

地震本部 ニュース

2022
春

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

令和4年3月18日発行（年4回発行）第14巻 第4号

地震調査研究推進本部 2

2021年の主な地震活動の評価
2021年10月7日千葉県北西部の地震

地震調査研究プロジェクト 6

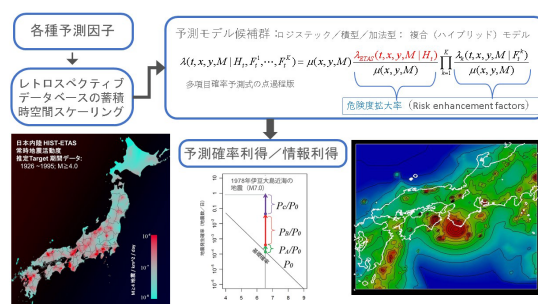
情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト
(STAR-E プロジェクト)(その3)
長期から即時までの時空間予測とモニタリング

調査研究機関の取組 8

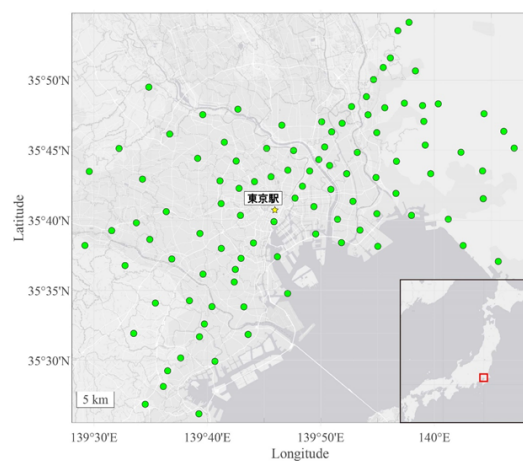
地震計を使った社会活動のモニタリング

イベント等のレポート 10

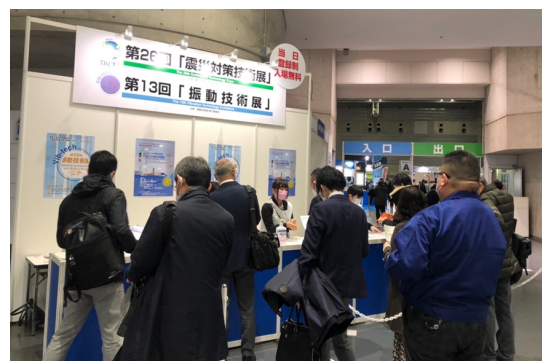
「第26回震災対策技術展」において講演および
ブース展示を実施しました。



地震活動のオンライン予測システムの構築



MeSO-netの観測点位置 (緑丸)



2021年の主な地震活動の評価

福島県沖の地震活動 【マグニチュード (M)7.3・ 最大震度6強・津波を観測】

2月13日23時07分に福島県沖の深さ約55kmでM7.3の地震が発生した。今回の地震により宮城県及び福島県で最大震度6強を観測し、被害を伴った。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。

その後、M7.3の地震の震源を含む北東－南西方向約40kmに延びる領域では、地震活動が活発な状態で推移しており、2月28日までに最大震度1以上を観測した地震が93回、このうち最大震度3以上を観測した地震が7回発生している。M4.0以上の地震は44回発生しており、最大規模の地震は、2月15日21時26分に発生したM5.5の地震である。なお、このM5.5の地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

今回の地震により、宮城県石巻市の石巻港（港湾局）観測点で0.2m（速報値）など、宮城県・福島県の沿岸で津波を観測した。

今回の地震に伴って、宮城県山元（やまもと）町のKiK-net山元観測点で1,432gal（三成分合成）など、大きな加速度を観測した。

GNSS観測の結果では、今回の地震に伴って、福島県南相馬（みなみそうま）市の小高（おだか）観測点とS南相馬A観測点が西に、楢葉（ならは）町の楢葉A観測点が南西にそれぞれ2cm弱移動するなどの地殻変動が、福島県周辺で観測された。

今回の地震の発震機構と地震活動の分布、GNSS観測の解析結果から推定される震源断層は、北東－南西方向に延びる長さ約40kmの南東傾斜の逆断層である。

今回の地震は、「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震）の余震域で発生した。東北地方太平洋沖地震の発生から約10年が経過し、余震域内の地震活動は全体として東北地方太平洋沖地震前の状態に近づきつつあるが、1年あたりの地震の発生数は、依然として東北地方太平洋沖地震前より多い状態が続いており、現状程度の地

震活動は当分の間続くと考えられる。

「日本海溝沿いの地震活動の長期評価（平成31年2月26日公表）」（以下、長期評価）では、日本海溝沿いの領域は、国内の他の海溝沿いの領域に比べて定常的に地震活動が活発で、規模の大きな地震が高い確率で発生すると評価している。今回の地震も、震源位置、発震機構、Mの大きさなどから、地震調査委員会が想定していた沈み込んだプレート内の地震（青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖）であると考えられる。なお、長期評価では、M7.0～7.5程度の地震が30年以内に発生する確率はⅢランク*で、海溝型地震の中では発生する確率が高いグループに分類されている。さらに、東北地方太平洋沖地震以降、沈み込んだプレート内の地震は、より高い頻度で発生しており、確率はより高い可能性がある。

今後も長期間にわたって余震域や内陸を含むその周辺で規模の大きな地震が発生し、強い揺れや高い津波に見舞われる可能性があることに注意が必要である。

なお、2004年に発生したスマトラ島北部西方沖の地震（モーメントマグニチュード (Mw)9.1）では、3ヵ月後にMw8.6、約2年半後にMw8.4、約5年半後にMw7.8、約7年半後および約11年後に海溝軸の外側の領域でそれぞれMw8.6及びMw7.8の地震が発生するなど、震源域及びその周辺で長期にわたり大きな地震が発生している。また、M5.0以上の地震の発生数は、2004年のMw9.1の地震発生から16年経過後も、地震発生前よりも多い状態である。

<令和3年3月9日地震調査委員会定例会>

ケルマデック諸島の地震活動 【モーメントマグニチュード (Mw) 8.1・津波を観測】

3月5日にケルマデック諸島でMw8.1の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した地震である。この地震により、北海道から関東地方にかけての太平洋沿岸及び小笠原諸島で津波を観測した。

<令和3年4月9日地震調査委員会定例会>



注：GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

2021年の主な地震活動の評価

和歌山県北部の地震活動 【M4.6・最大震度5弱】

3月15日に和歌山県北部の深さ約5kmでM4.6の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。
＜令和3年4月9日地震調査委員会定例会＞

宮城県沖の地震活動 【M6.9・最大震度5強】

3月20日18時09分に宮城県沖の深さ約60kmでM6.9の地震が発生した。今回の地震により宮城県で最大震度5強を観測し、被害を伴った。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

その後、M6.9の地震の震源を含む東西約30km、南北約30kmの領域で、3月31日までに最大震度1以上を観測した地震が29回発生するなど、地震活動が活発になった。3月31日までの最大の地震は、20日18時13分に発生したM4.2の地震である。

GNSS観測の結果では、今回の地震に伴って、宮城県登米（とめ）市の南方（みなみかた）観測点と栗原市の清水（たかしみず）観測点が東南東にそれぞれ2cm強移動するなどの地殻変動が、宮城県を中心に広い範囲で観測された。

今回の地震の地震活動の分布やGNSS観測及び地震波の解析結果から、震源域は牡鹿（おしか）半島沿岸から沖合にかけての領域である。この震源域は、1978年宮城県沖地震（M7.4）の震源域の西側の一部に重なると考えられるが、同地震や2005年の宮城県沖の地震（M7.2）の震源域全体には及んでいない。

今回の地震は、「平成23年（2011年）東北地方

太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震）の余震域で発生した。余震域内の地震活動は全体として東北地方太平洋沖地震前の状態に近づきつつあるが、1年あたりの地震の発生数は、依然として東北地方太平洋沖地震前より多い状態が続いており、現状程度の地震活動は当分の間続くと考えられる。

「日本海溝沿いの地震活動の長期評価（平成31年2月26日公表）」（以下、長期評価）では、日本海溝沿いの領域は、国内の他の海溝沿いの領域に比べて定常的に地震活動が活発で、規模の大きな地震が高い確率で発生すると評価している。今回の地震の震源域は、長期評価で評価対象領域としている宮城県沖の西端に位置しており、宮城県沖の陸寄りの領域では、一般に「宮城県沖地震」と呼ばれるM7.4前後の繰り返し発生するひとまわり小さいプレート間地震が30年以内に発生する確率はⅢランク*と評価され、海溝型地震の中では発生する確率が高いグループに分類されている。なお、宮城県沖では、この他に、M7.0～7.5程度のひとまわり小さいプレート間地震が30年以内に発生する確率はⅢランク、M7.9程度のプレート間巨大地震が30年以内に発生する確率はⅡランクと評価されている。さらに、東北地方太平洋沖地震の余効すべりによる応力変化の影響で、これらの地震がより発生しやすくなったと考えられることなどから、確率はより高い可能性がある。

以上のような状況を踏まえて総合的に判断すると、今後も長期間にわたって東北地方太平洋沖地震の余震域や内陸を含むその周辺で規模の大きな地震が発生し、強い揺れや高い津波に見舞われる可能性があることに注意が必要である。

なお、2004年に発生したスマトラ島北部西方沖の地震（モーメントマグニチュード（Mw）9.1）では、3ヵ月後にMw8.6、約2年半後にMw8.4、約5年半後にMw7.8、約7年半後および約11年後に海溝軸の外側の領域でそれぞれMw8.6及びMw7.8の地震が発生するなど、震源域及びその周辺で長期にわたり大きな地震が発生している。また、M5.0以上の地震の発生数は、2004年のMw9.1の地震発生から16年経過後も、地震発生前よりも多い状態である。

＜令和3年4月9日地震調査委員会定例会＞

*：海溝型地震における今後30年以内の地震発生確率が26%以上を「Ⅲランク」、3%～26%未満を「Ⅱランク」、3%未満を「Ⅰランク」、不明（すぐに地震が起きることを否定できない）を「Xランク」と表記している。

2021年の主な地震活動の評価

宮城県沖の地震活動 【M6.8・最大震度5強】

5月1日に宮城県沖の深さ約50kmでM6.8の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

今回の地震は、3月20日の宮城県沖の地震(M6.9)の震央の南東約40km、4月18日の宮城県沖の地震(M5.8)の震央の南西約20kmで発生した。今回の地震以降、この地震の震央を含む東西約40km、南北約20kmの領域で、まとまった地震活動が見られている。

GNSS観測の結果では、今回の地震に伴って、宮城県石巻市のS石巻牧浜(いしのまきまきはま)観測点と東松島市の矢本(やもと)観測点が東南東にそれぞれ1cm強の移動、及び女川(おながわ)町の女川観測点が1cm強の沈降などの地殻変動が、宮城県を中心に広い範囲で観測された。

今回の地震の震源域は、地震活動の分布やGNSS観測及び地震波の解析結果から、牡鹿(おしか)半島の沖合で、震央から北側に広がる領域である。今回の地震の震源域と3月20日の地震の震源域を合わせた領域は、1978年宮城県沖地震(M7.4)の震源域の西側の一部に重なるが、1978年宮城県沖地震や2005年の宮城県沖の地震(M7.2)の震源域全体には及んでいない。

今回の地震は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(以下、東北地方太平洋沖地震)の余震域で発生した。余震域では、1年あたりの地震の発生数は、依然として東北地方太平洋沖地震前より多い状態が続いていること、他の巨大地震における事例、「日本海溝沿いの地震活動の長期評価(平成31年2月26日公表)」を踏まえて総合的に判断すると、今後も長期間にわたって、余震域や内陸を含むその周辺で規模の大きな地震が発生し、強い揺れや高い津波に見舞われる可能性があることに注意が必要である。

<令和3年6月9日地震調査委員会定例会>

石川県能登地方の地震活動 【M5.1・最大震度5弱】

9月16日に石川県能登地方の深さ約15kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北西

-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。この地震の震源付近では、2018年頃から地震回数が増加傾向にあり、2020年12月から地震活動が活発になっている。今回の地震は、2020年12月以降で最大の地震であった。この他、2021年6月26日にM4.1、7月11日にM3.9、8月14日及び9月7日にM4.2、10月3日にM4.3の地震が発生するなど、9月以降も活発な地震活動は継続している。2020年12月1日から2021年10月6日までに震度1以上を観測する地震が46回、このうち9月1日から10月6日までに16回発生した。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。一方、能登半島では、2020年12月頃から、石川県能登町の能都(のと)観測点が南南西に1cm程度の移動、及び珠洲(すず)市の珠洲観測点が2cmを超える隆起などの地殻変動が観測されている。

<令和3年10月11日地震調査委員会定例会>

岩手県沖の地震活動 【M5.9・最大震度5強】

10月6日に岩手県沖の深さ約55kmでM5.9の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。

その後、この地震の震源付近では、10月31日までに震度1以上を観測した地震が3回発生した。31日までの最大の地震は、9日に発生したM4.7の地震である。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

<令和3年11月10日地震調査委員会定例会>

千葉県北西部の地震活動 【M5.9・最大震度5強】

10月7日に千葉県北西部の深さ約75kmでM5.9の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した地震である。

その後、M5.9の地震の震源を含む東西約10km、南北約10kmの領域で、10月31日までに震度1以上

2021年の主な地震活動の評価

を観測した地震が7回発生した。最大の地震は、29日に発生したM4.2の地震である。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない

今回の地震の震源付近では、2005年7月23日にM6.0の地震が発生し、東京都で最大震度5強を観測した。この他、1980年9月25日にM6.0の地震が発生するなど、M6前後の地震が時々発生している。最大は1956年9月30日のM6.3の地震である。

今回の地震が発生した南関東地域は、南側から沈み込むフィリピン海プレートの下に、東側の日本海溝から太平洋プレートが沈み込んでおり、これまでにM7程度の地震が多く発生していることが知られている。「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）（平成26年4月25日公表）」では、このようなプレートの沈み込みに伴うM7程度（M6.7～M7.3）の地震が30年以内に発生する確率はⅢランク*と評価され、海溝型地震の中では発生する確率が高いグループに分類されている。

<令和3年11月10日地震調査委員会定例会>

山梨県東部・富士五湖の地震活動 【M4.8・最大震度5弱】

12月3日06時37分に山梨県東部・富士五湖の深さ約20kmでM4.8の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。また、この地震の震源付近では、同日02時17分にM4.1の地震が発生していた。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

この付近は、フィリピン海プレートが陸側のプレートに衝突する地域になっており、1983年にM6.0の地震が発生するなど、M5.0以上の地震が時々発生している。2012年1月28日にはM4.9の地震の発生直後にM5.4の地震が発生した。

<令和4年1月13日地震調査委員会定例会>

紀伊水道の地震活動 【M5.4・最大震度5弱】

12月3日に紀伊水道の深さ約20kmでM5.4の

地震が発生した。この地震の発震機構は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

<令和4年1月13日地震調査委員会定例会>

トカラ列島近海（小宝島付近）の 地震活動【M6.1・最大震度5強】

12月9日にトカラ列島近海（小宝島付近）でM6.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北西－南東方向に張力軸を持つ正断層型で、陸のプレート内で発生した地震である。トカラ列島近海では、12月4日から地震活動が活発になり、31日までに震度1以上を観測する地震が308回、このうち震度3以上を観測する地震が18回発生した。

GNSS観測の結果によると、今回の地震に伴う有意な地殻変動は観測されていない。

今回の地震活動域付近は、過去にも活発な地震活動が継続したことがある地域である。2000年10月の活動では、10月2日にM5.9の地震が発生し最大震度5強を観測する他、震度5弱を観測する地震が2回発生した。また、最近では、2021年4月にも活発な活動があり、4月10日と12日にM5.3の地震が発生するなど、4月9日から30日までに震度1以上を観測する地震が265回発生した。

<令和4年1月13日地震調査委員会定例会>

2021年10月7日千葉県北西部の地震

地震調査委員会臨時会の開催

令和3年10月7日22時41分に千葉県北西部でマグニチュード(M)5.9の地震が発生し、埼玉県及び東京都で震度5強を観測しました。また、千葉県及び東京都では、長周期地震動階級2を観測しました。この地震を受けて、地震調査委員会は、地震発生翌日の10月8日に臨時の委員会を開催し、どのような地震であったのかを評価するための議論を行いました。また、10月11日及び11月10日の定例の委員会でも議論しました。臨時及び定例の委員会での議論の結果は、その日のうちに「2021年10月7日千葉県北西部の地震の評価」、「2021年9月の地震活動の評価の補足（10月1日以降の地震活動）」及び「2021年10月の地震活動の評価」として公表しました。評価の内容については、P4に掲載しています。

情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト (STAR-E プロジェクト)

長期から即時までの時空間予測とモニタリング

ー 統計数理研究所、京都大学防災研究所、静岡県立大学、県立広島大学 ー

1 研究概要

近年の日本全域を覆う高密度の地震や地殻観測網の充実による大量の観測データは今、ほぼリアルタイムに利用することが出来るようになってきました。他方で、地震発生は地域性のある複雑系現象ゆえ、予測は一筋縄でいきません。このため、統計的モデルの開発と確率予測の現実的な展開が焦眉の課題となっています。

地震学、測地学、地質学や歴史記録の知見に基づいた数々の地震シナリオに加えて、地震発生の統計的経験則に合うモデル開発、異常事象の記録カタログなどの設定・整備や、求める情報に適した観測データの選択・取得が必要です。先ず各種観測データに適合した統計モデルを開発し、それらを基準に使用してデータから異常事象を検出することが求められています。そのうえで、異常事象が大地震の前兆たり得るのかを統計的に識別し確率的に表現したい。時空間的な危険度や切迫度の変化を確率的予測に結びつけるためのモデル化に確率点過程の考え方が必要不可欠です。

大地震発生確率が通常確率にくらべ何倍高くなるのかという量を「確率利得」と云います。一種類の異常事象だけでは、十分大きな変化幅のある確率利得を得ることができなくても、幾種類かの異常事象が同時に観測されれば、総合的な予測の確率利得が高まることもあります。長期・中期・短期の予測を可能にする知見や異常事象を探し、それらを手掛かりに複数要素の確率予測を実施する必要があります。

時空間 ETAS モデルを始めとした長期・中期・短期という多項目の確率予測から想定された地震学的シナリオに対する配分確率のもと、地震動予測や緊急観測網の機動的な展開や首都圏観測網などの効果的な利用を目指します。とくに複数の予測をオンラインで実装し、それらの合わせ技（多項目複合確率予測）として確率利得を高めることをめざします。オンラインの確率予測の出力は、緊急地震速報システムの信頼性を向上させるための事前情報として使用し、また想定された地震学的シナリオの配分予測確率のもと地震動予測や緊急観測網の機動的な展開を目指します。

2 研究目標と実施体制

上述の目標の実現のため本プロジェクトでは、様々な情報・統計科学専門分野での手法の特長を最大限に活用し、地震活動のモデリング高度化・予測の実装・地震観測網の最適化・即時地震動予測という4つのテーマ（図1）を研究します。各テーマの推進及び相互連携によって地震分野の発展と地震防災の対策に貢献をもたらすことを目指します。

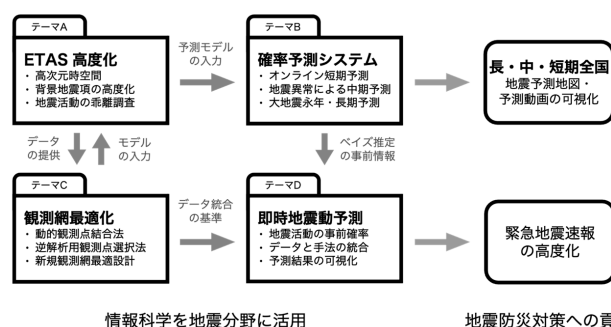


図1：本プロジェクトにおける4つのテーマとその相互連携

テーマ(A) Epidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) モデルの高度化

予測確率を詳細に時空間で表現するために必要な、時空間点過程モデルの中核となる概念は「条件付き強度」です。これは過去のイベントや共変量データの履歴の条件の下で、イベントが発生する場所の確率の微分量に相当するものです。この条件付き強度から出発して、パラメータ推定、シミュレーション、予測を実施することができます。本テーマでは、ETAS モデルを創意的に高度化して、複雑系の多様な地震間や共変量との因果性などを検出し定量的に特徴づけ、将来の地震の確率を評価し、地震活動の物理的特性を分析します（図2）。

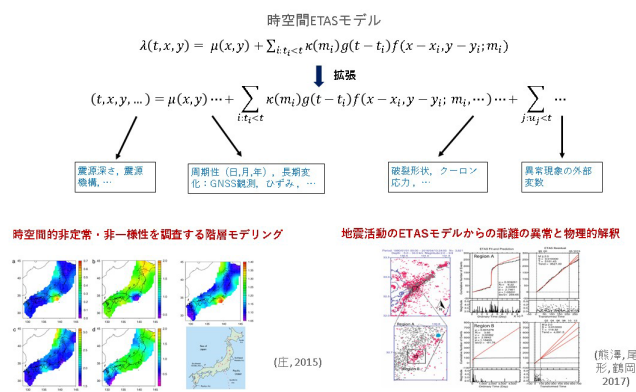


図2：ETASモデルの拡張と高度化

テーマ(B) オンライン確率予測システムの構築

現実の地震活動は地震群の異方性や地域的に異なる統計的不均質性があります。このように多様な活動に最適に適合し

予測できるように、精巧な時空間 ETAS のベイズモデルで、地震発生長期・中期・短期予測とオンライン把握を実装します。そして、時空間 ETAS モデルを震源データの不均質性などを取り込み高度化し、地殻変化や地震活動の異常変化などを考慮し、長期・中期・短期といった異なる時間スケールの確率予測とそれらを組み合わせた確率予測（多項目複合確率予測；図 3）をオンラインシステムに実装します。

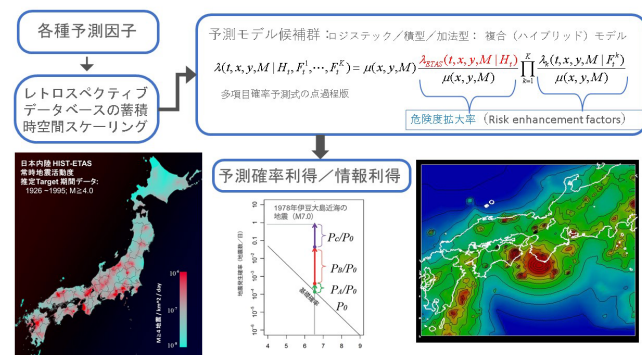


図 3：地震活動のオンライン予測システムの構築

テーマ(C) 観測網最適化

日本には全国規模の地震観測網、局所的な稠密地震観測網、GEONET などの測地観測網など多くの地震・測地観測網が存在しています。この際、地震活動の活発時期とそうでない時期の測地変化、ノイズや周囲の地盤の状況といった各観測点の特性は様々であり、全ての観測点をそのまま利用するのではなく、目的に応じて解析に利用する観測点を適切に選択・統合することにより、解析の精度を向上させることができます。今日の観測点の多量さや多種多様性に対応できるよう、観測点選択・統合自動化アルゴリズム（図 4）を開発します。

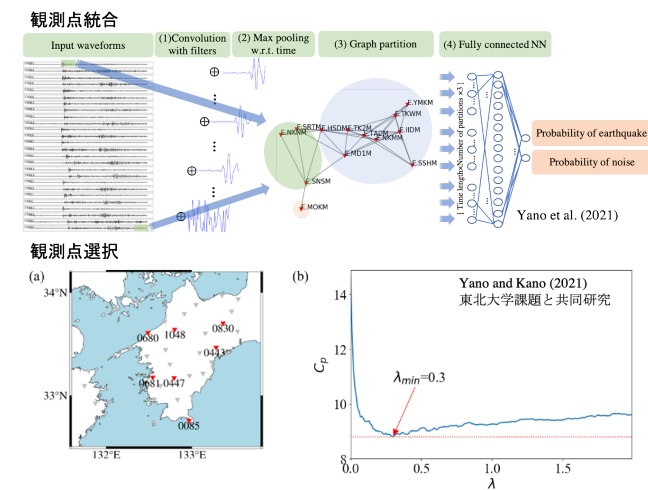


図 4：地震検出精度向上のための観測点統合・高精度解析のための観測点選択

テーマ(D) 即時地震動予測

このテーマでは、熊本地震列や東北沖前後の大地震、南海トラフ地震、1938 年福島沖大群発地震などのような、連発する大地震発生の可能性を考慮した時空間 ETAS モデルなどによるオンラインの短期・中期確率予測から即時把握を可能にし、地震動モニタリングを含む有益なモデルの開発・展開・実装を目的とします。緊急時に対応して臨時観測網を含む観測点の多量さや多種多様性を考えた、大地震後の臨時観測における各種観測網の配置設計を予測の観点から事前に機動的に最適化する自動化アルゴリズム（図 5）を開発します。

緊急地震速報用最適観測網設計

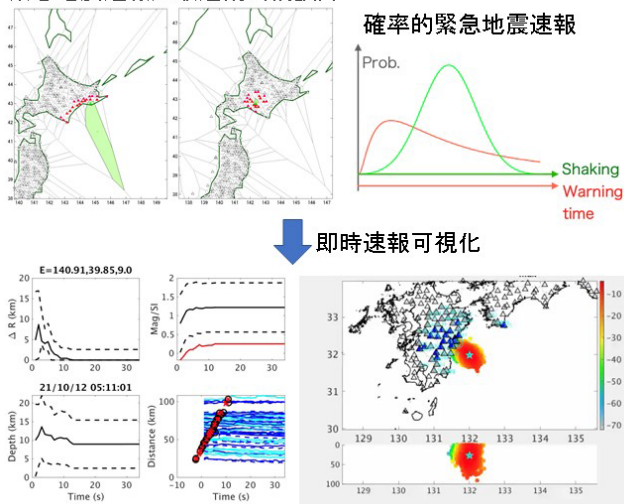


図 5：緊急地震速報用の最適観測網と即時速報可視化

各テーマの連携

以上、時空間 ETAS モデルを始めとした長期・中期・短期の多項目の確率予測から想定された地震学的シナリオの配分確率のもと、地震動予測や緊急観測網の機動的な展開や首都圏観測網などの効果的な利用を目指します。とくに予測を合わせ技（多項目複合確率予測）として確率利得を高め、オンライン予測で実装することをめざします。オンラインの確率予測の出力は、緊急地震速報の事前シナリオに活用するとともに、システムの不偏性・信頼性を向上させるための事前情報として使用し、また想定された地震学的シナリオの配分予測確率のもと地震動予測や緊急観測網の機動的な展開を目指します。以上の成果の各種の予測出力（地図、画像、動画）の可視化手段を整備し、各種の源データがリアルタイムに使用可能な状況に備え、本研究プロジェクトのテーマ間の連携及び他機関の採択課題との連携で、それぞれの専門分野の特長を最大限に活用し地震分野の発展と地震防災の対策に貢献をもちたいと考えます。

著者プロフィール

庄 建倉 (Zhuang, Jiancang)

大学共同利用機関法人情報・システム研究機構統計数理研究所モデリング研究系准教授。総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻修了。博士（理学）。JPSP特別研究員、カリフォルニア大学ロサンゼルス校地球宇宙科学科研究員、統計数理研究所助教を経て、2011 年より現職。確率点過程と統計地震学研究に取り組む。



地震計を使った社会活動のモニタリング

—国立研究開発法人 産業技術総合研究所—

1 はじめに

地震計で観測される振動は地震動だけではなく、私たちには感じられないほど小さな振動（雑微動）が常に存在しています。特に1秒間に1回以上振動するような雑微動には、交通振動や工場など人々の様々な社会活動によって生じる振動が多く含まれています。そのため、平日の振動に比べて休日の振動が小さいことや、人が活動する日中に振動が大きくなることなど、私たちの生活に連動した振動の変動が観測されています。新型コロナウイルスの感染拡大に伴って、ロックダウン等の行動制限が布かれると、これに伴って世界各国で振動レベルの減少が観測されました (Lecocq et al., 2020)。日本では、行動制限などの厳しい処置は行われませんでした。移動や活動の自粛を求める緊急事態宣言が発令され、これに伴って振動レベルの減少が観測されました (Yabe et al., 2020)。このような観測事例は、地震観測データから私たちの社会活動を観測できる可能性を示唆しており、地震計の新たな活用への発展が期待できます。本稿では、振動レベルの変化を時間帯・曜日別に計算し季節変動を除去することで、コロナ禍の社会活動の変化を調べた研究について紹介します。

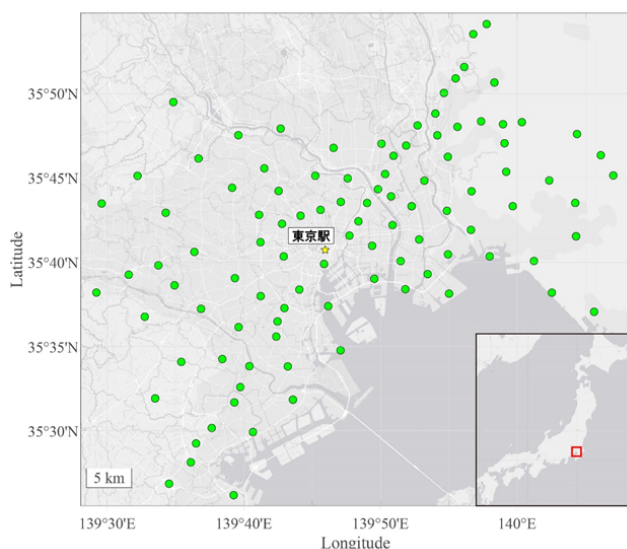


図1 使用した MeSO-net の観測点位置（緑丸）。

2 コロナ禍の振動レベルの変化

本研究では、首都圏地震観測網 (MeSO-net; 防災科学技術研究所、2021) の常時地震観測データを使用しました (図1)。振動レベルは20-45Hzの振動を用いて計算しており、見たい時間帯に対して、10分毎に計算したパワースペクトル密度 (PSD) の中央値としました。本稿では、コロナウイルス発生前の振動レベルの平均値に対する相対変化を示します。まず初めに、時間帯と曜日による振動レベルの変動の違いを調べました (図2)。

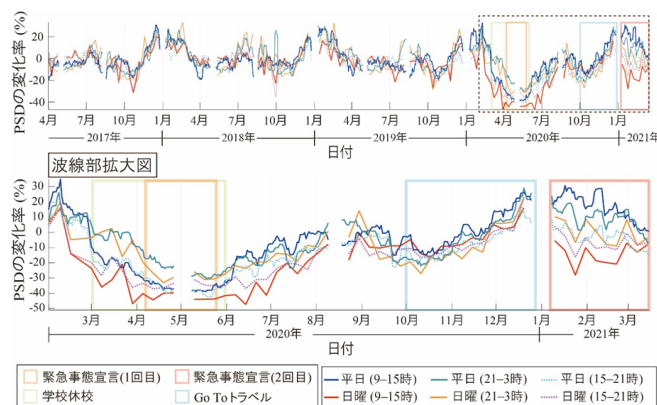


図2 時間帯・曜日別の振動レベルの変化。上図の波線部の拡大図を下図に示しています。

年末年始やお盆、ゴールデンウィークは年度毎に曜日や期間が異なるため、これらの期間は取り除いています。長期的な変動を見ると、コロナ禍以降時間帯や曜日による変動の違いが顕著になっていることが分かります。詳しく見てみると、一回目の緊急事態宣言では、日中の振動レベルの減少が大きく、二回目の緊急事態宣言では、日曜日の減少が大きいことが分かります。また、Go To Travelキャンペーン期間は振動レベルが増加傾向にあることが分かります。一方で、コロナ禍の振動レベルの落ち込みほどではないものの、年間を通して非常に大きな季節変動があることが分かります。

コロナウイルス発生前の二年間のデータを使用して、季節変動のモデリングを行いました。季節変動は単純に使用した二年間の平均値としました。ただし、二年間の振動レベルが大きく異なるような観測点は、周期性がないものとして除去し

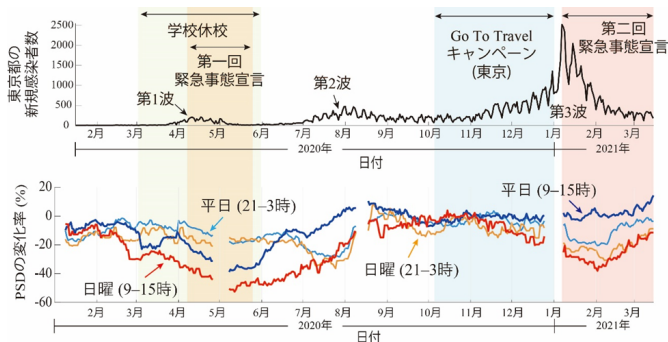


図3 時間帯・曜日別の振動レベルの変化。上図の波線部の拡大図を下図に示しています。

ました。図3に季節変動を除去した時間帯・曜日別のコロナ禍の振動レベルの変動を示しています。

1回目の緊急事態宣言時（図3のオレンジ色の期間）に着目すると、平日・日曜日ともに日中の振動レベルが最も減少したことが分かります。一方で夜間はあまり変化していません。平日の日中の振動レベル（図3の青線）は、緊急事態宣言の解除に伴って回復し始めましたが、日曜日の日中の振動レベル（図3の赤線）はしばらくのあいだ低い状態が続きました。Go To トラベルキャンペーン（図3の水色の期間）が始まった10月頃には、平日・日曜日の日中・夜間ともに例年の水準まで振動レベルが回復しています。しかし、第三波の到来に伴って日曜日の振動レベルは減少傾向に転じています。夜間の活動自粛を求めた2回目の緊急事態宣言時（図3の薄赤色の期間）には平日の日中の振動レベルは減少しませんでした。また、2回目の緊急事態宣言が解除される前から平日・日曜日の日中・夜間ともに振動レベルが増加に転じている。

このように、振動レベルの変化と実際の社会状況は関連があると考えられます。振動レベルの変化と人間活動の関連を示した研究として、振動レベルが国内総生産（GDP）と相関を示した例（Hong et al., 2020）や、振動レベルをコロナ禍の人の密集度を調べる指標として活用した例（Dias et al., 2020）などがあります。本研究では、平日の振動レベルの変動は主に経済活動を、日曜日の振動レベルの変動は主に余暇活動を反映していると仮定し、得られた振動レベルの変動を次のように解釈しました。

平日の日中の経済活動は1回目の緊急事態宣言の解除後、直ちに回復しました。これに対して、日曜日の日中における余暇活動の回復が緩やかなのは、緊急事態宣言が解除された後も、多くの人が活動の自粛を続けたためだと考えられます。

Go To トラベルキャンペーン期間中における日曜日の振動レベルの減少は、多くの国民が感染者数などの情報に注目し、自らの判断で余暇活動を自粛したことを示唆しています。一方で、2回目の緊急事態宣言下であっても新規感染者の減少に伴って、振動レベルは増加に転じています。これは、社会の意識に変化が表れた結果であると推測できます。

3 おわりに

今回の研究によって、地震計に観測された人間活動由来の振動を使って、大まかな社会活動を把握できることが分かりました。一方で、地震計データには様々な振動が同時に観測されるため、どのような社会活動が変化したかは分かりません。今後は実際の交通量データなどを使った振動レベル変化の定量的な評価や、特徴的な振動を検出することで特定の人間活動を把握する研究を行っていきます。地震計を使った交通量調査などの人間活動をモニタリングする新しい活用方法を見出すことは、地震計の普及を促進し、レジリエントな社会づくりに貢献できます。

[引用文献]

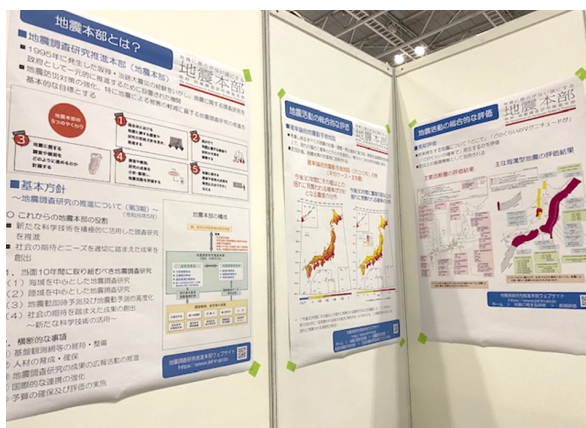
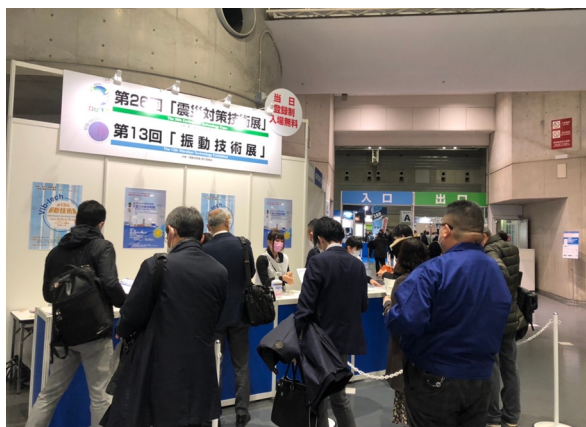
- Lecocq, T. et al. Global quieting of high-frequency seismic noise due to COVID-19 pandemic lockdown measures. *Science* 369, 1338-1343; doi:10.1126/science.abd2438 (2020).
- Yabe, S., Imanishi, K., and Nishida, K., Two-step seismic noise reduction caused by COVID-19 induced reduction in social activity in metropolitan Tokyo, Japan. *Earth Planets Space*, 72, 167 (2020).
- 防災科学技術研究所 NIED MeSO-net, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (2021), <https://doi.org/10.17598/NIED.0023>.
- Hong, T.-K., Lee, J., Lee, G., Lee, J. & Park, S. Correlation between Ambient Seismic Noises and Economic Growth. *Seismol. Res. Lett.* 91, 2343-2354 (2020); <https://doi.org/10.1785/0220190369>.
- Dias, F. L., Assumpção, M., Peixoto, P. S., Bianchi, M. B., Collaço, B., & Calhau, J. Using Seismic Noise Levels to Monitor Social Isolation: An Example From Rio de Janeiro, Brazil. *Geophys. Res. Lett.* 47, e2020GL088748 (2020)

「第26回震災対策技術展」において講演およびブース展示を実施しました。

地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）では、2022年2月3日（木）にパシフィコ横浜で開催された第26回「震災対策技術展」横浜－自然災害対策技術展－において講演及びブース展示を実施しました。

講演は、文部科学省 研究開発局 地震・防災研究課 中村 航 地震調査官が、「地震調査研究推進本部について」と題し、初めに地震本部の発足の経緯や体制について説明し、我が国の地震調査研究の基本方針である「[地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）](#)」の内容を説明しました。これらの取組や地震調査研究の成果を広く広報していくことは、地震本部に課せられた重要な役割の一つであることから、講演後半は、地震本部が現在取り組んでいるさまざまな広報活動について紹介しました。

ブース展示では、パンフレットの配布の他、長期評価の結果をポスターで紹介しました。新型コロナウイルス感染症の影響により、来場者は例年と比べるとやや少ない印象はありましたが、多くの方にお立ち寄りいただき、地震本部の広報について説明する有意義な出展となりました。



編集・発行

地震調査研究推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）
東京都千代田区霞が関 3-2-2

※本誌を無断で転載することを禁じます。
※本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震本部のホームページはコチラ▶ 地震本部



地震調査研究推進本部が
公表した資料の詳細は、
地震本部のホームページで
見るすることができます。
(<https://www.jishin.go.jp>)

