

□ 2000 年代の災害情報

東京大学社会情報研究所 廣 井 脩

阪神・淡路大震災後の防災情報システム

日本中を震撼させた阪神・淡路大震災から 5 年が経過した。震災を引き起こした兵庫県南部地震が発生したのは、1995 年 1 月 17 日早朝。この地震では地震直後の死者が 5,500 人、負傷者が 4 万数千人という大変な被害が生じてしまった。

震災の被害がいちじるしく大きくなった理由はいくつかあるが、その一つとして、被災者の救出や消防活動の前提となる被害情報の収集と伝達が大幅に遅れ、それが犠牲者の増加につながったという事実は否定できないだろう。適切な救出活動や消防活動を行うためには、地震の被害がどのくらいの規模なのか、どこにどのような被害が出たのかを大まかでもいいからすばやく把握して、それらの情報を他の機関に迅速に伝えることが必要だが、この震災では肝心の情報収集・伝達がままならず、その結果、大規模な初動態勢を発動することができなかったのである。

そこで、震災後、国やいくつかの地方自治体では、震災の経験をふまえ、膨大な費

用をかけて、新たな災害情報システムの構築や、災害情報の内容の改善に着手することになった。なかでも、地震初期にすばやく被害状況を予測し、防災関係機関の初動態勢を迅速に立ち上げるためのシステムの充実はきわめて著しい。

たとえば、気象庁震度階の大幅改訂がその一つである。

阪神・淡路大震災では、気象庁の震度情報が必ずしも有効に機能せず、むしろ被害を過小評価させることになってしまった。

この地震の当初、神戸と洲本の震度が 6 と発表された。震度 6 といえばもちろん大地震だから、相当な被害が予想されることはいうまでもない。しかし、最近の地震では震度 6 が発表されることがけっして少なくなく、震災前の 2 年間に釧路沖地震(釧路市が震度 6)、北海道東方沖地震(釧路市震度 6)、三陸はるか沖地震(八戸市震度 6)と、震度 6 の地震が連続していた。そして、これらの地震ではたしかに被害は小さくなかったものの、壊滅的な被害にはいたらなかった。そこで多くの防災関係者は、震度 6 という情報を聞いたとき、最近の地震の経験から、神戸市や洲本市の被害状況を釧路沖地震の釧路市

や三陸はるか沖地震の八戸市とほぼ同じ程度だろう、と誤って推測してしまったのではないかと思う。

震災の3日前、気象庁は被災地域の一部の震度を7と修正したが、実は、これまでの体制では速報される震度は6が上限であり、震度7は後日の調査を経て発表されるから、どんなに強い地震でも速報値は震度6としか発表されない仕組みだった。震度7がいままで一度も発表されたことがなかったため、多くの人はそのことを知らなかったのである。

そこで気象庁では、従来の気象庁震度階を大幅に改定して、震度計で震度7を計測できるようにあらため、これを速報することにした。また96年10月から、震度情報そのものも改訂されることになり、被害地震になると思われる震度5、震度6がそれぞれ震度5弱・5強、震度6弱・6強に細分化され、いままでよりきめの細かい防災対策が可能になった。

もう一つ、震災後多くの方面から注目されたのは、震源・マグニチュード・震度などの情報から、その地震の被害状況を迅速に推測するシステムの開発ということである。すでに震災前から、JR東海では、地震発生時にその地震の規模を推測して新幹線を緊急停止させる「ユレダム・システム」を整備していたし、東京ガスでも震度計や地盤液状化センサーを設置して、各地の震度、液状化の分布、ガス管などの被害状況を推定する「シグナル」を稼働させていた。

阪神・淡路大震災をきっかけとして、こうした先駆的な被害予測の仕組みが各方面から注目され、新たな被害予測システムが

次々と開発されることになったのである。

なかでも、国土庁の「地震被害早期評価システム」はもっとも大規模なものであろう。これは、同庁が開発した「地震防災システム(GIS)」の一環で、あらかじめ地盤や建物のデータを準備しておき、地震が発生したとき、1キロメッシュの単位で震度分析、建物被害・人的被害、あるいは沿岸における津波の高さや浸水域を予測するものである。国土庁では、96年4月からこのシステムを稼働させており、地震の約30分後に被害の規模を自動的に集計し、国の応急対策の迅速化に役立っている。実際、97年3月に鹿児島で発生した震度6弱の地震のときは、このシステムの推計のもとに初動態勢を整えた実績もある。

こうした各種の被害予測システムは、阪神・淡路大震災後の数時間、被災地でいったいどんな被害が生じたのかほとんど把握できなかったという深刻な反省から構築されたものだが、その予測の正確さは事前にインプットする情報の質に依存しているし、大地震後このシステムがいつでも正常に稼働するかどうか保証のかぎりでもない。またもちろん、被害予測システムに依存するだけでは十分な防災対策は不可能で、現実の防災活動は実際の被害状況を確認してから発動するわけだから、各種の無線網の整備、上空からの情報収集のためのヘリコプターの配備など、災害情報収集システムの整備も並行して行わなければならない。けれども、精密な予測システムができれば、とにかく地域の被害がどの程度であるか、どの地域の被害がもっともひどいかすぐに見当がつくので、初動態勢がすばやく立ち上

がる可能性は高まるといえよう。

ナウキャストの登場

2000 年代の防災情報システムは、おそらく上記の被害予測システムの精緻化を中心に進むであろう。つまり、道路・橋梁・ダム・電気・電話など構造別のきめ細かい予測システム、予測と実際の誤差がより少ないシステム、実際の被害情報をインプットしながらリアルタイムで予測を修正していくシステム、予測ばかりでなく最適な防災対策まで指示してくれるシステムなどが出現する可能性がある。

しかし、もう一つ、今後10年ほどのあいだ、注目を浴びるだろう防災情報システムはいわゆる「ナウキャスト(緊急即時情報伝達システム)」ではないかと思う。

ナウキャストとは、P 波(縦波)と S 波(横波)の伝播速度の差を利用して、P 波の強さから S 波の強さを予測し、短いときで十秒程度、長くて数十秒のあいだに必要な防災対策をとるというもので、地震予知とも上記の被害予測システムともちがった新しいシステムである。

周知のように、地震が起きると地震波が発生して四方に広がるが、この地震波には、大きくいって P 波と S 波がある。体感でいえば、最初にガタガタと小刻みに揺れるのが P 波、続いてユッサユッサと大きく揺れるのが S 波であるが、この両者は伝播する速度に差があり、その速度はだいたい P 波が毎秒 5~7km、S 波は毎秒 3~4km である。よく引かれる例をとると、現在その発生が心配されている東海地震の場合、震源域と想定されている静岡県御前崎付近と東京の気象庁は、およそ 150km 離れている。

いまその震源域で地震が発生すると、P 波の速度を毎秒 7km とすればおよそ 20 秒後に気象庁に到達する。S 波の速度を毎秒 4km とすれば 40 秒後、つまり P 波から 20 秒遅れて大きな揺れが始まることになる。この 20 秒のあいだに可能な防災対策をとるというのが、ナウキャストの発想であるが、震源域近くで P 波をキャッチし、電波を使って気象庁まで伝えれば 40 秒近くの時間が稼げることになる。

現在、国土庁・気象庁・消防庁などでは、このナウキャストの実用可能性を模索し、できるだけ早い時期に実用化しようとしており、平成 11 年 3 月に出された報告書の冒頭には、次のように書かれている。

「地震波が到達する前に、地震の発生や揺れの程度を知り、防災対策を執ることができれば、地震災害の発生防止・軽減を図る上で、画期的な効果がある。

地震波には、地中を早く伝播するが震動はより小さい P 波と遅く伝播し揺れによる被害の原因となる S 波がある。また、通信や電気信号は、地震波より、何万倍も早く伝えることができる。この P 波を S 波より早く観測し、その情報を離れた場所に、S 波が到達する前に通信し、対策を講じるという発想は、以前から地震学者などにより提唱されてきたことである。しかしながら、有効な防災対策を執るには、地震波が到達するまでの時間は、あまりに短いと思われてきた。地震の発生した場所からの距離によって異なるものの、いずれにせよ、数秒、数十秒といった極めて短い猶予しかない。

このため、地震観測網、データ処理情報通信、対応措置の各技術の進展がない限り、い

わゆる緊急即時情報の活用は困難であった。

しかしながら、近年、関連する技術や知見の進歩は、緊急即時情報の活用を現実のものへ近づけてきた。一方、地震災害の防止・軽減に役立つ科学技術を総動員しなければならないことは、阪神淡路大震災以降、国民のさらなる強い要請である。実現すれば地震災害の防止・軽減効果の期待される緊急即時情報は、早急に活用の可能性を判断し、具体的な課題を解決して、地震防災の推進に役立てなければならない防災技術である」（『平成 10 年度災害対策総合推進調整費・地震発生直後の緊急即時情報の活用調整報告書』）

それでは、このナウキャストによってどのような防災対策が可能になるのであろうか。すぐ考えつくのは、大きなS派の到来を予想されるP波をキャッチしたら、すぐにすべての交通信号を「黄」→「赤」にして車を停止させる、工場などでの危険な作業をストップする、家庭のガスなどの火気を消す、机の下に潜る、などということであろう。も

ちろん、そのためには大揺れを予想させるP波の到来をいかに早く防災機関（あるいは事業所、あるいは一般市民）に知らせるかという問題をクリアしなければならない（おそらく、人間が介在するのではなく、伝播をキャッチすれば防災対策が自動的に作動するような仕組みが中心になると思われる）し、また予測には当然誤差があるから、大地震に備えて操業を停止したのに大地震がこなかったとか、予想を上回る大地震がきてしまったときに、損害をどう考えるかといった問題も大きい。

しかし、それでもこの仕組みを有効に使えばいままで不可能だった防災対策が可能になるかもしれない。たとえば、前記の調査報告書では、各種企業にアンケート調査を行い、表1のような多様な防災対策の可能性が示唆されている。本年度以降もより詳細な調査を行い、より多くのナウキャスト活用方策の検討、情報伝達方式の検討、システム運用方策の検討などを実施することになっているが、2000年代にはこのようなシステムが実用化され、多様な防災機能を果たすことを筆者は期待している。

表1 緊急即時情報の活用例

活用の方法	エレベータの非常停止	建設現場における人的被害防止			工場における被害発生防止		
効果	揺れる前に減速、停止を行うことで、より安全、確実にエレベータを制御することが可能となる	不安定な位置、姿勢で作業をしている作業員に揺れる前に注意を喚起することで落下災害等の発生を防止できる	墜落等が発生しない、あるいはそのような事象が発生しても死傷に至らないような設備を作動させることで、人的災害発生を防止する	吊り荷の落下等やクレーンの転倒等の災害発生を防止できる	有害ガス等の漏洩による人的被害発生を防ぐことができる	設備・機器の損壊を防止できる	高温の溶融した材料を扱っている人等に通知してその場から退避するよう喚起することで、人的被害発生を防止することができる
対応時の状態	揺れる前に完結できることが望ましいが、制御中に揺れ始めてもかまわない	揺れる前に対応行動が終了していることが望ましい	揺れる前に対応措置が終了していることが望ましい	揺れる前に対応行動が終了していることが望ましい	揺れる前に完結できることが望ましいが、制御中に揺れ始めてもかまわない	揺れる前に対応行動が終了していることが望ましい	揺れる前に対応行動が終了していることが望ましい
伝達の方法に対する要求	直接、各エレベータの制御信号として活用可能なように伝達されることが必要	現場事務所等で受けて注意を喚起する方法も考えられるが、作業員個々に受信可能であることが望ましい	現場事務所等で受けて一括制御することも考えられるが、システム個々に直接受信できることが望ましい	現場事務所等で受けて一括制御することも考えられるが、システム個々に直接受信できることが望ましい	管理事務所等で受けて一括制御することも考えられるが、システム個々に直接受信できることが望ましい	管理事務所等で受けて一括制御することも考えられるが、システム個々に直接受信できることが望ましい	管理事務所等で受けて注意を喚起する方法も考えられるが、作業員個々に受信可能であることが望ましい
実現にあたっての課題	復帰にあたっては、点検が必要	作業員への教育・訓練が重要	設備・機器の現状復帰が簡便にできることが必要	メーカー側で制御器を開発することが必要	復帰にあたっては、点検が必要	復帰にあたっては、点検が必要	作業員への教育・訓練が重要

学校における 人的被害防止	病院における 人的被害防止	建設現場にお ける人的被害 防止	コンピュータ システムに対 する措置	列車の制御	高速道路 での措置	津波に対する 避難の迅速化
建物の倒壊・ 損壊や書棚等 の転倒による 人的被害発生 を防止できる	誤った処理を してしまうこと を防止できる	顧客が密集し ている場所にお いて、人的 被害の発生を 防止し、避難 誘導をスムーズ に行う	HDにある重 要なデータを 壊してしまう ことを防止で きる	走行しているとき に強い揺れを受け て、その結果転倒 等の事故が発生す ると、多人な人的 被害が生じるおそ れがあるため、そ のような事故の発 生を未然に防止す る	高速走行して いるときに強い 揺れを受ると事故 につながる恐れ があるため、そ のような事態を 未然に防止する	沿岸域で大地 震が発生した ときには津波 がすぐに来襲 する恐れがある ため、それ による人的被 害発生を未然 に防止する
揺れる前に対 応行動が終了 していること が望ましい	揺れる前に対 応行動が終了 していること が望ましい	揺れの最中は 安全確保、揺 れがおさまっ たら避難活動	揺れる前に対 応措置が終了 していること が望ましい	揺れる前に対 応措置が終了 していること が望ましい	揺れる前に対 応行動が終了 していること が望ましい	揺れが襲来し ているか否か には関係しな い
学校単位で受 けて注意を喚 起する方法も 考えられる が、教室等 個々に受信可 能であること が望ましい	防災センター 等で受けて一 斉に注意を喚 起する方法も 考えられる が、手術室等 個々に受信可 能であること が望ましい	施設等で受け て注意を喚起 する。かつ係 員が個別に受 信可能である ことが望まし い	事業所単位で 受けて一斉に 制御する方法 も考えられる が、個別の ハード毎に受 信可能である ことが望まし い	運行管理センター で受けて一斉に制 御する方法も考え られるが、信号毎 に受信可能である ことが望ましい	管理センター で受けて一斉 に制御する方 法も考えられ るが、個別施 設毎に受信可 能であること が望ましい	地区単位で受 けて一斉に注 意を喚起する ことも考えら れるが、個々 人が受信可能 であることが 望ましい
教職員、生徒 への教育・訓 練が必要	対応行動をと る人への教 育・訓練が必 要	パニック、混 乱が発生しな いよう教育・ 訓練が必要	HDへのアク セス再開が容 易であること が必要	運行再開への移行 が容易であること が必要	対応に携わる 人への教育・ 訓練が必要	教育・訓練が 重要