

重力とは

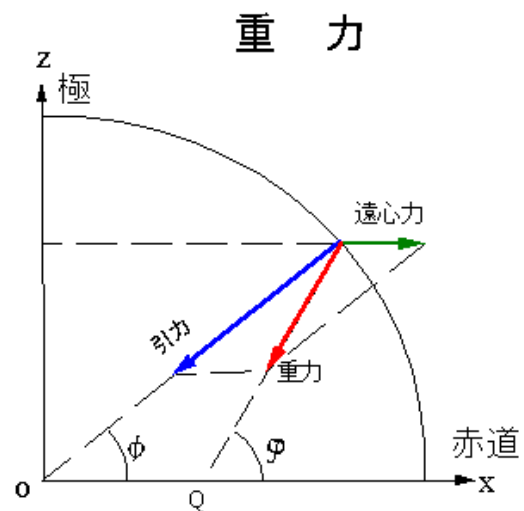
重力とは

空中でものを離すと、その物体は下へ落ちます。これは、その物体に重力が働いているからです。よく「引力のため下に落ちる」という言い方をしますが、実際には地球は自転しているため、地球上の物体は引力だけでなく、遠心力の影響も受けることになります。このふたつの力、「引力」と「遠心力」を合わせた力を「重力」といいます。

重力には、「大きさ」と「方向」があります。物が落ちる方向、つまり「下」が重力の方向です。また、「大きさ」は、「加速度」で表します。一般的には、重力による加速度（単位ガル[Gal]）を単に重力と言います。

重力の単位

重力による加速度を単に重力と言うことが多く、「g」という記号で表します。加速度の単位は、一般的に「 cm/s^2 」ですが、これを落体の法則を発見した「ガリレオ・ガリレイ（1564～1642）」にちなんでGal（ガル）と言います。



重力は（引力
遠心力）の合力である

$$1 \text{ Gal (ガル)} = 1 \text{ cm}/\text{s}^2$$

$$10^{-3} \text{ Gal (0.001Gal)} = 1 \text{ mGal (ミリガル)}$$

$$10^{-6} \text{ Gal} = 10^{-3} \text{ mGal (0.001mGal)} = 1 \mu\text{Gal (マイクロガル)}$$

地球の重力値

地球上の重力値はおよそ 980Gal (ガル) で、赤道上と極では、遠心力の影響でおよそ 0.5% の差があります。高さによっても違い、1m でおよそ 0.0003Gal の差があります。

国土地理院の重力測量

重力測量の目的

重力の測定は、重力値の地理的分布や時間変化を精密に求めるために行うもので、重力加速度の大きさを測ります。

重力は、地球上の位置や高さにより各地で値が異なるほか、[地下の鉱床](#)や断層などの地球内部の構造の違いにより値が異なります。また、地震や火山活動により重力は時間とともに変化します。

測定された成果は、重力図の作成に利用されるとともに、地球の形状（ジオイド）に関する研究や、地震予知・火山噴火予知などの地殻活動に関する研究に必要な資料になります。

重力の測定方法

重力の測定には、大きく分け[絶対測定](#)と[相対測定](#)の二通りの方法があります。

絶対測定は、ある場所の重力値をその場所だけの測定で求める方法で、「絶対重力計」により測定を行います。

一方、相対測定は、複数の地点の重力値の差を測定する方法で、ある地点の重力値を求めるために、重力値が分かっている場所からの重力値の差を「相対重力計」により測定します。

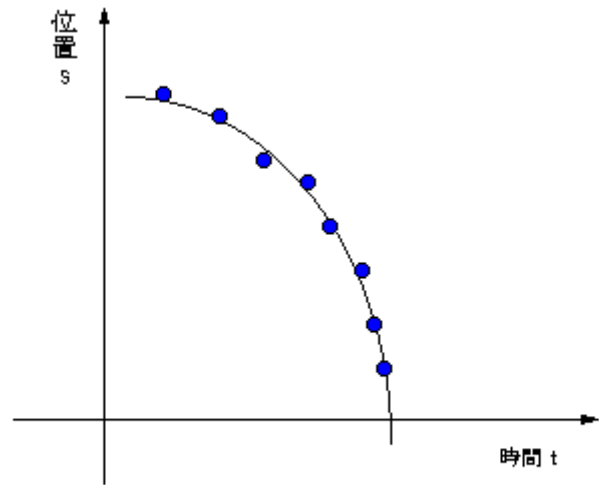
これらの組み合わせにより国土地理院では、[日本重力基準網](#)を構築するとともに[国際重力基準網](#)の構築にも参加しています。

絶対重力測定

重力加速度の絶対測定

真空中で物体を静かに手放すと、物体は地球の重力場に従って地球の中心方向へ向かって自由落下します。その落下距離 s と落下に要した時間 t をたくさん測ることで重力加速度が求まります。この方法による重力加速度の測定のしかたを【落体自由落下方式】と言います。

物体の落下距離の測定にはレーザー光による干渉を利用します。光路差が光の波長の半分ずれる度に干渉による明暗の縞模様が入れ替わります。これを利用して、自由落下する物体(コーナークューブ)にレーザー光を入射させ、反射してくる光を参照光と重ね合わせます。落下するにつれて光路差が次々に変わり、それに伴って次々に現れる干渉縞を数え上げることで位置の変化量をつかみます。また、時間の計測には原子時計を使って精度を高めています。



落体自由落下方式による重力の測定原理

絶対重力計 FG5

国土地理院では絶対重力計 FG5(エフ・ジー・ファイブ)〔アメリカの Micro-g-LaCoste 社製〕を 3 台(104 号機,201 号機,203 号機)所有しています。FG5 は J.ファラー博士等により開発された自由落下方式の可搬型の絶対重力計です。この重力計は重力加速度を 2 マイクロ Gal の精度(公称精度)で求めることができます。

絶対重力測定の応用

1. 日本各地の重力値の決定

FG5 の可搬性を生かして、1995 年から[国内各地で絶対重力測定を実施](#)しています。

これらの測定結果は重力基準網に組み込まれ、日本各地の重力値を高精度で決定する基準になっています。

2. プレーートの運動に伴う重力値の経年変化の追求

東海地方はフィリピン海プレートの沈み込みにより、年間約 3mm ずつ沈降していることが水準測量から明らかになっています。地殻変動による重力値の時間変化を高精度で検出するため、御前崎地区で毎年絶対重力測定を繰り返しています。

3. 海洋潮汐

月や太陽と地球の間にはたらく引力により海水面が引きつけられ、潮汐を起こします。

絶対重力計で潮汐による微少な重力変化を捉えました。



国土地理院の所有する 3 台の F G 5

相対重力測定

相対測定

重力測定には、絶対測定と相対測定があります。相対測定とは、ある点と別の点の重力値の差を測定する方法で、相対重力計により測定します。相対測定では重力値そのものはわからないので、重力値のわかっている点との差を計ることによってその点の重力値を求めます。

国土地理院ではスプリング型重力計という相対重力計を使用しています。スプリングに「おもり」をつり下げると、スプリングの伸びと重力がつりあったところで静止します。重力の違いによりスプリングの伸びが違うので、その差を計ることにより重力差を求めます。

ラコスト重力計

ラコスト重力計（LaCoste & Romberg gravimeter 制作者がフランス人なので、ラコストと発音する）は、代表的なスプリング型重力計です。

この重力計の特徴は、スプリングの斜めつりです。零長スプリング（zero-length spring）を斜めにつり、テコ機構により支えています。重力の増減によって重錘が上下します。スプリングが伸び縮みを測定ダイヤルの回転数で計ります。



シントレックス重力計

シントレックス重力計（SCHINTREX 社製）は、自動測定記録機能を有したデジタル携帯重力計です。この重力計の特徴は、傾斜補償、ドリフト補正、潮汐補正を自動で行え、測定データを内部メモリーに格納できます。クランプが不要であり、ラコスト重力計に比べ衝撃に強い点です。



スプリング重力計の特性

スプリング型重力計は、小型で測定が簡単ですが、スプリング材質の劣化という欠点があります。スプリングは時間とともに少しずつ伸び、重力値が増加したように測定されます。これによる測定値の読みの変化をドリフト（drift）とよび、この変化が小さく、時間について線形であれば、適当な補正計算をしてドリフトを消去することができます。

また、重力計にショックを与えたりするとテア（tare）とよばれる不規則な変化が生じることがある。これをふせぐため、重力計の運搬や取り扱いには注意を要します。

重力網平均計算プログラム

[【国土地理院技術資料：B・1－No.50】重力網平均計算プログラム" g 188 c k "について](#)