

地震を探る

1. 目的

地震波の特性を知り、各地で観測された地震データからその地震がどこで発生したのかを求める方法を理解する。実際に各観測点（3ヶ所）で観測された地震データを例にして、各地点での初期微動継続時間（P-S時間）より震源距離を算出し、それをもとに震央と震源の位置を作図で求める。

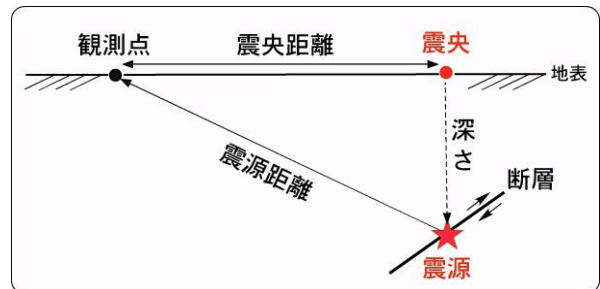
2. 用意するもの

定規，コンパス

3. 解説

（1）地震と地震波：地震とは固体地球を構成している岩盤が断層によってずれ動くことであり、その際、地震動が発生する。地震動は地震波となって地中・地表を伝わっていく。地震波には地中を伝わる実体波と、地表を伝わる表面波がある。実体波は、さらに、伝播速度の速いP波（波の進行方向と振動方向が平行：縦波、疎密波）と、伝播速度の遅いS波（波の進行方向と振動方向が垂直：横波）に分けられる。観測点に最初に到着する細かい振動（初期微動）はP波であり、その次に来る強い振動（主要動）は主にS波である。表面波は、P波とS波が干渉しあって生じる。表面波には、地表が上下方向に楕円を描くように振動する波（レイリー波）と、地表が水平方向に振動する波（ラブ波）に分かれる。高いビルディングなどを大きく揺らす長周期地震動の主成分は表面波である。

（2）震源と震央：地震動を起こした岩盤中の断層は、ある程度の広がりを持つが、その断層が最初に発生した地点（第1図の赤★印の地点）を震源といい、震源の真上の地表（第1図の赤●印の地点）を震央と呼ぶ。震源と観測点の距離を震源距離、震央と観測点の距離を震央距離という。



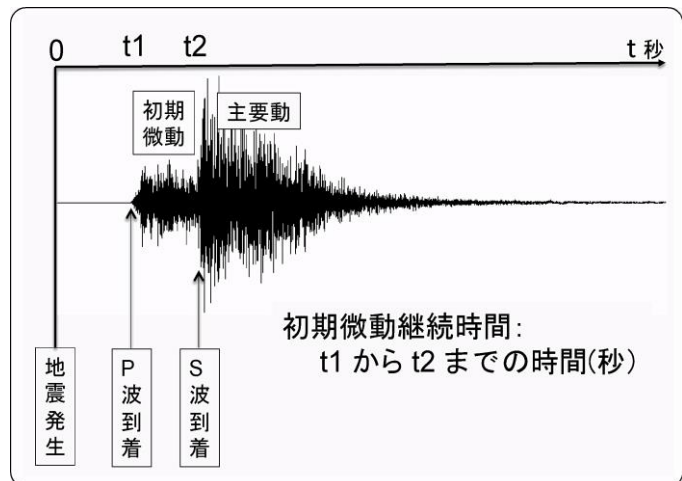
第1図 震源と震央，および震源距離と震央距離

（3）初期微動継続時間（P-S時間）と大森公式：初期微動継続時間（P-S時間）は、観測点にまずP波が到着した時刻（t1）から、次にS波が到着した時刻（t2）までの時間である（第2図）。

震源までの距離が遠い観測点ほど、初期微動継続時間が長くなる。初期微動継続時間を T(秒)，震源距離を D(km)とすると、

$D = k T$ という関係が成り立つ。この式は、地震学者の大森房吉（1899）によって提唱されたため、「大森公式」と呼ばれる。なお、係数 k の値は地域によって多少異なるが、だいたい 6 ~ 8 (km/秒) である。

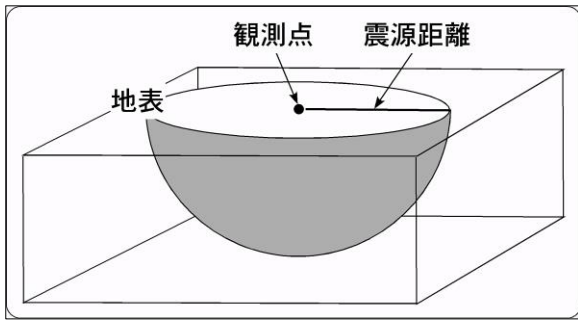
大森公式によっておおよその震源距離が算出され、3観測点のデータから作図によって、おおよその震央および震源の位置を求めることができる。



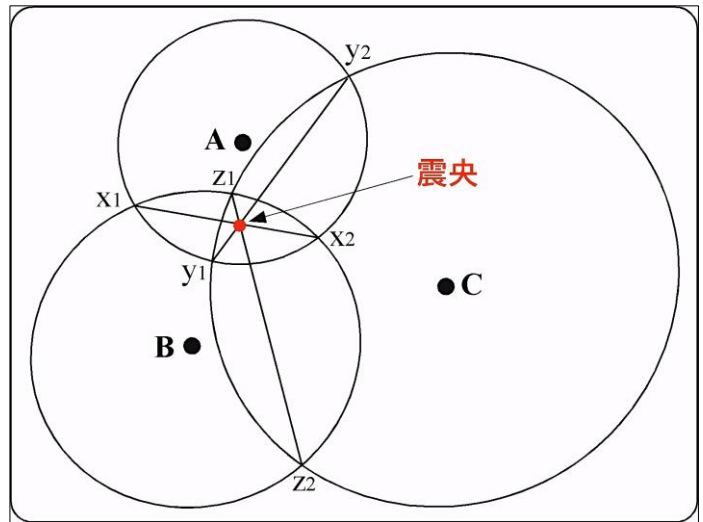
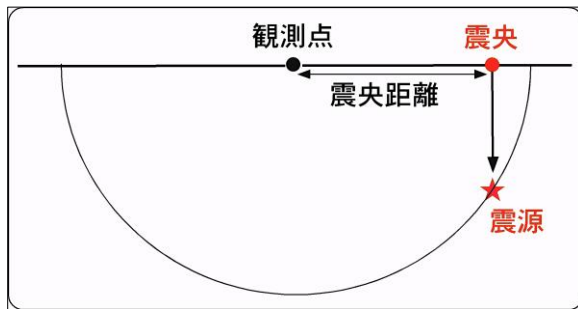
第2図 地震動の記録および初期微動継続時間

（4）作図による震央・震源の求め方：

1) 地震観測点（3地点：A, B, C）のそれぞれの観測データから初期微動継続時間（P-S時間）を読み取り、大森公式を用いてそれぞれ観測点からの震源距離を算出する。まず、A観測点から震源距離を半径とする円を描く。この震源距離で描かれた地下の半球面付近のどこかに震源が存在するはずである（第3-1図）。



第 3-1 図



第 3-2 図

←第 3-3 図

2) A 観測点に引き続いて、B 観測点および C 観測点におけるそれぞれの震源距離を半径とする円を描く (第 3-2 図)。

円 A と円 B の交点を結ぶ直線 $X1-X2$ 、円 A と円 C の交点を結ぶ直線 $y1-y2$ 、円 B と円 C の交点を結ぶ直線 $Z1-Z2$ を引く。

地下においては、半球 A と半球 B の交線のどこかに震源があるはずであり、地表では線 $X1-X2$ 上のどこかに震央があるはずである。さらに円 C が加わると、3 つの半球の交点が震源であり、線 $X1-X2$ 、線 $y1-y2$ 、線 $Z1-Z2$ のいずれか 2 つの線の交点が震央である (第 3-2 図)。

3) いずれかの観測点からその震源距離を半径にした半円を地下に描く (第 3-3 図)。

その観測点に対応する震央 (第 3-3 図の赤●印) から垂線を下し、円と交わる点が震源 (第 3-3 図の赤★印) である。

4. 実習

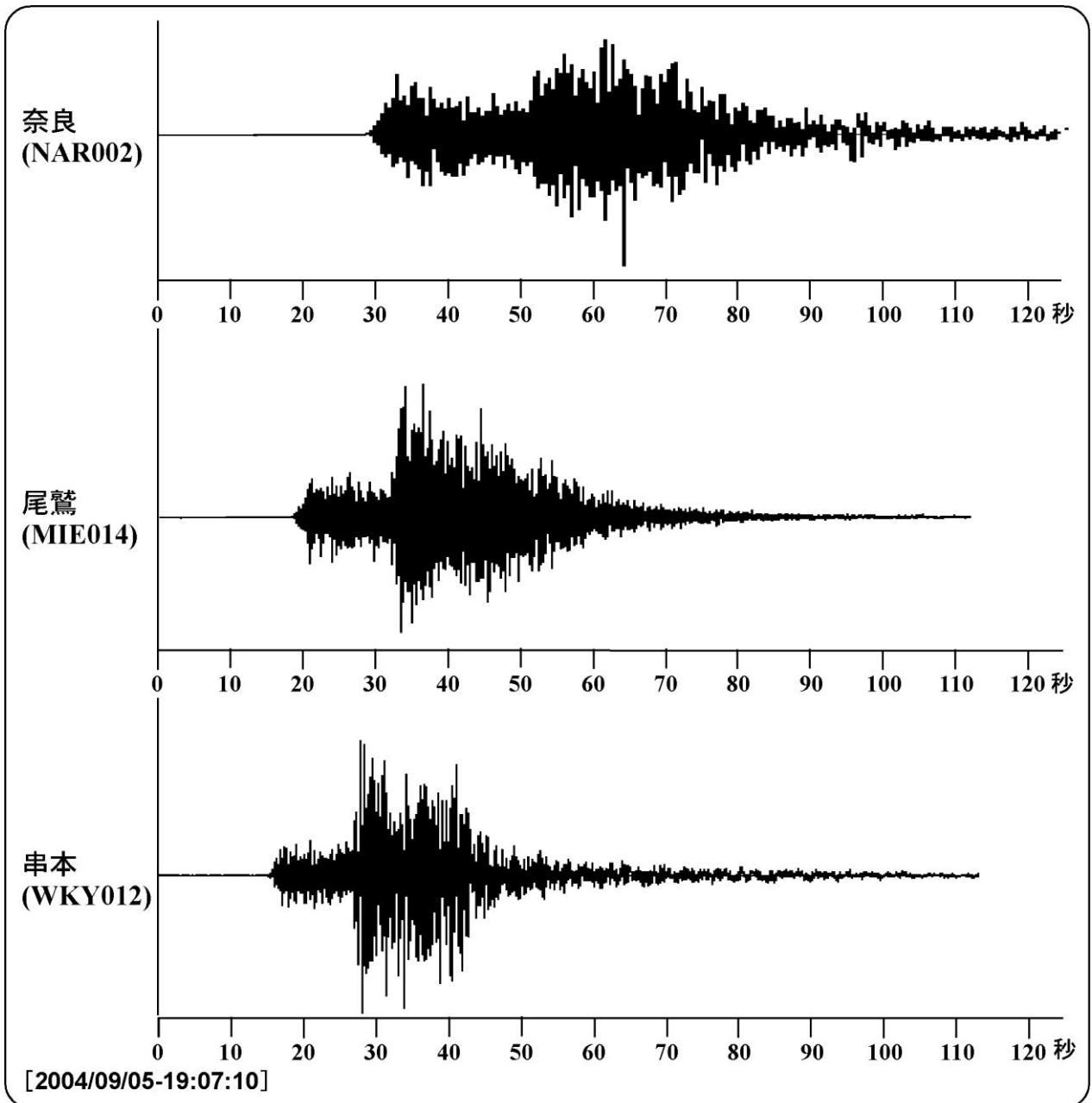
(1) 第 4 図は、2004 年 9 月 5 日、19 時 7 分に発生した地震 (M6.9) の地震動記録である。地震動は数百地点で観測されたが、そのうち、奈良 (NAR002)、尾鷲 (MIE014)、串本 (WKY012) の 3 地点の記録をとりあげた。

第 4 図の地震動記録からそれぞれの観測点における初期微動継続時間 (P-S 時間) を読み取りなさい。

観測点	奈良 (NAR002)	尾鷲 (MIE014)	串本 (WKY012)
初期微動継続時間 (秒)			

(2) 各観測点の初期微動継続時間と、大森公式 $D = k T$ [D : 震央距離, T : 初期微動継続時間, k : 係数] を用いて、各観測点からの震央距離を算出なさい。なお、係数 k の値として 8 (km/s) を用いなさい。

観測点	奈良 (NAR002)	尾鷲 (MIE014)	串本 (WKY012)
震源距離 (km)			



第4図 2004/09/05-19:07に発生した地震 (M6.9) の地震動記録 (K-NET, KIK-net)

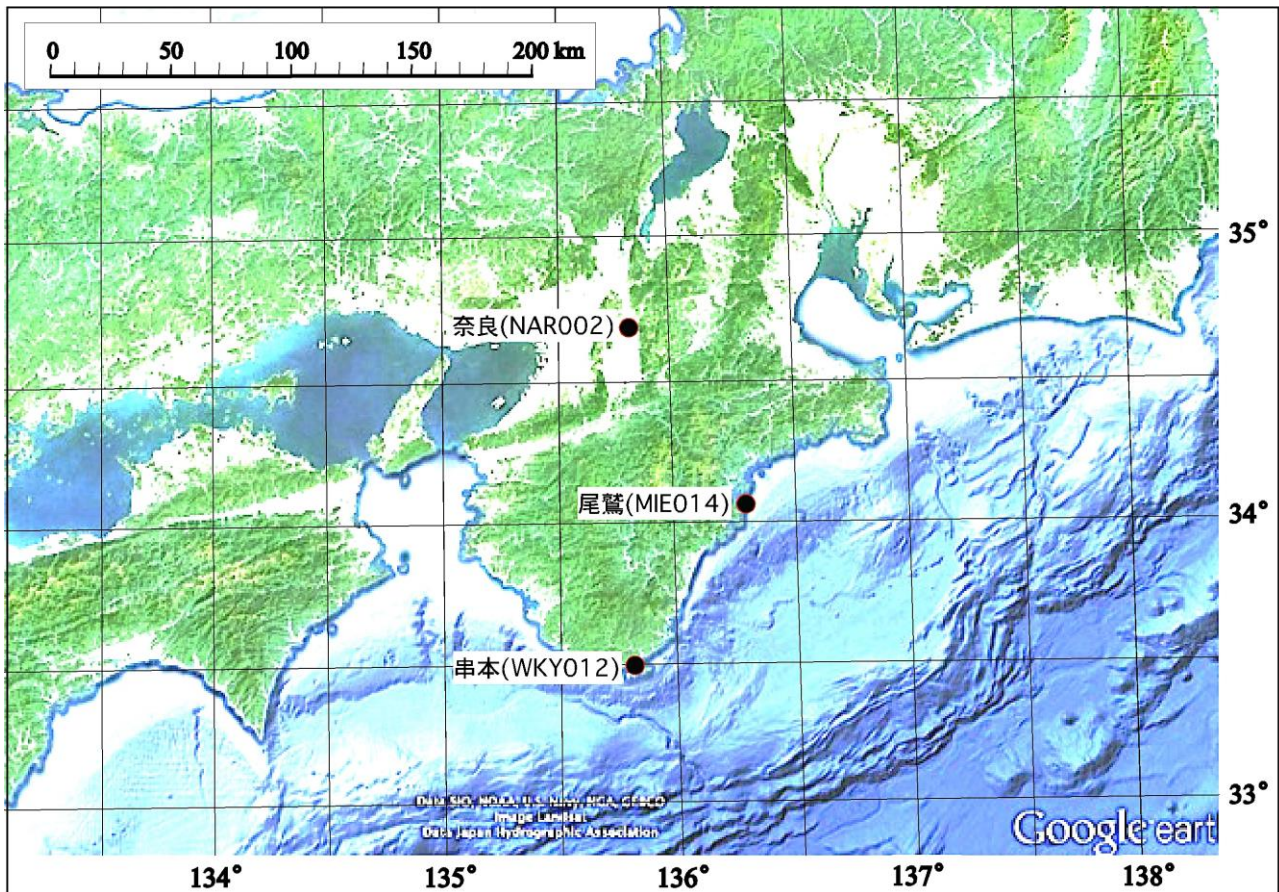
(3) 各観測点から、算出された震源距離を半径にとって、コンパスで第5図に円を描きなさい。

(4) 各円の交点 (円奈良と円尾鷲の交点, 円奈良と円串本の交点, 円尾鷲と円串本の交点) を直線で結びなさい。この3本の直線は1点で交わるはずであり、この点が震央である。震央の位置のおおよその緯度 (北緯) と経度 (東経) を読み取りなさい。

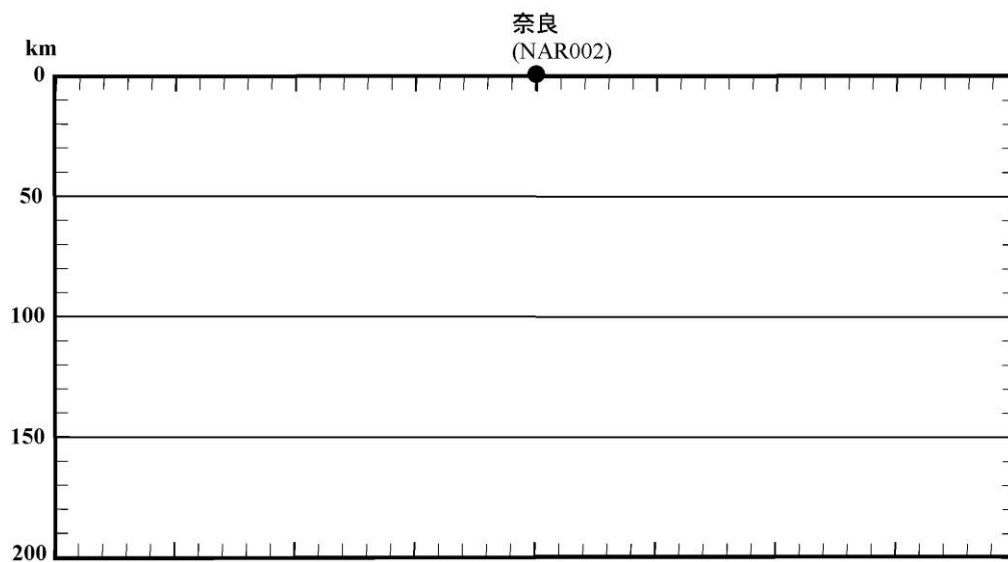
震央の位置	緯度：	経度：
-------	-----	-----

(5) 第6図の観測点奈良から震源距離を半径にとって、地下に半円を描き、さらに観測点奈良から震央距離の地点から垂線を下ろして、震源の深さを求めなさい。

震源の深さ (km) :



第 5 図 観測点の位置



第 6 図 震源の深さ

地震動記録資料

防災科学研究所：強震観測網 K-NET, KIK-net, www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/quake/

【参考資料】

観測点	奈良 (NAR002)	尾鷲 (MIE014)	串本 (WKY012)
初期微動継続時間 (秒)	22.3	13.8	11.1
震源距離 (km)	179	110	89
震央の位置		緯度 : 33.2° N	経度 : 136.2° E
震源の深さ (km) : 75			

