

10年後の検証

消防技術の将来予測調査

東京理科大学総合研究機構教授 博士(工学)

小林 恭一

1998年に「自治体消防50年」記念事業の一環として行われた「消防技術の将来予測調査」について、引き続き10年後の検証を行う。

その他の技術開発項目

リアルタイム地震被害低減システム

課題／非直下型地震の場合に、地震発生から地震波が到達するまでの時間を利用し、地震検知システムと連動して、地震波到達直前に運転停止、電源遮断等の可能な安全対策を講ずることができるリアルタイム地震被害低減システムが、都市レベル、ライフラインレベル、建築物レベルで実用化する。

予測調査の結果

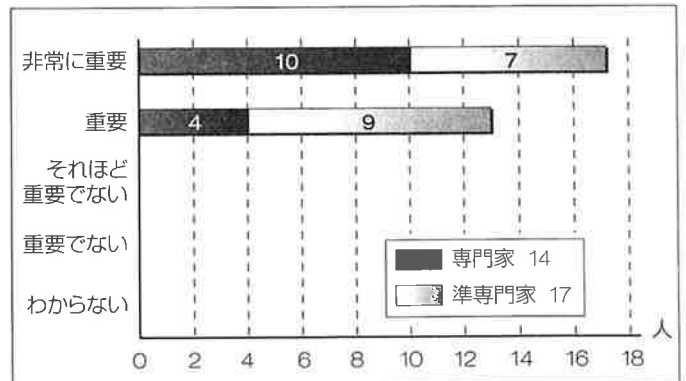
「リアルタイム地震被害低減システム」とは、昨年から運用が始まった「緊急地震速報」のことだ。地震波のP波とS波の速度の違いを利用して、大きな揺れが来る前に警報を出し、短時間でできる限りの安全措置を講じる、というアイデアは昔からあった。10年前の段階でも、JRの「ユレダス」は既に実用化されていたが、この技術開発項目は、それが社会全体のシステムとして構築されるのがいつ頃かを問うたものだ。

重要度については、専門家グループ31人の全員が「非常に重要」又は「重要」と答えており、重要性が高いという認識で一致していた。

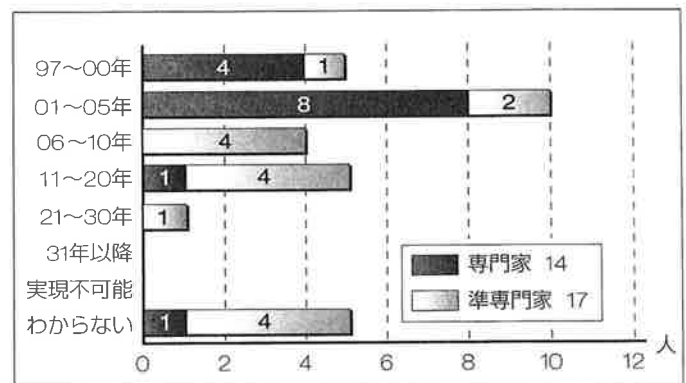
実現予測時期は、専門家の場合最頻値も中央値も2001～05年だったが、準専門家の場合これはより遅い時期を予測しており、中央値は2011～20年の間となり、最頻値は「2006～10年」と「2011～20年」及び「わからない」に分かれてしまった。両者を合わせた「専門家グループ」としては、最頻値が2001～05年、中央値は2006～10年となって

おり、まさに今頃実用化されると見ていたことになる。

このシステムの重要性を認めながらも、実現予測時期については「わからない」とした方が5人もいたのは意外だった。原理的には中学生レベルで、技術的にもあまり難しいところはなく、いつやるか、という政策判断の問題だと考えて設問に上げたからだ。既に実用化しているユレダスとの違いを強調するため「…都市レベル、ライフラインレベル、建築物レベルで実用化する。」などと余計なことを書いたので、回答者を混乱させてしまったのかも知れない、



(図9-1) リアルタイム地震被害低減システムの重要性



(図9-2) リアルタイム地震被害低減システムの実現予測時期

と反省している。

ユレダス

リアルタイム地震被害低減システムの原理に目をつけ、世界に先駆けて実用化を進めたのは、旧国鉄の鉄道技術研究所（現（財）鉄道総合技術研究所）だ。その研究が実を結び、「ユレダス」として東海道新幹線に配備されたのは1989年のことだった。

以後、時速270kmの「のぞみ」が投入された1992年には東海道新幹線に全面配備され、山陽新幹線が1996年に、東北・上越・長野新幹線が1998年に、営団地下鉄が2001年に、それぞれ運用を開始している。警報は、現在のところ、機械システム・電気システムなどの機器類を自動的に停止するために用いられているということだ。

ユレダスは、地震動をP波の初動で検知すると、ただちにその地震の概要を推定して警報を発し、さらにS波の初動を検知すると推定をやり直す機能を持っている。ネットワークを組まなくても基本的な機能を発揮するが、複数のユレダスが設置されている場合は、その情報を管理センターで集約して、より正確な地震情報を把握することもできるようになっている。個々のユレダスが独立して機能を発揮できるため、ネットワークのトラブルに強いなど緊急地震速報より実用的な面もある。対象を限定したクローズドなシステムであるため実用性は高いと思うが、2006年以降、

気象庁のナウキャスト地震情報と連動したシステムに次第に置き換えられているということだ。

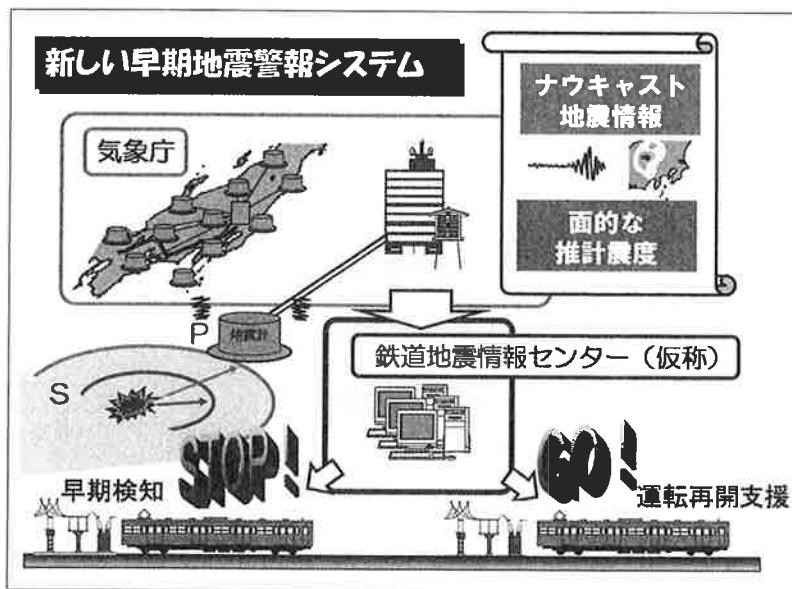
緊急地震速報

「リアルタイム地震被害低減システム」でイメージしたとおりのシステム「緊急地震速報」の運用が開始されたのは2007年10月1日のことだ。

ユレダスが単独でも機能するのに対し、「緊急地震速報」は全国各地に展開した地震計（ナウキャスト地震計）と情報処理装置のネットワークによる大がかりなオープンシステムだ。震源に近い観測点で得られた地震波を使って、震源の位置や地震の規模、各地における主要動の到達時刻や震度を瞬時に推定し、主要動が到達する前に、各地のいろいろな機関に「〇秒後に震度〇の地震が来る」という情報を提供する。

気象庁では、2003年度から、緊急地震速報に用いる「ナウキャスト地震計」の整備を開始し、2004年2月から、整備済みの地方で試験運用を開始した。2004年9月5日に東海道沖で発生した地震（M7.4、最大震度5弱）では8秒から18秒前に、2005年8月16日の宮城県南部地震（M7.2、最大震度6弱）では10秒から22秒前に、それぞれ地震情報の提供が行われて、緊急地震速報の有効性を立証した。

緊急地震速報には、「高度利用者向け」と「一般向け」の2種類がある。



(図9-3) JRのユレダスの新システム
(社)日本地震学会ホームページより

「高度利用者向け」では、以下のようなかなり細かい情報提供が行われている。

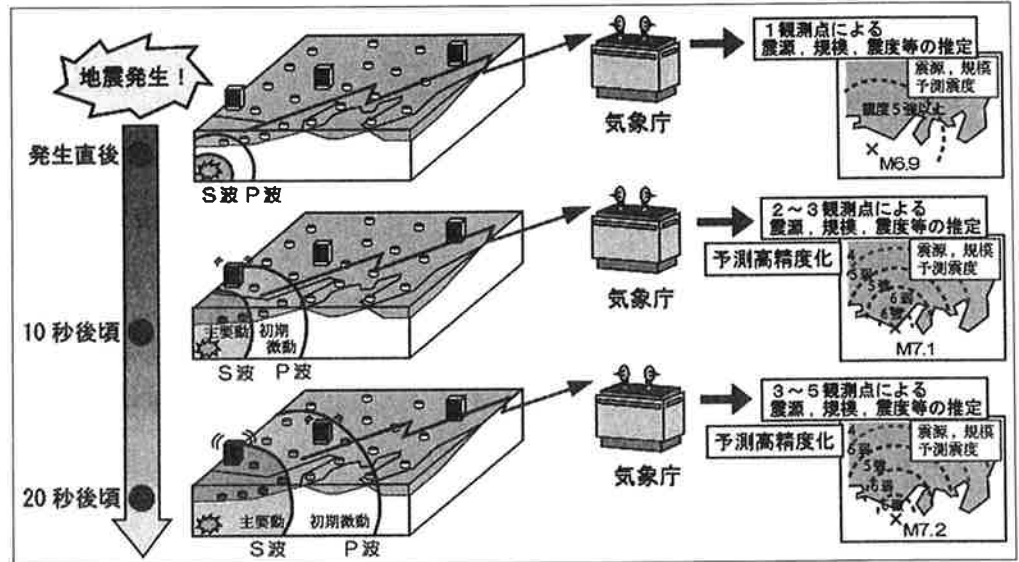
- ・地震の発生時刻の推定値
- ・地震の発生場所（震源）の推定値
- ・地震の規模（マグニチュード）の推定値
- ・推定される最大震度が震度3以下のときは、
 - 推定される揺れの大きさの最大（推定最大震度）
- ・推定される最大震度が震度4以上のときは、
 - 震度4以上と推定される地域名
 - その地域の揺れの大きさ（震度）の推定値（予測震度）
 - その地域への大きな揺れ（主要動）の到達時刻の推定値（主要動到達予測時刻）

また、検知後数秒から1分程度の間には予測精度を刻々と上げ、場合によってはその間に10回程度

も、より精度の高い情報を発信し直していく仕組みになっている。

これらの情報は、事業所等で機器制御などの高度な使い方がなされることを意図したものだが、各家庭でも家庭用端末などで高度利用者向け緊急地震速報を受信し、受信地点の推定震度や主要動到達予想時刻などを表示することもできるようになっている。

気象庁では、緊急地震速報の活用イメージを(図9-5)、(図9-6)のようなものとしている。



(図9-4) 緊急地震速報の仕組み (気象庁ホームページより)

一般向けの緊急地震速報

テレビなどで流される「一般向け」の緊急地震速報の情報は、

- ・地震の発生時刻の推定値
- ・発生場所(震源)の推定値、地震発生場所の震央地名
- ・震度4以上と推定される地域名(全国を約200地域に分割)

だけで、その地域の具体的な推定震度や猶予時間は発表されない。

発表される条件も、落雷などによる誤報などに配慮して「地震波が2点以上の地震観測点で観測され、最大震度が5弱以上と推定された場合」に限定されている。

新潟県中越沖地震の際には、緊急地震速報のモニターを依頼されていた家庭が、「〇秒後に震度〇の地震が来ます」との速報を受け、テーブルの下に潜ってカウントダウンをしていたらそのとおりに揺れが来て思わず拍手した、などと報道されていたが、実は「一般向け」ではそんなことはできない仕組みになっている。

「なあんだ。せっかく情報があるのに物足りない。」という感じもするが、気象庁で作っている緊急地震速報の訓練用ビデオを見ると、その理由がわかる。

ビデオでは、チャイムの後、「緊急地震速報です。強い揺れに警戒してください。」という音声メッセージが2回

流れると、もう大きな揺れがやってきてしまう。この間、約10秒。画面には、「緊急地震速報 静岡県で地震 強い揺れの地域 東海 甲信 関東 …」などがテロップで表示されているが、とても全部ゆっくり読んでいる暇はない。

災害心理学の専門家の意見なども踏まえ、音声と画面を使って「一般向け」の情報を全部盛り込んでいるようだ。受け手側のキャパシティとしては、速報から大きな揺れが到達するまで10秒程度なら、なるほどこれくらいで精一杯かも知れない。

しかし、大きな揺れが来るまでに数十秒の余裕がある場合もある。「〇秒後に震度〇の地震が来ます」の方が具体的な行動が取りやすいような気がする。

今後、発表側も経験を積み、国民の側も何度か速報を経験した段階で、対応行動やその際の心理などを良く調査し、どの程度の情報をどう流すのがベターか、さらに検討を進めることが期待される。

コンパクトユレダスとフレックル

ユレダスから派生したものに、システムアンドデータリサーチ社の「コンパクトユレダス」と「フレックル」というのがある。

コンパクトユレダスは、ユレダスの開発に関係した同社が阪神・淡路大震災を契機に開発したもので、直下型地震にもある程度対応できるようにP波を検知して短時間(1秒以内)で警報を出せるシステムだということだ。「ユレダ

ス」のところで紹介した東北・上越・長野新幹線や営団地下鉄のユレダスは、実はこのコンパクトユレダスのことらしい。

同社ではさらに短時間で警報を出せる「フレックル」という早期地震警報システムも開発しており、営団地下鉄のコンパクトユレダスは、このフレックルにさらに置き換えられつつあるということだ。

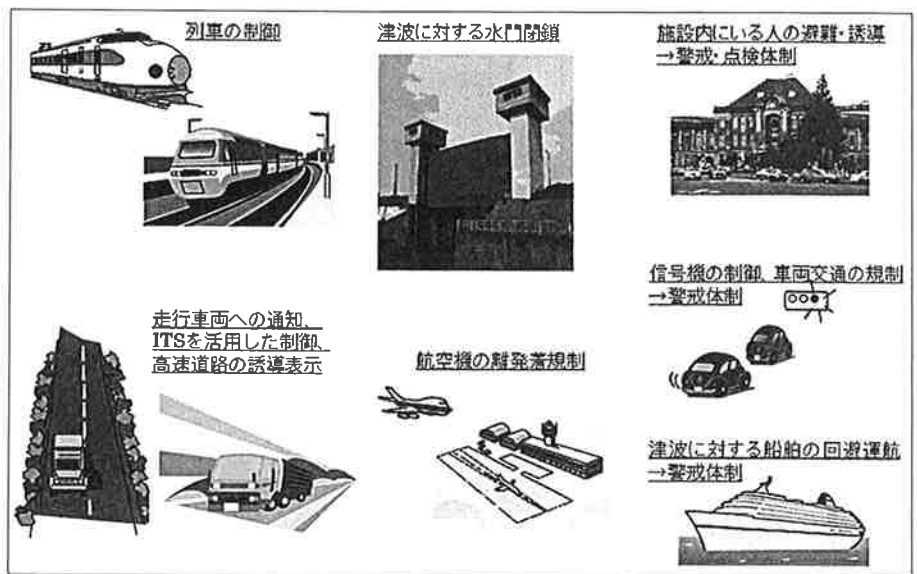
また「可搬型フレックル」というものも開発されている。これは、大地震後の救助現場でレスキュー隊が使用することを意図したもので、倒壊のおそれのある現場で救助活動中に、余震のP波を感知して警報を出し、救助隊員の安全確保を図るものだ。2005年には東京消防庁に配備され、2006年3月には「救助隊の編成、装備及び配置の基準を定める省令」が改正されて、この可搬型フレックルのような機能を持った「地震警報器」が、「高度救助隊及び特別高度救助隊が備える救助器具」に追加されている。

実用化予測の実現度

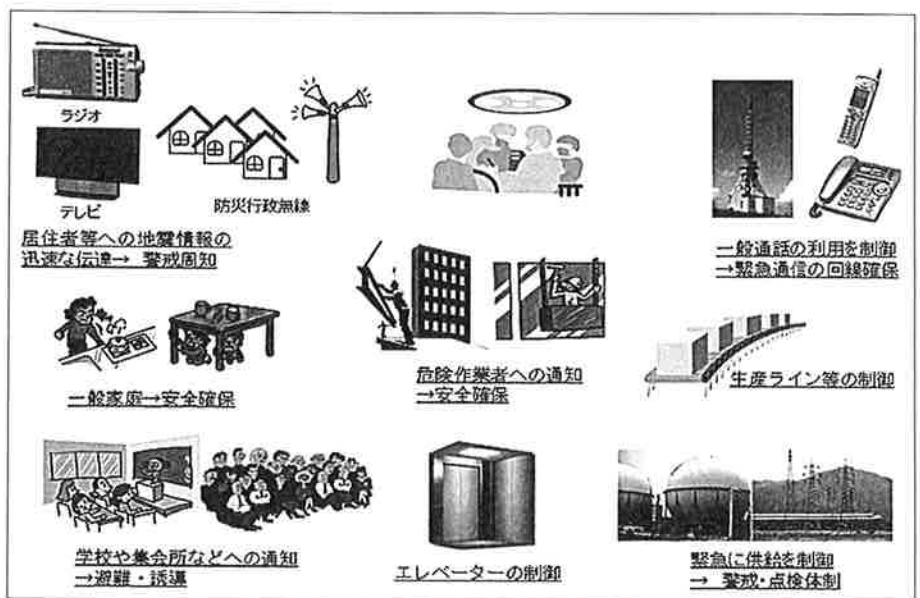
以上見てきたように、「リアルタイム地震被害低減システム」は、気象庁の「緊急地震速報」として、2007年10月に正式に運用開始された。

さらに、同年12月には気象業法が改正され、緊急地震速報は津波や高潮などの予報や警報と同じ扱いとなり、気象庁には関係省庁やNHKなど関係機関に通報義務が生じ、それらの機関等では市町村、船舶、航空機への連絡等が義務づけられた。また、市町村では災害対策基本法に基づいて一定の行動を行わなければならないようになった。緊急地震速報の提供が気象庁のサービスから、法的な位置づけを持つようになったということだ。

緊急地震速報の情報をどう活用するかは施設や事業所に任されているので、今まさに様々な具体的な活用方法が開



(図9-5) 緊急地震速報の活用イメージ(1) (気象庁ホームページより)



(図9-6) 緊急地震速報の活用イメージ(2) (気象庁ホームページより)

発されているところだろう。

それにしても「リアルタイム地震被害低減システム」の技術開発項目を考えたときは、このシステムの情報が法的な位置づけを持つとか、直下型地震にも対応できる可搬型のシステムが開発され特別救助隊の装備対象になるとまでは想像していなかった。

最頻値2001～05年、中央値2006～10年とした専門家グループの予測は時期的にはまさに的中していたが、現実の技術開発や社会の動きは、予測を遙かに上回ったとも言え



(図9-7) 可搬型フレックル
(システム アンドデータリサーチ社ホームページより)

うだ。

まとめ

昨年6月号から連載してきた本稿も、今回でいよいよ最終回となった。「消防技術の将来予測調査」で検討した30項目の技術開発課題のうち、本稿では14項目を取り上げて、10年間の技術開発や実用化の状況を検証して来た。取り上げた技術開発項目は(表9-1)のとおりだ。

(表9-1) 本稿でとりあげた技術開発項目

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1) 危険な現場で安全に消防活動を行うことに関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○消防ロボット <ul style="list-style-type: none"> a 人工知能型消防ロボット b 遠隔操作型消防ロボット c 搭乗型消防ロボット ○耐熱軽量防火服 ○ガスセンサー消防スーツ <p>(2) 消防活動・救助活動に関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○筋力補助装置 ○消防隊員位置測定システム <p>(3) 消火活動に関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○高性能消火薬剤 <ul style="list-style-type: none"> ・ハロン1301代替消火薬剤 ・油火災用消火薬剤 | <p>(4) 本部機能の強化に関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○災害対策本部支援システム ○被害状況総合把握システム <p>(5) 防火対象物に設置される消防・防災設備に関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○セーフティーロボットハウス <p>(6) 救急に関わるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ○救急車医療画像伝送 <p>(7) その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ○リアルタイム地震被害低減システム |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

課題選定の段階でちょっと遊び過ぎたもの、あれば便利と思ったが実現は難しいものなど様々だが、いずれもここ10年の間ではまともに技術開発が行われていないと考えられたため、取り上げることを控えることとした。

それはさておき、こうやって9回にわたり改めて消防・防災の技術の歩みを振り返ってみると、一見荒唐無稽と思われるものでも、強いニーズさえあれば、様々な角度から技術開発が行われて来たということがよくわかる。

消防や防災の技術開発については、現場で危険な消防活動や救助活動に従事したり、ぎりぎりの生死の場に接したりしながら、「こんなものが欲しい」、「あんなものがあればなあ。」と、「モノに対するニーズ」の形で発想することが極めて貴重だ。どんな学者でも、消防の現場から出てくるニーズを頭の中だけで考えつくことはできないからだ。そんなニーズを研究者や技術者に発信してくれれば、技術開発は着実に進む。

消防の世界では、困難な業務についても、とにかく訓練とスキルアップによって克服しようとする傾向が強く、便利な機械や道具を開発して仕事をさせようという発想が弱いように思うが、意識的に現場のニーズを形にして発信してもらいたいものだ。それが、現場の消防職員を危険から守り、ひいては一人でも多くの市民を助けることにつながるのだと思う。

(終わり)