

地震ハザードステーションの利活用に関する調査・研究

グループ演習 11 班 河合晃太郎・小山翼・安蘇陽

アドバイザー教員 梅本通孝

1. 研究背景・目的

1.1. 研究背景

「地震大国」である日本では、阪神淡路大震災や東日本大震災等の甚大な被害を受け、地震リスク評価への関心が高まっている。そのような中で、地震ハザードステーション J-SHIS（以下「J-SHIS」）は、地震防災に資することを目的として、日本全国の「地震ハザードの共通情報基盤」として活用されることを目指してつくられた Web サービスである。J-SHIS は、地震調査研究推進本部が作成した「全国地震動予測地図」及び関連する地震ハザード情報をわかりやすく提供できるリスク認知ツールとして開発された。

「全国地震動予測地図」（図 1）は、将来日本で発生する恐れのある地震による強い揺れを予測し、予測結果を地図として表したものである。「全国地震動予測地図」の作成の過程では、長期評価及び強震動評価のために、震源断層及び地下構造のモデル化に関する膨大な量の情報が処理されている¹⁾。これら情報は地震ハザード評価やそれら情報の利活用において非常に重要なものであり、「全国地震動予測地図」を、最終成果物としての地図そのものだけでなく、その作成の前提条件となった地震活動・震源モデル及び地下構造モデル等のハザード評価に関わるデータも併せた情報群としてとらえることにより、「地震ハザードの共通情報基盤」として位置づけ、インターネットを利用してそれら情報を公開するためのシステムとして、J-SHIS が開発された。

J-SHIS を利用することにより、「全国地震動予測地図」として整備された約 250m メッシュの全国

版「確率論的地震動予測地図」、主要断層帯で発生する地震に対する詳細な強震動予測に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」、それらの計算に用いられた全国版深部地盤モデル、約 250m メッシュ微地形分類モデルなどを、背景地図と重ね合わせてわかりやすく表示、閲覧することができる。さらに、住所や郵便番号などによる検索機能により、調べたい場所での地震ハザード情報を、簡単に閲覧することができる。

近年、東日本大震災の影響により市民の防災意識が高まっている。そのような中、地震動予測を行い、防災意識を周知する J-SHIS はより一層注目を集めている。しかし、このシステムを用いても、東日本震災、熊本大震災をはじめとする大地震の多くは予測できていなかったのが現状である。そのようなことから近年、地震予測に対する批判意見が出てきている。

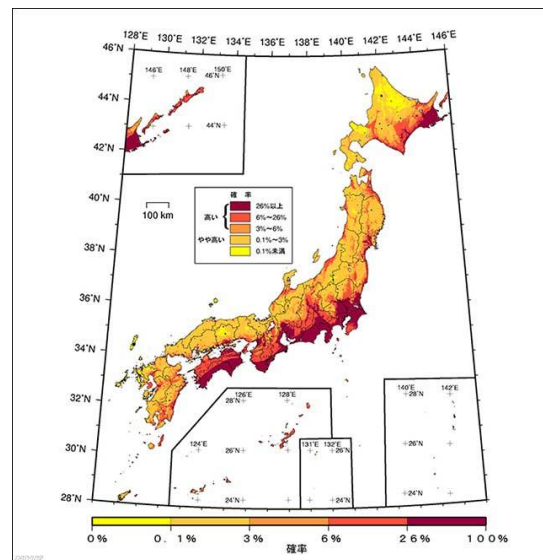


図 1: 全国地震動予測地図

1.2. 研究目的

このような状況を受けて、より現実的に、かつ有効に、J-SHIS というリスク認知ツールを活用していく必要がある。そのため本研究では、J-SHIS の開発者側と利用者側それぞれが、J-SHIS を活用していく際に必要な要素を明確化することを大きな目的とした。そこで、①リスク認知ツールにおける必要な要素の明確化②リスク認知ツールの利用者の利用方法の明確化を行うことを目的とし、J-SHIS の利活用に関する調査研究を行った。

2. 研究の流れ

本研究では、まず J-SHIS の結果算出方法に関する対立が起きていることを仮定し、調査を行った。まず文献調査によって J-SHIS の作成方法・過程を調査し、その開発経緯と予測モデル算出方法を把握した。その後、J-SHIS を作成している研究機関である防災科学技術研究所（以下防災科研）へのヒアリング調査を行い、開発側（J-SHIS 推進派）の見解の整理を行った。また、それに対する批判意見の考察・整理を行うため、批判意見を公表している研究者（J-SHIS 批判派）の文献調査を行った。

このような J-SHIS の算出方法に関する両意見の整理を行ったところ、そこにおける対立と別に、結果の活用方法に関する対立構造があり、そこでは科学的な立場だけでなく、結果を政策的に利用する政府を含む三者の構造になっているという新たな仮説が生じた。この仮説に基づいた文献調査をし、J-SHIS に代表されるリスク認知ツールを提供する・享受する際にどのような要素が必要になるかを明らかにした。

3. 調査結果

3.1. J-SHIS の開発経緯

防災科研の地震動予測地図工学利用検討委員会が、地震動予測地図の利用に関してまとめた報告

書では、最終成果物として地図だけでなく、作成の前提条件となった地震活動・震源モデルおよび地下構造モデル等の評価プロセスに関わるデータも併せた情報群としてとらえることにより、「地震ハザードの共通情報基盤」として位置づけるべきとの提言がなされていた²⁾。この提言を実現するため、防災科研と三菱スペース・ソフトウェアは、全国地震動予測地図のインターネット公開システムとして「地震ハザードステーション J-SHIS」を構築し、平成 17 年 5 月より公開運用を開始した。J-SHIS は、観測された自然現象としての地震情報と開発した地震動予測地図をリンクさせ、ハザードマップ・ハザードカルテといった形で利用者に情報提供を行うサービスであり、利用者は web 上やアプリを通じて、地震動予測地図のモデル理解・災害対策を行うことができる。

3.2. 批判派の意見とは

批判派の代表者としてのロバート・ゲラー氏（東京大学工学部名誉教授）と島村英紀氏（武蔵野学院大学特任教授）の文献調査を行った。ロバート・ゲラー氏と島村英紀氏の批判意見を以下に述べる。

3.2.1. ロバート・ゲラー氏の意見

ロバート・ゲラー氏は、「何万年もしくはそれ以上の時間スケールにおいて、地震や非地震の総すべり量とプレート間の相対運動の量は一致しなければならない³⁾」と述べている。現在ではこのプロセスは、定期的でも周期的でもないことが判明しており、東日本大震災はこれを証明するものであったと述べている。

また彼は、地震予知が不可能であることを率直に国民に伝え、政府が行っている東海地震予知体制を廃止し、大震法（大規模地震対策特別措置法）を撤廃するべきであるという見解を示している。なぜなら、このような東海地域に限らず、日本全土が地震の危険にさらされており、現在の地震学では、特定の地域のリスクレベルを的確に評価する

ことはできないからである。その代わりに、研究者は国民と政府に「想定外に備える」ことを勧告しなければならないという旨を述べている。

3.2.2. 島村英紀氏の意見

島村氏は、「破壊現象」である地震の予測の難しさについて、以下のように述べている。

—物理学でも工学でも、ものが壊れる現象の解明は非常に難しい。地震に限らず、金属疲労による破壊も同じだ。破壊現象の解明や予測（地震で言えば地震予知）の成功例は、どの学問分野でも、ほとんどない⁴⁾。—

また地震予知研究で着目されている「前兆現象」についても、以下のように述べている。

—肝心の「前兆」なしに大地震が起きてしまったり、逆に、前の成功例と同じ「前兆」が出たのに大地震が起きなかった例がたくさん経験されるようになってしまった。つまり、報告されてきた前兆現象に、科学を進める上で重要な「再現性」も「普遍性」もほとんどないことが明らかになってきてしまったのである⁴⁾。—

このように島村氏は、「破壊現象」である地震を予測することの非現実性、また「前兆現象」に基づいた予測方法の有効性の低さを指摘している。

3.3. 仮説①

批判派の文献調査を踏まえて、地震予測の賛否ではなく、確率評価をする上での算出方法をめぐり対立が起きているのではないかという仮説を設定、防災科研へのヒアリング調査と批判派の方から頂いた文献の調査を行った。

3.4. ヒアリング調査結果

本節では、防災科研の研究職員の方に行ったヒアリング調査で得られた知見について示す。

表 1: ヒアリング調査概要

調査日時	2019年8月2日
調査場所	防災科学技術研究所
調査対象	同研究所研究職員1名

備考	文献調査において浮上した疑問点を予めメールにて連絡し、ヒアリング調査時に回答してもらった。
----	---

3.4.1. 地震予測結果の算出方法への批判について

J-SHIS における地震の発生確率の評価は、BPT (Brownian Passage Time) 分布もしくはポアソン過程のどちらかの評価方法に基づいて行われている。

BPT 分布は、対象の断層の過去の活動時期が分かる場合に用いられる。この手法では、過去の最新の地震活動からの活動間隔が BPT 分布に従うとしており、最新活動からの経過年数から、その時点から何年以内に再び地震が起こるかの確率が求められる。つまり、最新活動から時間が経過しているほど地震の発生確率は高くなるため、その断層で一度地震が発生すると発生確率は 0 に近くなり、翌年の J-SHIS マップでは危険度がかかなり低くなるという特徴がある。つまりこの BPT 分布を用いた評価方法は、「地震が周期的に発生している」とする地震周期説に基づいた手法であるといえる。また、実際にこの評価方法を用いた算出結果を、危険度として J-SHIS マップに公表している断層は南海トラフの地震のみである。

それに対しポアソン過程による評価方法は、対象の断層の過去の活動時期が不明な場合に用いられ、「平均的に何年間隔で地震が発生するか」という情報のみを用いた統計的な評価を行う。実際には過去の活動時期が明確な断層は少なく、過去の活動データがない地震がほとんどであるため、J-SHIS で示されているほとんどの地震がポアソン過程に基づいて評価されている。ポアソン過程では最新の活動時期を考慮しない統計的な評価を行っているため、BPT 分布のように、一度地震が発生

してもその危険度は変化しない。

J-SHIS の批判派であるロバート・ゲラー氏は、「地震が周期的に発生している」とする地震周期説が間違っているという意見を根拠に、確率論的な地震動予測地図を批判している。しかし「地震周期説」を批判しているならば、その批判対象となるのは、この説に基づいた BPT 分布による評価方法である。さらに先述の通り、BPT 分布によって評価された地震は南海トラフの地震のみであり、ほとんどの地震はポアソン過程によって評価されている。そのため、批判派が BPT 分布を用いた評価方法を批判するのは理解できるが、「確率論的な地震動予測」全てを批判するのは矛盾しており、ポアソン過程を用いた評価方法による地震予測は批判対象ではないというのが、J-SHIS 推進派である防災科学研究職員の方の見解であった。

3.4.2. 地震予測結果の政策的利用について

地震予測を行う研究者側（防災科研等）と、その予測結果を政策的に利用する側（政府等）の間で、地震予測に関する考え方についての齟齬が生じているという認識が、ヒアリング調査によって明らかとなった。研究者側は、地震予測は「(時間的に) 遠くはよく見えるが近くは見えづらい」ものと表現しており、例えば今後 1 年未満での発生確率など近い未来での予測はほぼ不可能で、現在行われている「今後 30 年」の予測が、なんとか予測できる最短の未来であることを前提としている。しかしこのような前提が政策的利用の際には十分に考慮されておらず、公表された危険性のみが一人歩きしてしまっている状況があると、ヒアリング調査において述べられている。

3.5. 批判派の方の文献調査結果

批判派の意見等の情報収集のため、J-SHIS における地震予測を特に批判している地震学者であるロバート・ゲラー氏（東京大学工学部名誉教授）の文献調査を行った。なお、批判派に関しても推進

派と同様ヒアリング調査でのコンタクトを試みたが、ヒアリング対象者の都合上実施できなかったため、文献調査という方法をとった。本節では、この文献調査によって得られた知見について示す。

ロバート・ゲラー氏が批判しているのは、

- i)地震予測の手法が本当に正しいものであるのかの検証が行われず、科学的根拠のないまま実用化されたこと
- ii)地震予測において前提とされている地震周期説が正しくないこと
- iii)ほぼ不可能である地震予知（予測）研究に莫大な国家予算が投じられていること

の 3 点が挙げられる。i)についてロバート・ゲラー氏は、地震予測において固有地震の大きさと繰り返す時間を決定する計算過程は客観的根拠が実質的に存在せず、科学的検証を受けないまま実用化されてしまったことを指摘しており、このような計算過程で作成された地震動予測地図（ハザードマップ）と実際の地震活動が一致しているかを、まず検証しなければならないと述べている⁵⁾。また ii)についてロバート・ゲラー氏は、1970 年代に米国コロンビア大学の研究グループが、地震周期説が正しくないことを証明する研究結果を報告していることを述べている⁶⁾。彼らは地震周期説に基づき、発生場所や規模、危険度などの詳細情報を盛り込んだ地震予言を発表したが、その全ての検証結果は「不合格」であり、地震周期説によって大きな地震が集中して起きるとされた場所とそうでない場所において、実際に起きた地震に差異はなかったことを報告している。このような研究結果が公表されているにもかかわらず、地震周期説に基づいた手法で地震予測を行うのは間違いであると、ロバート・ゲラー氏は述べている。iii)については、実際に予測できなかった大地震が発生しているにもかかわらず、このような予測研究に莫大な国家予算が投じられていることを批判している⁵⁾。中で

も、南海トラフにおいて発生するといわれている東海地震への防災対策には特に莫大な予算が投じられており、ロバート・ゲラー氏は強く批判している。また、予測がほぼできていない現状を踏まえると、全国どこでも地震が発生するリスクが存在するため、特定の地域に絞って危険度を公表するのは間違いであると述べている。このようにほぼ不可能である地震予知（予測）研究よりも、海沿いの護岸工事や建物補強、災害に備える防災教育などに予算を充てるべきであることが述べられている。

このような文献調査を通じて、批判派は地震予測の研究手法について批判すると同時に、その結果を政策的に利用する際の活用方法に対しても批判をしていることが明らかとなった。つまり、**研究側・批判側の両方が、地震予測結果を政策的に利用する際の活用方法、特に東海地震の危険性の公表の仕方に肯定的でないことが明らかとなった。**

3.6. 仮説②

以上の推進派へのヒアリング調査、批判派の文献調査を踏まえ本研究では、政策的立場と科学的立場で、J-SHISにおける地震予測結果の利用方法についての意識が異なるのではないかとという仮説を設定し、推進派・批判派に次ぐ新たなステークホルダーである政策的立場についての調査を行った。

3.7. 政策的立場の利用意図の調査

上記の仮説を踏まえ、政策的立場である政府が公表している防災に関する資料の文献調査を行った。本研究では、J-SHIS 批判派が特に批判していた東海地震における政府の資料を対象に調査を行い、政府側の見解を調査した。その結果、政府が地震予測結果を用い、東海地震の危険性を強く主張し、東海地域における防災対策に大きな予算を投じているのは、予測結果に基づく科学的な理由だけでなく、経済的な理由も存在することが明らかになった。つまり、予測結果によって算出された東海地域の危険度が特に高いという理由だけでなく、

東海地域は多くの自動車工場が位置するなど日本の経済を支える土地であるため、もし東海地震が発生した際の経済的打撃が大きいという理由によるものであることが明らかとなった。

また政府は、以上のような理由から東海地震の危険性を主張しているが、**地震予測の不確実性を考慮していないわけではないことも明らかになった。**内閣府の資料⁷⁾では、統計データ等に基づく地震発生確率予測手法などいずれの手法も、現時点においては、地震の発生時期や場所・規模を確度高く予測する科学的に確立した手法ではないことが述べられており、内閣府の管理下にある地震調査研究推進本部の資料⁸⁾には、東北地方太平洋沖地震のような低頻度の地震の評価には限界があり、その説明が3.11以前に十分になされていなかったため、このような科学的限界を、情報の受け手側に応じて丁寧に説明していくことが重要であるという旨が述べられている。

4. 三者の立場の関係性のまとめ

以上の調査より、J-SHIS・地震予測に関する対立は、J-SHIS 推進派（研究者側）・J-SHIS 批判派・政策的立場（政府）の三者による構造であることが明らかになった。

a) J-SHIS 推進派

防災科学技術研究所等のJ-SHIS 推進派は、地震予測は「(時間的に) 遠くはよく見えるが近くは見えづらい」ものであり不確実性を伴うものであるため、予測結果の利用の際には、このような科学的限界を考慮した公表をするべきであるという考えを示している。

b) J-SHIS 批判派

ロバート・ゲラー氏に代表されるJ-SHIS 批判派は、推進派が地震予測の前提としている地震周期説がそもそも正しくないため、地震予測は不可能なものであるとしている。そのため全国どこでも

地震が起こるリスクは十分に存在し、特定の地域に絞って危険性を主張することは間違いであり、そのような研究に予算を充てるのではなく、全国的な防災力の向上に励むべき、という考えを示している。

c) 政策的立場

地震予測結果を政策的に利用する立場である、内閣府をはじめとする政府側もまた、J-SHIS 推進派である研究者側と同じように、地震予測の不確実性を理解しており、そのような科学的限界を丁寧に説明していくべきと考えている。東海地震については、日本の社会・経済活動に深刻な影響を及ぼすおそれがあるため、十分な対策を行っていくべきであるという考えを示している。

5. 結論

仮説①では、地震予測の評価手法をめぐる対立が起きているという仮説のもと、J-SHIS 推進派と J-SHIS 批判派という、科学的立場の中での2つの立場からなる構図を予想し、推進派である防災科研、批判派であるロバート・ゲラー氏のそれぞれの意見・見解について調査を行った。しかしこの調査を行ったことで、**対立の構図が科学的立場の中だけでは収まらず、政策的立場である政府を含む三者の対立構図であることが明らかとなった。**

4章より、地震予測の結果の利用について、つまり結果を公表し防災力向上に励む面に関しては、三者それぞれ意見が異なることが分かっている。しかし地震予測の不確実性・難しさに関しては、三者ともほぼ同様の考え方を示していた。科学的立場でない政府でさえも地震予測の不確実性を認めており、その説明を行っていくべきという考えを示しているが、実際にはいまだそのような説明は十分になされていないのが現状である。地震リスク認知ツールである J-SHIS をこの先より有効活用し、全国的な防災力の向上を有効に進めていくた

めには、特に予測結果を政策的に利用する立場である政府が、このような科学的限界を十分に説明していくことが必要であると考えられる。そのうえで、東海地震等、日本の社会・経済にとって危険度の高い地震リスクを公表していくことが求められる。一方、一般市民等利用者側は、J-SHIS をリスク認知ツールとして利用する際、単に与えられた情報をそのまま鵜呑みにするのではなく、そのツールの信頼性や根拠などについて十分に理解したうえで利用していく、リスク情報のリテラシーが必要であると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 早川俊彦, 高橋真理, & 成田章: 地震ハザードステーション J-SHIS の構築. MSS 技報, 23, 19-27, 2013
- 2) J-SHIS について : <http://www.j-shis.bosai.go.jp/about>
- 3) Geller, Robert J. "Shake-up time for Japanese seismology." Nature 472.7344: 407, 2011
- 4) 島村英紀: 一回も成功したことがない日本の「地震予知」に未来はない, <https://ironna.jp/article/3313?p=3>
- 5) ロバート・ゲラー: 日本は知らない「地震予知」の正体, 双葉社, 2011
- 6) ロバート・ゲラー: 科学はデータに忠実でなくてはならない～検証されていない予測モデルを鵜呑みにするな, 学外特別投稿, 2018
- 7) 内閣府: 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について (報告) 本文, 2017
- 8) 地震調査研究推進本部: 新たな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-, 2012