

緊急地震速報はどのように放送すべきか ～その放送で巨大地震の発生は伝えられるのか？～

東京大学情報学環総合防災情報研究センター 鷹野澄

1. はじめに

緊急地震速報が一般提供される前年の2006年に公開された映画「日本沈没」の中に、巨大地震の発生を「マグニチュードは7…7.4…なおも増大中」と伝える大変緊迫したシーンがある。この映画を監修した地震学者が、巨大地震のときの緊急地震速報の出方を予想して映画に取り入れられたものである。今回の東北地方太平洋沖地震(M9.0)の緊急地震速報の情報の出方は、まさにそのようなものであった。しかしそれが、映画のように巨大地震の発生を伝える緊迫した情報として伝えられて活用されることはなかった。ここでは地震学者がイメージした通りの情報が出たにもかかわらず、なぜそれが伝えられず活用されなかったのか、今後発生が予想される巨大地震に対しては、どのように伝えるべきかを、実際に装置開発を行って提案する。

2. 巨大地震の緊急地震速報の発表内容とその伝達・活用の現状

東北地方太平洋沖地震の際の緊急地震速報の第1報は地震検知から5.4秒後でM4.3、最大予想震度1であったが、その後徐々に大きくなって8.6秒後の第4報でM7.2、最大予想震度5弱に成長し、東北地方の宮城県、岩手県、福島県、山形県に警報が出されNHKテレビで全国放送された。この時点の緊急地震速報は、想定宮城県沖地震(M7.5前後、30年以内発生確率99%)の発生を示唆していた。しかし、その後の緊急地震速報はそれにとどまらず、第9報の22.2秒後にM7.6、第10報の30.0秒後にM7.7へと成長し、さらに第12報の65.1秒後にM7.9、第13報の85秒後にM8.0、第14報の105秒後にM8.1へと成長し続けた(図1)。これは地震学者が予想していた巨大地震の時の緊急地震速報の出方そのものであり、想定されていた宮城県沖地震を上回るM8クラスかそれ以上の巨大地震が発生したことを告げていた。しかしながら、このような緊迫した状況が、気象庁や放送局から伝えられることはなかった。テレビでは緊急地震速報の「警報」のみが伝えられ、想定宮城県沖地震を上回る「巨大地震が発生した」ことは伝えられなかった。気象庁でも、緊急地震速報の直後に発表され津波予測に利用された地震の規模は、緊急地震速報の情報を下回るM7.9であった。

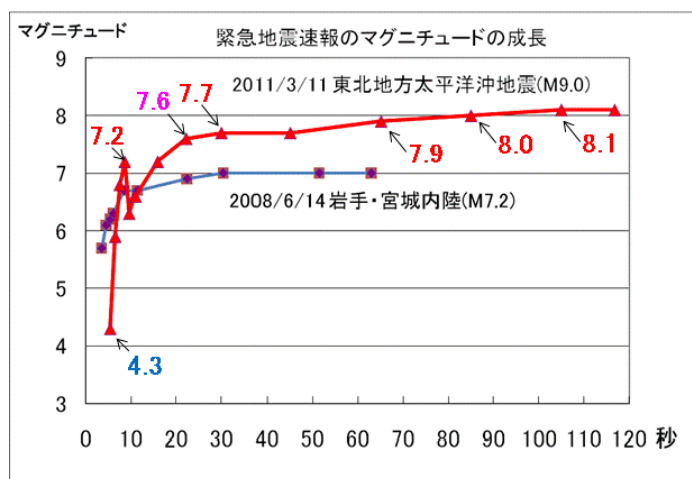


図1 東北地方太平洋沖地震 M9.0 の緊急地震速報

3. 一般向け緊急地震速報（警報）の弊害

地震学者がイメージした通りの情報が出たにもかかわらず、なぜそれが伝えられず活用されなかったのだろうか？それは、現在の一般向け緊急地震速報（警報）の発表が、「予想震度が5弱以上になった時に警報として原則1回だけ発表する」（気象庁）とされたためである。この結果、緊急地震速報は単に「警報を出すこと」にのみに利用されるようになり、本来の「時々刻々新しい情報が出される」という特徴は顧みられなくなってしまった。確かに緊急地震速報で「警報」を発することは重要であるが、その結果「警報を出したら役割は終わり」と単純化されてしまって、警報を出した後の後続の情報が活用されなくなってしまったの

である。これが「後続の情報を利用して巨大地震の発生を伝える」ことができなかつた最大の理由である。

4. 巨大地震であることを伝えることの重要性

緊急地震速報の警報は、大地震でも巨大地震でも、断層破壊がある程度進行してマグニチュード6～7クラスになり予想震度が5弱を超えると出されるため、警報が出された時点では大地震か巨大地震かはわからない。巨大地震の場合、最初の警報は常に過小評価となるのである。これは地震学者には常識だが一般には知られていない。我々はこれを広く周知させて、警報が出た後も後続の情報に注意させ、もし地震規模がさらに大きくなるなら、「巨大地震の発生」を追加で伝えて想定外の事態に備えるように促す必要がある。

この後続の情報の活用については、平成23年4月に発表された気象庁のガイドラインでは「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」ことは推奨している。しかし地震の規模が大きくなり巨大地震に成長した場合については考慮されていない。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」では、後続の情報による発表の変更については記述がない。このように、現状の自動放送等では、「後続の情報を活用して巨大地震の発生を伝える」ことの重要性はほとんど考慮されていない。

5. 自動放送における後続の情報の活用方法

そこで我々は後続の情報をいかにして自動放送等において活用するべきかを、実際に放送設備の開発を通じて検討した。まず、一度警報を発表したあとの予想震度の変更に対しては、以下のような発表とした。

- (1) 予想震度が大きくなった場合は、即時に新しい予想震度を発表する。
- (2) 逆に予想震度が気象庁震度階で2または3ランク以上下がった場合は訂正発表を行う。

具体的には、以下のような状態遷移マトリクスを作成してソフトウェアで発表内容を制御している。

表—1 緊急地震速報放送マトリクスの例（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 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 下に訂正	震度2以下 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 下に訂正	震度2以下 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 下に訂正	震度2以下 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 下に訂正	震度2以下 下に訂正	震度3 放送	震度4 放送	—	—	—(※)	震度6強 即時放送

マトリクスの各行は、それぞれ現在どのような発表をしているかの「状態」を示し、各列は、後続の情報により推定される「新たな予想震度（計測震度）」を示す。たとえば、現在「震度5弱」と放送中（上から3行目）の場合は、後続の情報の予想震度が3.4以下の場合は訂正放送を行い、5.0以上の場合（もし以前の情報の発表中であつたなら、それらを中断して）即時に新たな予想震度を放送する。

次に、地震の規模の変化に対しては、以下のような発表とした。

- (3) 地震の規模が大きくなった場合には、規模に応じて「大地震です」、「巨大地震です」と伝える。

具体的には、震源のマグニチュードのレベルを「地震」、「大地震」、「巨大地震」の3段階に分けて、後続の情報でマグニチュードのレベルが上がった場合には、それを追加で発表することにした。なお、緊急地震速報のような短時間の観測波形でM8以上のマグニチュードを推定することは困難と考え、ここではM6.8～7.4で「大地震です」、M7.5以上で「巨大地震です」と発表することにした。現システムでは「巨大地震です」は連呼されないが、これを連呼して巨大地震の緊迫感を伝えるという工夫も考えられ、検討したい。

6. 自動放送設備等の放送開始条件の追加（巨大地震モード）

東北地方太平洋沖地震の際は、実際に震度5弱以上となった東京、埼玉、千葉などの広い地域で、強い揺れが届く前まで、緊急地震速報の予想震度は3のままであった。緊急地震速報の予想震度は、巨大地震の場合は、断層からの距離が適切に評価できなかつたり、断層破壊進行方向の強い揺れなどが適切に推定できないために、広い地域で過小評価となる。このため巨大地震の場合は、気象庁の緊急地震速報（警報）が出された地域に加えて、周辺の地域でも以下の「巨大地震モード」条件を満たす場合は放送開始することにした。

地震のマグニチュードがM7.0～7.5以上(※)となった場合は、予想震度3以上(※)でも放送開始。

なお巨大地震の場合の予想震度「震度3」は過小評価されているので放送しないことにした。また(※)は設定で変更可能であるが、巨大地震に成長する前に早めに放送開始できるようにM7.0から設定可能とした。

7. 学内の多くの放送設備で共通に利用可能な緊急地震速報放送設備の開発と学内展開の状況

上記の巨大地震対応の機能を有する緊急地震速報の放送設備を開発して学内で利用可能にした。図2は、その概要を示したものである。これまでに理学部、地震研で（今月から東大本部でも）利用されている。

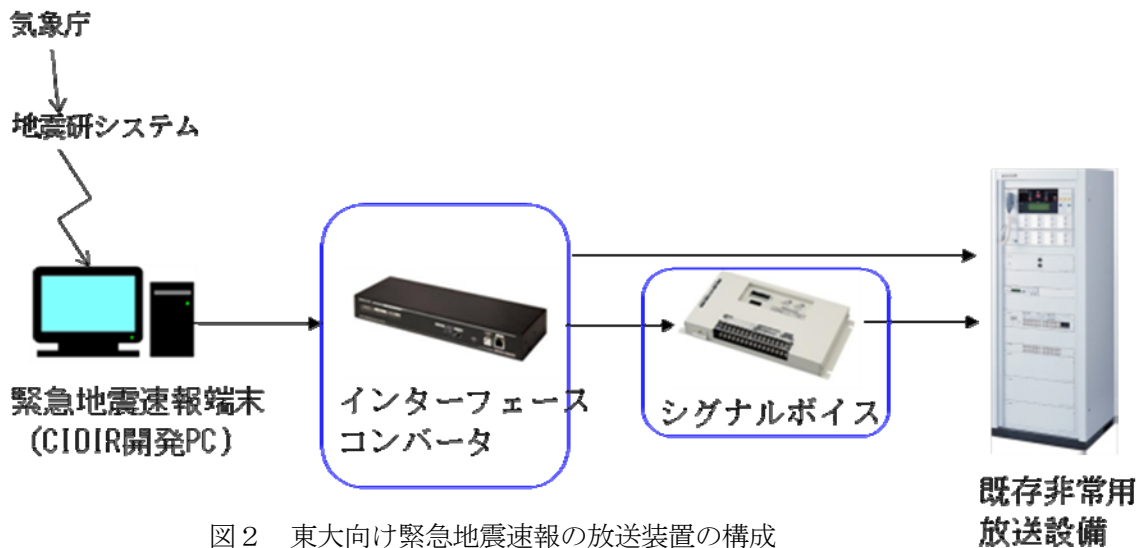


図2 東大向け緊急地震速報の放送装置の構成

8. 放送例（柏キャンパスでの3.11の放送をシミュレーション）

表-2は、東北地方太平洋沖地震の際の緊急地震速報をもとに、東大の柏キャンパスでこれを受信した場合にどのような放送が流れるかをシミュレーションしたものである。

表-2 放送例（柏キャンパスでの3.11の放送のシミュレーション）

◆第4報 (M7.2、猶予時間 54.7 秒) 予想震度 3	※巨大地震モードで放送開始
(NHK 音) [大地震です] [安全な場所で身を守って下さい]	
(4 秒後) [あと50秒] [安全な場所で身を守って下さい]	
◆第9報 (M7.6、猶予時間 42.0 秒) 予想震度 3	※地震が巨大地震となったことを放送

(NHK 音) [巨大地震です][安全な場所で身を守ってください]
 (2 秒後) [あと 40 秒][安全な場所で身を守ってください]
 [あと 30 秒][安全な場所で身を守ってください]
 :
 (主要動到達後) [揺れが収まるまで、安全な場所で身を守ってください]
 :

ここでは、第 4 報で予想震度 3 以上かつ M7.0 以上の放送開始条件で放送が流れて、その後第 9 報で M7.5 以上となったときに、改めて「巨大地震です」と放送されて巨大地震の発生を伝えることが確認できた。猶予時間はこの時点でもまだなお 42 秒ある（猶予時間の放送は 10 秒ごと（15 秒以内は 5 秒ごと）に流れる）。

9. 2012/12/7 三陸沖 (M7.4、最大震度 5 弱) の緊急地震速報

本設備を導入して初めて、2012/12/7 三陸沖 (M7.4) の地震の際に放送が流れた。このときの緊急地震速報のマグニチュードの発表状況を図 3 に示す。地震検知後 3.3 秒には M6.6 であったがその後 6.6 秒後に M7.8 と急速に大きくなり、東北北部から北関東の広いエリアに緊急地震速報（警報）が発表された。警報が出された後も 14 秒後にはさらに M8.0 に成長しその後、49.5 秒後に M7.3 に規模が下方修正されるまでの間、東北地方太平洋沖地震 (M9.0) に匹敵するとも劣らない超巨大地震の発生が伝えられていた。本設備が置かれた本郷キャンパスは気象庁の警報エリア外であったが、巨大地震モードの放送開始条件（予想震度 3 かつ M7.0 以上）により、「巨大地震です」[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。その後 M7.3 と下方修正されたが放送は継続され訂正放送はされなかった。実際に観測された震度は 3 であり、結果的に過剰な放送になってしまった。下方修正されたときに適切に訂正放送できなかった点については、まだ改善の余地がある。一方、今回は図 3 のように、地震検知後 6.6 秒で M7.8、14 秒で M8.0 が出されたが、地震学的には「M8 の断層破壊に要する時間は 30 ～60 秒で M8 が確定するまでは 30 秒以上が必要」（菊地, 2003）と言われており、はたしてこのような短い地震波形で M7.8 や M8.0 が出しようのものであるか詳しく精査する必要があるだろう。実際、巨大地震でもないのにたやすく M8 が出されるならば、その情報の活用は極めて困難となる。

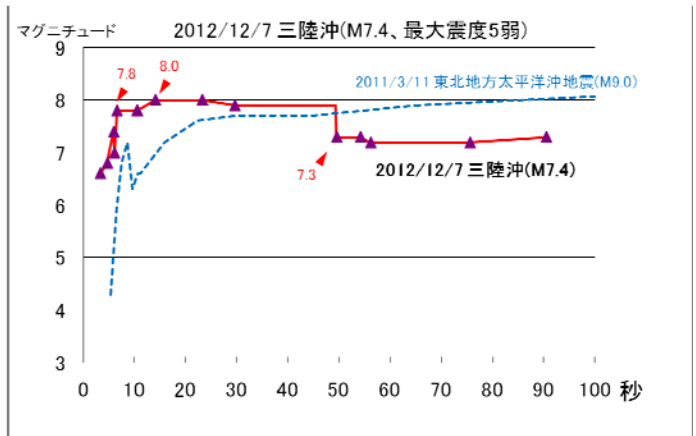


図 3 2012/12/7 三陸沖 M7.4 の緊急地震速報

10. おわりに

地震学者のイメージする巨大地震の緊急地震速報の発表内容をベースとして、2011 年度に上記の緊急地震速報の放送装置のハードウェアとソフトウェアの開発を行った。その後、過去の緊急地震速報のデータをもとに、どのような放送がされるかを確認するための試験装置を開発してシミュレーションして発表内容の改善を行い、本学の放送設備への導入を開始した。2012/12/7 三陸沖 (M7.4) の地震では、東北地方太平洋沖地震 (M9.0) に匹敵する巨大地震の発生が緊急地震速報によって伝えられ、本装置が設置された本郷キャンパスの建物では、気象庁の警報域外であったが適切に放送開始ができた。しかし、その後の緊急地震速報の下方修正の情報に対しては、過剰放送の適切な訂正放送という点で課題が残った。

参考文献

- 1) 鷹野・鶴岡・石黒 2004、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～、災害情報学会大会、2004.10