平成 25 年 5 月 30 日

第199回 地震予知連絡会

記者レクチャー資料

事務局:国土地理院

地震予知連絡会第23期委員名簿 (平成25年 5月30日現在)

会		長	平	原	和	朗	京都大学大学院理学研究科教授
副	会	長	松	澤		暢	東北大学大学院理学研究科教授
東	日本部会	÷長			1.11		附属地震・噴火予知研究観測センター長
副	会	_長 _	Щ	畄	耕	春	名古屋大字大字院環境字研究科教授
重点	〔検討課 題	直					附属地震火山研究センター長
	運営部会	会長					
中日	日本部会	;長	平	田		直	東京大学地震研究所教授
							地震予知研究センター長
西	日本部会	:長	澁	谷	拓	郎	京都大学防災研究所教授
委		員	谷	岡	勇市	「郎	北海道大学大学院理学研究院教授
							附属地震火山研究観測センター長
			遠	田	晋	次	東北大学災害科学国際研究所教授
			八	木	勇	治	筑波大学大学院生命環境科学研究科准教授
			池	田	安	隆	東京大学大学院理学系研究科准教授
			佐	藤	比臣	志	東京大学地震研究所教授
			佐	竹	健	治	東京大学地震研究所教授
			篠	原	雅	尚	東京大学地震研究所教授
			小	原	<u> </u>	成	東京大学地震研究所教授
			上	嶋		誠	東京大学地震研究所准教授
			岩	森		光	東京工業大学大学院理工学研究科教授
			尾	形	良	彦	統計数理研究所名誉教授
			片	尾		浩	京都大学防災研究所准教授
			松	本		聡	九州大学大学院理学研究院准教授
			後	藤	和	彦	● 用人 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一
			吉	//本 井	16	直	独立行政法人防災科学技術研究所
			FJ	71		~	細川・予測研究領域地震・水山防災研究ユニット
							地震・水山観測データヤンター長
			汝	Ħ	联		地震「八山観測」「ビンジー氏」
			ν	96	1177	12	細測・予測研究領域地震・水山防災研究コニット
							1000元回戦地展 八田の火切九ーーノー 主任研究員
			HR.		古	心冬	工工师九員 独立行政法人海洋研究開發继樓
			ウ田		[1]	м т	低立10以仏八毎件切九囲光城神 地雲浄油・防災研究プロジェクト
							地長住似・切火切九ノロノエクト
					न र	屈	
			六	启	IE.	肢	<u>独立</u> 们政伝八座耒仅附総合「研九川 洋艇屋・地震研究センター
							山 例 眉・ 地 辰 妍 九 ビ ノ ク 一 海 溝 刑 地 雪 屋 臣 珥 次 チ ー) 目
			ш	20441		<u></u>	海 イントレージャング (本) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1
			右	闭	+	洋	御上保女厅御 伴情報部御得調査課長
			土 	开	思	治一	気象庁地震火山部地震中知情報課長
			青	木		元	気象庁地震火山部管埋課地震情報企画官
			横	Ш	_ 	宗	気家厂気家研究所地震火山研究部長
			村	上	具	幸	国土地理院測地部長
			齊	滕		隆	国土地理院地理地殻活動研究センター長
			今新	畲黎	哲	郎	国土地理院測地観測センター長
名	誉 委	員	高	木	章	雄	東北大学名誉教授
			茂	木	清	夫	東京大学名誉教授
			大	竹	政	和	東北大学名誉教授
			島	崎	邦	彦	東京大学名誉教授

平成25年5月30日

地震予知連絡会将来検討 WG

将来検討ワーキンググループ(経過報告)

1. WGの設置経緯と目的

地震予知連絡会は、地震予知の実用化を促進する旨の閣議了解(昭和43年5月)及び測地 学審議会建議(昭和43年7月)を踏まえて、地震予知に関する調査・観測・研究結果等の情 報の交換とそれらに基づく学術的な検討を行うことを目的に、昭和44年4月、国土地理院に 事務局を置き発足した。現在では、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の推進 について(建議)」において、「地震活動・地殻変動等に関するモニタリング結果を中心とし た情報交換を行い、モニタリング手法の高度化を検討する場」として位置付けられている。 平成21年には、注目すべき地震や地震予知研究に重要な問題などを「重点検討課題」とし て集中的な検討を行うように審議方法を変更した。

昨年度から、現建議のレビューや見直しも進められ、次期計画の検討も実施されている。 これまでの検討や次期計画の検討状況をふまえつつ、地震予知連絡会自らも、組織の名称 を含め、地震予知連絡会の役割の再確認と今後の活動の方向性を示すために、第197回地震 予知連絡会において本ワーキンググループ(WG)が設置された。

2. 検討事項

- ・地震予知連絡会の役割の再確認と今後の方向性
- ・「予知」と「予測」の捉え方
- ・組織名称の変更の必要性

3. 活動状況

これまでに、3回の会合とメーリングリストによる議論を行った。

4. これまでの検討の概要

- モニタリングとして何が重要かを検討し、今の科学の実力を把握・提示するために、
 予測実験の試行を目ざす。
- ・予測実験の試行を始めるため、しばらくは重点検討課題として検討を行う。
- 「予知」と「予測」のとらえ方は一般市民の中でも人によって異なる。
- ・社会的には、名称の変更よりも、地震予知連絡会が減災にどう貢献するかが問われている。
- ・組織名称変更の利点・問題点も整理し、さらに検討を進める。

5. 今後の予定

8月の第200回地震予知連絡会で最終報告を行う。

地殻活動モニタリングに 関する検討

日本とその周辺の地震活動(2013年2月~4月、M 5.0)



日本周辺における浅部超低周波地震活動(2013年2月~4月)



時間(年/月/日)

第3図. 2003年6月1日から2013年4月30日までの期間に検出されたイベントの時空間分布.検出されたイベントを防災科研Hi-net手動 験測震源と照合し、対応する地震が見出されたイベントを灰色で、それ以外を赤色の点でそれぞれ示す.その他は第1図に同じ.

防災科学技術研究所資料

NIED

防災科学技術研究所

GNSS連続観測から推定した日本列島の歪み変化

基準期間:2012年04月13日 -- 2012年04月27日【F3:最終解】 比較期間:2013年04月13日 -- 2013年04月27日【F3:最終解】



GNSS座標値データに基づいて1年間の歪み変化図を作成した.座標値の15日分の平均値から 1年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいて歪みを計算している.

国土地理院資料

GNSS連続観測データから推定した地震後の歪み変化(東日本)3ヶ月

東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる.

42 Ø **4**1° 40[°] 39[°] 0 38 37 CONT. EXT. 0.3 0.1 ppm 36 35 0 137 138 140 141° 142 <u>14</u>3° 139

基準期間:2013年01月13日 -- 2013年01月27日【F3:最終解】 比較期間:2013年04月13日 -- 2013年04月27日【F3:最終解】

・太点線はフィリピン海スラブの北東端 (Uchida et al., 2010, JGR)

東北地方太平洋沖地震(M9.0)後の地殻変動(水平)-3ヶ月-

東北地方を中心に東向きの変動が見られる.

基準期間:2013/01/21--2013/01/27 [F3:最終解] 比較期間:2013/04/21--2013/04/27 [F3:最終解]



東北地方太平洋沖地震(M9.0)後の地殻変動(上下)-3ヶ月-

宮城県付近の一部観測点で隆起傾向が見られるが、その大きさは小さくなってきている.

基準期間:2013/01/21--2013/01/27 [F3:最終解] 比較期間:2013/04/21--2013/04/27 [F3:最終解]



東北地方太平洋沖地震後の地殻変動 対数関数近似(6) 地震後 30 日間のデータを除外して推定

表示期間 2011/03/11 18:00:00 ~ 2013/05/20 12:00:00【Q3 解】



福江(950462) - M牡鹿(059071)

地震後 680 日までのデータによる推定値

 $\operatorname{disp} = a \log(1 + t/b) + c$

成分	a [m]	b [day]	c [m]	χ^2
東西	+0.2500	79.35	+5.2900	
南北	-0.0978	79.35	-1.7229	1.73
上下	+0.0964	79.35	-1.0964	

100 日間予測残差平均(東西/南北/上下) +0.0009/-0.0031/+0.0178 [m]

地震後 790 日までのデータによる推定値 disp = $a \log(1 + t/b) + c$

	P		,, , , , , ,	
成分	a [m]	b [day]	c [m]	χ^2
東西	+0.2522	81.81	+5.2924	
南北	-0.0996	81.81	-1.7228	1.71
上下	+0.1029	81.81	-1.1022	

10 日間予測残差平均 (東西/南北/上下) +0.0034/-0.0019/+0.0144 [m]







4月17日 三宅島近海の地震



2013年4月17日10時過ぎから三宅島近海で 地震活動が活発になり、同日17時57分に三宅 島近海の深さ9kmでM6.2の地震(最大震度5 強)が発生した。この地震の発震機構(CMT解) は、北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ 断層型であった。

気象庁はこの地震に対して、同日18時02分 に伊豆諸島、静岡県の沿岸に対して津波予報 (若干の海面変動)を発表した。この地震によ り、三宅島坪田で7 cm、三宅島阿古で6 cmの津 波を観測した。この地震により、負傷者1人の 被害が生じた(総務省消防庁による)。

今回の地震活動が活発になった17日10時過 ぎ以降24時間以内に、震度1以上を観測した 地震が46回発生した(最大震度別の内訳は、 震度5強:1回、震度3:7回、震度2:11 回、震度1:27回)。その後は4月30日までに、 震度2以上を観測した地震は発生していない (震度1を観測した地震が7回発生)。

1997年1月以降の活動を見ると、新島・神津 島から三宅島にかけての領域 a で、三宅島の火 山活動が活発であった 2000 年の、7月から8 月には M6.0以上の地震が6回発生している。



※4/17 17時57分の地震(M6.2)の約15秒前に、M5.1の地震 が発生しているが、ほぼ同じ場所で発生した地震であるため震 度の分離ができない。 三宅島近海の地震 一元化震源とDD法との比較



気象庁作成



緯度、経度、走向、傾斜、幅、長さは気象庁一元化震源の震源分布から設定。深さ、 すべり量、すべり角を逆解析で推定した。剛性率30GPa。

使用データ: F3解 期間 4月9-15日~4月21-27日

固定局:南伊豆

青丸 震源位置: 気象庁一元化震源 (期間 4月11~22日)

赤四角:断層面



緯度、経度、幅、長さは気象庁ー元化震源の震源分布から設定。走向、傾斜、深さ、すべり量、 すべり角を逆解析で推定した。剛性率30GPa。

使用データ: F3解 期間 4月9-15日~4月21-27日

固定局:南伊豆

青丸 震源位置:気象庁一元化震源(期間 4月11~22日)

赤四角:断層面

4月13日 淡路島付近の地震



今回の地震の余震分布と本震の発震機構から推定される震源断層は、南北方向に延びる西傾斜の逆 断層と考えられる。

1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域 c)で M6.0以上の地震は、今回の 地震のほか、「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」、および1936年の河内大和地震がある。

さらに広域で M7.0 以上の地震としては、1927 年に北丹後地震、1943 年に鳥取地震、1945 年に三河 地震、1948 年に福井地震、平成 12 年(2000 年)鳥取県西部地震などが発生している。





震央分布図 (2013年4月13日~5月1日、 深さ0~30km、M≥1.0)

細線で地震調査研究推進本部による主要活断層を表示している。

この地震に伴うわずかな地殻変動が観測された.

基準期間:2013/04/05~2013/04/11[F3:最終解] 比較期間:2013/04/13~2013/04/19[F3:最終解]

---[F3:最終解]

•

地 殻変動 (水平)



西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ 活動状況(2013年2月~4月)その1



・顕著な微動活動:紀伊半島南部,3月7~14日.四国中部3月7~24日.
 紀伊半島北部,4月5~12日.



図 1. 西南日本における 2013 年 2 月~4 月の月毎の深部低周波微動活動.赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) において, 1 時間毎に自動処理された微動 分布の重心である.青菱形は周期 20 秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である.



19

4月15日以降の与那国島近海の地震活動



2013年4月15日頃から与那国島近海で地震活動 が始まり、17日13時頃から活動が活発となりM5 程度の地震がまとまって発生した。このうち最大 規模の地震は、4月18日23時08分に石垣島北西沖 (与那国島の北東約70km)で発生したM6.1の地震 (最大震度1)であった。この地震の発震機構(CMT 解)は南北方向に張力軸を持つ正断層型であった。

この地震活動では、全般に主に南北方向に張力 軸を持つ正断層型の地震が発生している。また、 活動は4月30日現在も活発な状態が継続している が、発生回数は徐々に減少している。

2000年7月以降の活動を見ると、今回の地震の 震央周辺(領域a)では、数年に1度程度、まと まった地震活動が見られる。2001年2月21日には M5.4の地震(最大震度1)が発生した。また最近 では、2012年9月12日にM5.2の地震(震度1以上 を観測した地点なし)が発生した。

1990年1月1日以降の活動を見ると、今回の地 震の震央周辺(領域b)では、1996年6月9日に M5.5の地震(最大震度1)、1996年9月24日にM5.8 の地震(最大震度2)が発生した。また、2002年 10月24日から25日までの活動では、M5クラスの 地震が27回発生している。





緯度	経度	深さ	走向	傾斜	幅	長さ	すべり量	すべり角	Mw
24.84°	123.10°	1.7 km	70.0°	47.0°	8 km	46 km	2.6 m	-133.6°	6.9

緯度、経度、走向、幅、長さは気象研究所による震源分布の浅部のクラスターをもとに設定。 深さ、傾斜、すべり量、すべり角を逆解析で推定した。剛性率30GPa。

使用データ:R3速報解(基準期間 4月11日~16日 比較期間 4月23日~28日)

固定局:与論

青丸 震源位置:三次元速度構造を用いて推定された震源(気象研究所勝間田氏による) (期間 4月7日~23日)

赤四角:断層面

重点検討課題の検討

「日本海で発生する地震と津波」

海陸統合地殼構造探查(速度構造断面)





Gr:グリーンタフ(20-15Ma) Nt: 七谷層相当層 Td:寺泊層相当層 Sy: 椎谷層相当層 Ny:西山層相当層 Un: 魚沼層相当層 UT:未区分新第三系

まとめ

- ✓日本海東部の地殻構造は主に3つ タイプ(島弧地殻,厚い海洋地殻, 海洋地殻)に分けられる。
 - - 島弧地殻

 ・典型定期な海洋地殻より厚い海洋地殻
 ・海洋地殻
- ✓ 庄内沖地震・新潟地震・新潟県中 越沖地震などは、 島弧地殻内で生 じた地震。
- ✓日本海中部地震は<u>島弧地殻と海</u> <u>洋地殻</u>の境界付近で発生した地震。



海洋研究開発機構 小平秀一 資料



GNSS連続観測に基づくひずみ速度分布

GEONETデータでは、秋田県以南に比べて青森県以北のひずみ集中はそれほど明瞭ではない。
 観測点配置、余効変動の影響もある。

日本海東縁での「プレート」間相対運動

論文名, プレートの組み合	相対運動速度(mm/yr)						
わせ	北海道北部 (45.0N, 141.7E)	北海道南西沖 (41.5N, 139.5E)	山形県庄内沖 (39.0N, 139.6E)	新潟県越後平野 (37.8N, 138.9E)			
Seno et al.(1996) EU-OK	6.4	9.2	11.1	12.1			
Heki et al.(1999) AM-NA	15.8	17.1	17.9	18.3			
Sella et al.(2002) AM-OK	18.2	22.8	25.6	27.1			
Kreemer et al.(2004) AM-OK	13.5	16.8	18.8	19.9			
Apel <i>et al.</i> (2006)* AM-OK	17.2	20.7	23.0	24.2			
Demets et al.(2010)* AM-OK	4.7	5.4	6.2	6.5			
Argus et al. (2010) EU-NA	11.7	13.0	14.0	14.4			

北海道北部 NAMOHK 北海道南西沖 山形県庄内沖 新潟県越後平野 黒字:宇宙測地データに基づく、青字:地磁気や地震データに基づく、水色:両者の混合. *図よりオイラー極を読み取り **OKのオイラー極は、Argus et al.(2011).

- モデルによって大きな幅があるが、5~27mm/年のほぼ 東西方向の相対運動となる、南に行くほど大きくなる。
- 日本海東縁では複数の断層で相対運動を担っていて、 複数の断層運動の和を表していることに注意。

GEONETによるひずみ速度分布



- GEONETの速度ベクトルを用いて,静 穏な時期のひずみ速度分布を計算.
 - ✓ 計算手法はShen et al.(1996)
 - ✓ 距離減衰定数は20km.
- 新潟ー神戸・日本海東縁ひずみ集中帯
 に対応するひずみ速度の大きな領域が
 各期間に見られる.
 - ✓ 西北西-東南東方向の短縮を示し,最 大約0.2ppm/yr
 - ✓ 3つの期間でほとんど速度が変わって いない。
 - ✓ ひずみ集中域の東側(越後山地)では ひずみ速度が小さい.
- 福島県の太平洋側でも同じ方向の短縮 ひずみが観測されているが、ひずみ速 度は期間によって大きく異なる.

運動学的モデル(越後平野)

モデルの幾何形状



Elastic(Model 2A) or Viscoelastic(Model 2B) Layer



- 地殻全体を貫く比較的高角な逆断層の 深部滑り(Iio and Kobayashi, 2002 など)を仮定.
- 断層の細かな位置については,試行錯 誤的にデータを説明するように仮定.
- 弾性体モデルは、粘弾性体モデルの地 震後50-90年のパターンと概ね一致し ているが、上下変動の絶対値は大きく 異なる。
- 粘弾性体モデルでは、余効変動として 沈降が生じ、越後平野付近の沈降を定 性的に説明.

地震時の上盤側の隆起が長期的に支え られないために,超波長の沈降が生じ て,下盤側で沈降が生じると考えられ る.

京都大学防災研究所 西村卓也 資料



独立行政法人 產業技術総合研究所







独立行政法人產業技術総合研究所



日本海東縁の津波
1. 奥尻島,津軽沖,庄内沖飛島周辺、佐渡島:
いすれも1000年程度の再来間隔,周期性
2.1900年(1833)年(中盤)以降に集中.
9~11世紀にも集中か.
佐渡北方沖海嶺は10~11C.以降空白か?
AD/BC頃は? それ以前は?(cf. 奥尻と佐渡の津波履歴)
3. 地震領域: "固有地震"の考え方でよいのか,
より大きな波源域・震源域はあったか?
震源・波源域の位置、発生領域区分について要検討
北海道北西(利尻)沖,能登半島より西は
津軽, 男鹿, 飛島, 粟島:隆起ベンチ, 隆起ビーチの調査, 研究も重要

27

白:大きい津波 黒:弱い津波/or 局地的 灰色?:存在も 含めて詳細不 明 注:1741は 火山活動

源域一覧



大きい被害の津波

No.	年	月	日	元号	m	М	地域	概略
	1741	8	29	寛保			渡良大良の噴火	北海道で死1467、流出家屋729、船1521艘破壊
3	早朝		3.5		波西八西の頃八	津軽で死20余、流失家屋約100、佐渡、能登、若狭		
	若狭で	は昼	頃清	≧波			伯判	七月上旬より活動、十三日に噴火
	1792	6	13	寛政		M7.1	寛政後志	忍路で港頭の岸壁が崩れ陸にあった夷船漂流
5	タ方	4時	頃		2		小樽-積丹半島-	出漁中の夷人5人溺死
							寿都−島牧	美国でも溺死若干
	1833	12	7	天保		M7.6	天保出羽沖	庄内で潰家475, 死42
	タ方	4時	頃		25			津波が本庄から新潟に至る海岸と佐渡
°					2.0			能登で大破流出家約345, 死約100、隠岐でも被害
								相川で2-300m、鰺ヶ沢で5-600m引く
10	1940	8	2		0	M7.5	神威岬沖	羽幌・天塩2m, 利尻3m, 金沢・宮津1m, 天塩河口で溺死10
12	0時	過き	41.		2			地震動被害はほぼなし
	1964	6	16			M7.5	新潟地震	死26, 家屋全壊1960戸, 半壊6640戸, 浸水15298戸
11	午後1時過ぎ			2			その他船舶・道路の被害も多かった。粟島が約1m隆起した。	
14					2			新潟市内の各所で噴砂水(液状化), 地盤の流動化
								津波が日本海沿岸一帯を襲い,波高は新潟県沿岸で4m以上に
	1983	5	26			M7.7	日本海中部地震	死104(うち津波によるもの100), 傷163(同104)
	I	E午					(能代沖)	秋田県北部と青森県西部で津波と液状化被害
15					2.5			建物全壊934, 半壊2115, 流失52, 一部破損3258
								船沈没255, 流失451, 破損1187. 能代で10m以上の遡上高
								深浦に7分、男鹿に8分で津波到来し、警報間に合わず
	1993	7	12			M7.8	北海道南西沖	能登・丹後・隠岐にも被害 地震に加えて津波。5分で奥尻島
	夜10	時過	ぎ				(奥尻震災)	に津波到達 青苗では72/214名津波で死亡
16					3			津波は最高30mに達した
								死202, 不明28, 傷323 渡島半島西岸も津波被害
								家屋全半壊1024、焼失192、一部破損5490、船舶被害1748艘

地震予知総合研究振興会 松浦律子 資料

第200回地震予知連絡会 重点検討課題 「地震の短期予測の現状と評価」

趣旨説明者 名古屋大学大学院環境学研究科 山岡 耕春

地震の発生直前に前兆現象を捉え、地震発生を高い確度で予測することが出来れ ば、避難行動につながり災害軽減が可能となる。そのため、長年にわたって様々 な手法による研究が続けられてきた。震源の物理モデルに立脚した手法から、電 磁気学的手法、さらにいわゆる宏観現象にもとづく手法までが提案され、試行も されている。東海地震の直前予知についてもプレスリップを想定した予知の観測 体制が取られている。本重点検討課題では、地震の短期予測に関して、主に4つ の課題についてレビューをし、今後の方向性について議論をしたい。

(1) 予測の評価

予測手法が有効かどうかを検証するためには客観的な統計的評価が必要となる。 その手法について CSEP で用いられている手法を中心にレビューをする。(東京 大学地震研究所、鶴岡弘)

(2)震源核

震源断層における高速破壊の直前に震源核が形成され、それを観測によって捉えることにより地震発生を早期に検知できるという考え方がある。震源核に関する知見を整理する。(東京大学地震研究所、吉田真吾)

(3) トリガリング

地震発生直前の状態となっている領域では、何かの小さなきっかけ(トリガリン グ)によって破壊が開始することがある。その意味で、トリガリングの過程を理 解することは地震の短期予測のために重要である。動的および静的トリガリング について、レビューをする。(京都大学防災研究所、宮澤理稔)

(4) 電磁気学的観測

地震は力学的現象であるが、力学的現象と電磁気学的現象との相互作用も存在する。そのような観点から電磁気学的現象による地震の短期予測についてレビューをする。(東京学芸大学、鴨川仁)

(5) その他:上記の課題と関連した、委員からのご報告を歓迎します。