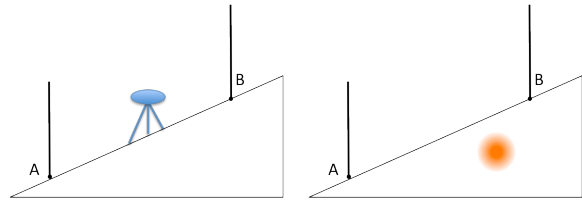


# 「宇宙測地学」(地球惑星計測学) 中間試験問題(2010.12.24)

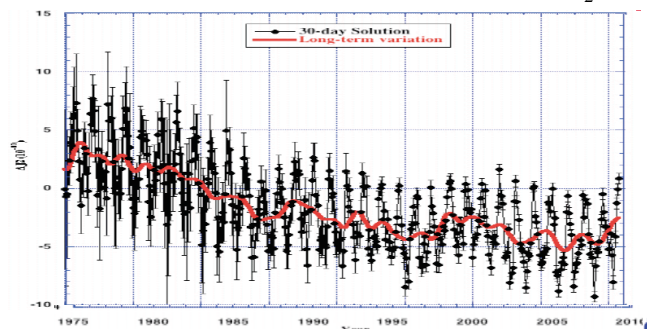
\*解答用紙には見やすく丁寧に書くこと

- 関数  $f(x,y) = \log(x^2 + y^2)$  が調和関数か, そうではないかを調べよ. 計算の途中経過も記すこと.  $\log$  は自然対数である.

- 右図は A 地点と B 地点の間での水準測量の原理を説明するための図である. (a) A 点と B 点に立てた棒上の物体を何と呼ぶか. (b) A と B の間におく器械を水準儀と呼ぶ. これを何を決めるのか. (c) 左右の二つの図で, A と B の高さの差(比高)は幾何学的には等しい. しかし右のように地下に密度の高い物質が含まれている場合, 左の場合と比べて測定値はどう変化するか? 右図を解答用紙に写し, 必要に応じて記号を用いて簡潔に説明せよ.



- 右の図の赤い実線は 1975 年以降の SLR のデータに基づいて推定した  $J_2$  の時間変化を示している. これについて以下の問いに答えよ. (a) SLR を省略せずに英語で記せ. (b) 何をどう測定する技術かを 30 字程度で説明せよ. (c)  $J_2$  とは何のこを 30 字程度で説明せよ. (d) 赤い実線の時間変化は地球がどうなっていることを示しているか. (e) 前問の原因は, どう考えられているかを述べよ.



- 座標系について以下の問いに答えよ. (a) 慣用慣性座標系の原点はどこで定義されているか? (b) 慣用慣性座標系はどのように実現(実装)されているか, 20 字程度で述べよ. (c) 慣用地球座標系はどのように実現(実装)されているか, 20 字程度で述べよ. (d) これら二つの座標系を結びつけるために地球の自転角速度と姿勢の変化を観測する必要がある. 自転角速度の変化で, 一日の長さは一年間におよそどの程度変化するか?
- 地球上での二点 P, Q の地表面に沿った最短距離を求めたい. P 点(Q 点)の緯度を  $\phi$  ( $\phi'$ ), 経度を  $\lambda$  ( $\lambda'$ ) とし, 地球を半径 R の球と見なせるとして, 定量的に求めるための手順を説明せよ. ( $\phi$  は余緯度ではないことに注意)
- 潮汐力に対して弾性体としての地球がどう変形するかを調べたい. 原理的には運動方程式を適当な境界条件と初期条件のもとで解けばよいが, 潮汐力の時間スケールは最も短くても (a) 時間程度で, 弾性地球での最も長い自由振動

の周期(b)分に対して十分長いので、運動方程式での(c)項は無視できる。このような近似を「(d)変形」の近似と呼ぶ。(問1)空欄(a)から(d)に当てはまる適当な数値あるいは語句を述べよ。(問2)地表変位三成分は具体的にはどう数式で表現されるか? ポテンシャルを  $U$ , 地表での重力を  $g$  とし, Love 数(及び志田数)を用いて表現せよ。式や記号の意味も記すこと。

7. 軌道長半径  $a$ , 離心率  $e$  の楕円軌道上にある衛星の運動を考える。近地点での速度を  $v_p$  とすると、遠地点での速度はどうか? ケプラーの第2法則から求めよ。 $a, e, v_p$  を用いて表せ。
8. 質量  $M$  と  $m$  の質点からなる二体問題では、運動エネルギーとポテンシャルエネルギーの和  $E$

$$E = \frac{v^2}{2} - \frac{GM}{r}$$

は一定値をとる。この具体的な値を  $GM$  と軌道長半径  $a$  を用いて表せ。

(ヒント: 真近点離角  $0^\circ$  (近地点)のときの楕円軌道の極座標表現を用いる。)

9. 人工衛星の運動は地球が質量  $M$  の質点だとするとケプラー運動となるが、現実の地球は有限の大きさを持った扁平な天体であるためにケプラー運動から外れてくる。具体的にどのような運動になるかを、ケプラー要素(軌道要素)の一部を図示して説明せよ。
10. 地球のチャンドラー極運動と同様な現象が最も観測しやすいと考えられる地球型惑星はどれか? 下の表を参考にして考察し、根拠と共に 30 字程度で述べよ。
11. 下の表で地球の自転周期が 0.9973 日とあるのはどういうことか。なぜ 1 日ではないのかを含めて、30 字程度で説明せよ。

惑星	水星	金星	地球	火星
軌道長半径 (10 <sup>6</sup> km)	57.9	108.2	149.6	227.9
赤道半径 (km)	2440	6052	6378	3397
扁平率	0.0	0.0	1/294.118	1/192.308
赤道重力 (m/s <sup>2</sup> )	3.7	8.9	9.78	3.7
自転周期(日)	58.65	243.02	0.9973	1.0260
平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	5.43	5.24	5.52	3.93