

「地理総合」で衛星画像の活用を身近に

近畿大学講師
保本 正芳

1. はじめに

人類はよりよい生活をもとめ、経済発展に力を入れた結果、大気汚染や水質汚染、森林破壊、土壌汚染、生態系の破壊などのさまざまな問題が起り、現在は、結果的に「人類が暮らしにくい環境」になっている。

経済成長著しい中国では、2013年1月に北京市内の多くの観測地点で微小粒子状物質(PM_{2.5})濃度が世界保健機関(WHO)指針値の36倍に相当する900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える深刻な大気汚染が起きた。大気汚染物質は偏西風に乗って日本にも飛来し、西日本の一部の地域では、一時的にPM_{2.5}濃度が上昇し、最大値が70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する地域もあった⁽¹⁾。

地域で起こった環境問題はその地域にとどまらず、他の地域や国にも影響を及ぼす。環境問題は、一過性のものでなく、政治・経済・社会・宗教など、その他さまざまな問題がそれぞれに関係して発生してきているため、国や地域によってとらえ方が異なる。さまざまな国で起こる環境問題を理解するには、位置と分布、場所、地域という視点をもった地理的なとらえ方が必要である⁽²⁾。

2022年4月より、高等学校での必修科目として「地理総合」、選択科目として「地理探究」が開始される。「地理総合」は、「持続可能な社会づくりを目指し、環境条件と人間の営みとの関わりに着目して現代の地理的な諸課題を考察する科目」「グローバルな視座から国際理解や国際協力の在り方を、地域的な視座から防災などの諸課題への対応を考察する科目」「地図や地理情報システム(GIS)などを用いることで、汎用的で実践的な地理的技能を習得する科目」と位置づけられている。「地理総合」の内容は大きく次の三つの項目で構成されている。

- A 地図や地理情報システムで捉える現代世界
 - B 国際理解と国際協力
 - C 持続可能な地域づくりと私たち
- 学習指導要領では、「地理総合」の内容の取扱い

として、「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」ことや「地理情報の収集・分析には、地理情報システムや情報通信ネットワークなどの活用を工夫する」ことが求められている⁽³⁾。

しかし、現行の学習指導要領において、地理歴史科共通の必修科目は世界史のみであったため、高校で地理の授業を担当する機会が少ない教員にとっては、地理的技能やGISの指導に対して抵抗があると考えられる。そのため、地理を専門としない教員が指導しやすい状況を作ることが重要である。

本稿は、「地理総合」で衛星画像をより活用しやすくするための情報を提供する。

2. 人工衛星からの地球環境観測

衛星観測は、広い範囲のデータを短時間に効率よく集めることが可能で、同じ場所を一定の周期で観測できることから、環境監視として、大気観測、陸域観測、海洋観測で活躍している。長期間に同地点を観測しているため、過去と現在の衛星画像を比較することができ、地域のさまざまな変化をとらえることができる。

衛星観測は、1972年に打ち上げられた米国の地球観測衛星 Landsat-1(ランドサット1号)から始まった。Landsat は主に陸域観測用として、災害観測や森林破壊、都市、水資源などのモニタリングに活用されている。これまで8号機まで継続的に打ち上げられ、現在も運用中である。

Landsat 衛星を管理している米国地質調査所(USGS)は、Landsat の長期間データから作成された衛星画像をもとに、地球のさまざまな場所が時間とともに変化しているようすを紹介する web サイト(Earthshots)を公開している(表1)。

このサイトでは、衛星画像の解釈のスキルを学び、画像を読み解くことができるようになる。トップページに示された地球の画像上にいくつかフラグが立

てられており、その中からユーザーが見たい場所のフラグをクリックすると、国名や地名、カテゴリ(都市や森林、水、水河、砂漠、自然災害、野生生物など)が表示され、検索ができる。選択すると、対象地域での過去から現在までの複数の画像が表示され、対象地域が時間の経過とともにどのような変化をしたのか説明されている。

ここで示した衛星画像は、デジタルカメラやスマートフォンで撮影した写真と同様の画像ではあるが、実際は三つの画像データを合成して作成されたものである。デジタルカメラは撮影対象から光を集め、撮影素子(センサ)においてデジタル変換し画像化(写真データ)される。一方、人工衛星はデータを用いた環境分析を目的としているため、複数の波長を測定したデジタルデータを取得する。

人間の目は電磁波の中の可視光とよばれる範囲の波長帯のみ認識でき、この範囲を赤緑青(RGB)の色の組み合わせでとらえている。衛星データからデジタルカメラと同様の画像を作成するために、可視光内の異なる波長で計測された三つの画像データに、RGBを割り当てて色を再現している(色合成処理)。

Earthshots では色合成された画像のみが公開されているが、別のサイト(LandsatLook Viewer)では、色合成処理前のデータ(波長ごとのデータ)も公開されており、すべて無償でダウンロードが可能である(表1)。ここでダウンロードしたデータとGISを用いることにより、Earthshotsと同様の色合成画像の作成や土地被覆の分類なども可能である。LandsatLook Viewerでは、ユーザーは興味ある領域を選び、観測日と雲量を設定することで、1972年以降の400万件を超えるデータの中から、該当するデータを検索できる。

表1 画像閲覧とダウンロードができる web サイト

サイト名	目的	URL
Earthshots	衛星画像の紹介	https://eros.usgs.gov/image-gallery/earthshots
LandsatLook Viewer	データの取得	https://landlook.usgs.gov/landlook/viewer.html

3. 事例紹介

Landsat 衛星は50年近くの観測で、「大きく成長

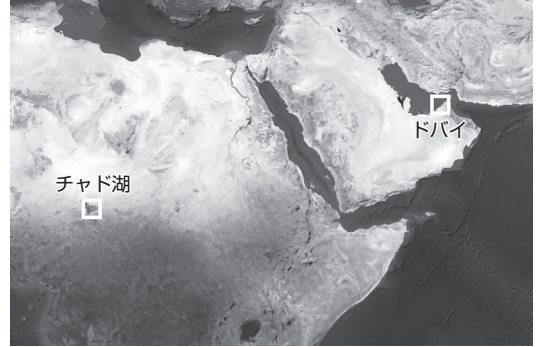


図1 紹介する地域(ドバイ首長国とチャド湖)

を遂げた地域」と「失われていく風景」の両方をとらえている。ここでは、代表的な2地点(図1の四角で示した、ドバイ首長国とチャド湖)を紹介する。

図2(a)はアラブ首長国連邦(UAE)を構成する首長国の一つのドバイ首長国のようす(上:1987年11月,中:2003年5月,下:2020年11月)を示している。

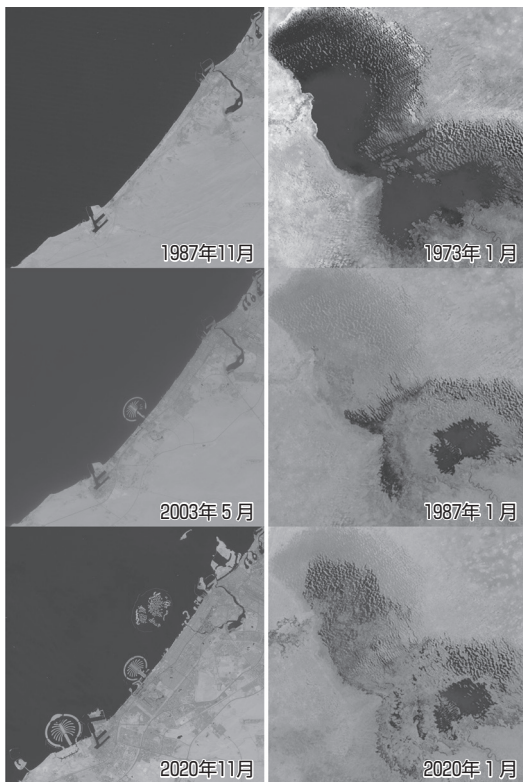
UAEは、2019年の原油生産量は世界第6位(世界生産量の12%)、確認埋蔵量は世界8位と世界有数の産油国であるが⁴⁾、その資源には限界があるため、UAEで最も人口の多い都市であるドバイは、「石油に頼らない」経済・産業基盤として、商業と観光を中心に、豪華なホテルやショッピングモール、最先端の建築物など、世界が注目する観光地として急速に発展した。衛星画像からも都市の発展(拡大)のようすが見て取れる。

2003年の画像(図2(a)中)では、中央部にPalm Jumeirah(パーム・ジュメイラ)とよばれるヤシの木(パーム・ツリー)を模した人工島が確認でき、2020年の画像(図2(a)下)では、Palm Jebel Ali(パーム・ジェベル・アリ)と、島群全体で世界地図を模したThe World(ザ・ワールド)とよばれる人工島も確認できる。過去から現在までの衛星画像を比較することで、都市の変遷を確認することができる。

図2(b)は、アフリカ大陸中央部に位置するチャド湖のようす(上:1973年1月,中:1987年1月,下:2020年1月)を示している。チャド湖は、かつて世界で6番目に大きい湖であったが、長期にわたる干ばつと水の使用量の増加により面積が大きく減少し、現在は1960年代の大きさに比べて10分の1未満になっている。その水の恩恵を受けていた多くの住民は、水不足に悩まされ、仕事を失い、その土地を離れ、

都市へ移った。都市には貧困層が増え、街がスラム化し、治安が悪化した。さらに気候変動による問題も重なり、問題は非常に複雑化している⁽⁵⁾。

衛星画像は自然環境だけでなく、人々の生活も調査することができる。環境と人々の生活の関係を考えることは、国際連合(国連)の「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)」が目指す理想の社会を理解することにもつながり、衛星画像の活用は、さまざまな問題に向き合うきっかけになると考える。



(a)ドバイ酋長国 (b)チャド湖
図2 Landsat衛星から見た地域の変化

4. おわりに

本稿では、「地理総合」での衛星画像の活用について紹介した。特にLandsat衛星は50年近くもの間、地球のようすをとらえており、これらの画像の活用で、環境変化や地域の変遷の歴史を読み取れる。

近年は、テクノロジーの進化とともに、観測データの品質と種類も向上している。欧州のSentinel-2(センチネル2号)衛星は、Landsat衛星より高解

像度(地域をより詳細に見ることができる)となっており、データの無償ダウンロードも可能である(<https://landlook.usgs.gov/sentinel2/viewer.html>)。

我々が社会で遭遇する問題には、ジグソーパズル型とルービックキューブ型の2種類がある。ジグソーパズル型は、課題と解決が1対1で表され、単純な論理性のみで解決できる比較的簡単な問題である。

一方、チャド湖を例にして示した問題は、ルービックキューブ型の問題といえ、さまざまな要素が複雑に絡み合い、原因を一つに特定することが困難な問題である。問題の構造を理解し、ルービックキューブのようにすべての面がそろっている状態を考え、問題を解決していく能力が必要となるため、解決することが非常に難しい問題である⁽⁶⁾。

衛星はつねに宇宙から「地球の状態」を見ており、継続して取得された衛星画像を見ることで、地球上の変化を一目で把握できる。人間の脳は視覚処理に優れており、画像の特徴をもとに、写し出されたものの意味や内容を瞬時に理解できるので、画像と文字を併用する情報伝達の方が学習(理解)しやすい。生徒達がSDGsを理解する一助として、ぜひ衛星画像を活用してもらいたい。

【参考文献】

- (1) M. Yasumoto and S. Mukai 「Ground and satellite-based measurements of aerosols during heavy haze events」 NAIS Journal, vol. 9, pp.40-44, 2014
- (2) 保本正芳『Society5.0のキャリアを考える』noa出版, 2020
- (3) 文部科学省『高等学校学習指導要領解説 地理歴史編』
- (4) 日本船用工業会 日本船舶技術研究協会「中東地域(GCC諸国)の現状とオフショア事業の将来展望に関する調査」
- (5) 箕裕介『持続可能な地域のつくり方-未来を育む「人と経済の生態系」のデザイン』英治出版, 2019
- (6) 中土井僚『人と組織の問題を劇的に解決するU理論入門』PHP研究所, 2014