地震計設置時における
ノイズ軽減方法の検討

京都大学 防災研究所 技術室
長岡 愛理

はじめに

- 雨の日の地震波形には雨滴によるノイズが入ることがある

  雨滴対策：地震計設置時、地震計をカバーで覆う

  例)

スポンジ

陣笠

■ 設置場所やカバーの素材、種類は観測者によって異なる

・最良の設置場所
・最良のカバーの素材、種類 ➡ 不明
・カバーの定量的な効果

目的

- 地震波形データのノイズ低減方法を検討する
  - 地震計カバー
  - 地震計設置場所

- 地震計の設置方法、観測機器の取扱について学ぶ

  ※本実験の実施決定時、観測機器の取扱いの経験が浅かったため。

材料・方法

- 観測機器
  - 地震計

    L-22D（Sercel Inc. 製）

    ・上下動成分

■ データロガー

LS-7000XT（白山工業 製）

・設定

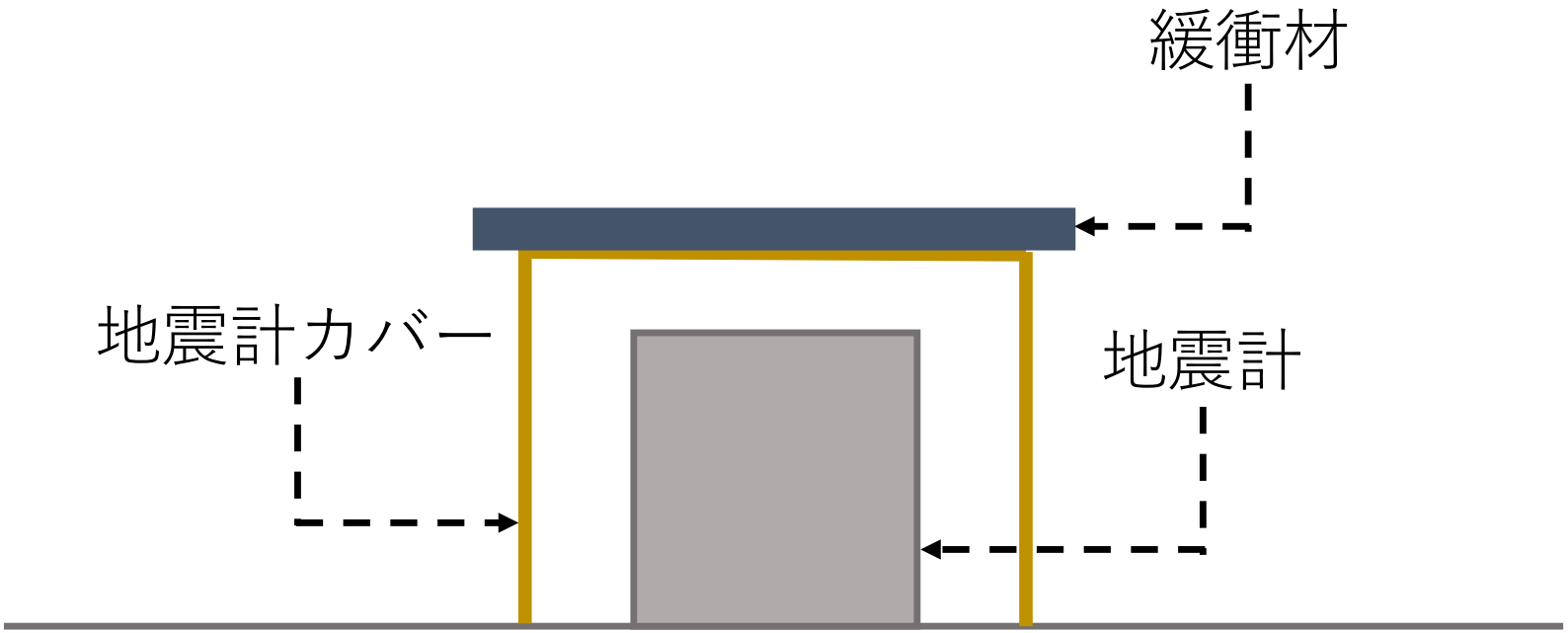
サンプリング周波数　：100 Hz
チャンネル増幅率　　：0 dB
データビット長　　：24 bits

■ 電源

カーバッテリー

・フル充電で1週間程度の連続観測が可能

➢ 地震計カバーと緩衝材



■ 地震計カバー

① コンクリート升

② 虫かご（プラスチック）

■ 緩衝材

① 合成ゴム発泡体

② ウレタンマット

③ 陣笠

④ 人工芝

- 地震計設置場所
  京都大学宇治キャンパス内、地震予知研究センター新館周辺

①コンクリート基礎

②倉庫（屋内）

③犬走り（屋根有）

④地中埋設

- 地震計設置方法

1. ①コンクリート基礎、②犬走り

   地震計を接着剤で地面に固定した

2. ③倉庫（屋内）

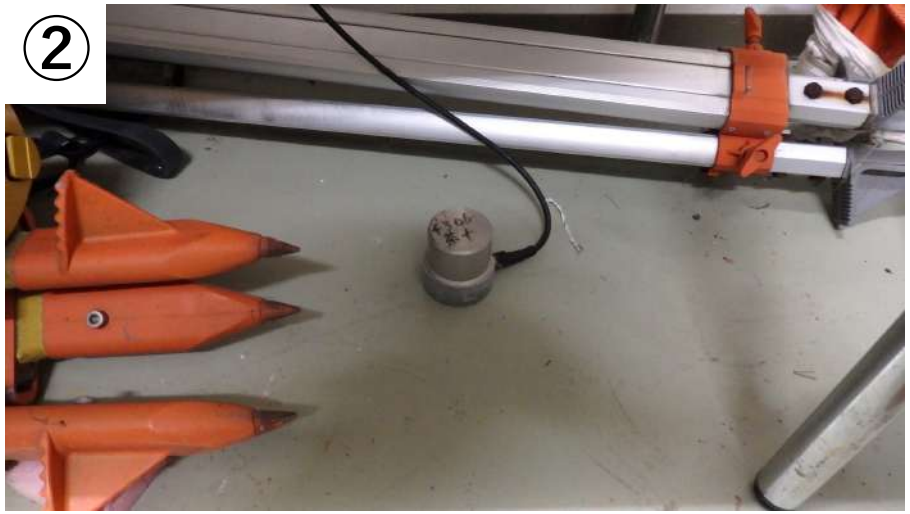
   安置した

3. ④地中埋設

   ビニール袋に入れて地中約20 cmに埋設した

➢ 設置風景

②



④

➢ 観測期間：それぞれ、約１週間

2017 年 07 月

日	月	火	水	木	金	土
25	26	27	28	29	30	01
02	03	04	05	06	07	08
09	10	11 無し、無し 虫かご、ゴム コンクリ、ゴム	12	13	14	15
16	17	18 無し、無し 虫かご、ウレタン コンクリ、ウレタン	19	20	21	22
23	24	25 無し、無し 虫かご、陣笠 コンクリ、陣笠	26	27	28	29
30	31	01	02	03	04	05

2017 年 08 月

日	月	火	水	木	金	土
30	31	01	02	03 無し、無し 虫かご、人工芝 コンクリ、人工芝	04	05
06	07	08	09	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29 無し、無し 倉庫	30	31	01	02
03	04	05	06	07	08	09

2017 年 09 月

日	月	火	水	木	金	土
27	28	29	30	31	01	02
03	04	05	06 無し、無し 犬走り	07	08	09
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26 無し、無し 埋設	27	28	29	30
01	02	03	04	05	06	07

2017 年 10 月

日	月	火	水	木	金	土
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11

- 地震波形データの比較方法

1. 各観測期間内の雨天時をピックアップした

   ・観測期間中の天候記録
   ・ AMeNOW!：リアルタイム降雨情報サービス
   （一般財団法人リモート・センシング技術センター）

2. 雨が降っていた時間帯の各波形画像を目視で比較した

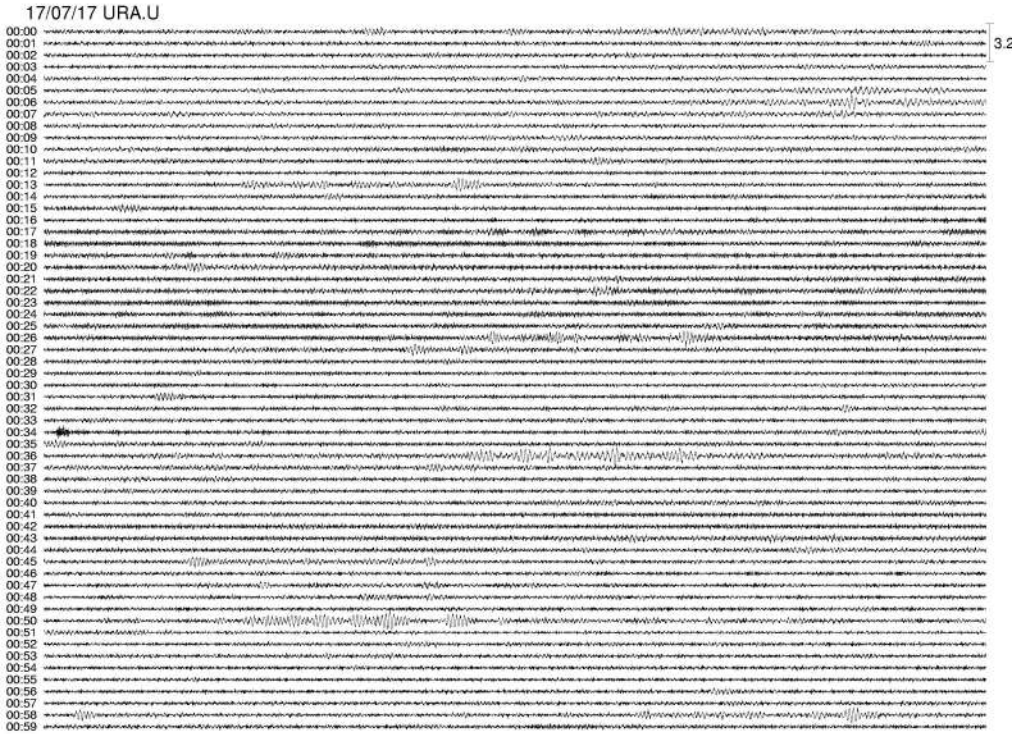
   ※設置場所：①コンクリート基礎、カバー：無、緩衝材：無

   のデータを基本データとして他のデータと比較した

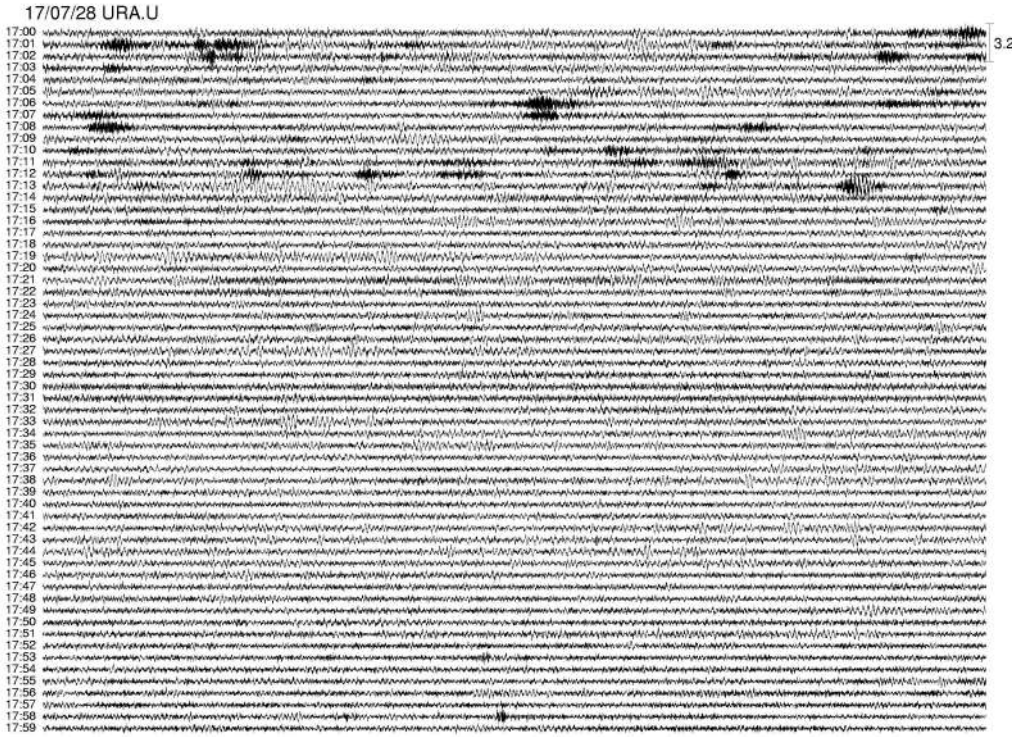
結果・考察

➢ 地震計カバー、緩衝材の検討

■ 晴れ（カバー：無・緩衝材：無）



■ 雨（カバー：無・緩衝材：無）



雨の日の方がノイズが多い

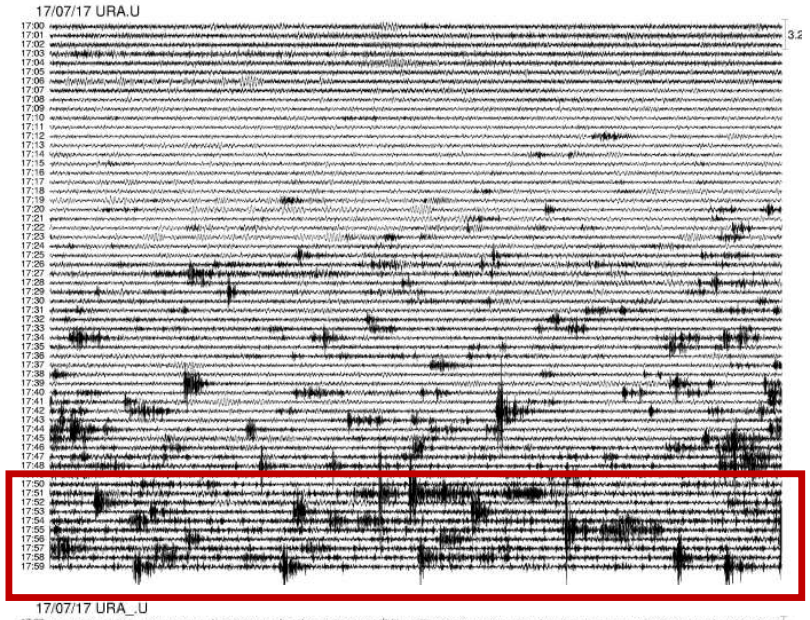
■ 以後のデータの表記について

例)

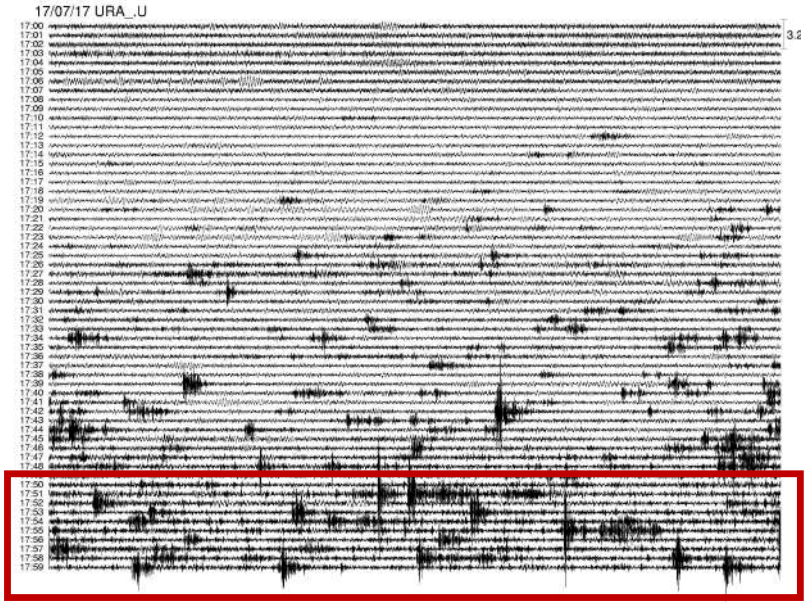
カバー：無・緩衝材：無　→　無・無

カバー：虫かご・緩衝材：ウレタン　→　虫・ウレ

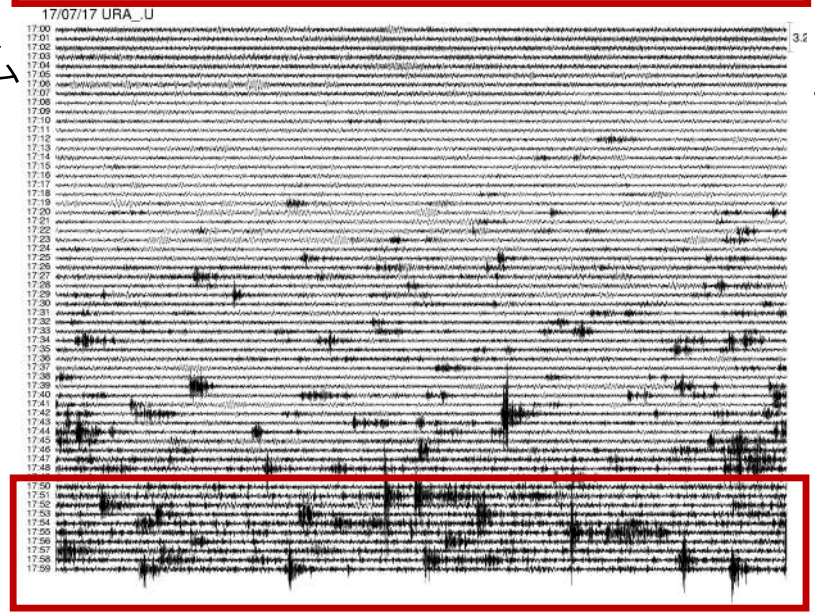
無・無



虫・ゴム



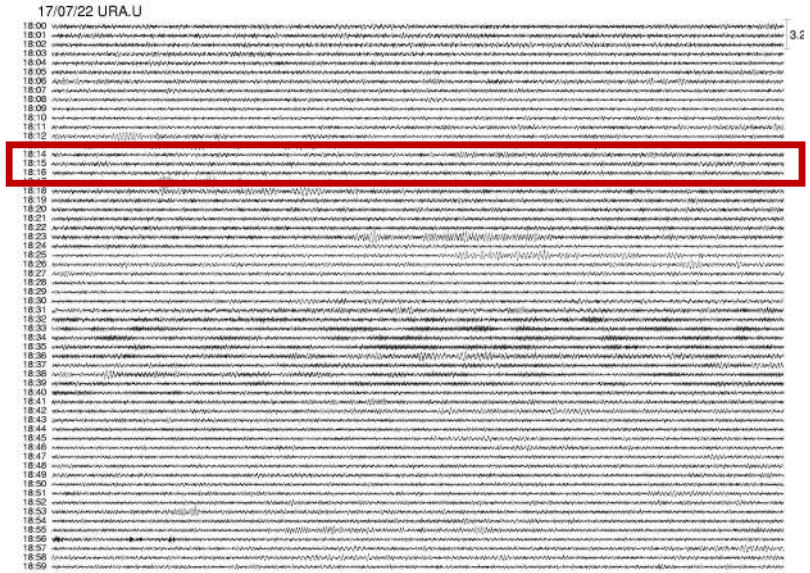
コン・ゴム



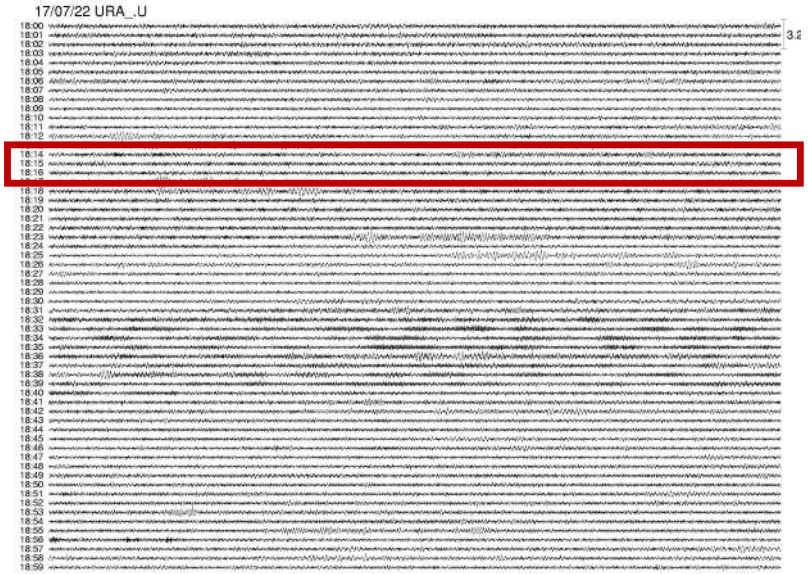
7/17 17:50~18:00頃　雨量：50~100 mm/時

- ✓ 大きな違いは見られなかった
- ✓ 全て一様：地面に当たった雨滴の振動を捉えてる可能性がある

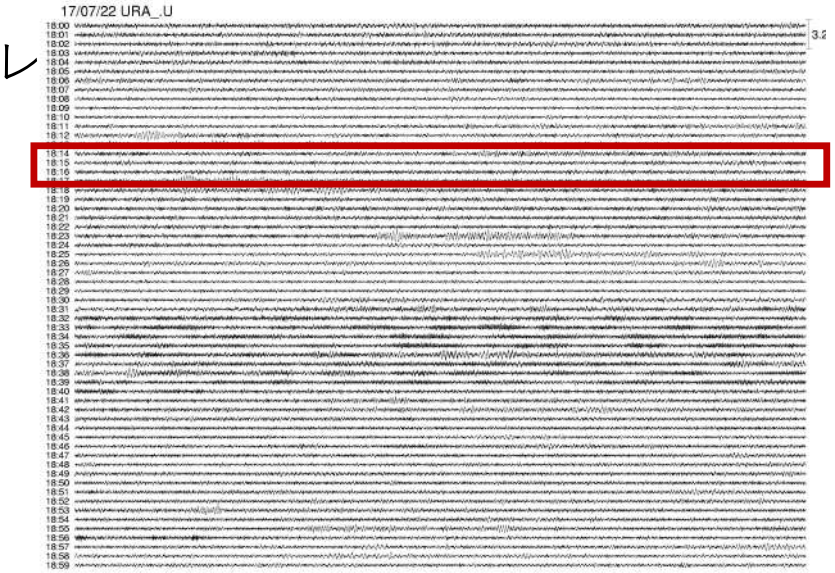
無・無



虫・ウレ



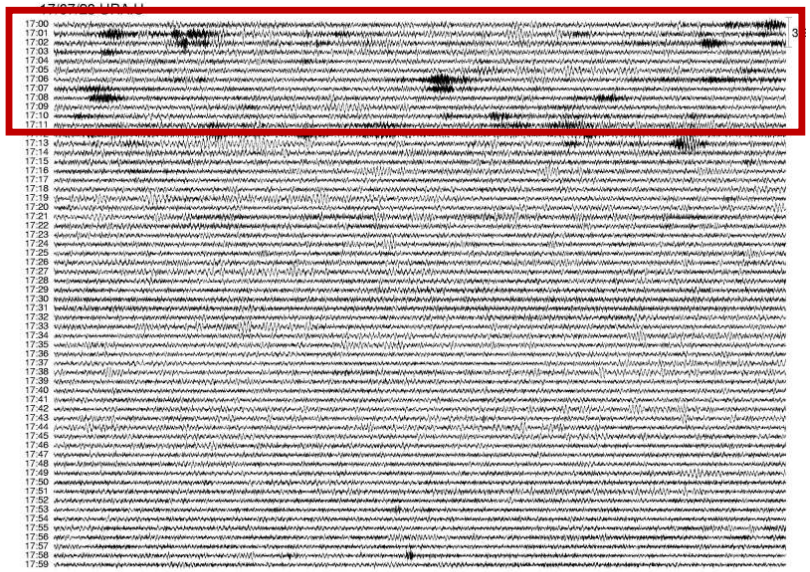
コン・ウレ



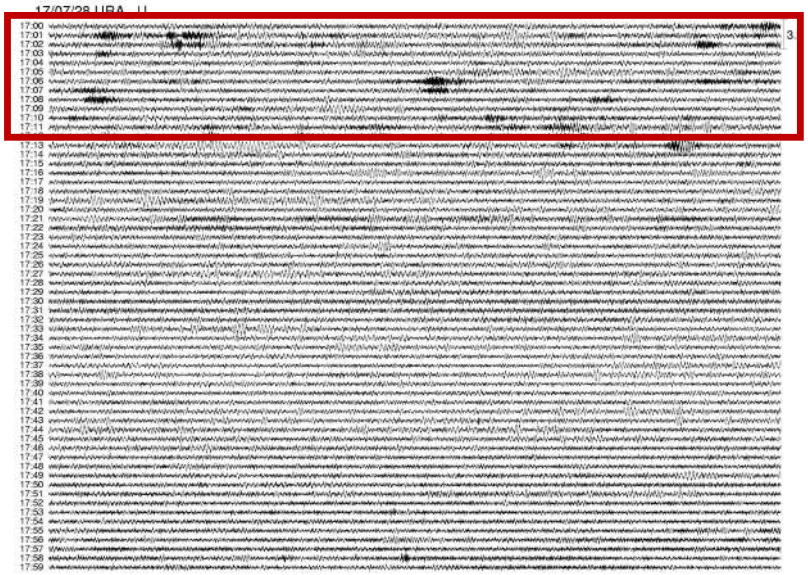
7/22 18:15頃　雨量：0~1 mm/時

- ✓ 大きな違いは見られなかった
- ✓ 降雨量が少ないため、差がなかった可能性が高い

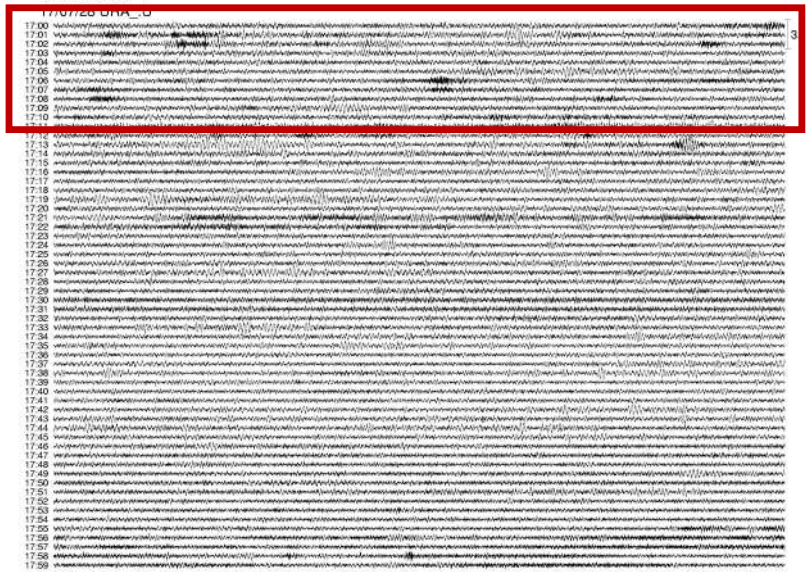
無・無



虫・笠



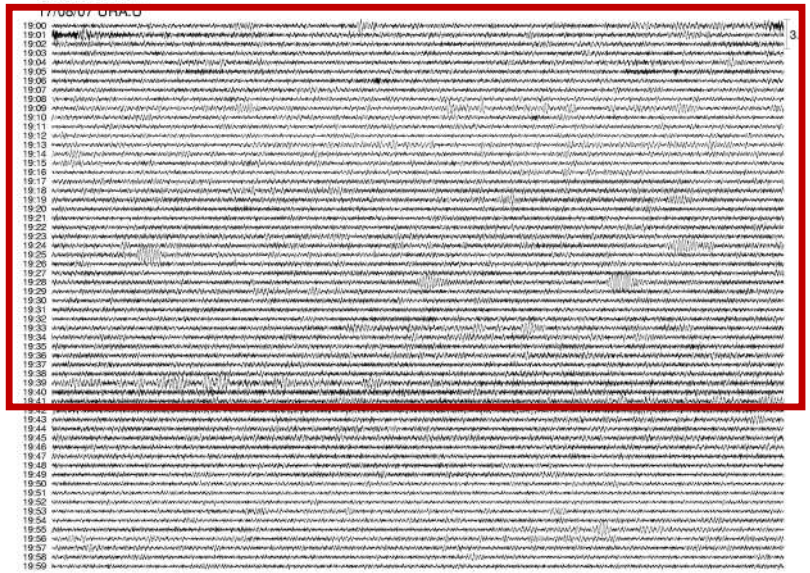
コン・笠



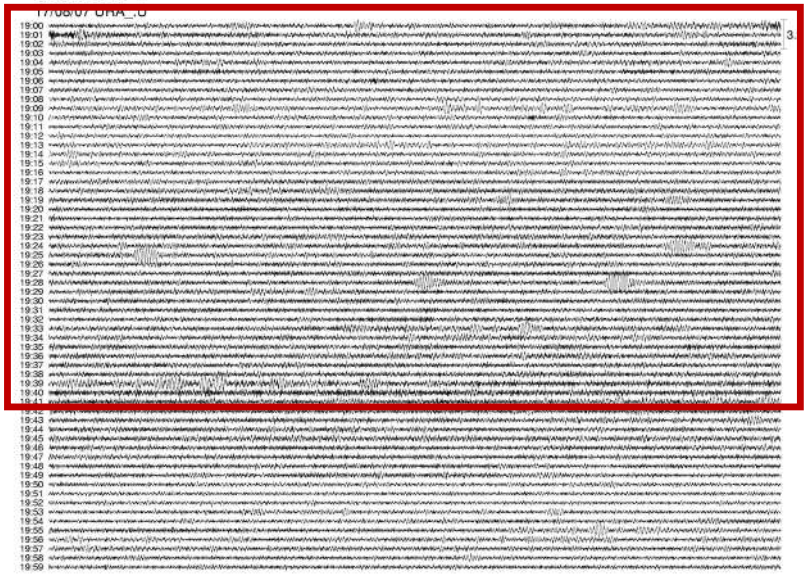
7/28 17:00~17:10頃　雨量：5~10 mm/時

- ✓ コン・笠、虫・笠の順でノイズが小さい
- ✓ 陣笠で地震計周辺がカバーされたため？

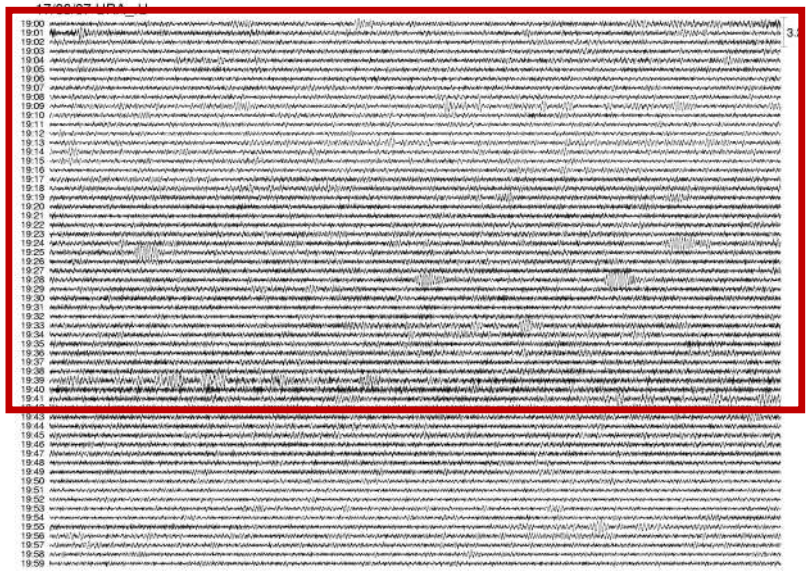
無・無



虫・芝



コン・芝



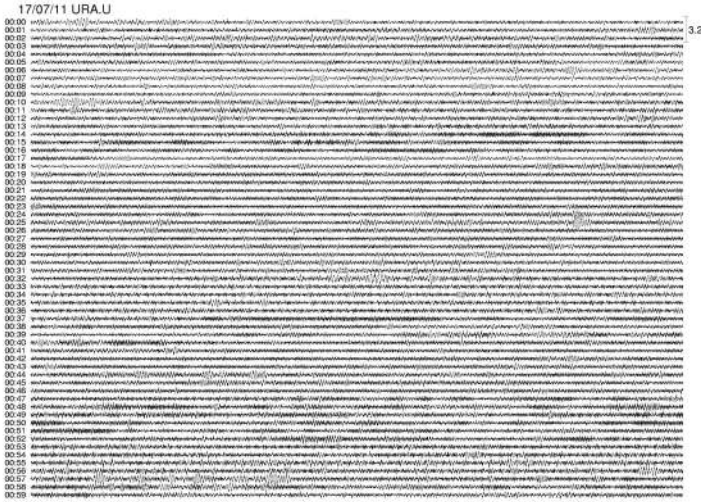
8/7 19:00~19:40頃　雨量：10~50 mm/時

✓ 大きな違いは見られなかった

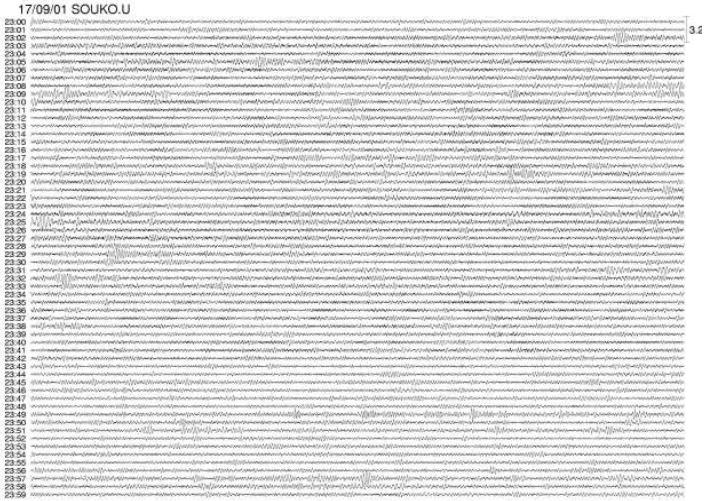
✓ 全て一様：地面に当たった雨滴の振動を捉えてる可能性がある

- 地震計設置場所の検討
  - ✓ 平常時（晴れ）：埋設が最も平常時のノイズが少なかった

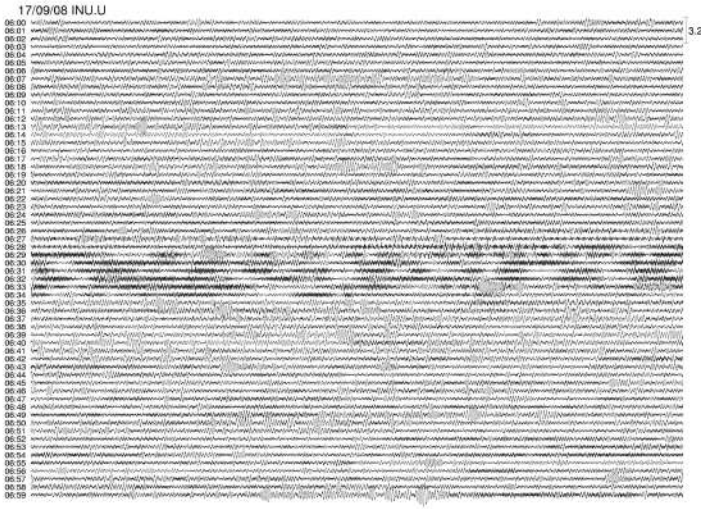
コン



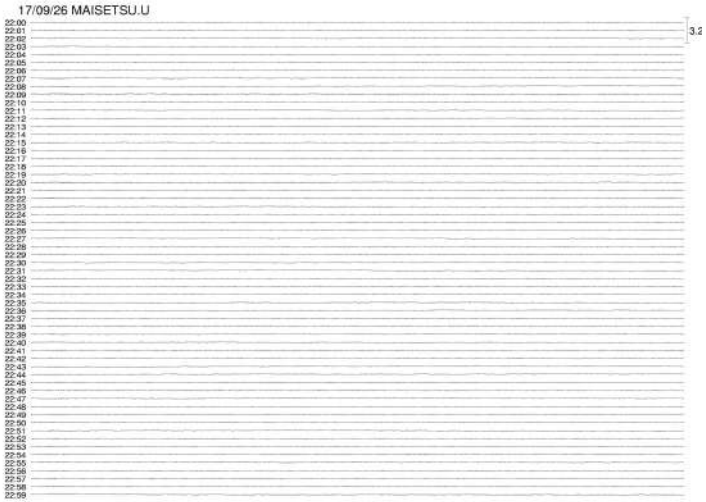
倉庫



犬走り

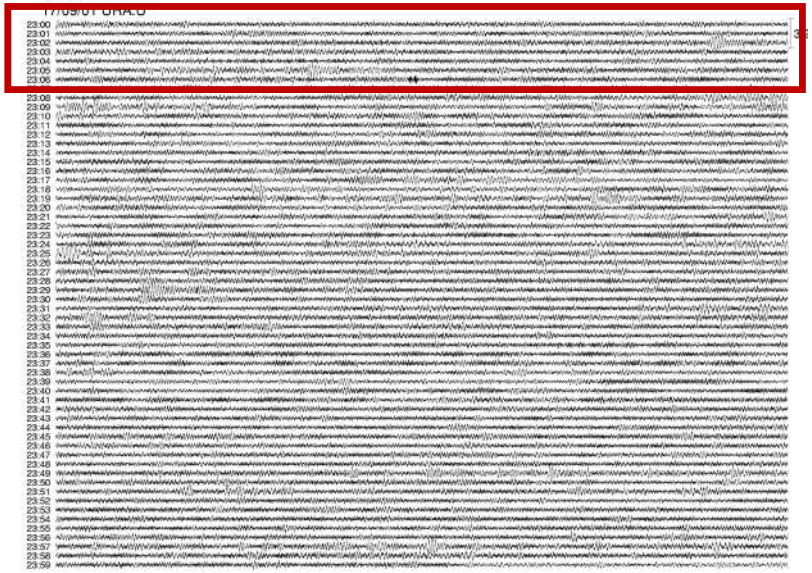


埋設

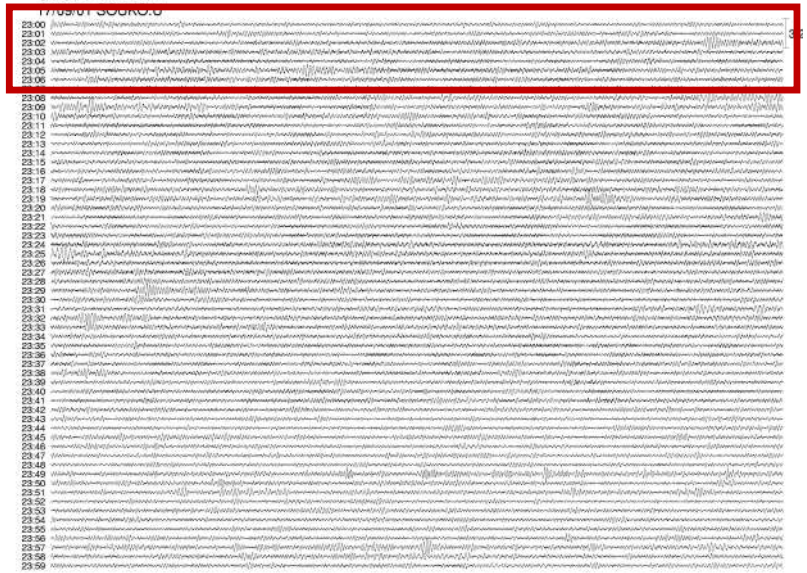


➢ 設置場所ごとの降雨時のノイズ比較

コン



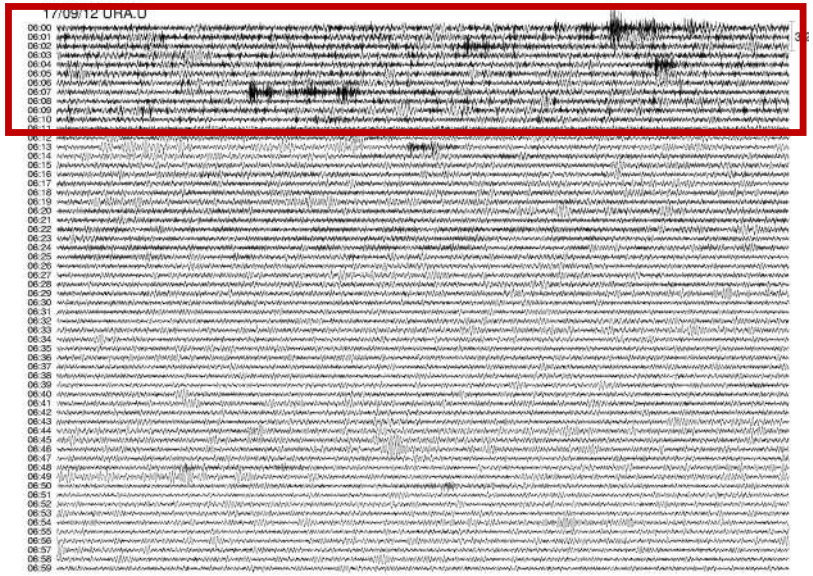
倉庫



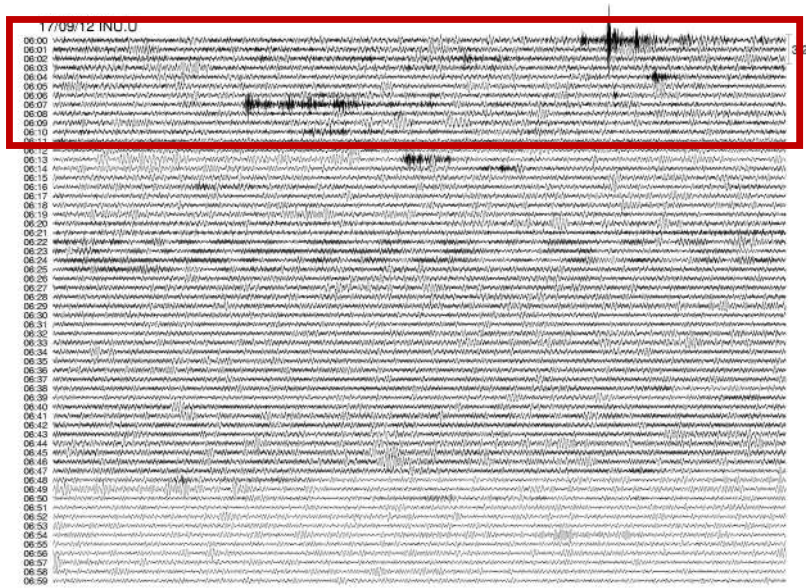
9/1 23:00~23:05頃　雨量：1~5 mm/時

✓ 倉庫（屋内）では雨の影響を受けないため、ノイズが小さかった

コン



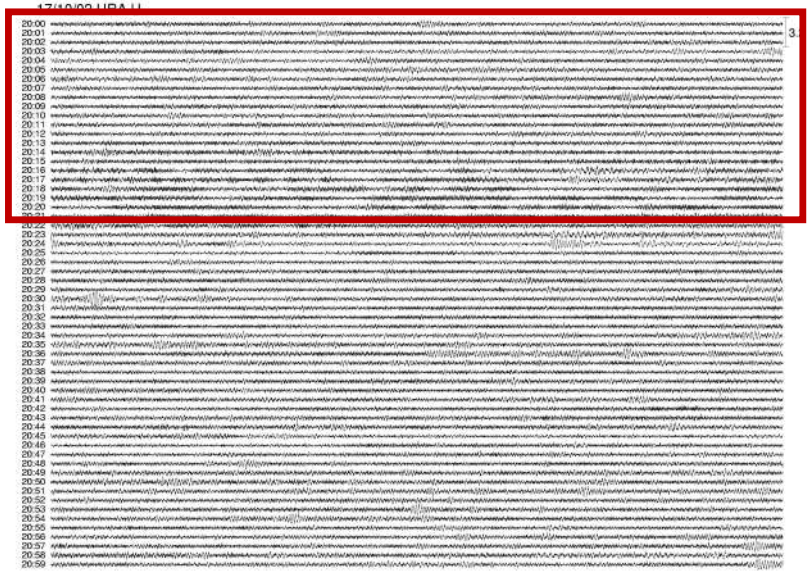
犬走り



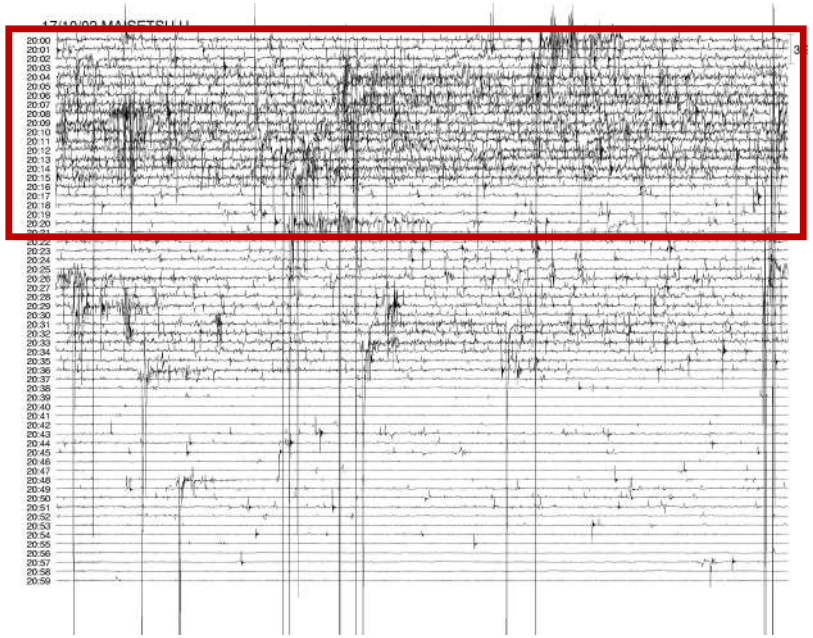
9/12 6:00~6:10頃　雨量：50~100 mm/時

✓ 屋根があるため、犬走りの方がノイズが小さかった

コン



埋設



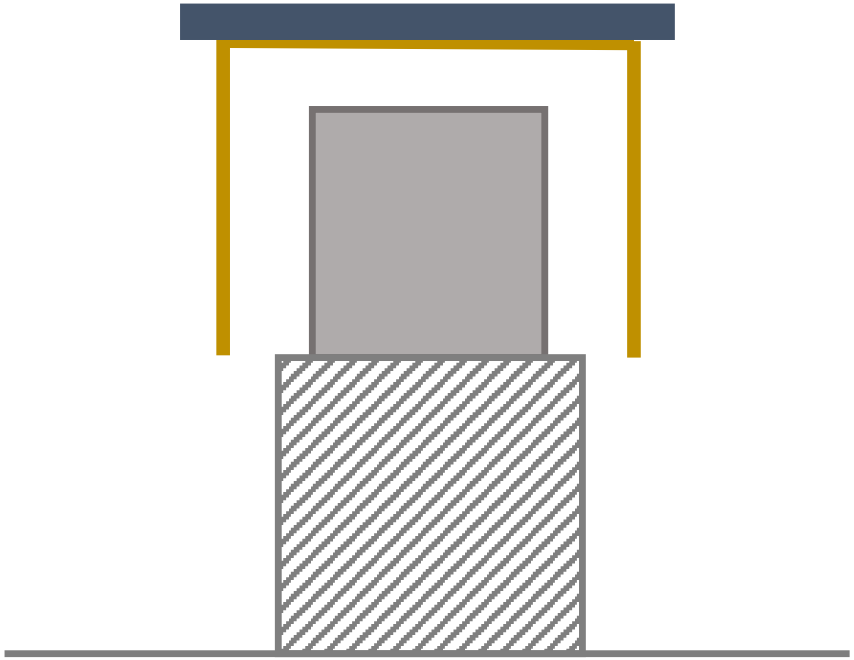
10/2 20:00~20:20頃　雨量：5~10 mm/時

- ✓ 雨天時、右上の様なノイズが見られた
- ✓ ノイズの直接的な原因は雨でない可能性が高い

まとめ

- 地震計カバー：コンクリート枡、緩衝材：陣笠の組合せが雨滴ノイズ軽減に最も有効であることが示唆された
- 設置場所は埋設＞屋内＞犬走り＝コンクリート基礎で有効だった（※埋設は降雨時に原因不明のノイズ発生）
- 地震計カバー、緩衝材の設置以前に、ノイズ軽減のためには設置場所が重要である
- 観測期間中の雨天時のサンプル数が不十分
  →観測期間を延長する
- 全ての組合せで時間降雨量が等しくない
  →全ての組合せを同時に観測する
- 地面に当たった雨滴の振動の影響がどれくらいあるかの検証

✓ 地面に当たった雨滴の振動の影響
→地震計カバーのみの効果を調べる必要がある

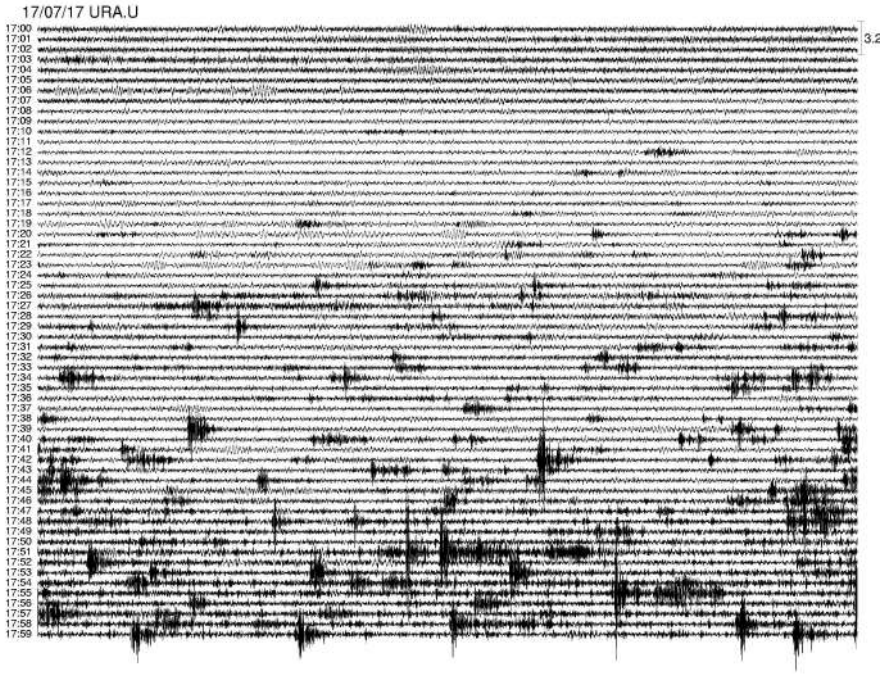


- 地震波形データの処理

■ 1時間ごとの地震波形画像を作成

・SHMX：WINシステム用の波形モニターツールを利用

・shmpコマンドで波形をプロット

1分ファイル

×60個（1時間分）