

イ 緊急地震速報

調査の結果	説明図表番号
<p>気象業務法第13条第1項に基づく地震動予報・注意報及び警報は、気象庁予報警報規程（昭和28年運輸省告示第63号）第9条の2第1項に基づき、地震動予報及び注意報については緊急地震速報（予報）の、地震動警報については緊急地震速報（警報）の名称を用いて行うこととされている。</p>	<p>図表1-(1)-イ-①</p>
<p>緊急地震速報は、地震の発生直後に、全国約1,000か所に設置された地震計のうち震源に近いもので捉えた地震の第一波（P波）の観測データを解析して、地震の発生時刻、震源の位置やマグニチュードを直ちに推定し、これに基づいて、全国を約200に区分した地域ごとに主要動（S波）の到達時刻や震度を予測し、発表する地震動の予報・警報である。</p>	<p>図表1-(1)-イ-②</p>
<p>緊急地震速報の発表条件は、警報については、「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弱以上と予想された場合」とされており、予報については、「気象庁の多機能型地震計設置のいずれかの観測点において、P波又はS波の振幅が100ガル(注)以上となった場合又は地震計で観測された地震波を解析した結果、震源、マグニチュード及び各地の予測震度が求まり、そのマグニチュードが3.5以上又は最大予測震度が3以上である場合」とされている。</p>	<p>図表1-(1)-イ-③</p>
<p>地震計がとらえた観測データは、地震活動等総合監視システム（EPOS）によって自動的に解析され、地震の発生時刻、震源の位置及びマグニチュードを推定して各地点の震度及び到達時刻を予測し、警報又は予報の発表条件を満たした場合には自動的に放送局、携帯電話会社、事業者等に発信されるものとなっている。</p>	<p>図表1-(1)-イ-④</p>
<p>緊急地震速報の発表は、警報については、発表条件に達した場合に原則1回行われるものとなっており、予報については、発表条件に達した場合、地震の検知後数秒から1分程度の間、精度が安定するまで数回行われるものとなっている。</p> <p>(注)「ガル(Gal)」とは、加速度の単位であり、1ガルは、1秒(s)に1センチメートル毎秒(cm/s)の加速度の大きさを示す。</p>	
<p>国土交通大臣は、緊急地震速報に係る震度予測精度を実績評価の対象としており、「震度4以上を観測した地震、または、震度4以上を予想した地震について、予想誤差±1以下におさまる地域の割合」を業務指標として業務目標を定め、平成19年度から実績評価を行っている。</p> <p>なお、平成25年度における緊急地震速報の業務目標は、「緊急地震速報の震度予想の精度向上を進め、震度4以上を観測し、又は予想した地震について、予想誤差±1以下に収まる地域の割合を、平成22年度の28%から平成27年度までに85%以上とすること。」とされている。</p>	<p>図表1-(1)-イ-⑤</p>
<p>また、気象庁は、平成21年2月に、緊急地震速報の運用の改善及び技術の改良のための方策等について検討し、同庁に提言することを目的として、学識経験者及び関係機関の職員からなる緊急地震速報評価・改善検討会を設置するとともに、緊急地震速報の処理手法等の技術的事項を専門的に検討するため、同検討会の下に技術部会を設置し、個</p>	<p>図表1-(1)-イ-⑥</p>

<p>別の緊急地震速報発表事例の検証結果を踏まえ、予測精度の改善対策について技術的な検討を行っている。</p>	
<p>(7) 緊急地震速報の震度予測に関する精度の現状</p> <p>気象庁が実施した緊急地震速報の震度予測の精度に係る実績評価の結果によると、評価指標の推移は、平成 21 年度には 76%であったものが、22 年度には 28%に低下しているが、23 年度は 56%、24 年度には 79%に向上している。</p> <p>気象庁は、震度予測精度が低下又は向上した理由について、平成 22 年度の精度低下は、東北地方太平洋沖地震に伴う余震の同時多発、連続発生等について、観測・予測システムが十分対応できなかったこと等によるものであり、その後の精度向上は、これらの技術的な問題について対策を講じたためであるとしている。</p>	<p>図表 1-(1)-イ-⑦</p>
<p>(4) 緊急地震速報の予測精度の改善対策</p> <p>東北地方太平洋沖地震の発生により明らかとなった技術的な問題について、気象庁における対策の実施状況を調査した結果は、次のとおりである。</p> <p>緊急地震速報評価・改善検討会技術部会（第 4 回）（平成 24 年 10 月 1 日開催）では、平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震から 24 年 8 月までに発表した 112 回の警報について震度予測精度を検証し、このうち、警報を発表した全ての地域で震度 2 以下となった 36 事例及び警報を発表した地域のうち、1 つでも震度 2 以下の地域があった 34 事例の合計 70 事例については、警報の発表が適切ではなかったと評価している。</p> <p>同部会では、当該 70 事例について、警報の発表が適切なものとならなかった原因を分析し、i) 地震の直後に発生した大規模な停電や通信障害のため、観測データが大幅に減少したことによる「広域欠測」（4 事例）、ii) 活発な地震活動により、異なる場所ではほぼ同時に発生した地震を分離できずにひとつの地震として処理した「複数地震同時発生」（44 事例）、iii) 同じ場所で連続して 2 つの地震が発生し、これらを 3 つの異なった地震として不適切に処理した「地震の連続発生」（2 事例）、iv) 震源の推定、震度の予想の誤差などにより適切に発表できなかった「単独地震に係る予測誤差」（20 事例）に区分し、それぞれ対策を検討するとともに、気象庁が既に実施している対策については、その効果の検証を行っている。</p> <p>気象庁は、同部会の検討結果に基づき、i) 広域欠測対策としては、多機能型地震計の予備電源に係る稼働時間の延長等を、ii) 複数地震同時発生対策としては、同一地震判定処理の改修を、iii) 地震の連続発生対策及び iv) 単独地震の予測誤差対策としては、新たな予測手法の開発等をそれぞれ実施している。</p>	<p>図表 1-(1)-イ-⑧</p> <p>図表 1-(1)-イ-⑨</p>
<p>(7) 緊急地震速報に関する技術的困難性</p> <p>気象庁における緊急地震速報の発表に関し技術的に困難となっている状況及びその解消のための取組状況について調査した結果は、次のとおりである。</p> <p>気象庁は、緊急地震速報の発表に関し、現時点では正確な予測や適切な対処が技術</p>	<p>図表 1-(1)-イ-</p>

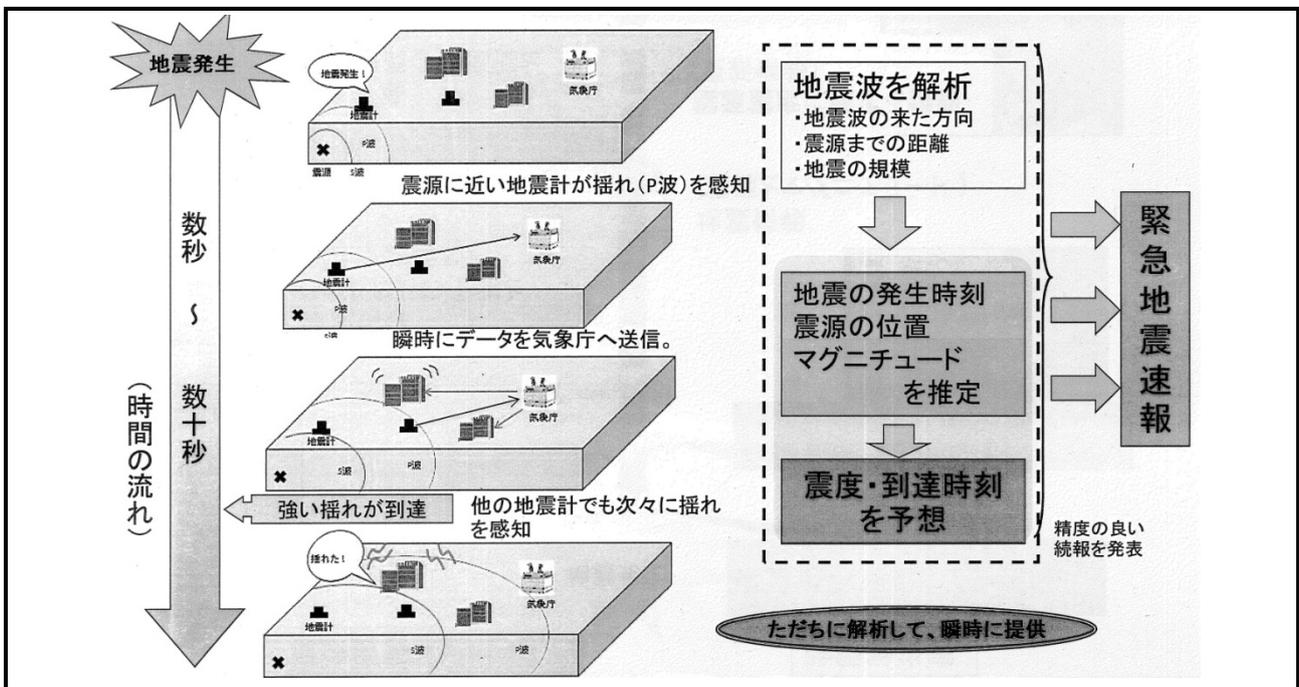
<p>的に困難な事項として、i) 震源に近い場所に対する警報、ii) 観測網から遠い地震に係る震源の推定、iii) 巨大地震に係る地震の規模等の推定、iv) 利用データの制限による予測精度の低下、v) 深発地震に係る震度予測、vi) 地震検知の初期段階における震源の深さの特定、vii) 外来ノイズに対する網羅的な対処を挙げており、このうちv) 及びvi) を除き、新たな予測手法の開発や観測点の増強等の精度改善のための取組を行っているが、v) 及びvi) については、現在の予測手法では原理的に対応できないものであるため、その技術的困難性について国民に丁寧に説明していきたいとしている。</p>	<p>⑩</p>
--	----------

図表 1 - (1) - イ - ① 気象庁予報警報規程（昭和 28 年運輸省告示第 63 号）（抜粋）

<p>第 1 条～第 9 条 （略） （地震動予報、地震動注意報及び地震動警報の名称及び担当気象官署等）</p> <p>第 9 条の 2 <u>地震動予報及び地震動注意報は緊急地震速報（予報）の、地震動警報は緊急地震速報（警報）又は緊急地震速報の名称を用いて行う。</u></p> <p>2 地震動予報、地震動注意報及び地震動警報は、必要に応じ、府県予報区を別表第 5 に掲げる細分区域に分割して行うことがある。この場合において、別表第 6 の上欄に掲げる府県予報区は、同表の下欄に掲げる細分区域をあわせて同表の中欄に掲げる名称を付した区域をもって代えるものとする。</p> <p>3 地震動予報、地震動注意報及び地震動警報は、気象庁本庁が、必要と認める場合に随時に行う。 （以下略）</p> <p>別表 （略）</p>
--

（注）下線は当省が付した。

図表 1 - (1) - イ - ② 緊急地震速報の概念



（注）気象庁の資料による。

図表 1 - (1) - イ - ③ 緊急地震速報の発表条件及び内容

1 緊急地震速報（警報）の発表条件及び内容

(1) 緊急地震速報（警報）を発表する条件

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弱以上と予想された場合に発表する。

(2) 緊急地震速報（警報）の内容

- ・ 地震の発生時刻、発生場所（震源）の推定値、地震発生場所の震央地名
- ・ 強い揺れ（震度5弱以上）が予想される地域及び震度4が予想される地域名（全国を約200地域に分割）

(3) 緊急地震速報（警報）で続報を発表する場合

- ・ 緊急地震速報を発表した後の解析により、震度3以下と予想されていた地域が震度5弱以上と予想された場合に、続報を発表する。
- ・ 続報では、新たに震度5弱以上が予想された地域及び新たに震度4が予想された地域を発表する。
- ・ 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（誤報）のみ取り消すこととし、例えば、震度5弱と予想していた地域が震度3以下との予想となった場合などは取り消さない。

2 緊急地震速報（予報）の発表条件及び内容

(1) 緊急地震速報（予報）の発信条件

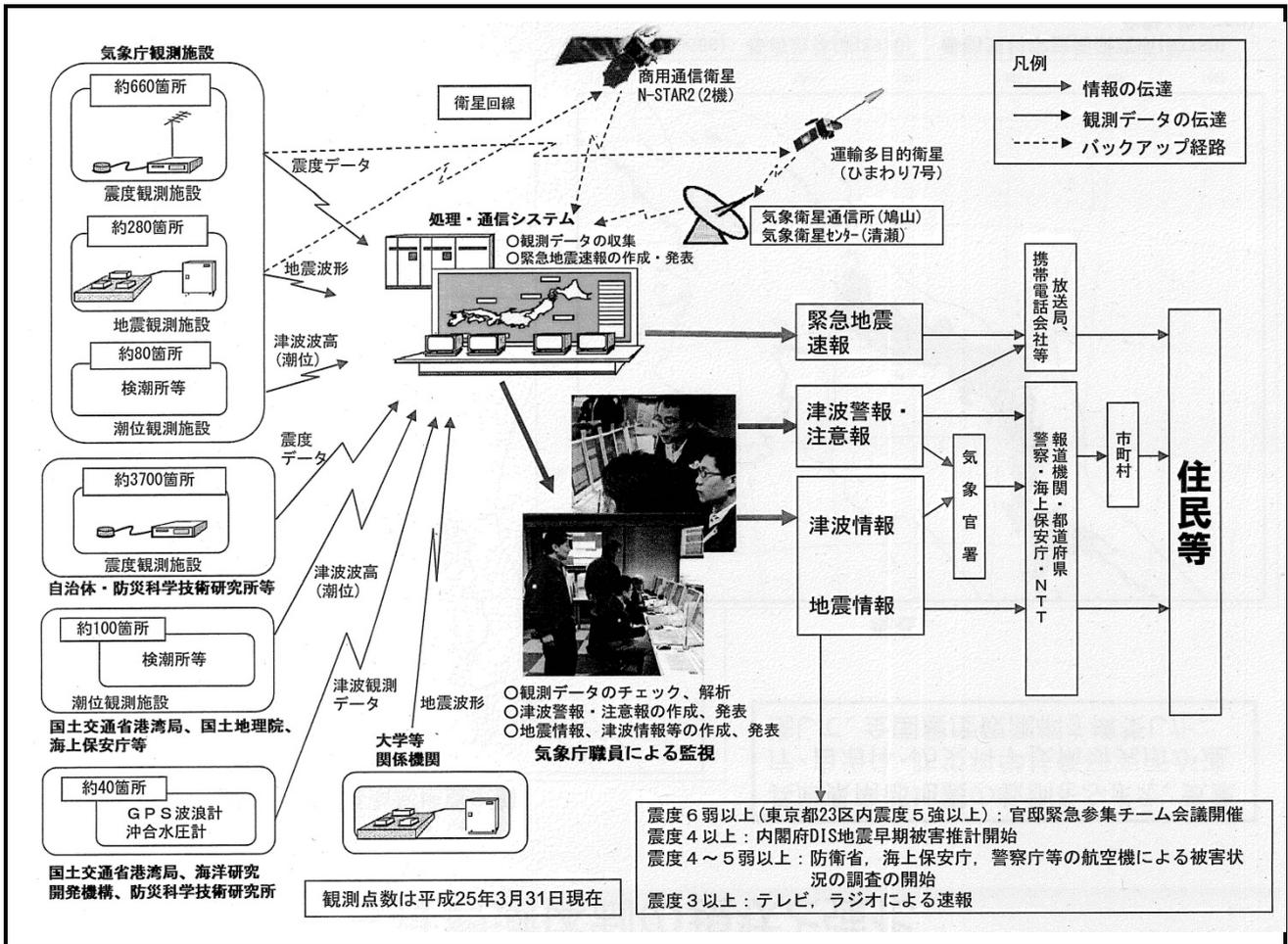
- ・ 気象庁の多機能型地震計設置のいずれかの観測点において、P波またはS波の振幅が100ガル以上となった場合。
- ・ 地震計で観測された地震波を解析した結果、震源・マグニチュード・各地の予測震度が求まり、そのマグニチュードが3.5以上、または最大予測震度が3以上である場合。

(2) 緊急地震速報（予報）の内容

- ・ 地震の発生時刻、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
- ・ 予測される最大震度が震度3以下のときは、予測される揺れの大きさの最大（最大予測震度）
- ・ 予測される最大震度が震度4以上のときは、地域名に加えて震度4以上と予測される地域の揺れの大きさ（震度）の予測値（予測震度）及びその地域への大きな揺れ（主要動）の到達時刻の予測値（主要動到達予想時刻）

(注) 気象庁の資料に基づき、当省が作成した。

図表 1 - (1) - イ - ④ 緊急地震速報、津波警報・注意報等に係る観測から情報伝達までの流れ



(注) 1 気象庁の資料による。
2 図中の「処理・通信システム」は、地震活動等総合監視システム (EPOS) 等を示す。

図表 1 - (1) - イ - ⑤ 平成 25 年度に気象庁が達成すべき目標について (平成 25 年 3 月 29 日付け国政評第 63 号) (緊急地震速報に係る目標の抜粋)

中央省庁等改革基本法 (平成 10 年法律第 103 号) 第 16 条第 6 項第 2 号の規定に基づき、平成 25 年度において気象庁が達成すべき目標を次のとおり定めたので、通知する。

1. 的確な観測・監視及び気象情報の充実について

気象、地震、火山現象、水象等の観測・監視能力の向上を図るとともに、関係機関と密接に連携して、観測成果等の効率的な利用を図る。また、気象情報を充実し、適時、的確にわかりやすい情報を発表するとともに、関係機関への情報提供機能の向上を図る。

[具体的な目標]

(略)

- 緊急地震速報の震度の予想精度向上を進め、震度4以上を観測し、又は予想した地震について、予想誤差±1以下におさまる地域の割合を、平成22年度の28%から平成27年度までに85%以上とすること。

(以下略)

図表 1－(1)－イ－⑥ 「緊急地震速報評価・改善検討会運営要綱」(平成 25 年 7 月 11 日改正)(抜粋)

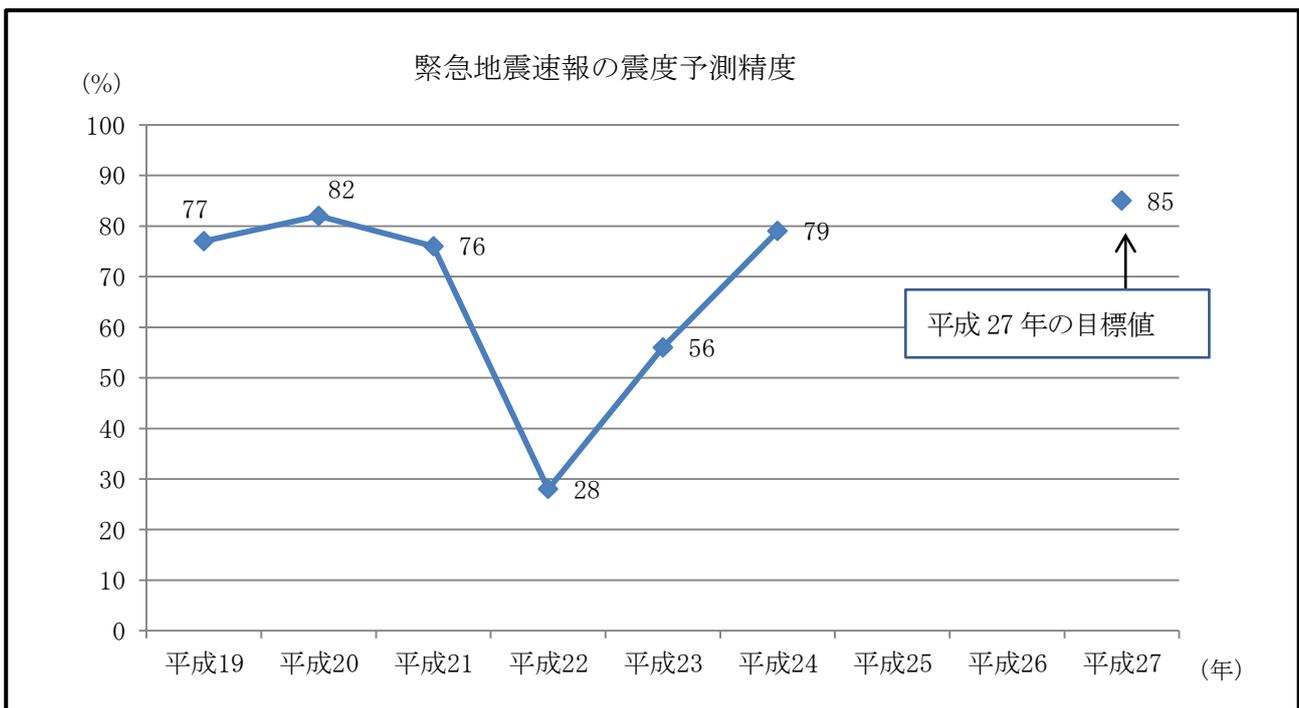
(目的)
 第 1 条 緊急地震速報評価・改善検討会(以下、「本検討会」という。)は緊急地震速報を適切に提供・利活用するため、その運用の改善及び技術の改良のための方策等について検討し、気象庁に提言することを目的とする。

(任務)
 第 2 条 本検討会は、次の事項について検討し、気象庁に提言するものとする。
 (1) 緊急地震速報の運用状況及びその内容の評価
 (2) 緊急地震速報の適切な利用等のための啓発・広報の方策
 (3) 緊急地震速報の発表基準、情報内容、提供方法等の運用改善方策
 (4) 緊急地震速報の発表に係る技術改良方策
 (5) その他緊急地震速報の運用にあたり必要な事項

(本検討会の構成)
 第 3 条 本検討会は、学識経験者及び関係機関の職員からなる委員で構成する。
 2～5 (略)
 第 4 条 (略)

(技術部会)
 第 5 条 緊急地震速報の処理手法等の技術的事項について専門的に検討するため技術部会を開催する。
 2 技術部会は、学識経験者及び関係機関の職員からなる部会委員で構成する。
 3～7 (略)

図表 1－(1)－イ－⑦ 緊急地震速報の一般提供開始以降における震度予測精度の推移



(注) 1 気象庁の資料に基づき、当省が作成した。
 2 震度予測精度の指標は、「震度4以上を観測した地震、または、震度4以上を予想した地震について、予想誤差±1以下におさまる地域の割合」である。

図表 1 - (1) - イ - ⑧ 緊急地震速報評価・改善検討会技術部会（第 4 回）による東北地方太平洋沖地震以降に発表した緊急地震速報（警報）の震度予測精度に係る評価（単位：事例）

区分	おおむね適切に発表した事例	発表が適切でない事例の原因別内訳					合計
		広域欠測	複数地震同時発生	地震の連続発生	単独地震に係る予測誤差	小計	
平成 22 年度	13	4	21	2	5	32	45
23	27	0	21	0	12	33	60
24	2	0	2	0	3	5	7
合計	42	4	44	2	20	70	112

- (注) 1 気象庁の資料に基づき、当省が作成した。
- 2 緊急地震速報評価・改善検討会技術部会（第 4 回）において、平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震から 24 年 8 月までに発表した 112 回の警報について震度予測精度を検証した結果を示す。
- 3 「広域欠測」とは、地震の直後に発生した大規模な停電や通信障害のため、観測データが大幅に減少したことを示す。
- 4 「複数地震同時発生」とは、活発な地震活動により、異なる場所でほぼ同時に発生した地震を分離できずに一つの地震として処理したことを示す。
- 5 「地震の連続発生」とは、同じ場所で連続して 2 つの地震が発生し、これらを 3 つの異なった地震として不適切に処理したことを示す。
- 6 「単独地震に係る予測誤差」とは、単独地震について、震源の推定、震度の予想の誤差などにより適切に発表できなかったことを示す。
- 7 「発表が適切でない事例の原因別内訳」の小計 70 事例は、警報を発表した全ての地域で震度 2 以下となった 36 事例及び警報を発表した地域のうち、1 つでも震度 2 以下の地域があった 34 事例の合計である。

図表 1 - (1) - イ - ⑨ 東北地方太平洋沖地震に関連した緊急地震速報等の技術的な問題に係る改善対策の概要

区分	概要
広域欠測対策	緊急地震速報の発表に使用する多機能型地震計について、平成 23 年度及び 24 年度に、大規模な停電や通信障害に備えるため、電力供給が途絶えても 72 時間稼働する予備電源の整備や、通信障害の際に衛星回線によるバックアップ通信を行うための機能の付加を実施
複数地震同時発生対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 緊急地震速報について、複数の地震を同一とみなす頻度を減らすため、平成 23 年 3 月に、地震発生後、複数の観測点のデータについて、同一地震か否かの判定処理を行う範囲を、従来の半径 350km 以内から 150km 以内に絞り込む改修を実施。 ・ 緊急地震速報の発表対象とならないような小規模な地震を解析対象から外し、複数の地震を誤って結び付ける頻度を減らす改修を、平成 23 年 8 月に実施
地震の連続発生対策	緊急地震速報について、従来の震源要素（マグニチュード、震源の深度等）を基にした予測手法に加え、震度観測点から一定の半径内の観測点で得られるデータから、リアルタイムに震度に相当する量を計算し、震度予測に活用する予測手法であるリアルタイム震度モニタを開発し、精度の検証作業を実施中
単独地震に係る予測誤差対策	<p>単独観測点（注）における処理項目にリアルタイム震度モニタを追加するとともに、地震検知の有無によらず、常に処理を行って電文を送信させることにより、連続的な強震動監視・予測処理のための基礎データが確保できる連続送信モードを追加することにより、単独観測点処理の高度化を予定</p> <p>（注）「単独観測点」とは、多機能型地震計が単独の観測点として検知した地震波を処理する機能であり、その処理モード等を追加することにより、緊急地震速報の高度化が期待される。</p>

（注）当省の調査結果による。

図表 1 - (1) - イ - ⑩ 気象庁における緊急地震速報の発表に関する技術的困難性の説明及び精度改善のための取組状況

正確な予測や適切な対処が技術的に困難な事項	緊急地震速報の発表に関する技術的困難性の説明	精度向上に関する気象庁の取組状況
① 震源に近い場所に対する警報	震源に近い場所については、地震の第一波（P波）と主要動の到達時間差がほとんどないため、緊急地震速報の手法による予測は原理的に間に合わない。	震源に近い場所で身を守る行動をとる時間を少しでも確保するための取組として、独立行政法人防災科学技術研究所が設置している南関東を中心とした大深度地震計の観測データを利用することにより、首都圏において、従来よりも最大1秒程度早く警報を発表できる手法について、実用化に向けて精度を検証中。
② 観測網から遠い地震に係る震源の推定	震源が観測網から遠い場合、地震波を検知できる観測点の配置が偏るため、精度よく震源を推定できない。	海域における観測網を拡充するための取組として、独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）により熊野灘に設置された海底地震・津波観測監視システム（DONET）の観測データを緊急地震速報に利用することとしており、データの補正方法等について検証中。
③ 巨大地震に係る地震の規模等の推定	地震の規模が大きいほど、地震現象（破壊）が終了するまでの時間が長いため、数秒から数十秒という短時間で地震の規模を精度よく推定することは困難であり、また、地震の規模が大きいほど、破壊の範囲（断層面）が大きくなるため、初期段階でその破壊方向や長さを見極めることは困難である。	震源の位置や規模の推定に依存しない予測を可能とするための取組として、リアルタイム震度モニタによる予測手法を開発・検証中。
④ 利用データの制限による予測精度の低下	ごく短時間で警報を発表するためには、少ない観測点における短時間のデータで、地震の規模や各地の震度を予測する必要があるが、データが少ない場合には精度が低下する。	平成 26 年 3 月末現在、全国 233 地点に設置した多機能型地震計を緊急地震速報の発表に利用しているが、観測網を拡充するための取組として、平成 24 年度に同観測点をさらに 50 地点増設し、26 年度中の利用開始に向けて精度検証中。
⑤ 深発地震に係る震度予測	震源が 150 km 程度より深い場合、地球内部の構造の影響で、震源の直上よりも離れた場所で揺れが大きくなるなど、震度予測が困難となる。	現在の予測手法では原理的に対応できないものであるが、この技術的境界について国民に丁寧に説明を行う予定。
⑥ 地震検知の初期段階における震源の深さの特定	観測点 1 点又は 2 点までしか地震を検知していない時点では、震源推定手法の原理から深さを特定できないことから、これを 10 km と仮定して予測を行っており、このため、実際の震源が深い場合は震度予想の誤差が大きくなる。	現在の予測手法では原理的に対応できないものであるが、この技術的境界について国民に丁寧に説明を行う予定。
⑦ 外来ノイズに対する網羅的な対処	落雷、重量物通行、工事など、外的要因で地震計にノイズが入った場合、地震として処理される場合がある。	今後発生する全てのノイズの可能性に対し、あらかじめ網羅的に対処することは困難であるが、把握できたものについて

		<p>は可能な限り対処。</p> <p>例えば、平成 25 年 8 月 8 日に、海底地震計におけるノイズの影響で近畿地方を中心に広い範囲で過大な揺れを予測し、緊急地震速報の誤報が発生した事例については、ノイズ判定タイミングを早め、観測データを送信しないようソフトウェアの改修を同年 10 月に実施済み。</p>
--	--	--

(注) 当省の調査結果による。