地震情報の現状と課題

気象庁地震火山部 *

東田進也[†]

Current Status of Earthquake Information and the Issues

Shin'ya TSUKADA

Seismological and Volcanological Department,
Japan Meteorological Agency,
1-3-4 Ohte-machi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8122, Japan

(Received May 16, 2008; Accepted January 10, 2009)

Japan is a seismically active country, and earthquake information is indispensable in Japan. There are various systems or aspects concerning earthquake information, such as earthquake observations on scientific basis, real-time seismic data processing systems, dissemination systems of the results of processed data as earthquake information, and citizens' understandings and utilization of the information. If the above mentioned whole flow can be called a "mechanism", Japan is the only one that has the unique and advanced "mechanism" on earthquake information in the world. This mechanism, that can also be called one of the Japanese cultures, has not been built up in a reasonable way from the beginning but it took very long time in establishing the current mechanism. In addition, a new earthquake information provision service has been started that has the nature of earthquake forecast, not observation. Like this, the character of the mechanism has been changing. In this paper, the current Japanese earthquake information is outlined, and its issues are also described.

Key words: Earthquake Information, Seismic Intensity, Earthquake Early warning, Seismic data processing, Communication

§ 1. はじめに

身近な人に「私の専門は地震学です」と自己紹介した途端、「次の地震はいつ起きますか?」と問われて、曖昧な笑みを浮かべた経験のある地震学者は多いだろう。社会においては、地震学という分野は人間が感じる揺れや災害という観点から、社会と密接に関わっている学問だという漠然とした理解が存在する。「社会に役に立つ地

震学」という言い回し自体、学問はすべからく身近に役に立つべしと考える人々からすれば意味不明のもののだが、近年の学問の細分化や詳細化は、基礎的な研究が人間社会と紙一重で隣り合わせであると言う地震学の特質から地震学者の目を背けさせている感が否めない。いわば、基礎的な研究は社会からの問いや要望には直接答えるために存在するわけではないことをことさら強調しているようにも見うけられる。

言うまでも無く、我々にとって基礎科学の追究は大変重要なものである。その一方、基礎科学の追究のみに熱中し、地震学とはいかなる学問か?を社会に説く、あるいは社会からの要望に対して何らかの答えを積極的に用意する努力を怠ると、地震学コミュニティの存在価値自体が社会から見えづらくなることに我々は気づくべきであろう。本特集号の構成を見る限りにおいては、我々側からの社会への働きかけは、我々にとって今後ますます重要なテーマとなるように私は感じる。

さて現在、地震学と社会を結び付けている事柄の一つに、緊急地震速報という名称で知られる地震動の予報及び警報の他、震源、マグニチュード、震度、地震予知等のさまざまな「地震情報」の提供が挙げられよう。ある時はテレビやラジオ等の媒体を通じて見聞きする情報として重宝され、またある時は不具合がらみの記事で新聞にぎわせるものである。

我が国においては、地震の揺れを感じるや否や、人々はテレビやラジオを介して、感じた地震動の強さや被害状況、原因等を確認し、対応するといういわば「文化」が存在する。地震活動の多寡や政治、経済等の国情にもよるが、科学の基本である客観的な観測、その情報処理、社会への提供、そしてその情報内容を理解して何らかの対応をする国民が多数いることを総称してメカニズムと呼ぶことが許されれば、このようなメカニズムが機能する国家というのは大変珍しい。その一方で、このように人口に膾炙した地震情報も、この20年ほどのコンピュータや通信技術の進歩によって、知らず知らずに従来と異なる性格を獲得しつつある。本稿ではこれらの地震に関わる情報について現状をレビューするとともに、それらの持つ課題についていくつか考えてみたい。

§ 2. 地震情報とは何か?

近年、情報という用語はいろいろな分野で使われており、その定義も様々である。一見、地震に関連する事柄さえ扱えば、全て地震情報と呼ぶことができるように思えるが、定義が曖昧なままであれば野放図な議論を生む場合が多々ある。本節ではまず、「地震情報」とはいかなるものかについて改めて考えるとともに、その種類と内

*〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4

[†]現所属:〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1
東京大学地震研究所

容、及び伝達の観点について整理していきたいと思う。

2.1 本稿における地震情報の定義

広辞苑 [新村 (2008)] によれば、「情報」とは「あることがらについてのしらせ」「判断を下したり行動を起したりするために必要な、種々の媒体を介しての知識」である。より一般的に考えると、飛脚なり電話なり、その媒体はともかく、一方の者から一方の者へ能動的に伝えられる文字、音声、画像等は全て情報ということになる。今、情報という概念が地震情報と限定された意味で用いられる場合、他者に伝えられる内容としては、地震¹⁾がいつ、どこで、どのくらいの規模で発生し、その結果何が起きたか？あるいは起きると予想されるか？どのような行動を取るべきか？等が基本となる。

まず、他者に事実を伝えるという点で見れば、いつ、どこで、どのくらい地面が揺れたか (=地震動) については、その現象が人間の一生から見て非日常的であり、かつ社会に大きな影響を与えるという理由から、古くは日本書紀、その後も様々な古文書や日記の中で繰り返し記載がなされてきている。近代科学によって地震現象に関しての知見が増えた現在は、地震、つまり断層運動がいつ、どこで、どのくらいの規模で発生して、その結果、どこで、どのくらい地震動があったかについての記載を地震月報や理科年表等に代表される様々なカタログや文献で見ることが出来る。さらに近年はインターネットの普及によって、発生した地震現象はどのようなものであったかを明らかにするより高度な解析結果も、短時間で社会に公表されるようになりつつある [例えば八木 (2005), 松村・他 (2006), 山中 (2007)]。

これらは多くの人の目に触れるものであるがゆえに、科学知識の理解、あるいは事実を後世に伝えると言う観

点から大変重要である。但し、たとえ中に含まれる文字、音声、画像等が確度の高いものであったとしても、これらは受信者にとって見れば能動的に伝えられるものではない。つまり厳密に言えば、これらは地震資料と呼ばれうるものであろう。何らかの解析結果、記載等が提供されるまでの時間のみ単純に取り上げれば資料と情報の境界は曖昧になってきていると言えるが、受信者側が意図的に取得するのではなく送信者側が能動的に伝えるという要素は、情報に不可欠である。

次に、津波から避難する際、「海岸付近で地震の強い揺れや長周期の揺れを感じたら直ちに避難」すべきところを、テレビやラジオからの津波警報を待って避難すべきか否かを判断したいと考えるために、かえって避難に用いる猶予時間を浪費することについて調査がなされている [片田・他 (2005), 4 県 (三重県・和歌山県・徳島県・高知県) 東南海・南海地震防災連携協議会 (2008)]。これは情報という言葉が、単に伝えられた文字、音声、画像等を能動的に他者に伝えるという意味にとどまらず、受信者がそれを用いて、何らかの素早い判断を下したり行動を起こしたりする意味を含む証左である。言い換えれば、資料と同じ数値が記載されていても、それが紙面、テレビ、ラジオ、インターネット、携帯電話、あるいは屋外のテレビ画面、スピーカ等々を通して人々に伝えられた際に、立ち止まる、走る、身を避ける、救助活動を行う、投資をする等、人間の何らかの素早い (数秒〜数分程度) 判断、行動に結びつくものは地震情報と呼ばれうるものである。

本稿では地震情報を、送信者が能動的に伝達し、受信者の素早い判断、行動に結びつくもの、という意味で取り扱う。言うまでもなく、この「素早い」という時間感覚は、時代や受信環境とともに変化する。現代においてこの時間感覚は、おおよそ秒〜分単位の行動を左右するものと考えられる。地震情報がこのような意味で取り扱われるようになったのは、近年のコンピュータや通信技術の高度化、あるいは低廉化によるものであることは言うまでもない。現在、地震情報は様々な通信回線、媒体により社会に流通している。

2.2 地震情報の種類

本節では地震情報の種類について概説する。一口に地震情報といっても漠然とその範疇を指し示す場合もあれば、「○×情報」と呼ばれて固有の意味を持つ場合もある。以後、本文中では、固有名詞として扱われる情報名称については『』で記述する。なお、現在様々な通信回線、媒体により社会に流通している地震情報のほとんどは気象庁から提供されているものである。

通常、地震が発生した際には、『緊急地震速報』、『震度

¹⁾「地震」という言葉は、「自分の足元の地面が揺れる現象 (地震動)」を表す意味と、「地下のある場所で断層がずれる現象」を表す 2 つの意味が混在して用いられている。近代科学によって地震現象の本質が、地下で発生する断層運動であることが明らかされる前から、人類は地面がある日突如として揺れる現象の存在を知っていたこと、また通常、我々が実際に地震の発生を知るのには自分の足元が揺れることによって知る場合が多いことが混在そのもの、あるいはなかなかこの混在が解消されない理由として挙げられるだろう。足元の地面が揺れた時、我々は「地震だ!」と叫ぶが、この時は離れた場所で起きたであろう断層運動を想起することはまずない。しかし、「いや、バスが通っただけだよ」という反論がある場合があることも考えると、地面が揺れても人工的な要因の場合には地震とは言わない (その場合は単に振動と言う)。本稿の中では地震は断層のずれの意味で用い、地面の揺れは地震動と呼ぶことにする。

速報』、『震源・震度に関する情報』等の地震情報が、地震波検出後から数分以内に通信回線を介して次々と提供される。これらは、提供そのもの、そして地震情報を受けて実施されるさまざまな防災対応についてあらかじめ閾値が決められている。震度を例にとると、地震波検知後おおそ2分で、全国いずれかの地域で震度3以上が観測されると『震度速報』が提供される。そして震度6弱以上（東京都においては震度5強以上）が観測された場合、内閣危機管理センターに緊急参集チームが招集される等の対応がとられる（Fig. 1）。より精査した震源やマグニチュード、発震機構や破壊過程、余震の見通しな

どのさらに詳細な情報は地震発生から1～2時間程度後に報道発表やホームページで順次提供されるが、これらは資料という性格に徐々に変わっていく。

なお、気象庁から提供する地震火山分野の情報には、地震情報のほか『津波警報』や『噴火警報』の他、重要なものもあるが本稿では割愛する。地震情報の詳細も含め、気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) を参照頂きたい。また、津波に関連する情報については首藤（2007）の中でまとめられている。また火山に関する情報の伝達については小山（2005）に詳細な議論がある。Table 1 に平成 20 年 9 月 11 日に発生した十

Fig. 1. Time sequence of issuing earthquake information by JMA, and examples of emergency operation triggered by seismic intensity information.

Table 1. Example of various information issued for the earthquake occurring off the coast of Tokachi on Sep. 11, 2008. The first earthquake early warning was issued at 8 seconds after the P wave detection. The third earthquake early warning was issued to the general public via TV and/or radio. The tsunami advisory was also issued at 3 minutes after the P wave detection. The bold type indicates the forecast.

2008/9/11 9:20:51 41.775N 144.15E 31km M7.1							
Fastest Detection	9:21:03						Erimo Station
	Issue TIME	Lat.	Lon.	Dep.	Mag.		
1st Earthquake Early Warning	9:21:11	42.1N	143.7E	10km	M5.7	Max Int. 4	
3rd Earthquake Early Warning	9:21:13	42.1N	143.7E	10km	M6.5	Max Int. 4~5lower	
Final Earthquake Early Warning	9:22:51	41.7N	144.3E	50km	M7.4	Max Int. 5lower	
Seismic Intensity Information	9:22						5lower
Tsunami Advisory	9:24						0.5m
Earthquake and Seismic Intensity Information	9:26						
							9:56 Tokachiko 0.1m
Tsunami Advisory (Cancel)	10:45						

地震防災対策強化地域判定会会長会見(定例)	
報道発表日	平成20年3月24日
概要	現在のところ、東海地震に直ちに結びつくような変化は観測されていません。
本文	<p>第262回地震防災対策強化地域判定会委員打合せ会記者説明コメント</p> <p>最近の東海地域とその周辺の地震・地殻活動</p> <p>現在のところ、東海地震に直ちに結びつくような変化は観測されていません。 全般的には顕著な地震活動はありません。静岡県中部では、プレート内で通常より活動レベルが低く、地殻内は活発な状態になっていますが、その他の地域では概ね平常レベルです。 東海地域及びその周辺の地殻変動には注目すべき特別な変化は観測されていません。</p>

Fig. 2. An example of a press release of regular meetings of the Earthquake Assessment Committee for the Areas under the Intensified Measures Against Earthquake Disasters.

勝沖の地震の際に提供された地震情報等の例を示す。

2.2.1 予測によって防災、減災を目指す地震情報

○地震予知²⁾に関わるもの

社会において人々が地震情報を欲する理由は、何事か起きたのかを知りたいということに加え、情報を手にすることによって、自らが被るであろう地震によるさまざまな災害を防いだり、少しでも減らしたりすることを期待するからである。避け得ない自然からの災厄に対して何らかの対策を行うために、長期的には数十年、短期的には数日から数時間の猶予時間があるとされる地震予知に関わる情報、つまり、地震(断層運動)が「いつ」「どこで」「どのくらいの規模」で発生するかを予め知ることに関心が集まるのは当然であろう。

実は、地震予知に関わる情報は、内容さえ問わなければ日常的に氾濫しているといってもよい。しかし、それらのほとんどは科学的な検証を経ない単なる噂の類であったり、ニセ科学的なもの[菊池(2004)]であったり、仮に科学的な仮説の提唱であっても単に地震発生の有無のみの言及に過ぎず、情報を受け取った以後の素早い判断や行動に値しないものであったりするものである。現在、社会が特に期待する、地震発生までに数日から数時間程度の猶予時間を持つ短期あるいは直前と呼ばれる地震予知に関する公的な情報としては、駿河湾付近で発生

が危惧される、いわゆる東海地震に関連する情報のみが存在する。

気象庁では、現在提唱されている前兆すべり仮説[例えば Kato and Hirasawa (1999)]に基づいて、東海地震発生時に起きる可能性がある前兆すべりをとらえるための観測を、関係機関の協力を得て 24 時間体制で行っている[例えば吉田(2001), 上垣内・東田(2006)]。この仮説が正しく、かつ観測可能なレベルで前兆すべりが発生し、かつ情報発表に至るプロセスを経る猶予時間が存在した場合、『東海地震に関連する情報』が気象庁から提供されることになる。そして、この情報が提供された場合、社会は「大規模地震対策特別措置法」に基づき、組織的な準備、防災対応をとることになる。

残念なことに、現状の地球科学のレベルにおいては、短期、直前と呼ばれる地震予知手法は一般には確立されていない。稠密な観測網や法律、対策等が整備されている東海地方ですら、研究、検証と並行して情報提供を実施している状況であり、我々は地震予知情報の提供も受信も実質的には経験がないと言ってよい。但し、前兆すべりが発生していないという事実は一見当たり前のことのように見えるが、前兆すべり仮説が正しいとするなら、その仮説のもとで科学的観測を行い、その観測値に変化が見られないことを日々検証し、かつ社会に情報提供しているという意味において実は大変重要である。言い換えれば、現在の地震予知情報の提供体制においては、担当者が何の根拠もなく闇雲に観測を行い、現れたデータの変化に一喜一憂しているわけではないのである。監視状態に変化がないという事実は特段ニュース性がないことから話題にならないが、月に一度行われる定例の地震

²⁾ 地震予知に関わる予知可能不可能論争は、科学的な手法の「正否」を問うものと、たとえその手法が正しいものであっても社会に適用することの「成否」を問うものがあり、両者はしばしば混在して議論される。この両者を出来るだけ冷静に分けて議論を深化させる必要がある。

防災対策強化地域判定会委員打合せ会は、観測結果とその解説を淡々と報道発表している。Fig. 2 に報道発表文の例を示す。我々は、何か状況に変化が現れた場合ばかりではなく、日頃から監視状態に変化がないという事実の意味をより積極的に周知、啓発する必要があるだろう。

近年になって、プレート境界においてアスペリティやその詳細な分布が明らかになったり [例えば Yamanaka and Kikuchi (2004)], スロースリップや深部低周波微動の発見、及びその研究がなされるようになったりしつつある [例えば Obara (2002), 小林・他 (2006), Ito *et al.* (2007)]. これらは従来、通常地震活動と地表における地殻変動しか監視できなかった地球内部物理諸量に関して、新たな監視の可能性を見出すこととなった。観測される現象のモデル化やシミュレーションへの適用など解決すべき問題はなお山積するが、科学的な地震予知技術の高度化に向け、基礎科学の追究と並行して、既存の地震予知に関する情報を、社会に対して如何に使いやすきものにしていくかの議論を更に深めることが重要である [日本地震学会地震予知検討委員会 (2007)].

○ 地震動の予報及び警報 – 緊急地震速報 –

地震予知とは異なるが、地震動、つまり「いつ」、「どこで」、「どのくらい地面が揺れるか」を予測する地震情報は、近年の地震学の基礎研究、ならびにコンピュータ、通信技術の進歩とともに提供が実現している。原理としては、震源に最も近い地震計で検出した地震波をすばやく解析した後、地震波の伝播速度と通信の伝送速度の差を利用して、これから強い揺れが伝播すると予測される地域に、「しばらく後に強く揺れる」ことを知らせるものである。このような地震動の予測については、アイディア自体は 19 世紀半ば以来繰り返し提唱されてきている [例えば 伯野・高橋 (1972), 中村 (1996)]. 近年においては対新幹線の地震防災システムとして開発さ

れた UrEDAS [中村 (1996)] や、メキシコにおける SAS [Espinosa-Aranda *et al.* (1995)] 等の実用機器も知られている。

我が国においては、気象庁が、①平成 18 年 (2006) 8 月から、気象庁の多機能型地震計において 100 gal が観測されるか、またはマグニチュード 3.5、あるいは最大震度 3 以上が予測された時に、緊急地震速報の利点や限界が理解できる人々を対象として、②平成 19 年 (2007) 10 月から、2 地点以上の観測点で地震波が検出され、かつ最大震度 5 弱以上が予測された時に、広く一般の人々を対象として、『緊急地震速報』を提供している [芦谷・他 (2002), Odaka *et al.* (2003), 東田・他 (2004), Horiuchi *et al.* (2005), 上垣内 (2008), Hoshiba *et al.* (2008)]. 平成 19 年 (2007) 12 月には気象業務法の一部改正が行われ、『緊急地震速報』は地震動の予報及び警報として位置づけられた [永井 (2008)]. Table 2 に緊急地震速報の技術開発の経緯を簡単に示す。

一般の人々に対する『緊急地震速報』の提供開始によって、強い揺れを感じる直前にこれから強く揺れることを人々が知り得るようになったという点で、地震情報は従来の「揺れ終わってからの情報」と本質的に異なる意味を持つようになった。つまり、テレビ、ラジオ、何らかの端末、携帯電話、屋外のスピーカやテレビ画面等を通して利用者に伝えられた際に、立ち止まる、走る、災害から身を避ける、救助活動を行う、投資をする等、人間の何らかの素早い判断、行動に結びつく情報の本質的な意味を、地震情報があらたに「日常的に」持つようになったのである。

『緊急地震速報』は、従前知りえなかった地震による強い揺れを「予め」知ることが出来るという大きな利点がある。しかし、提供開始後間もないこともあり、その利活用方法や周知にまだ課題が残っている。例えば、従

Table 2. Chronology of Earthquake Early Warning's development and operation

2000-	Development of EEW technology
2004.2.25	Start of trial provision (For Kanto-Tokai-Nankai area)
2005.3.28	Expand of trial dissemination area (For Hokkaido-Tohoku area)
2005.6	Integrate of 'Not Yet Arrived Data Method' algorithm developed at National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention
2006.3.31	Expand of trial dissemination area (For whole country)
2006.8.1	Start provision for the limited online users
	Familiarize general public about EEW
2007.10.1	Start provision for the general users through various media outlets such as TV and radio
2007.12.1	The revision of the Meteorological Service Law

Limitations of the Earthquake Early Warning

Timing

The window of time from the announcement of an Earthquake Early Warning until the arrival of the main tremors is very short, i.e. a matter of seconds (or between several seconds and a few tens of seconds).

In areas that are close to the focus of the earthquake, the warning may not be transmitted before strong tremors hit.

False alarms

When using data from only one seismograph, false Earthquake Early Warnings may occur as a result of noise from accidents, lightning or device failure.

Magnitude estimation

There are limits to the accuracy of estimating magnitude, especially for large earthquakes.

It is difficult to separate earthquakes and provide accurate warnings when multiple earthquakes occur almost simultaneously or in close proximity to each other.

Seismic intensity estimation

There are limits to the accuracy of estimating seismic intensity by statistical attenuation formula, as well as limits to the prediction of land surface amplification.

Fig. 3. Inherent and technical limitations of the Earthquake Early Warning.

来の震度情報は、揺れを感じた後の観測結果の提供であったことからその内容は確定したものであった。一方、『緊急地震速報』は予測情報である。予測情報である以上、その内容には震源やマグニチュード決定の際に生じる誤差や、点震源や地盤増幅度を仮定したことによる誤差が含まれたり、落雷や突然の機器故障によるやむを得ない誤報が生じたりする³⁾ (Fig. 3)。また防災対応に必要な猶予時間が大変短い（せいぜい数秒から数十秒であり、場合によっては情報提供が強い揺れに間に合わない原理的限界がある）ことが情報の特徴であり、その猶予時間の短さを十分理解して活用している人々にとっては減災に非常に有効な情報となる一方、理解不足の人々にとっては情報が意味のないものになるか、かえって混乱さえ生む可能性があると言う両極端な結果をもたらす。さらに、現在はニーズに応じて、コンピュータ端末等によって『緊急地震速報（予報）』、つまり①を受信する利用者と、テレビ、ラジオ、携帯電話等によって『緊

急地震速報（警報）』、つまり②を受信する一般利用者では提供する条件（情報を提供するマグニチュードの下限等）が別々に定められているが、これも社会的に十分認知されているとは言えない。

『緊急地震速報』の提供開始が平成 18 年（2006）8 月と平成 19 年（2007）10 月の 2 段階に分けられたことも、『緊急地震速報』の特性や限界についてなるべく多くの人々に周知、啓発を行うためであった。端的に言えば、『緊急地震速報』は我々にとって体験したことのない新たな地震情報である。頭ではなく体が理解する、つまり情報の使い方加減は、情報を受け、かつ強く揺れる経験を一度でもしないとなかなか会得できない。今後生じるであろう未経験の課題の抽出とその対応に、今しばらく時間が必要であろう。現状において震度とマグニチュードの違いについて啓発が長く続けられていることから考えても、実際に『緊急地震速報』の性質や使い方加減が社会全体のコンセンサスとなるまでには相当長い時間がかかるであろうと予想される。『緊急地震速報』が社会に根付くためには、関係機関が協力しながら息の長い啓発活動を行う必要があらう。

2.2.2 災害の拡大を防いだり、早期救援に役立てたりすることを目指す地震情報

社会において、人々が地震情報を欲する第二の理由は、たとえ強く揺れてしまった後であっても、地震の概要を

³⁾ 一般に予測情報とは、予測する時点が将来になればなるほど予測誤差が大きくなるが、緊急地震速報の場合は、情報提供時点における限られた観測データを用いた予測であるため、対象となる時点を予測するために用いる観測データが時間経過とともに増えれば増えるほど予測誤差が小さくなることが期待される。

いち早くとらえて災害の拡大を防いだり、早期救援に役立てたりすることを期待するからである。例えば地震直後の防災対応のトリガや救援計画立案、復興計画の策定等には、事後であっても詳細な震度分布や、震源、マグニチュード、破壊過程等の地震の性質に関する情報が重要となってくる。はじめにも述べたとおり、日本においては地震が起きた後、科学的に解析処理された地震情報をテレビやラジオ等で直ちに確認する文化が当たり前のよう存在してきた。これは1990年代にアメリカ西海岸において開発されたCubeの試みにより、リアルタイム地震学という学問分野としても再認識された[例えば Kanamori *et al.* (1991)]。

○震源及びマグニチュードに関する情報

震源の3次元座標や地震の規模、つまりマグニチュードを求めることは、近代地震学が始まって以来、地震学の基本的な解析であった。地震の本質を探る上でも、震源及びマグニチュードの決定は、今なお重要な解析テーマの一つである。現在、これらの解析手法はいわゆる枯れた技術となりつつあり、震源やマグニチュードを少なくとも社会的に扱う際には、いちいち手法や精度を解析者毎に比較することなく、気象庁が提供する『震源に関する情報』を用いるようになった。現在、気象庁が用いている震源、マグニチュードの決定手法については浜田・他(1983, 2004)、勝間田(2001)、上野・他(2002)等に、また手法の変遷については石川(2002)に詳しい。

地震についての科学的知見が増え、震源とは「断層面におけるずれ開始点を示すものにすぎない」ことが明らかになった以降も、どこで地震が起きたのか、つまりどこで断層がずれはじめたのか？は、人々にとって直ちに知りたい重要な情報に見える。本来、地震防災にとって本質的に重要なのは、震源断層の広がりやどこが揺れたか？あるいは揺れそうか？という情報のはずだが、『震源に関する情報』に対する需要が低下しないのは、地震動や津波による災害をもたらす根本原因を知りたいという人々の知的好奇心が存在するのかもしれない。

実際、震源はどこか？という話は今も昔も非常に注目される。例えば、「近畿地方で強い揺れ」という情報は重要だが、「紀伊半島沖で発生した地震により」等の原因についての情報も同様に重要とされている。古くは震源決定を実施した複数の機関間で震源（この場合は震央地名という方がより正確だが）が異なることが新聞沙汰になる事例も多かった。震源断層の面積や震源決定精度の問題から、大きな地震ほど震源（震央地名）にこだわるのは科学的にはほとんど意味がないのだが、今なお被害地震の命名などでは震源や震央地名の問題は避けて通れない。これは現在、テレビなどでは震源を表す×印が地震

の大小に関わらず同じ大きさだということも、地震現象に関する誤った認識を定着させてしまう原因の一つであろう。将来、断層破壊過程が安定してかつ迅速に求められるようになれば、震源の表現の仕方も変更されるようになるかもしれない。なお気象庁では、震央地名については、現在は震央地名表⁴⁾というものがあらかじめ決められており、地震発生時に得られた震源の緯度経度に対応して自動的につけられている。また顕著な災害を起こした地震等の命名⁵⁾も一定の目安のもとに行っている。

○震度に関する情報

地震動の強さ、つまり震度については、明治6年(1873)に函館測候所において体感と地震被害の程度による観測が開始された[濱松(1981a)]。明治初年頃は地震計自体が十分発達をしておらず、震央の決定に震度の分布も必要だったことから、明治17(1884)年からは組織的に地震報告がなされるようになった。つまり、このころの震度は被害の把握、あるいは記載という意味合いの他に、科学的かつ客観的な観測値、いわば原データという性格を持っていた(実際、1990年代以前、気象庁の担当職員は地震動を感じた際にはまず椅子に腰掛け、揺れの様子を客観的に観測し、震度の記載を行っていた)。

明治17年当時、震度階級は微、弱、強、烈の4階級とされていたが、その後、徐々に細分化した。明治41年(1908)以降の地震報告には震度階級は7階級(震度〇～六)となっている。昭和23年(1948)に発生した福井地震の被害の状況から震度7が設けられて8階級(震度0～VII)に、さらに平成8年(1996)に震度5と震度6が各々強、弱に分けられて震度階級は現在の10階級(震度0～4, 5弱, 5強, 6弱, 6強, 7)となった。

震度の観測は、平成3年(1991)以前までは体感と地震被害の程度によって行われてきたことは述べたが、そのため、迅速に震度情報を収集することには限界があった。平成3年(1991)以降、わが国では世界に先駆けてコンピュータによる震度の自動計測化とオンライン化が進められ(平成8(1996)年に体感による震度観測は完全に廃止)、震度の演算自体は地震波の検出後1分、伝送まで含めても数分以内に集約、『震度速報』『震源・震度に関する情報』『各地の震度に関する情報』として提供されるようになった[気象庁(1996)]。震度の自動計測化とオンライン化は、震度観測の客観化及び情報の速達化、観測点の高密度化をもたらした。これらは従来、震度情報が持っていた観測値、あるいは原データという性

⁴⁾ <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/region/index.html>

⁵⁾ <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/meimei/meimei.html>

格に、防災対応のトリガとしての役割をより強く加えることとなった。

平成 16 年 (2004) からは、強い揺れを観測した領域の広がりを早期に把握し、より効果的な応急対策の実施することを目指して、震度計の存在しない地点も含む (地盤の硬軟を考慮した約 1 km 四方の格子間隔での) 面的な『推計震度分布図』の提供も開始している (平成 20 年 (2008) からは地震発生後 30 分程度後にオンラインでの提供を開始した)。このような震度情報の速達化、詳細化によって、地震災害の発生後、迅速に被害状況を把握して最も被害の大きい地域に救援部隊を投入したり、救援ルートの選定をしたりすることが可能となった。

2.3 地震情報の提供 (伝え方)

「情報」の定義において、能動的に他者に伝える、という要素は基本的かつ必要不可欠であることは既に述べた。今日、地震情報はテレビ、ラジオ、インターネット、携帯電話等さまざまなメディアによって伝達されて市民が手にしているが、言うまでもなく、このような提供や伝達の仕組みは一朝一夕に出来上がったものではない。

類似の防災情報として天気予報の事例を見てみよう。明治 17 年 (1884) に提供が始まった天気予報は、当初、交番における掲示や気象台に掲げられた信号旗によって周知されており、新聞に掲載されるようになったのは明治 21 年 (1888)、ラジオで放送されるようになったのはラジオ放送開始日 (大正 14 (1925) 年 3 月 22 日)、テレビで放送されるようになったのはテレビ放送開始日 (昭和 28 年 (1953) 2 月 1 日) である [気象庁 (1975)]。掲示や信号旗で周知されていた当時、一体どのくらいの人々に知らせることが出来たかは分からない。情報の提供に比して伝達方法が編み出されるのが遅い印象を受けるかもしれないが、これは、天気予報自体が新たな試みであったばかりか、マスメディアすらその形成期にあたっていたからである。

一方、地震については災害報道としては古くから取り扱われてきたが、防災という観点から見れば、マスメディアによって伝達がなされるとともに、その技術革新に伴って地震情報としての性格付けがなされてきた。より正確に言うならば、ラジオやテレビが出現してから真っ先に伝達された地震関連の情報は予測情報としての『津波警報』であり、津波の主な原因であるはずの地震情報は一刻を争う『津波警報』の提供の終了後、あるいはその一部として取り扱われるものだった。つまり、地震動の予報及び警報としての『緊急地震速報』の提供開始前は、地震情報はいわば傍流の情報だったとも言える。これは、近年に至るまで地震波の処理は主として手動で分単位の時間をかけて行うものであったため、例えマス

メディアによって地震情報が伝達されても揺れについては事後情報となっていたという理由が大きい。地震情報は、揺れの結果や災害の原因の解説という位置づけで報道や周知されてきた時代が長かったと言えよう。

『緊急地震速報』ばかりでなく、地震情報は、それを受け取ってから何らかの判断や行動に結びつけるまでに与えられる猶予時間が大変短いという特徴がある。これは天気予報や台風情報のように、実際に被害が生じる数日前から繰り返し情報提供を行ったり、防災に関する具体的な呼びかけや解説を行ったりするのがほとんど不可能であることを意味する。別の言い方をすれば、伝達内容や伝達手段について事前に十分な準備を行っておかないと、情報提供時には防災対応上の試行錯誤がほとんど不可能、つまり一発勝負であるということでもある。

廣井 (1991) は、地震情報等の防災情報の伝達は主要ルートとして行政ルートと放送ルートの 2 つがあるとしている。本稿においてもこの 2 つの分類に沿って話を進めていくことにする。

2.3.1 行政機関からの伝達

現在の法体系のもとでは、地震情報の提供者側から受信者側に至るまでの伝達ルートは、気象業務法 (昭和 27 年法律第 165 号)、災害対策基本法 (昭和 36 年法律第 288 号)、大規模地震対策特別措置法 (昭和 53 年法律第 73 号)、及び災害対策基本法によって定められる防災基本計画などに規定されている。このうち地震情報の提供については、気象業務法に規定されている。気象業務法では気象庁が提供する情報について、

「予報」：観測の成果に基く現象の予想の発表

「警報」：重大な災害の起る恐れのある旨を警告して行う予報

「情報」：予報、警報以外の情報や観測の成果の発表

とそれぞれ定義しており、予報、警報に関しては種々の義務や制限、例えば「気象庁が予報、警報をしなければならないこと (義務)」や「気象庁以外の者による予報業務の許可」、「気象庁以外の者による警報の制限」を定めている。地震については、『緊急地震速報』が地震動の予報と警報となっている。さらに気象庁は、地震動の警報を行ったときには「日本放送協会の機関」に通知を行わなければならないと政令に定めている⁶⁾。地震動の警

⁶⁾ 津波警報や噴火警報は、日本放送協会の他にも警察庁、海上保安庁、都道府県、東日本電信電話株式会社、西日本電信電話株式会社の機関にも通知しなければならない。地震動の警報、つまり緊急地震速報について迅速に伝達可能なルートを確立している機関は現状では日本放送協会のみであることから、今のところ日本放送協会のみが規定されている。

報以外の地震情報については、報道機関の協力を求めて直ちにこれを発表し、公衆に周知させるように努めなければならないとされている。なお本稿中では、予報、警報、情報をこの定義ほど厳密には扱わず、地震情報と呼んでいる。

気象庁から提供された地震情報をどのように伝達するかについては、国や地方公共団体に関しては、災害対策基本法に定められている。災害対策基本法では、国は防災基本計画を作成し、都道府県や市町村は地域防災計画を作成することになっている（Table 3）。例えば、防災基本計画には「地震が発生した場合には、まず気象庁が、地震情報及び津波予報等の連絡を、官邸、関係省庁、関係都道府県及び関係指定公共機関に行う」「都道府県は、気象庁から連絡を受けた地震情報を、市町村、関係機関等へ連絡する」と記載されている。

電話やFAX等の限られた手段しかなかった時代ではなく、様々な伝達媒体が存在する近年の通信技術の現状から見ると、このような一見形式的に見える規定やマニュアルには違和感を持つ方がいるかもしれない。しかし、国や地方公共団体、企業等という巨大な組織が、突発事態を受けた際に迅速に何らかの行動をする際には、必ず事前に準備されたマニュアルや調整が必要となる。大規模な地震が発生した際に何らかの情報を伝達しなければならないことは誰でも知っているが、闇雲に情報を伝達しようとしてもどの組織の誰に何を伝えるべきな

のかは、平時にあらかじめ決められていないとなかなか想定どおりにはいかない。一例を挙げれば、地震、津波、火山噴火の発生時に避難勧告は誰が出すのか？という問題がある。危機が迫れば消防、警察、気象台、町内会長の誰もが避難を命令できるように思うが、災害対策基本法60条には避難の勧告、あるいは指示は市町村長が行うと定められている。前出の仕組みは地震情報の伝達に関する最低限の原則を決めたものである。

一方、このような法令は、顕著な災害の発生がきっかけで繰り返し整備されてきた経緯がある。地震災害の場合、その発生頻度の低さから、あらかじめどんなにマニュアルをきちんと作っても時間とともに形骸化したり陳腐化したりすることに加え、平時に行われる本質的ではない精緻化によって、いざ災害が発生した時に、情報の伝達手順やそれに基づく行動が、防災担当者や市民にとって容易に理解できないような複雑なものになってしまふことが容易に想像できる。このような法令に基づく情報伝達は、その手順が明確となるような適切な見直しや通常の弛みない訓練が、効果的な伝達と防災対応のためには重要となるだろう〔内閣府（2007）〕。

2.3.2 放送を用いた伝達

もう一つの地震情報伝達の主要ルートは放送ルートである。昨今のように情報伝達を行う媒体が増えていても、放送を用いた地震情報の伝達は、不特定多数の視聴者に地震情報を一斉同報するという意味で大変重要であ

Table 3. Extracts from the first and second paragraph of Articles 3, 4, and 5 of the Disaster Countermeasures Basic Act.

（国の責務）

第3条 国は、国土並びに国民の生命、身体及び財産を災害から保護する使命を有することにかんがみ、組織及び機能のすべてをあげて防災に関し万全の措置を講ずる責務を有する。
2 国は、前項の責務を遂行するため、災害予防、災害応急対策及び災害復旧の基本となるべき計画を作成し、及び法令に基づきこれを実施するとともに、地方公共団体、指定公共機関、指定地方公共機関等が処理する防災に関する事務又は業務の実施の推進とその総合調整を行ない、及び災害に係る経費負担の適正化を図らなければならない。

（都道府県の責務）

第4条 都道府県は、当該都道府県の地域並びに当該都道府県の住民の生命、身体及び財産を災害から保護するため、関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て、当該都道府県の地域に係る防災に関する計画を作成し、及び法令に基づきこれを実施するとともに、その区域内の市町村及び指定地方公共機関が処理する防災に関する事務又は業務の実施を助け、かつ、その総合調整を行なう責務を有する。

（市町村の責務）

第5条 市町村は、基礎的な地方公共団体として、当該市町村の地域並びに当該市町村の住民の生命、身体及び財産を災害から保護するため、関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て、当該市町村の地域に係る防災に関する計画を作成し、及び法令に基づきこれを実施する責務を有する。

る。中でも、一般に広く浸透しているテレビやラジオを用いた伝達を担うマスメディアの役割は大きい。情報を提供する側もこれらのマスメディアを当初から積極的に利用する意図があったように見える。また地震情報がマスメディアを通じて提供されたことによって獲得した性格があると言う意味で、両者の関係は大変興味深い。マスメディアの中でも災害報道の観点から重要な役割を果たしてきた組織に日本放送協会がある。本稿では磯崎(2008, 私信), 気象庁(1975), 及び濱松(1981b)をもとに、地震情報を放送がどのようにして伝達してきたかを簡単にまとめてみたい。

気象、津波、地震、火山噴火等に関する情報を伝達する先に放送局が指定されている歴史は古い。そもそも不特定多数の視聴者に一斉同報をするという特性を活かし、ラジオやテレビの放送開始時から天気予報が放送されていることは既に述べた。一方、地震に関連する情報は、前述のようにまずは津波の来襲を伝える仕組みの整備が先行した。明治29年(1896)、昭和8年(1933)と甚大な津波災害を被った三陸沿岸に対する津波警報組織が昭和16年(1941)9月に仙台地方気象台(当時)を中心に発足し、警報の通報先に放送局、警察電話が指定されている[森田(1942)]。昭和19年(1944)の東南海地震、昭和21年の南海地震を経て、この組織は昭和24年(1949)の全国的警報組織に発展する。

震源決定や震度の観測については、中央気象台(当時)では当初、調査研究、カタログ作成の観点から業務が行われており、報道機関の問い合わせがあった際に情報提供を行っていた。昭和24年(1949)にGHQからの覚書を受けて、有感地震があった場合等に緊急に震源決定が行われるようになり、昭和27年(1952)の気象業務法制定に伴って地震情報を発表するようになった。この時に、津波、及び地震に関する情報について、ほぼ現在の形、つまり、放送局、電話局、警察、都道府県等への伝達を行う枠組みが整備された。昭和28年(1952)には「地震速報について」という指示文書が作られ、震源、各地の震度を積極的に放送局へ提供するようになる。当時、震源決定にはコンピュータは用いられておらず、速報といっても、現在の様な秒単位の話ではないことは言うまでもない。

日本放送協会では、昭和30年(1955)にテレビ放送の画面にテロップを挿入する装置が使用され始めたが、放送側も中央気象台側もさまざまな処理がオンラインシステム化されるはるか前であり、基本的には電話等によって伝達、入手した情報を人間の手で編集し、放送するものであった。昭和34年(1959)の伊勢湾台風、昭和36年(1961)の第2室戸台風の災害を受け、昭和37年

(1962)には日本放送協会は災害対策基本法において指定公共機関に位置づけられる。昭和39年(1964)の資料には地震、津波警報をテロップや臨時ニュースとして放送する手順についての記載が見られる。昭和49年(1974)の「1974年伊豆半島沖地震」の際には気象庁との間に地震専用ファクシミリが導入されたり、昭和55年(1980)には地震速報のテロップが表示された際にアラーム音が挿入されたりした。このころから日本放送協会と気象庁の間の情報伝達は徐々に人手や音声を介さず、通信回線によって直結されるようになった。興味深いのは、放送局側としては地震の強い揺れを感じれば直ちに災害報道体制に入る点、つまり気象庁からの地震情報の伝達が必要しも報道対応のトリガとなっていないことである。「昭和58年(1983年)日本海中部地震」以後、放送局は独自に加速度計を設置し、地震時には直ちに報道を開始するようになった。当時、震度観測は体感によるものであり、気象庁からの地震情報を待っているのは臨時ニュースなどの立ち上がり間に間に合わなかったものと思われるが、これは依然として、気象庁から提供される地震情報が揺れの結果や災害の原因の解説という取り扱い方をしていたことを表している。この状況に変化の兆しが見えるのは、平成3年(1991)から始まる震度計による震度の自動計測化によってである。平成7年(1995)には震度計によって観測された震度をオンラインで提供する気象庁の『震度速報』が正式に開始され、地震波の検出からおおよそ2分で震度が提供されるようになった。そして平成19年(2007)からは震度5弱以上が予測された際に、完全自動処理による『緊急地震速報』が提供されることとなった。『緊急地震速報』の放送による提供開始によって、地震情報は社会に対して予測情報としての役割を持ち始めたのである。

なお、地震情報の放送による一斉同報に関して、特記しておきたいことが二つある。

一つは、「昭和58年(1983年)日本海中部地震」による津波災害を受けて、東海地震の警戒宣言や『津波警報』が発表された際に、ラジオやテレビ等を自動起動するトリガ信号を送る緊急警報放送(EWS)が昭和60年(1985)から始まったことである。残念なことに受信機のコスト問題等により社会全体に広まっているとは言えないが、何らかの災害が予測される場合に、電波による一斉同報によって情報を確実に伝える仕組みを作ったという意味において、これは画期的な試みであった。

もう一つは、広く一般の人々を対象とした『緊急地震速報(警報)』の提供開始を受けて、従来一斉同報を目的としてはいなかった携帯電話に、あらたに一斉同報機能が設けられ始めていることである。携帯電話はほぼ常時

電源が入れられ、身につけているいわばコンピュータである。国内における携帯電話の普及率（所有している世帯数の割合）は現在8割を超えており（平成19年版国民生活白書）、地震情報の伝達媒体として今後テレビ、ラジオとともに非常に重要な位置づけを占める可能性があるだろう。

§ 3. 地震情報に関わる諸問題

ここまで地震情報の定義とその内容、伝え方について述べてきた。本章では地震情報を産み出すシステムに関する課題と、解決が一筋縄ではいかない、地震情報を提供される側について課題について考えて見たい。

3.1 地震情報の提供には欠かせなくなった地震波自動処理システムについて

震源やマグニチュード、震度等が資料ではなく、人間の何らかの素早い判断、行動に結びつく情報としての働きを持つことになった背景には、コンピュータ、及び通信技術の進歩があることは既に述べた。もともとアナログデータとして扱われていた地震波形がデジタルデータとしてリアルタイムに扱えるようになったのは、コンピュータの性能が向上しつづけた1970年代からである。1980年代から1990年代にかけては、様々な研究機関において、地震波の自動処理技術の研究開発が盛んに行われた〔例えば松村（1989）、Takanami and Kitagawa（2003）〕。最近の『緊急地震速報』に見られる秒単位での地震情報の提供は、地震波の自動処理技術なくしては実現することはなかった。言い換えれば緊急地震速報処理は地震波自動処理技術の集大成と言えるものである。その一方、地震学コミュニティにおいては、今や地震情報の提供には欠かせなくなった地震波自動処理に関わる技術開発について、体系的に継承される仕組みが確立していないという潜在的な問題が存在する。これにはいくつかの原因が考えられる。

まず、地震波自動処理システムは、限られた少数の開発者によって別々のシステムが設計され、かつ開発研究室単位に運用されてきた歴史がある。周囲の人々から見れば、これは、システム開発は個人で行うもの、あるいは技術の得意な人以外はなかなか手を出せない、さらには技術の得意な特定の個人に任せておけば十分であるという雰囲気をもたらした可能性がある。既に地震波自動処理システムは、そのプログラムソースやノウハウの量からしても、個人の力では維持管理、技術継承が不可能なレベルに達しつづける。また、システム開発にはさまざまな知識や職人的なノウハウが大量に必要となるが、開発及び運用する過程でこそ必要となるこまごまとしたノウハウはなかなか紙面化されにくいことから、技術の

継承や交流は研究室単位においてすら十分出来ているとはいえない状況にある。

次に、歴史的に見て、地震波自動処理システムの開発の多くは基礎科学分野の研究者によって行われた。もともと基礎科学分野は未知の現象を科学的に解き明かすことが目的であり、システム開発はそのための道具、つまり手段であっても目的ではないと言われてきた。たまたま完成度が高いシステムが存在しても、その処理結果を具体的に提供、あるいは評価する仕組みは存在しなかったこともあり、それを維持、発展させるよりは、新たな目的にしたがって別システムをまったく新規に開発することが重要とされた。その結果、開発されたシステムを枯れた技術として安定して運用することがなかなかできず、長期間にわたる開発力の維持継承、課題解決への試み、分野全体の発展という歯車が回らなかった。

最後は意外と見過ごされる点だが、地震波自動処理システムは、おそらくは「完全自動」という語感から、訓練された人間が行う処理に取って代わるべきものであるという暗黙の目標があったように思う。つまり、地震波自動処理システムはどのような規模の地震の処理に関しても柔軟に対応し、間違いなく動作するという、いわば完璧さを求められすぎたきらいがある。小さな地震から大きな地震までをより完成度の高い、統一的なアルゴリズムで取り扱おうとしたがゆえに、複雑な破壊過程を持つ巨大地震やノイズと同程度の振幅しか持たない微小地震の処理を同時に行うことには容易に成功しなかった。またグーテンベルク・リヒターの関係を持ち出すまでもなく、小さな地震での処理失敗の割合は自動処理そのものの信頼度の大幅な低下に結びつく。当初の目標があまりに高く設定されていたため、なかなか人間の代わりにはならない地震波自動処理システムの開発は分野として成長せず、地震学者は基礎科学的な目的を果たすために熟練した職人的解析に労力をかけるようになったと考えられる。

これらのことは、地震情報の提供には欠かせない地震波自動処理技術の継承を阻害する一因となった可能性がある。別の言い方をすれば、地震学コミュニティは過去の萌芽的なシステム開発のスタイルを発展解消せず、いわば地震処理システム工学的な分野を産み出さないまま、その実用化に踏み出しているとも言えよう。これは、当初数人で開発できた飛行機がその後、巨大なシステムの塊となり、分業やマニュアル化なしでは開発、技術継承が不可能となった事例や、天気予報における数値予報技術の研究開発事例と比較してみれば、むしろその特異性が見えてくる。科学は生身では社会に適用することが難しいことがほとんどである。地震情報を社会に活かす

ためには、地震学者は原理を作ったあととは社会の側が利活用を考えればよいという立場に立つのではなく、社会に活かすためにはどのように科学を用いるか、を考えることが必要である。コンピュータ工学の事例を見るまでもなく、新たに技術開発に携わる世代は、既に道具として用いられている根幹技術に関して関心を持たず、技術は進展するが継承が難しいというジレンマが生じている。地震波自動処理技術の継承と発展は、近い将来、地震学コミュニティ全体の問題として解決しなければならない時期が来るだろう。

3.2 単一性を求められる地震情報

情報の本質の一つに、人間の何らかの素早い判断、行動に結びつくという要素があることは先に述べた。人間がある判断をする際、参考となる情報が複数存在する方が良いのか、それとも単一である方が良いのかというテーマは、予測情報に関してしばしば議論される。例えば小山(2005)は「火山に関する知識・情報の伝達と普及」という興味深いレビューを著しているが、その中で、火山噴火の危機が迫っている際の対応策について、危機管理の専門家が一般市民の反応に対して持っている7つの見識、すなわち、

- (1) 人々はパニックを起こす
- (2) 警告は短くすべき
- (3) 誤報を出すことは一方的に悪いことである
- (4) 情報源は一つにすべき
- (5) 人々は警報の後直ちに防衛行動を取る
- (6) 人々は理由付けがなくても指示に従う
- (7) 人々はサイレンの意味が分かる

は全て誤解(神話)であると指摘する研究[Mileti and Peek (2000), 吉川(2003)]を紹介し、特に(4)について言及をしている。これは地震時において、地震情報を危機管理に活かす上でも非常に参考になる重要な指摘である。前述したが、津波の危険が迫っている際に、『津波警報』を聞いた住民が海岸に行き、津波の程度を自分の目で確かめようとする事例が後を絶たなかったり、近年、病気の治療について、客観的な複数の意見を求めることが行われ始めたりしていることは、人々が複数の情報源からの客観的な情報をもとに、自らがその後の行動を判断したいと考えている証拠の一つであろう。

一方、小山は同論文の中で、専門知識が乏しく判断能力に欠ける者(原文では「防災関係者」であるが、より一般化してもこの場合、問題ないと考えられる)にとって、相反する情報の存在は思考停止と無作為を招くので望ましくないとの見解[藤井(2005)]があることも紹介している。複数の情報源から同じ内容の情報が与えられれば信頼度は上がるし、単一の情報源からまったく異なる内容

の複数の情報が与えられれば判断が困難になる事例は容易に理解できるのでここでは考えないとして、猶予時間がほとんどない場合に、複数の情報源から内容や表現が少しずつ異なる情報が与えられる場合を考えると、たとえそれぞれの情報は正しくとも受信者が混乱を招く可能性が生じるだろう。

この点について私は、素早い判断を行うために残された猶予時間の多寡と、行動の手順数や規模の関係に関する考察が従来の議論では十分でないと思う。事前に情報を受け取ってから災害が発生するまでの時間は、おおよそ『東海地震に関連する情報』、『噴火警報』(時間)、『津波警報』(分)、『緊急地震速報』(秒)という順で短くなる。災害から身を避けるために残された時間が相対的に多ければ、複数の情報を受けて十分吟味してから何らかの判断する時間があるだろうし、災害軽減に向けた組織的あるいは集団的な対応を起こせるだろう。逆に、相対的にわずかな猶予時間しかなければ、情報を受けてから判断する時間は十分でないし、その対応もせいぜい個人が咄嗟に行えることに限られるだろう。

今まで、このような、情報源は単一にすべき、複数にすべきという観念的な二元論しかなされてこなかったのは、ひとえに秒単位の猶予時間が与えられた際に、何らかの判断、行動を起こす、つまり、地震動が予測される(=緊急地震速報を受け取る)状況を、社会全体が経験していなかったことにあると考える。情報、特に『緊急地震速報』という予測情報を受け取った時の対応というのは、猶予時間の面から考えて『東海地震に関連する情報』や『噴火警報』、『津波警報』とはまた別の要素を考えねばならない。

『緊急地震速報』は、わずかな猶予時間において判断を求められる以上、他の情報に比べて自ずと情報の信頼性を高めてほしいという要望が強くなる。仮に目の前に3人の人間が立っていて、「あと5秒で石が落ちてくるが、あなたは右に逃げたほうが良い」、「十分小さいのであなたはそのまま立っていたほうが良い」、「その場で振り払ったほうが怪我をしない」とほぼ同時にアドバイスをされれば、誰もが咄嗟には迷いが生じる。その迷いを避けるべく、より良質の情報としての単一性や信頼性の担保が要求されることになる。情報の中で、なんらかの特殊な意味、更に言えば、差し迫った災害・危険に対する警戒を伝える意味を持たせたものを「警報」と呼んでいる。これは情報に単一性を持たせる一つの工夫である。「警報源は複数あった方が良い」という考えはある情報を警報と名付けることへの語義矛盾となる。咄嗟に何かの判断をしなければならない緊急車両のサイレンの音色や回転灯の色、さまざまなマークがあらかじめ決まって

いることと同義であろう[日本赤十字社(2007)].

3.3 情報のリテラシーと啓発

これまで述べてきたことの多くは、地震情報の提供システムや提供方法など、今後の課題は多く存在するものの、課題解決に向けての努力の大部分が情報の提供側にあるという点で、実は解決が比較的容易なものと考えられる。しかしながら地震情報は、生産し、提供するだけで直ちに社会に活かせるかというそれは明らかな間違いである。良かれと思ってさまざまな情報を提供しても情報を受け取る側が理解不足のままでは、提供手段やタイミング、内容の難易度の問題から、受信側が情報を活かさない可能性が考えられるからである。本稿の最後にあたって情報のリテラシーや、概念、用語の啓発について簡単に触れておきたい。

小山(2005)は、火山で起きる現象の時間・空間的性質は一般社会の常識とかけ離れたものが多いため、専門家と住民との間に大きな認識の開きがあり、学術上の知見や情報を社会に正確に伝えることには大きな困難を伴うと述べているが、これは地震についてもまったく同様である。地球科学に関する事項で言えば、テレビ等の天気番組で某都市の気温(ここではあえて観測値としよう)が示されたとき、その都市の隅から隅までまったく同じ気温であると考える人は少ないと思う。例えば風通しの良い場所では、少し低めの気温でも納得するだろうし、盆地や炎天下の路上などでは局地的に気温が高くなることは広く知られている。一方、これが震度(これも観測値である)となると、ある都市が震度3と発表されれば、うちはそれほど揺れなかった、うちはもっと揺れたという電話が未だに数多くかかる。気温と同様に、建築物の種類や地盤の硬軟等によって、例えば隣の家でも震度が違うことは意外に周知啓発が進まない。これは地震火山現象が発生する頻度、また個人個人がその現象や災害に出会う頻度の問題にほとんど帰するとしてよいであろう。

ただ、上記の天気の場合に関しても、現在見られる社会的なコンセンサス、あるいは情報のリテラシーが一朝一夕に出来上がってきたものでないことも特に記しておきたい。歴史は繰り返すと言われるが、気象百年史[気象庁(1975)]には次のような記述がある。— 明治26年(1893)6月7日、東京の「中央新聞」は「中央气象台」と題する社説を掲げ、天気予報の誤り多きことを指摘し、虚実取り混ぜ、縦横に罵とうし、『彼レ公職者ニシテ責任ナキ乎』と非難した。これに対し、中央气象台の馬場信倫は『中央新聞ニ答フ』という論文を持って応酬した。(中略)『…今日世界各国孰レノ国ヲ問ハス如何ナル博学知識ノ士ト雖モ予報若クハ予言の百発百中ハ得テ望ム可

ラサルモノタリ…(中略)…中央記者ヨ少シク文明的ノ思想ヲ以テ天気予報ノ性質ヲ玩味セヨ』(以下略) —。今のご時世、予報があたらないと非難するマスメディアに対し「文明的な思想で予報の性質を勉強しなさい」と公の場で言えるかどうかは甚だ疑問だが、少なくとも天気予報の分野では100年以上、非常に多くの関係者の周知啓発への努力と、また時にはそれを凌駕する多くの自然災害による犠牲の上に、現在の様々な天気予報、システムがあるのである。

現在、地震情報、特に地震動の予報及び警報である緊急地震速報について、観測結果ではなく予報であるから、予測する震度に ± 1 程度の誤差があることや、原理的に強い揺れに間に合わない場合があるという前提条件を繰り返し説明しても、なかなかマスメディアの論調は厳しい。ただ地震情報を正しく利活用するために必要なリテラシーを得るためには、何らかの行動、判断を行うまでに猶予時間がほとんどないという限定条件のおかげで、実は平常時の弛みない周知、啓発活動を実行するしかないとも考えられる。我々は地震情報の内容やその伝達ばかりではなく、地震情報の背景にある概念や用語について、地震学者と行政、マスメディア、一般市民と十分連携を取りつつ、日頃から十分な周知、啓発を根気良く続けていくことが重要である。

§ 4. むすび

本稿では地震情報を、能動的に受信者へ伝達し、受信者の素早い(数秒～数分程度)判断、行動に結びつくもの、という観点からその現状を概観するとともに、その課題について述べてきた。

つい最近まで、科学的な解説資料としての意味合いが強かった地震に関する様々な情報は、近年のコンピュータや通信技術の進歩によって、防災情報、さらには日常的な予測情報としての一步を踏み出しつつある。読者は実質的にはここ10年あまりで上記のような地震情報の性格の変化と、それに伴う社会における重要性の増加が急激に生じたことがわかるだろう。

今、我々、地震学コミュニティがこの地震情報の性格の変化から学ばなければならないことは何であろうか？

冒頭、私は「近年の学問の細分化や詳細化は、基礎的な研究が人間社会と紙一重で隣り合わせであると言う地震学の特質から地震学者の目を背けさせている感が否めない。」と述べたが、実は、地震学者は、古くは濃尾地震、関東大震災、そして近年の阪神・淡路大震災等、個々の地震災害を被るたびごとに「基礎的な研究が人間社会と紙一重で隣り合わせである」ことを非常に強く、繰り返して自覚してきたはずである。しかし、従来、地震に関

する解析結果(資料)は、何らかの素早い判断, 行動に關して何ら示唆を与えず, 地震の発生原因や生じた現象の「結果の解説」に留まっていた。そのため, 社会の側からは科学知識の理解というレスポンスはあったものの, 解説内容について日々の検証, 批判を受けたわけではなかった。その結果, 関心事がめまぐるしく変化する一般社会との関係は深いものにはなりえず, 人間の一生からすれば長い時間間隔をあけて発生する地震災害の間, 上記の自覚は地震学コミュニティとしても持続しなかった。

しばしば比較した気象学は, それ自体は基礎的な科学であるが, 単なる気象現象の解説に留まらず, 将来のことを予測する意味において実学的色彩の濃い分野となっている。気象情報は, 科学的な観測に基づいて明日の天気を予測することで, 社会から検証, 批判を日常的に受け, 今日の関係と信頼を築いて来た。

一旦, 基礎科学としての発見がなされてしまえば応用はすぐにも, そして誰でも出来るような錯覚を覚えるが, 基礎科学の社会への適用には10年単位での時間がかかるし, それを情報として社会に提供する際にはその利活用の仕方も含めてさらに長い時間と多くの手間がかかる。また, これらの技術の継承, 発展に携わる人々の養成も必要であろう。気象学の歴史, 立ち向かってきた課題は, 予測科学の一翼を日常的に担うようになりつつある我々地震学, あるいは地象学と呼んでも良いかもしれないコミュニティのよい参考になろう。つまり, 現在我々は, 気象学のコミュニティが基礎的な科学を携えて, その予測結果について日々検証がなされる社会に漕ぎ出した時とまったく同様な, 学問を含めたいわば「文化」のドラスティックな転換期にいると言える。

大正3年(1914)に発生した桜島噴火においては, 事前に噴火が予測できず, 「住民は理論に信頼せず, 異変を認知する時は, 未然に避難の用意最も肝要とし…」と石碑に刻まれることとなった。本稿中にも述べた三陸沿岸を対象にした津波警報組織の開始の折, 当時の仙台地方気象台長の森田は「将来も過去におけると同様, 津波の襲来に逢うと, ただその為すがまゝにまかせ, 過去におけると同様の浪害を甘受するのは科学の恥辱である。」と記した。昭和40年(1965)に長野県の松代で発生した群発地震の折, 当時の中村松代町長は何が欲しいかを問われ, 「学問が欲しい」と述べたと言われている。ここに記した理論や科学, 学問という言葉は基礎科学を表すと同時に, 基礎科学を社会に対して適用することの重要性もまた示している。地震情報が日常的な予測情報として提供されるということは, 基礎科学がより日常的に社会と対話する必要性も意味する。我々はこの対話を根気良く続けるための技術や能力を獲得していかなければなら

ないのだろう。

なお, 本稿で与えられたテーマは, 紙面数と著者の能力から見てあまりに広範なものであった。出来る限り網羅的に記すことに努めたが, 内容が皮相的なものに留まっている部分があるかもしれない。例えば高齢者や子供, 観光客などの災害弱者への情報提供や情報受信者側の心理的要素などへの言及はできなかった。これは著者自身も, 「文化」のドラスティックな転換期の中にいる人間として, 地震情報を十分咀嚼できていないことに起因する。地震情報をより深く理解することは, 今後自らへ課せられた問いであることをここに記しておく。本稿を作成するにあたり, NHK放送博物館の磯崎咲美氏から助言と貴重な資料を頂いたことを感謝いたします。また快く議論に応じていただいた新井伸夫氏, 気象庁職員の皆様, そして大変有益な査読意見を頂いた武村雅之氏に感謝いたします。

文 献

- 芦谷公稔・小高俊一・東田進也・横田 崇・加藤孝志・上垣内 修, 2002, ナウキャスト地震情報とその早期地震警報への活用, 物理探査, **55**, 485-494.
- Espinosa-Aranda, J. M., A. Jimenez, G. Ibarrola, F. Alcantar, A. Aguilar *et al.*, 1995, Mexico City seismic alert system, *Seism. Res. Lett.*, **66**, (6), 42-53.
- 藤井敏嗣, 2005, 予知連絡会長1年半で思うこと, 火山噴火予知連絡会最近10年の歩みー火山噴火予知連絡会30周年特別号ー, 気象庁, 201-206.
- 伯野元彦, 高橋 博, 1972, 10秒前大地震警報システム, 自然, 74-79.
- 浜田信生, 吉田明夫, 橋本春次, 1983, 気象庁震源計算プログラムの改良(1980年伊豆半島東方沖の地震活動と松代群発地震活動の震源分布の再調査), 験震時報, **48**, 35-56.
- 浜田信生・吉川一光・近藤さや・鎌谷紀子・明田川 保・松浦律子・鈴木保典, 2004, 日本の震源カタログの改善ー1923年~1925年部分の新規作成と1926年以降の改善ー, 験震時報, **68**, 1-24.
- 濱松音蔵, 1981a, ー地震観測史ー, 地震 **2**, **34** 特別号, 73-92.
- 濱松音蔵, 1981b, 各研究機関の歴史ー第3章気象庁ー, 地震 **2**, **34** 特別号, 143-147.
- 廣井 脩, 1991, 災害情報論, 恒星社厚生閣, pp. 250.
- Horiuchi, S., H. Negishi, K. Abe, A. Kamimura, and Y. Fujinawa, 2005, An automatic processing system for broadcasting earthquake alarms, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**, 708-718.
- Hoshiba, M., O. Kamigaichi, M. Saito, S. Tsukada and N. Hamada, 2008, Earthquake early warning starts nationwide in Japan, *EOS Trans. Am. Geophys. Union*, **89**, 73-74.
- 石川有三, 2002, 気象庁地震観測網と処理システムへの変遷, 日本地震学会ニュースレター, **13**, 30-33.
- Ito, Y., K. Obara, K. Shiomi, S. Sekine, and H. Hirose, 2007,

- Slow earthquakes coincident with episodic tremors and slow slip events, *Science*, **315**, 503-506.
- 上垣内 修, 2008, 一般への提供が開始された緊急地震速報, *日本地震工学会誌*, **7**, 3-7.
- 上垣内 修, 東田進也, 2006, 気象庁の東海地震短期直前予知戦略と新たな情報体系, *地震* **2**, **59**, 61-67.
- Kanamori, H., E. Hauksson, and T. H. Heaton, 1991, TERRAScope and CUBE Project at Caltech, *EOS Trans. Am. Geophys. Union*, **72**, 564-565.
- 片田敏孝, 児玉 真, 桑沢敬行, 越村俊一, 2005, 住民の避難行動にみる津波防災の現状と課題－2003年宮城県沖の地震・気仙沼市民意識調査から－, *土木学会論文集II部門*, 93-104.
- Kato, N. and T. Hirasawa, 1999, A model for possible crustal deformation prior to a coming large interplate earthquake in the Tokai district, Central Japan, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **89**, 1401-1417.
- 勝間田明男, 2001, 気象庁マグニチュードの見直し, *自然災害科学*, **20**, 225-226.
- 吉川肇子, 2003, 火山災害に対する心理学からの示唆, *文部科学省科学研究費特定領域研究(領域番号442)「火山爆発のダイナミックス」平成14年度成果報告書*, 318-322.
- 菊池 誠, 2004, ニセ科学入門, <http://www.cp.cmc.osaka-u.ac.jp/~kikuchi/nisekagaku/nisekagaku_nyumon.html>, (参照2008-3-31).
- 気象庁, 1996, 震度を知る, *ぎょうせい*, pp. 238.
- 気象庁, 1975, 気象百年史, pp. 740.
- 小林昭夫, 山本剛靖, 中村浩二, 木村一洋, 2006, 歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ(1984～2005年), *地震* **2**, **59**, 19-27.
- 小山真人, 2005, 火山に関する知識・情報の伝達と普及－減災の視点でみた現状と課題－, *火山*, **50** 特別号, 289-317.
- 松村 稔, 伊藤喜宏, 木村尚紀, 小原一成, 関口渉次, 堀 貞喜, 笠原敬司, 2006, 高精度即時震源パラメータ解析システム(AQUA)の開発, *地震* **2**, **59**, 167-184.
- 松村正三, 1989, コンピューターによる地震観測のシステム化とその変遷, *地震* **2**, **42**, 371-390.
- Mileti, D. S. and L. Peek, 2000, The social psychology of public response to warnings of a nuclear power plant accident, *J. Hazardous Materials*, **75**, 181-194.
- 森田 稔, 1942, 三陸沿岸に対する津浪警報, *測候時報*, **13**, 37-43.
- 永井 章, 2008, 気象業務法の一部を改正する法律, *ジュリスト*, 1352, 88-92.
- 内閣府, 2007, 日本の災害対策, 内閣府政策統括官(防災担当), pp. 45.
- 中村 豊, 1996, 総合地震防災システムの研究, *土木学会論文集*, **531**, 1-33.
- 日本地震学会地震予知検討委員会編, 2007, 地震予知の科学, 東京大学出版会, pp. 218.
- 日本赤十字社, 2007, 知っていますか? このマークの本当の意味, 日本赤十字社, pp. 11.
- Obara, K., 2002, Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, *Science*, **296**, 1679-1681.
- Odaka, T., K. Ashiya, S. Tsukada, S. Sato, K. Ohtake and D. Nozaka, 2003, A new method of quickly estimating epicenter distance and magnitude from a single seismic record, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **93**, 526-532.
- 新村 出(編), 2008, 広辞苑第6版, 岩波書店, pp. 3074.
- 首藤伸夫(編), 2007, 津波の事典, 朝倉書店, pp. 350.
- Takanami, T. and G. Kitagawa, 2003, Methods and applications of signal processing in seismic network operations, Springer, pp. 268.
- 東田進也・小高俊一・芦谷公稔・大竹和生・野坂大輔, 2004, P波エンベロープ形状を用いた早期地震諸元推定方法, *地震* **2**, **56**, 351-361.
- 上野 寛・畠山信一・明田川 保・舟崎 淳・浜田信生, 2002, 気象庁の震源決定方法の改善－浅部速度構造と重み関数の改良－, *験震時報*, **65**, 123-134.
- 八木勇治, 2005, 地震の研究, <http://www.geo.tsukuba.ac.jp/press_HP/yagi/seismo.html>, (参照2008-3-31).
- 山中佳子, 2007, NGY地震学ノート, <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/>, (参照2008-3-31).
- Yamanaka, Y. and M. Kikuchi, 2004, Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, **109**, B07307, doi:10.1029/2003JB002683.
- 4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)東南海・南海地震防災連携協議会, 2008, 第2回4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)共同地震・津波県民意識調査報告書, 4県(三重県・和歌山県・徳島県・高知県)東南海・南海地震防災連携協議会, pp. 132.
- 吉田明夫, 2001, 東海地震の予知を目指して, *地学雑誌*, **110**, 784-807.