

# 自然地震観測実習報告

---

東京大学大学院理学系研究科修士 1 年  
河本 洋輝・奥田 貴

指導教官 酒井 慎一 准教授

2016.9.16.地球観測実習発表

# Purpose

## 本実習の目標

1. 観測に係る一連のプロセスを体験・習得する
2. 観測データから自然地震を検出し, その震源を決定する
3. 設置環境が観測波形に与える影響を学ぶ

## 観測波形に影響を与える環境要因の例

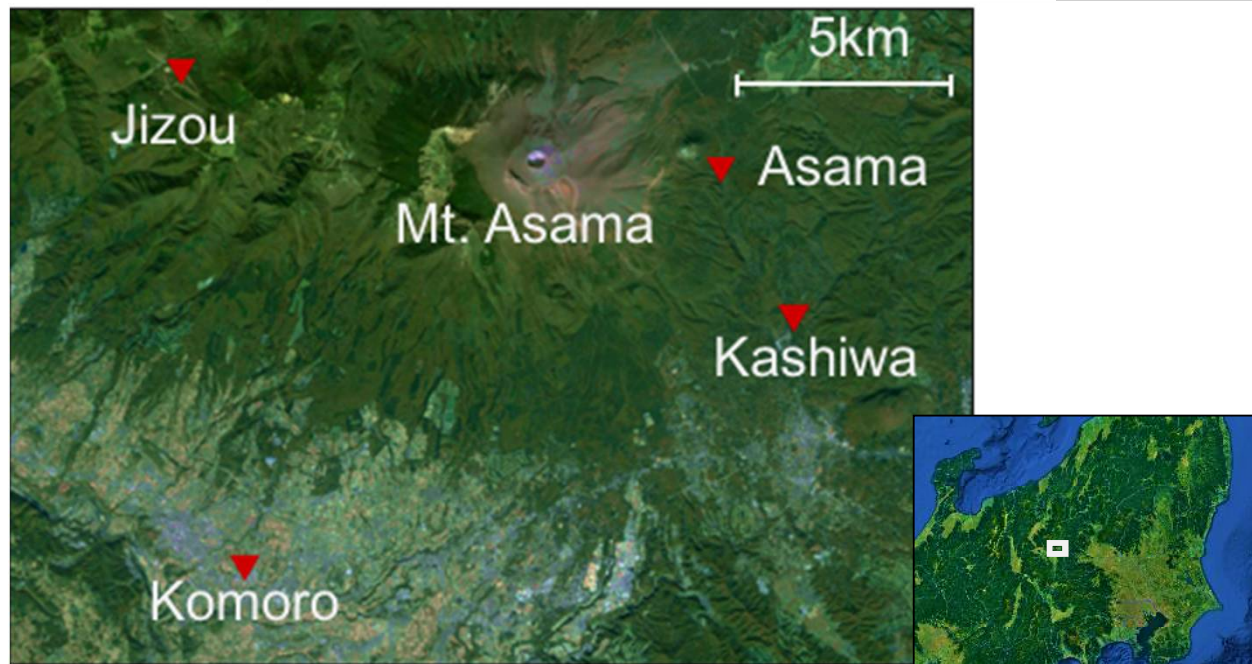
	人工由来	自然由来
ノイズ (時間変化あり)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 自動車</li><li>• 人通り</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 脈動</li><li>• 風</li><li>• 温度</li></ul>
感度 (時間変化なし)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地震計の設置の仕方</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地盤特性 浅:コンクリ?岩? 深:火山灰堆積物?</li></ul>

観測に係る一連のプロセスを体験・習得する



# Method & Stations

場所	長野県北佐久郡軽井沢町浅間山周辺
期間	2016/7/29~2016/7/31
機器	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 地震計;固有周期1s</li><li>■ データロガー;200Hz サンプリング</li><li>■ ダイナミックレンジ;24bit</li><li>■ 輪状の型に石膏を流し込み, 地震計を土台に固定</li><li>■ 上下, 東西, 南北 3 成分測定</li><li>■ 位置, 時間情報はGPSデータを使用</li></ul>



Google earth (以下空中写真は全て Google earth を使用)



石膏で固定した地震計

# Observation Information

- 地震計の設置は観測を行う方位の正確性や、地震計の保護に注意を払った

## 方位

- 方位磁針で北の方向を確認し、それに合わせて地震計の向きを合わせた
- 地震計についていた水準器で水平に設置した

## 保護

- 水滴や塵などを防ぐため地震計とコードの間にビニールテープを巻いた
- データロガーを湿気から防ぐため、シリカゲルを用いた
- 地震計以外は全てボックスの中に入れ、ブルーシートを被せ保護した



ブルーシートを被せた観測ボックス

# Station's information

## Kashiwa 観測点



かしわ荘の航空写真



Kashiwa 観測点



かしわ荘の地上写真

- 道路-観測点距離：40m程度
- かしわ荘横の狭いスペースで実施
- 特に日中は車通りが多い
- 貯水タンク土台コンクリ上に設置
- タンクの稼働状況は不明
- 石膏による固定が弱かった
- 旅館の方の許可を頂き観測を実施

# Station's information

## Komoro 観測点



小諸観測所の航空写真



Komoro 観測所



小諸観測所の地上写真

- 道路-観測点距離：50m程度
- 小諸観測所の庭(?)で実施
- 周囲は住宅地, 人間活動の影響大?
- 車道と駐車場に挟まれている
- 車通りは少なめな印象
- パラボラアンテナ土台コンクリ上に設置
- 回収時に標識が飛んでおり強風の可能性

# Station's information

## Asama 観測点



浅間観測所の航空写真



浅間観測所の地上写真



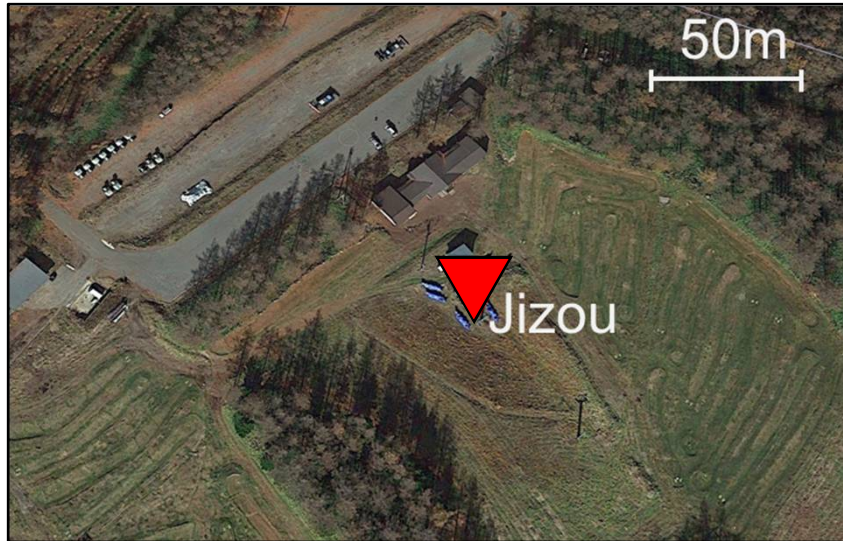
Asama 観測点

- 道路-観測点距離：50m程度
- 浅間観測所の駐車場で実施
- 車道は広く、車通りが多め
- コンクリ上に設置
- 石膏による固定が強め



# Station's information

## Jizou 観測点



地蔵峠の航空写真



Jizou 観測点



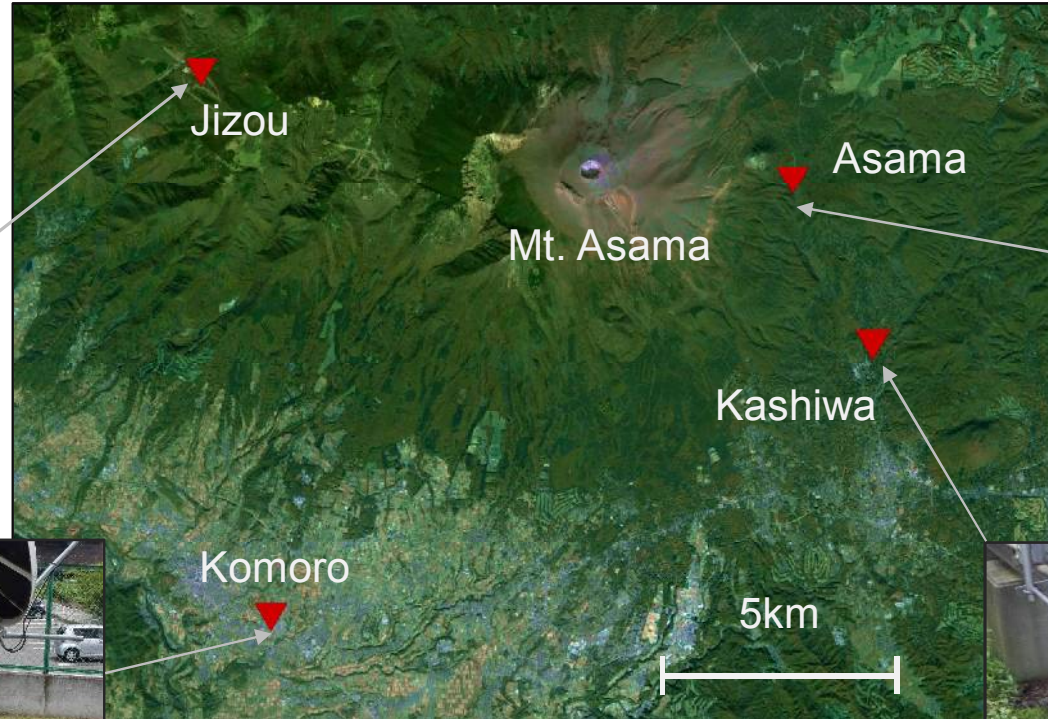
地蔵峠の地上写真

- 道路-観測点距離：50m程度
- 地蔵峠のスキー場で実施
- 車道がなく、人も少ないため静か
- スキー施設のリフト土台鉄柱下に設置
- 近くでゲートボールをする集団が存在
- 管理人が芝刈りをしていた
- 管理人の許可を頂き観測を実施

# Station's information

- スキー施設のリフト土台鉄柱下に設置
- 人通り・交通量が極少, 芝を刈る管理人
- 近くでゲートボールをする集団が存在

- コンクリ上に設置
- 道路に隣接
- 石膏による固定が強め



- パラボラアンテナ土台コンクリ上に設置
- 周囲は住宅地, 人通り・交通量が少なめ
- 回収時に標識が飛んでおり, 強風の可能性

- 貯水タンク土台コンクリ上に設置
- 旅館横, 道路に隣接
- タンクの稼働状況は不明
- 石膏による固定が弱め

設置環境の要因が波形に与える影響



# Data of continuous waveform

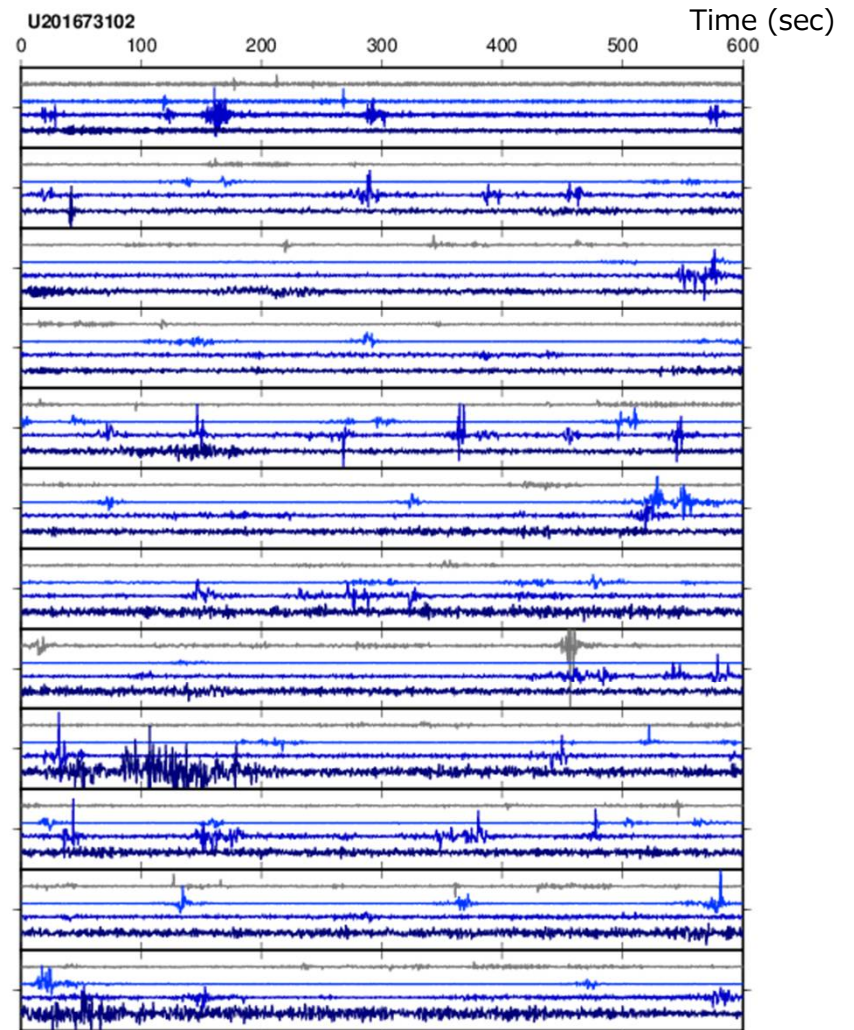
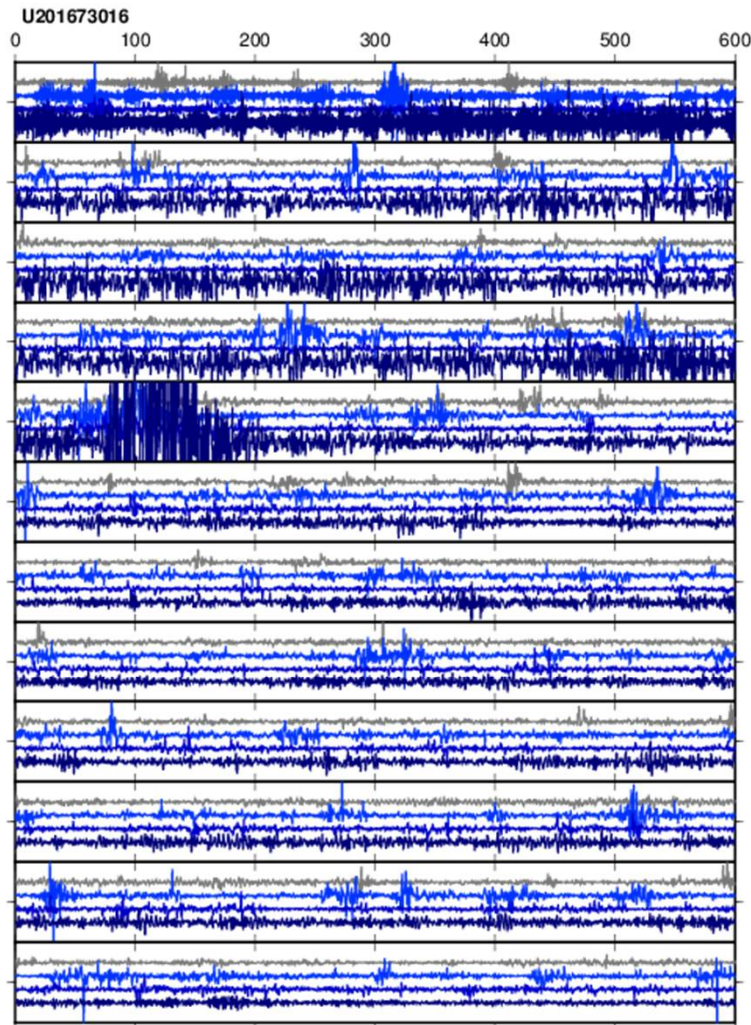
- いずれの観測点でも地面の揺れが確認でき, 時間帯によって波形の様子が異なる
- 必ずしも全ての観測点で同時にパルスが観測されているわけではない

連続波形記録(上下動成分)

Daytime(16:00~18:00, 30<sup>th</sup> July)

Midnight(2:00~4:00, 31<sup>st</sup> July)

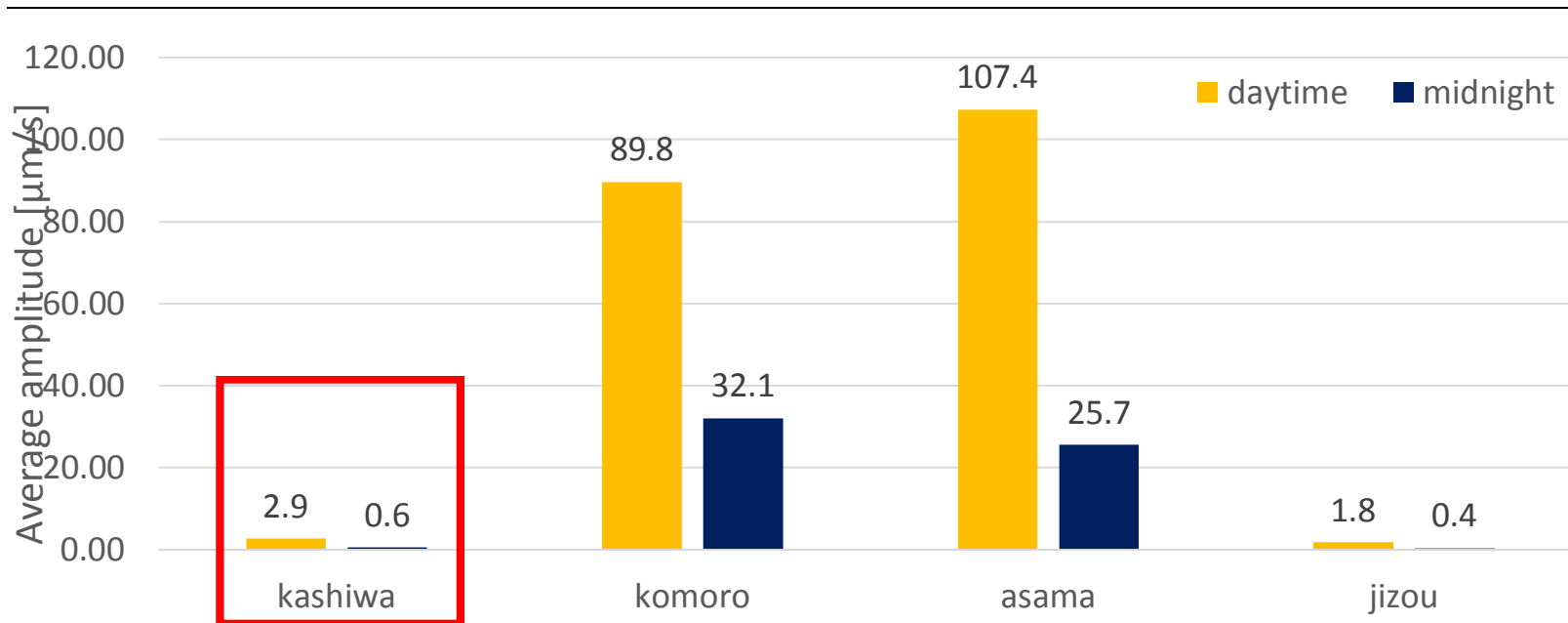
Kashiwa  
Komoro  
Asama  
Jizou



# Data of continuous waveform

- いずれの観測点でも深夜より日中~夕方の方がノイズレベルが大きく、これは自動車を含む人間活動が主原因だと考えられる
- 人間活動が盛んな Kashiwa 観測点で振幅が小さいのは、石膏の固定が不十分であったことや、地震計・データロガーの不調等が原因だと考えられる。

各観測点の平均振幅



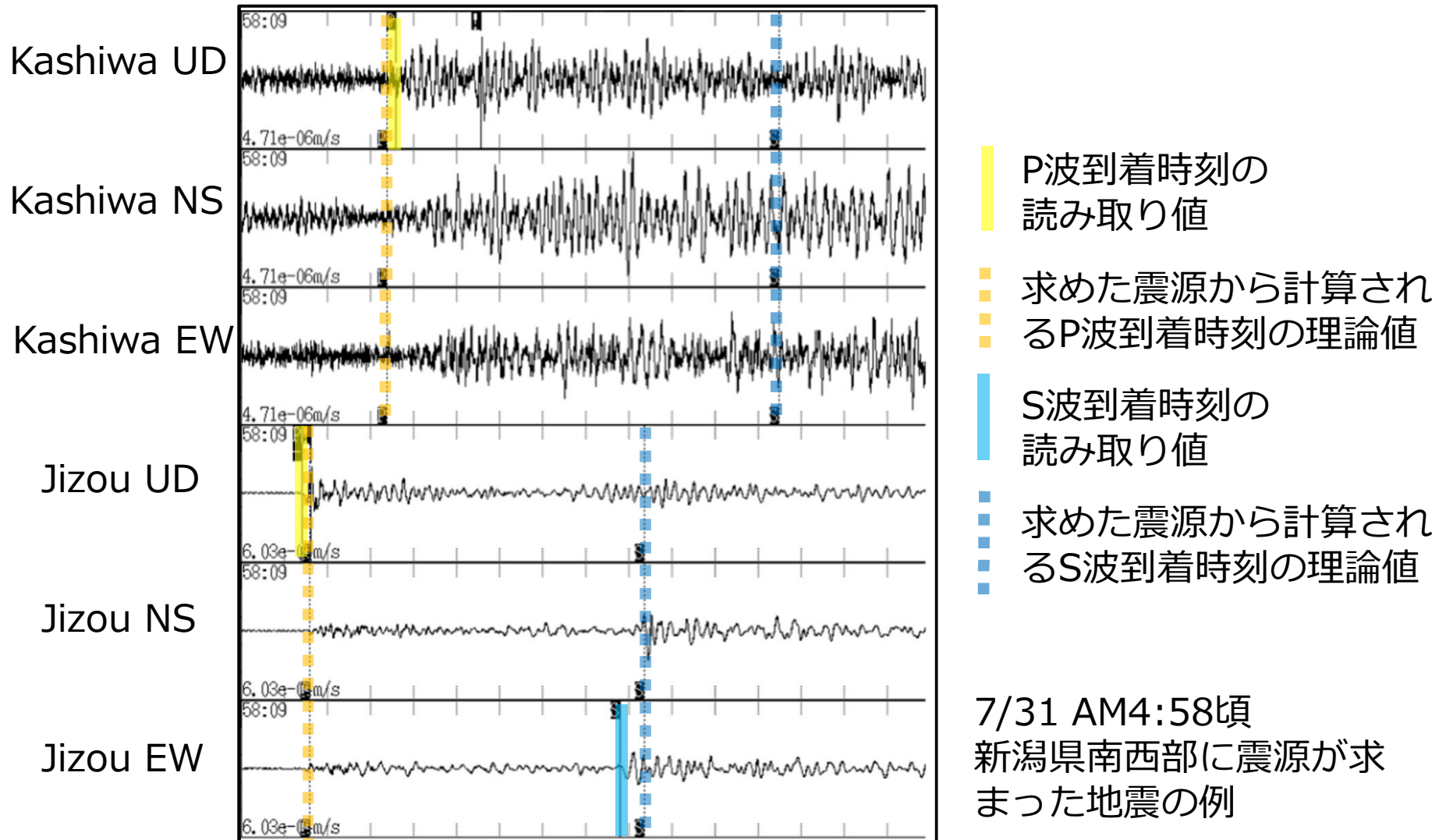
μm/s	Daytime(17:00~18:00)	Midnight(1:00~2:00)
kashiwa	2.85	0.63
komoro	89.77	32.13
asama	107.41	25.66
jizou	1.85	0.42

観測データから地震を検出・震源決定



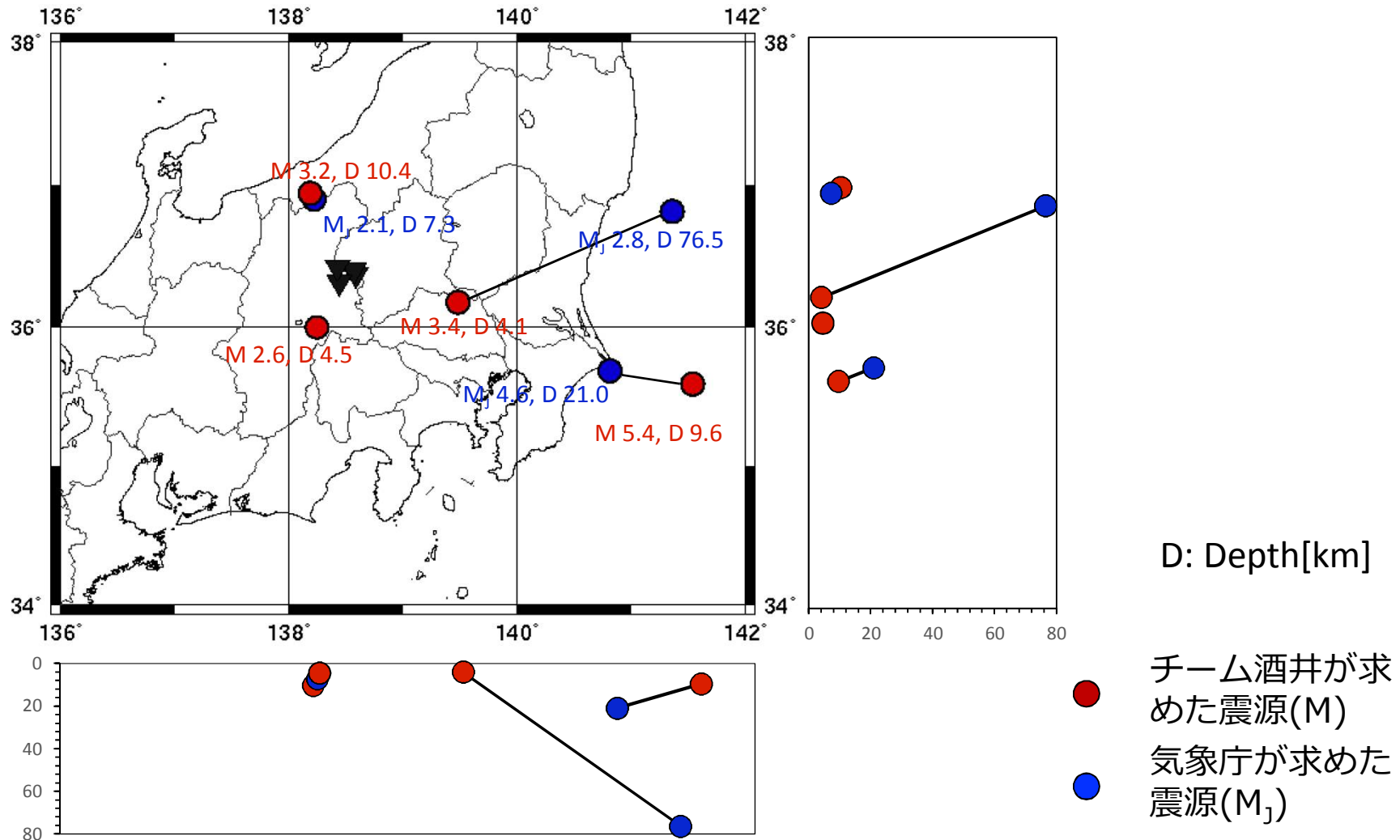
# Process

- 自動車等のノイズが大きい時間帯では地震の自動検出が困難だったため、4観測点の連続波形記録を並べたものを見て、同時刻に大きな振動があったものを地震候補として切り出した
- Hi-netの観測点(N.SAKH：佐久)の波形データも参考に利用し、地震かどうかを判定した
- 波形の上下動成分からP波を、水平動成分からS波を読み取った



# Result

- 気象庁一元化カタログと本観測で検出・決定した地震の震源を比較すると, 方位は整合的であったが, 距離, 深さは一致しないものもあった
- 気象庁一元化カタログにない地震を1つ検出した
- 本観測期間中に浅間山での自然地震は1個も検知できなかった





# Conclusions & Discussions

浅間山周辺で約2日間地震計を設置し観測を実施した

- **設置環境が観測波形に与える影響を学ぶ**
  - 地震計の設置環境が波形に与える影響のうち、人工由来のノイズが波形に与える影響を確認できた
  - ✓ **波形記録は人間活動の影響を受けるため、地震計の設置環境は地下深くや人里離れた場所が適していると考えられる**

設置環境が波形に与える影響の分類

	人工由来	自然由来
ノイズ (時間変化あり)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 自動車</li><li>• 人通り</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 脈動</li><li>• 風</li><li>• 温度</li></ul>
感度 (時間変化なし)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地震計の設置の仕方</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 地盤特性 浅:コンクリ?岩? 深:火山灰堆積物?</li></ul>

# Conclusions & Discussions

---

- **観測データから自然地震を検出し, その震源を決定する**
  - 気象庁一元化カタログと本観測で検出・決定した地震の震源を比較すると, 方位は整合的であったが, 距離, 深さは一致しないものもあった
  - ✓ **震源決定で気象庁が決めた震源と距離が一致しない原因**
    - ① P波あるいはS波の判別が困難で, P-S波到着時間差の誤差が大きい
    - ② 観測点が少なく, P波・S波の情報が少ない
  - ✓ **震源決定において観測点からの距離精度向上の方針**
    - ① ノイズレベルの低い環境に地震計を設置
    - ② 地震観測点の数を増やす

# Afterword

P波, S波やノイズの見分けがわかりづらく, 勘弁してって思った(河本)  
蜂が怖いし観測はもういいですって思った(奥田)

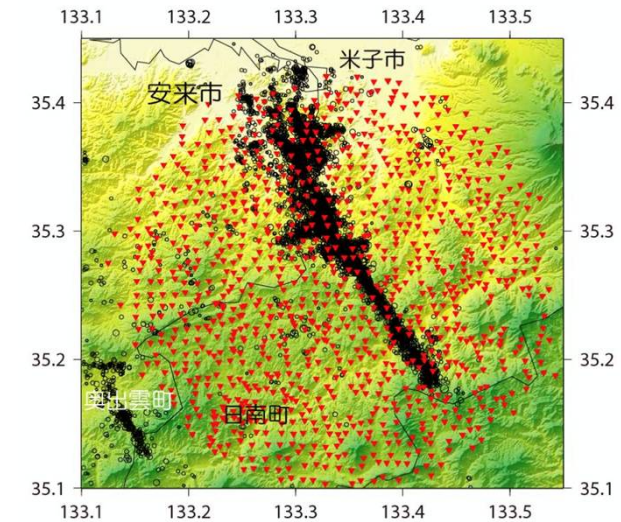
## 解析側の要望

- ノイズレベルの低い環境に地震計を設置しろ
- 地震計の数を増やせ

## 観測側の現実

- 置く場所を考える, 下見する
- 地域の住民の理解・協力を得る
- 観測人員を確保する
- 費用がかかる
- 観測機器を設置する労力・時間
- 動物, 虫, 地形等で設置が大変な観測点もある

0.1満点計画



	本観測	0.1満点計画
観測点	4点	1,000点
費用(観測機器)	600万円程度	1億円程度
観測人数	3人	10人以上
観測時間	1日	1年