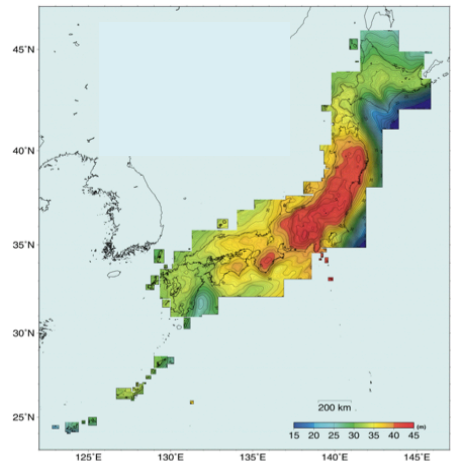


## 「宇宙測地学」 中間試験問題(2013.11.29)

\*解答用紙には見やすく丁寧に書くこと

1. 極半径を  $b$ , 赤道半径を  $a$  とする軸対称な回転楕円体について, 以下の問いに答えよ. ただし, 赤道面に  $x$  軸と  $y$  軸があり,  $z$  軸はそれに直交するとする. (i) 回転楕円体の扁平率  $f$  の定義を記せ. (ii) 赤道面内の  $x$  軸の周りの慣性モーメント  $A$  の定義を記せ. (iii) 極軸( $z$  軸)の周りの慣性モーメント  $C$  の定義を記せ. ただし(ii)および(iii)では, 質量要素を  $dM$  とし, 積分記号を含んだままでよい. (iv) 地球の場合, 二つの慣性モーメント  $A$  と  $C$  では, どちらが大きいのか. 理由とともに述べよ.
2. 正標高  $H$  を求めるために, 水準測量の他に重力測量も同時に行う必要があるのは, 水準測量から求まる比高が測定経路に依存するためである. なぜ重力測量も行う必要があるのかを, 正標高の定義と併せて, 適宜数式を用いて説明せよ.
3. 2002 年以降, 日本測地系から世界測地系が用いられることになったが, 日本測地系にはどんな問題点があったかを 2 点述べよ.
4. 右図の日本の「ジオイド高」について以下の問いに答えよ. (i) ジオイド高の基準(0m)は, 何か? (ii) 陸上のジオイド高が実用的にも必要になったのは最近 15 年ほどである. これはなぜかを 30 字程度で説明せよ. (iii) ジオイド高分布に右図のような高低差が現れる原因を考察し, 30 字程度で説明せよ.
5. 「赤経」と「赤緯」で表現される国際天文準拠系について以下の問いに答えよ. (i) この座標系は, 何の位置を表現しているものか? (ii) 「赤経」はどこから, どのような単位で測定されるか? (iii) この座標系は 2000 年 1 月 1 日 UT12 時の時点での (i) の位置を示している. このように時期を含めて指定する必要がある最大の要因について, 簡潔に述べよ.
6. 右のミラーボールのような物体を用いる宇宙測地技術 SLR について, 以下の問いに答えよ. (i) SLR が何の略称であるかを答えよ. (ii) SLR は, 何をどのように測定する技術かを説明せよ. (iii) この種の衛星を用いることでどんなことが分かるのか, 理由とともに説明せよ(50 字程度). (iv) 右図は日本の SLR 衛星である. 何という愛称(日本語)か答えよ.



7. 以下の(ア～カ)に当てはまる語句や数値を答えよ. 1 秒の定義はかつて, 24 時間を 86400 で割った量として定義されていたが, 24 時間とは地球の自転周期そのものではない. 地球の自転周期は (ア) ではなく (イ) の観測から得るものであるため, 約 (ウ) 時間 (エ) 分である. 1930 年代には一日の長さが経年的に長くなっていることが認識された. 現在の 1 秒の定義は (オ) 原子の特定の放射周期を利用した永久的な不変量になっているが, 地球の自転は遅くなっているため, 永久に不変な 1 秒に基づいた時刻系を用いると, 不自然なことがおこるので数年に一度 (カ) が導入される.
8. 前問の下線部「不自然なこと」とは具体的には, どのようなことか簡潔に述べよ.
9. 地球の回轉變動を記述するための方程式を導くために, 自転角速度ベクトル  $\omega$  の時間変化を考慮して  $\omega = \Omega (m_1, m_2, 1+m_3)$  と表す; ここで  $m_i (i=1,2,3)$  は微量で,  $\Omega$  は平均的な自転角速度の大きさである. 簡単のために問題 1 のような軸対称な剛体の回轉楕円体を考える. 以下の問いに答えよ. (i)  $m_i$  はそれぞれどのような地球の回轉變動を表すか? (ii)  $\omega$  の角速度をもつ回轉座標系から見た運動方程式(角運動量保存)の三成分を導け. 外力モーメント(トルク)は  $L_i (i=1,2,3)$  とする. ただし,  $m_i$  の 1 次の項まで残し, 二次以上の積は無視せよ. (iii) 前問の結果を用いて,  $m_1$  と  $m_2$  には固有振動があることを示せ. (iv) 現実の地球で観測される前問の固有振動のことを何と言うか?
10. ある天体が地球に及ぼす潮汐力や変位は, 潮汐ポテンシャル  $U$  を用いて計算される. 以下の間に答えよ. (i) 固体地球が剛体だった場合の海水の潮位変化は, 潮汐ポテンシャル  $U$  と地表重力  $g$  でどのように表現できるか? (ii) 固体地球が弾性体であることを考慮して潮汐変形を表現するとき,  $h, k, l$  の 3 つの無次元数が用いられる. これらを何と呼ぶか? (iii)  $h, k, l$  の 3 つそれぞれの用途を説明せよ. (iv) 弾性地球の場合の潮位変化は, どのように表せるか?
11. 地球を周回する人工衛星の運動は, 赤道座標系に対する軌道要素を用いて記述することが一般的である. 右図の  $xy$  平面を赤道面とすると, 離心率 0, 昇交点経度  $60^\circ$ , 軌道傾斜角  $120^\circ$ , 近地点引数  $45^\circ$  の軌道はどうなるか? 右図を解答用紙に写して, 上の 3 つの角度とともにこの軌道を図示せよ. ただし右図の円は赤道面内にある適当な円であり, この円を衛星が横切るように図示すること.

