

第5回専門家フォーラム

日時：平成26年10月25日（土）13時～16時30分

場所：東京大学 工学部3号館

テーマ：“**リスク**”と**不確実性**と**専門家の役割**

内容

1. リスクと不確実性	1
1. 1 リスクで考えるとは	2
1. 2 リスクと不確実性の表し方の提案	4
2. 専門家はリスクと不確実性をどう考えているのか	6
2. 1 ベネフィットとの比較は可能か?	8
2. 2 ダメージを扱う	9
2. 3 リスクと不確実性の描き方	13
2. 4 リスク評価の意味	16
2. 5 リスクで議論できることとできないこと	20
2. 6 確率の伝え方	22
3. 専門家の役割について	24
3. 1 欧米のガイドラインの紹介	24
3. 2 日本での試み	27
3. 3 日本での実践は可能か	29
3. 3 専門家の想像力	32
3. 4 日本は官僚主導?	34
3. 5 科学的助言が政策に反映されるために必要なこと	36
3. 6 誰が責任をもつのか	39
3. 7 科学的知見を社会に生かすには	42
4. 次回フォーラムの進め方について	43

E：専門家フォーラムメンバー **A**：プロジェクトメンバー

1. リスクと不確実性

土屋：第5回の専門家フォーラムを始めさせていただきたいと思います。

第4回は、とても充実した議論をしていただいて、ありがとうございます。リスクの問題、あるいは専門家の役割について、本当に活発な議論をしていただいたと思っているのですが、議論したままで終わってしまったというところが、とても残念でした。

今日の狙いは、最初の資料のところに書いてありますけれども、先生方の議論の結果を、何か形にできないだろうかということを考えてみました。1つは、これまでの4回も含めて、地震・津波問題に関する、いろいろな専門領域の不確実性といいますか、unknown というものを率直に話していただいたということもあるので、リスクということだけではなくて、そこに含まれ、存在している不確実性とあわせて、どういうふうに捉えなくてはいけないのかというのを議論していただけたらと思います。

この不確実性があるがゆえに、専門家の役割や、専門家をどういうふうに使っていけばいいのかということが、さまざまな問題を生んでいるのではないかと思うので、それに対して、先生方は、どういうふうにお考えなのか。これまでも、たくさんご意見が出ているので、繰り返しになるかもしれませんが、そういう議論を後半ではしていただきたいなと思っています。

1. 1 リスクで考えるとは

そういうことで、おこがましいのですが、私が資料のご説明をしたいと思っています。まず前半は、前回、リスクで考えなければいけないというご意見が、非常にたくさんあったのですが、それとあわせて、不確実性というものも考えていきたいと思っています。リスクの定義というのは繰り返しませんけれども、人間の生命、健康、資産に望ましくない結果をもたらす可能性ということなので、ただのハザードだけではなくて、確率も考えなければいけないということです。

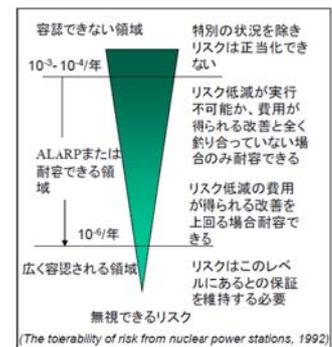
この間の議論の中で出た、安全目標の絵です。イギリスの安全目標の説明に使われていた、この資料¹を作成した方は本間俊充氏ですけれども、とても重要なことが書いてあるのではないかと思いますので、拝借してきました。

まず、リスクを受け入れるか受け入れないかというか、そのリスクに耐えることができるかどうかの前提として、そもそも、そのリスクを被る価値があるかどうか。いわゆるメリットがあるからこそリスクを考えるのだという話が、まず大事だということが上に書いてあります。しかも、適切に抑制されているという信頼の下で、そのリスクとともに生活するということを受け入れるということが書

いてあって、このあたりは結構大事なことではないかなと思います。リスクを被る価値があるかどうかというところを、便益という問題で、前回、意見が出ていたかと思います。もう一つは、適切

リスクに関する決定の条件

- リスクの耐容可能性 - そのリスクはこうむる価値があり、しかも適切に抑制されているという信頼の下で、ある種の便益を獲得するためにリスクと共に生活することをいとわないこと。
- 3つの判断基準
 - 公平性 - 個人のリスク限度を提供
 - 効用性 - 費用と便益の比較衡量
 - 技術的 - 最新の技術によるリスク低減
- TORの枠組み
 - リスクが適切に評価され、結果が抑制対策の決定に利用可能。評価が科学に基づき信頼できる。
 - 残留リスクは不要に高くなく、合理的に実行可能な抑制策がとられている
 - ALARPの適合性が新しい知識や技術で絶えず見直されている



英国の安全評価原則より
HSE(2001)Reducing Risks, Protecting People: HSE decision making process

¹ 原子力安全委員会 当面の施策の基本方針の推進に向けた外部の専門家との意見交換—安全確保の基本原則に関すること— 第2回会合(平成23年3月2日)資料 意交基原第2-3号 ICRP 勧告及び英国SAPにおけるリスク低減の基本的考え方、

<http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/annai/kihon22/20110302/siry02-3.pdf>

に抑制されているかどうかという、そのあたりの信頼ということが出てくるのかなと思います。

逆三角形の絵がありますけれども。その下のほうは低いから何もしなくていいかという、そうではなくて、「やはり常にこのレベル以下であることを確認しなければいけないのだ」と書いてあるところが、一つ、ポイントかなというふうに思いました。

それから、こういうことを議論して、リスクで判断するためには、まず、リスクが適切に評価されていなければいけないということが、ここに書かれています。

さらに、そのリスクの評価結果が、抑制対策の決定に利用できて。しかも評価が科学に基づいて信頼できるということが、条件としてあるということです。このあたりが、後半の議論にもなってくるかなと思います。それから、ALARP と書いてあります。これは、As Low As Reasonably Protecting の略です。これまでの原子力の話であると、本当に、絶えず、新しい知識や技術で見直されていたかどうかというところが、事故後は問われていたのかなというふうに思います。

リスクが適切に評価されているかどうかという話で問題になるのが、リスクの評価というのは、どういうことをやっているかということです。いろいろな分野で、いろいろな評価の仕方があります。例えば人間にとって最も重篤なハザードとして命を失うというのが一番重篤と考え、死亡する可能性を考えるというのが、一つのリスク評価です。これは、いろいろなところで使われています。それから、いろいろな病気があるのですけれども、科学的に判定しやすいのが、がんなのです。がん細胞があれば、発がんしているというのが、はっきりするのですけれども、血圧が高い、いろいろな病気になっているというのは、なかなか判定が難しい。科学的な判定が確実なものとして、がんというものが、よく取り上げられています。計算できるという意味では、経済被害というような数値化できるもの、そういった被害を決めて、それを生み出す確率というのを評価しているというのが、基本的には専門家のリスク評価だろうというふうに思います。

そうなると、データがあるもの、科学的に判定が可能なもの、計算できるものは、きちんと評価できるわけですが、そうではないものもたくさんあるというところが問題です。

例えば、第1回フォーラムの耐震評価のお話にもありましたが、これまでの原子力発電所のリスクというようなときには、何らかの要因で、いろいろな機器の不具合がずっと重なって行って、過酷事故が起きて、そこから放射性物質が放出されて、その影響でがんになって死ぬというところで、原子力発電所の事故リスクというようなことが考えられていたと思います。そこに抜けていたのは、自然災害で一気に機器が故障するというような事象であるとか、あるいは、死にはしないのだけれども、非常に大きな生活の負担を被るというようなところは、なかなか考慮できなかったということかなと思います。

わかっているところと、わかっていないところ、あるいは、専門家の意見が多様か、多様ではないかという問題が、社会の問題にはたくさんあるというのを整理したのがこの図です。これは、科学と社会の関係を議論している人たちの中で、最近よく使われているものです。確率とハザード、有害性がわかっているならば、リスク評価をして、リスクの考えで対処するわけですが、例えば確率についてよくわかっていない領域や、有害事象がよくわかっていないというような問題があります。この「定まっていない」というのは、知識が確立していないとする人がいるような問題や、確立していると考えている知識が人によってばらばらというような状態をいいます。

これを唱えたのはスターリングです。両方が定まっていればリスクとして考えられるけれども、そうではない領域については論争が起きやすい。しかも、そうではないというようなところにもリスクの考えを適用すると、例えば確率について論争が起きてしまったり、有害性はどいうものを考えればいいのかといったところで論争が起きたりしてしまうのではないかという

知識の不定性の4類型

		有害事象の発生可能性(発生結果)についての知識	
		定まっている	定まっていない
発生確率についての知識	定まっている	リスク	多義性
	定まっていない	不確実性	無知

Stirling, A.(1998) Journal of Risk Research 1(2), pp.97-109
 スターリングは、リスクを、あるハザードの発生可能性とその発生確率の両方について、質の高い知識が確立していると認識されている状態と定義した。しかしながら、定式化されたリスク評価が示す“リスク”は、適用範囲を超えて適用されてしまう可能性がある。その場合、不完全な知識状態で社会的意思決定をすることとなり、社会的集団力学や政治的な圧力により、科学的助言(専門家の役割)が歪められやすくなる。

吉澤・中島・本堂(2013)科学技術の不定性と社会的意思決定—リスク・不確実性・多義性・無知、尾内・調編者「科学者に委ねてはいけないこと」pp.91-100,岩波書店 より作成

のを、スターリングは言っていて、そこに注意しなければいけないと言っています。

ここまでのことを少し整理すると、メリットがなければリスクを許容することはできないわけで、メリットがないものを許容するということはないのですが、ではメリットは何かというのが、前回は非常に議論になったところかなというふうに思います。

もう一つは、確率とハザードの双方を考慮するというリスクの考え方というのは非常にいいのですけれども、先生方もよくおわかりのように、2つの情報を1つに集約するということは、そこで情報が欠落するということでもあります。

例えば何をハザードとするのか。震災の後、よく言われているのは、確率は非常に低いけれども、起きると甚大な被害を及ぼすようなものを、確率は高いけれども被害が小さいものと、単純に比較できるのですか？ということ。リスクの考えは、それを単純に比較するということなのですかけれども、そういうふうにしていいのですか？というよう議論があったかと思えます。

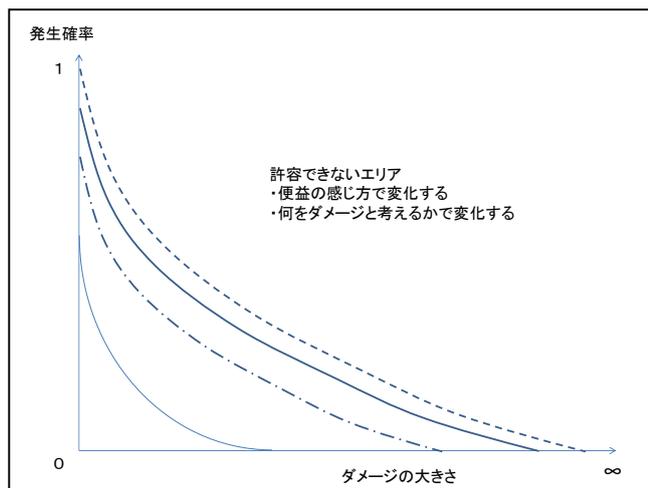
1. 2 リスクと不確実性の表し方の提案

これまで話していただいた地震や津波現象については、さまざまな種類の科学的な不確実性があると思います。例えば、地震動評価の専門家は「震源断層がどうなっているか知りたい」とおっしゃいました。それは、たぶんどれだけ望んでも、直接観察もできないし、何が起きているかもわからないし、実験で再現することも不可能というような、本質的な不確実性を抱えています。また、地震学の説明にあったように、非常に規模の大きい事象というものについては、圧倒的にデータが不足していて、それについてどのような法則性があるのかということ、まだまだ十分に検討するような知見がないというようなところがあります。これは、年数が重なればなんとかなるかもしれません。

それから、もう一つ問題なのは、それぞれの専門家によって認識されているものが違うという点です。直接観察することができないような事象が多いので、今まで言われている理論から現実起きているものに対して、推論や仮定をして考察するということがあるわけですが、その間で落ちてしまうようなものが、それぞれの専門家で違っているというようなところがあるのかなと思っています

ます。

そういうことで、確率とハザードの規模と不確実性を、何とか絵にできないかということ、うんうんとうなって考えてみました。これは、だいぶ前にヨーロッパで、さまざまな問題をどういうふうに捉えればいいのかというのを議論された資料の図です。リスクという一つの数値で示そうとすると、ダメージと確率の話の情報が欠落するので、ダメージと確率をそれぞれの軸で示しています。



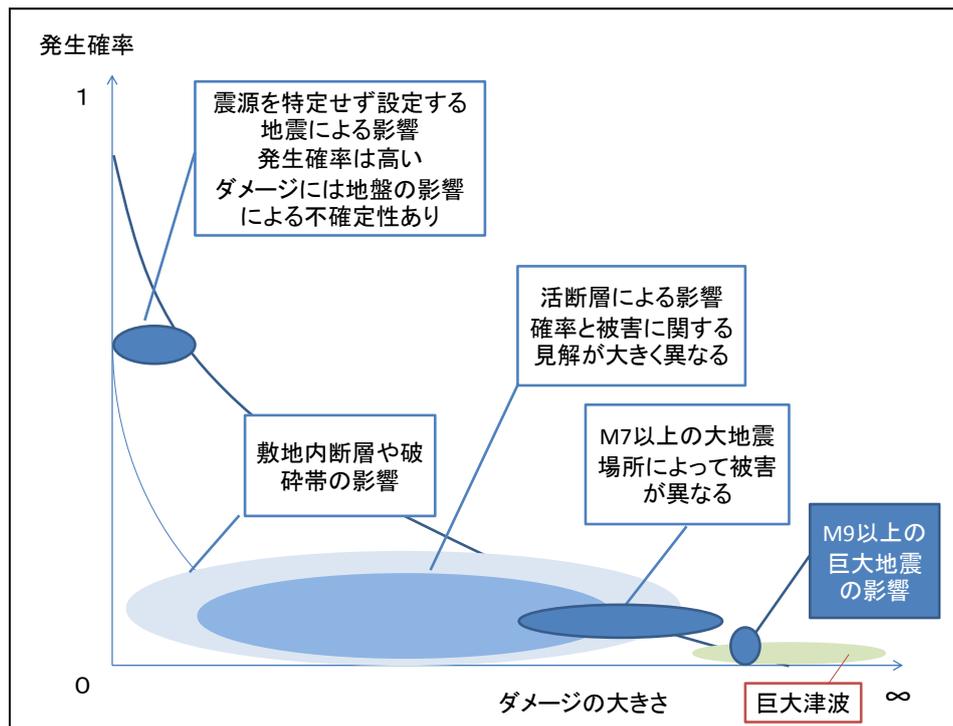
曲線になるか直線になるかは関数形によりまずけれども、この下になれば、リスクを計算したときに非常に小さいので、それを受け入れてもいいよというような

ことがあるわけですが、この曲線よりも上であるとリスクが非常に高くなるので、それ以上はこの領域については受け入れられないという領域として絵を描いています。ここに点線や一点鎖線で描いてあるのは、どの程度便益があるかで変わるという意味です。便益があれば許容できないエリアは小さくなりますし、便益をあまり感じないようなものになると、(曲線が原点に向かって) どんどん下がってくるというようなことなのかなというふうに思います。

German Advisory Council on Global Change(WBGU),
World in Transition: Strategies for Managing Global
Environmental Risks, Annual Report 1998 より作成

その次が、たぶんすごく議論があるのではないかなと思って、これはただのひな型なので、叩き潰して、逆にこういうほうが良いというふうな提案をいただきたいと思うのですが、私が先生方のこれまでのお話を聞いていて、例えば「巨大津波というのは非常に頻度が低いだろう。しかし、どれぐらい被害が起こるかというのは、相当ばらつくのではないかな」というのを表してみたものです。

巨大地震については、本当はもう少し拡大すると、確率のところでの発生の確率でばらつくのだろうというふうに思っているのですが、被害は、おおよそ意見は一致するのでしょうか、どのぐらいの起こりやすさかというのは、起こりやすいと思っている先生と、めったに起こらないだろうと思う方で、まだ議論があるのではないかなという絵を描いてみました。これは、本当に私が理解した範囲なので、「いや、それはあなたの理解が違う」ということで訂正していただければと思います。ここでいいのかどうか、未だに迷っていますが、震源を特定せずに設定する地震というのは、どこで起きても不思議がないというお話がありました。たぶん確率は高いけれど、それによって起きる被害は相当小さいだろうというふうに絵を描いています。これは、あとで各専門の先生方が議論していただければと思いますし、この絵ではない絵も大歓迎なので、ご提案いただければと思います。



例えば防災など、対策をするというのは、非常に厳しいエリアから、もっと許容できそうな方向に持っていくというのが、防災や対策のことだろうと思っています。それから、リスクで考えられるかどうか、不確実性があるって議論が噴出して論争があるという問題は、例えば活断層による影響というのは、確率もダメージの大きさも、結構意見が違うのかなというふうに大きく円を描いているのですが、その円のうち、この点に意見が集約できればリスクとして計算ができるわけですが、意見がばらついているということが、例えば、この点ではなく、もっと右側だと。あるいはもっと左側だと、あるいは高い、低いなど、そういうところで意見が違っているところが、論争を呼んでいるのではないかなということを描いてみました。

2. 専門家はリスクと不確実性をどう考えているのか

土屋: この表の表し方がいまいかどうかはさておき、先生方の地震、津波についての知見とリスク、不確実性というものを、どうにかして見える形にできないかということで表してみました。最初に、ここまでご意見をいただければというふうに思います。よろしくお願いします。ご質問からでも。

E1: 知識の不定性という表を初めて見たのですが、不定性というのは、この表の不確実性、無知、多義性の3つを合わせた概念ですか。

土屋: そうですね。はい。

E1: 私は、この表の多義性、不確実性、無知も合わせて、不確実性や不確かさと言うと感じていました。不確実性というのは、結構狭い領域の議論ですか。

土屋: スターリングの場合は、不確実性はここだけにしているのですが。

E1: 人によってそれは違うのですか。

土屋: はい。

E1 : わかりました。

A1 : 訳があまりよくないかもしれないです。今、原典を読んでいるのですが、著者は、このマトリックスのことを **Uncertainty Matrix** と呼んでいるのですよ。

土屋 : 不定性ではなくて不確実性というふうに訳しています。

A1 : 彼はマトリックス名と一緒にして、左下も不確実性と書いてあります。**Uncertainty** と書いてあります。

E1 : なるほど。

土屋 : **Uncertainty** をどう日本語に訳すか、ですね。すみません。ありがとうございます。他に何か。

E2 : 5枚目のスライド、リスクに関する決定条件ですが、その 10^{-3} から $10^{-4}/\text{year}$ という単位は何ですか。 10^{-4} 回/year という意味なのですか。

土屋 : 1年に、1000人に1人死ぬというのは許容できないなど、そういう。

E2 : これは人数ということですか。

土屋 : いろいろな単位があります。

E2 : いろいろな単位があり得るので、何の単位かはっきりさせないと議論にならないと思ったので。

土屋 : このときは死亡リスクで考えていると思います。死亡リスクでいいのですよね。

A2 : これは fatality です。

E3 : 死亡リスクと書いてありましたか。単位はありましたか。

A2 : 単位は書いてないのかもしれないけれども、これは、基本的には fatality を想定してつくってあります。

E3 : 単位はもともと書いてないですよ。

土屋 : では、いろいろなものに使えるということですか。

A3 : いやいや、そういうものではないのだけれど。

E2 : だったら、かけるダメージにしないと、正当化できるかどうか判断できないので。ダメージを、なぜ規格化しているかをはっきりさせないと。

土屋 : 私はこれが安全目標の議論で議論されていたときは、死亡リスクだと思っていました。

E3 : これはまた議論になるところだと思うのですが、私は世の中がどう見ているかというのと、正しいリスクだったら、そういう単位ではないですよ。要するに、どういうリスクかというのは、例えば経済だったらお金とその活性化だったりするように、そういうような単位をもってこないといけない。いろいろなものを混ぜて考える場合は、どう自分が影響を受けるかということになるだけであって、そういう単位に必ずしも、合わせられないのではないかと思うのです。

最近、ずっと見ていると、そういう問題、どちらかと言えば、影響のほうをリスクとして見ているほうが大きくて、発生頻度はほとんど見ていないような気がするのですよ。したがって、許容できるかできないかの議論のときには、ああいう津波なんて何十万年に1回、何百万年に1回かもしれないけれども、それでも許容できないという話になっているわけだから、そういう意味で、あまり発生頻度は関係ないように思えてくるのですよ。

土屋 : (非常に低確率のエリアを指して) ここの辺ですよ。こう、確率がいくら低くても。

E3 : 関係ない。確率の大きさを考慮したリスクの議論ではなくて、consequence だけの議論をして

いるように思えてくるので、あまりそういうところをきちんとやってないように思います。

昨日、安倍首相が「北朝鮮から、捕われた人たちが帰ってこないリスク」と言っていて、帰ってこないということ自体を、リスクという表現を使っていた。普通の人はみんな、ああいうふうに使うのではないかな。リスクは何かといえば、要するに好ましくないことを全てリスクだと表現している。世の中のリスクという言葉がそういうふうになってしまっているように思いますね。

土屋：世の中は本当にそうですね。日本語がないので、確率を考慮しないものも、危険なものは、みんなリスクというふうに言っているのですけれども、ここではそうではなく、きちんと確率も考慮したリスクとして区別していただいて、議論をするというのがいいのではないかなと思うのですが。社会のことはさておきというふうに。社会のことを言い始めると、また別な問題が発生します。しかし、それは後半で社会とどういうふうに話をするのかというふうなことにもつながるかもしれません。ほかに何か。

E4：今まで、活断層の専門家や地震の専門家など、いろいろな人がいろいろなことを言ってきて、いろいろと話をいただきましたけれども、リスクにもいろいろなテーマがあるでしょうし、それを、1つの土俵で整理するという意味では、先ほどのリスクの2次元の図、あれは非常にわかりやすいようには思います。ただし、今、規制庁等で起きている問題は、こういうものをそもそも受け入れられないというところで、いろいろな話が進んでいるので、これは、また違う議論をしなければならぬと思うのです。いったんこの世界に入って、我々の議論を整理しようとする、こういうものが、1次元ではなくて、2次元の状態、自分たちがどういうところをどういうふう議論してきたのか、それから設計の領域はどうなのか、評価の領域はどうなのか、アクシデントマネジメントの領域はどうなのか、防災の領域はどうなのか、みたいなことを、この図に結構うまく入れ込められるような気がしていて、議論をスタートする上では、わかりやすい図ではないかなと思います。

2. 1 ベネフィットとの比較は可能か？

E2：結局、許容できるかどうかというのは、ダメージだけではなくて、先ほどベネフィットの問題があって、例えば、もう完全にランダムなポアソン過程で1000年に1回起こるような事象だとすれば、1000年間におけるベネフィットと比べて、1000年に1回起こるデメリットと比較して、それでもベネフィットのほうが大きければ、人間は許容できるかもしれないです。問題はダメージのほうで、復興にかかる費用も全部含めて計算したとしても、人間の命というものを、いくらに換算するかは人によって違うので、それでこの計算ができないんですね。人の命が無量大の価値をもつと言ったならば、もうベネフィットは一切関係なしで、先ほど言った、ほとんどゼロ確率でも、もう、ダメージが大きいから駄目だという話になってしまう。そこをどういうふうに皆さんが考えるかでもって、この図が描けるかどうかたぶん、決まってくるのだと思います。

E3：社会においては、人の命はいくらって、もう、ほとんど決まってしまうではないですか。個人は違うのですが、要するにダメージというのは社会のダメージだから、社会のダメージを考えた場合は、アメリカでも人の命はいくらと算定して、それで経済価値を評価しているわけなのです。人の命というのは無限なんてことはあり得ないわけなのです。そうでなければ、交通事故やなんだろうが放っておけないわけですよ。しかし、人の命はいくらと、日本でも、みんなほとんど決まるわ

けですよ。みんな、そういうふうにして決めて裁判をしているわけなので、そういう価値でいいのではないのでしょうか、要するに社会だから。

E2: 今日の話の議論ではこういう価値だと、ここでコンセンスを得られればいいです。今、社会ではこういうふうに捉えられているという話があったので、それを言い出すとたぶん、議論が止まってしまうと僕は思いました。もし一般的な、例えば人間の価値を保険で考えれば、1人何億というお金でもって換算するのだということで決めてしまえば、ここの議論は成立します。最近、私は、リスクはいくら低確率でも許容できないというものが根幹にはあるのだと思っていますので、少しその辺、温度差があります。

E3: そうですよ。先ほど ALARP のところでそうですけれど、受け入れられるというのは、あくまでも社会を考えて受け入れられるわけであって、議論のスタートはそこにあります。そうでなければ、こういうリスクの議論はあり得ない話なのです。人間が住んでいないところへいくら津波が来ても、ダメージはゼロなのです。したがって、北海道で人が住んでないところにたくさん津波が来て、どれだけ侵入しようが、リスクはゼロだという判断になる。そういう問題になる。そのところをしっかりと考えないと、影響を受けなければ全くリスクはないのだという話ですから。

E2: だから、ここのダメージというのも、そのマクロの人口が全部かかった上でのダメージということであって、先ほどハザードが違う意味で使われていたので、少し気になったのですけれども。

土屋: これですか。

E2: リスクを、あるハザードの発生可能性とっているけれど、このハザードはもうすでにダメージが入っている概念ですよ。被害が生じているという前提。しかし、暴露がなければハザードがいくらあったってダメージはゼロですから、ということです。

土屋: わかりました。

2. 2 ダメージを扱う

E1: もう一つ、いいですか。この図にいろいろな人の意見を重ねていくと、いいと思います。さらに、楕円をもう少し時計回りに回転したほうがいいと思います。このイメージだと、分布に中心があって、データが確率分布しているような感じがします。

土屋: 分散や平均が出せそうな雰囲気ですね。

E1: たぶんいろいろなモデルで数値シミュレーションをすると、その結果を示す点の分布は、たぶん右下がりの傾向を示すと思います。

土屋: こんな感じの円を描くという。

E1: そう。その楕円の長軸と短軸の比が、現象によって、ずいぶん違うとは思いますが。

土屋: そういうふうに言っていたほうが、ありがたいです。先生方が感じていらっしゃる地震や津波の確率や、ダメージと不確実性は、どういうふうに思っておられるのか。

E3: このダメージは、どういうダメージで、何を意味しているダメージですか。

土屋: これは、人が死ぬということを考えています。比較するときには、ダメージと一緒にしなければいけないと、私は思っているのです。

E3：だから、東京に来た場合という話だからね。要するに、一律的に、みんな同じところで比較するという意味ですよ。そうでなければ意味がないから。違うところで、北海道の山の中でやると、東京の真ん中でやると、要するに地震がどこで来るかなど、そういうのは場所によって違うわけです。どこに、という仮定をしないと、ダメージは同じ土俵にのらないのではないかと思うのです。したがって断層も、人のいないところの話をしてあまり意味がない。

土屋：それは、そうです。これは、このプロジェクトが原子力施設の地震・津波リスクなので、これによって原子力施設が被害をうけるということで比較しています。

E3：住民の放射線被ばくではなくて原子力施設のダメージですか。

土屋：それで、本当に被害が起きるかどうかというところです。例えば活断層の議論で、活断層が少し動いたからといって大丈夫という先生もいらっしゃる、大変なことが起こるのではないかとおっしゃる方もいらっしゃる、こういう絵をかきました。

E3：今は活断層の話や、活断層で発電所はどうなるかという議論は一切してないわけですよ。地震が発生するかしないかだけの話しかしていないから、ダメージの議論は全くしていないのではないですか。活断層の場合は、ダメージまでいってないわけですよ。ほかのところは、みんなダメージに入っているけれど、活断層の場合はダメージの議論は全くゼロだから、どこに線が入るかわからない。

土屋：ただ、非常にその小さなことまで気にされるということは、それによって何かが起こると想定してらっしゃるから、気にされているのではないですか。

E3：そんなことではないでしょう。

土屋：そうではないですか。

E3：そうではないと思います。そういう議論をしているわけではないです。

土屋：もちろんダメージの議論をしていらっしゃるというのは、確かにその通りだと思います。

E1：この図の円は非常に大きいので、どこまで右に行くかわからなくなる。私は島崎さんに、「議論しても仕方がない」と会議で言われたことがあります。会議が終わった後に、「それは、ちょっと言い過ぎじゃないですか」と言ったら、「不確かさがあまりに大き過ぎるので、議論できません。」みたいなことを言われました。

E3：発電所はどれくらい被害を起こすかという評価を何もしていなくて、例えば 1~2m 動いたら、など、頭の中にあることだけで、その確率がどんなに小さくても起きたら、というのは、それはわかるけれども、そういう議論になっている。

E1：評価ができないという理由として円（不確かさ）が単に大きいと言っているだけで、その大きさはどれくらいかという議論には入りたくないという感じでした。情報量が少ないということは、頭にはあると思いますけれども。

E3：発生確率としての情報量は少ないかもしれないけれども、発生したら、どれくらいになるかというのが、断層の大きさによって違います。「小さい断層は関係なくてもいいんだ」と言うかもしれません。

E1：小さい断層でも被害の程度のばらつきは大きいというのが、彼の直感だと思います。だから、ダムが壊れた写真をいつも見せるのです。

E3：しかし、あれは、ずいぶん動いているわけでしょう。

E1：あれは、そうですね。

E2：先ほどおっしゃった、これ（不確実性の範囲を表す楕円）は斜めになっているというイメージですが、私の頭の中では、横軸はダメージではなく、ハザードの大きさなのです。ハザードの大きさと発生確率だったら、おそらくそういう関係になってしまうはずなのです。今のお話を伺って分かったのは、同じハザードが起こったときに、どのくらいのダメージになるかということも、また確率分布なのですよね。それがもう1個かかってしまって、人によっては、そこでもってものすごく幅がある。そこは難しい。

土屋：これは参考に描いただけなので、この場で、この横軸はこういうふうに定義をすると、今まで議論しておられたものや、規制委員会などではきちんと議論できていないことを、こういうふうに表せて、本当はこういうことを議論しなければいけないのではないかみたいなものが出るのではないかと思っているのですけれども、どうでしょうか。

E2：ハザードの大きさのところは、僕らが、割と結構できるところもあると思うのです。したがって、例えば活断層で言うと、M8までいくのか、M7までいくのかという不確実性があるのだけれども、そこで、いつも悩むのです。「この活断層はM8だ」と言うと、ひずみでも蓄えるまでは時間がかかりますから、再来間隔が長くなってしまいます。M7だと思えば、再来間隔が短くなって確率は上がる。結局、確かにこういうグラフに乗ってしまうのだけれども。一方で、同じハザードに対して、どういうダメージが生じるかというのは、そのときの暴露や脆弱性の問題、ものすごくいろいろなパラメーターが出てきてしまう。どうするのですかね。

土屋：ここからダメージというところに、もう一つ、ファンクションがあるのですね。

E4：それに関しては、例えば我々は、エンジニアリングをやっているわけですが、ある外力が与えられた場合、つまり、あるシナリオが来た場合に、建物やプラントがどうなるか。それから、最終的には放射能が漏れて、最後にどうなるかというところの評価を、リスク評価ではやるわけです。そちらのほうが割と簡単なように、僕は思うのですね。

自然現象を相手にしているとなかなか難しいのです。与えられたシナリオを決めて、建物やプラントの挙動を評価するというのは、条件が決まっていますから、まだできると思うのです。もちろんそれでもいろいろなケースがあるので、不確実性はいろいろなところが増えてくるのですけれども。そういう意味で、何を言いたいかと言うと、その外力のハザードの評価よりも、外力が与えられた後のダメージの評価というものは、比較的やりやすいのではないかと思います。

E2：少し厳しい話をすると、こう考えるとここまでかなと思うのです。しかし、もし、例えば放射能が少し漏れた場合に、それが、どこまで影響を及ぼすか、と。今回のエボラもそうですね。たった1人の誰かが地下鉄に乗っただけで、この後どうになってしまうのか、全然わけがわからなくなってしまうというのは、計算がどこまでできるのかというのは、私はよくわからないのですけれども。

E4：それは、レベル3 PRA（放射性物質の放出後の被害推定）の信頼性の話ですね。

土屋：それも、確かに、今まで何もしていなかったわけでしょうね。放射性物質が出たときに、それががんになるところまでは、レベル3でなんとかやっていたけれども、そうではなくて、生活

が破綻するということや、避難をすることで問題が起きるといふ、ダメージの種類がまた全然違ってきてしまっている。それがまさに、先ほどスターリングが言っていた、有害性の結果のところ、人によって全然見方が違っているようなものに対して、リスクを一律には適用できない、適用してはならないのではないかと、言っているのではないかなと思います。この分類を使うかどうかは別ですが。

E1：この絵は、すごく抽象的なので、例えばケースヒストリーで考えられますかね。例えば九電の川内原発をイメージするならば、いろいろなことが具体化してきます。たぶん火山のものが一番右下で、ものすごく大きな円が右のほうに描かれるでしょう。例えば浜岡みたいに津波が重要ならば、それに対応した絵が描けます。それから、敷地内の破砕帯ならば敦賀がいい例でしょう。特徴的なサイトについて描いてみると、これらの円の位置関係などが具体化してきて、議論がしやすいと思います。

E2：大賛成です。全部交ぜてしまうと、わけがわからない。

土屋：わかりました。

E3：これは、一律ではないということです。

土屋：1つでは描けないということですね。それは、もちろんそうだと思います。

E5：だから、そのラインの上か下かで、ラインを引く。その前のところもそうだけれども、ラインをいくつか引いて、その上と下で許容できるかできないかという話になっているのだけれども、確率がゼロでない限り許容しないという、そういう議論があるから、むしろ、困っているのです。

土屋：この辺しかない。

E3：それは、別の議論。

E5：現象に関しては、特に破砕帯のことは、そこに書いてあるけれど、破砕帯はゼロでない限りは許容しないという話があるので、それは、違うかなと。

E3：断層問題という議論は、破砕帯も含めての話ですけれども、全くしていないような気がする。

E5：活断層による地震というのは、一応基準地震動を求めて、それに耐え得る施設であれば、ダメージがゼロという理屈ですよ、今やっているのは。再稼働でも、それは、その通りにやられているから。

土屋：これがいいかどうかは、わからないのですけれども、確率が高いし、何もしなければ被害あるかもしれないけれど、その対策を取れば被害はゼロということを表すことはできます。

E5：私は、工学的判断でいいのではないかと思うのだけれども、問題は、「その基準地震動なんて幻だ」と言うと、その円が大きくなっていくわけですね。

E3：だから、基準地震動を決めれば、今持ってきたのは残余のリスクです。基準地震動をそういうところにきちんと決めなさいというのは本来はなくて、どこに決めてもいいわけですよ。どこに決めてもいいけれども、それを超すようなことが生じるところに対して、リスクを軽減しましょうということなのです。これは、基準地震動を決めたから、それを超えた地震があったからおかしいというわけではなくて、適当に決めておいていいわけですよ。そういうのが、今の残余のリスクの考え方だと思うのですよ。

E5：今というか、従来がね。

E3：今は、残余のリスクと言わなくなってしまうのですが、残余のリスクを決めたときは、そういうことです。

2. 3 リスクと不確実性の描き方

土屋：ある意味、今、世の中で行われている議論は、全然合理的、論理的にやられていないので、おっしゃる通り、こういう議論はしていない、こういうことは考えていないというようなのは、あると思うのです。

先ほど具体的に絵を描くと、今の議論が、例えばこういうところをやっている、ここの不確実性が大きいから論争になっているというような話をできそうですか。描けるような感じでしょうか。そういうものができれば、私たちが見ている現象は、こういうものだというふうに表せるかなと思って、これをつくってみているのですけれど。

先ほどのように、もう少しこんな感じで書いたほうがいい、敦賀だったら、こういうふうに描けるなどというふうにご提案いただくと、もう少しできそうな気がしないかと思います。

E4：この図と、先ほどの知識の不定性マトリックスがありましたよね。あれは、どういうふうに関わるのかが、よくわからないのです。知識が非常にあいまいでよくわからない、というところを、この円の大きさと表現しようとしているのか、また、違う軸があるのか。そこを何か考えていくということですか。

土屋：これは、本当は他の軸が必要かなと思っていたのですが、あまり複雑にするとわけがわからないので、2次元の図にするために、不確実性はこの円の広さで表してみました。どんなことが起こるかわからないというのが割と議論になっているかなと考えたからです。確率については、あまり幅はないのではないかなというのが私の認識だったので、縦よりも横の幅が広くて、しかも、大きいものはそんなに違わない。特に巨大地震は、もうかなりダメージはわかっている、確率が少し違っていると表しています。M7以上になると、確率はこのぐらいで起こるだろうということなのだけれども、その場所ごとに受ける揺れや地盤の影響などが違うので、M7以上が起きると大変なことになる場所もあれば、そうでもないところもあるというように、意見が違っているのではないかと考えて表しています。

破碎帯などになると、今度は、いったいそれでダメージが起こるかどうかという確率も意見が違ったり、すごいことが起こるといようなことをイメージしておられる専門家もおられれば、「いや、そんなの対応できるよ」と思っている専門家もおられるのではないかなというので、先ほどのスターリングのよく定まっていないところを、この円の大きさと表してみたところなんです。だから、円が大きいほど、非常に難しい問題になって、リスクではなかなか議論できなくなってしまうというのを表そうとしてみました。それがうまく表わされているかどうかかわからないので、叩いていただければと思うのですけれど。

E3：やはりダメージだから少し違うように思います。というのは、ハザードだと、例えば10万年の間にどれだけの大きさの地震が来ますよという評価をするときに、大きさは一本に決めるわけですよ。ただ、その確率が、ものすごく大きい幅の確率の中の、どこをとるかというのが大きな議論に

なる。その大きさによって、今度は、損傷はどれくらいになるかということ、それから計算するわけですよ。したがって、確率をどこで切るかというところが問題になるわけです。

土屋：ここだったらこうなるし、ここだったらこうなるし、というふうに、ダメージの計算をして対策を取っていくという感じでしょうか。

E3：それを越えたところというのは、また別の評価をする。どこを取るかという話になってくるから。確率が違うだけで、ハザードの大きさが分布するに決まっているわけですよ。例えば地震の場合は、そうやって評価をしているのではないかと思いますけれど。

E4：地震の確率論的ハザード評価というのがありまして、ハザードカーブが引かれるのですけれども。ハザードカーブも1本ではないのですよね。千本も、1万本も、いろいろな考え方でいっぱいつくっているわけですよ。それは要するに、我々の知識が不十分なことから生じるばらつきなので、よ、ということは言われている。そうすると、中央の、結構密度の高いハザードカーブみたいなものがあって、それを中心に広がっていく感じですよ。

土屋：こんな感じになっている。

E2：だから、ハザードカーブあったらそんな感じになるのですけれど、ダメージとなるとどうなるかな、ということはよくわからない。

E3：それで、どこを取るかという話になる。

土屋：この辺を取る先生もいれば、この辺を取る、あるいは、ここなのだけれど、対策でこっちに行くなど。

E2：いや、今言ったのはハザードだからそれは関係ない。

土屋：関係ない。そうですね、ダメージではないですね。

E2：ハザードカーブは人間への影響。

土屋：ハザードとダメージのカーブは、別に描かなければいけない、ということですね。

E3：ハザードをベースにして、今度はダメージ。

土屋：今度はダメージのカーブが描かれる。

E3：脆弱性をつくっていくわけだから。

E2：ハザードに対して、人間は何もできない。モデルとしてどれが正しいかということは議論になるけれど、軽減はできません。

E3：このイメージも、ハザードカーブのイメージのほうが強いよ。

土屋：私もそう思いながらも、しかし途中で発電所に与える影響を考えた時、この辺（震源を特定せず想定する地震）は、どこでも起きる地震だけれど、起きるサイトの状況によってダメージを受けるか受けないかが変わってきてしまうというふうなところで、円が少しだけ広がっているの、私の頭の中でゴチャ混ぜになっているわけです。だから、そこをきちっと、そうではないものにしましょうというふうに言っていただくのは、とてもありがたいことです。

E2：ダメージは本当に厄介だからね。

土屋：そうですね。だから、その次のも結局ダメージをイメージしているから、ここの点からこっちへ持って来られるというふうなことで説明しています。ハザードのことだったら地震を小さくするなんてできないので、こういう絵は描けないわけですね。しかし一方で、専門家の知見をどう扱う

かという話になると、ハザードの大きさとして、どのあたりを取るかというような議論はばらついていきますよね。というふうにも使えてしまっているのが、おっしゃる通りゴチャゴチャだというのが、よくわかりました。ということは、確率はどういうふうに描けばいいのですか。

E2: 難しい。

土屋: これがハザードだとすると、ハザードとダメージの関係を描かないといけないということですね。

E1: そのためには個別のサイトをイメージしないと、フラジリティがイメージできないです。

E2: 何を固定するか。

E1: 特定しないと駄目ですよ。

E2: 固定しないと、なかなか難しい。

E3: 例えば、でやってみるのもいいのだけれど。

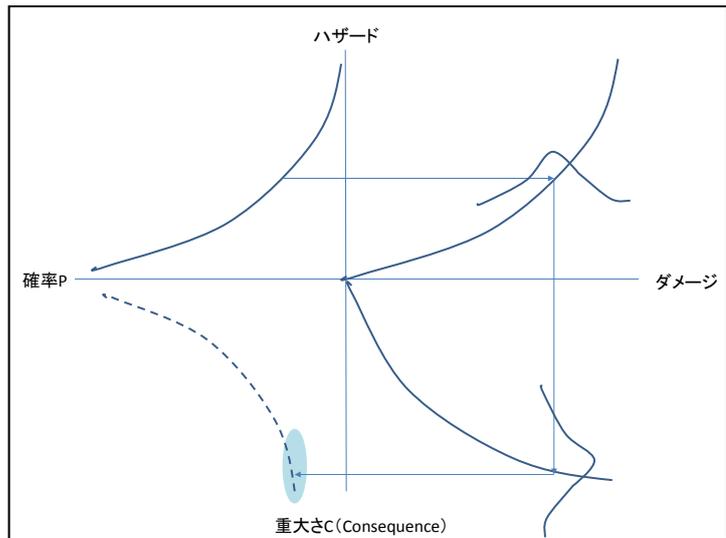
土屋: どれが一番やりやすそうなのかがよくわからないのですけれど。

E2: とりあえず脆弱性は固定、暴露も固定でいいですか。そうしないとたぶん図に描けないです。

選ぶのならば、横軸をハザードにして、縦軸ダメージにしてやって、当然ハザードが大きいほどダメージは大きいけれど、それに対してばらつきはあるという図にする。

E4: 少しいいですか。私がよく使うのは、こういう 3 次元で書くのですけれども。こちらが発生頻度です。こちらが、例えばハザード。

これ横で見ると、こんな感じのカーブになりますね。こういうふうに見ていただいて。この荷重は、このハザードが来たときに、建物がどういうふうなダメージを生じるか、ここがダメージの象限です。こちらへ行くと外力が大きくなりますので、当然こんなカーブになると。例えば、ここにあるバラツキがあると、それに応じた形でダメージが求まる。ダメージが求まると、このダメージが



いくらの損失になるのか、何人死ぬのかというようなことは出てきますので、ここは consequence。consequence とダメージは別ですね。こちらは、このダメージを受けたあと、どういうふうな影響が社会に生じるのか、何人死ぬか、そういうような軸がまたある。このダメージを受けたときに、こうなるから、こんなカーブなのですね。そうすると、ここの人たちというのは、P と C の確率は出てくるのです。これが、まさにここで言うリスクカーブとなっていくということです。これはこういうふうなカーブです。C が大きくなるほど発生確率は小さくなります。こういうふうな図になるのです。この議論をするのか、ここの議論をするのか、あるいは、ここだけで議論するのかというようなことで、いろいろ話ができるかもしれない。

E2: すごい図ですね。

E3：しかし、そう簡単ではない。

E4：そう簡単ではないですけど。

E2：それぞれに不確実性があるから、最後に出てきたそのグラフは、どれだけばらつきがあるのでしょうか。

E4：同じ外力が生じて、ダメージはやはりばらつきます。同じダメージであっても、consequence、人の死にはばらつきますよね。すると結果的に、これはばらつきが生じて、同じ確率のところでは、まだCがばらついていると。こういうふうなことになるって、こういうふうにはばらつくと。

土屋：少し軸の名前が違うのかもしれないけれど、PとCの関係をこんなふうを描きたかったのですね。

E4：だから、ダメージとconsequenceははっきり分けたほうが良いと思いますね。

E3：今は、consequenceを死亡とは必ずしもしていないところがあるから、と思うのですね。今どちらかという議論しているのは放射線のほうですね。

E4：放射線のほうですね。

E3：シーベルトの値、環境影響という値で、なかなか難しい議論になっていますね。はっきり言っていないですけど。

土屋：しかし、それと死亡リスクが、またゴチャゴチャに議論されているところも、たぶんあるのではないですか。

E3：死亡しないから、死亡リスクはあまり議論していません。

土屋：ここ(consequence)のところの見方が、だいぶ世の中と、評価できるかできないかという問題で議論があるのでないでしょうか。

2. 4 リスク評価の意味

E3：発生確率や事象の定まっているところをリスクだというのだったら、リスクでやらなくても、確定論でできそうな気がするんですけど。要するに、発生確率がはっきり定まらないからリスク評価はするよな気がするのです。不確実性があるからリスク評価をするのだと、我々リスク評価をする人はみんなそういうふうに言いますが、これ(スターリングの表)は少しそういう話と違うよな気がするのですね。不確実性がないものをリスク評価しても仕方がない。不確実性があるからリスク評価をするのではないですか、という話とは違うのですか。

E2：なるほど。やはりリスクの定義は難しいですね。

土屋：これは、たぶん「大体確率はわかっているでしょ」というふうにおっしゃる方と、そうではない人がいるということを示しています。

E3：いや、わからないですよ、地震の確率なんて。先ほどおっしゃったけれど、ものすごい幅があって、すごくいい加減なところをえいやと決めながら確率を出していつているわけですよ。したがって、わからないところはあるけれども、比較論をやる場合リスクで扱う方がいいから、リスク評価をしているのだ、というふうに僕なんか理解しているわけですけど。不確実性がないものをリスク評価するというのが、よく分からない。発生確率を出すのだから、不確実性があるから発生確率を評価しているのではないですか。

土屋：スターリングの場合は、いろいろな考え方がある、確率について専門領域の中で意見が一致するかしないかという話だと、私は思っていました。

E3：一致していないのだと思うのですよね、地震のリスクをやっている人たちは。地震の考え方はみんな違うわけですよ。それでモデルがいっぱいできたという話。

土屋：あまり定まっていないので、リスクで単純に比較してという論理が、なかなか社会には伝わらないでしょうね、というふうなことをスターリングは言っています。

E3：地震の場合には、定まらないからリスク評価がすごく発達しているわけです。

E5：無知であると（笑）。

E3：だって 100 万年に 1 回の地震なんて誰も検証もできないから、みんな嘘言ってもわからないわけですよ。というのが、今の世の中だと思うのですよね。100 万年まで今やろうなんて馬鹿なことを言っていますけれど、正しくは 10 万年でもわからないわけですよ。そういうところを、いろいろなモデルを考えることでリスク評価をしていきましょう、となっているだけで。

A1：そこは英語が違うのですよ。「定まっている」ではなくて、上のほうが **unproblematic** と書いてあって、下のほうの「定まっていない」は **problematic** と書いてあるのですよ。つまり、それについてもめているかもめていないか、といった意味です。

土屋：そうなのです。だから、論争があるという意味で、注釈はあるのですけれど。

E3：「こういうふうにしたらいいですよ」というのがわかっているところは、定まっているというふうになっているのか。

A1：異論を呈す人があまりいない状況のことです。

E3：少ないという意味ですね。ただ、地震の場合、ものすごく異論が多いけれどもリスク評価していますよ。

土屋：それに対して、たぶん社会学者は違和感があるのだと思うのです。

E3：社会学者はもっと違和感あるのだろう。幅が広いのではないですか。

土屋：すいません、私のリスクの認識だと、やはり、1 つのものに集約しているようなイメージがあるのですよね。いろいろな情報を、リスクという数値に集約しているようなイメージがあるのですけれど。それに対して、実はもっといろいろな議論があるのに、そういう 1 つの情報に集約しているのでしょうかというのが、たぶんスターリングの問題提起なので、これが絶対的ではありませんが、そういう見方があるということです。

したがって、さっきこんなに幅があるときに、「ここでやっていいですか」という議論に対して、「ここでよい」と考えるか、そうではなくて、「もっと多様に考えなくてはいけないのではないかと考えるか、なのだと思うのですけれど。何かほかの方からのご意見ありませんか。

A3：こういう図を描く難しさがよくわかりました。

土屋：リスクには少し悲観的だという話が、この間出たのですけれど。

A4：ダメージはわかりにくいですね。本当に、死人の数か、経済的損失か、どちらかにしてもらったほうが絞りやすいのでは。

土屋：それはそうですね。議論するときには 1 つに絞る必要があります。あれもこれもだと本当に議論はできない。

E2：それこそ先ほどの、発生可能性が定まっていないような状態です。

E4：先ほどの知識の不定性のマトリックスの図ですけれども、これはすごく問題提起と言うか、ある問題をクリアにしようと思って出されたのだけれども、実はいろいろな問題が生じてしまったと思います。要するに、リスクの定義がここにいる人たちだけでも違う。それから、不確実さがあるからリスク評価をするのだと、僕も先ほどの先生と同じ考え方を持っていたのだけれども、リスク評価できる領域と、不確実性があるからリスクで扱えない領域があるみたいを書いてあるので、無知な領域などというのはどうしたらいいのか、というふうになったりもします。こういう見方をする方もいらっしゃるのだろうなと思って、少し驚いているところです。

E2：今の話だと、たぶん先ほどおっしゃられたみたいに、このようにリスクが定まっているというような、あのカーブを1本描けている状態ということだろうと思うのです。それを今は実際、描けていないわけですね。それをどうするかということを、たぶん問題提起されているのではないですか。

土屋：カーブは描けるけれど、たくさん描けて、どれを取っていいかわからないということでしょうか。

E4：ええ。そういうことだと思うのです。それで何を言いたかったかと言うと、何本もリスクカーブが引けるというか、ハザードカーブが引けるなどというのは、それを不確実さがあるからと言ってしまうのではなくて、それも全部込みで、やはりリスク評価で扱えるのだという立場に僕らは立っていったほうがいいのではないかなと思ったのです。要するに、無知や不確実だからどうすればいいかは、我々はいいい方法論を持ち合わせていないような気がしておりますので、アメリカの真似をするわけではないけれども、「リスク評価」ということで未知な問題も扱えるではないか。かなり大きな概念になるかもしれないけれども。

それから、リスク評価もいろいろ問題があって、確率の評価1つ取っても、古典的な確率、それから経験確率、もう1つ主観確率というのがあるのです。人によって確率が違ってくるとというのが主観確率ですし、経験確率というのは過去の統計があるから、それに基づいて確率を出しましょうということです。ほとんどがこれです。古典確率というのは何かと言うと、サイコロのように（理論的に）最初からわかっているものです。したがって確率もいろいろあるのですけれども、そのいろいろな確率をうまく駆使して使うことによって、リスクというものが定義できるという立場に立って、リスクの概念を少し広げるのも、この図よりもっと広い形で不確実さというものに対抗する1つの考え方だということです。

それを認めた上でと言うか、問題もあるのだけれど、それで進めていくといいのかなとは思いました。「いや、そうではない。そもそも確率に乗らないものはリスク評価できない」などと言う人もいるかもしれません。その辺りの皆さんの意見を聞かせてもらえるといいかなと思っています。それで問題を整理して、不確実さと、それをどういうふうに対処していくのかという方法論に持ち込んでいくと。そうすると、先ほどの2次元の図になっても理解しやすくなるのではないかなと思うのですけれども。

土屋：たぶん、何かに決めたらわかると、先ほどおっしゃったのは、こう定まっていないのではなくて、定まっていることにしてやりましょうという話だと思うのです。つまり、死亡の話にしましよ

う。経済損失の話にしましょう。そうすれば、こっち側の話ではなくても、いろいろなことを考えるのだけれど、それはそれぞれ1個ずつ決めて評価していきましょうというふうになれば、たぶん、ハザードのほうが定まっていないという話ができると思うのです。後半で出てくる、あるいはメリットの話で出てくるのは、ここを何にするかということで、社会はいろいろな意見があるというところが少し難しいところかなというふうに、今、お話を聞きながら思いました。

それから、私自身がすごく勉強になったのですけれど、私は非常に堅いリスク評価のイメージを持っていたということです。つまり、専門家が計算をするためにはデータがきちっとあって、統計的に信頼性のあるものがなくてはいけないのではないか、きちんと病気か病気ではないかという判定が可能でないといけないのではないかと思っていたのです。リスク評価に主観も入っているというところは、目からうろこでした。つまり、私は、古典的もしくは経験がなければ確率が出せないものだけをイメージしていたということです。

しかし、主観も入ってくると、実は後半の議論に出てくるロジック・ツリーの話は、経験もデータも理論もないところで、主観を使ってなんとかしようという話になるのかなと、今、お話を聞きながら思っています。評価あるいは判断ができないと思わないで、そこを何とか広げていくという努力というのは、あるのだろうなというふうに思いました。

E3: 工学系としては、基本的にデータベースだから、すべて論理的にどうかとやろうとするというのは普通だと思うのですけれど、文系の人は、もっと柔らかく、人の言うことを聞いてみましょうか、みたいにやるのではないかと考えていたら、意外とそうでもないのかもしれないです(笑)。

我々リスクをやっている人では、主観というのは、判断できない場合、10人の専門家が集まって、何人かの賛成で何%と決めていくということをやります。そうでなければ先に進まないから。それも1つの方法論だと考えています。それで出てきた数値をどう評価するかというのは、そういうことでやりましたよということがわかっていけばいいわけです。そういうことを、もっと社会学の人たちがやってもいいような気がします。

土屋: 結構、そういう人の意見の分布を見ている立場からすると、ものすごく不確実なので、それで決めていいのかと思ったりします。例えば、このグループでやったときはこうだけれど、こっちのグループではこうだというような話を使っていいのかという思いがあるので、きちんとデータなどがあつたほうがいいのではないかとイメージなのです。

E3: ただ、それは1回そうして決めれば、また異論が出てきて、次のグループでという積み重ねがどんどん増えていくわけですから。知識と言いますか、その考えが。そういうことをしていけばいいのですけれど、誰も最初から確実に答えが正しくなければ使わないというのでは、おかしいのではないかなと思います。

土屋: ただ、論争を起こしただけで終わっているような感じがするのですけれど、ご意見がありますか。

A1: 先ほどの図は、原典を出したほうが良いと思うのです。スターリングさんは知り合いだし、このままだと欠席裁判的になってしまいそう。実は、今おっしゃっていたようなことを彼が言っているのですよ。ここで終わりにしていなくて、無知だから駄目だよみたいなことではないと。

土屋: 駄目だよねと言っているわけではないのですね。しかし、その領域にあまり数学的な、私の思

っているイメージのようなリスク評価を持っていったら、少し困ることが起こるのではないですかというふうな話なのだと思います。

A1: こういう場合には、こういうことをしましよと言っているのですよね。ignoranceの領域だったらモニタリングが必要ですよとか、もっと議論しましよなど。だから、問題なければ、純粋な意味でのリスクアセスメントをしたり、コスト・ベネフィット評価で意思決定などができたりするのではないですかと。ただ、それだけではいかないこともあるのですよということになるのでしょう。

E1: 日本語にしないほうがいいですね。

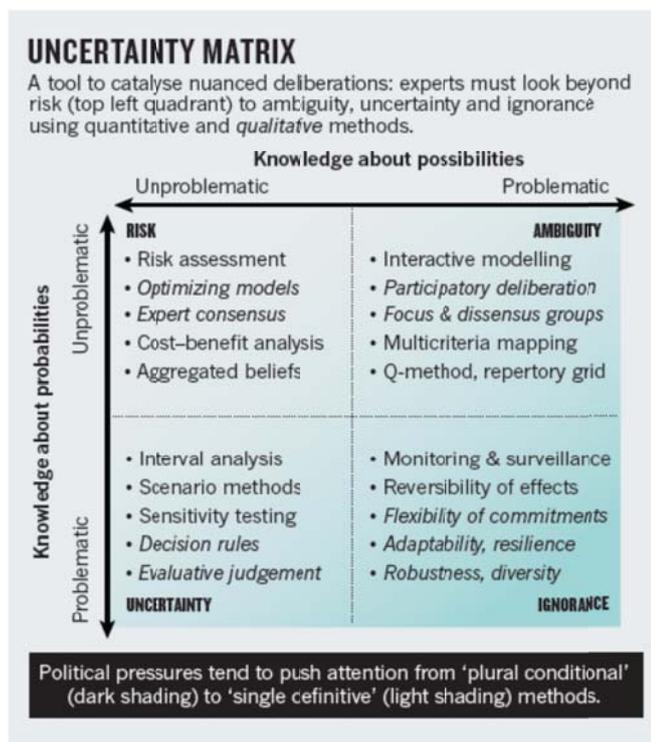
土屋: すみません。日本語の文献からとってしまったので。

A1: たぶん、そこで誤解が起きているような。

E1: 英語のほうがわかりやすい。

A3: 一言でいおうとすると変になるから。

土屋: では、これは原典を皆さんにお送りすることにします。そういう意味では、今まで地震・津波領域の先生方の話を中心だったのですけれど、この辺になってくると、社会科学研究者との、こっち側が何をやっていて、何を思っているかというところとのやり取りがあると、もう少し進んでいく感じがします。



Stirling, A.(2010) Keep it complex, *Nature*, Dec. 2010, Vol.468 より引用

2. 5 リスクで議論できることとできないこと

E1: 少しいいですか。リスクという言葉を使って考えましようということに対して、人間には受容の仕方がいくつかあると感じます。1つは自分が経験したこと、つまり、人間はおそらく数十年生きますから、40~50年の間に経験するようなことに対しては、その発生確率を多くの人は議論できると思います。例えば交通事故に遭う確率などまでは何とか分かろうとする。

学者になると、ドキュメントに残っている1000年、2000年に一度のことまでは、データがあるから議論をしましよとなる。それ以下の頻度になると、リスクに係る consequence と probability の情報が少なすぎるから拒絶をする人が、学者の間でも結構います。設計論などでは、最初からもう確率論など受けつけない方を何人も見たことがあります。

リスク概念に対する受容性はその人の専門分野にも関係するように思います。活断層をやっ

る方は 10 万年ぐらいのことを良く調べているので、かなり低い確率にも踏み込んだ発言をされる方もいます。したがって、その人の専門分野や関心の持ち方などによって、リスク概念に対する受容性が異なるような気がします。

土屋：すいません。書きそびれてしまいました。40~50 年だったら、自分の。

E1：経験したことならば。教養を持っている人ならば、リスクの検討に対して前向きだと。

土屋：その間で考えられるという感じですね。それを超えると議論できない。

E1：工学の設計にたずさわる人も、自分は経験していないけれど、ドキュメントの中にあることについては、それは事実として受け入れて議論することに、かなりの人は前向きと思います。しかし、火山噴火や地震のある大きさ以上のものになってくると、考えることを拒絶する人たちが増えるという傾向があると思うのです。そこをどう打ち破るかですね。非常に低い確率のことに対して、リスク概念で議論することを、どうエンカレッジするか。

E3： 10^5 に 1 回など、そういうような議論をするときに、その数字はどの程度正しいのですか。要するに、プラスマイナスいくつですかという話にすぐなるのですけれど、そういうものではなくて 10^4 ~ 10^9 まで幅があるのですよ、という議論で十分ではないかという気はするのですけれど。そういうものではないから。

E1：先生は、リスク概念に対して受容性が非常に高いグループの人ですが、マジョリティではないと私は思います。

E3：規制庁の人などは、要するにリスク論は基本的に信用できないからということですよ。だからリスクを使わないと言うのですけれど。信用できるような他のすばらしいものがあるのだったら、リスク論ではなくていいのではないかと思うのですが、比較論でやる場合、リスク論は十分使えるのではないかというような気がするのです。

E1：先ほどまで議論していた軸で、右下（「無知」の領域）のどこまでリスク概念で議論できるのかと。左上のほうは皆さん結構できる。

E4：航空機業界だって、もう、まさにほとんど左側のことしかやっていないわけですよ。

E1：理論的に厳密なモデル化ができると、いいのですけれど。地震の発生は力学的なメカニズムによるから、経験していないことに対してもモデルを演繹的に使って、規模と発生頻度をどこまで正しく言えるのか。

E3：地震学がやっているところなんて、起きるモデル化までできていない。

E2：それを言い出したら、摩擦構成則の完璧版はないですから。いまだに経験則の段階ですから。それができれば、もう少し行けるかもしれない。もちろん、材質などの不確実性はあるから、また面倒臭いですが。よくゲラーさんが虚構でしかないと批判されるのだけれど、おっしゃる通りなのです。

土屋：時間感覚は完全に知識と連動していて、私たちは本当に 20~30 年自分が生きてきている時代ぐらいしかわからないのですけれど、先生方のように長い年代の研究やデータを見ていらっしゃる方は、そこまで考えを展開できるのだと思います。

しかし、少し怖いのは地球科学の先生方は何千万年など、いきなりとんでもない年代に飛んでしまうので、それでは何でもありになってしまうというふうな感じがします。この中で一番長い年代

を見ておられる先生方、この問題提起に対して、何かご意見がありますか。リスクで考えられるか、考えられないか。割とそれぞれの人が思っている時代観、年代観ではないけれど、そういうものではないでしょうか。

2. 6 確率の伝え方

E5: リスクで考えるかどうかと言われても困るけれど、ばらつきは大きくても確率はとりあえず出てくる。つまり、千年に1回起こる事象を、過去数万年間、観察していれば。そういう自信を我々は持っているのです。

ただ、問題は1万年に1回起こる現象を過去5万年間知っていても、それは統計的に無意味な知識でしかなく、その確率がわかっているとは言えなくなる。その差ですね。どこまで自信が持てるか、容認できるか。あとは、我々は知らないことが当然あるというのを、事実としてそこに入れなくてははいけない。

E2: 先ほど発言があったように、統計学者の中でもベイズ統計に対してすごく批判的な先生方もいらっしゃる。まして今、推本（地震調査研究推進本部）でやっているような、ベイズ統計は使う、ロジック・ツリーは使う、それで出てきた地震の予測マップのあの確率は何か、という話になってしまうのですよね。その辺はやはり、理学者の中ではすごく引いてしまっている人たちもいます。

一方で、いろいろな不確定性がある。それは、もう仕方がないから、全部ハザードマップに押しつけてしまって、それで「えいや」とやってしまうのが今の日本人の予測マップなのです。それを理学屋さんは「よし」としない人が多いのだけれど、しかし、どうすればよいのか。

僕自身ももやもやするのだけれど、もともと、この地震予測マップが出てきた背景というのは、神戸の地震の反省です。あそこで地震が起こる可能性があることを、我々は知らせていなかったと。それをどうやったら知らせることができるかというところからスタートした。僕も確率ではなくて、もう少し違うものがあるような気がするのですよね。なんとかインデックスなど、値は同じでも、確率と言われてしまうと、急にすごく信頼度が高いような感じになってしまう。

土屋: 確率と聞くと、データがあって、きちっと評価されているように思ってしまう。

E5: そういうふうに伝えられてしまっていたわけです。地震学者が今、疑いを抱いているようなことは、なかなか伝えられてこなかった。

E2: そう。そこら辺は今、すごく悩ましいのですけれど。

E3: 確かに別のところで、インデックスという言葉を使っているところもあります。

E2: そのほうがいいような気がするのですけれど。あと、予測マップではなくて、予想マップにしようとは僕が言っているのです。あまりにも主観が入っているので、予測というところすごく客観的なイメージが出ますよね。

E3: どっちもまあ、わからないわけではないけれど。

E2: この間ふと思ったのですけれど、予想天気図と言いますよね。予測天気図とは絶対言わない。どう考えても地震より進んでいる天気ですえ予想天気図なのだから、そういう意味でも予測マップはおかしいのでは。

E3: 天気はあまりにも外れるから。

E2: いやいや。それ言いだしたら、地震のほうももっとすごいです。

土屋: いや、しかし、最近は結構、天気予報は3日ぐらいは当たると言っていますから。

E3: 天気予報は当たる。地震はもともと当たるとは思っていません。いつかはあるのだろうけれども。

E2: いつかはある。

E3: いつかはあるけれども、いつ起こりますというのは誰も信用していません。

E2: もともと、すごく幅がある。

土屋: 先生方は非常に論理的だから、そういうふうにおっしゃられるのですけれど、世の中の人は何か言われると、「あっ、起きるのではないか」、首都直下型70%など言われると、明日にでも起こるのではないか、みたいに思ってしまう。

E3: しかし、何もしないでしょ。

土屋: はい。何もしない。

E3: そうでしょう。だから、本当には起こると思っていないのです。

土屋: 確かにそうですね。

E2: この間、3.11が終わった日、読売新聞で「4年で首都直下、マグニチュード7の確率が70%」と出たのではないですか。あれを見た高校生で、「私、東京の大学に受験するのを辞めました」という人がいて、罪つくりなことをしたなと思いました。彼女は、首都直下でマグニチュード7と聞いた瞬間に、神戸の地震を思い浮かべたのです。ああいう地震が東京で起こる確率が70%だと思ったと。あれは首都圏に被害が出る可能性のある地震の話ですから。そう説明すると「えっ、そうなのですか」と驚いていました。

土屋: 先ほどのハザードとダメージの話になって、そこにすごく乖離があるということですよ。しかも、場所によって地震の場合は非常に大きな差があって、原子力施設というふうにすると、そこに本当に被害が起きるのかという問題もあわせて考えなくてはいけない。それにも関わらず、単にハザードが起きるか起らないかという話になっている。

E4: それをもう少し言いますと、要するに我々工学をやっている人間が、うまく発信していないのです。これぐらいの地震が来たらもう駄目、と多くの人が思っている。それでいろいろな判断をさせていただきますよね。実はそんな大きなものは考慮していないかもしれない。考慮している場合もありますけれども。それに対して耐震設計なりをして、非常に強いものをつくっているわけです。それで被害をものすごく減らすようなことをやっている努力が、ほとんどどこも議論されていないというのは、少し寂しいと思います。

土屋: 誤解を招くかもしれませんが、こんなダメージの幅広いものを対策によって動かせるというか、変えられるという話は全然どこにもありません。

E3: だから、津波の話をすれば、10mのところはというので、一番右側にあったと思う。

土屋: ほぼ無限大。

E3: 無限大。それは今、20mの堤防つくっているのだから、もうほとんどかなり左側に来ている。

土屋: もっとこの辺に来ている、許容可能なところになっている。

E3: そう。いろいろな手をうてるところに来ているという話是可以する。

E5: 細かい話だけれど、マグニチュード9よりマグニチュード8のほうが確率は高くなりますよね。

その影響のほうが普遍的だと思います。

土屋：どういうふうに描けばよいですか。教えてください。私は本当に素人なので、先生方が M8、M7 に対して持っている知見やイメージについて、ハザードではこう描けるというふうに言っていて修正していきたいと考えています。

議論をひっくり返しただけというような資料になってしまいましたが、もう 1 時間半も議論をしてしまいました。どうやってこの顛末をつけようかと今、頭を悩ませているところです。こういう状況の中で、専門家がどんな役割を果たすかという話をしてから、例えば、こういう絵や説明の図がどういうふうに使えるかということにも、もしかしたら戻ってこられるかなと思うので、とりあえず 10 分休憩を取りたいと思います。

3. 専門家の役割について

3. 1 欧米のガイドラインの紹介

土屋：次は、もしかすると先生方にとっては、「イメージしているものと違います」という話があるかもしれません。専門家、あるいは専門家集団が、どういうふうな役割をしなければいけないかという議論が、毎回出てきています。第 4 回目の最後に、アメリカ NRC (Nuclear Regulatory Commission, 原子力規制委員会) でやっている話が出ましたので、それも少し勉強しつつ資料をつくってみました。

どうも日本では、あまりきちっとした議論が、まだまだ行われていない雰囲気なのですけれども、アメリカやヨーロッパでは、専門家をどういうふうに使っていくべきなのかという議論、あるいはルールづくりというようなのが行われています。イギリスでは BSE 問題で大失敗をしましたので、科学的な知見をどういうふうに扱わなければいけないのか、あるいは科学的助言をどういうふうに政策に反映するかということについて、あとでご紹介するようなガイドラインをつくっています。

それから、アメリカの原子力規制委員会も、やはり地震の問題について、専門家の間でいろいろな意見があって、なかなか決められないという問題に長らく悩んできたようです。どういうふうに関係者を使って適切な評価をすることができるのかということについて議論したガイドラインをつくっていました。

小さくてすいません。お手もとの資料をごらんください。最初にやはり研究所などが試行して、それをもとに Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC) がガイダンスを出しているのですが、多様な専門家の判断を適切に表した地震ハザード評価の方法として、こんなことをやったらどうかというのをしています。それを受けて、日本でもきちんと、いろいろな計算例や試行というのがいくつかあって、他の先生からもご紹介ありまして、それから、このプロジェクト n 運営委員会でお世話になっている隈元先生も関わられて、活断層の評価というようなこともやっておられます。それから、日本原子力学会の標準もつくられています。

しかし残念ながら、2006 年の耐震設計審査指針のときに、確率論的なリスク評価を取り入れるのは見送られて、その代わり先ほどでた、残余のリスクということを考えて、合理的に実行可能な限

り小さくするように、という話でした。しかし、何もなされないまま日本は来てしまって、先ほどからの議論にあるように、ハザードのことばかりが議論され、その確率やダメージをどう小さくするかという話にはいっていないということです。アメリカのほうは、きちんと 97 年のガイダンスを受けて、いろいろな研究例を 15 年間やった結果から、もう 1 回見直して、2011 年にもう少しこういうふうブラッシュアップしたほうが良いというガイドラインをつくっています。必ずしも電力会社はこれを使わなければならないわけではないのですが、これを使うことで NRC が言っているガイドラインにしたがってやりましたよという、ある意味、手続きや信頼性を確保するというようなことに使っているようです。

日本で、この地震ハザード評価での試行をやっているときには、やはりロジック・ツリーをどうやって適用するかという、手法の適用に結構注目していたのではないかなというふうに思うのです。私は、その辺りの細かい数学的なことや手法的なことにはあまり関心がないので、ガイダンスやガイドラインを読んでいてどうしても気になったのは、専門家の役割や選定方法など、どういうふうにこの人たちを使っているかという、手続きのところです。

まず参加する専門家には、自分の意見を主張する専門家とは別に、議論をまとめて、みんなの間の意見を統合する役割をもった専門家という、大きく 2 つのタイプの人がいるということが少し違います。ただ自分の主張だけを伝えるのが、専門家の役割ではないということです。しかも、意見を述べる専門家に対しても、「あなたの意見ではなく、あなたが所属しているコミュニティの意見としてはどうでしょうか」ということを尋ねるようにしなさいと書いてありました。そうはいつでも、個人の意見を言う人はいっぱいいるわけですがけれども、それはそれとして、専門家にコミュニティの見解を問いかける。

それから、ファシリテーションを主に担うような専門家もいて、やはり今日お集まりの先生方のように、各領域で一目を置かれている方たちが、ある意味問題もよくよくわかっていらっしゃるし、どういう議論をしなければいけないかというのをやっているということが書かれていました。

それから、専門家をどういうふうを選ぶかというところで、いくら一生懸命公正な手続きをやっても、やはり特定の少数の専門家で議論をしていることになるので、ピアレビューをものすごく重視していました。ピアレビューがなければ、このプロセス全体の信頼性が保てないを書いてあって、しかも、最後の最後にピアレビューしてもらって、ああだこうだと言われるのではなく、途中の段階でもピアレビューが関与するという、少し複雑なプロセスにもなっていました。

ロジック・ツリーというのが基本的に有効な、先ほど私もよく理解できましたが、データなどがないときに専門知をどういうふうに表示するかという一つの手法だと思います。しかし、この手法よりも、専門家をどう集めてどういうプロセス、どういう手続きでやるかというところのほうが重要なのだと書いてありました。

私の拙いまとめですが、参考資料として、私が重要だと思ったところを抜粋した 2 つの資料を添付しています。私は認知バイアスの研究もしているので思ったのですけれども、やはり海外の専門家に対する見方として、聖人君子のような人たちという視点ではなく、知見に偏りがあったり認知バイアスがあったりする、あるいは利益相反があったりするということも認めた上で、どういうふうに専門知を使うか、ということ議論しているところが、日本と違うなと思いました。

これは、ちなみに専門家の選択基準で、もちろん専門性や知見というのは重要なのですが、このプロセスは相当時間と労力がかかって、準備もしていただかないといけないのです。今回のフォーラムでも先生方にいろいろご負担をおかけしましたが、そういうことをやっていただけるということ、プラス、やはりコミュニケーション能力、相手ときちんと議論する能力ということが書いてあるのが面白いところだなと思いました。解任要件もつくっているというところが、とてもアメリカ的だと思います。日本では、困ったなと思いつつもなかなか解任できないということがよくあるのですが、こういうことをきちんと定めておく手続きということは、とても重要なのだと思います。

今お話ししたのは、地震ハザードの評価ということにしぼってガイドラインができていますが、やはりアメリカやイギリスは、地震ハザードではない、ほかのいろいろな科学的な助言ということについても問題が起きているので、科学技術全体に対しても、いろいろな検討が行われています。これは英国政府が BSE 問題のあとに、どういふふうに科学的、技術的な助言を政策的に扱うかというときの留意点として大きく書いてあります。

オレンジ色のところが今日の議論に関係するかなと思ったので、お手もとに出しておきました。やはり若干日本と違うのは、複雑で不確実性が高ければ高いほど、幅広い知識のソースから意見を求めなくてはいけないということがきちんと書いてあるし、政策に使うときには、やはり査読をしてもらわなくてはいけない、審議してもらっただけでは駄目で、それをさらにピアレビューしてもらわないといけないということがあります。そういうのが、オープンで透明性のあるプロセスで行われるべきで、やはり利益相反というのは、どの国でも問題になっているのですけれども、だから除外しろというのではなく、きちんとそういう人たちを扱うルールをつくりなさいということが書いてありました。

これは阪大の平川先生が、日本でももう少し考えなければいけないのではないかとということで書かれているものです。まず、リスクの問題です。先ほどからリスクで考えるということは重要だということで、社会学者が思ったリスク論と少し違うというふうに私は思っていますが、今回学ばせていただきました。やはり、先生方もおっしゃっているように、それは単に算術的に数値を出す問題ではなく、何をどういふふうに、どんなリスクを規制するのか、どのリスクを受けているのかというのは、先生方や専門家だけに任せてはいけない、むしろ社会が議論をしなければいけないのだという認識をきちんと持ちなさいというのが書いてあります。日本では、そこがまだ、なかなかうまくいっていないのではないかとことです。

それから、不確実性が多いというのは先ほどからありました。そのときに知識ソースの多元化というのが大事で、まず科学的な助言というの、いろいろな専門家から話を聞くというのが重要だということがあるのです。アメリカの科学アカデミーも結構問題があつて、いろいろ見直しをしています。その中では、“偏りのない専門家などいない”ということを前提にして、一人一人が中立だということを求めるのではなくて、いろいろな人たち、さまざまなバイアスのある人を集めて、全体として中立であるということを示しなさいというふうになっています。全米科学アカデミーでは、委員会のメンバーをつくると、それを公開して、それに対して意見をもらうという、委員会メンバーに対するパブリックコメントをもらうプロセスまで用意しているということです。

それから、政策決定なので、知識ソースとして政府機関にきちんと専門性を持った人が必要だと

というのは、日本の原子力規制委員会の最大の問題だと思います。さらに、社会の側にも先生方と議論ができるような人たちを育てていかなければいけないのではないかと、平川先生はおっしゃっておられました。

日本では、まだあまり行われていないと言いましたが、やはり 3.11 以降、地震・津波をどうしてなかなか社会に伝えられなかったか、あれが政策に使えなかったかという反省もあって、科学技術振興機構の研究開発戦略センターというところが、「政策形成における科学と政府の役割及び責任に係る原則」というものを提言しています。お手もとにダイジェスト版でお配りしていますが、いろいろなことを言っています。

その内容を読んだときに、若干書いていらっしゃる方々が、本当に研究の現場におられる方であったり、審議会の委員になっている、政策決定に関わっているところにおられないような印象を受けました。本当の現場はこうなのだ、日本の学术界の問題としてこんなことがあるのではないかと、ということを議論する必要があるのではないのでしょうか。

例えば、「科学的助言の適時的確な入手」と言っても、その時点で最善の知識とは、誰がどうやって決めるのだろうか、という疑問もあつたりするのです。この中身について見ていただいても結構ですし、あるいは、アメリカやイギリスがやっている専門家の活用方法について、日本でもできるのではないかと、日本ではやはりこういう問題があつてできないのではないかなど、いろいろなご意見があるかなと思います。先ほどのリスクで考えるということが社会に伝わっていくような方向として、何をどういうふうにするかについて、ご意見があれば、よろしく願います。まずここで退席される先生から、お帰りになる前にもう一言を。

3. 2 日本での試み

E4： 専門家を活用した地震ハザード評価には、日本でも、私はいろいろ関わらせてもらいました。

当初、ああいうふうに専門家をウェイティングしたり、いろいろな人が意見を言うてうまくものがまとまるのかということで、非常にアメリカがやっていることに対して懐疑的でした。ちょうどあのときは、NUPEC 時代ですか。担当された先生と一緒に海外へ行って、アメリカは本当にこんなことができるのかということを知りに行きました。

米国で関わっている先生方にいろいろ聞いて、非常にうまくいっている印象がありました。日本にそれを輸入してきて、NUPEC でやってみようということでやり始めました。NUPEC Method ですね。それが原子力学会の標準になるなど、いろいろなっているのですけれども。

何が一番の狙いかというと、アメリカではいろいろな専門家がいて、1 つの活断層をとつても、評価も考え方も全然違う。それをどういうふうにまとめていくのかというのは非常に難しいわけです。ハザード評価にしても、あるパラメーターを決めるのに、とんでもなく違う結果が出てきたりする。しかし、やはりそういう人たちの意見も聞いて、それで、うまくやっていく、ものを決めていく方法、評価する方法として、こういう専門家を活用した方法があるのです。

実は NRC にもヒアリングに行きました。聞いたところ、NRC が非常に好む手法であるということをおっしゃられました。それはどういうことかということ、要するに、いろいろな人の意見をうまく吸い上げる一つの仕組みを、きちんと提供している方法なのです。

したがって、何か意見を言うと、必ずそれが最終的に、ロジック・ツリーのどこかに自分の意見が反映されるわけです。そうすると、自分が非常にその問題に対して関わっているという意識も持てます。俗に言うシナジー効果というものです。それで、もっといい評価をしましょうなどということにもつながっていく。もう少し言うと、反対意見もうまく取り込んだような形で、全部それを1つの俎上に乗せて、ものを決めていく、という仕組みとしては非常に素晴らしく、NRCが好む手法であるというように言われたので、これは非常に私の印象に残っています。

それでアメリカは、特にハザードが重要になり得るようなところでは、全部こういうふうな評価をしているのです。あと、これの重要なところは、TIやTFIというファシリテーターがいるのです。NUPECの場合はある先生にやってもらいましたし、また、活断層評価で先ほど論文があがっていましたが、他の先生も評価をされています。テクニカルファシリテーターというのですが、彼はそのときファシリテーターをされていたのです。そういう人が1人入るだけで、非常に組織化された議論ができるということなのです。

議論を戦わせて白黒つけるという会議ではなくて、いろいろな意見を言い合う会議なのです。それで、自分の意見が、ほかの専門家とどこが違うのかというのを確認する、そこで終わりなのです。そういうふうなことを、いろいろやってみようというようなことでやっています。

NUPECで開発した手法は、我々も関わっていたのですが、アンケートをやって、いろいろな意見を出してもらいます。そのアンケート結果を持ち寄って、みんなでインタラクティブ・ディスカッションをやると。ディスカッションでものを何か決めるということではなくて、意見交換会として、先ほど言ったような形で意見交換をする。そういう会を何回かやるのです。その会を通してロジック・ツリーをつくっていく。

ロジック・ツリーの重みも、どのパラメーターがどれぐらい効くのかなんていうことも、感度解析もやりながら進めていきます。重みづけなんていうのは、ほとんど検証もできないし、あまり科学的ではないのです。完全にその人の主観になります。専門家の主観で、多数決みたいなことで決めたり、そんなことでウェイトづけをしているのです。それでも、割と専門家の方も考えていただいて、「自分は、この1つのパラメーターあるいは考え方に対して、非常に自信がないからウェイトを低くしておいてくれ」ということも言われたり、「いや、ここは結構自信があるのだ」など、そういう区別がうまくつけられた形で出てきます。

何よりも、ロジック・ツリーの素晴らしいところは、どこかに例があるといいですけども、計算は大変なのですが、非常に視覚的に見やすいというところです。したがって、議論も非常にしやすくなるというようなこともあります。そういうふうに意見を戦わせて何かやる。従来型の委員会や会議と違いまして、発言もきっちり組織化され、それから皆さんが一様に発言できるように、声の大きな人ばかりがしゃべっているといけませんので、そうならないようにするなど、それは全部TIがコントロールするのです。

それから、専門家を選ぶのが一番難しいのです。偉い先生を呼んできて、その弟子を呼んできて、とやりだすと、ものすごく偏ってしまいますので、そうならないように選ぶのですが、専門家の選定というところが、やはり一番難しいところです。しかし、今までの委員会形式のやり方よりは、ずっと進んだ議論ができて、それで議論したものは、全部議事メモを取って記録として残しておく、

というようなことをやります。それで、非常に透明性もあり、公開してもいいのではないかぐらいのところまでやっています。

原子力規制庁などもこのようなものを使うといいかなと私は思っていたのですけれども、評価法としては、非常に優れた方法ではないかなと考えています。

3. 3 日本での実践は可能か

土屋：今のお話の論文を拝読すると、最初のロジック・ツリーから議論をすることで、膨大にケースが増えたというふうにも書いてありましたが、それぞれの専門家が認識しているところが違うので、それを変えていく議論がされた。審議会でやるのとは少し違うということでした。すいません、残念ですが、また結果についてご意見をよろしくお願いします。米国の試みを紹介していただいた先生から何か一言。

E5：いや、もう参考資料が大変素晴らしいので、私は読み落としていたので勉強になります。ありがとうございます。

日本でこういうことが可能かどうかというのを考えるときに、やはり、なかなか人と違う意見を言い合う環境がないですね。それぞれ違うことを言ってもらって聞きましょう、という。さらに、日本でそういうことをやると、やはり何か1つの結論を選ぶような方向になるから、言うほうも身構えてしまう。

おっしゃるように、ロジック・ツリーに対する懐疑も、もちろんわかるのです。ロジック・ツリーというのは、例えば我々の知識、経験の不足によって結論が出せないといった問題に対する答えを、一応パラメーター化できるという部分です。これも少し意見が違うのだけれど、神戸のあと、なぜ予測図をつくったかという、相対的でもいいから答えを出したいのだと。そのためには、意見が一致しないからといって、パラメーターを提示しないということはある得ないのだ、という状況のときに、こういう方法を知って大変感銘を受けたというか。僕は非常にプラグマティックなので、それでやっていこうと思ってやってきました。

アメリカの身近な研究者たちも、例えば、ディアブロ・キャニオンの近くをやっている人たちがいるのですけれど、大変手間をかけて、こういう手続きをきちんとやって、ファシリテーターもよくやっているなという意識を僕は持っています。そういうわけで専門家の役割、このアメリカ方式、ロジック・ツリーに対して、僕はポジティブな意見を述べました。

土屋：はい。ありがとうございます。たぶん日本でもやろうと思えばやれるとは思いますが。

E3：私もこれ、方法論は非常にいいのではないかと思います。ただ、日本でやる時にどうするか。今の規制委員会もそうですけれど、誰を専門家として選ぶかという、そこに恣意的なものがあるような気がするのです。そこが問題で、今、この話もありましたけれども、なるべく幅広い、反対の人たちも取り込んで議論することによって、いいものにしていく方法は、非常にいいと思います。それを国が公開して意見をもらってというようなことをやるかということ、そういうところまでは、たぶん難しいのではないかな。そこをどういうふうにして仕組みをつくるかということが極めて重要な問題なのだろうと。

どこでもこれをやると、先ほどの耐震の標準の中でもあるのですけれども、その中に専門家を

集めて、エキスパートパネルをやってというのは全部書いてあるのです。特に自分たちがエキスパートパネルを選ぶときには、自分たちの仲間を選んでしまうというのは通常なので、そこをどうやって選ぶかということが非常に難しい課題はあるのではないかなというふうに私は思うのです。

方法論としては非常によく、アメリカの場合は、そういうふうに決めれば、非常に人を集めやすい国といますか、そういう社会でもあるのでいいのですけれども。しかし日本の場合には、つながりでついついそうになってしまうような気がするのです、そこをどう変えていくか。カバーする仕組みをつくらなくては行けないかなと、こういうのを決めていたときも思っていました。

土屋：そうですね。いろいろな事例を見ても、日本の事例はやはりどれについても、割と仲間内で、とりあえず委員会があったから、その委員で試しにやりましょうという感じなのです。本格的に、いろいろな人を集めて、というところまではやっていないのです。最終的にアメリカは、そういうのを抜本的にやった結果がここに来るのですが、日本では仲間内でしかやっていないから、今、多様な専門家、意見が異なる専門家を入れたときに本当にできるか、という検証は、なかなか日本では難しかったかなと思いました。

E3：そうですね。もう1つは、ファシリテーターというのは、きちんと教育と言いますか、学問があるくらいで、資格もあるのです。私は、そういうのをやったりもしましたけれど、ほとんどの人は、そういうのを受けていないではないかと思います。

やはりファシリテーションは、極めて重要な役割なのだと思いますが、そういう人たちを養成して、そういう議論をしていくということすら、なかなか社会で定着していないというふうに私は思うのです。ファシリテーターは、自分の意見を言わないのです。ここの専門家不適合の話、まさにそういうことで、きちんと書いてありますけれども。そういうことのないようにしないと行けないのがファシリテーターだということなのです。そこのところを、しっかりやる必要があるのではないかなとは思いますが。仕組みはアメリカからなんでも持ってくるのですけれども、日本の土壌に合った仕組みに変えていくということが極めて重要なことであると。

土屋：おっしゃる通りだとすごく思います。

E2：質問していいですか。これ、すごいと思うのですが、2点わからないところがあります。まず解任できるというのは、すごく素晴らしいことだと思いますが、解任するかどうかは誰が決めるのですか。

土屋：これはたぶん、私が読んだ限りにおいては、ハザード評価を実施しようと決めた組織が、まずプロセスを設計するのですけれど、そのときに、前からの経験を踏まえて、こんな人たちがいたら困るねというので、事前に決めておいたというふうにしてある。

E2：ルールではなくて、この人はルールにあわないから辞めさせたほうがいいのではないかという議論を、どこのレベルでやるのか。

土屋：それは、実際には解任されたのかどうかがよくわからないので。しかし、ここに一つ以上とあるので、一つでもあてはまれば駄目ということなのです。

E2：この解任を検討するというのは、どこのレベルでやるのかなと思ったのですが。

土屋：先ほど退席された先生がおっしゃったように、結構プロセスが長いのです。例えば、ユッカマウンテンなどは、2年間ぐらい延々とやっているのです、その間に、この人はずっと来ない、何もし

てこないなど、なかなか日程が合わなくて参加しないということになると検討するのではないでしょうか。

E2：それは、ほかのメンバーの総意でもって決めるという感じなのですかね。

土屋：私は、全然違うところで、市民のグループとやったときには、問題が起きたときに全員で決めてくださいというルールをつくりました。問題があった場合、勝手に事務局が決めるのではなく、メンバーで決めましょうというのはやったのです。米国の場合は、たぶん事務局側が状況を判断して決めるのだと思います。

E5：資料の 9 ページ。想像ですが、ユッカマウンテンの例で、プロジェクト管理組織というのがありますね。

土屋：そうですね。ステアリングコミッティみたいなのが、たぶんあるのだと思います。

E2：あともう一つ。ピアレビューのシステムは素晴らしいと思うのですが、論文だったら、エディターが全責任をもって、このピアレビューの言っていることがおかしいなど判断するのですよ。これは誰が判断するのですか。

土屋：ユッカマウンテンは、ピアレビューパネルをつくっていますね。

E2：ピアレビューパネルは、参加型ピアレビューと、その他以外のピアレビューがあり、これはパネルが全責任を負っているという感じなのですか。

それと、先ほどのロジック・ツリーの問題なのですが、少し私が危惧したのが、理科系の人間に話をすると、サイエンスは多数決でないなどよく言われるのですよ。しかし一方で、実行に移そうとする話と、やはりサイエンスの問題を切りわけて考えるべきであって、最大限のことをやらなくては行けないと考えたら、多数決というのは悪くないと思うのです。ただし、十分議論を尽くした上での多数決であるべきで、そういう意味では、今言ったようなプロセスで、非常に幅広い人たちの意見を聞いて、それからロジック・ツリーをやっていくというのは、私は素晴らしいと思います。ただ一方で、それが 100%というわけでもないことも、やはり認識しつつやるという覚悟は必要だろうと思うのです。

私がつくづく感じたのは、今回の地震の前に土木学会で、津波に対する専門家の意見を聞いて、それでロジック・ツリーを決めていきました。私も頼まれました。ものすごく膨大なアンケートでした。しかし、最初の段階でもうすでに、選択肢の中に M9 なんてないのです。そこから意見分布を出したとしても、M9 は出てこなかったのです。今回の地震の前に、こうやって専門家が集まって、例えば 2 年間、わんわん議論をしたとして、果たして M9 の可能性もあるという意見を述べた人が一人でもいたかということ、世界中で 1 人か 2 人ぐらいだと思うのです。

E5：だから、重みづけよりも、ブランチをつくるかどうかのほうが決定的に難しいと。

E2：そうなのです。そこをすごく慎重につくらなければいけないのだろうなということは、今回つくづく感じました。

E5：重みづけは、結局そんなに変わらない。

土屋：重みづけはそんなに難しくはないですね。

E5：難しくない。最終的な計算結果です。

3. 3 専門家の想像力

E3：日本の地震のロジック・ツリーの話聞いたところでは、いろいろなブランチを、すべてのブランチを採用して、とやっていましたよね。

E5：だけど、今おっしゃった、M9 というブランチがなかったという。

E3：そう。それは誰かアイデアを出さなければ仕方がない。アイデアが出てこないのは仕方がないですから。

土屋：できるかどうかわからないのですけれども、やはりメンバーで議論をしている内容を、参加型ピアレビューだと、途中の段階でそのブランチが十分かどうかというのを、関係ない人たちが議論をして出せば、あったかもしれません。可能性だけですが。

E5：それはスマトラがあっても、やはりスマトラみたいなことは東北では起こらないだろうと。この議論とは関係ないのだけれど。

E2：スマトラのあとに、どういう議論があったかという、東南海、南海から琉球海溝のほうにかけて、全部壊れて M9 を起こすかもしれないとおっしゃった方は何人かいらっしゃいました。パターンが非常に似ているのです。東北に関して積極的に発言された方を、私は知らないです。あと、世界中どこでも起こる可能性があるとおっしゃった方は、世界的にみれば 2~3 人いらっしゃいますけれども。

土屋：本当に難しいですね。ファシリテーターを頻繁にやっておられる方から何かないですか。

A1：最近、そういう都市計画などでシナリオみたいなものをつくることは多いのですけれど、合意をつくらうという方向でいくと、とんでもない、マグニチュード 9 みたいなことを言ったらおかしな人みたいに思われるのは嫌だから、どんどん言わなくなるわけです。やはりリスクという意味で、別の意味の言葉かもしれないですけど、そういう事象というのは、我々の認識の外にあるから対応できないことが起きるわけです。そういうのを逆に拾い出すための会議をもっとやりましょう、だから、変な意見をもっと集めましょう、という取り組みが結構最近多いのです。そういうのを専門家の間でやると、逆に言うと似非科学みたいなのが大量に集まってくる感じになるのです。

土屋：専門家が異論を言いすぎると、「あの人は、ちょっと専門能力が」などと言われかねなくなるといいたくないですか。

A1：怪しい科学になってしまうわけですね。あとは結局シナリオはそういうところもあるので、線引きが難しいですね。うさんくさい人なのか、やはりそれはあり得ることなのか。

E3：今の東北の問題で起きたときに、あの地震・津波で、一般の人たちが 2 万人死んだということは問題にならないのですか。要するに、あれくらいのことが起きるといえるのは、もうやむを得ないことなのだ、予測などする必要ない、というふうにはならないのか。原子力の場合は、もっと別の視点が本来はあったと私は思っているので、原子力の場合の話は別にして、そういうのは問題にならないのか。

E2：問題にならない？

E3：問題にならないというのは、要するにそういうロジック・ツリーがあったほうがよかったが、そういうのは非常に難しく、そういうものが来ることを考えなくてもいいのだと。要するに科学者が集まったときに、もっときちんと考えておかなければいけないということは入れておけばいい

かもしれないけれど、それを越えたことが来てしまった。それは、そのときに入れておいたほうがよかったという話には、ならなくていいのではないかなという気はするのです。要するに、ロジック・ツリーを、たくさんの人が言わなくても、1人がいったら入れておけばいいのか。いや今後のこと考えると、ほかの現象でも、そこまでロジック・ツリーに組み込んで、要するに発生確率が少ないことを組まなければいけないのかどうかという、そういうことは考えなくてはいけないかどうかということを考えるときに、そのときに世の中でいくと 10^8 ぐらいのところは必ずしも考えなくてもいいのではないか、というふうになりませんか。

E2：非常に低確率のところを、予め選択肢に入れるかどうかという話ですか。

E3：そういうことです。

E2：それは非常に難しい問題です。先ほど認知バイアスの話がありましたけれど、結局研究者も認知バイアスがあるわけです。僕らも、結構わかったようなつもりになっていたけれど、所詮100年のデータしかないわけです。今回の御嶽の問題にしろ、なまじ前回の噴火のことの知識があったから、少し邪魔したところもあったのではないかなと思うところもあるのです。

結局、我々が知っているのは、千に数回ぐらいの経験しかなくて、それを絶対視してしまっているところを、なまじ知識があるがゆえに専門家はやってしまう。それに対して、誰か非専門家の方から「本当にそれで大丈夫なのですか」と言っていただくということは、結構重要なかなと思いました。私も2011年の前だったら、割と頭ごなしに、「(M9の可能性は)いや、ないですよ」と返したと思うけれど、今だったら指摘してもらえれば、たぶん考えると思うのです。考えた上でどうするかは、そのときまた判断するだろうと思うのです。

先ほど2万人の話が出ましたけれど、あれでやはり一番大きいのは、少なくとも宮城県に関しては、内陸奥深く3キロまで津波が来るなんて思っていなかった。しかし、それは貞観のことをいろいろ調べていったら、そういうことがあったということがわかって、あと1年あれば、もう少し啓発活動が進んだはずだったのです。そこまでいっていたのですよね。M9までいかななくても、2011年の時点で、もう1年津波が遅ければ、地震が遅ければ、もう1回ロジック・ツリーをつくりだすときに、だいぶ変わっただろうと思うのです。その辺りは少し難しいところですけど。

E5：貞観に備えていれば、津波の死者は半分近くで済んでいた。だから、マグニチュード9だけの話ではないですね。

E3：そういうものは、要するにそれぞれの個人がどうリスクを見るかということに本来はつながっていくのではないかという気がするのです。御嶽山の問題にしても、気象庁が個人にリスクを負担させるということを、ほとんどしてないわけです。危ないときには入山禁止にする。しかし、前兆事象が少しあるときは、あなたのリスクで登りなさいと言え、それはいつ来るかわからないのだから、自分の責任で、登っていくか、もう登らないかと考えればいいだけです。一般論の話をすれば、そういうようなことを本来はすべきなのだろうと思うのですけれども。

原子力の場合は、どうして津波に対応していなかったかという別の問題もあるわけです。リスクを考えればもう少しできた可能性があるわけで、もっとロジカルにできたと思うのです。しかし一般論でこういう話をすると、やはりどこまでやるかが非常に難しい。あとからわかるけれども、前もって、というときにはどうか。前もって、という場合、2011年の前だったらどうだというと、そ

の判断は間違っているわけではないのではないか。たまたま 2011 年になったというわけで。

E2: 多少、反省を言うと、土木学会のやつは一応、過去既往最大プラスアルファまで考えていたのです。しかし、あれ (3.11 の地震) が起こった後で、今考えると、後づけの知恵でしかないですが、世界で起こった最大の地震プラスアルファぐらいまでは考えておくべきだったのかなど。ただし、そのときに、当時の専門家が意見をいくら戦わせても、意見分布を見たら、結果的にはほとんど確率ゼロに近い結果が出たと思います。しかし予め、やはりそういうことが議論の土俵に乗らないと、誰も考えなかったということがあると思うのです。結果的に同じことになったかもしれないのだけれど、3.11 前と後では、そこら辺は私は考え方が変わりました。

土屋: 先ほどの貞観の津波の痕跡が少し見つかっていたのと同じように、イギリスの BSE のときにも、若年層の BSE の患者が 10 人ぐらい見つかり始めていたという研究結果が、実はあった。それを無視したり、あるいは科学的な助言の文章をパーフェクトにきちんと読まずに、大丈夫というところだけ使って政策決定してしまったというような反省を踏まえて、英国のガイドラインは考えられています。

実はこれだけではなくて、社会とのコミュニケーションのやり方も変えましょうというのがイギリス政府の方針転換の大きなポイントです。それまでのイギリス政府のやり方というのは、素人の人たちは知識がないので、その人たちに知識を提供するというのが主流だったのが、やはり社会がどんなことを懸念しているのか、何を心配しているのかということも聞きながらという、双方向性をすごく高めたというのが、裏にもう 1 つ、イギリス政府の改善としてはありました。

やはり科学的助言のプロセスが、BSE のときは閉じられた中で行われ、そして、あるところだけが政策決定に使われてしまっているわけですが、それを反省したというやり方なのだと思います。これから原子力で言えば、政策決定ではなく、電力会社の経営判断というところになっていくのだと思います。

少し話を戻すと、この SSHAC のやり方というのは、非常にうまくいきそうだけれど、日本で本当にできるだろうかというのが、先生方の懸念の最たるもので、では、日本でどうしたらいいでしょうか。あるいは、これはそのままやらなくてもいいのですけれども、どんな改善をしていったら、少しでもリスクの問題をきちんと議論したり、不確実性を考慮するような方法を取り入れたり、あるいは多様な専門家を集めた議論ができたり、何でもいいのですけれども、こうすればというご意見はありますでしょうか。

3. 4 日本は官僚主導？

E1: 質問ですけど、専門家の選定基準は書いてあるけれど、選定方法は書いてないですよ。これはどうやっているのですか。

土屋: 選定方法ですか。すみません。たぶん、ユッカマウンテンの事例などを考えると、最初に中心になって活動する人たちを決めるのだと思うのです。それで、その人たちにピックアップしてもらっていくというような形だと思います。

E1: そのプロセスは、あまり日本と変わらないですか。

土屋: そうですね。

E3：あまり変わらないです。変わらないけれど、自分がファシリテーションをやるという意識を持つかどうかです。

E1：ファシリテーターではなくて、日本は議長や幹事長という名前ですか。

E3：ただ、日本の場合、ファシリテーションをやるという役割意識はないから。

E1：チェアマン？

E3：チェアマンしかない。だから、その人たちが決めるということは、日本の場合はやりません。すべて政府が決める。

土屋：裏で官僚が決めてしまう。

E3：全部決めます。自分でファシリテーションをやるときに、頭を決めると幅広くやらなければできない状態なわけですから、自分で選択する。それを公開して意見をもらうわけですから。

E1：日本では今、官僚はどうやって決めているのですか。

E3：いろいろあります（笑）。

E2：でも、特定の先生のご意見を乞うという感じでしょう。

E1：違いは、その特定の先生がファシリテーターという意識を持っているか持っていないかですか。

土屋：（チェアマンが）多様な専門家の意見を聞いて決めなくてはいけないと思っているかどうかと、自分が、役人が思っているプロセス通りに進めれば良いと思っているのか、それともきちんとこの人たちの意見をまとめなくてはいけないと思っているかという、自分の役割ではないですか。

E3：どちらかという日本の場合は、今は、ほとんど役人のほうの意志です。

土屋：日本は、そうですね。

E2：あと、もう一つ厄介なのは、その結論を何年後までに出すのかという。

E3：それは難しいですよ。地震の場合、議論も紛糾して10年かかりました。

E1：原子力安全委員会の専門委員などは結構、多様な意見をおっしゃる先生方が集まっていたと思います。必ずしも議長役の先生と仲のいい人ばかりではなかったと思います。

土屋：はい。私も議事録を読ませていただくと、あそこは結構、紛糾していました。

E5：しかし、最初の頃、僕は反対している人と同じ立場の意見。

E1：いろいろな意見の人がいらっしやいましたよね。

E5：東京電力には、今でも恨まれている。安全委員会は新指針以降、やはり専門家をそろえるという意味では、かなりよくなったと思います。

土屋：新指針というのは2006年？

E5：2006年、いわゆるバックチェックです。

土屋：やろうと思えばできる。

E1：だから、人は集まっていたけれど、出てくる結論がやはり、一個の判断になっていた。意見の幅や意見を相対化するというふうにはまとめていなかったかもしれないですね。

E5：そうだし、ある意味、やはり官僚主導があった。

土屋：やはり、官僚支配という感じですか。

E3：いえ、いえ。官かどうかは別だよ。

土屋：決定するという意味では。

E5：例えば先ほどの狂牛病の問題について、英国政府が反省して、こういう指針をつくったという動きは、日本にはたぶんないです。聞いたことないですよ。

E3：英国政府がつくった諮問委員会という仕組みを、同じように日本もつくろうと言ってはいるのです。

E5：けれど、やたら有識者会議が。

E3：それが有識者会議になっているところは、少し問題かもしれません。

E5：有識者は責任ありませんよという話になり。

土屋：BSE のあとは、なぜ間違っただ判断をしてしまったかという、かなり厳しい調査報告が出ています。それを踏まえて、たぶんこういうのが出ているのです。なぜ何を間違っただかという事故調査なり、教訓を学ぶようなプロセスが、本当にきちんと日本にあるかどうかという問題はああるかもしれないです。

E2：もう一つ、研究者がどのくらいこれに専念できるかという問題があります。

土屋：おっしゃる通りです。

E2：アメリカやイギリスはどうしているのですか。

土屋：このハザードの話ではないのですが、全米科学アカデミーなどは、そもそも全米科学アカデミーに関わっていることが名誉なことなので、自分の研究者としての生活に対してもプラスになるので、報酬なしで関わっているというふうに書いてあります。

E2：報酬はいいのですが、報告書も膨大ではないですか。

土屋：もう一つは研究者だけではなくて、やはり事務局スタッフがすごくて、そこに専門能力がある人たちがかなりいるというのは、日本では全然違うということだと思います。

E2：日本も地震火山の専門家がそういうところに雇用してくれれば、ポストク問題も解決されるのではと思います（笑）。

土屋：おっしゃる通りです。

E5：PG&E (Pacific Gas and Electric Company) だと、地震学ですごい有名な人がいるのです。アメリカの強震動のリーダーの 1 人が PG&E にいて、ロイド・クラブという活断層研究の神様がいて、そういう人たちが元締めになっている。例えば、メンバーでビオレディスはコンサルタントだしね。たぶんアメリカはコンサルタントとリタイアした人で、半分ぐらいだと思います。

土屋：SSHAC の委員長も地震動評価の第一人者で、自分の名前がついた会社の代表でした。

E5：IAEA など、半分はコンサルタントが動かしている。一方、日本ではそういうコンサルタントがないわけです。

E3：日本の場合、コンサルタントは成り立たない。アメリカはほとんどコンサルタントです。

3. 5 科学的助言が政策に反映されるために必要なこと

E5：そうでしょう。大学の先生が片手間でやるから十分できなくて、なんとなく名前貸しみたいなことになってしまう。

E2：今、文科省評価などだと、気象庁や国土地理院や、産総研の方々が文科省に出向に来られて事務局になってくださっているのですが、やはり、2 年ぐらいで変わっていかれてしまいます。

非常に優秀な方が来られたときは、わっと一気に進むのですけれど、そうではないときは進まない。事務局の能力にもものすごく左右されます。

土屋：環境が整っていないかもしれないという問題があるわけですね。

E3：アメリカの場合、NRCでも、委員には10人ぐらい必ずスタッフがいるわけですが、日本の場合、個人スタッフはゼロです。そこの違いによって、十分仕事ができない。そういうところをきちんとしないといけないと言われると思います。

土屋：確かに、情報まで自分が集めるとなったら大変なことです。そうすると、有識者会議をやっても、有識者会議の場に行っても思ったことを言って終わり、みたいなことになって、つくりあげていくというようなSSHACのようなプロセスは、非常に難しいという感じがします。

E2：やはり推本でも、月にいっぺん集まってわーと議論して、また次の月に集まってなどとやっていたら、全然進まないですね。活断層の評価も最初の頃は、皆さん意識高いから、集まるのはひと月にいっぺんだけれども、もうメールで山のような議論をして、ということをやっていたのですけれど、それだけやっていけばいいわけではないから体力が持たない。やはり、専任のスタッフがいかに真剣に議論するかというのが、非常に効くと思うのです。

土屋：専門家だけの問題ではなくて、その人たちの議論を支える基盤というのをつくらないと、こういうものはなかなかできないですね。

E2：専門の知識を持った事務局がものすごく強力でない、なかなか難しいかなと思うのと、あと先ほどいった解任というのはいいですね。

土屋：とてもアメリカ的だなというふうに思います。日本だと、なかなかどうしようと困ってしまいます。

E2：困ってしまう人が1人でもいると、もう議論が進まなくなってしまうのです。

土屋：でも、たぶん、ああいうのがあるということは、アメリカでもそういう人はいるのだと思うのです。別に、専門家のコミュニケーションが下手だったり、うまく議論ができなかったりというのは、日本とそんなに違いはないのだと思います。

E2：あと、先ほど出たように1つにまとめるのではなくて、意見の分布を見るのだと。そこから最後はロジック・ツリーでもって出していくのだというようなことが、最初に道筋が決まっていれば、かなり多様な意見というか人は集められると思うのです。どうしても1本にまとめようと思うと、最初からヘジテイトしてしまうのだけれど。

土屋：そうですね。あと、自分の説をどうしても通したいという思いもあるかもしれないです。勝ち負けの議論になってしまうと大変なのです。

E1：同じ仕組みをつくるのは適切ではないかもしれませんが。日本の文化にあった仕組みなら良いですよ。日本の場合は、専門学会に委託したらどうですか。

E2：無理。

一同：(笑)

E2：無理。よくわかりました。先に言ったように、意見の分布を出せというぐらいだったらできるかもしれない。

E1：では、委託内容自体が学会に合うような形で依頼されればできますか。

E2：結論を出せと言われたら、たぶん無理だけれど、学会内部で意見分布を出してくださいというぐらいだったら、できるかもしれないです。

E1：それでも一步前進ですよ。

土屋：逆に、専門家への問いかけは意見分布にしたほうがいいと書いてあったのは、(NRCの) 2011年の報告書なので、たぶん、1997年からいくつかやってきて、失敗した例もあるみたいなのです。どういう失敗だったのかは、あまり詳しくないのですけれども。やはり、自分の説をすごく主張するような事例もあったのだろうと想像します。個人の見解ではなくて、「あなたの意見はわかったけれど、あなたの所属している学会ではどのような意見でしょう」というふうに聞くと、何か話してくれて、「あなたの意見は学会の中のこちら側ですね、分布の端ですか、真ん中ですか」という議論になり、「ああ、そうですよ」という感じで進んでいったというような事例が少し書いてあったのです。たぶん、失敗をした結果なのだと思います。こうすればいろいろな専門家の議論が可能だという例だったようです。

E2：先ほどのものすごく印象的だったのが、やはり単なるアンケートではなくて、いろいろ議論していく中で一応極論は言うけれど、それは重みをすごく下げていいですよというのが出せるようなシステムにしておくのは、すごく重要だろうなと思いました。

土木学会のアンケートで、東北に関しては知っているけれど、川内はよくわからないから、よほど調べないと責任を持って書けないわけです。そんないい加減なことをアンケートで答えたら、それはノイズでしかなくなってしまうから、そこはもう僕は白紙で出しました。しかし今おっしゃるように、「ここは自信ないから下げてね」ということを言えれば、だいぶ違うと思うのです。

土屋：確か、アンケートの中に、自分の意見も書くけれど、その意見に対する確信度も答えてもらいたいなところがあったと思います。

E2：それはいいシステムだと思います。もっとも、それは真面目な人だったら、確信を下げてしまいますよね。思い込みが強い人ばかり、確信度が上がってしまったりする。

土屋：それなので、アンケートだけではなく、その結果を踏まえて、必ず意見も交換するというのが強調されていました。実はアンケートのような数学的な手法よりも、アメリカのガイドラインは、やはり意見交換をしないと駄目です、というのがきちんと書いてあります。数学的な手法よりも、そういう意見交換のほうを重視しなさいというふうに書いてあったのが、すごく印象的でした。

E2：そのときにファシリテーション能力がものすごく効きますよね。

土屋：そうですね。

E2：どうしたって、僕もついつい一方に引っ張って行きたくなるから。

土屋：「こっちなんじゃないかな」というふうに。

E2：そう。その誘惑に勝てる人は、なかなかいないと思います。

土屋：日本は、子どもの頃からこういう議論をしてやっていくというのが若干不慣れなので、どういふふうに議論をしていいのかということがわからない。

E2：若干どころか、全然、不慣れです。そういう教育を受けてない。

土屋：本当におっしゃる通りですね。

A6：日本の審議会も含め、政策決定に関わる専門家の役割ということで考えたときに、いくつか、

どういふところから着手したらいいかということで思うことがあるのです。1つは何人かもおっしゃっていた、官僚による人選の問題です。これに対しては、一番問題だと思うのは、偉い先生のご意見で決めたということが多いのですけれど、その理由の説明が全然ないということなのです。つまり、どうしてこの人を選んだのかということが明示されないということがありまして、それが1つ問題かなと思います。

もう1つは、例えば反対の意見を持っている専門家を、参考意見を述べてもらう人として招くことは結構多くなっているのです。傍聴している私なども、こういう意見をこの場で聞けるのはすごくいいことだと思うのです。しかし肝心要の、その人の意見を聞いたあとに、どういふふうにそれを自分たちで議論して、評価して、判断したのかという辺りのプロセスが、はっきり示されないのです。すなわち、参考意見は聞きましたけれども、あとは官僚がまとめて、偉い先生と相談して次の原案をつくりますからみたいになって、ほかの先生がきちんと反論しないということが、すごく多かったという経験があります。

それから、もう1つは非常に難しい問題なのですが、例えば、その審議会なりが結論を出して、政策が決まったとします。それが現実と合わなくて、例えば、その審議会に出した結論では予測し得なかったような危害が起こるとします。そうすると、科学者になんらかの責任が、本当はあるはずだと僕は思うのですが。その辺の審議会の結論が、「実はこれは、あのときの予想が甘かったです」みたいな釈明が、その後なされないという問題がありまして、ずるずるでいっているのです。

皆さん、専門家で忙しいからということがあるのでしょうけれど、私が一番気になるのは、審議会でああやってオープンにして、議事録も公開し、場合によってはネットでアップされて、議論が見られるわけです。ところが、その審議会のメンバーでないような専門家はごまんといはずなのに、そういうことを見て、コメントする人が極めて少ないということです。

素人の私たちが勉強して、あの先生の言っていることが本当かどうかというのをチェックするというのは、すごく労力がかかるわけです。ところが専門知識を持っている人だったら、「あの先生はおかしいことを言っているよ」みたいなことは、すぐに言えるはずなのに言わない。つまり、少なくとも省庁のほうには、そういう意見が専門家としてきちんと提示されていないということが、どうもあるような気がするのです。その点も含めて、日本の今の現状に即して変えるところから変えていくみたいな方向で考えてほしいなと思うのです。

土屋： どういふふうを選んだか説明がない、どういふ人を選んでいるかということも、審議会や委員会が始まった第1回目に、初めてわかることもあるわけです。全米アカデミーなどは、もちろんそういう感じなのだけれども、できれば事前にどういふ人を選ぶかというのを公開して意見も求めるし、時間がなくて始まってしまったけれど、そのあとでも、できるだけ早い段階でパブリックコメントをもらって、委員に追加する、変えるなどという意見をもらうという、少し説明責任に近くなるようなプロセスを入れているという話が、この資料に書いてありました。

専門家の判断が誤った場合どうするかは、地震関係は苦勞しておられるので、やはり一言、言っていた方がいいかもしれません。

3. 6 誰が責任をもつのか

E2：研究者がどこまで責任を取れるかという問題もあるのです。しかし誤ったときに、やはり、なぜ間違えたのかということの説明すべきだと思っています。それはいろいろなところでもやってきたし、地震調査研究推進本部事務局のほうも、一応、自己総括は出しているのです。

しかし、あのときにすごくショックだったのは、総括書を出して、プラスアルファで確率評価を、2年間出していなかったのですが、試しに今までと同じように評価を出したら、こうなりますよというのも付録で出したのです。そうしたら、メディアからの質問がそちら（付録）にばかりいって、推本がどういう総括を出したかということに一切質問がなくて、ニュースにもならなかったのです。あれが、ものすごく僕たち委員としてはショックで、なんだったのだろうなというところがありました。

あとは難しいところです。責任を取れるかということ、やはり責任は取れないところもあります。あともう一つ、よく理学屋さんのほうで議論になるのは、社会との関わり方です。理学屋は社会との関わりをあまり意識しすぎてしまうといけない、という意見があります。社会を意識すると、結果的に心理的にブレーキが働くこともありますから。逆に、理学屋は思い上がっているのではないか、という意見もあります。社会の人たちときちんと対話していきながら出すのだったらいいけれど、理学屋だけで議論をしていって、社会のことまで考えて評価するというのは思い上がりではないか、という批判をされたこともあります。逆に言うと、言いつばなしでいいのか、というのもあって難しいのですけれど。僕ができることはそれだけです。誤った場合、なぜ間違えたのかの説明責任はあるだろうと。

土屋：そういう意味で、ここに、「科学的助言にすべてを任せるのではない」というのがきちんと書いてあって、やはり、科学者から率直な意見をもらうために、責任を負わせるのではなくて、それを踏まえて政府がどういうふう意思決定をしたかというのを、きちんと責任を持って説明すべきだというのが、イギリスの場合です。

E3：イギリスでしょ。日本は科学的助言がほとんどないのです。そういう仕組みがないから。

土屋：逆に科学的助言がない（笑）。

E3：先ほどおっしゃった、みんなオープンになって反対意見を言えるはずなのです。パブリックコメントは今までも出している人もいます。しかし何の採用もなし、何もなしというのが基本的です。したがって、意見を採用されたのかどうかも非常に難しく、たくさんあってもほとんど無視というところなんです。

委員会の意見というよりも、委員会は単に諮問がほとんどです。政策を決めるのは政府なり役人なので、責任問題はどこにもないのではないかと思います。「決め手」というわけではなくて、回答を出しているだけです。あとは政策を決めているのでしょうけれど。専門家はもっと反対意見をたくさん言っているのです。今、断層問題はたくさんの方がおっしゃっていますが、全く無視という状態というのは、プロセスとしてそういうものがないから、言っているだけということになってしまう。

E2：パブリックコメントに関しては、地震予知、噴火予知の研究計画でも出していましたし、あと推本のほうでもパブリックコメントを出していたのですけれど、なぜか推本のほうが皆さんご存知ないようです。

E3：そうですね。知らない人が多い。

E2：推本の施策まで僕ら予知研究のほうの責任かのように、すごく厳しいご意見をいただいています。それでパブリックコメントが来たことに対するレスポンスもきちんと公開されています。パブリックコメントに対して、ごもっともだという場合には、それは計画の変更には、こういうふうには活かしましたと書いて、これに関してはこういう理由で採用できませんということも、きちんと一応返しています。そういうことまでやっていました。ただ、最終的にそれで納得していただけるかどうかは、また別問題なところがありますけれど、そのぐらいの努力はしています。

土屋：専門的な議論をしたものに対しての査読というか、ほかの専門家の意見をもらうプロセスがあるというのが、全然日本と違いますよね。パブリックコメントだと関心のある人しか見ないし、それがきちんと反映されるかどうか微妙なところがある。

E2：地震関係は基本的に、パブリックコメントに加え、関連学会に全部出すのです。関連学会の専門家としての意見も、もらっています。

土屋：では、ピアレビューをやってらっしゃるということですか。

E2：一応、二重の段階ですけど、パブリックコメントと同時にやっています。

土屋：では、地震はそういうふうにならできているのですね。

E2：ただし、学会も一枚岩ではないから、いわゆる学会長クラスの人たちの意見をもらう形になるのです。

A4：それは長期評価についてですか。何についてですか。

E2：推本の政策などは、そういう形でパブリックコメントを出すわけです。

E3：地震の場合は、かなりそういう意味で体制ができていますよね。政府の体制もそうですけれど。日本は地震国だからずいぶん。それが安全かどうかは別だと思いますけれど。先ほどの JST の CRDS (科学技術振興機構の研究開発戦略センター)。これも私は別のところでやっていますけれど、査読を受けるのです。面白いなと思ったのは、内部の査読と、外部の反対意見の人にも査読をもらうので、山のように意見をいただいて、それに答えるのが大変だというのはあるのです。そういう仕組みを取っているところもあるのです。政府もそういうものを使えば本当はいいのではないかと思うのですが、あまりそういうのはないのではないかと思います。

土屋：政策決定のところに、どんな情報を使ったかということについては、なんだかよくわからない感じですね。

E3：ええ。もう少しやってもいいような気がします。政府の無謬性といいますか、間違っていないのだということのために、基本的に決めた文書だから、決められる前の意見はいろいろですけど、批判を受けて、決めたあとに直すというのは非常に大変なことだというようなことがあるのだと思うのです。そこを変えない限り、なかなかこういう自由なものは難しいような気がします。

土屋：JST のやり方であれば、きちんと政策決定の妥当性を保証するのだから、頑張ってやったらなどというふうに。

E3：そう思います。

A1：それを書いている人をよく知っているのですけれども、結局、前提としてあるのが、イギリスは首席科学顧問のシステムがあって、各省に首席科学顧問みたいな人がいるわけです。アメリカも

省ごとにチーフサイエンティストみたいな人がいて、結局その人が取りまとめ役の総責任者で、そういうレビュー的な行為を行う。そのためにピアレビューみたいなことを行わないと責任を取れないので、彼がオーガナイズして、それを省に返すという仕組みがあって、それを日本でもつくらなければいけないよねという議論も、ここ3年くらいあるのです。

E3: もうやっていますよね。

土屋: できたのですか。

A1: いや、できていない。

E3: まだ、できていない。今やっているという。それは早くつくるべきだと私も思います。

土屋: 最初から100点満点はできないだろうから、できるところから少しずつやって、特に科学的知見が重要なところの省が頑張ってくれてくれるといいですけど。

E3: 経産省などはなかなか難しい気はします。

土屋: 経産省は違う理由で政策が決定されているという話で、ごまかされてしまいそうな気がします。

E5: 原子力に関しては今、何もない。

E3: 原子力委員会がもう少しきちんとやると本当はいいのですけれど、原子力委員会の力が弱くなっているから難しい。

E2: 規制庁にはそういう組織が。

E3: ない。

E2: 炉安審（原子炉安全審査会）もつくったけれど、まったく？。

E3: 全然役割が違っていると書いていますから。逆行しているのですけれどね。私はそう思います。

A1: アメリカには、ナショナル・アカデミー・オブ・サイエンスがあって、それに対応するのが一応、日本だと学術会議があるという話ですよ。その機能を学術会議が日本で果たすかどうか。

E3: 学術会議はものすごく大変です。

E5: 高レベル放射性廃棄物処分の答申を見ていただければ、判断しない、先送りの案です。

土屋: 学術会議とナショナル・アカデミーは、支えるスタッフの規模が全然違うという話もありました。

E3: 学術会議はスタッフがいませんからね。議論するのに何年もかかる。

E5: よく言うけれど、NSF（National Science Foundation）みたいに、分野ごとに専門家がきちんといた。NSFは日本学術振興会も兼ねていますけれど、日本はそれもない。

土屋: 改善の道筋や方法はありそうだけれど、そこに向かって動いているのか動いていないのかよくわからないという話が、今、出てきているような感じがします。

3. 7 科学的知見を社会に生かすには

E3: せっかくこういう提言ができていくわけだし、ほかにも今いろいろ提言があるのでしょけれども、そういうのは早くやったほうがいいのではないかと思います。

土屋: このプロジェクトの結果が、どこに向かって、どういうふうに効果的に出されるべきかという問題がありますよね。いつもそれで思い出すのは、最初にこの研究プロジェクトをやるときに、ジョイントファクトファインディング（共同事実確認）をアメリカでやっている人たちを呼んで議論

したとき、最初に「このプロジェクトのクライアントは誰？」と言われたことです。クライアントがいないのです。「クライアントがいなかったら、こういうことをやっても何にも反映できない」と言われて、それは、いまだに問題だし、こういういいことをやっても、やはりクライアントがいなくてどうしても難しい。こういうのを試しにやって終わりというのが、日本ではすごく繰り返されているなど、自分でやりながら思います。

E2: 耳が痛いです。推本の地震動予測マップも、クライアントは誰だといつも言われて。

A6: そこで、せっかく集まっていらっしゃるので一つお聞きしたいことがあります。防災に関しては自治体が進めますよね。そのときに、国はある種の指針を出し、例えば国土交通省だったら、河川に関して、こういうハザードの管理をするみたいな。しかし、最終的に住民の防災というのは各自治体が担っていますね。そうすると、その自治体で、こうこうこういうことが起こったらどう対応すべきかというのは、結構科学的な判断があると思うのですが、誰が保証しているのかなというのがあります。

つまり、自治体というのは、やらなければいけないことは見えているのに、どうやったらいいかが実は詰め切れないところが、すごく僕は多いように思うのです。そういうときに、いわゆる専門家といわれる方が入ってきて、例えば、こういう合理的な防災計画を立てましょう、それから、予測のこういう知見をいれましょうなど、そういう話し合いを本当はもっと自治体でなされるべきなのに、と思っているのです。しかし、どこを見ても結構それが抜けていて、せっかくいいハザードマップはできているのに、住民に全然伝わってなかったり、いったん起こったら、どう活用していいのかが全くわからなかったりということが、今回調べてみて、東京都のことで感じているのです。その辺がどうなっているのかなと。

E2: もともと各県ごとに、活断層の評価委員会が作られて、そこに専門家が集まってやっていたのです。それが今、神戸の地震以降、あまりにも県によってまちまちだからということもあって、日本に対する津波の評価も結構まちまちだからといって、国土交通省が音頭を取ってまとめてやったり、そういう形で、少しでも効率的にやろうとしているのでしょうけれども。

要するに自治体にしてみれば、自治体はお金もないし、専門家もないし、国がやってくればありがたいと思っている。しかし一方で、結果的に、あまりここで言っているのかわからないけれど、自治体のほうで考えなくなっているのではないかということ、非常に恐れています。だんだんイージーになってきている気がして。

A5: 自治体はコンサルタントに丸投げです。

E5: 中央防災会議が、例えば地震被害想定をやらさいと、そこまでは委員会をつくってやらせるのです。しかし、おそらく、その先をどうやって実装して、インプリメンテーションしていくかということは、ほとんどないのではないかという気がします。

土屋: 社会とのコミュニケーションもあまりきちんとできていないというのは、日本の問題です。だからこそリスクの問題が議論できないということなのかと。

E5: 推本はまだよくやっているほうかもしれない。

4. 次回フォーラムの進め方について

土屋：推本は、結構きちんやっているという話はいただいたので、では、原子力も負けずに頑張ってみようというふうに、まとめられるかどうかはわかりません。お約束した4時になってしまったので、次回のことを少しご相談したいと思います。

12月7日が、先生方が全員そろっていただける貴重な1日になりましたので、またここでやりたいと思っていますが、実は、専門家の中での議論は、今日を最後にしたいと思っています。今までクローズドで先生方にいろいろ議論をしていただいて、今日あまりうまくまとまっていないのですけれども、今日の議論をまとめて、結論は出なかったけれども、こういうふうな議論が行われたというのを出したいと思っています。

では、12月7日、何をやるのかということなのですが、そもそもこのプロジェクトでは、やはりリスクの問題は、社会と議論すべきだというのが最初の前提からありました。しかし、なかなか今の状況では、いきなり一般の人たちに向けてというのは難しいということもあります。地震関係のお話を聞いていると、いきなり一般の人が聞いてもわけがわからないというようなこともあって、少しは勉強をして知識があり、自分の問題として考えておられるであろう、原子力発電所の立地自治体の担当者を何人か呼びつけて議論していただくと思っています。立地自治体の方たちも有識者会議などいろいろやって、専門知識も多少あるのだけれども、有識者の先生に素朴な疑問を投げかける機会はありませんし、先生たちが議論しているけれど、いったいそれは何が問題で議論しているのかわからないし、というような問題もあると思うので、そういう素朴な疑問を先生方に投げかけてもらおうかなと思っています。

事前に自治体担当者から質問を集めますので、それについて先生方にお答えをご用意いただきたいと思っています。質疑応答だけでは単なるお勉強会になってしまうので、後半では、そういう複雑な問題について、自治体側としては、専門家にどんな関わりを持ってもらいたいと思っているのかというようなことについて、一緒に議論して、国の取り組みはこんなふうになっています、実態はコンサルタント任せではないですかという話も含めて、今日の議論を反映してみたいなと思っています。

私が単に知り合いがいるという話で、現在、複数の立地県にコンタクト中です。どんな人が来てくれるかわからないのですが、活断層や津波の話でもめているという地域にお願いしています。来てくれるかどうかわかりませんが、ある県の担当者は、「六本木一丁目（原子力規制庁）でやっているような議論は地域には関係ない。もっと本当に現場に来てきちんと考えてくれ」と言っていたので、そういうのを、ぜひ専門家の皆さんに、現場は何を困っているのかというのをぶつけてくださいとお願いしているところです。こんな会をやりたいと思うのですが、先生方、ご協力いただけるでしょうか、というのを確認して終了したいと思います。いかがでしょうか。

E1：事前に意見が出てくるのですか。それとも、その場でぶつけるのですか。

土屋：事前に質問はいただきます。基本的に、最初にお答えいただくものは全部もらっておいて、先生方をお願いしておくようにします。それから、もしかすると、直接質問がない場合は、関連して答えていただくというような形で考えています。

E1：事前でお願いします。心づもりがないと。

土屋：事前なら OK ということで、ご意見をいただきましたが、活断層関係で、いろいろもめると思っています。他の先生はいかがですか。

E5：立地県は立地県でいろいろ微妙な問題もあって、むしろ、今こういうことに興味があるのは、30 キロ圏に入って、防災対策、防災計画もつくらされてやっていますよね。その人たちは、非常に情報が少なくて戸惑っている。一部には、例えば函館市が大間反対というような動きもあるので、そういうところにも声をかけると、そういう人たちのほうが意見を言いやすかったりもするかもしれない。

E2：そうですね。それはそうですね。

土屋：結構基本的なところから説明しなければいけなかったり、範囲があまりにも広くなりすぎてしまったりと、若干、あと 1 か月足らずの間に調整するには、なかなか難しいかなと思いますが、非常に大事なところですね。

E5：そういう人たちとリスクコミュニケーションがきちんとできるかというのが、事業者や規制委員会にとっても重要だと思うので、少しご検討ください。

土屋：はい、検討してみます。県の担当者だけではなくて、市町村にも声をかけましょうという話をしているので、そのときに、まさに立地市町村ではなくて、周辺の人に声をかけていただいてもいいですというふうに、声をかけることはできるだろうと思います。

E3：その他の県はみえないのですか。

土屋：一応存知上げているので、他県も加えます。また活断層関係でいろいろ質問が来てしまうかもしれないですね。

A5：周辺の話で、基礎的な情報がないと言うけれども、京都と石川県は、それなりにやっているのではないのですか。基礎知識は持っていると思います。

土屋：わかりました。検討してみます。激論の場ではなく相互理解など、いろいろな不確実性をしっかり議論できるような場にしたいなとは思っているのですが。

E1：それこそファシリテーターが一番肝心ですね。

土屋：立ち往生したときには助っ人をよろしくお願いします。一応研究代表者の責任を持って（ファシリテーターを）やりたいと思っています。社会に開いていく 1 つのきっかけ、どれだけ困難かということ学ぶ場としても考えたいなと思っています。

すみません、今日は 10 分オーバーしてしまいました。しかも、まとめようという意図だったにも関わらず、話がまとまっていないので、私はどうしようかと今、非常に悩んでおります。後日、こんなふうにまとめたいというようなことで、ご意見をいただくかもしれませんが、よろしく願います。どうもありがとうございました。