

地球観測実習 自然地震

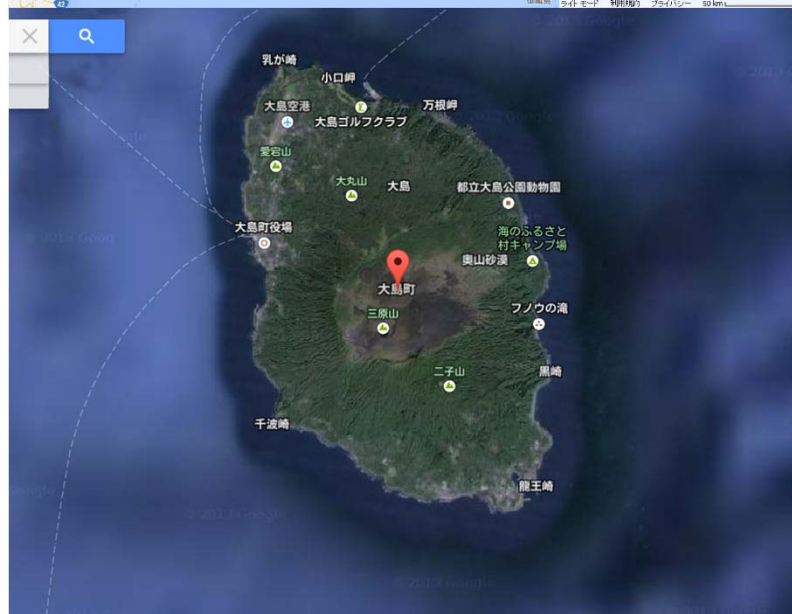
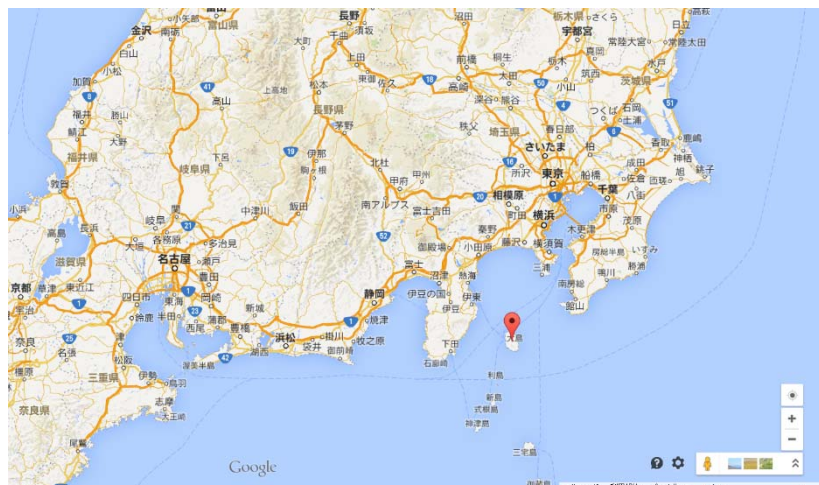


発表者:石原 健 坂上 啓 松尾 直弥
担当教員:井出 哲先生 卜部 卓先生

目的

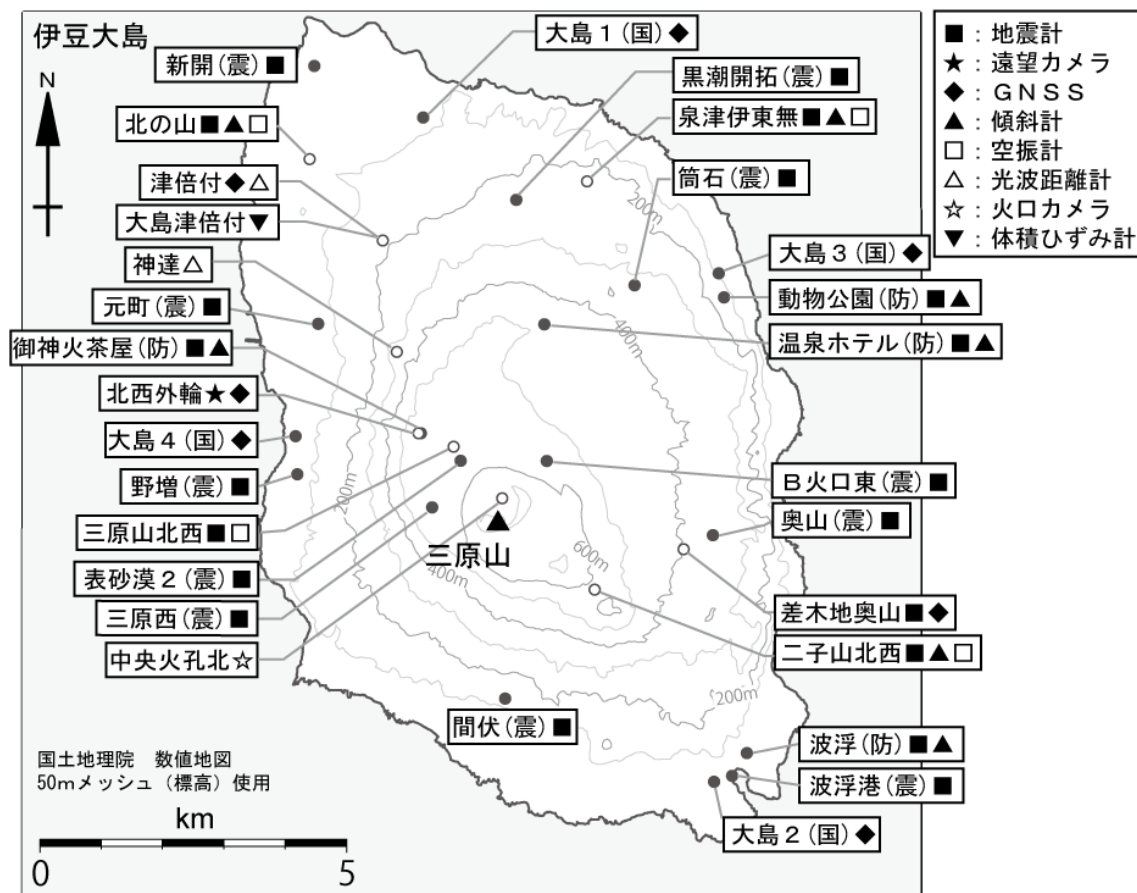
- 地震計を伊豆大島島内に4カ所設置し、自然地震観測を行う。
- 観測で得られた地震波を解析して、とらえた地震の震源を決定する。

伊豆大島とは



- 伊豆諸島北部に位置する伊豆諸島最大の島、伊豆半島からは南東方約25kmに位置する火山島。
- 主に玄武岩の成層火山で、頂上部にカルデラと中央火口丘三原山(標高758m)がある。
- 北北西－南南東15km、東北東－西南西9km。
- 近年では1912年、1950年、1986年に噴火が発生しており、間隔は36～38年である。またそれらの間に20回以上の小規模噴火があった。

伊豆大島内観測点



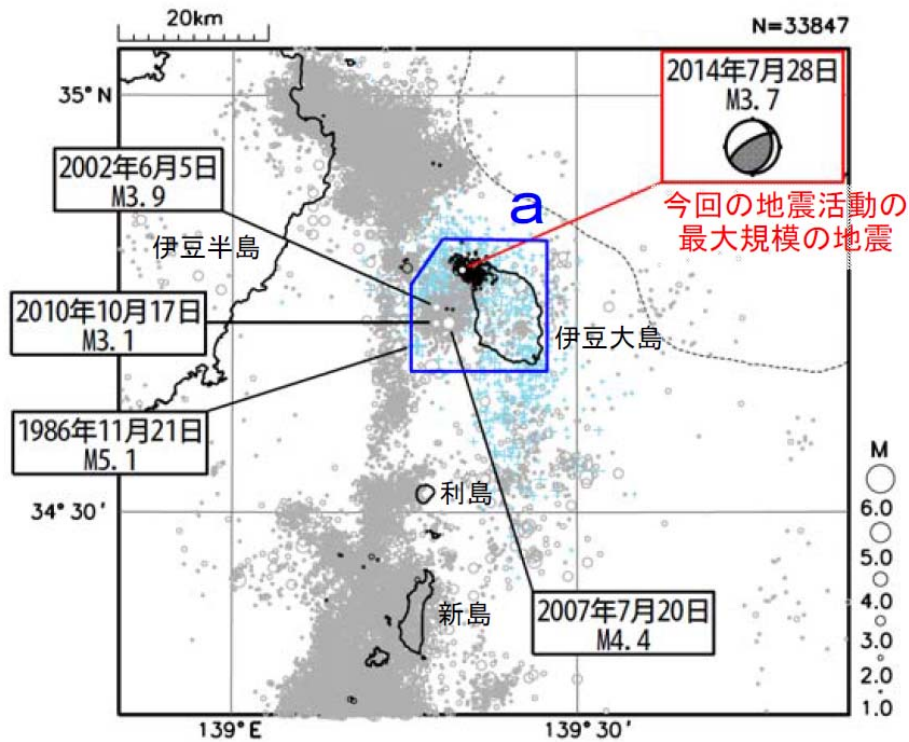
小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国)：国土地理院、(防)：防災科学技術研究所、(震)：東京大学地震研究所

噴火前兆あるいは活動と関係する地殻変動、地震・微動、地磁気、比抵抗、重力等の変化が気象庁、国土地理院、防災科研、東大地震研によって観測されている。

気象庁HPより

http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/317_lzu-Oshima/317_Obs_points.html

7月23日からの伊豆大島近海の地震活動



震央分布図

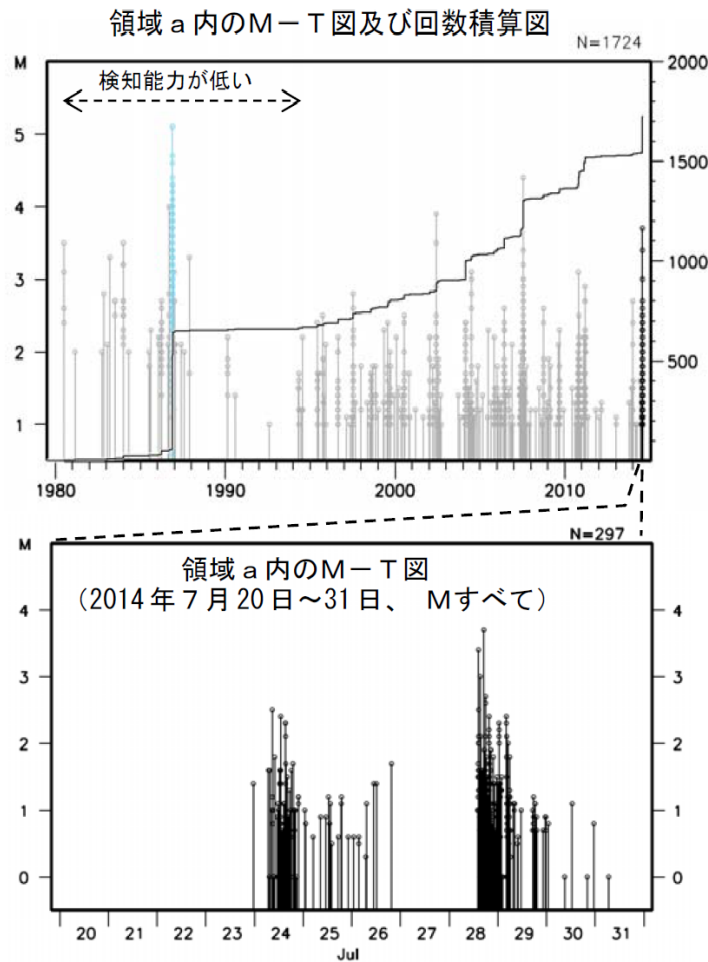
(1980年1月1日～2014年7月31日、深さ0～20Km、 $M_w \geq 1.0$)

2014年7月23日から伊豆大島北部付近のごく浅い場所で地震活動が活発化。29日までに震度1以上の地震を17回観測。

今回の活動における最大規模の地震は、7月28日17時05分に発生した。Mw3.7(最大震度3)で、発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型。

気象庁地震月報(7月度)参照

7月23日からの伊豆大島近海の地震活動



今回の活動領域周辺(領域a)では、2007年7月や2010年10月にまとまった活動があった。また、1986年11月から12月には伊豆大島噴火を伴うまとまった活動があった。

気象庁地震月報(7月度)参照

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1408/08a/1407kanto-chubu.pdf>

観測機器一覽



左上から時計回りに

- GPSアンテナ
- バッテリー
- 地震計 (LE-3DLite MkII)

Lennartz社製

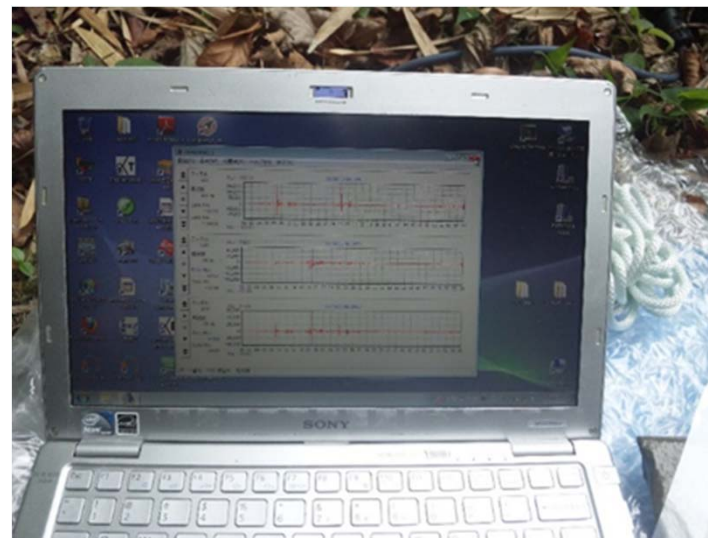
1Hz速度型3成分

- ロガー (LS-7000XT)

白山工業製

観測手順

- ①ロガーの設定(あらかじめ宿で設定)
- ②設置場所の検討
- ③観測機器の接続・設置
- ④観測機器の動作確認
- ⑤観測開始(約6時間)
- ⑥観測機器の回収

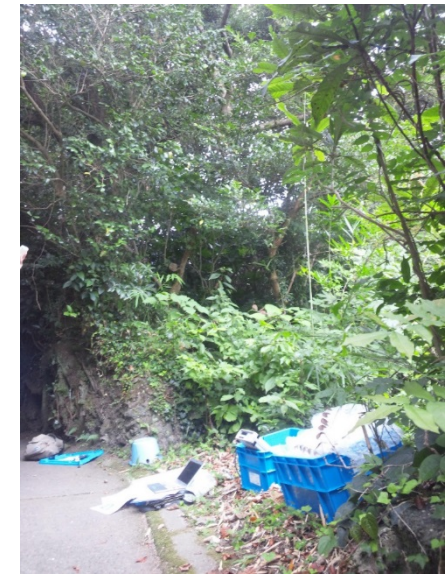
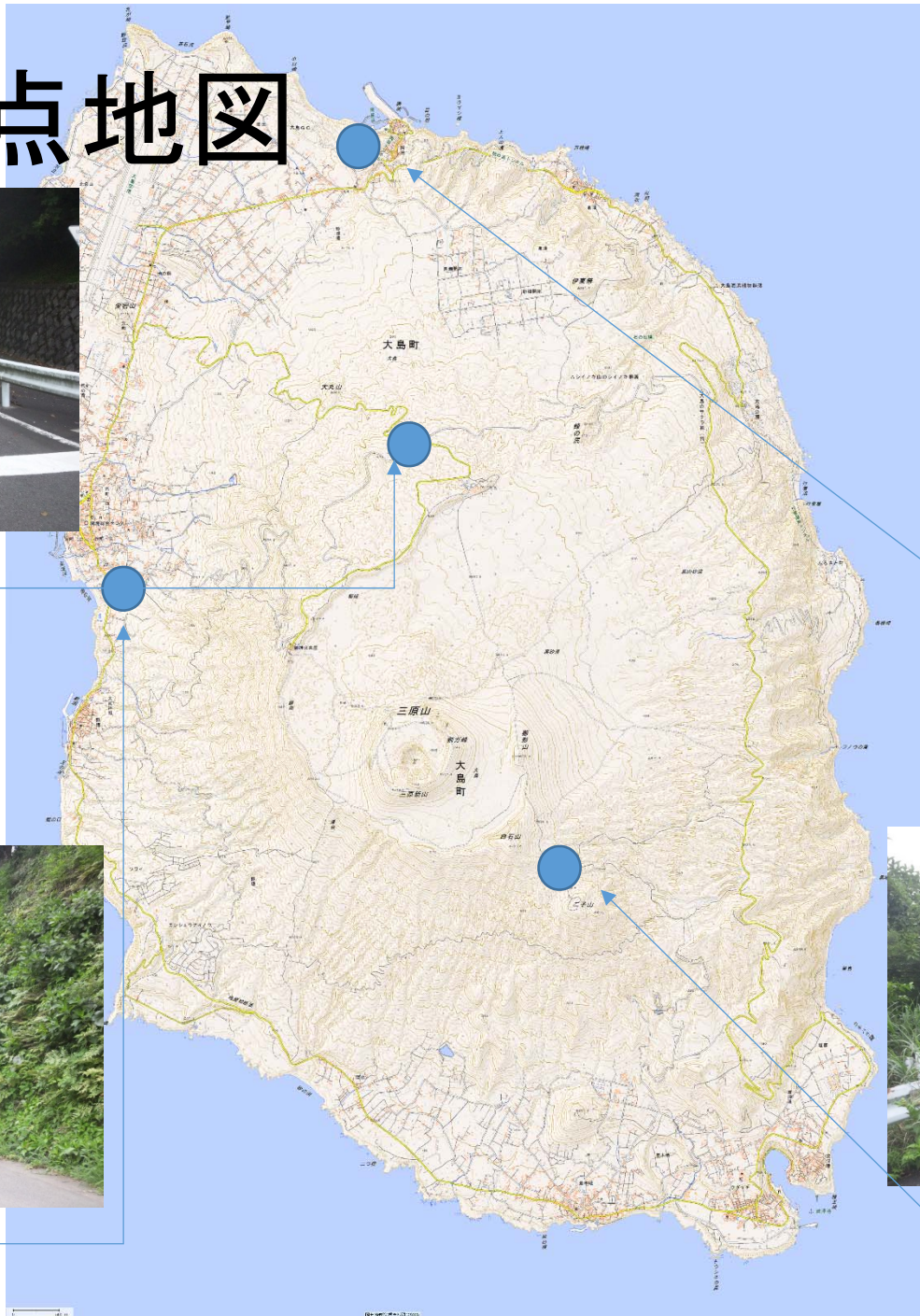


動作確認

観測地点地図



観測点3(JSH3)



観測点1(JSH1)



観測点4(JSH4)



観測点2(JSH2)

観測点

観測点1 (JSH1)

朝海館駐車場付近

9:15～18:30

$N34.78708^{\circ}$, $E139.38821^{\circ}$

標高126m



観測点2 (JSH2)

双子山付近

10:00～16:57

$N34.71664^{\circ}$, $E139.41345^{\circ}$

標高570m



観測点

観測点3(JSH3)

温泉ホテル付近

10:41～17:32

$N34.75805^{\circ}$, $E139.39449^{\circ}$

標高448m



観測点4(JSH4)

火山博物館駐車場

11:24～17:59

$N34.74383^{\circ}$, $E139.36024^{\circ}$

標高53m



各観測点の観測時間

8月9日

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
観測点1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
観測点2			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
観測点3				■	■	■	■	■	■	■	■	
観測点4					■	■	■	■	■	■	■	
解析期間					■	■	■	■	■	■	■	

台風接近に伴い、帰りの船(10日)の出航時間が繰り上げ変更。

→観測機器の撤収の予定が10日の朝から9日の夕方に。

井出先生ごちそうさまでした！！



ベッコウ丼(イメージ図)



海鮮丼(坂上撮影)
紀洋丸(きょうまる)

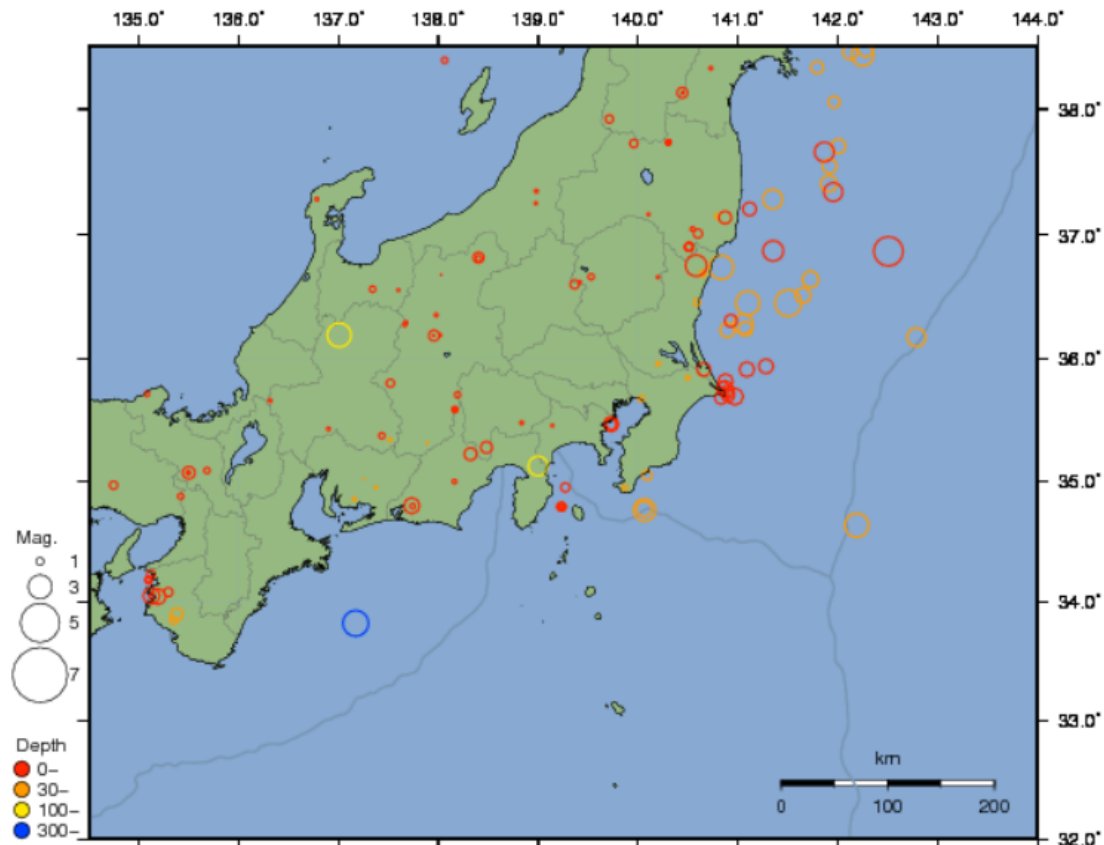
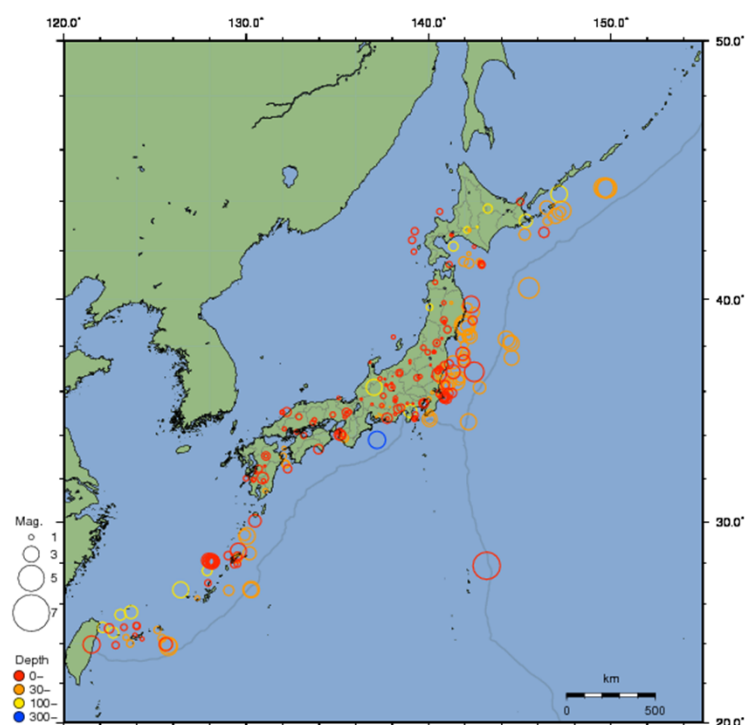
観測期間(8月9日)に震度1以上 を観測した地震

No.	時間(JST)	震源	最大震域	最大震度	深さ (Km)	Mw
41	1:50	岩手沖	岩手県、宮城県	1	21	3.2
42	10:43	詳細不明	東京都小笠原村母島	2	--	--
43	12:17	茨城県北	茨城県	1	9	2.7
44	14:07	宮城県沖	岩手県、宮城県	1	46	3.5
45	14:49	宮城県沖	岩手県、宮城県	2	49	3.9
46	15:19	宮城県沖	岩手県、宮城県	1	49	3.4

気象庁地震月報(8月度カタログ)参照

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1409/08a/1408felt-eq.pdf>

8月9日に発生した地震の震源



気象庁震源リストより

http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/daily_map/20140809.html

データ処理 ～イベント検出について～

- 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)を計算する。

STA/LTAの値(Ron)が1.5を越えたらトリガーをかける。

継続時間Ton=2.0s以上Ronを上回れば、トリガー検出。

継続時間Toff=10.0s以上Ronを下回れば、トリガー終了。

- イベント検出条件

同時に3観測点以上でトリガー検出したら、イベント認定。

イベント検出期間: 14/08/9 11:20 - 14/08/09 16:57

イベント検出の結果

- 26個のイベントを検出
- それぞれのイベント波形を確認し地震であるかどうかを判断
- 結果として2つのイベントを地震と判定
- 2つの地震の震源を決定

震源決定の原理 [Hirata and Matsu'ura, 1987]

観測方程式(観測点が n 個)

$$\begin{bmatrix} t_p^o \\ t_s^o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_p(\mathbf{x}) \\ f_s(\mathbf{x}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{1} \end{bmatrix} t + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_p \\ \mathbf{e}_s \end{bmatrix}$$

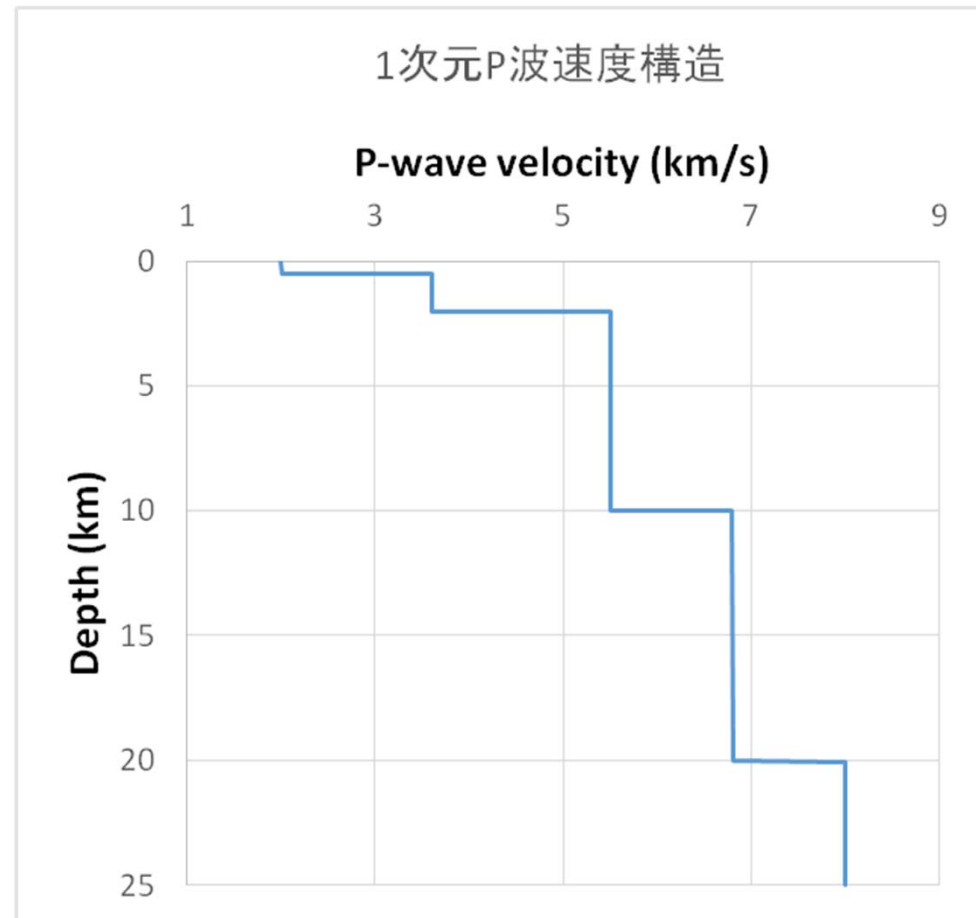
$$\mathbf{t}_p^o = \begin{bmatrix} t_{p1}^o \\ \vdots \\ t_{pn}^o \end{bmatrix} \quad : \text{P波の到達時刻}$$

$$\mathbf{f}_p^o(\mathbf{x}) = \begin{bmatrix} f_{p1}^o(\mathbf{x}) \\ \vdots \\ f_{pn}^o(\mathbf{x}) \end{bmatrix} \quad : \text{P波の理論走時}$$

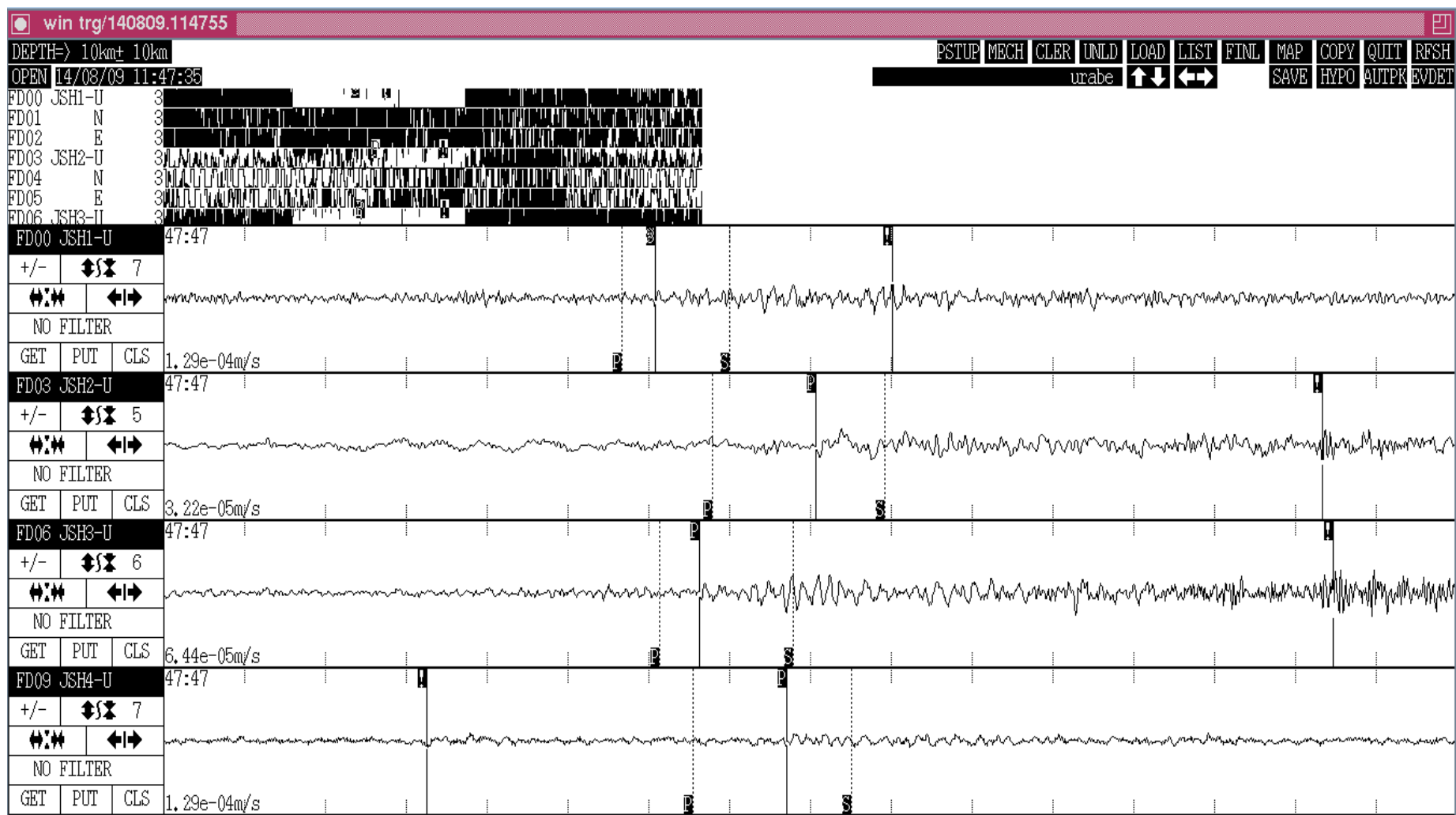
$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad : \text{震源位置}$$

t : 地震の発生時刻

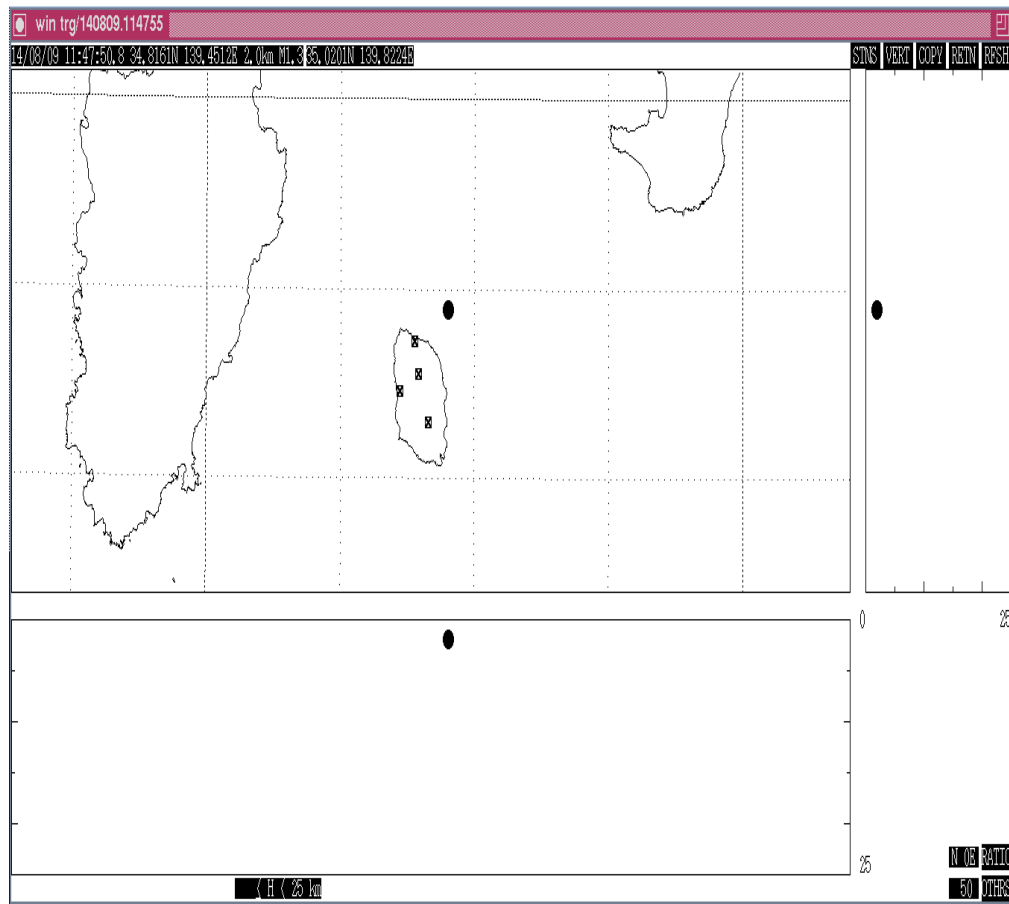
$$\mathbf{e}_p = \begin{bmatrix} e_{p1} \\ \vdots \\ e_{pn} \end{bmatrix} \sim N(\mathbf{0}, E_p) \quad : \text{P波の到達時刻の誤差}$$



結果1 (11:47:25~11:48:25)



震源1

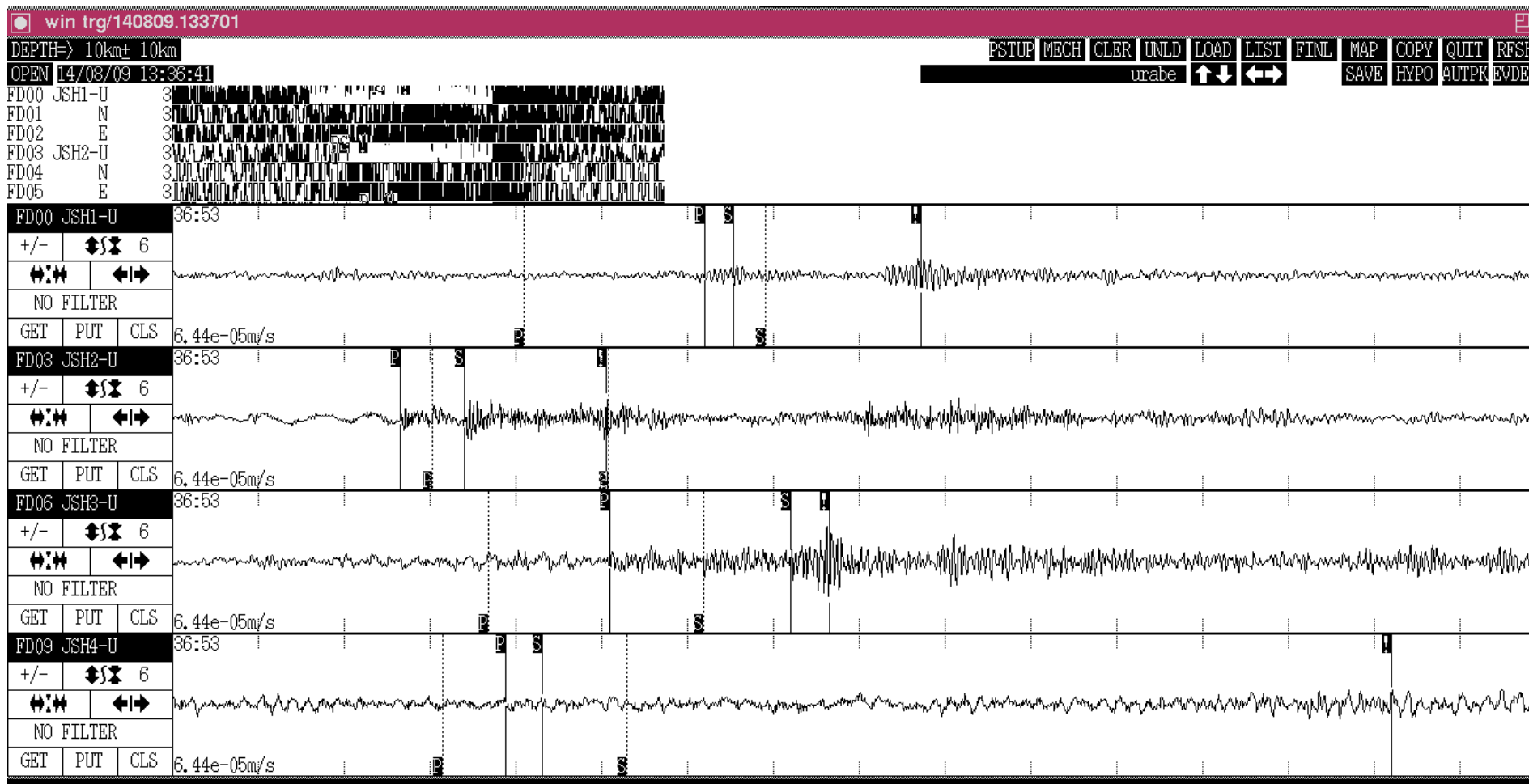


- 11:47:50.8
- 34.8161N , 139.4512E
- 深さ2.0km
- M1.3

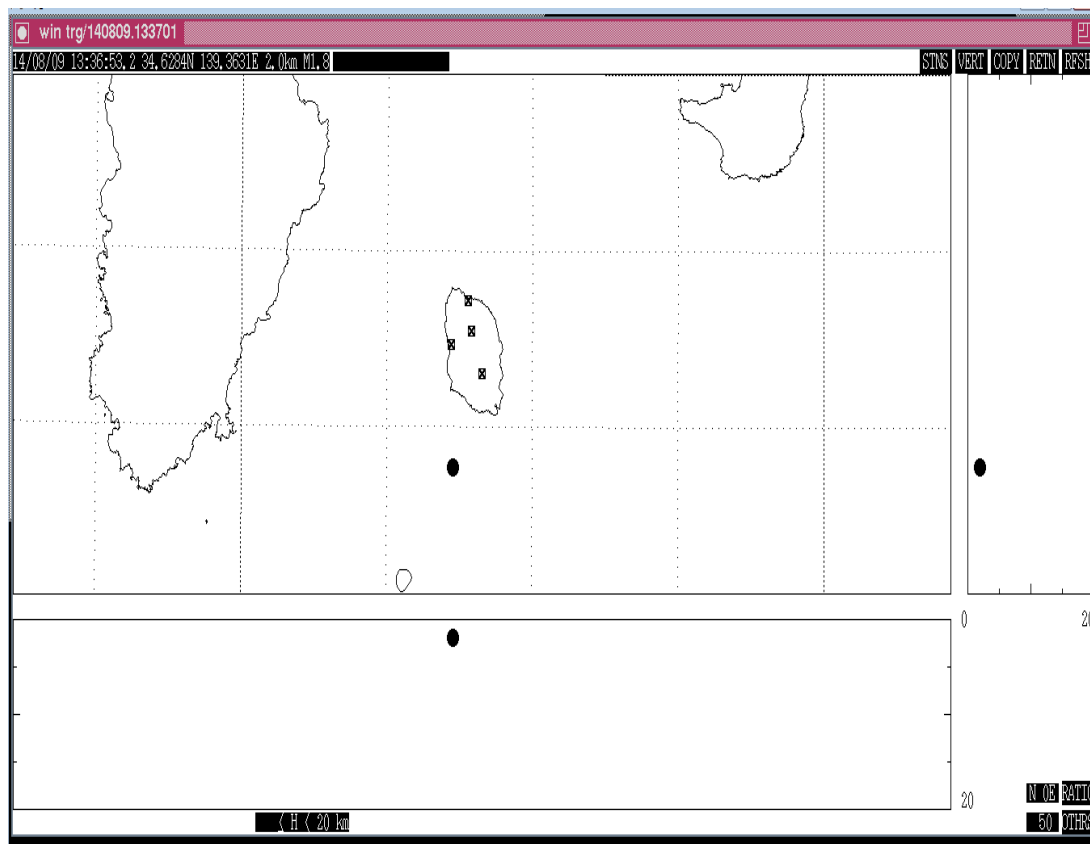
考察1

- 11:47:31.7に東京湾で深さ19km, M1.9の地震が発生
(気象庁の震源リストより)
- 本観測で決定した震源の方向が一致していることと、
推定した規模が $M=1.3$ であったことから、上記の
イベントと同じものである可能性が高い

結果2 (13:37:01~13:38:01)



震源2



- 13:36:53.2
- 34.6284N , 139.3631E
- 深さ2.0km
- M1.8

考察2

- ・群発地震(7/24~29)の残り？
 - ➡ 震源位置が異なるので無関係の可能性が高い
- ・この同時刻の地震は気象庁の震源リストにはない
 - ➡ そもそも地震ではない？(ノイズなど)

考察1&2

- 観測点4の波形が単調である
 - ➡ 付近に側溝があったため、しっかりと観測できていない
- トリガーレベル(STA/LTA比)の設定が1.5と低い
 - ➡ トリガーレベルが2.1以上のイベントは検出されなかった
 - ➡ 観測中に大きなイベントは起きなかった

まとめ

- 観測の基礎を学び、実際に機器を用いて伊豆大島で観測を行った
- 得られた記録のデータ処理を行った
- 波形データを検出し震源決定を行い、その結果の考察を行った
- 樽通り先生方との飲み会は楽しいものであった



井出先生(ドライバー)、
ト部先生(@小諸)
ありがとうございました！！