

インターネット地図上のデータを利用する際の注意

A remark about getting data from Internet Maps

栗原 和夫
Kazuo Kurihara

要 旨

インターネット上の地図から近接した2地点間の距離を求める場合、対象地点を位置付ける画面上の操作に伴う誤差を考えておかなければならない。インターネットに付随する距離計算機能を利用したり、緯度経度取得機能を利用して計算したり、画像データとして取り込み、画像ソフトで対象点のピクセル値を読んで計算する方法を示した。岐阜地域であれば、位置づけ操作に伴う誤差を考慮しても、4桁または3桁の有効数字を持つ距離が得られることを示した。

1. はじめに

今日、インターネット上には様々な地図情報があり、手軽に利用できるようになっている。例えば、GoogleMapはその一つで、地図の表示に加えて様々な機能が付け加えられている。地図の様々な地点に情報を付け加えて独自の地図を作成したり公開したりできるマイマップや、特定の地点から見た町並みの画像を表示するストリートビューなどがそれである。本小論で考察するのは、2点間の距離計算に利用できる、開始点から中間点をたどって終点までのルート距離を計算する機能と、指定点の緯度経度を計算する機能である。いずれも地点を指定しなければならず、地点指定の誤差とそれから計算される値の誤差を考察したい。

2. GoogleMapによる緯度経度の取得

地図から得られる情報に、地点の緯度経度がある。2地点の緯度経度がわかればその距離は、その地点が部分的に平面と見なせる地球の表面上にあれば、近似計算で求めることが出来る。Google Mapのなかにはすでに「距離測定ツール」という距離計算の機能があり、地点を指定していだけで、地点をたどるルート距離を計算してくれる。

GoogleMapは元々緯度経度をインデックスに持つ階層的な地図画像データベースと住所や所番地に対応する緯度経度のデータベースを持っていると推測され、いずれからでも地図画像を検索して表示することができる。図1aは朝日大学の正門の緯度経度(北緯 35.381400 度、東経 136.691400 度)を指定した地図の位置決めであり、図1bは朝日大学の所番地(岐阜県瑞穂市穂積 1851)による位置決めである。地図画像の日本地図の部分は左下に表示され、これがZENRIN

の地図であることがわかる。



逆に画面地図上で指定した位置の緯度経度を計算する機能もある(文献1)。大学敷地の北東隅は穂積高野という交差点に面しているが、この地点の緯度経度を求めるには、文献1のURLからその地点を地図の中心に位置づければよい。この場合、画面上での位置づけ方法や画面の解像度が問題となる。



縮尺を最大にした地図上で、マウスにより大まかな位置づけを行うことができる。微細な位置づけは、Windowsの「アクセサリ」の中の「ユーザ補助」の「スクリーンキーボード」を用いて行うことができる。その機能を使って画面上で1ピクセルずつオブジェクトを動かして微細な位置づけを行う。

この例で、現地点から北南、東西に1ピクセルずつ動かしてみると緯度経度がそれに応じて変わり、位置づけの誤差を見積もることが出来る。

現地点は、N35.38341698551884度、E136.691532433033度で、1ピクセル北は、

N35.383419172311555 度、E136.691532433033 度、1ピクセル南は、N35.38341479872608 度、E136.691532433033 度、1ピクセル東は、N35.38341698551884 度、E136.691535115242 度、1ピクセル西は、N35.38341698551884 度、E136.69152975082397 度である。

この地点の位置づけにかかわる絶対誤差は、緯度が 3×10^{-6} 度で経度が 3×10^{-6} 度程度であり、これは実測で、緯度で約34cm、経度で約28cmにあたる(3節の2点間近似距離計算による)。

3. 緯度経度による2点間距離の相対誤差

2点を通る2つの緯線と経線が近似的に平行だと考えられる近接2点の距離 L は、近似的に次のように計算できる(文献2)。

$$L = A\pi/180\sqrt{(x\cos(\pi z/180))^2 + y^2}$$

ここで、 x は経度の差の絶対値、 y は緯度の差の絶対値で単位は度とする。また z は対象2点のどちらかの緯度で単位は度であり、その緯度で地球を赤道面に平行に輪切りしたときの半径を求めるためのものである。 A は地球の中心から赤道上平均海面までの地球の半径(6378137m)とその地点の標高の和である。

一般に、誤差を含むデータから計算された値は誤差を含み、その相対誤差は、項目の和や差の場合は項目中の相対誤差の最大値を、項目の積や商の場合は2つの相対誤差の和を、項目のべき乗の場合は相対誤差にべきを乗じた値を計算結果の相対誤差とする(文献3)。

距離計算に含まれる \cos の誤差については、特定の緯度の値 z (単位 radian)の近くで微小量を加え、その関数に与える影響を展開して、微小量の2次以上の項を無視すれば、

$$(\cos(z) \text{ の相対誤差}) = z \tan(z) (z \text{ の相対誤差})$$

となり、この場合の相対誤差は、 z が大きくなれば、つまり緯度が高くなれば、拡大することを示している。

大学の東側を南北に縦貫する道路の北端(N35.38341698551884, E136.691532433033)と南端(N35.37818600772828, E136.69152975082397)の緯度経度からこの2地点の距離を計算する場合、絶対誤差を考慮して、 x は0.000003度、 y は0.005231度とし、 z は35.38341699度を採用することにする。

この距離計算の場合 y が x に比べて十分に大きく、 x が含まれる項は、 \cos の計算を考慮しても結果がほとんど0となるので、結局 L に含まれる相対誤差は、

$$(L \text{ の相対誤差}) = (A \text{ の相対誤差}) + (y \text{ の相対誤差})$$

と見積もることができる。

A は最後の1けたに高々1だけの絶対誤差があるとすると、その相対誤差は 1.57×10^{-7} 程度

となり、 y の相対誤差は、 y の絶対誤差を y の値で割って 6×10^{-4} と考える。従って L の相対誤差は、 y の相対誤差と同程度の 6×10^{-4} と考えられる。

実際に得られた緯度経度の値から計算式で距離を計算してみると、582.311mを得る。ここで岐阜の標高は 14mとしている。この結果に L の持つ相対誤差をかけて1桁に切り上げると、誤差は 0.4mとなる。有効数字は高々4桁で、距離は $582.3 + 0.4\text{m}$ から $582.3 - 0.4\text{m}$ の間にあるといえる。北端が1ピクセル北に位置付けられたときの距離は 582.555m、1ピクセル南に位置付けられたときの距離は 582.068mで、この範囲に入っている。

Google Mapの「距離測定ツール」を用いて同じ距離を求めてみると、位置づけの誤差により一致はしないが、575.528m と近い値を表示してくる。



4. 平面直角座標系への変換

日本国内の場合、緯度と経度を平面直角座標系に変換する機能を、国土地理院が提供している(文献4)。岐阜は日本測地系の7系に属しており、大学の東側を南北に縦貫する道路の北端と南端の平面座標を計算すると次のようになる。

北端 X座標 -68294.226m
 Y座標 -43161.957m
 南端 X座標 -68873.506m
 Y座標 -43164.739m

この機能の緯度経度の入力仕様が、度分秒であるので、地図から得た度単位の値を変換して入力しなければならない。三平方の定理より南北間の距離は、579.2867mと計算され、これも上記とほぼ近い値となる。

計算結果

緯度経度入力値

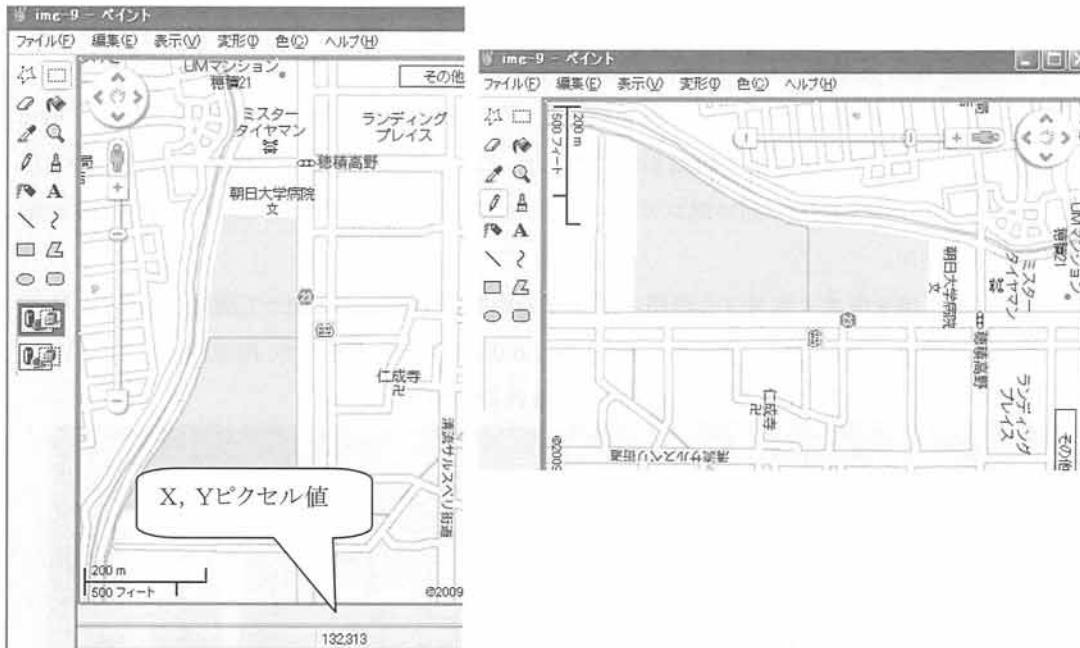
測地系	日本測地系
平面直角座標系	7系
北緯	35° 22' 41.50000"
東経	136° 41' 29.50000"

平面直角座標変換結果

X座標	-68873.506 m
Y座標	-43164.739 m
真北方向角	+0° 16' 30.35"
縮尺係数	0.99992296

4. 画面から対象点のピクセル値を取得する

比較的短い距離であれば、地図画面を保存し、画像ソフトで対象点のピクセル値を読み、縮尺から距離を計算することもできる。今までと同じ大学東側の道路の距離をこの方法で求めてみる。画像ソフトとしてウインドウに付属するペイントを使用することになると、画像上の現在ポイントされている位置を、最下行に画像右上を原点とするピクセル値で表示してくる。



画像上の任意の2点間の距離を知るには、画像の基準線(200m)の両端のピクセル値も同様に取得しておかなければならない。これは90度回転した画像においても取得しておく必要がある。ピクセル値によるX座標、Y座標ということで、これらをPX座標、PY座標と呼ぶことにする。画像からこれらを読んで、次の値を得る。

対象道路北端(PX値 246、PY値 136)、対象道路南端(PX値 246、PY値 433)、左図基準線左端(PX値 66、PY値 493)、左図基準線右端(PX値 169、PY値 493)、右図基準線上端(PX値 17、PY値 4)、右図基準線下端(PX値 17、PY値 107)。

この場合対象道路は、たまたま南北の簡単な直線であるので右図の上下の基準線を使用し、簡単な比例計算(南北のPY値の差×200/基準線上下のPY値の差)により、北端から南端までの距離は、576.7mとなる。

画像からピクセル値を読むとき、ペイント程度のソフトでも画像の拡大が出来るので、倍率を大きくし、かつ「スクリーンキーボード」を使えば、0.5ピクセルまで読むことが出来ると考えてよい。従ってこの比例計算の場合、相対誤差は、南北のPY値の差の相対誤差 $0.5/297$ と上下のPY値の差 $0.5/103$ の相対誤差との和から約0.007となり、計算結果にこの相対誤差をかけて1桁に切り上げると、誤差は4mとなる。有効数字は高々3桁で、距離は $577+4m$ から $577-4m$ の間にある。

位置づけにより比例計算の分母が1ピクセル大きく、分子が1ピクセル小さく設定された場合は、

569.2mとなり、分母が1ピクセル小さく、分子が1ピクセル大きく設定された場合は、584.4mとなり、推定距離範囲の外に外れる。このことは、画像からピクセル値を読むとき、画像を拡大し注意深く行えば、対象点に関してどちらのピクセル値であるかを正しく決めることが出来ることを示している。

5. GPS機器を使用する場合

比較のため、GPS機器によって緯度経度情報を取得し、それに含まれる誤差も調べてみた。岐阜市内の加納城跡公園内に三等三角点があり、これをGPS機器で測定すると次のようになった。

三角点の緯度 35度 23分 57.6847秒に対して、GPS機器では、3回の測定で秒の桁が、57.5、57.6、57.7となり、0.1秒程度の絶対誤差であった。また三角点の経度 136度 45分 41.5878秒に対して、GPS機器では、3回の測定で秒の桁が、41.6、41.4、41.5となり、これも0.1秒程度の絶対誤差であった。

大学の東側を南北に縦貫する道路の南北端の距離をGPS機器を使って測定する場合、緯度の差は2節と同じ0.005231度を用いると0.1秒は0.000028度であるので、相対誤差は、 6×10^{-3} となり、GoogleMapを用いて緯度経度を求める場合より1桁悪い。



この三角点のデータを指定位置緯度経度計算機能で取得しようしてみたが(図a参照)、画面上の位置づけを最大限正確に行ったとしても、ある幅でしか行うことができない。

この三角点の緯度経度を度に換算すると、緯度は 35.3993568 度で、経度は 136.7615522 度である。緯度の位置づけは、N35.39935712929613 度およびN35.39935494293554 度となり、高々0.000003 度の幅がある。また経度の位置づけは、E136.76155149936676 度およびE136.76155418157577 度となり、これも高々0.000003 度の幅がある。もともと、地図上に三角点が表示されているわけでもないのに、正確な位置づけは望むべくもない。

6. おわりに

大学の東側を南北に縦貫する道路に沿って大学敷地の南北の長さは、(1)GoogleMap画面からとった緯度経度を直接用いた距離計算では、582.3m、(2)GoogleMap画面からとった緯度経度を直角座標に変換して計算する距離計算では、579.3m、(3)Google Mapの「距離測定ツール」

インターネット地図上のデータを利用する際の注意

による距離計算では、575.5m、(4)画像からのピクセル値を用いておこなう距離計算では、577mであった。



現在地:

世界測地系Wgs84

【v2用】Zoom19 lat lon (v2 GLatLng用) (35.39935712929613, 136.7615568637848)

図a 加納城跡公園内の三等三角点の緯度経度取得

いずれも対象点(始点と終点)を画面上で位置づけることに伴う誤差を評価し、更にそれを用いる計算式による誤差の伝播を考慮し、有効桁数を推定しなければならないことを示し、それぞれの方法で4桁または3桁の有効数字が得られることを示した。また実測により、GPS機器からとる緯度経度の誤差は、GoogleMap画面から注意深くとった緯度経度に対して一桁悪いということが分かった。しかし、GPS機器は現地に行き対象物の上で直接測定できるという利点があるのに対して、GoogleMap画面からデータを取得する方法は、相対誤差は小さいものの、対象物によってはそれが画面上に見当たらず、どこに位置づけしてよいか分からない状態になるという欠点があることを考慮しておかなければならない。

参考文献

- [1] 緯度経度取得 <http://jsgt.org/ajax/newmon/samples/chapter03/03-31/getlatlon44.htm>
- [2] 緯度経度から距離を求める方法 <http://wadati.blog10.fc2.com/blog-entry-345.html>
- [3] 誤差 <http://physics.e-one.uec.ac.jp/report/gosa.html>
- [4] 直角平面座標への変換 <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2xyf.html>

栗原 和夫 (経営学部情報管理学科教授)