

緊急地震速報はどのように放送すべきか

— 後続報の活用方法と放送開始条件の検討とその放送装置の開発 —

How Should We Broadcast Earthquake Early Warnings? : Study of the Method of Utilizing Subsequent Information and Broadcast Start Conditions, and Development of the Broadcasting Equipment Using Them

鷹野 澄*・鶴岡 弘**

Kiyoshi Takano・Hiroshi Tsuruoka

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の際の緊急地震速報では、地震を検知してから8.6秒後にマグニチュードがM7.2に成長して宮城県、岩手県、福島県、山形県に警報が出された。しかしその後の緊急地震速報では、65秒後にM7.9、105秒後にはM8.1と地震が徐々に巨大化していることを示していたが、このような大地震から巨大地震に成長したことが放送等で発表されて活用されることはなかった（鷹野、2011a、2011b）。これは、現在の一般向け緊急地震速報（警報）の発表が、「強い揺れが予測された場合に原則1回発表する」（気象庁、2007）としているためで、この結果、最初の警報を出すことにのみに偏重し、警報を出した後も時々刻々新しく出される後続報を活かすということがなされていなかったと考えられる。

今後発生が予想されている東海・東南海・南海地震などの巨大地震でも、緊急地震速報の発表は、地震検知後の数秒～10秒頃ではまだM6

～M7程度で、警報が出された後、おそらく30～100秒後に、徐々にM7.5～M8クラスになって、大地震から巨大地震に成長した様相を示すと予想される。そこで我々は、警報を発表した後も後続報を監視して、もし大地震から巨大地震に成長した場合や、誤報や過大な予想であったことがわかった場合に、速やかに適切な情報を発表する具体的な方法を提案し、実際にそのような機能を実装した緊急地震速報放送装置を開発した（鷹野他、2012、2013）。この装置は、本学の多くの放送設備で共通に利用可能となるように構成されており、2012年3月に開発して以来、2013年12月末までに、本学の本郷キャンパスの理学部、地震研究所、東大本部、工学部の各放送設備、白金キャンパスの医科研と附属病院の放送設備、駒場Iキャンパスの一斉放送設備などにおいて導入され利用されている。

本稿では、まず後続報を活用した緊急地震速

* 東京大学情報学環総合防災情報研究センター

** 東京大学地震研究所地震火山情報センター

キーワード：緊急地震速報、自動放送装置、巨大地震、後続報、放送開始条件

報の放送方法について紹介し、次いで、実際の放送事例をもとに、緊急地震速報の放送開始条件はどうあるべきかを議論する。最後に、学内

に展開している緊急地震速報の放送装置の概要について紹介する。

2. 緊急地震速報の後続報の活用の現状と課題

緊急地震速報では、地震波が到達した観測点のデータで震源情報を求めて強い揺れを予測し情報を出している。利用可能な観測点の数は時間とともに増える為、1つの地震に対して時々刻々何回も情報が改訂されて出されている。大きな地震では、最終的に10回以上も出されることも少なくない。出された情報が、「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弱以上と予測された場合」に、「強い揺れ（震度5弱以上）が予測される地域及び震度4が予測される地域」に対して、一般向け緊急地震速報（警報）（以下では単に「警報」と記す）が発表される（気象庁2007）。警報が発表された後も、情報は次々と改訂されて後続報として発表されているのだが、残念ながら、一度警報が出された後の後続報は、消極的な活用しかされていないのが実情である。例えば、（気象庁2007）では、後続報により警報が改訂されるのは、「震度3以下と予測されていた地域が震度5弱以上と予測された場合」のみで、その発表内容も「新たに震度5弱以上が予測された地域及び新たに震度4が予測された地域」を発表するのみである。一度出された情報を取り消す「キャンセル報」もあるのだが、その運用は「落雷等の地震以外の現象を地震と誤認して発信された緊急地震速報の場合」のみで、わざわざ「例えば震度5弱と予測していた

地域が震度3以下との予測となった場合などは取り消さない」とことわっている。このように、後続報は、警報地域が拡大したときのみ利用され、警報地域が縮小あるいは消滅しても利用されることはなく、その活用は極めて限定的かつ消極的となっている。

気象庁が平成23年4月に出した緊急地震速報を適切に利用するために必要な受信端末の機能及び配信能力に関するガイドライン（気象庁、2011）において、一度警報を発表した後に、後続の情報を利用して発表を変更することについて初めて述べられているが、その内容は、「予想した震度が大きくなる場合には、震度に応じて制御内容を変更することを推奨。一方、予想した震度が小さくなる場合の変更には、直後に再度予想した震度が上がる場合に生じるリスクへの十分な留意が必要」となっていてあまり積極的ではない。このガイドラインが出された時点では、まだ後続報により放送内容を適切に変更可能な自動放送技術は確立されておらず、一般社団法人 電子情報技術産業協会 JEITAが平成23年4月に改訂した「緊急地震速報に対応した非常用放送設備に関するガイドライン」（JEITA, 2011）でも、後続報による発表の変更については何も記述がない。

気象庁のガイドラインが出されたことから、今後、予想震度が大きくなる場合については、

後続報が活かされることが期待される。しかし、それだけでは、東北地方太平洋沖地震の時のように、後続報が示していた、地震の規模がどんどん大きくなって大地震が巨大地震に成長したというようなことまでは伝わらない。また、もし過大な予測に基づく警報を出してしまった後に後続報で予想震度が大きく低下した場合でも、予想震度が下がる場合の訂正放送は奨励されておらず、訂正放送が流れることはないと考えられる。

3. 緊急地震速報の後続報の活用方法

それでは、緊急地震速報の後続報はどのように活用したらいいのであろうか？ここでは、後続報から得られる以下のような重要な情報に注目して、緊急地震速報の放送を開始した後に届く後続報を活用した放送伝達方法について検討した結果を紹介する。

(1) 受信地点の予想震度が大きくなった場合

これは、後続報で、震源位置が受信地点に近づいた場合や、地震の規模（マグニチュード）が大きくなった場合などで、受信地点の予想震度が放送中の予想震度より大きくなった場合である。ガイドライン（気象庁、2011）でも予想震度が大きくなる場合はそれに即した対応を奨励している。そこで、ここでは、大きくなった予想震度を急いで伝えるために、もし前の情報がまだ放送中ならそれを中断して、改めて放送開始の時と同じように緊急地震速報の放送をやり直すことにした。

このようにこれまでは、一度警報が出ってしまったら、緊急地震速報の後続報は、ほとんど活用されることはなかった。本来、緊急地震速報の情報は、時々刻々新しく改訂されて、より精度良い情報が次々と出されるのが特徴であったが、緊急地震速報の警報を定めて、ただ警報を出す事だけに情報を使うことに傾注されるようになった為に、本来持っている有用な情報が顧みられなくなり、十分活用されなくなったものと考えられる。

(2) 受信地点の予想震度が小さくなった場合

これは、震源位置が遠くに離れた場合や、マグニチュードが小さくなった場合などで、受信地点の予想震度が小さくなった場合である。実は、これまでの緊急地震速報の情報を調べてみると、警報が出された後に予想震度が小さくなって、その後再び大きくなるという変動がしばしば見られる。これもあって、ガイドライン（気象庁、2011）では、予想震度が小さくなる場合は「直後に再度予想した震度が上がる」ことがあるので、十分留意するように注意している。しかし一方で、警報が出された後に震源位置が遠くに移動して予想震度が大きく下がった場合など、再び元の予想震度まで上がる可能性がほとんどない場合も散見する。このような場合は、早めに訂正放送した方が良いことから、ここでは、予想震度が、震度階級で2階級ないし3階級以上大きく下がった場合（具体的には、予想震度が5弱以下では2階級以上、5強以上では3階級以上下がった場合）に、訂

正放送することにした。訂正放送は、「ピンポン」という音で始まり、続けて新たな予想震度を放送するものにした。またあまり急ぐ必要はないので、もし前の情報がまだ放送中ならば、それが済んでから訂正放送するようにした。

(3) 震源のマグニチュードが大きくなった場合

緊急地震速報では、大地震のときでも巨大地震のときでも、断層破壊がある程度進行してマグニチュードが6～7クラスになり予想震度が5弱を超えたときに警報が出されると考えられている。このため、警報が出された時点では、まだ大地震なのかその後に巨大地震に成長するのかは判断できない。このようなことがある

為に、警報が出された後のマグニチュードの成長を監視して、巨大地震になるのかを判断することが重要となる。しかし、放送でマグニチュードの値を逐次流しても、それだけでは、巨大地震に成長したかの判断は困難である。そこで我々は、マグニチュードの値ではなくて、表3.1のようにマグニチュード別に、「地震」「大地震」「巨大地震」の3段階の地震の規模の呼称を定めて、放送ではこの地震の規模の呼称を流すようにした。そして、マグニチュードが大きくなって、「地震」から「大地震」へ、あるいは、「大地震」から「巨大地震」へと変化したならば、改めて地震の規模を放送し直すことにした。

表3.1 マグニチュード別に区分けした地震の規模の呼称

マグニチュード	M6.8未満	M6.8～M7.6	M7.7以上
地震の規模の呼称	「地震」	「大地震」	「巨大地震」

(4) 震源のマグニチュードが小さくなった場合

逆に、震源のマグニチュードが小さくなった場合は、地震の規模が、「巨大地震」から「大地震」へ、あるいは、「大地震」から「地震」へと小さくなったときに訂正放送をすることにした。ここでも訂正放送は、「ピンポン」という音で始まり、続けて新たな地震の規模の呼称を放送するものにした。またあまり急ぐ必要はないので、もし前の情報がまだ放送中ならば、

それが済んでから訂正放送するようにした。

(5) キャンセル報を受信した場合

キャンセル報は、緊急地震速報の情報を取り消すもので、警報が出されたか否かにかかわらず出される。ここでは、放送が開始された後にキャンセル報が届いたならば、「ピンポン」という音の後に「ただいまの緊急地震速報は取り消されました」と放送して放送を終了することにした。

4. 放送制御マトリクスの構成

次にここでは、前述の後続報を活用した放送伝達方法を具体的に実現する方法について述べる。我々は、通信の世界で良く利用されている状態遷移マトリクスを模範として、放送開始後

に届く後続報を受けたときに、どのような状態の場合にどのような放送をするのかを示す放送制御マトリクス（表4.1、表4.2）を作成した。

表4.1 予想震度による放送制御マトリクス（一部を抜粋）

予想震度	1.5 未満	1.5～2.4	2.5～3.4	3.5～4.4	4.5～4.9	5.0～5.4	5.5～5.9	6.0～6.4
震度3 放送中	震度1以下に訂正	—	—	震度4 即時放送	震度5弱 即時放送	震度5強 即時放送	震度6弱 即時放送	震度6強 即時放送
震度4 放送中	震度1以下に訂正	震度2以下に訂正	—	—	震度5弱 即時放送	震度5強 即時放送	震度6弱 即時放送	震度6強 即時放送
震度5弱 放送中	震度1以下に訂正	震度2以下に訂正	震度3 放送	—	—	震度5強 即時放送	震度6弱 即時放送	震度6強 即時放送
震度5強 放送中	震度1以下に訂正	震度2以下に訂正	震度3 放送	—	—	—	震度6弱 即時放送	震度6強 即時放送
震度6弱 放送中	震度1以下に訂正	震度2以下に訂正	震度3 放送	震度4 放送	—	—	—	震度6強 即時放送

表4.2 地震の規模による放送制御マトリクス（全体）

推定された M	～M6.7	M6.8～M7.6	M7.7～
「地震」 放送中	—	「大地震です」 と追加放送	「巨大地震です」 と追加放送
「大地震」 放送中	「地震です」 と訂正放送	—	「巨大地震です」 と追加放送
「巨大地震」 放送中	「地震です」 と訂正放送	「大地震です」 と訂正放送	—

表4.1、表4.2の行は、現在の「状態」を示し、列は、新たに発生した「イベント」を示

す。表4.1の「状態」は、現在放送中の予想震度で、「イベント」は、新たに届いた後続報か

ら推定された新しい予想震度を推定計測震度で表したものである。また、表4.2の「状態」は、現在放送中の地震の規模で、「イベント」は、新たに届いた後続報の推定マグニチュードである。なお、表4.1の予想震度による放送制御マトリクスの全体は付録1に示す。表4.1は、付録1の中から、「震度3と放送中」から「震度5弱と放送中」までの5つの「状態」と、「1.5未満」から「6.0～6.4」までの8つの「予想震度」からなる部分を抜粋してわかりやすく書き直したものである。

放送制御マトリクスの使い方は、各列のような「イベント」が発生した時に、現在の状態を示す行の中で、その「イベント」に対応する放送制御を行い、新たな状態に遷移する、というものである。例えば、表4.1では、現在の状態が「震度5弱を放送中」（上から3行目）のときに、新たに届いた後続報の予想震度が3.4以下の場合には訂正放送を行い、5.0以上の場合には、もし以前の情報の発表中であったなら即座に中断して、新しい予想震度により放

送し直す、ということを示している。また表4.1では省略しているが、この放送とともに、現在の状態から新たな状態に遷移する。表4.1の「-」は、予想震度が変わらないか1ないし2階級下がった場合で、この時は、特に何もせず、状態も遷移しない。同様に、表4.2では、例えば、現在の状態が「大地震」と放送中（上から2行目）のときに、新たに届いた後続報のマグニチュードがM6.7以下の場合には訂正放送を行い、M7.7以上の場合には追加放送を行う、ということがわかる。表4.2でも省略されているが、放送とともに新たな状態に遷移する。なお、表4.1と表4.2は同時に利用されるので、表4.1の「-」で何もしない場合であっても、表4.2で地震の規模が変化したならば、追加放送される。また、警告としての新たな放送と、前の過剰な放送の訂正放送とを区別するために、表4.1の即時放送や表4.2の追加放送では、「緊急地震速報のNHK音」（緊急地震速報利用者協議会、2007）で始まり、訂正放送は「ピンポン」という音で始まるようにしている。

5. 放送開始条件の現状と課題

これまで緊急地震速報の放送開始後の後続報の活用方法について述べてきた。次に、ここでは、緊急地震速報の放送開始条件についての現状と課題について述べる。

現実の緊急地震速報の放送開始条件は、それを導入した利用者で導入業者との間の相談で決められている。例えば、危険物のある実験室などがある場所では、予想震度3以上で放送開始し、危険物のない安全な建物内では、予想震

度5弱以上で放送開始するなど、利用者の利用環境に応じて放送開始条件が決められている。ただし、2007年10月1日の緊急地震速報の一般への提供開始に合わせて気象業務法が改訂されて、同年10月12日から気象庁以外が警報を出す事が禁じられたため、特に不特定多数が対象となる場所での放送等では、気象庁が警報を発表する前に放送開始することはできなくなった。また同年11月にも気象業務法が改訂され

て、同年12月1日から、気象庁の地震動警報が、「最大震度5弱以上の揺れが推定されたときに、強い揺れが予想される地域に対し地震動により重大な災害が起こるおそれのある旨を警告して発表するもの」と定められた。気象庁の警報の発表基準は、「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弱以上と予測された場合」に、「強い揺れ（震度5弱以上）が予測される地域及び震度4が予測される地域」に対して出される（気象庁2007）となっているため、これに整合するように、民放テレビや携帯電話会社などでは、気象庁が警報を出した地域にのみ緊急地震速報を流している。しかし、全国放送を原則としているNHKでは、地域を限定せずに全国に放送しており、また多くの民放ラジオ局では、カーラジオでの利用を想定して、運転者が緊急地震速報に驚いて運転を誤ることのないように、予想震度が5強を超えた場合のみ放送している。

このように、緊急地震速報の放送開始条件は、気象業務法の定めを遵守しつつ、その利用環境を考慮して利用者が個別に定めているのが実情である。しかし、それが適切に設定されているかどうかの判断基準となるものは、2011年4月に気象庁がガイドライン（気象庁、

2011）を公表するまでは存在していなかった。このガイドラインでは、不特定多数向けの館内放送に用いる場合は、気象庁が発表する緊急地震速報の警報に整合する放送を行うことが推奨されている。

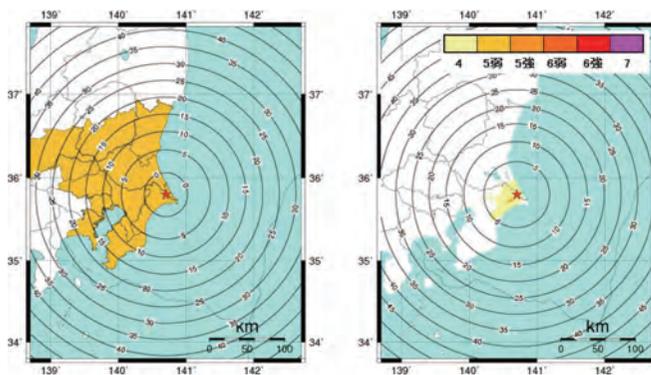
以上のような経緯と、東北地方太平洋沖地震の時の緊急地震速報を参考にして、2012年4月の我々の放送装置の運用開始当初では、表5.1に示す緊急地震速報の放送開始条件を定めた。ここで、表5.1の（1）の放送開始条件は、気象庁の警報発表基準にほぼ整合するものであるが、気象庁が警報を出した地域と震度4以上が予想される場所は完全には一致しない。我々は、受信地点で気象庁の計算式で求めた予想震度が震度4以上の場合に放送開始するようにした。一方、表5.1の（2）の放送開始条件は、東北地方太平洋沖地震のような巨大地震の場合を想定して追加したものである。巨大地震では、警報が出されたときに震度3と予想された地域でも、実際の震度は震度5弱以上になることがあることから、マグニチュードが（当初はM7.0以上に）大きくなって、巨大地震の発生が予想される場合は、受信地点の予想震度が震度3以上で放送開始することにしたものである。

表5.1 運用開始当初の放送開始条件（2012年4月～2103年7月）

- | |
|---|
| <p>(1) 緊急地震速報（警報）が出された地震で、受信地点の予想震度が推定計測震度で3.5（震度4）以上で放送開始する。</p> <p>(2) 緊急地震速報（警報）が出された地震で、地震のマグニチュードがM7.0以上となった場合は、受信地点の予想震度が推定計測震度で2.5（震度3）以上で放送開始する。なおこの場合、誤った安心情報となる可能性があるため、予想震度3の場合は、予想震度を放送しない。</p> |
|---|

表5.2 放送開始された地震と受信地点（本郷）の観測震度（2012年4月～2013年3月）
 （4/29と2/25の地震は表5.1の条件（1）、12/7の地震は表5.1の条件（2）で放送開始）

地震発生日時	震央地名	北緯	東経	深さ	マグニチュード	観測震度
平成 24 年 04 月 29 日 19 時 28 分	千葉県北東部	35.8	140.7	50km	5.8	2
平成 24 年 12 月 07 日 17 時 18 分	三陸沖	37.8	144.2	10km	7.3	3
平成 25 年 02 月 25 日 16 時 23 分	栃木県北部	36.9	139.4	10km	6.2	2



(a) 左：警報が出された地域、右：観測された推計震度分布 (b) 発表された緊急地震速報の内容

第1報 3.5秒後 M5.8 震度5弱

第2報 4.5秒後 M5.1 震度4

第3報 6.3秒後 M6.1 震度5弱

本郷の推定計測震度 3.6(震度4)

第4報 11.4秒後 M5.5 震度4

第5報 22.8秒後 M5.5 震度4

第6報 30.5秒後 M5.7 震度4

(以下8報返同じ)

図5.1 **平成24年04月29日19時28分 千葉県北東部 M5.8 最大震度5弱**の緊急地震速報

次に、この表5.1の放送開始条件について、実際の放送事例などから、その妥当性を検証する。表5.1の放送開始条件で運用開始した2012年4月から2013年3月までの1年間に、表5.2の3つの地震（震源や震度は最終発表情報）に対して、受信地点である本郷キャンパスで緊急地震速報が放送された。そこでまずこの3つの事例をもとに検証を進める。

(1) 事例1

最初の事例は、図5.1に示す、平成24年04月29日19時28分に千葉県北東部で発生した、

M5.8、最大震度5弱の地震に対する緊急地震速報を取り上げる。図5.1 (a) の左は、気象庁の警報が出された地域で、右は、実際に観測された震度データから作成された推計震度分布（気象庁、2008）である。図5.1 (b) には、このとき気象庁から発表された緊急地震速報の内容を示す。この第3報で警報が発表されたとき、本郷キャンパスの予想震度は、推定計測震度で3.6（震度4）であったため、表5.1の（1）の放送開始条件が成り立ち、「緊急地震速報、予想震度は4」という放送が開始された。その直後の第4報で予想震度は震度3に下がったが、そ

れ以上は下がらなかったもので、予想震度4の放送に対する訂正放送はされずに、そのまま放送が続けられた。しかし、実際の本郷の観測震度は震度2であったため、結果的に震度階級で2階級も高い予想震度が放送されるという過剰放送となった。

ここで改めて緊急地震速報の警報が出された地域（図5.1（a）左）と観測に基づく推計震度分布（図5.1（a）右）を見比べると、警報が出された地域の中でも、観測された震度が震度4に達していない場所が非常に多いことに気が付く。震源地付近では震度5弱を含む震度4以上の強い揺れが実際に観測されているので、気象庁が警報を出したことは適切であったと言えるのだが、問題は、警報が出された地域が広過ぎたのである。その結果、警報が出された地域の中では、広い範囲にわたって、警報は過剰となっていた。そこでこの事例が例外的かどうかを調べるために、過去に実際に強い揺れが観測された地震について、緊急地震速報の警報地域と推計震度分布を比較したところ、地震のマグニチュードがM6.5未満の場合には共通して、警報地域が震度4以上の強い揺れが観測された地域よりはるかに広い範囲にわたって出されていた。このように多くの場合、警報は強い揺れの地域だけでなく、その周辺のかかなり広い範囲にまで出されるために、結果的に、警報地域の中では、広い範囲にわたって過剰な警報になってしまうのである。従って、気象庁の警報の発表基準に準じて、表5.1の（1）の放送開始条件で放送開始して過剰放送となった図5.1のケースは決して例外的ではなく、むしろ表5.1の（1）の放送開始条件では、多くの場合、過

剰放送となる危険性が高いことがわかった。

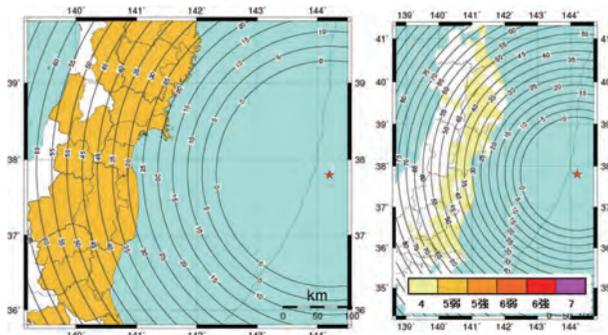
（2）事例2

次の事例は、図5.2に示す、平成24年12月07日17時18分に三陸沖で発生したM7.3、最大震度5弱の地震の時の緊急地震速報である。図5.2（a）の左は、気象庁の警報が出された地域で、右は、実際の観測から得られた推計震度分布である。図5.2（b）には、このとき気象庁から発表された緊急地震速報の内容を示す。この第5報で警報が発表されたとき、本郷キャンパスの予想震度は、推定計測震度で2.8（震度3）で表5.1の（1）の放送開始条件は成り立たなかったが、このときの推定マグニチュードがM7.8と非常に大きかったために、表5.1の（2）の放送開始条件の方が成り立ち、「巨大地震です。あと60秒。安全な場所で身を守ってください。」という放送が開始された。さらにその後も図5.2（c）に示すように、推定マグニチュードの値はM7.8からM8.0、M7.9と高い値を約43秒間維持し続けた。図5.2（c）の点線は、東北地方太平洋沖地震のときの推定マグニチュードの時系列であるが、それと比べてみても、実線で示した今回の地震の推定マグニチュードの発表が、いかに大きかったかがわかる。その後、警報発表から約43秒後の第10報で、推定マグニチュードはM7.3に下方修正されて、その結果、地震は巨大地震ではないことが伝えられた（訂正された）。本郷キャンパスの予想震度も震度2と小さくなったので、我々の放送装置では、この時本来であれば「ピンポン、大地震です、予想震度は2に訂正されました」と訂正放送されるはずであったが、残念な

がらこの時は不具合で訂正放送されずに、そのまま巨大地震の放送が継続されて過剰放送となってしまった（既にこの不具合は訂正済みである）。

ところで事例2では、本郷における観測震度は震度3で、緊急地震速報を放送するほどの強い揺れの地震ではなかったにもかかわらず、放送開始されてしまった。その原因は、実際の地震のマグニチュードがM7.3であったにもかかわらず、緊急地震速報の推定マグニチュードがM7.8～M8.0と巨大地震の発生を伝えていたことにある。このように推定マグニチュードが実際よりかなり過大に発表されてしまうと、巨大地震対策として追加した表5.1の(2)の放送開始条件により過剰放送となる可能性が高くなり、このような緊急地震速報の高度利用がやりにくくなることが予想される。そこで過去の緊急地震速報でM7.8以上が発表されたケースを調べたところ、表5.3に示す8例が見つかった。表5.3の最初の例は東北地方太平洋沖地震の本震で、次の3例は、本震後の余震の影響で、複数の同時に発生した地震から震源位置を実際とは遠く離れたところに推定した結果、過大

なマグニチュードを発表してしまった事例である。また最後の3例は、気象庁が警報として発表する前の精度の悪い情報ではあるが、非常に過大なマグニチュードが発表されていた。このように、現状の緊急地震速報には、実際のマグニチュードに比べて非常に過大な推定マグニチュードが発表されるという問題があることがわかった。これは、表5.1の(2)の放送開始条件以外にも、長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御（久保ほか、2009）や、緊急地震速報に基づくリアルタイムスロッシング予測（座間ほか、2011）のように、大地震の発生を自動判定して適切な対応を取るような高度利用をする場合には非常に厄介な問題となる。緊急地震速報は、単なる警報発表のみが目的ではなく、列車や工場機械などの装置の緊急自動制御による安全確保などにも重要である。このような高度利用の為には、発表される予想震度だけでなく、震源やマグニチュードなどの情報についても、ある程度の誤差の範囲に収まるような品質が求められる。この観点から緊急地震速報の発表情報の品質の改善が進められることを期待したい。



(a) 左：警報が出された地域、右：観測された震度分布



(c) マグニチュードの時系列。東北地方太平洋沖地震より大きいMが早い時間に出た。

第1報 3.3秒後 M6.6 震度4

第2報 4.6秒後 M6.8 震度4

第3報 5.9秒後 M7.4 震度4

第4報 6.1秒後 M7.0 震度4

第5報 6.6秒後 M7.8 震度5弱

本郷の推定計測震度2.8(震度3)

第6報 10.5秒後 M7.8 震度5弱

第7報 14.0秒後 M8.0 震度5弱

第8報 23.3秒後 M8.0 震度5弱

第9報 29.6秒後 M7.9 震度5弱

第10報 49.5秒後 M7.3 震度4

本郷の推定計測震度2.0(震度2)

第11報 54.1秒後 M7.3 震度4

第12報 56.1秒後 M7.2 震度4

(以下14報迄同じ)

(b) 発表された緊急地震速報の内容

図5.2 平成24年12月07日17時18分 三陸沖 M7.3 最大震度5弱の緊急地震速報

表5.3 緊急地震速報でM7.8以上が推定されたケース (2012年12月7日以前)

地震発生日時	震央地名	最大震度	観測M	EEW 推定M	備考
平成23年03月11日14時46分	三陸沖	7	9.0	8.1	東北地方太平洋沖地震
平成23年03月20日14時19分	福島県浜通り	3	4.6	7.8	宮城県沖と誤判定
平成23年04月12日08時08分	千葉県東方沖	5弱	6.3	8.0	福島県浜通りと誤判定
平成23年04月13日10時08分	福島県浜通り	5弱	5.8	8.2	福島県沖と誤判定
平成24年12月07日17時18分	三陸沖	5弱	7.3	7.8	事例2 (遠方海域地震)
(以下は警報発表前の精度の悪い情報)					
平成23年03月12日04時32分	新潟県中越地方	6弱	5.8	(8.0)	(千葉県東方沖に誤判定)
平成23年06月23日06時51分	岩手県沖	5弱	6.7	(7.9)	(遠方海域に誤判定)
平成23年09月29日19時05分	福島県沖	5強	5.6	(7.8)	(第1報)

(3) 事例3

最後の事例は、平成25年02月25日16時23分に栃木県北部で発生したM6.2、最大震度5強の地震の緊急地震速報である。この事例では、気象庁で警報が出された第2報のときは、本郷キャンパスの予想震度は推定計測震度で3.0（震度3）であったため放送は開始していない。しかし、その後第5報で、予想震度が推定計測震度で3.5（震度4）と大きくなったため、表5.1の（1）の放送開始条件により「緊急地震速報、予測震度は4、あと10秒、安全な場所で身を守ってください」と放送開始された。しかし、実際の本郷の観測震度は震度2であったため、結果的に震度階級で2階級も高い予想震度が放送されるという過剰放送となった。この過剰放送となった原因は、事例1の場合と同じで、本郷キャンパスが強い揺れの地域から離れた周辺に位置していた為である。

ところでこの事例3では、警報を出した時点ではなく、それより後続の情報で予想震度が高くなって放送開始したため、「携帯電話は鳴らないが放送は開始する」という珍しいケースとなった。携帯電話では、気象庁が警報を出した時点で、震度4以上が予想される地域に出される。この時は、警報を出した後に第5報を出した時点で、東京23区の予想震度も震度4に上がって震度4の地域が広がったのだが、気象庁の警報改訂基準が「震度3以下と予測されていた地域が震度5弱以上と予測された場合」となっていたために、新たな警報は結局出されず、その結果、携帯電話は鳴らなかったのである。

最後に、以上で述べた緊急地震速報の放送開始条件の現状と課題について整理すると、以下のようになる。

- i) 現実の緊急地震速報の放送開始条件は、それを導入した利用者と導入業者との間の相談で決められている。特に不特定多数が対象となる場所での放送等では、気象庁が警報を発表する前に放送開始することは禁止されている。2011年4月に気象庁がガイドライン（気象庁、2011）を公表するまでは、適切な放送の基準は存在していなかった。このガイドラインでは、不特定多数向けの館内放送に用いる場合は、気象庁が発表する緊急地震速報の警報に整合する放送を行うことが推奨されている。
- ii) 気象庁の警報の発表基準は、「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弱以上と予測された場合」に、「強い揺れ（震度5弱以上）が予測される地域及び震度4が予測される地域」に対して出される（気象庁2007）である。これに整合するように作成された表5.1の（1）の放送開始条件では、事例1や事例3に見られるように、多くの場合、過剰放送となる可能性が高いことが明らかとなった。
- iii) 東北地方太平洋沖地震の時の緊急地震速報を参考に、巨大地震の場合を想定して表5.1の（2）の放送開始条件を追加した。しかし、事例2のケースを契機に、過去の緊急地震速報で発表され

た推定マグニチュードを調べると、現状の緊急地震速報には、実際のマグニチュードに比べて非常に過大な推定マグニチュードが発表されるという問題があることがわかった。このことは、

表5.1の(2)の放送開始条件のように、巨大地震の発生を自動判定して適切な対応を取るような緊急地震速報の高度利用をする場合に非常に厄介な問題となる。

6. 放送開始条件の改訂とその効果

ここでは、2013年8月に実施した、緊急地震速報の放送開始条件の改訂とその効果について述べる。すでに述べたように、表5.1の放送開始条件では、過剰に放送開始する可能性が高い

ことが判明した為、我々は放送開始条件の見直しを行い2013年8月から表6.1の放送開始条件で運用している。

表6.1 改定された放送開始条件 (2013年8月～現在)

- | |
|---|
| <p>(1) 緊急地震速報（警報）が出された地震で、受信地点の予想震度が<u>推定計測震度で4.0（震度4の強）</u>以上で放送開始する。</p> <p>(2) 緊急地震速報（警報）が出された地震で、地震のマグニチュードが<u>M7.5以上</u>となった場合は、受信地点の予想震度が<u>推定計測震度で3.0（震度3の強）</u>以上で放送開始する。なおこの場合、誤った安心情報となる可能性があるため、予想震度が3の場合は、予想震度を放送しない。</p> |
|---|

表6.1の(1)の放送開始条件は、強い揺れの地域の周辺での過剰な放送を避けるために、推定計測震度で3.5以上としていたところを4.0以上と0.5だけ引き上げたものである。このわずかな改訂の効果を、過去に発表された緊急地震速報に適用して調べると、表6.2に示すように、放送開始回数が改訂前では15回であったものが改訂後は3回と約1/5に減少することがわかり、かなりの改善が期待できることがわかった。ただしこの改訂の結果、携帯電話が鳴っても放送開始しないケースが増えるため、利用者

には事前に、携帯電話より厳しい条件で放送開始することを周知することが必要となった。

一方、表6.1の(2)の放送開始条件は、巨大地震に成長する境界をM7.0以上からM7.5以上に変更し、巨大地震の時の放送開始を推定計測震度を2.5から3.0に上げたものである。この改訂の効果を同じように調べる為に、巨大地震に成長する境界をM7.5に固定して、推定計測震度を改訂前と改訂後で比較した結果を表6.3に示す。この改訂では、放送開始回数は改訂前の6回から改訂後は3回に半減した。しかし、実際

にはこの間M8以上の巨大地震は1度しか発生していない。残りの放送は、表6.3を見てわかるように、すべて実際のマグニチュードに比べて非常に過大なマグニチュードが推定されたことが原因であった。なお表6.3には、その後発生した、2013年8月8日の和歌山県北部の地震の緊急地震速報の誤報も示した。この誤報の時も、M7.8で予想震度が震度3であったため、放送開始条件が成り立ち放送開始された。

このように非常に過大な推定マグニチュード

が発表されるという問題はあるが、東北地方太平洋沖地震の後は、その周辺のM8クラスの巨大地震や東南海南海地震などの巨大地震の発生が懸念されており、巨大地震の発生を自動判定するロジックは捨てるのは難しい。表6.1の(2)の放送開始条件はまだ改善途中の暫定版として運用し、過大な推定マグニチュードの問題が解決された時点で改めて改訂する必要があると考えている。

表6.2 過去の緊急地震速報による放送開始条件の改訂効果の検証(1)
(条件(1)で放送開始した地震：改訂前は15回、改訂後は3回)

地震発生日時	震央地名	M	最大震度	本郷の推定計測震度	改訂後の放送開始
平成20年05月08日01時45分	茨城県沖	6.7	5弱	3.6	
平成23年03月11日19時35分	福島県沖	5.1	4	3.5	
平成23年03月12日04時32分	新潟県中越地方	5.8	6弱	<5->	○
平成23年03月16日12時52分	千葉県東方沖	6	5弱	<4->	
平成23年03月22日12時38分	千葉県東方沖	5.7	4	3.6	
平成23年03月23日01時12分	茨城県沖	5.4	3	4.0	○
平成23年03月23日08時47分	千葉県東方沖	5	2	3.6	
平成23年04月03日16時38分	福島県沖	5.3	4	4.4	○
平成23年04月11日17時16分	福島県浜通り	7.1	6弱	3.8	
平成23年04月12日16時14分	福島県浜通り	3.8	0	3.7	
平成23年04月16日11時19分	栃木県南部	5.9	5強	3.7	
平成23年04月21日22時37分	千葉県東方沖	6	5弱	3.5	
平成24年01月12日12時20分	福島県沖	5.8	4	3.7	
平成24年04月29日19時28分	千葉県北東部	5.8	5弱	3.6	
平成25年02月25日16時23分	栃木県北部	6.2	5強	3.5	

表6.3 過去の緊急地震速報による放送開始条件の改訂効果の検証(2)
 (条件(2)で放送開始した地震：改訂前は6回、改訂後は3回、
 なおここでは巨大地震に成長する境界をM7.5と固定している)

地震発生日時	震央地名	M	最大震度	本郷推定計測震度	推定M	備考
平成23年03月11日14時46分	三陸沖	9.0	7	3.5	8.1	東北地方太平洋沖地震
平成23年03月20日14時19分	福島県浜通り	4.6	3	3.3	7.8	宮城県沖と誤判定
平成23年04月13日10時08分	福島県浜通り	5.8	5弱	3.4	8.2	福島県沖と誤判定
平成23年04月14日20時23分	岩手県沖	3.6	0	2.5	7.5	
平成23年04月30日02時04分	千葉県東方沖	4.8	3	2.7	7.6	
平成24年12月07日17時18分	三陸沖	7.3	5弱	2.8	7.8	事例2(遠方海域地震)
平成25年08月08日16時56分	和歌山県北部	2.3	—	3.3	7.8	誤報

7. 本学における緊急地震速報の放送装置の導入状況と課題

本学では、部局ごとあるいは建物ごとなど様々な形で、多数の非常用放送設備が設置されている。この中で2012年度当初、緊急地震速報の放送装置を導入しているのは、生産技術研究所、東大病院、工学部などわずかな部局の放送設備にとどまっていた。導入を妨げているのは、学内の放送設備が、古いアナログ放送タイ

プから最新型のデジタル放送タイプまで多種多様で、その多くは設置時期が古くて、メーカーが提供する最新型の緊急地震速報の放送装置が利用できないタイプのものであることによる。当時、メーカーが提供可能な緊急地震速報の放送装置を利用可能なものは、最近導入された一部の放送設備のみであった。

8. 学内の多くの放送設備で利用可能な方法装置の開発と学内での展開状況

学内のこのような状況を受けて、我々は、①より多くの既存放送設備で利用可能で、②同じキャンパス内では、原則として同じ条件で放送開始し、③放送開始後も、緊急地震速報の後続

の情報に従って適切に放送内容を変更する、などを実現するために、図8.1のような緊急地震速報の放送装置を開発した。

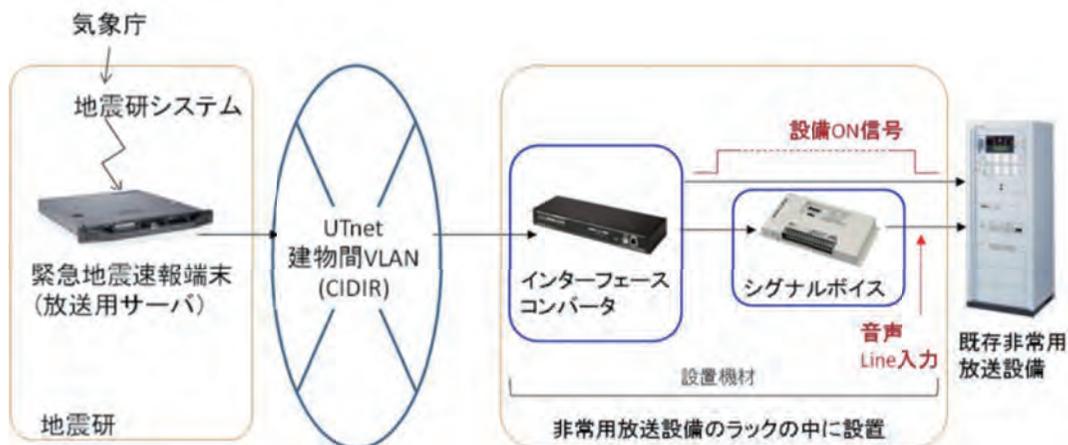


図8.1 学内向けの緊急地震速報の放送設備の構成

図8.1に示すように、気象庁から気象業務支援センターを介して受けた緊急地震速報は、地震研のシステムを介して、緊急地震速報端末に届き、そこから、UTnetが提供する建物間VLANを利用した学内の専用ネットワークを介して、既存の放送設備の中に設置されたインターフェースコンバータを遠隔制御している。地震研に設置した緊急地震速報端末は、最大20台までのインターフェースコンバータを遠隔制御可能で、これを用いて、本郷キャンパス内の放送設備を最大20台まで制御する「放送用サーバ」の役割を果たすことが可能である。インターフェースコンバータは、制御信号で既存の放送設備を起動して、予めシグナルボイスに録音されている32種類の放送音声（付録2参照）から、サーバが指示した音声を選択して音声ライン入力を介して放送する。放送開始後に緊急地震速報の後続報が届いて、放送内容を途中で変える場合は、インターフェースコンバータが放送を中断して新たな放送内容を選択

して流すことが可能になっている。

本装置の開発は2011年度に始まり、既存の放送設備への接続試験、放送用サーバと単体の放送試験装置の開発、導入前の放送試験を繰り返して、2012年3月ようやく利用可能になった。学内への展開は、1号機が2011年12月に本部棟に設置されたもののこの時はまだ試験設置に留まり、2012年10月に理学部（同月の防災訓練より運用開始）、続いて11月に地震研に設置されて運用開始された。その後2013年3月に本部棟でも運用開始され、2013年6月には工学部でもそれまでの緊急地震速報の装置を更新して本装置を設置し同月の防災訓練から運用開始された。本郷キャンパス以外では、2013年8月に白金キャンパスに、12月に駒場Iキャンパスに設置され、いずれも12月の防災訓練より運用開始された。

本装置を導入して気が付いたことは、防災訓練における本放送装置の活用である。緊急地震速報が館内放送されることで多くの人の安全が

確保できると期待されるが、その放送を周知して確実な行動に結び付けるには、事前に緊急地震速報の放送を実際に流してそれへの対応訓練をしておくことが有効と考えられる。そのような機会として、各部局等で開催される防災訓練

において、緊急地震速報の放送を流して対応訓練をすることは有効であろう。本装置には、防災訓練で利用可能な模擬試験放送音声を組み込まれており、簡単な操作で実際の緊急地震速報と同じように放送する事が可能になっている。

9. おわりに

本稿では、東日本大震災の時に緊急地震速報の情報がうまく伝わらなかったという反省のもとに、館内放送などにおいて、緊急地震速報をどのように放送すべきかを論じた。特に、警報が出て放送開始した後の後続報には、巨大地震の発生や先に出された警報の訂正などの重要な情報が含まれていることがあるので、後続報からそのような情報を自動的に判断して適切に放送しなおす事は重要である。本稿では、後続報を活用して適切に放送しなおすための具体的な実現方法として、予想震度と推定マグニチュードの2つの放送制御マトリクスを提案した。次いで、緊急地震速報の放送開始条件についての現状と課題を示して、それに対する改善案を提示した。ここでは、通常の地震における放送開始条件として、気象庁の警報発表基準に準じて設定した場合は、実際の強い揺れの地域だけでなく、その周辺の広い範囲に過剰な放送をして

しまう危険性が高いことを示し、その設定の修正案を提案し、その効果を検証した。また、巨大地震の場合の放送開始条件を追加する事を提案し、その具体的な放送開始条件を提案して有効性を検証した。ただし現時点では、緊急地震速報の推定マグニチュードが非常に過大になることがあるという問題が存在するために、巨大地震の場合の放送開始条件については暫定的なものとして提案するにとどまっている。最後に、提案した方法を実装した緊急地震速報の放送装置を開発し、学内の多くの既存放送設備において利用可能にした。本装置は、最近になって、学内の本郷、駒場 I、白金の3つのキャンパスの6つの構内放送設備に設置されて運用開始されており、今後学内の残りの地域にも利用を拡大することが予定されている。設置された部局等では、本装置の防災訓練での活用が進められている。

謝辞

本研究は、総合防災情報研究センター（CIDIR、田中淳センター長）の特別教育研究経費「災害緊急情報を活用した大学防災情報システムの開発」（2010年度から5年間）の研究プロジェクトの一部として実施された。CIDIRの田中淳センター長、古村孝志教授、目黒公郎教授、大原美保准教授、そして、地引泰人特任助教（現東北大学特任助教）には、本研究の実施に際して多大な協力と支援を頂いた。緊急地震速報の放送装置の開発に際しては、株式会社ソフトテックスの石黒佳彦氏と上松孝史氏にお世話になった。また、地震研の緊急地震速報の受信と配信のソフトウェア開発では、株式会社aLabの荒木正之氏にお世話になった。開発した緊急地震速報の放送装置の最初の接続試験と学内展開には、本部の環境安全本部や施設部の方々の多大な協力を頂いた。特に環境安全本部の中平牧

也本部環境安全課長や施設部保全課の有村義幸副課長には、本部や駒場、柏、白金などへの緊急地震速報装置の導入を勧めて頂き、打合せの設定や同席をして頂いた。理学部技術室の八幡和志氏と理学部環境安全管理室の吉田和行氏、工学部環境安全管理室の茂木俊夫准教授、医科研管理課施設チームの百百英樹氏、教養学部経理課施設係の伊藤千尋氏、ならびに、各部局のご関係の皆様には、各部局への緊急地震速報の放送装置の導入と設置を進めて頂いた。最後に、地震研地震火山情報センター長の佐竹健治教授は、我々の活動を支援して頂いた。皆様に深く感謝する次第である。

参考文献

気象庁(2007)「緊急地震速報のしくみと予報・警報」、気象庁、

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/eew_naiyou.html

気象庁(2008)「推計震度分布図の迅速な発表について」、気象庁報道発表資料、平成20年1月10日

気象庁(2011)「緊急地震速報を適切に利用するために必要な受信端末の機能及び配信能力に関するガイドライン」、気象庁報道発表資料、平成23年4月22日

緊急地震速報利用者協議会(2007)「緊急地震速報の受信時の報知音の音源提供について」、緊急地震速報利用者協議会、平成19年10月、http://www.eewrk.org/eewrk_hochi-on/eewrk_hochi-on.html

久保智弘・久田嘉章・堀内茂木・山本俊六(2009)「緊急地震速報を活用した長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御への適用」、日本地震工学会論文集 第9巻、第2号(特集号) p.31-50

座間信作・西晴樹・山田寛・廣川幹浩・遠藤真(2011)「緊急地震速報に基づくリアルタイムスロッシング予測」、消防防災研究講演会資料、消防庁消防大学校消防研究センター、平成23年1月28日、p.25-33

JEITA(2011)「緊急地震速報に対応した非常用放送設備に関するガイドライン」、一般社団法人 電子情報技術産業協会 社会システム事業委員会 非常用放送設備専門委員会、平成23年4月

鷹野澄(2011a)「緊急地震速報・津波警報-防災情報はどう伝わったか」、情報処理, 52, 9, 1086-1087, 2011.

鷹野澄(2011b)「緊急地震速報の現状と減災への活用の課題」、安全工学, 50, 6, 488-494, 2011

鷹野澄・鶴岡弘・石黒佳彦(2012)「緊急地震速報はどのように放送すべきか - 後続報を活かした自動放送設備の開発 -」、日本災害情報学会第14回大会、A-6-6、2012年10月28日

鷹野澄・鶴岡弘・石黒佳彦(2013)「緊急地震速報はどのように放送すべきか(2) - 構内放送の開始条件はどうあるべきか -」、日本災害情報学会15回大会、A-6-3、2013年10月27日

付録1 予想震度による放送制御マトリクス (全体) その1/2

予想震度	受信した情報が以下の予想震度になったとき												
	0(0.5未満)	1(0.5~1.4)	2(1.5~2.4)	3(2.5~3.4)		4(3.5~4.4)		5弱(4.5~4.9)	5強(5.0~5.4)	6弱(5.5~5.9)	6強(6.0~6.4)	7(6.5以上)	
状態	放送ON(注1) ⇒①			放送ON(注1) ⇒① 「※1(緊急)」 「※2(地震)」 「★3(注意)」 ⇒③		放送ON(注1) ⇒① 「※1(緊急)」 「※2(地震)」 「★3(注意)」 ⇒④		放送ON(注1) ⇒① 「※1(緊急)」 「※2(地震)」 「★3(注意)」 ⇒⑤A		放送ON(注1) ⇒① 「※1(緊急)」 「※2(地震)」 「★3(注意)」 ⇒⑥A		放送ON(注1) ⇒① 「※1(緊急)」 「※2(地震)」 「★3(注意)」 ⇒⑦	
① 平常時	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
② 放送ON済	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
③ 放送中震度2以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
④ 放送中震度3	「ピンポン」 「予想震度が1以下に訂正されました。」 ⇒②	「ピンポン」 「予想震度が1以下に訂正されました。」 ⇒②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑤A 放送中震度5弱	「ピンポン」 「予想震度が2以下に訂正されました。」 ⇒②	「ピンポン」 「予想震度が2以下に訂正されました。」 ⇒②	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑥A 放送中震度6弱	「ピンポン」 「予想震度は3」 ⇒③	「ピンポン」 「予想震度は3」 ⇒③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑦ 放送中震度7	「ピンポン」 「予想震度は4」 ⇒④	「ピンポン」 「予想震度は4」 ⇒④	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注1 予想震度2以上(設定変更可能)の場合は、放送設備の電源をONにする。
 ※1(緊急) 気象庁が当該地域に警報を出している時のみ「緊急地震速報」を放送する。ただし、「地震です」は「緊急地震速報」が放送されたら省略する。
 ※2(地震) マグニチュードによって「地震です」が大地震です」「巨大地震です」と放送する。
 ★3(注意) 主要動到達前は「安全な場所で身を守ってください」と放送し、主要動到達後は「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」と放送する。

付録1 予想震度による放送制御マトリクス (全体) その2/2

イベント	キャンセル観受値	主要動到達までの時間(猶予時間)が予め決めた時間になったとき				
		猶予時間(定時) 10秒又は5秒毎	猶予時間(0秒) 主要動到達	主要動から5秒後	主要動から10秒後	主要動から20秒後、以下10秒毎
① 平常時	-	-	-	-	-	-
② 放送ON済	放送OFF	-	放送OFF	同左	同左	同左
③ 放送中震度2以下	「ピンポン」 「たい風の緊急地震速報は取り消されました。」 放送OFF	-	-	-	-又は ☆4(終了)	-又は ☆4(終了)
④ 放送中震度3	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。 ☆4(終了)	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。 ☆4(終了)
⑤A 放送中震度5弱	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。
⑥A 放送中震度6弱	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。
⑦ 放送中震度7	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「とX秒」 「安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。	「揺れが収まるまで安全な場所で身を守ってください」を放送。

☆4(終了) 主要動からX秒(Xにより決まる値)を経過していた場合で、かつ、最終報が届いている場合は、「放送OFF」する。
 Mの条件 M6.8未満の場合 M7.5未満の場合 M7.5以上の場合
 Xの値 10秒 15秒 20秒

付録2 シグナルボイスに録音された放送音声

ch	時間(s)	音声の内容 (日本語)男性 (英語)女性		備考
		音声の内容		
ch1	3.2	NHK音,NHK音(2回)		頭切れ対策の為、NHK音を2回鳴らす
ch2	1.0	チャイム音		訂正放送の開始音
ch3	1.9	緊急地震速報 (earthquake early warning)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch4	1.0	地震です		英語なし
ch5	1.1	大地震です		英語なし
ch6	1.7	巨大地震です (Giant earthquake)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch7	1.9	あと80秒 (in 80 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch8	1.9	あと30秒 (in 30 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch9	1.9	あと40秒 (in 40 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch10	1.9	あと30秒 (in 30 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch11	1.6	あと20秒		英語なし
ch12	1.9	あと15秒 (in 15 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch13	1.5	あと10秒		英語なし
ch14	1.7	あと5秒 (in 5 seconds)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch15	1.7	予測震度は7		英語なし
ch16	2.1	予測震度は6強		英語なし
ch17	2.1	予測震度は6弱		英語なし
ch18	2.0	予測震度は5強		英語なし
ch19	1.8	予測震度は5弱		英語なし
ch20	1.6	予測震度は4		英語なし
ch21	1.7	予測震度は3		英語なし
ch22	5.6	予測震度が2以下に訂正されました The warning level is lowered		日本語の後に英語で放送
ch23	5.5	予測震度が1以下に訂正されました The warning level is lowered		日本語の後に英語で放送
ch24	3.0	安全な場所で身を守ってください (Protect yourself in a safe place)		日本語(男性)と英語(女性)を同時放送
ch25	8.7	揺れが収まるまで、安全な場所で身を守ってください Protect yourself in a safe place until the shaking stops.		日本語の後に英語で放送
ch26	7.2	ただいまの緊急地震速報は取り消されました The earthquake early warning has now been canceled.		日本語の後に英語で放送
ch27	2.0	無音		
ch28	2.0	無音		装置接続確認等で利用中
ch29	2.0	無音		
ch30	8.3	ただいまより、緊急地震速報の訓練の放送を開始します。(女性) This is a drill for an earthquake early warning		日本語の後に英語で放送
ch31	3.2	NHK音,NHK音(2回)		訓練放送用の音声の場合の例。訓練の場合は、事前にマイクで案内放送するので、訓練開始音声(ch30)は必要とせず、日本語の後に英語が放送されるのみで良い。
	3.6	緊急地震速報 earthquake early warning		
	1.1	大地震です		
	2.1	予測震度は6弱		
	5.4	安全な場所で身を守ってください Protect yourself in a safe place.		
	3.1	あと5秒 in 5 seconds		
	1.9	(pause)		
	5.4	安全な場所で身を守ってください Protect yourself in a safe place.		
	1.0	(pause)		
	8.7	揺れが収まるまで、安全な場所で身を守ってください Protect yourself in a safe place until the shaking stops.		
	約35.5秒			

注: 音声は入替可能。この音声では、主要動到達前に日本語(男性)と英語(女性)が同時放送され、到達後は日本語の後に英語が放送される。なお一部は日本語のみ放送される。



鷹野 澄 (たかの・きよし)

[生年月] 1952年10月15日
 [出身大学または最終学歴] 東京大学大学院工学系研究科電子工学専門課程 博士課程修了
 [専攻領域] 地震情報学、地震防災情報システム
 [主たる著書・論文] (3本まで、タイトル・発行誌名あるいは発行機関名)
 石田晴久・鷹野澄、OS/2(OSシリーズ5)、共立出版、1990
 鷹野澄、地震災害軽減を目指したセンサネットワークIT強震計による取り組みについて一、電子情報通信学会誌、92、3、209-217、2009。
 鷹野澄、緊急地震速報の現状と減災への活用の課題、安全工学、50、6、488-494、2011
 [所属] 東京大学情報学環
 [所属学会] 災害情報学会、地震学会、情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE、SSA(Seismological Society of America)



鶴岡 弘 (つるおか・ひろし)

[生年月] 1966年10月12日
 [出身大学または最終学歴] 東北大学大学院理学研究科博士課程修了
 [専攻領域] 地震学、地震情報学
 [主たる著書・論文] (3本まで、タイトル・発行誌名あるいは発行機関名)
 CSEP Testing Center and the first results of the earthquake forecast testing experiment in Japan, Earth Planets Space, 64, 8, 661-671, 2012.
 GRiD MT (Grid-based Realtime Determination of Moment Tensors) monitoring the long-period seismic wavefield, Phys. Earth Planet. Inter., 175, 8-16, 2009.
 地震発生における地球潮汐の影響-数値シミュレーションによるアプローチ-, 地球雑誌, 111, 2, 256-267, 2002.
 [所属] 東京大学地震研究所
 [所属学会] 日本地震学会、災害情報学会、情報処理学会

How Should We Broadcast Earthquake Early Warnings? : Study of the Method of Utilizing Subsequent Information and Broadcast Start Conditions, and Development of the Broadcasting Equipment Using Them

Kiyoshi Takano* and Hiroshi Tsuruoka**

Abstract

In this paper, we will discuss how to broadcast earthquake early warning in case of such as in-site broadcasting systems on the basis of remorse of unsuccessful information transmission at the time of the 2011 Tohoku Earthquake. In particular, because there may be included important information such as the occurrence of great earthquake or the correction of warning issued earlier in the subsequent information after the alarm was broadcasted, it is important to re-broadcast appropriately these information in automatically from these subsequent information. In this paper, we have proposed two broadcasting control matrices of the estimated seismic intensity and the estimated earthquake magnitude, as the specific implementation method for re-broadcasting properly with the help of the subsequent information. Then, we have described the current status and problems for the broadcast start conditions of earthquake early warning, and presented ways to improve it. Here, if the broadcast start condition for the normal earthquake was set in accordance with the alarm presentation criteria of JMA, we have described the high risk resulting in excessive broadcast not only for the region of the strong shaking but also for the wide area of surrounding and proposed the amendment of the setting and verified the effect. Further, we have proposed to add the broadcast start condition for the great earthquake, and proposed specific condition and verified its validity. However, because there exist the problem that the estimated magnitude of earthquake early warning sometimes becomes too excessive, the broadcast start condition for the great earthquake was proposed as a tentative here. Finally, we have developed the broadcasting equipment of earthquake early warning which was

* CIDIR of the Interfaculty Initiative in Information Studies, the University of Tokyo

** EIC of the Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Key Words : Earthquake Early Warnings, Automatic Broadcasting Equipment, Great earthquake, Subsequent Information, Broadcast Start Conditions.

implemented our proposed method, and it is available for many existing broadcasting facilities on our university campus. Recently, our equipments were installed and start to operation at six broadcast facilities of three campuses Hongo, Komaba I and Shirogane. And it is planned to expand the use of our equipments in the remaining area of our university campus. In the departments installed our equipment, it has been also promoted to use it in the disaster drill.