

# 意思決定プロセスの可視化と防災

EHS&S 研究センター技師 兼 耐震構造技術部課長代理 早川 輝

Keyword：防災、ナッジ、意思決定プロセス、視線計測、脳活動計測、CAE、VR

## 1. はじめに

日本では、行政により数百年に1度の確率で起こる津波や河川氾濫に備えて、防波堤、堤防、砂防ダムなどの構造物対策が進められると共に、災害対策基本法の下、防災計画や高度な情報伝達システム、避難体制といった非構造物対策も整備されている。人はそれに安心し、年月が経つと災害の伝承が途絶えがちになり、災害に対する備えを怠る。また、人が陥りやすい物事の捉え方の歪み（認知バイアス）により、行政から避難勧告を受けてから逃げれば良いと考える。行政主導の防災対策が高度化することによって、人と社会の脆弱性が増加し、このように人を「災害過保護」ともいうべき状態<sup>1)</sup>にしてしまう。自然災害に立ち向かうのは行政であり、行政の庇護の下に人がいるという構造である。確かに行政の努力によって、日本の防災課題は犠牲者をいかにゼロに近づけるかというレベルに到達した。しかしながら、行政主導の防災で犠牲者がゼロになることはない。ここから先は、災害に対峙した人が自らの命を守る行動が重要となる。多くの日本人は、台風が上陸すれば豪雨や強風を、地震が起これば津波を想起する。さらに自分の身に危険が及ぶのではないかと心配する。しかしながら、実際に逃げる人は極端に少ないのが実情である。

防災対策において、「2S2H」が必要である<sup>2)</sup>といわれる。ソフトとシステムの2つの“S”とハードとヒューマンの2つの“H”である。人は頭で正しく理解していても、正しい行動につながらないことも多い。東日本大震災では、高度な津波感知システムや情報伝達ネットワークを通じて事前に災害情報を得ても、逃げようとしないう人もいたという。このことから防災対策が最も遅れているのは、“ヒューマン(人)”であるということもできる。

ヒューマンの防災対策を考える上で、災害に直面した人の心理を正確に知る必要がある。人は自然災害に直面した時、①正確な情報を収集し、②それを理性的に処理・判断して、必要であれば③迅速に避難行動を起こすことが求められる。しかしながら、必ずしも求められる通りにならない。なぜなら行動判断は、情報を受け取る人の心理に左右されるからである。

このことを踏まえ、本稿では自然災害に直面した人の心理（意思決定のプロセス）を解き明かす方法を紹介すると共に、その結果を上手に利用し、ヒューマンの防災対策につながる行動を促す仕組み「ナッジ」について考える。

## 2. ナッジとは

一般に人が行う選択は、その意思決定を行う人の好み・直感等に基づく心の癖が反映される。2017年にノーベル経済学賞を受賞した経済学者のリチャード・セイラーと法学者のキャス・サンステイーンが提唱した「ナッジ (nudge)」という行動経済学の考え方<sup>3)</sup>がある。ナッジとは、「ヒジで軽く突く」という意味であり、科学的に解き明かされた人の心の癖の傾向を踏まえ、選択肢を制限することなしに人の行動の修正を促す手法である。マーケティング戦略の一つとして、米国の企業を中心に世界的に広まり、現在では公共政策にも利用されている。

表1にナッジの例を示す。既往の研究成果<sup>4)</sup>に基づき、4つのグループに分類している。横軸は、ナッジの透明性を示す。人がナッジの意図を容易に認識できるかどうかを表している。一方縦軸は、ナッジの操作性を示す。操作性「高」とは、人が無意識にナッジの意図する通りに行動させられ、自らの行動を選択できない操作である。また操作性「低」とは、人が意識的に自らを制御し、必要に応じて努力して、自らの行動を選択できる操作である。

【グループA】（透明性：高×操作性：高）

この種のナッジは人にその意図を容易に認識させるが、特に行動の変化を促すわけではない。乗客を落ち着かせるため飛行機や駅でリラックスした音楽を流すことは、このグループの代表例である。また、否定的なことだけでなく肯定的な印象を与えるため、電車が時間通りに到着したことを車内アナウンスすることも一例である。標識に注意を引くための点滅灯もこのグループに含まれる。

【グループB】（透明性：低×操作性：高）

この種のナッジは、人にその意図を認識させずに行動の変化を促す。例として、アルコールや食事の量を減らすため、グラスの形を細く高くしたり、プレートのサイズを小さくしたりすることで、アルコールやカロリーの

表1 ナッジ例と分類<sup>4)</sup>

		【透明性】	
		低 (意図を容易に認識できない)	高 (意図を容易に認識できる)
【操作性】	高 (行動を選択できない)	<b>【グループB】</b> Announcing a longer waiting time than actually expected (肯定的な印象を与える) Implicit visual illusions in traffic control, e.g. Chicago Lake shore drive (暗示的に車を減速させる) Opt-in/opt-out system, e.g. organ donation/pension system (臓器提供の意志表示や年金制度の加入を促す) Rearranging food tables in buffet (栄養バランスの良い食事を摂らせる) Removal of trays in cafeteria (食料廃棄を削減させる) Save-More-Tomorrow program (when auto-enrolled) (貯蓄させる) Use of small size plate, tall and slender glass (カロリーやアルコールの摂取を抑制させる)	<b>【グループA】</b> Announcing "on time" in trains (肯定的な印象を与える) Changing default options, e.g. change printer-default from one-side to double-sided printing (変更を気付かせる) Draw attention, e.g. the use of the color red, or flashing lights to draw attention to a sign, and the use of a car horn (特定の何かに注目させる) Explicit visual illusions in traffic control, e.g. fake potholes and fake speed bumps (明示的に車を減速させる) Playing of relaxing music on flights, railway train stations, etc. (乗客等をリラックスさせる) Writing "you are now breathing manually" in a text (呼吸させる)
	低 (行動を選択できる)	<b>【グループD】</b> Adding irrelevant alternatives to choice, e.g. comparison between quality and attraction/ Clever framing of wording of choice frames, e.g. concerning medical treatment (特定の選択をさせる) Arranging incentives as a lottery for on-time submission of tax reports (納税させる) Having people queuing in front of a shop/In store Music Affects Product Choice/Taking the lid off the ice-cream freezer (購入意欲を駆り立てる) Increasing willingness to pay by anchoring on a specific number, e.g. social security number (高値で商品を購入させる) Posting posters with faces (コンプライアンスを意識させる)	<b>【グループC】</b> Calorie postings (カロリー摂取を抑制させる) Display disturbing pictures on cigarette boxes (禁煙させる) Energy bills using social comparison of consumption/Real-time feedback on energy-use (電気を節約させる) Fly-in-the-urinal (小便器を適正に使用させる) Green footprints leading to dustbins (ごみをごみ箱へ捨てさせる) Prompted choice system, e.g. organ-donation (臓器提供の意志を表示させる) Save-More-Tomorrow program (when chosen) (貯蓄させる) Seat belt alarms (シートベルトを着用させる) Show how to combine food on a plate (栄養バランスを考えさせる) Sign of "look right" (横断歩道で左右を確認させる) Sign on top of tax papers (誠実に税務申告させる)

摂取を抑制させる取り組みがある。また、車がカーブの最も鋭い地点に近づくにつれて次第に狭くなるような白い線を道路の幅方向に描くことで車の速度が上がっているように錯覚させ、運転手にブレーキ操作を促す取り組みも成果を上げている。

【グループC】 (透明性：高×操作性：低)

この種のナッジは、人にその意図を認識させた上で選択を促す。最も有名な例として、トイレの清掃費の削減がある。小便器に1匹のハエを描いた結果、小便器の床を汚す人が減り、清掃費が8割削減されたという。これは、「人は的があるとそこに狙いを定める」という心の癖の分析結果に基づいている。

【グループD】 (透明性：低×操作性：低)

この種のナッジは、人にその意図を認識させずに選択を促す。患者に手術の説明をする際、医者が“生存率90%”の手術と説明するか、“死亡率10%”の手術と説明するかでは、同じ意味だが受け取るイメージが全く異なる。実質的に同じ意味を表す選択肢であっても、その表現方法が異なるだけで全く逆の選択をしてしまう現象（フレーミング効果）を活用することで、人の選択に影響を与えることができる。

### 3. ナッジによる耐震補強促進策

災害心理学の数多くの研究により、防災対策の実施とその効果の認知に高い相関があることが示されている。言い換えれば、人が防災対策の実施を躊躇するのは、防災対策の効果の不確実性を認知しているからに他ならない。このことを踏まえ、既往の研究<sup>5)</sup>において、家屋

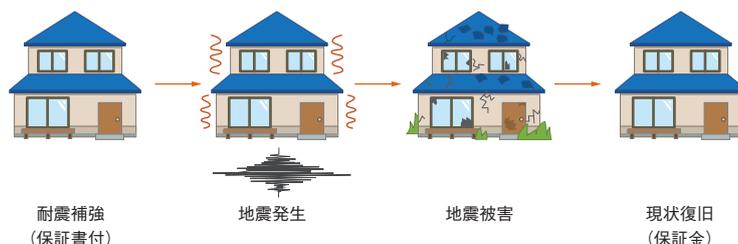


図1 耐震補強保証制度のイメージ

の耐震補強の実施を促すことを目的に、家電製品の保証書のように耐震補強に保証書を付加する制度が検討・提案されている。これは、耐震補強後に家屋が地震により損壊した場合、無償で元の状態まで修理するという保証書を付加する制度（図1）である。この制度により、確実に耐震補強の効果が得られるため、耐震補強の効果の曖昧性の影響が解消される。

また同研究により、曖昧性を回避するという心理傾向、また安心感を得たいという心理傾向から、保証書を付加することで耐震補強の価値が高まり、その実施を促すことが示されている。また、耐震補強の促進のための財源を保証書費用に使い、その残額を補助金としたほうが効率的であることも示されている。このように耐震補強の保証制度は、防災分野において、ナッジとして機能する可能性が高い。

しかしながら、保証書の費用を誰がどれだけ負担するかを適切に設計する必要がある。行政がそのすべてを負担すれば、施工会社の手抜き工事を誘発する可能性があり、施工会社がそのすべてを負担すれば、地震リスクの曖昧性により保証書サービスの提供が拒否される可能性が高い。同研究の残された課題としている。

## 4. 意思決定プロセスの可視化

標準的な経済学では、観察不可能な人の意思決定プロセスをブラックボックスとし、それが出した意思決定の結果を重視してきた。しかしながら近年の技術革新によって、意思決定プロセスに係る研究が進み、意思決定結果の客観的な裏付けができるようになってきている。これにより、特にビジネスの分野において、広告・宣伝の投資対効果を事前に効率的に把握できるのではないかと、また言語ベースの調査では不可能な人の感応をリアルタイムに捉えることで、広告・宣伝の表現の目的との適合性を確認できるのではないかと、その期待<sup>6)</sup>は非常に高い。ここでは、意思決定プロセスを可視化する2つの計測技術を紹介する。

### 4.1 視線計測

人の視線の動きに着目した研究は1970年代から始まり、近年では様々なものを見る人の視線の推移（アイトラッキング）を分析し、より効果的な商品陳列、ウェブデザイン、テレビコマーシャル等の改善に役立てられている。特によく知られる例として、Google Golden Triangle<sup>7)</sup>がある。ユーザの視線が検索結果の左上に集中する様子が捉えられている。また、最近のアイトラッキングの機器はグーグルの装着の必要がなく、被験者に違和感を与えないことから、その応用の幅が広がっている。

なお、既往の研究<sup>8)</sup>において、耐震性の高い分譲マンションが普及しない原因を調査することを目的に、梁や柱の太さを変えた耐震性の高い部屋と低い部屋の画像を一定時間見せた時の人の視線の動きや集中（図2）を計測し、アンケート調査結果との因果関係や相関関係を分析している。その結果、梁を見る回数が少ないほど耐震マンションをより魅力的に感じる傾向がみられたという。また、耐震性を重視する人が一定数存在することが示され、こうした選好を持つ顧客のニーズを掘り起こす余地があることが示唆されている。

### 4.2 脳活動計測

近年、脳内の血流の様子から、人の思考・知覚・意識・感情等をかなり正確に解釈できるようになった（図3）。代表的な脳活動の計測方法として、機能的核磁気共鳴画像法（fMRI: Functional Magnetic Resonance Imaging）や、機能的近赤外分光計測（fNIRS: Functional Near-Infrared Spectroscopy）がある。このうちfMRIは、脳内の任意の場所の活動をかなり高い分解能（数mmのオーダー）で検知することができるため、脳科学は飛躍的に進歩したといわれる。既往の研究成果によれば、個人の行動や

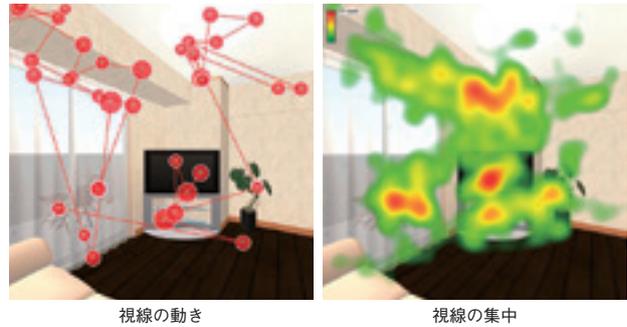


図2 視線計測結果例<sup>6)</sup>

その集まりである市場等の動きに対し、従来のアンケートやグループインタビューのような言語ベースの評価より、十数人という少数の標本規模であっても高い予測力を持ち得る<sup>6)</sup>という。ただしfMRIは、大規模施設を必要とするため、基礎研究に利用されることが多い。一方fNIRSは、fMRIほどの空間分解能はないものの、ウェアラブル型計測装置が実用化され、臨床診断や産業応用にも利用されている。

## 5. 災害時の意思決定プロセス

2011年の東日本大震災の調査報告<sup>9)</sup>によれば、30万人が巨大な津波から逃げ延びて命を守ることができた。その中には、①津波警報を見聞きし、“自ら”必要性を感じて避難行動に移した人、②津波は来ないと思ったが、“隣人や友人”の誘いや動きに影響を受けて避難行動に移した人、③“学校や地域”で避難訓練を受けていたことで、津波警報を見聞きしたと同時に避難行動に移すことができた人が含まれる。また、比較的近場に高台の避難所があったことや、そこまでの避難路が整備されていたことも大きな要因であったといわれる。

その一方で、同震災で2万人近くの尊い命が失われた。その中には、①津波警報が届かなかったり、それを無視したり、他の防御行動を優先したりして、“避難行動が遅れた人”、②瓦礫や車両に避難の行く手を阻まれたり、高台等への避難路が未整備だったり、車避難で渋滞に巻き込まれたりして、“避難障害に遭遇した人”、③指定場

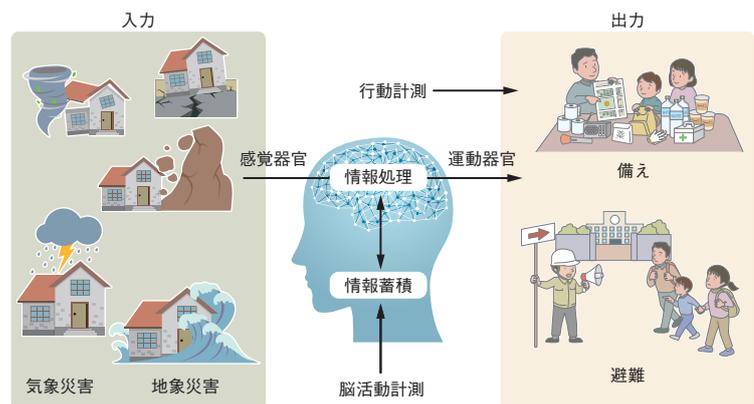


図3 脳活動計測のイメージ

所に避難したにもかかわらず犠牲になったり、近くに安全な指定場所がなかったりして、“安全な場所に避難できなかった人”が含まれる。このうち、確かな情報が提供されたにもかかわらず避難行動に結びつかず、逃げ遅れて津波に巻き込まれた人は、死亡者の半数以上を占めたといわれる。

また、既往の研究成果<sup>10)</sup>によれば、運悪く不意の災害に見舞われた時、人が取る行動は、①落ち着いて行動できる人（10～15%）、②我を失って泣き叫ぶ人（10～15%）、③ショック状態に陥り呆然として何もできない状態になってしまう人（約75%）の3つに分けられるという。大多数の人は、発災時にショック状態に陥り、呆然として何もできない状態「凍りつき症候群」に陥る。これは、災害時によくみられる以下のような心理的判断が働いたことによるものと説明される。

### 5.1 正常性バイアス

多少の異常事態が起きててもそれを正常であるかのように捉え、心を平静に保とうとする心のメカニズムのことを指す。2014年の御嶽山の噴火では、自分は大丈夫だと思ひ、噴火後も火口付近に留まり、噴火の様子を写真撮影していた人の多くが犠牲になった<sup>2)</sup>という。

### 5.2 同調性バイアス

過去に経験したことのない場面に遭遇したとき、周囲の人と同じ行動を取ろうとする心のメカニズムのことを指す。周りが誰も逃げないから自分も逃げる必要はないと判断をしてしまうことがある。2003年に韓国の大邱で起こった地下鉄火災では、車両内に煙が充満して危険な状態であったにもかかわらず、座席に座ったまま逃げない乗客が多くいた<sup>2)</sup>という。

### 5.3 オオカミ少年効果

度重なる誤警報が空振りの結果、警報や警告を信頼しなくなる心のメカニズムを指す。1982年の長崎大水害では、大雨警報を発して嚴重な警戒が呼び掛けられたものの、連日の大雨警報に慣れた市民の多くが避難行動を起こさなかった<sup>11)</sup>という。

## 6. 人の心理に基づく避難誘導

ここまで、①効果的な防災・減災のために、災害に直面した人の心理を解き明かす必要があること、②科学的に人の心理を解き明かす方法として、視線や脳活動の計測・分析が有効であること、そして③解き明かされた人の心理の傾向に基づくナッジを取り入れることで人の行動の修正を促すことができる可能性があることを示した。ここではヒューマンの防災対策として、ナッジによる避難

誘導の可能性について考える。

### 6.1 人の心理の再現

災害に直面した人の心理を解き明かすためには、災害を擬似的にでも体験する必要がある。そのために、仮想現実（VR: Virtual Reality）の技術を活用する。また、計算機支援工学（CAE: Computer Aided Engineering）の技術を用いて、気象・地象現象を再現・可視化する。これらの技術の組み合わせによって、臨場感のある災害の疑似体験が提供される<sup>12)</sup>。

### 6.2 人の心理の測定

視点と注意に密接な関係があることを、人は経験的に知っている。人の視線を追えば、あらゆる意思決定プロセスの手がかりを得ることができる。VR空間内で目の前に災害の状況を再現し、被験者の視線を時々刻々トラッキングすれば、人の注意の時間的・空間的な変動を把握することができる（図4）。同時に脳の状態をセンシングすることで、危機感を感じる仕組みを解き明かすことができるだけでなく、実際に脳の反応を見ながら危険の感応度を把握することができる。

### 6.3 人の心理へ働きかけ

ビジネスや公共政策の分野において、様々な場面でナッジが組み込まれている。しかしながら、防災や気候変動の分野において、“意識的に”ナッジを検討した例はほとんどない。その例があっても、3章で紹介したような社会制度を変える必要がある高難度なナッジである。

人は、災害が発生しても簡単にパニックに陥らない。しかしながら、正しい情報が入ってこないとパニックに陥るといふ。一方、人は5章で紹介した認知バイアスによって、正しい情報が提供されても我先に逃げようとしなない。それどころか、都合の悪い情報をカットし、自分を正当化する事実をつくり上げ、自分だけは死なないと思う。人がパニックに陥らないが、逃げる気にさせる災

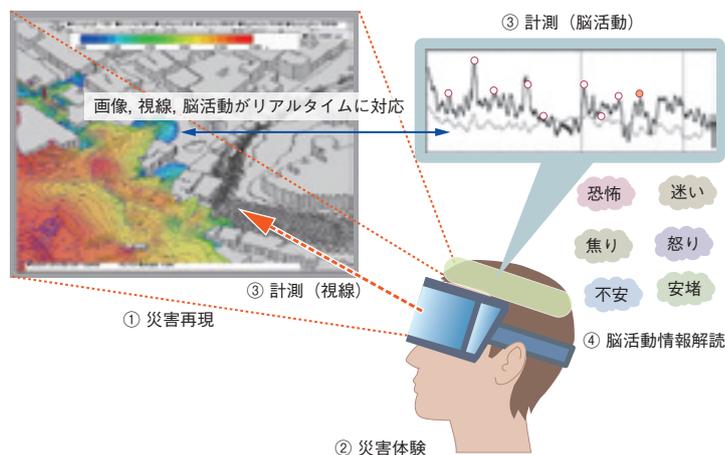


図4 人の心理の測定イメージ

害情報とはどのようなものだろうか。

また、災害発生時、TVの報道番組において“命を守る行動をしてください”と呼び掛けられる。これも一つのナッジである。この呼び掛けが、“大切なものを守る行動をしてください”“自分だけは死なないと考えないでください”“防災訓練だと思って逃げてください”“以前は大丈夫だったから今回も大丈夫だと考えないでください”など、別のフレーズだったら人を逃げさせる効果は変わるのだろうか。

情報やフレーズ（ナッジ）の受け止め方は、何処で、誰と、何をしているのか、そしてそのときの心理状態の良し悪しによって変わる。また、わずかなニュアンスの違いで、都合の悪い情報、耳障りなフレーズとして扱われる可能性もある。このことから、リアルタイムに人の心理を読み取ることは非常に重要であり、それを客観的、定量的に評価することによって、人の心理に働きかける効果が高いナッジを見出すことができる。

## 7. おわりに

東日本大震災でも、ナッジは効力を発揮している。岩手県釜石市の小中学生約3,000人のほぼ全員が生き抜くことができた、いわゆる「釜石の奇跡」である。当時その成果が大きく注目されたが、ナッジの好例でもある。

群馬大学大学院（当時）の片田教授<sup>1)</sup>は、釜石市の小中学校に対して、東日本大震災の8年前から防災教育を行っていた。その教えに、「津波避難の三原則」、第一「想定にとらわれるな」、第二「最善をつくせ」、第三「率先避難者たれ」がある。子供達がこの教えを忠実に実行した結果、「釜石の奇跡」が生まれた。それだけではない。実は周囲の大人達が助かったケースも多かったという。つまり子供達がナッジだった。さらに感銘を受けたのは、これは同教授によって巧妙に仕掛けられたものだった。同教授は、子供達に防災教育を行い、その子供達を介して大人達に意識を広げていく防災を目指していた。すなわち子供達をナッジの機能として位置付けていたことになる。

現時点でも防災に役立つナッジはいくつも存在するだろう。しかしながら、犠牲者がゼロにならないということは、まだ誰にも気付かれていないナッジがあるのではないだろうか。このような問題意識の下、本稿で紹介した意思決定プロセスの可視化が、新たなナッジを見つける有効なアイテムになるのではないかと期待している。

## 〔参考文献〕

- 1) 片田敏孝：人が死なない防災，集英社，2012
- 2) 山村武彦：新・人は皆「自分だけは死なない」と思っている，宝島社，2015
- 3) Thaler, R. H., Sunstein, C. R. : Nudge : Improving decisions about health, wealth, and happiness, Yale University Press, New Haven, United States, 2009
- 4) Hansen, P. G., Jespersen, A. M. : Nudge and the manipulation of choice: A framework for the responsible use of the nudge approach to behaviour change in public policy, European Journal of Risk Regulation, Vol.1, pp.3~28, 2013
- 5) 藤見俊夫：リバタリアン・パターナリズムに基づく家屋耐震化の促進制度に関する研究（科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書），2012
- 6) 茨木拓也，矢野亮，萩原一平：機能的磁気共鳴画像法（fMRI）による生体反応の測定，オペレーションズ・リサーチ 7月号，Vol.61, No.7, pp.435~441, 2016
- 7) F-Shaped Pattern For Reading Web Content, <https://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content-discovered/>, 2019.4.19
- 8) 齊藤誠，竹内幹：第8章 耐震マンションを好む人はどこを見ているか：アイトラッカーを用いた研究，齊藤誠・中川雅之（編著）『人間行動から考える地震リスクのマネジメント：新しい社会制度を設計する』，勁草書房，2012
- 9) 室崎益輝：巨大災害と広域避難，21世紀文明研究セミナー2011，2011
- 10) Leach, J. : Why people “freeze” in an emergency: temporal and cognitive constraints on survival responses, Aviation, Space & Environmental Medicine, Vol.75, No.6, pp.539~542, 2004
- 11) 広瀬弘忠：人はなぜ逃げ遅れるのかー災害の心理学，集英社，2011
- 12) 早川輝：CAE×AR/VR×AIによる防災，NTTファシリティーズ総研レポート，No.29, pp.43~48, 2018.6



はやかわ あきら  
早川 輝

EHS&S 研究センター技師 兼 耐震構造技術部課長代理  
建造物の耐風・耐震に係るコンサルティング・調査業務に従事  
中南米・カリブ，中東・アフリカにおける洪水・地震等に係るODA防災事業に従事  
Professional Engineer (PE) (Civil)

## Synopsis

### Disaster Management based on Visualization of Decision Making Process

Akira HAYAKAWA

In order to prepare for the natural disasters which occur once per several hundred years, the government will proceed with structural measures and non-structural measures under the Disaster Countermeasure Basic Act. People feel relieved to its situation, after years pass, cease the past disasters' lore and neglect the efforts to protect themselves. In addition, people think that it is the best to escape after receiving an evacuation recommendation from the government due to the perceptual distortions which people easily fall into which are known as "cognitive bias". The more advanced the government-initiated disaster management measures become, the more vulnerable people and society become. In the end, people put into a state that should be called "disaster overprotection" such as the aforementioned. It is the government that confronts natural disasters, and it is a structure that there are people under the protection of the government. As a result of the governmental efforts, it is certain that the challenge in disaster management has reached the level to consider how to bring about zero victim per a year in Japan. However, the government-initiated disaster management will not make the victim zero. From here onward, it will be important for people facing natural disasters to make efforts to protect their lives.

In disaster management measures, it is said that "2S2H" is required. It is two "S" of software and system and two "H" of hardware and human. People do not always lead to correct behavior even if they understand it with their brain. In the Great East Japan Earthquake, even though the disaster-related information was obtained through tsunami sensing systems and alarm transmission networks in advance, some people would not escape. Thus, it may also be said that the disaster management measures of human are more delayed than any other measure is.

In considering the disaster management measures of human, it is necessary to know exactly the mind of those who occur at the time of natural disasters as the behavioral judgments to the disaster-related information when people encounter natural disasters depend on the mind of those who receive the information.

Based on these backgrounds, this report introduced the methods to visualize the mind of people facing natural disasters as well as it discussed the potentiality of the mechanism "nudge" that promotes the right decision making for the disaster management measures of human.