

電子国土 Web システムによるオルソ画像の配信 Distribution of Ortho Image Data Set via Digital Japan Web System

地理空間情報部 小清水寛・佐藤壮紀・首藤隆夫
Geospatial Information Department
Hiroshi KOSHIMIZU, Takenori SATO and Takao SHUDOU

要 旨

国土地理院では、電子国土 Web システム上で様々な背景地図画像を配信してきた。他方、地図と重ねられる写真画像に関しては、近年の社会的要望の高まりに応じて、複数のオルソ画像が国土交通省内で整備されている。そこで、国土地理院では平成 22 年度新たに、オルソ画像の整備データを電子国土 Web システム上で配信するための作業に着手した。

整備データの配信にあたっては、期待される画質や閲覧スピードに応じた表示縮尺レベル・画像フォーマットの選択が必要である。選択された結果は、配信データの仕様及び電子国土 Web システムの設定ファイルにも適切に反映されなければならない。本稿の前半部では、配信データの満たすべき仕様や電子国土 Web システムの設定に焦点を当てている。

整備データと配信データは、ともに敷き詰められた矩形タイルの集合体として構成されているが、整備データの矩形範囲を規定する仕様（座標系・画像サイズ）は様々である。従って、配信データの作成にあたっては、整備データの画素（画素集合）と配信データの画素の間に発生する関係を明確に理解する必要がある。本稿の中ほどでは、この関係に焦点を当てて、配信データ作成の原理を記述した。

利用者の要望に応えるためには、配信データの諸元や範囲に関する情報を明示するとともに、オルソ画像だけでは把握できない地理的情報を付加する取り組みが必要である。本稿の後半部では、配信データの地上解像度、インデックスマップ作成、地図画像との動的重ね合わせ事例について記述している。

本稿では、一連の作業で採用した画像処理環境（処理言語等）についても言及している。本稿の中ほどで記述した配信データ作成の原理は、これらの処理環境を通じて容易に実装される。原理の明確化と実装の容易化が、データの瑕疵を修復する際に効力を発揮した事例も存在する。

1. はじめに

国土地理院では、戦前・戦後に撮影された空中写真のデジタル化を進めており、デジタル画像は国土変遷アーカイブ空中写真閲覧システムを通じて一般提供されている。このうち、1970-80 年代に撮影された空中写真に関しては、国土計画局においてオル

ソ化され、「国土画像情報」という名称で一般提供されてきた。国土計画局の取り組みは、GIS 利活用の促進、オルソ化がもたらす社会的効用の周知という観点から一定の成果が上がったと判断され、今後は国土地理院が電子国土 Web システムを通じて一元的に国土画像情報を配信することとなった。

他方、国土地理院では、平成 20 年度に閣議決定された地理空間情報活用推進基本計画を踏まえ、基盤地図情報相当の地理空間情報を抽出し得るオルソ画像（以下、「電子国土基本図（オルソ画像）」という。）の整備を開始した。平成 22 年 4 月現在、整備が完了した平野部の地区数は 50 を超える。これらの整備データ（測量成果）についても、測量法に規定された閲覧責任を果たすために、電子国土 Web システムを通じた配信が早急に必要となった。

以上のような背景から、これらの整備データを、電子国土 Web システムの背景画像に適した形式のデータ（以下、「配信データ」という。）に変換して、配信する取り組みに着手した。

2. 整備データの仕様

2. 1 電子国土基本図（オルソ画像）

国土地理院のデジタルオルソ作成要領（平成 22 年 3 月一部改正）の第 40 条運用基準によれば、電子国土基本図（オルソ画像）の 1 区画は、本初子午線と赤道の交点を基準にして、経緯度座標系による緯度差 30 秒、経度差 30 秒と規定されている。さらに、同要領第 43 条運用基準によれば、1 区画の画素数は表-1 のとおり規定されており、画像フォーマットとして TIFF 形式が採用されている（実際には、地上画素寸法は緯度に応じて変動する）。

表-1 整備データの画素数

デジタルオルソの区分 (地上画素寸法)	画素数 (Pixel)	
	経度差 30"	緯度差 30"
20cm	3750	4650
40cm	1875	2325

配信データの作成にあたっては、作業環境の制約とプライバシーへの配慮の観点に鑑み、表-1 に掲げられた画素数を縦横各々 1/4 に間引いたサムネイル画像を、配信データ作成のための入力データとし

た。入力データの地上画素寸法は 80cm もしくは 160cm 相当になると推定される。

2. 2 国土画像情報

国土計画局の国土画像情報デジタルオルソ画像作成業務仕様書によれば、国土画像情報の区画は平面直角座標系単位で整理されており、その1区画は、平面直角座標原点を基準にして、平面直角座標による東西方向1km、南北方向1kmの矩形で規定されている。

さらに、1区画の画素数は東西方向、南北方向ともに2000pixelと規定されており、国土画像情報の地上画素寸法は50cmと算出される。また、画像フォーマットとしてTIFF形式が採用されている。

国土画像情報は、数値地図25000(地図画像)を基準として、元となる空中写真を標定し、数値地図50mメッシュ(標高)を用いてオルソ化するという工程で作成されている。また、作成されたデータは、空中写真の撮影時期に基づいて4期(第1期=1974-78、第2期=79-83、第3期=84-86、第4期=88-90年)に分類されている。4期分の総区画数は約60万タイル(6TB相当)にのぼる。

電子国土Webシステム用タイルデータ作成にあたっては、データ処理容量の確保のため、整備データ(TIFF画像)をJPG形式に圧縮して配信データ作成のための入力データとした。

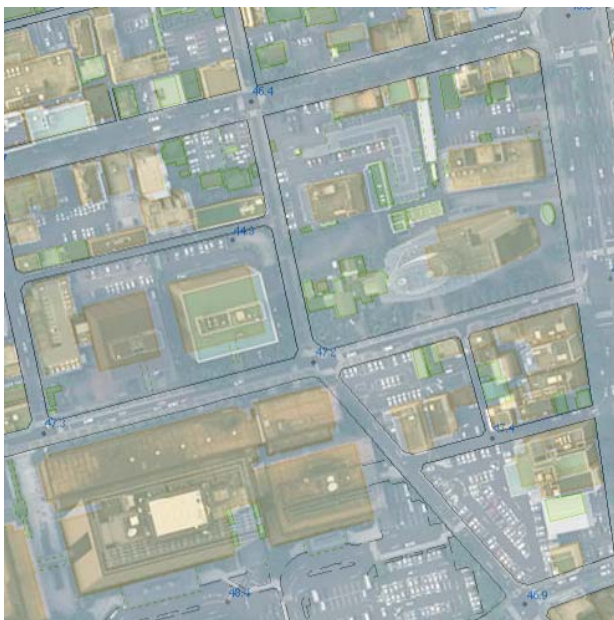


図-1 電子国土基本図(オルソ画像)と基盤地図情報の配信データの透過重ね合わせ事例

2. 3 オルソ画像としての特性

オルソ画像には大きく分けて、地形を真上から見たような状態に補正するいわゆるグランドオルソと、

地形・地物を補正するトゥルーオルソの二種類がある。地形を補正することは標高の情報があれば概ね可能であるが、さらに地物を補正するには地物の高さを求める仕組みが必要となる。電子国土基本図(オルソ画像)、国土画像情報ともに、前者のグランドオルソであり、標高の情報としてメッシュ標高データを採用している。そのため、地形図のような平面的な地図情報と地表面で重ねあわせることは可能であるが、トゥルーオルソではないので、建物のような地物を真上から見たような状態にはならない(図-1)。

3. 配信データの仕様

3. 1 フォーマット

従来の電子国土WebシステムVer.2(非プラグイン版)は、地形・地物を一定の規則で配置する地図画像を背景画像として想定しており、写真画像を背景画像として想定してこなかった。そのため、地図画像に適したPNG形式のみを背景画像のフォーマットとして受理する設定がなされてきた。

同一範囲の地図画像と写真画像を比較した場合、採用する画像フォーマットが同じであれば、写真画像のデータ容量の方がずっと大きい。このため、背景画像の画像フォーマットをPNGに固定し続けた場合、写真画像の閲覧スピードが大幅に低下してしまう。写真画像を地図画像と同程度のデータ容量に抑制するためには、画像フォーマットとして圧縮率の高いJPG形式を採用する必要がある。他方、地図画像としてJPG形式を採用することは画質の大幅な劣化を伴う。従って、電子国土WebシステムVer.2(非プラグイン版)には、PNG形式とJPG形式の両方を受理する設定変更が必要となる。

そこで、システムの設定ファイルにおいて背景画像の受理形式を規定する文字列を大域変数化し、この大域変数を適切なタイミングで切り替えることによって、地図画像(PNG形式)、写真画像(JPG形式)の双方を背景画像として受理できるようにした。さらに、電子国土WebシステムAPIに、背景画像の切り替えに相当する関数を追加した(3.3節参照)。

なお、電子国土WebシステムVer.1(プラグイン版)では、非プラグイン版とは異なる独自のファイルフォーマットが採用されており、仕様上快適な閲覧スピードを有する写真画像データを作成することは困難である。そこで、プラグインの実行方式であるActiveXに対するセキュリティ上の制約も考慮に入れて、プラグイン版用の背景画像作成を見送った。

3. 2 矩形タイル

電子国土WebシステムVer.2の配信データは、正軸円筒図法の枠組みを利用して配置される。すなわ

ち、背景画像は、赤道の投影方向を横軸（以下「L 軸」という.）、本初子午線の投影方向を縦軸（以下「B 軸」という.）とする直交座標の中で矩形タイルに分割されている。投影平行圏、投影子午線は各々 L 軸、B 軸と平行になる。個々の矩形タイルの地理的範囲は L 軸方向、B 軸方向共通の値（ W'' ）であり、「 W 秒タイル」と呼ばれる。これらのタイルは、本初子午線と赤道の交点を基準にして W'' 間隔でメッシュ状に配置され、メッシュ南西端の経緯度を反映した命名がなされる（大野, 2007）。

さらに、電子国土 Web システム Ver. 2 では、個々の矩形タイルの画像サイズは L 軸方向に 300pixel、B 軸方向に $[300/\cos \phi]$ pixel（ ϕ はタイルの左下隅の緯度、 $[\dots]$ は切り捨てまたは四捨五入値）であり、 W 値には依存しない。このことから、大縮尺の地図画像やオルソ画像を表示するには、矩形タイルのサイズ（ W 値）として小さめの値を採用することが適切である。本作業では、オルソ画像の矩形タイルの画像サイズとして、電子国土基本図（地図情報）や基盤地図情報で採用される 3 種類（ $7.5''/15''/30''$ ）を採用した。

最後に、配信データの矩形タイルが、地球を球体とみなした上で、メルカトル図法に整合するように投影されていることを補足する。経度範囲、緯度範囲が各々 $[\lambda, \lambda+d\lambda]$ 、 $[\phi, \phi+d\phi]$ で規定される微小矩形領域が、近似的に微小矩形 $[L, L+dL] \times [B, B+dB]$ に投影されるものとする。このとき、微小矩形領域の経度方向の拡大率 E_L 、緯度方向の拡大率 E_B は各々、

$$E_L = dL / (R \cos \phi d\lambda), \quad E_B = dB / (R d\phi)$$

で与えられる。このとき、正角性の条件 $E_L = E_B$ を要請したうえで、 $d\lambda = d\phi = W$ とおくと、

$$dL : dB = 1 : (\cos \phi)$$

が導かれる。このことは、画素寸法が L 軸方向と B 軸方向で同一値であるという前提のもとで、矩形タイルがメルカトル図法（正角正軸円筒図法）を用いて投影されていることを意味する。ただし、個別の矩形タイル内部の地物については、円筒面への投影は行われず、平面近似による比例配分で位置を決定することが慣例となっており、本作業でもこの慣例を踏襲している。

3. 3 電子国土 Web システムでの表示方法

配信データを電子国土 Web システム上で表示させるためには、まず、電子国土 Web システムの起動ファイルである「webtis_map_obj.htm」の記述を書き換えて、非プラグイン版を強制起動させる必要がある：

```
<script language="Javascript">
  createWebtisObjectVer2();</script>
```

電子国土 Web システムの初期化と初期設定を行うユーザ定義必須関数 `app_main()` 内に以下の記述を加えることにより、背景画像を地図画像からオルソ画像に切り替えることができる：

```
top.map.SelectFramework('FGD_L');
top.map.toOrtho('ORT_L');
top.map.setMapCenter(L, B, Scale);
top.map.openMap();
```

ここで、 L, B は度単位の経緯度を指し示す。オルソ画像として国土画像情報（第 p 期）を選択したい場合には 2 行目の引数を「`NLIp`」で置き換える。 $Scale$ は表示縮尺分母を指し示し、矩形タイルの画像サイズとの関係は表 2 のとおりである。あらかじめ、 $Scale$ 値が 2500～9000 に設定されている場合には、第 3 行の記述は不要である。なお、背景画像を再度地図画像に切り替えたい場合には、

```
top.map.toOrtho('NTI');
```

と記述する。

表 2 矩形タイルのサイズと表示縮尺分母

矩形タイル 画像サイズ	表示縮尺分母 (Scale)	対応する地図 画像の種類
30''	9000	電子国土基本図
15''	4500	
7.5''	2500	基盤地図情報

4. 配信データの作成手法

4. 1 電子国土基本図（オルソ画像）

電子国土基本図（オルソ画像）の配信データ（ $30''$ タイル）は、入力データと同じ経緯度差、配置規則を有する矩形タイルである。従って配信データ（ $30''$ タイル）の作成は、同位置の入力データの縦横画素数を、配信データの仕様に準拠する値に変更すればよい。配信データ（ $15''$ タイル、 $7.5''$ タイル）の作成についても、各々を包含する $30''$ タイルを特定し、同位置の入力データを 4 分割ないし 16 分割したうえで、被分割データの縦横画素数を、配信データの仕様に準拠する値に変更すればよい。

ただし、縦横画素数の変更は入力データの画素の再配置を伴う。そこで、配信画像におけるジャギー（階段状のギザギザ）の発生を抑制するために、画素の再配置方法として Bicubic 補間法を採用した。同補間法は配信タイルの各画素について、その座標値を入力タイルに引き戻す（変換する）ことによって得られる位置の近傍 16 画素の情報を必要とする。このため、通常は予め入力データを隣接 8 タイルと繋ぎ合わせた 9 タイルの入力データ配列に所属する画素を再配置した上で、必要な中心部分のみを切り出す作業が採用される。

しかしながら、本作業では、配信データのタイルサイズが緯度に応じて可変であることなどを考慮して、別の再配置方法を採用した。まず、同位置の入力データに所属する画素のみを再配置する。すると、配信データの縁に位置する数行・列の画素については、補間計算のための情報が足りず、画素値が実装されないままである。これらの画素については、隣接入力タイルの情報を参照して再度補間計算を行う。ただし、隣接入力タイルがない場合もしくは他の撮影地区に属するものである場合には、配信データに対応する入力データの端部分を外側にコピーしたうえで再度補間計算を行う。

本作業でとった手法では、画素の再配置計算が一体的になされないため、タイル境界でピクセルずれを誘発した配信タイルが含まれる(図-2)。処理系と同じ sinc 関数を使ったとしても、処理系におけるその他の仕様がブラックボックスであれば処理の頑健さに欠け、想定しない結果を招くことがある。本作業で反省すべき点であった。



図-2 電子国土基本図(オルソ画像)
配信データ(7.5")のピクセルずれ

4.2 国土画像情報

国土画像情報の配信データ作成は、4.1節の電子国土基本図(オルソ画像)の場合とは全く別の手法でなされる。入力データのタイル範囲が経緯度ではなく、平面直角座標で規定されているためである。入力データセットを平面直角座標系毎に分割した上で、所定の準備作業(後述)の後、系毎に作成作業を行う。配信タイルの仕様を満たす無地のキャンバスを準備し、各画素に適切な画素値をセットしていくことにより、配信タイルを作成する。以下、ポイントとなる画素値のセット方法について説明する。

キャンバス内の所与の画素に対し、タイル四隅の経緯度とタイルの縦横画素数から比例配分される経緯度(L, B)を割り当てる。ここで、タイル四隅の経緯度は、3章で記載された配信タイルの命名規則と作成したいタイルサイズ(W")から一意に決定される。

次に、座標換算(国土地理院, BL2XY)によって経緯度(L, B)を平面直角座標(E, N)に対応させ、座標(E, N)が所属する入力タイルの画素を特定する。この画素の近傍4画素集合からBilinear補間法によって平滑化される画素値を、キャンバス内の所与の画素に引き戻す。なお、座標(E, N)を包含する画素が、所属入力タイルの境界部にあつて、所属タイル内に近傍4画素を得られない場合には、引き戻し値として包含画素値そのものを割り当てる。

以上の手法を図解したのが図-3である。図中、L軸及びB軸は3.2節で記述した赤道及び本初子午線の投影方向であり、N軸及びE軸は、入力データセットの所属する平面直角座標系における座標北及び座標東方向である。

B軸とN軸の方向は、平面直角座標系原点以外ではずれが生じる。その他、座標換算による領域の写像先での歪みを考慮すると、本手法のような局所的画素再配置手法が数学的に最も合理的であると思われる。キャンバスを構成する画素数は合計10万個を超えるが、画素の再配置に要する時間は、入力タイルの読み込みと配信タイルの出力を併せても5-10秒に収まった。従って、情報処理の観点からも本手法は妥当であると思われる。

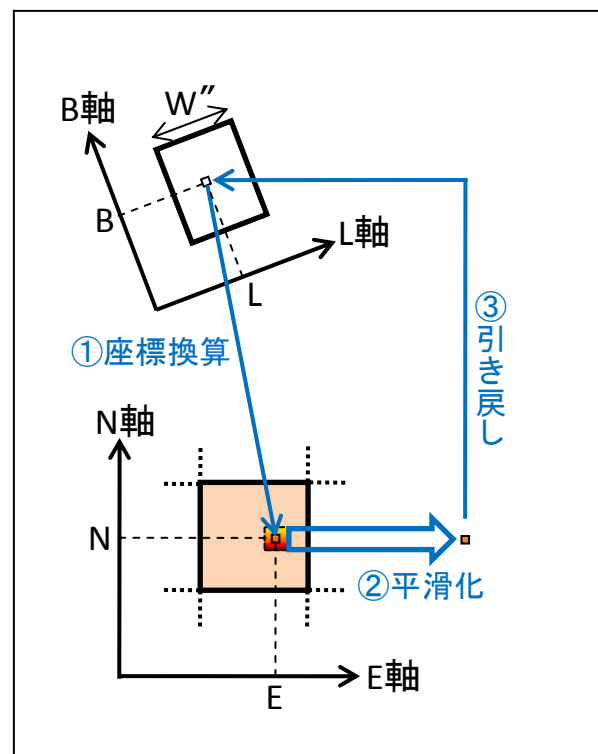


図-3 配信タイルにおける画素値のセット方法

最後に冒頭で省略した準備作業について補足する。所与の平面直角座標系の入力データセットに対応して、配信データセットの範囲を予め特定しておく必

要がある。この作業は、配信タイルの作成と逆のプロセスでなされる。各入力タイルセットに対して、全ての包含画素の位置を経緯度座標に換算（国土地理院, XY2BL）し、各経緯度座標が画素として含まれるべき配信タイルの名称（配置位置）の配列を取得する。この配列の集合が、作成すべき配信データセットの範囲となる。

4. 3 処理を支える画像処理環境

配信データ作成作業で採用したプログラム言語は Java である。Java による画像処理は AWT (Abstract Window Toolkit), Java2D, JAI (Java Advanced Imaging) という API (Application Program Interface) を通じて行われている (P.Niemeyer & J. Knudsen, 2007; 赤間, 2007)。

これらの API を利用することにより、画像ファイルそのものを一括処理することが可能である。本作業では、画像のサイズ変更、形式変換、切り出し、重ね合わせ等で一括処理の枠組みを利用している。

さらに、より高度な枠組みとして、画像ファイルを画素の集合配列 (BufferedImage) として認識し、個別の画素ごとの処理を行うことも可能である。本作業では国土画像情報の配信タイル作成作業において、この枠組みを利用している。

なお、作成した配信タイルの総タイル数は国土画像情報だけでも 1500 万枚を超えた。これを 5 ヶ月程度で概成させるために、情報普及課と地図情報課の Windows マシン (最大 15 台、うち Windows7 搭載が 3 台) をフル稼働させた。

5. 配信データの地上解像度

写真画像の地上解像度は、撮影画像において分離認識可能な地物の最小寸法であると定義付けられているが、定量化は困難である (津留他, 2007)。代替手段として、1 画素の 1 辺を表す地上距離で定義される地上画素寸法を用いることが一般的である。ただし、本章で取り扱う地上画素寸法は、撮影画像そのものではなく、画素の再配置や各種アナログ処理を経たあとの画像に対する値であり、実質的な地上解像度は、算出された地上画素寸法よりも粗いものと考えられる。

本稿では、配信データの地上解像度を推定する前提として、表-1 に記載された入力データの諸元をほぼ額面どおりに受け取ることが可能な北緯 37° 付近のタイルデータを想定することとした。

表-1 より経緯度差 30" に対する地上距離の目安値は子午線方向に 930m、赤道方向に 750m である。従って、配信データの地上画素寸法は、配信データの仕様に基づいて、2.5m (30" タイル), 1.3m (15" タイル), 0.6m (7.5" タイル) と計算される。

電子国土基本図 (オルソ画像) の場合、入力データの地上画素寸法は 0.8m もしくは 1.6m であるため、配信データの地上解像度は、入力画素の再配置に伴って、これらの値よりも粗くなると考えられる。

国土画像情報の場合、入力データの地上画素寸法は 0.5m であるが、入力タイルデータ自体が、空中写真フィルムをいったん密着印画用紙に転写したうえでスキャニングして得られていることから、実質的な地上解像度は 0.5m よりもかなり粗いと思われる。

以上を踏まえ、北緯 37° 付近における配信データの地上解像度を推定すると、表-3 のとおりになる。ここで記号 '>' は右側の数値よりもやや粗いと推定されること、記号 '>>' は右側の数値よりもかなり粗いと推定されることを意味している。

表-3 配信データの推定地上解像度 (北緯 37° 付近)

	電国基本図 (地上画素寸法=0.8m)	電国基本図 (地上画素寸法=1.6m)	国土画像情報
30" タイル	2.5m	2.5m	2.5m
15" タイル	1.3m	>1.6m	1.3m
7.5" タイル	>0.8m	>1.6m	>>0.6m

6. 国土画像情報の入力データに関する対応

6. 1 入力データについて

国土画像情報の入力データについては、以下の代表的事例が検出されている。

- (1) 標定に伴うと考えられる事例
 - ・地形図との間で最大 500m 程度の大きな位置ずれを伴う離島部が 20 箇所程度確認されている。
 - ・地形・地物が著しく歪み、存在するはずの地物の脱落を伴う半島突端部が複数存在する。
 - ・平面直角座標系や撮影コースの境界、ブレイクラインにおける接合や色調の補正がなされていない。特に接合に関しては、仕様上最大 20m 程度の地物のずれが許容されている。
- (2) データ整備範囲の事例
 - ・入力タイルデータは系・撮影コース単位で整備されているが、境界のオーバーラップが充分ではなく、写真枠の挿入を含む区間や空白域が多数存在する。
- (3) 仕様に関する事例
 - ・画像の配置位置が間違っていたり、画素数が仕様に準拠していないデータが複数存在する。
- (4) その他
 - ・一般的な処理系で取り扱うことのできない画像ファイルが数万タイル程度含まれている。
 - ・判読結果等の書き込み痕が多数認められる。

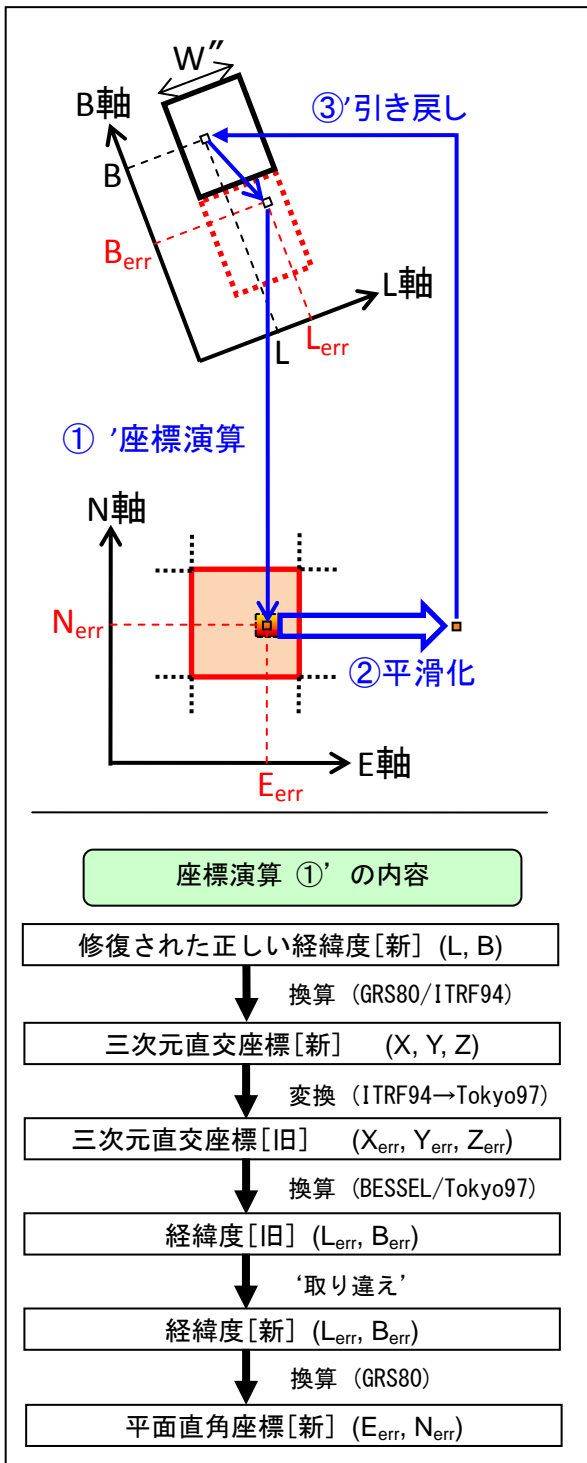


図-4 修復配信タイルにおける画素値のセット方法

6. 2 配信データの修復作業

標定に伴うと考えられる事例のうち、離島部の位置ずれ (18 事例) については、標定に用いられた数値地図 25000 (地図画像) において、分図内に描画されている。分図の枠に付与された旧日本測地系の経緯度を世界測地系の経緯度と取り違えて標定し、平面直角座標系の入力画像を作成してしまったもの

と断定できる。そこで、18 離島部近傍の配信データを修復する作業を実施した。修復データを作成するには、4. 2 節及び図-3 で解説した配信データ作成手法に新・旧測地系を結ぶ座標の変換・換算工程を付け加えてやればよい (図-4)。

ただし、厳密には図-4 における旧日本測地系の経緯度 (L_{err} , B_{err}) には、日本測地系内の歪み補正パラメータ (飛田他, 2003) を加算する必要がある。しかしながら、国土画像情報では仕様上最大 20m 程度の地物のずれが許容されており、それに対して補正パラメータ値は、硫黄島の事例を除いて 1-10m 程度にとどまる。そこで、補正オルソ画像と地形図の重なり具合も考慮に入れて、歪み補正パラメータの加算は、硫黄島の事例 (約 800m) のみの適用とした。

修復前後の配信データと地形図の対応関係について、長崎県北松浦郡小値賀町白瀬の事例を図-5 に示す。

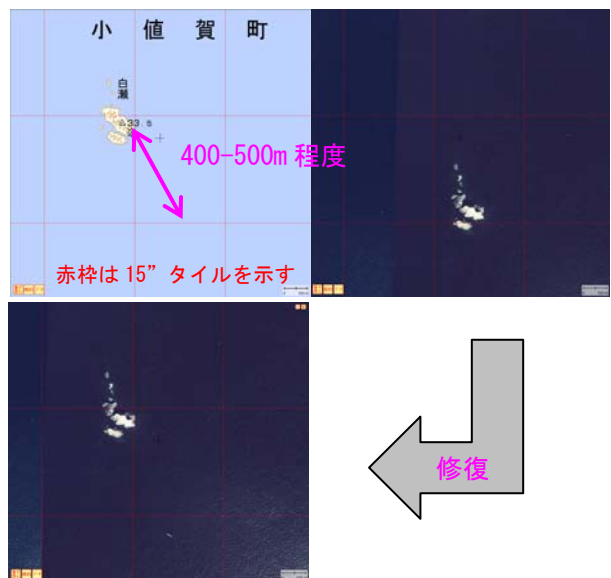


図-5 離島部における配信データの修復事例

7. インデックスマップの作成

配信データを供覧するにあたっては、撮影範囲を指し示す重ね合わせ情報 (インデックスマップ) を作成する必要がある。この種の作業は一見単純に思えるが、実は常に頭痛の種になっている。電子国土 Web システム Ver.2 (非プラグイン版) では、重ね合わせ情報の処理をクライアントのブラウザに読み込まれた JavaScript で行っており、あまり大量の重ね合わせ情報では、処理をしきれずにタイムアウトになってしまう。従って、XML 形式の重ね合わせ情報ファイルサイズが高々数 100KB になるまで、作成範囲を指し示すポリゴン数や頂点数を削減する必要がある。

まず、本初子午線と赤道の交点を基準として敷き詰めた W'' タイル ($W \gg 30$) を配信データ存在範囲表示の最小単位とすることを考える。そして、 W'' タイル内に 1 枚でも配信データ ($30''$ タイル) が含まれれば、 W'' タイル全体を塗りつぶすことにする。その上で、塗りつぶされた W'' タイル配列から、図-6 に示す簡約処理で新しいポリゴンを生成する。

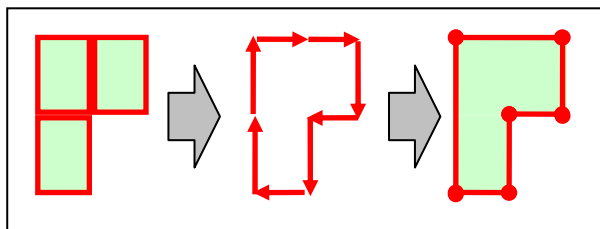


図-6 簡約処理の手続き

このようにして生成されたポリゴンの集合体をインデックスマップとする。 W の値は、重ね合わせ情報のファイルサイズが数 100KB に収まるように設定すればよい (120~960'' 程度が望ましい)。

なお、新しく生成されたポリゴンの覆う地理的範囲があまりにも広域に及ぶ場合には、電子国土 Web システム上で背景画像を拡大していったときのドラッグ処理が著しく遅くなってしまう。そのような場合には、後処理として広域ポリゴンを適当な大きさに分割してやるのが有効である (図-7)。

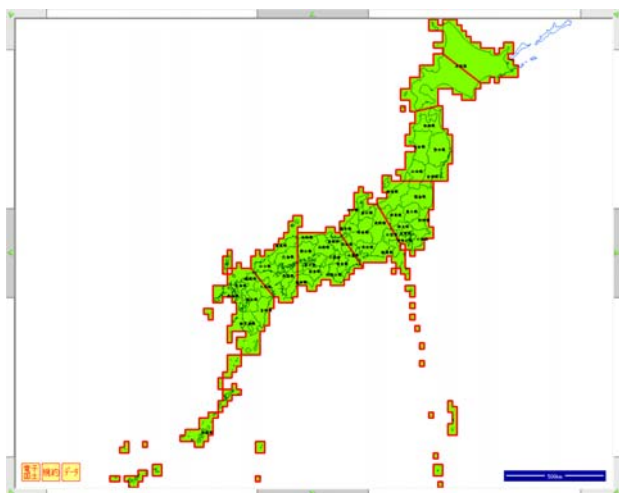


図-7 国土画像情報 (第 1 期) のインデックスマップ

8. 配信データの利活用に向けて

オルソ画像は写真画像の一種であるため地表の様子を直感的に把握することが可能であるが、注記・行政界・トンネル等の情報を把握することが困難である。そこで、本章ではオルソ画像と地図画像を Web 上で動的に透過重ね合わせして表示させる試事例

を紹介する。図-8 は、透過重ね合わせのための透明度指標を Web サイト上に配置したスライダーで連続的に変化 (増加) させることで、キャンバス内のオルソ画像が次第に地図画像に移り変わっていく Web サイト事例を表現している。Web 標準技術であり実装化に向けて急速に動き出した HTML5 の Canvas 技術 (羽田野, 2010) を利用しているため、本事例の動作状況はブラウザによって異なる。著者は Google Chrome の最新版 (Ver. 8) での動作を確認している。

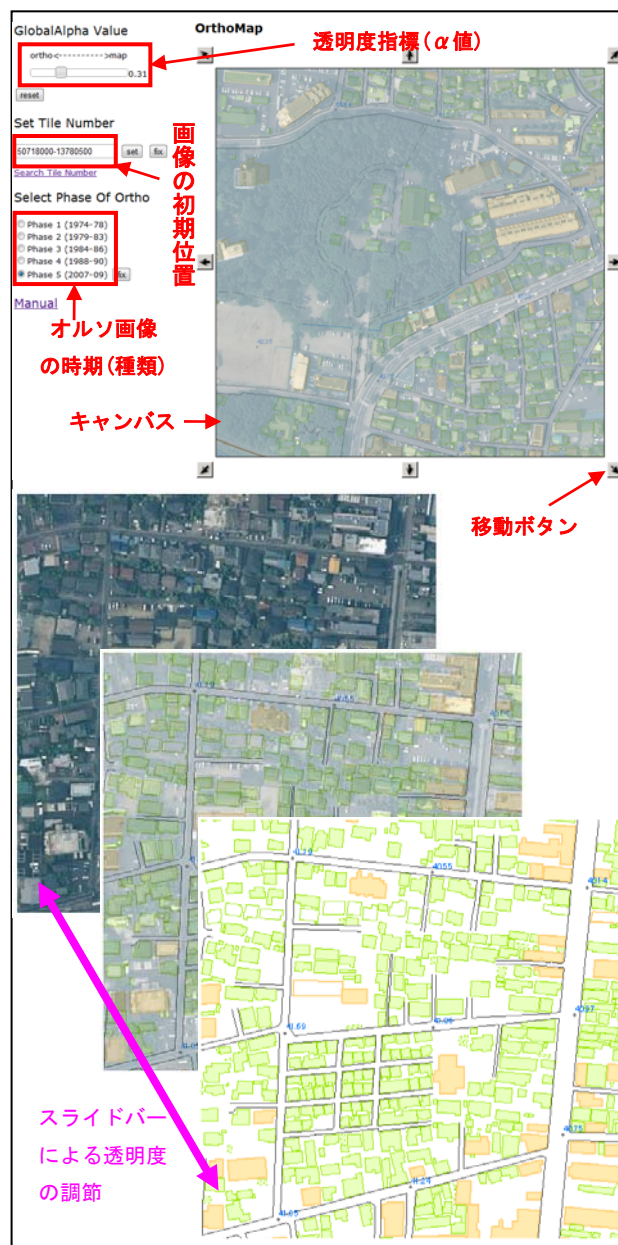


図-8 オルソ画像と地図画像の動的重ね合わせ事例

以下、本事例を可能にする Canvas 技術の利用方法について要約する。Web サイト事例を実現する JavaScript 擬似コードのエッセンスは以下のわず

か4行に集約される：

```
01: canvas=
    document.getElementById("canvasID");
    ctx=canvas.getContext('2d');
02: ctx.clearRect(0,0,canvas.width,
    canvas.height);
03: ctx.globalAlpha=1- $\alpha$ ;
    ctx.drawImage(imgORT,dispX,dispY);
04: ctx.globalAlpha= $\alpha$ ;
    ctx.drawImage(imgMAP,dispX,dispY);
```

01行目によって、キャンバス内の画像を操作するためのオブジェクトが取得される。02行目では以前の古い画像をキャンバスから消去している。03行目と04行目では、各々透明度(0:完全に透過~1:透過なし)を設定した上でオルソ画像と地図画像のタイトルデータ/imgMAPを表示させている。Webサイト上のスライダーの値から得られた透明度指標 α を $1-\alpha:\alpha$ の比率でオルソ画像と地図画像に割り振り、 α の値を連続的に増加すれば、オルソ画像が次第に地図画像に移り変わっていく視覚的効果が得られる。この視覚的効果を通じて、両画像の情報を瞬時に取得することが可能となる。

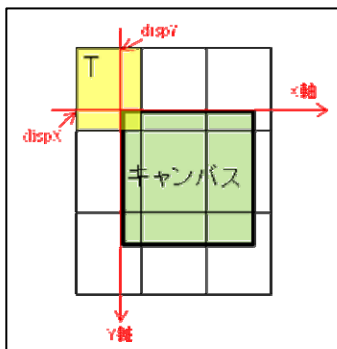


図-9 画像タイトルの配置

なお、上記コードを実行する前提として、キャンバスの左上隅位置を包含する画像タイトル T の名称(タイトル南西端の経緯度由来)とタイトル T 北西端のキャンバス座標($dispX, dispY$)を取得されている必要がある。{T, $dispX, dispY$ }は適切な初期値を基準とし、キャンバス周辺部に配置された移動ボタンの押下イベントに応じて定期的に切り替わるようにする。本事例では、キャンバスの幅や高さを600pixelに固定しており、キャンバスと共有部分を有する画像タイトル(幅=300pixel, 高さ=320~420pixel)の枚数は最大9枚となる(図-9)。そのため、画像タイトル T に対する03行目と04行目の記述は、実際には各々画像タイトル T を含む9枚分の画像タイトルに対する記述で置き換える必要がある。その際に、 $dispX, dispY$ の値は、画像タイトルの幅や高さを考慮して適切にシフトするようにする。なお、

02-04行のコードは、イベント発生(Webサイトの読み込み、移動ボタンの押下、スライダー値のセットなど)に応じて実行されるようにする。

上記の単純な疑似コードを見れば、電子国土 Web システムやウォッチの簡易応用版を作ることがさほど困難とは言えない時代が到来したことが理解できる。この時代に必要なものは、電子国土 Web システムよりも配信データセットそのものである。地理空間情報活用推進における「いつでもどこでも利用者が地理空間情報に分かりやすく容易にアクセスできる」という目標の実現を容易にするには、配信データセット自体が直接的に利用されるような仕組みづくりが非常に有効であると思われる。

9. おわりに

電子国土 Web システムを通じたオルソ画像の配信にあたっては、入力データの仕様と配信データの満たすべき仕様を理解した上で、画素の再配置に必要な技術基盤を確立する必要がある。本作業では、Javaの画像処理環境を利用して、配信に適したオルソ画像のデータセットを容易に作成することを可能とした。なお、他の言語(特にC#のような高機能の処理言語)でも同様な機能を実現できるはずであることを強調したい。

読者の中には、直接的にプログラムを作成しなくても、市販のツールで充分ではないかと思われる方もいると思われるが、大量の入力データセットに対しては、プログラム作成による画像処理の方が断然に速い場合が多い。本事例では、画素の再配置の原理を体系的に理解したうえで既存のプログラムを再利用することが、データの瑕疵に対する修復コストを最小限度に抑えている。これらの事柄は、数学的な概念と情報処理を柔軟に結びつけて作業を行うことの意義深さを物語っている。

配信されたデータが電子国土 Web システムを通じて利活用されるには、インデックスマップ作成に示されるような重ね合わせ情報の配信手法についての配慮が必要である。さらに、HTML5に代表されるような Web 上での情報発信技術の進展も考慮すると、配信データそのものをユーザに提供し、配信データを利用する様々な地理空間情報アプリケーション誕生の後押しをすることが必要であると思われる。

本作業の結果作成されたオルソ画像の配信データは、電子国土ポータル

(http://portal.cyberjapan.jp/denshi/index3_ortho.html)で閲覧可能である。

謝辞

本作業にあたっては、作業環境の構築・画像処理アルゴリズムの意見交換・入力データの取得等

にあたって、地理空間情報部（地図情報課・情報システム課・基盤地図情報課・業務課・情報普及課）、及び測図部（管理課・画像調査課）の諸氏に大変お世話になった。とりわけ、地理空間情報部の高桑氏、
矢川氏、飯田（剛）氏及び測図部の石山氏には参考となる知見を数多く頂いた。厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 赤間世紀 (2007) : JAI 入門, 工学社.
- 大野裕幸 (2007) : 非 ActiveX 型電子国土 Web システムの構築, 国土地理院時報, 第 112 集, 89-96.
- 羽田野太巳, 白石俊平, 古旗一浩, 太田昌吾 (2010) : Google API Expert が解説する HTML5 ガイドブック, 株式会社インプレスジャパン.
- 羽田野太巳 (2010) : Canvas リファレンス, <http://www.html5.jp/canvas/ref.html> (accessed 13 Jan. 2011).
- 国土地理院 (BL2XY) : 緯度・経度から平面直角座標 x, y および子午線収差角を求める計算, <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/algorithm/bl2xy/bl2xy.htm> (accessed 20 Dec. 2010)
- 国土地理院 (XY2BL) : 平面直角座標 x, y から緯度, 経度および子午線収差角を求める計算, <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/algorithm/xy2bl/xy2bl.htm> (accessed 20 Dec. 2010)
- P.Niemeyer, J.Knudsen (2007) : 詳解 Java プログラミング第 2 版 Vol. 2 (滝沢徹他訳).
- 津留宏介・峰島貞治・古本秀明・馬河紘子編著 (2008) : CAD/CG/GIS ユーザのための航空・衛星写真画像ハンドブック, 古今書院.
- 飛田幹男, 辻宏道, 高橋保博, 川原敏男 (2003) : 日本測地系における離島位置の補正量, 測地学会誌, 第 49 巻, 第 3 号, 181-192.