

# ブロードバンド時代の地球探訪 —3D 地球儀 WorldWind の紹介—

三 浦 均

〈武蔵野美術大学映像学科 〒187-8505 東京都小平市小川町 1-736〉

e-mail: muller@musabi.ac.jp

NASA で開発された WorldWind について紹介する。WorldWind は Landsat などの画像データと SRTM の高度データを組み合わせ、地球表面の任意の場所を高解像度で表示するソフトウェアである。操作が容易で教育への活用が期待できる。

## 1. はじめに

はるか上空の衛星から見下ろすカリフォルニア半島。ズームイン。西海岸の都市。ひときわ大きい街ロスアンジェルス。再びズームイン。ロスの街並み。街を行く車、通りを歩く人の影がくっきりと浮かび上がる—こんなハリウッドの SF 映画に描かれるようなシステムが現実にある、と聞いても、おそらく人はさほど驚かないかもしれない。軍事衛星ならそれぐらいの技術はもっているだろう—。

しかし、そのシステムがフリーソフトウェアを PC にインストールするだけで手に入るとしたら？ しかも、操作に特別高度な知識は必要なく、複雑な利用規定にも縛られずに、誰でも自由に使えるソフトウェアであるとしたら？ WorldWind はまさにそのようなソフトウェアである。

WorldWind は、NASA Ames Research Center からリリースされている<sup>1)</sup>。Landsat を中心とした衛星画像の豊富なデータベースにアクセスできるソフトウェアである。データベースの主要内容は、地球表面のほぼすべての場所を高解像度で網羅した衛星画像である。インターフェースは直感的でわかりやすい。

興味深く、わかりやすい—このことから、教育

方面をはじめとする多くの人に利用される可能性をもっていると考え、筆者はたまたまこのソフトウェアの存在を知った一ユーザーにすぎないが、日本ではまだあまり存在が知られていないようなので、この場を借りて紹介したい。

## 2. Landsat 衛星について

Landsat は地球資源探査衛星として NASA が 1975 年に 1 号機を打ち上げて以降、現在まで 7 機が運用されている<sup>2),3)</sup>。最も新しい 7 号機 (Landsat-7) は 1999 年に打ち上げられ、地上高度 705 km、公転周期 98 分、回帰日数 16 日で周回する。地表面からの太陽反射光・地上放射を可視光から赤外領域で検出する光学センサーを搭載している。Landsat-7 の場合、センサーの空間分解能は 30 m (バンド 8 は 15 m) である。これまでの運用により、膨大なデータが蓄積され、アーカイブが公開されている。

## 3. WorldWind について

WorldWind は、これらの過去の資産を誰でも扱いやすい簡単なインターフェースで提供する点において優れたソフトウェアである。

WorldWind は NASA Ames Research Center で開発されている。2005 年 1 月末現在の最新バー

ジョンは 1.2e である。本稿はバージョン 1.2d を元に紹介している。1.2 は 2004 年 8 月にリリースされている。その後も機能拡張やバグフィックスを重ね、現在も開発が続いている。開発者には Chris Maxwell, Randy Kim, Tom Gaskins, Jessica Gan また、プロジェクトマネージャーとして Patrick Hogan といった人たちの名前が挙がっている。

現在は Windows 版のみだが、MAC OSX や Linux への移植も視野に入れている。著作権はあくまで NASA にあるが、ソフト本体はパブリックドメインのオープンソースであり、得られた画像もパブリックドメイン扱い、とのことだ<sup>4)</sup>。より詳しくは配布ファイルに含まれる releacenotes.txt と licence.txt に記述がある。WorldWind が参照しているデータベースは FAQ に一覧がある<sup>4)</sup>。データは 20TB に及ぶという。この膨大なデータのローカルコピーをもつことは現実的ではないだろう。WorldWind は要求のあった地図領域上のデータを送信する方式をとっている。データは DDS 形式（画像フォーマットの一つ）で圧縮され、ローカル PC にキャッシュされる。そのため一度訪れた場所は比較的表示が速い。以下では、動作環境、導入の手順、基本操作、そして何が可能かを順に見ていく。

### 3-1 動作環境

WorldWind は 2005 年 1 月現在、WindowsXP および 2000 版のみがリリースされている。また、オンラインでデータを要求するので、インターネット回線に接続していることも必須である。PC は Pentium3 1 GHz 以上、メモリー 256 MB 以上、Disk スペース 2 GB 以上が推奨されている。筆者のモバイル用のノートパソコン（Panasonic CF-W2, Centrino 900 MHz, メモリー 512 MB+64 kbps PHS カード）でも多少ごちないが動作している。ADSL や家庭用光ファイバーなら十分動作するだろう。このソフトはグラフィックアクセレレーションの機能を使っている。あま

り古い PC だとグラフィック機能が追いつかない可能性がある。配布元では、目安として過去 2 年以内ぐらいに購入したかどうか、としている。

### 3-2 導入手順—インストール方法

インストーラがついてくるのでインストールは簡単である。まず参考 URL 1) の WEB サイトから download のリンク項目をたどり、ダウンロードのアイコンをクリックする。ZIP 形式で圧縮されたファイルで、バージョン 1.2e の場合、サイズは約 168 MB。展開すると setup.exe がフォルダにできる。それを起動し、インストーラの指示に従えばインストールは完了する。DirectX の環境がないとそのインストールも要求されるので指示に従う。

### 3-3 基本的な操作

WorldWind はネットワークにつながっている環境で使用する。通常の Windows アプリケーションと同様、スタート→プログラム→NASA→WorldWindv1.2→WorldWind で起動する。

起動するとシンプルな地球儀のようなモデルを表示したウィンドウが立ち上がる（図 1）。正面は経度 0 の線。

- 視点移動

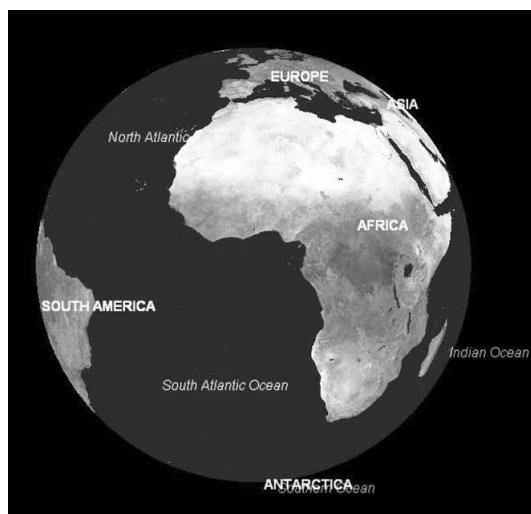


図 1

マウスの左クリックは、見たいポイントを画面中央にセットする。左クリックしたままドラッグすると、視点を移動できる。地球儀を転がすような感覚だ。右クリックしたままドラッグすると、傾きが変わる。この操作はズームインした後で重要になるだろう。俯瞰する角度を調節できるからだ。

●ズーム操作

ズームイン・ズームアウトの操作はホイールマウスの場合、ホイールに割り当てられている。二つボタンマウスの場合、左右を同時にクリックしたままドラッグする。キーボードショートカットは **HOME** と **END** である。基本操作はたったこれだけである。

どこでも好きな場所を選んで、ズームインしていくと、高解像度の衛星写真が画面に現れる。初めて体験すると、思わず声をあげそうになる。飛行機に乗って景色を見たときのような気分に近いだろうか。

ズームを続けていくと赤い枠が現れるのに気づく。その枠内に、解像度の高い鮮明な画像が送られてくる。しばらく見ているとこの赤い枠は、時々移動しているのがわかる。現在見ている視野の周辺を自動的に巡回し、詳細データを呼び出し、表示するようである。実は、最初に現れる広視野のデータは **Landsat** のものではなく、**Blue-Marble** という衛星のデータを使用している。**Blue-Marble** は地球全体をカバーする解像度 1 km の自然色データをもっている<sup>5)</sup>。WorldWind はカメラの視野角によって、参照するデータベースを切り替えているわけだ。

また、ズームインしていくにつれ英語で詳細な地名が現れる。地名の表示は **LayerManager** という左上のアイコンメニューを開くと調整できる。メニューに **Placename** という項目があり、そこで表示のオン・オフやレベルの設定ができる。

そのほかにさまざまな操作や設定ができる。スナップショット画像が欲しい場合は **File**→**Save**

**Screen Shot** でビットマップデータが保存できる。英語での地名検索、経緯度線の表示のオン・オフなど、必要と思われる機能は十分に用意されている。

キー操作の図解一覧が **Help**→**KeyChart** (または右上メニューの **keychart** アイコン)にあるので参考にされたい。隠し機能として [コントロール+D] で画面左上に詳細情報がテキスト表示されることを追記しておく。

●ホームポジションの設定

**WorldWind** を使い始めるとすぐにいろんな場所を訪ねてみたくなる。ところが、なにかのはずみで、その前に訪ねた場所に強制的に引き戻されてしまうことがある。筆者もはじめこの現象には閉口し、バグではないかと思った。実際はそうではなく、これは、最後に左クリックした場所をソフトが記憶していて、そこをホームポジションとみなすためだ。見たい場所を決め、ある程度近づいたら、その都度左クリックしてホームポジションを更新しておくこの現象は防げる。

## 4. みどころ紹介

さて、どこを見てなにを感じるかは全くの自由である。ここでは、いくつかの例を図版とともに紹介したい。

●ベネチア (図2)

アドリア海のラグーナ (イタリア語で干潟) に異民族に追われた人々が中世の頃より土台を築き造り上げた、宝石のような街。拡大すると、この海洋帝国の表玄関であるサンマルコ広場や大運河にかかる唯一の大橋であるリアルト橋も写っている。

●ピラミッド (図3)

およその経緯度 29.98N, 31.13E. カイロの南西約 15 km に立ち並ぶギザの王家の墓。中央に、**Nazlat as Samman** という村の名前とともに、クフ王、カフラー王、メンカウラー王の三のピラミッドが見える。カイロの表記はアラビア語のカ



図 2



図 3

ヒーラ (al Qahirah) になっている。

- バリンジャー隕石孔 (図 4)  
アリゾナ州フェニックスの北方約 200 km に、

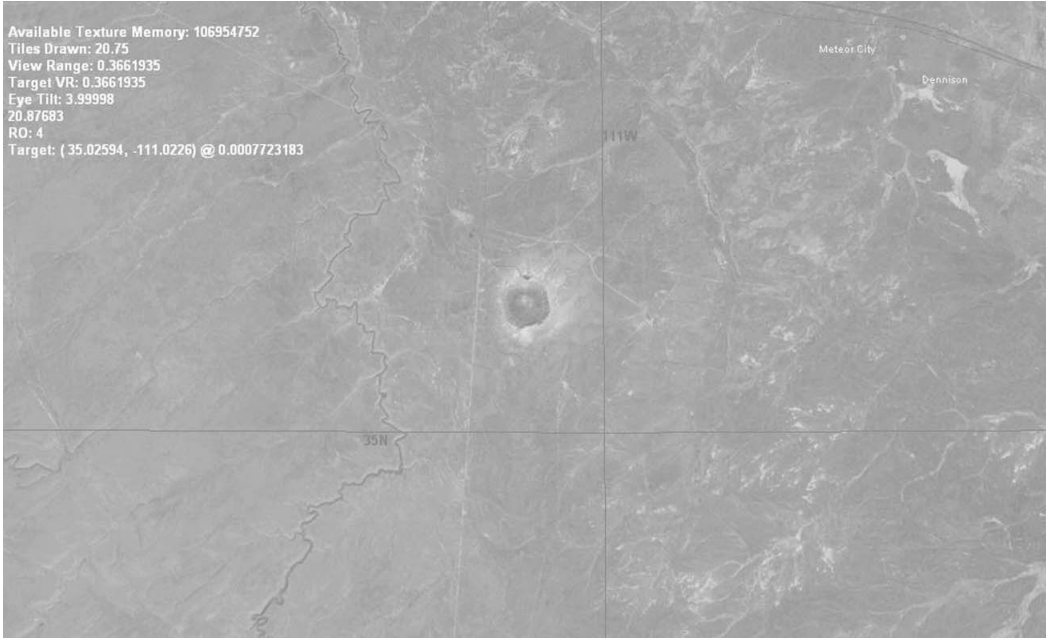


図 4

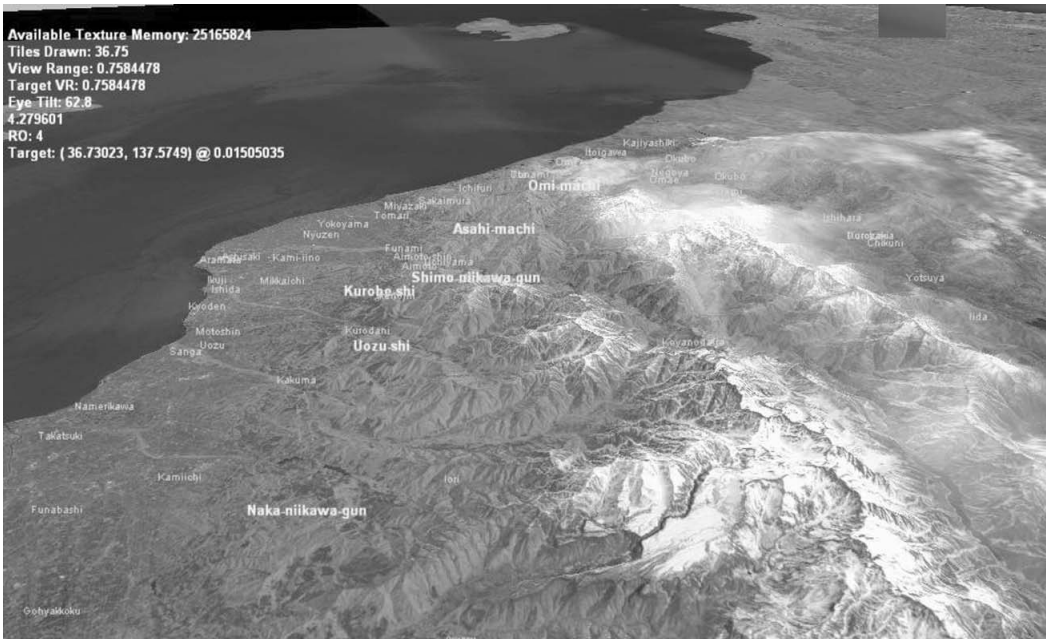


図 5

フラグスタッフという町がある。ローウエル天文台のあることでも有名な町だ。そこから南東に砂

漠地帯を 30 km ほど、111W と 35N の線が交差するあたりにある。直径約 1.2 km。

● 解像度について

Landsat の解像度は 30 m (バンドにより 15 m) というのだが、日本の街中の道路などは幅が広くないと識別しづらい。建物も意外にもややして識別が難しいことがある。一方で砂漠地帯の道路などはよく見える。水蒸気の影響だろうか。実際に使って見ると、はっきり見えるか見えないかは 50-100 m 程度の大きさが目安か、と感じた。それぐらいの大きさのもので地球になにがあるか、と想像をめぐらすのも楽しい。ナスカの地上絵と万里の長城を探してみたが、まだ見えていない。ハワイ島のすばる望遠鏡は見えるだろうか。これらは読者のお楽しみにしておこう。

● 標高データ

WorldWind は標高データももっているの、山や溪谷などを立体的に眺めることもできる。Landsat には標高データはない。これは 2000 年のスペースシャトルミッション、SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) で得られたデータと組み合わせることで実現している<sup>6)</sup>。

操作上は、ハイブリッドデータであることは全く意識する必要はなく、右ドラッグで俯角を調整するだけである。

図 5 は岐阜県上空あたりから黒部溪谷の方向を見ている。画面上部に佐渡島が見える。標高データは標準設定だと高さ方向が 2 倍に強調されている。設定はメニューの View→vertical exaggeration で変更できる。図は 1 倍、つまり強調なしの状態を表示した。

### 5. さらに高解像度へ

さて、WorldWind は Landsat と SRTM の標高データ表示だけにとどまらない。以下では LayerManager を使いこなしてより精細な情報を取り出せることを紹介する。

LayerManager は左上のアイコンから開く。LayerManager は、その名のとおり、各種データの表示をオン・オフする。たとえば、Blue Marble のデータは 2,048×1,024 の粗い解像度のものと、1 km の解像度のものがあり、両方 ON になって

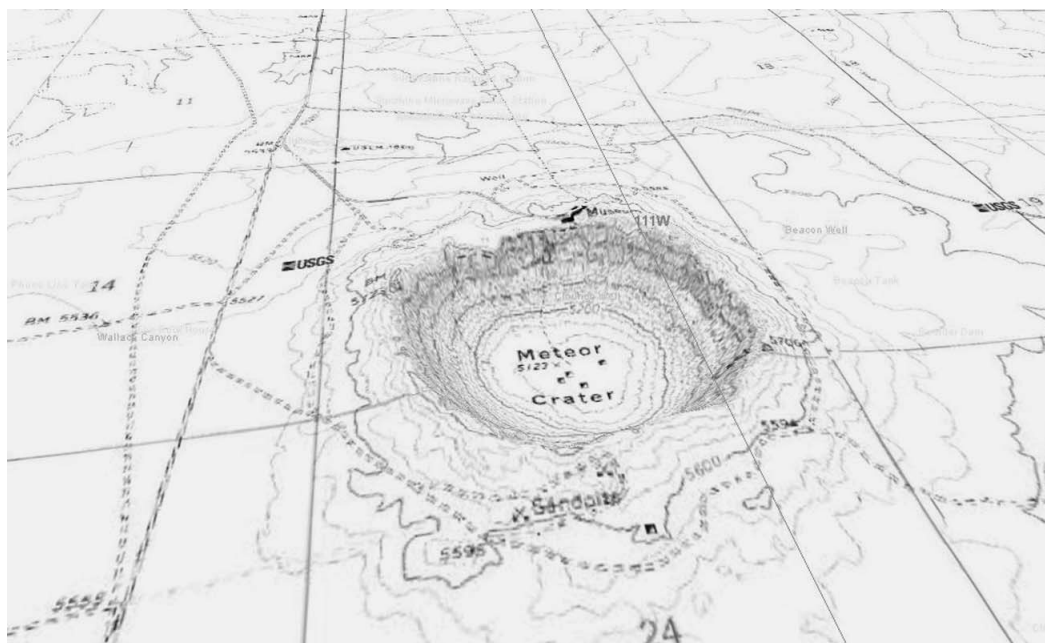


図 6

いる。高解像度画像を主に使用するなら、中間解像度にあたる 1 km のものはオフにしておく、若干動作が軽くなるように感じる。

LayerManager→Images→High-Resolution Terrain Mapped Imagery の設定では、十分ズームインしたときに、どのデータを表示するかの制御・選択ができる。Landsat のバンドの切り替え、および、USGS (U.S. Geological Survey, アメリカ地質調査所) のデータに切り替えることができる。USGS のデータには Digital Ortho-Quadrangles, Raster Graphics (Topo Maps), Urban AreaOrtho-Imagery の 3 種類が用意されている。

図 6 は、Raster Graphics (Topo Maps) を選択してバリンジャー隕石孔の地形地図を表示した様子である。レイヤーの透明度を独立に調整する機能があると重ね合わせができてさらにすばらしいのだが、残念ながらその機能は見当たらないようだ。

USGS Digital Ortho-Quadrangles を選ぶと、さらに解像度の高い画像が手に入る。USA 本土周

辺に限定されるようだ。これを選ぶと、たとえば、先のバリンジャー隕石孔の横にあるミュージアムショップもはっきりと識別できる。

図 7 はニューヨークのマンハッタン島周辺、ハドソン川を航行する船舶や道路を走る車、摩天楼とその影などが不気味なほどくっきりと写っている。図 8 はそのすぐ南にあるリバティ島の自由の女神像である。地上に落ちた黒いシルエットがその形を浮かび上がらせている。

Urban AreaOrtho-Imagery はさらにすごい。書き出しの思わせぶりな文章は誇張の過ぎた単なる修辞ではない。カラーの高解像度で、道を行く車の姿が 1 台ずつはっきり捕らえられ、車種まで見当がつく。海岸を歩く人の影も識別できる。ここに図版を掲載するのはためらわれるので、ご自分の目で確かめていただきたい。

ただ、このデータはアメリカの大都市に限られ、サンフランシスコやロスアンゼルスなどのデータはあるが、なぜかニューヨークはない、など、網羅的ではない。



図 7



図 8

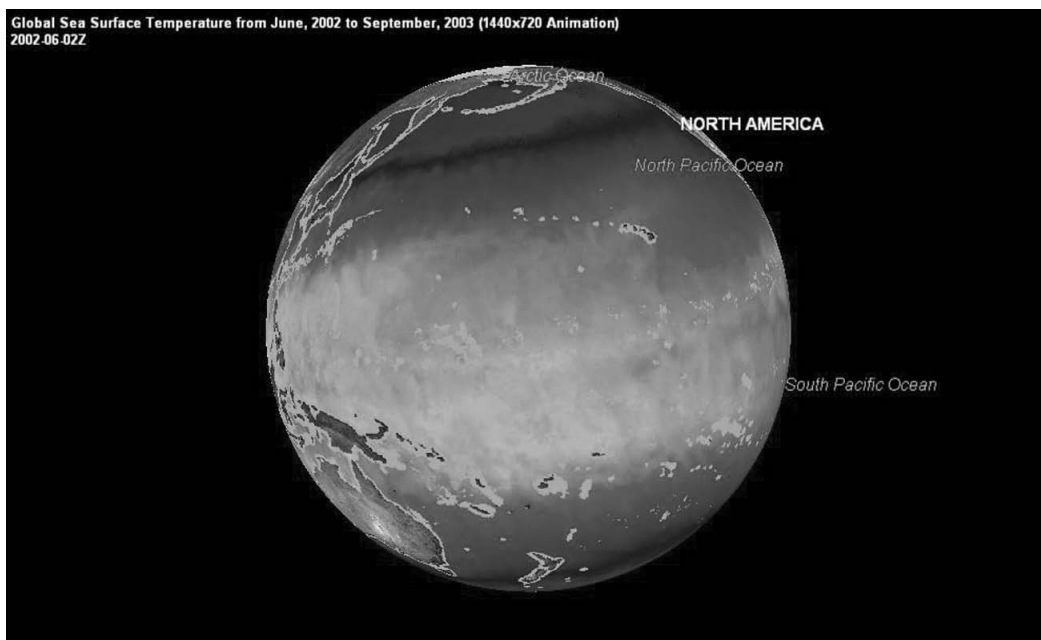


図 9

すこし脱線する。USGS の関連サイト<sup>7)</sup>を見ると、データは随時追加されているようである。本

稿の目的から外れるので詳述しないが、USGS でも独自のブラウザを開発し、データ公開を行って



いるようだ。この USGS の WEB サイト 8) の ImageGallery を見ると、不思議な地形や雲がカルマン渦を描いている衛星写真など興味深い素材がたくさんある。

## 6. グローバル現象の表示装置としての WorldWind

WorldWind の機能は、地理情報、地形情報などがわかる衛星写真の表示以外に、地球規模の気温、海水温、降水などのデータを表示する機能がある。過去に起こったオーロラやハリケーンなどのイベントをアニメーションで表示する機能もある。AnimationManager (1.2e では SVS というアイコン) をクリックすると、再生可能なリスト一覧が表示される。興味に応じて再生するといろいろなことがわかる。図 9 は 2002 年 6 月から 2003 年 9 月の海水温変化を表示したスナップショットである。環境問題や自然現象、自然災害について理解を深める装置にもなるのである。

## 7. 教育ソフトとしての活用

以上紹介してきたように、WorldWind は宇宙から地上を眺める視点を手軽に提供してくれる。特別な装置や知識は必要ない。インターネット回線とありふれた PC があれば動作する。しかもインターフェースは簡単である。地球儀の上で、見たい場所をポイントし、ズームしていけばよい。好奇心旺盛な子供にも、じっくりマニュアルを読む時間のない大人にも扱えるだろう。優れたソフトウェアであると思う。WEB ブラウザーが世の中に登場したときもそうだが、操作が簡単で、人の好奇心を刺激するソフトウェアというのは、瞬く間に世の中に受け入れられる。

このソフトはさまざまな応用が考えられる。とりわけ教育の分野に大きなインパクトをもたらす可能性を秘めているのではないだろうか。以下でそのことについて考えを展開してみる。

### • 社会/地理/歴史/環境

Landsat の解像度では、比較的大きな建造物、たとえば、競技場、工場、大学、農地、空港や港などはすぐにわかる。ランドマークや遺跡を探したりすれば歴史の授業にも使えるだろう。東ローマ帝国の首都、コンスタンチノーブルの陥落の戦いを語りながら、現在、イスタンブールと呼ばれるようになったその街の金角湾やトプカピ宮殿の衛星画像を眺める、といった具合に。河川や山、渓谷も立体的に自由に眺められる。その周辺に広がる都市の発達の様子、文明の広がりも浮かび上がる。世界的に巨大淡水湖が縮小する現象が報じられているがそのような湖の現状—完全なリアルタイムではないにしても—を実感をもって観察できる。海水温の表示を重ねると、寒流・暖流の分布も地図で見るとよりずっと実感をもって観察することができるだろう。

### • 身近な土地

グローバルなテーマだけに限らない。地図で眺めていても意識にのぼらないような施設が、衛星写真では目立つこともある。自分になじみの深い場所、職場や住居の近くなどを眺めていると、おや、と思える大きな構造が見える。改めて手元の地図と照らし合わせてみると、そこに浄水設備があったり、公園があったりと、身近なところにも発見がある。人の住むところ、水をたくみに配給する水路が多いことにも気づかされる。

### • 自然景観/自然史

山脈や火山、渓谷、クレーター、氷河など自然の地形もちろん観察できる。グレートバリアリーフ周辺では、海の色が珊瑚で色づいている様子がはっきり見える。先にバリンジャー隕石孔を紹介したが、ほかに世界中に分布するインパクトクレータを探すのも楽しいだろう。また、試しに三宅島を見ると、噴煙の 3 次元構造まではわからないが、それが風に乗って流れている様子が写っている。Landsat-7 の運用時期 (1999-) を考えると 2000 年以降の一連の噴火のスナップかと思わ

れる。

• 英語

地名については参照しているデータベースが英語であるため、日本やアジアの地名も含めてすべて英語表記である。日本語圏の住人としては見づらい、ということもあるかもしれないが、逆に地名の英語表記がわかってそれもまた楽しい。

## 8. 最後 に

地球のさまざまな場所を自由にかげめぐれたら、少年時代、誰もがそのような夢を描いたのではないだろうか。

21世紀、比較的豊かな地域に住む多くの人にとって、海外に出かけることはもはや珍しくはなくなった。しかし、旅には制約や危険がある。実際に出かけるには時間やお金や体力など、さまざまな制約が伴う。「地球は狭くなった」と言われる。けれども、いまだ、極地や高山地帯など人を寄せつけない、人間にとって極限的場所も存在する。また、交通機関—この場合たいていは飛行機—の速度に由来する移動時間も無視できない。アフリカの大地を見て、1分後にマンハッタン島を見下ろす、ということは現在の移動手段では不可能だ。WorldWindを使うと、そのような現実の制約に縛られずに地球の自然、人類の築いてきた都市の景観・建造物をじっくり観察できる。地上数百kmの視点からの数十mの解像度で眺める視点を多くの人に提供する、たいへん有意義なソフトウェアであると思う。

現実の旅は身体性を抜きには語れない。眼で見、耳で聞き、鼻で匂いをかぎ、舌で味わい、身体を使って意思をもってそこにたどり着く。

その本物に代わるものではないが、ブロードバンド時代の3次元地球儀・地図としてさまざまな使い道が考えられる。

これは地球という惑星を探訪する一つの装置である、と思う。図書館が人類公共の資産であるよ

うに、データベースもまたそのような公共的役割を担っていくのだろう。多くの人に活用され、思考や想像力が刺激されることを願う。

本稿はWorldWindというソフトウェアをユーザーの立場から紹介することを主眼に置いた。1.2d以降で追加された機能については十分紹介しきれなかったが、今後機会があれば改めて紹介したいと思う。リモートセンシングが専門の方やLandsatの運用に関わってこられた方など関係者から見ると思わぬ誤解もあるかもしれない。ご指示とともに寛恕を乞う次第である。

最後に、昨年ニューヨーク訪問の折にWorldWindを紹介して下さったAMNH（アメリカ自然史博物館）のCarter Emmartさん、記事を書くにあたってアドバイスをいただいた国立天文台の縣秀彦さんに感謝します。

• 補遺：本稿執筆時の最新版は1.2eであった。その後改訂がすすみ、2005年3月29日に1.3.1がリリースされている。洗練されたインターフェース、近時の火山噴火や洪水などの自然災害スポットを表示・解説するRapidFireMODISという機能等、ひとつのメディアとも呼べるソフトへ育ちつつあるが、基本機能はほぼ本文に紹介した通りである。

## 参考 URL

- 1) <http://worldwind.arc.nasa.gov/>
- 2) <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>
- 3) <http://www.eoc.jaxa.jp/satellite/satdata/landsat-j.html>
- 4) [http://www.worldwindcentral.com/wiki/World-Wind\\_FAQ](http://www.worldwindcentral.com/wiki/World-Wind_FAQ)
- 5) <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/BlueMarble/>
- 6) <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
- 7) <http://seamless.usgs.gov/>
- 8) <http://edc.usgs.gov/>