

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)



2005年9月25日

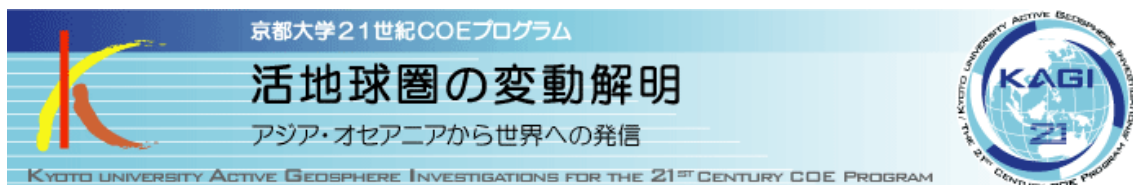
レポート：

「第2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、2005年8月14 - 27日)」

目次

1. 講義(1週目) (伊良部秀輔)
2. 講義(2週目) (永田大祐)
3. 計算機実習 (大塚成徳)
4. 巡検 (佐藤活志)
5. フィールド実習(LAPAN) (西岡未知)
6. フィールド実習(地質博物館)(横井覚)
7. 英文レポート (相澤泰隆、坂本圭)



1. 講義（第1週目）

“人間活動の時間スケールで変動し、人と自然の共生をはかる上で重要な空間領域を「活地球圏」と定義し、そこでの変動を主な研究対象とする。” KAGI21の拠点計画概要に述べられている“活地球圏”の定義であり、地球表面から大気上層まで広範囲に及んでいる。

その広範囲な研究対象領域を象徴するような、いくつかの学際的なトピックの下に第一週目の講義は進められた。参加者のバックグラウンドは、地球科学の中で多岐にわたっている為、各自がそれまで研究・学習してきた分野とは全く異なる学問的に新鮮な知識・情報に触れる貴重な体験となった。また、講義をして頂いた先生方は、そのようなバックグラウンドの異なる参加者が理解しやすいように、講義の進め方、資料の提示の仕方等を工夫していた。

福田先生が重力についての説明をなさった際には、その導入として、ニュートンが地球の赤道上、中緯度、極域それぞれの地点で体重計にのっている画像を使用するなどして参加者の興味や関心を促した上で、重力測定の意義、高精度な重力測定、測定データ解析と方程式、衛星を使用した重力測定などの高度な内容を説明する段階にスムーズに導きながら、講義をして頂いた。

また、久家先生による地震学の講義は、トピックのエッセンスをシンプルに視覚化して提示しつつ、その進め方も、地震波と地震計記録から始まって、地震計記録を利用した地球内部構造、地震波を生み出す震源のメカニズムまでの地震学の土台である重要な点を3日かけて説明した後に、日本での地震速報システムや活断層評価を基にしたハザードマップなどの地震学の実際の応用などを分かりやすく講義された。

講義形態が他と違っていたマシューズ先生の衛星講義は、その講義形態にふさわしく衛星にまつわるものであった。衛星からの電磁波測定により、海面温度測定を行い温暖化問題などへの応用などを他の講義時間に比べて短いながら、ポイントをわかりやすく示して頂いた。

余田先生の講義は、流体運動が全て“渦”である、という視点を数値シミュレーションを用いて講義された。また、様々な流体運動についてそれらの現象の基になる概念を数式と視覚的な資料で丁寧に説明されていた。講義内容が、計算機実習での数値シミュレーションの理解を促すことにより、より理解が定着した。それまでテクトニクス・地質のみを学んできた参加者からは、それらの現象を見る際の新たな視点が得られたという声が聞かれた。

GPSは今では非常に普及して日常生活でも役に立っているが、そのGPSや他の衛星、地上のレーダーでの大気の測定方法や研究について、津田先生に講義して頂いた。ダイレクト・メソッド、パッシブ・メソッド、インシチュメソッドなどについて、豊富なデータと図を使用して大気測定の多様な方法を詳しく説明して頂いた。GPSオカルテーション測定法やGPSトモグラフィなどは、その基本概念が地震学の波線・走時理論と共通するところがあ

るなど、他分野と明確に共通する部分もあった。講義全体を通してもそうであるが、参加者にとっては各自のこれからの研究に対して、学際的な視点を考える際の良いヒントとなったのではないだろうか。

(伊良部 秀輔)



図．久家先生による地震計の原理の説明。

2. 講義（第2週目）

第2週目の講義では、余田教授が「地球温暖化と気候変動」について、里村助教授が「メソスケール気象学と熱帯における短期予報」について、嶋本教授が「断層と地震」について、田上助教授が「活動的地質プロセスの地球年代学」について、それぞれ5日間にわたって毎日各1時間の講演が行われた。講演は基礎的な概念の説明と基本的な学問的興味の提示から始まって、具体的な応用例がいくつも紹介された。また講演者の最新の研究結果が時折交えられた刺激的な講演であった。地球温暖化や熱帯の気候、地震について参加者の関心が特に高いように感じられた。

様々な分野から集まった参加者はめいめいの研究に関連した質問を行っていた。コーヒープレイクや昼休みの時間を利用してディスカッションを行う参加者の姿も見られた。また、昼休みを利用してポスター発表が行われ、ポスターを囲んでコーヒ一片手に和やかに議論が行われていた。筆者自身の経験として、専門分野外の参加者への説明・質問は思いの外大変でまた興味深いものであった。

バンドン工科大学の講師による講演では、地震や津波、火山活動が頻発する地域に2億人以上の人々が生活するという現状認識から、地殻構造の詳細な研究や災害予報システム、防災システムの構築の重要性が説かれた。また一方で、インドネシアにおける災害研究、災害軽減に関する取り組みはまだ始まったばかりであり、今後の努力が一層必要であると強調されていた。2004年12月のスマトラ地震津波災害についての調査の現状も報告され、被害の甚大さが改めて認識された。

講義の最終日には、講義内容に関するアンケートの集計結果が発表された。講義の内容についてはおおむね好評で、難易度もやや高めなものがあつたものの全体的には適切であつたとの結果であつた。また、サマースクールに対する要望や建設的な問題点の指摘なども行われ、次回の開催に当たつての改善目標が提示された。

（永田 大祐）



図．講義風景。

3 . 計算機実習

サマースクールの期間中、毎日の講義の後に計算機実習の時間が設けられた。参加者が2グループに分かれて1日おきに交互に実習を行った。計算機室のパソコン上にMATLABで作られたソフトウェア「地球流体計算機実験集」が用意され、参加者には地球流体の理論的背景とソフトウェアの使い方が書かれた解説書が配布された。1週目は余田先生の講義「地球流体力学入門」で学んだことを各自がソフトウェアを使って自分で確認した。2週目も実習の時間に余田先生による解説が行われた。テーマとしては、線形移流拡散・非線形移流拡散・変形と回転・エクマン螺旋・ブラウン運動・二次元渦・二次元渦糸系・静的安定性・重力波・対流・慣性不安定・ロスビー波・順圧不安定・カオスなどの基礎について学ぶことができた。グラフィカルな画面でマウスを使ってパラメータを自由に変えることができ、現象のパラメータ依存性について学んだり、パラメータの組み合わせによっては数値計算の限界を学んだりすることができた。また、一つの現象について複数のプログラムを用いて多角的に学ぶこともできた。初めて地球流体について学ぶ人でも、その不思議な振る舞いについて興味を持って学習することができたようだった。また、地球流体についてなじみのある人の中には、計算手法について知りたい、あるいは自分でプログラムを改造したいなどの理由でソースコードを見たりコンパイラを使ったりすることを希望する人も多かった。

サマースクールの最後にはMATLABのコンパイル済みソフトウェアやドキュメントを納めたCD-ROMが参加者全員に配布された。この計算機実習は地球流体になじみの無かった人には視野を広げるよい機会になったであろう。また元々地球流体を扱っていた人は、これらのソフトウェアを使って理解を深め、その経験を今後の自分の研究に活かすことができると思う。

(大塚 成徳)



図 . 計算機実習の風景。

4 . 巡検 (Tangkuban Parahu Volcano)

サマースクール3日目の8月17日は、インドネシア共和国の独立記念日であった。この祝日を利用して、参加者全員でバンドン市近郊のTangkuban Parahu火山を巡検した。本年度の初めての野外活動だったが、幸い天候も大きく崩れず、美しい景色と興味深い地学現象とを十分に楽しむことができた。

Tangkuban Parahu火山(標高2076 m)は、スマトラ島からジャワ島にかけてのびるスンダ火山弧の一部を成す。“Tangkuban Parahu”とは「逆さまにした船」という意味だが、その名の通りの形をした盾状成層火山である。今年の4月に警戒レベルが上げられたほど、火山活動は活発である。

全部で12個ある噴火口のうち、我々はまず山頂に近いクレーター状の火口を訪れた。クレーターの縁には遊歩道が整備されており、火口を間近に観察することができる。爆発時のエジェクタなのか、それ以前の堆積物かは不明だが、クレーターの内壁には成層した火山噴出物が見られた。遊歩道の周囲では、発泡した痕跡を残すスコリア(暗色の噴出物)を手にとることができた。

山道を下り、2番目に訪れた火口クレーターでは、温泉(足湯)に浸かることができた。現地ガイド(勝手にガイドして、最後に土産物を高値で買わせようとするので、注意が必要だが)によれば、このクレーターは1969年の噴火で出来たらしい。山麓は噴火の際に火砕流で一掃されたため、現在広がる森はまだ若い木が多いそうだ。温泉の周囲からは火山ガスが噴出しており、そこから昇華した単斜硫黄の針状結晶を観察することができた。

サマースクールの序盤に巡検を行ったことで、参加者同士の交流が円滑に進んだように思う。また、日本を含む環太平洋地域からの参加者は、ジャワ島が自国と同様の沈み込み帯に沿う島弧であることを実感でき、親近感が湧いたのではないだろうか。

(佐藤 活志)



図1 .Tangkuban Parahu 火山の噴火口。写真中央から火山ガスが絶えず噴出している。



図2 . 火山ガスから昇華した単斜硫黄の針状結晶。写真中央部が淡黄色。

5. フィールド実習 (LAPAN)

サマースクールの最終日、参加者は2グループに分かれて、フィールド実習を行った。LAPAN(インドネシア航空宇宙庁)に向かったのは30人弱であった。朝の8時過ぎにホテルを出発し、午前中の時間をめいっぱい利用した、充実した実習であった。

研究所では、まず、施設についての説明を受けた。続いて、ラジオゾンデ観測・GPS観測・ライダー観測

の説明を受けた。初めは、「なぜインドネシアで観測が盛んに行われているのか」が疑問であったが、「たくさんの島で成り立っている国だからこそ通信技術が必要で、地震の多い国だからこそ測地技術が必要だった」ことが理解できた。これらの必要性から、データサービスも充実しており、今後、共同研究が出来たらいいなあと考えた。

講義の時間の後は、2グループに分かれて、GPSによる測定実習・ライダー観測所の見学・ラジオゾンデ観測の実習を行った。

最も興味深かったのは、ラジオゾンデ観測実習であった。水素ガスをゾンデに注入し、記念撮影をしつつ実際に空に放った。ゾンデの観測器から発信された電波を受信することで、高度上昇と温度低下を確認することができた。ゾンデの観測に用いられる観測器や、オゾンゾンデ観測器についても、実際に手にとって見る事ができた。また、日常観測の苦労話や、観測現場の体験話をも聞かせていただいた。

限られた時間ではあったが、講義だけでは体験できない、貴重な時間を過ごすことができたと思う。

(西岡 未知)



図1. LAPAN 研究所



図2. ゾンデを上げる。



図3. データ処理用パソコン。



図4. 実習生全員集合写真。



図5. 観測機器について。

6. フィールド実習（地質博物館）

フィールド実習のもうひとつのグループは、バンドン市内にある地質博物館の見学に向かった。参加人数は約20人であった（図1）。

博物館の1階には、さまざまな動植物の化石や鉱物、ジャワ原人の骨のレプリカなどが展示されていた。動植物の化石（図2）は、それらの生きた年代順に並んでおり、専門外の私にも生物の進化の様子が具体的に把握でき、興味深かった。特に、実物大のティラノサウルスと思しき恐竜の化石（図3）のレプリカは圧巻だった。

2階では、インドネシア共和国の科学や科学技術の歴史が展示されていた。特に、石油・天然ガスなどのエネルギー資源の採掘と輸送、利用の技術の展示（図4）に力が入っており、この分野に共和国がどれほど期待しているかが分かる。また、専門が地震学の参加者には、インドネシアで以前使われていた大型の地震計に興味を持ったようだった。

残念な点としては、展示物の説明文が全てインドネシア語で、私には理解できず、ガイドの英語の説明しかないのは実習としては少々物足りなかった。

参加者の中には地震学などの地質学に専門が近い固体系の学生のみならず、気象学のような流体系の学生も多く、専門外の知識も積極的に吸収しようという姿勢が感じられた。さらに、サマースクールの最終日ということもあり、打ち解けた雰囲気に参加者の間に流れていると感じた。特に、固体系の学生が流体系の学生に展示物の説明をする光景がいたるところで見られ、サマースクールの目的のひとつである国際的・学際的なネットワークの構築は、かなり達成できたと言えるのではないか、と思った。

（横井 寛）



図1. 参加者。



図2. アンモナイト等の化石。



図3. 恐竜の化石。



図4. インドネシアのエネルギー輸送技術の紹介。

7 . 英文レポート (KAGI21 Newsletter, Special Issue より抜粋)

(1) Lectures

The lectures were given by 7 lecturers from Kyoto University and 4 from ITB. The main disciplines were seismology, metrology, geodesy, experimental rock mechanics, geochronology and several disasters in Indonesia, especially the damage of the tsunami which occurred in December 2004. Dr. S. Yoden gave lectures on Introduction to Geophysical Fluid Dynamics and Global Warming and Climate Change. The Advanced Observations Techniques of the Active Geosphere lectures were given by Dr. T. Tsuda. Dr. Y. Fukuda lectured about Geodesy as a Tool for Investigating the Active Geosphere. Dr. K. Kuge introduced Elastic Waves, Earthquakes, and Earth Structure. Dr. T. Shimamoto covered the topic of Faults and Earthquakes in the lectures. Mesoscale Meteorology and Short-Range Prediction in Tropics were lectured by Dr. T. Satomura. Dr. T. Tagami gave an introduction to Geochronology on Active Geologic Processes. The Introduction: Definitions and Basic Principles of Satellite Remote Sensing were introduced by Dr. J. P. Matthews. According to the questionnaires after classes, all the lectures were fully appreciated by the students.

(Yasutaka Aizawa, Kyoto University)

(2) Computer exercises

We had hour-long computer exercises after lectures everyday as a supplement to the lectures presented by Prof. Yoden, "An Introduction to Geophysical Fluid Dynamics". The educational material was software designed to express phenomena of geophysical fluid dynamics visually, which contains linear advection and diffusion, non-linear advection and diffusion, Brownian motion, deformation and rotation, thermal convection, Rossby wave and so on. With the help of this software, we gained an understanding of some phenomena which are hard to understand by mathematical expressions. Motions of fluid represented in the software were very interesting to us, e.g. the regular but chaotic motion of three point vortices and stimulated our interests in fluid dynamics.

(Kei Sakamoto, Kyoto University)

(3) Field Trip to Tangkuban Parahu Volcano

We had an observation trip to Mount Tangkuban Parahu (6.77S, 107.60E) on August 21. Indonesia is a chain of islands formed from the subduction of the Indian-Australian plate beneath the Eurasian plate, and there are many active

volcanoes, including Mount Tangkuban Parahu. At the top of the mountain (2076m above sea level), we could see a huge crater, several kilometers in diameter. The emission of steam and smell of sulphur showed clearly that this volcano was active. Hot water sprang forth from some small craters and we could put our feet in the water.

(Kei Sakamoto)

(4) Field Training at LAPAN

On the final day of the summer school (August 27), about half of the participants visited the research facilities of LAPAN (National Institute of Aeronautics and Space). We first heard an introduction of the organization and laboratories of LAPAN. A researcher of LAPAN then gave a demonstration of how to operate a GPS instrument and explained its basic performance in the garden. We also visited the LIDAR (Light Detection and Ranging) laboratory and saw three kinds of instruments. With an explanation about how to use them, we saw some observational results such as vertical profiles of temperature, water vapor, etc. To finish, we looked at the observations with a meteorological radiosonde. We were given not only a detailed explanation of the radiosonde but also souvenirs. The hospitality of the staff at LAPAN is gratefully acknowledged.

(Kei Sakamoto)

(5) Field Training at Geological Museum

On the final day of ISS, 18 participants went to the geological museum as a part of field work. Lots of fossils, rocks and minerals were neatly displayed on the first floor. The fossilized skull of Javanese was the most famous among them. Also, the topic of abundant underground resources and natural phenomenon in Indonesia were illustrated by using predigested panels and specimens. On the second story, there were exhibitions which showed relationships between geology and Indonesian life. They introduced the modern facilities of natural gas diggings and were evaluated in the daily activities of life.

(Yasutaka Aizawa)