

DAS によって推定された京都府南部で発生する地震の揺れの空間分布

京都大学防災研究所は東北大学及び九州大学と協力し、2021 年 8 月から 9 月にかけて、京都府南部の地震活動域付近を通る国道 9 号沿いの光ファイバ通信ケーブルを、分布型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing; DAS）の技術を用いて測定していた。京都駅から延びる長さ約 50 km の区間に対し、5 m 毎に 40 m 長の歪み変化を、500 Hz という高サンプリングで測定を行い、9788 か所もの地点における振動分布を連続的に捉えた。観測期間中には、2022 年 3 月末からの一連の地震活動や 5 月 2 日 M4.4 地震付近で発生した微小地震も観測されていた（図 1）。震度分布（図 2）や地震計による地震観測からだけでは得られない詳細な地震動の分布である（図 3, 4）。それらの微小地震について、規模を除けば震源位置やメカニズムが、今回活動している一連の地震のものと似ていると仮定すると、測線上の揺れの分布パターンも同様であると考えられる。従って、今回の一連の地震活動だけに留まらず、今後の地震動の詳細な分布推定に極めて有効である。

5 月 2 日の M4.4 地震で最大震度 4 を観測した亀岡市安町（図 2）では、M1.1 と M0.9 の地震の DAS 記録においても S 波の比較的大きな振幅が観測されている（図 3, 4 の ch.5000 付近）。しかし、それより北側（ch 番号が大きい方）の領域における振幅の方が P 波、S 波共に大きい、堆積層の影響が考えられる。園部付近（ch.7000—8000）は特に S 波振幅が大きい、これは国道が大井川（桂川上流）沿いを通っている部分にも相当する。一方、山地やその付近を通る光ケーブル沿いの振幅値は小さい。また放射パターンとして、メカニズム解に起因すると考えられる P 波、S 波の振幅比の違いが見られる。

光ケーブルと地表とのカップリングは場所によって異なり、観測記録にはその影響が含まれていると考えられる。それを補正した S 波のサイト増幅率の分布を、J-SHIS と比較して図 5 に示す。

参考文献：

- 宮澤理稔、江本賢太郎、中原恒、辻健 (2022). 光ケーブルを利用した京都国道 9 号沿いにおける超高密度地震観測, JpGU2022, STT38-P03.
- 熊木健人、中原恒、江本賢太郎、宮澤理稔、辻健 (2022). 分散型音響計測（DAS）による国道 9 号線沿いのサイト増幅特性の稠密な空間分布の推定, JpGU2022, SSS10-P16.

謝辞：

光ファイバ通信ケーブルは、京都大学防災研究所と近畿地方整備局京都国道事務所との覚書に基づき、京都国道事務所より借用しました。

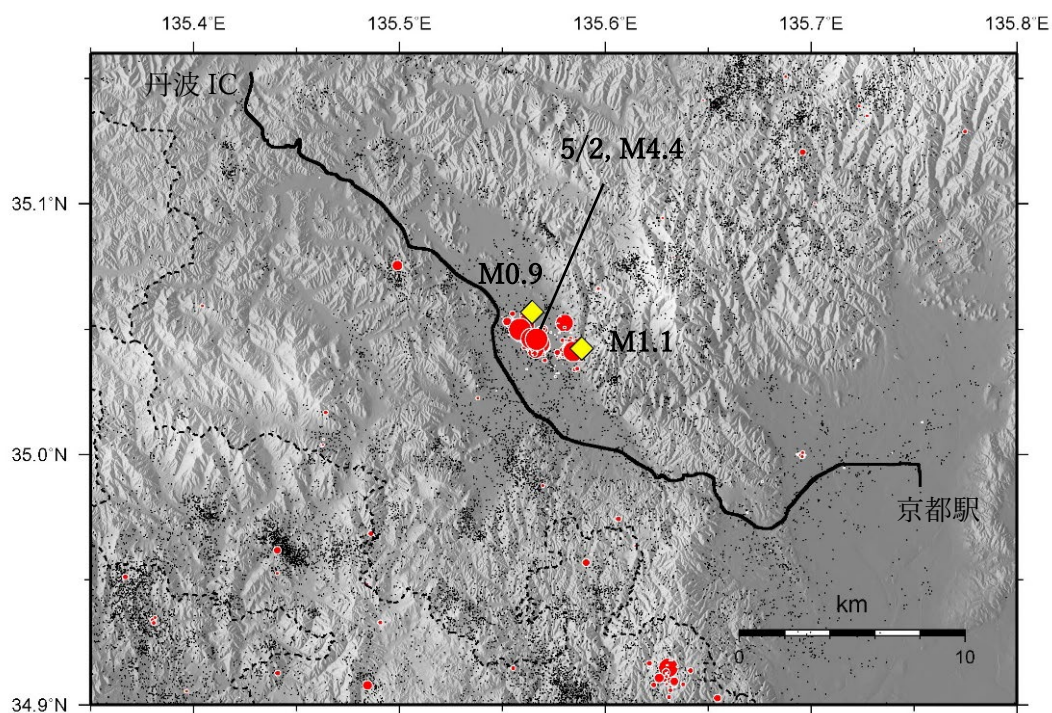


図 1. 測定に用いた京都駅から北西方向に伸びる国道 9 号沿いの光ケーブルと震央分布図。気象庁一元化震源記録を利用。黒点は気象庁一元化震源(1997.10.01—2022.03.30; $M \geq 0.5$, $\text{depth} \leq 30\text{km}$)、赤丸は 3 月末以降の活動(2022.03.31—2022.06.05; $M \geq 0.5$, $\text{depth} \leq 30\text{ km}$)、黄菱形は M1.1 (2021.9.18) (図 3) と M0.9 (2021.9.15) (図 4)。

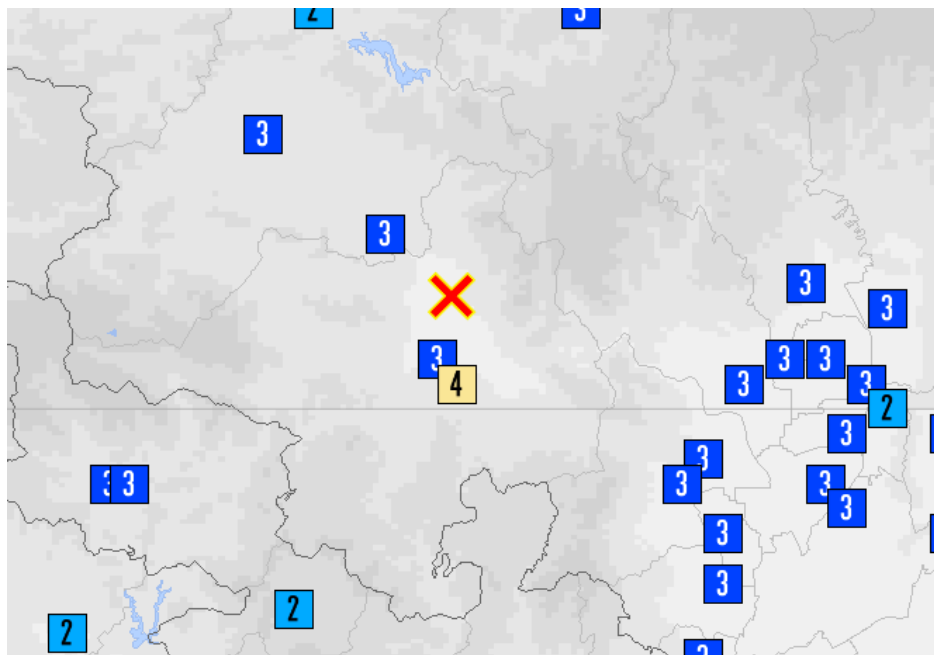


図 2. 図 1 とほぼ同じ範囲の 5 月 2 日 M4.4 地震による震度分布図。気象庁震度データベースより(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/#2022050222103>)

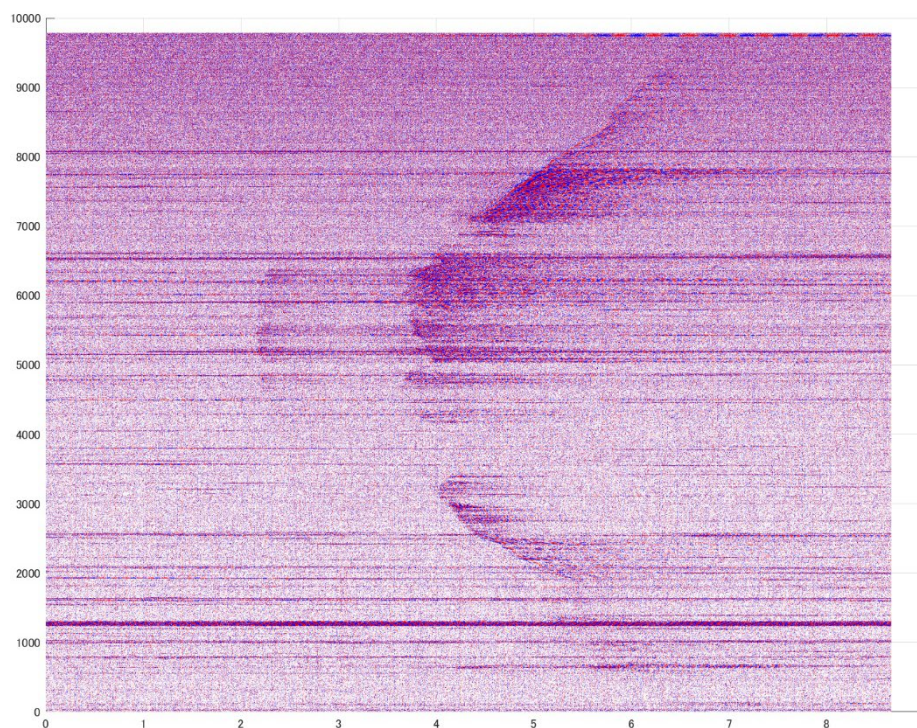


図 3 . M1.1 地震の記録。深さ 11.3km。横軸は震源時刻（2021 年 09 月 18 日 23:23:49.94）からの時間(秒)、縦軸はチャネル番号。Ch.1 は京都駅前の京都国情事務所、最も遠い ch.9788 は北西方向の丹波 IC 辺りに相当する。振幅は歪み速度。左凸の形状で、P,S 波の到来が観測されている。横筋は、橋梁、トンネル、車両通過による交通シグナル。

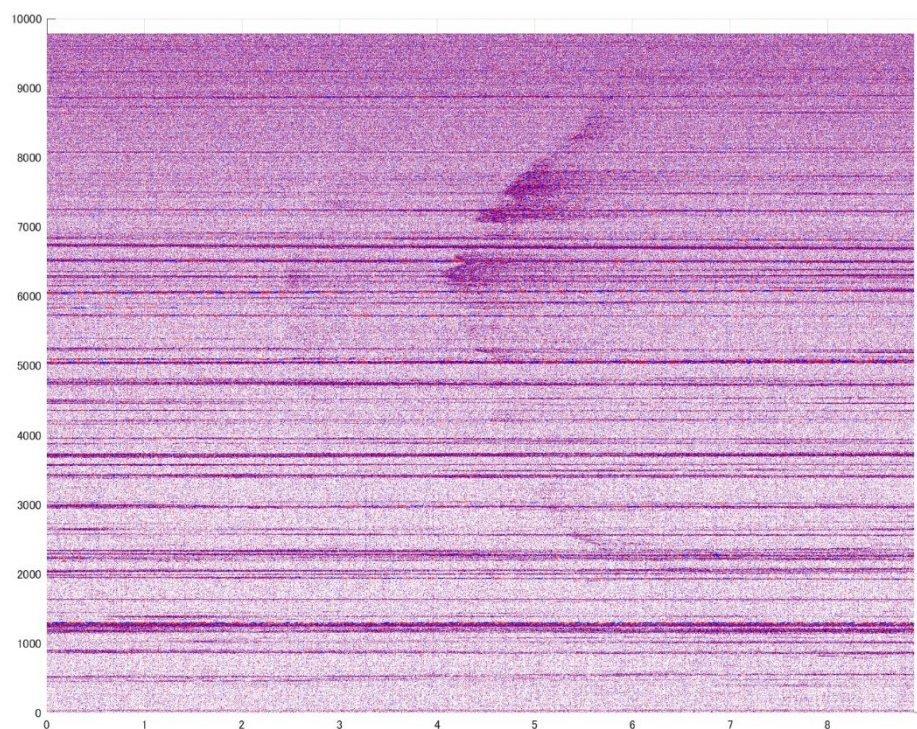


図 4 . M0.9 地震の記録。深さ 13.3km。横軸は震源時刻（2021 年 09 月 15 日 04:49:27.71）からの時間（秒）。縦軸はチャネル番号。

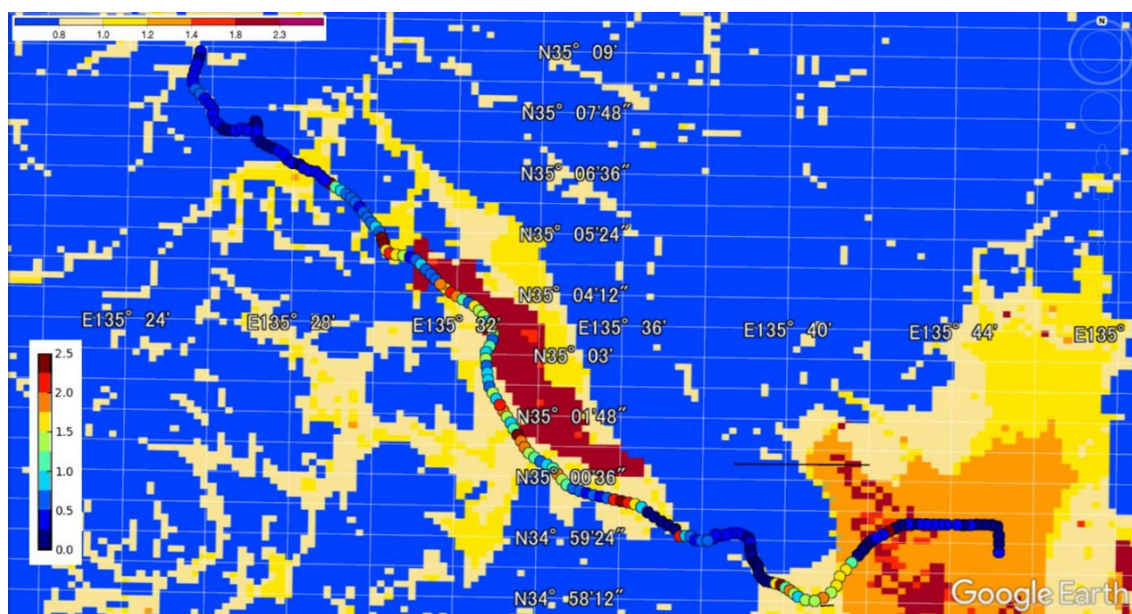


図 5. S 波サイト増幅率（丸印）と J-SHIS 地盤増幅率（S 波速度 400 m/s の工学的基盤から地表までの地盤増幅率）との比較。