

異常観測点検出表示システムの改良 Improvement on Failure Detection System Based on GEONET Time Series Data

地理空間情報部 小清水 寛
Geospatial Information Department Hiroshi KOSHIMIZU
測地観測センター 野神 憩
Geodetic Observation Center Kei Nogami

要 旨

GEONET を構成する GPS 観測点集合に対して、周辺環境の変化に起因する特異な変動を示す観測点（以下「異常観測点」と呼ぶことにする）を検出する異常観測点検出表示システムの初期版の改良を行った。システム初期版は、GPS 観測点集合から短基線網を構築し、連続観測データ（24 時間解析解）から基線ベクトル変位量を計算し、成分値が閾値を超える基線を着色表示することによって、視覚的に異常観測点を抽出するものであった。本改良作業では、初期版の設計方針を生かしつつ、異常の過大評価を抑制する監視手法の追加、より効果的な異常の可視化表現などを追及した。

本改良システムのように、測地観測データを地理空間情報として取り扱う場合には、観測データから得られる指標値を地図情報として可視化するアルゴリズムや、指標値自体を取得するための測地計算手法が明確化されていることが必要不可欠であるため、これらについて、なるべく丁寧に記述した。

1. はじめに

測地観測センター地殻監視課が管理する異常点監視 WEB システムは、「異常点監視システム」、「火山監視システム」、「格子点監視システム」及び電子基準点に関する諸元情報によって構成される。本作業で改良の対象としたのは、このうち最も初期段階（平成 16 年度）に開発された異常点監視システムである（以後「異常観測点検出表示システム（初期版）」と呼ぶことにする）。

このシステムが主な監視対象とするのは、地殻変動そのものではなく、観測点周辺環境の変化に起因する観測点の特異な変動である。GPS 受信装置は、定常・非定常の地殻変動にとどまらず、局所的な地盤の変動や気象の変化などをも敏感に察知する。そのような変化を基線ベクトル変位量の傾向の変化という形で認識することができるが、傾向変化の様々な原因を分類し、特定する作業は手間がかかる。従って、地殻変動監視という主目的を達成する上でも、観測点固有の異常検出をある程度自動化することは必要不可欠な作業である。本改良作業では、初期段階の検出手法のメリットを生かしつつ、更に異常の

過大評価を抑制するような機能追加を行った。

GPS 受信装置を用いた観測の場合、他の測地観測結果と同じく、直接的に導出される指標値は基線ベクトルの変位であって、観測点の変位ではない。従って、異常な「観測点」を検出するためには、相対位置に対する指標値を、何らかの方法で絶対位置（観測点の座標）に対する指標値に変換する必要がある。本改良作業では、この変換を「視覚的」に行うという初期段階の設計方針を生かし、さらにきめ細やかな地図表現を追及した。

また、測量技術者が、GPS 連続観測データ等の測地観測データを地理空間情報として容易に取り扱うことができるように、基線ベクトル変位量の計算方法についても、証明付きで分かりやすく示すこととした。

本作業では、異常観測点を検出し、表示させるための測地計算手法の整理、アルゴリズムの考案および実装（異常観測点情報の生成）作業を小清水が担当し、生成された異常観測点情報を異常点監視 WEB システムに取り込む作業を野神が担当した。

2. 異常観測点検出表示システム（初期版）の概要

異常観測点検出表示システム（初期版）の機能概要は以下のとおりである（小清水ほか, 2005）。

従来、GPS 連続観測データから観測点固有の特異な変動を視覚的に検出する手段としては、特定の観測点を固定して、各観測点の相対的な基線ベクトル変位量の水平・上下成分値を図示する方法と、短基線の基線ベクトル変位量の各成分値の時系列変化をグラフ化する方法があった。前者の方法では、固定局自身の異常の有無を別途チェックする必要があるほかに、固定局から距離が離れるほど、距離に依存する基線ベクトル変位量のばらつきや定常的な地殻変動の影響を被りやすいというデメリットが生じた。後者の方法では、複数の基線をグラフ化して観察しなければ、どちらの端点で異常が発生しているかが分からないというデメリットが生じた。両者のデメリットを解消し、異常観測点の検出を効率化するために、歪図的な発想を用いた検出手法が考案された。

まず、GPS 観測点集合から、短基線で構成される基線網を構築し、構成基線毎の所定の監視期間にお

ける基線ベクトル変位量を計算する。つぎに、基線ベクトル変位量の水平・上下各成分値について、特定の閾値を超える基線を着色して表示させる。すると、特異な変動を示す観測点が、放射状に展開された着色基線群の頂点として視覚的に抽出されるというのが検出手法の基本的な考え方である（図-1）。

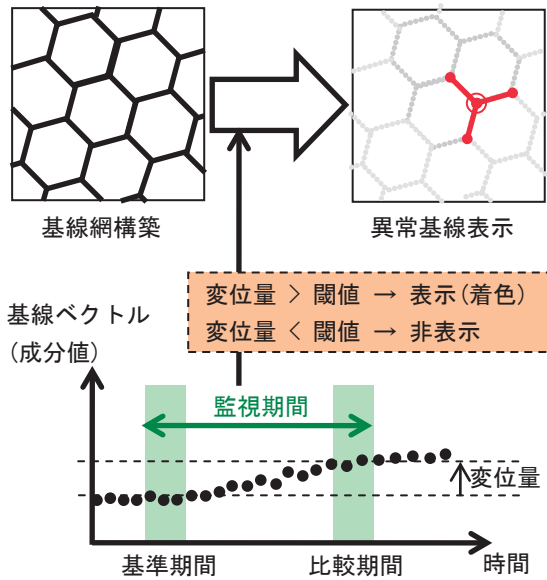


図-1 異常観測点の検出手法

なお、監視期間における基線ベクトル変位は、具体的には、基線ベクトル変位量成分値の基準期間における平均値と比較期間における平均値の差として取得されている。従って、比較期間を直近の24時間解析データ1プロットに限定すれば、直近の座標値の飛びを監視することができる。他方、基準期間と比較期間の間の期間を長く取る場合には、定常期(慣習的に1年前の同期間を採用することが多い)の基線ベクトル変位量成分値を差し引くことにより、広域の定常的な地殻変動の影響を差し引くことによって、特定の観測点固有の異常に由来する正味の基線ベクトル変位量を抽出する必要がある(図-2)。

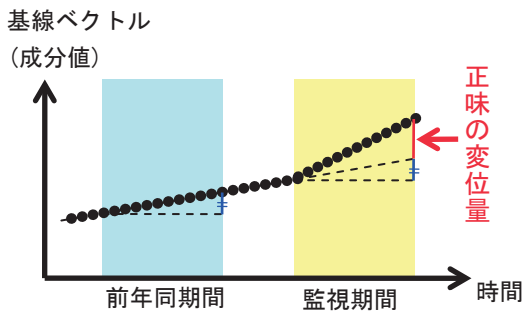


図-2 基線ベクトル変位量成分値の差(初期版)

以上を勘案し、監視手法としては、直近の比較期間を1日とする監視手法A、比較期間と基準期間をそれぞれ7日分確保し、その間を1ヶ月(30日間)設ける監視手法B、比較期間と基準期間を15日分確保し、その間を3ヶ月(90日間)設ける監視手法Cを採用した(表-1)。ここで、監視手法AとBでは、通常基線ベクトル変位量を監視し、監視手法Cでは1年前の同期間の基線ベクトル変位量を差し引いた正味の変位量を監視する。監視手法Aでは特定の観測点における急激な座標値変化を検出するが、監視手法Cでは、特定の観測点における一定方向への緩やかな変位を検出することを目指す。

表-1 監視手法(1日1プロット)

監視手法	基準期間	両期間間隔	比較期間
A(飛び監視)	7日	3日	1日
B(変位量監視)	7日	30日	7日
C(変位量差監視)	15日	90日	15日

3. 異常観測点検出表示システム(初期版)の課題とその対応

3.1 監視手法に関して

第2章で説明した監視手法Cは、監視期間(最近約3ヶ月間)の基線ベクトル変位量から、1年前の同期間の基線ベクトル変位量を差し引く(いわゆる「差の差」をとる)ことによって、特定の観測点の異常に由来する正味の基線ベクトル変位量を抽出することを目指している。しかしながら、監視期間に観測点に異常が見られなかったとしても、1年前の同期間に何らかの異常が見られる場合には、正味の基線ベクトル変位量の絶対値が過大に見積もられてしまう。このため、過大評価を抑制するような仕組みが必要となる。

この課題の解決のために、本改良作業では、更に2年前及び3年前の同期間の基線ベクトル変位量を参照することとした。すなわち、最近3ヶ月間の基線ベクトル変位量と y ($1 \leq y \leq 3$)年前同時期の基線ベクトル変位量の差のうちの最小値を、正味の変位量に相当する指標値として監視基線に割り当てる。これによって、例えば1年前のみに特異な変動が見られる基線に対して、更に2年前、3年前の基線ベクトル変位量を参照して、監視期間の基線ベクトル変位量成分値の過大評価を抑制する(図-3)。

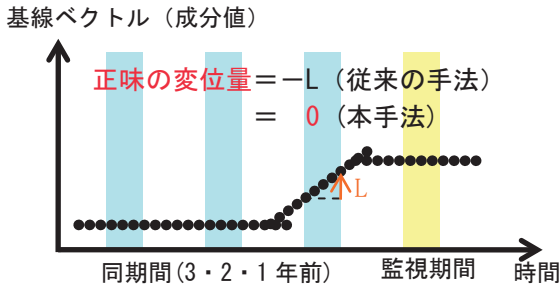


図-3 基線ベクトル変位量成分値の差 (本作業)

但し、本改良作業で組み込まれた監視手法Cでは、同種の異常が隔年で発生した場合の基線ベクトル変位量成分値の過小評価リスクが若干あることに留意する必要がある。

3. 2 可視化表現に関して

監視手法を用いて取得された基線ベクトル変位量の傾向から、観測点の異常を視覚的に抽出するという初期版の設計方針は依然として有効であると考えられるが、基線ベクトル変位量の異常の有無を閾値のみで判別するという考え方には改善の余地がある。実際、観測点固有の異常に伴う座標値変化の要因は、樹木の繁茂やレドームへの積雪等に伴う受信障害、地盤の局所の変動、落雷に伴う機器の故障等多岐にわたっており、変化量の大きさも多様である。従って、基線ベクトル変位量の異常の有無は、その成分値の大きさによってのみではなく、周辺の観測基線のベクトル変位量との傾向の違いによっても識別されるべきである。

このために、基線ベクトル変位量の水平・上下各成分値の大きさを、段階的に色づけて表示する。色づけについては、ノイズレベル程度の小さめの変位基線には淡い色を割り当て、成分値が大きくなるにつれて段階的に色を濃くしていく。更に、監視の最終目的である観測点の異常をより強調するため、特定の観測点から派生する各基線ベクトル変位量成分値の平均値を観測点に対して属性として与え、属性の大きさに応じた色彩表現を観測点表示に対しても与えることとした (表-2)。

表-2 基線と観測点の色彩表現

基線ベクトル変位量 (cm)		色彩表現 (基線・観測点)
水平成分	上下成分	
0.00-0.25	0.00-0.50	淡色 (薄黄色)
0.25-0.50	0.50-1.00	(桃色)
0.50-0.75	1.00-1.50	(橙色)
0.75-1.00	1.50-2.00	(褐色)
1.00-	2.00-	濃色 (赤色)

4. 異常観測点検出表示システム (改良版) の概要

4. 1 異常観測点の検出フロー

本改良作業で構築したシステムにおける異常観測基線・点の検出・表示フローの概要を図-4に示す。

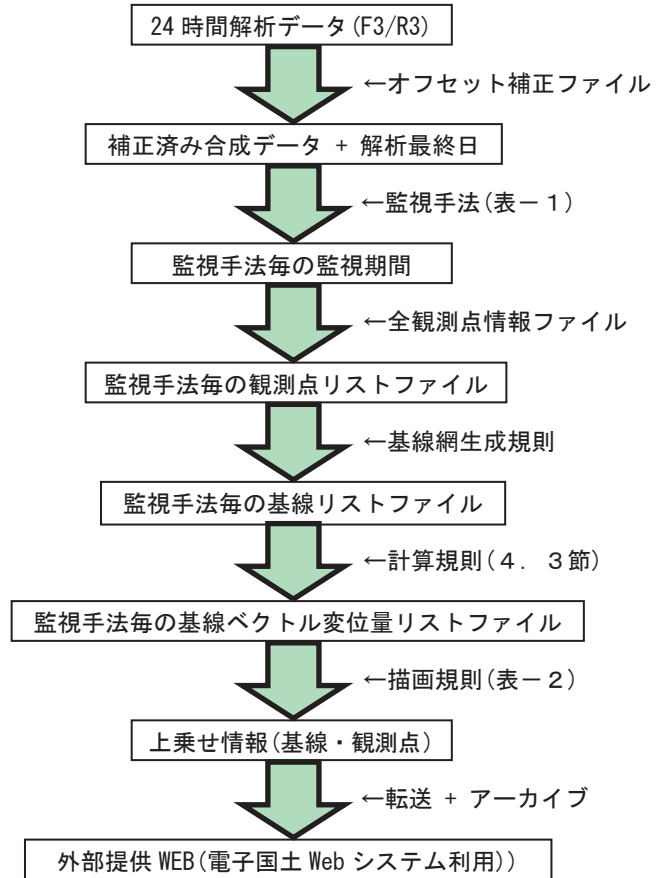


図-4 異常観測基線・点の検出・表示フロー

まず、24時間解析座標値 (F3 最終解/R3 速報解) 及びアンテナ交換等の保守に伴うオフセット補正履歴ファイルを参照し、観測点毎に日々の解析座標値を結合・補正処理する。このときに解析座標値の最終日付もあわせて取得する。

第二に、監視手法A, B, C毎に、解析座標値最終日付から逆算した監視期間 (基準期間及び比較期間) を取得し、監視期間内に欠測のない監視観測点リストファイルを作成する。ここで、欠測がないとは、基準期間、比較期間の各々について少なくとも1プロットの24時間解析座標値が存在することとする。

第三に、基線網生成規則を与えることにより、監視基線網を表現する監視基線リストファイルを作成する。本改良作業では、短基線網により異常観測点を視覚的に検出するという目的に鑑み、「各観測点に対し、その点を始点として、 $1 \leq \text{概略距離} \leq 100[\text{km}]$

の観測点の中から距離の短い順に最大6基線を発生させる」という規則を与えている。

第四に、基線ベクトル変位量計算方法（4.3節参照）に基づいて基線ベクトル変位量を計算し、監視手法毎に監視基線ベクトル変位量リストファイルを作成する。ただし、監視手法Cで取得される基線ベクトル変位量は、過去同時期の基線ベクトル変位量を差し引いた正味の変位量とする。

第五に、描画規則（表-2）に応じて監視基線及び監視観測点に色彩表現を与え、監視手法毎に基線・観測点の上乗せ情報（電子国土XMLファイル）を作成する。

最後に、得られた上乗せ情報を異常点監視WEBシステムに転送すると共に、アーカイブとして保存する。

4.2 異常観測点の検出事例

本節では、異常観測点検出の3事例を紹介する。

図-5は、監視手法B（最近1ヶ月の基線ベクトル変位量監視、解析最終日付=2010/02/23）に基づく監視基線水平成分の色彩表現を示す。基線ベクトル変位量の水平成分値が相対的に大きい（量にして数mm程度以上）点は、原因不明の変動を繰り返す950470（大分県「大分国見」）観測点などの特異な点を除けば、北日本から北陸地方に集中している。これらの地方は、降雪に伴うレドームへの着雪（電波受信障害）、地下水の汲み上げや凍上現象等に伴う解析座標値の変動が観測される地域を含んでおり、冬期の観測点周辺環境の厳しさを物語っている。

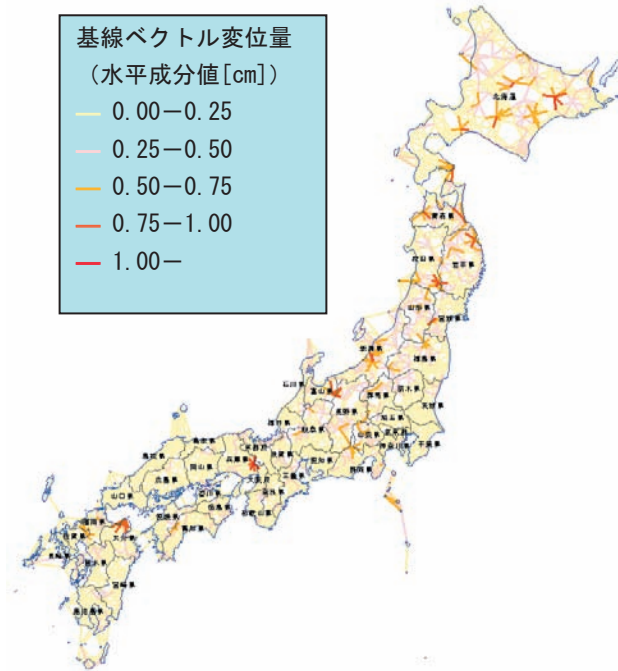


図-5 異常観測点の検出事例（その1）

この事例から伺えるように、通常的环境下における解析の精度が向上した現在において、短基線の変位に現れる数mm程度以上の変動は、何らかのシグナルを発している可能性がある。

図-6は、監視手法C（最近3ヶ月の正味の基線ベクトル変位量監視、解析最終日付=上:2010/03/02 下:2010/05/31）に基づく監視基線水平成分の色彩表現を示す。3月2日時点では、放射状に展開する基線ベクトル変位量の水平成分値が7mmを越える950348（兵庫県「猪名川」）観測点の異常な座標値変化が目立つが、それよりも変位量の水平成分値が3-4mmと小さい960676（岡山県「直島」）観測点の座標値変化にも注意を払う必要がある。両者とも2月にオフセット補正が施されていることから、観測点固有の特異な変動であると思われる。



図-6 異常観測点の検出事例（その2）

これら二例とは対照的に、プレート境界のゆっくり滑りと解釈される緩やかな非正常地殻変動がたびたび観測される四国南西部の観測点にも、変位量が

正味 3 mm 程度の異常基線が固まって観測されている。その傾向は、さらに約 3 カ月を経過した 5 月 31 日時点でより明確となる。本検出システムは、前者の二例のように観測点固有の異常に伴う座標値変化を主に検出するが、本監視手法のように正味の地殻変動を差し引いた緩やかな基線ベクトル変位量を検出する手法では、短基線にも影響が現れるような地殻変動を検出することもある。

図-7 は、監視手法 C（最近 3 ヶ月の正味の基線ベクトル変位量監視、解析最終日付=2010/06/28）に基づく監視基線水平成分の色彩表現について、3.1 節で掲げた課題がどのように改善されているかを示す事例である。左側が従来手法における正味変動量を色彩表現したものであり、右側が本手法における正味変動量を色彩表現したものである。左側では、1 年前の 3 ヶ月間の間に異常な変動(2009/06/05 十勝沖の地震 M6.4 による 940019 (北海道「えりも 1」) 観測点の変動, 2009/07/10 枝払い直前の樹木の繁茂による 950320 (滋賀県「安曇川」) 観測点の変動) があって、監視期間の変動が過大に評価されてしまっていることを示している。他方、右側では、過去 3 年分のデータから最近の正味の変動を計算するため、過大評価が回避されている。

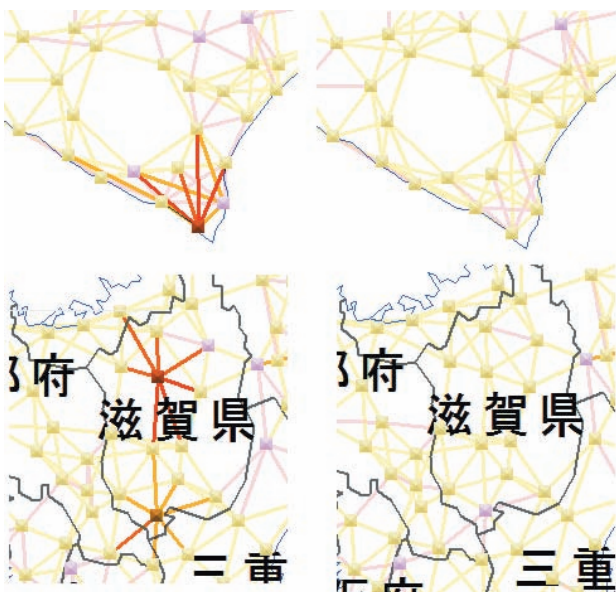


図-7 異常観測点の検出事例 (その 3)

4. 3 基線ベクトル変位量の計算方法

長半径 a と扁平率 f のペアを楕円体の原子と呼ぶ。この楕円体の中心 O を原点とする地心直交座標系 $C = \{O; \bar{e}_x, \bar{e}_y, \bar{e}_z\}$ に基づいて、原点 O を基準とする位置ベクトルが $X_p \bar{e}_x + Y_p \bar{e}_y + Z_p \bar{e}_z$ で表現される点

P の座標を (X_p, Y_p, Z_p) と表記し、点 P の地心直交座標と呼ぶ。

点 P から楕円体に垂線を下ろすことにより、各々緯度、経度、楕円体高と呼ばれる指標値 B_p, L_p, H_p が一意に定まる (図-8)。これらの指標値の組 (B_p, L_p, H_p) を点 P の測地座標と呼ぶことにする。

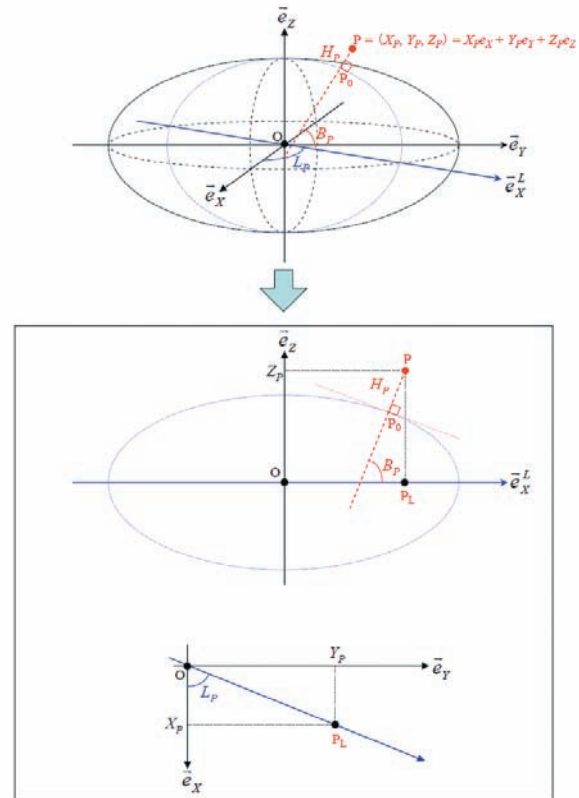


図-8 測地座標

地表点 P_0 を原点とし、点 P_0 から見て東方向、北方向、および準楕円体への法線の上方向の単位ベクトル $\bar{e}_E, \bar{e}_N, \bar{e}_U$ を基底にもつような座標系 $\{P_0; \bar{e}_E, \bar{e}_N, \bar{e}_U\}$ を、点 P_0 を原点とする局所測地座標系と呼ぶ。

命題 1 経緯度が (L, B) で与えられる地表点 P_0 を原点とする局所測地座標系を $\{P_0; \bar{e}_E, \bar{e}_N, \bar{e}_U\}$ とする。

- (1) $\bar{e}_E, \bar{e}_N, \bar{e}_U$ は $\bar{e}_x, \bar{e}_y, \bar{e}_z$ を用いて以下のように表現される：

$$\begin{cases} \vec{e}_N = (-\sin B \cos L)\vec{e}_X + (-\sin B \sin L)\vec{e}_Y + \cos B \cdot \vec{e}_Z \\ \vec{e}_E = (-\sin L)\vec{e}_X + \cos L \cdot \vec{e}_Y \\ \vec{e}_U = (\cos B \cos L)\vec{e}_X + (\cos B \sin L)\vec{e}_Y + \sin B \cdot \vec{e}_Z \end{cases}$$

(2) 逆に $\vec{e}_X, \vec{e}_Y, \vec{e}_Z$ は $\vec{e}_E, \vec{e}_N, \vec{e}_U$ を用いて以下のように表現される：

$$\begin{cases} \vec{e}_X = (-\sin B \cos L)\vec{e}_N + (-\sin L)\vec{e}_E + (\cos B \cos L)\vec{e}_U \\ \vec{e}_Y = (-\sin B \sin L)\vec{e}_N + \cos L \cdot \vec{e}_E + (\cos B \sin L)\vec{e}_U \\ \vec{e}_Z = (\cos B)\vec{e}_N + (\sin B)\vec{e}_U \end{cases}$$

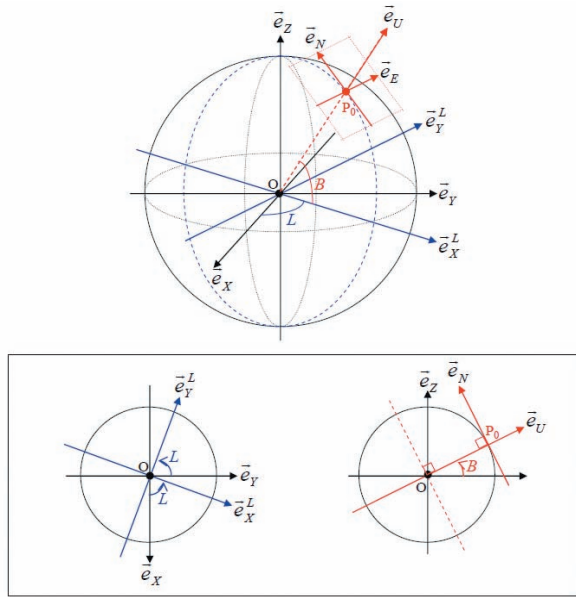


図-9 局所測地座標系

証明) 地球の形状を球近似して計算を行う。

(1) \vec{e}_X, \vec{e}_Y 軸を \vec{e}_Z 軸のまわりで L 度回転して得られ

る単位ベクトルを \vec{e}_X^L, \vec{e}_Y^L とおく (図-9) と、

$$\begin{cases} \vec{e}_X^L = (\vec{e}_X^L \cdot \vec{e}_X)\vec{e}_X + (\vec{e}_X^L \cdot \vec{e}_Y)\vec{e}_Y = \cos L \cdot \vec{e}_X + \sin L \cdot \vec{e}_Y \\ \vec{e}_Y^L = (\vec{e}_Y^L \cdot \vec{e}_X)\vec{e}_X + (\vec{e}_Y^L \cdot \vec{e}_Y)\vec{e}_Y = -\sin L \cdot \vec{e}_X + \cos L \cdot \vec{e}_Y \end{cases}$$

が得られる。 $\vec{e}_E = \vec{e}_Y^L$ であることに留意すれば、

$$\begin{aligned} \vec{e}_N &= (\vec{e}_N \cdot \vec{e}_X^L)\vec{e}_X^L + (\vec{e}_N \cdot \vec{e}_Y^L)\vec{e}_Y^L + (\vec{e}_N \cdot \vec{e}_Z)\vec{e}_Z \\ &= -\sin B \cdot \vec{e}_X^L + \cos B \cdot \vec{e}_Z \end{aligned}$$

$$\vec{e}_U = \cos B \cdot \vec{e}_X^L + \sin B \cdot \vec{e}_Z$$

が得られる。これらの結果を合成することにより結論が得られる。

(2) (1) の結論を利用することにより、

$$\begin{aligned} \vec{e}_X &= (\vec{e}_X \cdot \vec{e}_N)\vec{e}_N + (\vec{e}_X \cdot \vec{e}_E)\vec{e}_E + (\vec{e}_X \cdot \vec{e}_U)\vec{e}_U \\ &= (-\sin B \cdot \cos L)\vec{e}_N - \sin L \cdot \vec{e}_E + (\cos B \cos L)\vec{e}_U \end{aligned}$$

が得られる。同様にして、 \vec{e}_Y, \vec{e}_Z についての結論が得られる。 ■

命題2 地表点 P_0 の地心直交座標を (X_0, Y_0, Z_0) 、経緯度を (L_0, B_0) とする。今、 P_0 の近傍に位置する点 P について、地心直交座標 $= (X, Y, Z)$ 、点 P_0 を原点とする局所測地座標 $= (N, E, U)$ であつたとする。すなわち、

$$X\vec{e}_X + Y\vec{e}_Y + Z\vec{e}_Z = (X_0\vec{e}_X + Y_0\vec{e}_Y + Z_0\vec{e}_Z) + (N\vec{e}_N + E\vec{e}_E + U\vec{e}_U) \quad (\dots \star)$$

このとき、

$$F(P_0) = \begin{bmatrix} -\sin B_0 \cos L_0 & -\sin L_0 & \cos B_0 \cos L_0 \\ -\sin B_0 \sin L_0 & \cos L_0 & \cos B_0 \sin L_0 \\ \cos B_0 & 0 & \sin B_0 \end{bmatrix}$$

$$G(P_0) = \begin{bmatrix} -\sin B_0 \cos L_0 & -\sin B_0 \sin L_0 & \cos B_0 \\ -\sin L_0 & \cos L_0 & 0 \\ \cos B_0 \cos L_0 & \cos B_0 \sin L_0 & \sin B_0 \end{bmatrix}$$

とおけば、以下が成立する。

$$(1) \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} = F(P_0) \begin{bmatrix} N \\ E \\ U \end{bmatrix}$$

$$(2) \begin{bmatrix} N \\ E \\ U \end{bmatrix} = G(P_0) \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix}$$

$$(3) F(P_0) \circ G(P_0) = id, G(P_0) \circ F(P_0) = id$$

証明) (1) は関係式 \star と命題 1 (1) より、(2) は関係式 \star と命題 1 (2) より、成分比較によって直ちに得られる。(3) は (1) と (2) の帰結である。 ■

時刻 0 から時刻 T に至る基準局 Q と目的局 P の座標値の時系列データを、各々 $\{Q(t)\}_{t=0}^T, \{P(t)\}_{t=0}^T$ とし、始点を $Q(t)$ 、終点を $P(t)$ とする基線ベクトルを $\vec{\gamma}(t)$ とおく。このとき、基線ベクトルの時刻 0 から時刻 T に至る変位量 $\Delta\vec{\gamma} := \vec{\gamma}(T) - \vec{\gamma}(0)$ は、

$$\Delta\vec{\gamma} = (\Delta X_{P,Q}^{0,T})\vec{e}_X + (\Delta Y_{P,Q}^{0,T})\vec{e}_Y + (\Delta Z_{P,Q}^{0,T})\vec{e}_Z$$

で与えられる。ここで、

$$\begin{cases} \Delta X_{P,Q}^{0,T} := (X_P(t) - X_Q(t)) - (X_P(0) - X_Q(0)) \\ \Delta Y_{P,Q}^{0,T} := (Y_P(t) - Y_Q(t)) - (Y_P(0) - Y_Q(0)) \\ \Delta Z_{P,Q}^{0,T} := (Z_P(t) - Z_Q(t)) - (Z_P(0) - Z_Q(0)) \end{cases}$$

$((X_*(t), Y_*(t), Z_*(t)))$ は点 * の地心直交座標)

とおいた (図-10 参照)。

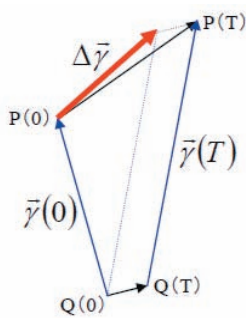


図-10 基線ベクトル変位量

この基線ベクトル変位量 $\Delta\vec{\gamma}$ は、慣習的に、点 $P(0)$ を原点とする局所測地座標系上で、原点 $P(0)$ を始点とするベクトルとして表示される。すなわち、

$$\begin{bmatrix} \Delta N \\ \Delta E \\ \Delta U \end{bmatrix} := G(P(0)) \begin{bmatrix} \Delta X_{P,Q}^{0,T} \\ \Delta Y_{P,Q}^{0,T} \\ \Delta Z_{P,Q}^{0,T} \end{bmatrix}$$

によって取得される $\Delta N, \Delta E, \Delta U$ が、各々基線ベクトル変位量の南北成分値、東西成分値、上下成分値を与える。なお、成分値が正の方向は、各々、北方向、東方向、上方向であり、水平成分値は $\sqrt{(\Delta N)^2 + (\Delta E)^2}$ によって与えられる。

5. 異常観測点検出表示システム (改良版) の課題

本改良作業では、基線のフィルタリングのような複雑な加工を極力施さず、基線や観測点の異常を極

力単純に表示させるように努めた。異常を際立たせることについては、この単純さが功を奏している側面もあるが、単純さ故の欠点も存在する。

監視手法に関する課題の解決策として、長期間の正味の基線ベクトル変位量を過大評価しない仕組みを採用した (3.1 節参照)。本改良作業で採用した解決策では、逆に正味の基線ベクトル変位量を過小評価する恐れがある。例えば、最近 3 ヶ月の基線ベクトル変位量に異常が見られると仮定して、1 年前、2 年前の同期間に異常が見られなかったとしても、3 年前の同期間に最近と同様な異常が見られた場合には、最近の異常を過小評価することになってしまう。このような事態を回避するには、観測点毎の変動履歴管理を観測開始時点にまで遡って、綿密に行い、定量的に記録するような地道な作業が必要である。

可視化表現に関する課題の解決策として、基線ベクトル変位量の水平・上下各成分値を大きさに応じて、段階的に色分けして全基線表示させるという仕組みを採用した (3.2 節参照)。本改良作業で採用した解決策は、ひとつの監視手法につき約 5,000 基線及び 1,500 観測点を電子地図上に上乗せ表示することを要請する。このような処理は、通常処理系であればパフォーマンスの著しい劣化を招く可能性が高いが、電子国土 Web システム (プラグイン版) では、データの読み込みに多少時間がかかるものの、実用的なスピードで地理空間情報を上乗せした地図を閲覧することが可能である。他方、今後の電子国土 Web システムの普及に向け、利用者環境に配慮して、プラグインソフトを要請しない版 (非プラグイン版) を利用した地理空間情報の上乗せ方法の確立が求められる。現状では、非プラグイン版を利用する際には、上乗せ情報のサイズに厳しい制約がかかるため、上乗せ情報の容量を大幅に削減するような別の可視化表現を模索する必要がある。

6. まとめ

GEONET を構成する GPS 観測点が提供する連続観測データは、地殻変動を含む自然現象について、豊富な情報を我々に与えてくれる。取得された観測データを、従来のベクトル図や時系列グラフの範疇を超える地理空間情報として扱うことができれば、自然現象をより直感的に把握し、広く共有することが可能となる。

異常観測点検出システムの改良作業を通じて、取得された観測データを、視覚的に解釈可能な指標に変換 (換算) する作業に取り組み、改善の余地は残されてはいるものの、規模が小さい観測点固有の変動も、地図上で比較的容易に可視化できるようになった。

本取り組みによって得られた成果が、測地観測データの更なる有効活用に繋がるとともに、地理空間情報を活用するツールとしての電子国土 Web システムの更なる普及の糸口となれば幸いである。

参 考 文 献

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.