

第2部：総合討論

総合討論

司 会 : 北 川 良 和 (山口福祉文化大学)
パネリスト : 藤 岡 換 太 郎 (海洋研究開発機構)
遠 田 晋 次 (京 都 大 学)
翠 川 三 郎 (東 京 工 業 大 学)
古 村 孝 志 (東 京 大 学)
瀬 瀬 一 起 (東 京 大 学)

北川 では、僭越ではございますが、司会を務めさせていただきます。各先生には、かなり分かりやすくかみ砕いて話題を提供していただいたと思います。海溝型地震の話から、内陸地震、確率論的地震動予測地図、それからスーパーコンピュータによる地震動シミュレーションの話まで、入り口から出口までの話をさせていただきました。



冒頭にもお話がありましたように、地震保険の料率算出には、確率論的地震動予測地図の情報が使われています。各先生から、いろいろな問題点、分からない点などについて話題提供があったと思いますが、これまでの情報、知見を基にして料率を決める上でどうしたらよいのか、そのあたりに大きく的を絞って皆さんと共に考えれば、このフォーラムが大変有意義なものになるのではないかと思います。

そういうことで、まず、会場の皆さんからご意見を受ける前に、東京大学教授で、かつ損保料率機構の理事をおやりになっています瀬瀬先生の方から、料率的観点からコメントをいただきたいと思います。瀬瀬先生、よろしくお願ひいたします。

瀬瀬 瀬瀬と申します。よろしくお願ひします。北川先生からのご要望は、損保料率機構の理事の立場からとのことですので、地震保険の料率算出のための研究としては、今後どういうものが必要か、という観点でお話しさせていただきます。



基本的にはあらゆる保険で、確率や統計に基づいて定量的に保険料率が決められているわけですがけれども、地震保険に関しては、それがなかなか難しいという大きな前提に立っているわけです。大数の法則は成り立たないと言い切られているような面もあるわけで、そのためにフェールセ

ーフとして、政府による再保険が用意されているわけです。そういう中でも、今後、料率算出の精度を高めるための努力を常に続ける必要があると思います。

そのためにはどういう予測が必要かということですが、大きく分けて3つあるのではないかと思います。1つ目は地震発生です。このフォーラムでいえば、地震活動の予測をすることです。この点に関しては、藤岡先生と遠田先生に最新のご研究と今後の課題をお話いただきました。2番目はハザードです。ハザードというのは少し耳慣れないですが、最終的な地震による被害につながる自然現象です。地震保険の場合だと、地震による揺れとか津波などの予測をすることが2番目に必要なところで、今日は翠川先生や古村先生にお話いただきました。3番目は、今日は地震活動と地震動の予測がテーマですので具体的なお話はなかったですが、地震による被害、リスクです。最終的には、地震によりどんな被害が起こるかということの予測を必要とするわけで、北川先生や翠川先生はその部分もご専門でいらっしゃいます。大きく分けてこういう3つの要素があるわけですが、先生方のご研究も、あるいは損保料率機構による調査研究も、結局、税金や保険料でまかなわれているわけですので、そのためには効率的な投資が求められているだろうと思います。

先生方にお伺いしたいのは、この3つの予測のうち、今後、どれに力点を置くべきかということです。その予測の難しさと実現可能性、両者はある意味、相反するものですが、それをやはり天秤にかけながら効率的な投資を考えていかなければいけないと思いますので、その点に関して、ぜひご意見をお伺いしたいと思います。

北川 どうもありがとうございます。大変重要な課題を提案していただきました。まず、各先生方からご意見をお聞きして、それをベースにして、会場から忌憚ないご意見、ご質問をしていただければと思います。では、各先生方からご意見をお願いしたいと思います。まず、藤岡先生からお願いします。

藤岡 なかなか難しい質問です。例えば、地震活動の予測は、地質学ではあまりやっていません。遠田先生がお話されたように、陸上の活断層では、いろいろな理由で過去の地震の痕跡が欠如している場合があります。けれども、海底の堆積物だと比較的連続的に見られて、陸上では見られないような非常に古い時代からの地震の痕跡が出たりします。そういう研究があるので、そういうことを使って、もう少し精度の高い地震活動の予測といたしますか、例えば周期性の問題を議論していくことはある程度できると思います。

それから、地質をやっている人間から見ると、実際に地震の起こる場所の地盤といたしますか、地質の評価があまり入っていないような気がしています。岩石一つをとっても、いろいろな鉱物から成っているし、また、岩石同士の組み合わせなどもあるので、そういう評価はなかなか難しくできない面もありますが、私自身は、そういう基礎的なことをもう少し研究して、評価につなげる



ようにするのがよいのではないかと思います。

北川 ありがとうございます。では、続きまして遠田先生お願いします。

遠田 瀨瀨先生からご指摘いただいた、地震発生、ハザード、リスクの3点で、どれに力点を置くかといわれれば、自分がやっているからかもしれませんが、地震発生だと思えます。やはり自然界が一番分からない。その後の工学的なところは、分からないこともまだたくさんあるのしょうけれども、計算とかいろいろなものでかなり予測はできるような気がします。要するに、自然を理解するのが一番難しい。本当に予想外のことが起きてしまうので、一番力を入れるべきだと思います。

やはり一番まずいのは、東海地震もそうなのですから、もう分かったといつて、分からないことを隠すことです。実は、自然現象や地震、地質でもそうなので、やっていると分からないことだらけです。なので、分からないからには、それをきちんと世間に伝えるということが重要です。ただ、それを分からないというままで工学の人に渡せないで、その部分は不確実性というか、どの幅で、こういうパラメータで不確実なことがあるということを経済学が必要があるのではないかと思います。不確実性には、もともと断層の活動が持っている不確実性と、我々がそれを認識しようとしているところの不確実性と2種類あるので、そのへんも本当は仕分けして、工学の人に渡さないといけないと思います。



理学の人は、自然の真理を知りたいという興味でやっているところがあるので、無理に数値を渡せと言われても渡せないところが実は正直に言っているのですが、そこは今のところ仕方がないということもあって、妥協して渡しているところもあります。けれども、実際は分からないことが多いということを経済学で認識していただきたいと思います。ただ、努力はしています。

北川 どうもありがとうございます。続いて翠川先生お願いします。

翠川 大変難しい質問をいただきました。どれがというのはなかなか難しく、やはりそれぞれに課題があるかと思います。共通する課題は、今、遠田先生がおっしゃったような不確実性といえますか、要するに答えが一つではなく、多分ありそうな答えが幾つかあるということです。ですから、遠田先生がおっしゃったような、幅を持って評価するというのも一つの考え方でしょうし、それを確率に落とし込んで表現していくということもあるかと思います。



地震の発生モデルにしても、地震動や被害のモデルにしても、不確実性がある、今まではその平均値だけを議論してきたわけです。けれども、やはり今後は平均値だけではなく、それがどのくらいのばらつきがあるようなものなのか、そのばらつきをどう考えるか、ということも議論していく必要があります。これは多分、意思決定の話になりますから、それぞれのユーザーの方がお考えになるべきことかもしれませんが、そういうもう

少し踏み込んだ表現が、今後、望まれているのではないかなと思います。

北川 ありがとうございます。では、古村先生お願いします。

古村 額先生がおっしゃった地震発生とハザード、リスクの3つですが、私がやっているのはハザードのところになります。先ほどの講演の中で「計算してこうなります」という話をしていますが、モデルを与えれば、後は計算機が運動方程式なり流体の式を解いてきちんと答えを出してくれます。けれども、そもそもモデルが、例えば地下構造モデルや、想定している震源モデルが本当に正しいのか、さらに、次の地震で本当にそうなるのか、ということになると、かなり分からない部分が多い。翠川先生がおっしゃった不確定、大きなばらつきが出てくる。我々が分からないための不確定さと、地震の多様性による不確定さの両方が関わってきます。計算手法を高度化してどんどん突き詰めていっても、最後にその不確定さが残ります。これは永遠の課題で、ずっとつきまとう問題ではないかと思います。

私は、いろいろ考えられる震源モデルの中で、最悪これ以上はならないというのがもしも分かればそこにターゲットを置けばよいと思うので、まず「最大」とは何かを考えたいと思っています。しかし、本当に「最大」でいいのかという問題もあります。例えば、最大が分かったとして、いろいろな防災対策を、そんな発生確率の低いものをターゲットに立てていいのかという疑問があり、多分それは非現実的で無理な対策になってしまうと思います。そこで、「これ以上大きなものが起きたら仕方がない。でも、ここまでは守りましょう。」という落としどころを定めることも今後考えていかなければいけないと思います。



それから、今の研究の一般の進め方というと、まず地震発生の予測で「こういう地震が起きる可能性がありますよ」というハザードを明らかにし、それによるリスクはどうなるのかを強震動シミュレーションで予測する流れだと思います。けれども、最終的にはリスクまでを考える必要があるので、私が取り組んでいるハザードのところを一生懸命高精度化しても、実は「そんなところを一生懸命やったら、リスクのことを考えたら、みんな一緒だよ。こんなでかいのが来たら、建物はみんなひっくり返るんだから。」という議論になれば、あまりハザード評価ばかりを高精度化する必要はないかもしれない。むしろ、この最後のアウトプットのリスクから、どれぐらいのハザードの解像度が必要か、それに対しては一体どれぐらいの地下構造や震源に対する研究が必要か、という逆順にたどった研究の流れの進め方もありえるかなと思います。

例えば、藤岡先生のお話を聞いて私がすごく興味を持ったのは、こういう巨大地震が一体何で連続して起こるのか、あるときは止まったり、引き続いて起きたり、あるいはさらに広がらなかったりするのなぜかということです。そういう地震発生の場というのは、多分、地下構造なり何かはっきりとした理由があるはずだと思います。そのような疑問を、こちらのハザード研究の側から地震発生予測の研究者側に投げかけていきたいと最近思うようになってきました。

北川 ありがとうございます。では、瀬瀬先生お願いします。理事の立場を離れて、専門家というお立場で、自問自答になるのですが、いかがでしょうか。

瀬瀬 各先生方に優等生のお答えをいただきましたので、なかなかレスポンスしづらいですが、お話を伺っていると、やはりどれも必要だということかと思えます。ただし、その中では、不確実さをきちんと把握し、それを正しく伝えるということが重要であるということです。

古村先生が面白いことを言ってくださいましたが、切り捨てる、あらかじめそれはあまり効いてこないと分かっている部分は深く研究することから外すということが効率的なことになるだろうというご意見で、それはなるほどなあと思いました。私はある重要構造物の耐震審査にもかかわっておりますが、そこでは国民感情がかなり反映されてしまうのですけれども、あらゆるものを微に入り細に入り検討せざるを得ないという状況になっていて、少し考えれば、これはもうあまり効いてこないのだから、適当なところでまとめるということも可能かなと内心は思うのですが、それは決して言い出せないということがあります。やはり本当にいろいろなものの投資効率を考えるならば、そういうところから踏み込んでいくのがいいのかなと思いました。



北川 どうもありがとうございました。これまでで、どこまで分かって、どういうことをやっているか、また、どのへんが分からないかというあたりがわかってきたかと思えます。では、そろそろ会場の方からご質問、ご意見などをお受けしたいと思います。

質問者 本日は貴重なご講演、分かりやすいご説明をありがとうございました。私は地震保険の料率を算出している立場として、確率論的地震動予測地図の震源データならびに地震動予測手法を使わせていただいています。今の先生方のお話ですと、いろいろ力点を置く場所があるということですが、確率論的地震動予測地図の高度化という観点から早期に解決できる課題があれば、具体的にお教えいただければと思います。

北川 では、まず翠川先生からお願いします。

翠川 例えば、今の地震動予測地図は、最大地動速度を計算して、それを震度に変換するというので、地震動の強さの指標としては最大地動速度を使っています。これは最大地動速度と建物の被害との相関が高いということでやっているわけです。けれども、現在は、非常に固く周期が非常に短い建物から、超高層ビルのようにゆったりと揺れるような建物まで、いろいろな種類の建物があります。そうすると、スペクトル情報が重要です。先ほど古村先生がおっしゃったように、短周期を出す

地震と長周期を出す地震がありますから、スペクトルで周期特性を含めると、リスク評価の向上につながっていくと思います。また、今は高層マンションがたくさん建っておりますが、その被害を計算するには、最大地動速度を使った今のやり方では少し精度が悪くなっています。ですから、スペクトル情報を使って被害の予測をやるのが一つ重要なことではないかと思います。それについては、いろいろな距離減衰式がありますし、スペクトルの地盤増幅率もいろいろな研究が進んでおりますので、近い将来に高度化することができると思います。

今思いつくのはそのくらいですけれども、やはりこういうものはいろいろな面で検討して、徐々に改良していかなければいけないと思います。

北川 ありがとうございます。ほかの先生方で何かご意見があれば、いかがでしょうか。古村先生、よろしいでしょうか。

古村 確かに、昔は木造家屋だけだったから短周期地震動にターゲットを置けばよかったけれども、今は、より短周期の固有周期を持つがっちりとした構造物もあれば、長周期の構造物もいろいろあって、昔以上にいろいろと考えなければならなくなってきています。

長周期の地震動に関しては、ある程度計算による評価ができるようになりましたし、観測データもどんどん集まってきています。例えば、2004年に新潟県中越地震が起きて、新宿で先ほどお見せしたようなすごく変な揺れが記録できました。実は、2007年の新潟県中越沖地震でも、新宿でほとんど同じような長周期地震動が記録されています。ということは、長周期の地震動は、地震の震源の方向とMが決まって、平野の形がわかれば再現できるのです。そういう観測データのある地震に関しては、例えば、次に東南海地震が同じところで同じ規模が起きたらこうなるかということが、かなりの精度で予測できると思います。推本（地震調査研究推進本部）で瀨瀨先生を中心に検討されている長周期地震動予測地図の試作版のように、長周期地震動に関しては、以前とは違って予測できるようになりつつあると思います。短周期の方は、まだ難しいところがありますが。

北川 ありがとうございます。瀨瀨先生、いかがでしょうか。

瀨瀨 今のご質問の答えとして、先ほどの話とも絡めて一つ申し上げたいと思います。私自身は研究経験がないので、あまり断定的なことは申し上げられないのですが、3番目のリスクの予測については、遠田先生がおっしゃるように、我々からはよく分かっているように見えるのですが、実はそうではありません。例えば、新潟県中越沖地震のときに、設計時の想定入力地震動の何倍も大きい揺れが入力したのに、その構造物はほとんど被害がなかった、という状況は、やはりまだこの予測にはかなりばらつきなり精度の悪い部分があるのではないかと思います。ただ、これは、他の地震発生やハザードの予測に比べると、実験が可能な分野なので、かなり重点的に研究を進めることが可能な分野ではないかと思います。私は、この分野をもう少し研究していく必要があるのではないかなと思っております。

北川 ありがとうございます。会場の皆さん、いかがでしょうか。

質問者 保険の立場からは、どんな規模の地震がどんな頻度で起こるかというのが一番重要な情報になりますので、そういう意味では、予測地図を出していただいたの

は非常にありがたいことです。本当に初歩的な質問なのですがけれども、地震に対する考え方として、地震は繰り返し一定の周期で起こるということが前提になっているようですが、本当に繰り返し起こるのだろうかと思っています。素人目に考えると、一度ひずみが地震で解消してしまえば、ひずみがなくなるのではないかという考えが一方にあると思います。もう一つは、ひずみは解消したけれども、また同じ時間がたてば、同じようなひずみが起こってしまうというものです。そういう二つの対極的な考え方があると思うのですがけれども、発生のメカニズムから考えて、100年に1回大地震が起こるとか、また100年後に繰り返すとか、そういう根拠のところをお教えいただければと思います。

北川 遠田先生、いかがでしょうか。

遠田 地震が繰り返すということの根拠ですが、今日、古村先生などからお話があった南海トラフ沿いの巨大地震は、古文書や津波などのいろいろな記録で、プレート境界の大体同じようなところで、百年とか百数十年おきに地震が繰り返し発生しているということが確認されています。それから、活断層に関しては、実際に掘削やボーリングをすると、ほとんど同じところで動いた跡が地層の証拠として出ています。ただ、大きい地震に関する繰り返しに関しては、本当に実証された例というのは少ないです。今日、お話がありましたけれども、天気予報と違うので実証は難しいのです。

あと、最近のトピックスとして面白いのは、地震の観測精度がよくなり、微小地震やM2くらいの小さい地震に関しては、同じところから同じ波が出ていることが分かってきました。数年間隔でM2とか3ぐらいの地震が同じところで動いて起こっているというのはほとんど実証されています。また、例えば、日本の三陸沖やアメリカのサンアンドレアス断層では、10年おきや数年おきに、同じところが破壊して繰り返し地震を起こしているというのが、徐々に分かっています。

北川 ありがとうございます。次の質問はいかがでしょうか。

質問者 2つ教えていただきたいと思います。最初は、確率論的地震動予測地図の話なので、翠川先生になるかと思います。この確率表現は5段階になっており、一番上が26%以上という区分になっていますが、この分け方は、私から見ると非常に奇妙な分け方に見えます。地域を250mメッシュで分けているのに、こちらは5段階というのはちょっと変な印象を受けるということです。

それからもう一つは、この確率論的地震動予測地図の背景には、地震調査委員会の長期的な確率評価が非常に大きく作用しています。その地震調査委員会の長期的確率評価の検証といったことはどういうスケジュールになっているのかということです。これは、この場とはちょっと異質な質問なので、答えられたらということでもよろしくをお願いします。

翠川 この確率の刻み方なのですが、これはなかなか難しい問題です。再現期間100年相当というのが30年で超過確率26%ということで、この中途半端な数が使われています。他の刻みの数は、日常のリスクとの比較からこのぐらいで切ったらよいのではないかとということで決まったものです。これは先ほども私が申し上げたように、どういう表現をしたらより皆さんにリスクを伝えられるかということで、この表現

方法については、やはり今後も検討する必要があると思います。

北川 もう一点の長期評価の検証の方はいかがでしょうか。

翠川 地震発生の長期評価の検証というのは、私は専門ではないので、遠田先生にお答えいただけたらと思います。

遠田 検証はやはり難しい問題だとは思いますが。またカリフォルニアの例を出して申し訳ないですが、カリフォルニアもやはり同じようなマップをつくっています。彼らはパブリッシュする前に、それがきちんといろいろなことを考慮されて作られているかというのを、マップをつくったグループとは全く別な人たちの独立したコミッティーのチェックを受けます。日本の場合は恐らくそういうシステムがなくて、大学の先生や国の研究所の研究者がみんなそれに参加していますから、外部による批判ができるシステムが全くない状況です。逆に、学会とかで少し批判をしたり、今日みたいなことを言うと怒られるということもよくあるような状況なので、ある意味、あまり健全ではないかなと思います。ですから、国として一つ出すというのは、お墨付きを与えるという意味では重要だと思うのですが、やはりそれをパブリッシュする前に、検証は難しいのですが、評価するシステムもつくっていくべきかなとは思っています。

北川 ありがとうございます。実は、会場の関係で、時間があと5分ぐらいで終わらざるを得ません。保険関係の方からは質問がありましたので、大学やゼネコン、電力関係の方からも質問をお願いします。

質問者 今日は大変参考になるお話を伺いましてありがとうございます。確率論的地震動予測地図を使って保険料が決められているというお話を伺いましたが、保険料というのはそもそも人間の被害を補償するためのものですので、人間がどういう行動を行ったか、どういう対策や防災措置を行ったかということでも保険料は大きく変わるべきなのだろうと思うのですが、今日はそのへんのお話はありませんでした。地震を研究している先生から見て、保険料の決め方について、対策を加味した保険料の決め方もあってしかるべしと私は思うのですが、そのへんのご意見があればお伺いしたいと思います。

北川 どなたかいかがでしょうか。

翠川 ご承知のように、地震保険の料率には、建物の耐震性能を考慮した割引があります。例えば、新耐震の後に建てられた新しい建物については、料率が10%安くなるか、耐震補強をして耐震性が高いと評価されたものについても割引をすることで、耐震性の高いものについては料率を低くすることが一応取り入れられております。ただ、この10%というのが適切な値かというところが問題で、もう少しドラスティックに変えてもいいのではないかと思います。そうすると、耐震補強が進むのではないかという考え方もありますし、このへんは今後、議論すべき点の一つではないかと思えます。

北川 どうもありがとうございました。だんだん宴たけなわになってきました。どうも消化不良の感をまぬがれないのですが、時間の関係から今日はこのへんで討論を終わらせていただきたいと思います。損保料率機構の更なる発展を祈って、皆さん方のご協力にお礼申し上げます。どうもありがとうございました。（拍手）

閉会挨拶



損害保険料率算出機構理事長

森 昭夫（もりしま あきお）

損害保険料率算出機構の理事長の森昭夫でございます。本日は雨の中、また、ウィークデーの真ん中のお忙しいところをお集まりいただき、かくも盛大なフォーラムを成功させていただきましてありがとうございます。北川先生をはじめ、藤岡先生、遠田先生、翠川先生、古村先生、そして研究会のメンバーでもありまた私どもの理事でもある瀬戸先生には今日のフォーラムにご出席いただき、大変有意義な、しかもこの分野での最先端のご議論をご紹介いただきまして、ありがとうございました。

私は、実は、専門は法律でして、地震の分野は全くの素人であります。しかし、環境法分野で温暖化の問題などもやっているため、多少サイエンスには関係しております。外側から見ている限りでは、自然科学ではいろいろなことが分かっているものだと思っていたのですが、気候変動などでは分からないことの方が多く、不確実性が大きいようです。先ほど遠田先生が指摘されておられましたが、地震もどうもそうであるようです。

なぜ私がそういうことを申し上げるかということ、損害保険料率算出機構は、サイエンティフィックなデータと論理を前提としまして、保険料率の算定をしなければなりません。保険会社にとっても、保険契約者にとっても納得のいくような、客観的な料率を算定することが私どもの仕事の重要な部分であります。その意味で、「不確実だからこんなところでいいだろう。任せてくれ。」というわけにはいかない仕事であります。火災や自動車事故などは、過去のデータが積み重なっておりまして、そういうデータに基づいて、かなりの確実性を持って料率を算定することができます。ところが、風水害では、従来のように安定したパターンのものであればともかくとして、ハリケーンカトリーナのようなこれまでとは異なったものが気候変動の影響で起きてきているようです。地震については、遠田先生や古村先生もおっしゃっていましたが、どこで起きるかよく分からない、また、いろいろなデータを集めてみるといろいろなことが最近になって分かってきた、ということだそうですが、そういうことです。

と、今まで私どもが持っていたデータ、学界が持っているデータを使ってもよく分からないところが多く、従来の大数の法則のやり方では料率を算定することはとてもできません。そこで、私どもでは専門家の先生方にアドバイスをお願いして、工学的な手法によって料率を算定しております。料率を算定する上では、どこかで割り切りをしなければなりません、保険を売る方と買う方の両方が納得するような割り切りをしなければいけないわけです。

実は、地震災害予測研究会は、昭和56年に発足しております。先生方には、これまでもいろいろとお願いをしてやっておりますけれども、今申しましたような問題を私どもはかかえておりますので、今後とも先生方にはぜひよろしくお願ひしたいと思います。額先生は理事でもおありなので、理事としてもぜひともよろしくお願ひいたします。

また、今日、ここに来られた大学関係の方、保険会社の方とは、科学のため、また国民の福祉のためにも、私どもではこれからも、より精度の高い、みんなが納得のできる、保険料率を算定できる仕組みをつくっていくために、先ほど遠田先生がおっしゃったように、お互いに「そこはおかしいのではないか」「もう少しこうしたらどうか」という議論を進めてまいりたいと思います。そして、この災害研究フォーラムのような場がそういう場であってほしいと思いますし、今後ともそうした検討を進めてまいりたいと思いますので、どうぞよろしくお願ひいたします。本日は本当にありがとうございました。（拍手）