



防災科学技術研究所 令和3年度成果発表会
 来るべき国難級災害に備えて2022
 ～国難にしないために～モノで守り、行動を変える。



第3部 発表／パネルディスカッション

～国難にしないために～
モノで守り、行動を変える。

第3部は、3人の研究者が「モノ」「人の行動」「観光と科学技術」の側面から発表したあと、池上彰氏がモデレーター、林春男・防災科理事長が指定討論者を務めてパネルディスカッションを行いました。途中からは第1部で発表したI-レジリエンス株式会社の小林誠代表取締役社長も登壇。リアルタイム投票システムを使って一般参加者にも意見を投稿してもらいました。

(広報・ブランディング推進課)

E-ディフェンスが見せる「モノで守る」技術の確かさ

多数の構造物が甚大な被害を受けた1995年の阪神・淡路大震災を契機に、構造物の破壊過程を解明することが重要となった。「E-ディフェンス」は実物大規模の構造物を震度7の地震動で破壊に至るまで揺ることができる実験施設であり、旧耐震基準の木造建物などの実験から詳細な計測データと映像を取得し、破壊過程の再現により耐震性や補強対策の有効性など「モノで守る」技術の確かさを実証してきた。また、建物内での安全や事業継続も確実に守るため、免震構造物や現行基準の鉄筋コンクリート造建物などの実験を通じて、被害低減対策や設計法を提案した。今後、私たちの暮らしや社会経済活動を大規模地震から守るため、建物内からその周辺、さらには都市規模の「ヒトの行動空間」内の被害リスク分析や状況把握につながる技術の研究開発に取り組み、E-ディフェンスでその確かさを示していきたい。



地震減災実験研究部門 副部門長

田端 憲太郎

事業者と共創する津波避難計画:尼崎鉄工団地での実践

尼崎鉄工団地は中小製造業ら24社で構成する工業団地で、大阪湾岸に位置している。南海トラフ地震の際には117分で津波到達、1~3mほどの浸水が想定されるが、安全といわれる内陸側への徒歩避難が困難な地域である。私たちは避難計画づくりの支援として、忙しい事業者向けに極力シンプルな書き込みツールを作ったが、書くのは困難だった。そこで、ウェブツールを使ってハザードマップの読み方を知ってもらい、話し合いの中から避難行動のオプションを設定、避難訓練でルートなどを検証——といった取り組みの結果、「運河にある跳ね橋を2時間以内に渡れば安全、渡れなければ垂直避難に切り替える」ということが見えてきた。一連の過程において重要だったのは、思考フレームとしての「形^{かた}」だった。武道の「形」のように、考える「形」を提示して普及させることに取り組んでいきたい。



災害過程研究部門 部門長

永松 伸吾

地方自治体との共創に基づく地域の魅力向上への取り組み

国際スキーリゾート・ニセコにおける雪崩事故防止に資する情報プロダクツの創出

北海道のニセコは、スキー場外を滑るバックカントリースキーの「聖地」と言われ、国際的に人気がある。雪崩の危険情報をもとにスキー場がゲートを開閉し、滑走の自由と安全規制を両立させる「ニセコルール」を運用している。雪崩情報は地元の有識者の経験則に基づいていたが、防災科研がその経験則の裏にある科学的思考を「見える化」し、観測とシミュレーション、情報共有の仕組みを整えた。インバウンドが見込める観光産業は、南海トラフ地震のような国難時にも復興のカギになる。しかし、一般のスキーヤーへの情報発信にはまだ課題がある。科学的な数値情報は必ずしも安全行動に結びつかないことがわかってきたため、地元の実情をよく知るファシリテーターの養成などに乗り出している。



雪氷防災研究部門 総括主任研究員

山口 悟



モノを守り、人を守り、国を守る 予防にはハードとソフトの連携が欠かせない

池上 パネルディスカッションのテーマ「モノで守り、行動を変える。」は、いわゆるハードとソフトを連動させようということだと思います。そもそも今回、このようなテーマを設定した背景を教えてください。

林 今回は国難級災害の「予防」に焦点を当てています。予防というと、地震では建物などの耐震性を上げて施設を整備するイメージがあると思います。そして津波であれば堤防をつくる、雪崩であれば防護柵を設ける、そのようなことが予防という概念の中心にありました。

けれども、E-ディフェンスの破壊実験の発表から、もはや単に施設を強くすればよいという時代ではなく、機能継続なども求められることがわかりただけだと思います。尼崎鉄工団地の例は、津波の危険があるような場所での話でした。ハザードマップを整備すればいい、というようなイメージな対応になりがちだが、それでは不十分だということが示されていました。

大規模な国難級災害になると、国そのものがほろんでしまうかもしれない。その理由は、甚大な物的被害だけでも、死者数だけでもない。立ち直るだけのお金がなければ、国力の衰退につながるのです。どんな状況になっても金が稼げる国にならなければいけない。ニセコ・スキーリゾートの例は、南海トラフから遠い北海道にあって、ある種の「ド

ル箱」となり得る国際リゾートの価値向上をどのようにやっているか、という話でした。

今日は、モノを守り、人を守り、国を守るという3つの例から、ハードとソフトの密接な連携、スマートな連携の必要性をアピールしたいと思って企画しました。

実証実験でリスクを提示

池上 田端さんが発表したE-ディフェンスの実験の映像を見て、一般的な耐震構造と、強い揺れを建物に伝わりにくくした免震構造というのは、揺れ方がずいぶん違うのだということがわかりました。下の階と上の階でも違いますし、モノで守ればそれでいい、というわけでもないですね。実際に住んでいる人にどう伝えていくかも大切だと思いますが、見えてきた課題は何でしょうか。

田端 国難級災害になることを避けるためには、生き残った人が活動を続けられることがポイントになると思います。建物の耐震性だけではなく、インフラや私たちの活動空間などが地震の後どのように残っているか、事前にリスクを把握して予防につなげるのが大切だと思っています。このようなハザードについてはこうなるだろうというリスクをきちんと提示していくこと、その提示したリスクをE-ディフェンスでの実験で科学的に実証すること、シミュレーションすることが大切だと思っています。

池上 阪神・淡路大震災のとき、私は直後に現地へ行った

のですが、木造住宅がぺちゃんこになった様子を目にしました。阪神・淡路をきっかけにした取り組みがあったからこそ、2011年の東日本大震災はあれほど大きな揺れだったのに多くの建物は無事だったという思いがあります。住宅にちょっとした筋交いをするなど、対策を採ったのと採らないのでは違いがあることも実験映像からわかりました。古い基準の木造住宅でも、ちょっとした工夫でよくなるのだということをもっと広げる必要がありますね。

田端 「こういう条件のもとでは、こういう事象が確実に起こります」と示すことは、研究者のミッションです。ただ、私のような工学者は、社会に伝えることは不得手です。永松さんのような避難行動に繋がる知見、山口さんのような提示したリスクをどう考えさせるのかといった取り組みのように、社会とコンタクトを取っている方々と

会話しながら、実現させていきたいと思います。

思考や行動の「形」が必要

池上 津波が来たら逃げればいいと漠然と思っている人は大勢います。でも永松さんの発表から、実際に避難する計画を立てようとしても、なかなかできないということがわかりました。そのような中で取り組みが進んだのは、尼崎の工業団地というまとまりがあったからでしょうか。

永松 工業団地なので平日の昼間しか人がいない、だからこそ避難を軽く考えているところがありました。けれども、最近は人手不足で高齢者も多く働いているので、彼らの問題意識は強く、だから車いすをつかった避難訓練もしました。関心がなかった人たちに考えさせることができたのは成果だと思います。南海トラフの地震は、中京

や阪神の工業地帯に相当の影響を及ぼしますが、昼間だったら逃げられるだろうという前提で、それほど高い堤防はつきりませんし、備えも住宅地より後回しになっています。でも多くの人が働いており、取り組まなければならない課題だと思います。

池上 東日本大震災では、社長などのリーダーが無理やり引っ張り出すように避難させた例もあります。リーダーシップを涵養していかなければならないという課題もありますよね。

永松 リーダーシップより、むしろ大切なのは「形」だというのが我々の考えです。つまり、ものの考え方や行動パターンが身につけていないと、その場で指示されたとしても、そのとおりに体が動けるかわからない。津波のときは内陸、高いところへ逃げるのだという理解とともに、その行動が体にしみついていないと、リーダーが避難しろと言っても「いや、車を残して避

Eーディフェンスが見せる『モノで守る』技術の確かさ

機能を守る技術の確かさをリアルに見せる。



医療施設の地震災害時の機能維持を評価

- 免震構造の強い揺れを伝わりにくくする性能を検証
- 耐震構造と免震構造の室内の違いを比較
- 直下型地震と長周期地震動による揺れの違いを比較



ボトルネックの特定

当該避難場所へ避難した人のデータ

避難先	避難の小学生数
出発時刻	10:23~10:33
到着時刻	11:38~11:40
避難所要	67~75分

代表的な避難記録（赤い点は余地震時間が少ないので早めに通過した方が多い場所、青い点は余裕時間が長い場所）



2時間以内に運河を渡ることができなければ、垂直避難に切り替える方針決定

代表的な避難記録における、避難開始からの時間、各位置に津波が到達する時間の時系列と余裕時間（差分）



難できない」なんてことになる。「形」はある種の文化のようなものだと思いますが、それを科学技術の力を使って確立し、社会にビルトインすることが研究課題だと思います。

池上 避難においても武道のような「形」が大事なのですね

林 知には四つあるという情報学のモデルがあって、データ4割、情報3割、知識2割、知恵1割と言われます。ところが、知識までは定義できるが、知恵は定義に窮してしまう。知恵を「形」と言い換えようということです。武道はだいたい「形」が10あるので、まず10を考えて、あとはそれを磨きなおしていけばいいんじゃないかと。期



待しているのですよ。

池上 私の自分なりの定義では、知恵は知識の運用力。実際に津波が来たらどうするのか、知識を有機的に運用することかなと思います。

「わかりやすく」かつ「考えてもらえる」情報発信とは

池上 山口さんの研究は画期的だと思います。バックカントリースキーヤーのために、ここから先は危険だからとゲートを閉めておけば、行政としても責任を回避できて、自らの安全になりますよね。それをあえて、データに基づいてゲートを開けるのですね。

山口 ニセコルールをつくる時、責任についての議論はありました。我々研究者はどうしても安全側に寄りますが、スキー場としては来てもらったお客さんに楽しんでほしいので、お客さん目線で考える。ギリギリのところをうまく収めて成功したのがニセコルールです。その代わり、常に、安全

に向けた精度を上げていかなければならないです。

池上 山では天候が急変することもありますよね。スキーヤーに伝えるツールはどう工夫しているのですか。

山口 重要なのは、ゲートが開いているから100%安全なわけではないことを、ゲートの外に出る人に理解してもらうことです。わかりやすい情報は、思考停止を招いてしまうこともあるので、考えさせる情報発信が大切になります。こういう情報があつたらこう行動する、という心構えを持ってもらうことが重要だと思います。

池上 わかりやすさの罫わなはあると思います。わかりやすいと、納得して終わってしまい、その先を思考しない場合がある。「考えてもらうようなわかりやすさ」は大きな課題だと思いますが、どうすれば実現できるのでしょうか。

山口 一歩立ち止まってもらえるタイミングをつくるのが重要なのではないかと思います。冷静に見てもらえるような情報発信が大切ではないか。でも、

ずっと取り組んでいるのですが、答えは見えていないです。

「腑に落ちる」まで絞りこむプロセスが大切

司会者 ここで会場のみなさま、YouTubeでご覧のみなさまに、リアルタイム投票システムslidoでご意見をうかがいたいと思います。「国難級災害にあたり、あなた自身がすべきことは何でしょうか」

- ・安全な場所に移動
- ・情報収集と判断
- ・落ち着く。状況を確認する
- ・自分と家族の身をどうやって守るか事前に考えておく
- ・コミュニティの形成
- ・ITを使った防災への移行 など

林 発災時にどう乗り越えられるか、

ということにみなさんの関心が集中しているようです。

田端 発災後の行動を事前に考えておき、いまやっている行動と比べてから訓練する、といったことが役立つと思いました。

永松 抽象的な書き込みが多いですね。単に「情報をすばやく受けて的確に判断する」ではなく、どう集めて、どう的確に判断するか、リアルに考えることからスタートするのいいと思います。

山口 的確に行動できる人の思考プロセスを「見える化」すれば、ほかの人も、的確な情報判断と行動ができるようになるのかなと思います。

池上 抽象に逃げないことが大切です。ここで、第1部で発表された防災科研発のベンチャー企業、I-レジリエンスの小林社長に加わってもらって、社会にどう生かしていくか、アイデアをいただきましょう。



小林 自分ごとにするのが大事なのかなと思います。自分には悪いことは起きないという正常性バイアスのようなものが起こっているから、抽象化でしか考えられないのではないかと。I-レジリエンスの事業ではDXや教育を考えていますが、DXは「形」をつくることであり、教育は自分ごとにするのだと思います。例えば、災害が起こったとき自分がどうなるかイメージしてもらおうため、田端さんとも相談し、映像で見てもらおう教育コンテンツを考えています。そして、山口さんのお話にもありましたが、自分の身に何が起るか自分に問いかけ、立ち止まり、考える場は大切だと思います。slidoでみなさんに問いかけたのも、考えるきっかけになったと思います。

池上 子どもたちに伝えなければなら

地方自治体との共創に基づく地域の魅力向上への取り組み
国際スキーリゾート・ニセコにおける雪崩事故防止に資する情報プロダクツの創出

防災科研の研究成果（シミュレーション技術）を活用し情報を付加

点のデータから面のデータへ
山城全体の風況情報

風の情報から吹き溜まりの情報へ
山城全体の吹き溜まり情報

現況情報から予測情報へ
数時間先の予測情報

現場の観測情報 + 防災科研の研究成果
ニセコにおいて雪崩危険性の判断に必要な情報の見える化

面的危険度に関する現状情報の見える化

面的危険度に関する予測情報の見える化

気象予測モデル

NIED 防災科研

山口 信

ないと思うことは、どんなことがありますか。

田端 大きな地震はたびたび起こるわけではないので、どんなことが起こるのかをきちんと伝えていきたいです。今はVRなどの技術もあるので、リアリティーのある、イメージをきちんとつかめるコンテンツを作って、子どもたちに渡すことができればと思います。

永松 第2部の動画賞で表彰していただいた災害過程研究部門の池田真幸さんが中心になって防災教育の研究をしています。主体的に考えて行動する力を育むことはさまざまな場面で大切になっていますが、防災を学ぶことを通じて主体性を育むようなつもりでいたいです。

山口 大雪のときは小学生の通学路でも屋根の雪が落ちてきたりします。自分の身を守ることもそうですが、身近な危険個所を地域に発信する大切さも含めて、子どもたちに伝えたいですね。

池上 人々の行動を変えるのは大きなテーマです。必要なことはなんでしょう。

林 それが成果につながる、結果が出るものだという納得感を持たせることではないでしょうか。尼崎の例でいうと、「跳ね橋を2時間以内に渡れるかどうか」という問題に煎じ詰められたことで、多くの人に解決を与えたこと

になるのではないかと。ハザードマップを読み取る力がないというなら、行動の選択肢として「AかBか」まで絞れば腑に落ちるでしょう。絞るまでに、判断を何度も繰り返しながら問題の本質に至れば、そのプロセスを主体的な学びと言うのだと思う。問題解決のために「これをやればいい、という肝」を見つける訓練を子どもたちにぜひやらせたい。ある種の探検をしているような感覚を持たせられるかどうかが重要な気がします。

永松 跳ね橋を2時間以内に渡れるかどうか、という問題が見えてきたことにより、鉄工団地の組合で自転車を買って誰かが見に行くことにすればスムーズではないか、といった意見も出てきました。橋に地震計を置いて壊れ方を予測できるんじゃないか、ドローンを飛ばせば被害がわかるんじゃないかなど、できそうなことが現場から湧いてきています。これまでソリューションを提供するのが科学技術だと思ってきたのですが、ソリューションを出すのは現場の人々です。科学技術は人がソリューションを出すお手伝いをするのではないかと。それが防災科研の掲げる Science for Resilience ではないかと痛感しているところです。

小林 多くの人々が科学に触れ、科学の

支援を受けて行動できるように、I-レジリエンスでやっていかなければならないと感じました。

令和4年度成果発表会 テーマは「対応」の予定

池上 日本ではハードはずいぶん進んできたと思いますが、具体的な行動に移していくには課題があることがわかりました。自ら問いを立てることは、大人だけでなく子どもたちにも求められることだと思います。

林 おっしゃっていただいたとおりで、日本ではこれ以上、予防、特にハードな意味での予防力を上げるのは限界にきています。モノで守るだけでは無理なので、人の関与が不可欠になっている。人の命を守るには、かなり手厚く寄り添っていかないと問題が見つけられない。それを実際にニセコでやってみたら、新しい形のサービスにもつながったというわけです。頑張っても予防しても被害が出てしまったら、どうやって乗り越えるか。それを来年の成果発表会でやりたいと思っています。去年は「予測」、今年は「予防」、来年は「対応」で、国難シリーズの第3弾です。来年も池上先生にお付き合いいただきたいと思います。

