

2021 年度科学技術インタープリター養成プログラム修了論文

地震長期予測研究における  
リスクコミュニケーションの特性分析  
Characteristic Analysis of  
Risk Communication  
in Earthquake Prediction Research

2022 年 3 月

東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 修士課程  
科学技術インタープリター養成プログラム 16 期生

仲川 久礼亜

指導教員 石原 孝二 教授

要旨 .....	133
1. 背景 .....	134
1-1. 確率情報を用いたリスクコミュニケーションの特性.....	134
1-2. 地震予測研究における確率情報 .....	134
1-3. 地震予測研究における確率情報伝達の困難.....	136
1-4. 本研究の目的 .....	137
2. 研究手法 .....	137
2-1. 文献調査 .....	137
2-2. インタビュー調査 .....	138
3. 地震予測研究の基礎情報.....	138
3-1. 地震調査研究推進本部 .....	138
3-2. 全国地震動予測地図の内容 .....	139
3-3. 防災科学技術研究所マルチハザードリスク評価研究部門.....	140
3-4. 推進本部と防災科研.....	141
4. リスクコミュニケーションの現状と問題の分析.....	141
4-1. 確率情報の物理的確からしさについて.....	141
4-2. 推進本部の検討.....	142
4-3. 問題のフレーム.....	143
4-4. 確率情報活用の現状.....	147
4-5. 確率情報と不確実性の課題 .....	148
5. 考察 .....	149
5-1. 理学から工学への橋渡し.....	149
5-2. 認識論的不確実性の伝達と限界の明確化 .....	150
6. まとめ.....	150
謝辞 .....	151
文献 .....	151
インタープリター養成プログラムを受講して .....	154

## 要旨

全国地震動予測地図は、将来的に発生しうる地震の強い揺れを予測し、その予測結果を「発生確率」として地図にカラーマップしたものであり、地震調査研究推進本部が非専門家へのリスク認知を目的として公表しているものである。しかし、地図における地震発生確率のわかりやすい表現のあり方については様々な課題が示されている。本研究では、地震発生確率情報の特性を調査しその結果を踏まえて、地震予測研究の確率情報の発信をめぐる問題点を分析した。文献調査及び専門家へのインタビュー調査の結果、地震予測のリスクコミュニケーションにおける関係者間の問題点を、行政・理学・工学の3つのアクターから成るフレームとして整理した。更に、地震予測の確率情報はリスクコミュニケーションにおける啓発的な情報としての役割を担っており、その目的によると理学的かつ断定的な情報の発信が効果的であることを明らかにした。本研究で明らかにした各アクター間の問題点の解消によって、理学的な確率情報から工学的な防災情報へと橋渡しをするリスクコミュニケーションの可能性を提示する。

## Abstract

The National Seismic Hazard Maps are the color maps of the "probability of earthquake occurrence" based on the prediction of earthquakes that may occur in the future. It is published by the Headquarters for Earthquake Research Promotion to prompt the risk perception of non-experts. However, there are many aspects of issues regarding what can make the probability of earthquake occurrence easy to understand. In this study, I investigated the characteristics of earthquake occurrence probability information and analyzed the problems of the communication of probability information in earthquake prediction research. As a result of literature surveys and interview surveys with experts, I explain problems in risk communication using a frame consisting of three actors: administration, science, and engineering. Furthermore, it was clarified that the probability information of earthquake prediction plays a role as enlightening information in risk communication, and for that purpose, it is effective to provide logical and assertive information. Based on these results, I present the possibility that bridges from scientific probability information to engineering information by solving the problems between each actor of frame.

## 1. 背景

### 1-1. 確率情報を用いたリスクコミュニケーションの特性

確率とは"偶然起こる現象の、現象全てに対する割合の事 [1]"であり、不確実性を科学的に評価する方法として重要な役割を果たしてきた。確率情報については Kahneman, Slovic & Tversky らによる意思決定研究 [2]に代表されるように人々の確率や数量的情報に関する認知や判断にはさまざまなバイアスが存在し、確率や統計に基づく決定理論による回答をもって人々を説得することは極めて困難であることが指摘されている。

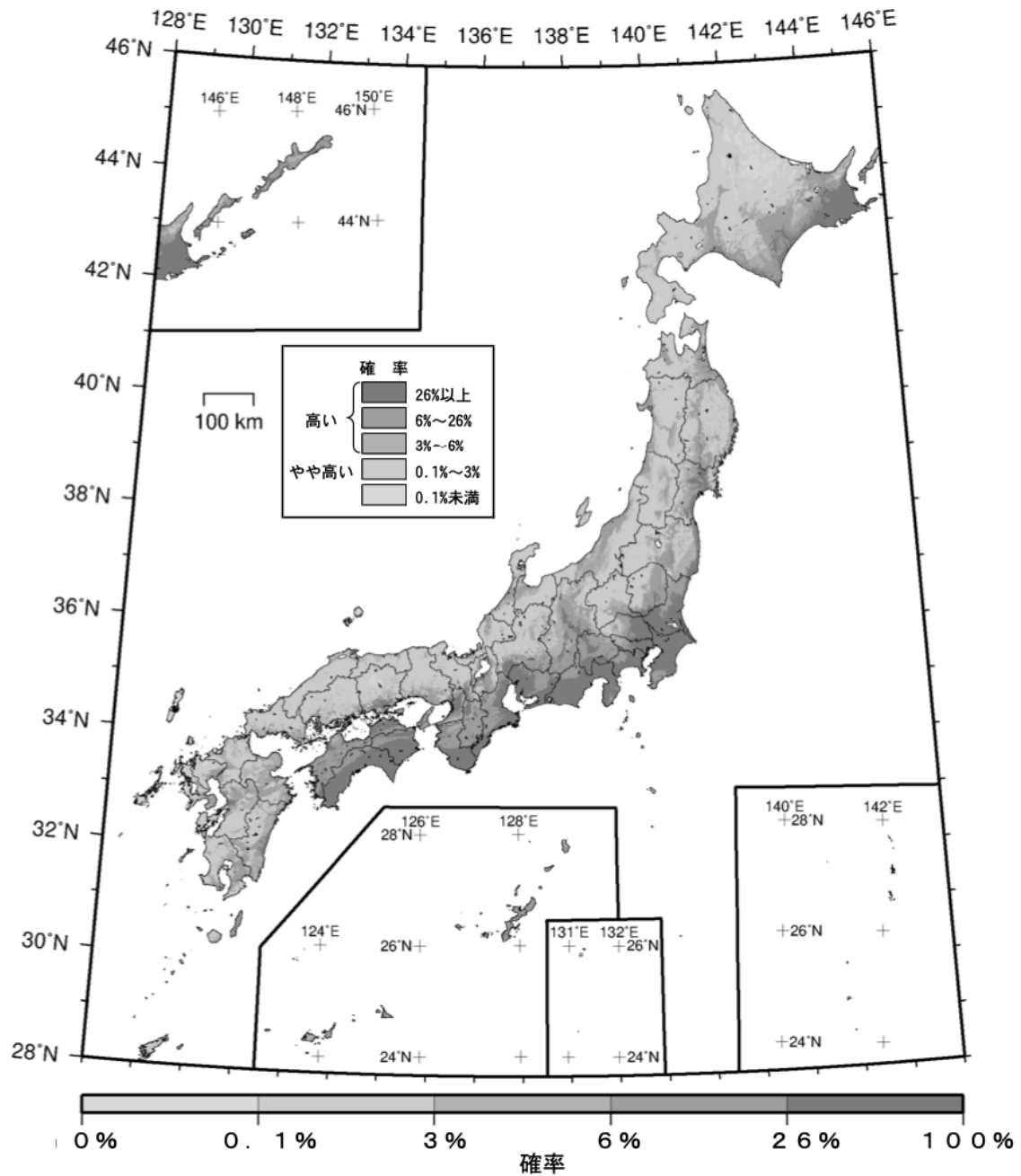
確率の伝達には一般的に個人の主観とは独立に定義される客観確率が用いられるが、その情報が発信または知覚される段階では主観的な信念あるいは信頼の度合を指す主観確率としての性質を帯びる。確率伝達におけるバイアスはこれら客観確率と主観確率の不一致を表す。主観確率は様々な要因に左右されることが知られている。例えば、その事象への馴染みの深さなどの個人の経験に寄る [3]点や、情報発信元に対する信頼度が高いほど発信意図を汲み取った主観確率の対応づけを行う [4]点などが指摘されている。また、確率数値に対するバイアスとして客観確率が 50~80%の場合に最も行動変容を引き起こしやすいという傾向も明らかになっている [5]。

一方、リスクは不確実性の概念を内包し、リスクの評価と確率論とは深い関係にある [6]。とりわけリスクコミュニケーションの文脈においては、確率を用いてリスクを評価する場合のバイアスの存在は大きな問題である。リスクコミュニケーションに特有な傾向としては、例えば実現を望まない事象の生起確率ほど起こりそうにないと知覚するバイアスが存在するため、リスクの生起確率情報はより低い確率値として認識される傾向にあることが知られている [7]。

また、不確実性を評価する場合には、原因の異なる二種類の不確実性—偶発的不確実性 (aleatoric uncertainty) と認識論的不確実性 (epistemic uncertainty)—が存在することに注意する必要がある。偶発的不確実性はデータの本質的なばらつきに起因し、追加データや知見の取得によって低減できない不確実性であり、統計物理法則によって記述することができる。それに対し認識論的不確実性は、対象とする物理量・物理モデルの知識不足から生じる不確実性である。認識論的不確実性は、モデルやパラメータの不確実性に起因する場合に加え、リスクの比較や検討の方法・基準が意思決定者間で異なる場合にも表出する [8]。これら二種類の不確実性は取り扱いが異なるため、切り分けた評価を行う必要がある [9]。

### 1-2. 地震予測研究における確率情報

地震予測研究では、地震の長期的な発生リスクの伝達方法として発生確率情報を用いる方法が一般的となっている。この確率情報は文部科学省に設置された政府の特別機関である「地震調査研究推進本部(以下、推進本部)」が作成・公表する「全国地震動予測地図(以下、予測地図)」に含まれる情報である [10]。この地図のねらいは、「見た人に地震の危険性を改めて認識させ、防災意識を向上させるとともに、効果的な地震防災・減災対策を進めるための基礎資料として活用してもらうこと」とされている [11]。



(モデル計算条件により確率ゼロのメッシュは白色表示)

図1 2020年度版全国地震動予測地図における  
「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」 [10]

予測地図では、地震の発生確率を日本地図上にカラープロットして表現している(図1)。中でも推進本部は「30年以内に震度6弱以上の地震が発生する確率」をプロットした地図を代表的なリスク認知の情報として位置付けている。この情報は確率数値改定のたび新聞やニュースなどのメディアでも大々的に報じられ、これらの情報をもつ社会的インパクト

は大きいと考えられる。予測地図として公開される一連の情報群には、この他にも、地震の種類を特定した予測地図や、確率値を固定した場合の震度の分布をカラープロットしたものなど、多数の表現方法を用いてリスクの伝達を試みている。

### 1-3. 地震予測研究における確率情報伝達の困難

地震発生確率情報の社会的インパクトは大きいと考えられる一方で、地震の発生確率の意味の理解の難しさへの言及や、地震予測の確からしさを疑問視する声も散見される。実際に推進本部は、2014年度版の予測地図の付録文書にて現状の課題の一つとして「一般の利用者に対しては、確率論に基づく地震動予測地図を解説なしに理解することは難しいと考えられる。公表にあたっては、誤解なく適切に理解され防災行動につなげられるよう、丁寧で分かりやすい説明・解説を加える必要がある。」という点を挙げている [12]。

推進本部は2014年実施の「地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査」において国民・自治体を対象に地震のリスクコミュニケーションに関する調査を行い、その結果地震発生確率のわかりやすい表現のあり方について、様々な課題が指摘されている [13]。国民調査では、長期評価結果のイメージに関して、36.4%が「発生確率がどの程度のパーセンテージであれば危険が迫っているのかがわからない」と回答している。更に、予測地図のパンフレットに掲載してほしい事項としては、「確率についての説明」が44.5%、次いで、「なぜ30年の確率であるかについての説明」が40.4%となり、地震の物理以前に確率という情報に関して読み解きの難しさを感じている国民が多いことが窺える。

また、発生確率値の小ささに起因する情報読み解きの困難も指摘されている。地震は発生時の被害が大きいためリスクとしては大きく捉えられるものの、リスクを伴う大地震の発生頻度は小さいために地震発生確率の数値は小さい点特徴的である。全国地震動予測地図での「30年以内に地震が発生する確率」においては、生起確率3%以上であれば確率が「高い」との対応づけを行なっている。この点に関して、国民調査では「何%以上であれば日常的に防災対策をとるか」について質問しているが、その回答では「確率に関係なく防災対策は必要」と回答した人が26.7%いる一方で、「50%以上」との回答が59.7%、「40%以下」が13.7%となっており、一般的な対策へのパーセントを見る限り「半分より多いか少ないか」で判断していると推定され、情報発信側の意図が適切に伝達されていない現状が窺える。また、大地震のように極度に生起確率が低く極度に被害の大きさが大きいという特殊なケースにおいては、平均と分散が意味を持たなくなり、異なるモデルを仮定する必要性についても指摘されている [14]。

更に、地震予測のリスクコミュニケーションの困難には地震の物理自体の不確かさ、つまり認識論的不確実性の大きさの問題も介在している。本研究のインタビュー調査対象者でもある地震学者の瀬瀬一起氏は、「地震の科学の三重苦」として、① 規模が大きいため実験研究ができない、② データの蓄積が少ない、③ 地震は岩盤の破壊現象によって生じるが破壊現象を決定論的に予測することはできない、という点を挙げている [15]。このような地震研究の物理の不確かさは、東日本大震災に代表される大地震の予測の失敗の経験を経たことなどにより、市民のうちでも認識が高まりつつあると予想される。確率情報の主観的認知は、情報の信頼度にも左右されることが先行研究にて明らかになっており [5]、

このような地震研究の物理の不確かさは確率情報伝達の上でのバイアスとなりうると考えられる。

#### 1-4. 本研究の目的

上述のように、確率情報を用いたリスクコミュニケーションは多くの側面において情報の正確な読み解きを困難にする特性を有する。加えて、地震の発生確率情報においては、地震予測研究に特有な物理の不確かさや時間・空間的スケール等の特性も相まって、確率情報の正確な伝達が困難な状況にあると考えられる。しかしながら、地震予測研究におけるリスクの伝達には、詳細な改良を加えつつも長年確率情報を用いた予測地図が継続して用いられている。

このように伝達の困難を伴う確率情報をリスクコミュニケーションにおいて活用し続けている現状について、本研究では調査に先立ち以下のような仮説を立てた。まず、確率情報を用いた予測地図には多くの伝達の困難が積みまとうものの、地震予測研究自体の特性を考慮した場合には確率情報を用いる方法が最良である可能性が考えられる。また、リスクコミュニケーションの観点からは確率情報は伝達の困難を多く有するものの、予測地図の活用はリスクコミュニケーションに留まるものではなく、別の観点からは有意義な情報として機能している可能性が考えられる。更に、情報発信に関与するアクター間におけるミスコミュニケーションが生じており、リスクコミュニケーションの検討が十分になされていない可能性も考えられる。

本研究においては、これらの観点に立脚し、地震予測研究の特性や確率情報発信をめぐる仕組みの調査を行い、地震予測研究のリスクコミュニケーションの現状を分析する。そして、リスクコミュニケーションにおける確率情報の果たす機能を明らかにし、より良い情報発信の在り方を考察する。

## 2. 研究手法

本研究においては、まず確率情報の発信をめぐる仕組みや地震予測研究の特徴を調べるため、文献等を用いた調査を行った。その上で、専門家がどのような意図のもと情報の発信を行なっているかという点に注目するため、専門家へのインタビュー調査を行った。インタビューでは、立体的な現状の把握のため、異なる専門性を有すると考えられる2名の専門家を対象とした調査を実施した。

なお本研究では、地震予測研究の確率情報として、全国地震動予測地図とそれに関連する情報群のみに限定した調査を行った。

### 2-1. 文献調査

地震調査研究推進本部が公開する全国地震動予測地図に関連する情報を基に、具体的な情報の発信方法や発信内容について調査した。また、推進本部は予測地図の公表と併せて、確率算出方法や情報改良の過程についてもホームページ上で公開しているため、それらの情報を基に、情報の確らしさや発信意図などを探った。また、調査を進める中で、予測地図作成には防災科学技術研究所が大きく関与していることがわかった。そのため、防災科

学技術研究所マルチハザードリスク調査部門が公表する地震ハザードステーション J-SHIS についても同様に調査を行った。

## 2-2. インタビュー調査

推進本部地震調査委員会の委員のうちで、異なる専門性を有すると考えられる二名の専門家の方へインタビューを実施した。以下、インタビュー対象者について簡単に紹介する。

### 額瀨 一起氏

慶應義塾大学政策・メディア研究科特任教授 兼 東京大学地震研究所名誉教授。地震動・地震波に関する研究を専門としている地震学者である。

地震調査研究推進本部の初期の頃から継続して推進本部の地震調査委員会の委員を務めている。現在は、強震動評価部会、強震動予測手法検討分科会、地震動予測地図高度化ワーキンググループに所属している。また、地震やその予測について書籍やメディアを通じた情報発信を行なっている。

### 藤原 広行氏

防災科学技術研究所 マルチハザードリスク評価研究部門 部門長。

地震調査研究推進本部地震調査委員会の委員を長年務めている。現在所属する部会は、長期評価部会、強震動評価部会、津波評価部会、長期評価部会・強震動評価部会の地震動予測地図高度化ワーキンググループである。

藤原氏は元科学技術庁職員であり、阪神・淡路大震災をきっかけに、地震研究を担当するようになったという。全国地震動予測地図作成業務には、プロジェクトの立ち上げ時から中核的に関与しており、当プロジェクトは藤原氏のライフワークだと言っても過言でないという。防災科研で藤原氏が所属する部門は、理学と工学のちょうど中間くらいに位置し、自身の立場について藤原氏は「工学的な立場の軸足を置き、理学的な知見を社会に発信」しているという。

以上のように、額瀨氏は地震学者であり、藤原氏は防災科研の研究者として「工学的な立場の軸足を置き、理学的な知見を社会に発信」する専門家である。

インタビュー方法は、額瀨氏は対面にて、藤原氏はオンライン会議ツール Zoom を用いて実施した。インタビュー時間は各 1 時間程度で、事前に用意した質問項目に沿った聞き取りを行うとともに、必ずしも質問項目のみに縛られず、関連する話題等についても聴取を行った。なおインタビュー内容は、本論考にて公表する旨を承認いただいている。

両者へのインタビューでは整合的なお話を聞き取ることができたため、以下では両氏へのインタビュー結果と文献調査結果を取りまとめた形で記す。

## 3. 地震予測研究の基礎情報

### 3-1. 地震調査研究推進本部

全国地震動予測地図は文部科学省に設置された政府の特別機関である地震調査研究推進



本部が公表している。地震調査研究推進本部は 1995 年に発生した阪神・淡路大震災を契機として当時の内閣府に設立された。阪神・淡路大震災は戦後最大の被害をもたらし、日本の地震防災対策に関する課題を浮き彫りにした。特に地震に関する調査研究に関しては、その研究成果が国民や防災機関に十分伝達される体制になっていないとの指摘がなされた。これらの課題を踏まえ、同年、全国にわたる総合的な地震防災対策を推進するために地震防災対策特別措置法が議員立法によって制定されるとともに、同法に基づき推進本部が設立された。推進本部は、地震に関する調査研究の成果が国民や防災を担当する機関に十分に伝達され活用される体制になっていなかったという課題意識のもと、行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進することを目的としている。具体的な推進本部の役割としては、1)調査・研究の方針を決定、2)調査・研究の予算調整、3)調査・観測の計画、4)研究成果の分析、地震活動の評価、5)成果を国民にわかりやすく伝える、の 5 点を掲げている。予測地図の公表は上記の役割における 5 点目の活動の一環であり、地震調査研究の成果を国民一般にとってわかりやすい形で伝えることにより、防災意識の高揚や具体的な防災行動を促すとともに、国や地方公共団体等の防災関係機関の具体的な防災対策に結びつけることを目的としたものである。

推進本部は、本部長（文部科学大臣）と本部員（関係府省の事務次官等）から構成される。そしてその下に関係機関の職員及び学識経験者から構成される政策委員会と地震調査委員会が設置されている。地震調査委員会は長期評価部会、強振動評価部会、津波評価部会から成り、予測地図の作成業務は主に長期評価部会・強震動評価部会が連携して行なっている。

### 3-2. 全国地震動予測地図の内容

全国地震動予測地図は 2005 年に初版が公表された。予測地図作成の契機は 1999 年に策定された総合基本施策にある。総合基本施策は、今後 10 年間程度にわたる地震調査研究の基本方針、活動の指針として、地震防災対策の強化、特に地震による被害の軽減に資する地震調査研究の推進を図る施策を定めたものである。中でも、地震動予測地図の作成を推進すべき主要課題の筆頭として挙げられ、これに基づき地震調査委員会では、2001 年より予測地図の作成を開始した。

予測地図は、地震発生の長期的な確率評価と強震動の評価を組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の地震に対して想定されたシナリオに対する強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」の 2 種類の地図から構成されている。

「確率論的地震動予測地図」では、日本及びその周辺で起こりうる全ての地震に対して、その発生場所、発生可能性、規模を確率論的手法によって評価している。地点ごとに地震ハザード評価を実施し、地震動の強さ・期間・確率のうち 2 つを固定して残る 1 つの値を求めた上で、それらの値の分布を示したものが「確率論的地震動予測地図」であり、固定するパラメータ値を変化させた複数の予測地図を作成している。その中でも、「今後 30 年以内に各地点が震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率」を現した予測地図を代表的な情報として位置付けている。

### 3-3. 防災科学技術研究所マルチハザードリスク評価研究部門

推進本部の他に確率情報の発信に関わる機関として防災科学技術研究所(以下、防災科研)のマルチハザードリスク評価研究部門がある。防災科研は、防災科学技術の研究開発を通して災害に強い社会の実現を目指す、国立研究開発法人である。マルチハザードリスク評価研究部門が進めるプロジェクトの一つである自然災害に関するハザード・リスク評価に関する研究においては、風水害・津波・地震等、自然災害に関する多様なハザードマップを作成・公表している。地震学及び地震工学を専門とする研究者らによって構成され、独自にプロジェクトを立案、研究を遂行している。

中でも現在地震のハザードマップ公表に用いられている Web マッピングシステム「地震ハザードステーション J-SHIS」(図 2)は予測地図の公表の開始と同年の 2005 年より運用されている。J-SHIS では、250 m メッシュの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、250 m メッシュ微地形分類モデル等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を用いて、目的地域における地震ハザード情報を簡単に閲覧することができる。これは、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であるとの考えに基づき構築されたシステムである。

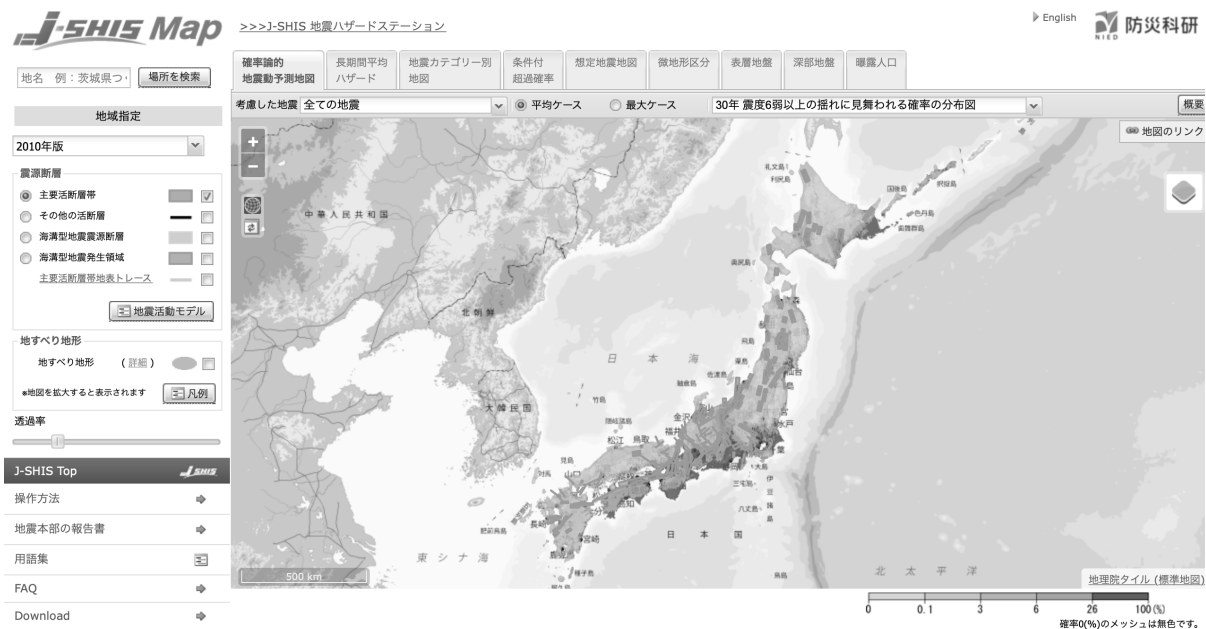


図 2 J-SHIS にて公開しているマッピングシステム J-SHIS Map [16]。「30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図」に主要活断層帯を重ねて表示した例。

### 3-4. 推進本部と防災科研

推進本部と防災科研の情報発信にまつわる特性・関係性について整理する。

推進本部は「成果を国民にわかりやすく伝える」という目的のもと予測地図を公表している。推進本部地震調査委員会の委員は、大学研究者や国立研究開発法人研究員が大半を占め、特に大学研究者については純粋に地震現象を探求する理学者が多い。公表されている一連の予測地図関連情報の中には、近年では確率情報算出のためのパラメータ値など詳細な情報も含まれるが、公表の目的としては一般防災利用が公言されている。

一方、防災科研においては、予測地図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評価プロセスに関わるデータを併せて公開しており、その内容は推進本部の公開情報に比べ、より詳細かつ専門性の高い情報を含む。J-SHIS プロジェクトに関与する研究者については、防災科研の研究者である藤原氏によると、実際には理学的な研究を行っている研究者が多いということであったが、地理学や耐震構造、地震情報の利活用を専門とする研究者もおり多様な専門家の存在が窺える。J-SHIS における情報公開の目的について藤原氏に伺った。J-SHIS の高度な情報群は当初は工学分野における専門家向けを想定したものであったが、工学情報の精度の向上に伴い、一般の人々が防災対策を図る場合にも有用な情報であると考えられるようになり、現在では専門家向けの工学利用と非専門家向けの一般防災利用の両者に特化した情報発信を行っているという。そして一般防災利用を目的とした情報においては、例えば地盤の強度やどのような種類の揺れが生じる可能性があるかなどを、250 m スケールで詳細に調べられる。そのため居住地の選択や災害時の避難の目安にするなど、予測地図の情報に比べ実践的な防災につなげやすい情報となっている。実際に J-SHIS の閲覧件数は、一般の人とコンサル・専門家が半数ずつ程度だという。

また、藤原氏によると、防災科研のプロジェクト研究では、予測地図に関して政策委員会を通じて推進本部に直接提言を行うこともあるという。

## 4. リスクコミュニケーションの現状と問題の分析

### 4-1. 確率情報の物理的確からしさについて

予測地図の確率値の算出方法について、藤原氏にお話を伺った。地震動予測地図作成初期の 2005 年頃は、地震は時間周期的に発生するという周期説を強力に組み込んだモデルを採用していたというが、その後地震の周期説は物理的に誤っていると専門家の声が出すようになり [17] [18]、更には東日本大震災の予測の失敗への批判も受け、次第に統計的なモデルへと移行した。藤原氏によると、現在は全数十万ある地震のモデルのうち、99%以上では統計的物理学法則に従うポアソン過程を採用、残り 1%未満の、発生間隔が短く周期が明確に定まっていると見做せる地震についてのみ繰り返し過程を採用しているという。このように、現在の確率予測情報はほとんど全てが統計的な予測情報となっている。

以上のような算出方法がなされている確率情報の物理的な確からしさについて瀧澤氏及び藤原氏に尋ねた。まず、藤原氏は今や統計的な分布を表すものとなった予測地図について、「地震予測というよりはポテンシャル評価のマップであり、相対的なハザードを示すに過ぎない」と述べた。その上で、両氏は 30 年や 50 年のスケールで表現している確率情報

の物理的な確からしきは低い、すなわち本質的なデータのばらつきに起因する偶発的不確実性が高いとの見解を示した。統計的な記述が正当化されるのは大数の事象を扱う場合であるため、少なくとも地震の発生間隔以上のスケールを考える必要がある。地震の発生間隔は一般に海溝型地震で数百年以上、内陸活断層で数千年~数万年程度に及ぶため、統計的な予測が可能であるのは短くとも数百年以上のスケールである。このため、予測地図に示す 30 年や 50 年といったスケールでの予測は、地震の物理の解明が進んだとしても地震の性質上本質的に困難であると言える。また、統計的な記述が正当化されるのは大数の事象を扱う場合であるため、多くの場合は過去の地震発生データの不足により統計的に確かな予測も難しい。更に、一回事象に関する判断について統計的な規範解が適用できるかという点についても議論の余地がある [18] [19] [20]。

#### 4-2. 推進本部の検討

地震の物理の不確実性や確率情報伝達の困難に関する問題意識は、専門家間でも共有されている。予測地図は必要に応じて年度毎の改定が行われており、改定に際しては、最新データを用いた確率情報の再算出に加えて、予測地図の表現方法の改良や付随の情報として公表するデータの内容の変更等、わかりやすく国民に伝えるための工夫が見受けられる。藤原氏によると、情報の改良に際しては、行政機関が自治体の防災担当者やデータの利活用をしている研究者を対象にヒアリング調査を実施したり、地震本部や防災科研が WEB サイトで意見を募り、それらの意見をもとに検討が行われるという。

確率値自体の読み解きの困難に配慮した情報の改良のうち代表的なものを以下に記す。

##### ・「地震発生確率値の留意点」の併記

予測地図においては、地図と合わせて「地震動予測地図を見てみよう」と題する情報を公開している。これは、東日本大震災後から追加されたもので、一般の人々の理解を促進するため、予測地図からわかることや留意点等に関する説明を行なっている。例えば、相対的な確率が小さくても地震が発生する可能性が多いにあること、また、過去の発生データや調査の不足に起因し予測地図には不確実性が含まれることなどが文章で記されている。これらによって、地震の物理の不確かさの認知を促すとともに、スケールの長さや確率値の小ささに起因する情報読み解きの困難の解消を図っている。

##### ・長期間の確率論的地震動予測地図の作成

通常予測地図の再現期間が 30 年や 50 年であるのに対し、2014 年からは再現期間が 500 年から 10 万年までの非常に長期間の予測地図を併せて公開している。通常 30 年スケールでの地震動予測地図では、低頻度の地震動ハザードは 0.01% 以下になることも多々あり、その影響が捉えにくい。そこで、より長期間の平均像としての確率論的地震動予測地図を見ることで相対的に大きな確率値で表現でき、リスクを捉えやすくなるとの考えのもと、これらの方法を検討している [12]。

一方、国民調査の結果では、「30 年というスケールは(喫緊性を認識する上で)長すぎる」との意見も多く [13]、これらの長期間の予測地図が問題の解決策として有効であるとは考

え難いのも事実である。

藤原氏は「情報発信については批判も多く、すごく苦勞して議論してはいる」と述べた。例えば、2017年度版への改良においては、地震が発生した場合に想定される被災人口を地域毎に算出した「震度曝露人口」の地図を新たに公表し、地震が発生した場合の被害の大きさを把握しやすいようにしている。また、2020年度版への改良では、予測地図の配色を全体的により濃い色調に変更しており、リスクの高さを認識しやすいようにしている。しかし、改良による情報量の増加は読み解きをより困難なものにしかねなく、藤原氏は「なかなか決め手になるようなものがなく、改良が改悪になっている部分もあるかと思う」と述べた。

#### 4-3. 問題のフレーム

地震予測研究の予測地図作成に際した問題点の整理のため、本研究では図3に示す、行政・地震学(理学)・地震工学(工学)の3つのアクターからなるフレームを提示する。地震予測研究では、先行研究において、専門家によるリスク評価と行政によるリスク管理の明確な分離の構図が指摘されていた[21]。本研究では更に、リスク評価を行う専門家が性質の異なる地震学と地震工学に細分化され、それらのアクター間での齟齬が表出している点を指摘する。

地震学とは、地震の発生機構とそれに関連する諸現象の研究をする学問分野である。一方地震工学は地震被害を工学的に低減させることを目的とした学問分野であり、構造物の耐震設計やライフラインの整備などに関する研究が代表的である。地震学は理学に分類され、

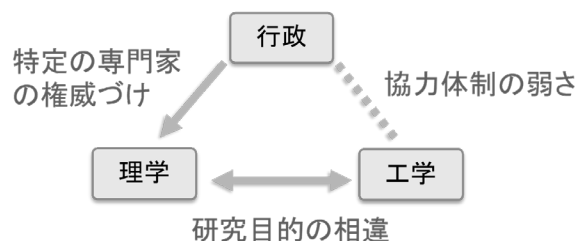


図3 リスクコミュニケーションのフレームと問題点

地震工学は工学に分類されるため、以下ではそれぞれを理学と工学と記す。

##### ① 行政-工学間の問題

行政と工学の間ではリスクコミュニケーションにおける協力体制の弱さが伺えた。

3-4節で述べたように、行政が統括する推進本部の予測地図は一般防災利用を目的とした情報であるのに対し、防災科研のJ-SHISでは予測地図を「地震ハザードの共通情報基盤」として機能させるため、専門家向けの工学利用と非専門家向けの一般防災利用を目的とした情報を公開している。両者の発信情報を対比的に捉えると、推進本部は理学的性質

を帯びているのに対し防災科研は工学的性質を帯びていると言える。

これらの特性は、予測地図公表及び J-SHIS 立ち上げの経緯に言及するとより明らかである。

推進本部における予測地図作成業務は 2001 年より着手された。推進本部はそれまでの調査活動の成果として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を所有しており、予測地図の作成には、これらの情報群が長期評価及び強震動評価のために活用されている。防災科研は、推進本部が用いるこれらの膨大なデータが地震ハザード評価や工学利用の観点からも有用な情報群であると考え、予測地図としての成果のみならず、前提となる情報群も工学的に活用するべきであるとの考えのもと、2002 年に予測地図工学利用検討委員会を設置し、工学的活用のための施策の検討を開始した。予測地図工学利用検討委員会は検討内容をまとめた報告書 [20] を作成し、推進本部政策委員会の"成果を社会に活かす部会"に提出している。報告書の中では、予測地図の位置付けに関して以下のような提言を示している。

*地震動予測地図は、地震学の最新成果に基づく知見を共通基盤として生かそうとする、理学分野からの働きかけの意味を持つ。その成果を工学目的に活用することは、地震ハザード評価の分野に新たな展開をもたらす可能性が大きい。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」として位置づけるべきである。*

報告書においては具体的な方策として、工学的利用において必要となる多様な地震動パラメータの発信の必要性を主張し、工学サイドで多様な技術的活動ができるインターフェースの構築を提案している。そして、そのようなインターフェースにおいては、理学に基づく地震動予測地図と工学利用における地震リスク地図、それぞれの作成条件と利用条件を明示して理解し合う関係を推進することが必須であると提言している。

これらの施策の検討の後、2005 年には予測地図の公表が開始されるが、同年に防災科研は、提案の「理工学協調のインターフェース」として、地震ハザードステーション J-SHIS を独自に立ち上げた。

一方、推進本部では近年、確率算出の前提となるデータの一部の公表も行なっているが、公言されている予測地図関連情報公開の目的は一般防災への活用という点に留まっており、目的に沿ったわかりやすい情報の発信とは言えない。

このように、地震予測のリスクコミュニケーションにおいては、防災科研の働きかけにより理工学が協調して理学的な予測情報を工学的にも活用していくための施策が提案・実行されものの、推進本部からの働きかけは弱いと考えられる。更には推進本部の情報発信目的と発信内容の相違が明らかになり、これらは行政と工学の間での協力体制の弱さに起因する問題と捉えることができる。

## ② 行政・理学間の問題

委員会においては、開かれた討議の結果として推進本部としての専門的見解が決定されるべきであり、特に、科学者が統一的な知見を提示できない場合は、討議を踏まえどのような知見をどの程度政策に反映するかを政治的に決定することが望ましい。しかし、推進本部における行政・委員会の特性について藤原氏にお話を伺ったところ、実際には認識論的な不確実性を切り落とすことにより、行政による特定の専門家の権威づけが行われており、その専門家の考えを基に政策を決定つけるような傾向が少なからず見受けられるという。討議の際に一方の立場が排除されるような状況は、多様な立場に開かれた自由な討議とはいえない。地震予測研究においては前述のように物理として未解明な点が多く、予測地図の確率情報算出の前提となる部分にも未解明な点が多数存在する。限られたデータをどのように運用するのか、そしてそれらをいかに意味付けるかによって、モデルに対する評価が大きく変わるという [23]。そのためそれらから算出される確率情報にも専門家間での認識論的な不確実性が多く付きまとう。特定の専門家の意見の権威づけは、このような専門家間の認識論的な不確実性の存在を切り捨て、情報の正確さを欠く。

注意すべき点として、リスクコミュニケーションにおける情報活用という観点に立って考えると、行動変容を促す上では断定的な表現を用いた方がより効果的であるため、認識論的な不確実性の削ぎ落としは必ずしも問題点とは言えない。一方、地震予測研究はトランス・サイエンスの問題 [24]だと考えると、不確実性の伝達が必要だと考えられる。予測地図の確率情報の算出には、物理的に未解明な点に確からしいモデルを仮定しており、この領域の問題は科学のみによって正しい答えを出すことができない。そして地震予測の結果は防災政策の判断材料として活用され人々の生活に影響しうる点で、その決定には社会的な判断が求められ、これはまさにトランス・サイエンスの問題だと考えられる。トランス・サイエンスが関わる科学コミュニケーションの問題については科学とトランス・サイエンスの境界線を明確に示すことの重要性が指摘されている [22]。このような観点から考えると、トランス・サイエンスの領域においては特に科学者の多様な意見を汲み上げられるような仕組みを築くべきであり、このような観点からは専門家間の認識論的な不確実性を取り込んだ政策決定が求められるだろう。地震予測研究においては東日本大震災の予測の失敗を契機にトランス・サイエンスの問題が再認識されるようになり、日本地震学会からは「学問的に合意が得られていることと、そうではなく不確実なことを、きちんと分けて社会に説明する必要がある」との意見が示された [23]。また、これを受け、東海地域の地震予知に関しては科学の限界を示唆する公的文書が出されるなどの対応がとられたものの、予測地図の確率情報において認識論的な不確実性が伝達されていない問題は依然として残っているといえる。

行政が権威づけを行う理由について、藤原氏は、「専門家間の意見分布を取り込んだ評価方法に馴染みがないこと」、「自由な討議の取りまとめの難しさ」、「専門家の権威に委ねることによってなんとなく責任を専門家に押し付ける」傾向を挙げた。

第一の「専門家間の意見分布を取り込んだ評価方法に馴染みがない」という点に関しては、藤原氏は地震研究に限らず日本の行政全般の傾向として指摘した。日本の行政をそのように傾向づける一因として、日本においては認識論的な不確実性を数値化する手法の導入が諸外国に比べて遅れている点が挙げられる(4・5節参照)。

また、「責任を専門家に押し付ける」という点の関連では、地震学者である瀬瀬氏はインタビューの中で、「予測に失敗したからといって地震学者が責任を問われたことはない」とおっしゃっており、行政による権威づけの問題は責任の所在を不明瞭化という問題も誘発していると考えられる。

### ③ 理学-工学間の問題

理学者と工学者の間では研究目的の相違に起因したリスクコミュニケーションの意識の差が明らかになった。

地震学者の瀬瀬氏によると、「地震学者はあくまで地球物理学者であり、現象に興味があるのであって、そもそも実社会における地震問題への責務を第一とする人は少ない」とのことだった。また藤原氏も同様に「実際に社会的な問題を解決する場で動いたり組織の中での判断の意思決定を支えているのは地震工学者であり、地震学者は社会とのコミュニケーションという点ではかなり遠い存在」と述べた。

このように理学者は社会への情報発信には消極的な傾向にあることがわかったが、問題は、工学者に比べ理学者に専門家としての権威がより認められやすい点にある。藤原氏によると、「地震予知研究の大きなコミュニティに属する人は純粋に理学的な地震学者が多い」ということであり、実際に推進本部の委員の構成をとっても大半が理学者により構成されている。これにより、社会的な視座を備えた工学者の意見が組織内で組み上げられにくい状況が形成されており、これはリスクコミュニケーションに関する議論・決定を行う上での障壁となっていると考えられる。

理工学者のリスクコミュニケーションの意識の差異は、理学と工学の研究対象の性質に大きな差異があることが要因として考えられる。例えば研究対象の物理のスケールのみに着目しても、対象の差の大きさが見て取れる。4-2 節で述べたように、物理的に確からしい地震の予測が可能となるのは統計的な取り扱いが可能な場合であるため、理学的な物理探求で扱うスケールは短くても数百年である。それに対し、工学的に求められる時間スケールとなると、保険年数や構造物の耐震年数程度のスケールが考慮の対象であるため、数年から数十年先までを見越した対策を講じる必要があり、理学的探究のスケールとは大きく異なる。理工学分断の問題には、このような性質の異なる理学的探究と工学的探究が同時に求められている、という地震研究に特徴的な性質が本質的に絡んでいると考えられる。

また、インタビューの結果からは、ミスコミュニケーションの原因となりうる理学者・工学者それぞれの立場上のしがらみがあることも窺えた。藤原氏は東日本大震災における失敗に関しても、長期予測政策に消極的な理学者像について言及していた。東日本大震災が想定外と称されるのは、実際には想定はできていたものの責任ある立場として評価し対策を講じていなかった点に問題がある。このように専門家が責任ある言動を取れなかったことに関して、藤原氏は「純粋な理学者の方が社会的なしがらみが少なく発言しやすい立場にあるものの、理学者は社会的な議論から離れていってしまう」と述べた。しかし地震学者の瀬瀬氏へのインタビューの結果からは、この問題は一筋縄に理学者のみの問題と捉えられるものではなく、地震予測が国家プロジェクトであることの弊害も伺えた。瀬瀬氏は寡黙な理学者像について次のように語った。理学者は情報の物理的不確かさを認識してい



るため、毎年のように情報改訂し公表される予測地図の情報に物理的な意義を感じていない。しかしそのように意見を表明することは、研究資金の縮小に繋がりがねず、研究者は自身の研究を守るためにも、発言しづらい立場にある。このように、両者の学問上の性質の違いに加えて、理学者・工学者それぞれが国家プロジェクトであることのしがらみを受けているということも理学と工学の分断を促進していると考えられる。

また理学と工学が乖離している現状は、藤原氏によると世界的に見ても日本に特有な傾向であるという。欧米では、地震研究分野が日本ほど大きくないため、各地震研究者は理学と工学の両方を扱う。地震大国と言われる日本においては、地震研究が諸外国に比べて盛んであり、その結果研究分野が細分化され、上記のような理工学分断の問題が生じているという。

#### 4-4. 確率情報活用の現状

確率情報を用いたリスクコミュニケーションが現時点でどのような機能を果たしているかについて瀨瀨氏及び藤原氏に伺った。

地震学者である瀨瀨氏は、「地震予測は社会の側から強く求められるため、不確実な情報であっても出すことになっている」とおっしゃっていた。地震研究は日本では特に人々の不安や関心が大きい点が特徴的であり、このことに起因して理学的に信頼できる予測への期待が高いと考えられる。国民調査では、公表してほしい地震情報の質問について、「今後一定の期間のうちに、自分の地域で震度 6 弱以上の地震が発生する確率」(45.3%)、「理論上自分の地域で発生し得る最大の地震の揺れの強さ」(43.2%)と、地震予測への国民の期待の高さが窺える [13]。たとえ不確実性が高い情報であったとしても、理学的根拠に基づく情報を公表するということが、人々の不安の解消という点においては効果的であると考えられる。

また防災科研の藤原氏は「確率表現・不確実性の扱いなどは専門家の中でも意見が分かれているので、それを一般の人に教科書的に伝えることは原理的に難しい」とした上で、現時点での確率情報の発信意図に関して、次のように語った。「滅多に起こらない自然災害については、正確な理解よりは関心を引きつけるための情報発信が効果的である。地震リスクを忘れないように社会を引きつけるための情報発信がまずは必要であり、現時点ではそこがそもそも欠落している。地震に備えなければならないという意識を常に持ち続ける状況に持っていくことで、地震防災の活動をしている人たちに予算措置が適切になされる。さらには保険業界が適切な措置をしてくれる世の中になる」。藤原氏によると、実際に損害保険業界においては、東日本大震災の直後は地震保険への加入が増加したが、その後 2018 年あたりからは大きな風水害が何件か生じたことを受けて人々の関心が風水害保険に向き、現在では保険業界では全く地震の話をしなくなっているという。稀に生じる破壊的な自然現象においては、ハザードの喫緊性が低下すると人々が情報を自発的に求めることが少なくなることが実際に報告されており [27]、地震は特に低頻度かつ大きな被害をもたらす現象であるためにこの問題は特に顕著であると考えられる [28]。国民調査の結果からも、災害や防災対策に対しての関心度について「大いに関心がある」との回答は、東日本大震災の発生後の 24 年度調査が 49.7%であるのに対して 3 年後の 27 年度調査では 30.8%とな

っており、時間の経過に伴う関心の薄れやすさが窺える [13]。このように、防災の社会制度構築を促すという目的のためにも定期的なリスク情報の発信によって平時から人々の地震・防災の意識を高めておくことが重要であり、その意味で地震予測の確率情報は啓発的な役割を担う側面もあることが明らかになった。

また、地震研究は人々の関心は高いものの、予測の失敗も多くその信頼度は高いとは言えない。専門家への信頼が高くない状況においては、人々は専門家の見解よりも科学的根拠に基づく数値情報により信頼を置くことが指摘されている [27]。そのため断定的で科学に立脚していると考えやすい確率数値情報がリスクコミュニケーションに効果的であると考えられる。

#### 4-5. 確率情報と不確実性の課題

予測地図の確率情報の読み解きの困難に対しては、わかりやすく伝えるための検討が推進本部及び防災科研においてそれぞれなされてきたものの、改良によって必ずしもわかりやすさが増しているとは言い難く、未だ課題が見受けられる。確率情報にまつわる不確実性の課題と展望について、防災科研の藤原氏に伺った。

藤原氏は、第一に認識論的不確実性を取り込んだ数値評価手法が日本では根付いていないことを課題に一因として挙げた。

行政と理学者の間の問題点としては、本研究では 4-3 節②に示すように、専門家間の認識論的不確実性が伝達されていないことが示唆された。日本の行政においては専門家間の意見分布を取り込んだ評価方法に馴染みがないことの一因として、日本においては認識論的不確実性を数値化する手法の導入が諸外国に比べて遅れている点が挙げられる。

諸外国では、工学分野で活用される自然災害の確率モデルに認識論的不確実性を取り入れる評価方法が一部では実際に導入されている。一例として、米国地震ハザード評価専門委員会 SSHAC(Senior Seismic Hazard Analysis Committee)が 1997 年より公表する SSHAC ガイドラインにおいては、最終的な結果に与える影響が大きい認識論的不確かさの評価に関して、関係するコミュニティの意見分布を説明力高く再現するための手法が定められている [30]。具体的には、検討に係る各専門家の役割の明確化や、ワークショップなどの開催時期や頻度等の検討手順、議論項目の明確化、全工程参加型のピアレビューの実施、全検討過程の文書化、公開等を定めている。同ガイドに基づく検討は米国はもとより、現在までにスイス、スペイン、南アフリカ、台湾等で実施されている。

藤原氏によると、推進本部においては、委員会の議論の進め方自体を米国に習った形で行うための検討も今までに検討されたということだが、現在のような御膳立てされた議論形式と比較すると議論の取りまとめの困難が大きく、一筋縄には変革し難い現状があるということであった。

日本における確率情報活用の遅れに関連して、藤原氏は、「国民も確率情報に慣れていないため、いきなり(認識論的不確実性を組み込んだ情報に)変えても受け入れられない」とおっしゃった。確率情報自体に国民が不慣れであり、それによって現状の偶発的確率のみを情報として含む予測地図の伝達にも困難が生じている。この点は先行研究においても、リスクコミュニケーションにおいて、リスク情報を確率で表現する方法が一般市民に十分

浸透していないとの指摘がなされている [32]。

以上の点を踏まえると、日本における確率伝達の困難の背後には、認識論的不確実性の確率評価導入の遅れと、国民の確率情報リテラシーの低さが相互に抑制しているような状況が生じていると考えられる。確率情報を用いたより良いコミュニケーションには、積極的な確率情報の発信により理解の浸透を図ることがまず重要であると考えられる。

## 5. 考察

本研究においては、リスクコミュニケーションの課題を、行政・理学・工学の3つのアクター間におけるフレームを用いて整理した(図3)。各アクター間での課題が明らかになり、これらの課題の解決がよりよい確率情報の伝達を可能にすると考えられる。フレームの解消を実現するための具体的な施策を以下で考察する。

### 5-1. 理学から工学への橋渡し

断定的で科学に立脚していると考えられやすい予測地図の確率情報は、リスクコミュニケーションにおいて啓発的な役割を担い、平時における人々の防災意識を高める点で有用な情報であることがわかった。このようにリスク認知の導入としての予測地図の活用を考えると、よりよいリスクコミュニケーションの実現のためには、予測地図情報から、防災対策に活用できる情報群へと橋渡しをすることが求められると考えられる。藤原氏は予測地図と工学的情報の活用方法に関して次のように述べた。

“予測地図情報は「地震はどこでも起こる可能性があるんだ」「こんな地図もあるのか」「関東だと地震が起こる確率は高いんだな」などと地震への関心を持ってもらうきっかけになる。そしてそこから更に「じゃどうする?」と考えると、例えば家の周辺の地盤の情報を集めて備える、といった対策が考えられ、このような対策に有用なデータを公表しているのがJ-SHISである。”

実際に、情報改定の度に確率数値が少しずつ変化をすると、「なぜ確率数値が変化したのか?」という問合せも多いとのことであり、確率数値の正確な解釈は難しいものの、関心を惹きつけるという意味においては確率情報は効果的な役割を果たしていると考えられる。

しかし現状では、工学利用目的の情報を公開しているJ-SHISの認知率は現時点で10%台に留まる [13]ことから、予測地図関連情報の工学活用は十分に浸透していないと考えられる。

適切な橋渡しを実現する上では、一つに推進本部と防災科研の発信情報の内容・位置付けを明確にすることが重要であると考えられる。推進本部で公言されている目的は「国民にわかりやすく伝える」というものであるが、国民調査における予測地図に対する意見には「多様な情報に対応できない」という声も多い [13]。冊子として公開されている数々のデータの高度さと情報量の多さは目的に沿った情報であるとは言い難く、リスク認知を目的とした情報とより実践的な工学情報が混在しているような情報だといえる。情報の内容と目的を一致させることで、情報活用の筋道を明瞭化する必要がある。また、藤原氏は、「専門

的な解析のためにデータを活用をする人と、一般防災利用を目的とした人が情報発信を求める意見はかなり違うので、両方に対応することは難しい」と述べていた。このような点からも、目的ごとに情報を分離した形で発信を行うことで、活用方策のわかりやすい情報を目指す必要があると考える。このように、発信目的・発信対象を明確にした上で各機関の連携を強めることで、各機関の役割を活かしたより良いリスクコミュニケーションの実現が期待される。

## 5-2. 認識論的不確実性の伝達と限界の明確化

行政による特定の専門家の権威づけにより、専門家間の認識論的不確実性の存在が伝達されていないことが明らかになった。先行研究では、信頼性の面において、物理的な確からしさの低い情報から推論された情報に比べ、認識論的不確実性をとり入れた数値評価を行った情報のほうがより人々の信頼を得やすいことが示唆されている [32] [33]。

ところが予測地図の目的が人々のリスク認知の促進という点にある場合、不確実な情報よりも断定的な表現を用いる方が効果的である。このような点を鑑みると、断定的表現を用いた確率情報と、認識論的不確実性を取り込んだ工学情報の使い分けが有効であると考えられる。

更には地震予測研究の限界を明確に示すことも重要である。どこまでならば専門家の統一の見解が得られており、どの点は科学的に判断できないかといったことを明確にし、トランス・サイエンスの問題に対処する必要がある。

## 6. まとめ

本研究においては専門家へのインタビュー調査及び文献調査をもとに、地震予測研究におけるリスクコミュニケーションの特性分析を行った。リスクコミュニケーションで現状用いられている確率情報は、啓発的な情報としての役割を担っており、その目的によると理学的かつ断定的な情報の発信が効果的であることがわかった。しかし、確率情報単体では情報の読み解きが難しく、更にリスクへの備えをする上での有用な情報とは言えない。

本研究では、行政・理学・工学の 3 つのアクターから成るフレームを提示し、リスクコミュニケーションの問題点をこのフレームに沿って整理した。中でも地震予測研究においては性質の大きく異なる理学的探究と工学的探究が同時に求められるという特有な性質に起因して理学と工学の乖離が生じており、その点がアクター間のミスコミュニケーションにも繋がっていることが明らかになった。また、現在用いられている地震予測の確率情報は、本質的に物理的な不確かさを含んでいるが、地震物理の限界に関する伝達は不十分である現状が明らかになった。

確率情報を用いたリスク認知をリスクコミュニケーションにおいてより効果的に活用し実践的な防災へと繋げるためには、本研究のフレームで提示した関係者間の問題の解消、具体的には、理学・工学間の連携を強化し工学情報の適切な伝達を促すとともに、トランス・サイエンスの問題として地震予測の限界を適切に伝達することが重要であると考えられる。

## 謝辞

本研究は、多くの方々の支えの元で遂行することができました。

指導教員である石原孝二教授には、度重なるミーティングを通じ、沢山のご指導・ご助言をいただきました。私が見逃していた重要な論点をご指摘いただいたり、素朴な疑問の投げかけにより視点を広げて下さったことは、研究を進める上での大きな原動力となりました。また定松淳特任准教授には関連の文献を紹介いただいたり研究の問題意識を明確にするためのご助言をいただきました。また発表練習に何度もお付き合いいただいたことは、私にとって大変有用な経験となりました。内田麻理香特任准教授には鋭い洞察力で研究の改善点を指摘いただいたり、専門的な見解に基づいた的確なご助言やご意見をいただきました。

また、本研究では、2名の地震研究の専門家、瀬瀬一起先生及び藤原広行先生へインタビューを実施させていただきました。突然のご連絡にも関わらずご多忙の中お二方とも快くインタビューをお引き受けくださったこと、心より感謝致します。本研究以前は私は地震研究に関して全くの門外漢でしたが、御二方のお話は大変興味深く、地震研究にかける想いには感銘を受けました。

そしてプログラム受講生の皆様には、多様な視座に基づくコメントや助言をいただきました。また授業における分野の垣根を超えた活発な議論は、インタープリターとしての技量を培う上で欠かせないものでした。

以上の皆様、そしてインタープリター養成プログラムの教員・講師の皆様のお力無くしては本研究を成し遂げることはできませんでした。この場を借りて感謝申し上げます。

## 文献

- [1] “ウィキペディア-確率,” Available: <https://ja.wikipedia.org/wiki/確率>.
- [2] Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A., “Judgment under uncertainty: Heuristics & biases.,” Cambridge: Cambridge University Press., 1982.
- [3] Tversky, A., Kahneman, D., “Availability: A heuristic for judging frequency and probability,” *Cognitive Psychology*, 5, 2, p. 207-232, 1973.
- [4] Lichtenstein, S., et al., “Judged frequency of lethal events.,” *Journal of experimental psychology: Human learning and memory*, 4, 6, p. 551, 1978.
- [5] 田中豊, “数量表現による予測と意思決定 一主観確率からみた意思決定一,” *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, 35, 1, pp. 118-123, 1995.
- [6] Bernstein, P. L., *Against the gods.*, John Wiley & Sons, 1996.
- [7] Sharot, T., “The optimism bias,” *Current Biology*, 21, 23, p. R941-R945, 2011.
- [8] 緒方裕光, “リスク解析における不確実性,” *日本リスク研究学会誌*, 19, 2, pp. 3-9, 2009.
- [9] Visschers, V. H. M., et al., “Probability information in risk communication: a review of the research literature.,” *Risk Analysis: An International Journal*,

- 29, 2, pp. 267-287, 2009.
- [10] 地震調査研究推進本部, “全国地震動予測地図,” Available:  
[https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic\\_hazard\\_map/shm\\_report/](https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/).
- [11] 地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に活かす部会, “地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に活かす部会報告 -地震動予測地図を防災対策等に活用していくために-,” Available:  
<https://www.jishin.go.jp/main/seisaku/hokoku05d/seika1.pdf>.
- [12] 地震調査研究推進本部地震調査委員会, “全国地震動予測地図 2014 年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~ 付録-1,” 12 2014. Available:  
[https://www.jishin.go.jp/main/chousa/14\\_yosokuchizu/f1.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/14_yosokuchizu/f1.pdf).
- [13] 地震調査研究推進本部, “地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査結果報告,” Available: <http://www.static.jishin.go.jp/resource/questionnaire/questionnaire2012.pdf>.
- [14] 日本工学アカデミー原発事故・エネルギー問題検討会, “福島第一原子力発電所事故後の電気エネルギーの円滑な供給に向けて,” 2011.
- [15] 瀬瀬一起, “メディアに翻弄された 1 年半,” *Facta*, 7, 10, pp. 44-46, 2012.
- [16] 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.
- [17] 島村英紀, 「地震予知」はウソだらけ, 講談社文庫, 2008.
- [18] Gigerenzer, G., “Content-blind norms, no norms, or good norms? A reply to Vranas,” *Cognition*, 81, pp. 91-103, 2001.
- [19] Vranas, P. B. M., “Gigerenzer's normative critique of Kahneman and Tversky,” *Cognition*, 76, pp. 179-193, 2000.
- [20] Vranas, B. M. P., “Single-case probabilities and content-neutral norms: A reply to Gigerenzer,” *Cognition*, 81, pp. 105-111, 2001.
- [21] 有本建男, 佐藤靖, 松尾敬子, 吉川弘之, 科学的助言 21 世紀の科学技術と政策形成, 東京大学出版会, 2016.
- [22] “地震動予測地図の工学利用 -地震ハザードの共通情報基盤を目指して- <地震動予測地図工学利用検討委員会報告書>,” Available:  
[https://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/result/tn\\_258/](https://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/result/tn_258/).
- [23] 川勝均, “トランスサイエンスとしての地震予知・長期予測,” *日本地震学会モノグラフ*, 1, pp. 53-54, 2012.
- [24] 小林傳司, トランス・サイエンスの時代・科学技術と社会をつなぐ, NTT 出版(ライブラリーレゾナント), 2007.
- [25] 公益社団法人日本地震学会東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会, “地震学の今を問う,” 2012.
- [26] Hagemeyer-Klose, M., Wagner, K. M., “Evaluation of flood hazard maps in print

- and web mapping services as information tools in flood risk communication,” *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, 2, p. 563-574, 2009.
- [27] Dryhurst, S. et al., “Communicating seismic forecasts.,” *Real-Time Earthquake Risk Reduction for a Resilient Europe*, 2020.
- [28] セオドア・M・ポーター , 訳 : 藤垣裕子, 数値と客観性 科学と社会における信頼の獲得, みすず書房, 2013.
- [29] United States Nuclear Regulatory Commission, “ Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts: Main Report (NUREG/CR-6372, Volume 1), ” Available: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr6372/vol1/index.html>.
- [30] 広田すみれ, “リスクコミュニケーションにおける確率を用いた不確実性伝達の心理学的課題,” *Japanese Psychological Review*, 54, 2, pp. 153-167, 2011.
- [31] Schneider, C. R., Freeman, A. L. J. , van der Linden, S. L., “The effects of quality of evidence communication on trust and decision making in the context of COVID-19: loss aversion and ambiguity avoidance,” *under review*, 2021.
- [32] van der Bles, A. M. , et al., “The effects of communicating uncertainty on public trust in facts and numbers,” 2020.
- [33] 早川俊彦, 成田章 , 高橋真理, “地震ハザードステーション J-SHIS の構築,” *MSS 技報*, 23, pp. 19-27, 2013.
- [34] 鈴木舞 , 瀨瀬一起, “過去に基づく未来予測の課題 ー確率論的地震動予測地図,” 著: 予測がつくる社会 「科学の言葉」の使われ方, 東京大学出版, 2019, p. 第7章.
- [35] Weinberg, Alvin M., “Science and Trans-Science,” *Minerva*, 10, 2, pp. 209-222, 1972.

## インタープリター養成プログラムを受講して

私は学部生の頃に科学哲学に関する本を読み、そこで科学は絶対的な判断基準を社会に提供するものではないということを初めて認識しました。それまで無批判に科学を受容していた私にとっては衝撃的であり、それをきっかけに、私は科学と社会との間に生じる問題、社会における科学の位置付けに漠然と興味を持つようになりました。また、私の専門は基礎物理研究ですが、研究に従事していく中で基礎科学研究分野は科学の中でも特に象牙の塔のような存在に捉えられやすいことを身を持って問題と感ずるようになりました。

私の本プログラムの志望動機はこのような科学の問題に関する素朴な関心に基づいていました。そして実際にプログラムにおいては、科学が語りうることは何かといった問いを考察したり、専門家と非専門家の関係性に関して学びを深めることができ、そのような議論は私にとって興味深いものでした。

そしてその一方、今思うと、そのようにして深めた理解をどのように役立てていくか？といった実践的視点は、プログラム志望時や受講当初は欠如していたと思います。

本プログラムを受講して、私が感じる一番の変化は、科学コミュニケーションの実践的視点の獲得です。プログラムでは理論に関する学びに留まらず、多くの講師の方は実際に科学コミュニケーション活動の実践経験に基づいたお話をしてくださり、それらはインタープリターとしての自身のあり方を考える上でとても有意義なものでした。そしてそのような講義の内容からの学びは言うまでもなく、毎回の授業での参加者同士の"コミュニケーション"から得た学びはとても大きかったと感じています。プログラム受講生の多くは私と同様に科学コミュニケーションの専門ではなかったですが、それぞれ皆多様な専門性に基づく意見を積極的に発言している姿には私自身とても刺激を受けましたし、議論によって視野を広げたり論点を共有して深めることができました。コミュニケーションを論じる以前にコミュニケーションの場を自分達で作っていく、そのための実践が授業における議論の場だったと感じます。

また、プログラムの同期らと共に課外で科学コミュニケーション活動を実践したことはとても良い経験となりました。一方的な知識の供給にしないためにはどうしたら良いか、科学教育に重要な点は何かなど、プログラムで学んだことを振り返りながらメンバー同士試行錯誤したことはいい経験です。実践の面白さや困難を学ぶことができました。このような活動を企画・提案してくれた同期には感謝の念に絶えません。

本プログラムでの学びを今後どのように活かした実践が可能か、正直現時点では具体的な考えはありませんが、科学の内側の人間としてアプローチできる問題は身の回りにでも多く存在すると思います。私自身は積極的な議論や自発的な実践活動という点に関してはまだまだ至らない面ばかりですが、本プログラムで得た科学コミュニケーションの実践姿勢を忘れずにこれからもインタープリターとしての成長を目指したいと思います。