

## インドネシア地域における赤道大気観測に関する 第6回国際シンポジウムの報告\*

山 中 大 学\*<sup>1</sup>・余 田 成 男\*<sup>2</sup>・橋 田 元\*<sup>3</sup>・鶴 田 治 雄\*<sup>4</sup>

### 1. 開催の経緯ならびに概要

標記の国際シンポジウムを1996年3月10～12日にインドネシア共和国バンドン市内において、京都大学超高層電波研究センターの主催により、インドネシア航空宇宙庁 (LAPAN)・技術応用評価庁 (BPPT) ならびにバンドン工科大学 (ITB) の後援を得て行った。このシンポジウムは、インドネシア地域を中心とした赤道大気に関する国際協同観測計画の立案・推進を、将来における恒久的かつより本格的な研究体制まで視野に入れて議論することを目的として、1989年3月、90年3月、91年5月、92年11月、93年12月とほぼ毎年度ジャカルタにおいて開催されてきた (昨年度は第9回国際赤道域超高層物理学シンポジウム (ISEA) 開催 (95年3月、バリ) のため行われなかった) ものである (加藤他, 1990; 津田他, 1991; 山中他, 1994, 1995参照)。

今回は、1992年11月の開所以来3年余を経過したスルポン境界層レーダー・流星レーダー観測所 (ジャカルタ郊外; RASC-BPPT-LAPAN 協同)、同じ頃より並行して実施されてきているピアク島ウインドプロファイラレーダー観測所 (イリアンジャヤ州; LAPAN-米 NOAA 協同)、バンドンやワトコセ (スラバヤ郊外) における地上・気球オゾン観測 (LAPAN-東京大学・名古屋大学協同) やラジオゾンデ観測 (RASC-LAPAN 協同)、さらに95年12月初めに試験運

用が開始されたばかりのポンティアナ MF レーダー観測所 (RASC-LAPAN-豪アデレード大学協同) などの成果を背景に、「赤道大気における力学・化学結合過程」をメインテーマとして行った。運営については、名誉議長を Wardiman Djojonegoro 文相と加藤進京都大学名誉教授 (JIF 日本委員会副議長, ITB 客員教授)、共同議長を Harsono Wiryosumarto 博士 (LAPAN 長官) と深尾昌一郎京都大学超高層電波研究センター教授が務め、プログラム委員会は Harsono 長官を長とし、LAPAN, BPPT の幹部と京都大学超高層電波研究センターより深尾教授と津田敏隆教授、また実行委員会は Agus Nuryanto 博士 (LAPAN 次官) を長として LAPAN の本庁 (在ジャカルタ)、大気科学研究所 (PPPA) (Siti Asiati 所長; 在バンドン)、電離圏物理学研究所 (PPPI) (Manulung 所長; 同) ならびに ITB 地球物理学気象学教室 (GM), BPPT 気象制御部 (UPTHB) などに属する中堅～若手の研究者らで組織された。

第1日 (10日) に行った開会式では、加藤名誉議長、日本の神長善次公使ならびに Harsono 組織委員長の挨拶に続いて、Wardiman 文相から開会の御挨拶を頂いた。セッションは8つで、第2日 (11日) 午前には深尾共同議長の挨拶の後、「大気境界層過程」「雲対流と大規模力学」、午後に「降雨・物理過程」「波動力学と輸送過程」、第3日 (12日) 午前には「バイオマスバーニング (焼畑や山火事による大規模な森林燃焼)」「下層・中層大気結合」、午後に「中層・超高層大気結合」「中性・電離大気結合」であった。発表論文36件は過去5回に比べ最多であり、京都大学・名古屋大学・東京大学の現・元留学生や、加藤名誉教授が1994年以来毎年半期の講義を担当されて育てられた若手の活躍が大いに目立った。12日夕刻には総合討論を行った後、Agus 実行委員長が閉会の辞を述べて幕を閉じた。参加者は、日本・インドネシア・米・豪・台の計5か国

\* Report on the 6th International Symposium on Equatorial Atmosphere Observations over Indonesia, Bandung, 10-12 March 1996.

\*<sup>1</sup> Manabu D. Yamanaka, 京都大学超高層電波研究センター。

\*<sup>2</sup> Shigeo Yoden, 京都大学大学院理学研究科。

\*<sup>3</sup> Gen Hashida, 国立極地研究所。

\*<sup>4</sup> Haruo Tsuruta, 農業環境技術研究所。

© 1997 日本気象学会

より130名であった。

このシンポジウム開催に当っては多くの方々から有形無形の御協力を賜ったが、特に Wardiman 大臣閣下をはじめとするインドネシア政府、神長公使・西沢書記官をはじめとする在インドネシア日本大使館の各位に心より御礼申し上げる。

## 2. 発表論文の内容

各セッションの発表論文の内容を以下にまとめる。

文中では発表者所属のうち日本およびインドネシアの国名、敬称ならびに大部分の共著者名を省略し、インドネシア人名は欧米式に last name で表わす。なお内容の詳細について知りたい方は、山中まで御連絡頂ければコピーを送付できる。

### 2.1 セッション I : 大気境界層過程

座長は B. Tjasyono (ITB-GM) が務めた。S. W. B. Harijono (BPPT-UPTHB) は、ジャカルタ南西郊外 Serpong 地区の境界層レーダー (Tsuda *et al.*, 1995; Hashiguchi *et al.*, 1995a, b 参照) を用いた降雨観測について報告した。続いて M. Karmini (BPPT-UPTHB) が同じレーダーによる風速変動、およびこれを用いた RASS (radio acoustic sounding system) による (仮) 温度変動を、1996年2月ジャカルタ周辺に大洪水を発生させた豪雨時の地上雨量と比較解析した結果について報告した。次に P. A. Winarso (インドネシア気象庁 (BMG) 気候部) は、1991, 94年にスマトラ島～マレー半島～カリマンタン島一帯を覆った大煙霧 (後述のバイオマスバーニングと関連) について、今後の近隣諸国と協同での地上観測や予測・防止について提言を行った。最後に S. H. Soenarmo (ITB-GM) は Jakarta 地域における海陸風循環について、2次元モデルによる数値シミュレーションの結果を報告した。

### 2.2 セッション II : 雲対流と大規模運動

座長は余田が務めた。まず招待講演として K. S. Gage (米国 NOAA 超高層物理研究所) は、イリアンジャヤ州 Biak 島をはじめとする太平洋横断ウィンドプロファイラーネットワーク観測と、これを用いた対流雲の組織化や大循環の研究の現状を総括した。対流圏全域を観測する 50 MHz 帯プロファイラーに加え、915 MHz 帯境界層レーダー、RASS、レーウィンゾンデ、地上気象観測設備を全て装備した ISS (integrated sounding system; Carter *et al.*, 1995 参照) の状況が述べられ、研究成果としては雲対流・降水、波

動擾乱、東西循環の変動など (Gage *et al.*, 1996a, b, c) が次々と紹介された。次に D. W. Soehoed (BPPT-UPTHB) は、Serpong 境界層レーダーとラジオゾンデを用いた1993, 94, 95年雨季の観測結果を解析し、これを拡張してラジオゾンデ気温・湿度から対流発生を判定する試みを紹介した。また F. Syamsudin (BPPT 天然資源局) は、LIPI (インドネシア科学院) 海洋研究所 (RDCO) と協同で行った海洋調査船観測から、イリアンジャヤ島北西海域の海水の、南東および北西モンスーン期による特性について報告した。また O. Roswintarti (LAPAN リモートセンシング研究所) は、1974～95年の衛星観測による赤外放射 (OLR) 観測データを経験直交関数 (EOF) 解析し、熱帯対流雲活動度の経年変動について論じた。最後に I. Widiyatmi (LAPAN-PPPA) は、Serpong 境界層レーダーで1992～95年の雨季に観測された約4日周期の風速変動について、日本気象庁全球客観解析などとの比較解析を行い、東西波長～3,000 km、西進速度～500 km/day の混合 Rossby 重力波型擾乱と結論した (Widiyatmi *et al.*, 1997)。

### 2.3 セッション III : 雲と降水・放射過程

座長は M. A. Ratag (LAPAN-PPPI) が務めた。まず山中が、浜田 (京都大学超高層電波研究センター)・松本淳 (東京大学理学部) ならびに BMG, BPPT, LAPAN の研究者と協同で最近開始しているインドネシア全域にわたる地上雨量資料収集、それに基く数分から数10年にわたる時間的変動の種々の特徴的スケールとその地理的变化に関する研究の現状 (Hamada *et al.*, 1997) について報告した。続いて I. Juaeni (LAPAN-PPPA) が、インドネシア上空の GMS 雲量変動と南方振動指数 (SOI) との相関について報告した。また S. Berliana (LAPAN-PPPA, 元名古屋大学大気水圏科学研究所, 現京都大学超高層電波研究センター) は、ジャカルタ、スラバヤ (東ジャワ州)、パダン (西スマトラ州) の3地点における20年間の月雨量、月平均気象要素データから半年、1年、約2年、約4年などの周期性を解析した。B. Tjasyono (ITB) は、レーウィンゾンデ観測に基き、下層大気的不安定度から雷雲の発生条件を定量的に示した。最後に S. Kaloka (LAPAN-PPPA) は、バンドン (西ジャワ州) およびポンティアナ (西カリマンタン州) での地上放射計による UV-B 観測結果を比較し、その季節変化を論じた。

#### 2.4 セッションIV：波動の力学と輸送効果

座長は R. A. Vincent (豪・阿德レード大学) であった。最初に余田が、成層圏準2年周期振動(QBO)に関して、最近の水槽実験(Sakai *et al.*, 1997) や数値実験(Horinouchi and Yoden, 1997) を紹介し、特にこれに関与している波の振舞について詳しく述べた(3.1節参照)。次に E. Hermawan (京都大学超高層電波研究センター, LAPAN-PPPA) は、日本国内での MU レーダー観測をもとに、対流圏界面付近のエコー特性と微細構造について述べた。また A. G. Ilahude (LIPI-RDCO) は、太平洋からインド洋へ抜けるインドネシア通過流の海洋・大気循環における重要性をまとめ、最近の観測結果(Fieux *et al.*, 1996; Ilahude and Gordon, 1996) に基づく熱や物質の輸送量の推定結果を定量的に示した。また Z. A. Jamaluddin (ITB) はモンスーン東風・西風の各フェイズにおける波動擾乱の差異について、バンドンでの1992~93年のレーウィンゾンデ観測結果のスペクトル解析に基いて述べた。最後に荻野慎也(京都大学超高層電波研究センター) は、東京大学海洋研究所白鳳丸レーウィンゾンデ(Ogino *et al.*, 1995) および国立極地研究所しらせオゾンゾンデによる南北両半球にまたがる航海観測から、鉛直波長 2 km 程度の擾乱の活動度の南北変化を示し、内部重力波分布について考察した。

#### 2.5 セッションV：バイオマス・バーニング

座長は S. Asiati (LAPAN-PPPA) であった。最初に Nurhayati (BMG) が、H. Harjanto (BMG) らによって建設が進められ1995年度にほぼ工事が完了した西スマトラ州プキティンギ郊外の WMO-GAW (全球大気組成監視) 観測所の近況と今後の展望について報告した。次に Nurlaini (LAPAN-PPPA) は、インドネシア国内での人間生活・農林業によるバイオマス・バーニングの現状と大気環境へのインパクトについてまとめた。また N. Komala (LAPAN-PPPA) は北和之・小川利紘(東京大学理学部) らと協同でバンドンおよびチアテル(西ジャワ州)、スラバヤ(東ジャワ州)において観測した地上オゾンの日変化(Komala *et al.*, 1996)、季節変化などを示し、人間活動との関連について述べた。続いて鶴田は、これまでの東南アジア域でのバイオマス・バーニング研究を総括し(3.3節参照)、特に1994年8~11月にわたってスマトラ島・マレー半島・カリマンタン島一帯を覆った大煙霧に関するケーススタディの現状について報告した。最後に G. Ismal (アングラス大学) は、パダン周辺でのバイオマ

ス・バーニングに関する農業生態学的側面からの研究成果を報告した。

#### 2.6 セッションVI：下層・中層大気結合

座長は K. S. Gage であった。まず塩谷雅人(北海道大学地球環境)が、長谷部文雄(茨城大学理学部)と近年行なってきた衛星観測による成層圏オゾンの準2年、約4年などの変動の実態を総括し、特に赤道太平洋上の経度方向の変化の重要性と、これに関して今後地上やゾンデを含む観測の拡充の必要性を強調した。次に S. Saraspriya (LAPAN-PPPA) はこれまでにスラバヤ郊外の気球観測所で行なってきた地上ならびにゾンデ観測から、オゾン鉛直分布の日変化について報告した。続いて同じ観測を用いて Ninong が、藤原正智(東京大学理学部)および先述の北らとの協同研究から、1994年9~10月におけるオゾンの急増現象について報告し、鉛直・水平の輸送過程の重要性を指摘した。最後に橋田が、東北大学理学部・国立極地研究所・宇宙科学研究所の協同で行なっている大気球を用いた成層圏大気直接採集について、南極等での実施例や採集された大気からの二酸化炭素などの分析例などを紹介し(3.2節参照)、将来この手法をインドネシア国内の例えば LAPAN 気球観測所などで実施することを提案した。

#### 2.7 セッションVII：中層・超高層大気結合

座長は F. S. Kuo (台・国立中央大学) が務めた。最初に R. A. Vincent が、1995年度に京都大学超高層電波研究センター(津田敏隆・中村卓司)ならびに LAPAN との協同で建設されたばかりのポンティアナ MF レーダーについて速報的に紹介し、これと米国等と協同で観測しているクリスマス島 MF レーダーの結果とを比較した。続いて S. Saroso (LAPAN-PPPI) は、ポンティアナ MF レーダー観測結果速報として、特に中間圏界面付近における風速変動の時間・高度分布について詳しく示した。次に中村卓司(京都大学超高層電波研究センター)は、1992年11月以来のジャカルタ郊外スルボンでの流星レーダー観測(Tsuda *et al.*, 1995参照)で得られた中間圏界面付近の平均風、潮汐波、2日波、Kelvin 波などについて現時点での解析結果をまとめた。最後に S. L. Manulung (LAPAN-PPPI) が、ビアク島(イリアンジャヤ州)電離圏観測所での  $F_2$  層臨界周波数<sup>†1</sup>の観測結果に見

<sup>†1</sup> 昼間の約 300 km 高度にピークをもつ電離領域で反射される電波の高周波限界。

られる電離大気の約2日等の周期的変化と、スルボン流星レーダーで得られた中間圏界面付近の中性大気風速の周期変化とを比較した。

## 2.8 セッションVIII: 中性大気・電離大気結合

座長は S. Saroso であった。まず F. S. Kuo が、赤道域スプレッド F (ESF)<sup>†2</sup>における中性大気風速場の影響に関する理論と数値的研究を報告し、将来の観測可能性についても言及した。次に山本衛(京都大学超高層電波研究センター)は、MUレーダー観測で発見された中緯度域の沿磁力線イレギュラリティ(FAI)<sup>†3</sup>について総合報告した。続いて M. Sjarifudin (LAPAN-PPPI) は、国内の短波(HF)通信網における電離圏変動の影響とその予測方法について論じた。最後に M. A. Ratag は、太陽変動と赤道域電離圏・大気圏変動との関連について、今後の研究推進方向に関する自説を述べた。

## 2.9 総合討論

司会は深尾が務め、シンポジウム発表者の中から加藤(ICEAR 計画<sup>†4</sup>)、Vincent(中層大気上下結合)、Gage(レーダーネットワーク)、山中(気象観測データベース)、鶴田(生物圏大気圏相互作用)、Ismal(農学的应用)、Agus(科学技術振興)などがそれぞれの視点でコメントを行なった。今回のシンポジウムで発表された成果を、如何にしてさらに大きく発展させていくかについて、予定の時間を超過して熱のこもった議論が展開された(4節参照)。(山中大学)

## 3. 参加印象記

### 3.1 インドネシア印象記

京都大学 RASC のみなさんのお誘いでこのシンポジウムに参加し、また、ジャカルタ近郊スルボンにあるレーダー観測施設を見学することができた。シンポ

<sup>†2</sup> 高度数 100 km の電離圏 F 領域の広高度範囲から、広帯域の電波が不規則に散乱される現象で、成層不安定で発生した電離大気擾乱(プラズマバブル)によるものと考えられている(山中, 1992参照)。

<sup>†3</sup> 地球磁場の磁力線に沿って発生する電子密度の不規則変動構造。

<sup>†4</sup> インドネシア周辺を中心とした赤道大気の研究を総合的かつ国際的に推進するための国際赤道大気研究センター(International Center for Equatorial Atmosphere Research)の設立計画で、これまでの経緯等については前回までの本シンポジウム報告(加藤他, 1990; 津田他, 1991; 山中他, 1994, 1995)ならびに本稿4節を参照。

ジウム自体への参加理由は、赤道大気準2年周期振動(QBO)の力学に関する室内実験と数値実験の成果報告であった。特に、QBO水槽実験で重力波を可視化して得た、流れの変化とともに重力波伝播が周期変化するビデオは世界初公開となった。私にとって初めてのインドネシア滞在であり、その全体的な印象を述べる。

会議を通して強く感じたのは、日本に留学し近年帰国した人々の活躍である。具体的には、京都大学 RASC や東京大学の小川先生、名古屋大学の田中先生や岩坂先生の研究室などで、今日的な大気科学を学び研究を行なった人達である。帰国後もそれぞれの研究を継続発展させて、この国の新しい気象学研究の礎になろうとしている。立派な会議の運営自体も彼らに負うところが大きかったようである。

もう一つの強い印象は、加藤先生の「熱意」である。10年ほど前に先生がこの国と関わり始められたのは、大型赤道レーダーの建設計画からであろう。いまは、それも含めた国際赤道大気研究センター計画として、観測施設のみならず研究や教育の中核をつくろうという構想が練られている。閉会の折りに K. Gage も指摘していたが、大型レーダー自体はまだ実現していないけれど、この雄大な構想が着実に具体化しつつある。これまで受け入れてこられた留学生の活躍はその先鞭である。また、バンドン工科大学の教授として教壇に立たれ、今はインドネシア語でレポート指導をされていると伺った。先生の警咳に接した有為の研究者がこれからどんどん育っていくことであろう。

バンドンの街中では、広くない道々に日本車があふれかえていた。社会の基盤整備がすすむまえに先進国からどっと先端物資が入って来たことによる混沌である。日本がどのような国際関係を築いていくか、政治・経済の難しい問題の一面を見る思いがした。国際赤道大気研究センターにしても似たような問題がある。真の国際学術協力ということを、私自身の問題としても深く考えていかなければならないと思った。(余田成男)

### 3.2 シンポジウムに参加して

本シンポジウムについて初めて聞き知ってから2週間後にはジャカルタへと向かう機上にいた。急ながら具体的な目的を持っての参加であり、Bandung の優しい空気の中にも緊張を感じ得る滞在となった。東北大学理学部大気海洋変動観測研究センター、宇宙科学研究所気球工学グループ、国立極地研究所気水圏グループでは、日本および南極昭和基地上空における航空機

観測や大気採取装置を搭載した気球実験を通して、温室効果気体の鉛直分布とその時間的変化を捕え、対流圏や下部成層圏での大気輸送過程の解明を目指してきた。これまで得られた結果は、下部成層圏大気の起源と目される赤道域上空における観測が必要であることを強く示唆している。従って、シンポジウムへの参加は、赤道域における気球実験の可能性を直に探る願ってもない機会となった。この機会を下さったシンポジウム関係各位に深く感謝する次第である。

まず、我々のグループが開発した簡易型大気採取装置を搭載した気球の南極昭和基地における実験結果を、インドネシアの気球観測や大気化学研究に携わる研究者に紹介することが第一の目的であった。すでに東京大学グループがオゾンゾンデで、名古屋大学グループがエアロゾルゾンデで気球観測の実績を上げており、それらに関わってきた LAPAN の研究者から強い興味を持つ意向を確認できたのは幸運であった。

次に、インドネシアにおける大気微量成分の観測の現状を知る必要もあった。シンポジウムでは、LAPAN の Atmospheric Pollutant Division から Bandung 市内にて各種微量気体成分の測定を開始している報告がなされ、一方、BMG が開所を済ませた Bukit Koto Tabang の GAW 観測所にて、温室効果気体の地上モニタリングを近々開始する予定であることを発表した。インドネシアにおいて大気微量成分の測定に習熟した研究者の層は薄いけれども、すでにこのような観測が開始されていることは、測定を行っていることにおいて対等であることを意味する。今後、我々のグループが気球実験や人材の交流を通して相補的な共同研究を進めることは十分可能であるとの感触が得られた。

不安に感じる点もある。LAPAN と BMG のように独立した機関が各々の立場で同種の観測を実施することは健康的であり、且つ競争が質の向上を促すことは確かであろう。しかし、こと温室効果気体に関する日本の現状を鑑みると、今後、日本側カウンターパートが日本の省庁間のセクショナリズムをインドネシアに輸出することをどうしても危惧してしまう。杞憂に終ることを願ってはいるけれど。(橋田 元)

### 3.3 第6回 ICEAR シンポジウムに参加して

京都大学超高層電波研究センターの御好意で、3月10日から12日まで開かれた第6回 ICEAR シンポジウムに参加する機会を得ました。その席上、私は、平成8年度から環境庁の地球環境研究総合推進費で実施する「アジア太平洋地域における土地利用変化が地球温

暖化に及ぼす影響に関する研究」の紹介を行い、また、熱帯アジア地域におけるバイオマス・バーニングの事例解析の一端を紹介しました。これらの研究は、インドネシアを中心とした広範囲な領域を対象としており、IGBP のコアプロジェクトの IGAC や GCTE の中で、インドネシアやマレーシアの研究者と共同して実施するものです。

これらの地域では、熱帯林の消失とその農耕地化が急速に進んでおり、それらの土地利用変化は、生物圏と大気圏とのガス交換過程を大きく変化させると推測されています。とくに、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  などの温室効果ガスの発生・吸収量が変化し、地球温暖化に大きく影響を及ぼすと推測されていますが、組織的な研究はこれまで行われていませんでした。

また、熱帯林は、焼き畑農業や森林火災、森林伐採などにより急激に消失していますが、焼き畑や火災のようなバイオマス・バーニングの際に、いろいろなガスやエアロゾルが大気中に放出されます。特に上記の温室効果ガスやエアロゾルが直接放出されるだけでなく、大気中でオゾン ( $\text{O}_3$ ) やエアロゾルなどが、2次的にも大量に生成します。熱帯アジア東部では、数年間に1回、大規模なバイオマス・バーニングが、おもに乾期の後半に起こり、その現象は、エルニーニョの発生と密接な関係があるといわれています。1994年の9月から10月にかけて発生したバイオマス・バーニングは、インドネシアのカリマンタン島とスマトラ島南部で広がり、エアロゾルによる広域のヘイズ現象は、その範囲が1,000 km 以上にも及ぶ、大規模なものでした。この現象の解析に際して、京都大学超高層電波研究センターが、ジャカルタ近傍の PUSPIPTEK でインドネシアと共同で観測している境界層レーダー観測結果を、日本で見せていただいたところ、非常に参考になることがわかりました。そこで、この観測を実施している京都大学およびインドネシアの BPPT 等と、今後の共同研究への可能性を打ち合わせすることも、このシンポジウムへ参加した目的の一つでした。

ということで、たいへん前書きが長くなってしまいましたが、今回のシンポジウムへの私の印象は、たいへん刺激的なものでした。シンポジウムの性質上、大気物理の研究者が多いのは当然として、大気化学や生物圏の分野の研究者も多く参加されていることを、とてもうれしく思いました。とくに、LAPAN の研究者の方々、東京大学の小川利紘教授等と対流圏オゾンを中心とした共同観測をされており、それらに関する

多くの発表があり、また、バイオマス・バーニングに関する発表もあり、どちらも私にはとても興味深いものでした。また、超高層大気を探るためのレーダー観測に関しては、インドネシアだけでなく、アメリカやオーストラリアの研究者とも共同で実施されており、国際共同観測が着実に前進していることにも、感銘を受けました。

このような、共同観測を何年も前から実施し、また、シンポジウムも今回で6回を数えています。それらを実際に推進していくには、膨大なエネルギーを必要とするもので、しかもそのエネルギーは論文には表面に出てこない性質のもので、しかし、インドネシアを中心とした熱帯アジア東部は、気象学だけでなく、生物圏と大気圏との相互作用に関する分野の研究でも、非常に重要な位置を占めています。いろいろな分野の研究者が、この拠点を中心として、ますます活発な研究活動を続けていくことを期待しています。

シンポジウムが終わった翌日、ボゴールに似た町並みの去りがたいバンドンを去り、ジャカルタまで車で行き、インドネシア気象局を訪問し、夜に道に迷いながら PUSPIPTEK のレーダー観測所を見学しました。真っ暗な中に見える各種のレーダーアンテナは、昼間と違った特異な風貌をしており、ここまで来た甲斐があったとつくづく思いました。それから空港へ直行し、夜行便に乗って翌朝成田に着き、そのまま研究所に出る、という強行な日程でしたが、とても充実した日々でした。最後に再び、京都大学超高層電波研究センターの皆様へ感謝致します。(鶴田治雄)

#### 4. おわりに

文末を汚して恐縮であるが、本稿の取りまとめ人の個人的所感を付記する。まず今回は、これまで5回のシンポジウムを行なってきた首都ジャカルタ市内を離れ、その南東約 150 km の高原にあって「インドネシアのバリ」と呼ばれるバンドンで初めて行なった。付帯行事としては、開会式の後(3月10日昼)に LAPAN 主催の昼食会、その後で日本人参加者を中心とした Tangkuban Perahu 火山へのミニツアー、またセッション初日終了後(11日夜)には夕食会などを持った。シンポジウムの中身はもちろん、これら付帯行事を含むシンポジウム運営についても、主力となった LAPAN および ITB の若手研究者たちの活躍は見事であった。

最後の総合討論で Gage 氏が強調したように、これ

までインドネシアで進められてきた各種の国際協同観測は、10年前に京都大学グループが赤道レーダー計画を立案した際に構想されたものを遙かに越えた広範囲の分野にわたる成果を挙げてきており、これは決して当初計画が曲折した訳ではなく、むしろより大きな目標へ脱皮した結果であると見るべきであろう。なお1996年7月の SCOSTEP (国際太陽地球系物理学委員会)において、深尾教授らが提案した EPIC (赤道大気上下結合国際協同研究計画)が正式に承認されたが、ICEAR 計画はこの EPIC を推進するための中核組織を構築するものとしても位置付けられている。ICEAR は、レーダーのような最先端大型機器を運用する観測施設としてのみならず、あらゆる大気観測データをインドネシア国内と国際的との両面の利用に供するためのセンターとして、構想されている。各方面の一層の御支援を改めてお願い申し上げたい。(山中大学)

#### 参考文献

- Carter, D. A., K. S. Gage, W. L. Ecklund, W. M. Angevine, P. E. Johnston, A. C. Riddle, J. Wilson and C. R. Williams, 1995: Developments in lower tropospheric wind profiling at the NOAA Aeronomy Laboratory, *Radio Sci.*, **30**, 977-1001.
- Fieux, M., C. Andrié, E. Charriaud, A. G. Ilahude, N. Metz, R. Molcard and J. C. Swallow, 1996: Hydrological and chlorofluoromethane measurements of the Indonesian throughflow entering the Indian Ocean, *J. Geophys. Res.*, **101**, 12433-12454.
- Gage, K. S., J. R. McAfee and C. R. Williams, 1996a: On the annual variation of tropospheric zonal winds observed above Christmas Island in the central equatorial Pacific, *J. Geophys. Res.*, **101**, 15061-15070.
- Gage, K. S., J. R. McAfee and C. R. Williams, 1996b: Recent changes in tropospheric circulation over the central equatorial Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, in press.
- Gage, K. S., C. R. Williams and W. L. Ecklund, 1996c: Application of the 915 MHz profiler for diagnosing and classifying tropical precipitating cloud system, *Meteor. Atmos. Phys.*, in press.
- Hamada, J., M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, P. A. Winarso, H. Harjanto, L. Samosir, A. Sudibyo and T. Sribimawati, 1997: Characteristic time scales of rainfall variations over Indonesia, In preparation.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, T. Tsuda, M. D. Yamanaka, D. L. Tobing, T. Sribimawati, S. W. B. Harijono

- and H. Wiryo Sumarto, 1995a : Diurnal variations of the planetary boundary layer observed with an *L*-band clear-air Doppler radar, *Radio Sci.*, **30**, 1043-1054.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka, T. Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryo Sumarto, 1995b : Boundary layer radar observations of the passage of the convection center over Serpong, Indonesia (6°S, 107°E) during the TOGA COARE intensive observation period, *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 535-548.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka, T. Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryo Sumarto, 1996 : An overview of the planetary boundary layer observations over equatorial Indonesia with an *L*-band clear-air Doppler radar, *Beitr. Phys. Atmos.*, **69**, 13-25.
- Horinouchi, T., and S. Yoden, 1997 : Propagation of waves excited by localized episodic heating in the tropics and their effect on the middle atmosphere : Comparison between two QBO phases, *J. Meteor. Soc. Japan*, in press.
- Illahude, A. G., and A. L. Gordon, 1996 : Thermocline stratification within the Indonesian seas, *J. Geophys. Res.*, **101**, 12401-12409.
- 加藤 進, 山中大学, 山形俊男, 上田 博, 岩坂泰信, 高橋 劭, 1990 : 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する国際シンポジウム」の報告, *天気*, **37**, 477-482.
- Komala, N., S. Saraspriya, K. Kita and T. Ogawa, 1996 : Tropospheric ozone behavior observed in Indonesia, *Atmos. Environ.*, **30**, 1851-1856.
- Ogino, S., M. D. Yamanaka and S. Fukao, 1995 : Meridional variation of lower stratospheric gravity wave activity : A quick look at Hakuho-Marui COARE cruise rawinsonde data, *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 407-413.
- Sakai, S., M. Shiotani, S. Yoden, N. Otobe and collaborators, 1997 : Visualization of the internal gravity waves in the QBO experiment, In preparation.
- 田中高史, 1992 : 低緯度電離圏の力学. (「赤道大気上下結合」, 第9章.), *気象研究ノート*, **176**, 141-165.
- Tsuda, T., S. Fukao, M. Yamamoto, T. Nakamura, M. D. Yamanaka, T. Adachi, H. Hashiguchi, N. Fujioka, M. Tsutsumi, S. Kato, S. W. B. Harijono, T. Sribimawati, B. P. Sitorus, R. B. Yahya, M. Karmini, F. Renggono, B. L. Parapat, W. Djonegoro, P. Mardio, N. Adikusumah, H. T. Endi and H. Wiryo Sumarto, 1995 : A preliminary report on observations of equatorial atmosphere dynamics in Indonesia with radars and radiosondes, *J. Meteor. Soc. Japan*, **73**, 393-406.
- 津田敏隆, 塩谷雅人, 中村健治, 宮原三郎, 竹内謙介, 1991 : 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する第3回国際シンポジウム」の報告, *天気*, **38**, 747-755.
- Widiyatmi, I., H. Hashiguchi, S. Ogino, M. D. Yamanaka, S. Fukao, T. Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryo Sumarto, 1997 : Quasi-four-day mode in wind and rainfall variations over Serpong, Indonesia (6°S, 107°E) in rainy seasons during 1992-95, In preparation.
- 山中大学, 村上勝人, 荻野和彦, 新田 劭, 小川忠彦, 1994 : 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する第4回国際シンポジウム」の報告, *天気*, **41**, 47-53.
- 山中大学, 柳井迪雄, 松本 淳, 丸山 隆, 1995 : 「インドネシア地域における赤道大気観測に関する第5回国際シンポジウム」の報告, *天気*, **42**, 385-392.