

# ドローンを活用した高等学校「地理総合」における授業実践

## Class practice of "Geography synthesis" in high school using drone

伊藤 恵 (仙台育英学園高等学校)  
Megumi ITO (Sendai Ikuei Gakuen High School)

キーワード：ドローン，地理総合，地理院地図，世界遺産，世界の地形，震災復興  
Keywords: Drone, Geography synthesis, GIS Maps, World Heritage Sites, World Topography, Earthquake reconstruction

### I はじめに

平成 30 年告示の高等学校学習指導要領において、「イ 地理的な見方や考え方や地図の読図や作図，衛星画像や空中写真，景観写真の読み取りなど地理的技能を身に付けることができるよう系統性に留意して計画的に指導すること」とあるように，高等学校の地理の授業において，衛星画像や空中写真，景観写真の読み取りの地理的技能をとおして，地理的な見方・考え方を身につけることの重要性が示されている。また，井田（2000，p. 54）は，「地理は空間を対象としているがその原点は景観であり，地理学習においては景観から様々な事象を読み取ることが必要不可欠である」と指摘している。

このように，景観写真を活用した地理の授業実践は，新鮮な驚きや好奇心を奮い立たせ，グローバルな視点，あるいはローカルな視点双方において，地理的考察への関心を高める手段となる。

筆者はかねてより，景観写真を用いたフォトランゲージの授業実践を行っていたが，動画の方がよりリアルに学習者にとってはイメージしやすいと感じ，国土交通省認定ドローン技能操縦士の資格を取得するとともに日本のみならず海外にも足を運び，現地で空撮したドローンの映像を素材に授業を展開している。

### II 研究目的

上述のように，ドローンは地理の授業において有用なツールであると考えます。そこで本研究は，

ドローンを活用した授業実践をとおし，その有効性と活用方法を考察することを目的とする。

まず，ドローンの最大の特徴は，写真だけでなく動画撮影も同時に行える点である。これは，言うまでもなく，セスナ機などの航空写真撮影とは異なる点である。航空写真は，それほど頻繁に更新されるわけではないため，目まぐるしく移り変わる景観の空撮には，リアルタイムで撮影できるためドローンが適しているといえる。また，自分で角度を変えて見たいアングルから撮影することができ，撮影した動画から写真を切り取ったり加工したりするなど編集が容易な点も魅力である。さらに，機体も小型であるため，人が潜入できないような場所での撮影や，被写体に接近して撮影することが可能である。最近では，撮影した画像をその場で確認できるので，YouTube でライブ配信することも可能になった。航空法により高度 150m までしか飛行できないが，それが逆に Google Earth とは違った地形の凹凸や臨場感を直に感じることができる。

### 景観写真+動画=ドローン（写真&映像）



## ドローンの5つの特徴



1. フォトランゲージからドローンランゲージへ  
筆者の授業スタイルは、「フォトランゲージからドローンランゲージへ」と転換した。

今までの授業は、フォトランゲージを授業に取り入れ、写真から読み取れる背景を推察するというものが主体だった。当初授業で写真を使う場合著作権の縛りが強かったのも、それなら欲しい画像を自ら撮影しに行こうと思ひ、日本全国津々浦々気付けば世界44カ国も歩いて撮影してきた。その数およそ10万枚にもものぼる。

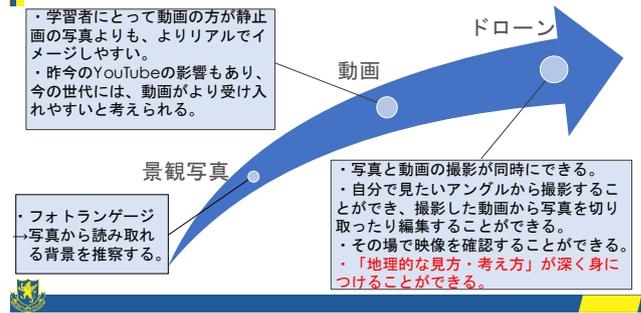
一方で、今年から始まった地理総合では、帝国書院がWebサポートの中で、授業スライド例としてパワーポイントの中に動画を取り入れている。特に、地形の成り立ちの動画は図やイラストよりも非常に分かりやすい。

今まで筆者は、いくつかの写真を繋ぎ合わせて授業スライドを作っていたのだが、学習者にとっては静止画の写真よりも動画の方がよりリアルでイメージしやすいのだろうと思う。また、昨今のYouTubeの影響もあり、今の世代には動画の方がより受け入れやすいと考えられる。

そこで筆者は、写真と動画の撮影が同時にできるドローンを使い授業に取り入れることにした。前述の通り、ドローンは自分で見たいアングルから撮影することが可能で、撮影した動画から写真を切り取ったり編集したりすることが容易にできる。またその場で、撮った映像を確認することができる。

以上のことから、空間的配置がわかりにくいものでも、ドローンによる視点を加えることによって、理解を促進する効果が期待できる。

## フォトランゲージからドローンランゲージへ



2. ドローン空撮の注意点と航空法改正について  
ドローンは、「航空法」により定められた以下の「飛行禁止区域」に該当するエリアの場合、無許可でドローンを飛ばすことができない。

- 地上または水面から150m以上の高さの空域
- 空区等の周辺（侵入表面等）の上空の空域
- DID（人口集中地区）の上空

また、航空法以外にも、重量に関わらず全てのドローンが適用される法律が「小型無人機等飛行禁止法」である。この法律では、国会議事堂や内閣総理大臣官邸といった国の重要施設や、原子力事業所の上空などが飛行禁止とされている。

このように、ドローンの飛行を行う際は、飛行禁止エリアを避けながら飛行を行う必要がある。

そこで筆者はドローン空撮の際に、ドローンフライトナビ（飛行制限確認地図）のアプリで、DID（いわゆる人口集中地域）以外の場所を事前に調べ、航空法に則って許可申請や撮影を行っている。

筆者が所有している国土交通省認定ドローン技能操縦士の免許は、有効期限が2年間なので、次の更新時に国家資格の免許に切り替えようと考えている。実は、仙台市宮城野区公式YouTubeにドローン操縦士「伊藤恵」として、筆者が空撮したドローン映像が2件あがっている。今後は、ドローンカメラマンとしての活動の幅も広げていきたい。

一方で、2022年6月20日から航空法改正による「無人航空機の登録制度」が始まり、100g以上の無人航空機の登録が義務づけられている。筆者も例外なく相棒2機の登録をした。

所有する2機ともDJI社のドローンを使用して  
いる。DJI社は世界のドローン販売の実に70%以上  
のシェアを誇る巨大メーカーで、本社は経済特区  
でお馴染みの中国のシェンチェンにある。日本  
国内でドローンを飛ばす際には、日本の法律「電  
波法」を遵守する必要がある。電波法とは、無線  
など電波を利用する際に守らなければならない法  
律である。その電波法では、技適マークのない機  
器の使用を禁じているが、DJI社は信頼できる正  
規のメーカーである。



筆者が最初に使用した Phantom3 Professional  
(以下、ファントム3)というドローンは、ボタ  
ン一つで帰還することが可能だ。さらに、内蔵の  
GPSが離陸地点を記録、そして飛行中はそれを記  
憶している。そのため指示通りに、あるいは通信  
信号が失われた際は、即座に自動で帰還する。

ドローンは電波で操作しているため、あまりに  
離れてしまうと電波が届かなくなり、大抵のド  
ローンは墜落する。しかし、ファントム3には飛行  
制限の設定が搭載されており、危険なところに行  
きそうになると自動的に戻ってくる。

何よりも教材作成に向いているのは、4Kで1200  
万画素の画像を1秒間に30枚撮影することが可  
能なことだ。プロポにUSBでスマートフォンやタ  
ブレットを接続し、専用アプリでリアルタイムに  
カメラの詳細な情報が表示されるので、YouTube  
でライブ配信も可能である。

もう一機のドローンである Mavic Air (以下、  
マビック)は、ファントム3よりも干渉に強く、  
羽を折り畳むことが可能である。海外に持って  
いくときに、ファントム3だと機内持ち込みの際、

航空会社を選ばなければいけないが、マビックは  
「ペットボトル」よりも小さく最も携行性が高い  
ので、気軽に持ち運ぶことができる。



小さいと耐風性に欠けると思いきや、意外にも  
強風の際のフライトでもよく耐えるという報告が  
数多く上がっている。430gというコンパクトさを  
保ちつつも、4Kかつブレの無い滑らかな映像制作  
で使用可能なレベルの動画撮影が可能なので、最  
近は専らマビックを使用している。特に、巡検な  
どのフィールドワークでは長い距離を歩くため、  
持ち運びが便利なマビックの方が携帯するには適  
している。

### Ⅲ 本研究の基本的枠組み

#### 本研究の基本的枠組み

##### 目的

- ・有効性と活用方法の考察  
ドローンを活用した実践

##### 仮説

- ・理解の促進 = ドローンによる視点

##### 方法

- ・ドローンの映像を活用できる分野の精選  
・実践した内容の検証



基本的枠組みは、上記の通りである。

第一に目的は、ドローンを活用した実践を通し  
て、その有効性と活用方法を考察すること。

第二に仮説は、ドローンによる視点を加えるこ  
とによって、理解を促進する効果が期待できると  
考えること。

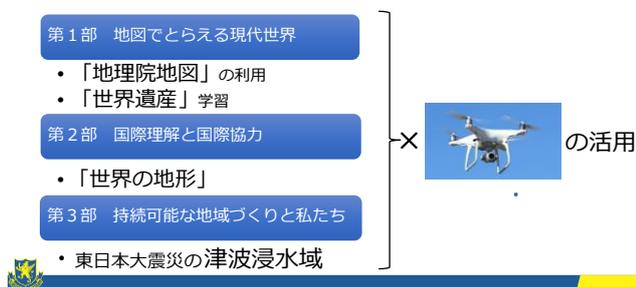
第三に方法は、「地理総合」の授業の中で、ド  
ローンの映像を活用できる分野を精選し、実践した  
内容の検証を行うこと。

しかしながら、今回は検証と言ってもまだ地理総合の授業が始まって半年も経っていないので、ここでは実践した内容を紹介するにとどめ、次年度以降検証した結果をもとに、授業の改良を行っていきたいと考えている。

具体的な方法としては、現在高校1年生に行っているポートフォリオやアンケートを通して回答を集計し、得られた結果を検証していきたい。

#### IV 「地理総合」におけるドローンを活用した授業実践

##### 「地理総合」におけるドローンを活用した授業実践



主な実践については、上記のとおりである。内容は、現在本校で採用している帝国書院の「新地理総合」の教科書のページに合わせて作成した。具体的な用途は、主に「地理院地図」の補完的な役割がメインとなっている。

#### 1. 大学入試共通テスト地理 B

実践の際に、意識せざるを得ないのは、大学入試共通テストである。実際に共通テストの地理 B では、写真やイラストを見せて、その内容をつかませる問題が目立つ。写真やイラストなどのデータから、地理的な事象を読み取ることができるかどうか試される問題が多い。実際に、大学入試の中で、写真やイラストを扱う問題が他科目と比べて圧倒的に多い。2022年8月に行われた模擬試験が、その典型的な問題である。

##### <河合塾 2022 年度第 2 回全統共通テスト模試>

この問題は、砂嘴である野付半島の場所と砂嘴を形成した沿岸流の向きを答える写真問題だが、地図上で場所を選べたとしても沿岸流の実際の流れは形成過程を理解していないと正答できない問題である。

沿岸流の向き	①	②	③	④	⑤	⑥
図中の地点	ハ	ハ	ハ	ヒ	ヒ	ヒ
	X	Y	Z	X	Y	Z

しかし、以前この場所のドローンの映像を見せたことがある生徒は全員、この問題を正答することができた。特に沿岸流の流れは、図などのイラストで理解するより、ドローンの映像で見た方が、よりリアルで印象に残りやすかったという。

#### <第 16 回科学地理オリンピック日本選手権兼 第 18 回国際地理オリンピック選抜大会 第一次選抜試験 マルチメディアテスト>

問題：この地形は北海道沿岸で撮影された地形です。この地形名に適する名前を答えなさい。

- ① 砂嘴
- ② 砂州
- ③ トンボロ
- ④ ラグーン

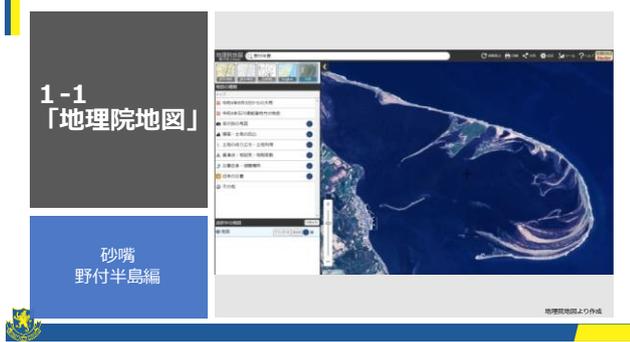
昨年から地理オリンピックの問題に、初めて動画の問題が出題された。実はこの問題は、筆者が作成したものである。偶然にも今回の模擬試験と同じ野付半島を素材にしたものだが、こちらはドローンの映像を見てその地形を答える問題である。

この映像から A の部分に注視すると、沿岸流によって砂嘴がどのように発達していったかが分かる。また、途中の映像の中で国後島も見えてくる。実際は、野付半島から 16 km しか離れていないので、近距離にあることが体感できる。

#### 2. 「地理総合」における授業実践

##### 第 1 部 地図でとらえる現代世界

##### ● 「地理院地図」の利用とドローンの活用



上のスライドは、先ほどの野付半島を地理院地図の1 kmスケールで見た航空写真である。この写真からだ、言うまでもなく沿岸流の流れが確認できない。



こちらのスライドは、同じく地理院地図をもっと拡大した500mスケールの野付半島の航空写真である。今度は、写真の接ぎ目が目立ち、逆に砂嘴の状態が見えにくい。

このような不具合について、国土地理院東北地方測量部に問い合わせたところ、地理院地図の写真は、地上から真上の写真にピンを合わせて撮られているため、どうしても写真の継ぎ接ぎ部分で粗が出てしまうのだという。

地理総合では、地理院地図を活用する機会が増える。しかしながら、地理院地図の航空写真は不完全な部分も否めない。その点ドローンは、高度や角度を変えて撮影することができるので、より見せたいアングルから撮影することができる。このことから、地理院地図の利用時には、特に航空写真の補完的な形でドローンの映像を導入することが望ましいと考える。

### ●「世界遺産」学習におけるドローンの活用



クロアチアの首都ザグレブとアドリア海沿岸の間に位置するプリトヴィツェ湖群国立公園。200キロ平方メートルの中に、大小16の湖と92の滝があるこの公園は、石灰岩質の岩盤に長い年月をかけて作り出された、エメラルドグリーンに煌めくいくつもの美しい湖や、いくつもの滝が織り成す景観を楽しむことができる。過去のクロアチア紛争により危機遺産に登録されたが、政府が主体となり地雷除去を進めたことで1997年に危機遺産リストから除外され、現在ではクロアチア最大の観光名所として多くの人々が訪れている。

プリトヴィツェ湖群は、一般にディナル・アルプス山脈と呼ばれる山地に点在するカルスト地形の1つで、石灰岩などの水に溶解しやすい岩石で構成された大地が雨水などによって侵食されてできた地形である。ガイドブックはよくこの角度からの写真が多いが、ドローンによって、石灰棚だけではなく周りのCs気候特有の植生も含めた全体像を見ることができる。

生徒には、「これと同じような地形で世界遺産であるものは他にどんな場所がある?」と問いかけ、中国の九寨溝やトルコのパムッカレ、アメリカのイエローストーン国立公園などを紹介し、広義的には大量の石灰分を溶解した地下水や温・熱水から石灰華が大規模に再沈殿して作り出される地形も、カルスト地形に含まれると説明している。

このように、世界遺産が学習の際は、ドローンによって全体像を捉えることができるよう工夫している。

## 第2部 国際理解と国際協力

### ● 「世界の地形」とドローンの活用



上のスライドは、男鹿半島にある火山地形のマール（爆裂火口）である。図の「一ノ目淵」、「二ノ目淵」、「三ノ目淵」は、マグマが地下水に触れた時に起きる水蒸気爆発によって形成された。



3-1のスライドからも分かるように、「三ノ目淵」は、実際に人の足でたどり着けない場所にある。以前、この場所を訪れた高松宮宣仁親王が、八方の雄大な眺望を楽しむことが出来ることから八望台と名付けた場所から2つのマールを見ることが出来るが、残念ながら「三ノ目淵」を目視することはできない。しかしドローンでは、しっかりその姿を捉えることができる（Aの部分）。噴火した時期が最も古い、Bの「戸賀湾」は単成火山で円形の火口に海水が侵入したものである。噴火時期は約40万年前の新生代第四紀中期更新世、いわゆるチバニアンに相当する。

次のスライドCの「二ノ目淵」は、撮影場所のD「八望台」付近の火口壁が最も高く、西側で流出口のある付近が最も低くなっている。Eの「一ノ目淵」も火口壁の高さはやはり撮影場所のAの「八望台」付近が最も高く、正反対の流出口付近

が最も低くなっている。このことから、ドローンの映像により水蒸気爆発時のおおよその方向が判る。



次のスライドの「一ノ目淵」には、流入河川はないが、東の壁を破っての流出河川が一つだけある。画面のほぼ中央右Fが、その流出口である。



このように、ドローンによって角度を変えた映像により、肉眼では目視できなかった「三ノ目淵」を見ることができた。さらに、火口壁の高さや水蒸気爆発時の方向、流出河川の場所を発見することができたのである。



上の映像は、フィヨルドクルーズの発着地フロムで撮影した。フロムはノルウェー南西部のベルゲンからほど近いフィヨルドにある美しい村だ。深いU字型の峡谷や断崖絶壁の滝も魅力的だが、

この霧がかかった幻想的な風景も西岸海洋性気候ならではの風物詩といえる。

次の映像は、世界一長いソグネフィヨルドの最奥部にある小さな村ラルダールだ。両岸を急峻な谷壁に挟まれ、細長く伸びている。5月のGWに撮影したのだが、白夜の影響で夜の9時過ぎでもこんなにも明るい。



このようにドローンの映像から、気候や白夜まで、まるでその場にいるかのように肌で感じることができるといえる。

### 第3部 持続可能な地域づくりと私たち

#### ●「東日本大震災」の津波浸水地域とドローンの活用



2011年（平成23年）3月11日、ここ宮城県は東日本大震災に見舞われた。仙台市の沿岸部にある若林区荒浜には、震災当時、約740世帯2000人以上が暮らしていた。砂浜が続く海岸だったので、同じ沿岸部でもリアス海岸がみられる三陸沖よりも被害が少なかったとはいえ、最高9mの津波が襲い、当日周辺にいた人を含む186人が亡くなった。

この地理院地図の航空写真は、震災前の2008年と震災後の2019年の新旧比較をしたものであ

る。この写真から緑が消え、津波によって植生が失われたことが一目瞭然だ。震災から数ヶ月、仙台市は荒浜地区を含む沿岸部1213haを、住宅の新築・増築ができない「災害危険区域」に指定した。つまり「もう元の場所には住めない」と、元住民に“宣告”したのだ。元住民が移って無人となった荒浜の跡地が、今では土が高く盛られ「避難の丘」として、将来の津波来襲時の避難場所となった。そのほかは依然、荒涼とした風景が広がるままの場所が多く、再開発の発展途上である。

しかしながら、航空写真はそれほど頻りに更新されるわけではないため、目まぐるしく移り変わる景観の空撮には、リアルタイムで撮影できるためドローンが適しているといえる。ここ1年で大分景観が変化した。ドローンで確認すると、次のようなことが分かる。



まっすぐ伸びるこの運河Aは、日本で一番長い貞山運河である。少しずつだが、Bの範囲に植林が増えてきたことが見てとれる。



Cは、近年完成した東部復興道路だ。この道路から内陸は、被害が少なかったことが読み取れる。一部Dの浜堤状に、納屋集落の形態がみられる。

また震災当日、多くの人が屋上に避難したEの荒浜小学校は、震災遺構として保存されることになった。Fは昨年オープンした「JR フルーツパーク仙台あらはま」という人気の体験型観光農園である。今後、この地域がどのように生まれ変わるのか、ドローンで記録していくのが楽しみだ。

## V 今後の展望

### ●まちづくり MAP とドローンの活用



これは以前、筆者がオブザーバーとして携わった、仙台市宮城野区社会教育事業の一つ「田子今昔物語Ⅱ」というまちづくり MAP である。

実際に、古くから住んでいる住民たちに聞き取り調査を行いながら、街の歴史や伝統的な文化を掘り下げて、地域の魅力を発見していこうという企画である。最後にドローンで街全体を俯瞰することで、上空から空間的な位置を把握することができ、海からの距離や河川の物流による渡津の成り立ち、自然堤防上の集落を確認することができた。また、ドローンの映像を QR コードにすることにより、誰でも気軽に映像を確認できる工夫をした。

今後は、まちづくり MAP の制作を授業の中に取り込んで、学校内でも広めていきたいと思う。

### ●フィールドワークとドローンの活用

今はまだコロナ禍の影響で、フィールドワークができない状況下にあるが、近い将来、学校の授業の中でドローンを活用した巡検を実現したいと思っている。

実際に巡検により、学習者が自分の目でとらえた視点に加え、上空からの巨視的な視点を付加し

て観察することで、より臨場感をもってとらえることができると考えられる。

実験的に、2019年11月に宮城県高等学校社会科教育研究会地理部会例会の巡検において、広瀬川の河岸段丘の3つの段丘面（上町段丘・中町段丘・下町段丘）を空撮する実践を多くの先生方の前で披露した。参加された先生方から「ドローンを活用することで、教師がその場で空撮した動画を見せたいアングルからリアルタイムで学習者に提供することができるのは大きな利点である」との感想を頂いた。

## VI まとめ

知識・技能のない生徒たちにとって、地形図を読み取らせることは大変困難な作業である。地理総合が始まり「地理院地図」を多く活用するものの、等高線の起伏をはじめ平面的な地形図を立体視することができない生徒が多いのが現状だ。それは頭の中でイメージができないからである。地形図を立体的に見るためには鳥の目が必要だが、このドローンの導入によって鳥の目の役割、すなわち鳥瞰図的な視野が広がると期待できる。

実際に生徒たちにヒアリングしたところ、ドローンの映像によって、特に「地形」分野において想像する力がついたと答える生徒が多くいた。

以上のことから、空間的配置がわかりにくいものでも、ドローンによる視点を加えることによって、理解を促進する効果がうまれると考える。

また、ドローンの活用は「地理的な見方・考え方」をより深く身につけるための、有効的な学習方法になり得ると確信できた。

今回は主に「地理院地図」の補完的な機能の役割が主体だったが、今後は「気候」や「植生」、「土壌」の分野にもドローンの活用の幅を広げていきたい。

## <参考文献>

・井田仁康 (2000) : 『世界を巡って地理教育』, 井田仁康編, 二宮書店, 54p.