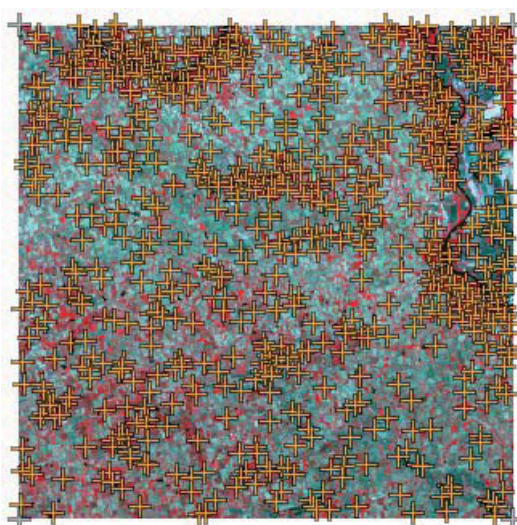
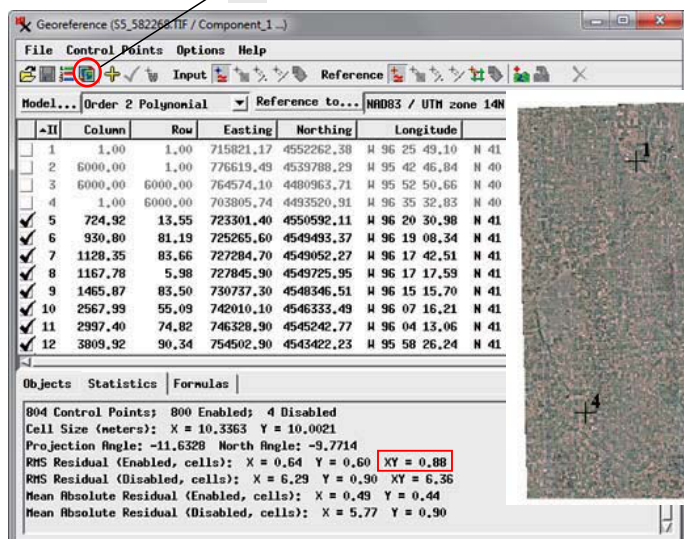


参照画像への自動位置合わせ

広域の航空写真や衛星画像に対してジオリファレンス用コントロールポイントを手入力して参照用地理データへの登録精度を上げるのは、時間のかかる作業になることがあります。TNTmips のジオリファレンス処理 (メイン / ジオリファレンス (座標情報の付与)) には自動位置合わせ (Auto-Register) の処理が提供されており、同じ領域の参照用画像を用いて入力画像に対して数百から数千のコントロールポイントを自動的に生成します。この処理にあたっては、個々のコントロールポイントに対して許容する最大残差値と最小ポイント間隔を設定します。使用する参照画像は入力画像とセルサイズや座標参照系、範囲が一致している必要はありません。正確な結果を得るには入力データと同じかそれより高い解像度を持った参照画像を使うべきです。参照画像としてはグレースケールのラスタ画像や別々の画像バンドの RGB 表示、カラーコンポジットラスタでもかまいません。参照画像は TNT プロジェクトファイルでも、直接利用がサポートされている任意の画像ファイル形式 (GeoTIFF、GeoJP2、他) でも、ローカルネットワークや Web 上の標準 Web タイルセット構造 (Google マップや Google Earth、Bing Maps) でもかまいません。画像の自動位置合わせには複数の組み合わせの入力参照バンドやカラーコンポジット成分を指定できます。また操作のガイド用に、対象のコントロールポイント地図の位置が含まれている図形オブジェクトを選択することもできます。処理が終了すると、ジオリファレンス画面およびコントロールポイントリスト内に生成されたコントロールポイントが自動的に表示されます。航空カメラ画像のレンズの歪みは、自動位置合わせ処理で使用する前にレンズ補正処理 (画像 / リサンプルとリプロジェクト / レンズ補正) を使って除去する必要があります。

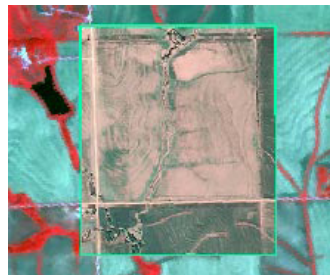
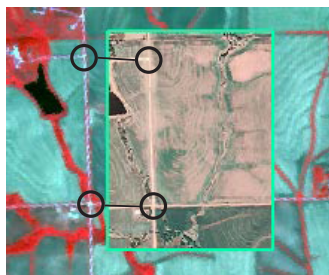
(次ページに続く)

 自動位置合わせ



上図は「オブジェクトのジオリファレンス処理 (入力オブジェクト表示) (Georeference Input View)」ウィンドウの SPOT 衛星画像 (4 バンド、カラー赤外線合成) を表示したもの。[ジオリファレンス] 処理の [自動位置合わせ] 処理を使い、800 個のコントロールポイント (オレンジ色) がナチュラルカラー正射画像 (下で解説) を参照して自動的に生成されました。自動生成した全コントロールポイントの残差は 2 画像セル未満です。この画像は縦横 6000 セル (10m セルサイズ) で、米国ネブラスカ州南東部を表示したものです。この画像四隅にある非アクティブコントロールポイント (グレー) は SPOT 衛星画像に付いていたジオリファレンスによるものです。この例では画像の地物は正しい位置から 200 ~ 300 メートルずれています (下図参照)。その左の図は「ジオリファレンス」ウィンドウに一覧表示されたコントロールポイントです。自動位置合わせで生成したこの 800 個のコントロールポイントの XY 方向の二乗平均平方根残差は 0.88 セルです。

この例の自動位置合わせ処理で使った参照画像 (左図) は、1m 解像度正射画像を 4m セルサイズ (縦 24,908 セル、横 33,562 セル) にダウンサンプリングしたカラーコンポジットのモザイクです。SPOT 画像に元から存在する四隅のコントロールポイントを黒で示しています。SPOT 画像の緑光バンドと参照用コンポジット画像の緑色成分が自動位置合わせで使われました。



元の SPOT 衛星画像 (緑枠の外側) と参照用正射画像 (緑枠の内側) をビューインビュー (レイヤの穴あけ) で重ねています。左は公称ジオリファレンスを使った SPOT 衛星画像。線で繋いだ黒円は対応する地上の地物のずれを示しています (約 300m)。右は自動位置合わせで生成したコントロールポイントを使用。SPOT 衛星画像が正しく登録されています。

「画像 / 参照画像への自動位置合わせ処理」からは画像の自動位置合わせのバッチ処理を行うことができます。テクニカルガイド『バッチによる画像の自動ジオリファレンシング (Batch Automatic Image Georeferencing)』を参照してください。

自動位置合わせを始める前に入力画像には、入力画像と参照画像の間でおおよその空間的な位置合わせができるよう、十分な初期的なジオリファレンスが付いている必要があります。この初期的なジオリファレンスは、衛星画像に付与された形式的なジオリファレンスから自動的に読み取った四隅のコントロールポイントや手入力した数か所のポイント、航空画像のカメラ位置を指定する(ただし方位指定なし)GPS 位置(EXIF メタデータから自動的に読み取り)でかまいません。また、画像をジオリファレンスする座標参照系(CRS)を選択する必要がありますが、選択したCRSは、参照画像のCRSと同じである必要はありません。

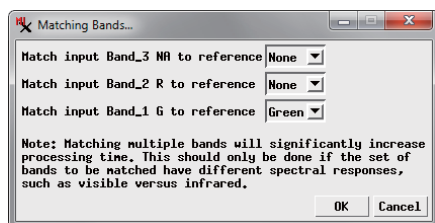
1 ページ目の自動位置合わせの例では、入力用 SPOT-5 衛星画像(4 バンド)と参照用ナチュラルカラーコンポジット画像に 2 組のバンド / 色成分の組み合わせで共通しているものがあります。SPOT の Band_2(赤のスペクトルバンド)は参照用カラーコンポジット画像の赤成分、SPOT の Band_1(緑のスペクトルバンド)は参照用カラーコンポジット画像の緑成分に、スペクトルの一致します(下の黒の線)。この例では、後者(緑)の組み合わせが自動位置合わせ処理に使われました。

スペクトルバンド	SPOT-5 衛星画像	参照画像
青		青
緑	Band_1	緑
赤	Band_2	赤
近赤外	Band_3	
中間赤外	Band_4	

自動位置合わせ処理の開始

[自動位置合わせ]処理は〈ジオリファレンス〉ウィンドウのツールバーにあるアイコンか、[ファイル]メニューから起動します。参照画像を指定していなければ、選択するようプロンプトが出ます。グレイスケール画像、カラーコンポジット画像、カラーセパレート画像の RGB バンドが選択可能です。いずれかの画像が複数バンドや色成分を持つ場合、〈照合するバンド (Matching Bands)〉ウィンドウが開くので(下図)、表示された入力画像のどのバンド・色成分を参照画像のどのバンド・色成分に照合させるかを指定します(複数可)。このウィンドウには入力画像の各バンドや各色成分が表示され、それぞれに対して参照画像のバンド・色成分、または「なし」を選択できます。照合させるバンドは似たようなスペクトルの性質を持っている必要があります(上の枠内を参照)。

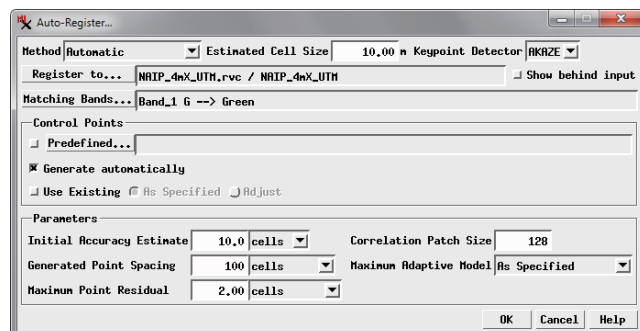
〈照合するバンド〉ウィンドウでは、似たようなスペクトルの性質を持つ入力バンドと参照バンドの組み合わせを 1 つまたは複数指定します。



通常は照合するバンドの組み合わせは一つあれば、十分に正確なコントロールポイントが得られます。複数の組み合わせを使用すると処理時間が増えることになりますが、二組の組み合わせに著しく異なるスペクトルの性質がある場合、例えば緑バンドの組み合わせと赤外線バンドの組み合わせが含まれるといった場合にだけは利点があります。

自動位置合わせの方法

照合するバンドを指定すると〈自動位置合わせ〉ウィンドウが開き、処理に必要なその他のパラメータを設定することができます。[手法]メニューには、キーポイント照合と相互相関の片方または両方(自動法)を利用する選択肢があります。



「キーポイント照合」は、主に 1 つの GPS 位置の地理情報しか付けられていない方位不明の航空画像に対し、正確な方位とおおよその位置を検出するために使用されます。キーポイント照合では、[キーポイント検出法]メニューにある 2 つの選択肢から選んだオプションを使用して、入力画像と参照画像の中にキーポイントと呼ばれる画像の特徴的な地物を見つけて、それらに対応させます。キーポイント照合を含む位置合わせの方法では、入力画像と参照画像間のスケールの関係を指定するため、[推定セルサイズ]フィールドに値を入力する必要があります。キーポイント照合は、狭い地域の参照画像を使用する場合のみに適用することができます。この手法に関する詳しい解説については、テクニカルガイド『画像の位置合わせのためのキーポイント照合 (Keypoint Matching for Image Registration)』を参照してください。

「相互相関」法では、入力画像と参照画像の対応する区画で局所的な空間画像相関を行い、候補となるコントロールポイントの位置を特定します。コントロールポイントの候補は異なる画像解像度で反復的に特定、評価され、指定した最大ポイント残差値を下回る最終的なコントロールポイントのセットが生成されます。相互相関を実行する前に入力画像は、複数のコントロールポイントによって少なくともおおよその位置と方位が決められている必要があります。

マイクロイメージ社では、キーポイント照合に比べ、相互相関の方がより密集し均一に分布したコントロールポイントを生成すると認識しているため、方位が正しく指定された入力画像に対しては相互相関法を推奨しています。都市部以外の地域の低高度航空画像では、入力画像の中のコントラストの高い地物(道路、建物、木)に照合するキーポイントが集中することがあります(次ページの図を参照)。相互相関法はコントラストの低い地域で画像の一致を見つけるのが得意です。地理情報の付いた方位不明の航空画像については、自動位置合わせ処理ではキーポイント照合と相互相関を組み合わせ使用し、全体的によく分布されたジオリファレンスのコントロールポイントセット(次ページに続く)

を生成することができます。

自動法：この方法は、ジオリファレンスの初期状態に適用します。入力画像に十分なジオリファレンスコントロールがあって、おおよその位置と方位を確定できる場合は、相互相関のみを使用してコントロールポイントを追加します。入力画像に1つのGPS位置の地理情報しか付けられていない場合、まずは低解像度でキーポイント照合を適用して画像の方位を確定し、初期のコントロールポイントセットを生成します。次に相互相関を適用してコントロールポイントを追加します。

相互相関法：画像の方位を確定するのに十分なジオリファレンスコントロールポイントを持つ画像に画像相関法を適用します。十分に持たない場合は、自動法の解説にあ

地理情報の付いた航空画像（初期方位不明）に対して、自動位置合わせの各手法によりジオリファレンスした結果



単一ポイントから推定（低解像度ピラミッド層でキーポイント照合）：コントロールポイントは27



キーポイント照合法（フル解像度の画像で）：コントロールポイントは57



自動法（低解像度のピラミッド層でキーポイント照合後、相互相関）：コントロールポイントは512

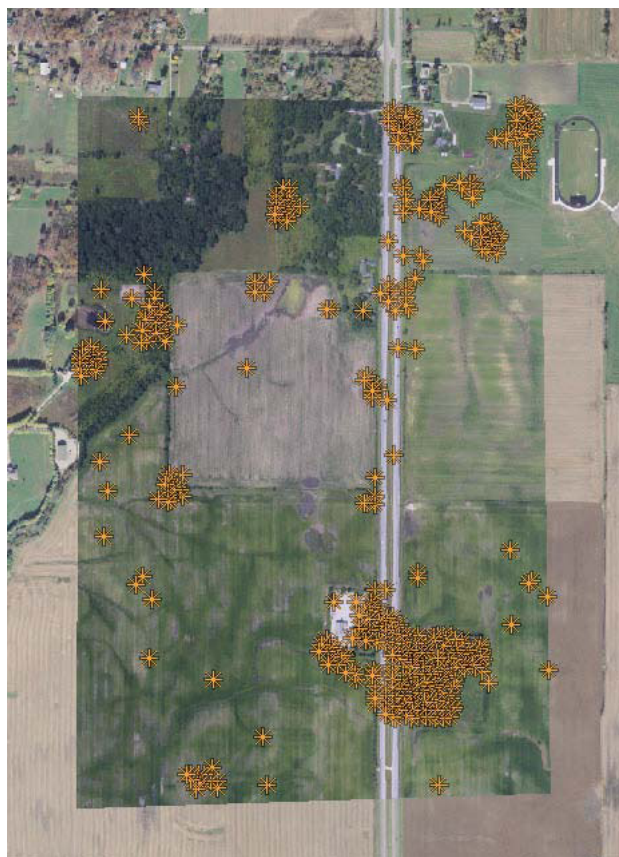
る通り、先に低解像度でキーポイント照合を適用して画像の方位を確定し、相互相関を適用します。

キーポイント照合：入力画像と参照画像で共通の最も高い解像度でキーポイント照合を行い、コントロールポイントを探します。この手法は、自動法の中での低解像度のキーポイント照合では、第二段階の相互相関法の処理を進めるのに必要なキーポイントが見つからない場合のために提供されています。これを実行することで、フル解像度のキーポイント照合の結果に相互相関を適用することができます。

単一ポイントから推定：参照画像の解像度に最も近い解像度まで下げたピラミッド層でキーポイント照合を行います。この手法は自動法の第一段階と全く同じもので、自動法で十分なコントロールポイントが見つけれられない場合に調査するための選択肢として提供されています。

[位置合わせする参照オブジェクト] プッシュボタンを押すと、異なる参照ラスタを選択できます。選択されたラスタのファイル名とオブジェクト名がボタンの右側のフィールドに表示されます。[照合するバンド] プッシュボタンを押すと〈照合するバンド〉ウィンドウが再び開き、照合させるバンドや色成分の割り当てを変更できます。

[入力オブジェクトの後ろに表示] トグルボタンをオンにすると、自動位置合わせ処理が終わった後に〈オブジェクトのジオリファレンス処理（入力オブジェクト表示）〉ウィンドウで参照ラスタを自動的に入力画像の下に表示させます。

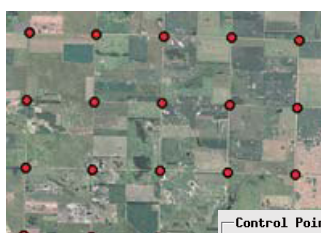


左の地理情報が付いた航空画像を自動法により自動位置合わせした結果。ここでは上部の北のグリッドを用いて参照用の正射画像が重ね合わせられています。

（次ページに続く）

コントロールポイント生成オプション

〈自動位置合わせ〉ウィンドウの[コントロールポイント (Control Points)] パネルではコントロールポイント生成に関するオプションを設定できます。自動的にコントロールポイントを生成するか、入力済みの一連のコントロールポイントの位置を利用するかを指定するトグルボタンがあります(下図参照)。両方でも片方のみでも使用できます。入力済みポイントについては、任意の座標参照系でかまいませんが、指定した地図位置にあるポイント要素を含む正確にジオリファレンスされた図形オブジェクト(ベクタ/シェイプ/CAD)を選択する必要があります。



[既存ポイントを使用 (Use Existing)] トグルボタン



米国公有地測量システム (PLSS) から区画割の四隅のポイントを表示したもの(赤い点)。これらのポイントの多くがアメリカ中西部のほとんどで道路の交差点と一致しています。場合によってはこれらの四隅のポイントを含む図形オブジェクトは、この地域の自動位置合わせ処理する画像において、明確なコントロールポイントの候補として利用されます。

んは既に入力済みのコントロールポイントを最終リストで有効にするか、あるいは最終的な残差モデルと統計値を自動生成したコントロールポイントだけを元に計算するかを設定します。画像に付属した推定値のジオリファレンスによる初期コントロールポイントは、自動位置合わせによって見つかるポイントよりもずっと精度が低いと考えられます。そのため、この場合は[既存ポイントを使用]トグルボタンをオンにしないようお勧めします。しかし、参照データやGPSのウェイポイントを元に手動で正確な初期ポイントを配置した場合は、自動位置合わせ処理の完了後もそれらを有効にしておきたい場合があります。その場合には、[既存ポイントを使用]ボタンの隣にあるラジオボタンで既存のポイントに対する画像の座標を保持するか、または新しい残差モデルに従って画像の座標を修正するかどうかを設定します。

自動位置合わせパラメータ

[パラメータ]ボックスの以下の設定は、「自動法」と「相互関連法」の中で使用される相互相関の照合法に適用され

ます。

初期精度の推定 (Initial Accuracy Estimate) :

入力画像の中の地物と参照画像におけるそれらの位置の平均的な空間的ずれを推定します。入力画像と参照画像を重ねてずれを測定することにより手動で求めることも出来ます。もしくは、画像の提供元が測定した画像センサの種類に応じた公称精度値を使います。値を実際の精度より過度に高く設定すると、対応するポイントが見つけれないことがあります。

生成ポイント間隔 (Generated Point Spacing) :

生成するコントロールポイント間の最小間隔。一般的に、小さな値を設定するほどより多くのコントロールポイントが生成されます。中判・大判の衛星センサ画像に対して多くのポイントを生成すると(1000個以上)、残差モデルにおける大量の正確なポイントによって精度の低いポイントの影響を薄めることができます。

最大ポイント残差 (Maximum Point Residual) :

自動位置合わせで生成されたコントロールポイントを許容する二乗平均平方根の最大残差値。これより大きな残差値を持つポイント候補は除外されます。そのため、このパラメータは、生成されるコントロールポイント数とそれらの位置を大きく制限します。起伏のずれによる大きな幾何的歪みを伴う画像の領域では、より残差の大きいコントロールポイントを生成します。最大ポイント残差を低く設定すると、こういった問題のある領域では候補となる全てのコントロールポイントが除外される可能性があります。

相関窓サイズ (Correlation Patch Size) :

コントロールポイントを探すために各画像で使われる正方形の画像のサイズ(セル単位)。デフォルト設定(セル幅64)は中判から大判の画像に適しています。窓サイズを大きくすると、処理時間が大幅に増えます。

最大適応モデル (Maximum Adaptive Model) :

候補のコントロールポイントの精度を評価するために別の残差モデルを試す自動位置合わせ処理を行うよう設定できます。このメニューでは高次モデルの使用を許可するか、設定した残差モデルしか使わない[保持 (As Specified)]オプションが指定できます。許可する場合、出力結果の二乗平均平方根の残差値が先に使用した残差モデルの半分以上の場合、自動位置合わせでは高次モデルを使用するように切り替わります。

