

■実習課題「座標の設定と地図のデジタル化」

1. 実習用データファイルのコピー

「マイネットワーク」 - 「ワークグループのコンピューターを表示する」

「Dell2」 - 「造園実習2 用データ等」 - 「data」 - 「ex4」の中のデータを、

自分のex4 フォルダにコピーします。

523545.tif と523546.tif は京都市付近の2万5千分の1地形図のtiff画像です。

sokatu-4.tif は、京都市の都市計画関連の法規制区域の地図です。

rectify523525、rectify523526などは、ジオリファレンス済みの2万5千分の1地形図のtiff画像

および座標情報等です。

2. 2万5千分の1地形図のtiff画像に座標を与える

ふつうtiffは、jpeg、gif、bmpなどと同じように、座標情報を持たない画像ファイルです。

これから画像に座標を与える作業をします。以下の作業は、tiffだけでなく、jpeg等でも可能です。

2.1. ArcMapを開き、ex4というマップドキュメントを新規作成します。

2.2. ArcCatalog内で、ポイント用のシェープファイル523546pointsを新規作成します。

座標系の設定は、東京測地系、平面直角座標系（第6系）とします。

重要：

座標系の設定が同じでないと、重ね合わせなどの分析ができません。

同じ座標系の設定に必ずしましょう。

今回は、古い紙地図のデータも用いるので、世界測地系を使わず、古い東京測地系（日本測地系）で統一します。

シェープファイルの東京測地系から、世界測地系への変換は、ArcToolboxを使って簡単にできます。

2.3. 523546pointsをマップドキュメントex4に追加します。

2.4. Netscapeを起動させ、<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2xyf.html>を閲覧します。

国土地理院のホームページからリンクされているページで、

緯度経度を、平面直角座標系における座標値に変換してくれるプログラムです。

2.5. 523546.tifをマップドキュメントex4に追加しましょう。

「ピラミッド構築をする」を選択します。

ピラミッド構築しておくこと、大きな画像の表示速度が速くなります。

注意：

この時点では、523546.tif という画像の座標は設定されていません。本来と違う場所に、違う縮尺で表示されています。

マウスを動かして、右下に現れる座標値を見てみてください。

1669 1.18 メートル

上の座標は、平面直角座標系（第6系）の京都付近ではまずありえない座標値です。

2.6. ポイントのシェープファイルに523546.tif の4隅の座標を持つ点を入力します。

2.6.1. 523546.tif の4隅の座標を、メモしてください。

4隅を拡大すると緯度経度で表された座標があります。



（東経135度52分30秒、北緯35度5分など4点分）

2.6.2. <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2xyf.html> を開き、

座標（東経135度52分30秒、北緯35度5分）を左側に入力します。

「日本測地系」

「第6系」に設定し、

「換算」ボタンを押します。

緯度経度	
測地系	日本測地系
平面直角座標系	6
北緯	350500.0000 (ddmmss.sss)
東経	1355230.0000 (dddmmss.sss)
<input type="button" value="換算"/> <input type="button" value="リセット"/>	

入力例:

北緯	35° 12' 15.3"	→	351215.3
東経	141° 29' 35.4"	→	1412935.4
	ddd mm ss.s	→	dddmmss.s

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	6系
北緯	35° 05' 00.00000"
東経	135° 52' 30.00000"
平面直角座標変換結果	
X座標	-101676.560 m
Y座標	-11396.944 m
真北方向角	+0° 04' 18.65"
縮尺係数	0.99990160

結果が右側に表示されます。

東経135度52分30秒、北緯35度5分は、

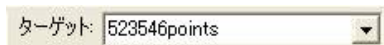
平面直角座標系（第6系）、日本測地系（東京測地系）では、

X = -101676.560 メートル、Y = -11396.944 メートルという座標値であることがわかります。

2.6.3. 平面直角座標系における座標値を、523546points というシェープファイルにポイントデータとして、入力します。

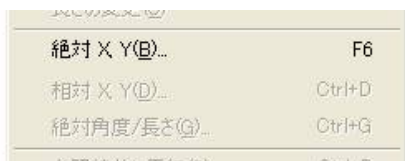
「エディタ」 - 「編集の開始」

ターゲットが523546points になっていることを確認します。



スケッチツール  を選択します。

ポイントを作成する画面上で、右クリックし、「絶対XY」を選択します。



X（左側）にY座標の-11396.944を、Y（右側）にX座標の-101676.560を入力し、Enterキーを押し、新しいポイントを作成します。

（座標値の入力には、間違い防止のため、コピー&貼り付け（ペースト）を利用してください。）

注意：

ArcGISのXY座標と、地理学におけるXY座標は、XとYが逆になっています！！

入力の時も、XとYの値を逆にしなければなりません。

重要：

ここで座標を入れ間違えたまま作業を続けると、以降の作業は完全に無駄になってしまいます。

とりかえしが見つからないので、念には念を入れて、じゅうぶんに確認しましょう。

コピー&貼り付け（ペースト）の機能を利用すると、間違えるリスクが減ります。

2.6.4. 以上を、4隅の点について繰り返します。

2.6.5. 4点入れ終わったら、4点の位置関係に間違いがないか、最終確認しましょう。



（このように横長の四角形の形で4点が入ります。）

「編集を保存」

「編集を終了」します。

2.7. 523546.tifの地図画像の4隅が、523546pointsの4点のポイントに移動させます。


画像に座標を与えるこの作業を「ジオリファレンス」といいます。

2.7.1. 「表示」 - 「ツールバー」から、「ジオリファレンス」を選択し、

ジオリファレンスのツールバーを表示します。

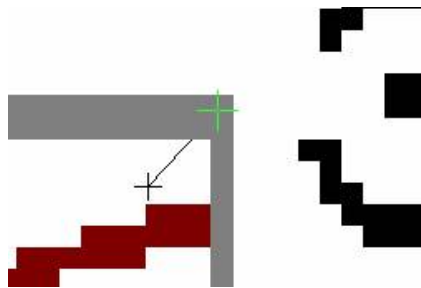


2.7.2. ターゲットとするレイヤが523546.TIF になっていることを確認します。

2.7.3. コントロールポイントの追加ツール  を選択します。

コントロールポイントは、本来一致しているはずの点を選んで、画像を正しい座標位置に移動させるのに使います。ground control point (GCP) とも言います。

2.7.4. 523546.TIF の地図の右上隅の点をクリックします。



重要：

このように十分に拡大して作業をすることが、精度の確保につながります。

2.7.5. 523546points の対応する点（右上の点）を、虫眼鏡ツールで十分に拡大してから、クリックします。

重要：

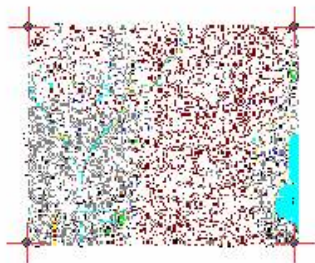
点を拡大しても、大きな点には見えませんが、座標を見ていると拡大されていることがわかります。限界まで拡大しておきましょう。

コントロールポイントツールで2つ目の点をクリックした瞬間に、遠く離れていた地図が、指定された点に引き寄せられたことがわかると思います。


2.7.6. 以上を、4点について繰り返し、地図の4隅を、4点の座標ポイントにできるだけ一致するようにします。

2.8. コントロールポイントで座標を与えた結果を吟味する

2.8.1. レイヤ全体を表示し、おかしいところがないかチェックします。



きれいに地図の4隅と4点が一一致したことがわかります。

2.8.2. リンクテーブルの表示  をクリックし、リンクテーブルを開きます。

リンク	元 X 座標	元 Y 座標	補正 X 座標	補正 Y 座標	残差
1	18.300293	14.906870	-11396.944002	-101676.559998	1.12479
2	0.356503	14.903754	-22793.905983	-101655.123008	1.12478
3	0.348415	0.352434	-22817.063000	-110898.362000	1.12364
4	18.308875	0.348714	-11408.522001	-110919.776000	1.12365

自動調整 変換: &1次多項式 (アフィン) トータル RMS エラー: 1.12421

残差は、全対応点を（この場合）1次多項式（アフィン）により一致させた結果、

例えば、対応点のペア1では、1.12479 単位（この場合はメートル）分のずれが最終的に生じたことを示しています。

トータルRMS（root mean square）エラーは、このずれの標準偏差のようなものです。

0に近いほどよいのですが、RMSEが1単位台までであればo.k.ということにしましょう。

今回は、元の画像にゆがみはなく、RMSEが小さく抑えられるはずでしたが、地図の輪郭線が太いために、ずれが生じたものと考えられます。

メモ：

特に残差の大きなコントロールポイントは、リンクテーブル内の×印を押して削除することができます。

2.9. ～2.10. ジオリファレンスの結果を保存する

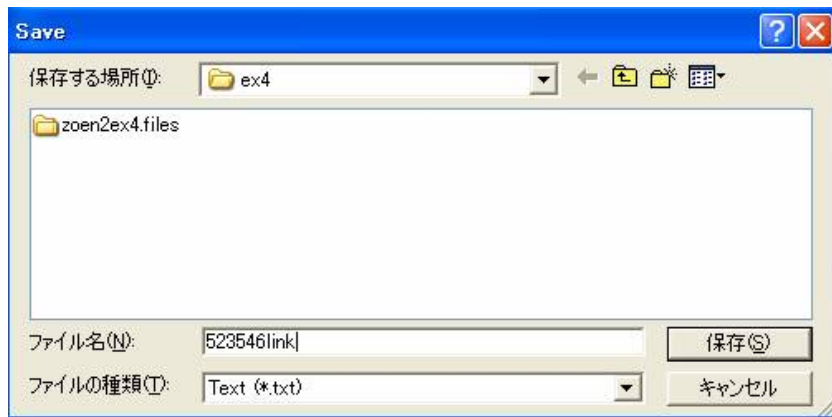
ジオリファレンスの作業の結果、正しい座標が与えられた画像を保存するには、2通りの方法があります。

1. リンクテーブルを保存する方法
2. レクティファイする方法

2.9. まず、リンクテーブルを保存する方法を試してみましょう。

2.9.1. リンクテーブルを開き、「保存」ボタンを押します。

523546link.txt という名前で、コントロールポイントの情報を保存しましょう。



2.9.2. マップドキュメントex4 を保存し、一度、ArcMap を終了させます。

2.9.3. ex4.mxd をダブルクリックし、ArcMap を起動させます。

ここで523546points と523546.tif の位置に注意してください。

せっかくジオリファレンスを行った523546.tif が最初の場所に戻ってしまっていることがわかります。

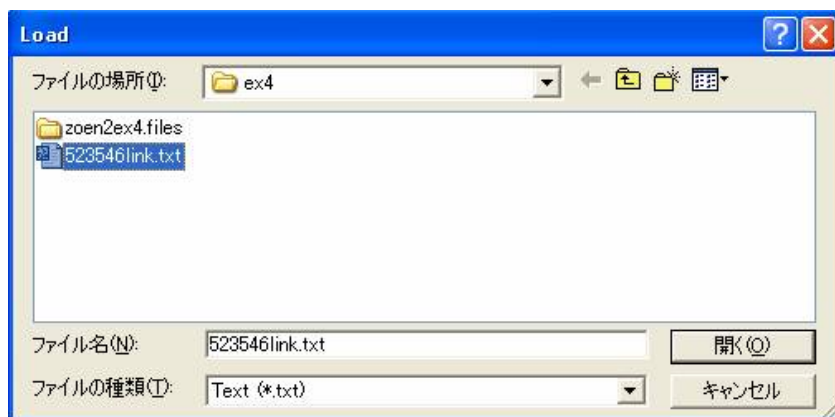


これをジオリファレンスした状態に戻すには、次の作業を行います。

2.9.4. リンクテーブルを読み込みます

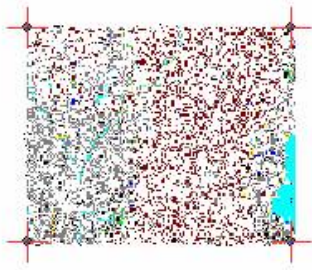
ジオリファレンスのターゲットが523546.TIFであることを確認します。

リンクテーブルを開き、リンクテーブルの「読み込み」から、523546link.txtを開きます。



リンクテーブルが復元されます。

「o.k.」ボタンを押します。



ジオリファレンスを行った状態に戻りました。

メモ：

リンクテーブルを保存する方法は、画像を仮止めしているようなものです。

ArcMap を終了させると、仮止めは解除され、もとの場所に戻ってしまいます。

また、一度に一枚の画像しか仮止めできません。

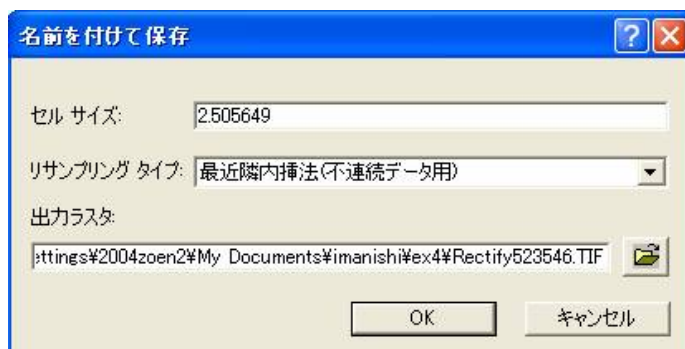
複数の画像に座標を与える場合は、次のレクティファイの機能を使います。

2.10. ジオリファレンスの結果をレクティファイする

2.10.1. ジオリファレンスツールバーの「ジオリファレンス」 - 「レクティファイ」を選択します。

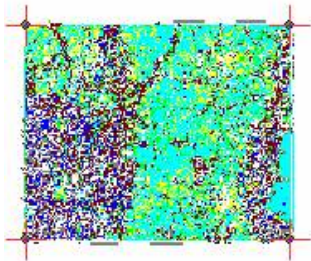
2.10.2. セルサイズ、リサンプリングタイプ、出力ラスタを設定し、o.k. を押します。

今回はすべてデフォルトの値を使用します。「o.k.」を押します。



正しい位置で座標値が再計算されて、新しいファイルrectify523546.tif が作成されます。

2.10.3. レクティファイしたファイルrectify523546.tif をマップに追加します。



レクティファイした画像ファイルは、リンクテーブルのようにArcMap を起動させるたびに、コントロールポイントを読み込む必要はありません。

また、複数の画像をジオリファレンスすることができます。

メモ：

座標情報は、rectify523546.tfw に保存されています。

2.10.4. マップドキュメントを保存し、ArcMap を終了させてください。

2.10.5. ex4.mxd をダブルクリックし、ArcMap を起動させ、
rectify523546.tif と523546.tif 、523546points の位置を確認してください。
523546.tif だけおかしい場所に表示されていることがわかるでしょう。

2.11. 523545.tif も同じ方法で、レクティファイしてください。

3. 緯度経度のわからない地図に座標を与える

総括図4 という京都市の都市計画関連の図面には、緯度経度の記載がありません。

現物をコピーしたものを4枚用意したので見てください。

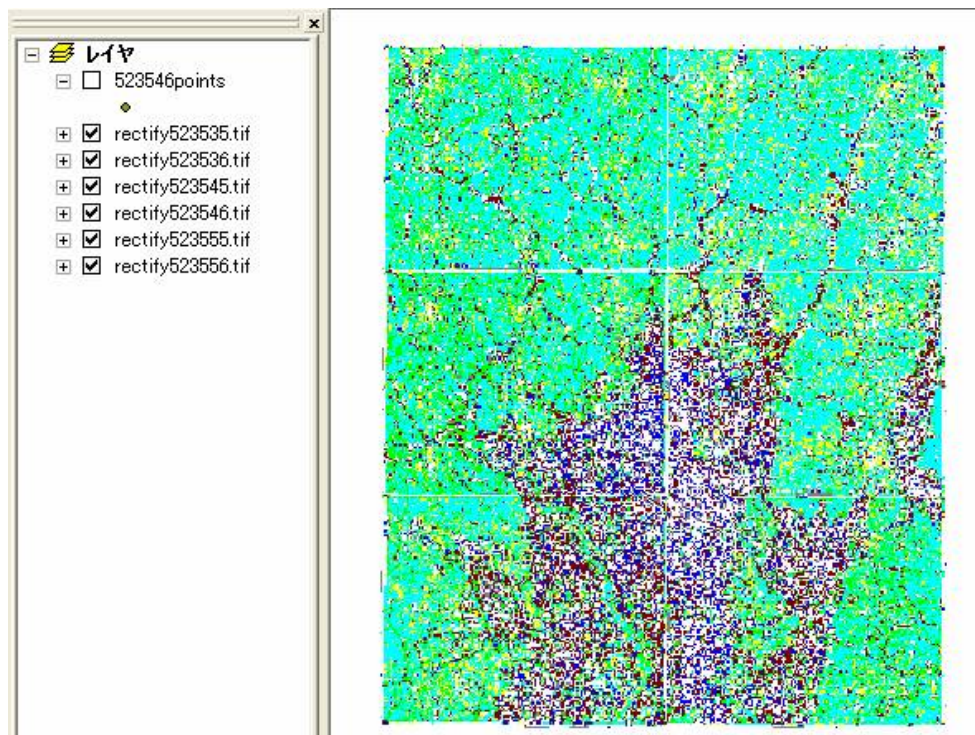
sokatu-4.tif は現物をスキャンした画像です。

sokatu-4 や衛星画像など緯度経度のわからない画像に、正しい座標情報を付与するには、
座標が確実にわかっている地図の上にコントロールポイントをとって、ジオリファレンスを行います。

以下にその方法を示します。

手順2 とよく似た作業になるので、詳しい説明は省略します。

3.1. マップドキュメントex4 にrectify523535.tif 、rectify523536.tif 、rectify523545.tif 、
rectify523546.tif 、rectify523555.tif 、rectify523556.tif を追加します。



3.2. sokatu-4.tif を追加します。

この時点では、sokatu-4 に座標情報はありません。

3.3. コントロールポイントの設定をします。

3.3.1. ジオリファレンスのターゲットがsokatu-4 になっていることを確認してください。



3.3.2. コントロールポイントの追加ツールを使って、コントロールポイントを選びます。

まず、移動させたい画像上で、コントロールポイントとしてふさわしい点を探して選びます。

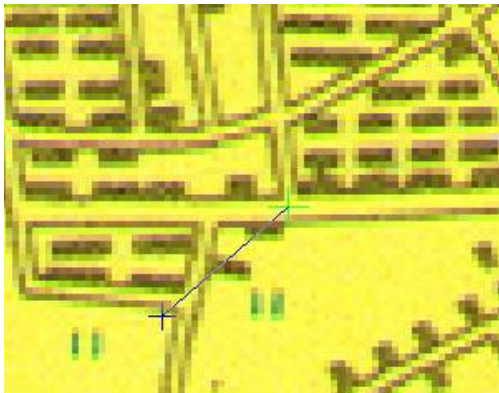
メモ：

コントロールポイントは、移動させたい画像と基準とする画像の両方に明瞭に現れていなければなりません。

また常に形が一定のものを利用しましょう。

コントロールポイントは、アフィン変換の場合、最低3 点必要です。

5 点くらいのコントロールポイントを移動させたい画像に満遍なく、できるだけ全域にわたって配置しましょう。



総括図4 のコントロールポイント（岩倉付近）



rectify した画像内でコントロールポイント（1 点目）を選んだ直後

5 つくらいのペアのコントロールポイントを選んでください。

3.3.3. ジオリファレンスの結果を吟味します。

リンク	元 X 座標	元 Y 座標	補正 X 座標	補正 Y 座標	残差
1	21.482007	32.710774	-19194.566019	-101961.792046	7.31892
2	12.720293	23.194640	-25845.038188	-109216.638848	10.66394
3	25.943401	18.975438	-15784.362972	-112411.857394	10.31588
4	9.393732	9.773128	-28390.290347	-119436.236554	7.90652
5	23.003390	10.142136	-18021.554993	-119162.646187	9.57032

自動調整 変換: &1次多項式 (アフィン) トータル RMS エラー: 9.24995

スキャナーで取り込んだ画像にはもともとゆがみが生じています。

したがって、RMSE が0 になることはまれでしょう。

RMSE が10 単位（この場合はメートル） くらいの誤差は許容される範囲の誤差であろうと判断されます。

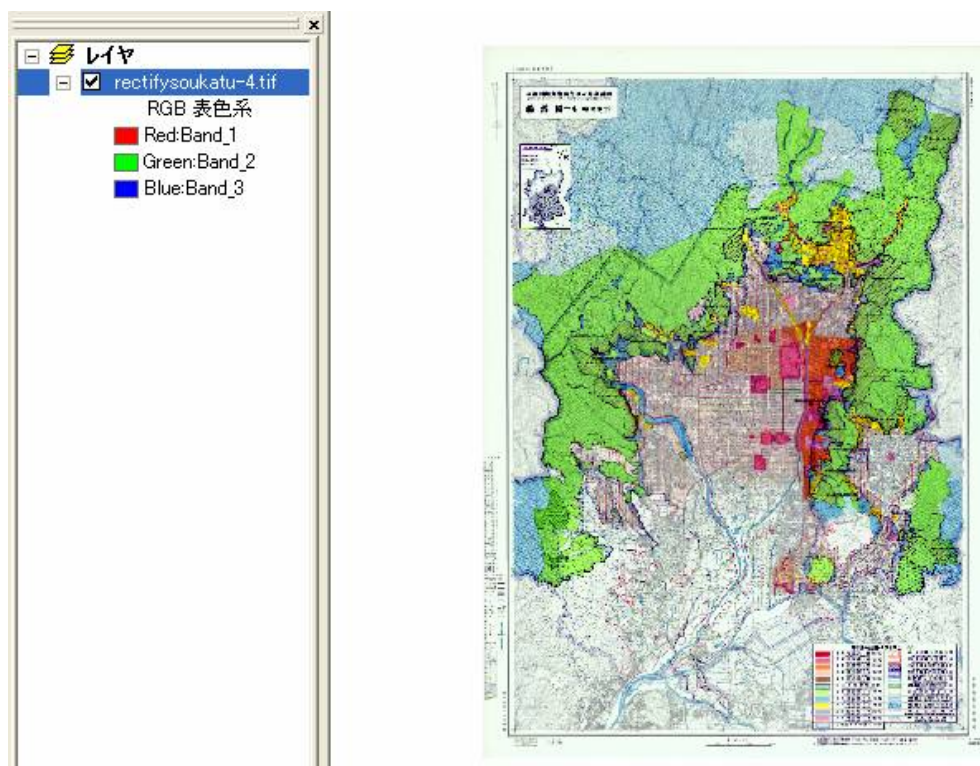
3.3.4. レクティファイします。

「ジオリファレンス」 - 「レクティファイ」

rectifysokatu-4.tif という名前で保存します。

3.3.5. レクティファイした画像をマップに追加し、異常がないか確認します。

3.3.6. 異常がなければ、rectifysokatu-4 だけを残し、あとのデータはマップから削除します。



4. 歴史的風土特別保存地区のシェープファイル（ポリゴン）を作成しましょう。

第1 回目の実習では、座標は気にせずにポリゴンを作成しました。

今度は、正しい座標にポリゴンを作成しましょう。

総括図4 (rectifysokatu-4.tif) はすでに正しい座標に位置づけられているので、これをベースマップとして利用します。

4.1. 歴史的風土特別保存地区のデータを入れるシェープファイルを新規作成します。

ArcCatalog の新規作成シェープファイル (ポリゴン) で、

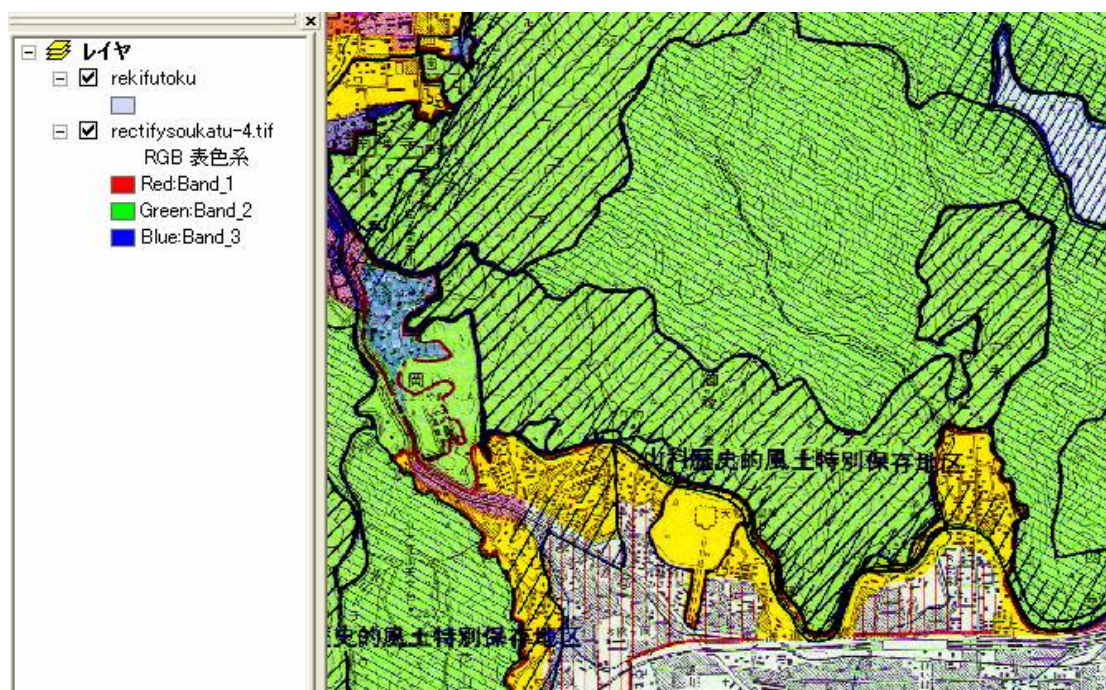
東京測地系、平面直角座標系 (第6系) を選択します。

シェープファイルの名前は、rekifutoku としましょう。

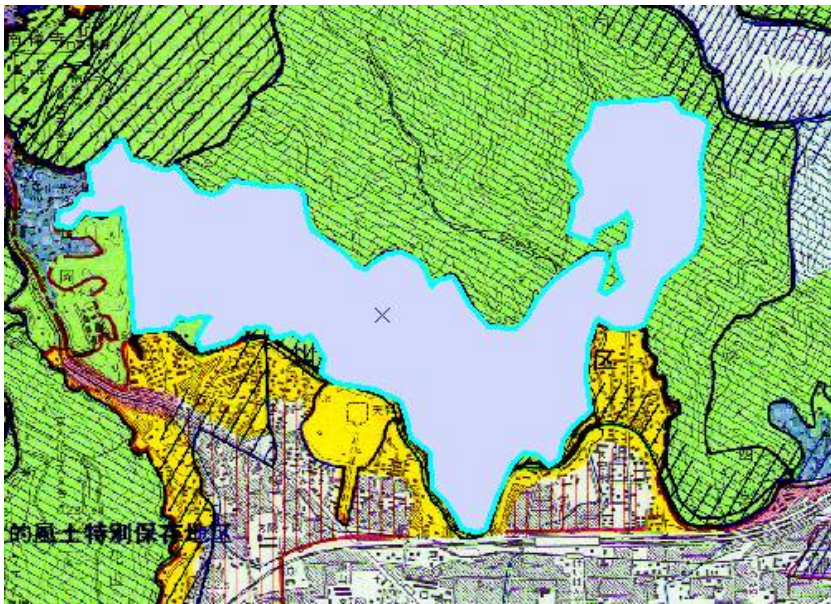
4.2. 歴史的風土特別保存地区の境界線をなぞって、rekifutoku 上にポリゴンを描きます。



4.2.1. まずは、山科歴史的風土特別保存地区の領域を表すポリゴンを描きましょう。



「エディタ」 - 「編集の開始」 から始め、「エディタ」 - 「編集の保存」 までの一連の作業を行ってください。(第1 回目の実習を参考にしてください。)

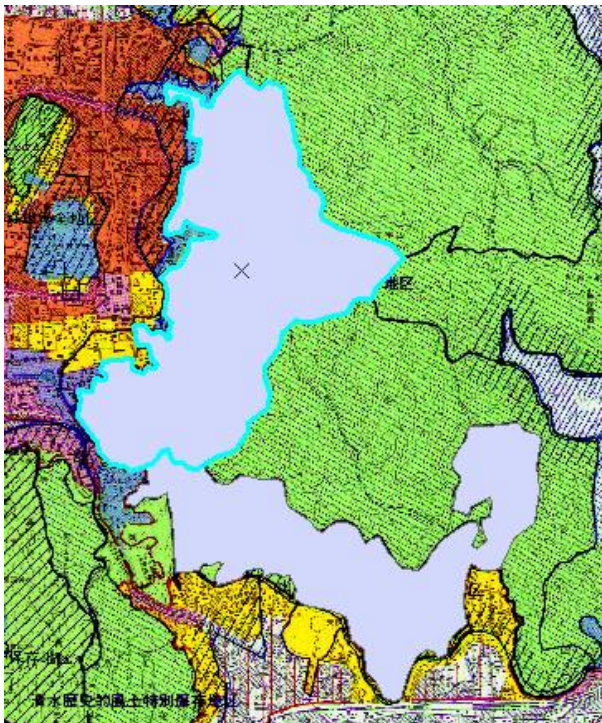


4.2.2. 次は大文字山歴史的風土特別保存地区を表すポリゴンを描きましょう。

重要：

(山科地区と) 境界線を共有するところでは、

「エディタ」- 「スナッピング」、あるいは「トレース」の機能を使いましょう。



5. 座標系を変換する

ArcGIS でいう「座標系」とは、狭義の「座標系」のほか「準拋楕円体」と「投影法」をあわせた概念のようです。

また、「座標系」+ 「準拋楕円体」= 「地理座標系」、

「投影法」= 「投影座標系」と定義しているようです。

ここでは、ArcGIS の慣例にのっとり、単に座標系といえば、「座標系」 + 「準拋楕円体」 + 「投影法」をあわせた

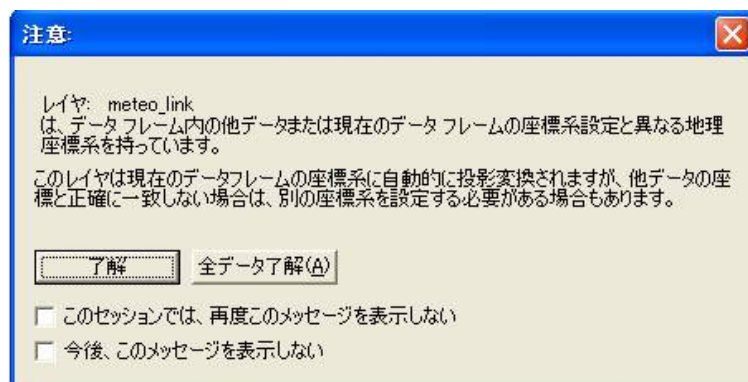
ArcGIS 独自の広義の座標系のことをさすこととします。

5.1. ことなる座標系のデータをマップに追加するとどうなるか確認しましょう。

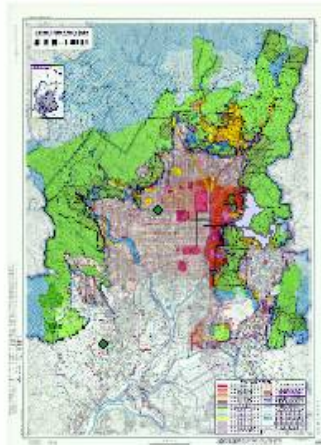
ex3 で作成したmeteo_link.shp を追加してください。



次のような「注意」のメッセージが現れます。



「了解」を押すとmeteo_link.shp のデータが表示されます。



meteo_link.shp のデータは10 進経緯度で、世界測地系のデータでした。

したがって、本来このように重なって表示されるはずはないのですが、適切に表示されていることがわかります。

これは、ArcMap が現在のデータフレームの座標系に、meteo_link.shp を自動的に変換して表示しているからです。

しかし、このように「注意」メッセージが出るようなデータの重ね合わせは、不適切です。

このような自動変換はあまり信用しないでおきましょう。

どのようなトラブルが起こっても、それはユーザーの責任になります。

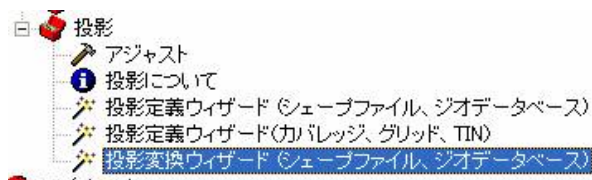
それよりも、meteo_link.shp の座標系を手動で変換し直すことを推奨します。

meteo_link.shp はマップから削除してください。

5.2. 正しい座標系変換の方法

5.2.1. ArcToolbox を起動します。

「投影」 - 「投影変換ウィザード」をダブルクリックします。

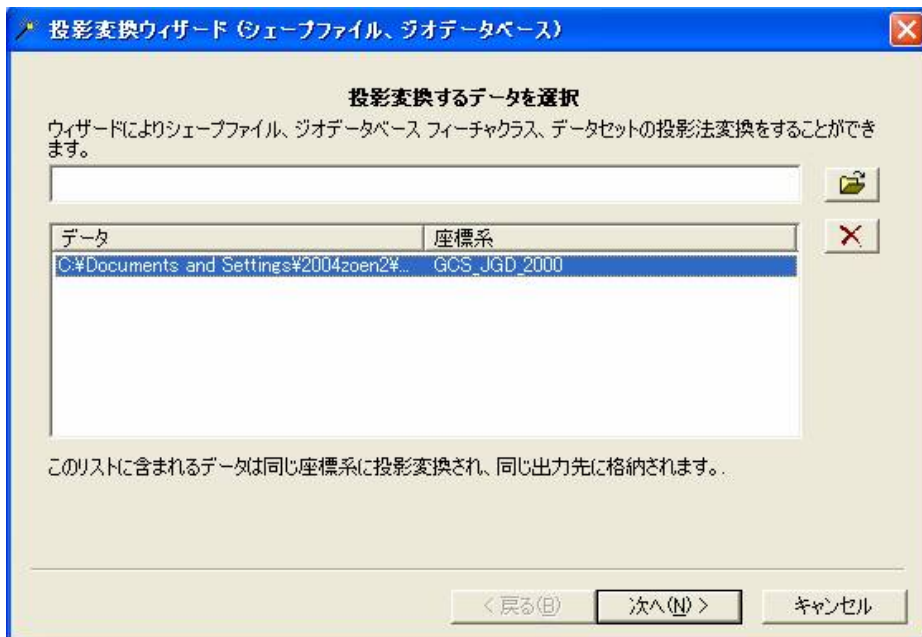


注意：

ArcToolbox の投影変換ウィザードでは、シェープファイルとジオデータベースしか変換できません。

したがって、ArcGIS のラスターデータは変換できません。

5.2.2. ex3 フォルダのmeteo_link.shp を選択します。



「次へ」

5.2.3. ex4 フォルダにmeteo_link_r という名前で保存することにします。



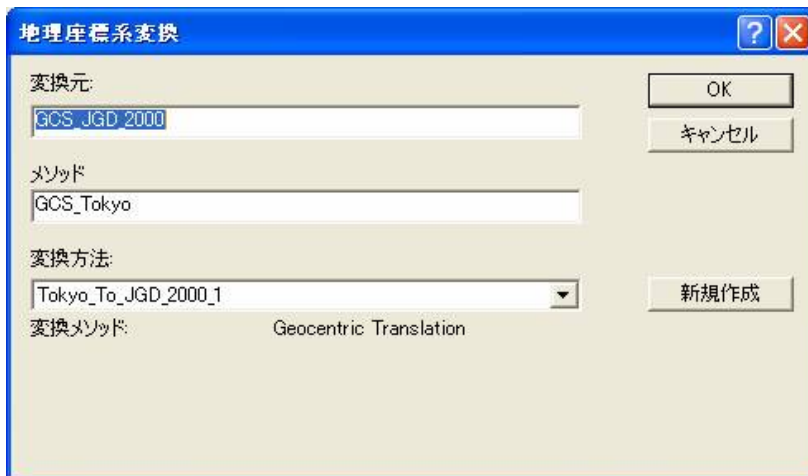
「次へ」

5.2.4. 東京測地系、平面直角座標系（第6系）を選択します。



「次へ」

5.2.5. 「変換の設定」を選び、



「o.k.」を押します。

5.2.6. 「次へ」を押します。

5.2.7. 「次へ」

5.2.8. 「完了」を押します。

東京測地系、平面直角座標系（第6系）に変換されたmeteo_link_r.shpがex4フォルダに作成されます。

5.3. meteo_link_r.shpをArcMapのex4マップドキュメントに追加してみましょう。

今度は、何の警告もなしに、meteo_link_r.shpのデータが追加されました。

蛇足ながら、京都の気象ステーションのポイントを拡大していきましょう。



気象台の緯度経度のデータはもともと詳細な値ではありませんでしたが、

かなりよい精度でポイントが落とされていることがわかります。

■今日の提出課題

1. 座標系、楕円体、投影法とは何かを説明しなさい。
2. rekifutoku に歴史的風土特別保存地区の瓜生山地区、修学院地区、上高野地区の領域を加えなさい。
3. 歴史的風土特別保存地区で規制されている行為について調べて、箇条書きにしてまとめなさい。
(京都市のホームページ<http://www.city.kyoto.jp/somu/bunsyo/REISYS/TOPPAGE.HTML> から、「古都における歴史的風土の保存に関する特別措置法施行細則」を参照しなさい)
4. 京都市の景観保全に関するその他の法律を調べて、列挙しなさい。

■課題の提出の仕方

winshot で画面上の画像を保存し、レポートにして、プリントアウトしたものを提出してください。

提出先は、5 階環境デザイン事務室の今西のメールアドレス（ポットの並びにあります）です。

A4 またはA3 用紙で1 枚程度にまとめてください。名前を入れるのを忘れないように。