

論文 (Original article)

Google Earth を用いた野生生物観測データの地図化

平川 浩文^{1)*}

要旨

野生生物観測データの効率的な把握や共有、公開のために、データを3次元のオンラインデジタル地図 Google Earth 上で地図化する技術を、デジタル地図制御用のコンピュータ言語 KML を用いて開発した。この技術は、Microsoft 社のソフト、エクセルを用いたデータ処理システムの一部として開発され、エクセルのデータ処理を自動化するマクロの形で実現している。開発されたマクロにより KML ファイル5種類が作成される。作成された KML ファイルは現在、北海道野生生物観測ネットワークの推進に利用されている。開発した技術の中で、Google Earth の3次元地図空間内にデータ図を作成する手法は独自性が高いと思われる。この手法により、各地点で得られた多数のデータを地点ごとにまとめて表示することが可能になり、地点情報の総合的な把握が容易になった。この手法を「地点総合地図化」と名づけた。この手法は今後幅広い分野で応用可能と思われるので、その技術の要点について紹介した。開発した技術の一部は次のウェブサイトで見学データの公開に利用されている。<http://cse.ffi.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>

キーワード：Google Earth, KML, データ地図化, 地点総合地図化, 自動撮影, 北海道野生生物観測ネットワーク

1. はじめに

野生生物観測で得られたデータを、3次元のオンラインデジタル地図 Google Earth 上で地図化する技術を開発した。野生生物観測は森林総研北海道支所が北海道森林管理局や北海道内の大学と連携して実施しているもので、開発された観測データの地図化技術は、観測データの効率的な把握、観測結果の共有と公開のために利用され、いまや野生生物観測の推進のために不可欠の道具となっている(平川 2014)。

Google Earth を用いたデータの地図化は、この事例にとどまらず、自然環境分野など地理情報を扱う幅広い分野においてデータの把握・共有・公開のためにきわめて有用であると思われる。実際、すでにその利用は各分野で進められている(例えば、Patterson 2007, 村尾・笹木 2007, 斎藤ら 2007, 田中・平藤 2009, 小林 2010, 栗田 2010, Blenkinsop 2012)が、その潜在的な有用性に比べて実際の利用はまだ限定的と思われる。その背景には、Google Earth の利用に関する基礎知識・背景知識の不足に加えて、その有用性に対する理解の不足や初心者に必要な包括的な手引の不足がある。さらに、同一地点に多数の情報を同時に表現するのが難しいという、地図上でのデータ表現に関わる一般的な制約(田中・平藤 2009)も関係していると考えられる。

本論文では、Google Earth を利用したデータ地図化

を検討する人のために、必要と思われる基礎および関連情報を整理して紹介し、さらに、具体事例として、今回開発した野生生物観測データ地図化技術の概要を紹介したい。なかでも特に、Google Earth の3次元地図空間内にデータ図を作成する手法は、地図におけるデータ表現の幅を広げるもので、将来多くの分野で利用される可能性があると思われるので、その要点について解説する。なお、開発した技術はすでに関連のウェブサイトで見学結果の公開に利用されているので、適宜参照されたい(平川 2014)。

2. Google Earth および KML に関する基礎および関連情報

まず、Google Earth を用いたデータの地図化に必要な、Google Earth およびその制御言語である KML に関する基礎及び関連情報を紹介したい。

2.1 基礎情報

Google Earth はインターネットで利用できる3次元のデジタル地図であり、それを利用するためのアプリケーションの名称でもある。どちらも Google 社から無料で提供されている。オンラインのコンピュータでこのアプリケーションを起動すると、視点を自由に動かしながら、地球表面(の衛星画像)を立体的に眺めることができる。

原稿受付：平成 25 年 12 月 27 日 原稿受理：平成 26 年 10 月 15 日

1) 森林総合研究所北海道支所森林生物研究グループ

* 森林総合研究所北海道支所森林生物研究グループ 〒062-8516 札幌市豊平区羊ヶ丘7番地

KML はコンピュータ言語で、オンラインで使えるデジタル地図 (Google Maps, Google Earth など) を制御するためのものである。この言語でコードを記述したファイルを作成することにより、例えば、Google Earth の地図をある視点で眺めたり、ある地点に記号や文字を表示させたりすることができる。

この言語は、誕生当初「Keyhole Markup Language」と呼ばれていたが、現在では、その略語 (頭字語) だった KML が正式名称となっている (OGC 2014)。Keyhole は、Google Earth の前身に当たるアプリケーションの名称で、2004 年に Google 社がこれを開発した Keyhole 社を買収したことで Google Earth が誕生した。

KML はマークアップ言語の一つで、テキスト形式で記述できる (Fig. 1)。マークアップ言語は、テキストで表現されたさまざまな情報の断片を、それぞれの性格に従って分類・階層化し、階層ごとにその性格を示す標識を付ける形の構造をとる (Fig. 1)。標識はタグと呼ばれ、「<」と「>」の記号の間にその内容が記述される。標識の対象となる階層はその前後をタグで挟む形で示される。後ろのタグには「<」の後にさらに「/」を付ける。

KML で記述されたファイルには kml という拡張子が付けられ、KML ファイルと呼ばれる。また、KML ファイルを zip 方式で圧縮したファイルには kmz という拡張子が付けられ、KML ファイルと同等の機能を持つ (Google 2014a)。

Google Earth がインストールされたコンピュータで KML ファイルを開くと、Google Earth が起動してその内容を読み、その記述にしたがって Google Earth の画面内に地図表示が行われる。Google-Earth-plugin がインストールされたコンピュータでは、ブラウザの画面内に Google Earth の地図画面を表示することが可能で、その中で KML ファイルに基づく表示も可能になる。Google-Earth-plugin も Google 社から無料で提供されている。

ウェブページ内に Google Earth の地図画面を埋め込んだり、その画面内に KML ファイルによる表示を行わせるための技術は、Google Earth API と呼ばれる (Google 2014e)。API とは Application Programming Interface の略で、一般に、あるアプリケーション (ここでは Google-Earth-plugin) を別のアプリケーション (ここではブラウザ) から利用するための手続きのことを指す。Google Earth API は JavaScript を利用している。JavaScript もコンピュータ言語の一種で、ブラウザにページを表示するための HTML ファイル内にこの言語による記述を挿入することで、HTML だけでは実現できない動的表示 (すなわち、状況や操作などに応じて内容を変化させる表示) が可能となる。HTML (hyper text markup language) もコンピュータ言語で、HTML ファイルを開くと、ブラウザがその内容を読み、その記述にしたがって表示が行われる。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2" xmlns:KML="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <open>1</open>
  <name>図 1. KML ファイルの記述例</name>
  <LookAt> // 記号を狙って視点を設定する例: 経度、緯度、地面からの高さ、視線の方位、傾き、視点からの距離
    <longitude>141.3908</longitude>
    <latitude>42.9967</latitude>
    <altitude>0</altitude>
    <heading>0</heading>
    <tilt>0</tilt>
    <range>1000</range>
  </LookAt>
  <Placemark>
    <name>森林総合研究所 北海道支所</name>
    <Style>
      <IconStyle> // 記号の指定
        <Icon><href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-pushpin.png</href></Icon>
        <color>ffffffff</color>
        <scale>1.0</scale>
      </IconStyle>
      <LabelStyle> // ラベルの指定
        <color>ffffffff</color>
        <scale>0.7</scale>
      </LabelStyle>
    </Style>
    <Point> // 記号の位置 (経度、緯度、地面からの高さ) の指定
      <coordinates>141.3908, 42.9967, 0</coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</Document>
</kml>
```

Fig. 1. KML ファイルのコード記述例

上の記述を文字コード UTF-8 で拡張子 kml をつけて保存して、ダブルクリックすると Google Earth 地図の指定地点に記号と文字を表示できる。

KML file example code.

If the code above is saved in a UTF-8 text file with the extension ".kml" and double-clicked, a labelled symbol will be displayed at a designated location in Google Earth.

2.2 関連情報

オンラインで地球の立体地図を表示するアプリケーションは earth browser (あるいは geobrowser) と呼ばれることがある。earth browser には、Google Earth 以外にも NASA WorldWind など複数あり、KML ファイルによる表示が原則可能であるとされる (Google 2014b)。

Google Earth は Mac OS や Windows といったコンピュータ OS で、また Google-Earth-plugin はこれらの OS 上で動くウェブブラウザ (Internet Explorer, Firefox, Safari, Opera, Google Chrome など) で利用できる。ただし、Windows 上の Safari では Google-Earth-plugin がサポートされていないなどの例外が一部にある。

Google Earth 地図の利用は、アメリカ合衆国における著作権関連概念の一つ「フェアユース (正当な利用)」の範囲内であれば、ライセンスに基づく許諾を得る必要はない (Google 2014c, d)。また、KML に関する技術情報は Google 社のウェブサイト提供されており、KML ファイルの作成および配布に特に制約はない (Google 2014a)。なお、KML2.2 版は 2007 年に Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC) という団体の規格に登録され、OGC KML となった。OGC は地理情報システムのオープンソース化を目指す団体で、KML は国際規格となり、その公共性が保証されることになった (OGC 2014)。

3. 野生生物観測に関する基礎情報

野生生物観測とは、野生生物の生息状況を定期的に把握することであり、野生生物の保全や管理のための情報基盤をつくるためのものである。

3.1 北海道で進めている野生生物観測

森林総合研究所北海道支所は、北海道森林管理局や道内の大学と共同で野生生物観測を進めており、これを「北海道野生生物観測ネットワーク」と呼んでいる。2014 年の時点で国有林 6 機関、4 大学が参加しており、道内 16 地点で年 1 回、あるいは春と秋の 2 回観測が行われている。参加機関は、それぞれ主体的に観測を実施し、そのデータを処理する。観測データは各参加機関が個別に管理し、自ら活用するほか、森林総研北海道支所がデータを共有・集中管理し、広域的に活用を図るという枠組みで運営されている。観測もデータ処理も北海道支所が開発した技術を用いて行われている。

観測には自動撮影が用いられている。1 観測では、最低 6 台の自動撮影装置を、原則として互いに 500 m 以上の距離において林道脇の立ち木に設置し、林道を通過する中大型哺乳類を検知して撮影する。1 回の観測期間は 2 週間から 4 週間である。

3.2 観測データの概要

観測データは Microsoft 社のソフト、エクセルを用いて整理されている。

観測データは大別して次のような内容・項目から成る。

- 1) 観測に関するデータ (観測点の地名、観測期間、実施機関名、装置の機種名・設定内容、設置地点の経緯度など)
- 2) 作業記録 (装置の準備・設置・中間チェック・回収など)
- 3) 撮影データ (各撮影地点において得られた写真の撮影時刻と内容)

3.3 観測データ処理の概要

観測データの処理は次の手順で行われる。

- 1) データ書式の作成
- 2) データの入力
- 3) データ処理の実行

この結果、観測データファイルが完成する。これらはすべてマクロを利用して行われる。マクロとは、エクセルのデータ処理を自動化する機能で、そのコードの記述は VBA (Visual Basic for Applications) というコンピュータ言語で行われる。上記の手順 3.3-1) と 3.3-3) はほぼ完全に自動化され、手順 3.3-2) ではマクロの補助により必要最小限のキー操作でデータ入力が可能となっている。これらのマクロはすべて一つのエクセルファイルに格納されており、利用時にはこのファイルを開いた上で、メニューから必要なマクロを選択して実行する。

KML ファイルの作成は、上記の手順 3.3-3) の最後、あるいはその終了後に行われる。データ処理全体の詳細については、別途報告したい。

4. 地図化技術開発の目的

地図化技術開発は次の目的のために行った。

- 1) 撮影地点の経緯度データのチェック
- 2) 撮影地点の配置の把握・適正化
- 3) 観測結果の把握・活用
- 4) 観測参加機関相互の情報共有
- 5) 観測結果の公開

この内、当初、項目 4-4) の「観測参加機関相互の情報共有」を目的として開発された技術は、その後、参加機関の理解を得て項目 4-5) の「観測結果の公開」に利用された。このため、現在、観測結果の公開が情報共有の機能も大部分兼ねる形になっている。

5. 開発技術の概要

5.1 KML ファイルの作成方法

KML ファイルはエクセルのマクロを利用して作成する。作成は次の二つの基本手順からなる。

- 1) 観測データファイルからデータを読み、エクセルのシート上に KML によるコード記述を展開。
- 2) この記述をテキストファイルに書き出して、kml という拡張子を付けて保存。

これで KML ファイルが完成するが、現状ではこのあとにもう一つ、手順が必要である。エクセルのマクロで作成されるファイルは文字コードが Shift JIS であり、そのままでは Google Earth 上で日本語が正しく表示されないためである。

- 3) 作成した KML ファイルの文字コードを Shift JIS から UTF-8 に変換。

5.2 作成した KML ファイルの種類

作成した KML ファイルの種類は以下の 5 つである。

- 1) 撮影地点 kml
- 2) 個別観測 kml
- 3) 観測点まとめ kml
- 4) 観測点まとめ複合 kml
- 5) 種別年別多地点 kml

それぞれに対応するマクロはすべて、データ処理用のエクセルファイル内にまとめて格納されている。

5.3 各 KML ファイルの表示内容・利用目的・機能

1) 撮影地点 kml

1 回の観測で複数配置される自動撮影装置の設置地点(以下、撮影地点)を地図上に記号と番号で表示する。撮影地点の経緯度データのチェック、撮影地点の配置の把握・適正化のために使用される。

2) 個別観測 kml

1 回の観測結果を撮影地点別に表示する (Fig. 2)。初期画面では地点記号のみ表示されるが、Google Earth 画面左のサイドバーに表示される動物名のチェックボックスをチェックすると、その動物の撮影頻度が撮影地点ごとに円記号の大きさと数値で表示される。同じ要領で各撮影地点の稼働時間や地点番号も表示できる。画面上部にはタイトル(地名・観測期間・担当者)が表示される。本ファイルでは、観測された鳥獣全種の結果が表示される。

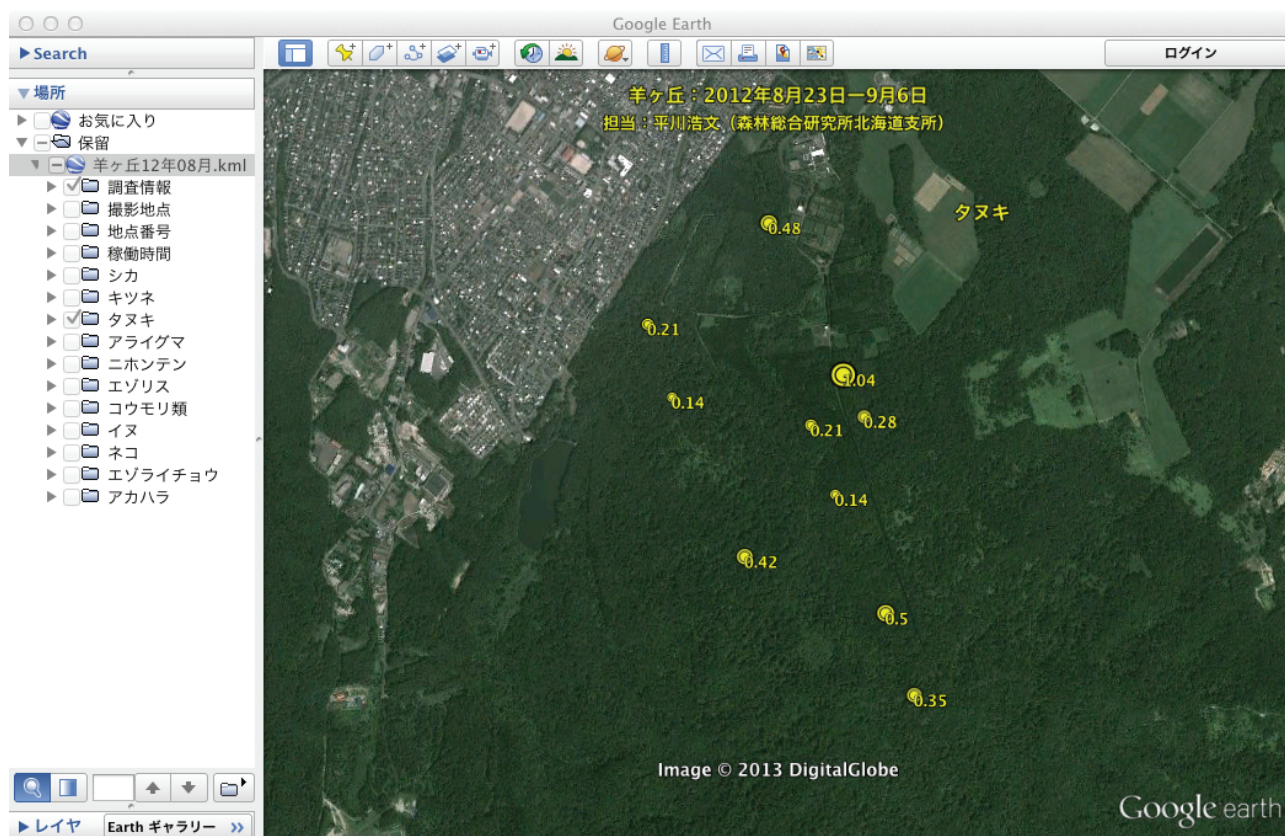


Fig. 2. 個別観測 kml のデスクトップ Google Earth への表示例

羊ヶ丘(札幌市)で2012年8月から9月にかけて行われた観測結果で、タヌキの表示を選択したところ。撮影頻度が撮影地点別に円記号の大きさと数値で表示される。

Example of a single-survey kml displayed in Google Earth on the desktop.

A photo capture rate for the tanuki (Japanese raccoon dog) is displayed above. The data value is indicated by the symbol size and label for each camera trap point. Other species can be selected for display in the side bar. The data above was obtained during a survey conducted at Hitsujigaoka (Sapporo), from August to September 2012.

3) 観測点まとめ kml

観測結果の公開に利用されるファイルの一つで、1 観測点における複数回にわたる観測結果を一つの図にして観測地点に表示する (Fig. 3)。この図を「観測点まとめ図」と呼ぶ。図では、データ項目ごとに 1 数値に集約された個別観測の結果が、観測の年・時期別に行列に配置され、記号の大きさと数字で表現される。本ファイルでは、哺乳類の観測結果のみ表示される。

観測点まとめ図は Google Earth 地図の該当地点に表示されるが、図内の記号の位置は地図上の位置としての意味を持たない。この KML ファイルでは KML が図化の道具として用いられていて、その作成には特殊な技法を要し、今回の技術開発の中でも特筆すべきものと考えるので、その手法の要点について「Google Earth 地図の 3 次元空間内にデータ図を作成する手法」の項

で紹介する。

「観測点まとめ kml」には図を表示する以外の機能も付加している。図を介さずに観測点を斜め上空から俯瞰したり、遠望して北海道における観測点の位置を確認したり、観測点を周回飛行しながら眺めたりする機能である。これらの機能を利用することで、観測点の置かれた状況（広域的な位置、観測点とその周辺の地形・土地利用状況など）を容易に把握することができる。また、図を眺めるための元の位置に視点を戻す機能もある。Google Earth 画面のサイドバーにある、それぞれの項目名（「鳥瞰」「遠望」「周回」「定位置」）をダブルクリックすることで、これらの機能を利用できる。この他、背景となる写真画像のため図が見にくい場合に備えて、図の背後に暗幕を表示する機能もあり、同じ要領で利用できる。

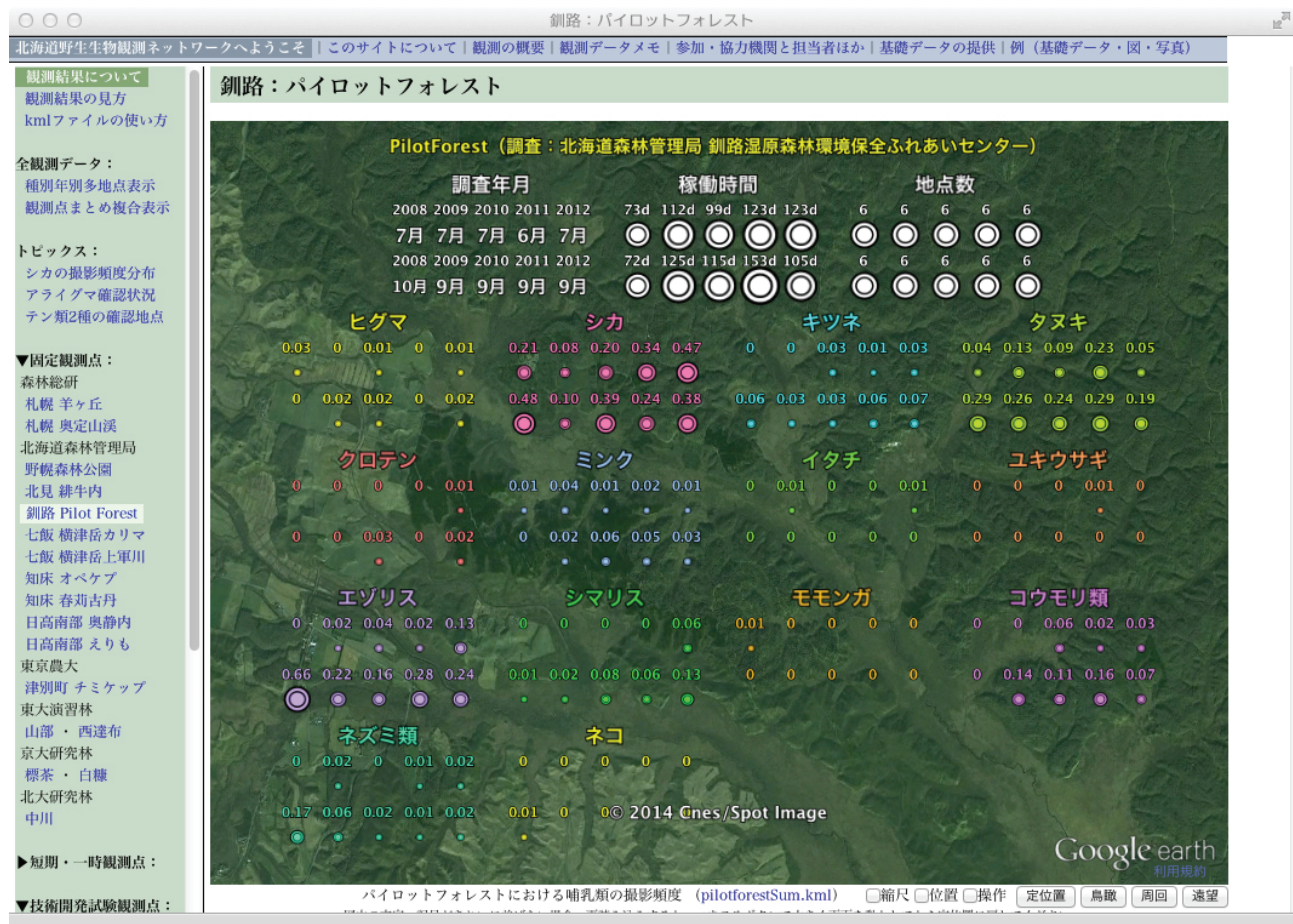


Fig. 3. 観測点まとめ kml のウェブページ内 Google Earth への表示例

鉦路のパイロットフォレストにおける観測結果（5 年間、年 2 回）が表示されている。全部で 14 種群の記録がある。図右下のボタン（定位置、鳥瞰、周回、遠望）でさまざまな形で観測対象域を眺めることができる。

Example of a site-comprehensive kml displayed in Google Earth on the webpage.

This chart displays the results of surveys conducted biannually over five years at a forest in Kushiro. Fourteen species (or species-groups) have been recorded in total. Four buttons, found below the embedded Google Earth on the right-hand side, are for "Reset", "Birds' Eye", "FlyAround", and "FarAbove". These provide different views of the site.

4) 観測点まとめ複合 kml

複数の観測点における観測点まとめ図を一つの KML ファイルでまとめて表示できるようにしたもので、初期画面ではすべての観測点を含む範囲（北海道全域）が表示される (Fig. 4)。Google Earth 画面のサイドバーに表示された各観測点名をダブルクリックすることで、視点が移動してその観測点のまとめ図を表示できる。

本ファイルは複数の観測点まとめ kml から必要なコードを抽出して束ねる形で構成されているが、機能が一つ追加されている。視点が自動的に移動して各観測点まとめ図を順次表示する機能で、サイドバーに表示される「巡回表示」の項目をダブルクリックすることで、これを実行できる。

5) 種別年別多地点 kml

複数の観測点における観測結果を、データ項目別・年別に各観測点に表示する (Fig. 5)。ファイルを開くと、すべての観測点を含む範囲（北海道全域）が表示され、その視点のまま使用する。初期画面では、各観測点の位置と地名が表示される他、北海道全域を囲むように、動物種名と数字二桁の組合せが表示される。これは、記録がある種とその年（西暦年の下二桁）の組み合わせを示している。ここで、Google Earth 画面のサイドバーにある動物名のチェックボックスをチェックすると、その種が出現した各観測点にその撮影頻度が円記号の大きさと数値で表示される。さらに、動物名横の三角記号をクリックして展開すると、記録のある年が表示されるので、同じ要領で年横のチェックボックスのオンオフで年別の表示も可能である。本ファイルでは哺乳類に加えて、出現頻度の高い6種の鳥の結果も表示される。

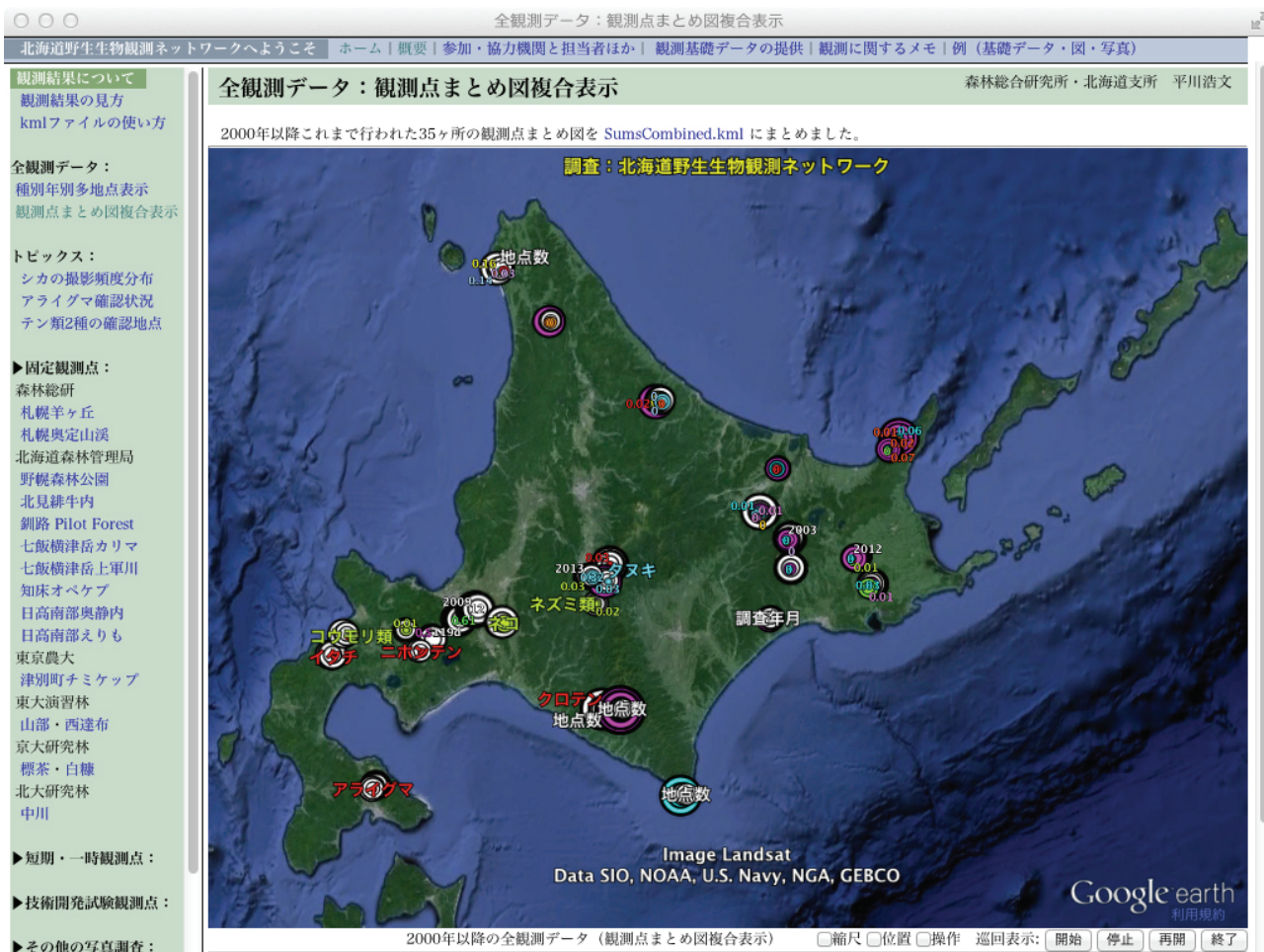


Fig. 4. 観測点まとめ図複合表示 kml のウェブページ内 Google Earth への表示例

2000 年から 2012 年までに行われた全道 35 ケ所の観測結果が表示されている。図右下のボタンを利用すると各観測点の観測点まとめ図を巡回表示できる。

Example of a site-comprehensive composite kml displayed in Google Earth on the webpage.

Surveys results are shown for 35 sites in Hokkaido, from 2000 to 2012. The buttons on the bottom right-hand-side, below the Google Earth display, link to individual sites, where site-comprehensive data charts can be accessed.

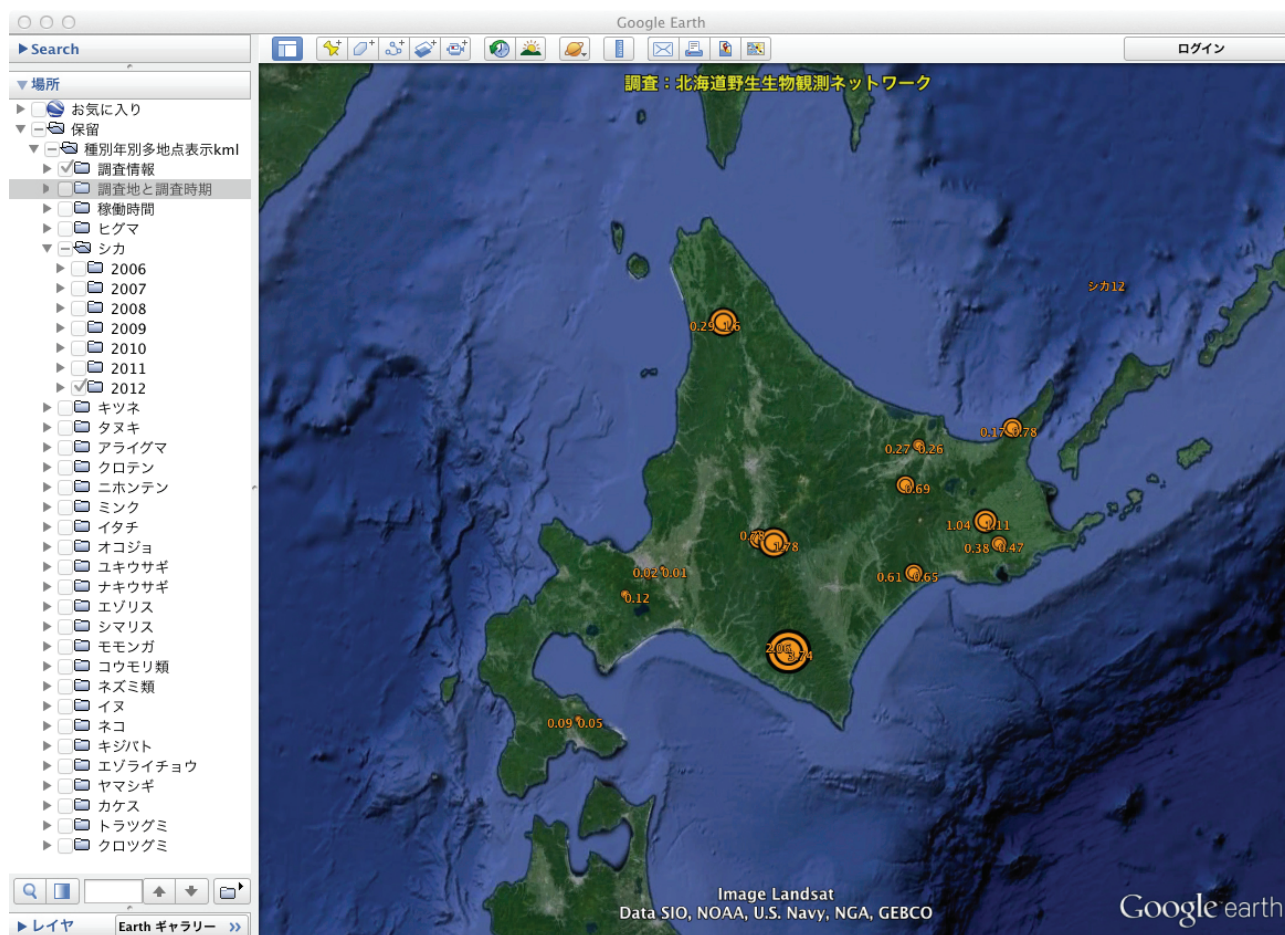


Fig. 5. 種別年別多地点表示 kml のデスクトップ Google Earth への表示例

サイドパネルのチェックボックスのオン・オフで表示するデータ項目を選択できる。2012 年のシカの撮影頻度の表示が選択されている。

Example of a species-year multi-site kml displayed in Google Earth on the desktop.

Photo capture rates for sika deer in 2012 are displayed. Items for display can be selected via check-boxes in the side bar.

6. データファイルとの対応

KML ファイルの作成には、3 種類のデータファイルが用いられている。

1) 個別観測 xls

1 回の観測のデータファイルであり、観測の実施回数だけ存在する。各データファイルは「羊ヶ丘 13 年 09 月」のように観測地点名と観測開始の年月に基づいて命名されている。「撮影地点 kml」と「個別観測 kml」の作成に使用される。

2) 観測点まとめ xls

1 観測点で実施された（複数回の）観測についてのデータをまとめたもので、観測点の数だけ存在する。データ項目別に個別観測の代表値を実施回数分だけ持つ。「観測点まとめ kml」の作成に利用される。

3) 多地点束ね xls

「観測点まとめ複合 kml」と「種別年別多地点 kml」を作成するためのファイルで一つだけ存在する。複数のシートからなるが、二つの KML ファイルの作成で

共通して利用されるシートはなく、一つのファイルにまとめているのは便宜のために過ぎない。

「観測点まとめ複合 kml」の作成には、各「観測点まとめ kml」の原稿を掲載したシート（観測点の数だけ存在）と、これらのシートの名前をまとめて記載したシートが 1 枚用意されている。マクロはこのシートにもとづいて、各 KML 原稿シートを順番に参照して必要なコードを抽出・再編集する形で目的の KML ファイルを作成する。「観測点まとめ kml」の原稿を掲載したシートは、各観測点の「観測点まとめ kml」作成のつど作成されている。

「種別年別多地点 kml」作成のためのシートは 1 枚のみで、その中にはすべての観測点の「観測点まとめ xls」の名前とそのディレクトリが記載されている。マクロは、これらのファイルを順番に開いて必要なデータを読みだして KML の原稿を作成する。該当のファイルが開かない場合は、マクロがファイルの指定を求める。

7. Google Earth の 3 次元地図空間内に データ図を作成する手法

以下、今回の技術開発の中で特殊な、Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成する手法についてその要点を紹介したい。この手法は「観測点まとめ kml」や「観測点まとめ複合 kml」の作成で中心的な役割を果たしている他、「個別観測 kml」や「種別年別多地点 kml」でも一部利用されている。

7.1 図化に特殊な手法が必要な理由

Google Earth の 3 次元地図空間内で図化を行うには特殊な手法が必要となる。その理由は以下である。

KML を用いると、Google Earth 地図内の指定した地点に記号を置いたり、指定した地点間に線を引くことなどができる。しかし、これらの機能は地理情報処理のためのもので、図化を想定して作られたものではないため、すべて経緯度（や標高）を用いて地図空間内の位置を指定する必要がある。その際、例えば、経度を固定、緯度を等間隔にして地図の上に記号を置いてみても、記号の並びは地図画面上で直線・等間隔にならない。その理由は、3 次元地図の地表面は平らでないため、置かれた場所によって記号の標高が異なるからである。同じ経度に等緯度間隔で並んではいても、

記号は直線には乗っていないことになる。

記号の見え方は視点の位置にも依存する。上の例で、視点を記号と同じ経度に置くと、記号の並びは直線に見えるようになるが、各記号の標高の違いのため、やはり等間隔にはならない。では、標高を揃えとどうなるか。この時、記号の並びは実際に直線（地球の曲率は無視できるとする）なので、視点の位置に拘らず、それは直線に見える。しかし、この時でも記号の並びが無条件に等間隔に見えることはない。等間隔に見えるのは、視線を含む面と記号を含む面が垂直に交差しているときに限られる。

Google Earth の 3 次元地図空間内に図を作成して、それを適切な図として眺めるためには、視点と視線を定め、視線に対して垂直な面に記号や文字を配置する必要がある。また、図を構成する記号や文字を Google Earth の地図画面内に収める必要がある。そのためには、Google Earth の表示特性の理解も必要である。

以下、図化をどう行つか、「観測点まとめ kml」の作成を例にして説明したい。前提として、視点は空中にあって視線は地球の重力方向（真下）に向かい、その視野（Google Earth の地図画面）の上は北を向いていることに留意されたい。また、適宜 Fig. 6 を参照されたい。

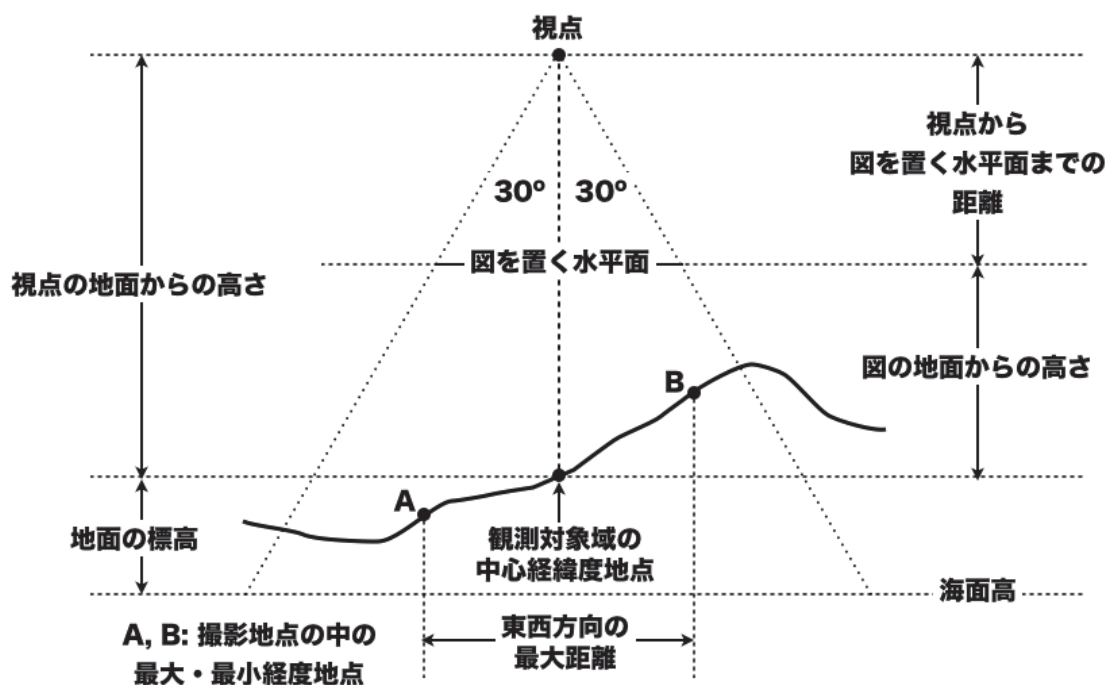


Fig. 6. Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成する手法における概念図
Conceptual scheme for the technique to create a data chart on the 3-D map space in Google Earth.

7.2 Google Earth の基本的な表示特性

Google Earth はその地図画面の横方向に片側 30 度の視野角を持つように設計されている。例えば、Google Earth 上で地面から 1 km の高さに視点を置いて真下に視線を向けると、Google Earth の地図画面横方向には水平な地面で 1.155 km の地図範囲が表示されることになる。これは次の式で計算される。

$$1 \text{ km} \times \tan(30^\circ) \times 2 = 1.155 \text{ km}$$

コンピュータ画面内で、Google Earth の地図画面横幅を変えても横方向に表示される地図範囲は変わらない。このため、地図画面横幅を狭めるとコンピュータ画面に対して地図の縮尺が小さくなり、縦方向の地図表示範囲は縮尺減少に比例して拡大する。一方、地図画面の高さを縮めても地図の縮尺は変わらないので、地図の表示範囲は横方向は変わらず、縦方向は高さ減少分だけ小さくなる。

7.3 視点の設定

観測対象域を適度に地図画面内（すなわち視野内）に収めるための視点を、次のような手続きによって定めた。

- 1) 観測対象域の中心経緯度を次の式によって求め、これを視点の経緯度とする。

$$\begin{aligned} \text{中心緯度} &= (\text{撮影地点の最大緯度と最小緯度の和}) / 2 \\ \text{中心経度} &= (\text{撮影地点の最大経度と最小経度の和}) / 2 \end{aligned}$$

- 2) 撮影地点間の南北方向及び東西方向の最大距離 (km) を次の式によって求める。

$$\begin{aligned} (\text{南北方向の最大距離}) &= (\text{撮影地点間の最大緯度差}) \\ &\times 40,000 / 360 \\ (\text{東西方向の最大距離}) &= (\text{撮影地点間の最大経度差}) \\ &\times 40,000 / 360 \times \cos(\text{中心緯度}) \end{aligned}$$

上の式でパラメーターの 40,000 は地球全周の近似距離 (km)、360 は全周角度である。

- 3) 視点の高さを次の式によって定める。

$$(\text{視点の地面からの高さ}) = (\text{東西方向及び南北方向の最大距離の内長い方}) \times 1.9$$

この結果、地図画面横方向の表示範囲は撮影地点間の東西方向の最大距離の約 2.2 (=1.9 × 1.155) 倍ないしそれ以上になる。逆に言うと、地図画面の横幅を 1.0 とすると、観測対象域は縦横約 0.46 (=1/1.9/1.155) の枠内に収まる。これで、地図画面横幅 1.0 に対して縦の

長さを 0.46 以上とれば、観測対象域全体の表示が保証される。

なお、観測対象域が極端に小さい場合、この式では視点が地面に近くなりすぎて、問題が生じる場合があるので、視点高は 500 m を下限値とした。

7.4 図を置く水平面の高さの設定

地球の重力方向（真下）に向けた視線に垂直な面は水平面となるので、図は水平面に描くことになる。この水平面を視線が地面と交差する点と同じ高さに置くと、地面は通常平らではないため、図の一部が地面より低くなって隠れてしまう。このため、図を描く水平面は空中に置き、図が地面に触れないようにする必要がある。この時、高さを高くし過ぎて図が視点に近くなりすぎると、土地と図の結びつきが弱くなり、視点を少し動かしただけで図が対象域から大きく外れて見えてしまう問題も生じる。ただし、この問題は、視点を元の位置に容易に戻せるような仕組みを用意すれば大きな問題とはならず、むしろメリットになる。例えば、図を視点近くに置くことで、わずかに視点を動かしただけで図を介さずに対象域を眺めたり、別の図を見せるなどの手法が可能となる。したがって、図の高さの設定は図が地面に触れない範囲で一定の選択の幅がある。ただし、記号や文字の表示サイズに関連して別途考慮すべきことがある（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

今回の技術開発では次の式で図を描く水平面の高さを定めた。

$$(\text{図の地面からの高さ}) = (\text{視点の地面からの高さ}) \times 0.6$$

ここで、地面とは観測対象域の中心経緯度地点の地表面である。

7.5 Google Earth 地図画面サイズの設定

図を表示する Google Earth 地図画面の基準サイズは横 840 画素・縦 630 画素とした。このサイズは自由でよいが、あらかじめ設定しておく必要がある。その理由の一つ目は、独立の Google Earth では画面サイズを自由に変えられるのに対して、ブラウザのウェブページに埋め込まれた Google Earth 地図についてはその自由がないこと、二つ目は、文字や記号のサイズを画面に合わせて調整する必要があることである（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

7.6 仮の表示枠と XY 座標系の設定

図内の記号や文字の配置は、横 4・縦 3 の比を持つ仮の表示枠に、その中心を原点とし、横の長さ 1.0、縦の長さ 0.75 の XY 座標系を設定して行った。この縦横比は、上で設定した Google Earth 地図画面の画素の

縦横比に由来する。X と Y が取りうる座標値はそれぞれ -0.5 から +0.5 までと -0.375 から +0.375 までになる。作業の便宜のためにこれ以外の座標系を設定してもよいが、あとで行う Google Earth 地図空間座標への変換にはこの座標系を経由する必要がある。

7.7 データ図の基本デザインと記号や文字の配置

データ図を描くためには、データに従って表示枠内の任意の位置に記号や文字を配置することになる。記号は、Google 社が Google Earth のためにあらかじめ用意しているものを利用できるし、自分で作ることもできる。前者の場合、記号は Google 社のサーバーに置かれているので、KML ファイルの中でこれを URL で呼び出す形で利用する。後者の場合、作成した記号に名前を付けて任意のサーバー上に置いておいて、URL で呼び出すことになる。記号や文字のほかにも、位置を指定して任意の線や多角形を描くこともできる。すべての図の要素を座標で指定することになるので、デザインの自由度は高い。ただし、データに従って変化する図となるため、デザインの基本骨格には綿密な設計が必要である。以下では、観測点まとめ図の作成を具体例として説明していきたい。

観測点まとめ図は最上部に表題（観測点名と観測担当組織名）をつけ、その下にデータを項目ごとにひとかたまりに配置した。項目は、観測メタデータの 3 項目（観測年月、稼働時間、撮影地点数）と動物種別データ項目（撮影頻度）の 4 種類で、最後の項目は動物の種数分、存在する。

1 項目内では項目名を上、その下に観測の年・時期別のデータを行列の形で配置した。配置は年を横方向、年内の時期を縦方向とした。例えば、年 2 回の観測が 5 年にわたって行われていれば、1 項目内には項目名の下に 2 行 5 列のデータ表示が必要となる。観測年月以外の項目のデータは数値なので、これを数字と円記号の大きさで表現し、数字を上、円記号を下に配置した組み合わせを項目内の 1 行 1 列分とした。観測年月の項目では、上下に配置した西暦年と月の組み合わせを 1 行 1 列分とした。項目名の表示には 1 行 3 列分のサイズを用意した。この結果、1 項目の列数は項目名とデータの列数のうちの多い方、1 項目の行数はデータの行数 +1 となった。

なお、Google Earth で文字を表示するには記号のラベル表示機能を利用する必要がある。文字だけを表示する機能は用意されていないためである。しかし、ラベルについては本体の記号と重ならないようにずらして配置する自動制御が行われるため、通常、その表示位置を正確に指定できない。これを避けるには、記号とは別に座標を用意し、記号サイズをゼロに指定してラベル表示を行う必要がある。なお、文字表示を指定位置に正確に行うには、もう一つ別の自動制御を回避

する必要もある（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。

項目の配置は、図の表題の下に観測のメタデータの 3 項目（観測年月・稼働日数・撮影地点数）を 1 行で配し、その次の行から横方向に動物種別の項目を並べた。その順番は観測データファイル内の動物種の記載順とし、1 回も記録がない種の表示は省略した。このため、表示項目数は観測点ごとに異なることになった。各項目は図の横幅の中に適当な間を開けて並ぶようにした。1 項目内の表示列数によって図の横方向に収まる項目数が変わるので、全項目表示に必要な行数も異なってくる。このため、図の縦のサイズは固定されず、表示項目数が多かったり、同じ項目数でも図の横方向に収まる項目数が少なかったりすると長くなる。図の縦のサイズは 1 項目の縦のサイズにも影響され、年内の観測回数が多いと、その分長くなる。

観測点によって 1 項目の表示サイズや項目の数が異なるため、まず、項目内 1 行 1 列分の表示サイズを定めてから 1 項目の表示サイズを求め、これに合わせて各項目の配置を決める手順をとった。項目内の記号・文字の座標はこれから派生的に定められる。ちなみに、項目内 1 行 1 列分の表示サイズは、7.6 で設定した座標系で横 0.04、縦 0.05 とした。なお、データが少ない場合は、図の中心が表示枠の中心にくるように各項目を配置した。しかし、データが多くなって図が縦に長くなり、仮の表示枠内に収まらない場合は、枠の下に項目の配置を伸ばした。したがって、この場合、記号や文字の Y 座標は -0.375 以下の値もとることになった。この場合、基準サイズの地図画面では図の下部が画面外になるが、視点を画面下（南）に動かせば、隠れた部分を見ることができる。一方、視点の標高を上げると、図の全体は視野に収まるが、文字の配置が乱れる可能性が高い（「7.9 文字や記号のサイズ指定」の項、参照）。図の全体を正しく表示するには、Google Earth 画面の縦のサイズを基準サイズより長くする必要がある。そうすることは、ウェブページ内の Google Earth 画面では難しいが、独立の Google Earth では可能である。

7.8 Google Earth 地図空間座標への変換

XY 座標から Google Earth の空間座標への変換は次の式で行う。

$$\text{経度} = (\text{観測対象域の中心経度}) + X \text{ 座標値} \times 360 / 40,000 / \cos(\text{中心緯度}) \times (\text{視点から図を置く水平面までの距離} \times 1.155)$$

$$\text{緯度} = (\text{観測対象域の中心緯度}) + Y \text{ 座標値} \times 360 / 40,000 \times (\text{視点から図を置く水平面までの距離} \times 1.155)$$

$$\text{標高} = \text{中心経緯度地点の地面の標高} + \text{地面からの図の高さ}$$

この変換の結果、Google Earth の地図表示画面を縦横比 (3:4) にすると、XY 座標を用いた仮の表示枠内と同等の位置に各記号や文字が表示されることになる。

7.9 文字や記号のサイズ指定

Google Earth では記号や文字のサイズを指定できる。そのサイズは、最初、基準サイズの Google Earth 地図画面に表示した上で調整する必要がある。その理由は次の通りである。

コンピュータ画面内で Google Earth 地図画面のサイズを変えても、表示されている記号や文字の大きさはコンピュータ画面に対して変化しない。一方、地図画面の横幅を変化させると、コンピュータ画面から見た地図縮尺が変わるため文字間・記号間の距離も変化する。このため、画面が狭すぎると記号や文字が重なってしまうことになる。

文字については、実際に重なりが起きる前に Google Earth の自動制御が働いて互いの位置をずらして表示する。このため、画面横幅が狭すぎると表示位置がずれてきれいに並ばなくなる。これを回避するには、基準サイズの地図画面の下で表示が重ならない（表示位置のずれが起きない）ように文字サイズを調整する必要がある。なお、文字の表示位置に自動制御が働くのは、その文字と他の文字との間およびその文字をラベルとする記号との間のみで、他の記号との関係は考慮されないようである。

ちなみに今回、横 840 画素・縦 630 画素とした基準画面に対して、データの値を示す数字サイズを 0.54、数字と漢字による月のサイズを 1 桁月で 0.72、2 桁月で 0.63 とした。項目名のサイズは 0.81、表題は 0.72 とした。サイズがすべて 0.09 の倍数になっているのは、整数比で各文字のサイズを定めた上で、その基準値を調整する方法をとったからである。

一方、データの値を表す円記号についても基準サイズの地図画面の下で、値と記号面積との関係式を定めた。記号の表示位置については文字の場合のように自動制御が働いて位置がずれることはないが、隣接する文字や記号と重なると表示が見にくくなるためである。撮影頻度データについての関係式は比例（定数項のない 1 次式）ではなく、次のように定数項を持つ 1 次式とした。

$$(\text{記号サイズ})^2 = a \times \text{撮影頻度} + b$$

定数項を入れた理由は、指定サイズが一定以下になると記号が表示されなくなるためである。ゼロでないデータは必ず記号が表示されるように $b = 0.025$ とした。また、データがゼロの場合は、この 1 次式を用いず、記号サイズにはゼロを当てた。1 次項の係数はデータの値の幅を考慮して $a = 0.5$ とした。なお、円の面積は

指定サイズの 2 乗となるため、サイズは 1 次式で得た結果の平方根で与えた。

なお、記号や文字の表示サイズについては、もう一つ考慮すべきことがある。Google Earth では同じサイズで指定した記号や文字でも、視点から遠くなると、その表示が小さくなるように制御されている。遠近感を出すためだと思われる。その制御の詳細は明らかにできなかったが、この制御が働くのは、視点から地面までの距離に対して視点から図を置く水平面までの距離が一定以上の割合になった場合に限られるようである。図を表示する高さの決定に上記項目 7.3 で示した式を用いた場合には、この制御によるものと思われる、意図しない表示の変化は経験していない。しかし、もっと地面近く (0.4 以下) に設定すると、条件によってはこの制御が働く可能性がある。

7.10 まとめ：Google Earth の 3 次元地図空間内にデータ図を作成するための手順

- 1) 視点の経緯度と高さを設定
- 2) 図の高さを設定
- 3) Google Earth 地図画面の基準サイズを設定
- 4) これと同じ縦横比を持つ仮の表示枠に、その中心を原点とし、横幅を 1 とする XY 座標系を設定
- 5) 図の基本骨格をデザイン
- 6) データに基づいて図の要素を配置
- 7) XY 座標を Google Earth の空間座標へ変換
- 8) 記号や文字のサイズを指定
- 9) KML ファイルを作成

なお、初期段階では、作成された KML ファイルを基準サイズの Google Earth 地図画面に表示して、8) の段階で指定した記号や文字のサイズを再調整する手続きが必要である。

8. 記号や文字の配色

Google Earth では記号や文字に色をつけることが可能で、そのために標準で用意され、名前で指定できる 11 色（白と黒を含む）がある。しかし、さまざまな色合いを持つ写真地図を背景にした場合、標準で用意された色は見えにくい場合が少なくなく、配色も統一感がない。本技術開発にあたっては、表示を効果的に見せるため新たに 13 の有彩色の配色パターンを作成した。表示では、これに白と灰色を加えた 15 色を利用した (Table 1)。黒は使用しなかった。

配色パターンの作成に当たって目標にしたのは次の 2 点である。

- 1) 背景に明度が低い濃い緑の森林、明度が高い白い雲・雪などがあっても判別しやすいこと。
- 2) 互いに区別しやすいこと。

明度を中間にすることで第一の目標はほぼ達成できたが、第二の目標は、明度が限定される中ではかなり

難しい課題で、達成は十分ではなかったかもしれない。Table 1 ではそれぞれの色に名前をつけたが、正式な色名ではないことに注意されたい。白と灰色を除く、13の有彩色は、Table 1 掲載の順番で色相環を巡回するグラデーションになる。

有彩色の配置には次の式を用いた。

色番号 = ((配置順番 + 調整数) × N - 1) の 13 の剰余) + 1

この式で、N に 1 か 12 を入れると変化が逆向きのグラデーションになり、2 から 11 までの間の整数をいれると 13 色をさまざまな順番で表示できる。調整数は最初の色を指定するためのもので、0 から 11 の範囲で調整する。今回、グラデーションでは N = 1 を、色を対比させたいときは N = 9 を用いた。後者は、色相環を 3 回でほぼ 1 周する。

Table 1. 使用した配色 (15 色 : 有彩色 13 色と無彩色 2 色)

番号	指定コード	仮の色名
1)	ff00ffff	yellow
2)	ff00ffcc	yellowgreen
3)	ff00ff80	lightgreen
4)	ff20ff20	green
5)	ffc0ff40	mintgreen
6)	ffffff40	aqua
7)	ffffd0a0	paleblue
8)	ffffb0d0	purple
9)	ffff90f0	pink
10)	ffc080ff	rose
11)	ff8080ff	indianred
12)	ff60a0ff	orange
13)	ff00c0ff	gold
14)	ffbbbbbb	gray or grey
15)	fffffffff	white

注：KML では色を透明度と 3 原色（青・緑・赤）の値で指定する。各値は 16 進表記 2 桁（00～ff）で表現し、値の範囲は 0～255 となる。透明度は 00 が完全な透明、ff が完全な不透明を表す。表記は透明度・青・緑・赤の順で、OOBBGGRR の形式になる。例えば、ある要素を黄色に指定する場合は、その要素を指定するタグの内側で、「<color> ff00ffff </color>」のように記述する。

9. ウェブページへの表示

ウェブページ内の Google Earth に表示を行う場合、KML ファイルを任意のサーバーに保存した上で、HTML ファイル内でこの KML ファイルを呼び出す形をとる。表示ページ内に Google Earth の地図画面を埋め込む手続きも同時に必要である。この一連の手続きは、Google Earth API を利用して行う (Google 2014c)。なお、KML ファイルの持つ情報のうち、ウェブページ内 Google Earth 画面への表示に利用できるのは文字・記号情報のみで、視点情報は無視される。このため、HTML ファイル内で別途視点を与える必要があり、こ

れにも Google Earth API が利用される。

今回の技術開発で作成した 5 種類の KML ファイルの内、ウェブによるデータ公開に利用したのは次の 3 種類である。

- 1) 観測点まとめ kml
- 2) 観測点まとめ複合 kml
- 3) 種別年別多地点 kml

この内、「観測点まとめ kml」の表示に際しては、当初の視点として図を見るための位置を指定した。その他、ページ内に用意したボタンのクリックにより、図から離れて観測対象域を斜め上空から俯瞰する視点や、北海道全域を眺める視点に移動できるようにした。また、視点を当初の位置に戻すためのボタンも用意した。さらに、KML ファイル内に組み込まれたツアー機能と呼び出して、観測点を周回して眺めるためのボタンも用意した。ツアー機能の呼び出しも Google Earth API を利用して行う。KML ファイル内のツアー機能部分に含まれる一連の視点情報は、ブラウザ側からツアー機能と呼び出すことで間接的に利用できることになる。

「観測点まとめ複合 kml」を用いた表示でも、上記と同様に、KML ファイル内に組み込まれたツアー機能と呼び出して利用するためのボタンを配置した。これにより、各観測点まとめ図の巡回表示を可能とした。

「種別年別多地点 kml」を用いた表示では、視点を手動で移動した場合に備えて当所の位置に戻すためのボタンのみを用意した。

10. 考察

10.1 野外調査データ地図化の利点と問題点

一般に野外調査で得られたデータは位置情報を含む。この位置情報を情報の受け手に示す方法は三つある。1) 地名で示す方法、2) 経緯度で示す方法、3) 地図上で該当地点を示す方法である。

1) 地名で示す方法は、情報の受け手が地名を知っている場合は便利だが、そうでなければ調べる手間がかかる。また、地名だけでは必ずしも的確に該当の場所を示せない。さらに、地名は継続性が必ずしも保証されないため、将来は位置情報として機能しなくなってしまう危険がある。

2) 経緯度で示す方法はその精度の範囲で正確に位置を表現できて継続性もあるが、情報の受け手がこれをすぐ地図上の位置として把握することは難しい。このため、経緯度の提示は将来、必要時に地図上の位置に変換するための記録としての側面が大きい。しかし、そうでありながら、経緯度は地図上の位置に変換しない限り間違っていてもすぐにはわからない難点があり、記録としてこれだけに頼るのは危険である。

3) 地図の上に該当地点を示す場合にはこうした問題がない。しかし、データを得た地点が多数ある場合に、単に各該当地点を地図上に示すだけでは十分と言えな

い。地点とデータとの対応の把握が情報の受け手にとって大きな負担になるからである。

この負担を解消するには、データを直接地図上の該当地点に示せばよい。これにより、地点とデータとの関係が直感的に把握できて、地点間の違いも理解しやすくなる。このように位置情報を伴うデータの理解が飛躍的に容易になることがデータ地図化の利点である。

データの地図化はごく普通に行われており、主に地形や土地表面の状態を伝えることを目的とする一般地図に対して、こうした地図を thematic map (主題図あるいは主題地図)、その作成を thematic mapping と呼ぶ (Sandvik 2008)。しかし、多くの野外調査のように、1 地点に属するデータ項目が多数あると、通常の thematic mapping の手法は適用が難しく、データの地図化はそう容易ではない。今回行ったデータ地図化の技術開発にはこれを解決する手法の確立が含まれる。

10.2 今回の技術開発の特徴

今回の技術開発の特徴は二つある。1) データの地図化に、オンラインで利用できるデジタル地図 Google Earth とそれを制御する言語 KML を利用したこと、2) 本来、地図空間内の位置を示す記号とそのラベルを用いて、地図空間内にデータ図を作成する手法を確立したこと、である。

1) Google Earth と KML の利用

Google Earth (および Google-Earth-plugin) は民間企業の製品である。しかし、インターネットに接続できる環境さえあれば誰でも無料で利用でき、しかも使いやすいことから広く普及している。KML の技術も公開されており、その使用に制約は設けられていない。このため、KML ファイルを作成して配布したり、ウェブページ内の Google Earth に表示したりすることで、データの共有や公開が容易にできる。これがデータの地図化に Google Earth と KML を利用する利点である。実際、こうした利点のため、すでに多くの分野で地理空間情報の共有プラットフォームとして Google Earth の利用が進められている (例えば、Patterson 2007, 村尾・笹木 2007, 斎藤ら 2007, 田中・平藤 2009, 小林 2010, 栗田 2010)。Google Earth 以外にもオンラインで利用できるデジタル地図サービスは各種ある (Boulos 2005) が、3次元のデジタル地図として Google Earth は利便性・普及度・公共性のいずれにおいてもすでに他を凌駕しており、事実上の国際標準となっている。

デジタル地図にデータを表示する方法には他にも地理情報システム (GIS) があり、無料で利用可能な GIS ソフトウェア (QGIS など) の普及も図られている (例えば、岩崎ら 2009)。しかし、GIS は基本的に解析など研究を目的とするもので扱いが難しく、将来的にも利用範囲は限定されると予測される。KML ファイルさえ用意すれば、多くの人に手軽に情報を提示できる

Google Earth との違いは大きい。

2) 地図内に図を作成する手法の特殊性と利点

今回の技術開発では、「撮影地点 kml」を除く 4 種類の KML ファイルで、データの地図化を行っている。一般にデータの値を地図に表示するにはさまざまな方法がある。今回用いたのは、記号の大きさを表す方法であるが、KML に限っても他にさまざまな表現の可能性がある (Sandvik 2008)。しかし、「地図インターフェース上に一度に表示できる情報は、表やグラフで表示する場合とくらべて制約を受ける (田中・平藤 2009)」。たしかに、KML を用いて一つの地点に複数の記号を置くことは可能でも、それを同時に表示することは難しい。記号が重なってしまうからである。野外調査データの提示でデータの地図化があまり用いられない理由も、1 地点に属する多数の情報を地図上でうまく表現することが難しいことにありとされる。この問題への対処法は二つある。

一つは、そのつど目的に応じて情報項目を選んで表示することである。KML でデータをうまく構造化すると、これを実現できる。例えば、Google Earth のサイドバーにデータ項目を階層化して表示しておけば、項目名のチェックボックスのオンオフで、目的に応じて必要な情報を選んで表示できる。KML のこの機能を利用したのが「個別観測 kml」と「種別年別多地点 kml」の 2 種類である。この二つは独立の Google Earth で使用することを前提にしているが、その理由は、ウェブページ内の Google Earth ではサイドバーが表示できず、特定の表示項目を選んで表示する操作を用意できないためである。

対処の二つ目は、本来 1 地点に属する多数の情報を編集し、図にしてから、該当地点に置く方法である。多数の情報を図に組み込むことで 1 地点に関わる情報の総合的な把握が可能となる。通常の thematic mapping がある主題に関して地理空間を広く把握することを目的とするのに対して、この方法は 1 地点で得られた多数の情報を総合的に把握することを主眼とするもので、同じデータの地図化の手法でありながら、性格が少し異なる。これを特に地点総合地図化 (site-comprehensive mapping) と呼んでおきたい。

これまでも図やグラフを関係地点に貼り付けるというデータ図化の手法は見られた。しかし、図やグラフが地図上で大きな面積を占めると位置を示す地図の機能が阻害されるため、提示する情報の量が制限されるという制約があった。この制約を大きく緩和したのが今回開発した、3次元地図空間内にデータ図を作成する手法 (地点総合地図化) である。地点総合地図化ではその性格上、複数地点の情報を一目で把握することは難しいが、例えば、「観測地点まとめ複合 kml」を独立の Google Earth に表示し、サイドバーの各地点をクリックして視点を移動することで、任意の地点の図を順次見比べることは可能である。

この手法の要点についてはすでに説明したので、以下では、KMLを利用してほぼ同じ効果を実現する別の手法を紹介し、それと比較してみたい。

KMLにはイメージオーバーレイと呼ばれる機能があり、画像を地図空間内の任意の位置に任意の大きさで置くことができる。今回開発した手法の手順 7.10-6) において仮想枠内に記号や文字を置く代わりに、単にその枠の地図空間座標を手順 7.10-7) の計算式で求め、その枠内に別途用意したデータ図をイメージオーバーレイの機能を利用して置けば、今回開発した手法とほぼ同じ表示を実現できる。表示面での唯一の違いは、今回の手法では図の背後に（文字や記号の間を通して）下の地図が見えるのに対して、イメージオーバーレイではそれができないことである。しかし、取り扱いでは両者に大きな違いがある。

イメージオーバーレイを利用する手法では、KML ファイルとは別に図を作成し、どこかのサーバーに置いて KML ファイルからこれと呼び出す必要がある。これに対して、今回開発した手法では図の作成も表示も KML ファイル一つで完結する。このため、ファイル管理が容易で、図を取り違えるなどの心配もない。さらに、KML ファイルは画像ファイルと比べてファイルサイズが 1/5-1/10 と格段に小さく、圧縮して KMZ 形式に変換するとさらにその 1/20 程度になる。これは情報の伝達コストも格段に低いことを意味する。これが KML のみで地点総合地図化を行う手法の利点である。

10.3 野生生物観測ネットワークにおけるデータの図化・地図化の効果

今回の技術開発の目的についてはすでに述べたが、これらはすべて北海道野生生物観測ネットワークの運営の必要から出てきたもので、開発された技術はすでに全面的に利用されている。以下では、その効果について補足しておきたい。

1) 観測ネットワークの運営・推進上の効果

北海道野生生物観測ネットワークは多くの機関が参加して行われている。観測の担当者はほとんど行政官や大学の技官の方々と、必ずしも野生生物に大きな関心があるわけではなく、また異動も激しい。今回の技術開発によって観測結果を地図化し、さらにこれをウェブ上で公開できたことは、こうした状況下で次のような効果があったと考えている。

第一は、観測担当者が現場の観測結果を容易に把握できるようになったこと、第二は、観測結果の共有により、他の現場との違いが把握できるようになったこと、第三は、結果の公開により、担当組織の活動を対外的にアピールできたこと、である。

これらは結果として担当者・担当組織の観測に対する意識にも大きく影響したと思われる。さらに、結果の公開は外部へのアピールによって観測ネットワーク

への参加を呼びこむ効果もあった。また、「研究者自身による一般への情報発信が強く求められている（川原ら 2012）」情勢の中で、著者にとっても、野生生物観測技術の開発という研究成果を社会にアピールするための重要な手段となった。

2) データ活用のための役割

観測データ活用のために必要なことは、第一に、現場の人々が的確に結果を把握できることである。観測とは、状態を把握、変化を察知して必要があれば事態に素早く対処できるように行うものだからである。第二に、現場のみならず、関心を持つ人・組織に広く結果を知ってもらうことである。それが幅広いデータの活用につながるからである。この点で、必要な時・必要な人に情報を提供できる、すなわち情報需要を満たすことはそれ自身がすでにデータの活用になっていると考えられる。いずれにせよ、情報をわかりやすく表現しておくこと、だれでもいつでも参照できるようにしておくことはデータ活用の要で、今回の技術開発による観測データの地図化とウェブ上での公開は、そのための中心的な役割を果たしていると考えている。

3) データベース検索機能

今回の技術開発にはもう一つ重要な側面がある。地図化によって可能となったデータ検索機能である。例えば、種別年別多地点表示 kml を用いて、種名（あるいは種名と年）で表示を選べば、その記録のある観測点がわかる。その観測点のまとめ図を参照すれば、その記録が何年何月の観測で得られたのかがわかる。ここで、該当の観測データファイル（個別観測 xls）を参照すれば、その記録がいつ（何日何時何分に）どの撮影地点で得られたかがわかる。さらに、その記録に振られた鳥獣撮影番号により写真も確認できる。観測データファイルと観測で得られた鳥獣写真は観測の年月別・地点別に体系的に保存され、ある種のデータベースとなっている。「種別年別多地点表示 kml」や「観測点まとめ kml」はこのデータベースを地図上で効率的に検索する道具になる。これらを利用することで膨大なデータの中から元のデータと写真を簡単に探しだし、確認することができる。

野生生物観測で用いている自動撮影手法では、日時と場所がピンポイントに正確で映像（写真）を伴う、極めて質の高い生息確認記録が残される。野生生物観測の主な目的は撮影頻度を指標として動物の数の変動を見ることにあるが、短中期的に数の変動を見るには撮影頻度が低すぎるような場合でも、長期的に見た場合には、記録の存在そのものが貴重なデータとなる場合がある。その場合に、元のデータや写真をすぐ確認できる形でデータベースが構築されていることの意義はとても大きいと考える。

すでに実績もある。夜行性のヤマシギは観察記録が少なく、その生息状況はよくわからないとされてきた（環境省 2014）。ヤマシギは林道をよく利用するため、

野生生物観測のデータベースには各地でヤマシギの記録が残されている。このため、問い合わせにすぐ対応してデータを提供したことがある。

11. 今後の課題

11.1 当初リストに記載されていない種の扱い

野生生物観測では出現可能性がある種をすべて予測できないため、用意すべきデータ項目を固定できない。観測データファイル「個別観測 xls」には哺乳類全種と鳥類の一部（以下、リスト記載種）については集計表に種名（一部、種群名を含む）があらかじめ用意されているが、それ以外の種（以下、リスト外種）については出現した場合のみ集計表に追加記載する。このため、集計表中のデータ位置が固定されず、「観測点まとめ xls」作成において複数の個別観測データを束ねる場合には特別な扱いが必要になる。現在の方式では、リスト外種は、種名のみが記載されるだけで、その量的なデータは捨てられている。このため、「観測点まとめ kml」や「種別年別多地点表示 kml」では扱うことができない。上で例を挙げたヤマシギはリスト記載種だったが、リスト外種であれば同様の対応はできなかった。

こうした種はそもそも出現がまれなために量的データは非常に小さくてあまり大きな意味はない。しかし、記録があったという事実はその分重要である。その意味で、リスト記載種もリスト外種も統一的に地図化可能な形で扱えることが望ましい。あらかじめ観測データファイルの種名リストを拡張することも可能性としては考えられるが現実的ではない。出現可能性があるすべての種をリストにするためには大きな表が必要で、それはスペースの大きなムダであると同時にデータ処理にも大きな負担となる。またそうすると、万が一、想定外の種が出現した場合には対処できない。このため、観測データの一次処理段階では現状通り、リスト外種を追加記載する形で処理し、これを束ねる段階でリスト記載種もリスト外種も統一的に扱うような仕組みが必要である。この問題の解決策はまだ見いだせていない。しかし、個別のデータに意味を持たせて記載する方式のコンピュータ言語である XML を介在させれば、これが可能になるかもしれない。

11.2 画面に表示しきれない場合の観測点まとめ図の表示

今後、データの蓄積が進むと表示すべき図の量が増加し、1画面に表示しきれない場合がでてくる。観測点によっては、記録種数が多かったり、観測回数が多くて、すでにそうなっているところもある。これにどう対処するかが今後の課題である。すでに述べたように、図の表示面を視点に近づけることにより、視点のわずかな移動で別の図を表示することが原理的に可能である。将来は、これを利用して結果を複数ページに分割して表示する形の解決が可能であると思われる。

謝辞

本稿をまとめるに当たり、Simon Holledge 氏には英語についてご指導を頂いた他、今回開発した新しい手法の英語名称についてもアドバイスを頂いた。川路則友氏には、環境省の委員会の検討事項について関連情報を頂いた。地図化技術の開発にあたっては、北海道野生生物観測ネットワーク参加機関の方々に多くのご支援・ご協力を頂いた。感謝したい。

引用文献

- Blenkinsop, T. G. (2012) Visualizing structural geology: From Excel to Google Earth. *Computers and Geosciences*, 45, 52-56.
- Boulos, M. N. K. (2005) Web GIS in practice III: creating a simple interactive map of England's Strategic Health Authorities using Google Maps API, Google Earth KML, and MSN Virtual Earth Map Control. *International Journal of Health Geographics*, 4: 22 DOI:10.1186/1476-072X-4-22.
- Google (2014a) "Keyhole Markup Language", <https://developers.google.com/kml/?hl=ja>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014b) "Google Earth", <http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014c) "Google マップおよび Google Earth に関する使用許諾ガイドライン", <http://www.google.co.jp/permissions/geoguidelines.html>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014d) "Google マップおよび Google Earth に関する使用許諾ガイドライン Frequently Asked Questions", <http://www.google.com/permissions/geoguidelines.html>. (参照 2014-07-26).
- Google (2014e) "Google Earth API", <https://developers.google.com/earth/?hl=ja&cs=1>. (参照 2014-07-26).
- 平川浩文 (2014) "北海道野生生物観測ネットワーク", <http://cse.ffpri.affrc.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>. (参照 2014-07-26).
- 岩崎亘典・デイビッド S. スプレイク・小柳知代・古橋大地・山本勝利 (2009) FOSS4G を用いた歴史的農業環境閲覧システムの構築. *GIS - 理論と応用*, 17, 83-92.
- 環境省 (2014) "狩猟鳥獣のモニタリングのあり方検討会", <http://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort6/effort6.html>. (参照 2014-07-26).
- 川原慎太郎・杉村 剛・荒木文明・高橋桂子 (2012) Google Earth 用ボリューム可視化コンテンツ作成のための GUI ソフトウェアの開発. *ながれ*, 31, 141-146.
- 小林裕之 (2010) 森林情報発信のための Google Earth 用データの作成. 富山県農林水産総合技術センター

- 森林研究所研究, 2, 18-25.
- 栗田哲史 (2010) Google Earth を利用した地震ハザードマップの開発 (その2) - 広域メッシュ・データの表示に関する検討 - 地域安全学会梗概集, 27, 41-42.
- 村尾 修・笹木隆之 (2007) Google Earth を用いた江戸・東京の都市復興デジタル・アーカイブ. 日本建築学会報告集, 13, 811-814.
- OGC (2014) "KML", <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>. (参照 2014-07-26).
- Patterson, T. C. (2007) Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool. *Journal of Geography*, 106, 145-152, DOI: 10.1080/00221340701678032.
- 斎藤 圭・篠崎道彦・日高圭一郎 (2007) 時空間情報共有プラットフォームとしての Google Earth の多面的活用に向けた技術検討. 日本建築学会報告集, 13, 317-320.
- Sandvik, B. (2008) "Using KML for Thematic Mapping. Dissertation paper, University of Edinburgh", http://thematicmapping.org/downloads/Using_KML_for_Thematic_Mapping.pdf. (参照 2014-07-26).
- 田中 慶・平藤雅之 (2009) 農業モデルにおける Web サービスを利用した地図インターフェイス. 農業情報研究, 18, 98-109.

Using Google Earth to map wildlife monitoring data

Hirofumi HIRAKAWA ^{1)*}

Abstract

For analysis, distribution and publication of wildlife monitoring data, I have developed techniques for mapping using Google Earth, the Internet 3-D map application. These techniques use KML, a computer language for digital maps. They have been developed as part of a data processing system and are embodied in macros that automatically process data from Excel files. Five different types of KML files are produced by the macros. These are used in connection with the Hokkaido Wildlife Monitoring Network project. One particular technique, which creates a data chart within the 3D-map space of Google Earth is probably original. The KML file produced by this technique displays simultaneously a number of different data collections for a given site, facilitating a comprehensive view of the available information. I call this “site-comprehensive mapping”. The essential aspects of this technique are described for future application. Some of the KML files are used to publish monitoring data at the following website: <http://cse.ffpri.affrc.go.jp/hiroh/wildlife-monitoring>.

Key words : Google Earth, KML, data-mapping, site-comprehensive mapping, camera trapping, Hokkaido Wildlife Monitoring Network

Received 27 December 2013, Accepted 15 October 2014

1) Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Hokkaido Research Center, FFPRI, Hitsujigaoka 7, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-8516 JAPAN; e-mail: hiroh@affrc.go.jp