



第1章 緊急地震速報とは

1.1 緊急地震速報の仕組み

<震源由来 (従来手法)>

地震が発生すると初期微動のP波と主要動のS波が同時に発生しますが、速度の速いP波（約7 km/s）はS波（約4 km/s）より早く伝わります。震源に近い地震計でP波を観測するとすぐにそのデータが気象庁に送られ、震源の位置や地震の規模（マグニチュード）を推定し、この解析結果から各地での主要動の到達時刻と震度を予想します。

< PLUM*法 >

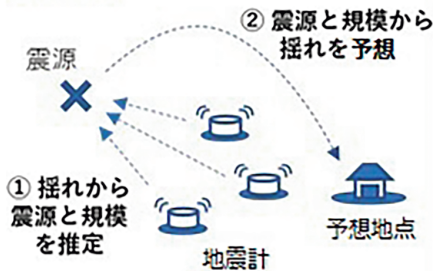
地震計が揺れを観測すると、すぐに揺れの大きさが気象庁に送られ、この解析結果から周囲の震度を予想します。

※ プラム法：Propagation of Local Undamped Motion の略（波面伝播非減衰震度の予測手法）

気象庁からは、震源由来（従来手法）と PLUM 法の予想を統合して緊急地震速報が発表されます。発表された情報伝達の速度が地震波の伝わる速度より早く、その差を利用して大きな揺れを伴う主要動が到達する前に、可能な限り早く知らせる情報が緊急地震速報です。

<長周期地震動>（第2章に詳しく記述します。）

従来手法



PLUM法

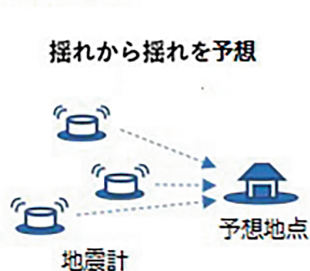


図1 揺れを予想する手法（気象庁提供）

1.2 地震観測網と発表方法

緊急地震速報は、気象庁の地震計（全国約270箇所）に加え、国立研究開発法人 防災科学技術研究所の海底地震計を含む地震観測網（全国約1,000箇所）の情報を解析して、予測された最大震度等が予め決められた基準以上となった地震に対して発表されます。さらに、平成30年3月22日に導入されたPLUM法では、気象庁の震度計約660箇所を使用して強い揺れの観測に基づいた予測を行い、これらの予想を統合して発表されます。

地震発生後、時間の経過とともに、より多くの地震計の観測データが利用できるので予測精度は高くなりますが、主要動到達までの猶予時間は少なくなります。

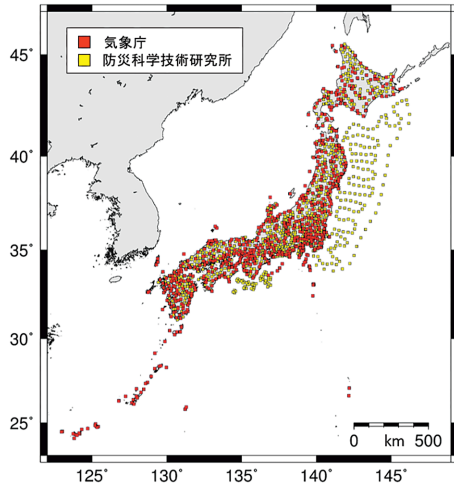


図2 緊急地震速報に活用している観測点（令和4年4月1日現在）（気象庁提供）

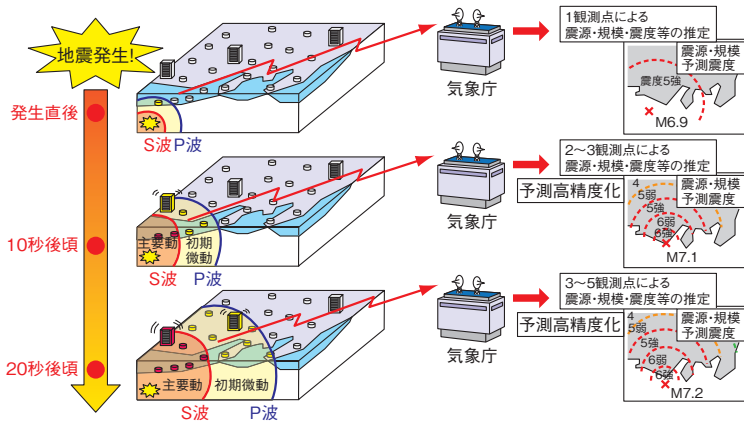


図3 時間経過と緊急地震速報（気象庁提供）

1.3 緊急地震速報（警報）と緊急地震速報（予報）

緊急地震速報には、緊急地震速報（警報）と緊急地震速報（予報）があります。

緊急地震速報（警報）は、強い揺れが予想される地域に対し重大な災害が起こるおそれのある旨を警告して発表します。NHK などテレビやラジオ、J-ARERT を用いた防災行政無線による放送、携帯電話などを通じて伝えられます。（気象業務法によりテレビ放送などで伝達することが定められています）

緊急地震速報（予報）は、機器制御などへの活用のほか、各家庭用の端末などで受信地点の予測震度、長周期地震動階級や主要動到達予想時刻などを表示する等にも利用されています。

表 1 気象庁の緊急地震速報（警報）と緊急地震速報（予報）の発表条件等

	緊急地震速報（警報）	緊急地震速報（予報）
条件	2点以上の地震観測点で地震波が観測され、最大震度5弱以上または長周期地震動階級3以上の揺れが予想されたとき	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1点の地震計でも強い揺れを検知したとき ・ 最大予想震度が3以上、また最大長周期地震動階級が1以上またはマグニチュードの推定値が3.5以上のとき
内容	地震の発生時刻、震源位置、震度4以上または長周期地震動階級3以上が予想される地域名	地震の発生時刻、震源位置、マグニチュードの推定値
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地震が到達するまでの時間は伝達されない。 ・ 震度3以下または長周期地震動階級が2以下と予想されていた地域が、新しい解析で震度5弱以上または長周期地震動階級3以上となった場合、新たに震度4以上または長周期地震動階級3以上となった地域名が追加発表される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震源要素が変化した場合などに、次々と更新情報が発表される。 ・ 1点の観測点のみの処理結果によって緊急地震速報を発表した後、所定の時間が経過しても2点目の観測点に地震の揺れが到達しない場合はノイズと判断し、発表から数秒～数10秒程度でキャンセル報が発表される。 ・ 予報と同時に観測点の現在の揺れの強さ（リアルタイム震度）も発表される。

なお、震度6弱以上、あるいは長周期地震動階級4の揺れが予想される場合を「特別警報」と呼びますが通常の警報と区別せず発表されます。

1.4 緊急地震速報の予報業務許可

気象庁が発表する緊急地震速報（予報）を用いて、任意の地点の予測震度、長周期地震動階級や主要動到達予想時刻などの情報を提供する場合には、気象庁長官から地震動に関する予報業務許可を得る必要があります。

地震動の予報には表2のとおり3種類があり、予報業務許可はそれぞれに対して必要となります。

表2 予報業務許可の区分

区分	予想項目	解 説
震源由来震度 (従来手法)	震度、 到達時刻	気象庁が発表する震源情報から、特定の地点の震度と到達時刻を予報します。
波面伝播 非減衰震度 (PLUM法)	震度	気象庁が提供する観測点の揺れの大きさの情報等 [※] から、直接周辺の地点の揺れの大きさを予報します。この手法を使うには、気象庁から発表される「リアルタイム震度電文」が必要です。 ※不特定多数の人に知らせる以外の目的では、事業者独自の観測情報を用いることが許可されている場合もあります。
長周期 地震動階級等 (注)	長周期地 震動階級、 周期別階 級など	気象庁が発表する震源情報から、特定の地点の長周期地震動階級、長周期地震動の周期別階級、任意の周期の絶対速度応答スペクトルの値など、長周期地震動に関する指標を予報します。

(注)「長周期地震動」については、第2章に詳しく記述しています。

予報業務許可事業者は、上記3種類のいずれか（複数も可）の許可を取得して予報業務を行います。気象庁の「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【令和6年3月28日一部改正】」では、震度の予想手法として従来法と PLUM 法の両方の機能を有するものを推奨しています。

許可された手法によって予報できる内容が異なりますので、端末を利用する方は、事業者が取得している予報業務許可区分を十分確認してください。

1.5 実際の事例（平成23年3月11日東北地方太平洋沖地震）

平成23年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震とその余震により「緊急地震速報（警報）」（平成23年4月11日までの1ヶ月で53回発表）が多くの人々に知られるようになりました。気象庁が発表した、東北地方太平洋沖地震における緊急地震速報（予報）の発表状況は表3のとおりでした。

表3 東北地方太平洋沖地震に伴い発表された緊急地震速報（予報）

提供時刻等		地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素等			
			北緯	東経	深さ	マグニチュード
地震波検知時刻	14時46分40.2秒	—	—	—	—	—
1	14時46分45.6秒	5.4	38.2	142.7	10km	4.3
2	14時46分46.7秒	6.5	38.2	142.7	10km	5.9
3	14時46分47.7秒	7.5	38.2	142.7	10km	6.8
4	14時46分48.8秒	8.6	38.2	142.7	10km	7.2
5	14時46分49.8秒	9.6	38.2	142.7	10km	6.3
6	14時46分50.9秒	10.7	38.2	142.7	10km	6.6
7	14時46分51.2秒	11.0	38.2	142.7	10km	6.6
8	14時46分56.1秒	15.9	38.1	142.9	10km	7.2
9	14時47分02.4秒	22.2	38.1	142.9	10km	7.6
10	14時47分10.2秒	30.0	38.1	142.9	10km	7.7
11	14時47分25.2秒	45.0	38.1	142.9	10km	7.7
12	14時47分45.3秒	65.1	38.1	142.9	10km	7.9
13	14時48分05.2秒	85.0	38.1	142.9	10km	8
14	14時48分25.2秒	105.0	38.1	142.9	10km	8.1
15	14時48分37.0秒	116.8	38.1	142.9	10km	8.1

（気象庁ホームページより）

第1報は、石巻（地震観測点）でP波が検知された5.4秒後に発表され、主要動（S波）が陸域に達する5秒前でした（図4）。第2報以降、マグニチュードは徐々に大きくなり、地震波検知の8.6秒後にマグニチュード7.2、最大予想震度が「4から5弱程度」となり、緊急地震速報（警報）と緊急地震速報（予報）の第4報（第1報から3.2秒後）が発表されました。

これは太平洋岸に主要動が到達する数秒前で、仙台では約16秒、東京では63秒の猶予時間（緊急地震速報（予報）第4報発表時刻と主要動到達時刻の差）があり、緊急地震速報の有効性が示されました。

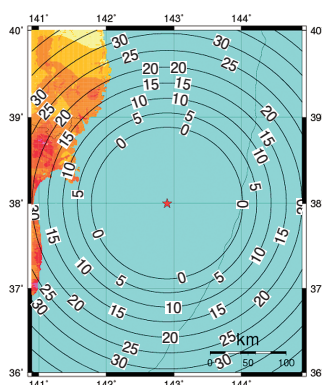


図4 緊急地震速報（予報）の発表から主要動の到着までの猶予時間（平成23年3月11日東北地方太平洋沖地震）（気象庁提供）

1.6 緊急地震速報（予報）を利用するメリット

緊急地震速報（予報）を利用すると、多くの場合、発生した地震による予想震度や猶予時間を緊急地震速報（警報）よりも早く知ることができます。

緊急地震速報（予報）を利用すると、地域単位で出される警報とは異なり、設定された緯度経度から算出されるピンポイントの予想震度と猶予時間（秒数）がわかります。

過去の地震（平成19年10月～平成30年7月）のうち、観測された最大震度が4以上の約140事例について、緊急地震速報（予報）の第1報と緊急地震速報（警報）が発表されるまでの時間を図5に示します。

緊急地震速報（予報）の第1報は、半数以上が3秒程度で発表されていますが、緊急地震速報（警報）は多くの場合、3秒から10秒程度かかっています。

また、緊急地震速報（予報）の第1報、及び緊急地震速報（警報）が発表されるまでの平均時間は、表4のとおりで、予報の第1報は警報より、平均して約7秒早く発表されています。

緊急地震速報（予報）は、1つの地震につき平均10報ほど発表されており、刻々と多くの地震計の観測データが反映されて、精度が高まってきます。予想される震度がさらに大きくなっていくのか、あるいは、ある時点で一定の大きさに留まるのかを把握することもでき、安心情報としても利用することができます。

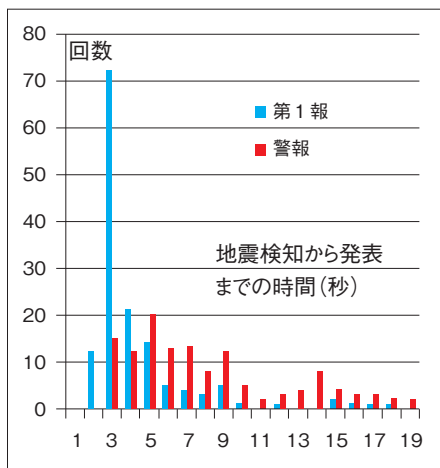


図5 地震検知から緊急地震速報発表までの時間（気象庁提供）

表4 地震検知から緊急地震速報発表まで平均時間（気象庁提供）

	予報（第1報）	警報
発表までの時間	5.5秒	12.1秒

1.7 緊急地震速報の効果

平成28年4月の熊本地震の際、震度5弱以上を観測した市町村にいた20歳以上の方に、「緊急地震速報の効果があったかどうか」聞いたところ、つぎのような結果でした。

「緊急地震速報を聞いて、体感していた揺れが地震であることがわかった」「揺れに対する心構えができた」の回答が5割前後で、また、1～2割の方が「自分自身」や「身近な人」の身を守るなどの被害を軽減する行動をとっており、身を守るための行動への今後の活用が期待できます。

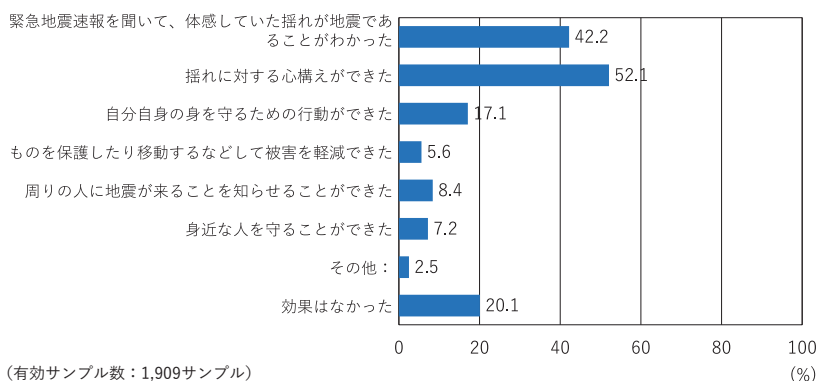


図6 緊急地震速報の効果アンケート（気象庁提供）

1.8 利用上の注意点

緊急地震速報は、実際に地震が発生し、それを観測した結果に基づく情報であり、地震予知ではありません。このため、緊急地震速報を受信してから揺れが到達するまでの時間は数秒から数十秒と短いので、わずかな時間で行動がとれるよう、常日頃から緊急地震速報を見聞きしたときにどのような対応するかを定め、定期的に訓練をすることが重要です。（18ページ「ピクトグラム」も参照ください。）

緊急地震速報は、技術的限界のため100%の予測精度を保証しているものではありません。また、原理的な限界により内陸の浅い場所で地震が発生した場合、震源に近い場所では発表が間に合いません。仕組みをしっかり理解した上で、必ず身の安全を確保する行動が大切です。

1.9 緊急地震速報のさらなる改善

平成19年10月、気象庁は緊急地震速報の一般提供をはじめました。この一般提供から10余年が経ち、誰もがいつでも緊急地震速報を容易に受信できる時代になりました。

この間に緊急地震速報は予報を含めて1万回以上も発表され、概ね80%の精度で揺れを予測しています。

気象庁では地震計ノイズや同時に発生した地震、また巨大地震時などで明らかになった課題について改善を図り、緊急地震速報の更なる精度向上を目指しています。

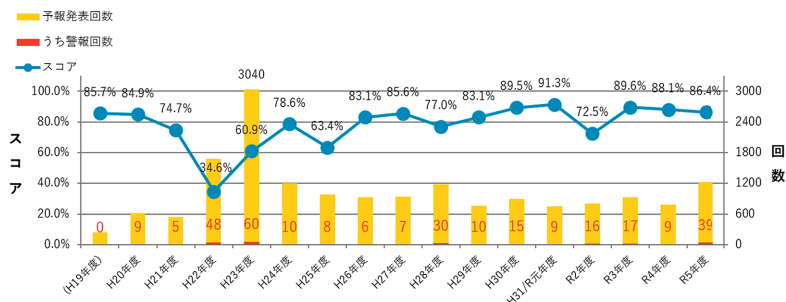


図7 緊急地震速報の発表回数と精度（震度4以上 ±1以内）（気象庁提供）

・災害に強い地震監視網

災害による停電や通信回線障害対策としての長時間バッテリーの導入、衛星回線によるデータ収集の改善

・地震の規模を実際より大きく予測する問題への対応

複数地震同時発生時における地震の識別・分離処理の精度向上（IPF法）

・巨大地震が発生した際に過小な揺れを予測する問題への対応

揺れの大きさから周囲の揺れを予測する新たな予測手法の組み入れ（PLUM法）

・より早く発表するための対応

他の機関の海底地震計の観測データの取り入れ拡大、震度計の観測情報により震源が確定する前に発表する予測手法の組み入れ

表5 緊急地震速報のこれまでの主な改善

平成19年10月1日	一般提供開始
平成21年～22年度	雷対策を実施(センサー部でA/D変換を実施する改修、耐雷トランス設置)
平成23年3月11日	平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震
平成23年3月16日	同時多発時の同一地震判定改善のため、判定対象観測点を半径350km以内から150km以内に変更
平成23年～24年度	観測点欠測対策を実施(予備電源72時間対応、バックアップ衛星回線整備)
平成27年3月31日	新たな観測データ(DONET、KiK-net、多機能型地震計)の活用開始
平成28年4月14日～	平成28年(2016年)熊本地震
平成28年12月14日	IPF法を導入
平成30年3月22日	PLUM法を導入
令和元年6月27日	新たな観測データ(DONET(既に一部データ活用済み)、S-net)の活用開始
令和5年2月1日	長周期地震動階級の予測情報の追加(令和2年9月には予報業務許可による発表開始)
令和5年9月26日	震源推定手法のIPF法への一本化
令和6年1月1日	令和6年能登半島地震

< IPF法 >

ほぼ同時に発生した複数の地震を高い精度で分離・識別できるIPF法が平成28年12月14日から導入されました。IPF法の導入により、より正しい震源位置及び規模が求められるようになり、小さな地震の規模を過大に予測してしまう課題に対応しています。また、利用する観測データに応じた複数の震源推定手法がIPF法導入後も併用されていましたが、令和5年9月26日からは、すべての観測データを改良したIPF法で処理することで、同時に発生した複数の地震の判別を精度よく行えるようにしています。

< PLUM法 >

震源域の大きさが百kmを超えるような巨大地震が発生した際でも精度良く震度が求められる新しい手法です。「予測地点の付近の地震計で大きな揺れが観測されたら、その予測地点でも同じように大きく揺れる」という考えに基づいています。気象庁では平成30年3月22日から導入され、同年7月からは事業者がPLUM法を用いて予報を行うことが可能になりました。

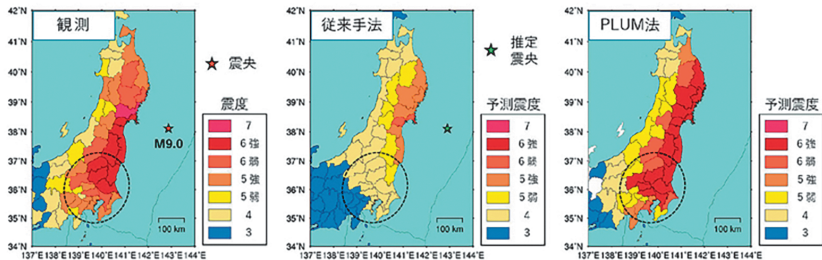


図8 PLUM法による改善事例(東北地方太平洋沖地震)(気象庁提供)