

監視支援装置の開発に関する研究（第2年次）

実施期間 平成16年度～平成17年度
測地観測センター地殻監視課 小清水 寛 石倉 信広
雨貝 知美 根本 盛行

1. はじめに

GPS 連続観測データを用いた日々の地殻活動監視を限られた人数で効率的に行うには、地殻活動の変化を識別する方法を客観化すること、および省力化できる工程を極力自動化することが求められる。本研究ではこの2点に焦点を当てて、地殻活動監視を支援するツールを構築した。

2. 研究内容

2. 1 基線ベクトル成分変位量の変化率に着目した監視ツールの構築

地震のようなステップ的な地殻変動は、GPS 観測点の位置変化を可視化したベクトル図が、現象のモデルをたてる基礎資料となる。他方、大きな地震を伴わない非地震性すべりによって生じる地殻変動は、位置変化よりもむしろ速度変化が現象の理解にとって重要となる場合が多い。そこで、この速度変化を効果的に可視化し、地殻活動の変化を識別するひとつのツール（以下「ねずみ図」と呼ぶ）を構築した。

基線ベクトル水平成分変位量に対して、特定日数（平均日数）の変化率[m/yr]を回帰計算し、計算期間の中間日にプロットする。次に、定常的な地殻活動時期を直線と年周・半年周正弦曲線で近似し、一定値をとる変化率[m/yr]とそのばらつき（共分散楕円）で表現する。共分散楕円と日々の変化率プロットの位置関係を用いて地殻活動の変化を可視化する。地殻活動の変化がある種の方向性（余効変動の場合には大まかには定常変動と逆の方向）を持っている場合には、各プロットから定常時の変化率（一定値）を差し引き、特定方向に射影することで、着目する地殻活動の変化を1次元の時系列情報として取得することを目指す。

2. 2 検出した異常観測点を表示するツールの構築

日々の地殻活動の監視上、地殻活動以外の自然現象に伴う電子基準点座標の変動、および人為的な操作・機器の故障等に伴う電子基準点座標の変動を常時把握しておく必要がある。昨年度はこのような異常な振る舞いをする電子基準点を「座標値が周辺とは異なる振る舞いをする電子基準点」であると特徴付け、しきい値を経験的に設定することで、日々自動的に異常観測点を検出するシステムを構築した（参考文献[1][2]）。本年度は、検出結果を電子国土WEBシステム上に表現し、地物としての電子基準点に監視詳細情報等の属性を追加することによって、異常観測点情報の共有化を図ることを目指した。

3. 得られた成果

3. 1 基線ベクトル成分変位量の変化率に着目した監視ツール

2. 1 に記載された項目を実行するツールを作成し、日々の監視業務や国の地震関連委員会への資料提供に活用している。図-1は、十勝沖地震以降の余効変動を速度変化率を用いて監視した事例である。右図を見ると、変化率の水平プロットが共分散楕円内部にも分布することから、余効変動が低

調となってきたことが分かる。しかしながら、共分散楕円全体をくまなく分布するには至っていないことから、余効変動が完全に収束し、地震前のトレンドに復帰するにはもうしばらく時間がかかることがうかがえる。また、余効変動期間の変化率プロットは、地震前の変化率(★)を基準として、ほぼ一定方向(N130E)に分布する。変化率プロットを、地震前の変化率を差し引いたうえでN130E方向へ投影した時系列グラフ(左図)は、やはり右図と同様の観測結果を導く。右図と左図は、対象としている地殻活動の傾向を、異なる切り口から見ているが、ともに対象とする地殻活動の変化(余効変動の消長)を視覚的に検出することを可能としている。

3. 2 検出した異常観測点を表示するツール

2. 2に記載された項目を実行するツールを電子国土WEBシステムを利用して作成した。昨年度構築した異常点検出プログラムの実行結果(異常基線に得点付けしたレポートファイル)を電子国土WEBシステム上に描画し、異常基線の情報を取り出しやすくした(図-2)。また、検出した電子基準点の異常の詳細情報を電子基準点地物の属性(PDFファイルへのリンク)として付与し、院内関係部署が容易に閲覧できるようなものとした(図-3)。さらに、集積した異常観測点情報を電子基準点属性データベースにフィードバックし、そこから異常観測点をピックアップするWEBアプリケーションを作成した。このアプリケーションでは、ベクトル図を描画させる期間と矩形範囲から電子基準点属性データベースを元にした変動情報を参照して、異常な変動ベクトルを示す可能性のある電子基準点を列挙することを可能としている(図-4)。

4. 結論

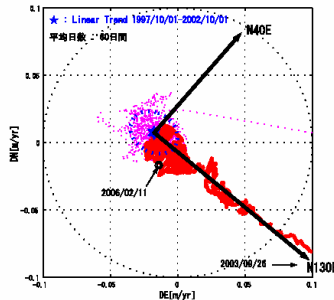
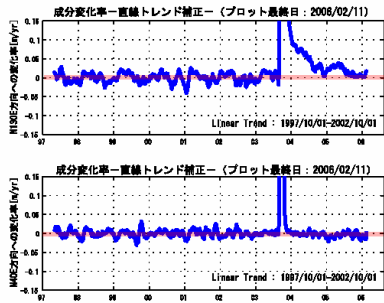
今回、地殻活動の変化を監視するひとつの手法として、「速度変化率」に着目した。速度変化率をねずみ図として可視化することによって地殻活動の変化を視覚的に識別できるようにした。今後の課題としては、アニメーション等の手法を用いて、ねずみ図内の速度変化率の時間推移をより分かりやすく可視化することや、複数基線のねずみ図をGIS上に埋め込んで空間情報として取得できるようにすることなどが挙げられる。また、地殻活動の変化を監視する手法として、「速度変化率」以外の指標を模索する試みも重要である。

次に、異常観測点を検出・蓄積・情報提供する仕組みは、この2年間の取り組みでかなりの程度まで整備されたように思う。今後は整備されたシステムの運用を継続していく中で、更に完成度を上げていくような機能追加を検討する必要がある。

参考文献

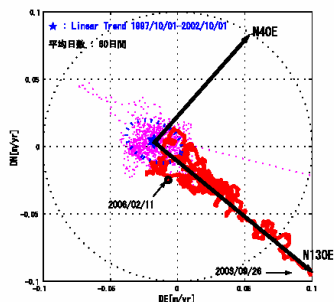
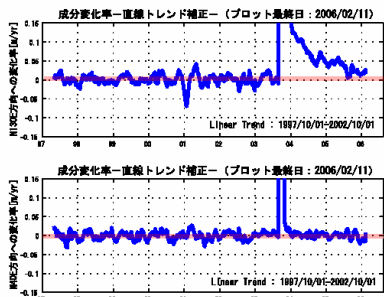
- [1]小清水寛, 雨貝知美, 石倉信広, 根本盛行, 納田俊弘, 山口和典, 植田勲(2005): GPS連続観測データを用いた地殻監視支援装置の開発, 国土地理院時報, 108, 39-48.
- [2]小清水寛, 石倉信広, 雨貝知美, 根本盛行(2005): GEONETによる全国的な地殻監視に向けた支援システムの構築, 日本測地学会, 104, 39-40.

基線ベクトル成分の変位量と変化率：厚田 (950117) → えりも 1 (940019)



- 一点列 (pink)
全期間の東西成分変化率・南北成分変化率を平面上にプロットしたもの
- 一曲線 (red)
点列 (pink) のうち、余効変動期間を強調してプロットしたもの
- ★ (blue)
トレンド推定期間における直線トレンドの東西・南北方向成分値
- 一楕円 (blue)
トレンド推定期間における変化率の直線トレンドからのばらつきを共分散楕円 (内側確率=70% (1σ) として表現したもの

基線ベクトル成分の変位量と変化率：岩崎 (950154) → えりも 1 (940019)



- 一点列 (pink)
全期間の東西成分変化率・南北成分変化率を平面上にプロットしたもの
- 一曲線 (red)
点列 (pink) のうち、余効変動期間を強調してプロットしたもの
- ★ (blue)
トレンド推定期間における直線トレンドの東西・南北方向成分値
- 一楕円 (blue)
トレンド推定期間における変化率の直線トレンドからのばらつきを共分散楕円 (内側確率=70% (1σ) として表現したもの

図
M
GT

図-1 十勝沖地震以降の余効変動の監視事例

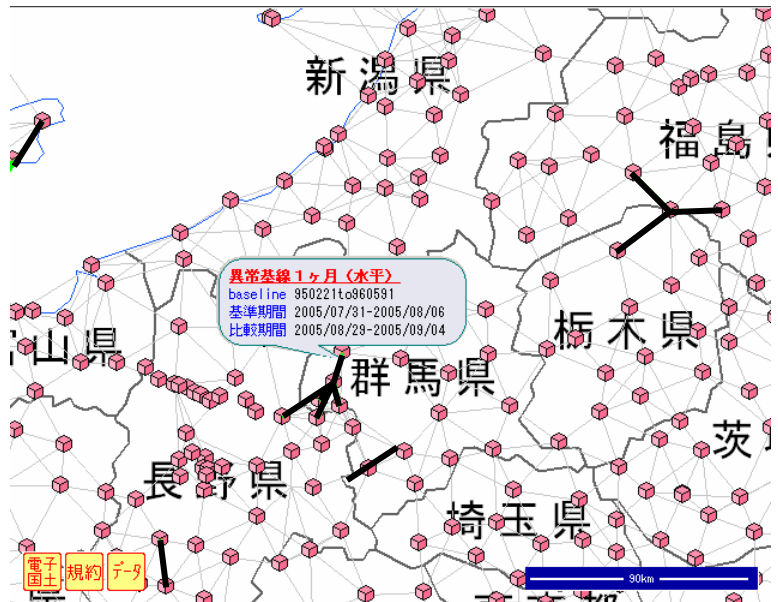
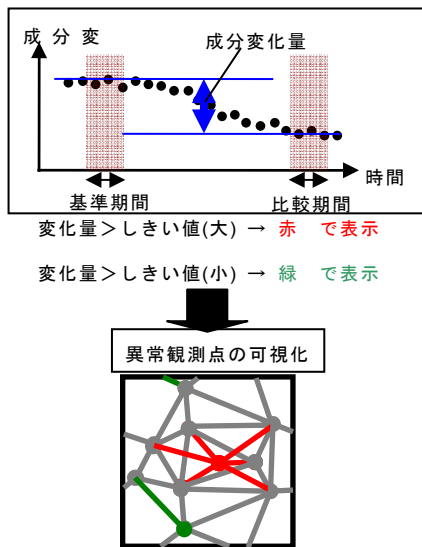


図-2 異常観測点検出アルゴリズムと電子国土上への表示事例

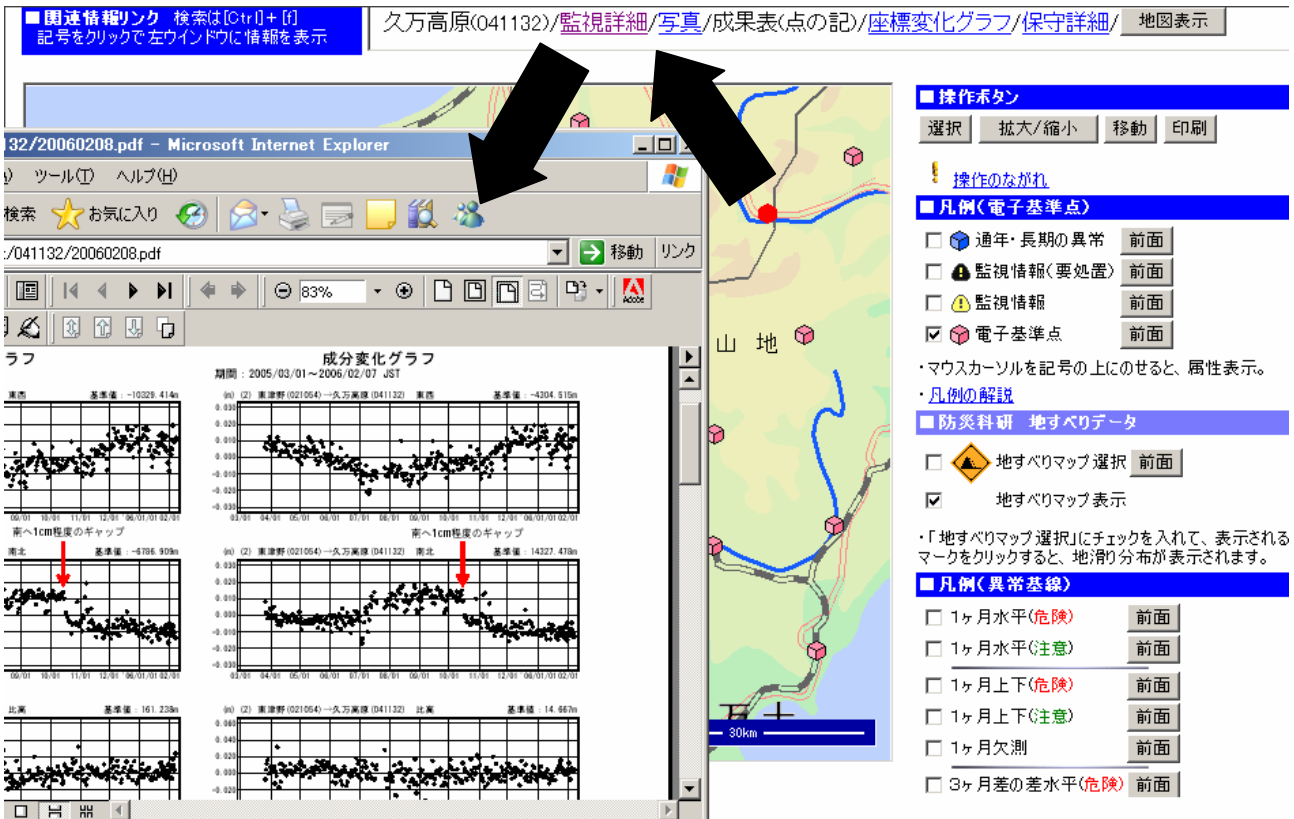


図-3 観測点の異常詳細情報の提示事例

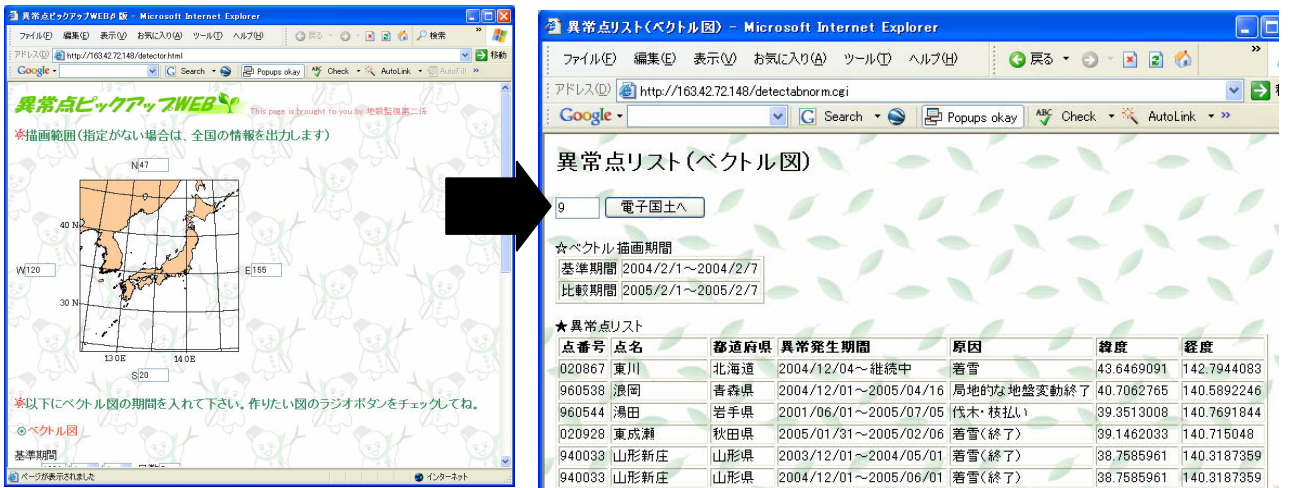


図-4 異常点ピックアップWEBシステムの概要