

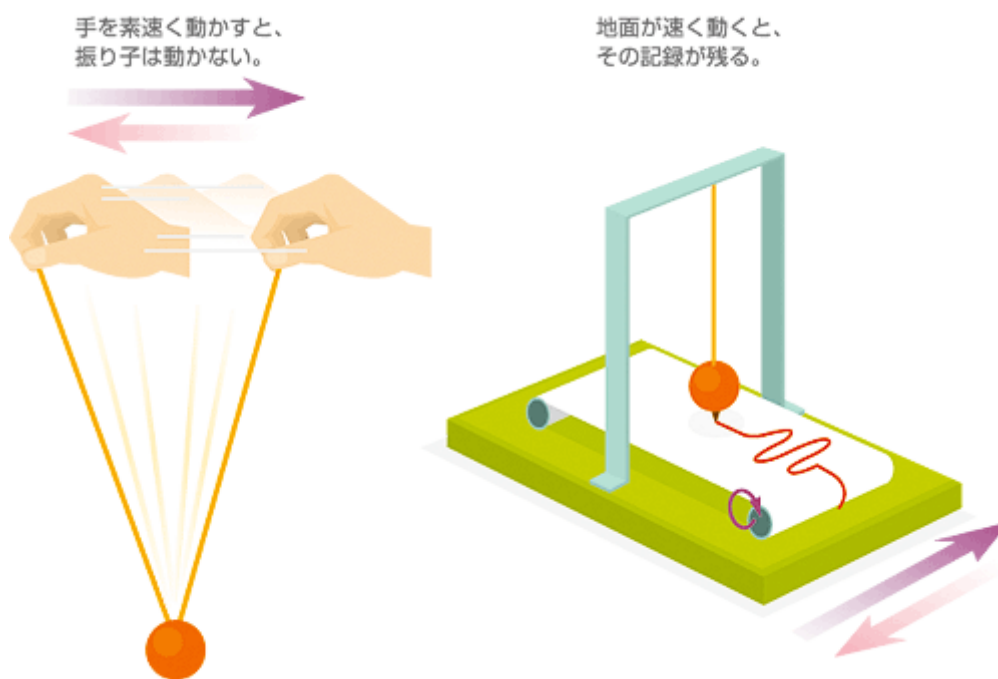
以下は、「TDK」のホームページに基づいています。

■ 地震計の原理

地震計は地震の揺れを測定する装置です。とはいっても地面の上においた地震計は、地震がくると地面と一緒に動きます。そのままでは地面の動き（変位）は記録できないので、「慣性の法則」を利用します。

振り子の上端を持った手を左右に速く振ると、慣性の法則によって、振り子の玉は静止したままだいようとします。振り子の玉にペンを結び付けておき、下に一定の速さで送られるロール紙を置いておくと、通常時は直線が描かれるだけですが、地震がくると、振り子を固定した支柱と紙は動きますが、振り子の玉についたペンは静止しようとします。結果、ロール紙には、地震の振動とは逆向きの軌跡が描かれます。これが、地震計の原理です。

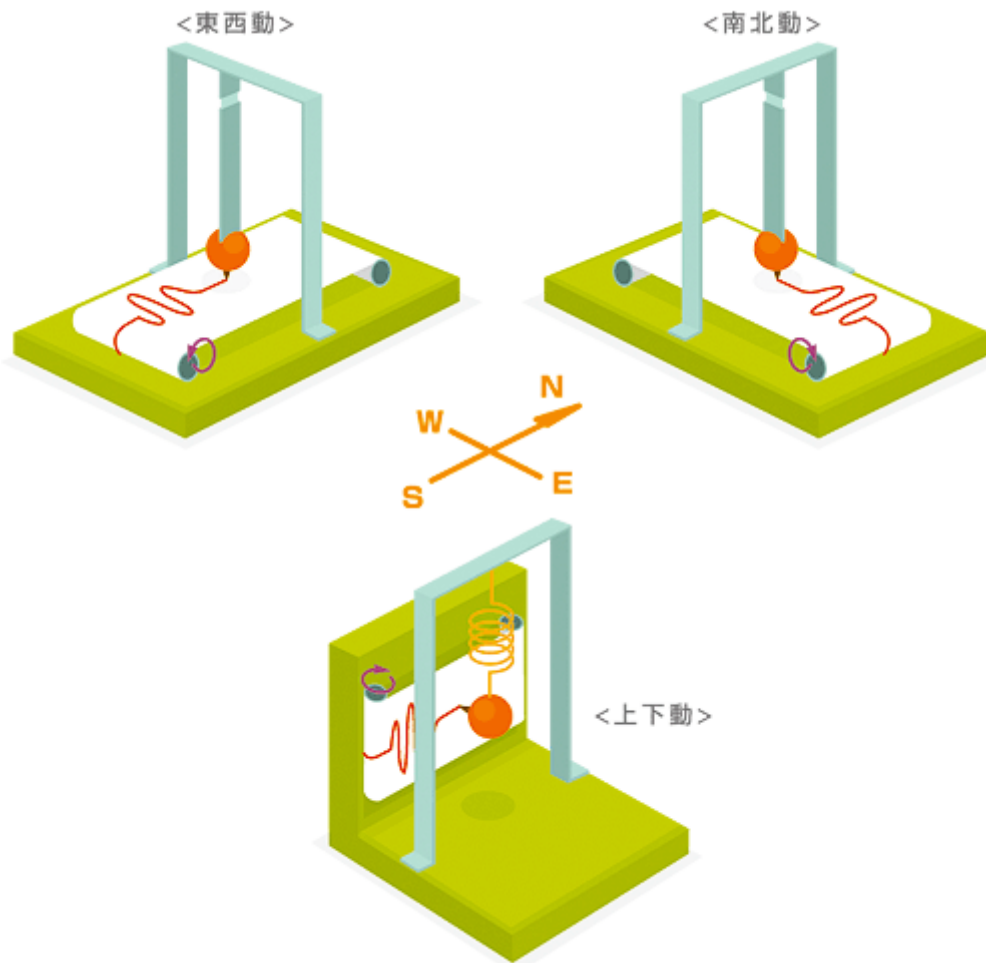
振り子を使って測定する



地震計(変位計)の原理。ペンは静止して紙が動くので、地面の揺れとは逆向きに動きが記録されます。

装置が1つだけでは、紙の動きと平行な揺れはうまく観測できないので、実際には上下・南北・東西の3成分で揺れを観測します。記録も、昔の地震計はロール紙を使っていましたが、最近のものはコイルと磁石を使って電気的な信号を記録するようになっています。

3成分の地震計測



東西・南北・上下の3成分で振動を記録します。実際の記録には、紙とペンではなく、電気信号が使われます。

さて、地震計に使う振り子はどんなものでもいいわけではありません。「揺らした時に振り子の玉が動かない」ためには、振り子の持つ固有周期（自然に振り子を振らせたときに長さによって決まる周期）が振動の周期よりも十分に長くないといけません。逆にいえば、固有周期の長さを調整することで、さまざまな種類の地震波を測定することができるのです。例えば、微小地震を観測する高感度地震計では固有周期1秒程度、幅広い帯域の振動を観測する広帯域地震計では固有周期数十秒の振り子が使われています。

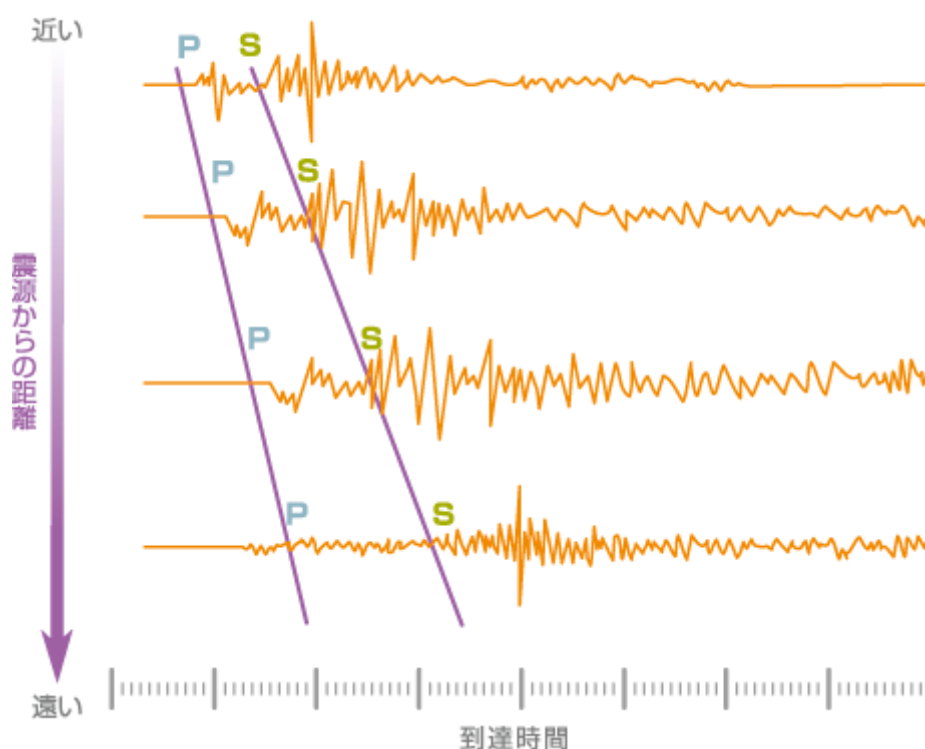
また、固有周期よりも長い周期の振動に対しては、振り子の玉は静止することができず、地面と一緒に動くこととなります。この時、記録紙には、振動の距離ではなく、振動の加速度が記録されます。この性質を利用したのが、「加速度計」と呼ばれる地震計です。「力＝質量×加速度」という公式の通り、加速度が大きいということはそれによって生じる力も大きくなります。地震被害の大きさは加速度の大きさに左右されるのですから、加速度計による

測定も重要です。「震度計」で測定しているのは加速度です。

■ 震源地の決め方

地震の震源地の推定には、P波とS波の速度の違いを利用します。地殻中をP波は8km/秒、S波は4km/秒で伝わるので、震源からの距離が遠くなればなるほど、P波到達からS波到達までの時間が長くなります。速度差と時間差が分かっているので、震源までの距離 r が求められます。

P波とS波の到達時間の違い

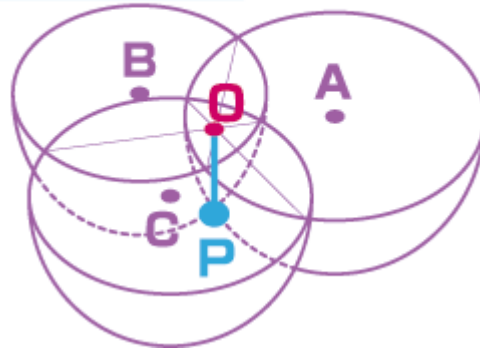


1つの観測地点だけでは、その地点から半径 r の球面のどこかに震源がある、ということしかわかりませんが、3つの観測地点それぞれからの距離がわかれば、3つの球面の交点として震源が求められます。

震源地の測定方法



3つの点から震源までの距離を求めて、
それぞれの点を中心にした球面を描くことで、
交点に震源があることが分かります。



最近では、震央に近い観測地で、P波の到達した時点での振幅や波形などの特徴から、震央や地震の規模を推定できるシステムも開発されています。

■ 地震被害を未然に防ぐ緊急地震速報

地震の発生から、主に被害をもたらすS波の到達までには距離によって数秒～数分の時間があるので、その間に必要な対策を講じることで、被害を最小限におさえることができます。そのためのシステムが、地震警報システムです。

JRの「ユレダス」では、震源近くのP波の観測結果から、震源と地震の規模を推定し、必要に応じて列車に対して警報を出します。2004年の新潟中越地震では、ユレダスの警報で上越新幹線が急ブレーキをかけ、脱線・停止しました。当時のニュースでは、「脱線」が大きく取り扱われたので事故の印象が強いですが、見方を変えれば「時速200kmで震度6の地震に見舞われるという被害を未然に防いだ」ともいえます。

また、気象庁では、全国約1000箇所の地震計から常時リアルタイムで送信されるデータを元にして、緊急地震速報を発令しています。地震波到達まで数十秒程度の時間差でも、事

前にガスの送出を止めるなどの処置で、被害を軽減できます。現在は試験運用中で、公共機関や自治体などでの利用にとどまっていますが、2007年10月1日から、NHKのテレビ・ラジオのすべてのチャンネルや民放キー局で緊急地震速報を伝える予定になっています。

図版出展：防災科学技術研究所のWebサイトを参考に作成

著者プロフィール：板垣朝子（イタガキアサコ）

1966年大阪府出身。京都大学理学部卒業。独立系SIベンダーに6年間勤務の後、フリーランス。インターネットを中心としたIT系を専門分野として、執筆・Webプロデュース・コンサルティングなどを手がける

著書／共著書

「WindowsとMacintoshを一緒に使う本」 「HTMLレイアウトスタイル辞典」（ともに秀和システム）

「誰でも成功するインターネット導入法—今から始める企業のためのITソリューション20事例」（リックテレコム）など

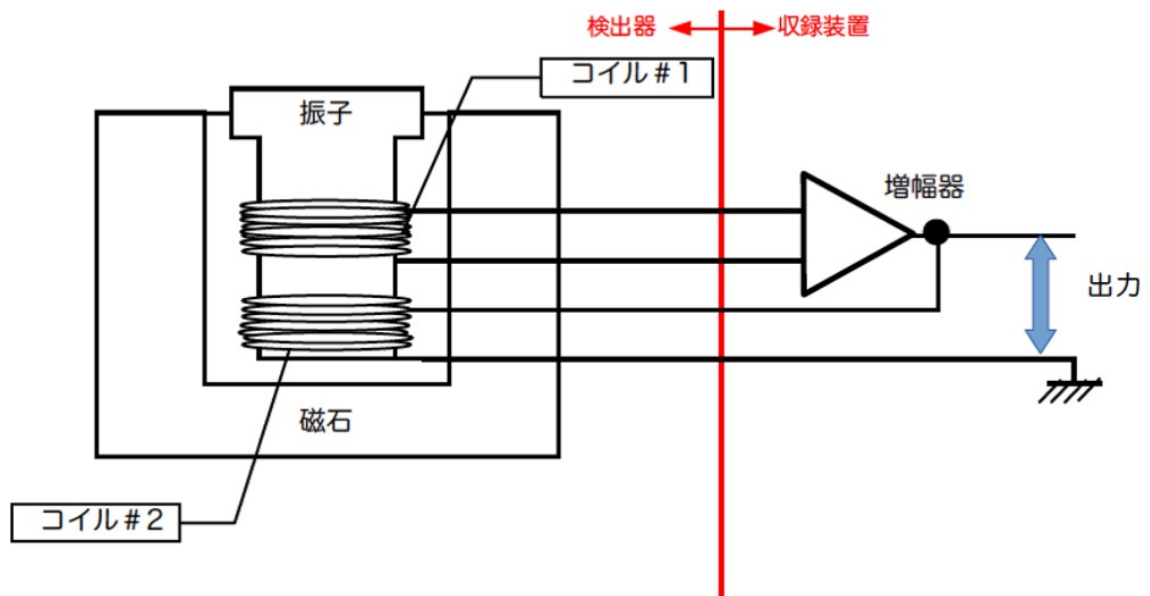
以下は、「勝島製作所」のホームページに基づいています。

SD型検出器の仕組み

SD型検出器は、地震（地面の揺れ・地動）を計測するために振り子の原理を応用しています。検出器の筐体は設置地点に固定され地動と同一の動きをします。「振り子」は、地動と相対（一緒に動かない）運動するために使用されており、その振り子の相対運動を電気的に変換して取り出すことで、地動を計測しています。

ここで単純な振り子を使ってしまうと、何かの揺れがあるたびに振り子がずっと揺れ続けてしまい地震計測には使えません。そこで振り子の揺れにブレーキを掛けて揺れを止める動きをさせる必要があります。これを制動（ダンピング）と呼びます。

この制動（ダンピング）方法の違いで様々なタイプの地震計が存在するのですが、SD型検出器は「電磁フィードバック方式（速度帰還式）」という方法を使っています。



振り子に取り付けられたコイル#1 が、固定された磁石の磁束内を振動することによって発生する電気信号を検出しています。コイルは2個並べられて取り付けられ、コイル#1は収録装置側に設置されているフィードバック増幅器に接続され、増幅された極性を反転した上でコイル#2に帰還（フィードバック）させます。この働きにより振り子には運動方向と反対の大きな力が働きます。これが制動（ダンピング）になります。制動（ダンピング）により、振り子が揺れ続ける動きを止めています。

上記のようにSD型検出器の内部は、磁石、振り子、コイルから構成されており、電気・電子回路を含んでいません。

SD型検出器（電磁フィードバック方式）の特長として、検出器内部に電気回路を内蔵する必要がないため外部電源が不要で絶縁性能がよいため雷にも強く非常に壊れにくい、電氣的ノイズの少ない低ノイズの地震波形が収録できる、設置環境の影響を受けにくい、などがあります。