

一般共同研究（課題番号：30G-01）

課題名：船舶レーダによる機動的火山噴火監視技術の確立と火山防災への利用

研究代表者：真木 雅之

所属機関名：鹿児島大学地震火山地域防災センター

所内担当者名：井口 正人

研究期間：平成 30 年 4 月 1 日 ～ 令和 2 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所 火山活動研究センター（桜島観測所）

共同研究参加者数：13 名（所外 12 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：2 名（修士 1 名，博士 1 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [鹿大社会人博士課程の学生は，当人の研究テーマの一部として噴煙高度の推定手法の開発を担当している。鹿大修士学生は一時的な協力者として降灰量推定式アルゴリズムの検証に参加している]

研究及び教育への波及効果について

内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」への申請につながった。

研究報告

(1) 目的・趣旨

【目的】堅牢で高い時間分解能を有する船舶レーダによる火山噴火の監視技術を開発する。

【趣旨】安全運航に利用されている船舶レーダが大規模噴火時の降灰や火砕流の発生の監視に利用できることが実証されれば，低価格（二百万円程度）の新たな噴火監視技術として火山防災に活用できる。

(2) 研究経過の概要

下記の 3 つの観点から研究をおこなった。括弧内は主たる担当機関である。各年度末には研究成果報告会を開催し，次年度の研究計画について確認した。

- ・桜島の過去の噴火時に，船舶レーダが降灰を検知した例があるかどうか（鹿児島大）。
- ・実験用船舶レーダを桜島に設置し，基礎的な噴煙柱・噴火雲のデータを収集し解析する（北海道大学・FRS・京大防災研・気象研・鹿児島大学）。
- ・解析結果を基に，新たな噴火監視技術としての船舶レーダの可能性と問題点を整理する（鹿児島大学・光電製作所・日本気象協会）

(3) 研究成果の概要

まず，過去の噴火時において船舶レーダが降灰を捉えた例があるかの聞き取り調査を漁港関係者や桜島フェリー関係者におこなった。限られた調査であるが，降灰を観測したとの報告は得られなかった。これは，船舶レーダでは，通常，船の安全運航の障害となる降水や降灰のエコーは除去するように設定されているためであろう。今後，船舶の運航会社に対して本格的な調査をおこなう場合は，降灰エコー除去機能をオフにした状態でのレーダ操作の依頼をおこなう必要がある。

船舶レーダによる降灰観測のポテンシャルを調査するために，操作モードを自由に設定できる実験用船舶レーダを桜島に設置して，噴火の長期連続観測を実施した。2018 年は，FRS の実験用船舶レーダを京大桜島黒神観測点に設置し，4 月から約 50 日間，噴煙柱の連続観測を実施し，計 229 の噴火事例データを取得した。レーダエコーの動画解析から，95 事例については噴火と同時に飛散する噴石エコーが認められた。爆発的な噴火事例では噴煙高度の時間変化を約 1 秒毎に捉えることに成功した。更に，弱い降雨時の噴火も複数例ではあるが検出することに成功した。これらの観測結果の詳細は防災研年報に投稿する予定である。2019 年の観測では，計 2 台の実験用船舶レーダを京大防災研の黒神観測点とハルタ山観測点にそれぞれ設置し東西方向から挟むように南岳火口の噴火を観測した。冬期に融解層を突き抜けて成長する噴火雲のデータを取得した。

新たな噴火監視技術としての船舶レーダの可能性に関しては期待を上回る知見と成果が得られた。前述した桜島での観測デ

ータを基に、噴火の自動検出および噴煙柱高度の推定アルゴリズムを開発し特許申請した。噴火に伴う噴石の検出可能性については、疑似噴石の落下検出実験や打ち上げ花火を利用した検出実験により、船舶レーダが定量的に噴石を捉える有効な手段であることが確認された。その結果は防災研年報で報告する予定である。

最後に、本共同研究が目標とした火山防災への船舶レーダの実用化が見込まれることから、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」において、さらなる実用化研究がおこなわれることになったことは本共同研究の大きな成果である。

(4)研究成果の公表

誌上発表：4編、口頭発表：7編

藤吉康志，2019：走査型ドップラーライダーおよび船舶レーダーで観測した強風に伴う大気現象．日本風工学会誌，45，389－396．

Kobori, T., M. Maki and H. Tokushima, S. Fukushima, 2019, Observation of volcanic column heights using a marine Radar, URSI-Japan Radio Science Meeting.

真木雅之・小堀壮彦・藤吉康志・徳島秀彦・佐藤英一・井口正人・爲栗健，2020：Xバンド船舶レーダによる桜島火山の噴煙柱モニタリングー2018年の観測結果ー．京都大学防災研究所年報，第63号B（投稿予定）．

真木雅之・西隆昭・Kim Yura・中谷剛・小堀壮彦・徳島秀彦・藤吉康志・爲栗健・井口正人・遠藤寛治・海賀和彦，2020：Xバンド船舶レーダによる火山噴石の検出実験．京都大学防災研究所年報，第63号B（投稿予定）．

（口頭発表）

小堀壮彦・真木雅之・徳島秀彦・福島誠治，2018，船舶レーダを用いた噴煙柱の鉛直流の観測，日本火山学会2018年秋季大会講演予稿集，58．

真木雅之・小堀壮彦・徳島秀彦・藤吉康志・井口正人，2018，船舶レーダによる桜島噴煙柱の観測，日本火山学会2018年秋季大会講演予稿集，57．

真木雅之，2019：火山噴煙柱のレーダ観測ーこれまでの成果と今後の計画ー．防災・日本再生シンポジウム，講演要旨集，鹿児島大学．

Maki, M., Y. Fujiyoshi, H. Tokushima, and M. Iguchi, 2019, X-band marine radar detection of ejected lapilli and volcanic blocks, Extended abstract, 39th Conf. Radar Meteorology, Nara, Japan, 5pp.

真木雅之，西隆昭，中谷剛，Kim Yura，小堀壮彦，徳島秀彦，藤吉康志，爲栗健，井口正人，遠藤寛治，海賀和彦，2020：Xバンド船舶レーダを用いた火山噴石の検出実験．日本地球惑星科学連合2020年大会要旨集，幕張．

<https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2020/subject/SVC46-03/advanced?cryptoid=>

真木雅之，2020：桜島噴煙の三次元気象レーダデータの解析．第4回「降水と噴火」研究会，気象庁．

西隆昭，2020：固体化船舶レーダによる桜島噴煙観測．第4回「降水と噴火」研究会，気象庁．