった。今まで日本語でしか原稿を作成したり、発表をしたことのない自分にとって言語を英語にすることがこんなにも大変なのかとつくづく感じ、また、英会話力の無さでほとんどアメリカ研究者の方々とは会話が出来ず歯痒いと感じた。日本語で会話をするというのが楽であるということが、今まで生きてきた中で初めてわかり、これからの国際社会においてもっと英語の勉強をしていかなければと思った。

ワークショップ自体の感想として、アメリカ研究者の方々には、アクションが大きく、聞いている私にとって言っていることがわからなくても態度で若干だが理解することができた。また、Power Point というソフトを使い、発表する研究者が多く、わかりやすく、スライドがきれいだなぁと感動した。

今回の外国での発表は、私にとってほとんどが後悔する事ばかりだったが、「いい勉強をさせてもらった」と考えて、これからの研究に役立てていきたいと思う。

(河野雄彦)

私たちは、Nauru99観測期間中、「みらい」による観測研究航海に乗り組み、大気及び海水中温室効果ガス濃度の測定を行った。今回、ワークショップに参加し、その結果についての英語による発表の機会があると聞き、正直言ってしり込みをするほど緊張し不安になった。しかし、初めて英語で発表をするといった経験を大学院修士の間に持つことができるといった幸運に、アメリカの広い胸を借りるつもりで参加してきた感想を述べたいと思う。

ワークショップといったものも初体験だった私に

として、朝早く8時のコーヒブレイクに始まり17時までぎっしり詰まった発表に驚いた。そして、講演者とそれを聞いている人とのデータを巡るやり取りを見聞きするにつれ、その真剣さに自分達で観測してきたデータとそのデータを解析することの重要性を改めて感じる事ができた。2日目にあった研究室のオリエンテーションでの研究室毎の設備やてきばきした研究員の方の対応や、ワークショップの間、朝7時くらいからたくさんの車が駐車場にあり、たくさんの人が働いている研究所の雰囲気が非常に印象的だった。

また、発表について質疑応答など自分の語学力の低さを、身をもって実感できたこともよい経験になったと思う。コミュニケーションの手段としてはもちろんのこと、研究をしていく上での会話力といったものを身につける必要性を痛感した。

今回のワークショップに参加させてもらい、発表や会場での経験から、多くのこれからの自分のすべきことを見つけることができ、その一つ一つをこれからの研究に生かせるようにしていきたいと感じている。

(岩本朋子)

9月前半、本学の石田先生よりワークショップに参加しないかというオファーがあり、まだ日本での学会発表さえもしたことのない私が海外でしかも英語で発表しなければならぬということ、多少のとまどいがあった。しかし今回のワークショップを良い経験を積むチャンスと思い参加させてもらうことにした。

発表内容は Characteristics of Solar Radiation and Satellite-derived Ocean Color over the Western Pacific Equatorial Ocean during the NAURU99 Experiment. 中身はまだまだ煮詰める必要のあるもので、とりあえず途中経過の報告という感じであった。発表終了後、向こうの多くの研究者から質問、指摘を受けたが自分の言葉でうまく伝えられず、日本から参加した先生方にフォローしていただき、自分の語学の勉強不足を痛感するとともに今後の課題と感じた。ワークショップ独特の発表方法として、向こうの研究者の発表はまずひと呼吸ふた呼吸おいて場を和ませ、そこから一気に難しい内容へと突き進んでいくというもので、その方法で発表されるとリラックスし、かつ集中して聞ける感じがした。

ワークショップでもっとも印象深かったことの1つに時間の使い方が挙げられる。休憩時間がとても長くその中で情報交換、プレゼンテーションの内容につい

ての質疑応答などを行っており普通の学会などとはちょっと違う雰囲気は驚いた。ワーキンググループではより細かい話になり、得られたデータから今後どのように進展させるかという話から始まり、今後のデータの受け渡しなどどうするかということ話を話した。(私にとって正確な内容の把握は難しかった。) 今後は語学及び専門の方をもっと勉強し、私もディスカッションに参加できるよう努力をしていきたいと思う。

最後になりましたが、このワークショップに参加する機会を与えて下さった神戸商船大学の石田先生、岡山大学の塚本先生、海洋科学技術センターの米山さん、そのほか関係者のみなさまにこの場を借りてお礼申し上げます。(草刈成直)

観測というものを実際に体験するのが初めてだった私にとって、観測したデータの処理されていく途中過程を見られるという意味で、今回のワークショップは非常に楽しみであった。

ワークショップはまず、ウェイクアップコーヒから始まり、午前中と午後一回ずつコーヒブレイクが入る。当初予定を見ただけの時には、アメリカ人は休憩が多いなあ、と思ったのだが、実際にワークショップが始まってみると、朝のコーヒブレイクの段階から皆かなり積極的に議論をしていて、コーヒブレイクとはアメリカ人にとって、頭をほぐすため、また発表の内容を整理するために必要不可欠なものだという印象を受けた。

発表の全体の構成は、数時間から数日スケールの話がほとんどであった。しかし、私にとって最も興味深かった発表は、ワークショップ中最も長い時間スケールを扱った K. Weickmann (米国・NOAA/CDC) のもので、Nauru99の観測時期はMJOの対流抑制の位相と一致しているという内容のものだった。確かに、我々が観測した時期には深い対流が起こらなかったが、それは中部太平洋という場所のせいだけではなく、大規模場の影響を受けていたためでもあったのだと、後になって実際に経験した現象と結びつけて考えられるのは非常に面白かった。

英語の苦手な私がコーヒブレイクの時間に積極的に話しかけるといことはなかったが、私に話しかけてきてくれたネイティブたちは、私の拙い英語につき合ってくれ、良い意味で手加減せずに話してくれた。このような会話の中で、彼らが本当に好きでこの仕事

をやっているということが、私には非常に強く伝わってきて、自分の好奇心の強さを試されているかのようであった。

最後に、このワークショップに参加する機会を与えて下さった神戸商船大学の石田先生、岡山大学の塚本先生、東京大学の住先生、北海道大学の沼口先生、さらに海洋科学技術センターの米山さんにこの場をお借りしてお礼を申し上げます。(菊地一佳)

略語一覧

ARCS : Atmospheric Radiation and Cloud Stations
(大気放射・雲観測ステーション)

ARM : Atmospheric Radiation Measurement Program
(大気放射観測研究計画)

BNL : Brookhaven National Laboratory (米国エネルギー省ブルックヘイヴン研究所)

CDC : Climate Diagnostic Center (気候診断センター)

CIRES : Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (環境科学共同研究所)

ECMWF : European Center for Medium-Range Weather Forecast (ヨーロッパ中期予報センター)

ETL : Environmental Technology Laboratory (環境技術研究所)

GODI : Global Ocean Development Inc. (グローバル・オーシャン・ディベロップメント株式会社)

JAMSTEC : Japan Marine Science and Technology Center (海洋科学技術センター)

MJO : Madden-Julian Oscillation (マダン・ジュリアン振動)

MWR : Microwave Radiometer (マイクロ波放射計)

NASA/LARC : National Aeronautics and Space Administration/Langley Research Center (米国航

空宇宙局/ラングレー研究センター)

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

OLR : Outgoing Long Wave Radiation (外向長波放射)

PNNL : Pacific Northwest National Laboratory (太平洋ノースウェスト研究所)

PRP : Portable Radiation Package (可搬型放射計測装置)

PSU : Pennsylvania State University (ペンシルヴァニア州立大学)

RHB : Research Vessel Ronald H. Brown (観測船ロナルド・ブラウン)

SCS : Scientific Computer System (科学データ統合処理システム)

TAO : Tropical Atmosphere Ocean Array (熱帯大気海洋観測係留ブイ観測網)

TOGA-COARE : Tropical Ocean Global Atmosphere Program-Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment (熱帯海洋全球大気変動研究計画一大気海洋相互作用研究計画)

参考文献

中澤哲夫, 里村雄彦, 重 尚一, 谷田貝亜紀代, 沖 理子, 1999 : COARE98出席報告, 天気, **46**, 517-524.

米山邦夫, Nauru99「みらい」観測グループ, 1999 : 「みらい」による Nauru99観測航海の概要, 日本気象学会 1999年秋季大会講演予稿集, **76**, C356.

Zipser, E. J. and R. H. Johnson, 1998 : Systematic errors in radiosonde humidities a global problem? Preprints, 10th Symp. on Measurements, Observations and Instrumentation, Phonex, AZ, Amer. Meteor. Soc., 72-73.