

2018年4月9日1時32分頃に発生した島根県西部地震 M6.1、h12km について

中村 豊 (SDR)

1.はじめに

表記地震に関して、各地のリアルタイム震度（弊社特許技術）の変動状況や早期警報シミュレーション結果と緊急地震速報との比較、震源推定の結果などを述べる。

2.各地のリアルタイム震度の変動状況

図 1 に強震記録を用いて算出した各地のリアルタイム震度の変動状況を示すとともに、地震発生時（震源時）や緊急地震速報の発令時などを示した。また、**FREQL**による P 波警報時間などを記録に基づいてシミュレーションした結果も示す。

気象庁によると、高度利用者向けの緊急地震速報第 1 報が発令されたのは、美郷検知点で地震を検知した午前 1 時 32 分 34.3 秒から 3.0 秒経過した 37.3 秒であり、一般向けの緊急地震速報（警報）である第 3 報が発令されたのは、検知から 5.9 秒後の 40.2 秒であった。リアルタイム震度の時間的変化の状況をみると、気象庁で最初に地震を検知した美郷検知点では、緊急地震速報第 1 報発令時点で、すでに S 波が到来して震度 4 を越えて上昇中であり、一般への緊急地震速報（警報）発令時点では最大震度 5 弱を過ぎて収束に向かい始めたところである。さらに震央に近いところにある防災科学技術研究所の強震観測点である K-NET 大田、K-NET 邑智、KiK-net 邑智および KiK-net 佐田では、第 1 報発令時点ですでに震度 4～震度 5 強となっている。警報発令時点ではこれらの地点すべてで最大震度を過ぎて収束に向かっている。

気象庁は新たに開発した PLUM 法なる方法で震度を予測しているとのことであるが、第 1 報は“観測”結果よりも遅い“予測”になっているし、38.6 秒に出された緊急地震速報第 2 報では“予測震度なし”となっている。しかし、この時点で地震を検知した美郷検知点では震度 5 弱が“観測”されている。いったい何を予測しているのだろうか。

緊急地震速報の動作状況をまとめると、関係情報が発令された時には、被害の可能性のある震央地域では、主要動はすでに始まっているか、収束に向かっているところであることが今回も確認されたということである。一連の熊本地震などこれまでの地震でも同様の事態となっており、何等の改善もみられない。被害地域で揺れに先行できたことは東北地方太平洋沖地震（以下 311 地震と称す）の他にはない。7 年前の 311 地震は唯一の例外であ

るが、この時でさえ、この情報が防災に役立った具体事例は報告されていない。どういふことなのだろうか。

一方 **FREQL** シミュレーションによれば、震度 4 以上になるおそれがあるという警報は、美郷検知点では地震を検知して 0.6 秒後の 34.9 秒に出されると想定される。S 波到来まで 2 秒弱、4 秒弱である。防災科学技術研究所の強震観測点もリアルタイムで使えるのであれば、この地震を最初に検知した 33.4 秒の 0.3 秒後の 33.7 秒に最初の **FREQL** 警報が出されることになる。いま試験中の新しい警報手法によれば、P 波検知とほぼ同時に的確な警報が出せると期待される。しかし、これでも震央地域では、S 波到来までに 2 秒程度、最大動までに 4 秒程度の時間しかない。ただ、人間が地震を感じない時にいち早く警報を出すことができるし、この警報情報を地域で共有すれば、より長い時間が稼げることになる。このためには、緊急地震速報関係の法律を撤廃するか、改正する必要があると思うが・・・。

図 2 に、解析に用いた 11 地点の地震検知時間や警報時間などをまとめて示す。縦軸は午前 1 時 32 分からの経過時間、横軸は震央距離 (km) である。緊急地震速報はせいぜい 20km 以遠で大きな揺れに先行できるが、高度向けでも被害域である 10km 圏内では最大動直前でしかない。つまり多くの人々が強い揺れを感じた後である。一般向けの緊急地震速報 (警報) では 20km 圏内で最大動にも先行できない。つまり被災した後にはしか警報できないということである。

以上は、情報発信後、ただちに受信できた時の話であって、実際には情報伝達時間分だけさらに遅れることになる。これまで、情報伝達時間がどれくらいのものかよくわかっていない。311 地震の時には、テレビ受信の遅れは概ね 5 秒であった。また携帯電話の受信は、通信会社によって異なるが、概ね 5 秒から 10 秒であった。現在はテレビの放送形式は全く変わっており、またスマートホンや現在の携帯電話を含めて、情報の伝達遅れの現状についてはよくわかっていない。

そんな中、NHK 松江放送局の斎康敬アナウンサーの興味ある体験情報がある。地震時自宅にいた斎氏は直ちに NHK 松江放送局に出向き、緊急放送に出演して以下の内容の地震の体験を話した。「自宅で寝付いたときに地震が発生した。突き上げるような上下動の後、横揺れが 10 秒ほど続いてから、携帯電話の緊急地震速報がなった。」

これは、緊急地震速報と揺れとの関係を実際に体感した貴重な経験談である。気象庁が管理する松江検知点は NHK 松江放送局から 1km~2km の距離にあり、震央から 50km 程度離れている。放送局は海岸に近く、検知点よりも地震動が大きく増幅されている可能性があるが、NHK の斎アナウンサーが感じた地震動の時間的変遷は、概ね松江検知点のものと

類似していると考えられる。図 1 をみると、松江に P 波が到来するのは緊急地震速報（警報）の直前であり、発令と同時の受信であれば、ほとんど地震を感じない時点であったはずである。現実には、伝送時間などの時間遅れがあるが、この体験談からおおまかに推定することができる。斎アナウンサーによれば、横揺れが 10 秒続いた後に緊急地震速報を受け取ったとのことである。図 1 によると、松江検知点では震度 3 の横揺れは約 47 秒から 57 秒くらいまで続いているので、緊急地震速報を受け取ったのはこの後ということになる。つまり、早くても 57 秒ということで、発信から受信まで 17 秒以上（！）ということである。少し遅すぎる感はあるが…。松江は震央から 50km ほど離れており、M6 程度の地震の想定被害範囲（概ね震央を中心に半径 10km の円内）よりかなり外側で被害の可能性はない。しかし、情報伝達時間は場所によりそれほど大きく変化しないであろうから、少なくとも NHK アナウンサーが使っている通信会社の携帯電話では 57 秒に緊急地震速報（警報）を受信したと考えられる。これでは、何のための警報かわからないのではないか。

この時、震央域では地震動は収まりかけており、余震による横揺れが始まっている。この余震に対する警報と勘違いしてもおかしくない状況で、いたずらに人心を惑わす情報になってしまう可能性もある。こんな情報が防災情報としてまかり通っている現状は是正する必要があると思うのだが…。

少なくとも、発信した情報がどのくらいの遅れを持って受信されるのか、その実態を調査して公表する責務が気象庁にはあるのではないだろうか。

3.震源推定

これまで、いくつかの地震で、どの程度迅速に震源が推定できるか、また最大震度の放射源（以後 Max 震源という）が推定できるか等について強震記録を用いてチェックしている。具体的には、図 1 に示したリアルタイム震度の時間変動図から P 波初動や S 波初動、最大震度発現時などを読み取り（表 1）、最小二乗法で震源推定を行っている。震源時、波動伝播速度および震源座標の 5 つの未知量を決定するには最低 5 地点での波動到達時間が必要となる。

ここでは、P 波伝播速度を 6km/s と仮定して、P 波検知時刻をもっとも早い検知点から順に 5 つを選んで、震源（いわゆる破壊開始点）を推定した。同様に S 波伝播速度を 4km/s と仮定して、S 波検知時刻をもっとも早い検知点から順に 5 つを選んで、震源（いわゆる破壊開始点）を推定した。最後に、リアルタイム震度が最大となる時刻をここでの解析に用いた 11 観測点について読み取り、S 波の伝播速度を仮定して、Max 震源を推定した（表 2）。以上の算定の際、解が収束しなかった時は伝播速度を 0.1km/s ずつ小さくして収束解を求めた。

その結果を図 3 に示す。これによると、防災科研の強震観測と気象庁管理の検知点を併せた最初の 5 地点による震源は気象庁の暫定震源とほぼ一致し、防災科研のみの最初の 5 地点による震源は深さで 2km 程度、震央位置で 400m 程度、暫定震源と異なっているが、気象庁による速報震央の分解能よりははるかによい。我々の推定は、地震検知後 0.9 秒から 1.5 秒後には終了している。気象庁が地震を“検知”した直後にはほぼ正しい震源が推定できていることになる。

最初の 5 地点の S 波検知時刻だけを使って同様に震源を推定してみると、伝播速度 3.5km/s で解が収束し、P 波検知時刻だけを使った場合と 1km 程度の違いで震源が求められている。このことから推定震源の位置が妥当であると判断される。

さらに Max 震源については、11 地点の最大リアルタイム震度発現時を使って、伝播速度 3.5km/s として、震源の南東 4km ほどの位置に求められている。これらの震央位置を、図 4 に示し、さらに気象庁の余震分布に重ねて図示してみたものが図 5 である。これによると、Max 震源は気象庁による余震分布の南東端に位置しており妥当な結果であることが推測される。Max 震源は地震検知後 30 秒までには推定可能であったと推測され、断層破壊がどのように進んだかをほぼリアルタイムに想定でき、被害地域の特定に役立つ情報として期待される。

3.おわりに

NHK 松江放送局の斎アナウンサーの体験談から、気象庁の HP で示されている緊急地震速報が間に合った地域というのは非常に条件がいい場合のもので、実際とはかなり異なるということが明らかとなった。携帯電話やスマートホン、テレビなどで緊急地震速報情報が表示されるまでの情報伝達時間を、調査して公表する責務が気象庁にはあると思う。早急をお願いしたい。それだけでなく、発信時間が遅く、被害発生が懸念される震央域には間に合わない緊急地震速報である。緊急地震速報の有無にかかわらず地震を感じたらすぐさま対応行動をとることが重要ということが改めて認識された。緊急地震速報は全く無用の長物で税金の無駄遣いそのものであるだけでなく、多くの学校や企業に無駄な浪費を強いるものでしかないという重い現実を直視する必要がある。

震源推定についていえば、いくつかの地震に対するテストの結果、地震検知後数秒で破壊開始点はほぼ正確に推定できることがわかった。さらに最大震度の放射源も 30 秒程度で判明すると期待される。これらは緊急救援のための重要な支援情報になりうる可能性があり、地震後しばらくは 10km 単位の震源情報しかない現状では、無用な規制をできるだけ早く撤廃して、能力を持った機関が積極的に情報発信できる状況を整える必要がある。

以上

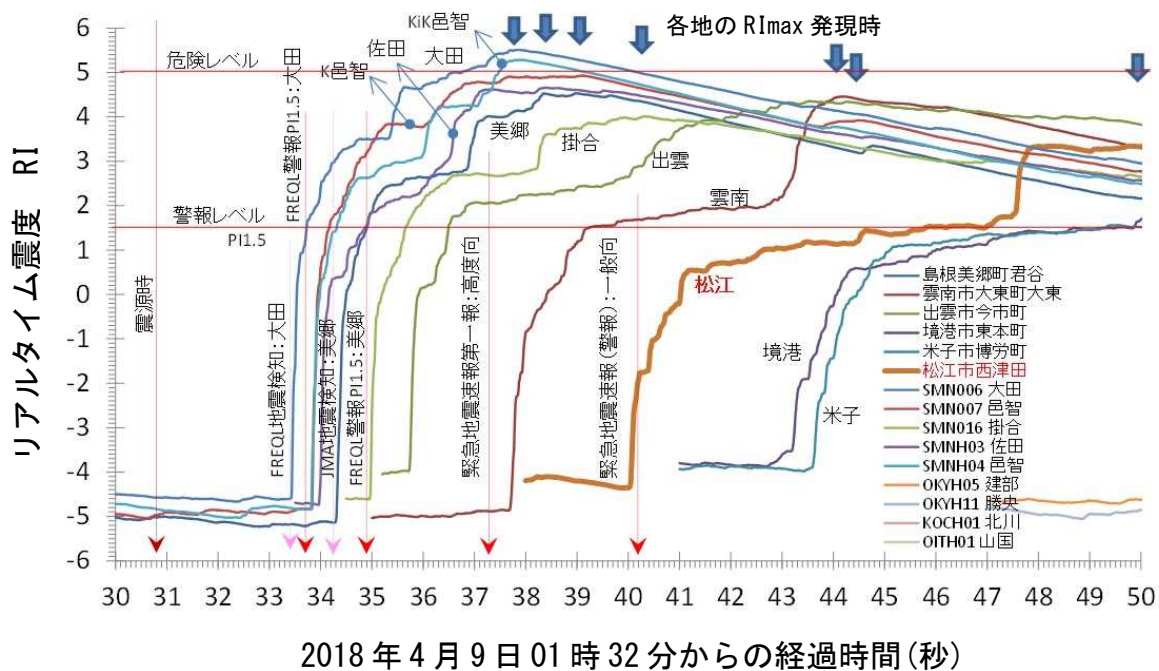


図1 各地のリアルタイム震度の変動状況と警報タイミングほか

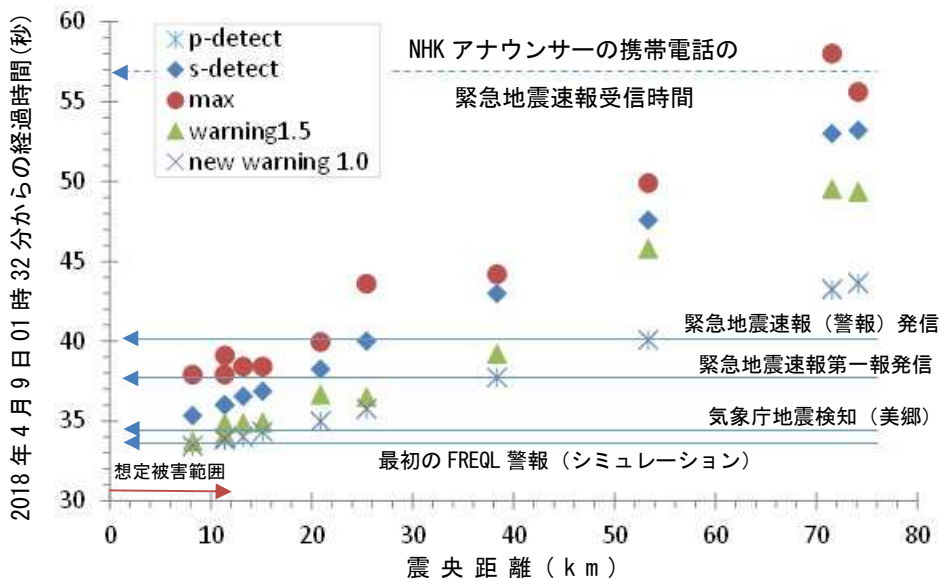


図2 解析11地点でのP波検知時刻や警報時間など

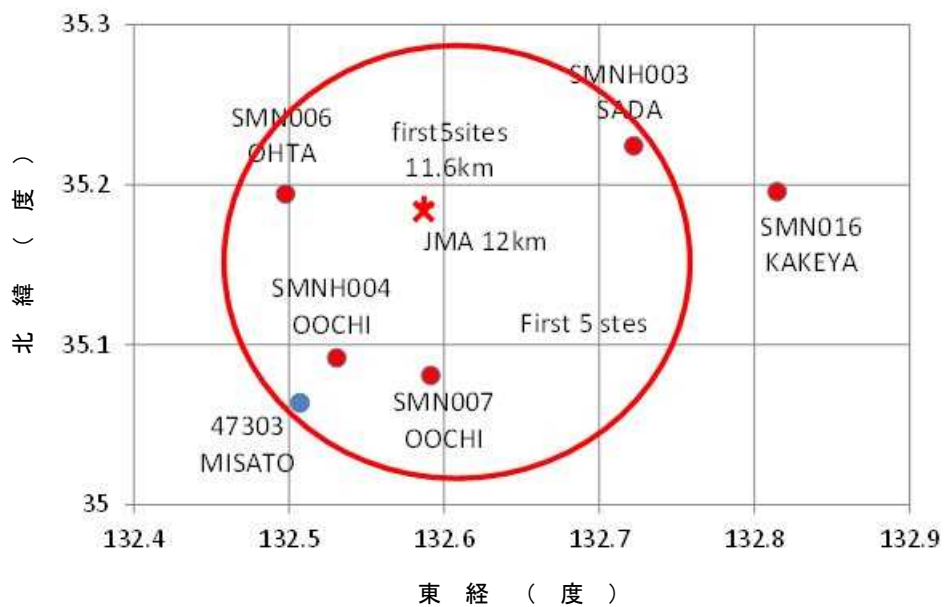


図3 地震観測点と推定震央位置 (+SDR と×JMA、数字は深さ)

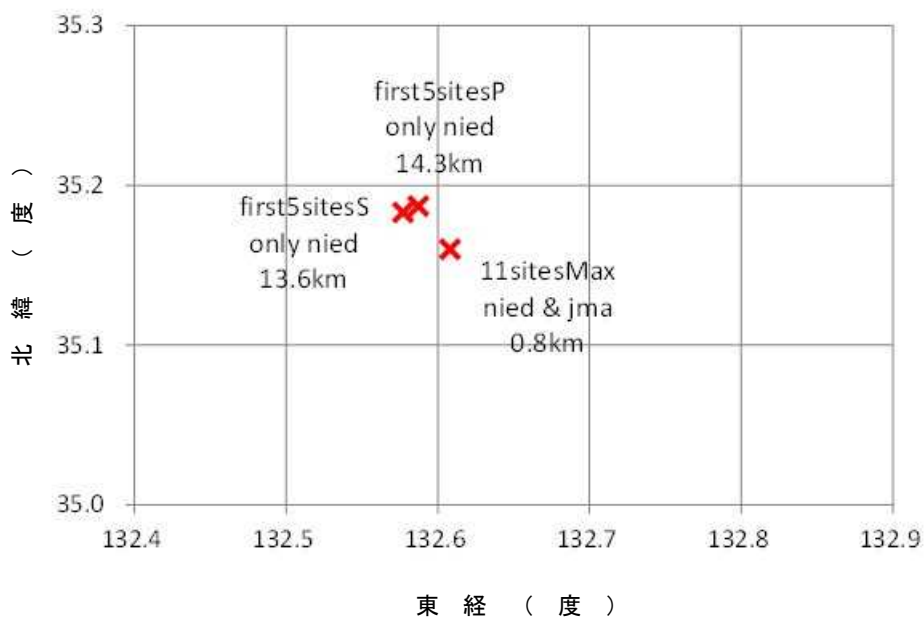


図3 推定震央 (P波とS波による震源、Max震源)

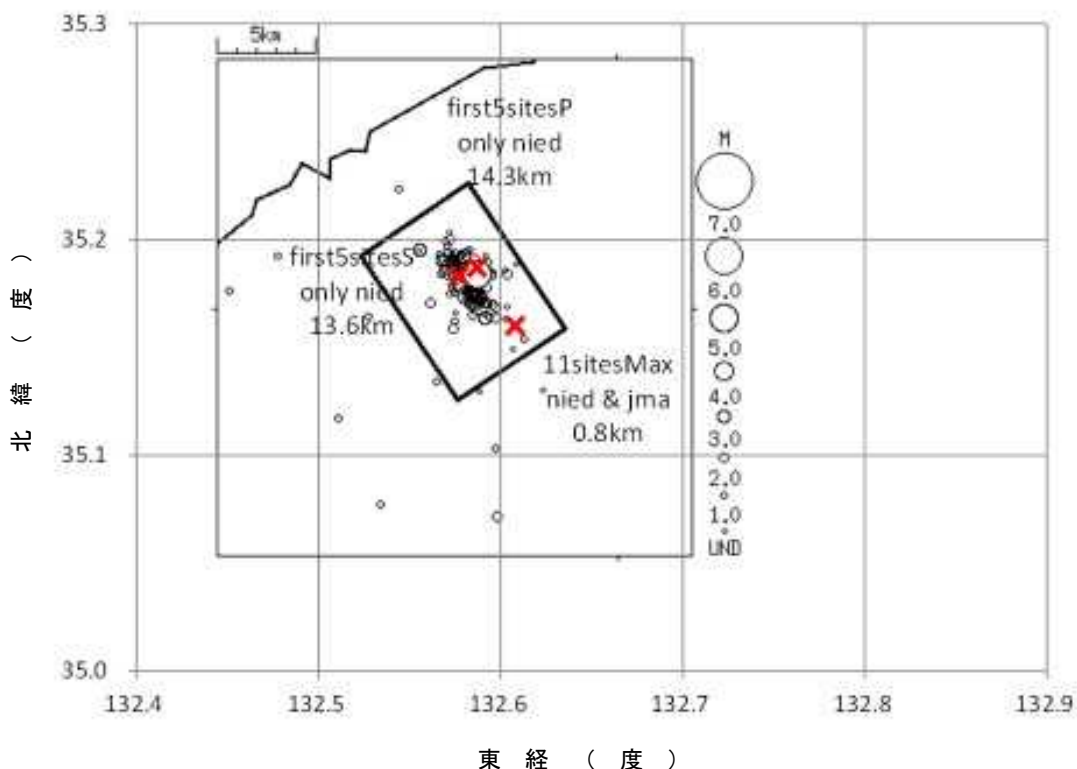


図3 推定震央と気象庁による余震分布の比較

表1 Table of event times on RI changing

site code	site name	N	E	p-detect	s-detect	max	FREQL		RI
							warning1.5	new Alert	
SMN006	大田 OHTA	35.1942	132.4978	33.43	35.35	37.90	33.73	33.47	5.5
SMN007	邑智 OOCHI	35.0807	132.5914	33.83	36.00	39.10	34.15	33.88	4.9
SMN016	掛合 KAKEYA	35.1957	132.8146	34.96	38.25	39.95	36.65	35.01	4.0
SMNH03	佐田 SADA	35.2243	132.7223	33.97	36.55	38.40	34.87	34.03	4.7
SMNH04	邑智 OOCHI	35.0918	132.5308	33.82	36.00	37.90	34.87	33.90	5.3
47303	島根美郷町君谷	35.0636	132.507	34.30	36.87	38.40	34.90	34.35	4.5
42414	雲南市大東町大東	35.3214	132.9716	37.70	43.00	44.20	39.20	37.75	4.5
41420	出雲市今市町	35.3665	132.7538	35.73	40.00	43.60	36.50	35.80	4.4
47742	境港市東本町	35.5448	133.2351	43.20	53.00	58.00	49.52	43.29	3.6
47744	米子市博労町	35.4351	133.3387	43.60	53.20	55.60	49.35	43.67	3.5
47741	松江市西津田	35.4583	133.0656	40.05	47.58	49.90	45.80	40.10	3.3

lapse time in seconds from 2018/4/9, 1:32:00

表2

震源計算結果

N	E	h (km)	origin time	memo			
35.189	132.583	14.3	30.7	KKiK_P	Vp=6km/s	5sites	1.53s+alfa
35.187	132.587	11.6	31.1	4nied & 1jma	Vp=6km/s	first 5 sites	0.87s+alfa
35.183	132.577	13.6	31	KKiK_S	Vs=3.5km/s	5sites	
35.160	132.608	0.8	35.1	All_max	Vs=3.5km/s	11sites	Vs>3.5kmでは計算不能
35.18333	132.5867	12	30.8	JMA	暫定値		
35.2	132.6	10		JMAfirst	速報値		