

森本・富樫断層帯周辺における臨時強震観測

Temporary Strong Motion Observations around the Morimoto-Togashi Fault Zone

浅野公之・岩田知孝・稲谷昌之⁽¹⁾・田中礼司⁽¹⁾・西村利光⁽¹⁾・赤澤隆士⁽²⁾

Kimiyuki ASANO, Tomotaka IWATA, Masayuki INATANI⁽¹⁾, Reiji TANAKA⁽¹⁾,
Toshimitsu NISHIMURA⁽¹⁾ and Takashi AKAZAWA⁽²⁾

(1) 一般財団法人GRI財団

(2) 元・一般財団法人GRI財団（現所属・株式会社阪神コンサルタンツ）

(1) Geo Research Institute, Japan

(2) Geo Research Institute, Japan (now in Hanshin Consultants Co., Ltd., Japan)

Synopsis

Strong motion observations were temporarily conducted in the Kanazawa Plain, Ishikawa, Japan, from September 2022 to March 2025. Many earthquake records were obtained in good condition during the observation period, including those from the 2024 Noto Hanto Earthquake. The prolonged duration of ground motion with a period of 5 to 7 seconds was observed at stations in areas with thick sedimentary layers, such as the southern shore of Kahokugata Lake. Based on instrumental seismic intensity, differences of approximately ± 1 were observed compared to the instrumental seismic intensity measured at the Kanazawa Regional Meteorological Observatory. The ground motion data obtained from the temporary strong-motion observations provide a valuable dataset for studying and modeling the seismic wave propagation and amplification characteristics of ground motions in the Kanazawa Plain.

キーワード: 臨時強震観測, 金沢平野, 森本・富樫断層帯, 令和6年能登半島地震

Keywords: temporary strong motion observation, Kanazawa Plain, Morimoto-Togashi Fault Zone, 2024 Noto Hanto earthquake

1. はじめに

北陸地方の金沢平野（加賀平野）は日本海に面した堆積平野である。石川県河北郡津幡町から白山市にかけて、平野の南東側の宝達丘陵（森本丘陵、富樫丘陵）との境には、主要活断層帯の一つである北東—南西走向の森本・富樫断層帯が位置している。金沢平野の下には、新第三紀中新世の火山岩から第四紀堆積物が約2～3 kmの厚さで堆積している。また、手取川の下流部には扇状地が発達している。金沢平野を含む加賀平野では、大半の微動アレイ探査を

用いた地下構造調査として、神野ら（2003）や浅野ら（2015）によって、堆積層のS波速度構造が推定されている。

森本・富樫断層帯では、マグニチュード7.2程度の地震が想定され、今後30年以内の地震発生確率が2～8%、地震後経過率0.7～1.2と評価されているS*ランクの活断層である（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2025）。森本・富樫断層帯が活動した場合、下盤側に位置する金沢平野では、震度6強～7の強震動に見舞われることが予測されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2021）。

強震動評価の高度化には、対象地域の詳細な地盤構造モデルが必要不可欠であり、それには、観測記録にもとづいて、地震動伝播・増幅特性の評価や検証を行うことも重要である。この地域には、気象庁や石川県の設置運用する震度計や国立研究開発法人防災科学技術研究所や港湾地域強震観測による強震計が設置されている (Fig. 1)。平成7年兵庫県南部地震を契機に全国に展開された震度計は、震度情報ネットワークシステム導入当時の市町村に対して各1台以上という基準で配置されている。このため、1962年6月1日の河北郡森本町の編入により、ほぼ現在の行政区画となった金沢市は、面積が468.81 km² (2025年4月1日現在) (国土交通省国土地理院, 2025) と石川県内で2番目に広いものの、平成の市町村合併で新設された周辺の市に比べ、相対的に震度発表地点の

空間密度が低い。金沢市内の気象庁による震度発表地点は金沢市西念 (金沢地方気象台) と金沢市弥生 (K-NET ISK010, 金沢市営陸上競技場) の2地点であり、金沢市内の地震動特性の空間的な違いは必ずしも明らかとはなっていない。

森本・富樫断層帯の長期評価及び強震動評価の高度化のための調査観測を目的に、文部科学省科学技術基礎調査等委託「森本・富樫断層帯における重点的な調査観測」が2022年度から2024年度にかけて実施された。強震動評価の高度化を進めるため、金沢平野内の地震動増幅・伝播特性を実際に把握することを目的に、金沢市8地点及び白山市3地点の計11地点 (Fig. 1) での臨時強震観測を実施した。本稿では森本・富樫断層帯周辺における臨時強震観測の概要と観測記録例を報告する。

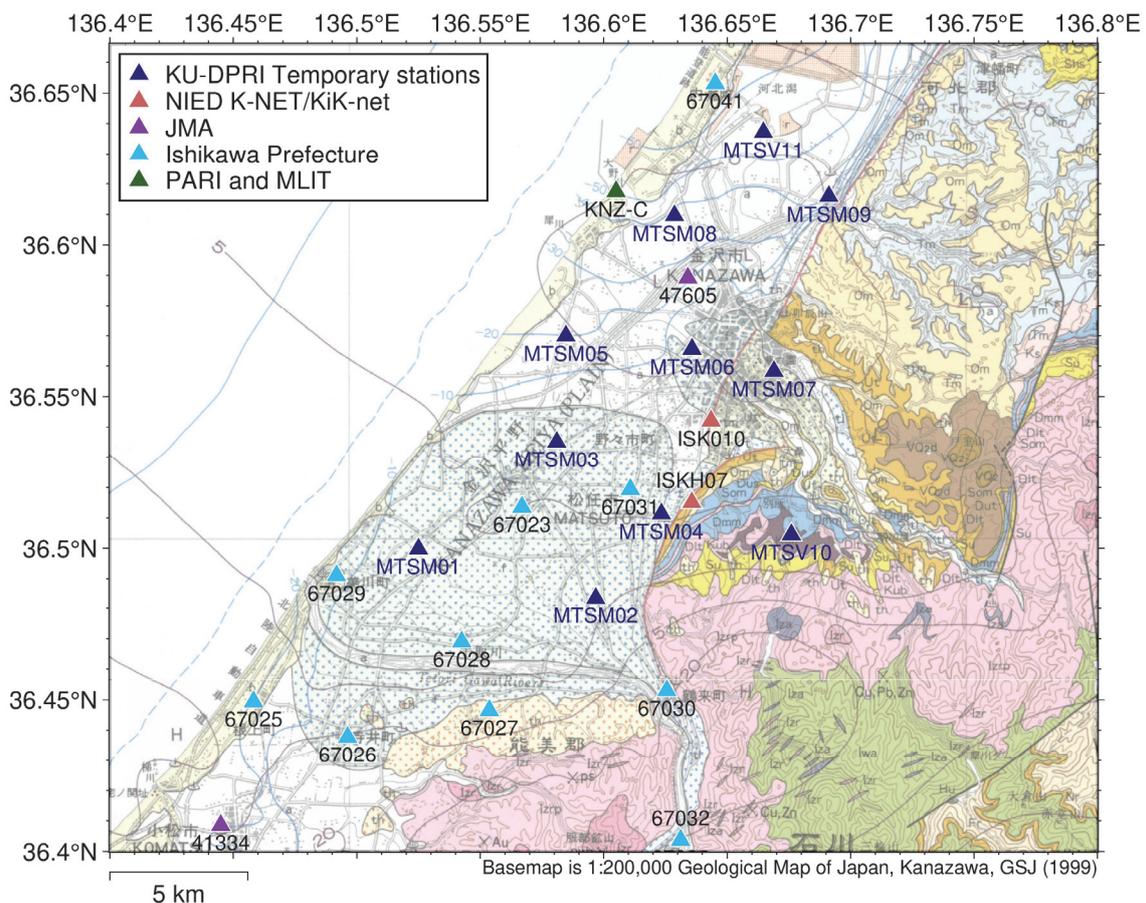


Fig. 1 Map of permanent and temporary strong motion stations in the Kanazawa Plain. Basemap is Kano et al. (1999). r: Reclaimed land, a: Valley bottom, natural levee, flood plain, and delta deposits, b: Beach, sand bar and coastal dune deposits, f: Fan deposits, t: Talus deposits, tl: Lower terrace deposits, tm: Middle terrace deposits, th: Higher terrace deposits, VQ_{2a}: Tomuroyama Volcano debris avalanche deposits, VQ₂: Tomuroyama Volcano andesite to dacite lavas and pyroclastic deposits, and debris avalanche, Ut: Udatsuyama Formation, Om: Onma Formation, Tm: Takakubo Mudstone, Shs: Shimonaka Sandstone, Ks: Kurahara Sandstone, Som: Saikawa Formation, Dus: Upper Doyama Tuff, Dut: Shimoaraya Tuff, Dmm: Asagaya Formation, Dlt: Nanamagari Formation, Kub: Kurokabe Basalt, Su: Sunakozaka Formation, Izrp, Izr & Iza: Iozen Formation, Iwa: Iwaine Formation, Nr: Moonstone Rhyolite, Fr: Futamiyama Group.

2. 臨時強震観測の概要

2.1 臨時強震観測点の設置

本研究で設置した臨時強震観測点は、金沢市内8地点及び白山市3地点の計11地点である（Fig. 1及びTable 1）。臨時強震観測点は、調査対象地域の既存の観測点分布を考慮して配置した。地表地質は、観測点によって異なり、沖積層、手取川扇状地堆積物、崖錐堆積物、中位段丘堆積物（小立野面）、朝屋泥岩層である（Fig. 1の地質図参照）。これらの臨時強震観測点は、公立中学校または石川県消防学校の敷地内に設置された。まず、2022年7月に各学校を訪問し、校長や教頭に観測計画を説明し、地震計設置予定場所や安全対策等について相談した。その後、教育財産使用許可や行政財産使用許可に係る手続きや必要資材の準備を進めた。2022年9月13～15日及び27～29日にかけて、各観測点に観測機器を設置し、連続観測を開始した。これらのうち、富樫山地の新第三系（朝屋泥岩層）に位置するMTSV10及び河北潟南岸付近のMTSV11の2地点には速度型強震計、残りの9地点には加速度型強震計を設置した。

加速度型強震計設置地点では、旧ア卡西製ポータブル加速度計SMAR-6A3P（工藤, 1998）を使用した。SMAR-6A3Pに搭載されている地震計は、動コイル式過減衰型加速度計JEP-6A3（約1.1 V/G）、収録装置は白山工業製LS-8800である。JEP-6A3センサーは外部電源不要で動作する。収録装置の形式分解能24 bit、内蔵増幅器の倍率1倍、サンプリング周波数100 Hz、デシメーションフィルタのカットオフ周波数40 Hzと設定した。時刻較正はGPS信号によって1時間毎に実施した。廣隆光電科技（LONG）製の完全密封型鉛蓄電池（12 V）を複数個設置し、収録装置へ電源を供給した。地震計は工作用石膏や粘土、L字金具等に

よって、既存のコンクリート平面上に固定した。風雪雨対策として、ポリプロピレン製コンテナあるいはハウスステップ（城東テクノ製CUB-8060-A2）で防護した（Photo 1）。観測装置の周囲をポリプロピレン製フェンス等で囲むことで安全対策を行い、「地震観測中」の表示をフェンスや周辺に掲示した。

速度型強震計設置地点には、東京測振製サーボ型



Photo 1 Installation of equipment at MTSM07



Photo 2 Installation of sensor at MTSV11

Table 1 List of temporary strong motion stations in the Kanazawa Plain

Station	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Elevation (m)	Sensor	Logger	Observation period		Surface geology
						Start	End	
MTSM01	36.49983	136.52502	14	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/27	2025/3/10	f
MTSM02	36.48363	136.59679	58	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/27	2025/3/10	f
MTSM03	36.53506	136.58102	18	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/13	2025/3/10	f
MTSM04	36.51127	136.62339	35	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/14	2025/2/11	t
MTSM05	36.56987	136.58471	4	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/13	2025/2/20	a
MTSM06	36.56556	136.63580	12	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/15	2025/2/19	f
MTSM07	36.55827	136.66896	55	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/28	2025/1/7	tm
MTSM08	36.60957	136.62871	2	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/15	2025/2/24	a
MTSM09	36.61587	136.69116	5	JEP-6A3	LS-8800	2022/9/14	2025/2/27	a
MTSV10	36.50454	136.67598	219	VSE-355G3	LT-7700	2022/9/28	2025/3/12	Dmm
MTSV11	36.63711	136.66467	3	VSE-355G3	LT-7700	2022/9/29	2025/3/11	a

速度計VSE-355G3を設置した。VSE-355G3は微動から強震動（最大2 m/s）まで測定可能な広帯域速度計（測定周波数範囲0.008～70 Hz）である。収録装置は白山工業製LT-7700を使用し、形式分解能24 bit、内蔵増幅器の倍率1倍、サンプリング周波数100 Hz、デシメーションフィルタのカットオフ周波数40 Hzと設定した。時刻較正はGPS及びGLONASS信号によって30分毎に実施した。電源は商用電源を使用した。地震計のベースプレートを強力粘着テープ等によって、既設のコンクリート平面上に固定した（Photo 2）。地震計にはポリプロピレン製コンテナを被せ、地震計用電源装置、収録装置、オムロン製ラインインタラクティブ方式無停電電源装置BN50T、端子台等をポリプロピレン製ツールストッカーに収納した。ポリプロピレン製フェンスによる安全対策を行い、「地震観測中」の表示を掲示した。

2.2 臨時強震観測点の保守及び撤収

その後、約2年半にわたって、臨時強震観測を継続した。これらの観測はオフライン観測であるため、観測波形データを記録したSDHCカードや鉛蓄電池の交換、障害箇所の修繕などの観測点保守作業を定期的に行った。本地域は多雪地域であり、冬季の積雪についても適切に考慮する必要があった。特に、白山市鶴来地区のMTSM02（白山市日向町）や金沢市内川地区のMTSV10（金沢市別所町）での垂直積雪量は2 m以上である。石川県下は令和4年12月末に記録的な豪雪に見舞われるなどしたが、冬季の積雪や夏季の豪雨等による観測への直接的な支障は生じなかった（Photo 3）。



Photo 3 Snow condition at MTSM02 (photographed on January 31, 2023)

この間、夜間に学校敷地内に侵入した野生動物によって、GPS アンテナのケーブルが切断される事象が2022年12月21日深夜1時頃にMTSM07（金沢市飛梅町）、2023年3月6日深夜3時頃にMTSM09（金沢市弥勒町）で発生した。保守作業時にGPSアンテナを交換

したとともに、全観測点において、露出していたケーブルをPF管で保護する対策を追加で実施した。このほか、収録装置（LS-8800）の故障による交換3回（液晶画面の不良など連続記録に支障のない故障も含む）、地震計（JEP-6A3）の故障による交換1回、防護フェンスの交換1回を行った。

森本・富樫断層帯における重点的な調査観測が終了する2025年3月に、全ての観測機器を撤収し、原状復帰を行った。

3. 令和6年能登半島地震の観測記録

2024年1月1日16時10分頃に発生した令和6年能登半島地震（ M_{JMA} 7.6）では、全ての臨時強震観測点で良好な地震記録を得ることができた。なお、地震後の保守作業時に、地震計の設置状況を確認したが、特に異常は認められず、正常に記録が得られたものと判断した。Fig. 2に観測記録を用いて計算して得た計測震度相当値の分布を示す。この地震では、金沢市西念（47605、金沢地方気象台）で震度5強（計測震度5.0）、白山市倉光（67023、白山市役所）で震度4（計測震度4.2）を観測した。臨時強震観測点の計測震度相当値は4.1～5.4であり、震度階級では震度4～5強の範囲であった。金沢市内の多くの地点で、水平動は20 cm/sを超えていた。

特に、MTSV11（金沢市東蚊爪町）では最大地動加速度166 cm/s^2 、最大地動速度42 cm/s の地震動が観測された。この観測点の記録では、特に水平動には、

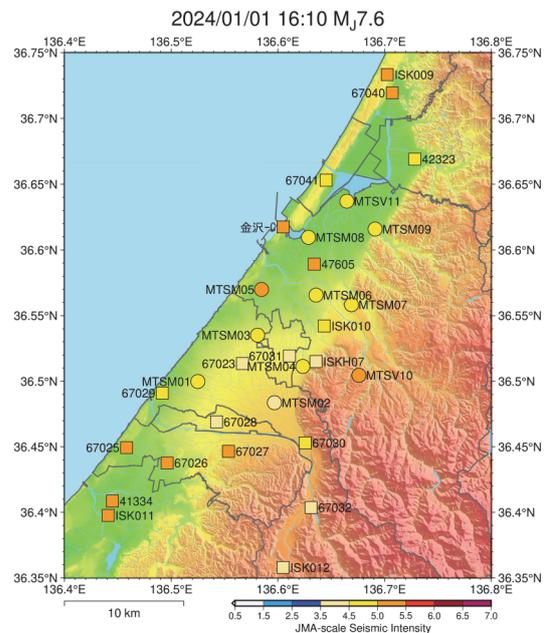


Fig. 2 Seismic intensity in the JMA scale during the 2024 Noto Hanto earthquake (circles: temporary stations; squares: permanent stations)

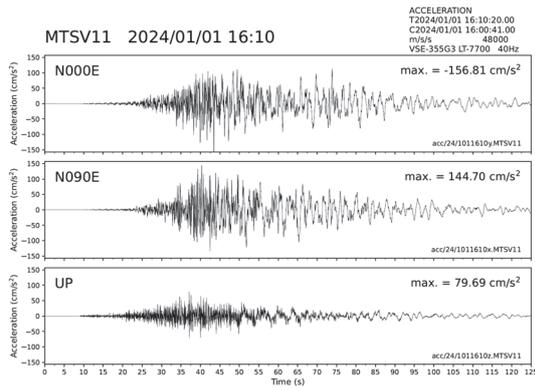


Fig. 3 Acceleration waveforms at MTSV11 during the 2024 Noto Hanto earthquake

最大加速度を記録した時刻付近以降に、短周期成分が少なくなる傾向が認められ (Fig. 3), 観測点の位置する施設の駐車場などで地盤変状が生じたことも併せて考慮すると、浅部地盤の非線形化が一時的に生じた可能性も考えられる。Hallo et al. (2025)によると、本震前後の地震記録H/Vスペクトル比の比較解析によれば、軟弱な表層地盤等において強震時に生じるH/Vスペクトル比の卓越周波数の低下は、これらの臨時強震観測点では顕著ではなかった。

金沢市の平野内の観測点では、振幅の大きい後続動が長時間継続した (Fig. 4)。特に、MTSM08 (金沢市近岡町) やMTSV11 (金沢市東蚊爪町) の記録に顕著である。MTSM05 (金沢市みどり) やMTSM06 (金沢市新神田) においても、直達S波に匹敵もしくはそれを上回る振幅をもつ長周期の後続波群が見られる。一方、手取川扇状地に位置するMTSM02 (白山市日向町) などでは、後続動はそれほど顕著ではなく、計測震度も相対的に小さかった。

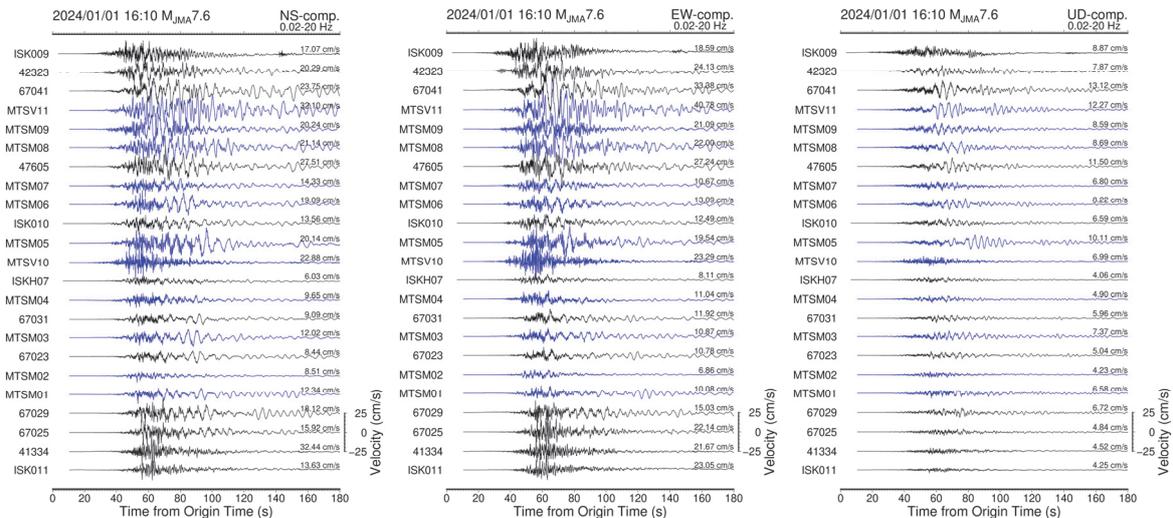


Fig. 4 Velocity waveforms in 0.02–20 Hz during the 2024 Noto Hanto earthquake

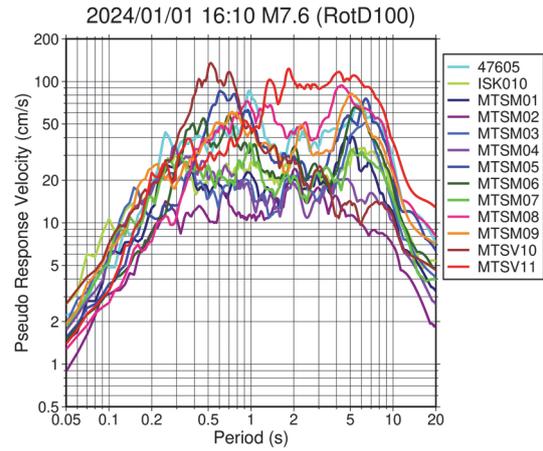


Fig. 5 Pseudo velocity response spectra (5%, RotD100) at temporary strong motion stations, JMA 47605, and K-NET ISK010 during the 2024 Noto Hanto earthquake

擬似速度応答スペクトル (Fig. 5) には、この地域の厚い深部地盤による増幅に対応する周期約5~7秒での振幅の増幅が見られた。河北潟南岸のMTSV11では、他の観測点に比べて広い周期範囲で100 cm/s程度の擬似速度応答であった。観測点によっては、この地域の工学的基盤以浅の低速度の堆積層による地盤増幅特性に関係すると考えられる周期1秒未満にも、擬似速度応答スペクトルのピークが見られた。

4. 観測記録の概要

臨時観測期間中に記録された310地震の震央分布をFig. 6に示す。震源情報は気象庁と文部科学省が協力して処理した結果を参照した。2020年12月頃から活発に継続していた能登半島北東部の群発地震活動

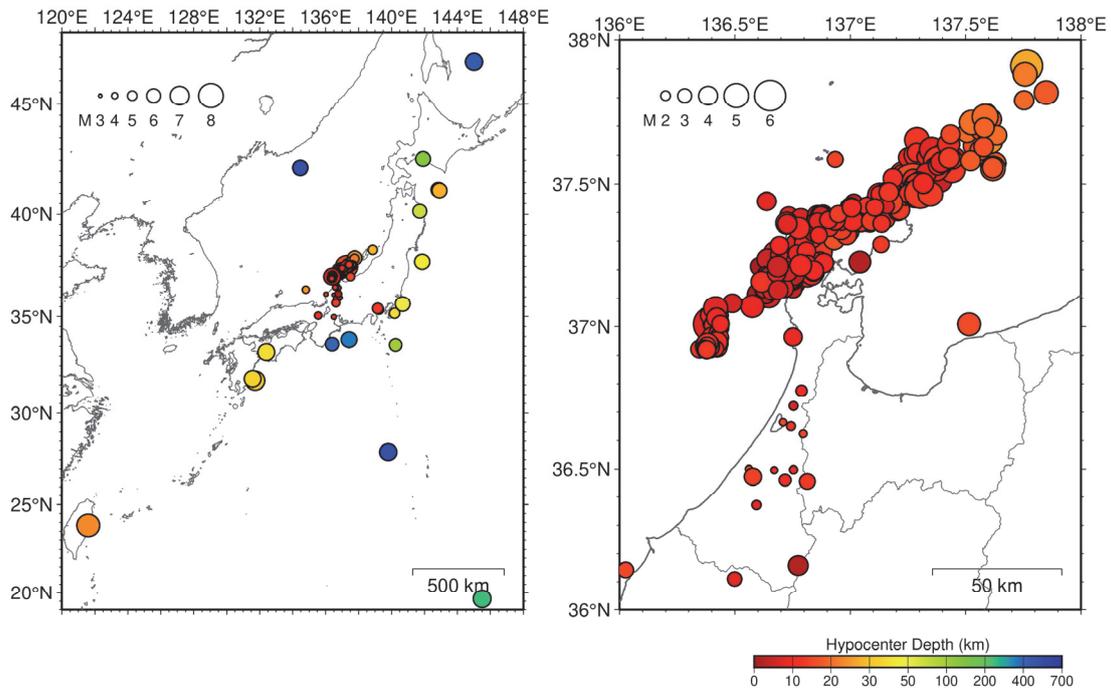


Fig. 6 Maps of hypocenters recorded by the temporary strong motion observation in this study

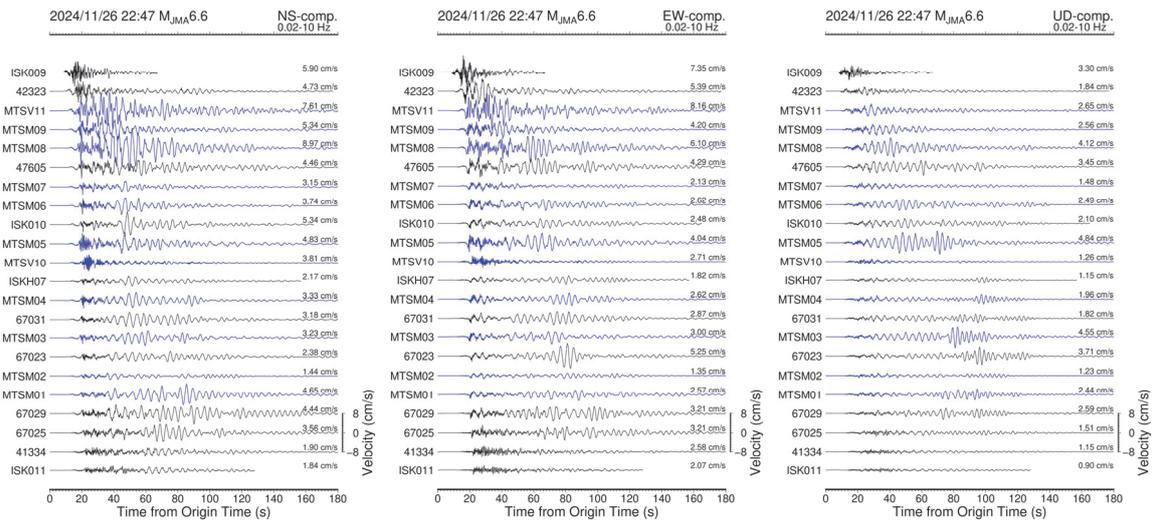


Fig. 7 Velocity waveforms in 0.02–10 Hz during the M_{JMA} 6.6 earthquake on November 26, 2024

や、令和6年能登半島地震の余震活動に伴う地震が多数観測された。このほか、日向灘など遠方で発生した規模の大きな地震や、太平洋プレートの深発地震、森本・富樫断層周辺で発生した小地震などの記録も得られた。臨時強震観測で得られた観測記録は、地震動増幅特性に関する調査や地震波干渉法による地殻速度構造の検討など（文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所, 2023, 2024, 2025）のほか、森本・富樫断層帯における重点的な調査観測にて新たに作成された浅部・深部統合地盤構造モデルの検証にも活用された（浅野ら, 2025）。

観測記録例として、2024年11月26日22時47分に能

登半島西方沖の羽咋沖西断層で発生した地震（ M_{JMA} 6.6、深さ 7.46 km）の観測波形をFig. 7に示す。この図では、加速度計の記録は積分して速度波形にしたものを示した。この地震は、志賀町香能と輪島市門前町走出で震度5弱を観測したほか、中部地方から中国・四国地方にかけて有感であった。金沢市西念の気象庁震度観測点47605（金沢地方気象台）で観測された震度は3（計測震度3.4）であった。臨時強震観測点で観測された波形から計算した計測震度相当値は2.5～4.0（震度3～4）の範囲に分布し、金沢市西念で観測した震度3よりも大きな地点が6地点と半数を超えた（MTSM04, MTSM05, MTSM08, MTSM09,

MTSV10, MTSV11) . Fig. 7に示す速度波形 (0.05~20 Hz) では、河北潟周辺から金沢港周辺にかけてのMTSM08 (金沢市近岡町) やMTSV11 (金沢市東蚊爪町) において、令和6年能登半島地震の際と同様に、直達S波よりも振幅の大きな後続動が長時間継続している顕著な特徴がみられた。

次に、地震動の空間的な違いを把握するため、金沢地方気象台 (47605) での計測震度が報告されている49地震 (M_{JMA} 4.1~7.6, 47605での計測震度0.5~5.0) について、臨時及び既設の各観測点での計測震度 (または計測震度相当値) と47605での計測震度の差 (各地震観測点の計測震度-47605の計測震度) を調べた。2023年5月5日14時42分に能登半島北東部で発生した地震 (M_{JMA} 6.5) での計測震度の距離減衰特性をFig. 8に示す。図中の青色の丸印が臨時強震観測点の計測震度相当値、赤色の丸印が参照点である47605の計測震度、灰色の丸印は石川県内の震度観測点での計測震度である。臨時強震観測点での計測震度相当値の違いは、震源距離の違いではなく、主として地盤増幅特性の違いによるものであることが分かる。また、Fig. 8の太実線は松崎ら (2006) による地震動予測式、細実線はその標準偏差である。この地震の計測震度は松崎らの地震動予測式と概ね整合的であるものの、震源距離100 kmを超えたあたりに分布するかほく市から加賀市にかけての平野部の観測点で地震動予測式の標準偏差を大きく上回る計測震度が観測されている様子も分かる。

ここでの解析対象とした地震は、石川県能登地方、能登半島沖、または佐渡西方沖を震源とする地震で

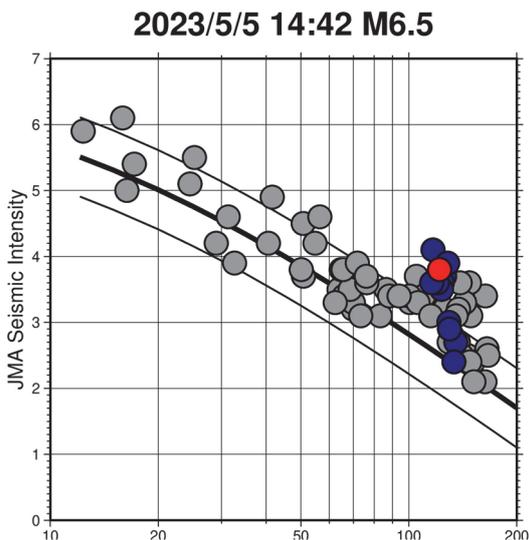


Fig. 8 Comparison of seismic intensity during the M_{JMA} 6.5 earthquake in the Noto Peninsula on May 5, 2023, and the ground motion prediction equation by Matsuzaki et al. (2006)

あり、観測点からみた震源方位に偏りがあることに注意する必要があるものの、MTSM05 (金沢市みどり) やMTSM08 (金沢市近岡町), MTSV11 (金沢市東蚊爪町) では47605の計測震度と同程度、MTSM09 (金沢市弥勒町) やMTSV10 (金沢市別所町) では、47605よりもやや大きな計測震度が観測される傾向にある。

反対に、手取川扇状地のMTSM01 (白山市笠間町), MTSM02 (白山市日向町), MTSM03 (白山市番匠町), MTSM04 (金沢市額乙丸町), 67023 (白山市倉光), 67028 (川北町壺ツ屋), 67029 (白山市美川浜町), 67030 (白山市鶴来本町), 67031 (野々市市三納) のほか、犀川と浅野川に挟まれた河岸段丘上に位置するMTSM07 (金沢市飛梅町) やその西方のMTSM06 (金沢市新神田) では、47605よりも計測震度が小さくなる傾向がみられた。K-NETのISK010 (金沢市弥生) の計測震度も47605に比べてやや小さめであった。以上のように、金沢平野では、地域によって計測震度で ± 1 程度の差が生じ得ることが、臨時強震観測によって明らかとなった。

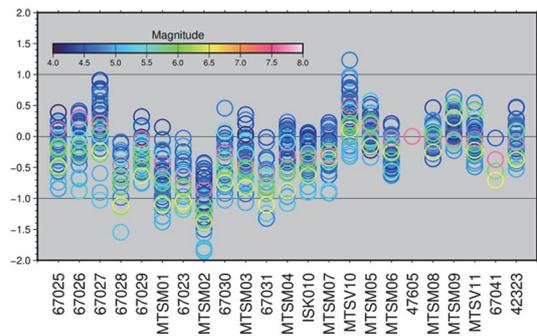


Fig. 9 Difference in seismic intensity from JMA station 47605. The color corresponds to the event magnitude.

5. おわりに

2022年9月から2025年3月にかけて、石川県の金沢平野において臨時強震観測を実施した。観測期間中に、令和6年能登半島地震を含む、多くの地震記録が良好に得られた。河北潟南岸周辺など堆積層の厚い地域に位置する観測点では、周期5~7秒の地震動が発達することで、地震動の継続時間が伸張していることが明らかとなった。計測震度をもとにした揺れやすさという観点では、金沢地方気象台の観測震度に対し、 ± 1 程度の範囲で違いが見られた。手取川扇状地や森本・富樫断層の上盤側の段丘に位置する観測点では、金沢市内の沖積平野に位置する観測点に比べて相対的に震度が小さい。臨時強震観測で得られた観測データは金沢平野における地震動の伝播・

増幅特性の研究及びモデル化において貴重なデータセットである。

謝 辞

森本・富樫断層帯周辺における臨時強震観測は、令和4～6年度文部科学省科学技術等基礎調査委託「森本・富樫断層帯における重点的な調査観測」(代表機関:京都大学防災研究所)によって実施された。臨時強震観測の実施にあたっては、石川県危機管理監室、金沢市教育委員会、白山市教育委員会、白山市立笠間中学校、白山市立北辰中学校、白山市立光野中学校、金沢市立額中学校、金沢市立緑中学校、金沢市立高岡中学校、金沢市立紫錦台中学校、金沢市立港中学校、金沢市立森本中学校、金沢市立内川小中学校、石川県消防学校のお世話になった。また、震源情報は気象庁と文部科学省が協力して処理した結果を使用した。国立研究開発法人防災科学技術研究所、気象庁、石川県震度情報ネットワークシステム、港湾地域強震観測の強震記録を使用した。波形データの整理にあたっては、大学院生の宮本英氏及び岩村虹希氏の協力を得た。図の作成にはGeneric Mapping Tools version 6 (Wessel et al., 2019)を使用した。以上、記して感謝申し上げます。

参考文献

- 浅野公之・岩田知孝・鈴木晴彦・山田純平・吉見雅行・二宮 啓・先名重樹・大堀道広・関口春子・長嶋史明・松島信一 (2025) : 森本・富樫断層帯周辺の深部地盤構造モデルの更新, 日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, SSS11-10.
- 浅野公之・岩田知孝・宮腰 研・大堀道広 (2015) : 微動アレイ観測と単点微動観測による加賀平野南部及び岳知潟平野の堆積平野速度構造モデルの検討, 日本地震工学会論文集, 第15巻, 第7号, pp. 194-204.
- 神野達夫・先名重樹・森川信之・成田章・藤原広行 (2003) : 金沢平野における3次元地下構造モデル, 物理探査, 第56巻, 第5号, pp. 313-326.
- 鹿野和彦・原山 智・山本博文・竹内 誠・宇都浩三・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 (1999) : 20万分の1地質図幅「金沢」, 工業技術院地質調査所.
- 工藤一嘉 (1998) : 機動強震アレイ観測のための軽量小型強震計の政策と観測・解析マニュアルの作成, 科学研究費補助金基盤研究 (A) 研究成果報告書, 176 pp.
- 国土交通省国土地理院 (2025) : 令和7年全国都道府県市区町村別面積調 (4月1日時点), 国土地理院技術資料, E2-No.88, 92 pp.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所 (2023) : 森本・富樫断層帯における重点的な調査観測令和4年度成果報告書, 184 pp.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所 (2024) : 森本・富樫断層帯における重点的な調査観測令和5年度成果報告書, 221 pp.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学防災研究所 (2025) : 森本・富樫断層帯における重点的な調査観測令和4～6年度成果報告書, 刊行予定.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2021) : 全国地震動予測地図2020年版, 地図編, 828 pp.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2025) : 長期評価による地震発生確率値の更新について.
- 松崎伸一・久田嘉章・福島美光 (2006) : 断層近傍まで適用可能な震度の距離減衰式の開発, 日本建築学会構造系論文集, 第71巻, 第604号, pp. 201-209.
- Hallo, M., Asano, K. and Iwata, T. (2025): Softening and recovery of near-surface layers during the 2024 M7.6 Noto earthquake, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, Vol. 130, No. 4, e2024JB029961, doi:10.1029/2024JB029961.
- Wessel, P., Luis, J. F., Uieda, L., Scharroo, R., Wobbe, F., Smith, W. H. F. and Tian, D. (2019): The Generic Mapping Tools version 6, *Geochem. Geophys. Geosys.*, Vol. 20, No. 11, pp. 5556-5564, doi:10.1029/2019GC008515.

(論文受理日: 2025年8月29日)