

平成 20年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A)     特定共同研究(B)     特定共同研究(C)     一般共同研究  
 地震・火山噴火予知研究     施設・実験装置・観測機器等の利用  
 データ・資料等の利用     研究集会

2. 課題番号または共同利用コード      2008- W - 01

3. プロジェクト名、研究課題、集會名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文: 火山噴火の数値シミュレーション  
 英文: Numerical simulations on volcanic eruptions

4. 研究代表者所属・氏名 海洋研究開発機構・鈴木雄治郎  
 (地震研究所担当教員名) 小屋口剛博

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日数	旅費支給
鵜川元雄	防災科学技術研究所・室長	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
稲岡創	東京大学大学院工学系研究科・研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
伊藤伸泰	東京大学大学院工学系研究科・准教授	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
木下紀正	鹿児島大学・研究協力員	研究集会参加	H.20.11.10	1	有
萬年一剛	神奈川県温泉地学研究所・主任研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	有
前田裕太	東京大学地震研究所・博士課程	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
佐藤鋭一	神戸大学・博士課程	研究集会参加	H.20.11.10	1	有
小屋口剛博	東京大学地震研究所・教授	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
鈴木雄治郎	海洋研究開発機構・研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
齋藤務	室蘭工業大学・教授	研究集会参加	H.20.11.10	1	有
山本裕朗	東北大学・リサーチレジデント	研究集会参加	H.20.11.10	1	有
石峯康浩	防災科学技術研究所・研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
藤田英輔	防災科学技術研究所・主任研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
小園誠史	東京大学地震研究所・特任研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
島伸一郎	海洋研究開発機構・研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
松本茂紀	東京大学大学院工学系研究科・修士課程	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
Lalith Maddegedara	海洋研究開発機構・技術研究員	研究集会参加	H.20.11.10	1	無
中村洋一	宇都宮大学・教授	研究集会参加	H.20.11.10	1	無

## 6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード：火山噴火，大規模シミュレーション，防災

地震研究所地球ダイナミクス部門と海洋研究開発機構地球内部変動研究センターでは、火山噴火のダイナミクスに関する理論的研究及び数値モデルの開発を行っている。数値シミュレーション技術に関する最新のノウハウや計算機資源の有効活用について計算機科学や工学分野と学際的な情報交換を行うことにより、大規模計算を含む火山噴火シミュレーション研究を推進することを目的として研究集会を開催した。平成20年度の研究集会では、『噴煙・溶岩流』・『素過程（混相流・破壊）』・『観測・フィールドからの話題提供』をキーワードに、火山現象の数値シミュレーション、その素過程の数値シミュレーション、シミュレーション結果の観測による実証性の問題について講演が行われ、集中した議論をすることができた。また、平成21年度から計算機が更新される地球シミュレータを利用する上での研究の方向性や戦略、リソース分配に関する意見交換をすることができた。

## 7. 研究実績報告 (公表された成果のリスト\*<sup>1</sup>または2000~3000字の報告書)

(\*<sup>1</sup>論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

本研究集会では、

1. 固気二相流の数値解析について (齋藤務)
2. 有珠火山噴火の数値模擬 (山本裕朗)
3. 個別要素法によるマグマ貫入シミュレーション (藤田英輔)
4. 溶岩流制御シミュレーション (藤田英輔)
5. 3Dシミュレーションによる噴煙内部の乱流混合の解析 (鈴木雄治郎・小屋口剛博)
6. 一次元定常火道流の解析的研究：  
気相・液相間の相対運動が噴火タイプの多様性に与える効果 (小園誠史・小屋口剛博)
7. 衝撃波管の分子動力学シミュレーション (稲岡創)
8. 階層の分離・連結と、その雲微物理過程への応用可能性に関する若干の考察 (島伸一郎)
9. Simulation of 3-D crack propagation with PDS-FEM (Lalith Madgededara)
10. 桜島と諏訪之瀬島の最近の火山噴煙活動 (木下紀正)
11. 準プリニー式噴火の噴煙における粒子分配～粒度毎の精密定量化 (萬年一剛)
12. マグマ混合過程におけるマグマポケットの効果 (佐藤鋭一・佐藤博明)
13. 火砕流の発生条件に対する火口形状の影響 (小屋口剛博・小園誠史・鈴木雄治郎)

という13件の研究発表が行われた。大きく『噴煙・溶岩流』・『素過程（混相流・破壊）』・『観測・フィールドからの話題提供』という3部構成にし、火山現象の数値シミュレーション、その素過程の数値シミュレーション、シミュレーション結果の観測による実証性の問題について議論を行った。

以上の研究発表の中で、最も集中して議論を行ったのは「火山噴煙のダイナミクス」に対する数値モデル開発についてである。火山噴煙のダイナミクスについては、これまでの研究から、乱流混合過程、固気二相流としての挙動、地形の効果、が重要な役割を果たすことが分かっている。噴煙の乱流混合については鈴木他が最新の解析結果を示し、齋藤は固気二相流シミュレーション手法についてレビューを行った。山本は実際の地形データを入れたシミュレーション結果を示し、噴火に伴う圧力波の観測可能性を示唆した。さらに、火山噴煙のダイナミクスが火口（つまり火道流からの噴煙の連結部）における膨張のしかたによって大きく異なることが小屋口他によって報告された。

火山噴煙のダイナミクスについては、観測やフィールド調査の側面からも木下、萬年からの話題提

供があり、火山噴煙に対する数値シミュレーションが野外観測結果と比較な段階に達しつつあることが確認された。一方で、今後、堆積物の産状と数値計算結果を定量的に比較するためには、火山噴煙を固気二相流としてモデル化した数値シミュレーションが不可欠となることが再認識された。

今回の研究集会では、火山噴煙のダイナミクスに加え、マグマ溜りから火口までのマグマの上昇流やマグマの破碎過程、噴火の準備過程において重要な役割を果たす地殻岩石の破壊と岩脈形成に関する数値モデル開発の方向性についても議論した。具体的には、稲岡や小園他が、それぞれ爆発的噴火、非爆発的噴火に対する火道内のマグマの上昇についてシミュレーション結果と解析結果を示した。また、噴火の準備過程については、藤田、Maddegedara が岩石の亀裂形成に対する新しい計算手法の紹介を行った。なお、藤田は、溶岩流に関する数値シミュレーション結果も紹介した。また、佐藤はマグマ上昇に伴うマグマの混合に関する室内実験結果を紹介し、マグマ上昇に関連する新たな問題を提起した。これらの話題に加え、島は、二相流、さらにはマイクロフィジックスを含む現象など、スケール階層性をもつ物理現象に特有の数理的性質を総括し、それらに対するシミュレーション手法についてより一般的な計算科学の観点から議論した。

以上の議論を通じて、火山噴煙をはじめとする火山現象の数値シミュレーション研究の今後の方向性がより明確になった。また、新しい観測手法や計算手法や日々開発される中で、火山現象全般の数値シミュレーションに関する研究集会を継続的に年に1度程度開催する必要性が認識され、平成21年度も開催を予定している。

なお、本研究集会に関連する研究として以下の成果発表を行った。

Effects of relative motion between gas and liquid on 1-dimensional steady flow in silicic volcanic conduits: 1. an analytical method, Kozono, T. and Koyaguchi, T., *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 180, 21-36, 2009.

Effects of relative motion between gas and liquid on 1-dimensional steady flow in silicic volcanic conduits: 2. origin of diversity of eruption styles, Kozono, T. and Koyaguchi, T., *J. Volcano. Geotherm. Res.*, 180, 37-49, 2009.

A three-dimensional numerical simulation of spreading umbrella clouds, Suzuki, Y. J. and Koyaguchi, T., *J. Geophys. Res.*, 114, B03209, 2009.

A fragmentation criterion for highly viscous bubbly magmas estimated from shock tube experiments, Koyaguchi, T., Scheu, B., Mitani, N. K., and Melnik, O., *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 58-71, 2008.

The effect of intensity of turbulence in umbrella cloud on tephra dispersion during explosive Volcanic eruptions: Experimental and numerical approaches, Koyaguchi, T., Ochiai, K. and Suzuki, Y. J., *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, in press.

Hypervelocity impact of asteroid/comet on the oceanic crust of the earth, Saito, T., Kaiho, K., Abe, A., Katayama, M., and Takayama, K., *Int. J. Impact Eng.*, 35(12), 1770-1777, 2008.

An analog experiment of magma fragmentation behavior of rapidly decompressed starch sirup, Yamamoto, H., Takayama, K., Kedrinskii, V., *Shock Waves*, 17(6), 371-385, 2008.

火山爆発に迫る—噴火メカニズムの解明と火山災害の軽減 第3章4節 噴煙と火砕流, 小屋口剛博, 鈴木雄治郎, 東京大学出版会, 2009.

火山爆発に迫る—噴火メカニズムの解明と火山災害の軽減 第3章5節 火山性爆風, 齋藤務, 東京大学出版会, 2009.

爆発的噴火の非定常3次元噴煙シミュレーションに基づく火口周辺の堆積作用の検討, 鈴木雄治郎, 小屋口剛博, *月刊地球*, 31(1), 7-12, 2009.