

# 「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\*

山 中 大 学<sup>\*1</sup>・柳 井 迪 雄<sup>\*2</sup>・松 本 淳<sup>\*3</sup>・丸 山 隆<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1993年12月8～9日にインドネシア共和国ジャカルタ市内において、京都大学超高層電波研究センターの主催により、文部省科学研究費補助金・国際学術研究の一環として、インドネシア技術応用評価庁 (BPPT)・航空宇宙庁 (LAPAN) ならびに日本インドネシア科学技術フォーラム (JIF) 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年以来毎年開催されているものである(加藤他, 1990; 津田他, 1991; 山中他, 1994参照)。

今回は、ちょうど1年前の前回シンポジウム(1992年11月)頃に本格的にスタートした、赤道西太平洋領域での国際協同観測活動 (TOGA/COARE, STEP/CADRE 等)の進行状況を総覧するため、「インドネシアにおける国際協同観測諸計画の現状」をメインテーマとし、名誉議長を B. J. Habibie 科学技術担当国務相 (BPPT長官; JIF インドネシア委員会委員長)、共同議長として Wardiman Djojonegoro 文相と加藤進京大名誉教授 (JIF 日本委員会副議長, Bandung 工大 (ITB) 教授)、組織委員長として Harsono Wir-

yosumarto 博士 (LAPAN 長官)、実行委員長は Sri Woro B. Harijono 女史 (BPPT 人工降雨研究部長) という運営組織で行い、第1日目午前に開会式、午後「大気海洋相互作用」と「下層大気」の2つのセッション、この日の夕刻および翌朝とを使って「中層大気」、これに続き第2日目午前に「超高層大気」、午後に「大気化学」および「ICEAR (国際赤道大気研究センター) 計画」の2セッションが行われた後、閉会式というスケジュールが組まれた。参加者は、日本・インドネシア・米・独・豪・ニュージーランド・ブルガリアの計7か国より160名であった。

開会式では、まず Harsono 組織委員長の開会の辞、加藤名誉教授の歓迎挨拶に続いて、日本の藤田公郎大使 (現 JICA 総裁) ならびに独の Lewalter 大使から次々にスピーチを頂き、最後に Habibie 国務相から40分にも及ぶ熱弁の開会演説を頂戴した。この開会式には、JIF 日本委員会から林義郎委員長 (前蔵相) を始めとする方々にも御臨席頂いた。一方、最後の閉会式では、その直前の総合討論から出席しておられた Wardiman 文相から、討論の内容を踏まえた国際協同観測・研究恒久化の早期実現への熱い期待を込めた閉会の辞を頂戴した後、インドネシアで古来から重要儀式に用いるドラの音で幕を閉じた。各セッションにおける各発表論文の内容は2節に、また日本からの参加者の有志による印象記については3節にまとめる。

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 Habibie, Wardiman 両大臣閣下をはじめとするインドネシア政府、藤田大使・大村一等書記官をはじめとする在インドネシア日本大使館、所澤事務局長をはじめとする JIF 事務局の各位に心より御礼申し上げる。なお本報告は、加藤名誉教授・深尾教授・津田助教授に代わって山中が取りまとめた。取りまとめの不手際により、刊行が極めて遅れ、かつ内容に不十分な部分が生じたことについて、

\* Report on the 5th International Symposium on Equatorial Atmosphere Observations over Indonesia, Jakarta, 8-9 December 1993.

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

<sup>\*2</sup> Michio Yanai, Department of Atmospheric Sciences, UCLA.

<sup>\*3</sup> Jun Matsumoto, 東京大学大学院理学系研究科地理学専攻。

<sup>\*4</sup> Takashi Maruyama, 通信総合研究所。

© 1995 日本気象学会

関係者に深くお詫び申し上げたい。

## 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 : 大気海洋相互作用観測

インドネシア気象庁 (BMG) の Karjoto, Sontokusumo 長官を座長としたこのセッションでは、まず住明正 (東大気候研) が J-COARE (日本の TOGA-COARE) 観測結果速報 (住他, 1993参照) として、船舶から自由落下させた MSP (微細構造測定装置) で得られた海洋表層の乱流構造、船舶から放球したレーウィンゾンデによる下部対流圏の周期約4日の風向回転、パプアニューギニア Manus 島での気象 Doppler レーダーによる積雲対流活動、気象衛星 (GMS) 毎時雲観測資料から得られた過去にない詳細な風速分布などについて、国際協力の実際にも触れながら概説した。この観測は、文部省新プログラム「アジア・西太平洋域を中心とする地球環境変動の研究」の一部を構成する創成的基礎研究「西太平洋域における大気・海洋結合系のダイナミクスの観測」において、次のセッションで述べられるインドネシアにおける観測と対をなして実施されたものである。

続いてインドネシアにおける海洋学研究の中心人物 A. G. Illahude (科学院=LIPI) が、最近導入した観測船などを用い仏・豪・米および ASEAN 諸国などと協同で実施した海洋底・鉛直構造・海流・海面高度などの観測例、国内他機関とのより密な協力による大気海洋相互作用や気候変動関連のものを含む将来計画について概説した。最後に松本淳 (東大理) が、村上多喜雄 (米 Hawaii 大) と連名で西部北太平洋域のモンスーン気候学と題する講演を行い、自身が東南アジア諸国を歴訪して収集したデータ (Matsumoto, 1992) を背景に、熱帯収束帯 (ITCZ) の季節変化、モンスーンの開始と終息、西部北太平洋海面水温の東西不均一などについての知見をまとめた (その一部は Murakami and Matsumoto, 1994 に発表)。

### 2.2 セッション II : 下層大気観測技術の進歩

このセッションでの発表論文のうち最初の4件は、Jakarta 南西郊外 Serpong 地区の研究学園都市

PUSPIPTEK のレーダー観測所 (境界層レーダー・流星レーダー・地上気象観測) での成果に関するものであった。この観測は新プログラムにおいて前述の J-COARE と対をなすもので、京大超高層・BPPT・LAPAN の協力で実施されており、前回シンポジウムの際に開所して以来、現在もお順調に観測を継続しているものである (津田, 1992, 1994参照)。セッション座長はこの観測の BPPT 側責任者 S. W. B. Harijono 女史、最初の総合報告は京大側の実質的中心人物である津田敏隆 (京大超高層) が、それぞれ務めた。総合報告では、境界層レーダーを中心とした観測による下層大気における対流・波動の生成機構解明への展望が力説され、さらに新プログラム開始以前に Surabaya 市南方の Watukosek にある LAPAN 大気球観測所で (Tsuda *et al.*, 1992, 1994a, b), またその後 Bandung 市の LAPAN 大気物理研究所において実施されたオメガゾンデ連続観測による下部成層圏領域の平均風準2年振動・Kelvin 波・重力波、ならびに流星レーダーによる中間圏界面領域の平均風半年振動・子午面循環・2日波・潮汐波・重力波の観測事実なども紹介された (Tsuda *et al.*, 1995; Tsutsumi *et al.*, 1995 などとして発表予定)。

これに続く3件は、BPPT の研究者による、シンポジウム約2か月前の10月に実施した乾季キャンペーン観測の成果で、まず M. Kalmini が RASS/BLR を用いた温度観測結果について、次に BPPT の観測オペレーションの中心である T. Sribimawati が放射計や温度計を含む地上気象観測結果について紹介した。この両氏はそれぞれ米国・カナダで修士号を取った女性研究者で、座長 Sri Woro 女史など女性の科学技術関係への進出度は概して日本より高い。続いて京大深尾研究室の卒業生である Daniel L. Tobing が、BLR 観測で彼自身が最初に気付いた 3~5 km に達する厚い晴天日中大気混合層について、(国産航空機による Bandung での人工降雨実験等で多忙なためいささか準備不足ではあったが)極めて興味深い発表を行った。なお京大 (津田・橋口ら)・BPPT・LAPAN の対流圏~下部成層圏に関する雨季キャンペーン計画が1994年1月に予定通り実施された。これらの結果は橋口らにより現在雑誌論文として印刷中である (Hashiguchi *et al.*, 1995a, b, c, d)。

インドネシア独特のミニ・ケーキ (kue) 付きの Coffee Break を挟んだ後、やはり前回シンポジウムの際に開所した NOAA-LAPAN 協同の Biak (Irian

Jaya 北西端の属島で米国から Hawaii 経由で来る飛行機の中継基地でもある)のウィンドプロファイラー観測の論文が2件、今回は K. S. Gage (米 NOAA)らは共著者に回り、LAPAN 側の P. Mardio, Sukmadradjat, N. Adikusumah の各氏が前面に出て講演を行った。レーウィンゾンデとの比較観測、TOGA-COARE 期間中の季節内振動と同期した西風強化、降水現象と関連した鉛直変動などが速報的に紹介されたが、今後さらに多くの成果が出てくるであろうと期待される。

このセッション最後の2件は気球ゾンデ観測に関するもので、まず B. Tjahyono (ITB) が、BMG のあるいは独自に実施したインドネシア国内ラジオゾンデ高層観測に基づき、対流雲の温度・湿度構造について解析した結果を報告した。続いて高橋劭(九大理)が、TOGA-COARE 期間に Manus 島で放球した21個のビデオゾンデによる観測に基づき、赤道域の降水機構として、下層で暖かい雨過程により成長した雨滴が0°C高度よりも高い所へ運ばれて凍結し、周囲の過冷却微水滴を捕捉してさらに大きく成長した後で降下し融解し、直径8mmに達する大粒の雨として降るというシナリオを示した。さらに気象衛星写真なども組み合わせ合わせた結果から、そのようなプロセスを起こす雲底の低い雲の生成には湿度場のほか循環場も大きく関与していることを述べた。

### 2.3 セッションIII：中層大気観測のハイライト

座長は津田敏隆(京大超高層)が務め、まず K. Labitzke (独 Berlin自由大)が、上部対流圏～下部成層圏気温場と下～中部成層圏高度場の約10年周期の変動に関するこれまでの解析結果を概観して、理由はまだ不明だが11年周期太陽黒点(または10.7cm太陽電波)変動と同位相であり、下部成層圏準2年振動(QBO)の東風期に特に顕著なことや、対流圏内の Hadley 循環変動との関連も示唆されるなど、赤道域が極めて重要な役割を果たしていることを強調した。続いて柳井迪雄(米 UCLA)が、赤道に捕捉された波動の起源について中緯度擾乱、熱的強制、波動 CISK (第2種条件付不安定)のそれぞれを総括した後、最近行った混合 Rossby 重力波に関する解析からは中緯度擾乱の寄与が強く示唆されていること (Magaña and Yanai, 1995) を述べた。

後半は2日目の朝に持ち越されて、まず D. C. Fritts (米 Colorado 大)が、STEP (太陽地球系エネルギー国際協同研究計画)の副計画 CADRE (赤道域力学・結

合過程)における各種レーダー、ライダー等の地上観測の現状ならびに UARS (高層大気観測衛星)観測との比較について総括し、波動伝播を通じた下層・中層・超高層大気結合過程解明の重要性と、そのために各種データを総合的に用いて解析していく必要性を力説した。最後に、I. M. Reid (豪 Adelaide 大)が、多数ビームを用いた Doppler 測定 (DBS) 法、複数受信アンテナを用いた全相関解析 (FCA) 法や Doppler 干渉計作像 (IDI) 法、時間領域干渉計 (TDI) 法、あるいは GPS (測位衛星)標準電波を用いた複数受信アンテナ間の位相固定法など、新しい MF/VHF レーダー技術の要点をまとめ、さらに赤道域内の観測点を遠隔地を含めて多点化する際に必要十分な機能やその経費などについても論じた。この多点化は、中核となる大型設備である懸案の「赤道レーダー」とは別個に着々と進んでおり、ペルーの Jicamarca, Piura からキリバスの Christmas (米・豪協同)を経て、先述の Biak そして Serpong に達する東西のラインに加え、現在、Adelaide 大 (Vincent, Reid)・京大 (津田・中村)・LAPAN の協同で、Kalimantan 島 Pontianak (住, 1987; 山中, 1988で報告された当初の赤道レーダー候補地)に MF レーダーを建設する計画が進行中である。

### 2.4 セッションIV：超高層大気観測の最近のトピックス

座長は J. Soegijo (LAPAN 研究主幹)が務めた。まず丸山隆 (通総研)が、衛星電波観測から電離圏シンチレーションと電子密度(伝播経路上の積分値)を求める手法、ならびにこれをインドネシア (ITB と協同)で実際に用いた例を紹介し、比較的簡便な方法ながら、未知の多い低緯度電離圏擾乱の発生機構解明に大きく寄与し得ると述べた。次に、LAPAN 電離圏研究グループ (Koeswadi, Jiyo, S. Suhartini)によって、Pontianak (米国から導入した新しい電離層観測装置の速報)および Biak (F<sub>2</sub>層と地磁気変動との関係、Sporadic E層と流星シャワーとの関係)における観測結果が計3件発表された。続いて R. T. Tsunoda (米 Stanford 国際研)が、京大 (深尾・山本)・LAPAN と協同で Pontianak に計画中の可搬型 VHF レーダー (FAR)による観測計画を紹介し、パルス毎に周波数を変えて種々の新方式で電離圏擾乱を観測できるという特徴を、1993年に日本の滋賀県内で MU レーダーと協同で行った観測例などを背景に論じた。最後に再び LAPAN のグループから O. Sobary が、湯本清文 (名大太陽地球環境研)らとの協同で実施している、磁気

経度210°に沿った地磁気変動の観測について述べた。

## 2.5 セッションV：大気化学研究の進展

最初に A. Matthews (ニュージーランド国立大気水圏研) が近藤豊 (名大太陽地球環境研) と連名で、亜熱帯・熱帯域大気化学に関する要点をまとめ、紫外～可視領域分光計を用いたオゾン・二酸化窒素観測の原理を述べた後、赤道西太平洋域下層大気に特徴的な、強い対流活動に伴う鉛直混合と圏界面の極低温という条件下での光化学過程の未知を解明する上で、今後の観測活動推進の必要性を訴えた。次に N. Komala (LAPAN) が小川利敏 (東大理) と連名で、1985年以来 Watukosek において継続しているオゾンゾンデ観測の現在までの結果を総括し、日・季節・経年変化を解析できるデータベースが構築されつつあることを如実に示した。以上の東大・名大・ニュージーランド大気水圏研・LAPAN グループは協同で、Bandung 郊外に地上分光観測点を設立・維持しつつある。

続いて座長の岩坂泰信 (名大太陽地球環境研) が、やはり LAPAN と協同の Watukosek での気球観測に関連して、熱帯域成層圏でのエアロゾル不均質反応過程とオゾンとの関係、さらにこれと極域オゾンとの関係などを論じた。また Watukosek 気球観測所長の S. Saraspriyo (LAPAN) は、これまでの気球飛翔状況と今後の大型気球による長時間浮遊観測の可能性を、特に QBO 東西風の時間的・高度的逆転との関連で論じた (風向逆転を長時間観測に応用する技術は彼が日本の宇宙研留学で学んだものである)。一方、やはり日本留学組で東大天文で学位を取った H. Malasan (ITB) は、西 Java 州 Lembang の ITB 附属 Bosscha 天文台での標準恒星の大気減光観測結果から、エアロゾルまたは降水粒子、オゾン、大気分子 (Rayleigh 散乱) の気柱量の推定を試みている。

最後に WMO の GAW (全球大気監視) 計画に関連して、まず P. G. Price (豪気象局) が計画の概要、特に人間活動による局所的影響のないバックグラウンド大気組成を継続して測定していく必要性、東アジアでは日本の綾里 (岩手県三陸町) と南鳥島を除いて観測点がなく、特にインドネシア赤道域への観測点設立が急務であることなどを力説した。これを受けて H. Harjanto (BMG) が、Karjoto 長官以下 BMG 幹部連名の GAW 観測所建設計画を発表し、インドネシア政府として積極的に受け入れたいこと、予定地として西 Sumatera 州 Bukittinggi 郊外の赤道レーダー建設候補地である丘陵地 (山中・中村, 1989; 山中他, 1990

参照) の一角を確保したことを述べた (1994年からは自動観測が開始された)。この GAW 観測所と赤道レーダー観測所との併設は、相互に不都合より好都合な面が多いであろうという結論が、事前に何回か非公式な打合せが行われて確認されている。インドネシア政府および西 Sumatera 州政府は、この GAW を第一歩として、土地造成・進入路建設、大気観測推進のための経費・技術・人材の確保を開始し、将来の赤道レーダーのためのインフラストラクチャを整備していく計画である。州都 Padang にある Andalas 大学 (国立) には、同国で初めての気象科学部が近く開設される予定である。

## 2.6 セッションVI：ICEAR 計画へ向けての総合討論

ICEAR (International Center for Equatorial Atmosphere Research) 計画は、IUGG (国際測地学地球物理学連合; 1983年8月)、SCOSTEP (国際太陽地球系物理学科学委員会; 1990年6月) および URSI (国際電波科学連合; 1993年9月) の勧告決議案に基づき、文字通り赤道大気研究を国際的に推進するセンターを日本・インドネシア両国を中心に設立しようとするものである。SCOSTEP、日本学術会議、インドネシア政府および JIF には、それぞれ準備委員会あるいはワーキンググループ (以下WGと略称) が設けられており、本シンポジウムの継続開催も ICEAR 設立のための土台の1つとなっている (加藤他, 1990; 津田他, 1991参照)。

今回のこのセッションでは、最初に SCOSTEP および日本学術会議におけるWG委員長の加藤進 (JIF/ITB) が、STEP や IGBP 等の国際研究計画あるいは新プログラム観測の位置付け、日本・インドネシア間の研究者交流などを含め、ICEAR 計画の現状について報告した。次にセッション座長の深尾昌一郎 (京大超高層) が、ICEAR の中核設備である赤道レーダーの科学的意義について、特に「超高層大気地球環境変動」研究の重要性に力点を置いてコメントした。続いて H. Wiryosumarto (LAPAN) がインドネシア側 WG 委員長としてコメントし、赤道レーダー建設の早期実現を強く要望した。その後、高橋 (雲力学研究推進・気象レーダー併設の意義)、Tsunoda (多点・多手段の中核として上下・南北結合研究推進の必要性)、岩坂 (成層圏大気の源としての視点) など出席者から、今回報告された各観測の順調な滑り出しを背景にして、ICEAR 計画実現後の研究目標についてもかなり

具体的な意見が述べられた。

### 3. 参加印象記

#### 3.1 ジャカルタ印象記

(柳井 迪雄)

山中大学さんから FAX で、インドネシア上赤道大気観測に関する国際シンポジウムの案内が突然送られて来たのは9月末のことであった。それによると私も講演者の一人になっており、題目も赤道波についてとのことである。インドネシアははじめてであるし、その上ちょうどコロラド大学の Magana 博士と上部対流圏での混合ロスビー・重力波の発生機構についての共同論文を書いているところであったので、喜んで出席させていただくことにした。シンポジウムの期間が UCLA の秋学期の最終試験直前の週に当たっているのが一寸具合が悪かったが、私の「熱帯大気中の波動」というコースにはインドネシア気象庁から派遣されている N 君もいて、是非行って欲しいと激励され、何となく気楽に休講してしまった。

ロサンゼルスからジャカルタまで、インドネシア航空で途中ホノルルとビアクに止まるが乗り換えなしで行けることが分かり、それにしたがって、12月4日に出発して6日に着くという、長い旅であった(正味は約21時間)。

会議については別の方がまとめて下さるといことなので、印象のみを気楽に述べさせてもらえば、赤道レーダーという強力な武器を中心に、赤道上の境界層から超高層・磁気圏に至るまで、伝統的には分野を異にする人達を一堂に集めての面白い試みであると思う。おかげで私もスタンフォードのツノダ博士などはじめて知り合うことが出来た。しかし大気現象の方は上下結合していても、研究者達に高度範囲別の壁を破って突っ込んだ議論をさせるのは、仲々難しいことであろう。インドネシアの人達の発表も UCLA に留学していた Harjanto 氏(気象庁)を含めて、皆よく努力されていたと思う。発展の途上にあるこの国の現在のリソースにとっては、この会議で取扱われた問題のすべてに関与することは無理であろうし、その必要もないと思う。

ジャカルタはガイドブックが警告していたように、人口の急増で高層建築とバラック住居の雑然と混在する街と化している。世界最悪とも言われる大気汚染と共に、旧植民地都市共通の問題であろう。最近ロサンゼルス新聞に、アメリカ軍の空爆にもかかわらずフ

ランス領時代の街並が保全されているハノイで、その歴史的な建築物や景観を急速な外貨の流入と成長からどうして守って行くかに、ベトナムの当局者がいかに苦心しているかという記事が出ていたのを思い出した。もう一つの小さな印象としては、回教国のインドネシアのデパートにジングル・ベルの曲が流れ、クリスマス景気をあおっていたのが面白かった。

最後になったが、旅費を支給された上にいろいろお世話になった京都大学超高層電波研究センターの方々に感謝したい。そして日本とインドネシアの協力のために献身されている加藤進先生御夫妻に、心からの敬意を表したい。

#### 3.2 2度目のインドネシア

(松本 淳)

インドネシアは、赤道付近にありながら、夏と冬の卓越風向がほぼ反転し、Khromov (1957) の定義では大部分がモンスーン気候となる。「海洋大陸」とも呼ばれ、複雑な地形をもつ多くの島からなるこの国の気候には、大いに興味をそそられる。しかし近年この国から得られる気象データは非常に少なく、筆者が編集したモンスーン地域の半月降水量分布図 (Matsumoto, 1992) でも、広大な空白域となっていた。

こんな状況を打開すべく、ICEAR 計画などでつちかわれた人脈を通じ、待望のインドネシア気象庁 (BMG) 訪問をはたしたのが、1993年1月であった。したがって今回の ICEAR 会議出席は、私にとっては2度目のインドネシア訪問である。ただし学会参加は初めてだったので、胸をおどらせてのジャカルタ到着となった。

まず驚いたのは、会場となったインドネシア技術評価応用庁 (BPPT) の建物の大きさである。タムリン通りというジャカルタの目抜き通りに面して聳える、20階を超す高層の旧館だけでもすごいと思っていたのに、その裏手に建てられ、今回の会議の会場となった新館は、より豪華さと斬新さを増しており、この国で BPPT が置かれている地位の高さが、まざまざと感じられた。

大臣も出席する開会式などの仰々しさは、半年前に参加したマレーシアでの国際会議によく似ており、一種の「マレー文化」かと思われた。あるいはまたこのような会議が、この地では非日常の世界に属することを物語るのかもしれない。聞けばこの国には、「気象学会」もなければ、「天気」のような雑誌もないという。学術的な研究発表の機会としては、いきなり「国際学

会]になってしまうのである。

それでもかなりの数のインドネシア人が、結構苦勞しながらも、発表したり質問したりしており、この会議がこの地の研究者たちに与える知的インパクトの大きさが感じられた。5年ぶりの参加者の一人は、インドネシア人の発表が増えたことに驚嘆していたが、関係者の努力の賜物であろう。

会議の内容では、普段の学会でこれまであまり聞くことがなかった「超高層大気」や、「大気化学」の話なども聞きかじることができ、専門的学会とは一味ちがう、貴重な経験をすることができた。

この地の気候研究の重要性は、TRMM 計画などを通じて、今後ますます高まっていくことであろう。赤道の全周の約8分の1を占め、世界第4位の2億人近い人口をかかえるインドネシアは、色々な面で大きな可能性を秘めているように感じられた。ICEAR 計画などにより、日本との間の研究協力体制が、一層強固になっていくことを期待したい。

### 3.3 赤道電離圏とインドネシア

(丸山 隆)

この10数年間、赤道電離圏、というよりは地球の電離圏の大きな話題であり続けた現象に「プラズマ・バブル」がある<sup>\*1</sup>。名前のとおり、電離圏を形成しているプラズマの中に磁力線に沿って長さ数千キロメートル以上、東西の規模数千キロメートルの「泡」が出現し、上昇するものである。地球の大気の特徴が緯度に大きく支配されているのは電離圏も同じであるが、電離圏の場合、磁場の構造が緯度特性を決定する大きな要因である<sup>\*2</sup>。磁気赤道上では水平な磁場がプラズマを支えているが、日没になると不安定となり下端からの泡の発生・上昇となるわけである。

プラズマ・バブルの研究が赤道地域に観測拠点を持つ国々の研究者によって大いに進展してきたのは当然のことであるが、わが国でもバブルの北の端を観測することができる。このテーマの研究が成熟してきた今、一つの問題はこの北（あるいは南）の端である。すなわち、バブルはどこまで上昇し続けるのか分かっていないのである。日本付近の経度では磁気赤道が地理赤

道から約10度北にずれているため、インドネシアから上空に延びる磁力線を迎って行くと、磁気赤道上でこのバブルの上昇限界付近の高度を通過すると思われる。また、プラズマ・バブルの発生は日々異なり、その変化を決定している発生条件も良く分かっていない。シンポジウムでも紹介したが、衛星の送信するマイクロ波に強烈なシンチレーションがバンドンで観測されている。プラズマ・バブルの中に出来た強い不規則構造が原因であり、通信や放送のための衛星利用にとってもプラズマ・バブルは重要な問題である。

これからのプラズマ・バブルの研究に貢献するのは、磁気赤道から少し離れた観測拠点ではないだろうか。バブルの上昇限界付近にあるインドネシアは恰好な地理的条件を充たしている。さらに、わが国の電離層観測ネットワークが南北に長い地理を活かした中緯度チェーンを形成して、他の地域にない特徴を出しているように、インドネシアでは赤道地帯の東西チェーンを形成することが可能である。今回のシンポジウムに参加し、インドネシアにいくつかの電離層観測所が開設されていることを知った。今後、地理的特性を活かしたデータ解析が進展するものと期待される。また磁力線を介してつながっている沖縄付近の電離圏現象との同時観測にも大変興味がある。南北半球の比較は、赤道を挟んだ電離圏構造の対称/非対称性を明らかにし、その原因の一つである中性大気の運動（熱圏風）を推定する手がかりとなる。さらに、その風の強度がプラズマ・バブルの発生に関与していると考えられている。

### 4. おわりに

今回のシンポジウムは、BPPT 新館国際会議場の柿落し行事の一環として、インドネシア政府派遣留学生の受け入れなどに大きな貢献をなした JIF の創立10周年記念の第11回運営委員会に引き続く形で行われ、会議場の準備から当日の運営に至るまで BPPT 職員がほぼ全般を取り仕切った。国際会議場の諸設備は日本の大学・研究機関が所有するものとは比べものにならないほど整っており、BPPT 職員による会議の準備・運営実務も国際会議の常連研究者の目をも見張らせるものであった。講演においても、具体的観測内容の殆どが日本留学組を中心とするインドネシア若手研究者によって発表され、また休憩時間等でも彼等は積極的に質問や議論を行っていた。さらに今回の運営費用には BPPT の研究費のほか、インドネシア国内企業

\*1 例えば田中 (1992) 参照。

\*2 周知の通り、地球磁場は自転軸に対して11.5°傾いた双極子磁場であって、赤道域の低高度を通る磁力線は両側の低緯度の地面とつながっており、高高度を通る磁力線は両極域とつながっている。

の奨学寄付金からの貢献があったこと等、まさにこの国の目ざましい発展ぶりが至る所に見受けられた。

シンポジウム前日に行われた JIF 運営委員会には、加藤名誉教授の他、深尾・住両教授が出席された。またこれと並行して PUSPIPTEK レーダー観測所見学会が行われ、外国人参加者のほぼ全員が参加した。さらに今回のシンポジウム前日夜には、JIF 運営委員会の懇親会に発表者全員を招待して頂いた。最終目標の ICEAR 赤道レーダーはともかくとしても、新プログラムによって本格化した観測活動と、このシンポジウムに代表される学術・技術交流や教育・普及活動は、今や両方ともほぼ一定の軌道に乗ったと言う評価を多くの方々から頂いている。平成6年度からは、日本・インドネシア両国文部省の合意に基づく JICA (国際協力事業団) 専門家派遣プログラムが創設され、そのトップバッターとして加藤名誉教授が既に ITB での講義・学生指導を開始しておられ、現在その継続発展が京大超高層メンバーで検討されているところである。新プログラムは平成6年度で終了したが、京大超高層グループとしては科学研究費・国際学術研究を申請し、少なくとも向こう2年間は観測活動を維持したいと考えている。関係各位には一層の御支援をお願い申し上げたい。

#### 参 考 文 献

- Hashiguchi, H., S. Fukao, T. Tsuda, M. D. Yamana-  
ka, D. L. Tobing, T. Sribimawati, S. W. B. Harijono  
and H. Wiryosumarto, 1995a : Diurnal variations of  
the planetary boundary layer observed with an L-  
band clear-air Doppler radar, *Radio Sci.*, **30**, in  
press.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka, T.  
Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryosumarto,  
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**, in press.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka and T.  
Tsuda, 1995c : Frequency spectra of wind velocity  
fluctuations between 1 hour and 1 month in the  
atmospheric boundary layer over equatorial In-  
donesia, *J. Geomag. Geoelectr.*, submitted.
- Hashiguchi, H., S. Fukao, M. D. Yamanaka, T.  
Tsuda, S. W. B. Harijono and H. Wiryosumarto,  
1995d : An overview of the planetary boundary  
layer observations over equatorial Indonesia with  
an L-band clear-air Doppler radar, *Beitr. Phys.  
Atmos.*, submitted.
- 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.
- Khurumov, S. P., 1957 : Die geographische Ver-  
breitung der Monsune, *Pet. Geogr. Mitt.*, **101**, 234-  
237.
- Magaña, V., and M. Yanai, 1995 : Mixed Rossby-  
gravity waves triggered by lateral forcing, *J.  
Atmos. Sci.*, in press.
- Matsumoto, J., 1992 : Climate over Asian and Aus-  
tralian monsoon regions, Part II : Distribution of  
5-day mean precipitation and OLR, *Dept. Geogr.,  
Univ. Tokyo*, 78pp.
- Murakami, M., and J. Matsumoto, 1994 : Summer  
monsoon over the Asian continent and western  
north Pacific, *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 719-745.
- 住 明正, 1987 : ポンティアナック訪問記, *天気*, **34**,  
723-724, 699.
- 住 明正, 竹内謙介, 藤谷徳之介, 上田 博, 高橋 劭,  
中澤哲夫, 1993 : TOGA-COARE 計画について, *天  
気*, **40**, 791-809.
- 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.
- 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.
- 津田敏隆, 中村卓司, 山本 衛, 山中大学, 深尾昌一郎,  
1992 : 赤道大気国際協同観測計画, STEP シンポジウ  
ム報告書, **3**, 537-542.
- 津田敏隆, 山本 衛, 中村卓司, 足立樹泰, 橋口浩之,  
藤岡直人, 山中大学, 堤 雅基, 深尾昌一郎, H. Wir-  
yosumarto, S. W. B. Harijono, 1994 : インドネシア  
における赤道大気観測の概要, 大気圏シンポジウム報  
告書, **7**, 181-190.
- Tsuda, T., Y. Murayama, H. Wiryosumarto, S. W. B.  
Harijono and S. Kato, 1992 : A preliminary report  
on radiosonde observations of equatorial atmo-  
sphere dynamics over Indonesia, *J. Geomag.  
Geoelectr.*, **44**, 1041-1055.
- Tsuda, T., Y. Murayama, H. Wiryosumarto, S. W. B.  
Harijono and S. Kato, 1994a : Radiosonde observa-  
tions of equatorial atmosphere dynamics over In-  
donesia, Part I : Equatorial waves and diurnal  
tides, *J. Geophys. Res.*, **99**, 10491-10505.
- Tsuda, T., Y. Murayama, H. Wiryosumarto, S. W. B.

- Harijono and S. Kato, 1994b : Radiosonde observations of equatorial atmosphere dynamics over Indonesia, Part II : Characteristic of gravity waves, J. Geophys. Res., **99**, 10507-10516.
- 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. Wiryosumarto, 1995 : A preliminary report on observations of equatorial atmosphere dynamics in Indonesia with radars and radiosondes, J. Meteor. Soc. Japan, **73**, in press.
- Tsutsumi, M., T. Tsuda, T. Nakamura and S. Fukao, 1995 : Wind velocity and temperature fluctuations due to a two-day wave observed with radio meteor echoes, J. Geophys. Res., submitted.
- 山中大, 1988 : ポンティアナ訪問記 (その2), 天気, **35**, 687-688.
- 山中大, 中村卓司, 1989 : バダグン・ブキティンギ訪問記, 天気, **36**, 650-652.
- 山中大, 山本 衛, 廣田 勇, 福西 浩, 近藤 豊, 田中 浩, 1990 : ブキティンギ訪問記(その2), 天気, **37**, 308-310.
- 山中大, 村上勝人, 荻野和彦, 新田 勲, 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.



### 教授公募

1. 公募対象 東京学芸大学教育学部 教授1名
2. 年齢 50歳以上60歳未満  
(平成8年4月1日現在)
3. 専攻分野 大気科学
4. 担当科目 学部および修士課程における気象学, 大気環境論, および関連科目
5. 応募資格 博士の学位を有すること
6. 応募書類 (1)履歴書(写真貼付), 連絡先明記のこと  
(2)研究業績リストおよび論文別刷  
(3)いままでの研究の概要と, これからの研究計画(大気科学の教育に関する研究の構想を含み, 2000字程度)
7. 応募期限 平成7年9月末日
8. 採用予定時期 平成8年4月1日
9. 応募書類提出先 〒184 東京都小金井市貫井北町4-1-1  
東京学芸大学第3部地学科  
学科主任 佐藤 文男
10. 問い合わせ先 学科主任 佐藤 文男  
Tel 0423-25-2111 内線2677  
または, 教授 島貫 陸  
Tel 0423-25-2111 内線2679
11. その他 (1)応募書類は, 封筒の表に「教官応募書類在中」と朱書きし, 簡易書留で送付して下さい。  
(2)応募書類の返送先を明記した封筒を, 必要額の切手貼付の上同封して下さい。