

京都大学21世紀COEプログラム 活地球圏の変動解明—アジア・オセアニアから世界への発信— (KAGI21)



2004年10月12日

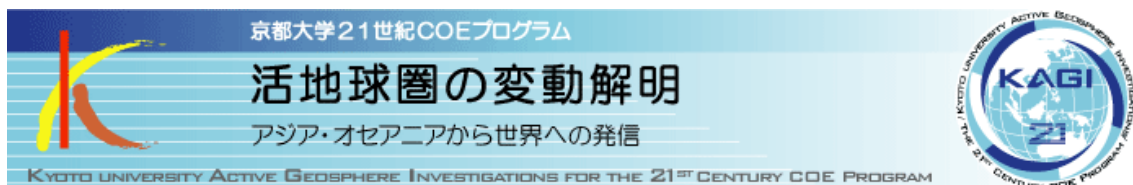
レポート：

「第1回活地球圏国際サマースクール

(インドネシア、バンドン工科大学、2004年7月11 - 26日)」

目次

1. 全体概要及びオープニング・クロージングセレモニー(豊田隆寛)
2. 講義 (Janette Simplina-Manahan, Bai Ling)
3. 計算機実習 (西澤誠也)
4. 特別国際セミナー (山根悠介)
5. 巡検 (松本弾)
6. オプショナル・フィールド実習(メラピ火山) (朴舜千)
7. オプショナル・フィールド実習(赤道大気レーダー)(山本圭香)



## 1. 全体概要及びオープニング・クロージングセレモニー

アジア・オセアニア各国からの参加者と共に京都大学理学研究科地球惑星科学専攻から 8 名の学生がバンドゥン工科大学でのサマースクールに参加し、活地球についての講義を受けた。平日の 5 時間の講義に加え、放課後の計算機実習、特別国際セミナー、フィールド実習により、活地球圏についての知識を深め、新たな興味・関心とモチベーションが喚起された。講義以外の時間でも学生同士の活発な交流と議論が行われた。これらの経験は今後の研究の視野・人脈・取り組み方に影響するものである。もちろん、研究面以外でもインドネシアで得た歓迎と友情とその他多くの経験はかけがえのないものである。バンドゥン工科大学とインドネシアの方々、事務の方々、先生方、他の参加者に謝辞を述べたい。

大学での講義初日にオープニングセレモニーが開かれ余田代表がこのサマースクールの意義と目的を説明された。開催地は地球活動が最も活発な地域の 1 つであり、そこに住む我々が活地球を統合的に学び、その知識と人脈をもとに近い将来のこの地域の科学研究を行う基盤をスクールは提供する。講義最終日にはクロージングセレモニーが行われ、オープニングセレモニーに比べ打ち解けた雰囲気の中、参加者は卒業証書を授与された。この場では参加者の代表 2 名がスクールの成果と支援者・教官への謝辞を述べ、そこで得たものを将来へ活かしていく事を誓った。また、公開されたアンケート結果からも、講義の難易度に差があるものの参加者は各自なりに議論し吸収し、満足していることが示された。最後に余田代表が教育者かつ科学者として、ご自分が経験された留学がどのような意味を持っていたかについて、地球物理の包括的な知識とコミュニティーのネットワークの重要性について、アドバイスを下さった。実際、代表を始め講義や他の同席する機会中の教官方は、その科学的知識と共に積極的で真摯な熱意を持って接し、応えてくださった。こういった熱意にさらされ、期待を受けるということもまた研究を継続・発展させる力となることは間違いない。

全体概要として他節に入らない事柄に主観的に言及する。バンドゥンは高地にあるため気候が非常に良く、都会過ぎないので、勉強にもってこいの場所であると思う。食事は甘辛く、油が違うので苦労するかもしれない。ムスリムはお酒を飲まないなのでビール以外はなかなか手に入らないが果物は多様。物価は安い。街には大きな動物園や博物館があり講義を受けたばかりの恐竜や猿人の骨、たくさんの熱帯動物を見ることができる。ダンス・音楽といった芸能文化も多彩である。サッカーとバスケットが盛んでビリヤード場もはやっている。交通量が多い以外は歩くのに危険な街ではない。貧しい人たちも多いがその中で学生は特別さを自覚して熱心に勉強していると思う。乾季でも夕方に雨の降る日が多く、地震も体験した。こういう日常の気象条件、また日常ではないがエルニーニョ現象や火山現象、津波などが確かに身近に存在し、インドネシアの参加者はそれらをターゲットにして、かなり実際的な研究をしていると感じた。

(豊田隆寛)

## 2. Lectures

- The International Summer School on Active Geosphere that was held in Bandung, Indonesia is the first program of its kind that was made possible through the joint cooperation between the Kyoto University and Institut Teknologi Bandung which is a part of the realization of the KAGI21 COE Program.

- The core lectures were given by the Japanese specialists on each subject area and briefly discussed as follows:

- Lecture on Introduction to Elastic Body Kinetics (Tectonics) and Active Geosphere: Seismology and Volcanology was given by Dr. J. Mori. He discussed the basic theories on both subject areas. Practical examples have been utilized as his strategy so that the participants coming from different field of specializations or disciplines can understand the subject well. Some of the major topics discussed were on Earthquake Source, Body Waves, Surface Waves, Free Oscillations, Earthquake Prediction, Earth Structure, Japan Tectonics, Volcanoes. Note: We have MP3 records of this lecture with a size of about 150M to share.

- Dr. S. Yoden gave a lecture on the Introduction to Geophysical Fluid Dynamics and Global Warming and Ozone Depletion. In his lecture, he tried to let the participants learn what and how the theories and mathematical expressions related to GFD can be well understood through computer exercises. Practical and real life examples have been also given that aids the learning process much easier especially to those participants who have not studied this subject. An experiment was also done to explain the effect of the depletion of ozone layer.

- The lecture on the Introduction to Numerical Modeling and Data Assimilation and Ocean Circulation and Climate was given by Dr. T. Awaji. Most of the participants have found that the subject was quite hard, highly mathematical and was presented quantitatively. Knowledge in GFD as lectured by Dr. Yoden was a good help to understand the concepts. In the latter part of the lectures practical examples have been presented for better understanding and the participants were tasked to study after the lecture to encourage them to think and share their views during the next lecture session.

· The subject about the Active Biosphere was introduced by Dr. T. Setoguchi. In this lecture, the participants were able to understand the origin of man from the Paleontological point of view. The lecture was very interesting and presented the ideas on how it was related to the other lectures like the lecture on Global Warming and Ozone Depletion given by Dr. Yoden. Publications about the recent discoveries and evidences about the topic were presented.

· Part of the ISS program was a lecture on the Introduction to High-tech Observations and Data Analysis and Atmospheric Variations given by Dr. T. Tsuda. He explained how the development of high technologies has been a big help to the earth scientists for a better acquisition of accurate data. Different types of high tech observation techniques have been presented. In this lecture, participants who specialized in this field were given the chance to explain the theories to the other participants in the class.

· Part of the International Summer School were the topics given by the lecturers from ITB that were mainly about the researches in Indonesia on the different areas in the Active Geosphere. Dr. Hendra Grandis discussed about Bayesian Geophysical Inversion and its applications. Meteorology in Indonesia was explained by Dr. Bayong Tjasyono HK while Dr. Dadang K. Miharja talked about the Oceanography research in Indonesia. Lastly, a lecture about the Geophysical Hazard was presented by Dr. Nanang T. Puspito.

(Janette Simplina-Manahan and Bai Ling)

### 3. 計算機実習

毎日の講義終了後、午後4時から1時間余り計算実習が行われた。参加者全体が2つのグループに分かれ、1日交代で実習を行った。コンピューター実習室には10数台のパソコンが用意されており、1人ないし2人で1台を使用し、各々課題に取り組んだ。

1週目は「地球流体力学数値実験集」、2週目は「地球流体室内実験集」を教材として使用した。数値実験集は、地球流体力学の基礎を、数学的な理解に加え視覚的に体験し理解を深めるための教育のためのソフトウェアである。内容は、線形移流・拡散、非線形移流・拡散、変形と回転(ラグランジュ的認識)、ブラウン運動(ストカスティック強制による粒子拡散)、2次元渦系系、慣性振動・慣性不安定、慣性重力波、ロスビー波、パーセル法(静力学不安定)、対流、カオスと予測可能性である。それぞれの内容について、余田先生の講義があり、その後コンピューターを利用した実習を行った。今までは数学的な式の上でしか理解していなかった現象が、この実験集により、より具体的な物理現象と関連付けて理解することができた。また、数値計算の限界を簡単な事例で経験でき、数値計算の有用性とともにより使い方が重要であることを学んだ。

室内実験集([http://www.gfd-dennou.org/library/gfd\\_exp/index.htm](http://www.gfd-dennou.org/library/gfd_exp/index.htm))は、京都大学総合人間学部の地球科学実験で行われた実験を中心に集めたものであり、画像、動画、解説などから流体運動を学ぶことができる教材である。月から吊るした振り子、洗濯機と台風、葛飾北斎、北極にて太平洋を想う、味噌汁の中の南極、火山と像の懐妊周期、ジェット気流によって、ドレッシングとエルニーニョ、深海魚の幸福、海に生えるエノキ茸、というユニーク名前の10の題材があり、それぞれフーコーの振り子と慣性振動、渦の生成・消滅、シア不安定、エクマン螺旋、回転対流、準二年周期振動、傾圧不安定、ケルビン波、内部重力波、ソルトフィンガーについて学ぶことができる。今まで写真でしか見たことがなかった実験結果を動画で見ることができたり、理論ではイメージするのが難しかった現象の実際の流体運動を見たりでき、流体運動の性質について新たな側面からの知識を得ることができた。

すでに地球流体力学の理論を学んでいた参加者たちは、新しい側面から流体の運動を経験することでより知識を深めることができ、またこれまで地球流体力学になじみが薄かった参加者たちも、初めて学ぶ流体の運動も理論と実験から同時に学ぶことにより、より効果的に理解することができたようだ。今回の計算実験から得た多くの知識や物の見方を今後より発展させ、今後の研究生活に生かしていきたいと思う。(西澤誠也)



計算機実習の風景

#### 4. 特別国際セミナー

2004年7月11日から26日にかけて、21世紀COEプログラム「活地球圏の変動解明～アジア・オセアニアから世界への発信～」(KAGI21)の一環として国際サマースクールがインドネシアのバンドンで行われた。このサマースクールでは、アジア・オセアニアの各国から主に博士課程に在籍する人たちが集まり、地球科学全般に関して知識を深め、また交流を行おうというものである。この期間中の7月17日に、バンドン工科大学にて国際セミナーが行われた。この国際セミナーはオープンシンポジウムであり、サマースクール参加者のみならず、バンドン工科大学の学生も多く参加した。本レポートでは、この国際セミナーについて報告する。

国際セミナーは、午前9時から始まり、バンドン工科大学のDr. Nanang T. Puspito、京都大学の尾池和夫総長、そしてKAGI21のプロジェクトリーダーである余田成男教授から挨拶の言葉があった。講演は主に午後から始まった。まず京都大学名誉教授である加藤、田中、西村の諸氏からの講演があった。加藤氏からは赤道大気レーダーについて、田中氏からはGPS(全地球測位システム)に関する研究について、西村氏からはBanda Seaにおける地質学的研究についての講演があった。その他、バンドン工科大学やインドネシア航空宇宙庁の研究者からの講演があった。バンドン工科大学での教育プログラムについて、またKAGI21の掲げる「活地球圏の変動解明」に対して、どのような貢献ができるか、というお話があった。この他講演の合間にはコーヒブレイクの時間が用意されていて、様々な人たちと交流をすることができた。さらに、この国際セミナーの一つの試みとして、衛星中継で日本の京都大学と会場がリアルタイムで交信するというものがあり、適宜京都大学側からも質疑がなされた。

(山根悠介)



国際セミナー会場の様子

## 5.巡検

7月11日から26日にかけてのおよそ2週間、バンドンにおいて第1回のKAGI21サマースクールが開催されたが、この日程のほぼ中日、7月18日(日)にバンドン市内巡検が行われた。この市内巡検の目玉はタンクバン・プラフ山(Tangkuban Parahu、2076m)の見学である。インドネシアは日本と同様に、プレートの沈み込み帯に沿った島弧列島であるため、メラピ火山などの多数の火山が列を成して存在し、タンクバン・プラフ山もその1つである。

タンクバン・プラフ山頂に到着すると、眼前には100m以上の垂直崖をもつ巨大なクレーター状の火口がみられた。火口内のところどころでは水蒸気が噴出しており、山頂周辺には鼻を突く硫黄臭が立ち込めていた。資料センターにてタンクバン・プラフ山の説明を受け、その後小一時間ほどハイキングを楽しんで小さな噴火口へ向かった。そこでは高温の湯が噴きだして、ところどころに足湯が楽しめる小さな温泉があった。筆者を含めて数人の参加者が足湯を試したが、そのうちの一人が言った「活地球圏を足で感じる事ができる」というジョークが印象的であった。

参加者たちはこの市内巡検を通じて、活地球圏への関心を深め、参加者同士の交流をより深めることができただけでなく、バンドンという異国の地の文化に触れることができた。またこの日までの1週間には連日の講義と国際セミナーが行われていたために、参加者にはやや疲れが見受けられ始めていたが、この日の市内巡検で気分をリフレッシュすることができたおかげで、翌日から再び始まる1週間の講義を楽しむことができたと思う。

(松本弾)



写真左：タンクバン・プラフ山頂付近から見下ろしたクレーター状の火口

写真右：噴き出す温泉の湯けむりをバックに記念撮影



## 6. オプション・フィールド実習（メラピ火山）

サマースクールの講義修了後 7 月 24 日～26 日の 3 日間、モリ教授ら 3 名の引率者と 17 名のサマースクール参加者はジャワ島中部にあるメラピ火山を見学した。バンドゥン (Bandung) からメラピ火山の隣町ジョグジャカルタ (Yogyakarta) までは電車で約 7 時間半かかった。

標高約 3000 メートルのメラピ火山は、インドオーストラリアプレートがユーラシアプレートの下に沈み込むにつれて形成された Ungaran Telomoyo Merbabu Merapi (メラピ) と続く火山列の中で最も若い活火山である。メラピ火山は 1～5 年周期の噴火に伴い、溶岩ドームの形成や崩落を繰り返している。メラピ火山の噴火では火砕流や火山泥流 (lahar) による被害が多いという。1994 年にも噴火時噴出された火砕流が Boyon 川に沿って 6 キロ流れ、6000 人以上の死者が出た。

7 月 25 日我々はメラピ火山観測所を訪れ、現在のメラピ火山の活動や観測について説明を受け、メラピ火山の火山岩などの資料とメラピ火山の噴火や性質などについてのビデオを観覧した。メラピ火山観測所は 1924 年から観測を始め、現在は 8 ヶ所の観測点で地震と火山活動の観測を行っている。見学した時期には火山活動が非活発だったが、地震記録紙から 1994 年噴火時の地震活動と現在の地震活動を比較することができた。(写真 1)

写真 1: 1994 年噴火時(上)と現在(下)の地震活動を表す地震記録紙



メラピ火山観測所の訪問後、メラピ火山を一番近くから見られるという展望台 (Keteb Padan Merapi Mountain Post) に移動した。メラピ火山の実態を経験することはできなかったが、ここからはメラピ火山とメルバブ (Merbabu) 火山の頂上まで見ることができ、資料館でメラピ火山の模型や火山岩、噴火時の写真なども見ることができた。



写真 2: 雲に隠れていたメラピ火山の頂上  
その姿を見せた約 5 分間

写真 3: 展望台での  
記念写真



(朴舜千)

## 7. オプショナル・フィールド実習（赤道大気レーダー）

Bandung で 2 週間にわたっておこなわれたサマースクールの講義終了後、7 月 24 日から 26 日にかけて、約 20 名弱が Sumatra 島西部の Koto Tabang にある赤道大気レーダー (EAR: Equatorial Atmosphere Rader) の見学コースに参加した。

EAR は京都大学生存圏研究所(旧 宙空電波科学研究センター)とインドネシア航空宇宙庁(LAPAN: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional、英語名 National Institute of Aeronautics and Space)の協力によって、2001 年に完成した大気観測用の大型ドップラーレーダーである。その概要については、サマースクール第 2 週目の津田教授の講義で予め説明がおこなわれていた。560 本の八木アンテナが平面状に配置されたアレイ構造で、パラボラアンテナのようにアンテナ自体の向きを変える代わりに、それぞれのアンテナから発射される電波の位相を少しずつずらすことにより、アンテナビーム方向を 1 秒間に最大 5000 回という高速度で走査できるようになっている。強力な電波を上空に発射し、その散乱エコーを受信することにより、大気鉛直方向のプロファイルを得ることが可能である (<http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/radar-group/ear/>)。

観測所では、EAR からの電波発射の実演、データ処理機器の見学、職員による EAR の説明のほか、X バンド気象レーダー、境界層レーダー、雨量計、日照計、大気成分の分析機器などの見学や、ゾンデ観測の実演もおこなわれた。これらの総合的なデータはまだ未知の部分の多い赤道付近の気象現象の解明に大きく寄与すると思われ、南緯 0.2 度に位置しているこの観測拠点の重要性を実感した。

観測所は密林を切り拓いて作られており、津田教授の話や観測所にあった写真から、開設に至るまでの苦労がうかがえた。当時から現在に至るまでの長年の LAPAN の協力に感謝し、記念品が授与された。

EAR の見学前後で、Bandung とは異なる西 Sumatra の文化、自然にも触れることができた。この地域の伝統的な家屋は特徴的な屋根を持ち、観測所の建物のひとつもこの様式で作られていた。自然も豊かで、立ち寄った Anai waterfall、Lake Maninjau は非常に美しかった。野生のサルをはじめ、多くの動物にも出会った。山道が多く、また 2 週間にわたるサマースクールの最後ということもあってか、体調を崩した人が出たのは残念であったが、海外からの参加者はもとより、インドネシア人でもこの地域を訪れたことのある人は少なく、この土地の文化の違いを楽しんだようであった。

(山本圭香)



写真(左) LAPAN Koto Tabang にて(右) Padang レストランにて