



東京大学 地震研究所 ニュースレター

2007年3月



阿部勝征教授の最終講義（2007年3月23日）

目次

今月の話題

- ・ 阿部教授の最終講義 p. 2
- ・ 防災研究フォーラムを開催

第847回地震研究所談話会

- ・ 話題一覧 p. 2
- ・ 今月のピックアップ： エマルションクラウドチェンバーを用いた
火山体内部の宇宙線イメージング p. 3

宇宙線に含まれるミュオン粒子を使って火山の中を透かし撮りする画期的な方法が開発されました。実際に浅間山での観測等に利用されています。

人事異動

p. 7

今月の話題

■阿部勝征教授の最終講義

地震予知情報センター長の阿部勝征教授が2007年3月に定年退職を迎えることになり、3月23日に最終講義が地震研究所で行われました。学内外から100名を超える関係者、学生、記者等が詰めかけ、立ち見が出るほどでした。

講義テーマは阿部教授の代表的な業績の一つである「津波規模の定量化とその意義」。津波マグニチュードという概念を考案した経緯や、外国の古文書を紐解いて津波地震の存在を明らかにした話など、数式を用いない、テレビでもおなじみの明快な講義でした。



■防災研究フォーラムを開催

防災研究フォーラム（代表：大久保修平 地震研究所長）は、3月10日、第5回シンポジウム「巨大災害と東京の危機管理」を開催し、自治体の防災担当者や大学の研究者など約150人が参加しました。

シンポジウムでは、①フォーラムが派遣した海外災害調査報告、②海外における巨大災害、③わが国における津波・高潮災害に対する取り組み、④東京における防災・危機管理対策の4テーマについて、内閣府の池内幸司参事官や東京都の中村晶晴危機管理監などから11件の講演がありました。

前日には東京都の協力により、江東区白鬚西地区の市街地再開発事業現場や都庁防災センター等を見学しました。

防災研究フォーラムは、災害軽減・防御に関する共同研究の立案や産官学連携の研究体制構築のため2002年に設立された組織で、事務局は京大防災研究所、防災科学技術研究所、地震研究所が務めています (<http://www.dprf.jp/>)。



写真 上 シンポジウム会場（東京国際フォーラム ホール D5）
下 都庁防災センターの見学

第847回地震研究所談話会（2007年2月23日）

話題一覧

★は以下に詳しい内容を、☆はホームページに概要を掲載

1. マントルプルームによる熱物質輸送の成否：アイスランドの場合
【地震研究所ーパリ地球物理学研究所 国際共同研究成果報告】
熊谷一郎・ダバイユ アン（パリ地球物理学研究所）、栗田敬
- ☆ 2. GRACE 衛星の視線加速度データを用いた局所重力場復元法について
菅野貴之・大久保修平
3. 人工衛星データを用いた準リアルタイム火山監視システム開発
高崎健二・金子隆之・安田敦
4. 八ヶ岳地球電磁気観測所地磁気観測システムーその2
歌田久司・上嶋誠・清水久芳・小河勉・馬場聖至・小山崇夫・小山茂
5. IT 強震計と IT 強震計研究会の現状と今後
鷹野澄
- ★ 6. エマルションクラウドチェンバーを用いた火山体内部の宇宙線イメージング
田中宏幸・渡辺秀文、中野敏行・丹羽公雄（名古屋大学）
7. 歪集中帯に沿う方向でのネットワークMT法観測
上嶋誠・小河勉・小山茂、山口覚（神戸大理）、村上英記（高知大理）、
藤浩明（富山大理）、吉村令慧・大志万直人（京大防災研）、
丹保俊哉（立山カルデラ砂防博物館）

エマルションクラウドチェンバーを用いた火山体内部の宇宙線イメージング

田中宏幸・渡辺秀文（東京大学地震研究所） 中野敏行・丹羽公雄（名古屋大学）

本研究では、エマルションクラウドチェンバーを用いて今までにない精度で火山体内部の宇宙線イメージングを行う画期的な方法の確立を目指しています。エマルションクラウドチェンバーとは、写真感光材（原子核乾板など）と金属板（鉄板など）を組み合わせた構造で、宇宙線の飛跡をとらえる装置です。原子核乾板とはアクリル板に乳剤（臭化銀など）を両面に塗布したもので、ミュー粒子などの荷電粒子が通過すると、乳剤中の電離作用によって銀粒子の集まりをつくりま

す。平成 18 年度の目標は、以下の五つでした。一つ目は、地震研究所発の新領域の開拓。二つ目は、素粒子分野と地球科学分野の新しい連携。18 年度は、名古屋大学大学院理学系研究科基礎素粒子研究室との共同プロジェクトを立ち上げました。三つ目は、宇宙線ラジオグラフィ新技術の開発。分解能を向上させ、より簡易な取り扱いができる検出器システムを開発するとともに、解析システムを強化し、解析を高速化さ

せます。以上を行った上で、四つ目は観測の実施、解析の実施、可能性の探索です。そして五つ目は、社会的インパクトです。それぞれについて、成果を報告していきたいと思います。

新領域の開拓

エマルションクラウドチェンバーを用いた宇宙線イメージングによって、Particle Geophysics という新しい分野を開拓したいと考えています。

そして、地球惑星科学への新しい観測窓をつくる。この技術は、今までできなかった火山体内部の密度分布の直接的な導出や、火山体浅部構造の高空間分解能での探索などを可能にし、地球惑星科学への新しい観測窓となると、期待しています。

もう一つが、多分野新技術へのスピノフです。火山学でつくった新しい技術は、例えば鉄筋コンクリートの中の状況を透かし撮りする装置など、一般産業機器へ応用することができます。また、新素材の開発や新しい電気回路の設計・製作をしますから、材料工業界に対しても新しい情報を提供することができます。

多分野の工業技術などとの相互作用によって、観測技術を新しい方向に総合的に発展させていくことを目指しています。

宇宙線ラジオグラフィ新技術の開発

宇宙線に含まれるミュー粒子は、岩石も通り抜けるほどのエネルギーを持っています。それでも、厚い岩盤があると、通り抜けてくる数は減ります。逆に、岩盤が薄かったり、空洞やマグマがあると、通り抜けてくる数は多くなります。ミュー粒子を観測し、数と飛んできた方向を調べることで、火山体内部の密度を知り、マグマの状態を透視することができるのです。このような手法を「宇宙線ラジオグラフィ」と呼んでいます。

これまでの検出器は、ミュー粒子を検出する大きなプラスチックシンチレータを X 軸と Y 軸に並べて積み上げて、鉄板を両側からはさみ込んであります（図 1 上）。ミュー粒子が通過した点を XY 座標で求め、両側の 2 点を結ぶと、ミュー粒子が飛んできた方向を決定することができます。問題は、シンチレータの幅が 10cm で、2 枚の間隔が 1.5 m も離れていることです。角度分解能は $\pm 66\text{mrad}$ で、3.5km 離れた場所から観

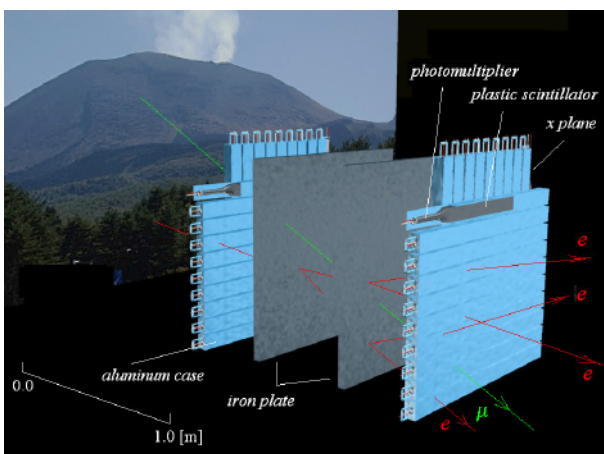


図 1：旧検知器システム

測した場合に見分けることができる大きさは250 mと、分解能は高くありません。

この検出器システムは、コンテナに収容されています(図1下)。コンテナを動かすことは可能ですが、重さが10.5トンで、6×2.5×2.5 mと非常に大きいため、どこにでも置けるというわけにはいきません。また、5000ワットと電力を大量に消費する、1 m²当たり1500万円と高価であるといった理由から、火山体の近くには設置できないという問題点もありました。

そのような問題点を解消するため、新検出器を開発しました(図2上)。この検出器の原理はまったく新しく、宇宙線に感光する特殊な写真フィルムを使います(図2下)。ミュウ粒子が入ってくると、直径200nmの乳剤が感光します。これをトラッキングすることによって、角度分解能±1mradを達成することができます。旧検出器の角分解能は±66mradでしたから、66倍、2桁も向上させることができます。

新検出器のもう一つの特徴は、すべてがコンパクトであるということです。1パネルが1kgで1万円、そして写真フィルムですから電力消費は0ワットです。私たちは、軽量、安価、持ち運び可、電力不要の火山体内部探索用ミュウ粒子検出器の開発に成功しました。

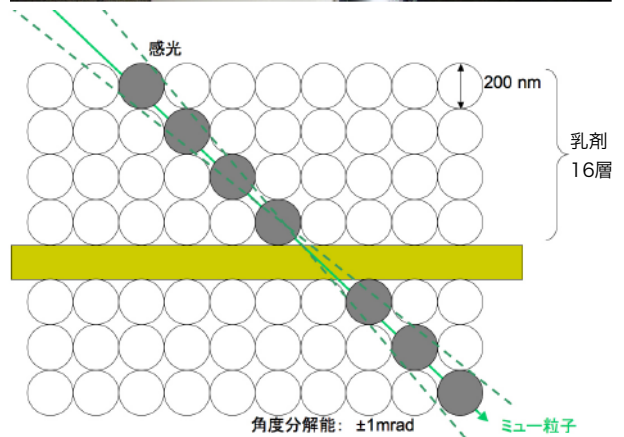


図2：新検出器システムとその原理

観測・解析の実施

すべてがコンパクトになったことで、火口近くに設置して観測することも可能になりました。2006年8月からは、浅間山の火口から1 kmのところを設置して観測を開始しました。図3はその解析結果で、右は

相対的なミュウ粒子の強度、左はミュウ粒子の強度から求めた岩の厚さの分布です。空間分解能は旧検出器では±250 mでしたが、新検出器では±30 mと大幅に向上しました。密度決定精度は、旧型では10%でしたが、新型では2%まで向上しています。

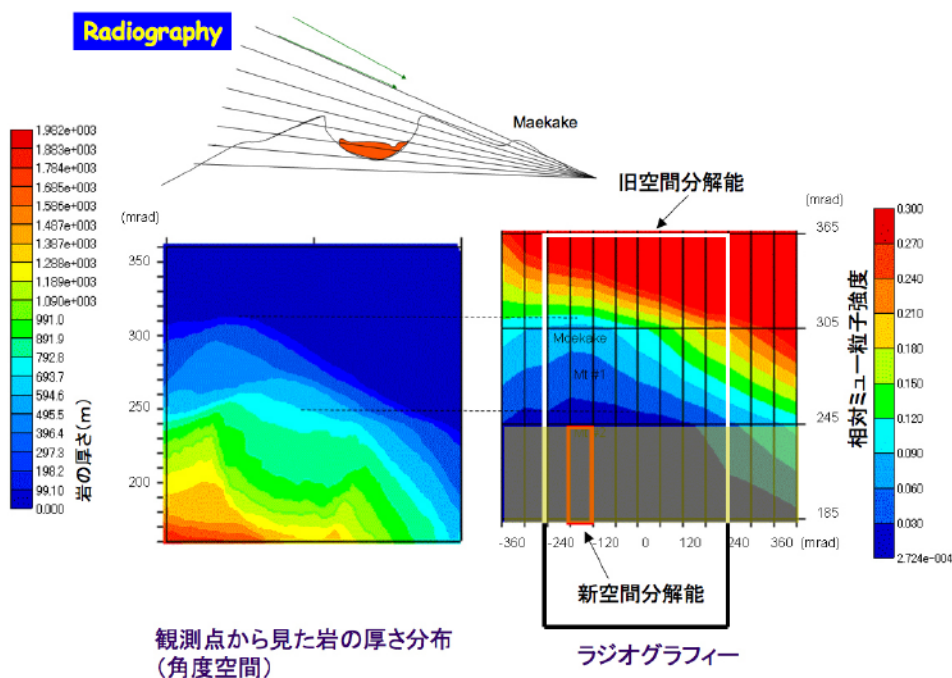


図3：新検出器による観測例

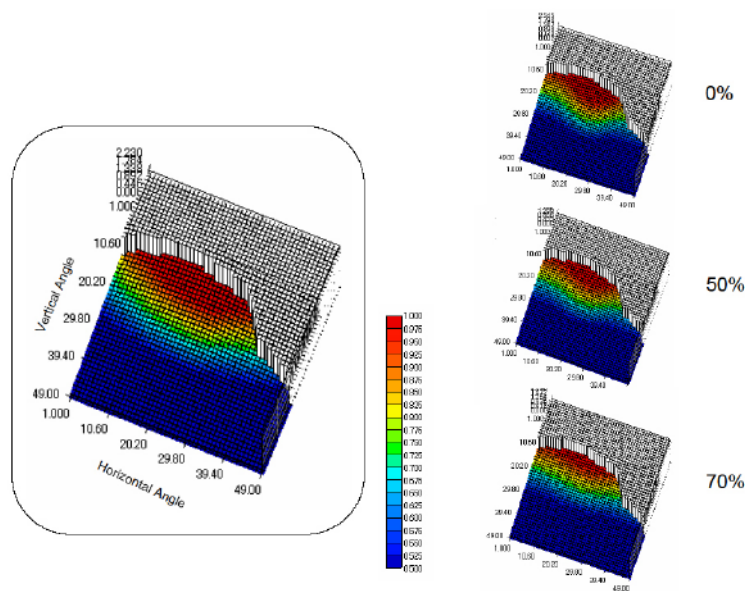


図4：火口浅部の観測結果とシミュレーション

観測結果のうち火口に相当する部分を拡大したものが図4左です。図4右は、マグマが上がってきて火口を0%、50%、70%占有した場合のシミュレーション結果です。また解析があまり進んでいませんが、観測結果とシミュレーションを比較すると、体積比率で8%程度のマグマが火山体浅部を占有していることが分かりました。

2007年2月初旬までに行った火口内のマグマの密度と、その周囲の密度を明確に分けることが可能になりそうです。3月中には、フル解析を完了し、最終的には火口底の地下の透過像を手にしたと考えています。

処理系の高速化

解析用計算機の強化を行い、従来は120cm²のダブルレット解析に37.5時間かかっていましたが、現在は約半分の20時間で可能となりつつあります。さらに、



図5：昭和新山ドームの火道構造の観測

読み取り用スキャニングマシンの強化により、読み取り速度が飛躍的に向上しています。

社会的インパクト

2006年11月22日の朝日新聞夕刊に、東大地震研と名古屋大が共同実験を行ったという記事が、「宇宙線で火山透視」というみだしで紹介されました。また、研究結果は原子核物理装置系国際誌 (Nucl. Instr.) に掲載される予定です。レフリーからも、応用と結果に対して、非常に encourage なコメントを頂いております。

昭和新山ドームの火道構造

2006年11月からは、昭和新山ドームの火道の構造を探るべく、測定装置を設置しました(図5)。2007年3月に一部回収して、フィルム飛跡のフェーディング状況を確認する予定です。フェーディングとは、ミュー粒子の入射によってフィルムが感光して形成された像が時間の経過とともに失われていく現象です。私たちは、このフィルムを使って長期間観測をした経験がないため、フィルム自体のフェーディングが深刻な問題になるかどうかを確認します。その後、4月末日まで測定を継続し、5月から解析を開始します。

将来展望

解析は時々刻々と進んでおり、より深部の情報が引き出せるものと思っています。また現在、リアルタイム測定に向けて、電子版エマルションチェンバーの開発も少しずつ進み出しています。

質疑応答

——浅間山の解析結果で、火口の浅部と言っていますが、火口底までは見えていないのですか。

田中：見えているのは山頂から200mくらい下までで、火口底までは見えていません。初めはSN比が悪すぎて、ノイズがのっていました。2枚のチェンバーを重ねて解析するダブレット解析を行うと、ノイズを取り除くことができます。さらに、4枚のチェンバーを同時に解析するカルテット解析を行うと、さらにノイズを取り除くことができます。そこで、カルテット解析を始めたところ、SN比が一気に4倍もよくなりました。今どんどん解析が進んでいるところですので、ここから深部も見えてくると思っています。

——今設置している装置は、最初に開発されたものよりだいぶ小さくなっていますよね。

田中：今回は写真を紹介していませんが、最初、非常に大きな装置を設置しました。しかし大きいと、季節間の温度変化による伸び縮みの全体量が大きくなってしまふ、設置に手間が掛かる、といった問題があります。実験室では問題ないのですが、野外に設置するには不向きです。なんとかコンパクトに並べられないかということで考案したのが、新検出器システムです。

——フィルムを使っているとすると、露光時間が必要になります。どのくらいまで短くできそうですか。

田中：パネルの面積によります。1m²のパネルで火口底の下を詳しく見ようとすると、7週間くらい必要です。3m²四方では5日くらい、5m²四方では2日くらいです。

——1m²のパネルを25枚並べた場合も2日でもいいのですか。

田中：そうです。

——検出器を設置するとき、調整などは必要ないのですか。

田中：必要ありません。ぽんと置けばいいんです。解析を楽にするためには、ある程度置く方向を決めておいた方がよいのですが、稜線さえ分かれば、どの方向を向いているかが分かるので問題ありません。

——ミュー粒子の空間分布は均一なのですか。

田中：エネルギーの弱いものは地球の磁場の影響を受けますが、山を通り抜けてくるような非常に高エネルギーのミュー粒子に関しては、ほとんど一様です。

——ミュー粒子の強度からどうして密度が分かるのか、原理を簡単に説明してください。

田中：中性子などは原子核反応をしますが、ミュー粒子は電磁的な反応しかしません。弱い相互作用はありますが、ほとんど無視できます。電子も電磁的なインタラクションしかしません、電子は物質中にたくさんありますから、その電子がどこから来たものなのか分かりません。一方、ミュー粒子は、どこから来たかを確実に区別できるという利点があります。

ミュー粒子は電磁的な相互作用しかしませんから、そのエネルギー損失は単位体積中に入っている電子や核子の数、すなわち物質の密度によります。したがって、“密度=エネルギーの減衰量”という、1対1の対応が成り立ちます。最初に入ってくるミュー粒子のエネルギー分布があらかじめ分かっていたら、出てきたミュー粒子の強度を測ることで、ミュー粒子が物質を透過できる最低エネルギー（臨界エネルギー）を計算することができます。ミュー粒子のカウント数とミュー粒子のエネルギー分布からこの臨界エネルギーが分かれば、透過経路に沿った密度長、すなわち密度と経路長をかけたものが、分かります。経路長は地図で分かれますから、密度を求めることができます。

人事異動

■平成 19 年 3 月 16 日付け

【採用等】

助手(地震火山災害部門) 金 裕錫

■平成 19 年 3 月 31 日付け

【定年退職】

教授(地震予知情報センター) 阿部 勝征 (→ 財団法人 地震予知総合研究振興会
地震調査研究センター所長)

助手(地震地殻変動観測センター) 萩原 弘子
技術専門員 長田 昇
技術専門員 小山 悦郎
技術専門員 松嶋 信代
技術専門職員 井上 義弘

【退職】

教授(地震予知研究推進センター) 山岡 耕春 (→ 名古屋大学環境学研究科 教授)
助手(地球流動破壊部門) 山中 佳子 (→ 名古屋大学環境学研究科 准教授)
技術専門職員 増谷 文雄

東京大学地震研究所ニュースレター

発行：東京大学地震研究所広報委員会
〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1
電話・FAX 03-5841-5643
電子メール outreach@eri.u-tokyo.ac.jp
ホームページ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/>

著作権所有：東京大学地震研究所 2007
Copyright 2007 Earthquake Research Institute,
University of Tokyo, All rights reserved