

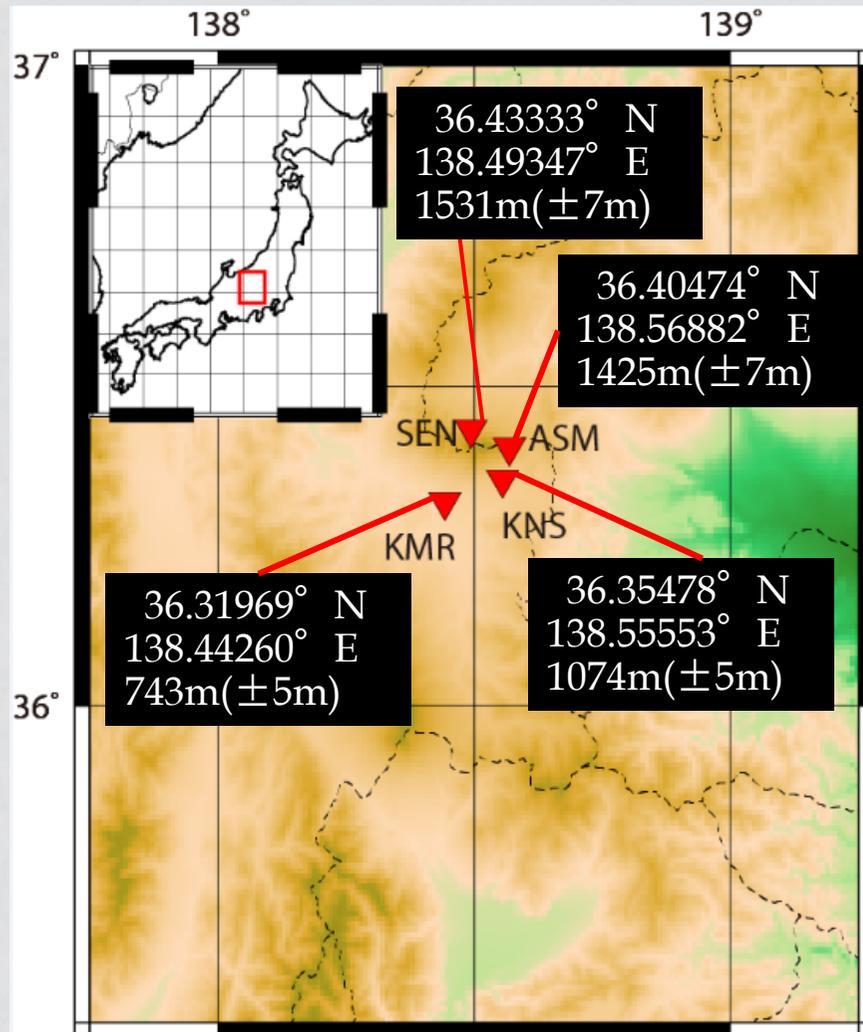
2012年度地球観測実習 自然地震観測班

金森俊太郎・仲谷幸浩・稲川聡・末善健太 担当教員：卜部卓

実習の目的

- 浅間山周辺に地震計を4カ所設置し、発生した地震波の測定を行う。
- 得られた地震波を解析し、地震の震源を決定する。

観測点



- 小諸観測所・仙人岳観測点・浅間観測所・軽井沢研修所の4カ所に地震計を設置。
- 2012年7月26日16時～27日8時にかけて自然地震の観測を実施。

観測点

仙人岳観測点→



←小諸観測所



←浅間観測所



軽井沢研修所→



観測器材



地震計
Lennartz社製
LE-3DLite MkII
(1Hz速度型3成分)



ロガー
白山工業製
LS-7000XT



バッテリー
12V
20AH

観測手順 器材の設置

GPS
アンテナ



ケーブル



観測手順 ①ロガー設定

- ロガーを以下のように設定する

①サンプリング100Hzで連続観測

②接続するPC（動作確認用）のIPアドレス、装置名、および受信ポート番号

観測手順 ②器材の接続



- 地震計とロガー、バッテリー、GPSアンテナおよびPCをケーブルでつなぐ。

観測手順 ③地震計の設置



- 地震計は赤枠の中の矢印を北の方角に向け、また黄枠の中の水準計が水平になるように設置。

観測手順 ④GPSによる位置決め



- GPS計測器(Garmin 製 GPSmap 60CS)を用い、観測点の緯度、経度および標高を測定。

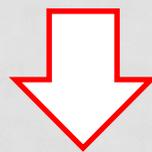
観測手順 ⑤波形の確認



- GPS衛星からの信号を受信することにより時刻が較正され、地震波が計測できているかをPC上で確認。

データ処理～手順～

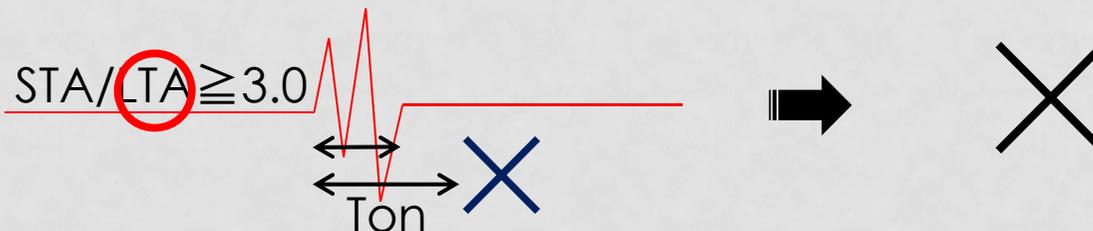
1. CFカードをロガーから取り出し，PCにマウントしてコピー
2. 各観測点の1分間生波形データを統合
3. イベント検出（トリガー検出）
4. イベント波形の切り出し



検測・震源決定

データ処理～イベント検出～

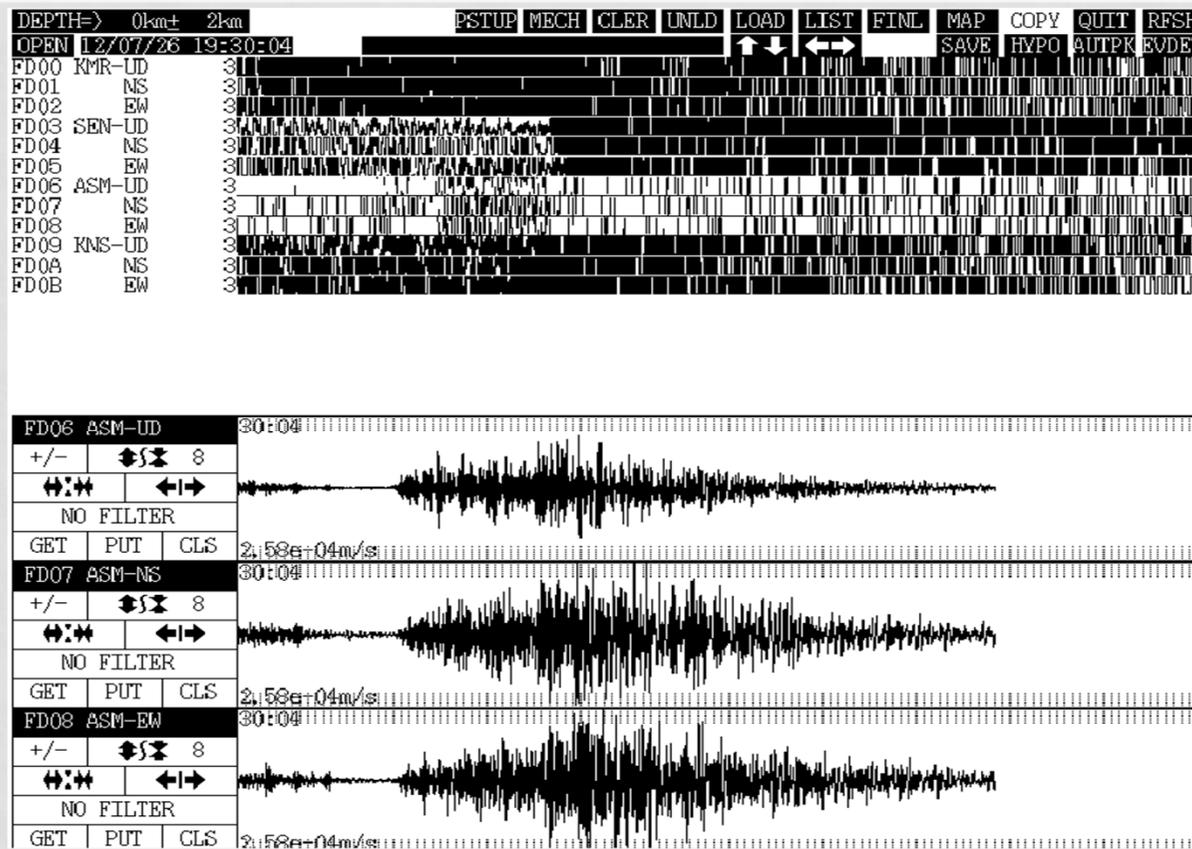
- トリガー原理
 - 波形振幅の短時間平均(STA)と長時間平均(LTA)の比(STA/LTA)がパラメタ.
 - STA/LTAが振幅の閾値($R_{on}=3.0$)を越えたらトリガーをかける.
 - 継続時間 $T_{on}=2.0s$ 以上 R_{on} を上回れば, トリガー検出.
 - 継続時間 $T_{off}=10.0s$ 以上 R_{on} を下回れば, トリガー終了.
- イベント検出条件, パラメタ値
 - 同時に3観測点でトリガー検出したら, イベント認定.
 - イベント検出期間: '12/07/26 16:00 - '12/07/27 08:00



データ処理～切り出し～

- イベント検出結果
 - イベントとして検出されたものが5つ. この時点で, "地震" かどうかは不明
- 切り出し
 - 始: トリガー "on時刻" の 20s 前.
 - 終: トリガー "off時刻" の ($\sqrt{3} \times$ "off時刻" - "on時刻") 後.

データ処理～切り出し波形例～



切り出し後の波形例（'12/07/26 19:30:24のイベント）

これを検測・震源決定する。尚、気象庁の一元化震源リストの参照及び、波形を目で見て確認し、2つを地震と判断した。

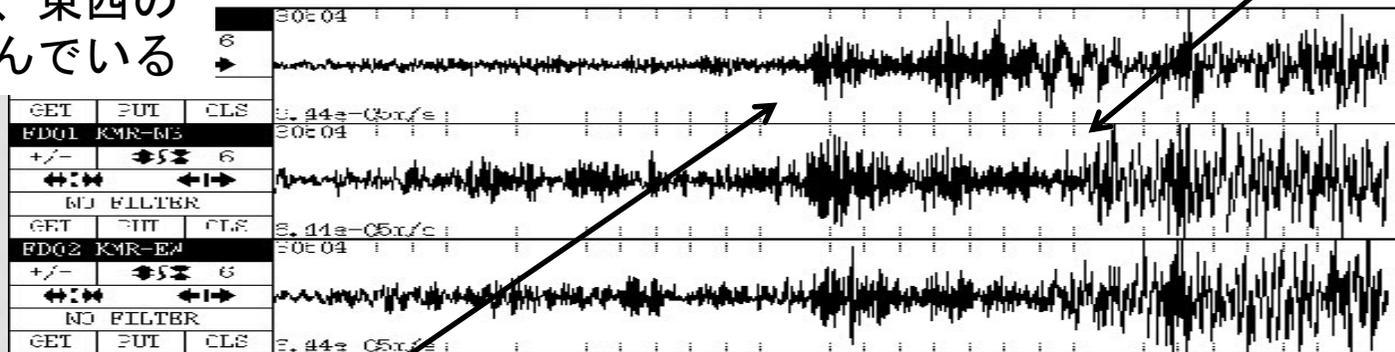
WIN での操作

- 実際の波形



S 波?

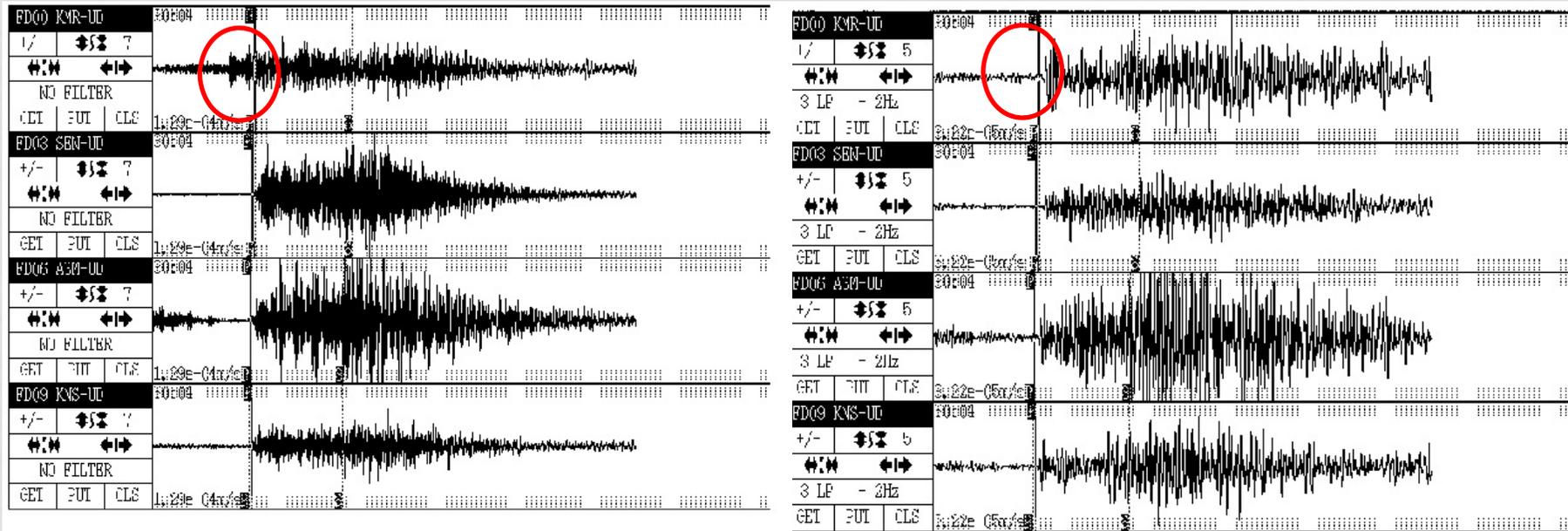
各観測点ごとに鉛直、南北、東西の波形が並んでいる



P 波?

P 波、S 波を読み取ると、HYPOMH を用いて震源決定をしてくれる

2012-07/26-19:30 のイベント

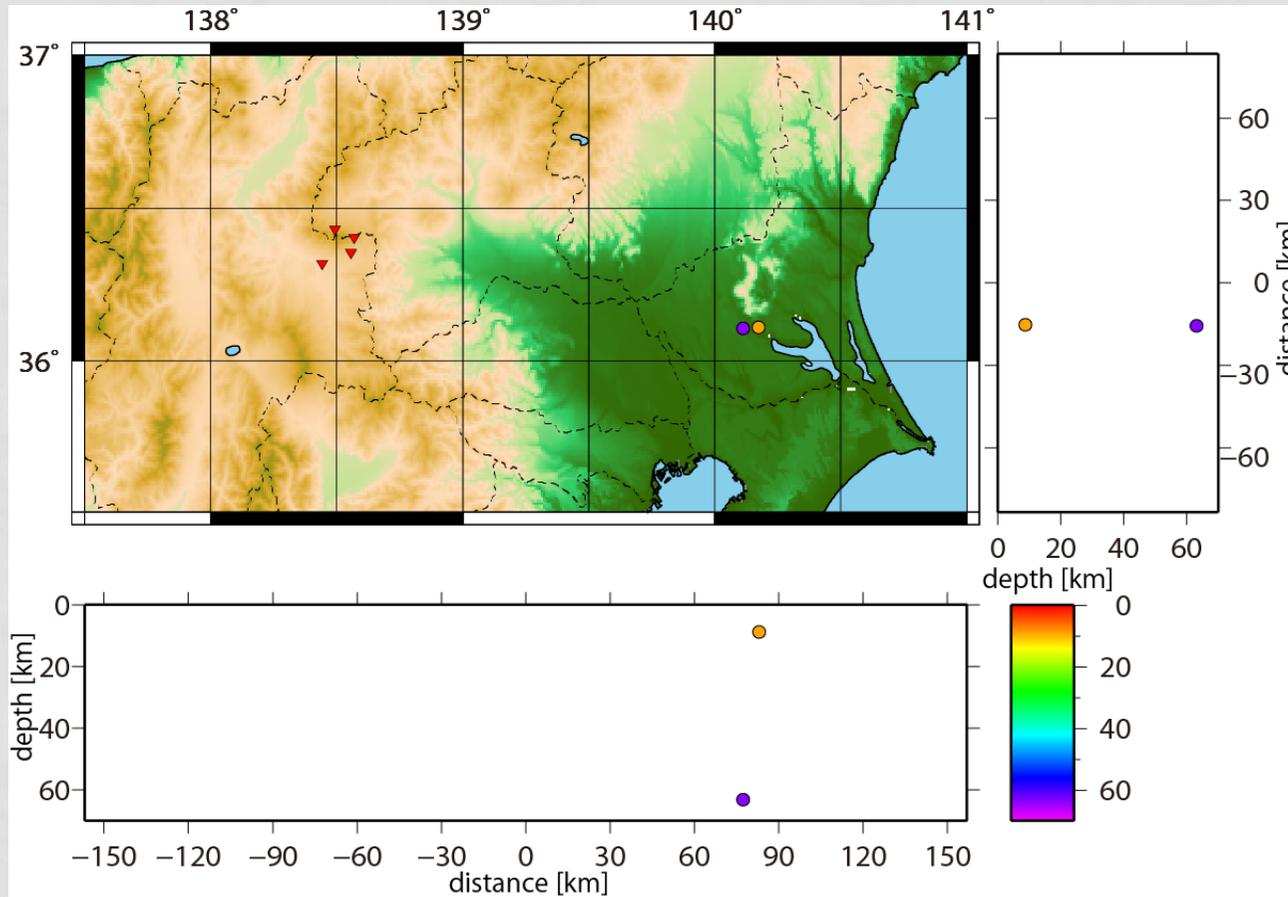


各観測点での鉛直成分（P 波到達時刻の読み取り）

左が生データ、右がフィルター(Low Pass <math>< 2\text{Hz}</math>)をかけた波形

フィルターによってカットされた波形は地震による波動ではなく、ノイズであると判断した。

結果 1



- 本実習 (M 5.1)
- 気象庁 (Mj 4.1)

誤差が南北 ±29km
東西 ±11km
鉛直 ±10km

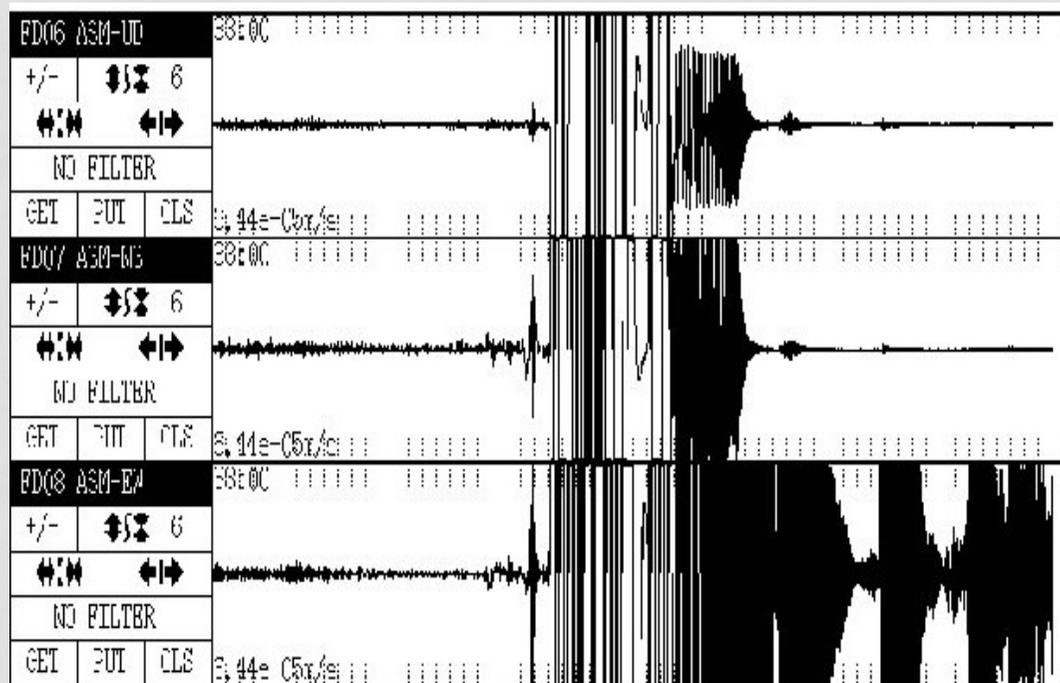
$$M = (\log A + 1.73r + 2.50) / 0.85 \quad (\text{渡辺, 1971})$$

A: 最大振幅 (cm/s)
r: 震源距離 (km)

浅間観測所に設置した地震計は
いつ倒れたか？

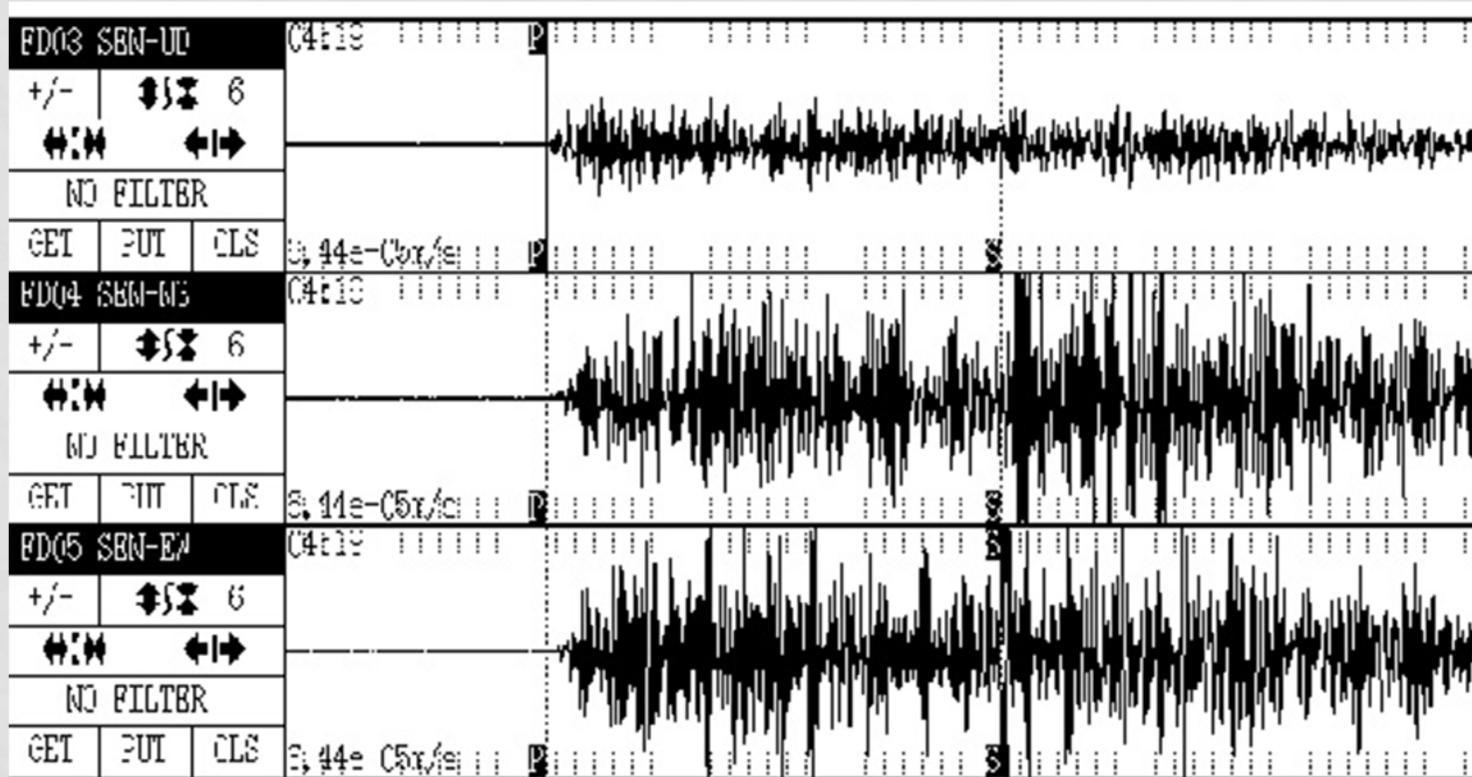


2012-07/26-22:33のアクシデント

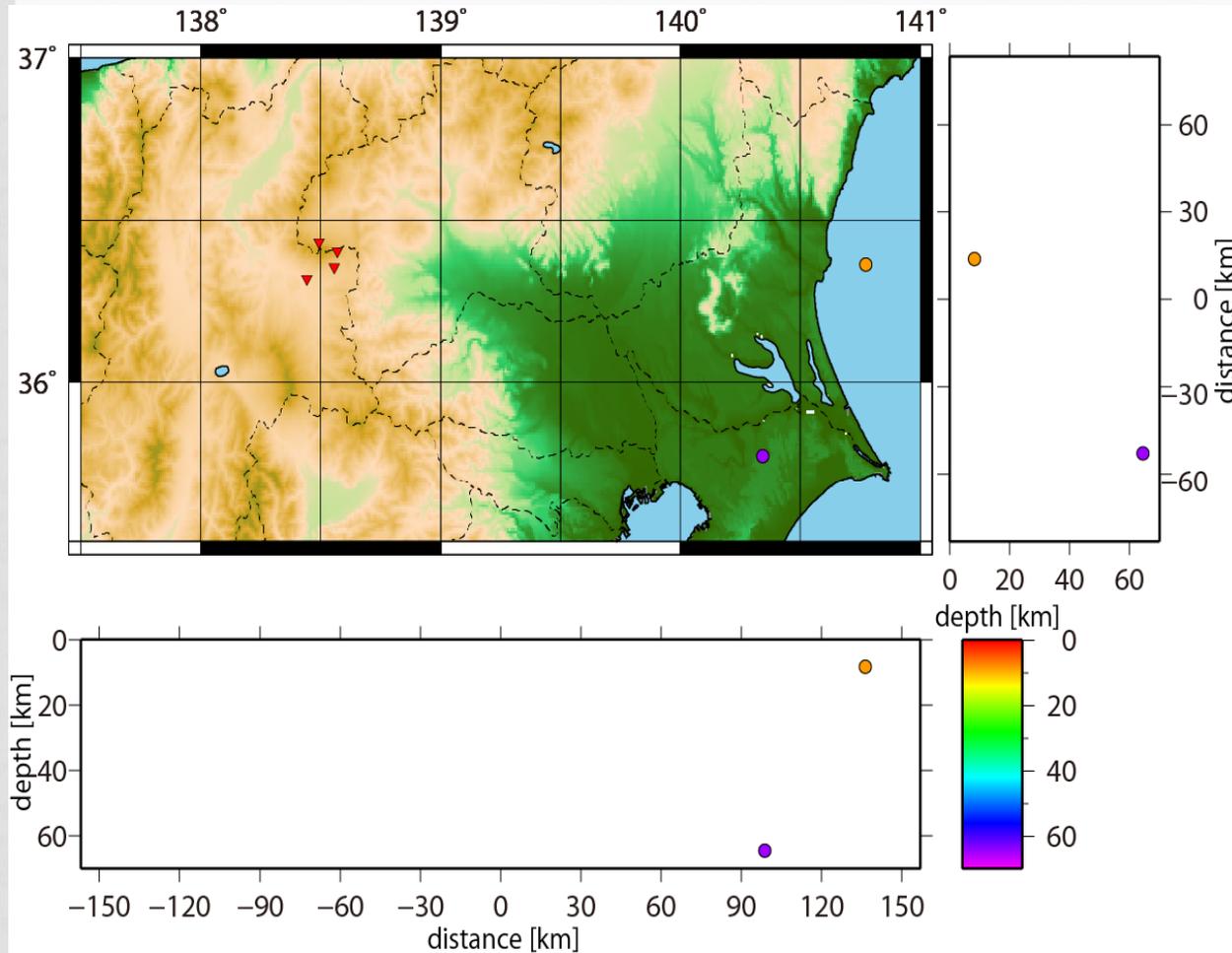


この時刻以降の地震は3点による観測になる

2012-07/27-02:04のイベント



結果 2



- 本実習 (M 4.8)
- 気象庁 (Mj 3.5)

誤差が南北 $\pm 47\text{km}$
東西 $\pm 11\text{km}$
鉛直 $\pm 10\text{km}$

水平位置も気象庁震源から大きくずれた。

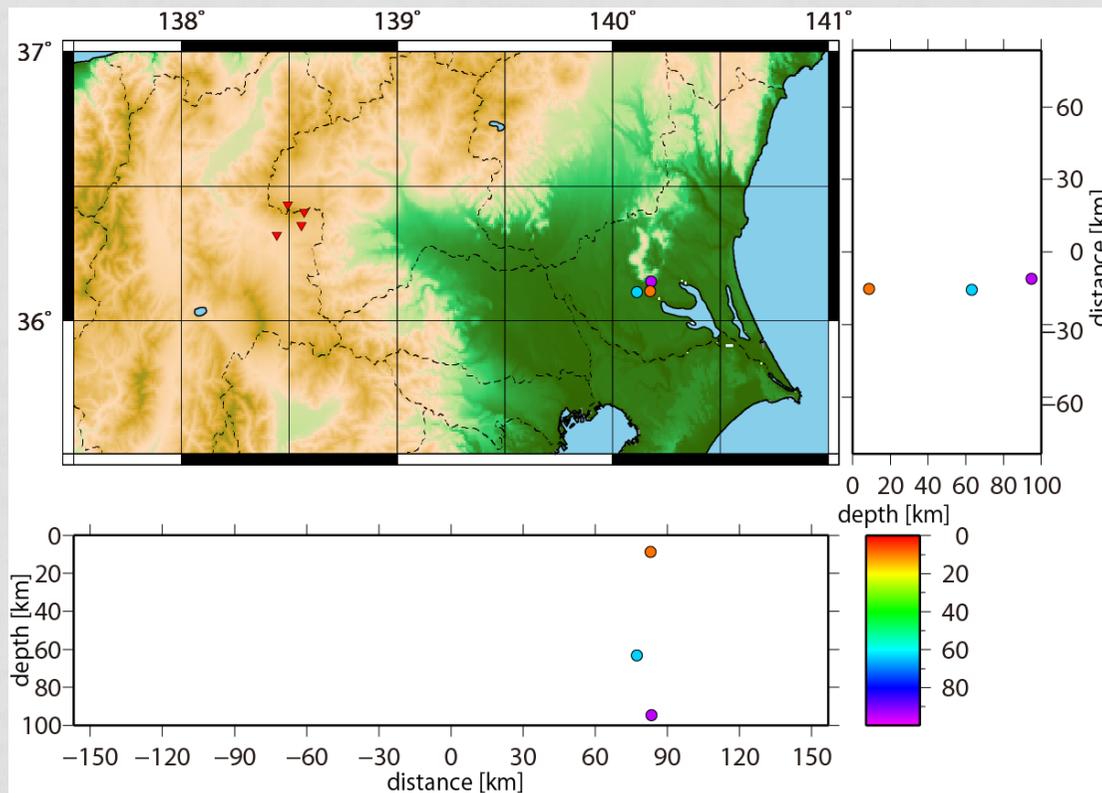
考察

～気象庁震源とのずれ～

- そもそも気象庁震源自体の精度
 - 震源近くの観測点を使った震源決定のため、真の震源に近い
 - 今回の震源は二つとも観測網の外側だったから？
 - これは誤差範囲が大きくなる要因だが、その範囲内に真の震源（≡気象庁震源）が入っていないのはおかしい
- 誤差範囲の見積もりが間違っている（過小評価）？

考察 ～初期震源～

- 初期震源（深さ）を変えてみた（イベント1）



● 気象庁 (Mj 4.1)

● 初期震源深さ : $10\text{km} \pm 10\text{km}$
(M5.1)

● 初期震源深さ : $45\text{km} \pm 45\text{km}$
(M5.2)

誤差 ●
南北 $\pm 29\text{km}$
東西 $\pm 11\text{km}$
鉛直 $\pm 10\text{km}$

誤差 ●
南北 $\pm 32\text{km}$
東西 $\pm 20\text{km}$
鉛直 $\pm 37\text{km}$

深さ方向の位置，誤差範囲が大きく変わる
→初期震源に大きく依存

考察 ～イベント2～

イベント2は水平位置も気象庁震源と大きくずれている

- イベント1より水平位置が正確でない理由
—観測点数が減ったから？
(浅間観測所に設置した地震計の転倒)

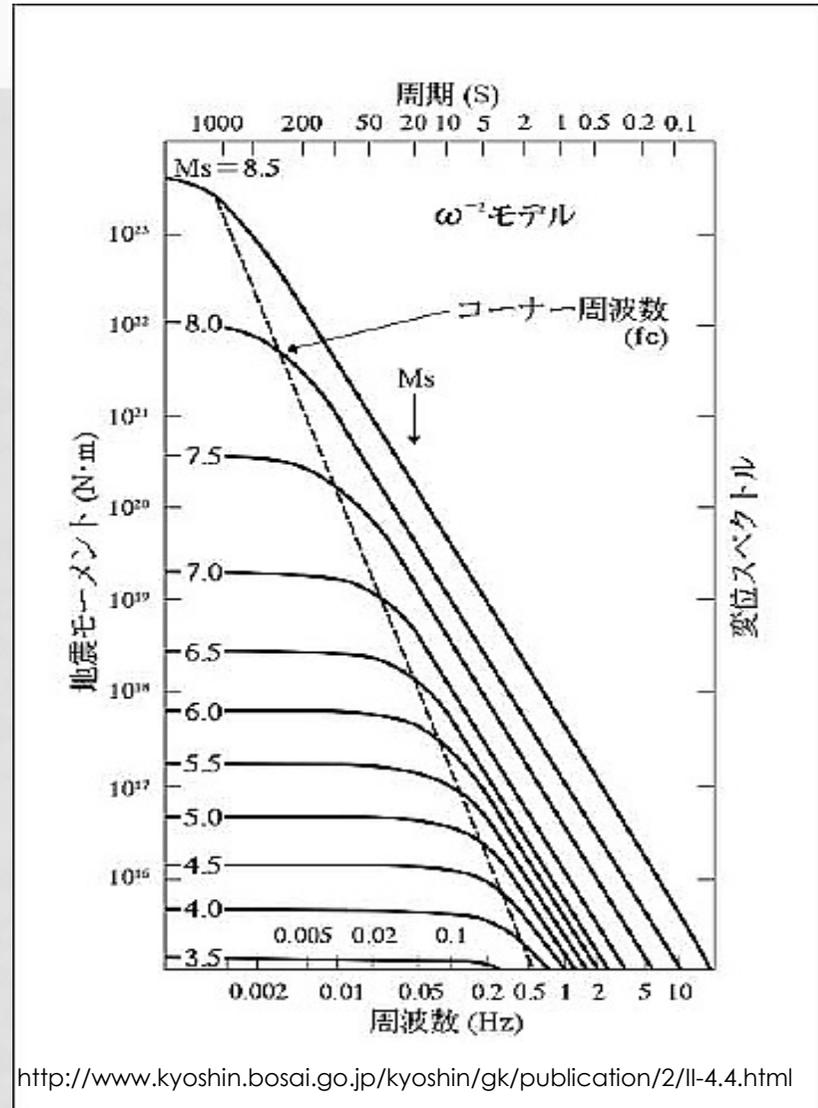
実習のまとめ

- 自然地震観測の基礎について学び、地震計・ロガー等の設定および設置をして波形データ収録を行った。
- 得られたデータの処理（イベント検出等）をした。
- 検測、震源決定解析を行った。

ト部先生、ありがとうございました。



補足



図は典型的な地震波動をフーリエ変換したもの。両対数で、横軸が周波数(周期)、縦軸が地震モーメント(変位スペクトル)

2 Hz 以上の高周波成分は典型的には、あまり含まれていない