

令和元年5月21日現在

機関番号：12301
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2016～2018
課題番号：16K00949
研究課題名（和文）小型無人機ドローンによる火山の低空撮影

研究課題名（英文）Volcanic landscapes shot by a drone

研究代表者

早川 由紀夫（Hayakawa, Yukio）

群馬大学・教育学部・教授

研究者番号：40198825

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：小型無人機ドローンを用いて火山を低空から撮影する方法を研究した。有人機で高空から撮影した火山写真はすでにたくさんあるが、高さ数十メートルの低空から撮影した火山写真は多くない。鳥の目に相当するこの高さの飛行を得意とするドローンで、いままで誰も見たことがなかった空中写真と動画を多数撮影することができた。とくに山頂火口の球面パノラマ写真は、パソコン画面やスマホ画面で望むところを拡大したり、上下左右に好きなところへ移動したりして閲覧できる点がすぐれている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

空中での振動をキャンセルする装置であるジンバルを備えた高精度カメラを搭載して安定した飛行を可能としたドローンが、近年安価で入手できるようになった。本研究は、そのドローンを使って火山の空中写真と動画を撮影したものである。操縦方法と撮影方法をよく吟味して、学校で火山地形と火山噴火を教えるときに使うのに適したわかりやすい教材を得た。

研究成果の概要（英文）：I studied how to shoot a volcano from low altitude using a small unmanned aerial vehicle, drone. There are already many volcano photographs taken from high altitudes in manned aircraft, but there are not many volcano photographs taken from low altitudes several tens of meters high. The drone, which flies at equivalent height to a bird, made it possible to shoot aerial photographs and videos that no one had ever seen. Sphere panoramas of the summit crater are excellent in that they can be viewed by enlarging a desired part on a personal computer screen or a smartphone screen and moving to a desired place vertically or horizontally.

研究分野：火山学

キーワード：ドローン 空中写真 火山

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2014年ころから高性能の小型無人機ドローンが安価で購入できるようになった。いま業界をリードするDJI社の製品だと、水平距離は3キロまで、垂直距離は500メートルまで飛ばすことができる(実際に飛ばした)。滞空時間は25分ほどである。空中姿勢を思い通りに制御できるだけでなく、カメラの揺れを解消するジンバルという装置が搭載されて、鮮明で美しい写真が撮影できるようになった。折りたたみ式の小型軽量タイプも発売され、登山にも気軽に携行できるようになった。予備バッテリーなどの付属品を含めて20万円程度で購入できる。



図1 DJI社のドローン。Mavic Pro (左、折りたたみ式で小型軽量)とPhantom 4 Advanced (右、フラッグシップモデル)。

従来の空中写真は有人ヘリコプターやセスナ機で撮影してきたが、ドローンを使うことには以下の利点がある。

- ・高さ数十メートルの低空を手軽に撮影できる。
- ・安価で、手軽、迅速。これは、天気と時刻を撮影者の都合で自由に選ぶことを可能にする。
- ・空中でのポジショニングをパイロットに指図することなく、専門家自身が操縦して決められる。

2. 研究の目的

ドローン写真は、有人機で高い高度から撮影した空中写真と地上写真の間を埋める。子供たちが小学6年と中学1年で火山を勉強するとき、まるで鳥の目を見たかのような写真があれば、あたかも野外に出て火山を実際に見たのと同じくらい理解することができるだろう。次の問題意識をもって、地形がよくわかる良質写真を撮影した。

- ・季節はいつがよいか。紅葉の秋がよいか、葉が落ちた冬がよいか、
- ・風と雲を避けて十分な光線を得るには、朝がよいか、昼がよいか、夕がよいか、
- ・何 m の高さから撮影するのがよいか、
- ・動画はどのようなカメラワークで撮影するのがよいか、

3. 研究の方法

2014年9月に DJI Phantom 2 vision+ を初めて入手して以来、DJI社から新しいドローンが発売されるたびに合計11機を購入して飛ばし、技能を高めた。2015年12月航空法改正直後の2016年3月、航空局に申請して人口集中地区(群馬大学荒牧キャンパス上空)飛行と目視外飛行(日本全国の火山)の許可を得た。その後、毎年更新した。ドローンで

撮影した画像と動画は、インターネットで即日公開するとともに、古今書院の月刊誌「地理」にカラー口絵「鳥の目で地形や風景を見てみよう！」を隔月掲載して発表した。

4. 研究成果

ドローン写真の新規性

地表から数十メートル上昇しただけで、立体感のあるわかりやすい画像を撮影することができる。



図2 ドローン写真と地上写真（小窓挿入）の比較。（古今書院地理、2018年2月号口絵より）

（右上）沖縄県宮古島の津波石。左からやってきた津波が岬から多数の大岩をさらってサンゴ礁の上にまきちらしたことがわかる。

（右下）浅間鎌原土石なだれが置き去りにした黒岩。浅間山との間に鎌原村の家並みも同時に表現することができる。

（左上）十和田八戸火砕流台地。崖の上に小さな飛行場がつけられるほどの平坦面があることがわかる。

（左下）浅間塚原土石なだれの流れ山。山体崩壊でできた流れ山はひとつではなく、その地域に多数あることがわかる。

球面パノラマ写真

DJI社のドローンは、空中の一点に留まったまま多数の写真を撮影して球面パノラマ写真を自動生成する。Mavic Airは、8方位の上中下3枚に加えて真下1枚、合計25枚を撮影

する。ただし真上は撮影できない。



図3 DJI Mavic Airで撮影した浅間山頂火口の球面パノラマ。パソコン画面やスマホ画面で、望むところを拡大したり、上下左右に好きなところへ移動したりして閲覧できる。

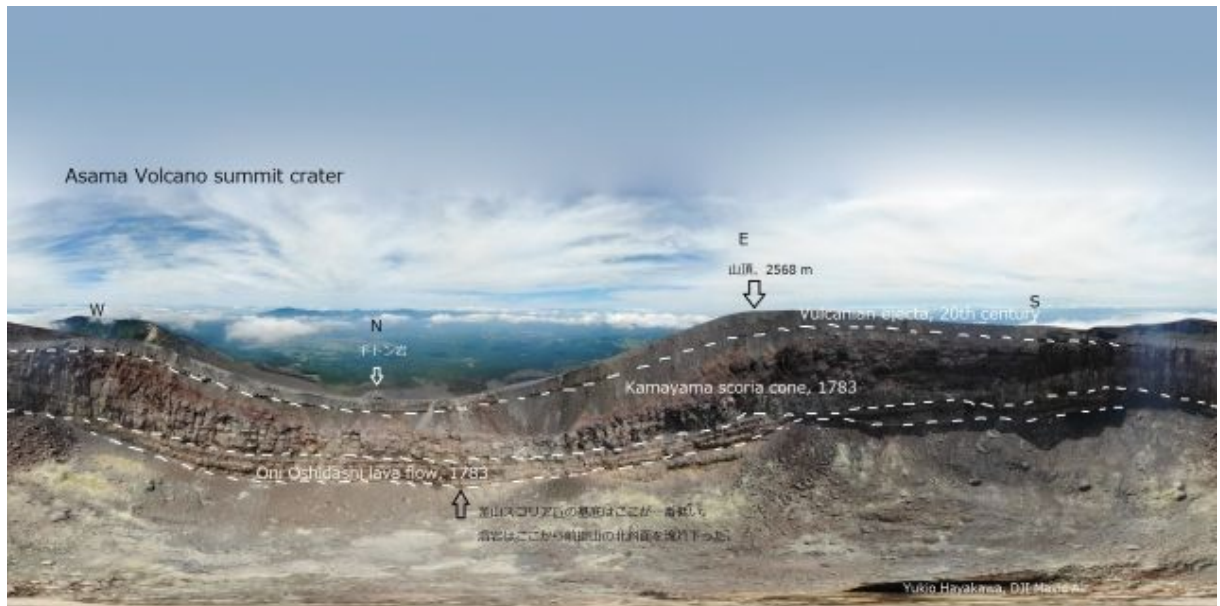


図4 DJI Mavic Air が自動で作成した展開画像。火口内壁ぐるり 360 度が 1 枚の写真に収められている。写真を詳細に分析すると、1783 年鬼押し溶岩は釜山スコリア丘の火口縁を乗り越えて溢れ出したのではなく基底から滲み出して北側に流れ下ったことがわかる。



図5 浅間山の鎌原土石なだれの発生源である柳井沼、置き去りになった黒岩、埋まった鎌原村、そして土石なだれの先端。いずれもドローンで撮影したことによって、専門家でなくても理解できる画像が取得できた。(古今書院地理、2017年8月号口絵より)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

早川由紀夫(2019)鳥の目で地形や風景を見てみよう!古今書院地理、64(2, 4, 6 連載)カラー口絵2ページ。

早川由紀夫(2018)鳥の目で地形や風景を見てみよう!古今書院地理、63(4, 6, 8, 10, 12 連載)カラー口絵2ページ。

早川由紀夫(2017)鳥の目で地形や風景を見てみよう!古今書院地理、62(2, 4, 6, 8, 10, 12 連載)カラー口絵2ページ

早川由紀夫(2016)鳥の目で地形や風景を見てみよう!古今書院地理、61(8, 10, 12 連載)カラー口絵2ページ

<http://twibum.com/gallery/261>

早川由紀夫(2018)富士山の氷河堆積物と山体崩壊。古今書院地理、63(6)、68-73。

<http://www.hayakawayukio.jp/publication/paper/chiri63-6-hayakawa.pdf>

早川由紀夫(2018)ドローンによる低空撮影のすすめ。古今書院地理、63(2)、12-19。

<http://www.hayakawayukio.jp/publication/paper/63-2chiri.pdf>

早川由紀夫(2017)鎌原村を襲った土石なだれは、鬼押し溶岩から発生した。古今書院地理、62(8)、4-9。

<http://www.hayakawayukio.jp/publication/paper/chiri62-8-hayakawa.pdf>

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕
出願状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://pringles.blog23.fc2.com/blog-entry-400.html>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。