

革新的地理教材としての Google Earth*

牧野一成**

"Google Earth" as Innovative Teaching Materials of Geography

Kazunari MAKINO

1. はじめに

地理情報のデジタル化は、アメリカ・カナダで先行し、1960年代後半には日本でも導入された。1974年には国土に関する各種事業計画策定のための基礎資料として、国土数値情報の整備が開始された。コンピュータの進歩とともに、地図や各種の地理情報に関するデジタル情報が蓄積されるようになってきた。

国土数値情報など、当初整備が進んだデジタル化された地理情報は、公的機関の行政資料としての性格が強く、一般市民が利用するには、価格面のハードルのみならず、様々な制約も多かった。

1993年以降、パソコンで手軽に扱うことの出来る「数値地図」や「FD マップ」が販売されるようになり、これらのデジタル情報を利用するためのソフトウェアも提供されるようになった。当初、行政機関や一部の研究者に限定されていたデジタル化された地理情報は、興味関心とパソコンさえあれば誰でも使える一般的なものとなった。

地理情報システム (GIS) 関係のソフトウェアも、当初は高価なものばかりで、一部の専門家のためのツールという感があったが、近年は低価格の GIS ソフトも数多くみられるようになった。地理教育のための GIS ソフト、例えば、東京書籍から出された、「Green Map」シリーズなどはその一つである。これらのソフトウェアは、授業時に活用した場合など、学生の関心を大きく引き寄せる効果があった。しかし、安価になったとは言え、1万円を越える価格であったために、広く普及するものではなかった。

このような中、地理教材としても無限の可能性を秘めた革新的なソフトウェアが登場した。これが "Google Earth" である。社会の大きな変革に繋がる

のではないかと話題を集めている Google 社の各種サービスの中でも、昨今の注目度は極めて高い。"Google Earth" は、地域によって解像度は異なるものの、世界中の衛星画像を手軽に閲覧できるソフトである。Google 社は、2005年6月にこのソフトウェアの提供を始めた。その後も、ソフトウェア自体のバージョンアップのみならず、高解像度の衛星画像が提供される地域が増え、地点に関する様々な情報が付加されるなど、日々進化している感がある。当初は英語版であったため、ある地点についての付加情報を与えようとした場合、日本語では不具合を生じることがあった。2006年9月からは日本語に対応したバージョンが提供されており、地理教材として活用する際の利便性が大幅に向上した。

基本バージョンに加え、いくつかの機能が追加された "Google Earth Plus" や商業利用も可能な "Google Earth Pro" など、有料版もある。しかし、この "Google Earth" が革新的である理由の最大のポイントは価格である。ある水準以上のパソコンのスペックや高速のインターネット回線など、快適に使用するためには満たさなければならない条件はあるものの、爆発的な普及の鍵は、ソフトウェアおよびデータ (衛星画像) が無料で使用できる点にある。

本稿では "Google Earth" 無料版をベースに記述している。

2. Google Earth の特徴と教材としての利点

地理教材としての Google Earth を従来のものと比較した場合、どのような点が優れているのかをまとめてみたい。

2. 1 容易な操作性, 丸い地球の認識

Google Map においても同様であったが、画面をドラッグすることで、現在表示している画像の隣接部分を簡単に表示することができる。スケールの変

* 原稿受付 平成 18 年 10 月 31 日

** 佐世保工業高等専門学校 一般科目

更にはマウスホイールを利用することで、意のままに操ることができる。これらの操作は画面右上に表れるナビゲーション・コントロールによっても容易に操作が可能である。

地球全体を表示させた状態から、地球をドラッグし、回転させてみることで、地球が丸いことを感覚的に理解できるはずである。応用的な問題として、佐世保からロサンゼルスはどの方向にあるかを考えてみると面白い。

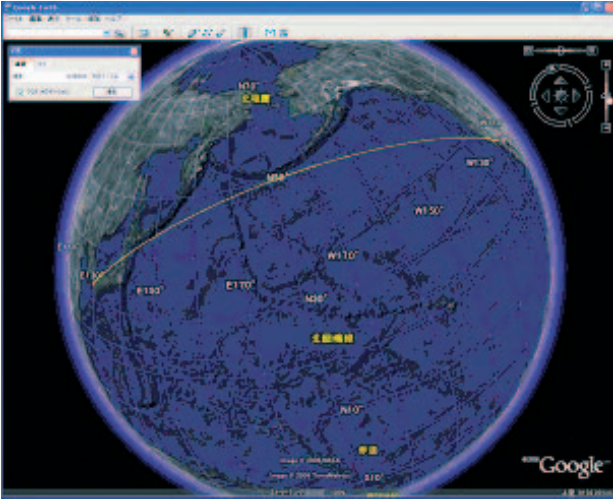


図1 佐世保から見たロサンゼルスの方向と距離

Google Earth では、距離を計測する機能が付属している。ツールバーの「定規」アイコンをクリックすると距離を表示する小ウィンドウが開く。任意の2点をクリックすると、それらの点を結んだ線とその2点間の距離が表示される。大縮尺の表示では、その線は直線に見えるが、地球全体が表示されるくらいの小縮尺表示では、2点を結ぶ線が曲線となる場合がある。

図1は佐世保とロサンゼルスをつなげた線を示している。ほぼ同様な緯度のある2地点であるが、ロサンゼルスは佐世保からみて、東にあるのではなく、北東方向、すなわち秋田や青森方面の延長上に位置することがわかる。ちょうど中間地点にあたる経度180度付近では、北緯50度付近を通り、アリューシャン列島をかすめることになる。ちなみに佐世保ーロサンゼルス間の距離が約9720Kmであることも表示される。

最短距離が湾曲する事例があることは、仮にメルカトル図法的な世界認識しか持っていない学生が

居たとすれば、大いに戸惑うところである。このように遊び感覚の操作で、地球が丸いことの認識を深めることができるはずである。

2.2 自由な画面操作、周辺地域との比較

画面のドラッグによる隣接部分の表示やスケールの自在な変更が容易なのは、前節で述べたとおりである。これにより、ある特定の地域を詳細に見ること、周辺部を含めた広範な地域を概観することが簡単に切り替えるられる。

地理の教科書には、ある事柄を説明するため、写真を掲載されることがある。もちろん、写真には説明が加えられ、執筆者が学習者に何を伝えたいか、明確な記載があることが一般的である。

例えば、現代の農産物の流通について記述してある教科書（帝国書院：新詳地理B最新版）の該当ページには、「ポートエレベーターでの小麦の積み出し（アメリカ合衆国、ルイジアナ州）」との説明とともに、ミシシッピ河畔に建設された大型の穀物倉庫、穀物を輸送する船、両者を結ぶ運搬施設、穀物倉庫に繋がる鉄道などが撮された写真が掲載されている。地理写真としては素晴らしい写真である。ただ残念なのは、その写真が映し出した範囲しかわからないことである。

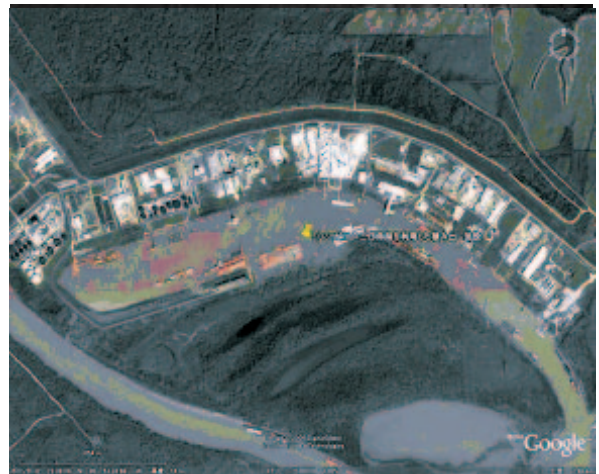


図2 ミシシッピ川の旧河道に立地した積み出し施設

これに対し、Google Earthでは該当地点のみならず、周辺地域を様々なスケールで即座に観察することが出来る。積み出し施設の周辺地域には農業地帯が広がり、鉄道および道路によって繋がっていること。河川を航行する貨物船がどの程度存在するのか、

革新的地理教材としてのGoogle Earth

周辺にはどの程度の街が存在しているのかなど、言語によって与えられる説明だけでなく、自ら考えることによって、その地域の特徴を理解することが可能になる。

図2はミシシッピ川の旧河道部分に立地した複合的な積み出し施設である。河川に沿って周辺地域を観察すると、例えば図3に見られるように、大型のコンテナを十数個連結し、これをタグボートらしき船で、輸送している画像が見つかる。図2の施設群はミシシッピ州に位置し、この川の下流域にあたるが、さらに上流部のセントルイスや、1000km以上も上流側にあたるセントポール、ミネアポリス付近においても河川輸送用の大型コンテナが数多く見られた。



図3 ミシシッピ川を航行するコンテナとタグボート

以上のことから、ミシシッピ川沿岸諸都市にとっては、この川を大動脈とした内陸水路輸送が大変重要であることが推定できる。

次に周辺地域と比較することによって、該当地域の自然的条件がよくわかる事例を示す。



図4 ニューオーリンズ市街地と周辺の低湿地

ニューオーリンズはミシシッピ川の河口付近の三角州上に立地する都市である。2005年夏、この都市は大型のハリケーン・カトリーナによって壊滅的な被害を受け、陸上面積の8割が水没した。このように甚大な被害を被ったのは、誘因となったハリケーンの規模もさることながら、この都市の自然条件、すなわち、もともと低湿な土地に立地していたという素因が大きく影響している。

ビル群や住宅地が整然と並ぶ市街地だけをみると、そこがどのような自然条件であるか理解しにくくなっている。しかし、Google Earthでこの都市をみる場合には、ニューオーリンズ市街地からやや離れた周辺地域も容易に観察が出来る。中心部からズームアウトし、周辺地域を眺めていくと、この一帯は低湿な土地であることが読み取れる。経済活動や生活の場として、都市的な土地利用がなされている所と、そうでないところが明瞭に区分できる。特に市街地東部から南部にかけて、農業を行うのも難しそうな、沼沢地が広がっている。

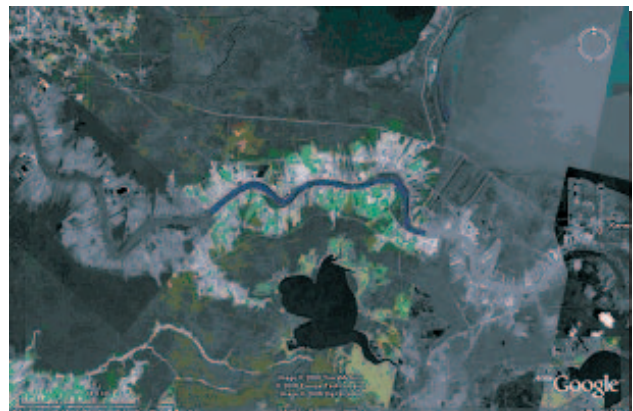


図5 ニューオーリンズ市街地西部の自然堤防

ニューオーリンズ周辺、特にミシシッピ川上流部にあたる西側の地域を見ていきたい。図5の範囲がその地域である。

図5の中央部にミシシッピ川が位置しているが、その河道から南北2~4Km程度の範囲は耕作地となっており、さらにその外側は積極的な土地利用がなされていない。画像からは、河道に近い部分が砂地の、やや微高地からなる自然堤防、その外側が極めて低湿な後背湿地となっていることが読み取れる。

この範囲より東の下流側にあたるニューオーリンズ市街地も、基本的にはこの自然堤防と後背湿地

の組み合わせが連続しているものと考えられる。ニューオーリンズ市街地も古くから都市化されたところは、微高地である自然堤防上であろうが、新しく市街化された地域の中には、後背湿地の部分も相当含まれていたと考えられる。特にこの地域で、浸水被害が拡大したのではないだろうか。

このような、浸水被害と土地条件の関わりに関する考察は、ある程度は地形学の基礎知識を借りたものであるが、肝心な部分は Google Earth による画像の判読から得られたものである。

以上、アメリカ合衆国のミシシッピ川流域を材料にして、2つのテーマについて事例を挙げた。Google Earth を使って、様々なテーマに関して考えさせる材料は、地球全体を眺めれば、限りはなさそうである。Google Earth は、地理教材の宝庫と言って構わないだろう。

2. 3 画像上での計測

Google Earth が提供する衛星画像の解像度は、地域によって大きな違いがある。都市部や特徴のある地域を中心に高解像度の画像が提供されており、地理教材とは切り離して考えても、様々な場面での活用が期待されている。

Google Earth の高解像度と画像上の長さを測定する機能を活用して、パナマ運河の特性を明らかにしてみたい。



図6 パナマ運河を通過するコンテナ船

パナマ運河は南北アメリカ大陸を繋ぐパナマ地峡を開削し、太平洋とカリブ海を結ぶ運河である。標高の高い部分を越える必要があるため、水位を上げて船を通過させる閘門式運河となっている。この閘門が存在するために、パナマ運河を通行できる船舶の大きさが限定されている。

図6はパナマ運河を通過しようとしているコンテナ船である。Google Earth の画像上の長さを計測する機能によって、この船の大きさを計測すると、幅約32m、長さ約290mである。閘門と閘門の間隔は、この図で約320mであるので、まだ若干余裕がありそうである。これに対し、幅は画像を見て分かる通り、寸分の隙間も無いほどである。

資料によれば、パナマ運河を通過する船舶のサイズは、船幅32.3m以下、水深で12m以下に制限されているとのこと。パナマ運河を通過できる船の最大のサイズはパナマックスサイズと呼ばれている。

Google Earth の衛星画像から計測した船幅とパナマックスサイズの32.3mを比較すると、よく合致している。したがって、Google Earth 上での長さの計測値は十分信頼に足る精度であると言える。

参考までに、スエズ運河も Google Earth でチェックしたところ、運河の基本構造が大きく異なり、幅は約300mあった。スエズ運河は、その構造が船舶の規格を限定することは無さそうである。

アメリカ合衆国中西部あたりでは、タウンシップ制と呼ばれた土地の測量・分割方式によって、東西南北に直行する道路や、方形状の農場がよく見られる。この方形状の地割りがどのような単位でなされているか、Google Earth の長さ測定法で、試してみると面白い。すると、ホームステッド法に代表される、開拓民が自らの開墾によって、土地を得てきた歴史とこの地域の景観とのつながりが見えてくる。

図7はアメリカ合衆国中西部の典型的なタウンシップ制による土地の地割りが見られる地域である。この範囲の南部には地下水を井戸でくみ上げ、回転するスプリンクラーによって灌漑するセンターピボットも見えている。この場所でセンターピボットの数は少ないが、他地域のさらにセンターピボッ

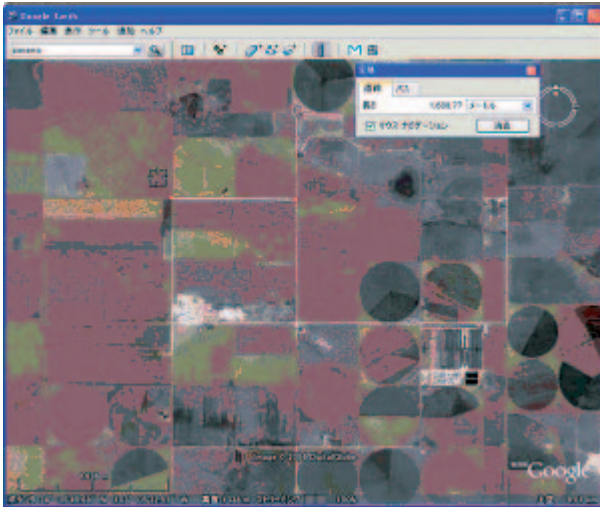


図7 タウンシップ制による地割りと
センターピボット

ト密度の高いところであっても、その大きさ（規格）には一定の規則性があることがわかる。

図7の画面で特徴的な格子状地割りの1辺の長さを計測してみた。これによると約1608mで、ちょうど1マイルであることがわかる。ここに見られる1マイル平方の方形地割りの一つがセクションと呼ばれる単位である。さらにこのセクションを東西南北に2分割、計4分割にしたものがクォーターと呼ばれる単位である。

開拓民が5年間定住して開墾にあたった場合に、連邦政府から160エーカー（約65ha）の公有地を無償で獲得できる制度が、ホームステッド法（1862年成立）である。教科書にあるこのような記載では、160エーカーと言われてもなかなかピンと来ないが、Google Earthで見るとこのクォーターがそれにあたると気づけば、わかりやすい。センターピボットの規格もこのクォーターに対応したものが多く、これより上の規格となれば、回転半径が2倍、面積が4倍のセクションに対応したものとなる。

ここで、紹介したものは、教科書をはじめ他の教材とGoogle Earthを関連づけて活用することにより、より深い理解に繋がる事例である。

2. 4 標高の表示

Google Earthでは、画面下部にいくつかの情報が表示される。それはカーソルが位置している地点の緯度・経度、標高、さらには視点の高さなどが表示

される。

緯度・経度の位置情報に関しては、信頼性は高いと考えてよい。これに対し、標高はどのようにしてデータ化されたものかわかりづらい。したがって、標高値をもとにした厳密な議論は避けるべきかと思う。それでも、ある程度の誤差を織り込んだ上で、興味深いことが言えるのは、次の事例である。

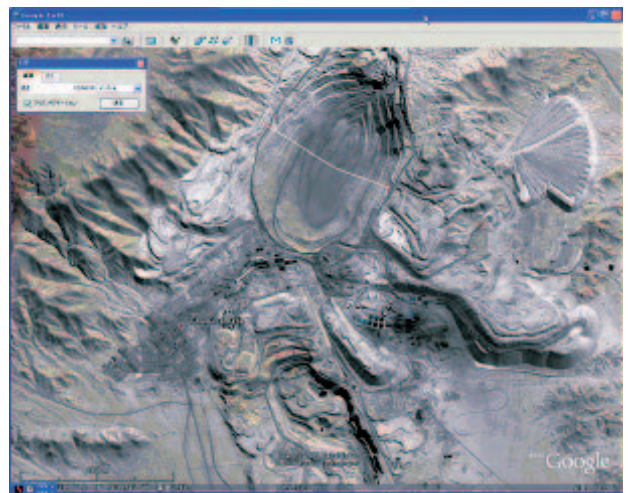


図8 チリ・チュキカマタの銅鉱山

南米アンデス山脈には、銅をはじめ各種の鉱山が分布している。教科書等の資料には、これらの鉱山の写真が掲載されている場合も一部ある。しかし、これらの鉱山がどの程度の規模でどんな形態なのか、一般的にはあまり伝えられていない。海外における大規模な鉱山開発の場合、露天掘りの事例が多い。最大級の銅鉱山、チリのチュキカマタ鉱山を例にその規模や形態、また鉱山に付随して、どのような集落が形成されているのを見てみたい。

図8がGoogle Earthの衛星画像でみたチュキカマタ鉱山である。画像中央上部の楕円形をした部分が、露天掘りによって掘り進められた穴の部分である。2.3で紹介した衛星画像上での長さの計測を行った。その結果、露天掘り部分の長軸は約4Km、短軸が約2.5Kmであった。

次に穴の深さの推定である。露天掘りの穴の縁の北東部付近で標高約3000m、穴の中心付近の最奥部と思われるあたりで、標高約2250mであった。ある程度の誤差を見積もるにしても、その標高差約700m以上である。また、衛星画像を見ると、螺旋状の道が斜面を巻きながら次第に地下深部に達し、

採掘のための重機が数台稼働している様子、また大型トラックが鉱石を積んで移動している状況などが手に取るように読み取れる。露天掘り鉱山の中を走っているトラックは、決して大きくは見えないが、実際に長さの計測機能を使って計ってみると、それ自体も大変大きい（長さ約13m、幅約9m）ことがわかる。

さらに、露天掘り鉱山の周辺には、掘り出した鉱石の残滓を堆積させた人工的な丘陵が幾何学模様を織りなしている様子、この銅鉱山で働く人々およびその家族が住む集落の規模、周辺の他都市とはどの程度隔絶しているのかなどが理解できる。

3. 地理教材として活用するために

これまで、事例として挙げたものは、「これは面白いかもしれない」と思ったことのほんの一部である。アメリカ合衆国のある程度豊かな地域における住宅には、プール付きの住宅割合が高く、豊かさを示す一つの使用になるのではないかなど、興味深い見方はいくらでもできる。

また、Google Earthの機能についても、ごく一部しか紹介できていない。立体的な表示、各種のレイヤーを活用した利用法、環境変化をみるために過去の衛星画像と対比して見る方法、気象衛星の画像など、他の機関から提供されるデータを組み合わせる方法、登録した地点を順次移動するツアー機能など、地理教育の現場で活用できる魅力的な機能が、このGoogle Earthには満載されている。

これらの活用法は別稿に譲るとして、最後に一つ地理教材として活用するために必要なことを挙げておきたい。

Google Earthではユーザが好きな場所を適当な名称を付けて登録することができる。ユーザが登録するデータには、単に名称だけでなく、詳しい説明を付加することも可能である。もちろん、登録したデータは、kml、あるいはkmz形式のファイルとして保存することが出来る。例えば、著者は、ラジオで放送される気象通報の各観測地点を放送順に登録し、ツアー機能を利用したことがある。一般教養講座や、教員向け研修の際、各地点の位置と順番を覚えるための教材として活用した。手軽に出来、ユニークな教材となった。このように、Google Earthで

地理教材として面白い地点を系統的に整理・登録し、保存したファイルをWeb上で提供すれば、地理・地図に興味を持つ学生のための発展的な自習課題として活用出来る。



図9 Google Earthへお気に入り地点の登録例

この数カ月を見るだけでも、Google Earthは着実に進化を続けている。本稿が刊行される時点では、既に陳腐化している情報があるかもしれない。

とは言え、この無料で提供されるソフトウェアとデータが、地理教育の可能性をさらに大きく広げてくれる方向にあるのは間違いない。Google Earthを活用した地理教材の開発にあたっては、教員一人の努力ではなく、賛同者を募り、連携を図って作業を進めていくことが、今後必要であろう。

参考文献

- 1) グーグルアース徹底研究会 [編], Google Earth 完全ガイド 自分で作る世界地図, 青春出版社, P. 95, 2006
- 2) 牧野一成, 地形図判読の発展的教材開発(1)―空間認識能力を養うための立体地図画像の活用―, 佐世保工業高等専門学校研究報告, 第42号, pp.59-64.