

2024年度STAR-E第4回勉強会およびISM-STAR-E 研究集会

統計数理研究所 セミナー室1 (D305) (東京都立川市緑町10-3)

12月27日(金) AM STAR-E 勉強会

Zoom ミーティング

https://us06web.zoom.us/j/86574891730?pwd=9Tlm9utu81hdo7zEjJfQDLHsEThad7.1

ミーティング ID: 865 7489 1730 パスコード: 805337

10:00-10:40

Talk 1: Progresses on earthquake early warning systems and their applications

Stephan Wu

Earthquake Early Warning (EEW) systems are vital tools for mitigating the impacts of seismic events by providing timely alerts to populations and infrastructure at risk. Japan's EEW system has undergone significant changes since its first public operation in 2007, including the expansion of seismic sensor networks and enhancements in data processing algorithms. In the STAR-E project, we aimed to further improve the Ground Motion Prediction Equations (GMPEs) used in EEW by incorporating the envelope of seismic waveforms. Additionally, we enhanced the evaluation of hazard probability by employing advanced statistical methods. This approach allowed for evaluation of useful seismic hazards metrics. I will provide a short summary of our progresses in this talk.

10:40-11:20

Talk 2: Bayesian non-parametric inference for the ETAS model

Yuanyuan Niu

The epidemic type aftershock sequence (ETAS) model, an example of a self-exciting, spatiotemporal, marked Hawkes process, is widely used in statistical seismology to describe the self-exciting mechanism of earthquake occurrences. The ETAS model is characterized by the rate of arriving earthquake events conditioned on the history of previous events, which is also called the conditional intensity function. Fitting an ETAS model to data requires us to estimate the conditional intensity function. Many previous methods, including parametric and non-parametric, have certain limitations in quantifying uncertainty since most estimation techniques deliver a point estimate for the conditional intensity function. The GP-ETAS model defines the background intensity in a Bayesian non-parametric way through the Gaussian Process prior, allowing us to incorporate prior knowledge and effectively encode the uncertainty of the quantities arising from data and prior information. Based on the GP-ETAS model, we have carried out some new research topics, and some work is still ongoing. This presentation introduces the GP-ETAS model and some developments we have made.

11:20-11:30

Break

ISM STAR-E symposium

11:30-11:50

2023年に発生した伊豆大島近海の浅部における火山性群発地震

荒川日南子
麻生尚文

伊豆大島に2台の地震計を設置し、2023年9月から2024年2月まで臨時観測を行った。この2台の地震計と防災科研のV-net観測点と東京大学地震研究所の観測点のデータを利用してプレートマッチングを行うことで地震の検出を試みた。今後は、double-difference法を用いて震源を再決定することで、検出した地震の震源および時間分布を詳細に調べていきたい。

11:50-12:10

A new GMPE for estimating the seismic intensity in combination with IPF method

Hong PENG
Masumi YAMADA
Stephen WU

We have developed a benchmark database of seismic intensity (SI) curves using seismic event recordings from JMA, K-NET, and KiK-NET over the past ~20 years. Among the empirical envelope functions which simulate the SI curves, we identified the one half-sigmoid and one full-sigmoid function as the best model (smallest MSE) for SI simulation. Based on this envelope function, we present a new ground motion prediction equation (GMPE) by using ARD regression for estimating the SI in real-time.

12:10-12:30

Inhomogeneous Spatio-Temporal Epidemic-Type Aftershock Sequence Model Incorporating Seismicity-Triggering Slow Slip Events

Isaías Bañales

Clarifying the relationship between regular earthquakes and slow fault slip is essential for understanding the mechanisms behind seismic activity. We hypothesize that the background seismic activity around the Guerrero seismic gap in Mexico is partially triggered by interplate slow-slip events (SSEs). Consequently, we present an extension of the spatio-temporal epidemic-type aftershock sequence (ETAS) model, which incorporates background seismicity as a piecewise constant function over time. In this study, Global Navigation Satellite System (GNSS) data is employed to identify the occurrence periods of SSEs, thereby delineating the intervals during which changes in background seismicity may occur. Due to the technical complexity of performing inference with an inhomogeneous ETAS model, this work employs a penalized maximum likelihood inference method using the Expectation-Maximization (EM) algorithm. This approach also permits the inference of the branching process for aftershocks, thus enabling the estimation of the genealogy between earthquakes. This information could be utilized to decluster earthquakes.

12月27日(金) PM ISM STAR-E symposium

13:30-13:50

ETASシミュレーションとRNNによる真のb値推定への取り組み

麻生尚文

地震活動のb値は代表的な統計量であるだけでなく、物理的にも応力状態を反映する重要な指標である。本研究では、非定常ポアソン過程に基づくETASシミュレーションに対して、時間変化する真のb値を推定する再帰型ニューラルネットワーク (RNN) を構築した。長短期依存性を学習するLSTMネットワークを用いたところ、従来の移動ウィンドウに対する最尤推定を上回る精度を示した。

13:50-14:10

A modification of the space-time ETAS model with the rate- and state-friction seismicity model

岩田貴樹

This study explore a modification of the space-time ETAS model [Ogata, 1998]. The ETAS model has a term corresponding the background seismicity, and in this study it is formulated with the Dieterich seismicity model [Dieterich, 1994], which is based on rate- and state-dependent friction. For the Dieterich model, the stress rates are estimated as step functions with smoothness constraints, and parameters are derived using a Bayesian framework with Markov chain Monte Carlo methods. Using this framework, temporal evolutions of the stress rate were estimated for the aftershock sequences of the 1995 Kobe and the 2004 Niigata (Chuetsu) earthquakes. Dieterich [1994] has proposed the incorporation of the stress increase with the logarithm of time into the Dieterich model to cope with the variety of the p-value, and the estimated temporal evolutions for both sequences are similar to such feature.

14:10-14:30	緊急地震速報におけるベイズ観測点選択	矢野恵佑
14:30-14:50	中米沈み込み帯における群発地震検出：地震活動とスロースリップイベントの関係に関する示唆	西川友章 Kostoglodov Vladimir 西村卓也
<p>時空間ETASモデルを用いて、中米沈み込み帯を対象に、2000年から2024年の期間で群発地震活動の検出を実施した。その結果、中米沈み込み帯には3つの群発地震活動集中域が存在することが明らかとなった。さらに、検出された群発地震活動と同時期に、その震央の周辺において、スロースリップや過渡的な地殻変動が観測され、群発地震活動がスロースリップによって誘発されている可能性が示唆された。</p>		
14:50-15:10	地震活動の外部誘発効果を定量化するためのモデリング	熊澤貴雄 尾形良彦
<p>定常ETASモデルの短期予測に敏感な最初の2つのパラメータの時間依存性を仮定する非定常モデルの有用性と有効性について議論する。非定常ETASモデルのインバージョン解析により、群発地震活動や複雑な本震余震型地震活動の典型的な結果を示し、これらがスロースリップや地下流体などにどのように影響されるかを、実際の地震活動の解析結果例と共に示す。</p>		
15:10-15:20	Short Break	
15:20-15:40	Assessing the potential improvement in short-term earthquake forecasts from incorporation of ULF Magnetic and CO anomaly	Yiqun Zhang Jiancang Zhuang Peng Han
<p>Over the past few decades, extensive scientific literature has documented the occurrence of anomalies in non-seismicity observations prior to strong earthquakes. In most cases, such non-seismicity-based precursors were studied individually. One challenge associated with such non-seismicity-based precursors is their inability to provide a probability gain comparable to that of the ETAS (Epidemic Type Aftershock Sequence) model. Nevertheless, it remains feasible to combine clustering effect in seismicity and non-seismicity-based precursors in statistically probabilistic model. We constructed a statistically probabilistic model based on temporal ETAS and non-seismicity-based precursors, devoted to improving the quality of earthquake forecasts (rather than providing exact prediction of future earthquakes). As an extension of the ETAS model, the inclusion of precursors could potentially enhance the overall probability gain.</p>		
15:40-16:00	日本列島周辺で発生したマグニチュード7級地震の余震域特性：余震域拡大速度とb値(等)	三井雄太
<p>余震域の空間的範囲が経過時間の対数におおよそ比例して拡大することは、これまでの経験的な研究で知られています。本研究では、日本列島周辺で発生したマグニチュード7級の地震を対象に、余震域の拡大速度（対数時間での変化）を評価し、b値などの他のパラメータとの関係を比較しました。発表では、既に出版済みの論文では詳しく議論しなかった部分に焦点を当てて紹介します。</p>		
16:00-16:20	ヨーロッパ南東部におけるひずみ速度場推定	上田拓, Anne Socquet, Marianne Métois, 岡崎智久, 西村卓也
<p>地殻のひずみ速度場推定は地殻変動の理解において重要である。近年、ひずみ速度場と地震活動を比較する研究が世界各地で行われるようになってきており（e.g., Kreemer & Young, 2022）、地震ハザード評価に測地データを用いることの有用性が検討され始めている（e.g., Donniol et al., 2024; Nishimura, 2022）。本研究では、ヨーロッパ南東部のGNSSデータから推定された変位速度（Piña-Valdes et al., 2022）を使用し、基底関数展開（Okazaki et al., 2021）を用いてひずみ速度場を推定した。イタリアやバルカン半島南部のような変形の大きな領域では先行研究と調和的な伸長場が得られたのに対して、ヨーロッパ中央部のような変形の小さな領域では数十キロスケールの伸長・短縮の擾乱が見られた。この擾乱はひずみ速度場の空間平滑度合いを決めるハイパーパラメータが対象領域に対して1つのみであることに起因しており、平滑度合いを空間変化させる必要性を示唆する。</p>		
16:20-16:40	多項目予測法の実装のために (For the implementation of multi-item forecasting methods)	尾形良彦
<p>多項目予測法は未発展である。的中率の高い異常現象の探求はこれまで不作であり、そのため予測率が低く不意打ちの大地震が圧倒的に多い。したがって確率利得（的中率）が低くても多くの異常現象を網羅的に収集・整理する必要がある。予測の観点から現状でどの様に異常性の確率利得の定量化を紹介しこのような研究の発展を促したい。</p> <p>Multi-item forecasting methods are underdeveloped. The search for anomalous phenomena with a high hit-rate has been unsuccessful, resulting in an overwhelming number of unexpected large earthquakes with low prediction rates. Therefore, it is necessary to comprehensively collect and organize a large number of anomalous phenomena, even if the probability gain (hit rate) is low. I would like to introduce the quantification of the probability gain of anomalies in the present situation from the point of view of forecasting and encourage the development of such research.</p>		
16:40-17:10	Discussion	