

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術・工業・情報）

指導教員 伊藤 陽介

## 1. はじめに

地震や火山活動などによる大規模な地形変動に対しての防災や減災には、高度な科学技術が必要であり、科学と技術の両面から学習することは重要である。合成開口レーダ(SAR)による干渉 SAR 技術を用いると、地震や火山活動などによる広範囲の地形変動を視覚的かつ微細に把握できる。学校教育用情報システムの性能向上により、学校において干渉 SAR 処理が可能になっている。本研究では、干渉 SAR を科学・技術教育に応用することを目的とする。中学校における理科と技術・家庭科(技術分野)(以下、技術科と略記)を効果的に連携させた干渉 SAR 技術による地形変動観測を用いた教育プログラムを構築して教材開発を行い、教育実践により評価した<sup>1)</sup>。

## 2. 干渉 SAR 技術の概要

広範囲の地形変動を計測する技術として GPS 測量が用いられているが、特定の地点の変動しか計測できない。一方、干渉 SAR 技術を用いることによって広範囲の微細な変動を明瞭な画像として視覚化できる。干渉 SAR 技術では、SAR を搭載した人工衛星などによる観測を同じ地域に対して、地形変動の発生時を挟む期間の前後 2 回以上観測した SAR データ組を用いる。これらのデータを干渉処理して位相差を求めることにより、地表面の変動を高精度

で捉えることが可能である。

## 3. 授業実践の評価と教材の拡充

干渉 SAR 技術による地形変動観測を用いた教育プログラムに従った授業の学習目標は、干渉 SAR によって生成される様々な画像の観察や実験などから得られた事実を客観的に捉え、科学的な見方や考え方を養うとともに、干渉 SAR 処理を通してコンピュータを使った情報活用にかかわる基礎的・基本的な知識と技術を習得することとする。この授業は中学校第 2 学年 13 名を対象として、2014 年 11 月に実践した。授業実践時に得られた事前・事後学習調査、自己学習評価、及び生徒の成果物に基づき、学習効果を評価した。その結果、生徒は概ね地形計測を題材とする授業への興味が高く、理解度も高いことが明らかとなり、構築した教育プログラムの有用性が示された。

授業実践に用いた教材は日本国内で発生した地震のみを対象としていたが、その数や種類は限られたものであった。教材の対象を、世界中で発生した地震や火山活動まで拡充した。過去 30 年以内に発生した国内外の地震と火山活動のイベントを教材化した。主としてモーメントマグニチュード(Mw) 7.0 以上の地震、及び火山爆発指数(VEI) 3 以上の火山活動を選定し、教材化の成否を調査した結果、合計 18 件のイベントを教材化できた。

#### 4. 教育利用に適する SAR データと干渉 SAR 処理ソフトウェアの選定

一般に SAR データは有償提供のものが多く、中学校を対象とする教育プログラムの展開に支障があったため、無償提供されている SAR データや ISP を調査した。その結果、ヨーロッパ宇宙機関(ESA)が 2014 年から運用している人工衛星 Sentinel-1 によって観測された SAR データ、及び干渉 SAR 処理ソフトウェア(ISP)としても使用可能な SNAP (Sentinels Application Platform)を選定した。この結果により教材化したイベントの一部を表 1 に示す。Sentinel-1 の SAR データは、観測後 24 時間以内で原則として公開されるため、時々刻々と発生する地形変動を教材化することができる。

SNAP により生成された地形変動を示す波紋画像は、デジタル地球儀ソフトウェア用ファイルなどとして保存可能であり、他の地理的な情報と容易に重ね合わせ表示したり、立体表示したりすることで学習効果はより高まると期待

表 1 地形計測学習の教材となる事例(一部)

名称	発生日	規模
2015 年チリ・イヤペル地震	2015年 9月16日	Mw 8.3
2015 年ギリシャ・レフカダ地震	2015年11月17日	Mw 6.5
2016 年熊本地震	2016年 4月16日	Mw 7.0
2015 年タジキスタン地震	2015年12月 7日	Mw 7.2
2016 年10月イタリア中部地震	2016年10月30日	Mw 6.6
2016 年ニュージールランド南島地震	2016年11月13日	Mw 7.8
2014 年カーボベルデ・フォゴ山噴火	2014年11月23日	VEI 0
2014 年イタリア・エトナ山噴火	2014年12月28日	VEI 2
2015 年チリ・カルブコ山噴火	2015年 4月22日	VEI 4
2015 年桜島噴火	2015年 8月15日	VEI 3
2016 年フランス領レユニオン島・フルネーズ山噴火	2016年 9月11日	不明

される。

図 1 に 2015 年桜島噴火前後の地形変動を示す波紋画像をデジタル地球儀ソフトウェアで表示した例を示す。御岳山頂から南東方向に波紋が見られる。その場所は、地下から上昇してきたマグマにより地表が隆起し、地形変動が生じた場所を示している(矢印)。

#### 5. まとめ

中学校理科と技術科を対象とした干渉 SAR 技術による地形変動観測を用いた教育プログラムを構築するとともに、その授業実践結果を評価し、両科目を連携させた地形計測学習の有用性を示した。世界各地で発生したイベントを調査し、教材化することを通して、SAR データの入手方法ならびに ISP の操作手順などの具体的な作成方法を開発できた。今後は、SNAP を中学生が操作できるかを検証し、その結果を踏まえたワークシートなどを作成する。さらに、開発した教材を用いた授業実践を行い、その学習効果を評価する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 池光・他 2 名：干渉 SAR による地形計測を題材とする授業実践と評価，日本産業技術教育学会誌，第 58 巻，第 4 号，pp.215-222 (2016)

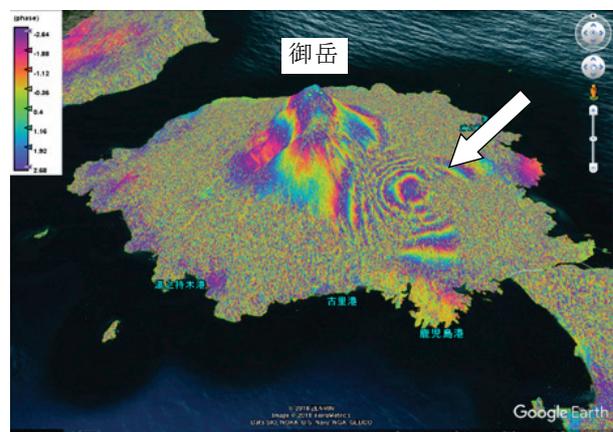


図 1 2015 年桜島噴火前後による地形変動を示した波紋画像