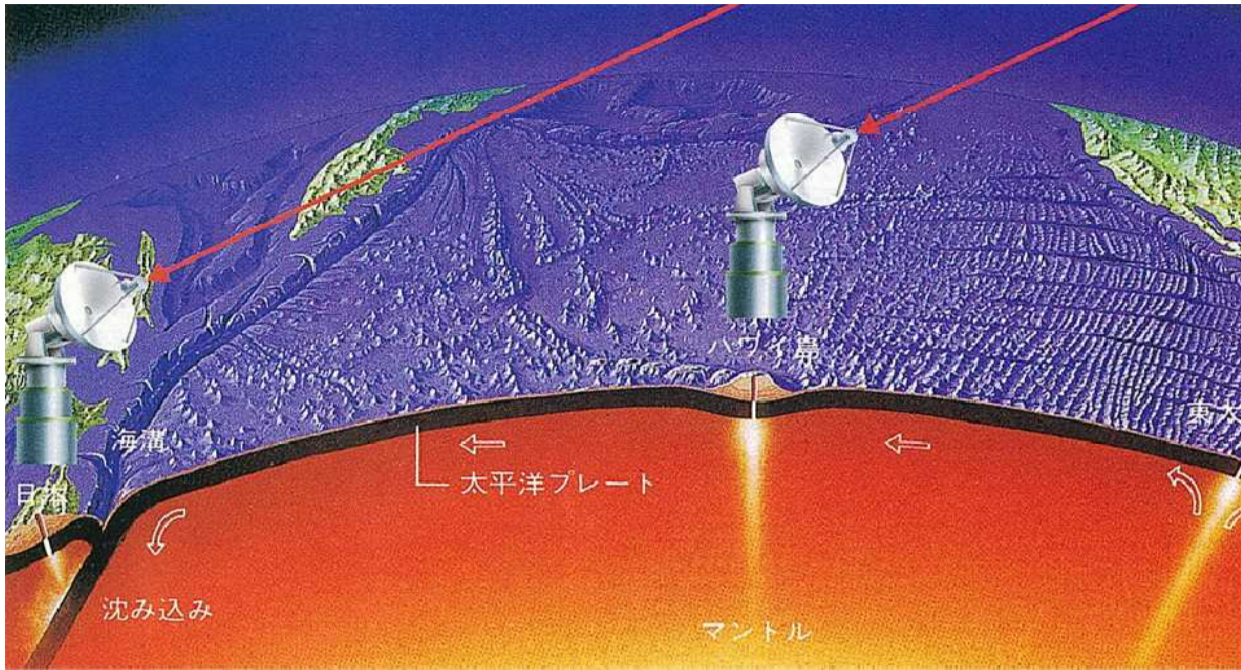
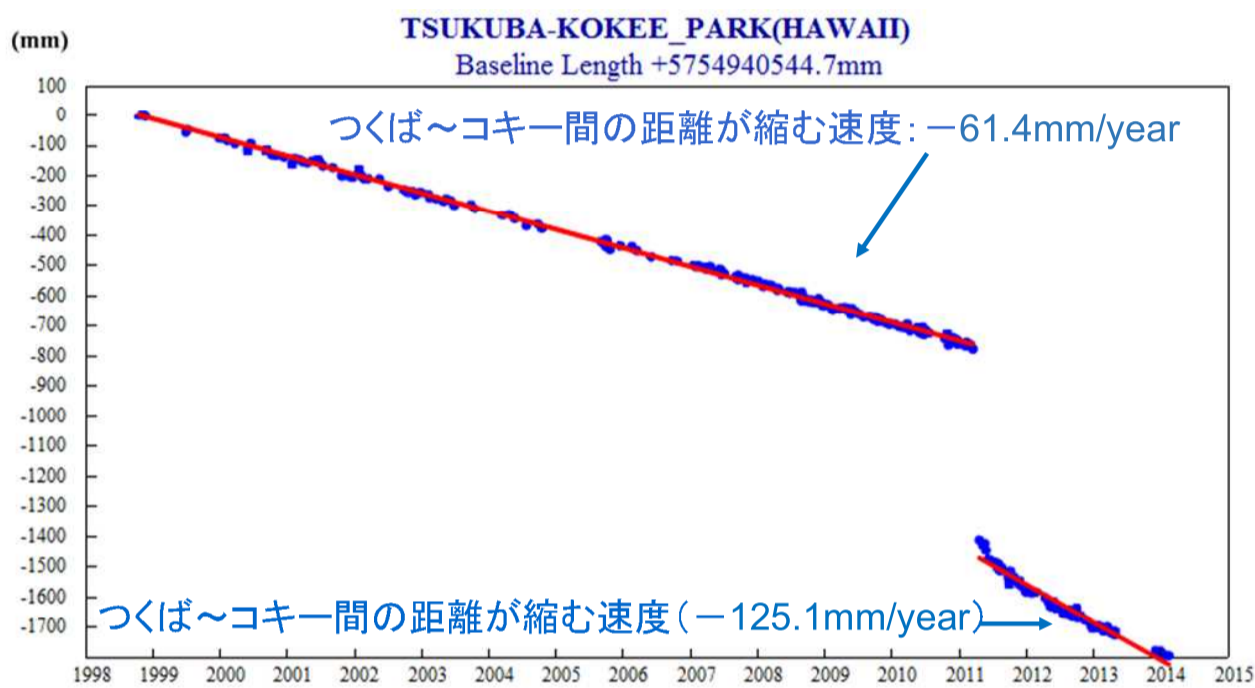


①日本とハワイが近づいている



左のグラフは、約6,000km離れた茨城県の「つくば」とハワイの「コキー」の間の距離を、VLBIという装置で約15年間にわたって精密に測ったものです。この観測の結果、日本とハワイの距離が東北地方太平洋沖地震までは毎年約6cmずつ近づいていることが分かりました。

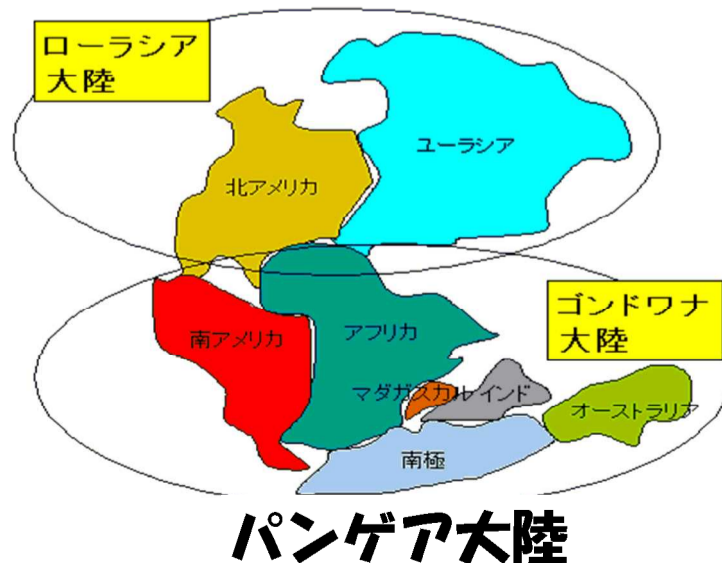


2011年の東北地方太平洋沖地震の際、急激な変化があり、その後、年間の縮む速度は12cmほどになっています。このままいけば、1億年後には日本とハワイが陸続きになるかもしれません。

②大陸は移動する(1)



左の世界地図を見ると、大西洋を挟んだ、南北アメリカ大陸の東海岸と、ヨーロッパとアフリカの西海岸の形が、ジグソーパズルのようにうまく一致すると思いませんか。



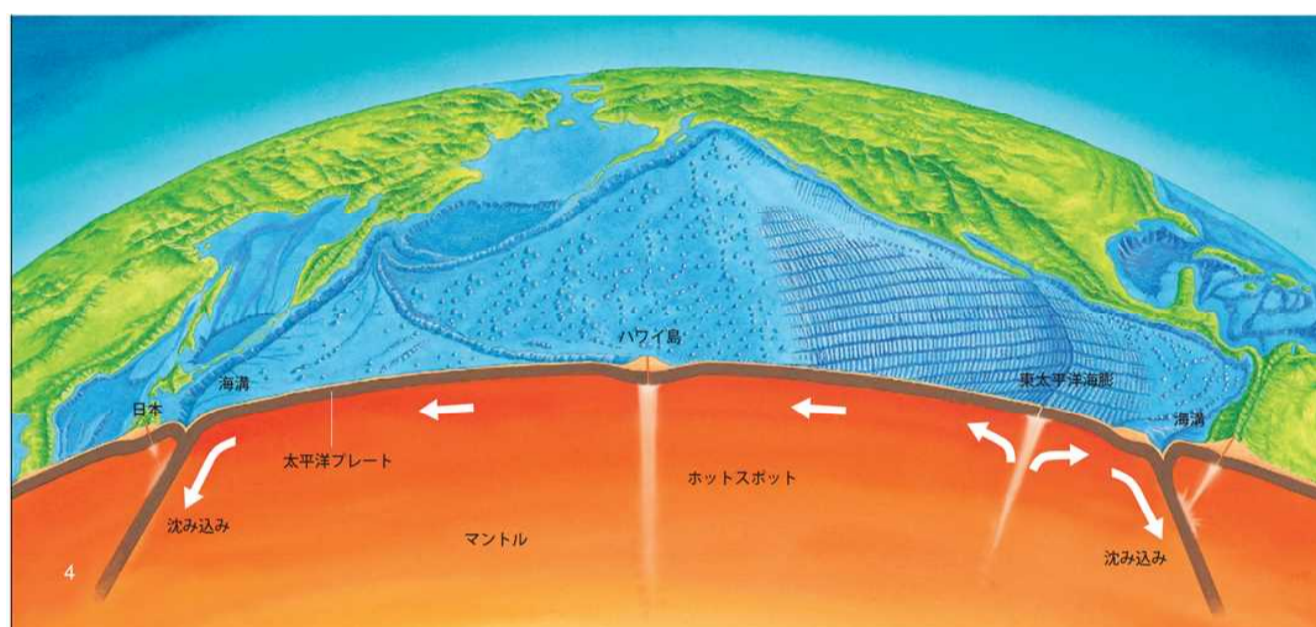
全大陸は最初パンゲア大陸という一つの大陸だったといわれているよ。



②大陸は移動する(2)

ドイツのアルフレート・ヴェーゲナーという気象学者が100年ほど前にこのことに気づいて、陸地はもともと一つの大陸だったものが分かれて、それぞれ移動して今の姿になったのではないかと考えました。

当時は大陸が動くなどありえないと信じてもらえませんでした。今は、地球表面5km~60km程度の厚さを持つ地殻は、下図のようにプレートと呼ばれる10数枚の硬い岩盤の板に分かれていて、それらが互いに移動していることが分かり、その動きは、世界各国のVLBIで観測され、その様子がわかるようになりました。これをプレート運動と呼んでいます。

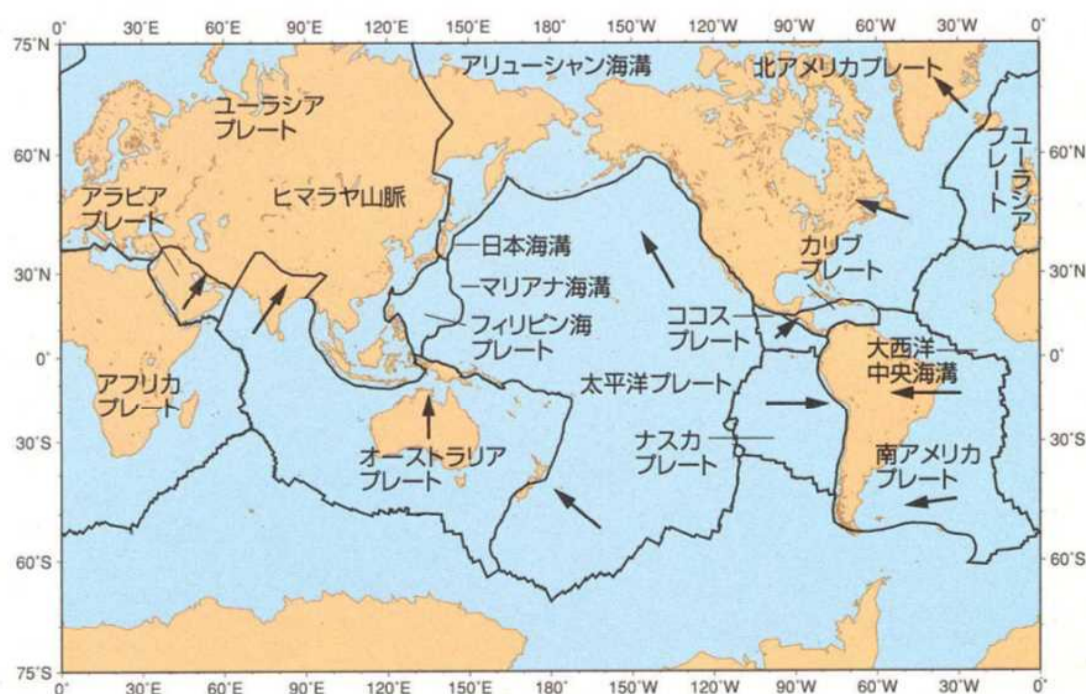


プレート運動

出典：「地震の発生メカニズムを探る」文部科学省

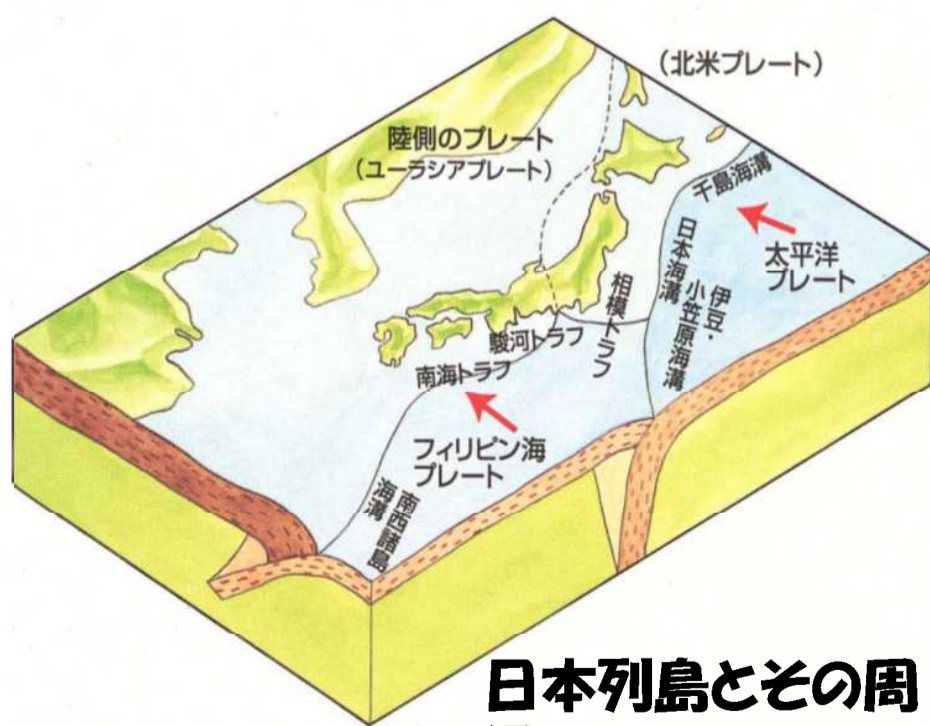
このプレート運動は、左の図のように、地殻の下にあるマントルが、地球内部の熱で対流を起こすことが原因とされています。

地震や火山活動は主にプレートの境界部でおこります。日本は4つのプレートの周辺に位置し、世界有数の地震国、火山国となっています。



世界のプレート境界

出典：「大地震のあと余震はどうなるか」文部科学省



日本列島とその周辺のプレート

出典：「大地震のあと余震はどうなるか」文部科学省



日本は4つのプレート周辺に位置しているよ！

③あの大きなアンテナは？

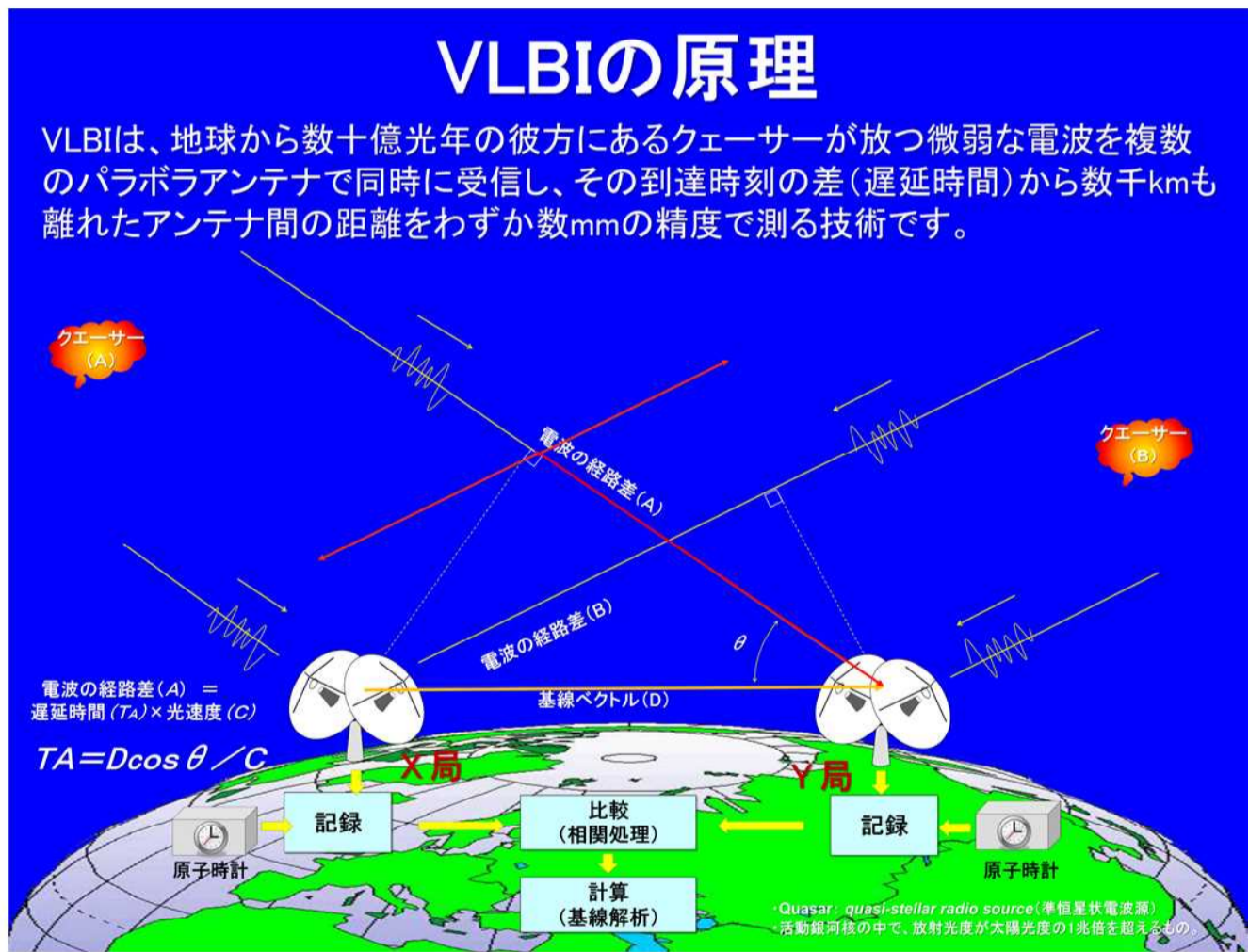


つくばVLBI観測局

国土地理院構内にある大きな(32m)パラボラアンテナが、大陸の動きを観測できる、VLBI (Very Long Baseline Interferometry: ちようちようき せん でん ば かん 超長基線電波干渉法。以下、VLBI) で、数千km離れていても誤差は数mmです。

世界には、同じようなアンテナがいくつもあります。国土地理院ではつくばのほか、父島(小笠原)、始良(鹿児島)にアンテナがあり、10月からは石岡(茨城)の新しいアンテナで観測を開始する予定です。

④VLBIの原理は？



(1) 宇宙には^{じゆんせい}準星(クエーサー)という電波エネルギーを出している星があります。この星が放つ微弱な電波を、いくつかの大型パラボラアンテナで同時に受信します。電波の届く時刻は、左の図のように2つのアンテナ間でわずかに異なります。この時刻の差(遅延時間)を、正確な時計で1000億分の1秒まで測ります。

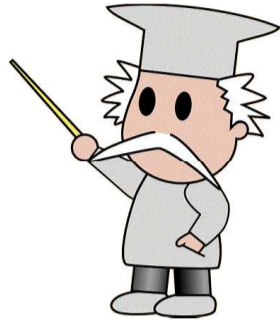
- (2) 電波は1秒間に30万km進むので、1000億分の1秒では3mm進みます。従って、遅延時間と電波がやってくる方向から、その時の2つのアンテナがどれだけ離れているかが数mmの精度でわかります。
- (3) 世界各地のアンテナが観測に参加すれば、地球上の位置や、地球の自転の様子等もわかります。

⑤ つくばも、東に65cm動いた



震央(M9.0)

震源に近い牡鹿半島では東南東方向に5.3m移動し、1.2m沈下したんだ！

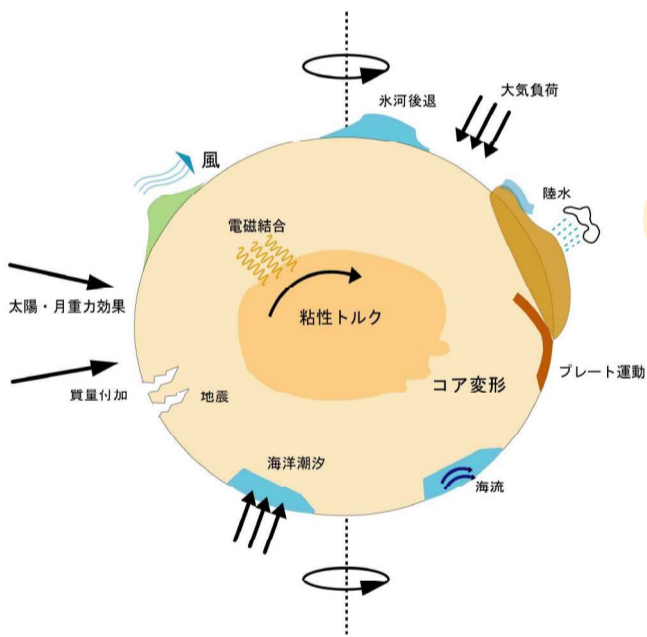


つくばVLBI観測局の変動

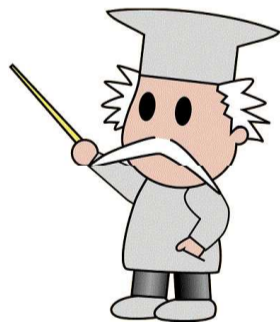
国土地理院では、東北地方太平洋沖地震前後に国際VLBI観測を実施し、地震発生前後のVLBI観測データを解析することで地震に伴うつくばVLBI観測局の変動量を求めました。解析の結果、地震前（3月8日）と地震後（4月5日）の位置を比較すると、東へ65.2cm、北へ2.3cm、高さは6.4cm沈下していることがわかりました。

⑥ 1日は長くなっている？

1日の長さは24時間ですが、地球が誕生したころは5時間程度だったと考えられています。つまり、地球が自転する速さはだんだん遅くなっています。



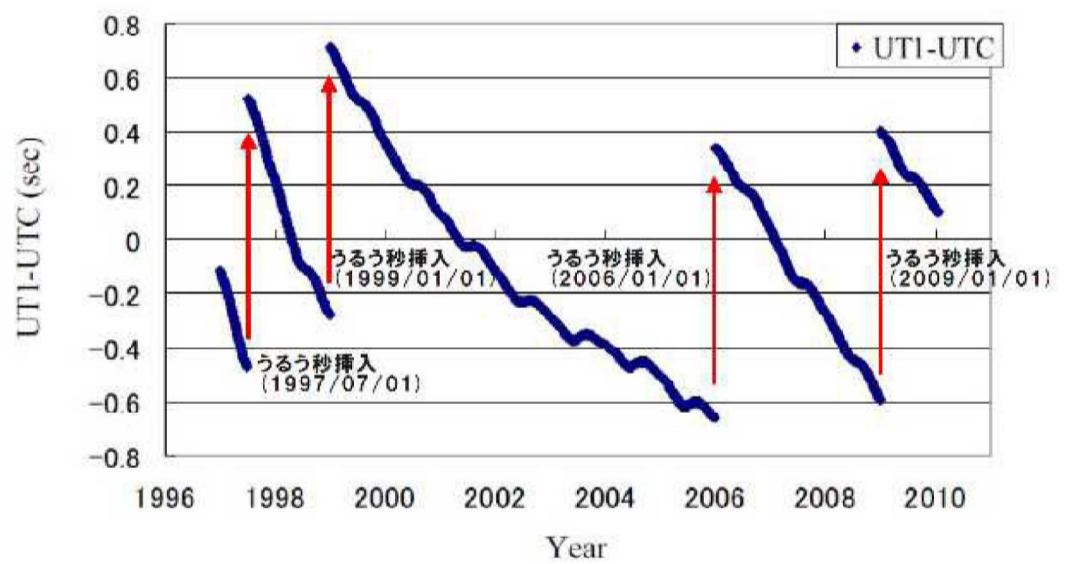
地球は
ふらふら
回っている



地球自転の乱れを作る力

1日の長さは、100年間で1千分の2秒程度長くなっていますが、常に一定の割合で長くなっているのではなく、ゆらいでいます。このため、時計で測った時刻と天体観測との間に不規則なずれが生じます。このずれが±0.9秒以内に保たれるように、6月30日と12月31日のその日の終わりに1秒を足したり引いたりして調整します。これを「うるう秒」と呼びます。最近では、2012年6月末に1秒挿入されました。

地球の自転速度の変化はVLBIの観測で精密に測ることができます。2005年9月13日から28日の15日間、世界中で11のVLBI局が参加した共同観測が行われ、つくば局も参加しました。



VLBI観測による地球自転の変化

①石岡測地観測局観測開始

国土地理院をはじめ各国のVLBI関連機関が参加して、国際VLBI事業（IVS）が平成11年に発足しました。

さらに平成22年には、地球規模で起きる地震や津波、火山噴火、海水面変動、洪水などの自然災害に対応するため、より高精度なVLBI観測網を構築することを目的として、新しいVLBI地球観測システムの規格を「VLBI2010」として策定しました。

この新しい事業の将来計画の規格が公表されたのを受けて、国土地理院では、この計画に基づく観測施設を石岡（茨城）に整備しています。



世界の主なVLBI観測局

石岡測地観測局（iGOS）は、アンテナ口径を小さく（12m）することで駆動速度を高め、広帯域の周波数の受信と全面的なデジタル信号処理、24時間連続観測などにより、位置精度を10mから1mmに向上させ、観測成果の迅速な算出、公表が可能となりました。

本年10月28日より試験観測を開始する予定です。現在のつくば観測局は当面並行観測を実施します。



石岡測地観測局(iGOS)



石岡測地観測局の位置
(石岡市根小屋 茨城県畜産センター敷地内)



大陸間の距離測定
の精度が1mmに
向上したのじゃ！