

## 内陸で発生する地震の新たな調査観測について（案）

令和 6 年〇月〇日

地震調査研究推進本部政策委員会

調査観測計画部会

### 1 はじめに

「地震調査研究の推進について―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）―」（令和元年 5 月地震調査研究推進本部決定。以下「第 3 期総合基本施策」という。）において、「陸域を中心とした地震調査研究」の基本目標の一つとしている「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」のため、今後の調査観測の在り方等の検討を進める必要がある。

このことから、内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキンググループ（以下「WG」という。）では、当面の審議事項として、「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」のために取り組むべき調査観測についての基本的な考え方、求められる観点、必要な調査観測項目等について検討を行っている。

本報告では、WG での検討の結果に基づき、当面推進すべき「内陸で発生する地震の新たな調査観測」について取りまとめるものである。

なお、本報告における「内陸で発生する地震」は、陸域に強い揺れや津波をもたらすような内陸及び沿岸海域で発生する陸のプレート内の地震を指すこととする。

### 2 内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に係る基本的な考え方

内陸で発生する地震に関して、地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）では、初めに「主要活断層帯の長期評価」として、マグニチュード（M）7 程度以上の地震を発生させる主要活断層帯について、地震の規模、発生確率等を評価・公表してきた。その後、平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震（M6.8、最大震度 7）、平成 19 年（2007 年）能登半島地震（M6.9、最大震度 6 強）、平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震（M6.8、最大震度 6 強）等において M7 未満の地震でも被害が相次いだことを受け、主要活断層帯に加えて、より短い活断層も評価対象とするとともに、それらを含め、ある一定の地域内に分布している活断層で発生する地震を総合的に評価する「活断層の地域評価」を進めている。地震本部は、これらの長期評価及びその公表により一定の成果を上げてきたと言える。

一方で、活断層の地域評価では活断層で起きる地震の発生確率に加え、活断層以外の場所で地震が発生することも考慮し、対象地域における近年の地震活動から推定した地震の発生確率も求めているものの、「主要活断層帯の長期評価」と同様、基本的に活断層で発生する地震を主眼に置いた評価となっている。また、個別の活断層による地震の発生確率は、基本的にその活断層が引き起こす想定最大規模の地震の発生確率を評価したものとなっている。

しかし、実際には、

- ・ 既知の活断層から離れた場所でも被害をもたらすような規模の地震が発生することがある
- ・ 主要活断層帯で発生する地震についても、想定最大規模よりも小さい規模の地震が発生する場合がある
- ・ 一点目及び二点目に述べた地震の発生頻度は、その地域に存在する活断層が引き起こす想定最大規模の地震に比べて高い可能性がある
- ・ これらの地震が発生した場合においても、その地域に大きな被害をもたらす可能性がある（例：平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震（M7.2、最大震度 6 強）、平成 26 年（2014 年）長野県北部の地震（M6.7、最大震度 6 弱）、平成 30 年（2018 年）大阪府北部の地震（M6.1、最大震度 6 弱）等）

と考えられている。

そのため、これら活断層で発生する想定最大規模より小さい地震や、既知の活断層から離れた場所で発生する被害をもたらす地震（以下「一回り小さい地震等」という。）についても適切な評価を行えるよう、調査観測を強化し、第 3 期総合基本施策において基本目標として掲げている「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」を推進することが必要である。科学的データと最新の科学的知見に基づいて、これらの地震を含む内陸で発生する地震について評価を行うとともに、その成果を周知することで、低頻度の想定最大規模の地震に加えて、より頻度が高い可能性がある一回り小さい地震等にも備えるように、内陸で発生する地震に対する地方公共団体や個人における防災意識の向上と転換を促進する。なお、本報告では、これまで被害を生じさせてきた地震の規模等を踏まえ、M6 程度以上の内陸で発生する地震を対象とする。

また、評価結果の普及のみならず、評価の過程で得られたデータ及び計算方法等の中間的な成果についても、専門家向けに使いやすく公表し、より広い成果の活用を推進することが必要である。

### 3 内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に求められる観点と必要な調査観測

主に想定最大規模の地震の評価に有用な活断層調査のみでは、より高頻度で発生し被害を生じさせる可能性がある一回り小さい地震等も含めた評価することは困難である。そのため、これらの地震も含め内陸で発生する地震を総合的に評価できるよう、内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化が必要であり、具体的には、

- ① 地震観測網により得られた地震活動データ
- ② 歴史・考古資料の調査に基づく地震活動の履歴
- ③ 活断層で発生した地震の調査等の情報
- ④ 測地観測データ（GNSS、InSAR等）

といった情報を活用して評価を行うことが必要である。

長期予測手法の高度化には、これらの調査観測の推進や、それぞれのデータや調査手法、評価手法の高度化、これらの分野間を横断する課題の解決への取組、これらの情報を総合して評価する手法を検討する必要がある。さらに、調査観測結果や評価結果を有効に活用できるようにするためには、それらの成果の公表の方法にも留意が必要である。

#### 3-1 各情報を活用して長期評価を行う際に必要な観点と必要な調査観測項目

上述の各情報を活用して内陸で発生する地震の長期評価を行うに当たっての必要な観点と必要な調査観測項目は以下の通りである。

##### 3-1-1 地震観測網により得られた地震活動データ

###### データの説明・特徴

- ・ 明治時代に観測が開始されてから現在まで蓄積されている地震計データに基づいた、地震の震源分布の時空間変化を表すデータ。
- ・ 特に地震本部設置以降、基盤的調査観測計画等に基づき陸域及び海域の観測網の整備が進み、現在は、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、大学等の観測網に約 1800 点の地震計が設置されている。
- ・ データが明治時代以降に限られるため、活断層で発生する地震等、繰り返し間隔の長い地震についての地震記録は限られている。
- ・ 地震活動データは、「活断層の地域評価」及び「全国地震動予測地図」における、地震発生確率や強い揺れに見舞われる確率の算出に利用されている。
- ・ 人工知能（AI）による地震イベント抽出や波形記録を活用する研究も行われている。

- ・ アナログ記録（記象紙）の保全や活用が課題になっている。
- ・ 一元化処理<sup>1</sup>開始以前については、各機関の観測データが統合処理されていない期間があり、この期間のデータには品質や時刻精度が低いものも含まれるため、地震カタログや地震活動データの整備・改善作業に多くのリソースを要することが課題となっている。

#### データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 現在活断層の地域評価で用いている手法や、背景地震活動を用いた手法等の適用を検討し、地震活動データを用いた全国的な評価を迅速に進めることが必要。  
（「今後の地震の長期評価等の進め方について（令和6年2月19日地震調査研究推進本部政策委員会調査観測計画部会決定）」（別紙）を参照）
- ・ 長期評価への活用に当たっては、一元化処理開始以前も含めて可能な限り一貫性のあるデータを使用する必要があることを踏まえ、これまでに整備したものも含めた地震カタログや地震活動データの整備・改善や品質の検証が必要。
- ・ 余震除去手法等の、現在地震本部の各種評価で用いている手法の妥当性等の再検討が必要。
- ・ 海溝型の巨大地震の影響により、それまでとは地震活動の傾向が変わる可能性があることから、その考慮が必要。
- ・ 群発地震の取り扱い（群発地震で1つの大きな地震イベントと捉える等）の検討が必要。
- ・ データは過去100年程度であり、発生間隔が長い地震についてはその一部の期間のデータしかないため、近年大きな地震が起こっていない場所では確率が過小評価になってしまう等の可能性があることに十分な留意が必要。

#### 調査観測項目

- ・ 活断層の地域評価で用いている手法や、背景地震活動を用いた手法等を適用した、全国的な地震活動の評価
- ・ 時空間的に均質な高感度・広帯域地震観測、地震動観測（強震観測）
- ・ AIを用いた地震イベント抽出や震源決定等による地震カタログの整備

---

<sup>1</sup> 気象庁がデータ処理センターとして、平成9年10月以降、関係機関の観測データをリアルタイムで収集し、文部科学省と協力して地震波形の分析（地震波到達時刻の読取り等）やそれに基づく震源の決定等の処理を一元的に行っており、これを「一元化処理」という。

- ・ 一元化処理開始以前も含めてこれまでに整備した地震カタログや地震活動データの整備・改善や品質の検証
- ・ 余震除去手法等の、現在地震本部の評価で用いている手法の妥当性等の再検討
- ・ アナログ記録の保全状況やデジタル化の状況の調査

### 3-1-2 歴史・考古資料の調査に基づく地震活動の履歴

#### データの説明・特徴

- ・ 歴史時代に発生した地震の文書記録や、考古遺跡で発掘により見つかる地震の痕跡など。
- ・ これまでも活断層の長期評価において、地震イベントの対比等に活用されている。
- ・ 活断層から得られる情報に比べ、より小さい地震が記録されている可能性があり、一回り小さい地震等や当時の地震活動を評価できる可能性がある。
- ・ 発掘調査報告書からの地震等の災害痕跡のデータ化が進められている。
- ・ 調査の過程で地震以外の災害も含めて記録も整理することができる。地域の災害履歴を掘り起こし、それを活用した防災意識の向上への活用も期待される。

#### データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 見逃しを防ぐため、M6.0程度を下限とした全国を俯瞰した網羅的な調査が必要。
- ・ 文書記録は、伝来状況によりデータに地域的・時間的な偏りがあるほか、詳細なデータは多くの文書記録が残る数百年前以降に限られる。人が記録したものであるため、定性的な表現であることや、地震の見逃し、不確かな伝聞情報が記載されているなど、情報の正確性や精度に課題がある可能性を踏まえた検討が必要。
- ・ 考古発掘により検出される災害痕跡には、液状化現象など地震の痕跡のほか、津波堆積物や火山灰等も含む。対象となる時間軸は第四紀全般（約250万年前以降）となるが、調査対象が人類活動に結びつくことが前提であるため、調査対象の地域や時間に偏りがある。全国の発掘調査現場あるいは報告書等から、災害痕跡情報の抽出を進めることが必要。
- ・ 定量的な評価に活用することが難しい情報であっても、日本の地震活動を取りまとめた解説誌に記載し、広報することが重要。

#### 調査観測項目

- ・ 地震・津波に関する歴史・考古資料の調査  
(歴史・考古資料の収集・整理の促進、歴史学的視点及び地震学的視点による信頼性や合理性の評価が必要)
- ・ 信頼度を付与した歴史地震資料や災害痕跡データベースの整備、元データの精査を含めた点検や修正

### 3-1-3 活断層で発生した地震の調査等の情報

#### データの説明・特徴

- ・ 地形調査やトレンチ調査等により、断層運動による地層のずれやその量、年代に関する情報を得たもの。
- ・ 数千年前から数万年前の地震の情報を得ることができ、他のデータに比べて古い地震イベントを特定することができる。
- ・ 調査研究によって明らかとなっている活断層の情報は、地震本部の評価のほか、産業技術総合研究所の「活断層データベース」等にまとめられている。
- ・ 一回り小さい地震等は、地層のずれが地表に出現しない場合があるため、被害をもたらす可能性のある規模の地震としては見落としがある可能性がある。
- ・ 「活断層の地域評価」では、各活断層において想定最大規模の地震に加えて一回り小さい地震等も発生することを一定程度考慮し、地域の地震発生確率を算出している。

#### データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 連動型地震の評価を進める必要がある。
- ・ 「主要活断層帯の長期評価」で発生確率が不明とされている活断層について、発生確率を明かにすべく、引き続き順次調査を進めることが必要。
- ・ 陸域に大きな被害をもたらす可能性のある沿岸海域の活断層評価も進める必要がある。
- ・ 地質条件等によっては、断層の変位イベントの全てが地質情報に記録されていない可能性があるため、活断層調査から認定される地震イベントの信頼度について注意が必要。
- ・ 地表に断層地形が表れていないことは、近年活動していないことを必ずしも意味していないことに留意が必要。伏在断層の調査を行うためにも、地下構造探査等の調査研究も重要。

- ・ 海岸段丘の隆起量等を用いた活動度評価やその分布を明らかにすることも重要。

#### 調査観測項目

- ・ 地域評価に資する活断層調査、変動地形調査（沿岸海域の活断層の調査や地下構造探査等を含む）
- ・ 数値シミュレーションも活用した連動型地震の調査、評価
- ・ 発生確率が不明の活断層の調査

### 3-1-4 測地観測データ（GNSS、InSAR等）

#### データの説明・特徴

##### （GNSS）

- ・ 米国の GPS や日本の準天頂衛星等の測位衛星の観測データを解析することにより、地殻変動やひずみを把握するもの。
- ・ 国土地理院の GEONET の約 1,300 点のほか、国立研究開発法人や大学、民間等でデータが取得されている。
- ・ 測地（GNSS）データにより、ひずみの蓄積速度は分かるが、現時点でのひずみの蓄積量は分からない。

##### （InSAR）

- ・ 人工衛星や航空機に搭載されたレーダーにより複数回の観測を行い、二時期の間の地表変動を把握するもの。
- ・ 広範囲（数 10km～数 100km）の面的な観測が可能なほか、地上の観測装置が不要で、夜間・雨天でも観測が可能。

#### データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 海溝型地震によって解放されるひずみと内陸で発生する地震によって解放されるひずみの分離方法の検討が必要。
- ・ GEONET に加え、国立研究開発法人や大学、民間等で取得されている GNSS データも組み合わせた統合的な解析が重要。
- ・ 海溝型の巨大地震の影響により、それまでとは地殻変動の傾向が変わる可能性があることから、その考慮が必要。
- ・ 離島や岩礁での観測点を増やし、沿岸地域のひずみ速度分布を推定できる地域を可能な限り広げることが望ましい。

## 調査観測項目

- ・ 測地データを用いた長期評価手法の高度化の研究  
GNSS 連続観測、InSAR 時系列解析による地殻変動観測、ひずみ速度場の推定
- ・ 離島や岩礁等を含む海域での GNSS 観測に係る調査研究

### 3-2 横断的事項

内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に当たり必要な、上述の各情報を横断する観点と調査観測項目は以下の通りである。

#### 各情報を横断する観点

- ・ 基盤的観測網のデータの活用が重要。
- ・ 沿岸域の調査観測については、地震観測、歴史・考古地震調査、活断層調査、測地観測のそれぞれでデータも調査観測の技術も不足しており、信頼性に課題がある。評価の信頼性にも影響を与えるため、これらの技術開発や調査観測を横断的に推進していく必要がある。
- ・ 歴史地震と活断層の運動を結びつける調査研究の推進が重要。
- ・ 地震で解放されるひずみ量の推定等のためには、各分野間の横断的な調査観測が必要。
- ・ 地震の発生による地殻変動、地震後の余効変動の情報を示すことは防災上重要。また、これらのデータは、蓄積されている過去のデータの解釈の向上にも寄与する。
- ・ 数値シミュレーションやモデルの高度化等の研究の推進も必要。

## 調査観測項目

- ・ 各調査研究分野の横断的な連携
- ・ 陸域海域の境界域に係る横断的な調査観測、開発研究
- ・ 地震活動データと測地データから推定される地震発生確率が異なる地域における、重点的な調査観測

### 3-3 情報を総合した評価

3-1 で述べたデータを総合して内陸で発生する地震の評価を実施するに当たっては、次の課題を踏まえる必要がある。



### データ管理に関する課題

- ・ 情報を総合した評価に資するデータベースの整備と、その品質の管理や検証が重要。

### 総合した評価を行う上での課題

- ・ 測地データから推定されるひずみ速度と、活断層調査から推定されるひずみ速度は異なる可能性がある。このように、中短期的な変動と超長期的な変動の比較検証が重要。総合した評価を行うに当たっては、これら各データの持つ精度や信頼性の評価を行った上で、それを踏まえた評価等を行うことが必要。
- ・ 評価に用いる地震カタログ（地震観測網による地震活動分布、歴史・考古資料の調査等によるカタログ）の使い分けや網羅性の検討が必要。
- ・ 測地データや歴史・考古調査等の異なる分野の調査結果等を組み合わせ、定量的な長期評価を行うに当たっては、データを結合・統合するために必要な各種のパラメータの設定やその地域依存性等についての検討が必要。
- ・ 情報を総合して評価するに当たっては、それぞれのデータから得られた結果の重みづけの検討が重要。最大値や平均値をとるなどが考えられるが、防災上の観点からどのように表現するかという検討も必要。
- ・ データが限られるため、算出される確率は過小評価になる等の可能性がある。そのため、発生確率の下限を設けることも検討する必要がある。
- ・ 同じデータの中で誤差を評価するだけでなく、異なる種類のデータを用いた評価結果の誤差の評価も意識的に行い、なぜ違いが出るのか、といった観点で比較することが、理学的にも防災上の観点からも重要。
- ・ 先行して地震本部において検討を進めている「今後の地震の長期評価等の進め方について（令和6年2月19日第89回調査観測計画部会決定）」（別紙）に基づいて整備するプロダクト等の成果を随時活用していくことが必要。

### **3-4 評価の公表**

評価の公表に当たっては、以下に示す点について留意が必要である。

また、評価の過程で得られたデータ及び計算方法等の中間的な成果についても、専門家向けに使いやすく公表し、より広い成果の活用を推進することが必要である。

## 評価の公表、伝え方についての課題

- ・ 「活断層の地域評価」で採用している近年の地震活動から地域の地震の発生確率を求める手法を用いる場合、求められる確率値は対象とする領域の面積に大きく依存するため、領域の面積が各領域で大きく変わらないようにすることが必要。地域の区分けの検討には時間を要するため、例えば等間隔グリッドを用いるなどシームレスな領域区分の検討が必要。
- ・ 分かりやすく伝えるためには、点の情報である地震活動の分布データや線や面の情報である活断層のデータと、実際に発生している地震現象の情報とを総合した表現の検討が必要。
- ・ 評価結果が安心情報とならないように、成果の伝え方について十分留意が必要。
- ・ データを総合する手法について検討は進めつつも、迅速に全国的に評価・公表できる評価手法の検討も必要。
- ・ 地方公共団体や個人における防災意識の向上や、速やかに防災対策にも利活用できるよう、公表できるものは順次迅速に公表していくことが必要。
- ・ データを総合して表示するだけでなく、個別のデータの表示やダウンロード、震源断層を特定した地震動予測など、ユーザーがそれぞれの目的に沿った使い方ができるようなプラットフォームの構築が重要。

## 4 今後に向けて

我が国の内陸では、既知の活断層以外で発生した地震を含めて被害を発生させる地震が多く発生していることから、活断層以外で発生する地震も含めた内陸で発生する地震を総合的に評価することは、極めて重要な課題である。そのため、3で述べた調査観測項目を「内陸で発生する地震の新たな調査観測」として推進し、「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」を実現する必要がある。

この取組により、地方公共団体や個人における地震に対する理解を促進し、災害軽減に向けた貢献が期待される。

令和6年2月19日  
地震調査研究推進本部  
政策委員会 調査観測計画部会 決定

## 今後の地震の長期評価等の進め方について

令和6年2月

- 地震調査研究推進本部では、これまで海溝型の地震や活断層で発生する地震などの発生確率等の長期評価を実施、公表してきたところ、本年1月1日の「令和6年能登半島地震」の発生を受け、速やかに防災対策にも活用できるよう、内陸で発生する地震及び海域活断層の長期評価について、以下の通り、公表可能な結果を早期に公表していくこととする。

### (内陸で発生する地震の地域評価)

- 内陸で発生する地震については、これまで、個々の活断層の調査結果及び観測網により蓄積された近年（約100年間）の地震活動データを基に、一定の地域単位ごとに地震発生確率を算出する「地域評価」を実施しているが、多数の活断層の調査結果を個別に評価するため、多くの検討が必要となっている。

このため、地域評価が未実施の地域について、できるだけ速やかに情報提供を行う観点から、まず地震活動データのみを用いる簡易的な手法により、全ての地域の評価を進め、その結果を公表する。

### (日本海側の海域活断層の長期評価)

- 海域活断層については、これまで、活断層の位置・形状や、そこで発生する地震の規模、発生確率等の評価を実施しているが、海域の活断層は直接観測が難しく、調査結果の整理・分析の段階から多くの検討が必要となっている。

現在、能登半島沖を含む近畿～北陸地方沖の海域活断層の長期評価を進めているところ、まず日本海側の海域活断層の位置・形状やそこで発生する地震の規模を決定し、進捗に応じて速やかに公表する。

なお、従来の長期評価は並行して進め、評価結果が確定次第、順次公表するとともに必要な情報提供を行っていく。また、その他の地域についても、海域を含め継続的に活断層等の調査を実施する。