

講演1；「リスクの評価と活用ーより良い防災のあり方を考えるー」

山口 彰

東京大学大学院工学系研究科 教授

本原稿は、2018年7月12日に東京都港区においてアドバンスソフト主催で実施した「防災シミュレーション講演会－自然災害を科学する－」において、山口彰教授にご講演いただいた内容を、アドバンスソフトが書き起こした内容です。また、章立てに関する情報もアドバンスソフトで付加したものです。

1. はじめに

私の方からは、リスクの評価と活用、より良い防災のあり方を考えるということで、お話しさせていただきます。防災シミュレーションとはシミュレーションを活用して、いかに防災のクオリティを高めていくかということだと思います。私の専門は原子力ですが、原子力の分野ではシミュレーション、リスク評価を活用していくことは非常に重要なことですので、今後に向けてどのようなことをやっていけばよいのか、ということで最後にまとめられるように、これまでの経緯も含めてお話しさせていただきますと思います。



図1 山口教授ご講演風景（その1）

内容としては、こちらにありますように最初にリスク評価はそもそもどんな形で導入されてきたのかをお話しいたします。当然、リスク評価はなかなか難しいもので、いろいろなつまずきといえますか、うまくいかない点も多々あったわけで

す。一方、あるところからリスク評価はやっぱり使えるものだと、安全性や防災を含めて少しずつ考え方が転換していったわけです。そして動的でシームレスなリスク評価とありますが、今後防災を有効で実行的なものにしていくためには、リスク評価やシミュレーションといったものとうまく融合していくことが大事だというお話しをさせていただいて、最後により良い防災のためということでもまとめさせていただきます。

2. リスク評価：黎明とつまずき

最初にリスク評価：黎明とつまずきということについて述べます。最初は1950年代、アメリカで原子力の平和利用のまさに黎明期です。米国の原子力委員会は、原子力の安全に対する規制の要求は適切であり、しかもきちんと防護できる確信を持っていた。その一方、全てのリスクを除去できないということも同時に認めていたわけです。原子力委員会の初代議長は、原子力発電システムの技術的な不確かさ、運転経験の限界を認識した上で、ハザードが許容できるほど小さくするということは判断、あるいは裁量の問題であると述べたわけです。つまりこの時点で安全というのは確保されているとは思いつつ、いろいろな不確かさ、あるいは運転経験が少ない上に相当人間のジャッジメントが入ってくるものだという認識です。

1954年にアメリカで原子力エネルギー法：Atomic Energy Actができて、その当時原子力損害賠償をどうするか、もし原子力で事故があったらどうするかということが関心の中心になりました。その結果 WASH-740 という確率論的

リスク評価の最初の研究が行われました。

その当時は設計基準と深層防護という方法が使われており、これはいずれも決定論的なアプローチです。設計で考える事象はこういうことにしましょう、と物事を決めます。そして深層防護によって備え、防止と緩和という構造でいろいろな事故に対して備えるというアプローチで進めたわけですが、問題点は不確かさをどう扱うかといったことに対してよい答えがなかったわけです。

そして WASH-740 という研究目的は、事故のリスクとはどういうものかを知ること、そして原子力損害賠償（Price Anderson Act）の根拠となるものを数値で表したいということでした。その結果は、大変厳しい被害が出るという予測に終わったわけです。なぜそうなったかという理由は、まだ知識が足りなかったためです。その当時対象としたプラントはペンシルバニア州、ニューヨークの近くのプラントとし、市街地から 30 マイルの距離にあり、その評価においては仮想的かつ保守的な事故条件を設定しました。気象条件を最悪とし、格納建屋は考慮しないといった仮定をしたわけです。放射性物質についても、大気中に放出される量はこのくらいと仮定して行いました。原子力発電所でいろいろとられている事故の影響を緩和するための設備や自然現象が考慮されなかった結果、このような厳しいものになったわけです。WASH-740 の想定される被害として 7B \$ という数字が出ましたが、損害賠償法では損害賠償の上限を 560M\$ と定め、Price Anderson 法は 10 年の時限立法で制定されました。10 年の時限立法というのは、10 年経てばいろいろ技術が進歩する、新しい知識も増えてくる、そうすればもっと適切なリスク評価ができるのではないかとということに基づいています。ところが実際に何が起きたかということ、その 10 年の間に原子力の利用は進んで原子炉の規模は大型化したが、安全研究はさほど進まず、大きな進捗はなかったというのがその当時の結論でした。WASH-740 の後続研究では、当初の研究よりもはるかに厳しい結果が数値として出されたという歴史があります。

それから 10 年余り経ちまして、Reactor Safety Study という確率論的リスク評価の研究がなされました。こちらの図はよく引用されるグラフでして、一番下に原子力発電所 100 基のリスクがカーブで描かれています。横軸は早期死亡者数、縦軸はその事故の発生頻度ということになります。この図でお分かりいただけるように、さまざまな人的要因によるリスク、それから自然災害によるリスクと比べると原子力発電所のリスクは 2 ケタくらい小さいという結果ですが、これには非常に多くの批判がありました。それは設計基準への疑問、ヒューマンエラーを考慮していないのではないかと、地震などの外的事象が考慮されていないのではないかと、という批判が寄せられ、この結果はこのまま鵜呑みにはできないと指摘されました。一方、この結果は原子力の安全に関する考え方を、リスクマネジメントをして備えるというところに大きく舵を切らせた、という大きな影響をもたらしました。

原子力規制委員会は自ら実施した研究に対して政策声明を出し、WASH-1400 の結論を取り下げると述べました。その理由は、原子力のリスクはとても小さいことを示したが、重大な事故に至る多くのパスを考慮していない、それから結論に導くにはデータが不十分である、という問題点を指摘されたからです。結局、WASH-1400 はその結論を取り下げざるを得なくなり、またもやリスク評価を実際の安全の問題に使うことに躊躇したわけです。リスク評価が開発され、実際に研究がなされ、しかしながらつまづいたという経緯になります。

3. リスク評価は不確かさの管理

3.1. 複雑なシステム

2 番目に、リスク評価は不確かさの管理というお話をさせていただきます。WASH-1400 は何が悪かったのか、どこを直せば使えるようになるかということです。まず、原子力発電所というのは非常に複雑なシステムである、という認識がありました。そのような複雑なシステムをこういう

数理的なモデルで表しているという、非常に技術的困難へのチャレンジということになるわけです。しかし、主な批判は2つあります。確率論的な方法で原子力発電所のリスクを定量的に示す。それには原子炉の設計と運転はあまりにも複雑過ぎる。数学的なモデルで原子力発電所のリスクを定量化するには、システムが複雑過ぎるという批判が1つ。もともと非常に高いレベルの安全性、信頼性の現象を扱うわけでして、そういった問題に関する機器やシステムの故障の経験がないわけです。例えば大口径の配管が破断する経験がない、原子炉圧力容器が破損する経験もない。では、そのような故障データをどのように決めるのか、という指摘がありました。つまり、重要なデータが欠如しているという指摘です。それに対して WASH-1400 は革新的な方法で解決しました。その1つは Rasmussen 教授がベル研究所と協力して、イベントツリー法、フォールトツリー法という、今でも広く使われる方法を適用しました。これによって複雑なシステムを数理的なモデルに落とし込む方法を開発して、大成功に終わりました。もう1つ、データが十分でないということに対しては、Stan Kaplan という高名な研究者が以下のように抗弁をいたしました。統計学はデータを扱う学理であるので、データのないものは統計学にのらない、しかし、確率論的リスク評価は統計を扱う研究ではない。つまり確率を扱う研究であり、確率というのはデータの欠如を扱う学理である。将来にわたってもデータが十分になることはなく、われわれはただ、現在持っているデータを使いこなしていないだけである。すなわち、今まで破損したことがないというのは、データがないということではなく、破損したことがないという非常に重要な知見を持っている。データの不足というのはリスク評価に対する障害ではない。これが WASH-1400 以降の議論になります。

最終的に原子力規制委員会は政策声明を撤回し、PRA は有用であると宣言しました。その経緯として、1979 年に、環境や技術に対してさまざまな発信をしている科学者連合（UCS : Union of

Concerned Scientists）が、ニューヨークの近くにある原子力発電所 Indian Point を廃炉とすべしという嘆願書を提出しました。同様に大都市シカゴの近くにある Zion という原子力発電所に対しても廃炉とすべしという要求があった時に、産業界が初めて自ら PRA を実施しました。それが 1981 年、82 年に結果が出ましたが、重要なことが3点分かりました。1つ目は、現状の設計は適切な安全性を備えている。2つ目は、当時指摘されていたバックフィット（リスクを低減させるために、プラントに付加的な安全装置なり対策を加える）の効果は大きくない。3つ目は、そのような高価なバックフィットではなく、もっとコストの低いより優れた変更がいろいろ提案できます。この3点から PRA の有効性が広く認識されまして、最終的に原子力規制委員会は審査の場で規制問題を合法的に解決する基盤を PRA が提供すると述べ、それが PRA を規制のあらゆる問題に活用していくということ、原子力規制委員会が決定する流れになりました。まさにそれからリスクの活用によって、安全性と経済性の両方を向上させていくという流れに向かっていくことになります。

3.2. リスク評価

次にリスク評価とはどういうものか、というお話しをします。リスク評価にはレベル1、レベル2、レベル3という3つの種類があるとされています。機器故障、ヒューマンエラー、地震や津波のような外部事象、それから火災のようにプラントの内部で起きるさまざまな外的事象といったリスク要因を、原子力発電所の中では考えられるわけです。それに対して、原子炉の炉心をきちんと止めて炉を冷却するといった炉心の損傷を防ぐことを扱うのが、レベル1のPSAまたはPRAと呼ばれるものです。つまりレベル1のPSAまたはPRAは、炉心の損傷に関する考察、検討を行うリスク評価であるといえます。

次にレベル2のPRAですが、これは炉心が損傷した後に、炉心の中に含まれております放射性物質、主には核分裂生成物であり、例えば福島第一

原発事故の時に汚染の原因となった半減期 30 年のセシウムが炉心から格納容器の中にどのように移行し、そして格納容器から施設の外へ放出されるかという物理過程を扱うのがレベル 2 の PRA と呼ばれるものであります。そしてレベル 3 の PRA がありまして、放出された放射性物質の量、タイミング、時期そして時間的な長さを踏まえて、公衆あるいは環境にどのような影響があるか、原子力発電所の外への影響を評価するのがレベル 3 の PRA であります。これらから PRA は、原子力施設の安全性だけでなく、周囲の環境、防災に深く関係しているということがお分かりいただけると思います。

リスク評価で扱う起因事象ですが、まず内的事象があります。これはシステムの中で発生する事象で、機器故障や人的過誤が起因となるものです。そして外的事象はシステムの外で発生する事象が起因となるものをいいます。ただ、外的事象には 2 通りありまして、1 つは外部ハザード、もう 1 つは内部ハザードです。外部ハザードというのは自然ハザードとして地震、津波、火山噴火、台風、森林火災のように全くプラントの外で起きたことによって、プラントにリスクが及ぼされるもの。外部ハザードにはもう 1 つ、人為ハザードがありまして、これはテロなどがそれにあたります。航空機の落下、船舶の衝突等、自然ではなく人間の経済活動あるいは悪意を持った行動によってもたらされるハザードです。さらに外的事象の中には内部ハザードがあります。例えば原子力発電所の中には可燃物があり、油や可搬型の設備を動かすために軽油なども用意されております。そういったプラントの内部で起きる火災、あるいはプラントの中にある水のタンクの破損による溢水、それから重量物が落下するなどプラントの内部で起きることなのですが、システムそのもので起きるのではなくて、システムの外で起きる事象ということで外的事象に分類されております。こうしてリスク評価は原子力発電所で考えるあらゆる起因事象を対象としていますので、当然、あらゆる起因事象とはいいつつも、極めて発生頻度

が低いものは考えていないということもあるわけですが、それはあくまでもその発生頻度あるいはプラントへの影響を小さくした上で、どういうリスクが支配的であるかという観点から重要なものを重点的にしっかりリスク評価するという考え方をしております。当然これまで考えていなかったが重要なリスクはどんどん考慮されていくわけです。具体的な例は米国で 9.11 テロがあった時に、米国はサイト内の大規模な火災、爆発ということが原子力発電所内でも考えられるかもしれないという考えで、そういう事象が考慮されるようになりました。ポイントはリスク評価では考えられる全ての起因事象を検討するということです。



図 2 山口教授ご講演風景（その 2）

3.3. 外部事象のリスク評価

今日のテーマである防災シミュレーションに関係してくるものは、レベル 3 に PRA ということになります。レベル 3 の PRA ではまさに公衆のリスクを評価することになります。レベル 3 の PRA は入力としまして、レベル 2 の PSA、PRA で行われました放射性物質の放出源情報を入力にしまして、公衆のリスクを計算するわけです。公衆のリスクを計算するには、放射性物質が原子力施設から外に放出されて、大気の中に広がっていく移流、拡散現象、沈着、降雨によるフォールアウトなどさまざまな自然現象を考慮します。そうしますと放射性物質がどのような時間を持つ

てどのように輸送されるか、どのように地面に落ちてくるかという結果が得られるわけです。その結果により公衆の内部被ばく、外部被ばく、あるいは周辺環境への汚染、それによってもたらされる食物の摂取による被ばくといったものが評価されます。これがレベル3のPRAのエッセンスです。従ってレベル3のPRAでは、こういった現象をいかに精度良く、不確かさを含めて評価できるかがポイントになってきます。

外的事象のリスク評価というのは、内的事象のリスクと同じようには評価できません。ハザードと呼ばれる外部の負荷は、さまざまな規模がありうるからです。例えば地震でいえば、比較的小さな地震から極めて巨大な地震まで、津波でも数十cmから十数mまで考えられるわけです。そうするとハザードの評価において外部の負荷の大きさが変わった時に、それをリスク評価にどう反映するかという考え方が必要になってきます。左の図は外部負荷が大きくなるにつれて、まれな事象になってくる、発生頻度は下がってくることを示しています。真ん中の図は、同じく外部負荷を横軸にとった時に、システムや安全装置などの機能が損失する可能性を示しており、外部負荷が大きくなると機能の損失頻度が上がっていくカーブになっています（脆弱性）。ハザードと脆弱性を組み合わせますと、外部負荷を関数として、それぞれのリスクの大きさがどのくらいであるかを評価できるリスクプロファイルというのが右の図になります。リスクプロファイルは一本の線ですが、この背後に含まれるさまざまな重要なリスクインサイト、リスク評価から得られる知見を使って、安全の確保、有効な防災に役立てていくというなります。

3.4. 津波を例にとって

津波を例にした評価について述べます。まず津波源を徹底的に調べます。津波源で津波が発生し、日本の海岸まで伝播してくるという過程をシミュレーションし、それにより横軸が津波高さ、縦軸が発生頻度（通常は確率で書いてありますが）、

ハザードカーブが得られます。3種類のカーブがありますが、近くで起きる津波、チリ地震、チリ津波のように遠方で発生した津波が太平洋を越えて日本に到達するような遠隔の津波、それら合わせることによって総合的な津波のハザードマップを描くことができます。

脆弱性に相当する内容ですが、津波の影響というのは水没するだけではありません。さまざまなものがあるわけで、浸水により設備が水没したり、電気機器は被水によりその機能を失ったりすることもあるので、そういう損傷のモードも考慮します。また、津波の波力、流体力、浮力。例えば福島第一の事故でもタンクなどは浮力によって座屈するというような事例が多数みられました。それから海底の砂の移動、引き波による水位低下といった津波による損傷あるいは安全の機能損失の可能性を調べた上で、その全てに対して脆弱性と呼ばれる機能喪失の可能性をカーブとして評価します。直接的なシナリオや発電所周辺からの漂流物が衝突したといった間接的な被災も考慮するのが脆弱性の評価の部分です。

最終的にはイベントツリーあるいはフォールトツリーの形で表現すると、炉心損傷の頻度あるいは事故シーケンスの定量化というところでリスクが得られます。このような流れが原子力発電所で行っている外部事象、ここでは津波の例のリスク評価であります。

3.5. 不確かさの管理

リスクというのは一体何なのか。それは防災をする上ではリスクをちゃんと理解し、それに備えるということが必要なわけですので、いかにリスクに対して知見を深めていくか、ここが重要になってきます。この図は原子力発電所で、極めて高い安全性を求める場合のリスクの概念図です。プールの中に水が張っており、その底にはさまざまな物体が沈んでいます。これは故障であり、外部事象であり、リスクの要因、ハザードということ

になります。リスク管理者はそのリスクの状態を監視し、リスクの要因を探りながら、何かの兆候を見つければそのリスクの要因を除去するべく、その安全性を高めていくというリスク管理活動を行っているというわけです。そのようにしてリスク要因を取り払ってやると、リスクとしてあらわされているプールの中の水位は下がっていきます。下がってはいきますが、決してゼロにはならない。リスクの要因としていろいろなものを取り出していくのですが、やはりプールの底に残っている要因はあります。ただし重要なのはプールの水が溢れ出さないように、いつもリスク管理がなされているという点です。

4. 動的でシームレスなリスク評価

ぜひ、防災の場においても以上で述べたことを実践していきたいと思います。そのためにはシミュレーションがどのように役割を果たすべきかという話をしたいと思います。それは、動的でシームレスなリスク評価です。先ほど PRA はレベル 1、2、3、と 3 つあると述べました。しかし、実際の事故の進展は 1、2、3 と切れているわけではなく、一連の流れとして現象は進んでいくわけです。ところがリスク評価というのはレベル 1、レベル 2、レベル 3 のそれぞれの境界で一度解析をクローズし、それで改めて初期条件を持って次のフェーズに入ります。問題は重要な情報がそこで失われないかということです。そこでいっている重要な情報として防災に必要なものは、避難のためにどのくらい時間余裕があるのか、あるいは放射性物質が放出されるとしたら、時間とともに積算させる放出量はどうか変化していくのか、そういうものが分からないと有効な避難計画が立てられません。例えば事故が発災すると同時に全員が直ちに避難しなければ、極めて大きなリスクがあるという誤解のもとに防災計画を立てるということは、効果的な防災計画にならないわけです。そうするとこういうリスク評価が切れているというのは、非常に問題ではないかというのが、シームレスなリスク評価という言葉の意味合いです。また、研究の紹介ですが、われわれは連続マル

コフ過程モンテカルロ法を提案しており、海外でも似たような発想の研究があります。まず、マルコフ過程でプラントの状態を表します。モンテカルロ法で不確かさを扱います。それから熱流動解析コードを使って、プラントなどのシミュレーションを行います。この 3 つを結合させることによって、動的でシームレスなリスク評価ができるという発想です。

例えば高速炉の崩壊熱除去機能喪失事故、つまりもんじゅのような高速炉で除熱に失敗すると、徐々に系統の温度が上がって行って、いずれは系統の温度が 600℃、700℃と上がっていき、構造物が熱的に持たなくなり、冷却材のバウンダリーが壊れて炉心が損傷して、放射性物質が放出されるというシナリオになりますが、それをシミュレーションするという題です。このポンチ絵の左側が原子炉容器、その右側にあるのが IHX、中間熱交換器、ここを介して冷却系は 1 次系と 2 次系があります。1 次系は格納容器の中に格納されていますが、2 次系は蒸気発生器で発電をしますので格納容器の外につながっています。このように考えますと放射性物質の移行のパスは、原子炉容器が破損する、1 次系が破損する、中間熱交換器が破損する、2 次系が破損する、格納容器が破損する、これらの組み合わせによって決まってくるようになります。

これを先ほどのようなアプローチで行い、あわせて重要なのは核分裂生成物の挙動ですので、その移行挙動を全部で 78 の核種について移行の方程式を解いてやります。そうすると時間とともに放射性物質がどのようなパスで、どれだけの量が外部に放出されるのか、というものが計算されてきます。

これらをモンテカルロ法で計算することによって、システム温度上昇がケースによって変わってくることを示しています。ケースによって変わってくるということは、冷却材の構造物のバウンダリー破損のタイミングが異なる、そうすると放射性物質の移行挙動も異なるということが確率

論的に評価されるというモデルです。

具体的には解析コードで流量とか温度などさまざまなものが計算されますが、いろいろなシナリオがモンテカルロ法で計算されます。熱クリープによって1次系、2次系バウンダリーが破損する確率が、システム温度の上昇とともに高くなることが分かります。これが各構造部材によって評価されるということになります。

これを実際に計算します。CV バイパスとは、格納容器は壊れず中間熱交換器が壊れて、2次系が壊れることによって格納容器をバイパスして放射性物質が漏出するシナリオです。そして下は格納容器が破損するシナリオです。このシナリオではいろいろなルートで放射性物質が放出することを示しており、トータルが100%を越えているのは二重破損が含まれているためです。このように物理障壁がどのように健全性を失っていくかという計算ができるわけです。

またあわせて放射性物質の放出のシナリオがどのくらいの確率で起きるのが分かります。2次系の主冷却系が破損して、格納容器バイパスで漏洩するシナリオが最も確率が高いことを示しています。そして放出の時間としては10⁵秒くらい、という計算ができます。これはリスク評価を炉心の損傷から放射性物質の放出まで、時間の関数としてシームレスに、レベル1、2、3と区切るのではなく行えるのではないかと思います。

5. よりよい防災のために

最後にこの結果をどのように使っていけばよいかという話になります。こういった結果を防災に活用していかなければならないわけです。より良い防災のためにということで、アメリカの事例を紹介します。これはSOARCAというプロジェクトの事例です。原子炉の事故によってどのような影響があるのか、環境、公衆のリスクを研究するもので、2012年に発刊されたレポートです。これは事故が発生するところから始まり、3つの分岐があって、一番左がもし炉心が損傷していなけ

ればどうなるか、真ん中の炉心が損傷しているけれど格納容器が放射性物質の放出を防げたらどうなるか、一番右は炉心が損傷して格納容器が放射性物質の放出を防げなかったらどうなるか、という3つのシナリオになっています。左の2つでは健康影響はなく、一番右側は健康影響があるというシナリオを一貫して計算するプログラムです。

この時に考慮される情報はまさにPRAとやっていることは同じで、まず、炉心損傷シミュレーション・放射性物質移行・放出シミュレーションで、ここはレベル1PRA、レベル2PRAでやっていることそのものです。次は、大気中輸送/拡散シミュレーション・エアロゾルの浮遊/沈着シミュレーションで、これはレベル3のPRAでやっている放射性物質の移行の評価です。さらに、急性被ばくによる健康影響・慢性被ばくによる健康影響、具体的には急性放射性障害・晩発性がんといったものの影響を評価します。

この時に非常に現実的なのは、避難者のグループです。学校にいる子供たち、一般公衆、入院患者や自宅療養者、介護施設や刑務所のように特殊施設にいる人たち、それから避難を拒否して避難しない人たち。それからシャドウという、避難命令を待たずに自主的な避難を開始する人たち。一番最後がテイルと呼ばれる人たちで、残り10%は少し時間遅れがあり、最後に避難する人たち。このように避難者のグルーピングを行い、安全対策がどこまで有効かをみます。

これは今では日本の全ての発電所で採用されていて、可搬型の設備を使って事故の影響を緩和するという対策を施します。PWRの事例では、対策を施すと放射性物質の放出はなく、対策を施さないと20時間後に放射性物質の放出が始まるという比較研究を行っています。

このような研究はまさにPRAとシミュレーションが融合するところでありまして、先ほどの放射性物質の放出シナリオの計算結果を時間とともに表しますと、このような結果になります。横

軸が炉心の中の放射性物質のうち、放出されたものの割合で、斜めの軸が時間進展、縦軸がそのシナリオがどのくらい支配的であるかというようにまとめます。また、ブルーのところは放出なし、赤いところが格納容器の破損と CV バイパスと二重漏洩する一番厳しい場合で、オレンジの部分が CV バイパスの場合というようにまとめると、CV バイパスが漏洩では一番支配的であることが分かり、またシナリオ毎にどれだけ時間余裕があるのかということが評価されます。こうしてレベル 3 で必要な情報、防災に必要な情報はリスク評価とシミュレーションで得られます。

われわれがこういった知識を得ることで、どのようないいことがあるかという話ですが、例えば中身の見えない箱に対してほとんどの人は手を入れないと答えます。しかし、中に子猫がいると知っていれば手を入れます。これは箱に対する知見が増えるからです。人によっては箱を揺らしたりにおいを嗅いだりして、箱に対する知見が増えることによって意思決定が変わってきます。防災も同じことがいえます。

もう 1 つの例でリスクトリプレットについて話します。リスクトリプレットとはシナリオ、確からしさ、結果の大きさのことをいいます。ある活動として、億万長者になること、そのためには投資をするという行動をしますか、やりませんかという問題を問いかけるとします。そのシナリオは投資すれば 10 億円手に入るかもしれない、損をするかもしれないとした時、多くの人は行動を決めかねます。ところが確からしさとして還元率が 50% というと、多くの人は割が合わないからやめるといいます。しかし結果の大きさとして、投資コストは 3000 円だといわれるとやはりやりますと答えます。このように情報が増えるほど、人間の行動パターンは変わっていきます。

6. まとめ

リスク評価を活用することは容易ではありません。なぜなら非常に多くの批判があるからです。

リスク評価は決して問題を解決してくれるものではなくて、われわれがより良い選択をする、リスク管理をするためのものです。しかし、そのためにはリスクを知らないといけません。いい行動をするために情報を必要としています。そのためにリスクを評価し、シミュレーションを行い、リスクを知ることによって有効で効率的な防災につながるといえます。ここからシミュレーションとリスク評価が防災に大きく貢献できる分野であると思います。



図 3 山口教授ご講演風景（その 3）

- ※ 当原稿は、山口彰教授のご講演をもとに、アドバンスソフトが構成したものです。写真は、ご講演当日の写真です。
- ※ スライド資料をアドバンスソフトの HP シミュレーション図書館に公開しております。本稿とスライドは、ひとつの段落がひとつのスライドに対応しておりますので、ダウンロードの上、本稿をみていただければより詳細な情報となります。

http://www.advancesoft.jp/support/download/28simlib_seminar_20180712_all.html