

[情報と防災～研究者が展望する災害情報システムの未来～]

4 これからの ICT 防災をどのように育てて いっかー求められるシステム像は何かー



畑山満則 | 京都大学 防災研究所

災害リスクとレジリエンシー

防災への ICT 活用を考慮するために、まず、災害リスクの定義について考えてみよう。災害リスクの定義として図-1 のような Hazard-Exposure-Vulnerability モデルがある。

Hazard とは、その場所での災害原因となる自然現象（地震・洪水・津波など）の発生する可能性を示し、Exposure とは、そのような災害に晒されている人や資産を指す。Vulnerability は、災害に対する脆弱性を示すが、これはどの程度の対策ができていくかということの裏返しとして捉えることが多い。この3つの要素の重なりで災害リスクは定義されるのであるが、Hazard は人の力でコントロールすることはできない。つまり Exposure や Vulnerability を変化させることで災害リスクを軽減化させることが可能となる。災害リスクの低減という観点で見ると、情報技術は古くから Hazard の推定に貢献してきた。可観測な情報から異常な自然

現象を推定するためのモデルが構築され、計算機を用いた推定がなされており、この結果と国勢調査などの結果からもたらされた Exposure とを加味して、Vulnerability を低減するための経済的なバランスのとれた災害対策の基準が構築されたりしてきた。

「防災」とは、災害対策基本法第二条第二項において「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、および被害の復旧を図ること」と定義されている。この定義は、1959年にこの法律が制定されたときから変わっていないが、1995年に発生した阪神・淡路大震災以前に「災害を未然に防ぐ」ことを重視していたのに対し、阪神・淡路大震災以降は、「災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、および被害の復旧を図ること」の重要性が再認識されることとなった。さらに2011年の東日本大震災の発生で「被害の拡大を防ぐ」部分に注目した「減災」という言葉が頻繁に使われるようになり、「命を守る行動」としての避難や災害直後の対応に大きな注目が集まることとなった。災害対策は、時々刻々と変化する被災地域（もしくは被災が見込まれる地域）に対して、状況条件に適した短期の対策を計画・実行していくことが中心になる。「災害を未然に防ぐ」ことは、静的な情報を用いて、豊富な時間や資源の下に行われることに対し、「被害の拡大を防ぐ」ことは、動的に変化する情報を用いて、限りある時間や資源の下に行われるという違いがある。前者に比べ後者

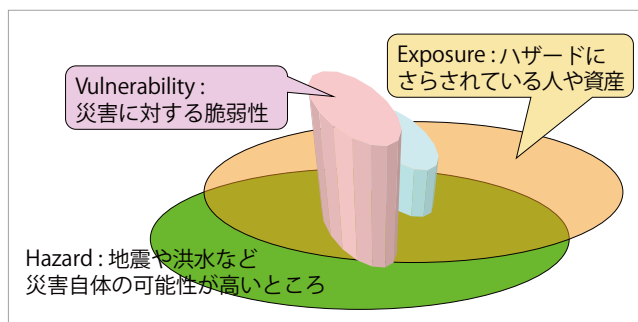
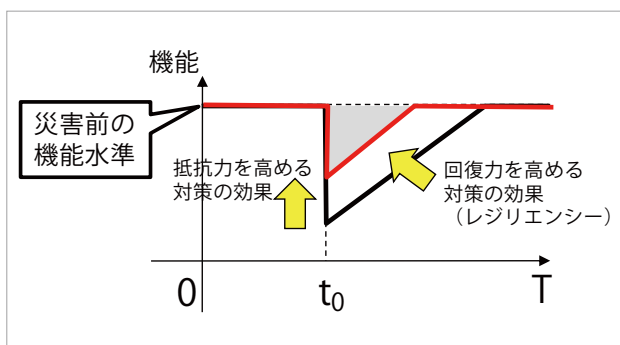


図-1 災害リスク (Hazard-Exposure-Vulnerability モデル)

は、強くリアルタイム性が求められる。つまり、変化する Hazard をリアルタイムに予測し、変化する Exposure を捉え、時宜にあった対策を実施していくことが求められることとなる。

災害リスクを軽減化させるためにはどのような方式があるのだろうか？ここでは、図-2のような災害発生からのインフラやサービスなどの機能水準の推移モデルを用いて考えてみる。このモデルでは、災害発生とともに機能低下した水準が元の水準に戻ることで復旧・復興が遂げられると考える（現実には元の水準まで戻らないことや元の水準以上に機能が上がることもある）。これを実現するためには、図-2に示すような2つの方策が考えられる。すなわち、災害に対する抵抗力を高めて被害を抑止すること、回復力を高めて復旧時間を短縮することである。これらは災害発生時の対応だけでなく、事前の準備時点からできることをやっておくことが必要である。このように総合的にマネジメントがなされることで、図-2に示されるように機能低下を示す三角形を小さくすることが求められる。回復力を高める部分は、防災の定義での「災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、および被害の復旧を図ること」にもあたため、阪神・淡路大震災以降に注目を浴びた部分である。回復力が十分に高い社会は、風になびく柳のようなしなやかさを持つ（レジリエンスの高い）社会と表されており、これまでに経験したことのない規模の災害が多発するようになった近年では目指すべき社会像の1つとされている。



■図-2 災害発生からの機能水準の推移

巨大災害とICTの変遷

防災へのICTの活用は、さまざまな場面で行われているが、特に、回復力を高める災害対応への貢献に大きな期待が寄せられている。これは、巨大災害と情報処理技術の変遷に起因することが大きい。災害対応の重要性に大きな注目が集まった阪神・淡路大震災は1995年1月に発生したが、その前年の1994年4月には、内閣に高度情報通信社会推進本部が設置されている。同本部は、1995年2月に「高度情報通信社会に向けた基本方針」を発表しているが、本基本方針の発表直前に阪神・淡路大震災が発生したこともあり、「II. 高度情報通信社会の実現に向けた課題と対応」の中の「(1) 公共分野の情報化等」において、「⑦防災の情報化」という項目を立て、「高齢者や障害者など災害弱者にとっても分かりやすい防災情報の提供を推進するための、ソフト開発を行う」、「被災者関連情報の円滑な提供のため、コンピューター・ネットワークの活用を図る」といった具体的な13の施策を例として挙げ、積極的な推進を明言している。また、日本におけるインターネットの一般個人利用は、インターネット接続サービスが身近なものとなり始めた1994年頃から活発になっており、Microsoft社が1995年11月にWindows95を発売したことを機にさらに加速した。これにより、「誰でも」インターネットを通じて情報を受発信できる環境が整った。東日本大震災の直前には、スマートフォンが普及し始め、上記に「いつでも」「どこでも」の要素が加わった。これにより、きめ細やかな災害対応が可能となる基盤が提供されたこととなり、ICTを利用した災害対応への期待につながったと考えられる。

求められているシステム

災害対応の現場で求められることは、現地の状況を把握し、関係者間でその状況に関する認識を統一

特集 Special Feature

すること（以下、「状況認識の統一」と呼ぶ）である。ここで、「関係者」とは、理想的には被災地域の住民や地権者なども含むが、危機管理担当者間での状況認識の統一も十分ではないのが現状である。自衛隊や医療機関などでは、これらに有効な手段として、情報を時系列に沿ってホワイトボードなどに書き出し、災害情報共有し整理するクロノロジーという手法が使われており、東日本大震災以降は、行政での災害対応の現場でも活用されるようになった。また、2016年に国土交通省が指針をまとめたタイムライン（防災行動計画）は、災害の発生を前提に、起こり得る状況を想定し、取るべき行動とその主体を、時系列に整理したものであり、当初活用が想定された事前に被害規模が想定できる「進行形災害」（水害など）に加えて、短時間の現象で予測や準備が難しい「突発的災害」（地震など）においても、災害発生後の被害抑制のための行動計画として位置付けられるようになってきた。巨大災害への対応にも用いられてきたこの2つの手法には、「時系列に情報を整理する」という共通点がある。その一方で、災害時の情報は空間情報として管理し、地図として可視化することで、「状況認識の統一」を強力に後押しできることは、阪神・淡路大震災以降、多くの研究者や実務者の共通した意見となっている。これらを総合すると、災害対応では、時空間を管理するプラットフォームが求められることとなる。

災害対応の要となる行政におけるプラットフォームは、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）国家レジリエンス（防災・減災）の強化（SIP 国家レジリエンス）を通じて、SIP4D（Shared Information Platform for Disaster Management、基盤的防災情報流通ネットワーク）が開発されている。このシステムは、平成27年9月関東・東北豪雨から実験的に活用されており、平成28年熊本地震、平成30年7月豪雨、令和元年東日本台風といった大規模な災害において、府省庁と都道府県の情報連携が飛躍的に進んだ。2018年のISUT（災害時情報

集約支援チーム）の発足と相まって、多くのデータがこのプラットフォームに集約されつつある。しかしながら、地域コミュニティや個人を対象とする災害対応への利活用に関する期待については、部分的に実現されるものの、期待したレベルに対して十分に応えた事例はまだ少ない。これを実現するためには、地域コミュニティや個人とともに災害の最前線で活動する自治体へのICT活用が必要とされる。自治体においても災害対応を目的とした情報共有システムを導入している事例は多い。では、なぜそれらの情報システムは、期待に「十分に」応えられないのであろうか？ これは「状況認識の統一」に問題があると考えられる。まず、「状況」が十分に認識できていない。現状、リアルタイムに自然現象の全貌をモニタリングできる技術は存在せず、それを高い精度で予測するシステムも存在しない。比較的予測の信頼性の高い台風であっても、部分的な映像やデータのとどまり被害の実態もすぐには把握できない。さらに、断片的であれ現在把握できている「状況」や近未来の比較的信頼度の高い「状況」の予測についても「共有」することが難しい。近年は、スマートフォンなどを通じて、災害リスクの高まった地域にいる人に緊急速報メールを送る技術も定着してきたが、まだ「十分」とは言えない。「認識の統一」については、共有できた情報を読み解き、行動につなげることが求められるが、行政の内部に限られた人数であっても、認識を統一するのは難しいため、地域や個人が「認識を統一」することはさらに難しいのが現状である。情報技術はこれらの課題にブレイクスルーを与える可能性を秘めており、技術開発が期待されている。

活用されるシステムとは

災害対応に貢献できるシステムとは、自然現象をリアルタイムに観測したり、空間的にも時間的にも高い解像度で自然現象を予測したりする状況把握・

予測システム、情報を共有するための状況共有システム、情報を読み解き、行動に移すことを促す意思決定支援システムや防災教育システムなどが考えられる。近年の情報技術の進化は目覚ましく、生活様式を変えるほどの技術革新も行われてきているが、革新的な技術の適用先として、これらのシステムを選ぶ際には、最低限、下記の点に注意する必要がある。

タイムリーな情報の提供

ニーズ主導型でなく、シーズ主導型の開発の場合は、災害シナリオの中で埋もれてしまう可能性がある。災害対応は、時間によって変化しており、情報の価値もこれに合わせて変化していく。価値のある時間帯にタイムリーに情報提供ができなければ、有用であっても活用されることは少ない。逆に、タイムリーであれば、活用する人を限定することで、精度や信頼性が十分に確保できていない情報でも使える場合がある。

不確定なシステム仕様

巨大災害時には、人的・物的な資源が枯渇し、制限された資源の有効な活用が求められる。情報システムを活用するために必要な環境や人材も確保できない可能性もある。また、ユースケースが変わることもあり得る。これらは、平常時であれば仕様外であるため、システムの評価を下げる原因にはならないが、災害時には結果を出せなかったシステムとして評価を下げることとなる。要求分析が重要になるが、災害時に発生し得るシステム活用の阻害要因は多岐にわたるため、これらすべてに対応することは非常に難しい。システムの適用範囲を明確にし、その範囲を超える処理が必要な場合は活用しないという方針を事前に確認しておく必要がある。

短期間でのシステム調整

近年の情報処理システムは、サービスを早めにリリースし、ユーザからのフィードバックによりシステムをブラッシュアップし定着させていくプロセスをとる場合が多いが、多くの命が危険にさらされるような巨大災害は、発生頻度が低いいため、災害発生前に十分なブラッシュアップができない可能性がある。災害直後から活用が期待されるシステム、特に、命にかかわるシステムでは初期不良は許されないが、それを発見・修復するためのテストが十分にできないこともあることを考慮に入れる必要がある。

間違った認識に誘導する可能性

意思決定支援システムや防災教育システムでは、技術のアピールを優先してしまい、間違った認識に誘導してしまうシステムも散見される。伝えたいメッセージを確認し、それを伝えられるシステムを構築しなければ、災害時に被災地域にいる人々を命の危険にさらす可能性がある。

情報技術には、これまでの災害対応で克服できなかった課題にブレイクスルーを与える可能性がある。気候変動の影響で巨大災害の頻発が示唆される時代に、ICTの投入により少しでも被害が軽減されることを期待する。

(2020年9月15日受付)

■ 畑山満則 (正会員) hatayama@dimisis.dpri.kyoto-u.ac.jp

京都大学防災研究所巨大災害研究センター教授。2000年東京工業大学博士課程修了。博士(工学)。災害対応時の情報システム構築に関する研究に従事。2020年より本会情報システムと社会環境研究会主査。

