

気象庁59型地震計波形教材集2018年版

- 教材としてご自由にお使いください。A3用紙用，波形のタイムマーク間隔が60mmになるよう印刷してください。
- 成分は上から順に，N-S，E-W，U-Dです。
- 変位倍率100倍，時計送り1mm/sec. 気象台での読み取り記録などもそのまま残した。
- **商用利用はお断りします。**
- なお教育目的で転載される場合は下記を明記してください。
- 本教材は暫定のもので完成品ではありません。
- 筆者らは使用の結果に責任を持ちません。
- 最終ページに付記した波形記録の特徴に関する記述は岡本による私見です。
- 個々の波形に関して，気象台等への問い合わせはご遠慮ください。
- 波形収集には大阪管区気象台，彦根地方気象台，京都地方気象台，神戸地方気象台，和歌山地方気象台の協力を得ました。また地震調査研究本部HPからダウンロードした波形も使用しています。
※下記サイトよりダウンロードした画像の著作権表記は下記のとおり。
「気象庁所蔵の地震記象紙を文部科学省および(公財)地震予知総合研究振興会が高解像度スキャンし、デジタル画像化したものである」
- 参考文献は
- 岡本，古田，廣田，佐藤：気象庁59型地震計波形記録を用いた波形教材，地学教育，69-3，125-137，2017
- 連絡先 yossi.okamoto@gmail.com (岡本 義雄) Web site URL: <http://yossi-okamoto.net/>

参考：波形データの見方(地震月報の震源表示)

J199004120551137 01 35310 07 135385 05 3679 12 64J 1112 5181WESTERN FUKUI PRE
日付，発震時刻 震央北緯(度，分)東経(度，分) 深さ(小数1位まで)km M(小数1位)

各波形の所見など(岡本私見, 2017)

1990年4月12日 福井県沖 367.9km Mj6.4

若狭湾, 福井県沖にたまに起きる深発地震. 沈み込む太平洋プレートに関連して発生. 深い地震は一般にP波S波の立ち上がりを読み取りやすい, また波形も比較的シンプル. 初心者の読み取り練習に好適. 震央を求めるときは3つの円の重なりから震源の深さを求めることもできる. Mの計算には坪井の式は元来使えない(深さ60km以下の地震に適用)が, 試みてもよい.

1990年9月29日 岡山・兵庫県境 11.4km Mj5.2

陸域の浅い地震. 西郷の記録はN-Sがかすれ. E-Wが振り切れ. Mの推定には使えない. 神戸のE-Wも振り切れが微妙. S波はいずれも明瞭.

1991年10月28日 周防灘 18.5km Mj6.0

瀬戸内海直下の浅い地震. 浜田の上下動はかすれている. 室戸岬のP波初動はタイムマークにかぶっている. またS波初動は読み取りが難しい. 松江の水平動は2成分ともに振り切れ(クリップ)しているのでMの推定には使えない. P波の初動は見やすい.

1994年5月8日 和歌山北西部 10.7km Mj4.9

頻発する和歌山市付近の群発といえる地震の一つ. 大変短い周期の揺れが特徴. 高知の記録は上下動でS波の初動がわかりやすい. 和歌山の記録は震源に近く, P-S時間(S-P time)が数秒と短い. 彦根の記録は余白にあるようにタイムマークがずれている(1分=60mmは変わらず).

1994年5月28日 滋賀北西部 44.1km Mj5.2

陸域の少し深い地震. 京都と彦根は振り切れ(クリップ)している. 彦根は震源に近くS波の読み取りは難しい. 和歌山もS波の立ち上がりがわかりにくい. 震源までの距離を考慮して, P-S時間を逆算する必要があるそう.

1991年1月4日 伊予灘 57.5km Mj5.3

瀬戸内海直下のやや深い地震. 深い地震は通常, P波S波が明瞭なことが多いが, この地震のP波の立ち上がりはわかりづらい. 下関の記録は大変高周波(短い周期)の揺れが特徴的. 松江の水平動の全体に細かな震動が見られるのは脈動と呼ばれる現象(後述).

1992年8月30日 東海道はるか沖 325km M6.2

この場所も深い地震がよく起こる場所. おおむねこのようにシンプルでP波S波を読み取りやすい場合が多い. 姫路の記録ではP波の初動にわずかに先駆波のような小さな揺れが見られる. 新潟のとくに水平動で顕著な地震のないときの全体の記録に見られる周期数秒から7~8秒くらいの細かな震動は脈動と言われる現象. 一般に海が荒れたときにその波の振動が海底を叩いて生じる振動が内陸に伝わるとされる. 表面波の一種. 台風や寒波などのときは海岸ぞいだけでなく大陸内部にまで伝わる.

別冊の1994年6月28日 京都中部の地震

彦根の記録がP波S波ともに読み取りやすい. 大阪も明瞭. 大阪の記録のS波のあとの後続波が長く続くのは, 大阪市の堆積層が厚いため, その内部で1種の共振が起こりそれが長く続くことを示唆する. 近畿の浅い地震などの際, 大阪ではよく観察される現象. 豊岡の記録は大変個性的. まず震源までの距離のわりに震動が大きい(豊岡はよく回りよりも大きな震度が報告されて, 異常震域と言われる). さらに, 震動の様子もほぼ同じ周期の短い揺れが特徴. おそらく観測点直下の柔らかい地盤の共振によるものと思われる. など, 現在はこの豊岡観測点は観測を止めている.

★震央とマグニチュードを求めよう

1 目的

地震計で地震の揺れを観測した波形記録から、P波とS波の初動時刻及び最大振幅の読み取りをおこない、その値から震央とマグニチュードを求める方法を学ぶ。

2 準備

定規、コンパス

3 作業

図3、図4、図5は、1994年6月28日に発生したある1つの地震について、彦根観測点、大阪観測点、豊岡観測点に設置された地震計で、ペンレコーダーにより描画された変位波形記録である(右の写真)。この地震計は、南北方向(NS)の揺れ、東西方向(EW)の揺れ、上下方向(UD)の揺れの3成分の地面の動きを観測するため、1つの観測点の記録は、南北成分(NS)、東西成分(EW)、上下成分(UD)の3成分の波形の記録からなる。



【参考】

- ・波形記録は左から右に描かれており、タイムスタンプ( :1分毎に打ってある。また、タイムスタンプ間は60mmであるので、1mmが1秒に相当する。
- ① 図3、図4、図5について、図中の○印の時刻を参考にし、定規を用い、P波とS波の初動の時刻を0.1[秒]単位で読み取り、次ページの表に記入せよ。なお、P波は上下成分(UD)で読み取り、S波は水平成分(NS, EW)でそれぞれ読み取ってそのうちの早い方の時刻とする。
次に、定規を用い、水平成分(NS, EW)の最大全振幅を0.1[mm]単位でそれぞれ読み取って右表に記入せよ。
- ② 右表において、初期微動継続時間(PS時間): T [秒]と、震源距離: D [km]をそれぞれ求め、小数点以下1位(小数点第2位を四捨五入)までの値を記入せよ。なお、大森係数: k は8.75とする。
- ③ マグニチュード: M を求めるには、水平成分(NS, EW)の最大半振幅を合成した振幅値: A [mm]が必要となる。簡単にするために、この値は作図により求める。まず①で測った最大全振幅から最大半振幅を求める。次に、図1を参考に最大半振幅の長さが隣辺の直角三角形を作図し、定規で振幅値: A [mm]を小数点以下第1位まで読み取って表に記入せよ。

【参考】

- ・この実習で使用するマグニチュード: M を求める計算式は、 $M = \log(A) + 1.73 * \log(D) - 0.83$ 表され気象庁が61kmより浅い地震について用いている式を元にしてしている。
この式の A が水平成分(NS, EW)の最大半振幅の合成値である。
- ④ 図6において、各3観測点を中心とし、震源距離: D を半径とする円をコンパスでそれぞれ描き、震央を推測せよ。

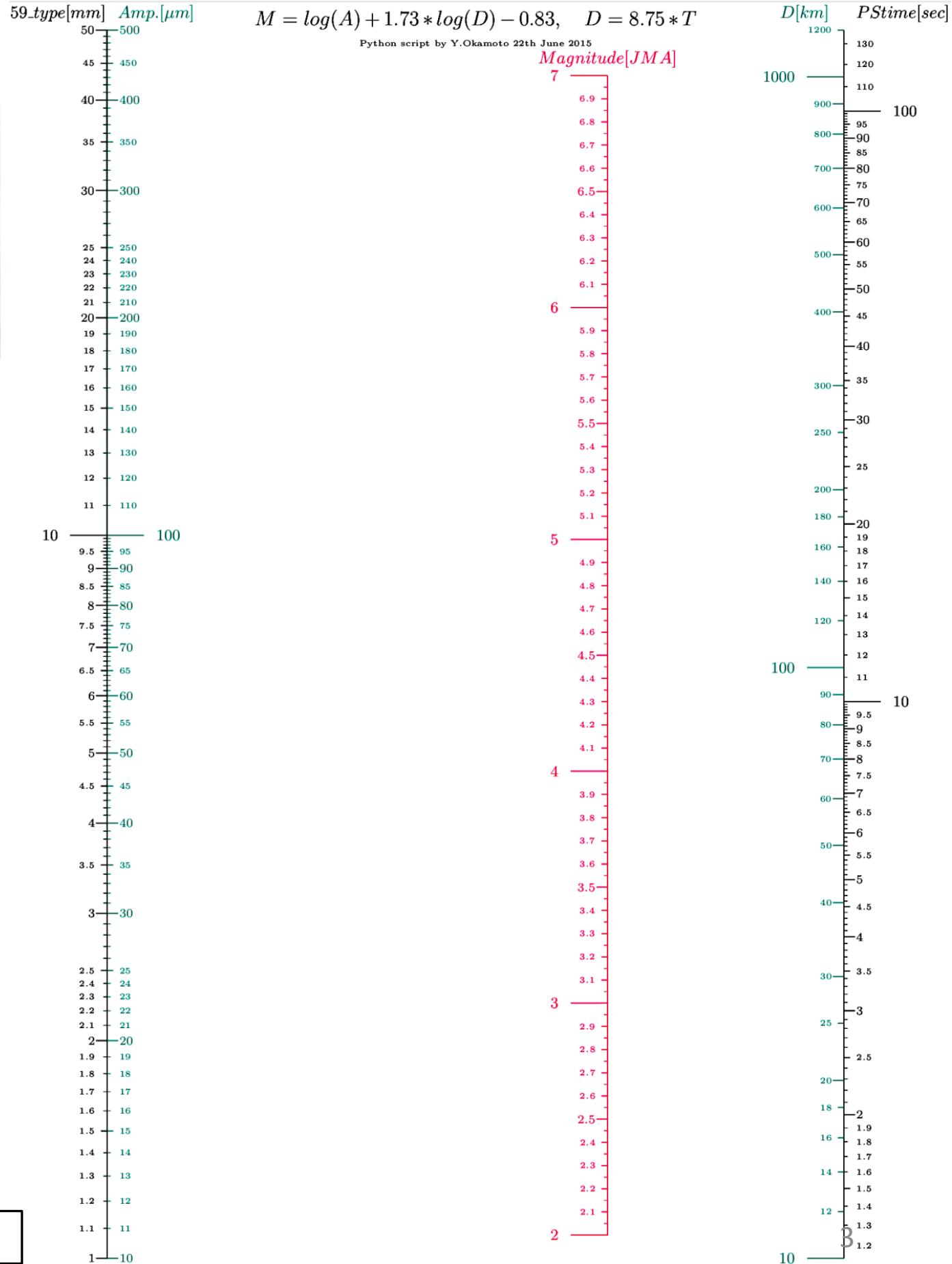
【参考】

- ・震源距離: D を半径とする円が交わった点をそれぞれ結んでできる3つ(以上)の共通弦はただ一点で交わる。この交点が震央である。
- ⑤ 図2は、マグニチュードを求める計算式に基づき、振幅: A を対数表示した「ものさし」と震源距離: D を対数表示した「ものさし」の間に、マグニチュード: M の「ものさし」を配置している。このような「ものさし」を“ノモグラム”という。各3観測点での振幅: A と震源距離: D をそれぞれ結び、マグニチュード(マグニチュードの「ものさし」との交点)を求め、表に記入せよ。

4 考察

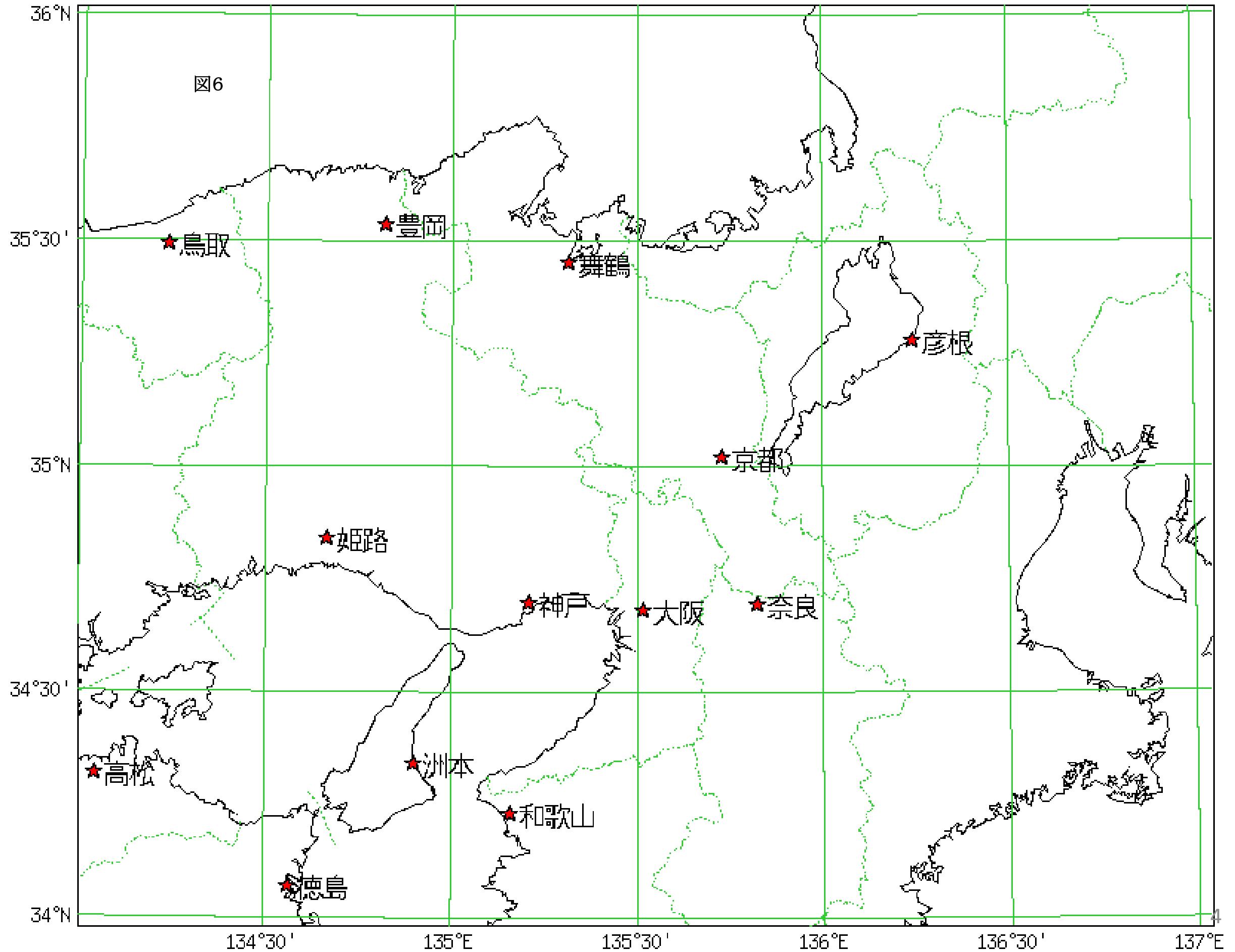
- ① 求めた震央と気象庁の震央を比較せよ。
 - ② 地震のマグニチュードは3-⑤でもとめた3つのマグニチュードの平均値とする。求めよ。
約()
- また、気象庁のマグニチュードM4.7と比較せよ。
- ③ 図2の“ノモグラム”について、振幅: A はそのまま震源距離: D が10倍になったとき、マグニチュードはどうか? また、震源距離: D はそのまま、振幅: A が1/10倍になったとき、マグニチュードはどうか?

図2

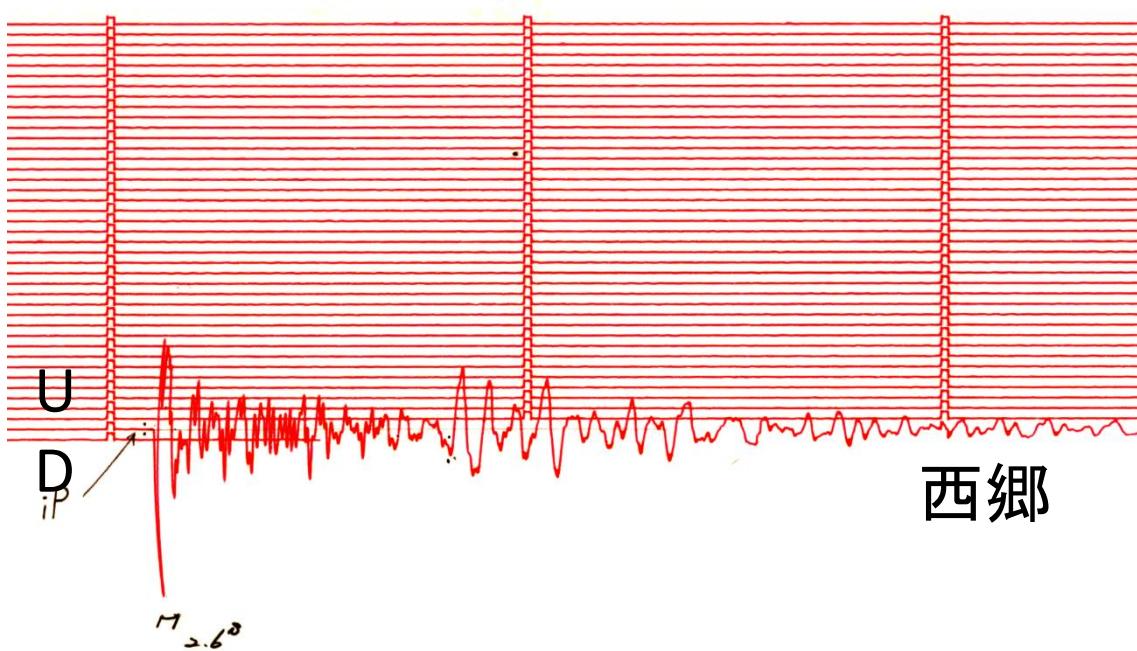
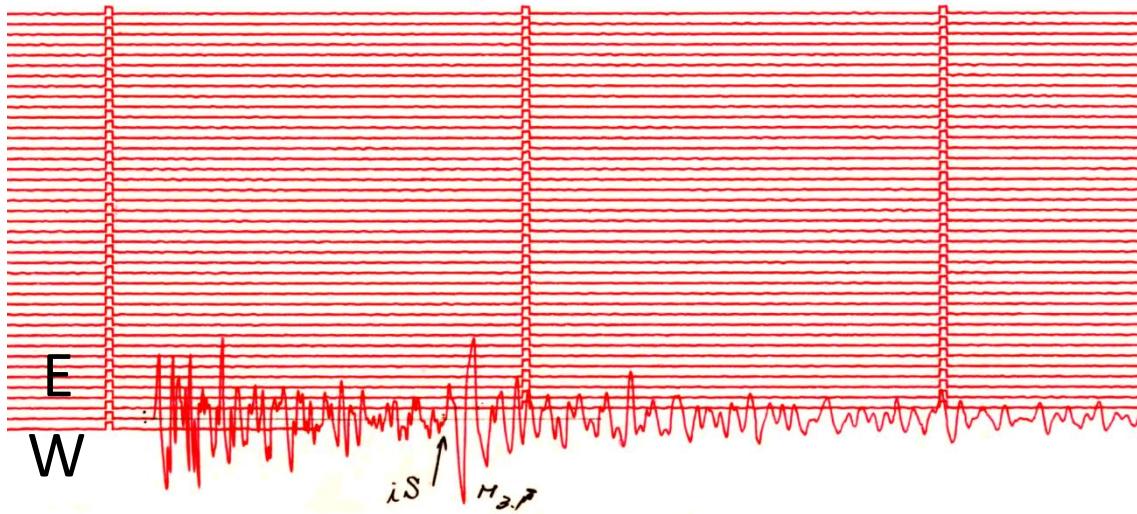
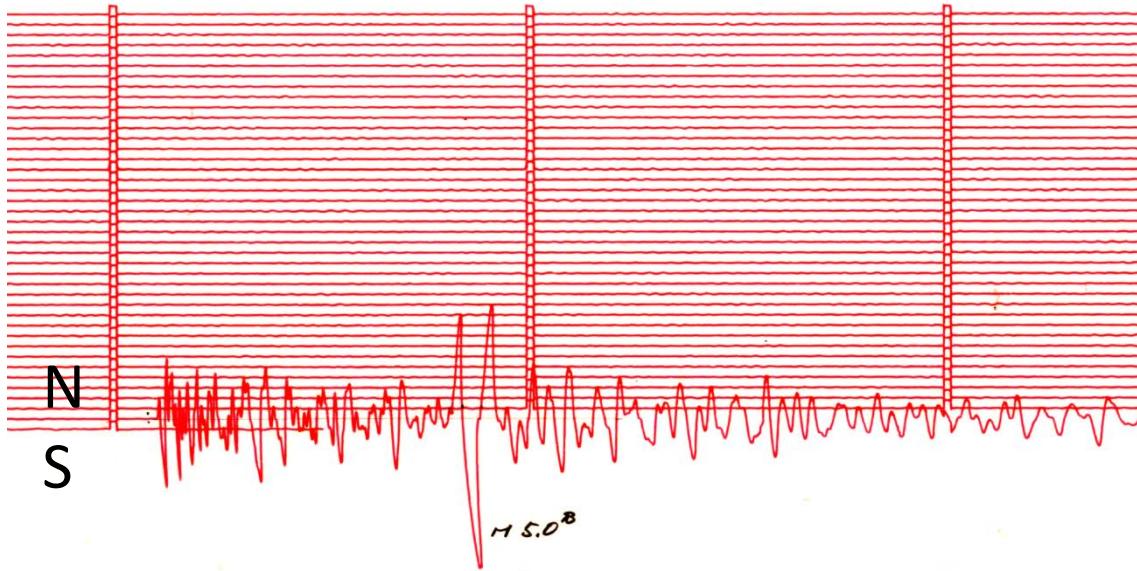


年 組 番 氏名

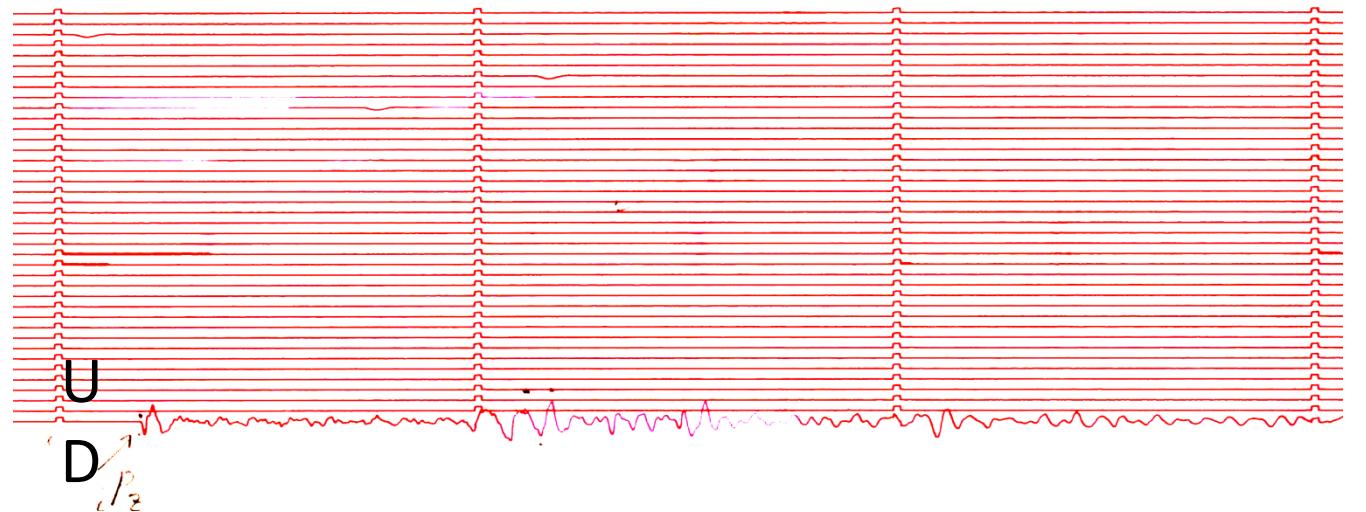
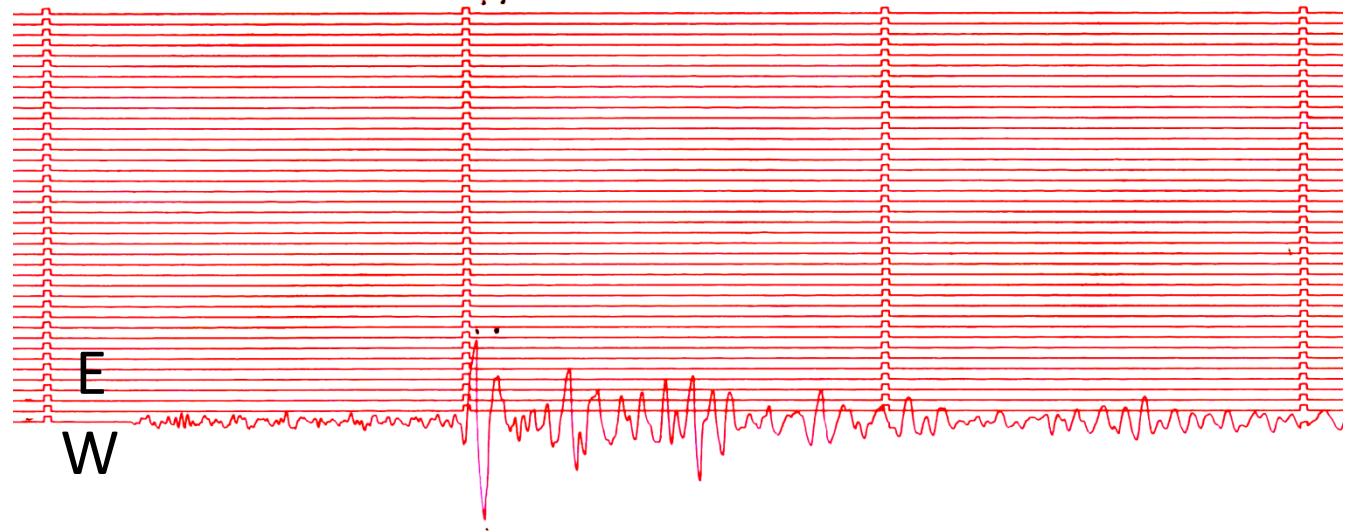
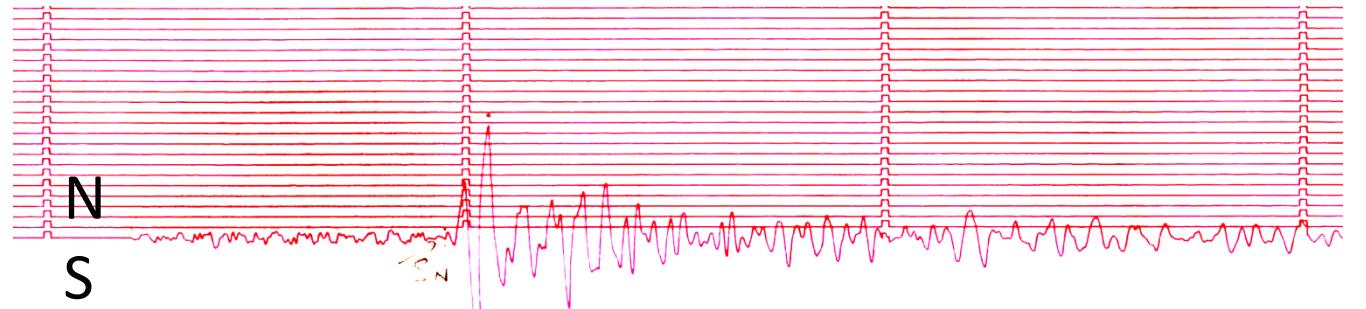
50 100km



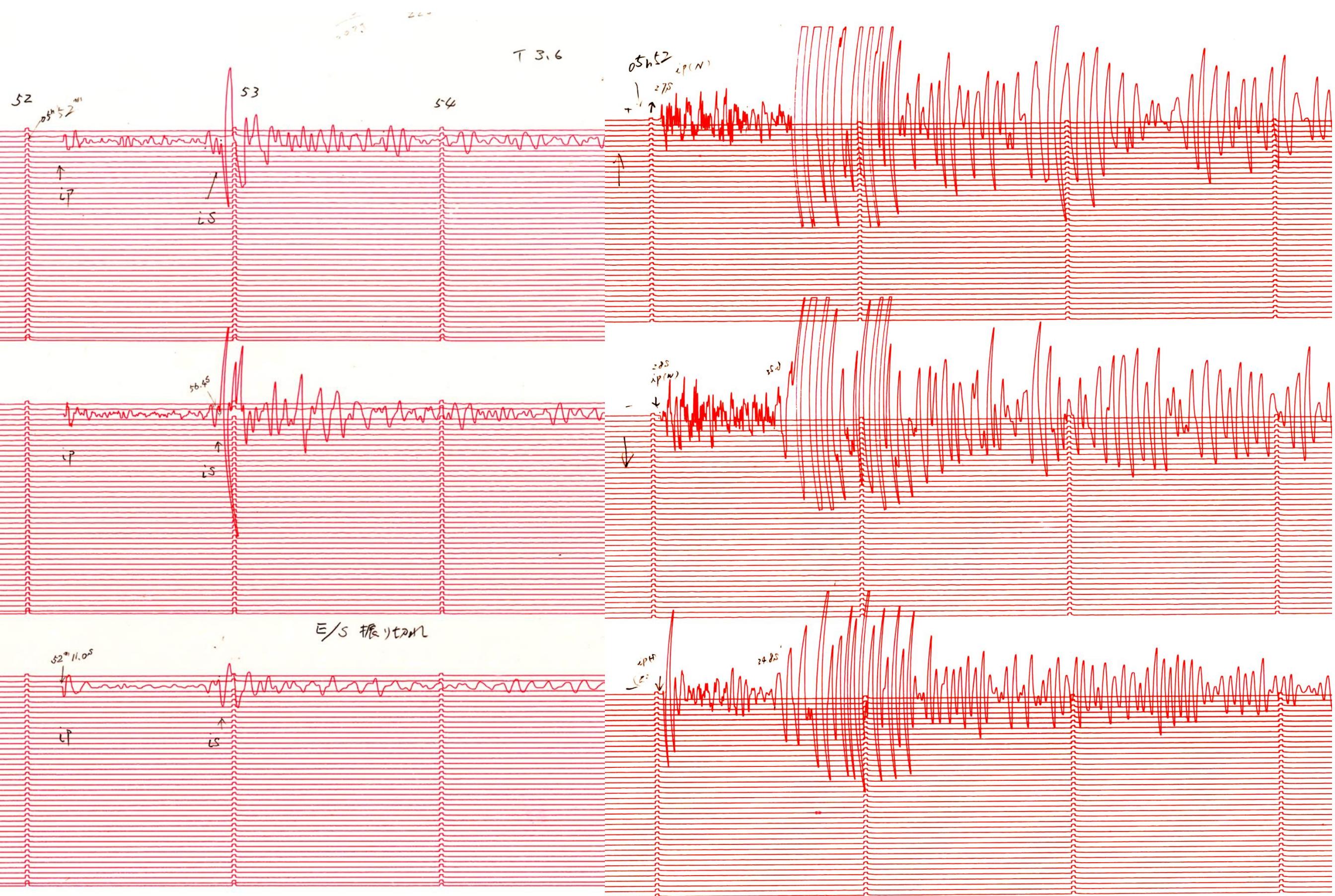
1990年4月12日5時51分



西郷



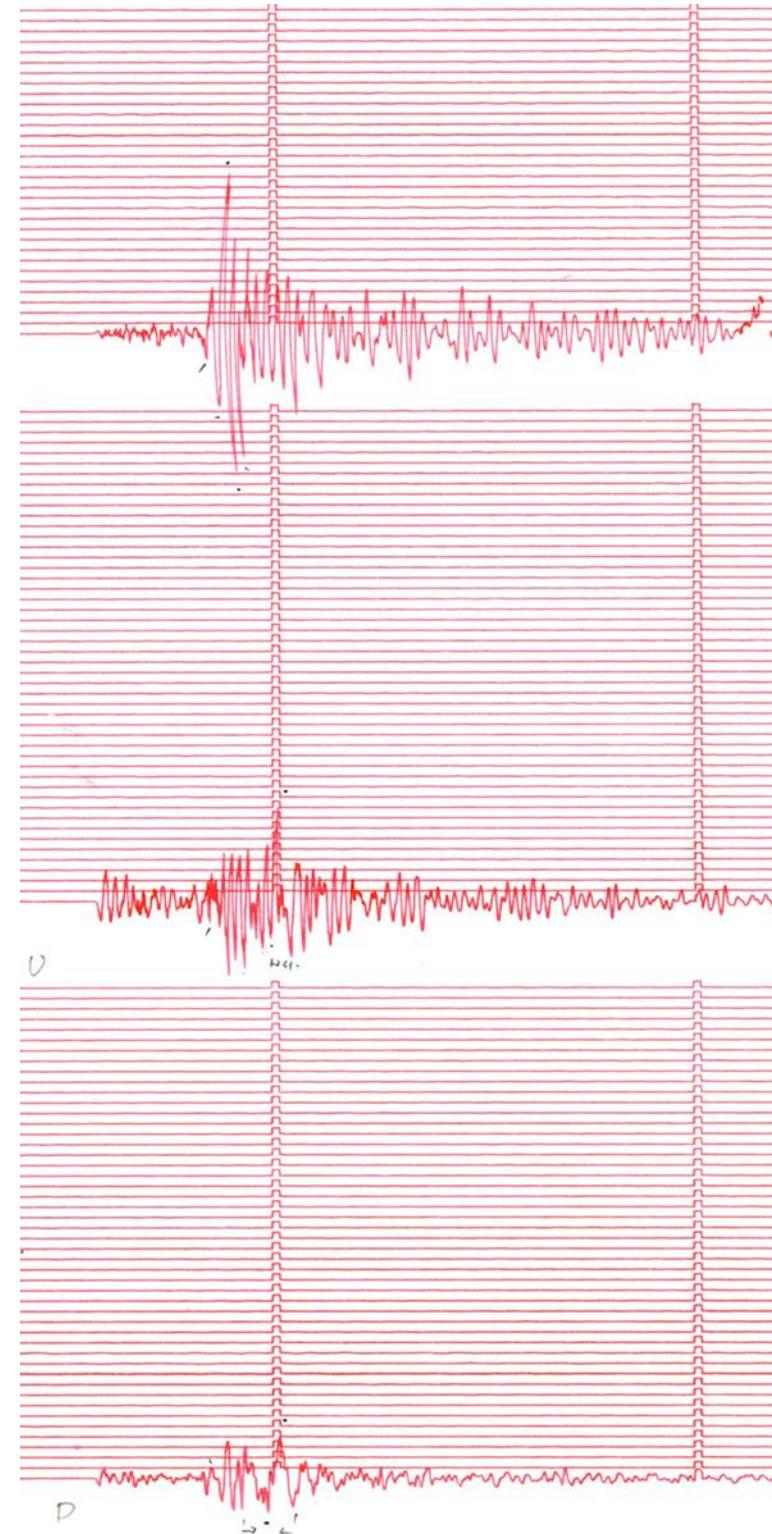
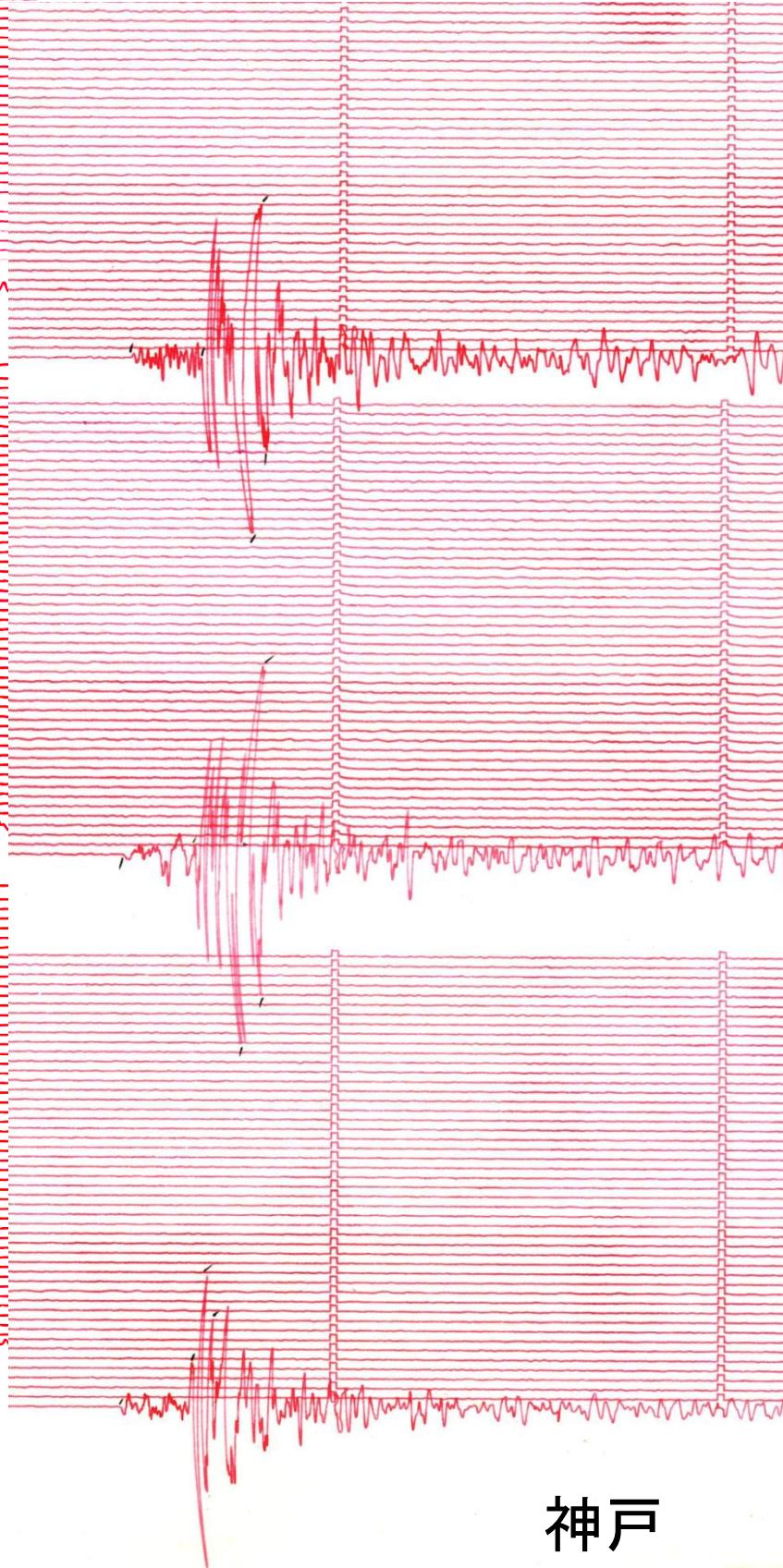
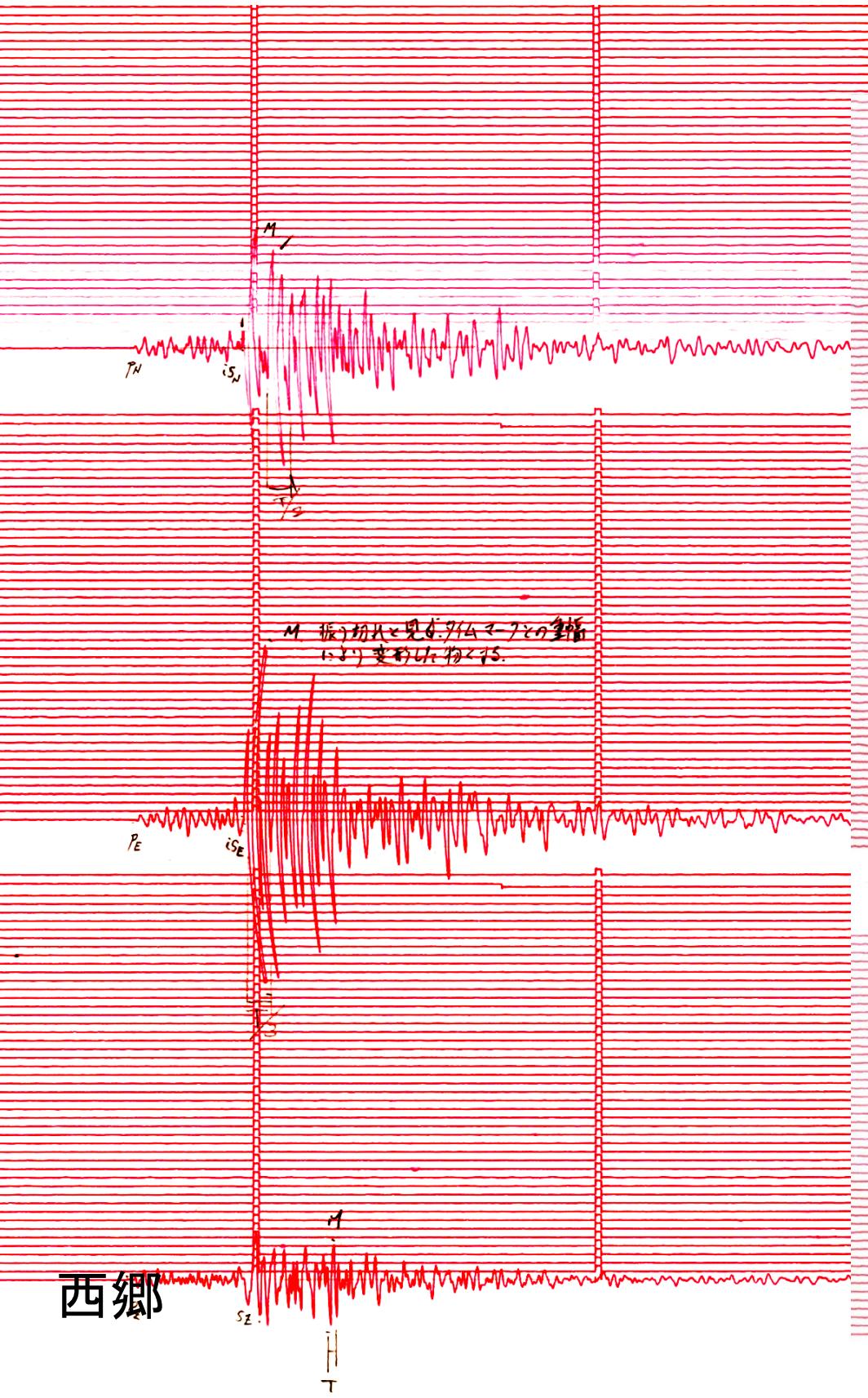
高田



室戸岬

津

6



西郷

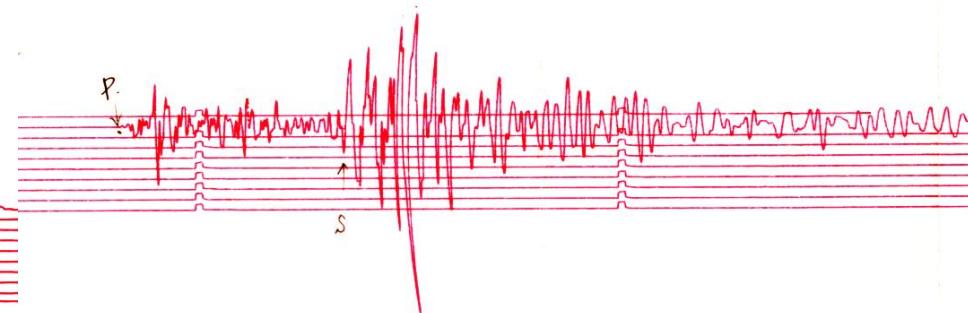
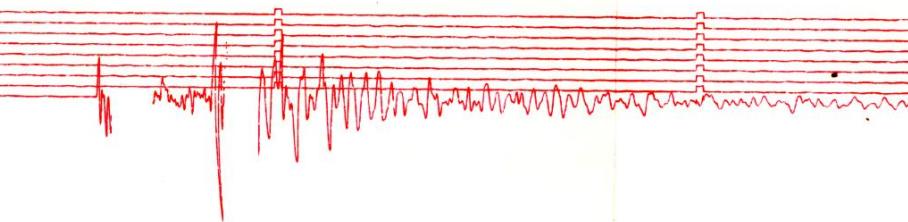
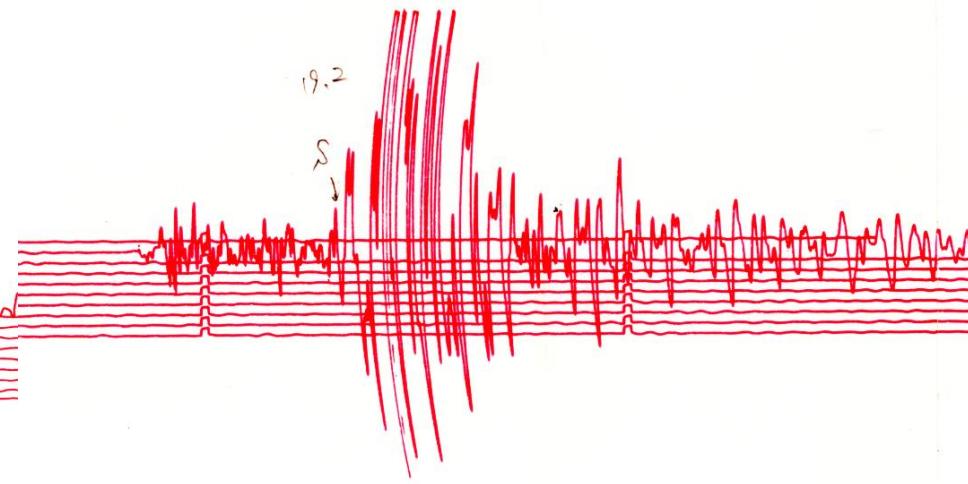
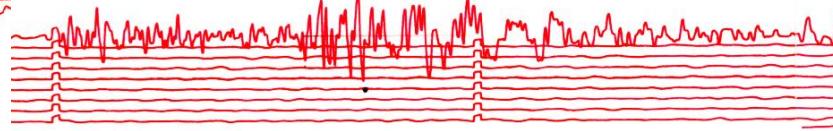
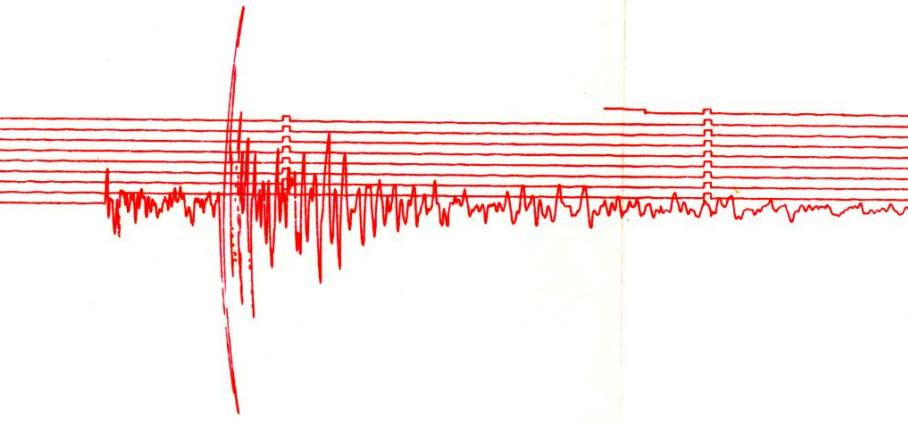
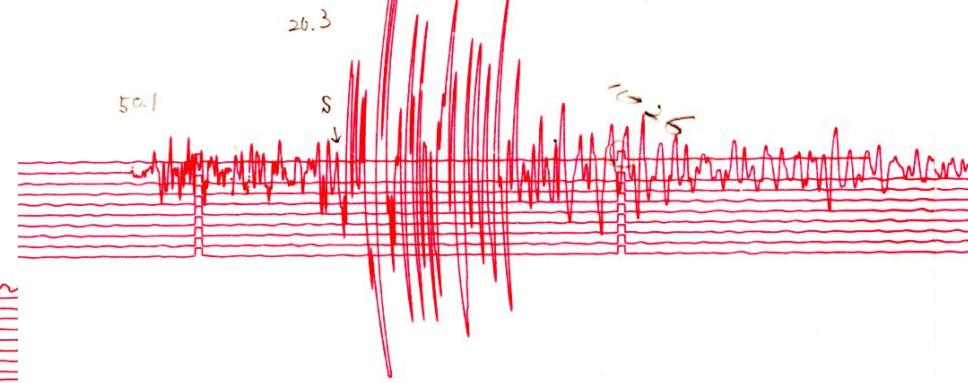
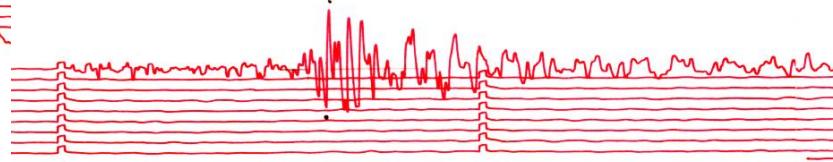
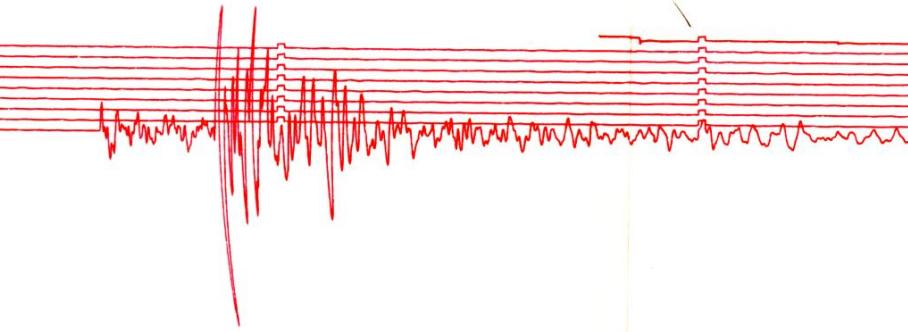
神戸

京都

19911028_10時09分周防灘

95/

3.10.2



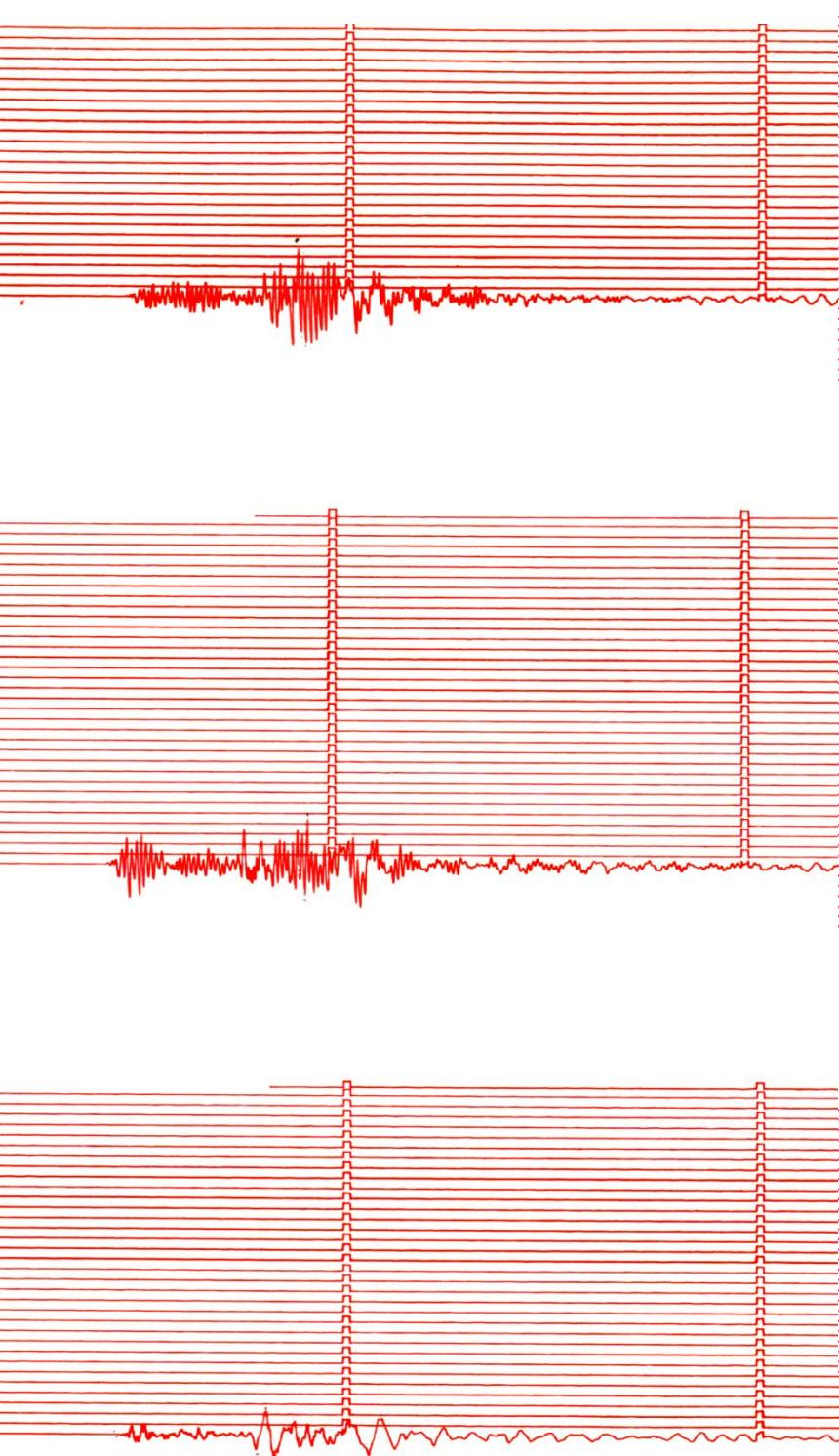
浜田

室戸岬

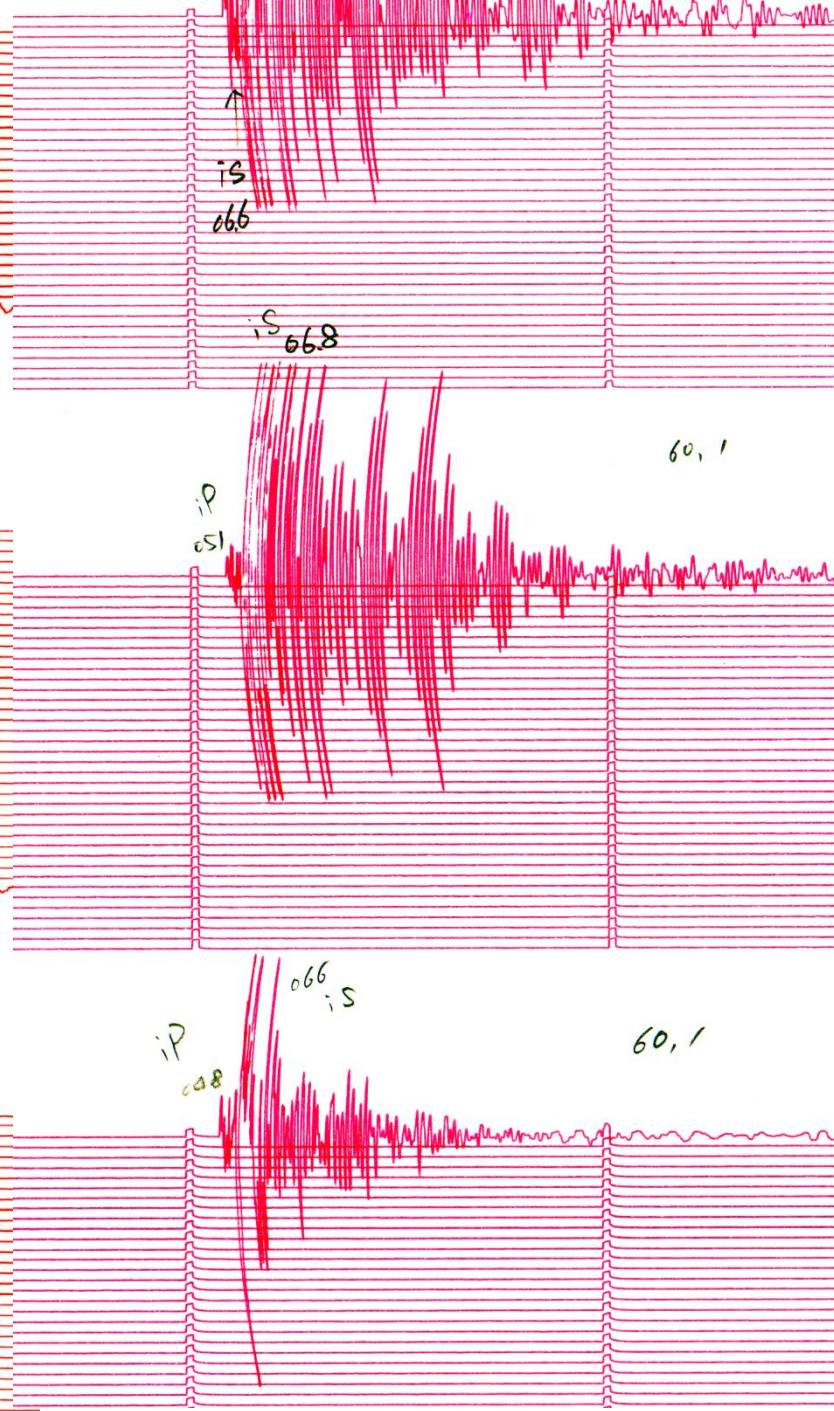
松江

添雷により時刻符号化装置誤動作 (15^h06^m~17^h45^m)
 大阪のテレメータ波形の読取値を参考にして、タイムマ-7
 の修正値 -21.0^s とする。(JTYは作動しているので小波第
 位の値は0とし可.)
 以上のことから相の精度は "e" で統一。 *大阪67型の読取値
 P 17^h02^m28.9^s
 S 02^m49.2^s

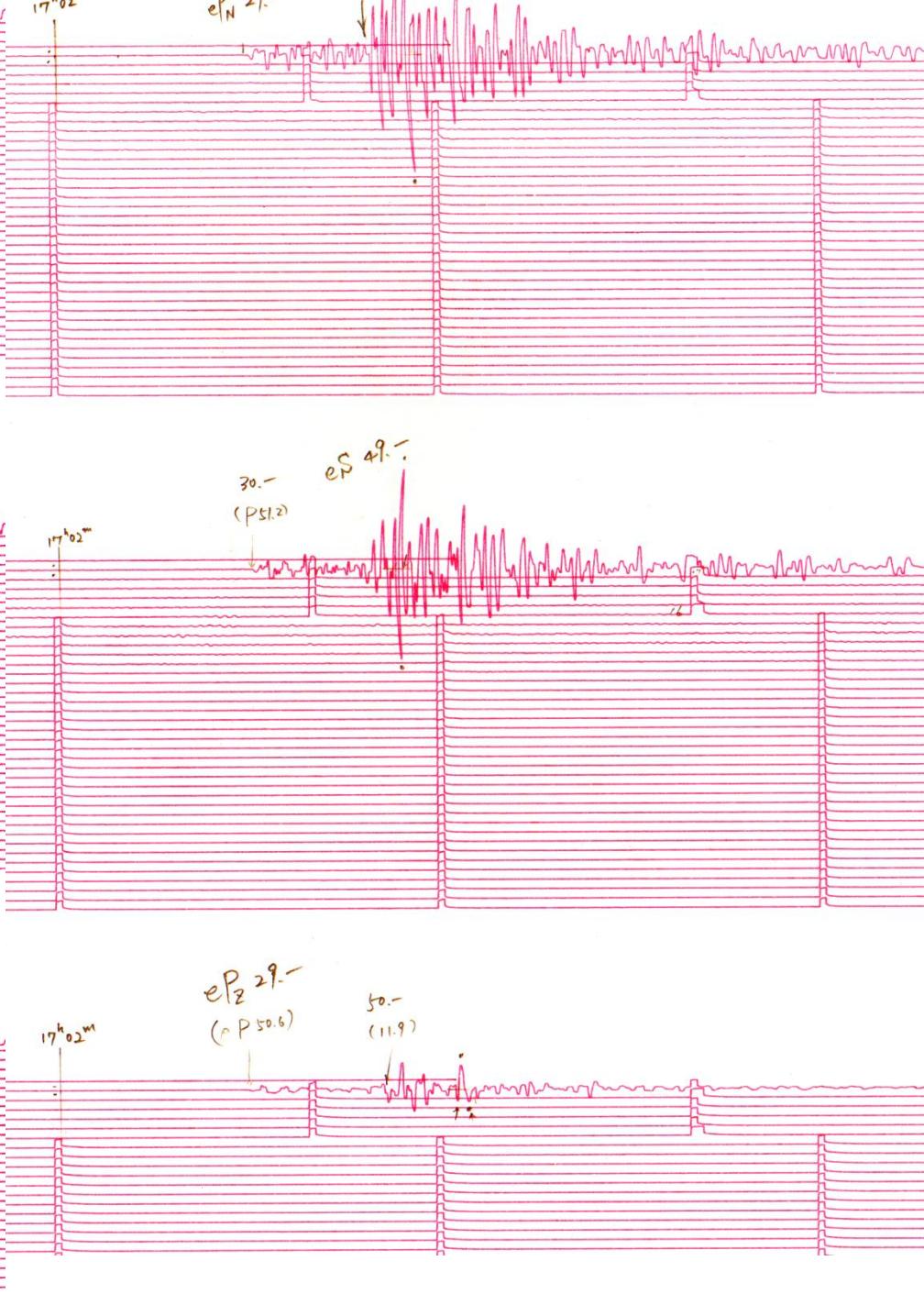
地震



高知

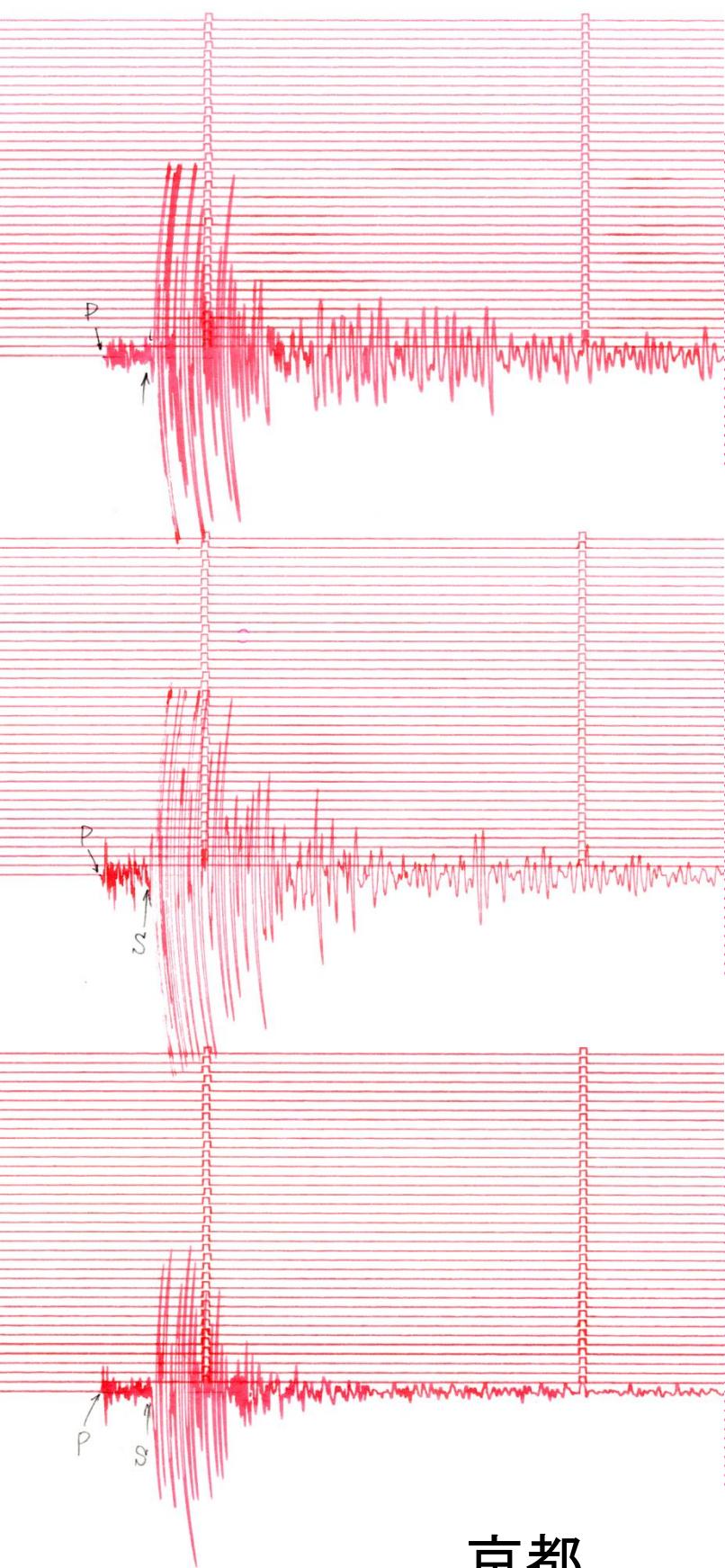


和歌山

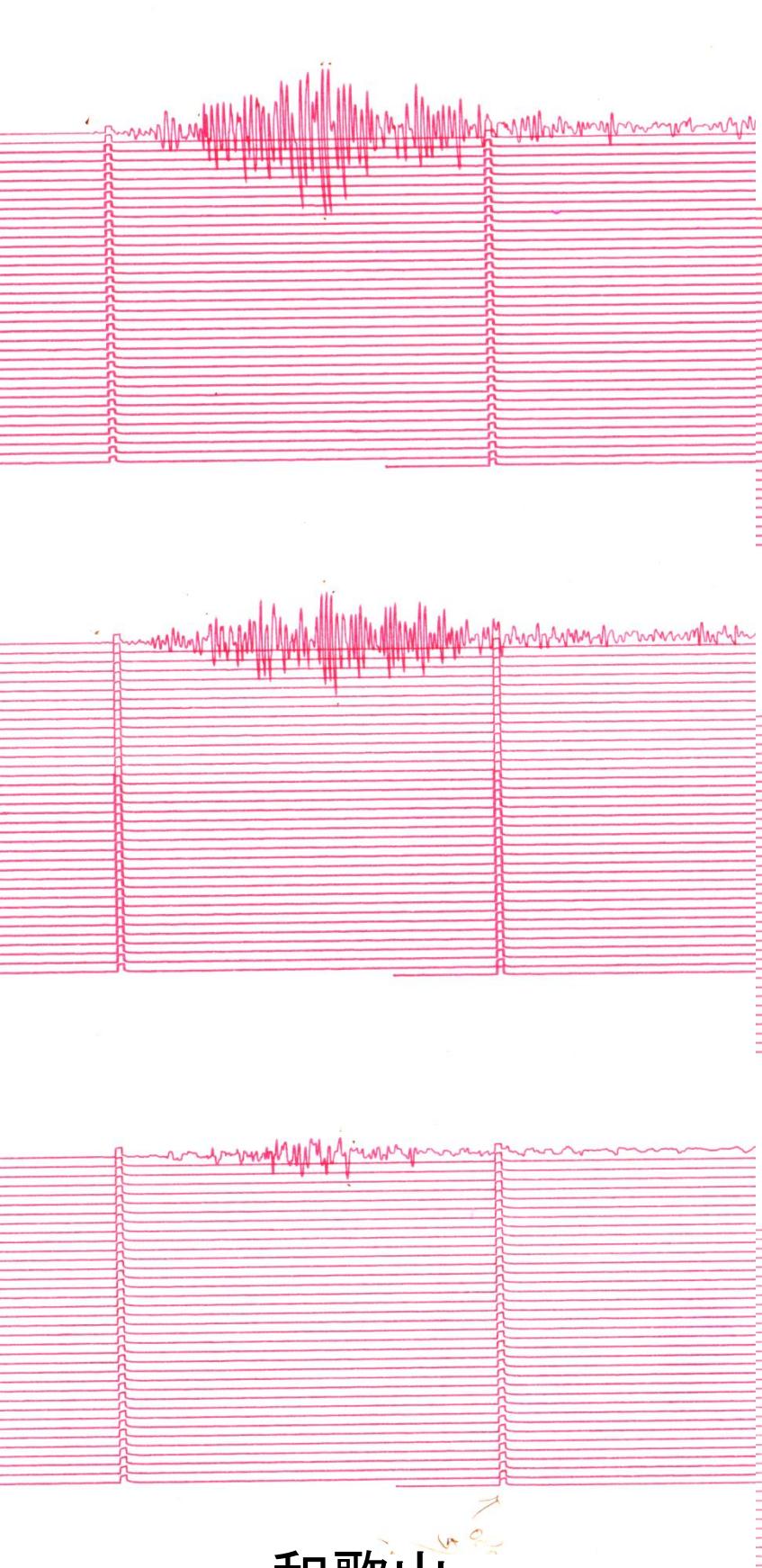


彦根

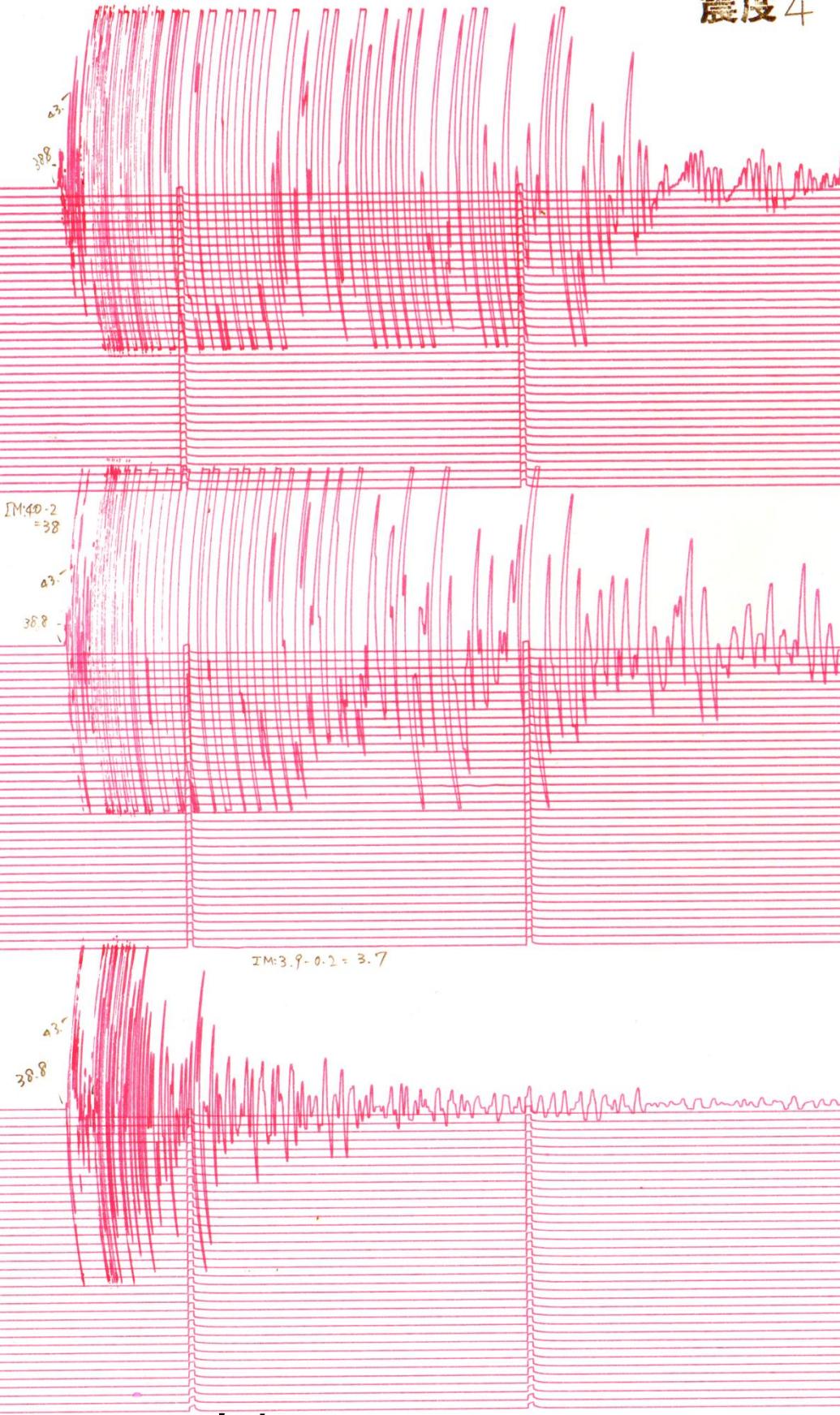
No. 24
震度 4



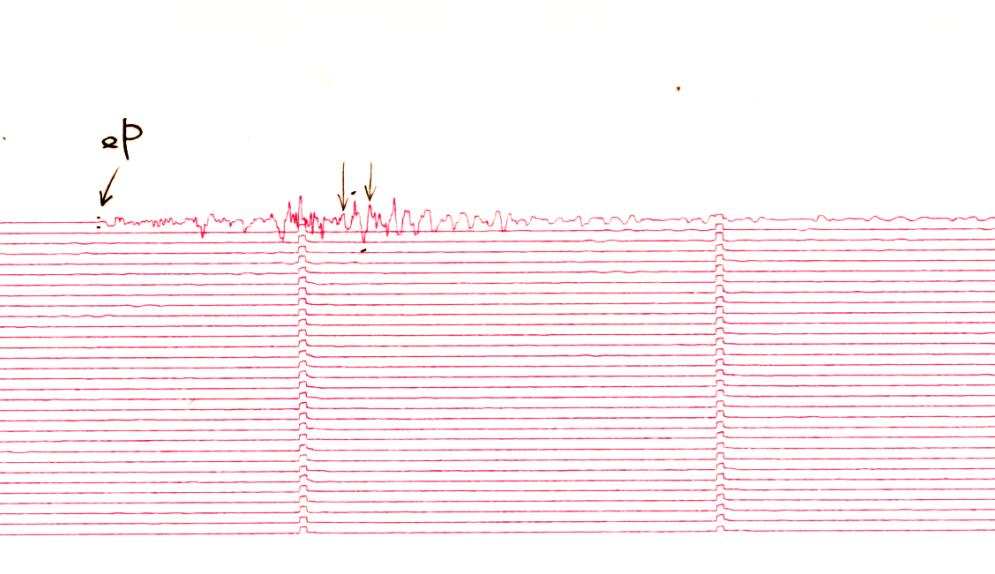
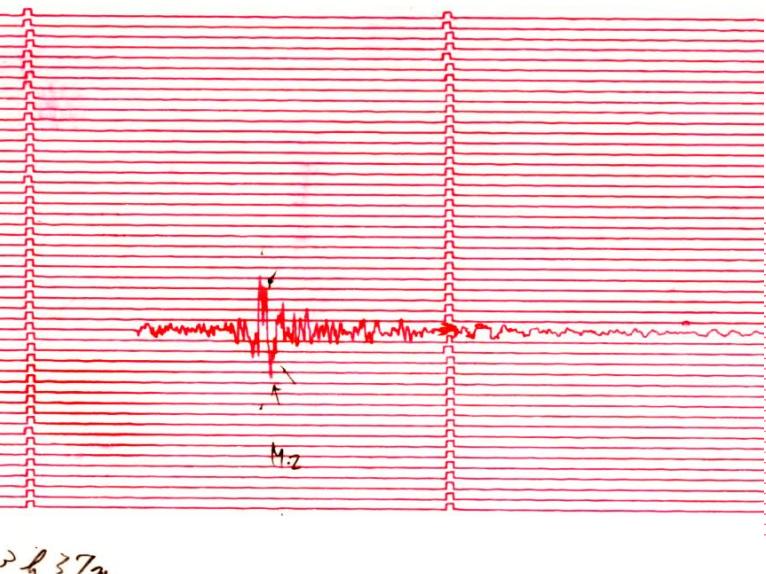
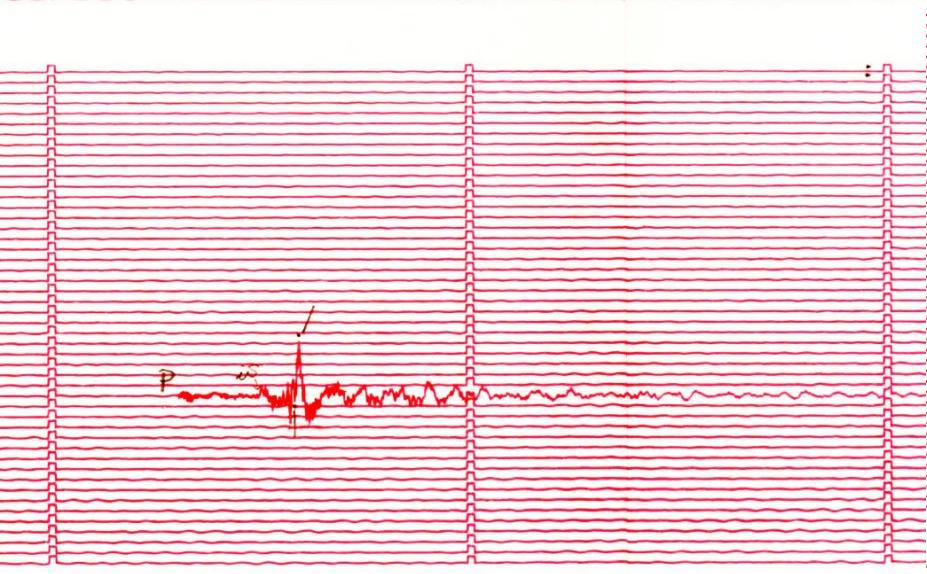
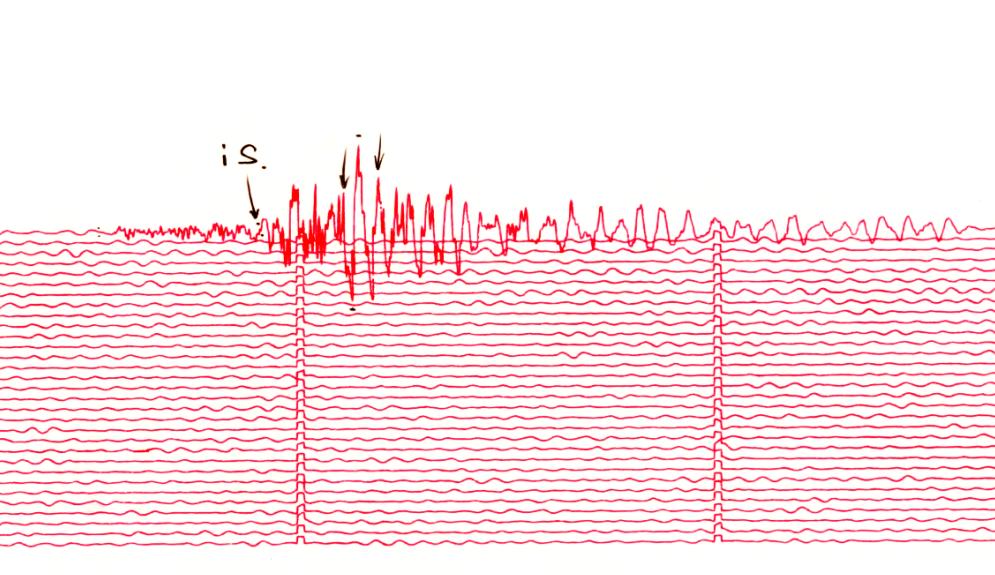
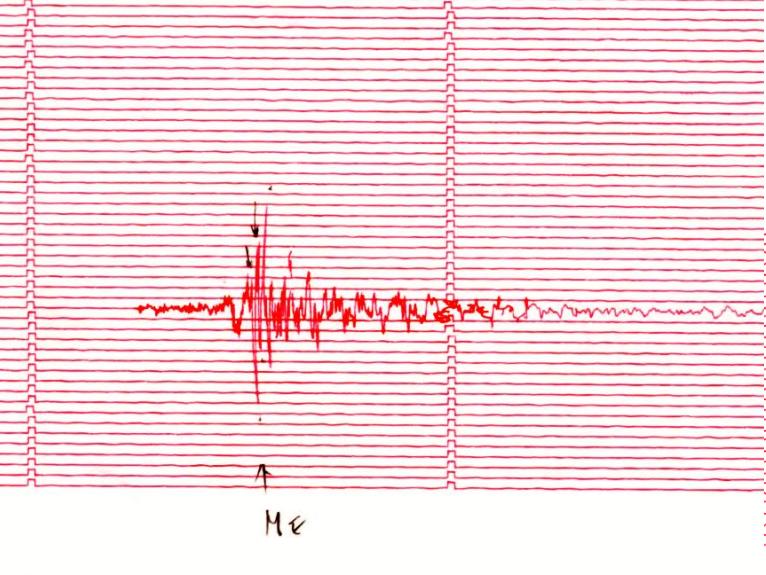
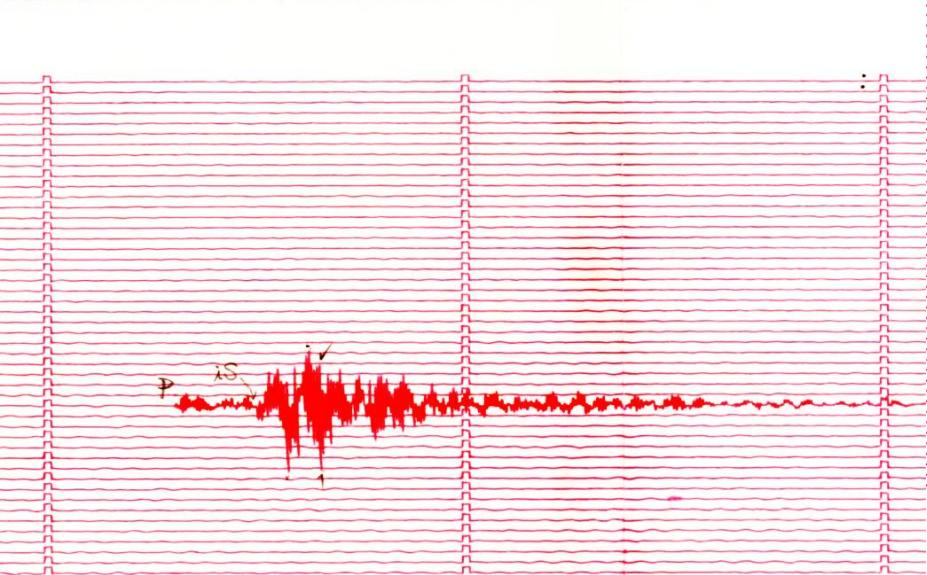
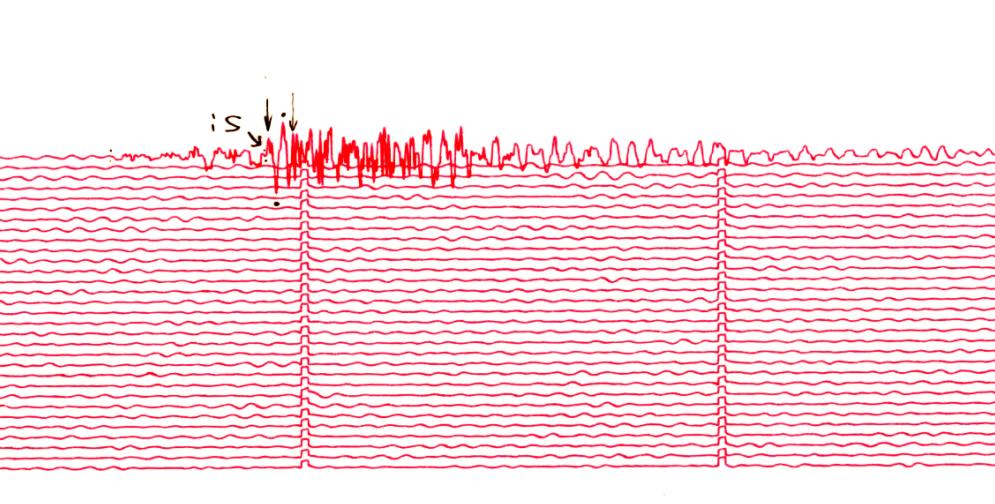
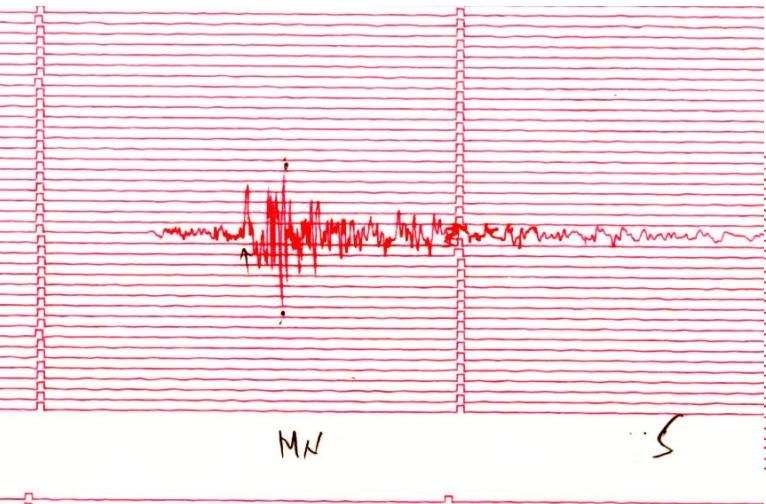
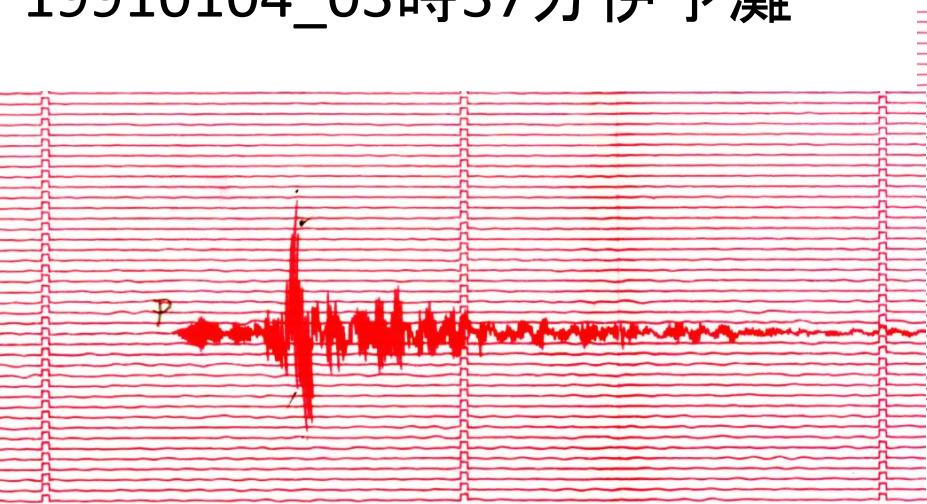
京都



和歌山



彦根



2h37m

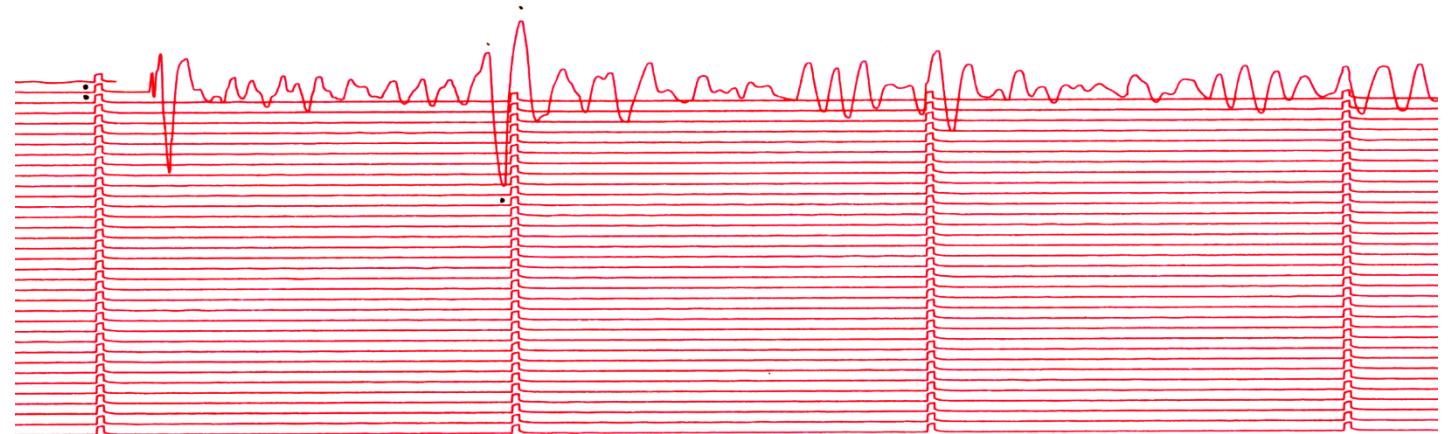
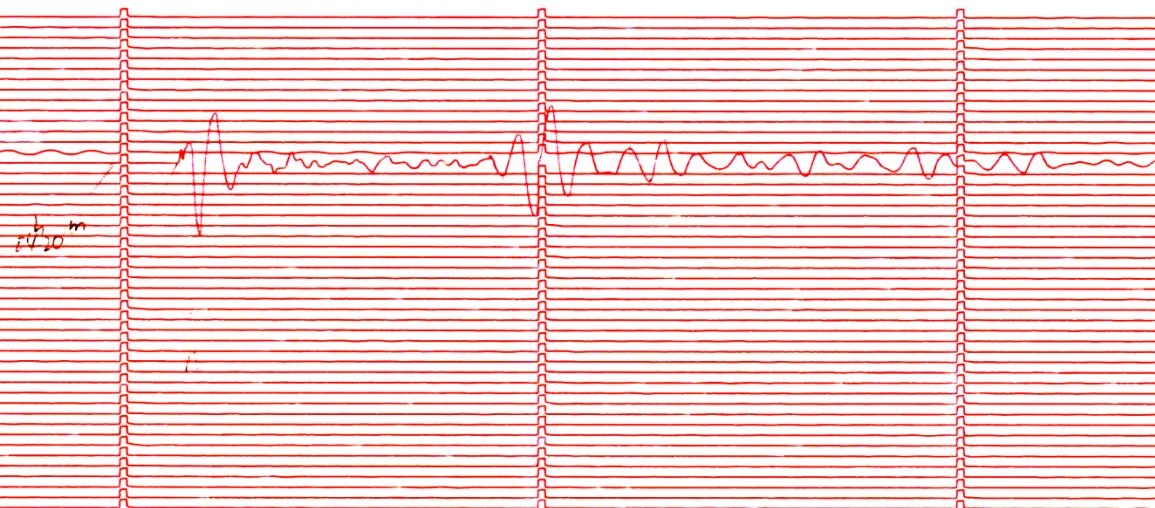
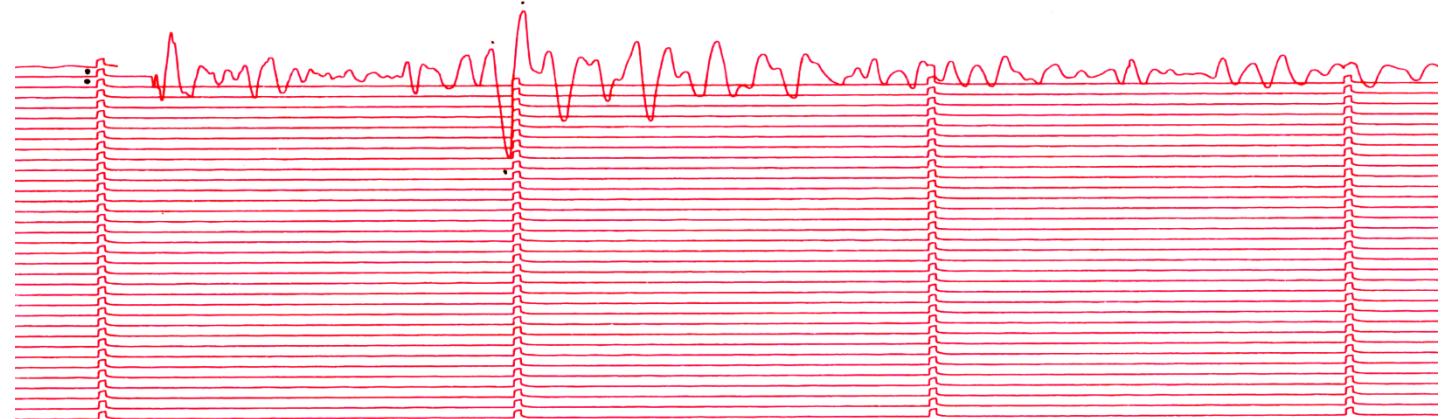
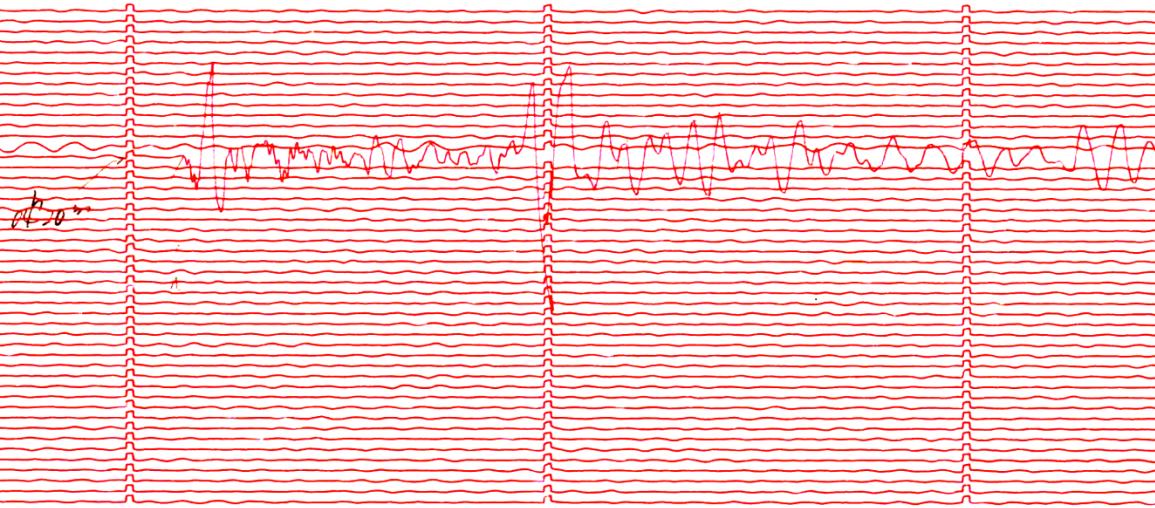
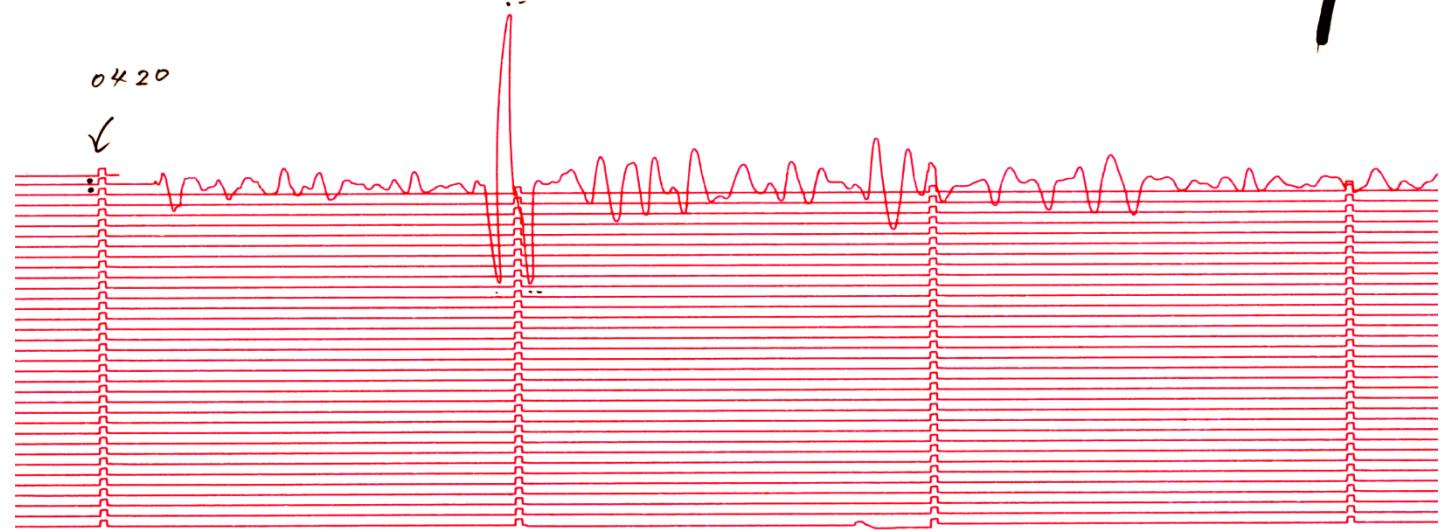
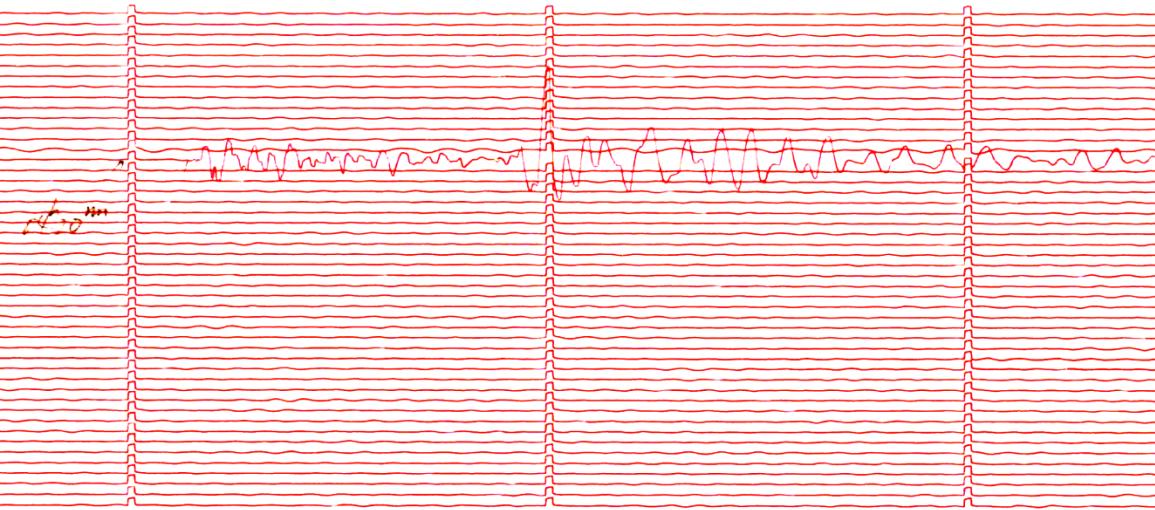
下関

足摺岬

松江

19920830_04時19分東海道はるか沖

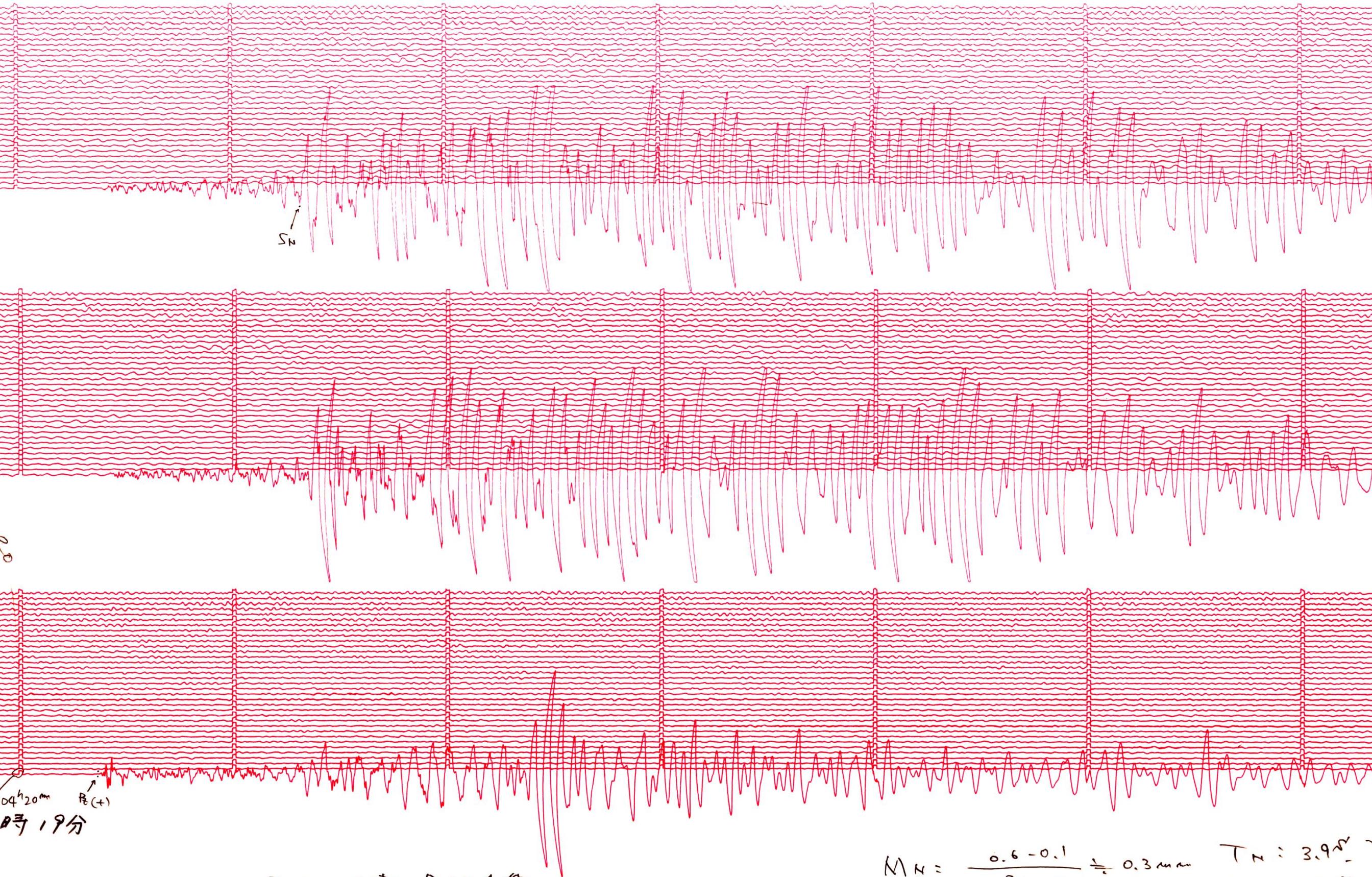
9-



室戸岬

姫路

19920830_04時19分東海道はるか沖

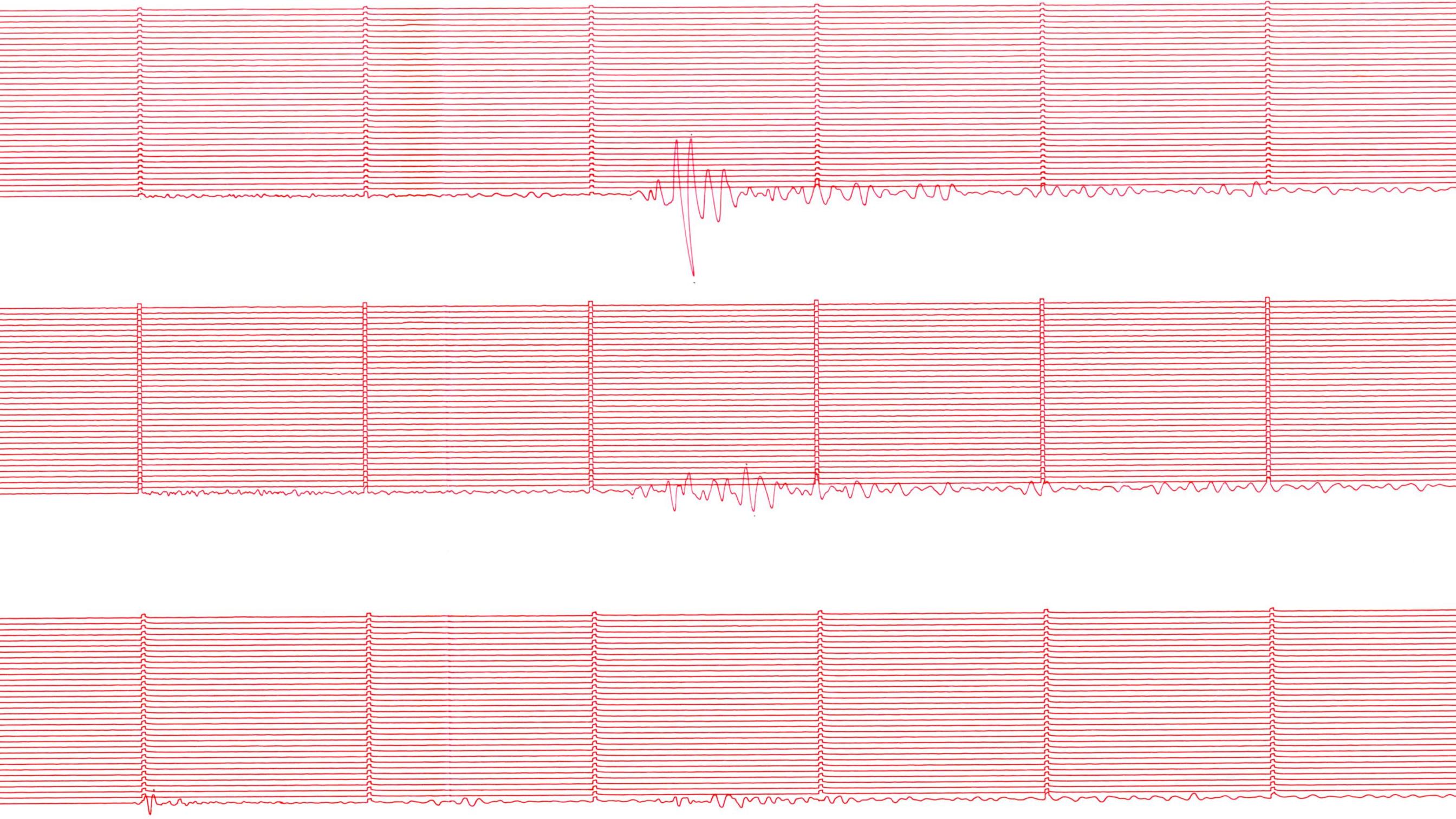


04時20分 R(+)
時19分

320Kv 26.6

$P_2 = 04時20分22.4秒,$
 $S_N = 21分20.2秒,$
 $P_{2'} \sim 57.8秒$ **新潟**

$M_N = \frac{0.6 - 0.1}{2} = 0.3 mm$	$T_N = 3.9 sec$
$M_E = \frac{0.7 - 0.1}{2} = 0.3 mm$	$T_E = 3.7 sec$
$M_Z = \frac{0.5 - 0.1}{2} = 0.2 mm$	$T_Z = 3.1 sec$



30日 04時19分 東海道はるか沖

稚内

