



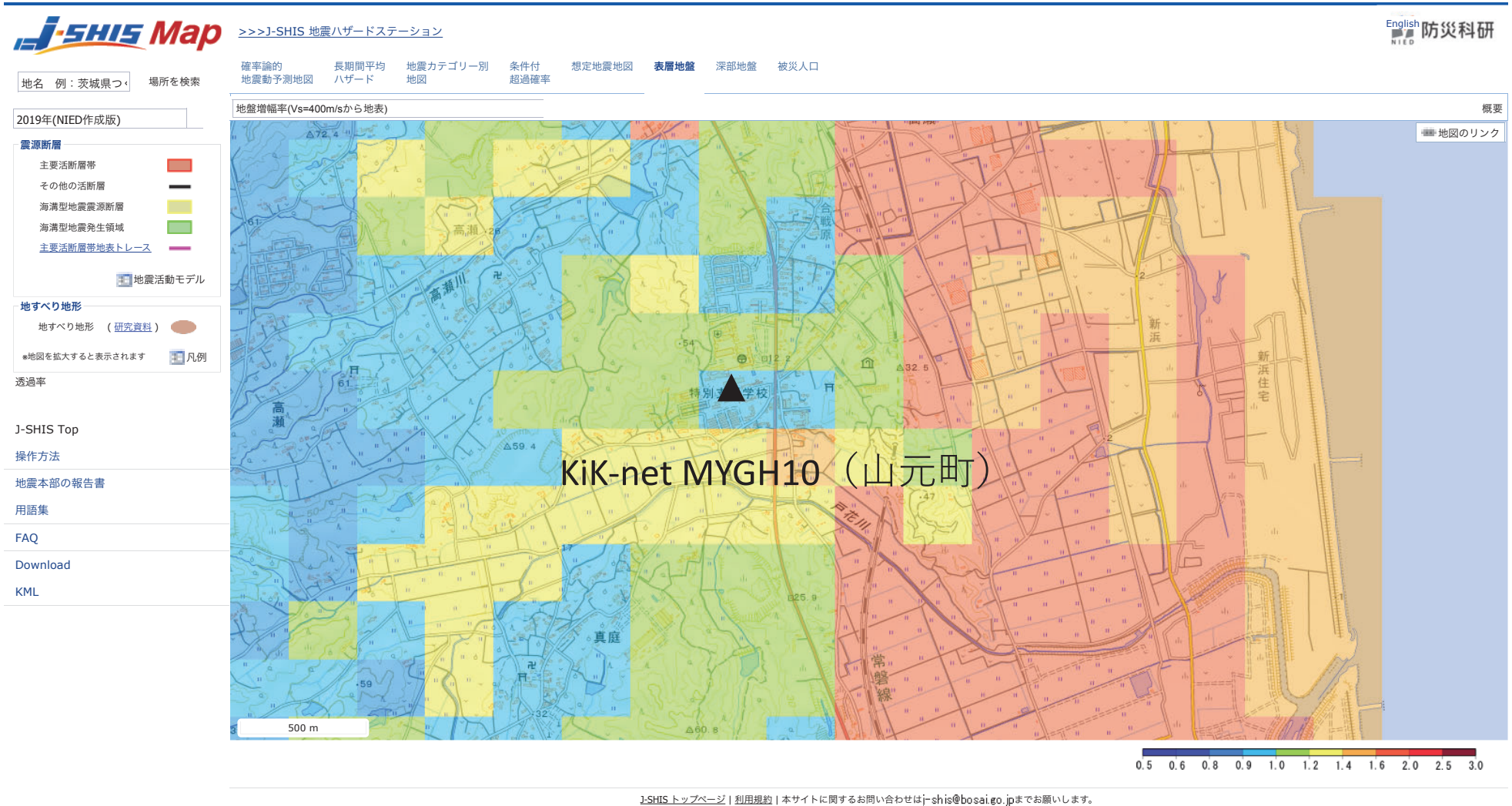
2021年2月13日福島沖の地震(M7.3)で、最大加速度1432cm/s/s、計測震度6.4相当を記録したKiK-net MYGH10（宮城県山元）の地盤震動特性について

京都大学防災研究所

謝辞

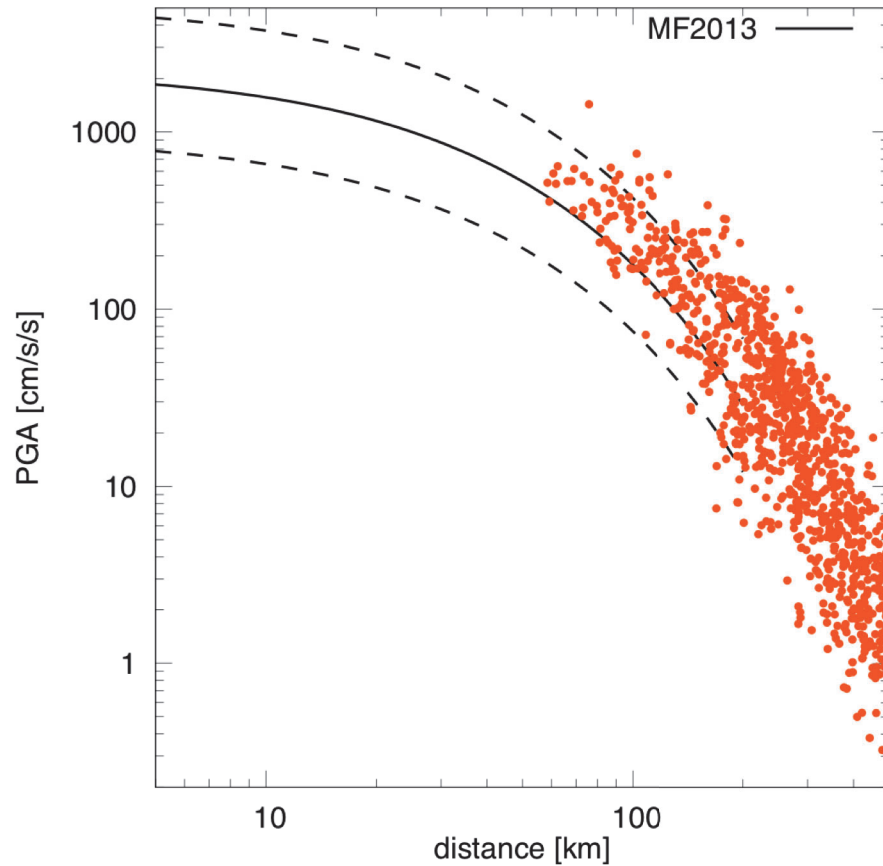
（国研）防災科学技術研究所KiK-netのデータ <https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004> を利用した。MYGH10のスペクトルインバージョンによるMYGH10のサイト増幅特性（仲野・他，2019）は、仲野健一博士より提供いただいた。記して感謝します。

# J-SHISの微地形区分マップでは <https://www.j-shis.bosai.go.jp/>

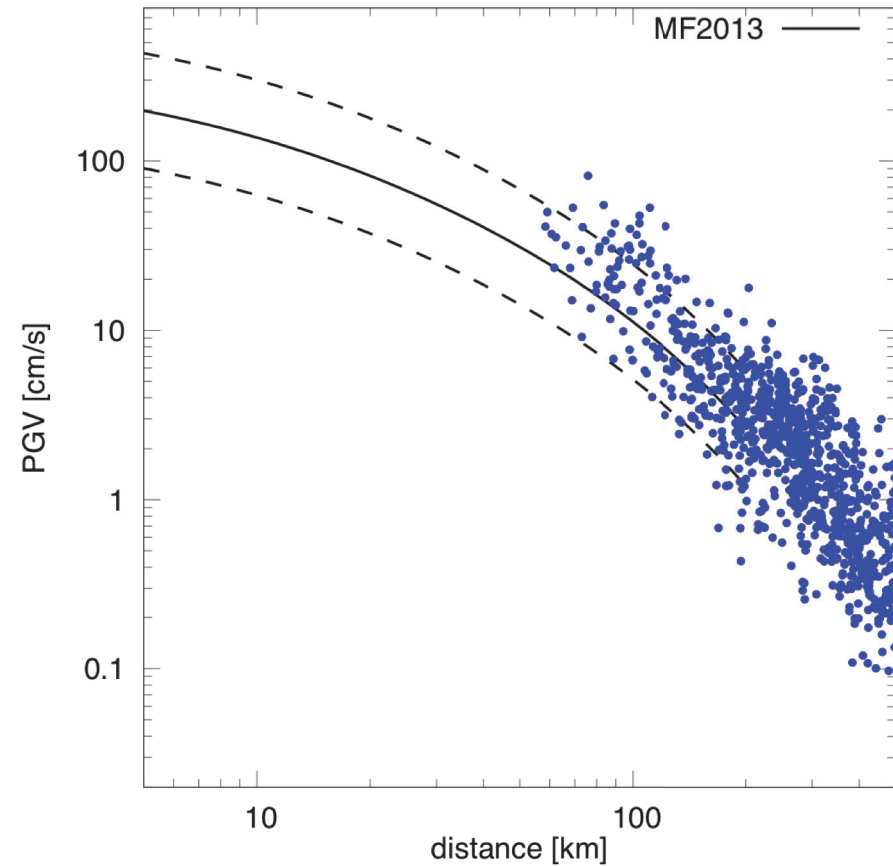


微地形区分は砂礫質台地 (Vs30 = 423m/s)  
Vs350m/s層に対する地盤増幅率0.90

Morikawa and Fujiwara, (2013)のGMPE( $V_s30=350\text{m/s}$ ,  $D1400=200\text{m}$ )との比較



最大加速度（水平2成分ベクトル合成）の距離減衰

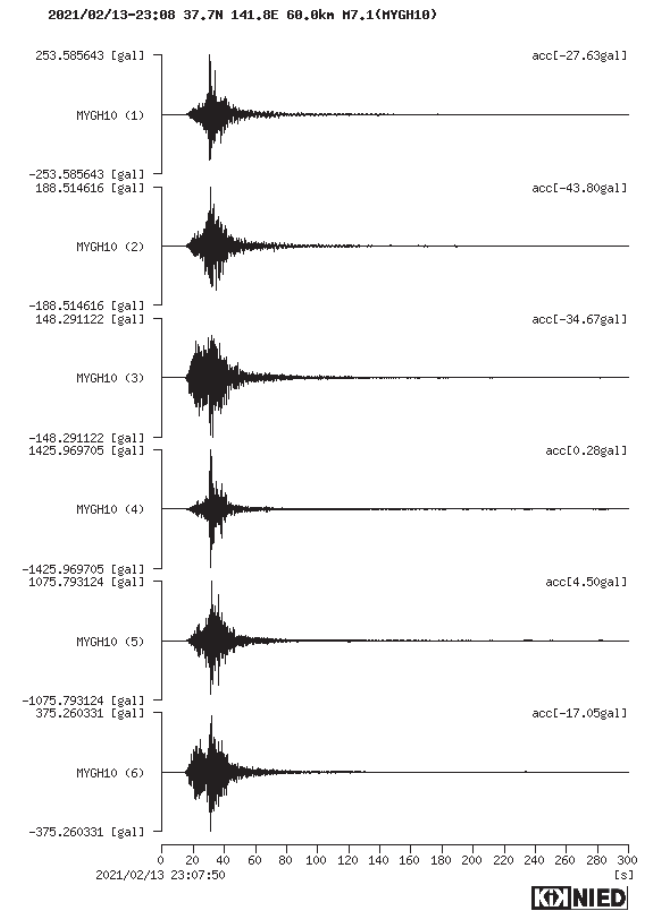


最大速度（水平2成分ベクトル合成）の距離減衰

2021年2月13日に発生した福島県沖の地震について（京大防災研地震災害研究部門耐震基礎研究分野HPより引用）

<http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20210213/report.html>

# 山元町 防災科研 強震観測所 (MYGH10 山元)



- 公開されている強震観測記録で最も大きい1426galを記録
- 50cm程度の盛土上に観測小屋が設置されている

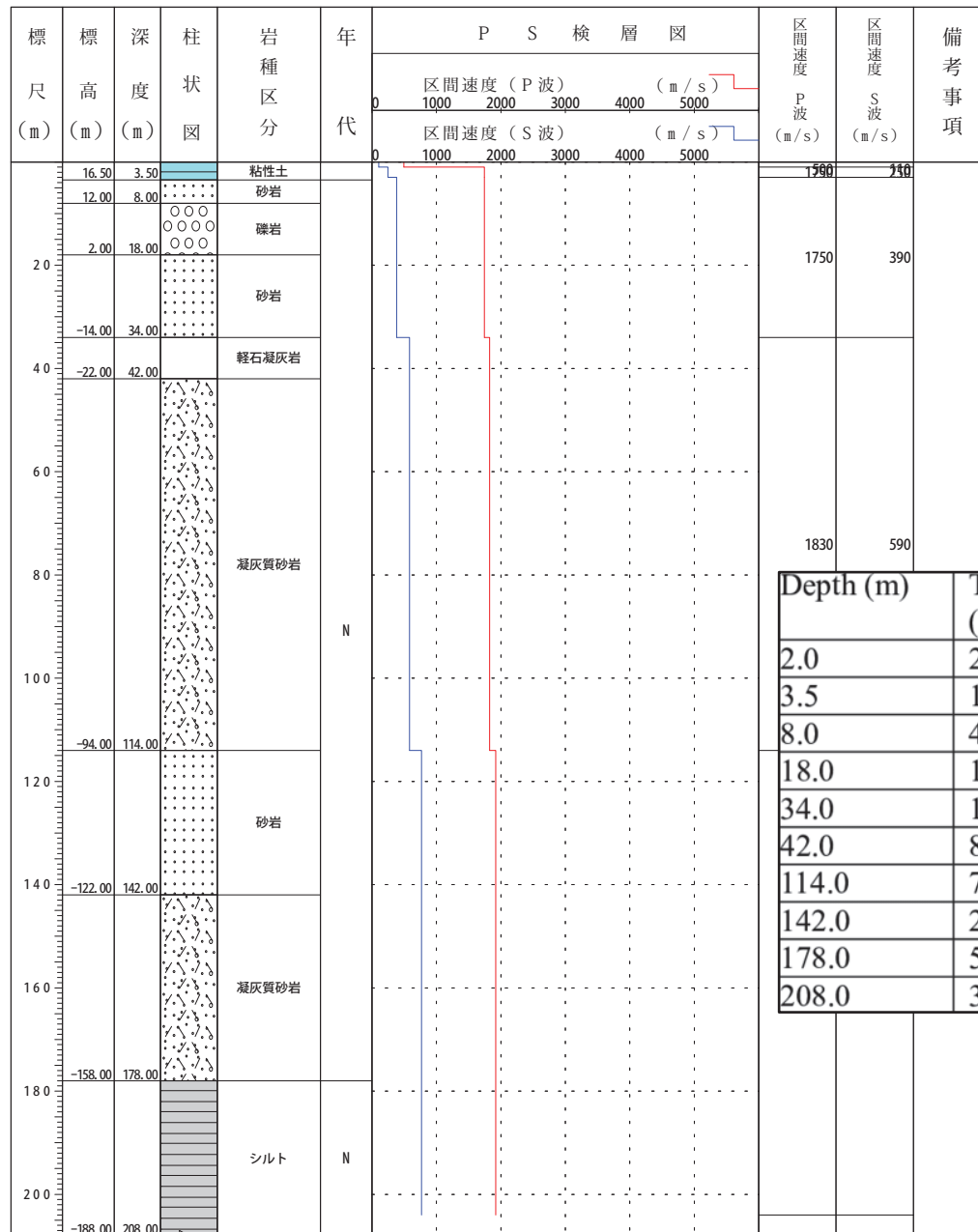
土木学会地震被害調査小委員会「2021年2月13日 福島・宮城で発生した地震」清田・志賀（東大生産研）の資料より  
<https://committees.jsce.or.jp/ec205/node/44>

ボーリング柱状図(暫定版)

観測点名： 山元(やまもと)  
 所在地： 宮城県亶理郡山元町高瀬字合戦原100-1  
 緯度： 37° 56' 17.0"  
 孔口標高： +20m

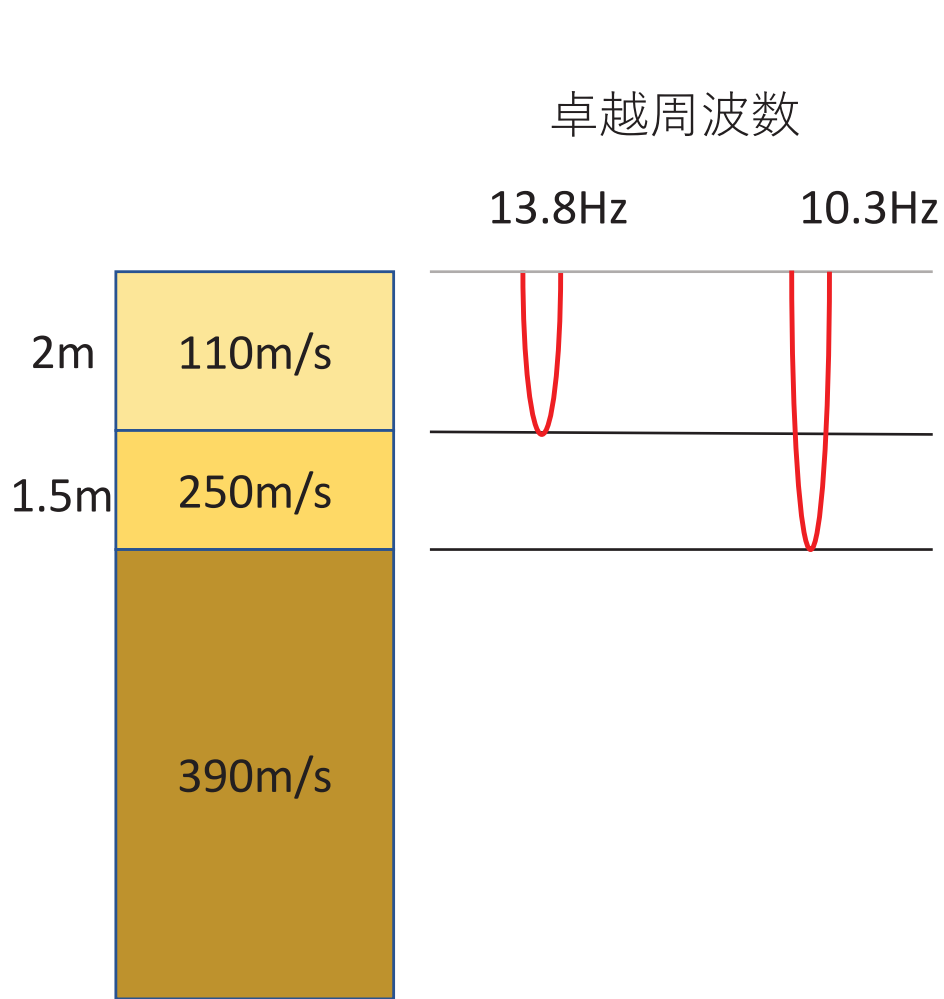
観測点コード： MYGH10  
 経度： 140° 53' 45.0"  
 総掘進長： 208.00m

KiK-netサイトで公開されている、  
 ボーリング柱状図

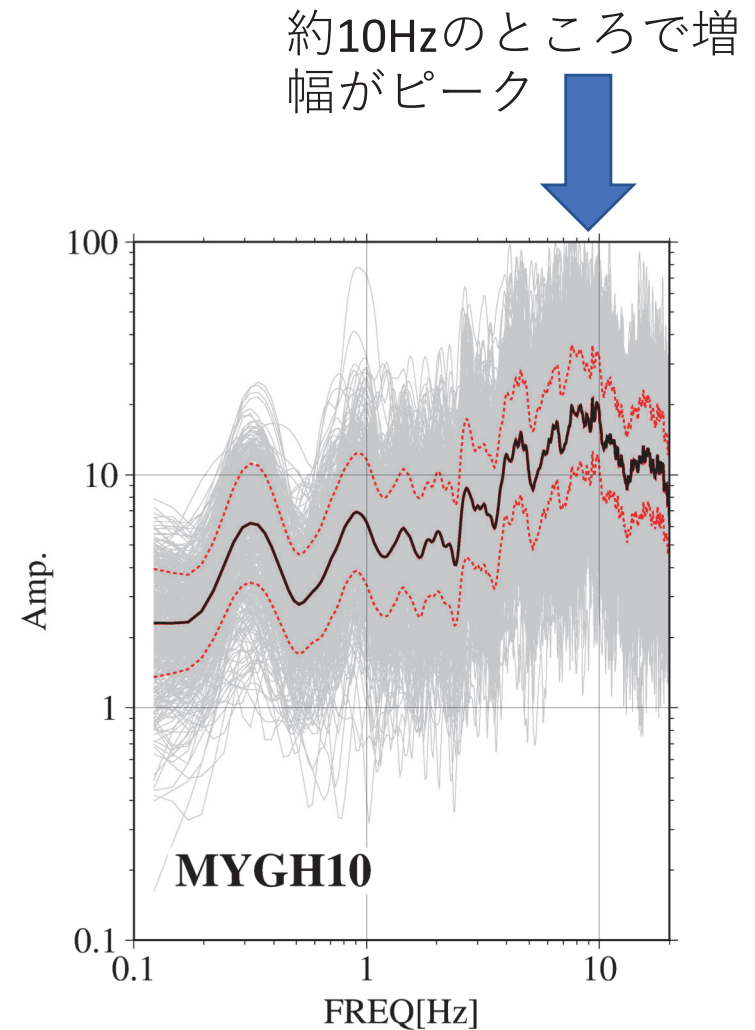


Depth (m)	Thickness (m)	Type of soil/rock	$V_p$ (m/s)	$V_s$ (m/s)
2.0	2.0	Clay	500	110
3.5	1.5	Clay	1750	250
8.0	4.5	Sandstone	1750	390
18.0	10.0	Conglomerate	1750	390
34.0	16.0	Sandstone	1750	390
42.0	8.0	Pumiceous tuff	1830	590
114.0	72.0	Tuffaceous Sandstone	1830	590
142.0	28.0	Sandstone	1920	770
178.0	56.0	Tuffaceous sandstone	1920	770
208.0	30.0	Silt	1920	770

検層結果からはVs30=326m/s  
 →Vs350m/sに対する増幅率は1.09



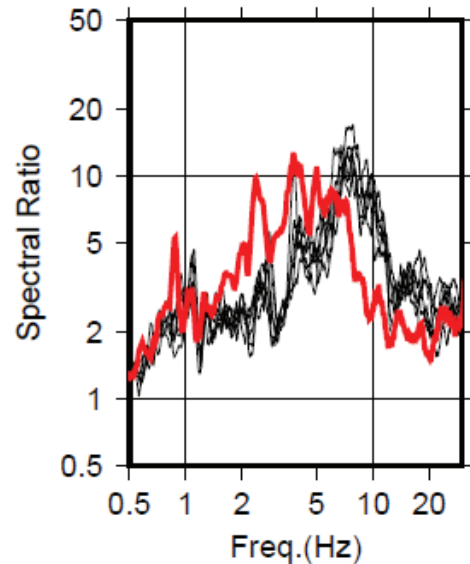
ボーリング情報に基づく1/4波長から見積もられる表層地盤での卓越周波数



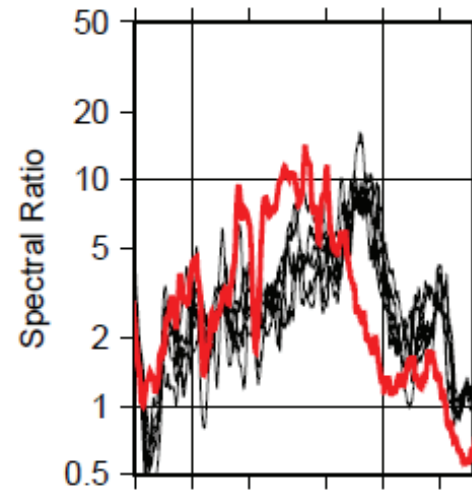
スペクトル・インバージョンによるMYGH10地表サイトの弱震動に対する地盤増幅特性（仲野・他，2019）

# MYGH10の弱震時と強震時の震動特性の違い

## MYGH10 Surface/Bottom



## MYGH10 (H/V)Surface



S波部分以降の振幅スペクトルH/V比  
赤：本震（強震）  
黒：余震（弱震）  
地表はピーク周波数が低周波数側へ移動。地中は強震・弱震で似ている。

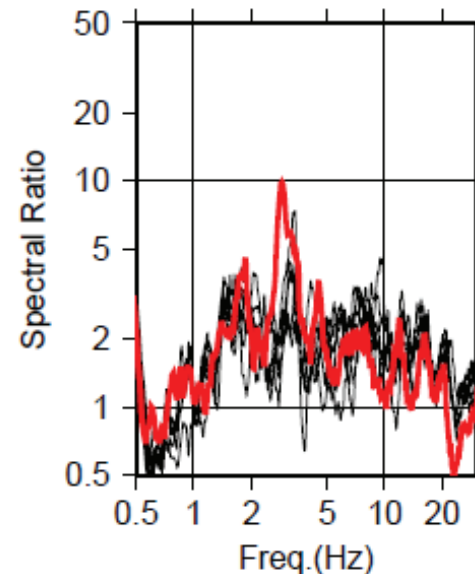
S波部分以降の水平振幅スペクトルの地表／地中比

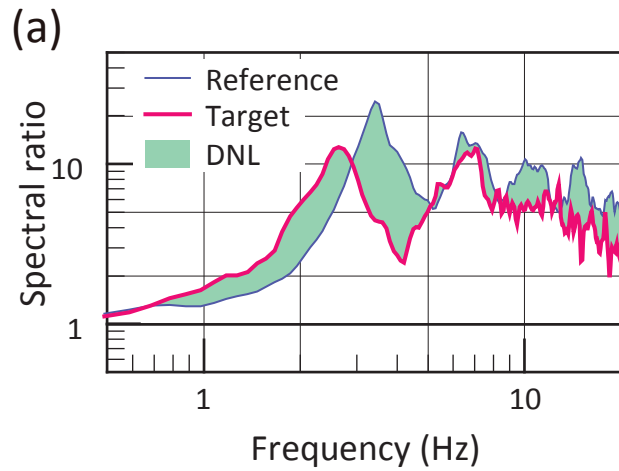
赤：本震（強震）

黒：余震（弱震:地表PGA100cm/s/s以下）

→ピーク周波数が低周波数側へ移動

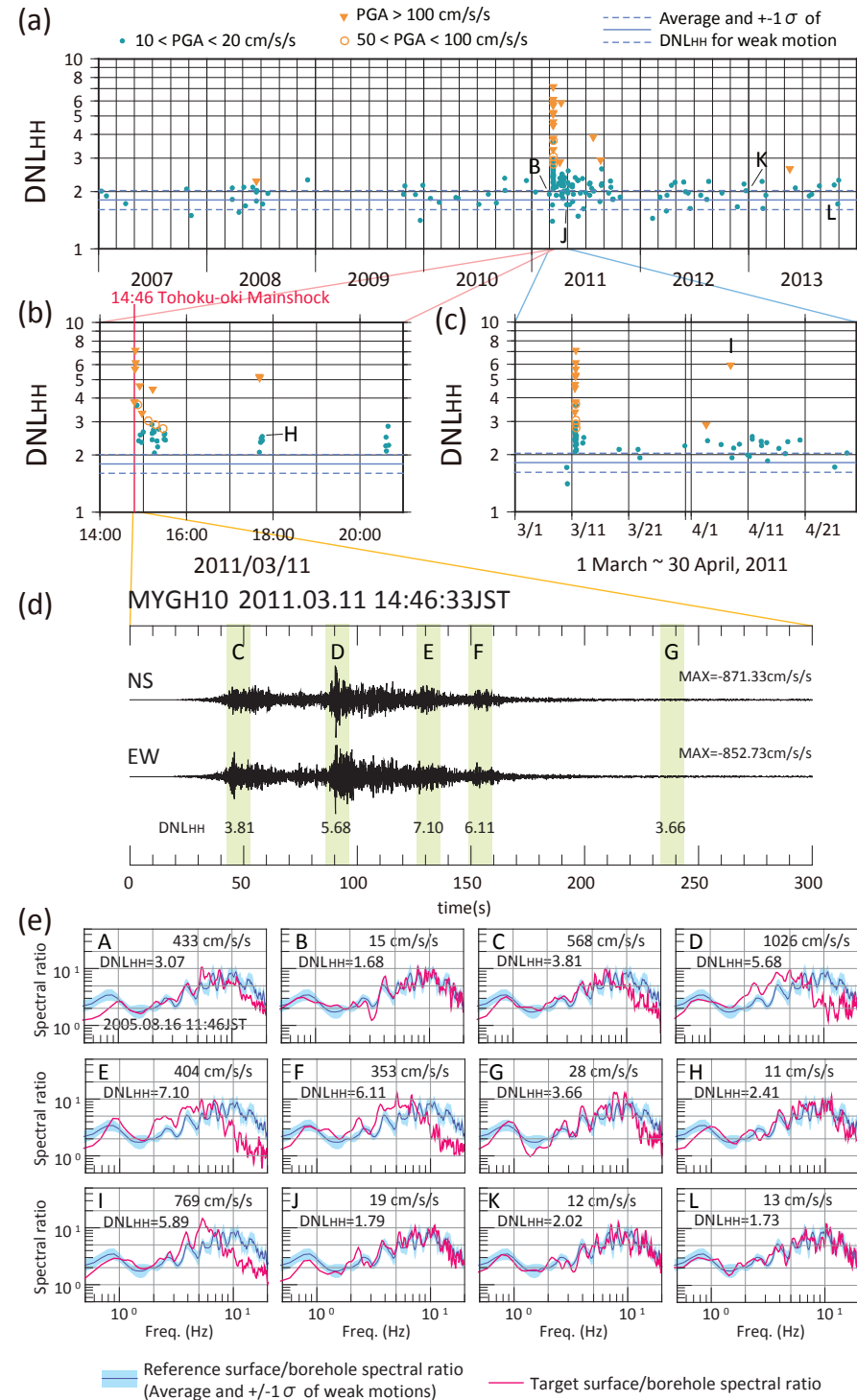
## MYGH10 (H/V)Bottom





$$DNL = \sum \left| \log \left( \frac{R_{Target}(f)}{R_{Reference}(f)} \right) \right| \Delta f$$

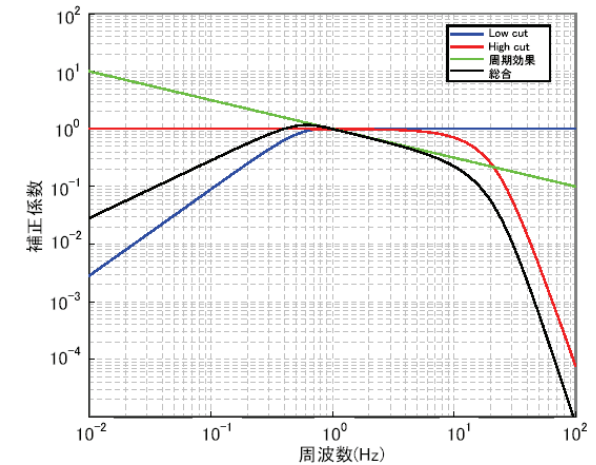
(上) : 野口・笹谷 (2011) による DNL (Degree of Non-Linearity 地盤の非線形応答による弱震動時のそれとの差を表現) の定義. スペクトル比は, H/Vあるいは $H_S/H_B$   
 (右) : 2011年東北地震を含む MYGH10の $DNL_{HH}$ (地表・地中観測の比) の時間変化. 強震時にDNL値が大きくなるが, しばらくするともとのレベルに戻る (野口・他, 2016)





## まとめ

- ・ 2021年2月13日福島沖の地震(M7.3)で、最大加速度1432cm/s/s, 計測震度6.4相当を記録したKiK-net MYGH10 (宮城県山元) は、強震時に地表近くの地層が非線形応答し、弱震時に比べて卓越周波数が低周波数側に移動していた。
- ・ 弱震時の卓越周波数は10Hz程度のもの (e.g. 仲野・他(2019)) が、強震時には5Hz以下となっていたことがわかる。
- ・ この地点の震動特性の特徴は、野口・他(2016)で報告されている。強震時に非線形応答した地盤特性はしばらくするとほぼ元に戻っているようだ。



気象庁：震度の算出方法

[https://www.data.jma.go.jp/svd/egev/data/kyoshin/kaisetsu/calc\\_sindo.htm](https://www.data.jma.go.jp/svd/egev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm)

## 引用文献

- ・ Morikawa and Fujiwara: A new ground motion prediction equation for Japan applicable up to M9 Mega-earthquake, JDR, 8(5), 878-888, 2013.
- ・ 仲野健一・川瀬 博・松島信一(2019), 1988年から2016年までに観測された強震記録から分離したサイト特性に関する研究, 日本地震工学会論文集, 19-2, 1-24.
- ・ 野口科子・笹谷 努(2011), 2003年宮城県沖スラブ内地震における表層地盤の非線形応答とその強震動への影響, 地震, 第2輯, 63, 165-187.
- ・ 野口科子・佐藤浩章・笹谷 努(2016), 東北地方太平洋沖地震時の非線形地盤応答の簡易指標による評価, 日本地震工学会論文集, 16-4, 93-105.