

地球自転速度には“ゆらぎ”がある

2010年5月 小野房吉

地球は、自転する回転楕円体であり、ジャイロにおけるコマと同様な運動体と考えられる。地球は、ただそのコマが巨大であるに過ぎない。さて、そのジャイロにおけるコマの回転であるが、コマがスムーズに回転するためには、コマの素材は質量分布が均質で、形状は回転軸に対して寸分の狂いもなく対象でなければならない。この条件が満たされないとコマはスムーズに回転せずブレる、即ち“ゆらぎ”が生ずる。これは機械工学を専攻したものであれば誰でも容易に理解するだろう。

そこで地球であるが、地球を構成する物質は、岩石、鉱石、土、水、空気ありで質量分布が一樣ではない。形状も山あり、谷あり、深海ありで複雑だ。このような物体で構成される地球が自転している。コマとしては劣悪だ。従って、その自転には当然“ゆらぎ”が想定される。自転がゆらぐということは自転速度が一樣ではないことであるから、地球の半径はそれに応じて伸縮していると想定できる。自転に伴う遠心力が変化するからだ。これによる形状変化はWGS（世界測地系）を基準とする測地座標（経度、緯度、高さ）を変化させるだろう。過去これによる変化が測定されたと云う報告は知らないが、適切な測定が実行されるなら、形状変化が測定されるだろう。

この報告では、地球自転速度の“ゆらぎ”によると思われる経度、緯度、高さの変化を今では誰でも知っているGPSを利用した座標測定によって得られたので報告する。

従来GPSを利用した単独測位の測定分解能は低く高精度な測定は無理として専門家からは無視されてきた。だが最近の市販GPS受信機の精度向上は著しく±数mのものが容易に入手できるようになった。±数mでは、まだ不足と思うかも知れないが、私はこれだけあれば十分と考える。

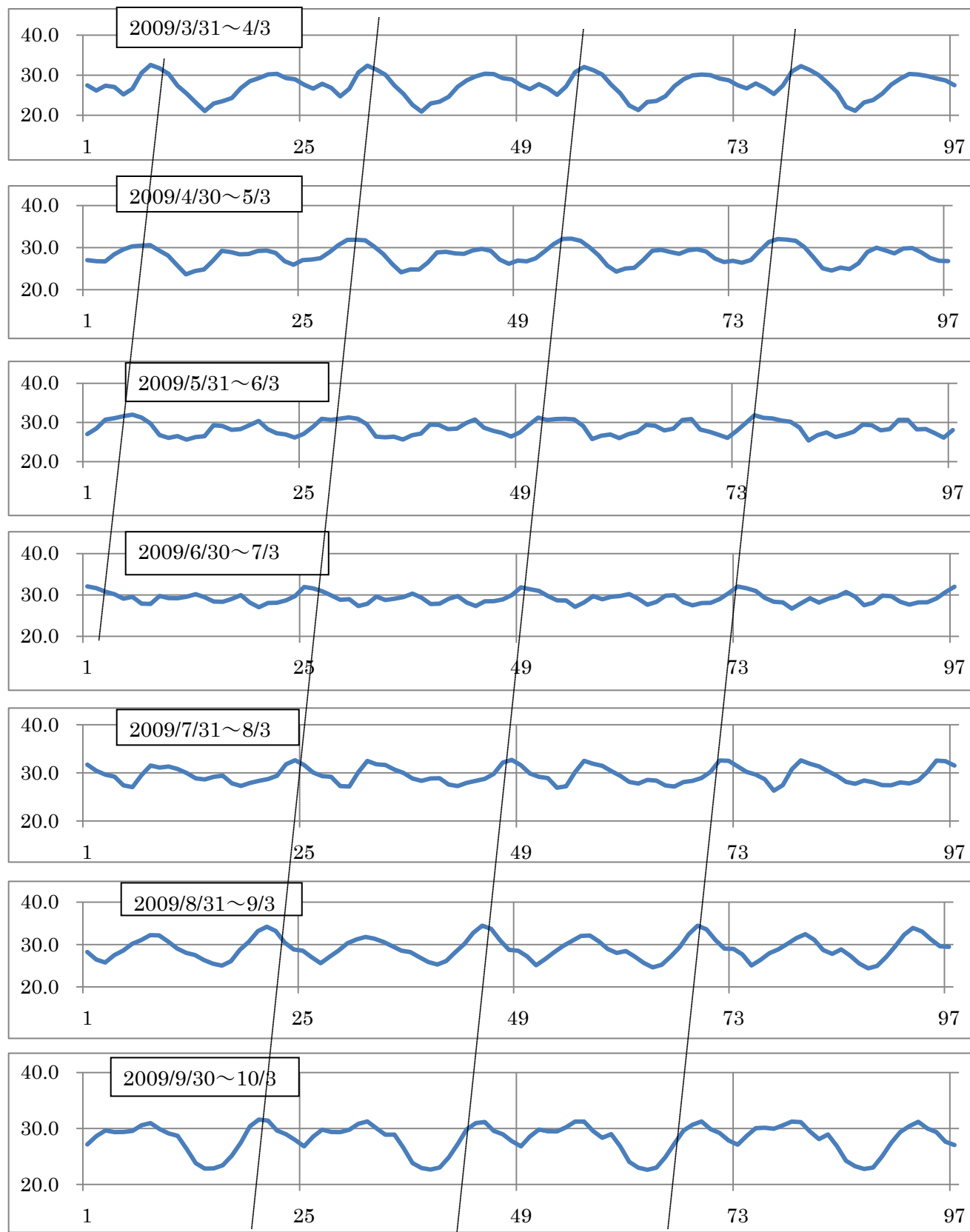
固定点における測定では、データの大量取得で平均操作が可能だからだ。これにより分解能を±数cmまで高めることが可能と考える。平均操作でランダム誤差を取り除き系統的变化を浮かび上がらせる。地球自転の安定度測定では時間を限った断片的測定では不可で、少なくとも地球の一回転即ち24時間連続の測定が不可欠だ。その点、従来の基準点を地上の特定点に置き、該点との到来電波位相差を測定する相対観測は、精度は高いが一日を超える連続測位が不可で、自転のゆらぎは測定にかからないだろう。これに対しGPSの単独測位は、基準が地球の中心。個々の測定値の分解能は多少低い、24時間連続でWGSに対する座標が、秒間隔で直接求まる長所は他に代え難い。

観測手法

市販のGPS測位受信機のアンテナを、天空が四囲開けた場所に設置、10秒に一度の割で測地座標を測定し、メモリに保存する。これにより一日8640個のデータが取得できる。利用できるGPS衛星の数は凡そ30個、そのうち瞬時には数個の衛星が測位に関与する。受信できる衛星電波は次々に切り替わるが、平均的な測位結果はほぼ同様となる。このデータの系統的な変動の様子を浮かび上がらせるため、2時間の移動平均を行う。この結果から変動成分のみを取り出すため、そのポイントの推定位置（測地座標）を差し引いて、メートルに換算する。これにより一日の変動の様子がグラフ化できる。一日の変動パターンは、ほぼ毎日同様となるのが推定できるので、毎日同時刻の値を5日分平均する。この操作を順次一日単位でずらして移動平均を行う。これにより日々の変動パターンのバラつきも平滑化され綺麗な測位の日周変動が浮かび上がる。こうしたデータ処理を行ってグラフ化した結果を図1.~3.に掲げた。

図 1. 高さ変動パターンの経年変化

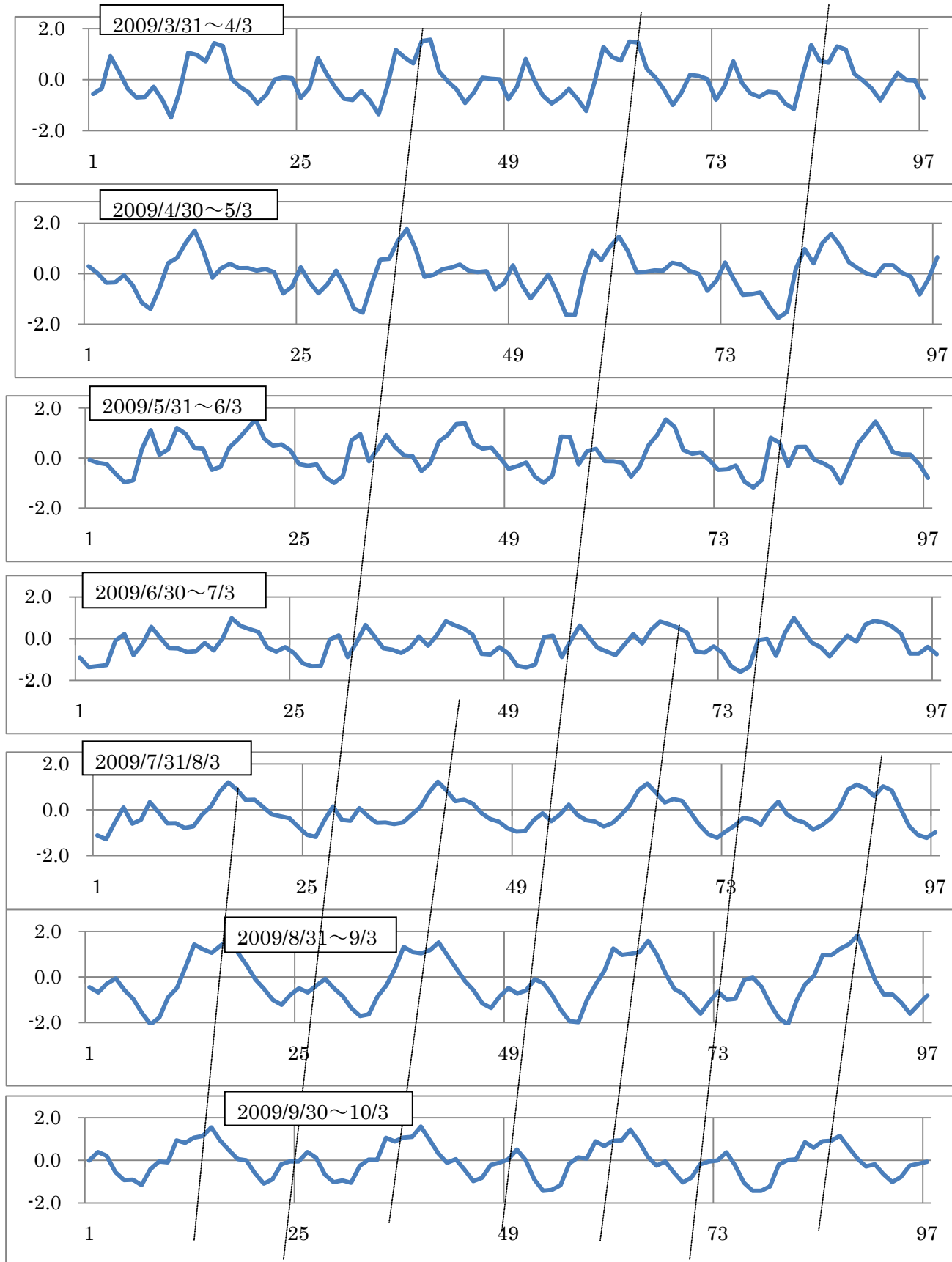
単位： m. 時間軸 1 div. 1 日



ここでは、10月以後のデータ掲載は省略したが、変動パターンの位相が1年で 360° 進むことは確認している。

図 2. 経度変動パターンの経年変化

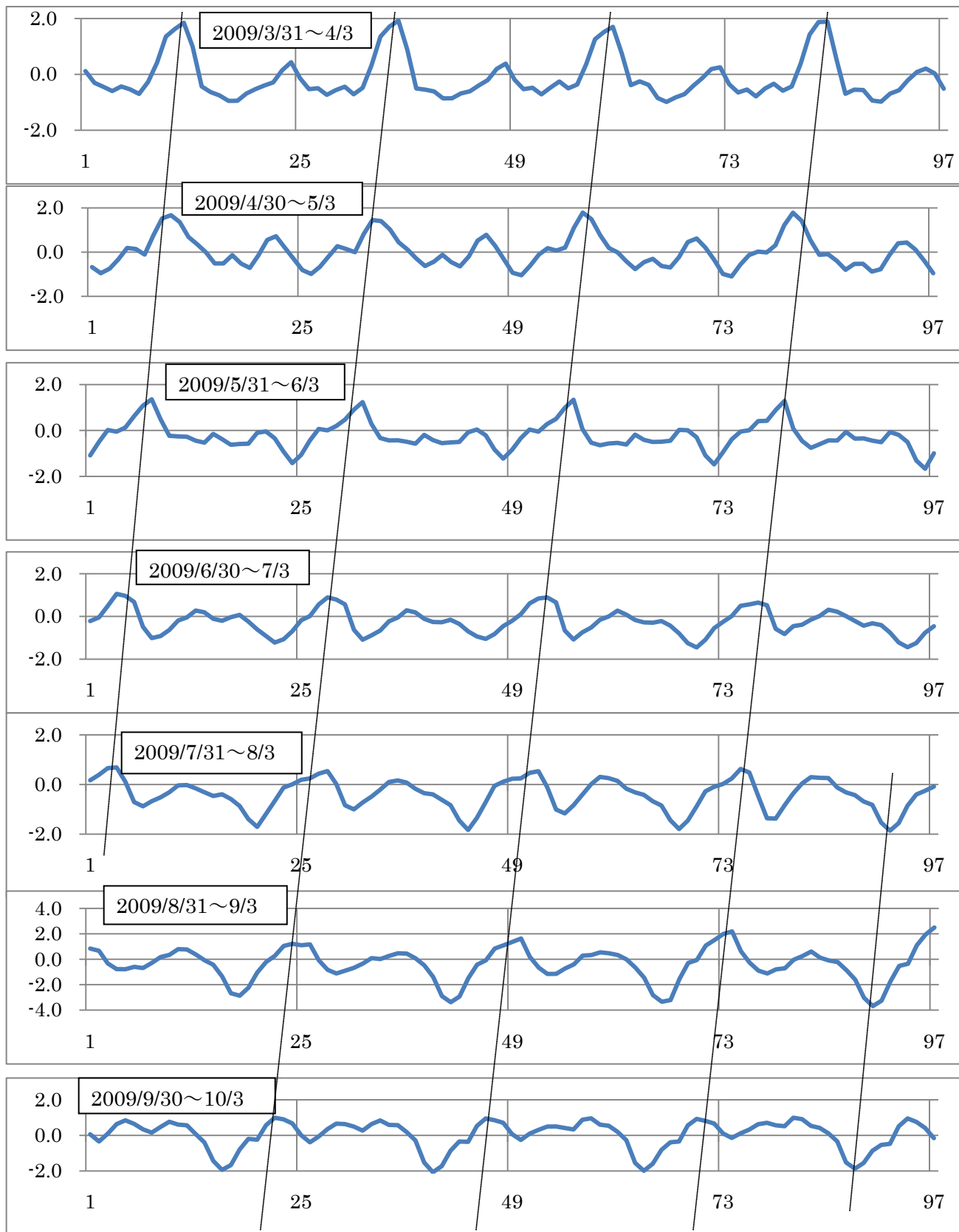
単位:m 時間軸 1div.:1日



多分に高調波が含まれており波形が乱れているが、変化パターンの位相の進み傾向は読み取れる。

図 3. 緯度変動パターンの経年変化

単位:m 時間軸 1div.:1日



この変動パターンからは、位相の進み傾向が明らかに読み取れる。

考察

以上、図 1.~3.の変化パターンを概観して云えることは、この変動パターンが地球潮汐によるものではなく、地球の形状が地球自転の“ゆらぎ”により変動しているものと推定できる。変動パターンの位相が1年で 360° 進むと云うことは、この観測が太陽時の1日単位で行われており、それに対して1年1日の進みは、この変化が恒星時に沿ったものであることを示唆している。当初この変動は太陽及び月の引力に関係した**地球潮汐**によると思ったが、この観測における変動パターンはそれに無関係であることが示した。

緯度、経度の変動に対して、高さの変動が3倍前後あることが示されたが、これは地球自転の「ゆらぎ」によるとすれば当然だ。地球の半径が伸縮するわけであるから、それは高さ方向により大きく効くと考えられる。変動の振幅が春分、秋分付近で大きくなっていることも注目される。

波形には基本波の他に複数の高調波が含まれて波形を乱しているが、これは誤差かも知れないし、そうでないかも知れない。衛星の軌道誤差が含まれている可能性もある。何れにしても、この観測結果の解釈は、今後識者の詳細な分析を待ちたい。

本観測成果の検証

この観測で得られた成果が、地球自転の変動によるとすれば、おそらく地球上の等緯度帯では同様な変動を示すと考えられるので誰でも容易に検証することができる。そのために必要な観測機材は安価な市販GPS受信機とパソコンがあればよい。パソコンによるデータ処理も難しい数学は必要ではなく、中学、高校程度で十分だ。GPS受信機購入に当たっては多少の配慮が必要だ。一見精度良く見せかけるため定点で止まっているときには、変動を抑える後処理しているものがあるからだ。このような機種では平均操作が有効に働かない。一秒毎に測位計算し、そのまま忠実に出力している機種でなければならない。データの収集は受信機に大容量メモリ内蔵のものを選ぶ。データの収集間隔は狭い方がよいが、定点では変化は緩やかであるから毎10秒程度で十分だ。

データ間隔を10秒に設定すると、一日で8640個のデータが取得できる。取得したデータは2~3日に一回CPUにダウンロードする。ダウンロードに要する時間は2~3分、その間の欠側は補間しても、しなくても最終結果に殆ど影響しない。ダウンロードしたデータを、表計算ソフトExcelに展開、1日毎(0時~24時)のデータに分割再編成する。この再編データに2時間の移動平均を行う。この際変化分のみを取り出すため。受信機設置の推定位置(座標)を差し引いて変化分をメートルに換算しておく。こうして得られたデータの5日分を重ね合わせ平均する。この重ね合わせを1日ずつずらして移動平均する。こうすることで僅かに残る日々の変動誤差が除去される。この結果をグラフに描く。以上が検証に必要なデータ処理の全てだ。

最後に全国の中学、高校生の諸君がクラブ活動の一環として、この検証に参加してくれることを望む。理科学習、コンピューター学習の生きた教材として取り組み、地球の活動を知る一助となれば提案者としてこれにすぐる喜びはない。

参考 この観測に使用したGPS受信機

GPS DATA LOGGER DG-100 Global Sat.製 Made in Taiwan