

## 第4回専門家フォーラム

日時：平成26年7月5日（土）13時～16時30分

場所：東京大学農学部キャンパス ファカルティハウス セミナールーム

テーマ：**リスク論はどう使えるのか？**

### 内容

はじめに ～リスクをめぐるこれまでの議論の総括～ .....	2
話題提供1：原子力発電所の耐震設計 .....	4
1. 原子力発電所の耐震設計の変遷と不確実性.....	4
2. 2006年の耐震設計審査指針の改訂とその背景.....	9
3. 実用発電炉に係る新規制基準.....	10
4. 現行規制基準の課題.....	10
5. 前半（耐震設計）のまとめ.....	12
＜ディスカッション＞ .....	13
安全設計の目標と考え方.....	13
見直しはなぜ行われなかったのか.....	14
基準と要求性能.....	16
新たな知見の取り入れ方.....	17
安全裕度とは？.....	18
話題提供2：リスク概念の重要性.....	20
1. リスク概念とは.....	20
2. 残余のリスクと確率論的地震リスク評価.....	25
3. リスク論の実展開に関する課題.....	27
4. 後半（リスク論）のまとめ.....	29
＜ディスカッション＞ .....	29
安全裕度の評価方法について.....	29
決定論と確率論の役割と融合はできるのか.....	32
リスク評価の対象は？.....	33
総合討論.....	34
リスクで考えるとは？.....	34
安全目標の意味.....	36
リスクを評価し議論できない日本社会.....	38
誰がどのような場で議論すべきか.....	40
専門家と学会の役割.....	42
専門家間の議論を成立させるには.....	45
リスク論はどう使えるか.....	47
リスク論の理解と信頼性向上.....	49
専門家の条件.....	51

P：話題提供者    E：専門家フォーラムメンバー    A：プロジェクトメンバー

## はじめに ～リスクをめぐるこれまでの議論の総括～

土屋：時間になりましたので、始めたいと思います。今日は足元の悪い中お集まりいただきまして、ありがとうございます。しかも、今日は、専門家フォーラムメンバーとして加わっていただいている先生方が、初めて全員おそろいということなので、活発にご議論をいただければと思います。

後でご紹介しますが、今回はこのプロジェクトの中心課題であるリスクの話について話題提供をしていただいた後で、たっぷり時間を取ってありますので、議論させていただければと思います。全員で議論ができるように、後でレイアウトを変えてやりたいと思っています。

いつもご説明しているようにこの専門家フォーラムは、分野の異なる先生方の議論の場をつくるということで、やらせていただいています。特に先生方の中では、それぞれの分野でのわからないこと、わかっていることを、これまで3回にわたって、非常に率直に話していただいたことを、大変ありがたいと思っております。

今日は、いよいよリスク論の話を取り上げたいと思います。ここに書いてあるのは、私が理解している話なので、お話はまたしていただければと思います。リスク論はどう使えるのか。これは、使えないということも含めて、リスクの議論をしたいと思っていますので、リスク論で考えなければいけないという前提で、議論するのではないということです。

この後お話があるリスク概念というのは、結構、今までのリスクの話で、幅広いお話をしていただけのではないかと思います。

2月の第3回のときには、専門家の新しい知見をどうやって、いろいろな問題に適応させていくのかという話で終わったかと思うのです。最初の話提供では、耐震審査指針に、どういうふう新しい知見を入れ、少しずつではありながらも改良されていったかというようなお話を中心にしていただけたとうかがっております。それを踏まえて、不確実なところや問題に対して、どう私たちは対処していったらいいのかという議論をしたいと思っています。

「論点例」と書いてありますが、これは皆さんとの議論の中でつくっていくものです。やはりどういうふう不確実性を認識するか。どう扱うか。その不確実な中で、リスクの概念をどう使うか。そのときに専門家の皆さんが、どんな役割を果たすことができるのだろうか。このような論点があるのかなと思って、書いてあります。これは例として、見ていただければと思います。

大変遅れているのですが、今、議事録を作成してまして、その中でリスクについて、今までいろいろな議論が行われてきたかというのを見てきました。本当は、リスクという言葉ではなくても、リスクに関わる議論をしておられるところがあるのですけれども、時間の節約をしまして、リスクや不確実性などのキーワードだけで、拾っています。

第1回の専門家フォーラムでは、原子力発電所の地震リスク評価とは「炉心損傷に至る確率を評価することでした」というご説明があり、その後、地盤の評価、変位の評価という非常に不確かさがあるわけですが、ほかの不確かさが大きい課題についても、安全側の条件設定をすれば、確率論を活用するか、あるいは、それでも超えてしまう問題に対して、危機に対する体制というものをつくっていく。確率論をやって、それで終わりということではなく、さらにこういったものについても、対応しなければいけないのではないかなというお話がありました。

ある意味、「リスク」はコミュニケーションのツールだというようなお話もあったのですが、一番活発にリスクについて話していただいたのは、第2回だったのかなあとと思います。そもそも断層の認定について、「あるか、ないか」という話だけではなく、それがどのぐらい危険性を持っているのかとか、その評価はどのぐらい確実なのかというような、もう少し幅広いもので指標を出すことはできないのかとか、逆に、地震の発生はこのぐらいの確率というのは非常に難しく、むしろ、どのぐらいの確率だったら社会は許容できるのかを示してもらわないと何もできない、という話であるとか、あるいは、確率を出せるまでのデータや情報はかなり少ない、あるいは、専門家の意見がばらばらなので、ロジックツリーを使って考えることもあるのではないかと、いろいろな議論が行われています。後につながると思うのですが、原子力のリスクといったときに、そのメリットに関わるようなエネルギー源としての位置づけという議論もあるのではないかと。トータルでものごとを考えて、特定のことに社会的な資源を割かないようにする、そういうふうにするということも必要ではないかと。

一方、社会の判断方法というのは、確率やリスク論だけではないのではないかとという話も出てきました。そもそも、不確実性が大きいものを評価できるのか。これは、後のリスク概論のところにも関わってくるのかもしれませんが、リスクをどう表現していくのか。いろいろな表現の仕方があります。社会とコミュニケーションをするというときに、確率を理解するというのは難しいので、そのあたりのハードルもあるという議論もありました。

3回目のフォーラムでも、2回目ほどではありませんが、リスクの話が出ております。3回目は、結構、専門的な知識をどう扱うかというものが中心だったのですが、その中でも出てきたのは、「残余のリスクを評価して、安全を高めよう」という話があったのが、どこへ消えてしまったのだろうということであるとか、地震についてはリスク評価がある程度できても、津波のリスク評価は非常に難しいのではないかと、あるいは、むしろ炉心損傷ではなくて、そこから出てきた放射性物質の放出によるリスクというところを評価するのが難しいのではないかと、リスクの評価だけではなく、その評価をどう使っていくかという意味で、経営判断につながっていかなければいけないという問題だとか、関与しているさまざまな人々が、どういうふうにリスクを理解しているかというのを、それぞれのいろいろな理解の程度を一致させなければいけないのかどうなのかという問題も絡んでいるのではないかと、という意見も出ています。

最後には、リスクの評価をするだけではなく、何のためにやっているかということ、やはり安全性を向上させるためなのではないかと、まさに、その通りなのですが、それをつなぐ仕組みというのが、まだ不十分なのではないかというところで、そういう議論が行われております。これはご参考までで、こういう話で終わらせようと思っているわけではなく、むしろ、今日は他の論点にもどんどん広げていただいて構わないなと思っています。

ちなみに、私は、日本リスク研究学会というところに所属しているので、学会標準ではないのですが、どういうふうにリスクを定義しているのかというのを、簡単にご紹介したいと思います。というのは、2回目か3回目のときに、「リスクとって、ハザードやダメージを意味している人がいますね」というふうな話もあったので、リスクの定義としては、「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」なので、必ずしもかけ算など、何か特定の関数形ということとは言っ

ていません。しかし、可能性ですから、単に結果だけではないということです。

リスクのそもそもの語源には、「勇気を持って、試みる」とか、「チャレンジする」というような意味合いがありまして、そういう意味では、人間が関わって、なんらかのメリットがないと、リスクとはあまり言いません。たとえば無人島を津波が襲っても、それを津波のリスクとは言わない。そこには人がいないからです。むしろ、人が住んでいるところ、つまり、住むことでメリットがあるところを津波が襲うというところで、津波のリスクの問題になるわけです。

もう1つ、かけ算で書こうが、関数形で書こうが、確率や被害の重大性というものが重要な要素です。問題は、被害を何にするか。つまり、誰の、何のリスクを考えるかということです。たとえば、専門家の評価は、「人間にとって一番大きな被害は、死ぬことである」ということで、死に至る確率に注目するわけです。しかし、普通の人は、生活が不便だということや、害にならないけれども、アレルギーになってしまうというようなことも、被害は被害なのです。被害を何にするかというのは、結構難しい問題がありますし、重大性というものであるとか、それこそ確率を予測できるのかというような問題もはらんできます。

これまで原子力発電所のリスクといわれているものには、何等かの要因で機器の不具合が発生して過酷事故に至る確率に、そこから出てきた放射性物質によって人が死ぬ確率、あるいは、がんになる確率というようなことをかけ合わせていったわけです。自然災害で一気にいろいろなものが壊れてしまうとか、広域避難や長期避難による被害というものは、あまり考えてきませんでした。

化学物質のリスクは、また別な定義になっています。実はリスクといっている、いろいろな言があって、学問分野を越えて、一体何を言っているのかわからないと言われますので、そのあたりを少し整理しながら、後半の議論はしていきたいと思います。

さて、私が、あまり長々としゃべるのではなく、今日の話提供をお願いしたいと思います。

## 話題提供 1：原子力発電所の耐震設計

**P**：それでは、私も少し思っているところがありまして、実は2部構成になっております。前半が、原子力の耐震設計の歴史のお話です。後半は、リスクの入口的な話であったり、リスク学の不確実性などという観点から、少し私が考えているところをいくつか紹介したいと思います。

### 1. 原子力発電所の耐震設計の変遷と不確実性

#### ①原子力炉施設の旧耐震設計規準

原子力の耐震設計というのは、特別なことでやっているわけではなくて、実は、いろいろな一般の、非原子力の耐震技術というものが周りにあって、それをベースにして建築物の設計だとか、そういうものを延長して、原子炉施設の耐震設計はつくられているわけです。

1981年に発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針と言っているものができるけれども、実はすでにこの前に、一般の構造物の耐震設計というのは、1960年代からずっと進んできた背景があります。その延長線上に原子力の施設もあるということです。

したがって、一般の構造物のいろいろな知見が、ここに反映されて集結されているということなことです。よって、原子力だけで特別につくったというわけではないということです。1980年代の耐震審査指針は、実は長いこと使われてきたという話です。スライドに書いてある通り一般の構造物の規基準、指針類がベースになっています。

## ②旧耐震設計(1981)の方針

耐震設計が原子力で一番重要だといわれたのはなぜかという、原子力プラントというものが海外から輸入されたものだからです。そうしますと、基本的に内的事象による事故の問題については、周りの環境に依存せずに、その国の条件によらずに、同じように同じものをつくれれば同じだけの安全性が得られるはずなのです。

ところが地震に関しては、これは各国で違いますので、日本に輸入するときには、やはり地震、耐震問題というものが、最重要課題であったということがいろいろなことに書かれているわけです。したがって、相当慎重に準備をしてつくった。それから、一般の構造物よりは、ものすごく安全にしておかなければいけないという強い認識がありました。

1981年の指針のところを見ていただきたいのですが、これを説明されているのが、大崎順彦、渡部丹先生監修の『原子炉施設の耐震設計』（1986）と少し分厚い本があるのですが、大変よいものでいろいろなことがまとめられているのです。この耐震設計の冒頭に渡部先生が書かれたものなのですが、非常に重大なことが書かれております。これを見つけて「あっ」と思ったのです。ここに書いてありますが、「安全とは崩壊しないこと」とありますが、「絶対安全というもの、そもそもつukれないのだ」ということをはっきり言い切っているわけです。したがって、ある程度の危険率を容認しながら設計しなければいけないということが書かれているのです。これは、極めて重要なところ。指針をつくった、この2人は、耐震設計ではパイオニアだというような方なのですが、こういうことをまず最初に掲げている。

それから、非常に重要なところは、少し読ませていただきますと、「原子炉施設を設計し建設するという行為は、安全性に関する理論がパーフェクトに確立したから行うのではなく、必要だから行なうわけである」ということが書いてあるわけです。「現時点では最先端の知見を使って、十分に安全な設計と建設は実際行われている」というようなことが書かれている。

こんなにびしっと書かれている文章というのは、初めてなのですが、つまり、社会のニーズとして耐震設計をやっているのです、ということなのです。安全の理論は完璧ではないということは、最初から言っているわけです。したがって、わからないこともいっぱいある。我々は、絶えずR&D (Research and Development) をやり、安全性の向上を絶えず努力をしてやっていかなければいけない、ということを行っているのです。

この大崎順彦先生は、東大の先生ですが、この耐震設計審査指針の策定に関わられた中心的人物です。あとでも少し紹介します。大崎先生は、1981年に指針を何人かの先生方と一緒にまとめられたわけです。彼が1981年から1982年ぐらいに、60歳になりますので、東大を定年退官されまして、清水建設の副社長になられたのです。そのとき、私も清水にいたので、大崎先生に話を聞いたら、大崎先生がなんと言われたかという、「あの指針は、すぐに改訂の準備に取りかかれ」と、こうい

うことを言われました。つまり、一応決めたのだけれども、やはり変えていかないといけないのだ、まだまだ不十分なところもあるのだ、というようなことをずっと言われました。今でも非常に覚えているのです。それだけ、彼らものすごく、あるところで決断をしたのだけれども、絶えずそれはメンテナンスをし、見直さなければいけないということと言われたのです。設計法というものは、一度決めたら終わりではなくて、絶えず進化していくものである。そういう努力をしなければいけないということだったのですね。

### ③原子力施設の安全確保のための基本的考え方

ここは教科書的ですが、原子炉施設の安全確保ということで、この3つの機能（止める、冷やす、閉じ込める）をまず押さえないといけない。耐震設計の目的というの、「大地震に遭遇した場合にも一般公衆及び従業者等に過度の放射線被ばくを与えないようにする」「修理が困難な部分及び破損した場合に公衆の安全を損なう部分に対しては十分な強度と信頼性を保有させる」こういうふうなことを達成させるためにやるということが、はっきり書かれている。したがって、ある意味性能にもとづいた設計というようなことになるわけです。

### ④旧審査指針(1981)に導入された概念

これは少し工学的な話なのですが、1981年に導入された概念は、非常に重要な概念で4つあります。この当時もうすでに超高層ビルが建っているのです。たしか1970年ぐらいですね、霞が関ビルができたのが。たぶんそれぐらいだと思うのですが、あの霞が関ビルができた頃というのは、まだ電子計算機というすごいものが発達していなくて、手回し計算機というものがあつたらしく、あまりよく知らないのですが、何回か回すと掛け算ができるというものがあつたらしいのです。それで、動的な解析をしたということなのです。まだそんな世界なのですが、それで、ああいうものが今でも建っていて大変すばらしいのです。やはり日本の耐震技術だけが、ものすごく進んでいたということなのです。

その考えを、当然、原子力に反映させながら耐震設計がなされたわけです。重要なことは、建物に入る入力をどういうふうにするかが、ものすごく難しいわけです。ここで設計の基準にする、S1、S2という2つの概念の地震動をつくったということが第1に重要な概念で、非常に画期的な考え方でした。それから、この基準地震動のS1、S2ですが、設計用最強地震、設計用限界地震と呼んでいて、どちらが大きいのかよくわかりにくいですが、限界地震の方が大きいのですが、地震を2つに分けて、それぞれに応じた地震動、揺れを計算するのだというようなことでできたのです。これは、非常にすばらしいと思っています。

これも後で言いますが、新しい2006年の指針になると、そんなものは2つもつくれません、最強も限界も区別できませんということで、一本になってしまいました。それが、私はどうも今でも少し不満なのですが、

それから解放基盤という概念が2つ目のものです。これは、後でも言いますが、どこの敷地地盤でも対応できるような形で、できるだけ硬い地盤で地震のレベルを決めましょうという話です。

それから耐震重要度分類という概念です。これも後で少し言いますが、同じ建物の中でも、放射線に関わるような非常に重要な部位というのがあるわけです。そこは心臓部みたいなところですけれども、そういうところは、より入力を大きく、荷重を大きくして、より厳しい設計をしましょうというような考え方で、重要度分類というのを導入したというのは、画期的なことです。これも考えたら1つの建物の中でもものすごく重要なところと、重要でないところがもちろんあるわけです。重要なところは徹底的に厳しくやりましょうと。1つの建物の中で考える地震力も違って来る。これを、耐震設計を知らない最近の人たちは、原子力だったら、全部一番高いレベルにすべきだと言う人もいまして、それは全く工学のことをわかっていない人の発言だなあと思っています。

もう1つは、先ほどの地震力を決めるのは、非常に自然に対して謙虚な気持ちというのですか、今まで一般構造物というのは、こういう揺れというのを静的な力に置き直して、静的な力で設計力を決めていました。先ほども言いましたように地震波の評価もされていきますので、地震波の評価と静的に決めた力、その大きいほうで設計しましょうということを決めたのです。まさに多様な考え方、今までかなり伝統的にOKと思っていた考え方に、もちろん基づくのだけれども、さらに新しい考え方も使って、工学の考え方で、原子力構造物の設計をしましょうというようなことをしているわけです。

つまり、我々の理論というのは必ずしも完璧ではないので、いろいろな考え方を包括して、抜けないようにしましょうと考え方ということだと思います。

## ⑤設計用基準地震動 S1、S2

これが設計用基準地震動です。先ほどのように、地震そのものを何種類かに分けて、過去の地震、活断層の情報、地震地体構造、さらに今よく問題になっているのが、前に紹介された直下地震の話です。もしかしたら、地震はどこに起きるのかわかりませんということで、ある一定の大きさの地震を建物の真下に仮想的に置いて、これが起きるとして建物の耐震設計をしましょう。安全・余裕確保の観点から、つまり不確実さもたくさんあるでしょうから、そういうものを根拠に置いて地震を考えましょう。そういうことで、地震を2種類に分けて、最終的に2つのレベルの地震波を想定するということです。

## ⑥設計用標準スペクトル

さらにまたこれが大変すばらしいのですが、通称大崎スペクトルというものがあります。これは大崎先生の名前です。設計用標準スペクトルというものを、大崎先生が提案した。これはどういうことかという、「地震動及び地震地体構造に関する資料が十分でない等の理由によって、決定が困難か不可能な場合は、以下の標準スペクトルによる方法を参照できる」と書いてあるのです。これは大変うまい方法です。うまいというか、非常に画期的な方法で、波そのものをつくるのは大変ですが、こういうふうな応答スペクトルというもので地震力の特性を与えるスペクトルを提示しましょうと。これは、どういうふうになっているかという、地震のマグニチュードとその地震とサイトがどれくらい離れているか。そんなところでパラメータにして決めましょうということで、ほとんどのプラントがこの標準スペクトルに基づいて地震波がつくられています。資料がきつと不十

分だというふうに考えたのか、あるいはこちらの方が楽なのか、ということで、ほとんどのプラントが標準スペクトルに基づいて地震波をつかって、それで耐震設計していくということです。

### ⑦原子炉施設における耐震重要度と要求性能

耐震重要度の話がこれです。先ほども言いましたように、放射性物質が外へ出る・出ないということに関して、非常に重要な部位とそうではない部位というふうに分けて、それぞれに対して設計の地震動を決めましょうというようなことを考えています。それから先ほども言いましたように、動的な波で設計するところと、静的な力をかけて設計をするところがあって、静的なものというのは、一般建造物の3倍の荷重にして設計しましょう、となっています。ここが非常にうまいというか、わかりやすいやり方なのですけれども、一般建造物の3倍の強さでつくるのだというふうなことが、ここではっきり書かれているわけです。

つまり、一般の建造物の耐震設計との連続性、延長線上に原子力プラントの設計があって、その3倍の力で耐えるようになっている。さらに、またうまい言い方がこれです。こういう荷重がきたときに、どれくらいのクライテリア、許容値を満足すべきかということが書かれています。「終局耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していること」。この書き方が非常にうまくて、どういうことかということ、建造物の終局耐力、終局状態がどれぐらいになっていて、そこからある余裕を見て、その手前のところで、ある余裕を見た許容値で設計しなさいといわれています。つまり、終局耐力を知らないと設計ができないということなのです。ああいう複雑な連続体の建造物の終局耐力をどういうふうに求めるのか、わからないですよ。いろいろなことの研究開発をしないといけない、実験をしないといけない。そういうもので終局状態を見越して、そこからいくらかの余裕を見て、その値で設計しなさいと書かれています。したがって、数値で書いていないところが、またうまくて、「絶えず R&D をやりなさい」ということがはっきり書かれています。そこは非常にうまい基準の書き方ではないかと思います。

終局状態を把握し、裕度をどう確保するのか、裕度をどう見るかということディスカッションしないとイケないというので、基準が作られているのではないかと思います。

あと、性能表現との関係でいいますと、ここに書いてありますように、「放射能漏れをしない」。それから「プラントは損傷しない」、「一般よりも3倍の安全性がある」。こういう言い方をして原子力の安全性というものを確保していきたいということで、非常にわかりやすいコンセプトで耐震設計はつくられているということです。

### ⑧日本国内原子力発電所の耐震設計はほとんど1981年指針に準拠

これは、今ある原子力プラントがいつつくられて、いつ運転を開始して、その電気出力がどうかということを示していますが、実は、ここにあるプラントのほとんどは、先ほどの1981年の耐震設計審査指針でつくられているということなのです。

つまり、どういうことかということ、あの指針は非常に使いやすかった。それから、社会のニーズということもあるのですけれども、ほとんどの原子力プラントはあの指針に基づいてつくられているということなのです。2006年に指針が改訂されましたけれども、それ以降ほとんどつくられてい

なくて、新しい指針で、ただ古いプラントはどうであったかというのを、チェックされているということになります。

## 2. 2006年の耐震設計審査指針の改訂とその背景

### ①耐震設計審査指針の改訂の背景

2006年に耐震設計審査指針が改訂されたのですが、ここで一番言いたいところは、その前の指針は1981年につくられ、20年間基本的に何も変わってこなかったということなのです。幸いというか、あまり大きな地震がなかったと言われるとそんなことはなくて、神戸の地震が1995年です。あれでものすごく我々としては洗礼を受けました。ただし、原子力プラントはあれでも大丈夫だというような話で終わりましたけれども、ああいうふうなことはあった。

それから20年の間に、研究がものすごく進んできているわけで、そういうものを反映したら、大崎先生が最初に言われたように、やはり基準の見直しをしなければいけないのだというようなことが相当あったかと思うのです。ところが、やはり使いやすいものですから、どんどん使っていて、あまり改訂するインセンティブが働かなかったというような面もあった。

あと、結構、大きな地震動も観測されているのです。大した被害はなかったのですが、こういうこともあるので、最新知見を入れなければいけないということ、それからこういう事実もあるということで、説明責任上も含めて、やはり改訂しなければいけないということになりました。

### ②改訂の主要点

改訂の主要点を、いくつかここに書いていますけれども、重要なところだけ言います。「残余のリスク」というものをきちんと評価をして、それをできるだけ下げるような努力をするということが、努力目標的に記述されています。不確定性という言葉がここで初めてでてきたのではないのでしょうか。不確定性、不確実さというのを考慮に入れましょう、それから残余のリスクの考え方を導入しましょう、不確かさを考えましょうということになります。それから地震のレベルは2レベルから1レベルです。この1レベルに何を、どういう性能を確保するのかということが、「施設の安全機能が重大な影響を受ける恐れがないこと」とはっきり書かれました。安全というのは書かれているけれども、前の指針から比べると少しぼやけたような性能要求になっているのではないかと思います。

それから重要なところは、今まで地震の揺れだけの評価をやっていたのだけれども、それだけでは駄目です。日本は、原子力プラントの背後には山や斜面になっています。地震時の斜面の安定というのは極めて重要なわけで、斜面が壊れてきて、それで建物に悪さをするというようなことも出てくるのだろう。あと、本当にひと言、「津波によっても」という記述が入っているのです。2006年です。つまり、地震に付随する現象として、斜面の安定性の問題、津波のことも考えなさいよということが書かれました。

これは2006年です。それから、いろいろ津波の検討もだいぶ3.11まで問題にされて、検討されたようですが、とにかくこういうものが入ってきました。地震随伴事象に関する要求というものを追加されたというのは、新しいところです。

それから、「確率論的安全評価の安全規制の導入を今後の課題とした」、というふうに書かれているので、今後の課題としたということは、ここに含まれていませんという意味で、いつやるのだというようなことです。議論はしたけれども、入れていませんよというふうなことが書かれています。言い訳を書くなというふうには言いたいんだけど。

### 3. 実用発電炉に係る新規制基準

#### ①福島事故の教訓

耐震設計審査指針は、先ほどの2006年のものですがけれども20年間あまり何も変わってなくて、改訂されたのは先ほどの大きなところだけです。基本はあまり変わっていない。

福島事故の後でいろいろなことが、だいぶ変わってきたと思います。これは、規制庁の資料から持ってきたものですがけれども、福島事故の教訓というふうに書かれています。これは教訓ではないです。ただ事実を書いてあるだけです。これをよく教訓と書くなあと思うのですがけれども。事実はこの辺でいろいろ紹介されています。

#### ②従来の基準と新基準との比較

考える要因が、実はこんなに増えてきて、火災も入っているし、火山、竜巻も入っているということで、考えなければいけないことが、ものすごく増えてきます。こういうふうになっています。今、現場の人たちは大変苦労して、火山の評価や火災の評価など、いろいろやっているというような状況です。

#### ③新規制基準の基本的考え方

それから新規制基準の基本的な考え方として、これは重要なことです。深層防護は以前紹介いただいたと思います。共通要因の話、それから基準が必要な「性能」を規定するだけみたいに書いてあるのですがけれども、あまり正しくないと思うのです。性能要求どころか、なんかもすごい「仕様」というある規定が決まっていて、それを満足しないと駄目。性能がたとえあっても駄目みたいな、そんな実際の運用になっていることもありますので、そのあたりは少し考えなければいけないかと思います。

### 4. 現行規制基準の課題

#### ①原子力施設の現行耐震設計の課題

それで、現行規制基準の課題ということで、少し私なりに考えてきたところですが、1つは、要求性能に合う形で、設計荷重も決まるべきなのです。それは、従来の1981年の指針の考え方です。どういう性能にするかによって、考えなければいけない地震動というのが、いくつかあるでしょうというのが、まず1つ。

それから、基準地震動を変えたから安全性が高まるかというのと、そうではなくて、安全性という

のはトータルでものを見てやらないといけないということがあると思うのです。トータルというのは、荷重だけ見ては駄目です。建物、機器の側も見なければならぬしということで、全体で見ないといけないです。

それからリスクの概念は入っていない。

それから、いつも海外の人に指摘されるのですけれども、「日本は安全目標がない基準ですよ」と言われます。一体どこを目標にして、どれぐらいの安全性を確保すればいいのかというのがはっきり書かれていなくて、それで、「これでは駄目だ、これよりもっと対策をしなければいけない」と、こういうふうなことを言われているのです。外国の人はいつも言います。目標がない中では一体どこまでやっていいかというところが、よくわからないと。

数字で例えると1と2だったら、2のほうが大きいに決まっているわけで、2はいいよと誰でもいえるのですけれども、2でいいのか、いくつがいいのかという、何か目標値、あるいは目安値がないと、本当に話にならないのだけれども、それが無いというところが大きな問題だと思います。それから原子炉建屋だけでなく、原子力発電所全体をとらえるということが重要です。これは、福島事故の教訓ということになると思います。

あと、私が主張したいのは、決定論でものは決まっているのだけれども、決定論だけでは不十分だと思います。いろいろな安全確保の考え方で、多面的に安全確保をするというのが、今できる一番のことかと思えます。深層防護と似ていますが、多視点的防護。新しくつくった言葉ですけれども、いろいろな考え方で防護するといいと思えます。

それから福島事故の教訓をどう考えるかということは、また重要です。

## ②設計規範（条件）

これも重要な話なのですが、設計条件というのは、実はこういう普遍的な科学としての部分と、そこに意思決定、判断の部分があるということなのです。これを一緒くたにして議論すると、理学の先生には、この意思決定の部分をお願いしているわけではなくて、ここ（科学としての普遍的部分）の部分から先生から聞きたいのに、ここ（工学的意思決定）まで入り込んでものごとを決めようとしている先生もいらっしゃる。それは間違いでしょう。もう少し言うと、工学者が、もっとどれぐらいの安全がほしいのだというようなことで、ものを決めるということをやらないといけない。

これは、班目先生流に言うと、割り切りという言葉らしいのだけれども、工学領域の割り切り。割り切りというのは、ものを決めるということでもあり、線引きをするということでもあると思いますが、そこを、きちんとやらないといけない。事実の部分は事実の部分、そうではない部分（判断や選択の部分）とはっきり区別して、議論をすることが重要です。

## ③構造物の被害原因とその対策

これは、また全然違うところからもってきた資料ですけれども、福島事故が本当に総括されているのかというと、まだ十分されていないことがたくさんあります。慎重派の方から福島事故が総括されていないときに、なんで再稼働をするのだというようなことをよく言われるのですけれども、これもある意味正しいことかもしれません。ただ、全然違うのですけれども、一般の構造物の被害

原因とその対策というものが書かれていたので、少し参考になるかなと思って持ってきました。

たとえば、ある材料強度が考えていたよりものすごく低かった、設計基準が低かったというようなことが原因であれば、安全余裕を高めるということで、基準をもう少し上げる、あるいは余裕を高めるような設計をすればいい。あとは点検の徹底。荷重を増やす、設計荷重を大きくするというのも、1つの方法です。

もし、ヒューマンエラーみたいな問題が原因だったとすると、これは設計段階から、いろいろな段階のヒューマンエラーを少なくするような方策を議論すればいい。さらに未知の現象についてどうするのだということで、これは研究をやるしかない。基礎研究、理学的な研究、あるいは科学、そういうものをして、対応をするしかしょうがないのです。そういうことが書かれていて、ある面正しいかと思います。

このあたりも少し考えながら、ただ設計荷重を大きくしただけで安全が増えるということではなくて、やはり事故原因が何かを考えて対策を取るというのは、今、一番望まれているところではないのかと思います。福島事故の原因は何か。いろいろあるので、全部あるかもしれませんが、それぞれに対してきちんと対応できるようにしないとイケない。

## 5. 前半（耐震設計）のまとめ

これがまとめです。今までの歴史が書かれていますけれども、重要なところは、原子力発電所の耐震設計基準は 20 年間ほとんど変えてこなかったというのは、これは便利で非常に使いやすい、もう少し言うと、指針として非常にいい使いやすい指針ができたということではないか。それから新事実、要するに大きな地震動が観測されている、基準地震動を超えることもあったというようなことがあって、社会への抗弁性、ディフェンシブなど呼びますけれども、多様な不確実性に対する工学的な挑戦の歴史として、この耐震基準の改訂が何回かあったというようなことです。

それから、これはあまり言わなかったのですが、いろいろな不確実さ、不確実性に関して、意思決定方法の合意のないままに、ものが決められているような気がしてしょうがないのです。よく聞いてみると、なんか一番大きいもので、包絡して決めているようでもあります。その合意のないままに、それ（意思決定の方法）が正しいのだということでもものが進んでいることがあります。

それからどれぐらいの安全にすればよいか。これは、安全目標の問題ですけれども、合意もないままよく安全性の議論ができるなあというような気持ちになるのですが、そういうことが今でも行われている。

それから、福島事故があつてから、我々は大変びびっているわけですが、絶対安全に向かうことは正しいと思いますけれども、絶対安全を確立することが正しいとする意識ばかりがある。あるいは、そういう発言がものすごく多いように思うのだけれども、それはたぶん違うと思うのです。絶対安全に向かうのはいいのですけれども、それを完全に目標にしては駄目です。

それから、(2006年の改訂では) 残余のリスクの概念が導入されましたけれども、(今回の) 規制基準で、ほとんどリスクの議論がなされていない。これは、なぜかというのが、未だに私にはよくわからないのですが、海外からもリスク論でやりなさいと、かなりサジェスションされてい

るのです。そんな中でもなぜ、というようにところが気になるところです。以上です。

## <ディスカッション>

### 安全設計の目標と考え方

**土屋**：ものすごくはしょって話していただいたので、途中省略されたところにも大事なことが、たくさんあったかもしれません。話の中身はわかりやすかったのですが、質問がある方、確認したいということがある方は、ぜひ聞いていただければと思います。

**E1**：安全目標のない基準とおっしゃいましたが、海外で、具体的な安全目標の例があれば教えていただければと思います。

**P**：あります。今日は資料を持って来なかったのですが、やはり確率論的なリスク目標みたいな形で決められているのです。確率論的な安全性評価（PRA）をやって、CDF（Core Damage Frequency）で、10のマイナス5乗というのがありまして、それを目安にします。

**E1**：残余のリスクではないですが、具体的にこのぐらいの確率、このぐらいの確率のところまでは頑張るけれども、そこから先は起こったら知らないといったらおかしいけれども、そこまではやらないと。

**P**：やらなくてもいいよというのは、あまり正しい言い方ではないのですが、それをまず目標にしろということ言われています。それが無いのに、一体日本はどこまでの安全がほしいのかというような議論があって、少し議論が終わっていないとか、いつまでも上ばかり望んでいくようなところがあるように思います。

**E1**：海外は、そういうところもきちんと踏まえてやっているのですか？

**P**：やっています。後でPRAの評価の話もしますが、あれも評価した後はどうするのかというと、やはり目標値とか目安と比較して、安全性が低ければ上げるようにせよということになると思います。

**E1**：また一方で、この後、議論になるかもしれないけれども、僕らも確率論的な評価を出しますが、その確率はそんなに精度があるの？という話だと思います。

**P**：全くその通りです。特に自然現象に対して、非常に不確定な部分が大きいです。それも見越した上で、たとえば、中央値ぐらいで50%ぐらいで見てくださいよ、と。それをベストエスティメイトと我々は呼んでいるのですが、そういうのも可能です。ただし、非常に幅は大きいですよ、ということです。致し方ないことだと思いますし、これは何もリスク論をやっている人間だけの直面する課題ではなくて、決定論でも何であっても、不確定的な環境の中でのものを決めなければいけないというのはあります。

**E2**：前はS1、S2だったのが、Ssの一つになったことに疑問があると言われましたが、それは、やはり1万年、5万年という、そこで確率論的なことが昔はあったのに、なくなったから？

**P**：違います。要するに、以前の指針には、原子力プラントにどのような要求がほしいのか、性能がほしいのかというようなことが、前向きにはっきり書かれていたのです。放射能漏れを絶対起こさない、あるいは、ある地震荷重がきても損傷をしない、それはS1ですが、そういうふうなは

っきりとした要求性能のもとに耐震設計がなされていたのにも関わらず、Ss という 1 個にしたものだから、要求性能が一体何かわからなくなってしまった。それでへんてこな Sd (弾性設計用地震動) みたいなものを出してきて、わけがわからなくなってしまって、グチャグチャになってしまった。やはり要求性能ベースでクライテリアを決めるべきだと思っています。

**E3** : さっきの安全目標ですが、CDF、CFF(Containment Failure Frequency、格納容器機能喪失頻度) は性能目標と言われていて、日本の CDF、CFF は、少し外国と違うと思います。10 のマイナス 4 乗、5 乗ということで、両方合わせて満足する必要があります。安全目標は、今はないわけではなくて、あるのですけれども、(それを用いた判断を) やってなくて、昨年 4 月に田中原子力規制委員長が (セシウム 137 の放出量が) 100 テラベクレルを超える事故は原子力発電所 1 基あたり年間 10 のマイナス 6 乗 (100 万年に 1 回) 以下に抑えることを安全目標と一応定めるようなことを宣言したのですけれども、実質それを使って評価しているものは一切ない。それを「安全目標がない」というようなことであると。そういう状況をどうするかというのは、大きな課題です。

### 見直しはなぜ行われなかったのか

**土屋** : 過去の指針のことなど事実について話をしていただいたので、もし、後ろの方からもご質問があればどうぞ。最初の耐震設計指針で、すごくいいものが出ているのですけれども、そのときには、どういう議論が行われたのでしょうか。たぶん学問も進み、先生方の知識も増えたにも関わらず、後半になればなるほど、議論がうまくかみ合わず、最終的には若干時間切れで決めましょうみたいな、2006 年の指針改訂ではそういうふうなところがありましたけれども、最初こんなにいいものできた。そのときにどういうふうに専門家が関わったり、専門家同士の議論が行われたのか。まだ、お若かったから直接ご存じではないと思いますが。

**P** : 相当若かったのです。どれぐらいドキュメントが残っているかわかりませんが、少なくとも先ほど少し紹介しました大崎順彦先生、渡部丹先生監修のあの本にはいろいろなことが書かれています。書けるところだけ書いてあるのかもしれませんが、非常に議論もしたとある。それから、海外の基準も数多く調べたと書いてあるのです。それで、海外の耐震基準はこれぐらいであって、それから学術的な考え方も示していて、あの本のまとめには確率論的な評価を次は絶対やるのだ、ぐらいの相当な期待を込めて書かれていたと思います。要するに、あれだけで決めるのは、やはり自分達としても自信がないところもあるということで、確率論ベースでいろいろ検討すべきというようなことを、相当書かれていたように思います。したがって、そのあたりがどういうふうにディスカッションされたというところは、少しわからないのですが、ただ、今みたいにものごとをオープンにして、議事録をばしっと取って、そういうものが決まったということではなくて、かなりクローズドの世界で非常に少数のキーパーソンが入った、あるいは、民間も一緒に入って、試算をしながら、これぐらいになればいいだろうと (やったのだと思います)。そもそも設計行為というのは、経済性も考えるものですから、当然ものすごく高いものについてしまうと困るわけです。先ほど言ったように、社会のニーズがあるから耐震設計をしているのだという姿勢なのです。ここが、僕は非常にものづくりの一番重要なところかなと思ったのです。

**E3** : その当時は、計算機 (コンピュータはもちろん) もなかったものですから、動的評価する設計は

なかった時代です。ようやく、そのあと大型計算機を使って動的評価を行うようなことが出てきたわけです。そういうときに、それぞれのグループに分かれてディスカッションしました。そういう意味では、案ができてほっといたわけではなくて、草案してもずっと見直しを続けてやってきましたから、その後も評価法を常に見直すというのは当然と考えていました。そういう意味で、何もしてこなかったのではなくて、常にいいところを目指そうという努力はしてきたつもりであったのだと、私は思っています。

**P**：私は何も 20 年間何もやってこなかったということではないと思っています。もちろん安全評価、安全性向上のためにいろいろなことがなされてきた。同時にコストダウンの研究も相当ですけれども。

**A1**：東海原発が最初につくられたときも、さっきおっしゃった 3Ci（静的地震力）が固まったと。東海からさっきの 81 年の基準の間の変遷というのは、どんな感じなのですか

**P**：これは、原子力安全委員会で、いろいろな議論がなされているのです。ダブルチェック体制で原子力安全委員会が主導して、計算します。それでよかったですか？

**E3**：原子力委員会です。

**P**：原子力委員会ですね。そこで 1981 年の指針のベースというが、ほとんどがつくられたというようなことなのですか。

**A1**：今 81 年とおっしゃったのは、あれは 78 年にほぼ原形ができたのですか。

**P**：そうです、その通りです。

**A1**：考え方として、福島第一などもそうだったのですけれども、60 年代の原子力発電所が作られた当時と、78 年の指針が出来るまでのその間に設計の考え方で大きな変化のようなものはあるのでしょうか。

**P**：81 年に耐震設計審査指針が出たわけですが、たぶん検討としてはこのあたり（70 年代から）もずっとなされているのです。動的設計の考え方、地震力をどういうふうに決めるのかというところで、相当なディスカッションがあったのです。先ほども言いましたように、大体超高層ができたのがこのあたり（70 年）で、ああいうふうな考え方の延長線上に、やはり動的設計を原子力プラントに対してやらなくては行けないということで、波をつくらなくては行けないというようなことが相当あって、それでは、波をどういうふうにつくるか（という議論が）、相当このあたりでなされたのです。これはどこかの資料を見ればあるかと（思います）。

**E2**：静的なものの 3 倍というのも、たぶんそのあたりからですね。

**P**：そうですね。

**E2**：うちは研究炉なのですが、建設は昭和 39 年ぐらいですね。そのときにもやはり安全なものや重要なものは「3 倍」というのが見え隠れするのです。それで 3 倍、1.5 倍という議論が、たぶん正直あったと思います。

**A1**：3 が最初に出てきたのは東海のような気がするのです。結局、東海も 81 年の指針でバックチェックして、合格したということは、東海あたりからほぼ大枠はできていたのかなというイメージがあったのですが。

**P**：指針にはなっていないけれども、当然、動的な検討というのはものすごくやられるのです。参考計算

などで、ものすごくやられて、表向きは3倍ということで、建物を設計するのですけれども、実はいろいろな動的解析などの検討があって、最終的に決まっています。そういうことで表向きは3Ciだけかもしれませんが、それをきっちりと指針の形でまとめたというのは、たぶんこのあたり(81年)です。

**E3** : 書き物にしたというだけですね。

**P** : そういうことです。プラクティスとしては、ずっと行われていたと。

**A1** : その前に電気協会などでも、書き物になりつつあったという感じなのですか。

**E3** : いや、確か電気協会はその後ですよ。

**P** : 電気協会が後ですよ。

**A1** : 電気協会が後なのですね。

**E3** : あれは我々の(耐震設計審査指針)を具体化したの。

**P** : とにかく、皆さんに言わせていただきたいのが、旧指針でほとんどのもの(原子力発電所)がつけられたのです。これが、すごく重要なことです。そのあと、補強や耐震のチェックなどがなされて、それなりのことはなされていると思うのですけれども、ベースはここだということです。

## 基準と要求性能

**E2** : S1、S2にこだわって申し訳ない。今の一般の建物も、一次設計、二次設計という弾性、弾塑性設計の2段階と非常にクリアーです。これは今、先生もおっしゃったとおり、そのS1、S2からSsになって、ものづくりとしては、たぶんそっちの(S1、S2がある)方がよいのだけれども、地震動の評価や断層の評価など、いろいろな議論があって、そのままにできなかったと聞いているのですが。本当はそういう評価ができれば、そのままになったかもしれないと思うのです。

**P** : それを私はこういうふう考えているのです。要するに、まず理学の先生方が、1つだけ決めるのに大変なのに、そんな2レベルを決めるなんてできないと(おっしゃった)。したがって、1つでもとにかくきっちり、最大を考えるのだと、最強を考えるのだというのはわからないでもない、それはわかるのです。

ただ、もう少し言いますと、ものづくりというのは、いろいろな要求性能を満足させるために設計するわけですから、安全性というのは一番ペナルティが高いのです。たとえば、柏崎刈羽原子力発電所のように地震が起きて3年間は結局止まっていたわけです。そうすると非常にもったいない。つまり、損傷がないなら、すぐに動かす(という判断もある)かもしれないのです。つまり、運転継続性みたいなものも耐震設計の目標に入れるべきだと。そうなると2レベルということになります。とにかく、いろいろなレベルの設計に対する要求があると思うのです。それに合わせた形で、地震動のレベルを決める前に地震のサイズを決めるというのは、1つの共通の対象の地震であっても、こんなに不確実性があるわけです。それをこの辺で決めたり、この辺で決めたりするということとはできるわけです。

つまり、これは工学をやっている人間が、これぐらいのレベルがほしいのだ、これぐらいのものがほしいのだというようなことを言わなかったから駄目だと思うのです。それを理学に任せたら、1レベルになってしまったのだというふうに思いますので、工学者がもっと頑張らなければいけな

い。結局、柏崎以降の議論を任せ、前面に立たれたのは理学の先生なのです。ですから、少しそう思いました。

**土屋**：理学側から何か。

**E1**：津波のほうで、今、2つに分かれているではないですか。2つとっているのは、同じようなことをイメージすればいいですか。

**P**：そうです。原子力分野で本当に2つに分かれているかどうかは別として、確かに一般防災は2つに分かれています。原子力で今どういうふうになっているのかというと、たぶん Ss・津波で1個です。

**E1**：そうなんですか。

**P**：そうです。したがって、地震と同じです。1個しかありません。

**E4**：地震や津波の規模を再来期間との関係において定義する必要があります。

**E3**：原子力は、確実に今やるつもりはないから。

**E4**：そうですね。

**E1**：大雨や洪水など、何十年にするか何百年にするか、全部それ（2つの基準）でやっているではないですか。

**P**：全部それですね。

**E1**：だから、それと同じふうになっているとばかり思っていたのだけれども。

**P**：なっていません。今、対津波設計を、東北大学の先生にも入っていただいて、原子力でいろいろ議論されていますけれども、一般防災は2レベルになっていますが、原子力は地震・津波で1個しかない。これをどういうふうにとるのかというのが、今、大きなテーマになっています。

### 新たな知見の取り入れ方

**E5**：最初の頃、絶えず R&D を実施して、安全性向上に努力せよと、81年の発想はそうだとおっしゃった。実際そういうことはやっていたのかもしれないけれども、例えば、いろいろなサイトの基準地震動は、より強いのを想定するとかいうことはされてこなかったのですよね。

**P**：されているのもありました。

**E3**：やってきましたよ。

**E5**：だけれども、同じサイトで見ると（基準地震動は）変わっていないのでは。

**E3**：同じサイトは、設計のときは常に新しいのを見るのですけれども、一度設計書が決まったものは、バックフィットで考えることになる。バックチェックという考えは元々ない、基本的には。したがって、新しくつくるところは、どんどん進歩していくのです。振り返って変えてはいない。

**P**：基本的に基準地震動そのものは変わってない。

**E3**：変わってない。昔のものでも。

**P**：そうですね。

**E5**：だから、例えばの話ですけれども、95年の神戸の地震でわかったのは、基盤の不整形や場所によって強い揺れをもたらした。震災の帯ができたなんて話もある。柏崎でも同じことが起きたわけです。想定を超える強い揺れが起きた。だからそういった意味で最新の履歴を、R&D としてフィ

ードバックするのは、どのくらい真剣にやられたのかな。

**E3**：今は完全にバックフィット、バックチェックです。昔はそうでしたけれども、今は完全にバックフィット。

**E5**：2006年以降はいいのだけれども、たとえば神戸からの10年は？

**E3**：まだできていない。だから、遅れている話をしてきました。

**E5**：工学の方がいろいろチャレンジをされたというのはわかるのだけれども、やはり表に見える形で（2006年以降に）バックチェックが始まるわけです。やはり、傍らから見ていると、停滞をしているように見える。

**A1**：それは表に出なただけなのですか。実は電力会社とかはやっていたということも聞いたことがあるのですけれども、どちらが本当なのですか。

**E5**：たとえば、活断層に対する考え方も80年代と90年代では全く変わっていて、たぶん電中研なんかも、そういう意味で新しいものを受け入れて、電力の技術者が進歩しているというのは、わかるのですけれども、実際に、設計なり、Ssでどこまで反映させてきたかという、あまりポジティブな範囲に見えない気がして、そういう少し意地悪な質問をしました。

**P**：いろいろな検討がなされているのでしょうけれども、最終的にバックフィットみたいな形で反映されたかという、まだそれぐらいのところまではいってなかったかもしれないです。いろいろな検討はされているし、それから地震観測なんていうのも、ずっとなされていますから、そういうものの傾向もあります。

もちろん、変わっていったところもいくつかあるのですけれども、大きなところはどうか。あと、あまりにも耐震設計審査指針が使い勝手がいいということでずっと使われていたものだから、それをなかなか変えるだけの大きなインセンティブというものが、なかなか働いてこなかったというのも事実かなと思うのです。

## 安全裕度とは？

**E2**：少しそれるかもしれないけれども、ある新聞記者と話しているときに、最近Ssが上がっていく。当然、ものの設計というか、バックチェックですから、既存のものがそれを上まわれれば安全であるという答えをだすのですよね。ところが、裕度が見かけ上減っていているのですよね。本当は減っていないとは思いますが、一般の人はそういうふうには思わない。そこをどういうふうに説明をすればいいのかなど。自分自身は安全性が下がってないと思うのです。裕度は少なくなっても、地震動が上がっているということ自身が何を意味するのか。そういう意味でどういうふうに（説明するのか）。

**P**：要するに、最大のものがどんどん出てくるわけで、どんどんレコードのほうが上がっていくわけですね。オリンピックの記録みたいに上がっていくわけです。その高いものだけで、本当に話をしているのかというのはやはりあります。

**E2**：レコードのほうは、そういう話だと思います。今Ssとの関係でいくと、これから作るものは当然、裕度を持って、これまで通り作ると思うのです。したがって少し壁が分厚くなったりするかもしれませんが、既存のものに関しては、少なくともSsが上がっても、安全であるという答

えが出れば、そのままです。そうすると、見かけ上そんなに裕度というのはないわけです。その辺は？

**E3**：そう見えますでしょう。それは、もともとの設計をするときに、その入力大きさそのものもそうですけども、構造そのものに余裕をたくさんとっているわけです。そうして、構造解析の精度がよくなってきますから、だんだんそれが正確になってきます。そういう結果を用いて支持の数や支持スパンを決めることなどをするのです。昔はそういうのはできなかったの、余裕をたくさん取ってやっている。あとから計算すると、余裕がたくさんあるのがわかってくるのですけれども、入力も増えるからだんだんそこにバランスといいますかね。新たな知見で新たなやり方、方法論が出てくると、昔のものも強度（強さ）がだんだん上がってくるわけです。それと同時に外力も上がってくるので、あんまり裕度という意味では、そんなに勝らないというのではなくて、両方考えなくてはならないということです。

**E2**：最近の大飯原発の判決で、ストレステストの1260ガルを超えたというようなことが指摘されたということから、上限が決められると不安材料になるようにも思います。

**E3**：その話は、何ガルか決めるのは、さっきも残余のリスクがありましたけれども。どこかで段差になっているわけではなくて、（値が）ずっとある中で、ここで決めましょうと決めているだけです。それを超えたところで、裕度のどれだけかを切っているだけで、残余のリスクが少し変わる。ただ、どこで決めてもいいのです。どこで決めてもいいのだけれども、ここで決めたらリスクがどれだけ増えますかという、いろいろな評価なのですけれども、とりあえずここで決めましょう、なので、ひげがちょっと出たところで大騒ぎするような話では、本来はない。そこを明確に言わないから問題なのです。

**E2**：一般の人にどこまでこういう問題が伝わっているのかなと思って。当然、マスコミも裕度が下がったように話すから。結構こういうことはいろいろなところであると思います。

**P**：たぶん次の話につながってくるのですけれども。リスクをいれると、そのあたりはわりとすっきりすると思います。

**土屋**：ちょうど続きにつながるところなので、コーヒーブレークをしてから、頭をすっきりさせていただいて、再開したいと思います。

**土屋**：それでは引き続き、本日の話題提供として、特にリスク概念についてお話しいただこうと思います。よろしくお願いいたします。

## 話題提供 2 : リスク概念の重要性

### 1. リスク概念とは

#### ①安全と危険

**P** : それでは、後半のお話をさせていただきます。話す内容は、かなり教科書的な話と、私が少し思うことをいくつか言うようなこととでございます。これはよく一般の人に出すのですけれども、不確実性やリスク論などが必要であるよということを言うために書いたもので、ものすごく、これを説明すると、皆さんうんうんとうなずいていただけるのです。

世の中には、安全、危険とはっきりわかるようなものはありません。安全がこちらで危険がこっちだとすると、その間の灰色の部分がたくさんあるのです。したがって、この灰色の部分で、今自分がこの辺にいるのか、この辺にいるのか、もっと危険に近いところにいるのかという目盛づけをしなければいけないのです。よって、このリスク論や確率論が必要になってくるのです、というように言うのと、大変わかりやすいですというようなことになります。

#### ②計量可能なものとしてのリスク

これは計量可能なものとしてのリスクです。そもそもリスクを評価できるのか。それから、これはいったいなんなのかという疑問です。これは、林（真理）さんの本からの言葉ですが、リスクは客観的に存在するものであると、それから科学が成立する、それから、誰でも納得していただけるということです。結果の客観性ということが、非常に重要であると（述べています）。となると、リスク評価に関する科学なんていうのもあってもいいというようなことになります。

そうすると、客観性、それから透明性が高いということは、非常にいいことです。誰がやっても同じ答えが出てくるということなのです。そこが重要で、まずこういう視点に立たなければいけないのです。

また違う話ですけども、リスク客観主義です。最近見た資料で、リスクには2つのリスク理論があるのだということが書かれていて、「リスク客観主義」、こういうふうに客観的にとらえるものと、もう少し社会的なものや人間の心の問題などになると、全然この客観主義がうまくいかないというようなことで、「構成主義」という全然違うリスク論があるのだということです。この客観主義ということで、リスクが客観的に評価できるものであるという視点で、話を進めたいと思います。

#### ③定量的リスク評価の目的とは

リスク評価というのは何のためかというのが、よくわからなくてこれももってきたんですけども。今まで絶対安全で大丈夫だと言ってきたのだけれども、本当にそうかという、そうではなくて、「どれぐらい安全か」ということを、たぶん答えないといけなくなってきた。当たり前のことなのですけれども、世の中には、もう絶対に安全なものなんていうのは存在しないわけで、ものというのは、大きな荷重が来れば壊れるに決まっているのです。それを絶対安全と称して、なんとなく安らいだ気持ちになってきたのかもしれないのです。本当は「どれぐらい安全か」というのを言うなければいけないということだと思えます。

これはだいぶ昔の資料から持ってきたのですが、こういう時代になってきたということなのですけれども、もしかしたら福島以降は、そんなことよりも絶対安全がほしいのだというような時代なのかもしれません。これは、今、どう考えるかは皆さんによく理解していただきたい。

それから、異なるリスクの比較。ここがリスク論の非常にいいところなのですけれども、たとえば、地震によって建物が大丈夫かという場合と、風によって大丈夫かという場合とをうまく比較できるのかというと、なかなか比較できないわけです。それをリスクで比較すると、非常に比較しやすい。この建物は、地震に対して、あるいは、風に対して、テロに対して、何が一番厳しいのだというようなことを比較することができるというのが、このリスク評価のいいところである。つまり、統一した尺度で結果の議論ができるということです。当然リスクは数量ですので、質的な違い、安全だ、少し弱いなどということではなく、量的な議論に展開することができて、格好よくいうと、大人の議論になっているというようなことなのかと思います。

それから我々は、工学部でものづくりやっていますけれども、いろいろものを決める上での根拠づけになるような結果が得られるのではないかと。たとえば、地震荷重をこれくらいにしましたというのと、それが、どういうふうな根拠づけでこれにしたのか。理学の人に聞いてそうしましたということではなくて、やはり工学としてのこういう判断として、これくらいのリスクに収めるように（構造物が耐えるべき）地震荷重を決めましたというほうが、ずっと説明性がいいので、それが主に使われるのではないかと。

最近よく言われているのは、こういう専門家間が議論するというだけではなくて、この専門家も、理学の専門家、工学の専門家、放射線の専門家、あるいは、全然違う専門家、そういう専門家でコンセンサスづくりをする場合にも、この定量的リスク評価結果というのはいまよく使われるのではないかと。それから、国民とのコミュニケーションツールとしても活用することができるのではないかと。なぜならば、後で言いますが、確率の話だけではなくて、結果というのですか、社会に与える重大性みたいなものも考慮に入れて検討できるということになるからです。

#### ④人の恐れるもの 地震／雷／火災

これはリスク比較の例です。これは、過去の統計にもとづいて、それぞれ人が何人死んだかということが描かれています。これ見ると、リスクのいろいろな特徴が出てくるわけです。火災というのは日本では多いです。これは過去の統計にもとづいていますが、火災で一度に100人も死ぬようなことというのは非常に少ないわけです。ところが、地震というのは、起きると、ものすごく多くの人が死んだりすることあります。したがって、どのあたりを見るかによっても、リスクの特徴が変わってくるというようなことがいえます。

#### ⑤リスク管理の概要

リスク評価の話をしてしまいましたが、もう少し広い概念として、リスクマネジメントというのは、もう一つ大きなフレームワークとしてあるわけです。ここに留まっていたら駄目で、要するにリスク評価をやって、その後どうするのかというようなアクションまで考えなければいけないという話なんです。リスクトリートメントということで、リスクを回避する。たとえば、原子力プラントは、

もうつくらない、あるいはやめますということなど、リスクを最小にするようなことをやる。あるいは、リスクを移転する。一般の構造物ですと、地震保険に入ったりするなどです。さらには、そのリスクは低いから保有しておきましょうという考え方もある。これがリスクトリートメントで、こういうようなのが重要になってくるわけです。

それから、やはりリスクコミュニケーションが、いろいろなところで重要だというようなことが言われていますが、もう一つここで指摘したいのはこれなのです。リスクアクセプタンスです。この研究はなされているのかというのは、少し聞いてみたい。要するに、どういう考え方で、我々はリスクをアクセプトすればいいのかという研究は、あまり見たことがないです。ここもたぶんものすごくこれから重要になってくるところではないかなと。コミュニケーションは、いろいろ問題だと言われている。リスク対応などは、たぶんここをもう少し考えなければいけないのではないかなと思います。

## ⑥工学におけるリスクとは？

それで、工学におけるリスクとはということで、これは、先ほどの土屋さんのスライドにもあったように、一番わかりやすい例が、確率とその事象が起きたときの結果、被害額だったり、人が何人死んだりなど、そんなようなものの積で与えられます。積がいいかどうかというのは、もちろんあるかもしれませんが。こういうもので、よくリスクというのは定義されます。そうしますと、これは、Pは確率ですので無次元量。Cは何人死ぬやいくら損するなどというので、次元がある量ということになりますと、R（リスク）というのは、何人だったり、何円だったりというような単位を持つ量ということになります。それで、お金でいろいろなリスクを比較したり、何人死ぬかで比較をしたりということができる。

かけ算がいいのかどうかは置いておきまして、これは、実は非常にうまい考え方だと思うのです。要するに、ものの発生頻度（どれぐらい起きるのか）ということと、その起きた場合にどれぐらい影響が与えられるかという両方をうまく表現できているのではないかなと思います。かけ算がいいかどうかは、いつも議論になるところです。本当に被害規模がものすごく大きくても、発生頻度がほとんどゼロに近ければ、これは問題があるかもしれませんが、かけたものが小さくて考えてなくていいかもしれないし、その逆の場合もあるということで、両方を考慮できるうまい指標になっているのではないかなと思います。

## ⑦リスク管理のスキーム

これは今の例です。 $R=P \times C$  が一定の大きさに書いてあります。縦軸が P、横軸が C です。そうすると、こんなふうな双曲線になるわけですが、今、我々がここにいたとすると、この線よりもできるだけ下にくるようにすれば、リスクが下げられますという非常にわかりやすい図です。下げる方法は2つあって、Pを下げるかCを小さくするか、両方あるというようなことで、こういうのをリスクマネジメント、あるいは、リスク低減というふうに呼んでいるわけです。

Pを下げる方法となると、構造物を強くつくるなどです。Cを下げるということは、建物が壊れても死なないように、避難対策をうまくやるなど、そういうようなことに使えるわけです。したが

って、PとCをうまくコンビネーションよく小さくすることをすれば、この線より下に来て、リスクを保有してもいいという領域にきます。

あと、クライスマネジメントという言葉が、リスクマネジメントによくありますけれども、クライスマネジメントというのは、ある被害の大きな事象を想定して、それをできるだけ小さくしましょう、確率にかかわらず、ある状況を仮定してCを小さくすることを、クライスマネジメントというふうに呼んでいるというようなこともあるわけです。

## ⑨定性的リスクマトリックスの活用

今、確率と被害規模で出しましたけれども、こういうふうにもう少し定性的に評価する方法もある。縦に頻度を1~6段階を取って、横に被害の重大性を1~4段階に取る。必ずしもこれをかけ算をしているわけではないですけども。右下に行くほどリスクはでかくなるわけです。なんか適当に重みみたいなものをもって、これはリスクの重みに相当するものですけども、これを取って、この数値が2以下になるようにしましょう。そういうふうなものに使うということです。これは、定量的というよりも、定性的というか、カテゴリ分けをしているということかもしれませんけれども、こういうふうなことも、やはりリスク概念の中にこうやって入れたら、リスク対応の一つというふうなことにもなります。

この6(という数値)などは、いったいどういう意味だというのは、やはりいろいろあるけれども、一応ここに頻度ということで、こんな定性的なこと(「しばしば」)が書いてあります。6は「しばしば」起きる、わけです。いろいろ頻度を言葉で書いていて、1番が面白い。「信じられない」。起きることが信じられないほど小さいという意味です。こういうふうな表現もあるということです。

## ⑩リスク概念の有効性

リスク概念の有効性では、先ほどから言っている2つのPとC両方考えられます。意思決定と我々が言うのですけれども、何かというと、要するにいろいろな複数の代替案の中から選択をすることなのです。意思決定というのはものを決めるといいますけれども、選択なのです。

それからこれは、とにかくPとCという、Pが工学でやろうとしていること、Cがもう少し社会との関わりとすると、いろいろな分野を巻き込んだ形で、リスクということでいろいろな議論ができるというのが、先ほどのコミュニケーションを取るとい意味合いにもなってくるのではないかなと思います。

それから、ある対策をとったときに、どれぐらい結果が変わるのかというのは、お金で評価できる。あるいは、被害人数で評価できるという、非常にわかりやすいかもしれない。こういうところが有効なところではないのかということです。

## ⑩リスク管理におけるリスク評価の役割

これも土屋さんの資料にありましたけれども、NRC(米国原子力規制委員会)のコミッショナーのG.Apostolakisさんという方がいて、いつも言うのですけれども、PRA(確率論的リスク評価)

は、次の質問事項に答えるためにやっているのだと言われています。どのような事故が起きるのか。事故には、いろいろな種類があるわけです。数千の事故の中で、一番起こりそうなものをつぶしていくというのは、やはり基本なわけです。こういうふうなことを考えるのだと。それから、それがどれぐらいの頻度で起きるのか。それから、そのあとにそんな事故が起きたとするとどうなるのだ。人が、どれぐらい放射線被ばくを受けるのか。こんなようなことを評価したいと。それから、どのシステム、どの機器が、どれぐらいリスクに、最終結果に効いているのかというのを評価したいというようなことを、きちんと答えるためにやっているのです、という極めて工学的というか、非常にわかりやすい説明ではないかなと思います。これをリスク論を使わないで言えるかという話なのです。

### ⑩決定論的安全評価とPRAの比較

これも、あとで出てきますけれども、少し先に言います。決定論的な方法と確率論的リスクを使った方法で、先ほどの質問に対してどういうふうにそれぞれが対応しているのかというのを書いてあります。

例えば事故の発生頻度みたいなのを考えますと、決定論的、要するにリスクの概念を使わないものは、発生頻度の議論をせずに、ある事象が起きると考えて体制を取る。そうすると、その事故の事象が、どれぐらい頻度が高いものか、低いものかというのは考慮しない。一番これが厳しいからこれで考えましょう。なんかわかったような気になるけれども、本当にそれでいいのか。発生頻度のほうで試してみようということで確率論的になるわけです。それから、事故解析の方法も厳しいもので、これが一番厳しいシナリオだろうと想定をして、いろいろな対応になるということになります。

ところが、リスク論的に考えると、すべての考えられるシナリオを全部列挙するのです。したがって、ものすごく大変な作業になります。いろいろ組み合わせで、いろいろな機器が、いろいろな状態になった場合、それをかけ算できますので、おそろしい量の集計数になります。それを全部評価して、それで一番厳しいものから考えていくというようなことになります。

リスク評価という視点からするならば、こちら（決定論）は定性的に、ある条件を決めて、あるクライテリアを満足すればいいということになります。こちら（確率論）は、それぞれ頻度も入ってくるし、どれぐらいのコンシークエンスになるかと。ここは面白いですけども、リスク論も使わないところで、いろいろな不確定性をどうしているのか。いろいろなこと書いてあるのですけれども、「保守的に設定した事故解析の方法」、あるいは、保守的に決めたパラメーターにしたがって、不確実さの議論を回避していろいろな検討を行うというのが、決定論的な方法です。

こちら（確率論）は、不確実さをそのまま直接解析の場に取り込むということです。こういうことを言う人もいます。“決定論的な方法はものを隠す行為であり、リスク論的な方法はすべてディスクローズする方法である”。したがって、あまりディスクローズしたくない人は、こちら（確率論）を好まないということになるわけです。

このように、リスク論を使う方法と使わない方法で、少し極端に書いていますけれども、先ほどのG.Apostolakis氏の質問にこういうふうな形で対応しているというふうなことも、対比してわか

るかと思えます。

## ⑫地震・津波に対する技術ガバナンス

少し戻りまして、これは地震工学会で、柏崎（刈羽原子力発電所が地震で被災した）以降行っていた活動です。したがって、3.11 前からずっとやっていたのですけれども、地震に対して、地震安全をどう考えるべきかという議論をずっとやってきたのです。

この活動が非常にすばらしいのは、今までは土木は土木、機械は機械、システムはシステムとバラバラでやっていたのですけれども、一緒にやりましょうということで、土木学会、地震学会、原子力学会が一緒になって、原子力の耐震安全の議論をしたということです。これをやっている最中に 3.11 が起きまして、これはもう少し検討しなければいけないということで、さらに 1 年間延ばして、最終的に報告書にまとめたのがあります。これは学会誌に出したものです。こんなことを考えなければいけないという、我々の一つの合意が得られています。

これは何かというと、技術ガバナンスということで、リスクガバナンスという言葉があるらしいのですが、技術、要するに、我々は工学ですので、技術ガバナンスというのを考える必要があるというようなことを、かなり大きな言葉で書いています。現場主義、科学的想像力が、想定外に対する対応ということです。要するに、現場主義というのは、一番ものをよくわかっているのは現場の人というか、ものづくりの人も含めてですけれども、机上でなんかやっている人ばかりでは駄目で、あるいは、基準だけをひたすら守っているようなということでは駄目で、非常に臨機応変でないといけないなど、相当あるようです。

それから 2 番目に出てくるのが、リスク論というのが非常に重要ですよということをいっている。それから原子炉の全体像ということで、トータルプロセス、トータルシステム。トータルプロセスも先ほどお話ししましたが、要するに、トータルシステムというのは、プラント全体を見ながら考えないと駄目ですよ。得てして、自分の関係する分野だけ、機械なら機械だけの分野だけで、なんか安全性を確保したような形でものづくりがなされるのですけれども、実際は、全部が影響し合っていて、原子力安全を確保するというようなことになります。トータルにもものを見ないといけない。あと、場合によっては、外部電源が喪失したということもありますので、プラントの外側のことも考えながらやらないといけないというようなことも、トータルシステムの中に入っています。

それから、透明性。このリスクミのところで重要なところは、ものを決めていく過程でのコミュニケーションというものをきっちりしないといけない。先ほど、耐震設計審査指針がどうやってつくられたのか、そのときの資料はあるのかと言われましたけれども、まさにそういうふうなところも、どういうふう先輩たちが悩んでものを決めていったのかというようなことが見えるような形のものというのは、たぶん必要になってくるのではないかな。あと、分野間の協働、これは一番重要です。昔は、きっとこんなに専門分野が細分化されていなかったのではないかなと感じています。

## 2. 残余のリスクと確率論的地震リスク評価

### ①地震 PRA（確率論的安全評価）とは

確率論的な地震 PRA のお話です。今、前半で言ったようなことばかりで、原子力学会では、こ

ういうふうな基準（地震 PSA 実施基準）が 2007 年、つまり、2006 年に耐震設計審査指針ができたので、それから 2007 年 9 月に策定されました。（この年の）7 月が柏崎の被害だったわけです。9 月にこれが発刊されています。つまり、1 か月や 2 か月でやってきたではなくて、2～3 年かけてやっています。2006 年の指針で、残余のリスクということがキーワードとして入りましたので、これはもう絶対やらなければいけないということで、原子力学会でこれをつくって、できあがったのが、2007 年 9 月ということ。ちょうどあのあたりのいろいろなことが指針に関わるということで、いろいろなことを学会でも問題視してつくっているようなことです。

前からこの手法というのはあるのだけれども、標準という形でまとめたのは、原子力学会としては初めてということになります。

外力（ハザード）評価、プラントの挙動の評価、それからプラントから放射線がどういうふうに出ていくのかみたいな話も含めて、それでシーケンスの評価というのがあって、地震 PRA は構成されています。

## ②安全余裕の評価の方法

重要なところは、これなのですけれども、なぜこんなことをやっているのかという話です。これは、評価の全体像とを考えてください。実は、設計荷重を決めたときにも安全余裕というものはあるわけ。それから材料の安全率というのは決まっている。いろいろな解析にも安全率、あるいは、安全な取り扱いというのがこういう感じで、それぞれのパートで余裕というのが全部あるのです。それで、ものがつくられているのです。

この安全率だけを見て、この構造物は安全ですよと言ってきたのが従来の評価例です。あるいは設計荷重で、ここの余裕だけを見てプラントは安全だったというふうなことをいっている。要するに、それぞれの分野で安全だというふうなことをいってきたのが、今までの評価例です。それを一貫して、こういうふうな余裕を全部集めて、トータルでの余裕がどれぐらいかというのを評価しましょうというのが、この確率にもとづく評価例です。

設計荷重にも評価の余裕があるし、いろいろな解析法にも安全側の評価があるし、材料強度もそうだし、安全率もあるのですけれども、こういうものを全部入れて、トータルでも物を見ないと駄目ですよ。これは、トータルプロセスの概念というふうに呼んでいますが、設計荷重だけ大きくしたから、プラントは安全かという、それは安全にはなっていますけれども、どれだけ安全かをいうためには、トータルで物を見ないといけない、というところが重要になってくる。これが、地震 PRA の一番の本質であります。そうすると、こういうのは、いろいろばらつくわけで、確率論を用いなければいけないということになります。

先ほど釜江先生からも質問がありましたが、（新潟県中越沖地震では柏崎刈羽原子力発電所で）大きな地震動が観測されました。そうすると、機器の持っている裕度は当然下がるのですけれども、そもそもその荷重が、どれぐらいの頻度できているのかということや材料の強度の問題、それから設計が考えている安全率ということと全部を考えて、やはり余裕を見なければいけないというのは、PRA の一番重要であるところでもあります。

### ③安全目標・性能目標

先ほどありました安全目標、性能目標です。目標を決めましょうということで、先ほども言ったように、安全目標と性能目標は微妙に違っていて、これは性能目標です。ものをつくる上での性能、プラントの炉心損傷頻度を $10^{-4}$ 以下にしましょうということなのです。安全目標は $10^{-5}$ でした。マイナス5乗か6乗です。いずれこういうふうな問題があるというようなことが言われています。これは、海外ということで、規制庁は、これを最近考え始めましたということです。

## 3. リスク論の実展開に関する課題

### ①リスク論の実展開に関する課題

リスク論で実際に展開していくときの課題は何だろうということを、私なりに考えたわけです。そもそも想定外というものが出てくるので、リスク論でも同じように想定外が出てくるのです。したがって、リスク論をやったから想定外の問題がなくなるわけというわけではないです。これは、たぶん正しいかもしれませんが、それではリスク論をやって、どれぐらい想定外が減らせるのかみたいなことを少し考えないといけないかと思います。確率としては、ゼロにはなりませんので、かなり想定外ということで出しても、かなり対応できるのではないかと思います。

これも重要なのですけれども、リスク評価結果をどう使いたいのか。先ほどのリスクトリートメントなのですけれども、ここは少し問題になると思います。何のためにリスク評価をするのか。原子力プラントを再稼働させたいからやるのか。あるいは、またそこにそういう話が出てくると、なんか少しリスク評価は、えっと思われるだけなのですけれども。やはりここをきっちり議論しておかないといけないと思います。

それから、難しい挙動というのはやはりあるわけです。特に地震災害というのは、同時に被害がいろいろなところで起きるといったようなことがありますので、なかなか難しい。それから、リスクそのものに直接基づいた方法（risk-based）で評価をするのか。少し緩いのが risk-informed という考え方で、英語では risk-based や risk-informed なのですけれども。日本語では、これをリスク情報活用(risk-informed)と訳しています。リスクの概念をうまく活用しながら、ものごとに対して直接リスクの値で意思決定するというわけではない。NRC などには、リスクに基づく方法ではなくて、リスク情報活用の方法のほうがより幅広い、あるいは、決定論の人たちも非常に話がしやすいということもあって、こういうようなことをやっていったほうがいいのではないかと考えている人がいます。

あと、これが重要になってくるのですけれども、耐震設計の範囲、評価の範囲、過酷事故対策、それから防災活動という形で、原子力プラントの安全性を確保する方法というのは、いろいろな段階でいろいろあるのですけれども、それをどういうふうにもっとまとめ上げていくのかは極めて難しいです。ここにリスク評価というのがありますが、これをどういうふうに考えていくのが難しい。リスクコミュニケーションのあり方というものもあります。

### ②リスク評価の活用

先ほど言いましたように、リスク評価を何のためにやるのかということで、過去はこういうようなことでいって、かなりリスク評価をやるからこの新技術は大丈夫ですというやり方で、社会に言ってきたけれども、本当にそれだけでいいのかと。

コミュニケーションのツール、そして接点とありますけれども、もう一つ私が言いたいのは、これなのです。2番と3番でも言っていますけれども、ものづくりとして考えてみたら、広い意味でのリスクマネジメントですよね。要するに、工学が何をやっているかというのを社会に伝えるために、リスク評価、あるいは、似たようなリスクの概念を使って説明するとすごく説明しやすいのではないかと考えています。要するに、さっきも指針ありきで耐震安全性を確保するようなことを、過去ずっとやってきましたけれども、少し裏の話をしたかと思うのですけれども、この指針をつくったエキスパートたちは非常に悩んだところで線を引いてきたということもあるわけです。いろいろな試験をやって、これなら大丈夫ということで確信をもって、線を引いたというような背景があって、それもすべて、ものづくりとしての基本の姿勢なわけです。それはいろいろな値を取りうる中で、これぐらいなら大丈夫だと、これぐらいにすると厳しいよ、っていうようなことを考えて、設計基準をつくってきたわけです。そういう提案が多いというのは、まさにリスクマネジメントをやっていることにはかならない。特に不確実なものに対しての対応というのは、そういうふうな真摯な気持ちと姿勢でやってないといけないよというのは、まさにリスクマネジメントの姿勢かなということです。僕はここを一番強調したいなと思っています。工学の人間ということなのでなわけですけれども。

### ③リスク（技術）コミュニケーションの重要性

最後にコミュニケーションの話ということです。果たしてこの置き方でいいのかどうかかわからないけれども、事業者、規制側、それから国民、学会というようなことでもって、事業者と規制側というのは（コミュニケーションを）やらざるを得ないわけで、両者はものすごく強い関係です。規制側は事業者を規制し、事業者は規制されているから、いろいろな対応をしなければいけないということで、ここは非常に密接な接点があるかと思います。ほかのところは非常に、たとえばどこを見ても国民につながっていることは、あまりないのです。事業者が住民に対していろいろな説明をしているというのは、多少あるかもしれませんが。どれだけ強い関わりがあるのか。それから規制側は国民に対して、あまり何も働きかけていない。ただ YouTube を見せるだけという、それでは情けない気がします。ただ、あれが社会が望むことかもしれないので、それはわからないですけれども。

あとここで、学というのを入れてみたのですけれども、学というのは規制側にも、事業側にも、国民にも属さないのではないかと考えて、わざわざ書いたのです。たとえば学会が、あるいは専門家が規制側にどういうふうに関わりかけられるのか。あるいは、どういうふうに助けられるのか、どういうふうに関わりかけられるのかということは見ないといけないだろうし、国民に対しても、事業者に対しても同じです。事業者と学会はあまり関わりが強いといわれていますけれども、本当にそうなのかわからないけれども。このあたり、非常にこういうふうに分けていると、まだまだなんか足りない部分がたくさんあるなと思います。

それで、この研究集会ですけれども、ここ（国民と学会の間）にたぶん位置づけられているかなとも思うのですけれども、こういう活動は、やるべきかなあと。今まで専門分野が違う人たちも多いかもしれませんが、分野を異にする専門家や国民との意見交換はたぶんこういう形になるのかと思うのです。

あと、科学者・専門家の役割ということで、いろいろ書いてあります。読んでいただければ、大体わかるかと思います。

#### 4. 後半（リスク論）のまとめ

以上がまとめということになります。先ほどリスクの概念では規制庁はあまり使いたくないというようなことにしていますけれども、表向きの理由は成熟してない技術だからと、いつも言われるのです。リスク評価が成熟してない。あるいは、表向きの理由は非常に不確実性が多い部分なので、地震 PRA は使わないのだというようなことを言われるのだけれども、本当にそうなのか。我々はそんなことないです、成熟しているし、こんなに実績もあるし、海外ではすでにやっているし、といったところで、このあたりは、かなり意識の違いがあると思います。

ただ、さっきも言ったように、新しい手法、リスクというものを持ち込んで、結局、再稼働させたいがための行為なんだということになると、やはり規制しなくてはいけない対象になる。そこはやはりきっちりと考えて、対応しなくてはいけないのかと思います。以上で終わります。

### <ディスカッション>

**土屋**：ありがとうございました。原子力学会誌に書かれた論文だともう少し違う話もしておられたように思います。今日は確率論的リスク評価が中心でしたけれども、頑健性や、もう少し性質、災害やその対策の性質のようなことも考慮して、リスクを表現するというようなことを書いておられたように思ったのですけれども、今日は大きく 2 つ、ハザードや対策の性格という感じでいいですか。はい、わかりました。

議論をする前に、質問があればどうぞ。議論のときには、皆さんにご協力いただいて、このレイアウトを少し変えて、後ろの人たちも顔が見えるような感じで議論したいと思います。

#### 安全裕度の評価方法について

**A2**：安全裕度の評価の方法ですが、安全裕度を表したそれぞれの部分で、余裕が見られています。それを全体としてとらえるというのが、どうもよくわかりません。とんちんかんなことかもしれませんが。設計荷重では、たとえば 5 倍ぐらいにしておけばいいだろう、橋の耐荷重をなんとかする、などいろいろありますよね。しかし、こういう解析など、僕がよくわからないのは、右側（の図）に持っていく、足し合わせるというのはどういうことですか。右側に持っていくそのやり方がわからないのですよ。

**P**：PRA は実はこういうことをやっているのですけれども、基本的にいろいろ足し算するという考え方です。

**A2**：余裕の足し算がよくわからない。なぜそれができるのですか。

**P**：たとえば設計荷重で 2 という余裕を見ました。それから部材の許容値を決めるのに、ある値に対して 1 という余裕を見ました。すると合わせて 3 です。そういう考え方です。

**A2**：そこところが僕にはよくわからなくて、なぜそこで足し算が可能なのか。僕がとんちんかんなことを聞いているのかもしれないけれども、非常に単純に言って、性質の違うものの和をとるということ自体が、よくわからない。何か考え方があるのだろうか。

**P**：あります。確かに全然違う物理量をベースに足し算ができるのかという疑問は、それは全く正しいです。そうではなくて、同じ物理量に全部直しています。つまり、どういうことかという、建物のプラント全体の余裕というものは、どういうもので構成されているかというのを全部こういうふうにしかり見た上で、要するに最終的に足しなさいという形になっているわけです。たとえば、荷重を倍にして設計した建物というのは、どれくらいの耐力が大きくなっているのでしょうかというのを見ることができます。あるいは許容値をより厳しくするとそれだけ安全余裕は高まるわけです。より厳しい設計をしていますからね。そうすると、より安全は大きくなる。そういうものを、プラント全体で評価してみると、当然余裕としては大きくなっているわけで、単純な足し算ではないのですけれども、概念的には足し算なのです。

**A2**：僕はまだ納得できてないので・・・。

**P**：計算方法だと考えてください。

**A2**：先ほどの話の中で、もう一つ。工学の立場でのお話しですが、ここに理学の方もおられますが、その方にとっては今の話は納得できるものなのか、少し違うとおっしゃるのか、そのあたりを少し聞きたいのです。たとえば地震学の立場でいったら、どうなるか。学問の性質として、ですよ。

**E1**：少し勘違いしているかもしれないけど。私はこの話を聞いていたときに、たとえば A でもって安全を見込んで、B で安全を見込んで単純にかけ算かと思っていたけども。たった一つの問題が生じると、どちらも全部倒れてしまったら何もないので、全部総合的に見なさいという話をされているのかなと思っていただけでも。そういうわけではない？

**P**：違います。これは、もう少し説明をする必要があったのですけれども、かえってこれのほうがわかりやすいかなと思ってやったのです。荷重がある余裕を見ているというのはあります。より大きな荷重をする。余裕といった場合は、何かあるものを基準にした場合で余裕なのですけれども、その基準は何にするのかは少し置いておいて、余裕を見て非常に大きな荷重を想定しましたということで、そこで余裕分があって、結果的にプラントはより安全になるのです。

それから一方で、構造物の設計をする場合に、部材の強さは本当はこれぐらいなだけでけれども、こんなに弱いものと思って設計しました。設計許容値というのは低いところになっています。そうするとここに余裕が生まれるわけです。そうするとそういう余裕もあり、荷重のほうで見た余裕もあるから、トータルだと両方見て、プラント全体の余裕を考えないといけないということになるわけです。

**A2**：そこがどうあっても納得できないのですよ。そこで足し算ができるという考え方自体が、納得できない。僕はどちらかという理学ベースの教育を受けてきて、その人間からすると、今の話はどうも納得できません。

**E3** : 簡単にいえば、これはLRFD (Load and Resistance Factor Design) と同じ問題なのですけれども、ロード (Load) がどれだけあって、レジスタンス(Resistance)、要するに、ものの強度があるのです。たとえば、荷重のほうは2倍を想定しました。材料の強度のほうを半分で行っていました。そうするとどちらも2倍あるのですけれども。それが、荷重のほうは2倍でなくて1倍にしましたという、強度のほうで余裕をもう1回逆にしたら余裕ができるわけです。

したがって、いろいろなものがある、すべてのものが足し算ではなくて、かけ算のものもありますけれども、そうやって、荷重とレジスタンスの比でとったやつは無次元化できるわけです。そういう余裕を、どこで余裕をとるか。どこで、その一番重いところをつけていくかなど、そういうところを計算してやることによって、トータルでできる。

要するに一つのところで見ると、今言った感じですがけれども、いろんなものが組み合わさっているので、トータルでどれくらいというのは、足し算だけでなく、かけ算の場合もあります。ものの構成ですから。柱とか、色々な物でできていますから。

**A2** : 単純すぎることを言うかもしれませんが、ある荷重に対応するために、橋脚をものすごく大きいものにしましたというふうに考えたわけです。しかし、これをでかくしたことによる問題点がここに出てくる可能性があるわけです。つまり、そういうことで考えると、今言ったように、かけ算、足し算あると思うけれども、単純に僕には納得できなかった。

**土屋** : 逆に、すごく複雑なことを考えていらっしゃるということですね。

**A2** : つまり、材料強度と応用解析と設計荷重を、それぞれにおいて計算したりすることがあるというのが、あるいは、足し算にして、全体としてこうだといえるという考え方自体が、僕には分からない。ここが、工学的なのかもしれない。

**E3** : 足し算ではないですよ。

**P** : 足し算ではないのですけれども、概念的には足し算なのですけれども、数式は正しい数式で。

**土屋** : もう少し複雑なことをやっているだけけれども、考え方としてこういったことを言いたいということですか。

**P** : もう少し言うと、安全な建物をつくるには、どういう方策があるのでしょうか。設計荷重を増やすというアクションがあります。あるいは、材料強度を本当はこれくらいなのだけれども、小さめに見積ってやると結果的に安全なものをつくれますよね。そういうものは、いろいろところで、みんなそういうふうに対応しているわけです。そうするとトータルにしても、相当に強いものができているわけです。そのトータルとして足し算なのか、かけ算なのかわかりませんが、当然考慮した分は増えます。それを、とりあえずひとまとめにしましょうということなのです。数式的にはまたちょっと違うのです。

**A2** : これ以上言うのはやめます。ただ、もう一つ言いたかったのは、つまり大きくすることによって起こる問題点。それはシステムを考えるためには、非常に重要だということを僕は言っているのです。そこを考えておかないと、あることに対する対策だけして、そのことによって、かえって、そのシステム全体が非常に脆弱になる可能性があるということをおきたいです。

**P** : それは、その通りです。もう一つ先の議論です。

## 決定論と確率論の役割と融合はできるのか

**E4** : 決定論的な設計と確率論的な設計という 2 つの考えを説明する表がありましたよね。過去には決定論的な設計が一般的で、少しずつ確率論的な設計が導入されていくプロセスのときに、置き換わるという感じなのですか。それとも、両方の考え方を同時に使ったり使い分けたりしながら、だんだん確率論的な設計に軸足が移ってきたのですか。

**P** : 私が知っている分野ですけども、アメリカは決定論的に耐震設計法でものをつくられてきた。それだけではやはり不足なので、確率論的な手法も使って、それで安全性を評価しましょうと。設計と評価というのは、少し別の行為ですよ。それで評価してきた。確率論的なほうが、非常にこれはいい方法であるということになって、今度確率論で得られた知見をもとに、決定論の設計法で使っている、たとえば設計荷重をどれくらいにするか。耐震荷重はどれくらいにしましょうか。OBE(Operation Basis Earthquake)や SSE(Safe Shutdown Earthquake)はどれくらいにしましょうかと確率を入れる。あるいは、許容値のほうでいろいろなばらつきをみて、もう少しこれぐらい余裕みられるでしょうというふうに変える。それは、確率の考え方を使って変えるということで、あくまで設計法そのものは、決定論的な形なのだけれども、そのクライテリアを変えるのに、確率論的な知見を活用して評価している。それは先ほどのリスク情報活用型も決定論的な設計ということになると思います。そのような形です。

**E4** : つまり、入れ替わったわけじゃないですね。

**P** : 入れ替わったわけじゃないです。

**E4** : それは頭いいですね。

**土屋** : あくまでも設計は何かを決めてやってきたけれども、その決めるもの、例えばパラメーターなどを、確率論の知見で補ってきたと。

**P** : そうですね。

**E4** : 僕はどっちで設計しても良いというか、両方の特長を活かして使い分けや相互補完するのが良いと思っています。この 2 つの設計の考え方について議論するとき、優劣ばかりが主張されていて、これって二者択一なのかなと、いつも疑問に思っていました。今話を聞くと、双方がやり取りをしながら評価の質を上げていって、最終的な意思決定をするということですね。

**P** : やはり設計では決定論のほうが、一般の設計者でも使えますからね。

**E3** : 設計では確率法はほとんど使いません。評価では使っています。

**E4** : 今すぐにでも、導入できそうですね。

**P** : 入りそうですね。ただ、今の耐震設計の体系はものすごく複雑になっていて、いろいろな基準を全部とってきているものですから、なかなかそれを少しずつ変えていくにしても、難しいかと思います。

**E4** : できるところからですか。

**P** : できるところからですかね。いろいろそのような活動もあるようですけども。

**E2** : 地震本部のシナリオ地震など、確率論的なものも取り入れようということで、昔から融合と言っているのだけれども。結局、あまりうまくいってなくてきちんとした融合はできていないです。今のような話として、確率論の話を使っているようにも見えないし、まさしく融合のこういう話なの

かなと。

**P:** そのプロジェクトの話は私も関わっているのですけれども、出口が見えないところが、あのプロジェクトの一番の難点です。それは、文部科学省がやっていて、たとえば国交省の耐震基準を変えるということになると、やはりしづらいです。ただ、いろいろな情報を一番原子力業界が使っているような感じです。

**土屋:** すべてのベースになっているのですね。

**P:** そうです。

**E5:** 文科省がリスク評価のためにやっているというのを理解していない。それがおかしい。

**P:** やはりそれが、リスク概念の理解とも関わってきたりしているというのも問題かもしれないと思うのです。我々の建築学会でも、あのハザードマップを使って、地域係数を変えようとしているのですけれども、国交省には「そんなの変えられません」と言われるのです。

**E5:** だから、アメリカだとハザードマップから設計のところまではっきり完全につながっているのですよ。それが、日本ではつながっていない。

**土屋:** 推本もそういうふうに言われると、少し困ったとなりますよね。それがすべて直結してしまうと。

**E1:** 僕がいつも言っているのは、ユーザーによって考えなければならない確率のレベルが変わること。レベル1とレベル2が違うというのと同じで、ユーザーによって出し方は本当に変えるべきものなので、それを一つのスケールでもって、ハザードマップ1枚で、これで使ってくださいということは無理。やはりそこら辺は、あれを1枚出したために誤解が増えてしまっている。実際、あの背景に、ものすごい資料を用意しているのだけれども、それが全く読まれていなくて。

**P:** あれはもう本当に、日本の多くの専門家が集まって築いた宝物として、いろいろなところがリスク評価として参照しています。今、損保業界は、あれをかなりベースに使っていて、あそこが一番のユーザーでした。

### リスク評価の対象は？

**A3:** すみません、素人的な質問なのですが。先ほどの安全余裕の評価や、リスク評価のときに、それは放射性物質を出さないということを目指しているのか、出てしまったリスクまで含めて評価しているのか、どうなのでしょう。出てしまった場合、例えば（人への影響として）どのくらいだったらいいとか、そういうようなことがあるのでしょうか？

**P:** PRAも3種類ありまして、レベル1、2、3とあるわけです。レベル1が、このプラントが壊れる、壊れないという、炉心が壊れるか、壊れないかという確率を評価することになります。壊れる確率はゼロではありませんので、絶対あります。壊れますと、今度はそこから放射性物質が外に出ると。その確率を評価するのがレベル2です。レベル2PRAが次に続きます。そのあと、今度は、その放射性物質が外に出て、住民が被ばくすると。年にどれくらい被ばくして、がんで亡くなる確率まで評価するのはレベル3ということで、本当はそこまでセットでやって、初めてPRAの良さが見えてくるわけです。

ところが、PRA研究の悲しいところは何かというと、レベル1のところ、すごい議論ばかりし

ていて、これはなかなか受けられない、とかいうことがあって、レベル 2、レベル 3 の議論までなかなかいかないのです。したがって、本当はレベル 3 までやって、もしかしたら順番が逆ですよ。一番住民に近いほうから評価していくというのが正しいと思うのだけれども、炉のほうから評価していているもので、最初がうまくいかないレベル 2、レベル 3 の議論まではいかないのです。

**E3** : 今の PRA 評価は、設備が保全されるという考え方と同じなのです。だから、壊れないということで、それを評価することが、電力会社が一番必要なことだと思います。だから、そこは一生懸命やる。

**P** : そうですね。住民のことを考えないで。

**E3** : 安全目標は、原子力業界では人が死亡するのは  $10^{-6}$  と決めているのです。今までは、そうだったのです。それを守るためには  $10^{-4}$  で炉心の健全性を保てればよいというのが、ロジックでした。

**P** : 先ほどのご質問ですけれども、やはりがんで人が死ぬという確率は、先ほどの安全目標と異なり、 $10^{-6}$  年があります。その安全目標を、炉の設計をするときに直接は評価できませんので、まず中間の目標値ということで、性能目標というのがあって、炉心が壊れるか、壊れないかの限界値を決めましょうということで  $10^{-4}$  があります。

**A3** : リスク評価に関して、国会事故調の報告書を見ると、電力会社のほうは、リスクをどう考えていたかという意味で、原発が止まってしまうというほうを、経営者のリスクということで、そういうリスクを考えた。今ここでは要するに壊れるというよりも、その電力会社にとっては、そういう経営上のリスクのほうが大きかったという話があるのですけれども。そういうことも含めた、トータルのリスク評価、経営者も、工学関係者も、そういうふうに話し合っ一致させるということがあったのですか。なかったからこうなったのかもしれませんが。

**P** : たぶんなかったと思います。電力会社の関心事は、炉が止まって、電気が売れないリスクです。売ることができない売電損失のほうのリスクばかり考えて、それをリスクマネジメントと称していたわけです。それは、一面だけしか見ていなくて、炉は安全であるという前提のもと話なので、そうなってしまったと思うのですけれども。地震によって、実際止まったわけですが、将来的には、やはりこういうもののリスク評価とセットで、経営判断をしていかななくてはいけないということが、たぶん出てくると思うのですけれども、なかなか時間がかかりそうです。

**土屋** : だんだんリスクをどう考えるか。誰の、何のリスクを考えるかというようになってきたので、少し机を皆さんくつつきあえるように変えていただきたいと思います。ご協力をお願いします。

## 総合討論

### リスクで考えるとは？

**土屋** : 話題提供として客観的な定量的リスク評価の必要性について、お話をいただいたのですけれども、聞いておられて、異論がたくさんあると思います。そもそも、こういうリスクだけ考えればい

いのかということや、こういうリスク評価ができるのか、できたとしてどうやって使っていくのかというところを話していきたいと思います。

先ほど、どなたからか出ましたが、今日の定量的リスク評価、客観的リスク評価について率直に、いかがでしょうか。「まさにそうですね」という感じなのでしょう。

**E1**：工学のほうが、もう少しましだというのは、本当にそうだと思います。地震学者は社会に出て行くべきだといって、結構真面目に考えて動いている人もいますが、結果的に少し地震学者が思い上がったところもあったのか、なんでもかんでも理学でもって計算できると思ひ込むところがあったのではないと思うのです。0か100ということは絶対言えないので、やはり最後、どこまで社会が受容できるかということをよく検討しないとイケない。どこまで受容をできるかということは理学者が決めることではなくて、社会なり、工学者なりと相談しながら決めていかなければならない。こういうようなことを私自身もこの3年ぐらいで勉強したのです。

そのためには、リスク・ベネフィットの問題で、理学屋さんは地震の確率のことしか言わないけれども、社会と関わるには自然の恵みというベネフィットのことも伝える必要がある。工学の場合には、なおさらリスクとベネフィットをセットにして議論しないと、やはりこの議論は空回りしそうな気がするのです。

**E3**：先ほどのご質問でありましたように、46ページのリスク管理のところの話の中でも、ベネフィットとは1つも出てこないのです。本当は、ベネフィットは出てこないといけませんが。リスク論だけで行くのだったらいいですけども、リスクというのはベネフィットと対応しながら（考える必要があるにもかかわらず、）今、世の中は（ベネフィットのことを）言えないという状況は確かにあるのです。ベネフィットがあって、ここにあるリスク対応というのはヘッジなのです。したがって、ヘッジとベネフィットとリスクという関係がしっかりしていないといけなくて、ところなのだと思うのです。どこまでリスクが受容できるかと、今話しているのですけれども。

**E1**：原子力の問題でいえば、あれが本当に何のベネフィットもないのだったら、もうやめればいい。すごく簡単な話です。

**E3**：そうです。

**E1**：ベネフィットの話を一切しないでリスクだけ話をしていたら、それは確率が低いほうが、いいに決まっている。

**E3**：最初に土屋さんが言ったTOR(Tolerability of Risk, リスクの耐用可能性)の話です。そういうものがなければ、リスクなんか誰もとらない。要するにベネフィットがなければ、TOR というのがない。その話だと思うのですけれども。何かあるからね。

**A2**：最後の質問に関していえば、東電がああ事故のときに、最初、何とか炉を守ろうなどという話がありましたね。リスクにしてもベネフィットにしても、共に立場性があるのだと言いたかったのです。どの立場でリスクというか、ベネフィットというか、そこのところなのです。

**E3**：そうなのです。だから、我々が今言いたいのは、社会リスクと社会ベネフィットというふうに言っているわけです。東電の問題ではなくて、原子力の場合は、社会がどうベネフィットをとって、どうリスクをとるか、というのが重要なのであって、通常の経営判断をするものとは、少し違うのではないですか。IAEA が言っている原子力関連のマネジメントというのは、別に事業者だけの話

をしているわけではなくて、規制もすべて含めてマネジメントするというのは、基本的背景であるのだと。それはなぜかといえば、原子力の場合は、国だとか、世界のいろいろな領域があつて、1つの事業者がやっているだけではないのです。一事業者だけがやるのであれば、その事業者の中でクローズする問題です。それはクローズしないので、全体として考えなければいけないのだというのが、原子力の場合のリスク・ベネフィットの問題です。

受容の話がありましたよね。イギリスの保健安全省の話では、**tolerable** と言っていますけれども、我慢できるリスクは何なのだと。我慢できるリスクの中から、「やめなければいけないものは何か」「我慢できるリスクはどの程度か」というのが決まってくるわけです。その限界、基準を求めることが重要なわけなのです。我々は我慢できるのだというのを前提にしての「それがどれだけですか」という議論はリスクコミュニケーションでは成り立たない。我慢できる領域が見出せるかどうかの判断が、まずスタートなのではないか。

**A2** : 今の **tolerance** という言葉、**acceptance** (受容) という言葉とだいぶ雰囲気違いますよ。

**E3** : 日本では **acceptance** と言ってしまうので、問題ではないですか。

**A2** : 日本では、社会受容というのは、科学技術白書に出てきたのが最初だと思います。 **acceptance** をこういうふうな言葉にしたのです。その言葉がある種つながっている。今の **tolerance** まで含めて考えておくというのは意味がありそうです。

## 安全目標の意味

**A4** : 私は安全目標をつくったときの委員でした。私の意見はほとんど通らなかったのですけれども。今の話でいうと、今とりあえずできている安全目標は、いわゆる期待値、確率と **consequence** を乗じたもので示しています。

**A2** : 確率と何をかける？

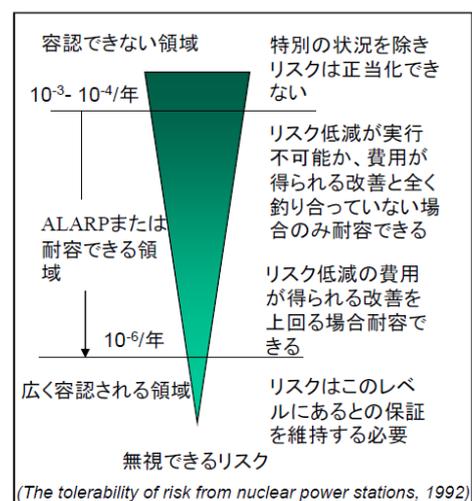
**A4** : 被害の大きさです。イギリスの目標もそうですけれども、社会としてこれ以上は絶対受け入れられないというラインと社会として十分に受容可能といえるライン、この二つのライン、幅をもったリスク目標をつくろうと、私自身は提案したのです。

**土屋** : こんな感じですか。

**A4** : そうです。

**E3** : そう。だから、この「受容できる」と「できない。」です。

**A4** : 上のラインは、社会として、これはどんなことしたって受け入れられないというレベル。原子力利用に伴うリスクは社会的に正当化できないということだから、このレベルを決めるには社会的な議論が必要です。下のラインの設定も社会的な確認が必要です。そして、この二つのラインの間にリスクレベルがあるときは、技術進歩や科学的知見などを反映し、コストベネフィットを考えな



がら、最大限可能な限り減らしていこうと、自主的なリスク削減努力を促進する。このような考え方を提案しましたが、当時の議論では、結局幅で示しても、我が国では一番厳しいリスクレベルが社会的に要求されるので、最終的には期待値という一つの線になった。個人的には、今もそれがリスクマネジメント活動への理解につながらなかった一つの要因ではないかと思っている。

**E3** : 下はいつでも OK なのですけれども、それがどれだけ上まで持っていけるかという議論です。

**A4** : 先ほどの話に加えて、リスクの問題を考えると、原子力が持つ外部性はどのようなものをきちんと議論しなければいけないと思います。外部性は市場の中で明示的に扱われていない影響、たとえば負の外部性、外部不経済といいますが、環境・生態系への影響や規制行政コスト、正の外部性、外部経済としてはエネルギーセキュリティ上の便益などです。これらの外部性の定量的評価は難しいですが、環境外部性についてはリスク評価研究をベースに評価可能であり、これまで IAEA の研究プロジェクトや EU・米国の共同研究等活発に行われた。日本にも国際共同研究への参加要請があったが、当時の科技厅や通産省は関心を持たず、私は個人的に IAEA のプロジェクトに関わってきた。

エネルギーの外部性評価研究は、エネルギー計画を立案するにあたって、従来の経済性評価に外部コストを含め、社会的費用を最小化する、包括的に考えようということですが、これが日本では理解されず、今も公式の評価結果はない。しかし、このような情報や議論が社会との対話の場では必要だと強く思っています。PRA もレベル 2 の技術的な評価のレベルに留まって、社会的な影響を評価するレベル 3 が実施されなかった、という議論を避けてきたことのツケは大きい。

**E3** : 今、その左に書いた絵と同じです。上は受容できない領域で、下が誰でも OK だというレベルです。その間のどこに線が引けるかというのでリスクの大きさを決めるのです。

**A4** : この線の、2 つの線についても社会的な議論をしなければいけない。

**E3** : 「しなければ」なのですけれども、その社会的な議論が両方の線で、どこだったら全く問題がないのか、どこから絶対駄目なのかという議論の中で、中をどこにするかはまた、いろいろなファクターが入ってくるので、そこを決めることができるのですけれども、上も下もまだ決まってないというのが現状で、それを決めなければいけないのではないのですかというのです。

ここに何も書いてないのですけれども、もう一つ問題がある。リスクとは“何なんですか”と。リスクとは何なんですかというのは、先ほどの話題提供の中で決定論というところで両方ありましたが、今の日本は、確率論は関係ない社会になっているのではないですか。低頻度、大影響が一番問題なのだというのが福島の問題です。要するに低頻度だと言われているにも関わらず、ああいうことが起きるところの大きな影響があるところをしっかりとみていく必要があるのではないかという議論になっているのではないか。そうすると、確率論、頻度論関係なしで、今、皆さんが見ているのはリスクが大きいというところ、リスクの影響だけの問題を見ているのではないかということです。

**P** : C (consequence)だけを見ている。

**E3** : そう、C だけを見ている。

**E5** :  $P \times C$  で、P (Probability)が 0 でないと駄目なのですね。

**E3** : 0 ではないと駄目だと言っているのではなくて、そういうこと (確率) に目がいてないという

こと。大きさだけの問題を言っているのではないですか。

**E5**：そういう見方もあるし、逆にリスクが認識されて評価されているかという、受忍できる、できない、の議論をするためには、リスクが認識されて評価されてないといけないので、実はみんなも無視をしている。

**E3**：どういう意味ですか。

**E5**：多くの方はハザードとリスクとプロフィットを考えている。たとえば津波が来る海岸地域で、明治、昭和、チリ地震と被害を受けて、それでもそこに生きているというのは、無意識のうちにトレードオフしてしまっている。ところがトレードしてしまったあと、リスクを忘れてしまうのですね。

**E3**：そうですかね。僕はあの辺の人たちと昔、話したことがあるけれども、彼らは昔津波にあつて高台に移住したのだけれど、今はまた下へ行って住み始めた。楽だからそうしているのであって、津波は常に怖いのだという話をずっと聞きましたけれどもね。何十年前の話だけれども。

**A2**：その話では、地域差があった。いろいろな事例があるみたいに思える。例えば、その後の対応では、高いところに移った、移らなかったなどいろいろ対応があるではないですか。

**E1**：コストが極めて高い対策は取れない。しかし、コストは何と比べてかかりすぎるかどうかというのは、それはベネフィットと比較するしかないわけですね。先般の津波の話で行けば、そこで漁業をやっているというベネフィットと、内陸の奥まで入ってしまうと、海に出るのはすごく時間とお金がかかってしまう。それと比較して、どこに住もうかというのが決まるわけですね。原発に関しても、本来ならばコスト計算をしなければいけないのだけれども、ベネフィットが決まらない限り、本来はこの計算ができるわけない。

**E3**：そうです。しかし、そういう議論は今までやったことがないのではないですか。

**E1**：そう。だから、どこかでやらなくてはいけない。ここでもすごく難しいのが、よくわかるのだけれども。

**E5**：あとは自然災害の頻度が低すぎて、リスクが正確にわからない。

## リスクを評価し議論できない日本社会

**A4**：先ほど外部性について少し言いましたが、実は私は原子力発電や火力発電や再生可能エネルギーの環境外部性を試算したことがあります。その評価では、最終的に生命や健康へのリスク、環境リスクを金銭的に換算するのですが、その際にどのような換算係数というか原単位を用いるか、それを用意しなければならない。そのために社会調査をする。対象とするリスクを1単位減らすことに自分のポケットマネーからどれくらいなら喜んで支払うか、支払意思額(Willingness to pay)をアンケート調査や対面調査で聞く。いろいろな方法がありますが、いわゆるリスク削減に対する社会的選好を測定するわけです。たとえば死亡リスク1単位減らすのにどれくらいの社会的なコストを彼らは受容するのか、どれだけの価値を見いだしているか、というのがわかる。よく人の命に値段をつけるのかと批判されますが、決してそうではない。

火力発電所からの大気汚染による死亡リスクと放射線被ばくによる死亡リスク、リスク削減に対する社会的選好は文脈によって大きく異なる。これらもリスク情報です。このような社会調査を積

み重ね、社会に公開していくことがとても重要です。この点で米国には大きく遅れを取っています。

**E3**：日本の場合は難しいのではないですか。要するに、コスト、死亡リスクなんて考えられないと、地元の人たちが言っている。こういう話をすると、そんなものなんて絶対あり得ないと。死亡なんてことは、数値の中に入ってくることもあり得ないというのが、地元の人たちの印象です。そうするとリスクコミュニケーションにならないのです。

**A4**：そう言いながら結局、原子力安全委員会は死亡リスクという安全目標をつくってしまった。

**E3**：面白いでしょ。安全目標はないのではなくて、あるのですよ。死亡リスクというのは $10^6$ と決めて、今までそれで動いているのですよ。それを昨年、環境を入れなければいけないというので、100テラベクレルと言ったのです。

**A4**：原子力安全委員会でも実は環境に関わる目標、たとえば土壤汚染の目標を考えるべきとの議論はあったのですが、当時、それを評価する方法論などがなかったため見送られた。何かしら目標をつくっていればと思いますけれども。

**A2**：評価する方法がないというのは？

**A4**：評価するにはレベル3PSA（Probabilistic Safety Assessment、人々への影響まで考慮したリスク評価）ができなければならないけれど、まだ社会環境影響を詳細に分析できる状況にはなかったし、そのようなことが重要との認識も希薄だった。

**E3**：放出量を言いたくなかったのではないですか。今言ったのは放出量だから。

**A4**：それもありましたし、その後、当時ヨーロッパでチェルノブイリの後に、やっと土壤汚染に関するデータベースの整備に入ったぐらいで、福島事故では日本も除染の技術やコストを計算するため苦労したという状況でしたから。

**E3**：今の100テラベクレルというのは、ここで決めている値とほとんど同じなのですけれども、今の福島で出している量の100分の1ですよ。100分の1とは、みんな帰還可能な区域になってしまうぐらいですから。100分の1とは、今、同じことが起こったとしてですよ。それが本当にできるのですかと言うほうが難しいのではないかと私は思います。それぐらい厳しいのを今やろうと言っている。そういうことを言うと、国民の皆さんや地元の人も、「それだったらいいんじゃない」と言うかもしれないです。プラントとしてのリスク評価をしていくのは、今やってないから極めて大変なことになる。

**土屋**：プラントとしてもやってない？

**E3**：どれだけ放出するかというリスク評価はやっていないが、強いて言えば炉心溶融のリスクが $10^{-4}$ 以下であるというリスク評価や格納容器破損リスクが $10^{-5}$ 以下であるという評価はしている。それがどれだけの放出リスクになりますかというのは、そう簡単に（評価）できないですよ。

**A4**：先ほど残余のリスクの話がありましたが、中越沖地震後に新聞でも1面に「残余のリスクって何？」と出た。安全目標の議論を再び社会的に行うにはあのタイミングが一番だったと思っています。あのとき、やはり自然災害は人知を超えるところがあるのだなと、世の中はわかっていたわけですから。では、どれぐらいの残余リスクだったら受け入れざるを得ないかという議論をやはりあのときに規制が率先してやるべきだった。あのときに躊躇したのが僕は一番問題だと思う。最高にいいタイミングだった。

**P**：あのとき原子力安全・保安院がやったことは、Ssの見直しをやる、と厳しくして、それで全国のプラントを全部チェックしましたね。

**A4**：だから、そういう話にしかならなかった。

**P**：そういう話になってしまったのですね。

**E3**：第三層までというか、設計が大丈夫かどうかを示しただけです。それを超えることが起こるとい  
う評価をしなかった。基準を上げただけです。余裕があるということがわかったので基準を  
上げたのだと思う。ものすごく余裕がありましたから。

**P**：そうですね。

**A4**：いずれにしても、そこに書いてある通り、最終的には価値判断にからんでいる。(日本社会は)  
価値観をぶつけあう論争は拒否する、あまり好まないと言えますから、こういう議論はやはりでき  
ないのだろうといつも思います。

### 誰がどのような場で議論すべきか

**A2**：今の話、価値判断のところまで全部言えるかどうかわかりませんが、とても大事なのは、ここで  
いうリスクだとか、いろいろな議論を、どの場でやっているのかということなのです。つまり、原  
発の地元では死ぬなんて考えられない。そういうことをないことにして受け入れている。

**E3**：数値で議論することは考えられない。だから、絶対起きませんという議論で今まできているわけ  
です。

**A2**：そういうふうにしておいて受け入れる。地元はそうなのです。しかし外側にいくと、たとえば少  
しでも放射能が検出されれば、たとえそれが自然放射能より低くても嫌なものは嫌よと言う。うち  
の家人なんてまさにそういう態度なのだけれども、そう言う。つまり、原発の地元の社会で考えて  
いるか、もっと広いところで考えているか。どこで今、リスクの議論しているのか。したがって、  
その議論をする場というものを想定しないと、それは価値判断ですけれども、できないだろう。

したがって、首相が閣議決定で変えますよというふうに、どこかでできるというのなら、それは  
それであるかもしれないけれども、どこかで社会的意思決定をしないといけないとすれば、どこで  
やりますかという議論ですよ。それがポイントではないですか。

**A4**：当時の原子力安全委員会の最初に、意見陳述で私はその話をしたのです。だれが決めるのか。本  
当は国民でしょうという話から始まって、それは無理だから、国会に付託し、でも国会もできない  
ですから、専門の審議会に付託する。そして、原子力安全委員会ですかと。では、原子力安全委員  
会は、そこにどういうメンバーシップを集めて議論をすべきかというところは、若干問題はあった  
と思いますけれども、「日本の仕組みでいうと、そういうことですね」という話になって、議論が始  
まったのです。

**E3**：昔はそうですねけれども、今、起きてしまった後で、それが成り立つかといったら、今、困ってい  
るということなのです。

**A2**：もっとはっきり言うと、さらに、ここに多次元の課題があります。たとえば専門家同士が対立し  
た意見を持っていることもあり得るというのが、まず1つ。それから今日のお話で言えば、理学と

工学の間で評価をするときの態度が違う、どうも違うみたいです。

**E1**：また理学の中でも違います。

**A2**：理学の、たとえば地震学なら地震学の中だけでも違っている部分。それは、この間も指摘したけれども、その個人個人が社会的な課題に対して、それなりの態度を持っているからだということは、あると思います。ここで少し言ってみたいのは、どういう場で考えるかということを考えながらやらないと、議論が拡散しませんかということなのです。

**A5**：あと少しだけ追加したいのが、結局ベネフィットというのは、配分できるわけですよね。誰に帰結するかと計算できると思うのですけれども。リスクは誰に帰結するのか、誰が負担するのかというのは、ある程度、確率的に計算できるものなのですか。

**E3**：できると思います。

**A5**：それを今、社会として合意できるという、社会という、あたかも1つの存在だとみえているように議論されているのですけれども、(社会というのは)いろいろな人がいて、その総体なわけですよね。そのとき配分問題が生じるわけです。結局ベネフィットとリスクの間に、ベネフィットは、ある人がもうけてリスクは少ない。逆にリスクは大きいけれどもベネフィットは少ないとなると、それは論争の元になる。

**E3**：試算中だけでも、発電所の地元の人と電力の消費地の人とで異なるはずなのにそれが考慮されていないのは、おかしいのではないかという議論があるわけです。そこには、国全体として考えるリスク・ベネフィットがある。それでバランスとれるように分布しているわけです。トータルでどう考えるかをしなければならない。

**A5**：そうしたときに、結局、集計することによって、配分の不公正みたいな問題を隠ぺいというか、その中で消えてしまうわけですよね。

**E3**：だから、どこがリスクを負って、どこがベネフィットを受けるのか、そこは明確にしなければいけないのです。そういうのは、アメリカなどの場合は、地元の市民と電力発電所がリスクについて十分に話し合うわけです。国や社会全体としてのトータルでのリスク・ベネフィットがあるけれども、地域などの個別のリスク・ベネフィットも考えなければいけないわけです。

**A5**：集計が先に来てしまうということですか。

**E1**：今回でわかったのは、普段ベネフィットを受けていないところまで、リスクをかぶってしまったということですよね。よくある話だけでも、たばこを吸うこともリスクがあるわけですよね。しかしベネフィットもあるわけです。しかし副流煙はベネフィットなしで、リスクしかないわけです。そんなもの避けられるのなら避けたいと思うわけです。副流煙をかぶった人たちに、どうやってベネフィットを与えるかという議論をしない限り、なかなかこの問題は健全な議論にならないと思う。

**E3**：先ほど、谷口さんがおっしゃったように、昔はやったのだらうと思うのですけれども、そこまで広げてしまうと、国としてわからなくなってしまうので、原子力のリスクはリスクだけで議論できないかというのは、あるのではないかと思う。しかし、あそこまで行ってしまうと、たぶん全然違う領域の話をしてしまう。

**土屋**：今日の話提供では、割と客観的に、定量的なリスクの話の中で安全目標をおっしゃったのですけれども、実は、そういうことを議論するときには、社会の選好や価値判断というものが絡んで

きますよという発言があって、狭い範囲では議論できないという話になって、どういうところで、誰が参加して議論するのか、誰の何のリスクとベネフィットを議論しなければいけないのか、という話になってきました。単に、トータルでバランスが取れるからというふうにできるのかというのは、割と社会学をやっていると、そこの不公平感やアンバランスをどう処理するのかというのが、どこまで許容できるかに舞い戻ってくるので、議論を分離できないというところまできました。

**E3** : その辺の経済的な問題をいろいろと考えると、それこそ東京大学みたいなところは、もっと先行してしっかりやらないと。世の中はそんなに簡単には動かないから、どこかが中心的にやらなければいけないです。原子力のリスク論の中でのリスクコミュニケーションでは、絶対にそういう議論にならないのです。本来は、それをやらなければいけないかもしれない。しかし、そういう話は進まない。まず、こちらの原子力のリスクはどうかという問題となってしまうのです。

**P** : 社会の話としては、ものすごく話が大きくなって、貧富の問題などいろいろ出てくるので、あまりそこまで広げるのではなくて（考えましょう）。

私が最初のスライドで示したのですけれども。「原子力プラントが絶対必要だから、ものづくりをやっているのです」という文書があったけれども、あそこから本当はスタートしていいと、僕は思います。それで、CDF（炉心損傷頻度）はこれぐらいですというのは、海外でこんなものを使っている、日本も一応、暫定値が出ましたと。それに向けてリスク評価をし、こんなに安全ですよ、こんなに危険ですよというのがありますというのは、やらなければいけないとは思っただけけれども。規制基準は置いておきます。それはできていないから、全然前へ進まないという感じがあるのです。

**E3** : それは原子力屋さんとか、原子力が必要だと思っている人の論理展開ではないかと思っています。世の中は、そんなものでは通りません。まず、自分が受けるリスクはどうなのかというところからいかなければ、いけないのではないかと。ただ、頻度は関係ないのですというところがあるわけです。頻度論と言った途端に、それは受け入れられるかどうか。

**A4** : 私は、人々は原子力のリスクを考えると、結局、事故が起きたらどんな姿（影響の種類や規模）になるのだろうかというのを、まず頭に描いて、それが許容できるか否か、それが受忍できると思うと、次に、それはどれくらいの頻度で起きるのだったらよしとするかを考える。こういう思考をするのではないかと思っています。だから、私はやはり福島はとにかく全力で復興しないとダメかと思っています。今後も原子力をやりたいと思うなら、あのように悲惨になった福島も確実に我々の手、社会全体で、一步一步前へ進んで復興していく、復興可能である、十分に社会として受忍可能なものだと思感できなければいけない。それに向かっている姿が見えない限り、原子力のリスクを社会は受け入れないというか、リスクの議論に入ってこないのではないかと。だから、今は実は一番重要なのだと思っています。

**E3** : その割には、お金を投入していないというような気がします。

**土屋** : そうですね。本当に必死さが無い。

**E3** : そう。トラブルを起こさないようにする必死さが無い。

## 専門家と学会の役割

**A2**：もう一つ指摘しておきたいのは、こういう議論をするときに、どういうところが関与しているのかということで、ここで着目しておきたいのは、学会というもののなのです。

学会は先ほど「よくわからない」という話がありながら、事業者とも規制側ともいろいろつながったり、反対していたりします。場のことも言いましたけれども、場だけではなくて、どういう人、あるいはアクターが関与していくのか。それが最終的に社会として認められるのか。そのところを考えておいた方がよいのではないかと。

僕が一番着目したいのはアクターの1つとしての学会なのです。学会の果たすべき役割は、たぶん大きかろうと。これが、特に原子力の場合には、よく読めないところがあって。つくづく読めないのですけれども、少なくとも関与はものすごく大きいのではないかと。これが今後、どういう議論の仕方を促していくのだろうか。これが、かなり大事なポイントになるのでは。

**A3**：学会というとき、個別の専門家がありますよね。たとえば政府の委員会などに入っている専門家との関係というのもあると思うのです。

私は放射線のほうをやっているのですが、政府に対して、専門家は必ずしも一致しているわけではない。しかし、やはり最終的に決めていくのは、政府側の意見が通っていくと。一応、意見は言ったのだけれども駄目だったみたいな、そこら辺の力関係といいたいでしょうか。この地震や津波のほうでは、皆さんがどのような政府との関係というか、苦労がある、ないということがあれば。

**土屋**：第3回フォーラムのときには、学会で意見をまとめていないのかとか、まとまらないことが学会の良さである、といった意見が出されていましたが、いかがですか。

**E3**：基本的に意見を1つにまとめる必要は、私はないと思います。コンセンサスをつくる場合は必要でしょうけれども、いかに意見を出して、違う意見が「こうですよ」とあるところが重要なわけだと思います。したがって、そういうのを集めて、伝達して、どういう意見があって、それで、別の人がジャッジをするというのがあるわけですから、サイエンスのように全員が一つにまとまるわけでは必ずしもないわけです。

我々が今言ったトランスサイエンスの問題で、原子力の問題は、特に先ほど言っている unknown が非常に大き過ぎて、科学的に答えが出るわけではない。では、それをどうやって決めていきますか。あの許容される領域のリスク影響の図の真ん中のどこかで決めますかといったときに、答えが数学的に出てくるわけではないわけです。そのところをどうするかといったら、結局は、異なる意見の中でのコンセンサスを求めるか、どうやって多くの国民の意見なりをまとめるかという、その仕組みが重要なわけです。その中で学会がどういう役割を果たしていくかというのが重要だと申し上げている。

**A2**：今のことはそれでわかります。問題は、その学会が、誰が認めるかはともかくとして、専門家と称するエキスパートがいて、意思決定をするための準備にせよ、意思決定の場にせよ、しばしば呼び出されて、それで決まっていくわけです。では、専門家として、誰がこれを決めるのですか。専門家でも、放射線についても、いろいろ違う意見を持っている人たちがおられますよね。その中の誰を選ぶか。これは誰がやるのですか。政府がやるのですか。

**E3**：役人が決める。

**A2**：役人が決めると。では、この役人の決め方を、我々が監視することは？

**E3** : していません。

**A2** : 私たちは、それに対するチェックもできないのですか。今は明らかにできていませんよね。

こうして、政策をつくったり意思決定をしたりする場に加わる専門家というのは、かなり恣意的な選択の上で行われている。これは、全体の議論をする上で大事ではないですか。

**E3** : しかし、それを世の中に指摘している人は、あまりいないのですか。

**A2** : 指摘しているつもりの人間はいますが、受け止めて貰っていないのです。

**E4** : 専門家が正しく選ばれていないのではないかという意見が、新聞などを見れば出ていますし、指摘や批判をしている人はいます。役人も、恣意的に選ばうと思えば、結論が見えるような人を選ぶことは可能だと思います。

**E3** : しかし、そうすると役人は、「きちんと学会にお願いしています」、たぶんそういう話をするのだと思います。学会はたくさんありますから、その中から選ばれる人は頭がいい中から、たぶん選んでいるのだと思います。

**E4** : 私が知る限りでは、津波と地震に関する評価については、かつての原子力安全委員会ではかなり適切に専門家が選ばれていたと思います。活断層の認定に係る専門家も、かなり意見の異なった方たちが関係していました。ただ、最終的な結論については、やはり委員長と役人の意見がかなり重かったと思います。しかし、役人が反対の意見を持つ専門家を締め出しているということは、なかったと思います。

**A2** : 意思決定前には、それは出ている。そう思いませんか。

**P** : いつの話？今の話？

**E3** : 規制委員会をつくる話でしょう。

**土屋** : 規制委員会（の委員構成について）は、異論が少しおありだと思います。

**E4** : 保安院の方はわからないけれども、原子力安全委員会は、いろいろな意見を持つ人を入れていました。

**土屋** : 原子力規制委員会ではなく、原子力安全委員会のほうですね。

**E5** : 原子力安全委員会の話。いろいろな、ありそうもない学説を主張する人もきちんと入って、幅広い意見を交わして（いました）。しかし結論は、やはりこの人の結論は無理かというふうに合意を得ていたわけです。

**E4** : それは、委員長や役人の事務局がナビゲーションをしていると思います。

**E3** : かつての話。かつては、そういった感じでした。

**土屋** : かつては理学も工学も一緒の場だったり、いろいろな（人が関わって議論していた）。

**E4** : 地震、津波は、そうでしたね。

**E1** : 地震学に関しては、僕自身も結局、一本釣りで委員に選ばれたわけです。学会とは関係ないので、僕の発言というものが、学会の代表からの意見と受け取られると、すごくまずい。他の委員の人たちにも同様の意見を持っている人が多かった。だから僕は、学会のほうでもっときちんと議論をして、学会から代表を送り込むのが一番いいだろうと素直に信じていたのです。しかし先日、「原子力の最終処分を検討する委員会の委員を学会から出してくれ」と言われて、地震学会は結構紛糾してしまって、大騒ぎになった。

**E5** : それは、ごく最近ですよ。学会にお願いするようになったのは。

**E1** : あれは、島崎先生が原子力規制委員になられたので、仕方がないと思って地震学会は協力したのだけれども、あれで前例をつくってしまったから、今度は断れなかったというのが背景。侃々諤々の議論が起こってしまって、地震学会はすごく大変でした。そのときに、いろいろな反対意見を聞いていると、僕は学会から代表を出すのは無理だと思った。

**E5** : おっしゃるように、学会は、確かにコミットしなければいけないのですけれども、意見の幅があり過ぎて、中でお互いにならみ合っているうちに、何もしていないというのが現状です。学術会議もそうです。

**E1** : 学会の存在意義の一つは、政府が何かやったことに対するチェック機能だと思うのです。だから、学会から委員を出すのではなくて、学会は批判する側に回るべきだというふうに考えている人たちは、かなり多いです。そういうことは、よくわかりました。

**A2** : しかし現実には、やはり自分の仲間たちが、そういう政策を、オルタナティブであれ、何であれ、決めるところに関わっているわけですよ。

**E1** : その通りで、それがすごくシビアな問題となっています。委員もなかなか割り切ることができず、「自分はこういう結論で委員会のほうに説明したけれども、それについて学会のほうで批判してください」と、正面をきって学会に向かって発信している先生もいます。それはえらいなと思います。

**P** : 学会ということであると、専門家の意見は、ものすごく重要になってきている。ただ、今一番足りないのは何かというと、いろいろな意見があるので仕方がないのですけれども、そういう意見をどういうふうに束ねて、どういうふうにものを決めるかというルールがないのです。強いてあるとするならば、一番厳しいことをいう意見を採用する。本当にそれでいいのかというところを、まず考える必要があると思います。

## 専門家間の議論を成立させるには

**A2** : 議論が紛糾するかもしれないのですけれども、この前私が招かれて、発言するチャンスがなかった会に触れたいのです。放射線のことをやった会です（放射線の健康リスクに関する専門家フォーラムを6月1日に実施）。

ここのフォーラムでは私は傍若無人にしゃべることが多いのだけれども、そこでは「しゃべるな」と言われて、一切しゃべらなかつた。

そこ（放射線の専門家フォーラム）で、「お前が言っていることは間違っている。」「あなたが言うことは違う、こうだ。」と言う専門家がいたわけです。では、それに対してどう対応するか。多くの人たちは、それなりに自分の意見あるいは見解を述べて、それに対しては、あまり触れてはいませんでした。ときとして、人は「お前は何も知らない、俺が知っているんだ。俺が言っていることは正しい」という議論の仕方をしばしばするのです。だから、こういう議論をする、あるいは何か案をつくる、あるいは決めるといったときに、やはりそこで議論をするときの議論のためのルールというものが、どうしても必要なのではないかというふうに、この間聞いていて思いました。

そこでは、「お前は間違っている」ということで、一刀両断にして、自分の言いたいことを言うと

いう専門家が、約1名いました。それを聞いていて、こういう議論の仕方をしたら、議論にならないだろうというふうに思ったわけです。したがって、議論をする場のルールですか。発言のルールですか。その上にさらには、どうやって意思決定、合意をつくるかというルールもある。最初は、お互いの発言が準備できて、「お前は間違っている」というのもあり得ると思うけれども、そこで、やり取りがきちんとできるようにやらないと、まずかろうというふうに思います。特にこの手の議論の中では、情報の非対称性というのは、ものすごくよく知っている人と知らない素人というのがありますので、余計にそういうことが起こりますよね。

**土屋**：議論の場に専門家が関わっていったときに、情報の非対称性がもろに社会にも出てしまうのですよね。

**A2**：そうです。

**E1**：私自身も、今回の3.11で自分が間違っていたことが明白になってしまったので、つい弱気になってしまうのですけれども、普段議論をしていても、90%は正しいけれども、10%は僕が間違っているかもしれないということだってあるわけです。こういう状況において、相手が自分は100%正しいと思って論争してくると、絶対負けるのです。今おっしゃったことは、もしかしたらそういうことですよね。

**P**：それは答えを1つ求めようとするから、勝ち負けになるのですよね。

**E1**：相手側も、そういうふうな考えでいてくれればいい。勝ち負けではないと。

**A2**：今の問題と、情報の非対称性「俺は、たくさん知っているぞ。お前の知らないことをたくさん知っているよ」というのがあって、その2つが、そういうことをさらに悪くしているということがありますね。

**E5**：たとえばその議論が、ここでM9が起こるか起きないかという論争だとしたら、ある意味で、ロジックツリーにしてしまえばいい。

**E1**：ロジックツリーという考え方すら、いい加減だという主張をする人たちがいるわけです。

**E5**：そうしないと。

**E1**：現実的にはできないわけでしょう。

**E5**：うん。

**E1**：だから対案を出してくれと言ったら、誰も出してくれないわけだから。批判することは誰にでもできる。

**E5**：そのときに、M9が起こる確率について意見が極端に偏っていると困るよね。しかし、それは、フィフティ・フィフティでいいのではないか。やはり不確かで結論が出ない現象を、権威や暴力で納得させていくのではなくて、やはりそれは、ある意味で割り切って考える。

**E1**：今回、いろいろなところで批判されてよくわかったのは、いろいろなロジックツリーを入れて出てきたものは、本当に確率と呼んでいいのかということです。一般の人たちは、70%の確率と言われてしまうと、天気予報と同じ70%だと思っているけれども、ずいぶん違うレベルの話をしていると思う。そのことも、きちんと正直に社会に伝えなければいけないということを、僕は言っている。

**E5**：一般の人が確率やロジックツリーを理解していないというのは、日本の教育の大問題。

**E1** : いや。そこまでは言っていない。人間は多かれ少なかれ、実際はどこかでやはりやっているのですよね。何かを決断するときには、自分の価値判断のもとに無意識のうちにやっているはず。

## リスク論はどう使えるか

**E3** : それは、頭の中でのいい加減な値です。基本的には頻度は関係ないのであって、我々はリスク論でやっていて、そうしなければいけないのではないかというのがあるわけですが。事故の後に皆さんの話を聞いていると、我々専門家がたくさんいて、みんながそういう話をするのですけれども、結局は確率論の話をして全く誰も聞いて理解してなくて、リスクといっても大きさだけの話になったり、影響だけの話になったりでしょう。だからそこをしっかりとっておかないと、本来のリスクコミュニケーションというのは、できなくなります。

**土屋** : たぶん、さっきありましたけれども、その確率の信頼性というか、出しているものをどのぐらい信頼できるのかということも、普通の人たちは見たりするわけですよね。

**E3** : だから今、リスクで考えましょうという議論を原子力のほうが言っているけど、規制委員会がやらないのは、信頼性がないからということがある。先ほど、データが確立されてないとありましたけれども、だから使わない、だからリスクでの評価はやらない、安全目標は決めただけその評価は信頼性がないから今やらないと、規制委員会がそう言っている。

**土屋** : 信頼性を上げるためにこういう努力をするとか、そういうふうにはならないですね。ただ信頼性が低いということになってしまっている。

**E3** : 今は使わない。そのうちに使うようになる。いや、使うと言っているのですよ。言っているのですけれども、使うというようなことをやらないのは信頼性がないからだ。我々が提案したのは、数値そのものを使うのではなくて、比較論で切るのがいいのではないかとやっているのです。どちらを選択するかなんてときは、リスクで比較できるでしょう。

**E4** : 極めて低い発生確率の事象については、不確かさはどうしても高くなりますよね。そういうところはやはり難しいから、割と高い確率で、不確かさの小さいところから導入していけばいいのかなと思います。先ほどの決定論と確率論のお話だと、全部いっぺんに入れ替える必要はなくて、議論できるところから、現在の設計体系に入れていくという仕組みはあり得ると思います。

**E3** : 実際は先ほど言ったように、何かの統計的な値を決める、例えば、地震の大きさ決めるときには、どういう手法を使って、確率で評価して、こういう大きさの地震動がこういう確率で起きると、そういう使い方はするのです。ただ、リスク評価という意味で、市民が受ける環境への放射能の放出量が 100 テラベクレルだ。そういうふうにしたときに、これをきちんと受け入れて評価しているかといったら、必ずしもそうではない。10<sup>-6</sup> という評価をしないといけないわけだから、シナリオが明確でないと簡単には評価はできない。

**E4** : それが、非常に一般の人から見るとものすごく低い確率で、感覚的にわかんないですよね、「何ですか、10<sup>-6</sup>」って。人生の長さは 10 の 2 乗くらいしかないのに。だからもう少し高い確率で、数字に現実感のあるプラントの中の工業製品等の議論から始めてはどうでしょう。

**E3** : ほとんどは事故、故障の起きないものの故障の確率を決めているのですよ。日本のプラントは、

故障は起きないですよ。だから故障確率のデータがない。故障が出たらという評価をするのに、現実にはそのデータがないにもかかわらず、そのデータを決めて工学的に決めて議論している。

**E4** : なるほど、そうなんですか。

**土屋** : データがないのにやっている。

**E3** : そうです。

**P** : 今、リスク論の課題を指摘したり、結果の信頼性が低いことも無視できない、やはり完璧なものがない状況で困っていると思います。非常に我々は難しい問題を扱っている。従来の方でいくらやっても前に進まないのです。何を考えなければいけないのかというと、リスク論の問題や欠陥はいろいろ指摘できるのですけれども、リスク論を使わない方法がどれだけ信頼性があるかということ、少し考えてもらいたいのです。「えいや」って決めて、これで終わりですよ。あるいは、偉い先生が「こうやってやりなさい」と言って、これで終わりですよ。こんなものでどうして安全性の議論ができるのですか。それよりはリスク論でやったほうが、もちろん精度は悪いかもしれないけれど、それしかないのだから。そういうのも入れて、そのときによくしましよと、私は言いたいのです。Pの信頼性なんて、こんなもの100年経ってもなかなか向上しない。

やはり、今我々は何をしなければいけないのかというと、安全性の評価をしなければいけない。あるいは、プラントを設計しなければいけないという状況があるのです。それで、どういうふうにその安全性を評価しましょうかというときに、今まで「えいや」って決めている世界で、本当にいいのですか。それと比較して、リスク論はまだいいよねと、そういう持っていく方をしないと、全然広がらないです。

**E3** : 設計や評価をする上では非常にいい。しかし今はリスク論を説明する、リスクコミュニケーションと言ったときに、その議論が成り立たないと言っているんです。

**P** : 工学の世界でも、規制の世界でも使ってないわけですよ。

**E3** : 使わなくてはいけません。それは使わなくてはいけませんですよ。

**A2** : 規制の世界で本当に、リスクマネジメントという考え方を使ってないのですか。

**E3** : 使ってないです。

**A2** : 全く？ 本当ですか？

**土屋** : 日本国民が絶句した瞬間ですね。

**E3** : ここまでのものをつくりなさいと、規制を決めるわけですよ。それができているかどうかだけで判断する。要するに、文書で法律で書いてあって、(文書に)展開して、みんな文書にかわっている。そうすると、できるかできないかわからないようなもので判断できないわけですよ。「こうしなさい」と書いてあるのを守っていれば、「安全は担保できます」という世界が法律の世界なので、あくまでも規制はそういう法律の世界をやっているのです

**A2** : では規制をするときに、リスク論が全く使われてない。

**E3** : 使われてない。法律の中に規制、リスク論が使われるような仕組みを何か考えれば、出てくるかもしれません。無謬性の問題がありますから、

**E1** : 法律をつくる段階でリスク論の議論をしてやって、このぐらいまでなら日本国は許容できますと、いうところで法律をつくれればいいということですよ。

**E3**：そう。法律で決めていれば、それで人はちゃんと動くと思うのですよ。そうしたら誰も責任取らなくても、その通りにやればいい。それは非常に難しい。そこをきちんとやっていないのが日本の問題です。アメリカでも海外は、みんなリスク論で評価しているのですよ。

**A2**：その話で言えば、お役人が使っていないのに、一般の人たちに「リスクで考えてよ」と言ったときに、それ、わかりますかねという話になりませんか。そうすると、ではどうすればいいのかが、議論の場の話になっていくと、僕は思っているのですけれどもね。

**土屋**：そういうときに専門家が、学会がどう関わるかという、またここも混乱しているという状態になる。

**P**：今の原子力規制庁は世界一厳しい基準でやっているのだから、それを通過したものは「絶対安全ですよ」という言い方になるのです。

**土屋**：でも、それは何の根拠もなく。

**E3**：「絶対安全」がまた復活しているのですよ。

**A2**：世界一厳しくて絶対安全ですか。

**P**：世界一厳しいものは、次は宇宙一しかないから。

**E5**：リスク論がいいのは、やはり非常にインテリジェントですね。情報を集めてデスクローズして、それをアナライズする。ところが日本は昔から、そういう意味ではインテリジェンスがないと思います。本当にどういうリスクが存在して、これはどの程度深刻なのか、つまびらかに知ることが極めて重要な作業なのです。

## リスク論の理解と信頼性向上

**A1**：2001年から2006年の耐震指針を変えるときに、近藤先生と入倉先生がリスク論をかなりやられたのです。私はそれを聞いていて、それこそ先ほどのインテリジェンスじゃないですけどリスク論に少し懂れて、リスクマネジメントの授業を受けたりして勉強していたのですけれど、3.11以後は宗旨替えして、決定論に戻りつつあります（笑）。決定論は、素人なりにも意思決定を少し追える部分があるのですけれども、リスク論だと本当にブラックボックスに入ってしまった、いきなりハザード部分がこれですと出される場所から議論が始まると、本当かなとなるのですよね。実際、福島第一の津波のハザード評価も、東電がつくったものとJNES（原子力安全基盤機構）がつくったのと全然違うという話が出てくると、これは本当にどのくらい信頼できるのかという思いがあって、最近はまだ揺り戻されている感じなのです。

確かに、リスク論にしないとうしろもない部分があることはわかっているのですけれども、その説明というのは、たぶん3.11前以上に難しくなっていると思います。先ほどおっしゃったように、中越沖地震後ぐらいならできたかもしれないのですけれども、3.11の後、リスクという言葉自体がだいぶさんくさくなっていると思います。

**土屋**：どんどん出口が見えない状態にあることがわかりつつあるのですけれども、ブラックボックスになっているというのは、たとえばリスクを評価するときに、どんなことを評価するかというところから参加したり、説明を受けたりすれば、もう少しわかるのだと思うのですが、いきなり、まさ

にハザードマップが出てからという、そういうところから始まると非常に難しいですよ。誤解もするし。

**E5**:たとえば、日本の人が交通事故で死ぬ確率は $10^{-5}$ か $10^{-6}$ でしょう。そのことと今日自分が車にひかれて死ぬのは全く関係ないのですよ。ところが福島で起きてしまったから、お父さんが車にはねられて死んでしまったわけですよ。そしたらもう途端に、そういう確率の世界は吹き飛んでしまいますよね。たぶんそういうことをおっしゃっているように僕は聞こえるのです。

**E1**:近いと思います。

**A1**:その辺の悩みはずいぶん抱えて勉強した挙句、3.11でまたちやぶ台返しされそうですけれども。

**E3**:先ほど、マップを出されても、途中経過がないということがありましたが、仮定を踏んで計算をした結果ですから、本当はそこまで見れば、きちんとやっているのですねとなる。

**A1**:例えば、津波の頻度のハザード曲線をつくるときに、東電が出したカーブと、JNESが作ったカーブが全然違う。

**E3**:仮定が違うから。

**A1**:仮定が違うときの“仮定”が、結構大事なのですけれども、それが見えなかったのですね。

**E3**:お互いに書かなければいけないですよ。考えていること、思っていること、理解していることが違うのですよ。全部一意的に同じ答えが出るわけではない。みんな違うことを言ったら、それぞれが何を入れたかというのを、お互い確認しなくてはいけないのですよ。

**A1**:その辺の説明を聞いていても、カーブだけ出してきて説明するわけですよ。

**E3**:それは説明が大変だから。

**P**:各電力がリスク評価をやった結果を規制庁に提出しているのですよ。それでもただ出しただけなのですよ。したがって、これはどこの結果も結構違うと思うのですよ。それは、本当はどこが違うのか、仮定条件は何なのか、どういうパラメーターで、どういう数字を入れてあるのかを、やはり、きっちり突き合わせて、これをチェックというのかわかりませんが、そういうことはやらないといけません。そこで初めて、結果が近づくのか離れるのかということが出てくると思います。

**A1**:たぶんそういうのを専門家が一生懸命やっておられるのを見ると、まだ安心するのですけれども、そういう過程が全然見えない。

**P**:それぞれ、自分のお手盛りかもしれないですね。

**E5**:ロジックツリー的にやるならやるで、どのブランチにどういうウエイトを置いた結果が、どう最終的に反映されるかをいろいろなチェックすべきです。

**A1**:そこまで説明してもらおうと納得するのですけれども、結果だけ出して、想定超えは $10^{-4}$ ですと言われても、それはなんやねんということになってしまう。

**E3**:本当は、だから今JNESが規制庁と一緒にになりましたけど、JNESの結果と東電の結果、お互いにつき合わせて、なぜ違うのか。そこでリスク論で議論をして、どう考えて安全か安全でないか、どこまでならいいのかという議論をするのが、本当は真の方法なのです。

**A1**:その議論が出るとすごく安心するのですけれども、それこそJNESの人がおっしゃっていた、似非PRAが氾濫するわけですよ。

**E3**:それを指摘しなければいけないのです。たとえば国が自分で解析して、東電が解析して出してき

たものと比較する。国が自分でここは違うではないかとチェックするのが役割なのだけれども、あがってきたものを単に結果だけを、というか報告書だけをレビューするのは役割ではない。そうではなく、自分が出したものと違うところは何かと突き合わせて、そこを議論しなければいけないわけです。なぜ違うのか。それはリスク論をベースにした安全の確認なのです。その方法論が今はできてないのですよ。

**E5:** 似非 PRA だと言われてしまうのは、2006 年指針に採用して各電力会社がやった確率論的計算が、やはり、かなりずさんなものだったから。それを見ているから、なおさら、こんなものは使えないという人がいるのも事実です。しかし、それではいけないから、原子力安全基盤機構の研究者が新しい確率の方法論をつくって、何とかしようとしてされているわけですね。

**E3:** しかし、その方は電力側になりましたからね。

**P:** 自己評価、自己チェックをすることになりますね。

## 専門家の条件

**土屋:** まさに出てきたものの裏にあるものを確認しなくてはいけないというのは、そもそも考えていた手法 Joint Fact Finding (共同事実確認) が一番大事に思っていたところだったので、なぜかここに自然に行きついたのが、私としては感謝申し上げたいと思います。しかし、この辺がまだ、どうしたらいいのかという、せっかく専門家の先生方、今回集まっていただきましたけれども、専門家はどういうふうに関わるのか、どういう場をつくるのか、その前に誰をどういうふうを選ぶのか、が課題であることが見えてきました。また、専門家を全然生かしきれてない日本社会みたいなものが、少し見えてきたかなというふうに思います。

**A2:** 専門家の捉え方がたぶん、今後に向かっては大事ではないかと僕は思うのです。法律の専門家は、それなりの試験、一種の国家試験があって、それで、きちんとエキスパートとしての免状をもらっています。学会には、多様な意見があって、新しいことが見つけられていきます。一方、社会的な意思決定やら、いろいろなところに関与していくときのいわゆる専門家というときに、我々がこの専門家を、どうやって決めたらいいのだろうかということになってきませんか。エキスパートといったときに、社会的にきちんと信用されて、その発言ややっていること、能力もかなり担保されている。いろいろな医師がいますけれども、それはともかくとして、医師は一応担保されているわけですよ。

そういう社会としての、専門家の決め方みたいなものがあるのかどうか。そんなものはない、官僚が決めるものだよということかもしれないけれども。ただ、こういう議論をするときに、科学者ではなくて専門家といったときには、社会との関わりの中で専門家なんだろうかと僕は思うのですよ。その専門家、今まで私たちがやってきた議論の中での専門家というのを、どう捉えたらいいですか。

**E1:** 先ほどの話ではないのですけれども、こういうところに出てくる人たちにも必要条件があると感じています。僕は、3月9日の地震のときに、結果的にメディアに対して間違ったことを言ってしまった。そのときに、僕は僕自身の学説を持っていたし、その学説の通りに3月9日の地震は起こ

ったように見えた。それはすごくうれしくて、かつ、最悪の事態は M8.2 の地震だったのだけれども、そこまでいかなかったので安堵感と、その 2 つでもって、メディアに話をしてしまった。あとで僕が間違ったと分かったときに、どういうふうに自己総括したかという、3 月 9 日の地震が起こったときに、メディアが僕に求めてきたものは、僕自身の学説に対する発表ではなくて、学識経験者として、専門家として公平な意見を求めてきたはずだろう。しかし僕はもう、あまりにもうれしかったから、自分の話をパーッと行ってしまった。それが僕の今の一番の反省なのです。

したがってこういう会議に出てくる専門家というのは、やはりそういうふうな考え方をできる人であるべきだと思うのですよね。難しくなるのはわかるのだけれども。したがって、そうではない人が入ってくると、やはり先ほどの話ではないけれども、すごく議論が難しくなる。あとはそういう人たちが学会が出してくれるかといったら、もう無理だというのがよくわかりました。

**P**：こういう専門家の意見活用を何回かやったことがあるのですがけれども、どういうふうなことを専門家に期待するかによって、また変わってきました。それから専門家を選んで、そういう意見を議論させるときに、やはりファシリテーターというか、テクニカル・ファシリテーターというのがあるのですがけれども、その人がきっちり司会進行をする。それから、この人は言いすぎ、もう少し黙ってくれなど、いろいろなことをうまくやって、できるだけ皆さんが公平に意見を言えるように、役割を果たすことが重要ですね。司会進行というと何だか軽く見えますけれども、技術、テクニカル・インテグレーターがいてくれたらいいのですよね。そういう人がいないと（難しい）。

**A2**：ファシリテーターと言いながらも、内容がわかっているという人ですね。ファシリテーターというのは職業としてありますから、そうではなくて、今おっしゃったような司会というか議論の流れをコントロールできる人という意味ですね。ファシリテーターというのは、かなり長いこと出てきている言葉ではありますけれども。

**土屋**：ちなみに私が、どういうふうを選んだかですけれども、（先生方の）お話を聞いていて、ご自身の専門領域について少し引いた目でおられる先生方、それからほかの分野の方と話してもいいと、話すことにとっても興味を持ってくださっている方をお願いしたつもりなのです。経済学でも、自分の学説だけが絶対正しいという人とは話ができません。やはり経済学にもいい点と悪い点があって、短所もきちんとわかっていて、それを分かって使っている人のほうが、きちんと議論ができると思っ、全体的にはそういう方を選びました。

しかし、日本全体としては全然そういうルールもないし、議論の場を仕切る人もいないし、そこは非常に、日本としての結構大きな問題ですね。リスク論をどうするかというのも 1 つですけど、その前に専門家を生かしきれていない。リスク論に行きつく前の問題というような感じがします。

**E5**：たとえば、アメリカの SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee) みたいな感じですね。アメリカでは、NRC (原子力規制委員会) が、専門家の使い方のシステムをつくっている。

**土屋**：ルールを決めているというふうに、話を聞いたことがあります。

**E5**：確率論的評価とエキスパートの使い方というので（手順書）を出しています。それに、たとえばファシリテーターをどう使って、どういう専門家で、どういう議論をするかという、完全なガイドブックがあるのです。しかし、日本に SSHAC はないのか、本当に事細かに NUREG/CR6372 というのに書いてあります。

**A2** : それ、いつ頃できたものですか。

**E5** : 1997年です。

**A2** : 97年か。新しい。

**P** : 20年前です。

**E3** : もっと古くからそういうのを専門家は使っていますからね。専門家が作らないとデータがないから、専門家の判断でジャッジをする。要するにデータを選択するというのですか。レベルを決めたりするのは、専門家の議論で決める。データないのがたくさんあるので。それで専門家をどうやって選ぶかが書いてある。

**P** : そこに書いてあります。専門家とは（どういう人を選ぶべきかといったことが）。

**E5** : 実際に見ていると、たとえば PG&E というユーティリティ（電力会社）が組織をして運営している。それが中立公正な意見として（採用される）。

**A2** : コンセンサス会議などを試みてきましたが、これにはモデルがあるのです。1970年代に、NIH(National Institute of Health)が新しい医療技術を社会に導入するときに、その分野の専門家ではない医療技術者が、それに対してどういうコンセンサスをつくり得るかという会議方法を作りだしたわけですよ。それが、consensus development conference（コンセンサス開発会議）。これには、今言われたようなマニュアルがきちんとできている。1975年頃だったかな。デンマークは一般市民が科学技術を評価するコンセンサス会議を、1987年にこのコンセンサス開発会議をベースに、評価パネル（グループ）を市民に変えることによって、やり始めた。これがコンセンサス会議ですが、やはりアメリカがすごいのは、これをかなり前からきちんとやっているということですよ。これはすごい。先ほどの議論の場の運営の仕方まで細かい話が出ているのですか。

**P** : 細かく書いてあります。専門家の（関わり方も）。

**土屋** : 勉強します。すみません。勉強不足で。

**A2** : それは知らなかった。

**土屋** : しかし、そこからはるかに時間が経っていて、日本ではまだそういう議論も起こっていないということが、ものすごく遅れていますね。

**P** : 日本でも全然やっていないことはなくて、電力がやっていたり JNES がずっとやっていたりしたのです。

**A2** : JNES がやっていたというのはどういう意味？

**P** : 地震ハザード評価のところで、SSHAC の考え方を取り入れて。

**A2** : 専門家を集めて？

**P** : 私は関わっておりました。試験的ですけども。

**E5** : 個別のサイトについてということですか？

**P** : ではないです。手法の開発を含めてやっておりました。実際、電力でやっているのもいくつかあるのでですけども。

**E5** : ディアブロキャニオンは、今でもやっていて、SSHAC のガイドラインに従ってやったのですけれども、HP に膨大な情報が、議論の内容も全部出ています。

**A2** : 議論の結果がオープンになっている？

**E5** : オープンになっています。

**A2** : それはすごい。

**土屋** : それだと、社会からもしっかり議論していると見えますね。ルールもはっきりしていますし。

**E5** : YouTube で流すだけではなくて。

**A2** : NRC のガイドラインはもう一度おっしゃっていただけませんか。どこのサイトに出ているのですか。

**土屋** : ディアブロキャニオンですか？

**A2** : ディアブロキャニオンで、あの原発の？

**E5** : サンフランシスコのね。

**A2** : NRC か。

**E5** : NRC だけれども、NRC の委員会ではないのですよ。

**土屋** : 事業者がやるのだけれども、きちんとそういう手続きを踏んでいる。

**E5** : ガイドラインは NRC が出して、実際にやるのは事業者。

**A2** : しかし、NRC がガイドラインをつくっている。

**E5** : ガイドラインつくったのは NRC。

**E3** : ガイドラインをつくって、それにしがってやった結果、(NRC は) 報告書だけもらう。

**A2** : しかし今の話では、ガイドラインに相当細かい規定が入っているわけでしょう。

**E5** : ユーティリティを信頼しているから、事業者にやらせるのですね。

**A2** : 先ほども触れましたが、議論の場のふるまい、「あなた、このふるまい方、きちんと守ってね」というものなのだけれど、それはやはり、こういうのもサンプルに、もう少し我々が研究するべきでしょうね。

**土屋** : 私たち社会科学研究者が議論しなければいけないですね。

**A2** : いわば、こういうガイドをつくって、これをやったら信頼できる結果ができますよということを、社会に向かって言えるようにならないといけないのでしょうかね。

**E5** : それがないところで仁義なき (戦いになる)。

**E3** : これが、原子力規制委員会がつくれるかという話ですね。

**土屋** : すいません。ちょうど時間になりました。少し尻切れトンボですが、皆さんのお手元には、今回、少しこれまでと毛色が違う議論をしましたがけれども、それについてのご感想、これは別にメールで送っていただいても構いません。それから今後、この会はどうしたらいいのでしょうかということで、いくつか案があるのですけれども、そうではなく全く違う提案も受け付けていますので、ご意見をいただければと思います。よろしく願いいたします。

今日はどうもありがとうございました。