



Title	2019年に発生した札幌市西区福井・平和付近の地震活動
Author(s)	一柳, 昌義; 大園, 真子; 高田, 真秀 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 83, 1-7
Issue Date	2020-03-19
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.83.1
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77088
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/
Type	departmental bulletin paper
File Information	GBHU_83_p1-7.pdf



2019 年に発生した札幌市西区福井・平和付近の地震活動

一柳 昌義・大園 真子・高田 真秀・高橋 浩晃

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

(2020 年 2 月 19 日受理)

The 2019 earthquake swarm in Fukui-Heiwa border area of Nishi-ward, Sapporo

Masayoshi ICHIYANAGI, Mako OHZONO, Masamitsu TAKADA and Hiroaki TAKAHASHI

Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University

(Received February 19, 2020)

An earthquake swarm begun on 25 July 2019 in mountain side of Nishi-ward, Sapporo city. The largest earthquake was the M3.1 on 1 August 2019. One temporal seismic station had been deployed in the focal region from 30 July 2019 to 27 September 2019. Hypocenter and velocity structure estimation was processed using the VELEST program. Hypocenters were distributed 1km wide in E-W direction and 6-8km deep, which was consistent with a nodal plane of focal mechanism.

I . は じ め に

札幌市西区福井地区と平和地区の境界付近で、2019 年 7 月 25 日 15 時 10 分に M2.6 の有感地震（最大震度 1）が発生した。その後の 9 月 23 日までの約 2 か月の間、この付近で地震活動が活発化した。この期間に気象庁一元化震源では 82 個の震源が決定されているが、そのうち最大地震は 8 月 1 日 19 時 31 分に発生した M3.1 の地震で（Fig. 1 の星印）、札幌市北区太平、札幌市北区新琴似、札幌市東区元町、札幌市白石区北郷、札幌市手稲区前田で震度 2 を、札幌市内の他の観測点や江別市、石狩市などで震度 1 を観測した。1997 年に始まった気象庁の一元化震源によると、今回の震源域では地震はほとんど発生しておらず、地震活動の活発化が観測されたのは初めてである。

この地域は、最も近い定常地震観測点（Fig. 1 の MSK 観測点）からは約 7km 離れていることから、詳細な震源分布を調査するため、北海道大学地震火山研究観測センター（以下 ISV）では、震源域の近くに臨時地震観測点を 1 か所設置した。この臨時観測点と既存の定常観測点のデータから得られた震源とその特徴について報告する。



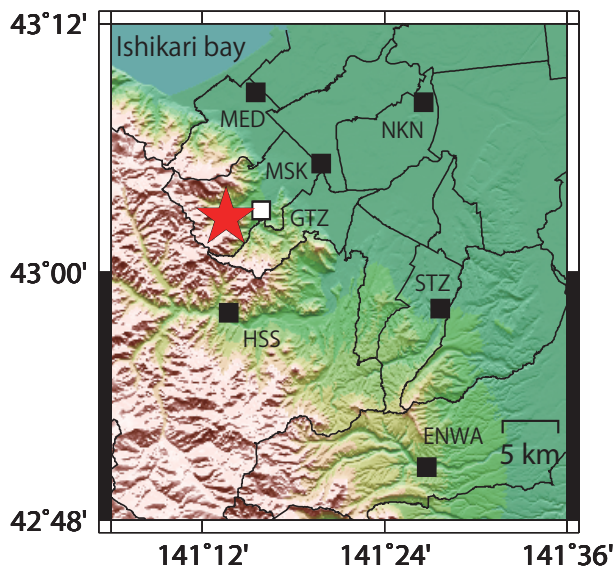


Fig. 1. Map showing seismic stations used in this study. Open square is temporal seismic station. Solid squares are permanent seismic stations. A red star is epicenter of the largest earthquake at 19:31 on 1st August 2019, determined by Japan Meteorological Agency. Black lines are municipal boundaries.

Ⅱ．観測システム及び震源決定

地震活動が始まって5日後の2019年7月30日に、震源域に近い札幌市西区福井地区にある五天山公園内に臨時地震観測点を1点設置した。地震計はSercel社製のL22E-3D（固有周期2Hz）、データ収録装置には計測技研社製のHKS9550（ダイナミックレンジ24bit、データサンプリング100Hz、連続記録）を使用し、内蔵されている16GbyteのCFカードに収録を行った。電源はコンセントから供給した。8月6日16時から、テレメータ装置HKS9505を増設して携帯網を利用したリアルタイムテレメータを行い、ISV内のデータサーバーに他の定常地震観測点の地震波形データと一緒に収録した。この臨時観測は2019年9月27日まで行った。

収録された連続波形データから振幅の短時間/長時間平均をとり、閾値3.5を超えた観測点が3か所以上あった場合、地震と判定してイベント波形として収録を行い、WINプログラム（ト部・束田, 1991）を用いてP波相とS波相の検出作業を行った。検出作業は、臨時観測点の他にFig. 1に示す震源域に近い札幌市内の観測点5点と気象庁恵庭（ENWA）の定常観測点のみを限定して行った。2019年7月25日から2019年9月27日までに読み取られた地震は40個である。

以下に、震源決定の手順を説明する。まず初めに、hypomhプログラム（Hirata and Matsuura, 1987）と、Fig. 2の黒線に示すISVのルーチンP波速度構造（笠原・他, 1993, $V_p/V_s=1.73$ ）を使用して初期震源を決定する。次に、VELESTプログラム（Kissling et al, 1994）を用いて震源再計算を行った。このプログラムでは、震源とP波とS波の1次元速度構造モデルを同時推定

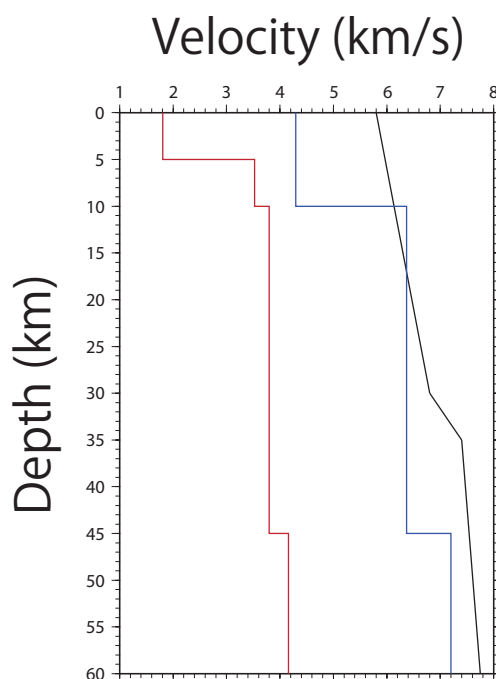


Fig. 2. One dimensional P- and S-wave velocity structure models. Blue line and red line indicate P- and S-wave velocity models estimated by the VELEST program analysis, respectively. Black line was initial model indicated in Kasahara et al. (1993).

できる．値が収束するまで，計算を6回繰り返して行った．得られた速度構造モデルを Fig. 2（P波速度構造モデルは青線，S波構造モデルは赤線）に示す．推定された速度構造は，ISVのルーチン構造と比較すると深さ0～10kmの浅部で約2km/s程度遅くなっている．これは，今回震源決定に使用した観測点の多くが石狩平野内に設置されていることから，厚い堆積層の影響が反映されたものと考えられる．

Ⅲ．地震活動の特徴

Fig. 3 には，本研究で決定した臨時観測期間中の2019年7月30日から9月27日までの震源分布を示している．また，8月1日19時31分に発生したM3.1の地震のP波初動メカニズム解も示した．

震源分布をみると，東西方向に幅1km程度，深さ6～8kmの範囲に地震が発生している．この分布は，メカニズム解のうち，東西方向の節面に整合的に見える．1つだけ，西側に約2km離れた深さ5.1kmに震源が決まっている．この地震のGTZ臨時観測点でのS-P時間は1.26秒であるのに対し，震源域のほぼ中央で発生したM3.0の最大地震のS-P時間は1.04秒で明確な

時間差はない。しかし、2つの地震の東南東に位置する STZ 観測点と GTZ 観測点の P 波の到着時刻差は、前者が 3.12 秒であるのに対し後者は 2.60 秒と 0.5 秒程度短い。これは、この地震が西側に離れていることと整合的である

札幌市内の微小地震観測点は、1997 年以前には ISV の簾舞観測点 (HSS) 一か所しかなかったが、1997 年に札幌市による 3 か所 (STZ, NKN, MED) の 500m 観測井による地震観測が開始され、2001 年に北海道大学構内の 750m 観測井 (MSK) での観測も開始された。更に、2001 年 10 月からは札幌近郊の新篠津や千歳などに防災科学技術研究所の高感度地震観測網 (Hi-net) が整備された結果、札幌とその周辺の微小地震の震源を高精度で得ることが可能になった。

Fig. 4 には、今回一連の地震活動が始まった 2019 年 7 月 25 日から活動がほぼ終息した 9 月 27 日までの本研究で決定された震源 (臨時観測設置以前を白丸、設置後を赤丸) を示している。それに加えて、観測網が整備され気象庁一元化震源の決定精度が向上した 2002 年 1 月 1 日から今回の地震の発生前の 2019 年 7 月 24 日までに発生した深さ 40km 以浅の震源 (黒丸) を示した。この図では、臨時観測点設置前と臨時観測設置後それを加えて決定した震源が混在するため、Fig. 3 の臨時観測を用いた震源分布と比較して、震源位置にやや違いがみられることに注意する

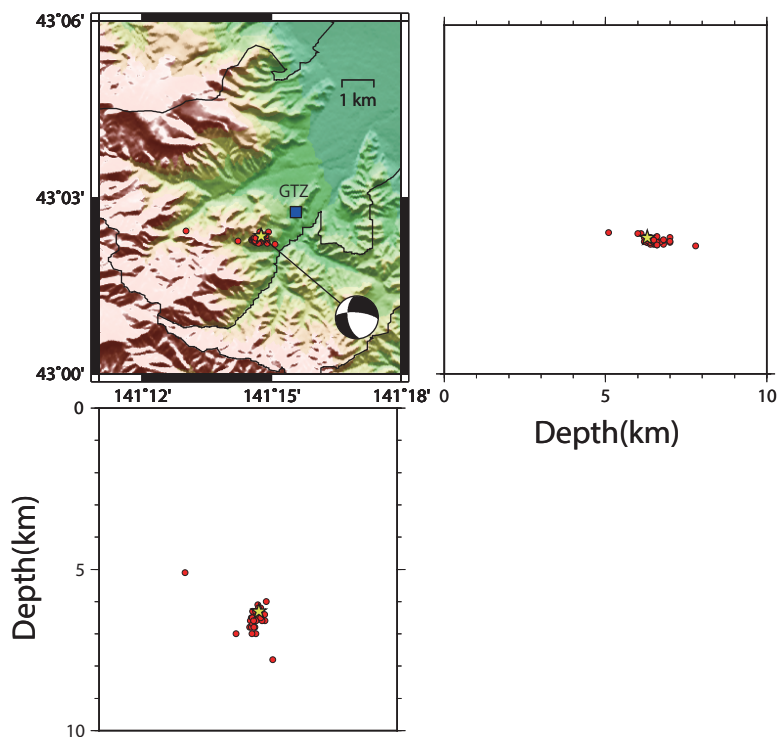


Fig. 3. Hypocenters distribution from 30 July to 26 September 2019 using permanent and temporal seismic station data by the VELEST program. Blue square is temporal seismic station (GTZ). Yellow star is the largest earthquake of M3.1 at 19:31 on 1 August 2019. Focal mechanism of the largest earthquake determined from P wave polarities is also shown.

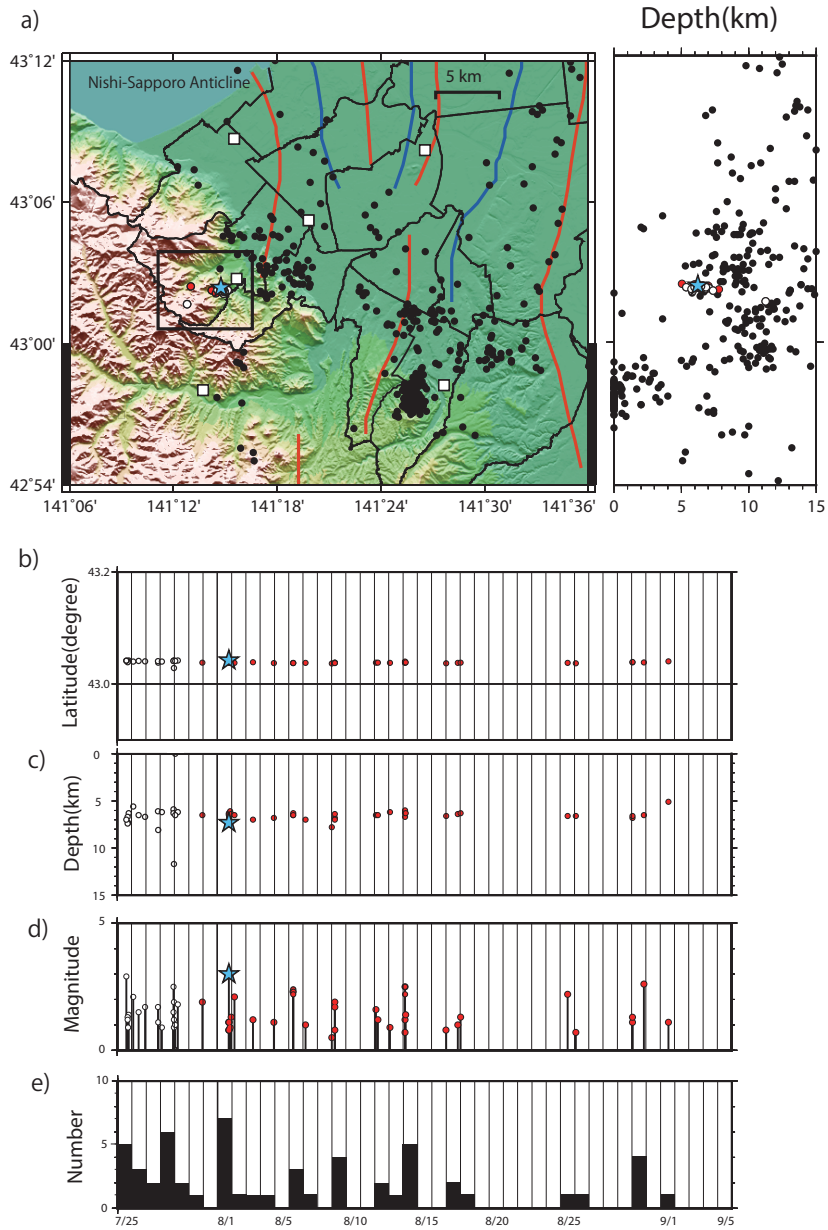


Fig. 4. a) Background seismicity from 1 January 2002 to 24 July 2019 (solid circles) and hypocenters determined in this study using the VELST program (Open circles indicate from 25 July to 29 July 2019, and red circles are from 30 July to 27 September 2019). Hypocenters from 30 July were calculated with temporal station data. A blue star is the largest earthquake of M3.1. Red and blue lines were anticlines and synclines by Oka (1997), respectively. Hypocenters in (b) to (e) are from rectangular in (a). (b) Space-time distribution of epicenters along N-S profile from 25 July to 5 September 2019. Open and red circles are hypocenters with permanent stations and permanent and temporal stations, respectively. A blue star is the largest earthquake. (c) Space-time distribution of hypocenters along depth section. (d) Magnitude-time distribution of earthquakes. (e) Daily number of earthquakes.

必要がある．また Fig. 4b から Fig. 4e には，地震活動が活発だった期間（7 月 25 日から 9 月 5 日まで）の Fig. 4a の矩形で囲まれた地震について南北方向と深さ方向に投影した時空間分布，更に M-T 図と日別地震回数分布図も示した．

札幌市南西部の地震活動の特徴は，北西－南東走行の平野と山地の境界より平野側で地震が発生していることである．この特徴は，1995 年以前に札幌で発生した地震の震源を震度分布から推定した笠原・宮崎（1998）の結果からも見ることができる．今回の震源域では，2001 年以降に発生した地震は 2 個だけであり，これまで地震活動が低調だった札幌市西区の山地で発生した特徴的な活動であった．日別地震回数（Fig. 4e）は，M3.1 の最大地震が発生した 8 月 1 日の 7 回が最大であった．その後も散発的な活動が続いたが，11 月 30 日以降は発生していない．

札幌市が行った第 3 次地震被害想定（札幌市，2008）によれば，札幌市内には 3 つの活断層（西札幌断層，月寒断層，野幌断層）が推定されている．今回発生した地震は，一番西側の西札幌断層の南西端に位置している．この断層で M6.7 の直下型地震が発生した場合，札幌市内で最大震度 7 の揺れが発生し，夏の時期で 1046 人，冬の時期では 4690 人の死者が見込まれている．

IV．ま と め

札幌市西区福井・平和地区の境界付近で，2019 年 7 月 25 日から地震活動が活発化し，8 月 1 日には M3.1 の最大地震が発生した．7 月 30 日に設置した臨時地震観測点と定常観測点を用いた震源決定の結果，震源は東西方向に幅 1km 程度，深さ 6 ～ 8km に分布しており，最大地震のメカニズム解の東西方向の節面と調和的であった．

札幌市南西部では，山地と平野の境界付近から平野側で定常的に地震が発生している．今回の地震は，これまで顕著な地震活動が知られていない札幌市西区の山地側で発生した．今回の震源は，札幌市が想定している西札幌断層の南西端にあたり今後も地震活動について注視していくことが必要である．

謝辞 臨時地震観測を行うにあたり，札幌市西区土木部維持管理課，五天山・宮丘パークマネージメントグループ，札幌市危機管理対策室危機管理対策部には観測点設置に御協力を頂いた．本解析で使用した VELEST プログラムの使い方について，鹿児島大学の宮町宏樹教授に御指導頂いた．気象庁，防災科学技術研究所，北海道大学，弘前大学，東北大学，東京大学，名古屋大学，京都大学，高知大学，九州大学，鹿児島大学，産業技術総合研究所，地震予知総合研究振興会，国土地理院，青森県，東京都，静岡県，神奈川県温泉地学研究所，横浜市，海洋研究開発機構の地震観測点の波形及び，これら観測点のデータを利用して作成された気象庁一元化震源データを使用しました．図の作成には GMT(Wessel and Smith, 2013) を使用しました．これらのことについて記して感謝いたします．

文 献

- Hirata, N., and M. Matsu'ura, 1987. Maximum-likelihood estimation of hypocenter with origin time eliminated using nonlinear inversion technique, *Phys. Earth Planet. Int.*, **47**, 50-61.
- 笠原 稔・小平 秀一・本谷 義信, 1993. 1993 年釧路沖地震の余震活動とそれ以前の北海道周辺の地震活動, 1993 年釧路沖地震による被害の調査研究, 平成 5 年度文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告, 27-34.
- 笠原 稔・宮崎 克宣, 1998. 札幌市とその周辺の歴史地震と最近の地震活動, 北海道大学地球物理学研究報告, **61**, 239-261.
- Kissling, E., W. L. Ellsworth, D. Eberhart-Phillips and U. Kradolfer, 1994. Initial reference models in local earthquake tomography, *J. Geophys. Res.*, **99**, No. B10, 19,635-19,646.
- 岡 孝雄, 1997. 北海道とその周辺海域のネオテクトニクスに関する諸問題一付, 札幌付近での活断層の存在と地震発生についての考察, 加藤誠教授退官記念論文集, pp427-449.
- 札幌市, 2008. 第 3 次地震被害想定について, , <[http:// www.city.sapporo.jp/kikikanri/daisannjijisinnhigaisoutei/documents/daisannjijisinnhigaisoutei_souteikekka_1.pdf](http://www.city.sapporo.jp/kikikanri/daisannjijisinnhigaisoutei/documents/daisannjijisinnhigaisoutei_souteikekka_1.pdf)>, (参照 2019-11-28).
- ト部 卓・東田 進也, 1994. ワークステーションによる微小地震観測波形検測支援システム, No. 1, 70.
- Wessel, P., W. H. F. Smith, R. Scharroo, J. F. Luis, and F. Wobbe, Generic Mapping Tools: Improved version released, *EOS Trans. AGU*, 94, 409-410, 2013.