

共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(一般共同研究)1. 課題番号 2014-G-15

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：爆発的火山噴火の数値モデル開発と噴流実験による検証英文：Development of a numerical model of explosive-type volcano eruptions and its verification with free jet experiments.3. 研究代表者所属・氏名 室蘭工業大学・齋藤務
(地震研究所担当教員名) 小屋子剛博

4. 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	参加内容
齋藤 務	室蘭工業大学・教授	研究統括およびデータ解析と考察
廣田 光智	室蘭工業大学・准教授	実験の実行とデータ解析と考察
Srisha Rao	室蘭工業大学・博士研究員	実験及び数値解析ならびにデータ解析と考察
浅野 慎吾	室蘭工業大学・修士	実験及び数値解析

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を800字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

平成22～25年度の一般共同研究、“爆発的火山噴火における火口近傍での噴流構造に関する研究”及び“爆発的火山噴火の数値モデル開発と噴流実験による検証”において、火山噴火時の噴流構造と火口形状の関連を調べるための数値計算プログラム、およびアセトン PLIF 法を含む光学可視化法による実験装置の開発を行い、代表的な火口形状による噴流構造について研究した。本年度の共同研究申請では、これまでの研究成果を受け、噴流への周辺大気の巻き込み量を計測する実験装置の開発を行うことを目的とする。火口付近における周辺大気の巻き込みは、火砕流の発生や噴流の挙動に大きく関連するため、噴火の形態や火口形状との関連において詳しく研究する必要がある。PIV 法による周辺大気の巻き込み速度を得る計測系の開発と、噴出気体と大気の乱流混合過程の観察が主な研究項目となる。本研究は爆発的火山噴火における噴煙モデルの構築と検証に必要な基礎データとなる。

本研究は、地震研究所数理系研究部門における火山噴煙モデルの開発研究と相補的に関連して進めており、室内実験による検証について中心的役割を分担している。また、共通の実験結果に対して、室蘭工業大学と地震研でそれぞれ用いている数値解析法を比較する事によって、効率的に両数値モデルを改良できる事が期待される。

上記の数値コード共同開発の為の情報交換に加え、数値計算結果の検証として、地震研究所所有の火口近傍における野外観測データを利用する。また、必要に応じて地震研究所の計算機システムを利用する。

6. 研究成果の概要 (図を含めて1頁で記入してください。)

キーワード (3~5 程度) : 不足膨張噴流、乱流混合、アセトン PLIF、ミー散乱、CFD

爆発的火山噴火において、火口付近における大気の巻き込み量は噴出する火山ガスと周囲大気の間形成される乱流せん断層の様子に大きく左右されると考えられる。火口付近での噴出ガスの振る舞いが火口形状にどのように依存するかを調べるため、図1に示す4つの代表的形状のノズルによる噴流の形態を実験および数値計算によって観察し考察した。

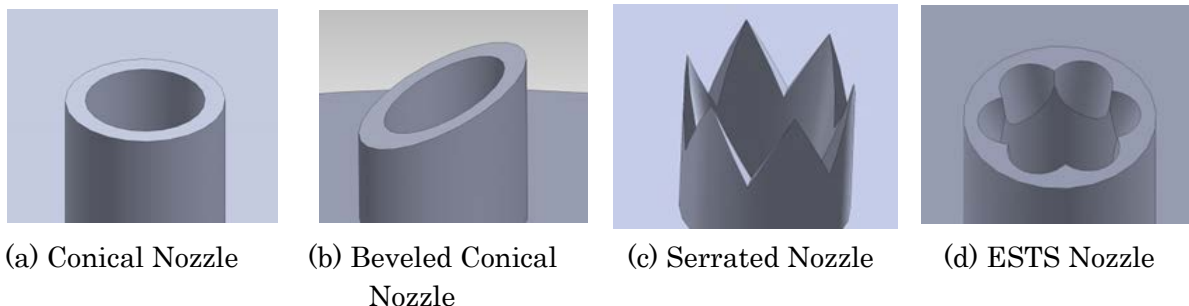


Fig. 1 Four different geometries of jet nozzle.

図1で、(a)は単純な円筒形状、(b)は出口を斜めにしたもの、(c)は出口を鋸状にしたもの、(d)はノズル出口内面を斜めにくぼみをつけたもので、ここではESTSノズル(Elliptic Sharp Tipped Shallow Lobe nozzle)と呼ぶ事にする。これら4種類のノズルに対し圧力比を6にして得られる噴流を、図2に示すアセトン PLIF 法で可視化した画像を図3に示す。アセトン PLIF 法は非常に時間分解能の高い光学可視化方法であり、本実験に適しているが、昨年度報告済みであるので詳細は省略する。また、図3の(a)~(d)は図1の(a)~(d)のノズルにそれぞれ対応する。乱流混合の度合いを評価する手段の一つとして

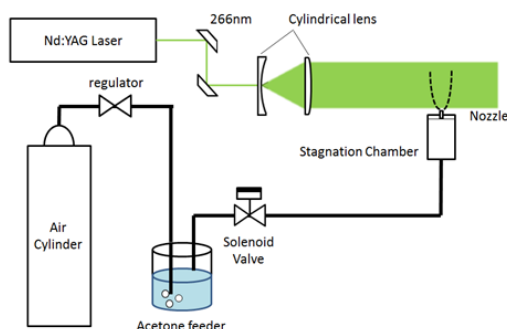


Fig. 2 Experimental set up for acetone PLIF

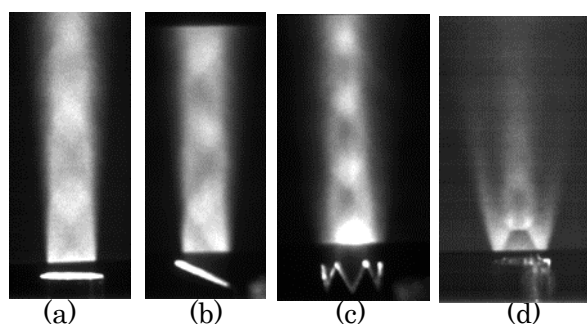


Fig. 3 Acetone PLIF images of free jet.

噴流と周囲大気境界となるせん断層の厚さを比べてみると、ノズル(a)から(d)の順に境界層が厚くなっている事が観察され、混合効果もこの順に大きくなっている事が伺える。

実験結果を裏付け、さらに乱流せん断層の形成過程を詳しく考察するための数値計算を行った。宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が開発した計算コード FaSTAR を用いて3次元計算を行った結果を図3の実験結果(a)~(d)にそれぞれ対応させて図4に示す。

数値計算と実験画像との一致はおおむね良好であり、数値計算においても今回考察した4つのノズルの中ではESTSノズルがもっとも混合効率が良い事が分かった。さらに、ノズル出口近傍の流れ場を詳細に観測することによって、それぞれのノズル形状での乱流混合層の形成過程を調べる事ができた。

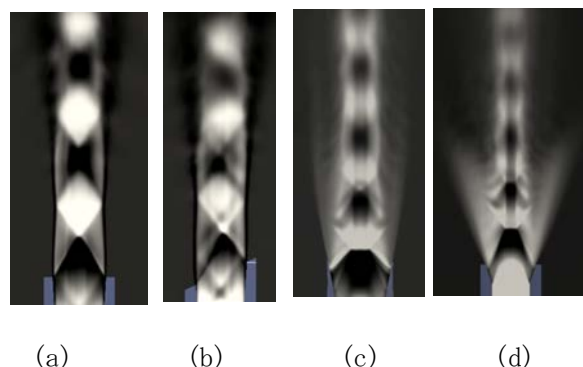


Fig. 4 Jet structures obtained by CFD

7. 研究実績（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）

学術論文

（1）大塚輝人、齋藤務、吉川典彦、“爆発事故定量評価のための Bursting Sphere の数値解析とスケール則 “、安全工学、Vol.53、No.5、pp. 310-316、(謝辞記載：無)

国際会議発表

（2）T. Saito, “Shock wave studies and CFD”, Proc. of the 16th National Symposium on Shock Wave, July 16-18 洛陽(中国), pp.2-6 (2014), (謝辞記載：無)

国内会議発表

（3）浅野慎吾、Srisha Rao、齋藤務、廣田光智, “複雑形状ノズルによる超音速自由噴流の実験及び数値解析的研究”、平成 26 年度衝撃波シンポジウム講演論文集（USB 配布：論文番号 1B1-4）、平成 27 年 3 月 9-11 日 群馬県渋川市伊香保温泉、(謝辞記載：無)

（4）Srisha Rao、齋藤務、廣田光智, “ダクト内圧縮性混合層の研究”、平成 26 年度衝撃波シンポジウム講演論文集（USB 配布：論文番号 1A3-2）、平成 27 年 3 月 9-11 日群馬県渋川市伊香保温泉、(謝辞記載：無)