

地震・火山に関する防災情報の実効性検証 の現状と課題

小山真人・村越 真（静岡大学防災総合センター）
吉川肇子（慶応義塾大学商学部）

リスクコミュニケーションにおいては、専門家側の価値観だけによってリスク情報が取捨選択、あるいは操作されてはならない

市民の立場に立った厳密な検証プロセスが必要。最低限のこととして、発信者は、発信した情報の使われ方に常に気を配るべき

地震のリスク情報を責任をもって発信する公的機関の不在
（地震調査委員会の背任？）

確率・物理学は大事だが、それが信仰となってしまうはいけ
ない。幅のあるリスク情報でも、誠実かつ丁寧な解説をつけて
発信することが重要

地震・火山に関する防災情報の実効性検証 の現状と課題

小山真人・村越 真（静岡大学防災総合センター）
吉川肇子（慶応義塾大学商学部）

1. 用語・情報呼称にひそむ問題

火山防災用語 東海地震に関する情報呼称

2. 情報システム自体の実効性の問題

緊急地震速報 噴火警戒レベル

3. 幅のあるリスク情報の伝え方の問題

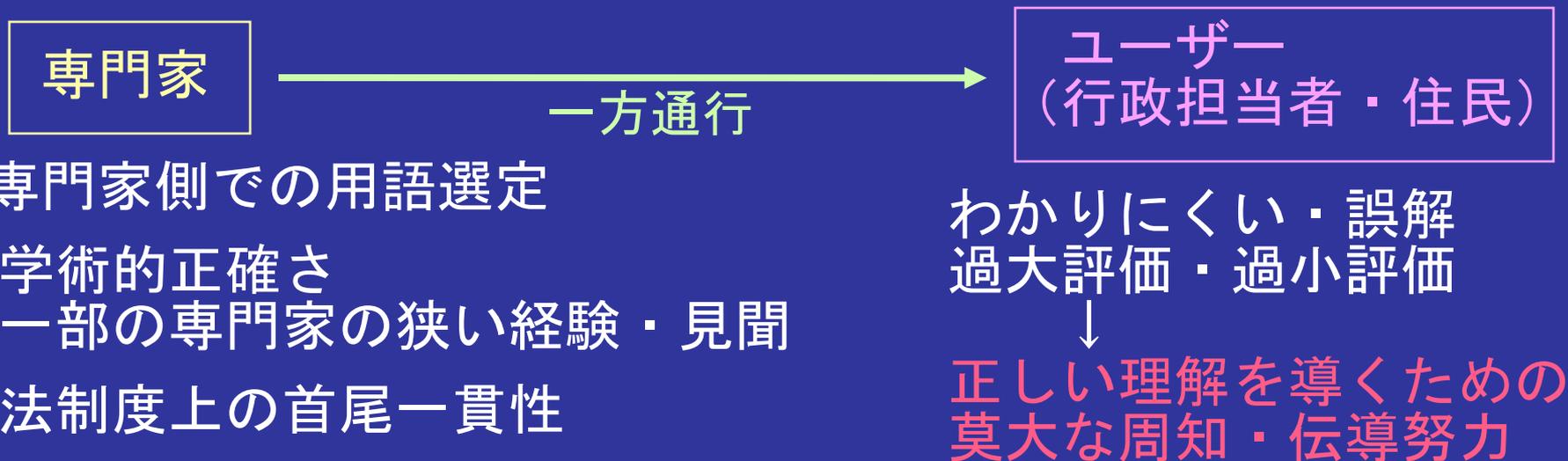
ハザードマップ

地震の長期評価

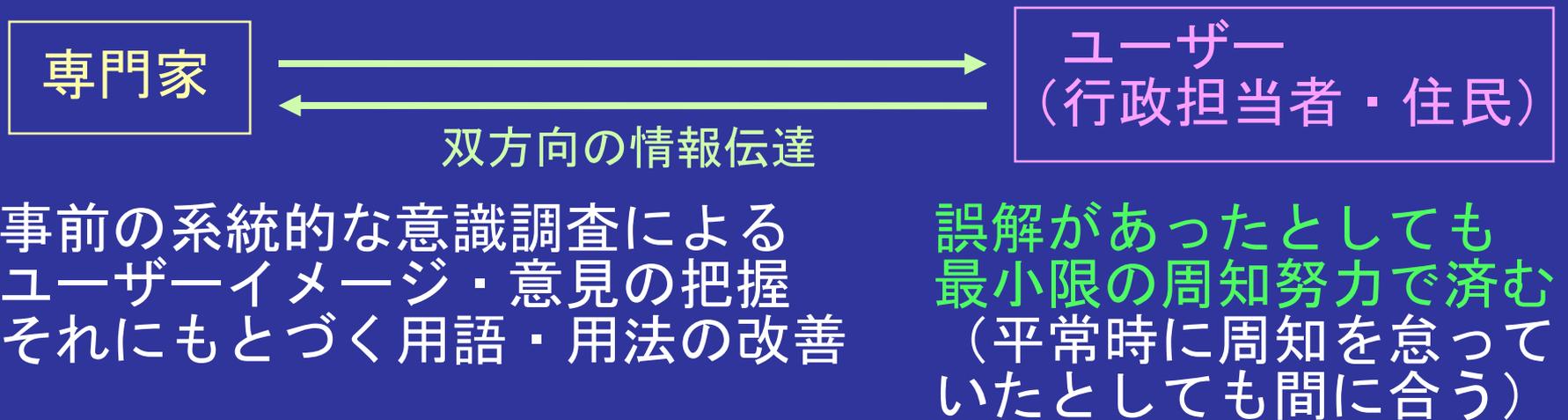
今後の誘発地震・津波・噴火リスク

災害情報のメッセージとメタメッセージ

1. 従来の防災用語選定と情報伝達



2. これからの防災用語選定と情報伝達



1. 次の言葉について、どの程度知っていますか？ あてはまる語句を○で囲んでください。 (認知度の測定)

(用語名)

意味がだいたいわかる

聞いたことはあるが意味は知らない

聞いたことがない

2. 次の言葉を聞いた第一印象はどんなものですか？ あなたのもつイメージにあてはまる語句を○で囲んでください。

(用語イメージの測定)

(用語名)

(形容詞群1)

怖い

どちらかと言えば怖い

どちらとも言えない

どちらかと言えば恐くない

恐くない

(小山ほか, 2007)

この後、形容詞群2～4と発生頻度イメージの設問

怖い=1

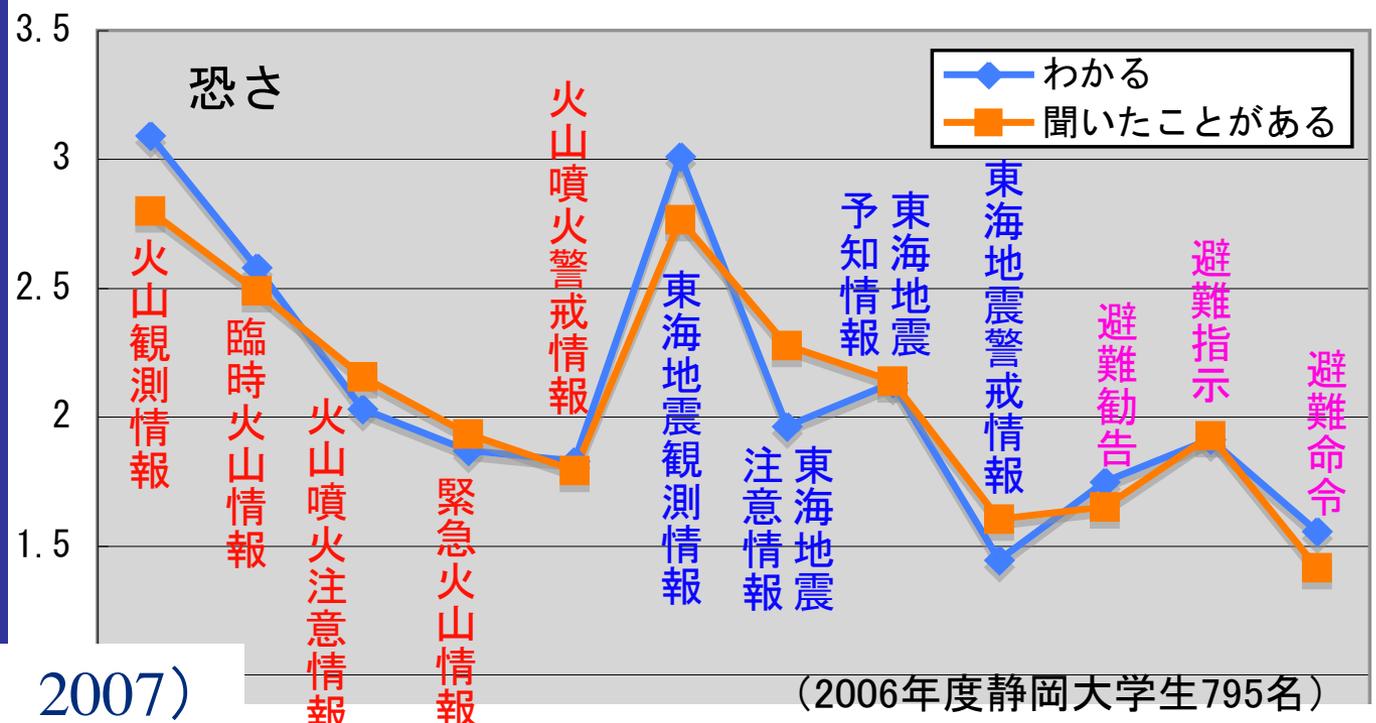
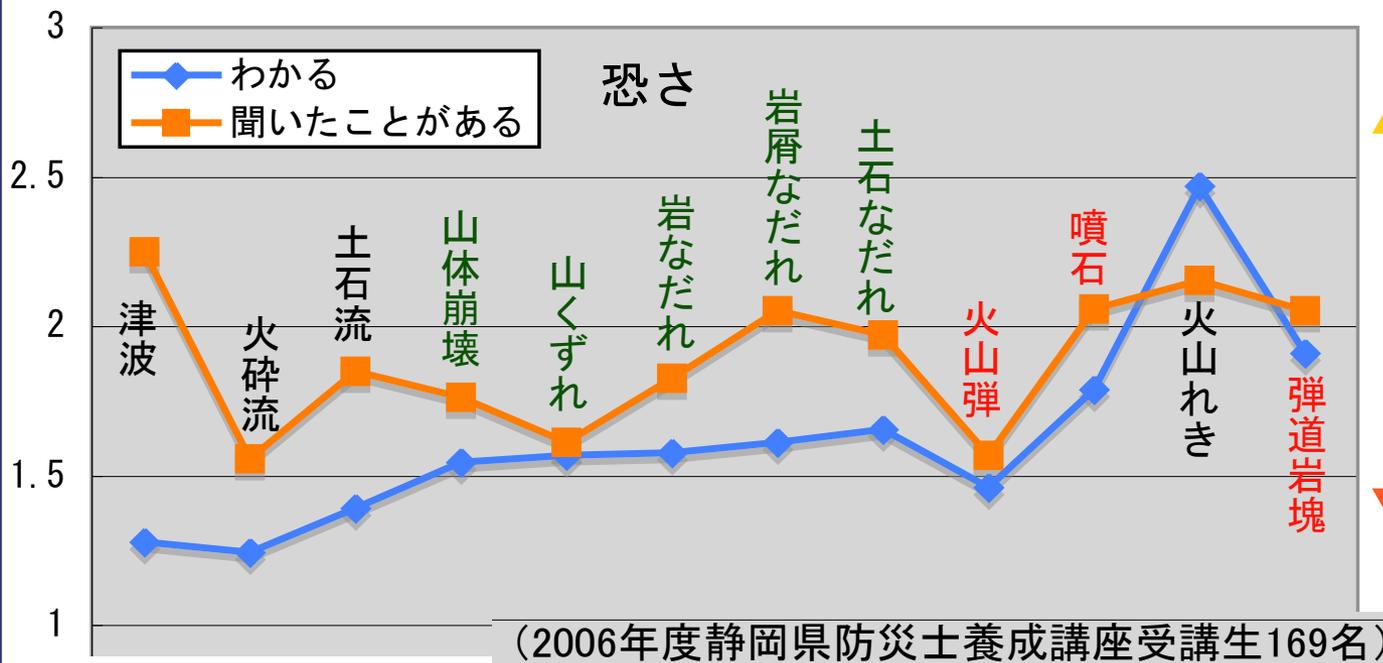
どちらか
と言えば
怖い=2

どちらと
も言えな
い=3

どちらか
と言えば
恐くない
=4

恐くない
=5

とした時
の平均値



(小山ほか, 2007)

結論と提言 1

1. 「岩屑なだれ」の使用の見直し

岩屑なだれのリスクイメージは低く，しかも意味を知らない場合のリスクイメージ低下が著しい。

2. 「噴石」の廃止→「火山弾」の採用

噴石のリスクイメージは低く，しかも意味を知らない場合のリスクイメージ低下が著しい。これに対し，火山弾のリスクイメージは高く，意味を知る／知らないに依存せず，理想的。

（なお，学術上は，高温であった証拠を示す特定の形状をもった火山岩塊に対して，火山弾の語が定義されている。しかし，これは専門家側の特殊な用語法とみるべき。防災上は，高温であろうが低温であろうが，落ちてくる岩の危険性に変わりはないし，いまや学術上も熱履歴の推定法が形状以外にないわけではない。

3. 「臨時火山情報」「緊急火山情報」の廃止

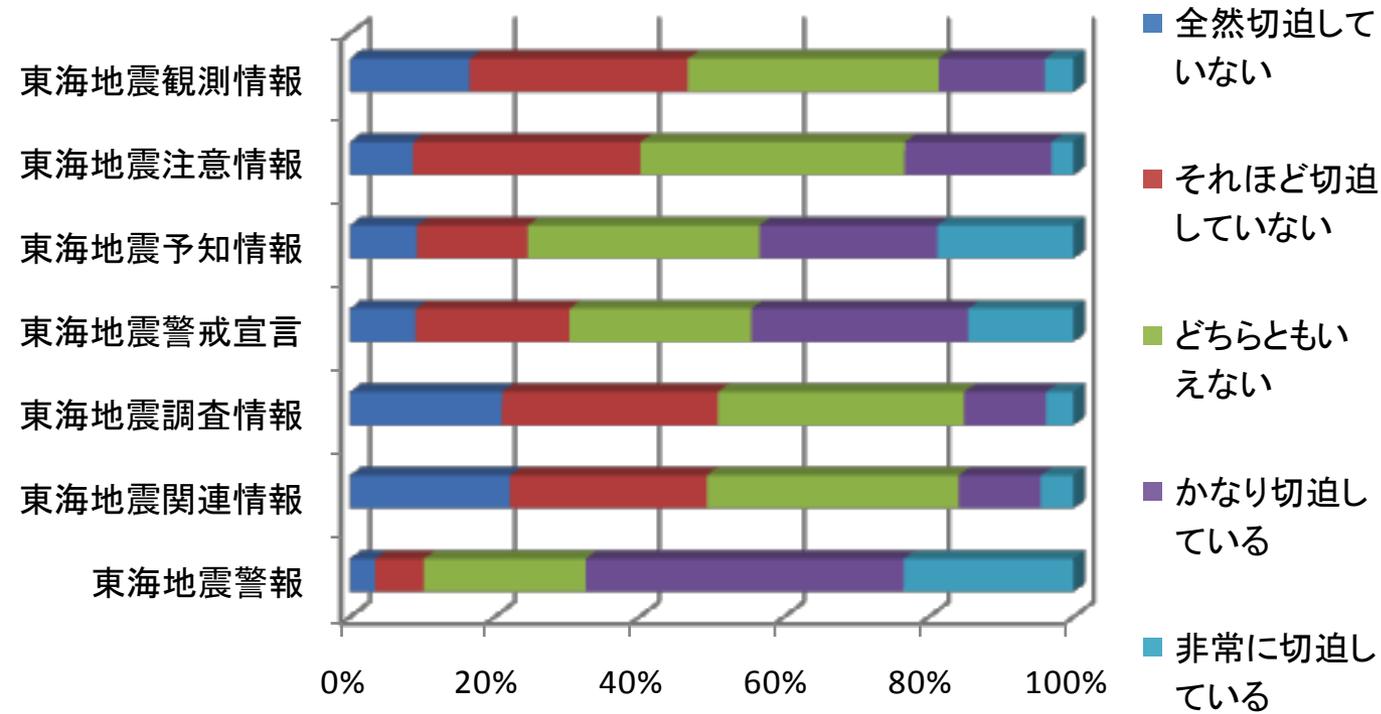
→「火山噴火注意情報」「火山噴火警戒情報」の採用

噴石のリスクイメージは低く，しかも意味を知らない場合のリスクイメージ低下が著しい。これに対し，火山弾のリスクイメージは高く，意味を知る／知らないに依存せず，理想的。

気象庁が発表する「東海地震に関連する情報」

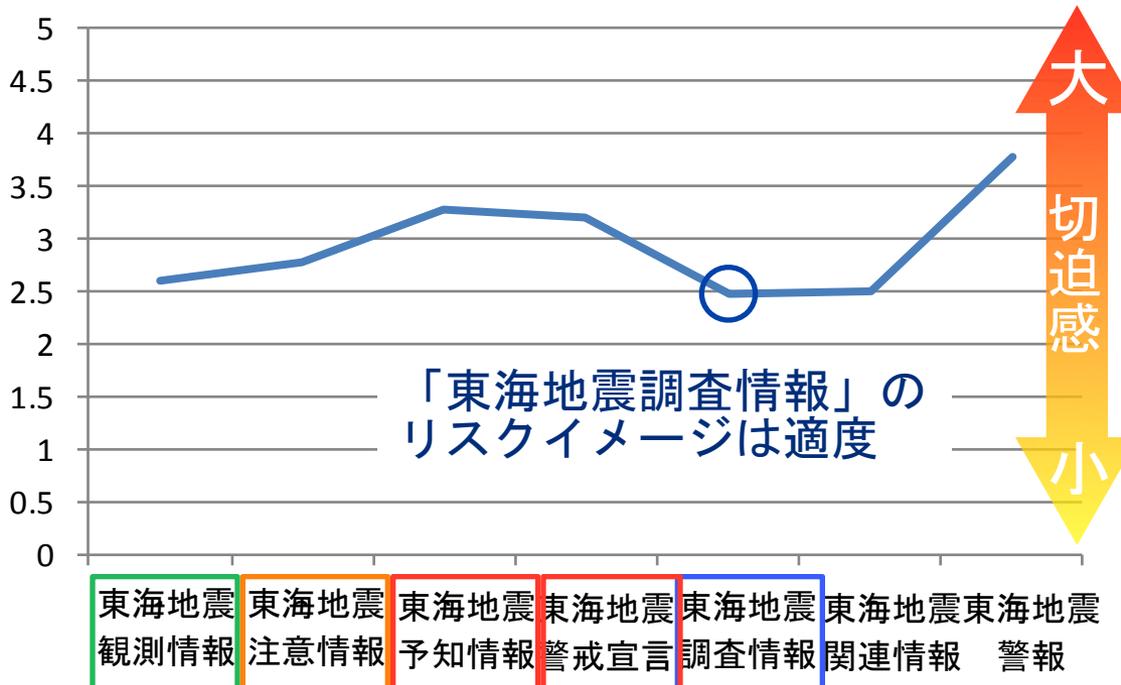
情報名	主な防災対応等
<p>東海地震 予知情報</p> <p>東海地震が発生するおそれがある と認められ、「警戒宣言」が発表 された場合に発表される情報</p> <p>(カラーレベル 赤)</p>	<p>「警戒宣言」に伴って発表</p>  <ul style="list-style-type: none"> ●警戒宣言が発せられると <ul style="list-style-type: none"> ○地震災害警戒本部が設置されます ○津波や崖崩れの危険地域からの住民避難や交通規制の実施、百貨店等の営業中止などの対策が実施されます <p>住民の方は、テレビ・ラジオ等の情報に注意し、東海地震の発生に十分警戒して、「警戒宣言」および自治体等の防災計画に従って行動して下さい</p>
<p>東海地震 注意情報</p> <p>観測された現象が東海地震の前兆 現象である可能性が高まった場合 に発表される情報</p> <p>(カラーレベル 黄)</p>	<p>東海地震の前兆現象である可能性が高まった場合に発表</p> <ul style="list-style-type: none"> ●東海地震に対処するため、以下のような防災の「準備行動」がとられます <ul style="list-style-type: none"> ○必要に応じ、児童・生徒の帰宅等の安全確保対策が行われます ○救助部隊、救急部隊、消防部隊、医療関係者等の派遣準備が行われます  <p>住民の方は、テレビ・ラジオ等の情報に注意し、政府や自治体などからの呼びかけや、自治体等の防災計画に従って行動して下さい</p>
<p>東海地震 に関連する 調査情報</p> <p>東海地震に関連する現象に ついて調査が行われた場合 に発表される情報</p> <p>(カラーレベル 青)</p>	<p>観測データに通常とは異なる変化が観測された場合、その変化の原因についての調査の状況を発表</p> <ul style="list-style-type: none"> ●防災対応は特にありません ●国や自治体等では情報収集連絡体制がとられます <p>住民の方は、テレビ・ラジオ等の最新の情報に注意して、平常通りお過ごしください</p> <p>臨時</p> <p>●防災対応は特にありません</p> <p>●国や自治体等では情報収集連絡体制がとられます</p> <p>住民の方は、テレビ・ラジオ等の最新の情報に注意して、平常通りお過ごしください</p> <p>定例</p> <p>毎月の定例の判定会で評価した調査結果を発表</p> <p>●防災対応は特にありません</p> <p>日頃から、東海地震への備えをしておくことが大切です</p>

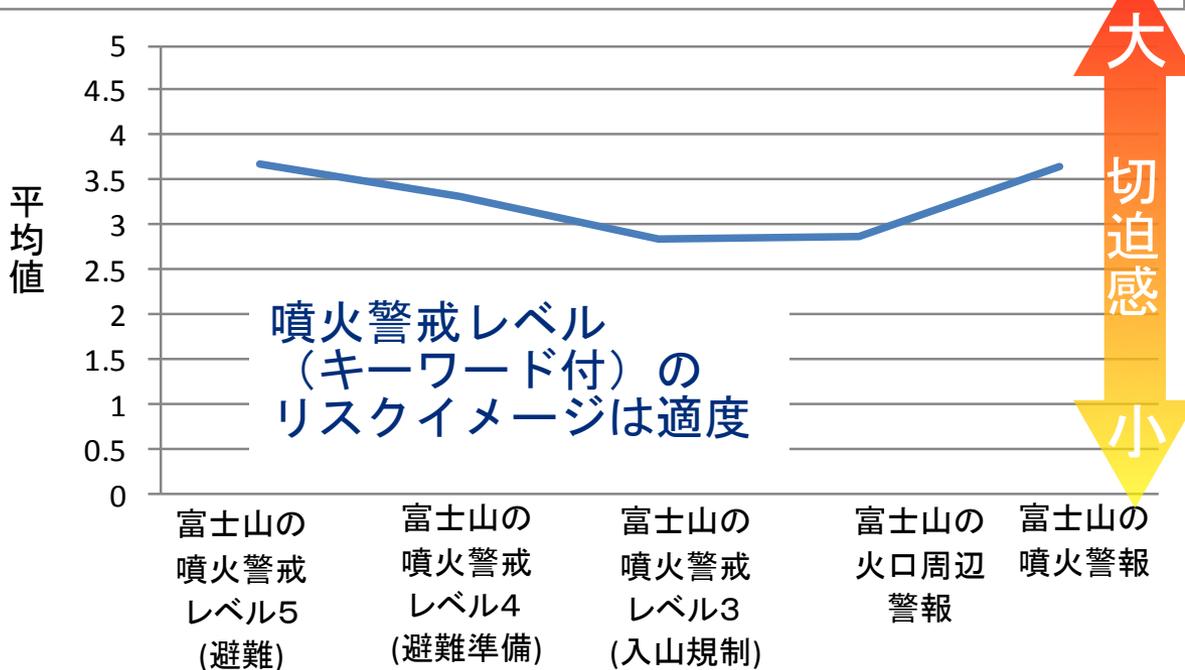
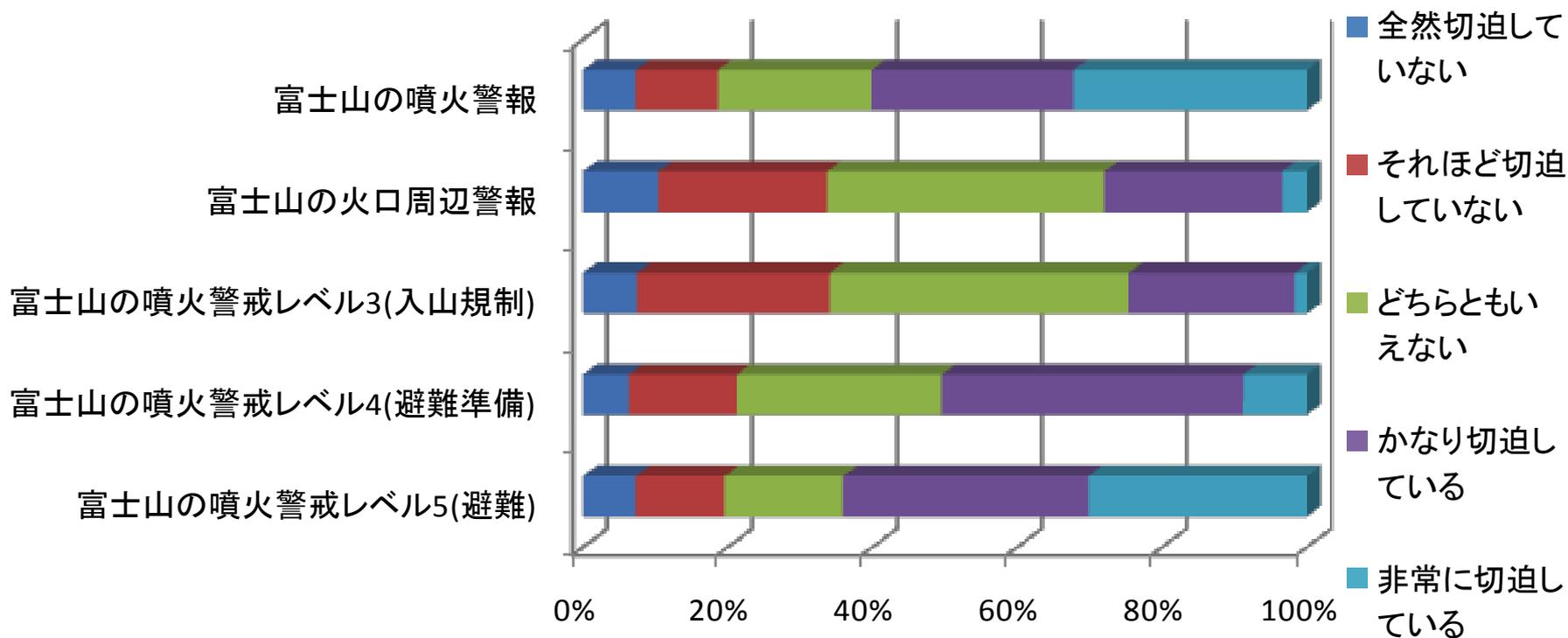
「東海地震に関連する調査情報」の運用開始
(2011年3月、気象庁)



「東海地震に関連する調査情報」が与える切迫感 (栗田・小山、2011)

静岡県在住の一般市民500人に対するネットリサーチ





富士山の噴火警戒レベルが与える切迫感 (栗田・小山、2011)

静岡県在住の一般市民500人に対するネットリサーチ

緊急地震速報が本当に一般住民の危険回避行動に有効か否かについての検証は本当にできているのか？

	緊急地震速報あり	緊急地震速報なし
被害あり	A : 重要	C : 重要
被害なし	B : ここばかり注目されているようでは、本当の検証とは言えない	D : 平常の状態

A, B, Cが均等な条件で比較・対照されなければ
検証の客観性が保証されない

緊急地震速報の有効性の 検証実験 (2007-2010)

偶発的に生じる有感地震を
待っているのは、検証の能率
が悪すぎる
→起震車を利用する



静岡県所有 (京都科学製)

行動評価・退避時間の測定

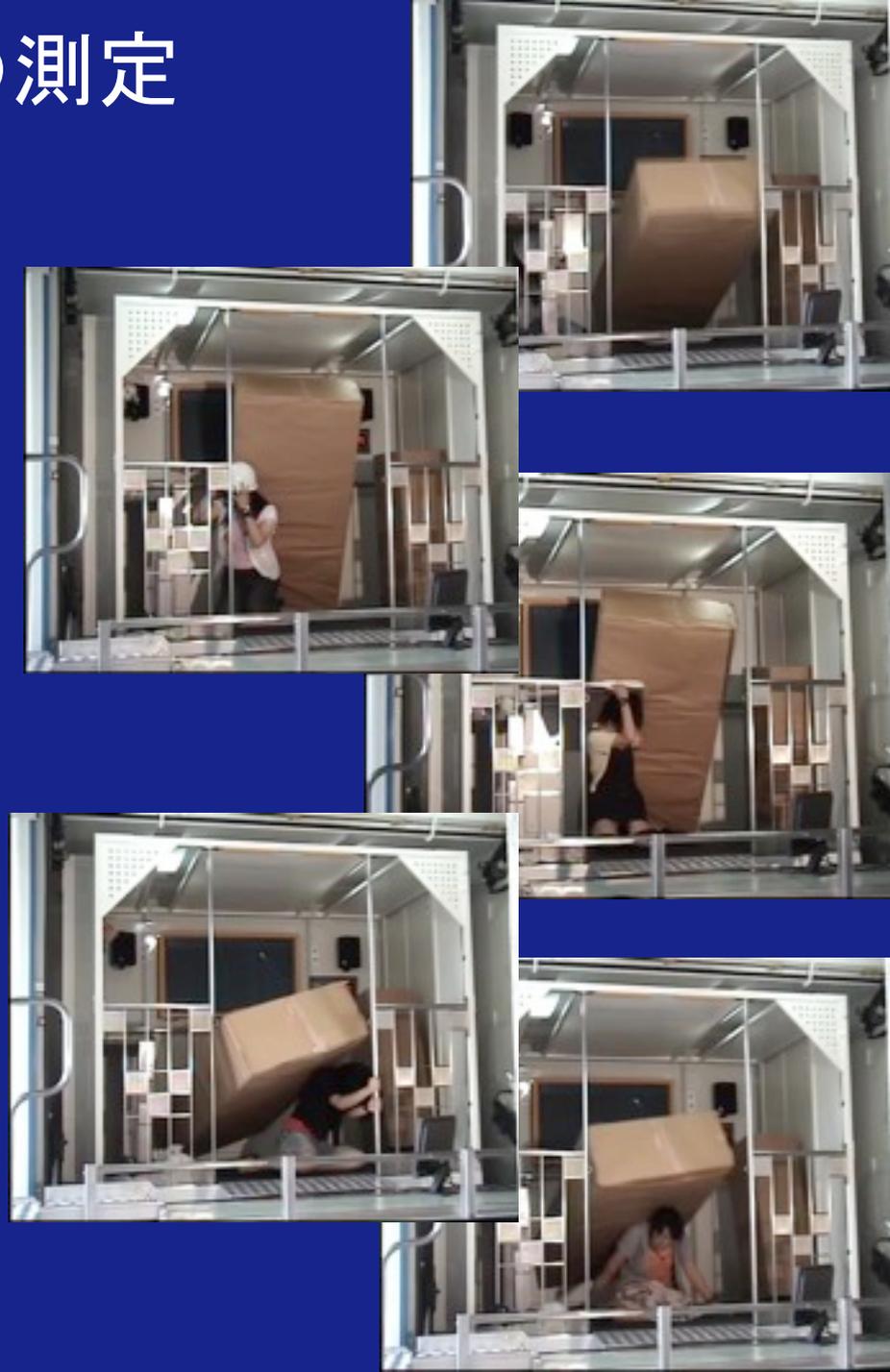
評価 A：頭部を保護した上で机の下に隠れるという理想的な退避行動に成功したもの

評価 B：上記の退避行動がほぼできたものの、頭部を守っていなかった、あるいは退避がやや遅れて家具等が一部接触するなどの軽微な被害を受けたもの

評価 C：退避行動が遅れて家具等に接触したものの、頭部を保護していた等により、最悪の事態を避けたもの

評価 D：退避行動を試みたが間に合わず、大きな被害を受けたもの

評価 E：退避行動を全く取らなかったもの



第1回実験 (2007年)

被験者を4群に区分

速報有・避難教示有

速報有・避難教示無

速報無・避難教示有

速報無・避難教示無



緊急地震速報や退避行動に関する事前の教示



緊急地震速報の提示

実験条件比較

第1回実験 (2007年)

被験者 4 群
速報あり、教示あり
速報あり、教示なし
速報なし、教示あり
速報なし、教示なし

初期微動なし

第2回実験 (2008年)

被験者 3 群
速報あり、弱いイメージ教示
速報あり、簡単教示
速報なし、教示なし

初期微動あり

第3回実験 (2009年)

被験者 3 群
速報あり、強いイメージ
教示+避難タイミング教示
速報あり、教示なし
速報なし、教示なし

初期微動あり

第4回実験 (2010年)

被験者 2 群
強いイメージ教示+
避難タイミング教示
教示なし

速報なし、初期微動あり

教示方法比較

第1回実験 (2007年)



緊急地震速報や退避行動に関する簡単な質問と教示

第2回実験 (2008年)



室内模型でのイメージ教示



第3回実験 (2009年)

第4回実験 (2010年)

震動台実験の映像を見せて揺れの被害のイメージ教示

地震波形を見せて避難タイミングの教示

行動評定の例

第 1 回実験 (2007年)

群	行動評定					合計
	A	B	C	D	E	
速報有・避難教示有	1	5	2	3	4	15
速報有・避難教示無	1	4	0	5	5	15
速報無・避難教示有	0	1	3	3	8	15
速報無・避難教示無	0	0	1	4	8	13
合計	2	10	6	15	25	58

実験結果比較

第1回実験（2007年）

初期微動のない条件下で、速報にゆるやかな効果あり

教示の効果はないものの、既存知識を呼び起こす場合は有効

第3回実験（2009年）

速報にゆるやかな効果

被災イメージと避難タイミングの教示は有効

第2回実験（2008年）

速報の効果は有意でなく、むしろ初期微動の効果を確認

模型を使ったイメージ教示に効果みられず

第4回実験（2010年）

（速報使用せず）

被災イメージと避難タイミングの教示は有効

→いずれにしても、緊急地震速報だけで有効な避難は不可能。適切な事前教育が不可欠

ハザードマップの誤用

ハザードマップの線引きは目安に過ぎないのに…



ハザードマップの有効性の検証実験（2005-2008）

第1回実験：紙版とPC版の比較（2004年）



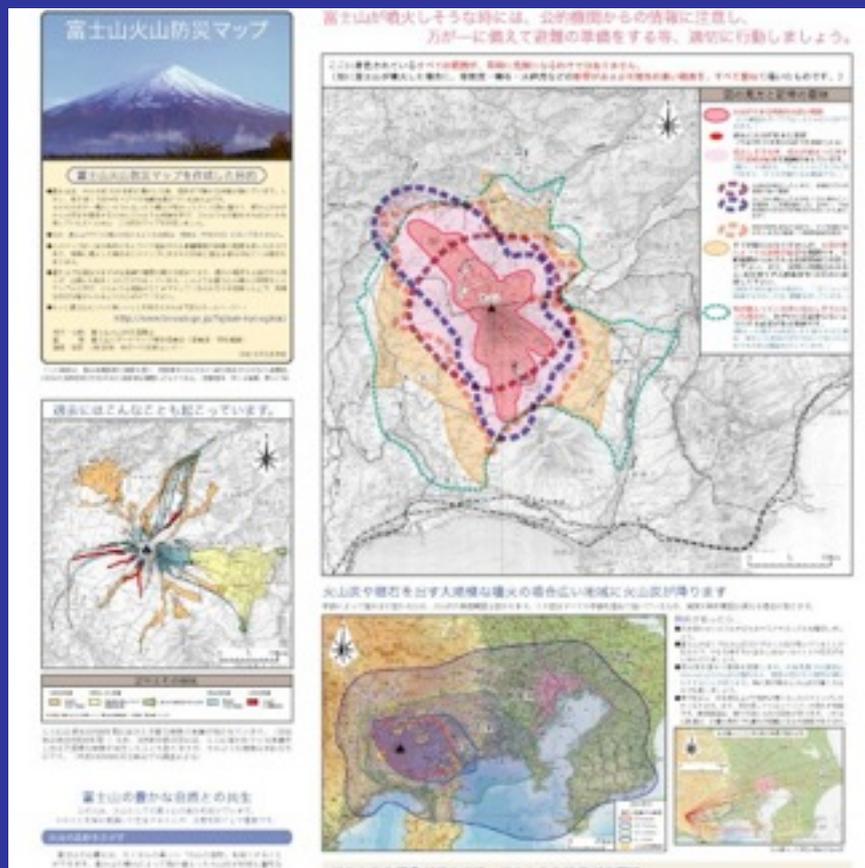
結果：PC版は操作の安易さから中学生に受けがいいが、大学生は紙版の閲覧性に好印象をもつ。肝心の内容読み取りには紙版とPC版で差がなく、専門家が望む読み取りはできていない。

（村越・小山、2006）

第2回実験：平面図版と鳥瞰図版の比較

(2004-2005年)

(村越・小山、2006)



平面図版おもて面（正規版）



鳥瞰図版おもて面

結果：鳥瞰図版は火山への不安をより大きく感じさせ、読み取り動機を増すが、肝心の内容読み取りには平面図版と鳥瞰図版で差がなく、専門家の望む読み取りはできていない。

火口の位置 2ヶ所，自分の位置 6ヶ所の条件を仮定し，火山専門家に近い判断ができるかを測定

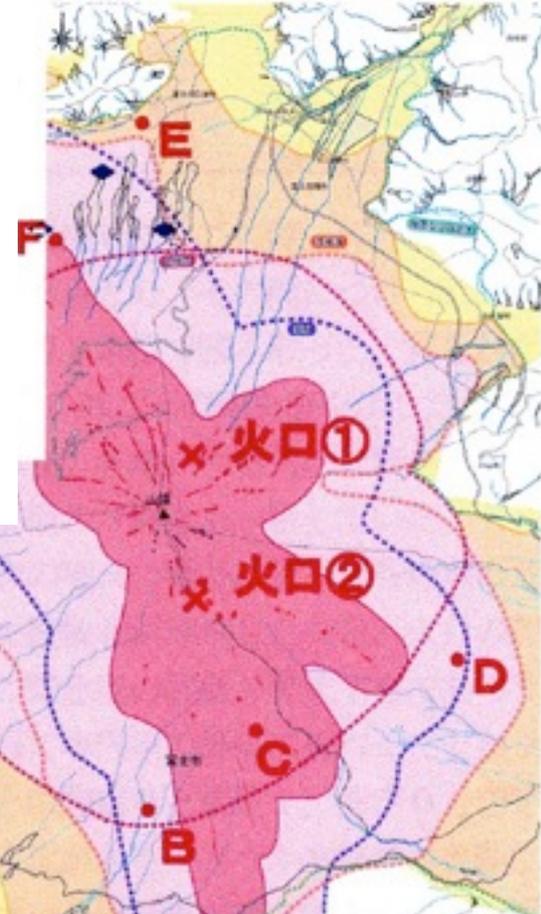
(村越・小山、2007)

想定 1 : 「臨時火山情報が発表され、富士山に火山活動の兆候があるとされました」

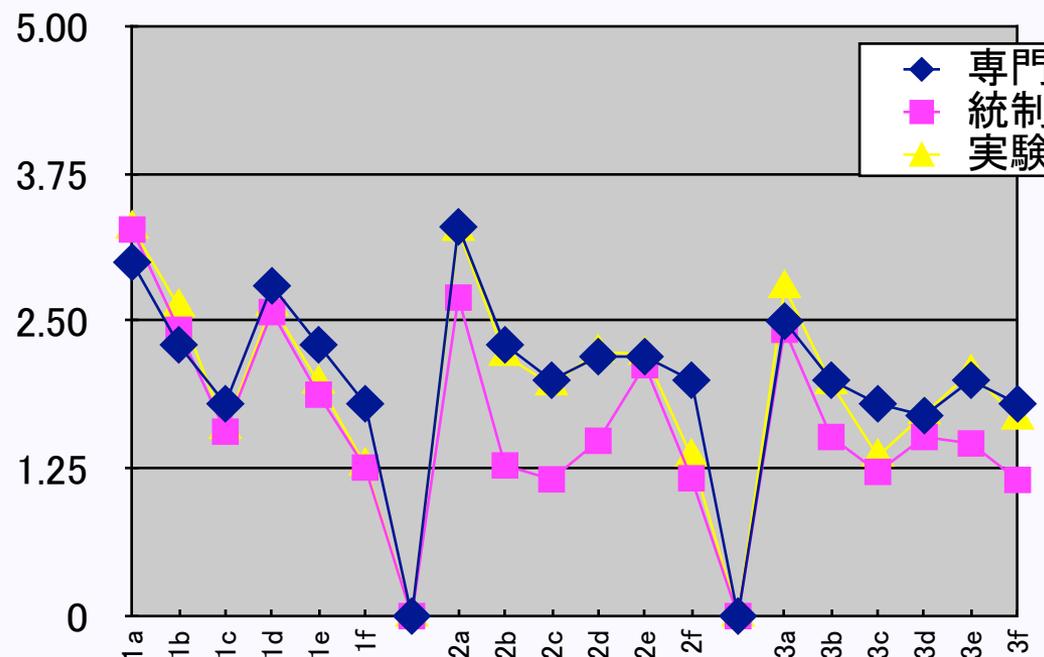
想定 2 : 「緊急火山情報が発表され、地図の× 1 印のところに火口ができて、噴火が始まった模様である」

想定 3 : 想定 2 と同じ状況で火口が別の位置 (× 2 印)

- 選択肢 1 : 直ちに避難する， 2 : 荷物をまとめて避難する，
 3 : 避難する準備を整えながら状況が変われば避難する，
 4 : 日常生活を送りながら状況が変われば避難する，
 5 : 特に対応しない



想定の違いと群による各地点の緊急度の違い



結果：ドリルマップに関する短い事前レクチャーを受けた実験群の判断が、専門家の判断に近いことに注目

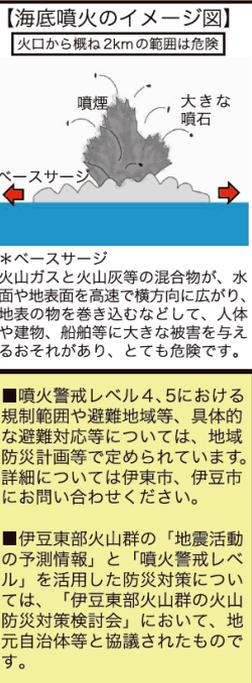
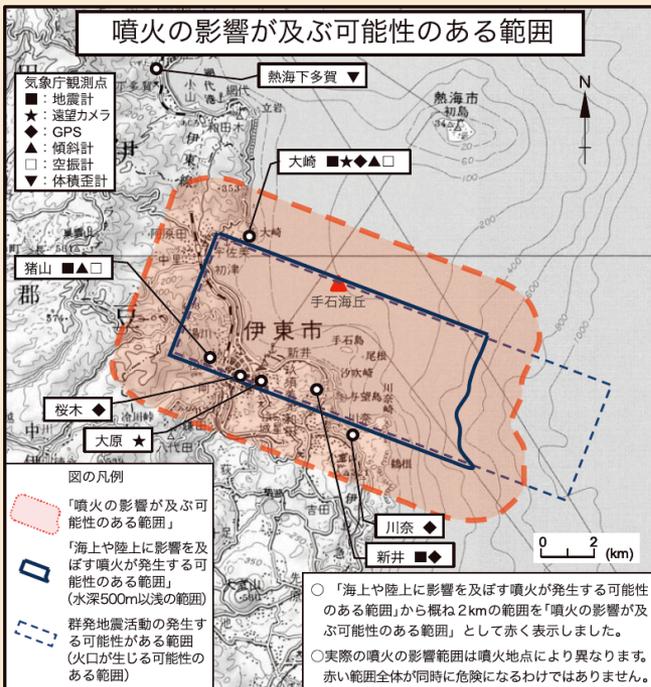
伊豆東部火山群の地震活動の予測情報と噴火警戒レベル

平成23年3月31日から 伊豆東部火山群の地震活動の予測情報と噴火警戒レベルを発表します

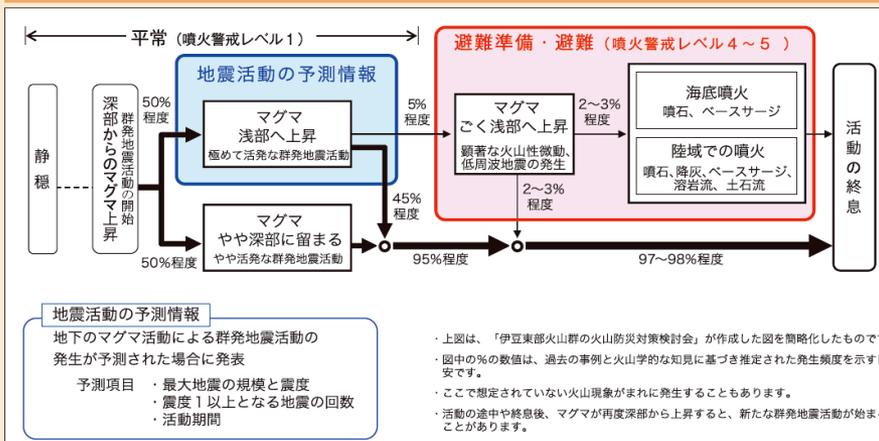


写真は伊豆東部火山群の大室山
写真提供：伊東市

- 伊豆東部火山群では、地下のマグマ活動に関連した活発な群発地震活動が発生することがあります。そのマグマが地表のごく浅部まで上昇すると噴火することがあります。
- 活発な群発地震活動の発生が予測された場合、「地震活動の予測情報」を発表します。
- 噴火の可能性が高まった場合、噴火警戒レベル4または5の噴火警報を発表します。
- 周辺の海域には、火山現象に関する海上警報を発表します。
- 「地震活動の予測情報」と「噴火警戒レベル」を活用して、適切な防災対応をお願いします。



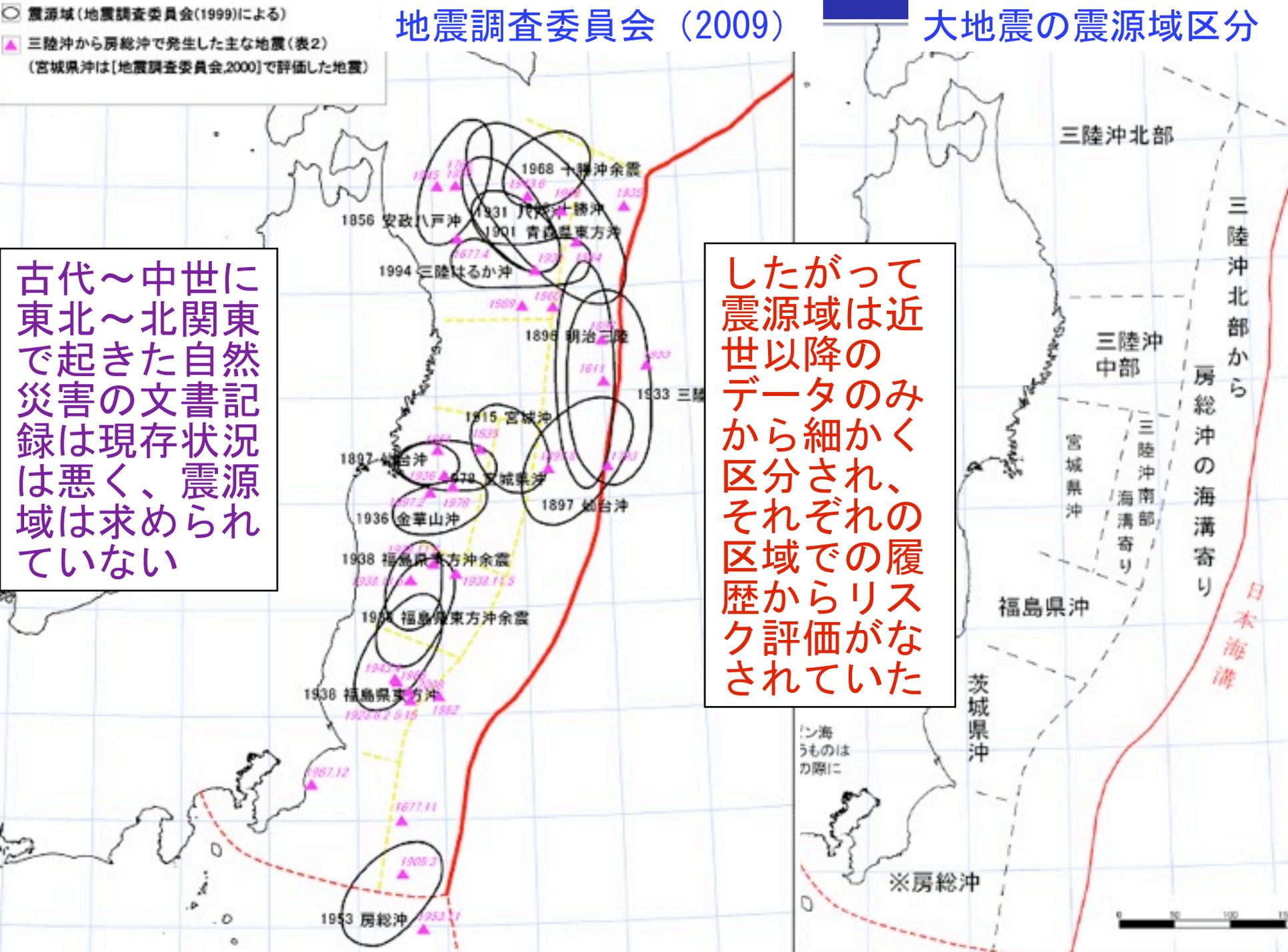
伊豆東部火山群で予想される活動推移 - 「地震活動の予測情報」と「噴火警戒レベル」 -



伊豆東部火山群の噴火警戒レベル

予報警報	レベル	火山活動の状況	住民等の行動	想定される現象等
噴火警報	レベル5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	●マグマ水蒸気爆発の発生により大きな噴石 [※] 、ベースサージが居住地域に到達する。 ●低周波地震活動の多発、火山性微動の発生 【過去事例】 平成元年(1989年)7月11日の低周波地震活動の多発、火山性微動の発生、7月13日の海底噴火
	レベル4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される。(可能性が高まってきている)	警戒が必要な居住地域での避難準備、災害時要援護者の避難等が必要。	●低周波地震活動の活発化。 【過去事例】 平成元年(1989年)7月10日の低周波地震活動の活発化。
火口周辺警報	レベル3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。危険な地域への立入規制等。	【レベル2、3の発表について】 ○活動が活発化するとき 噴火の可能性が高まっていく段階では、レベル2、3の発表はなく、レベル4以上が発表されます。 ○活動が沈静化するとき 火山活動が沈静化し、レベル5からレベルを下げる段階で、火山活動の状況に応じてレベル2、3を発表する場合があります。
	レベル2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	
噴火予報	レベル1 (平常)	火山活動は静穏。 [地震活動の予測情報の] 地下深部のマグマ活動により、活発な群発地震活動が発生することがある	住民は通常の生活。 [危険な場所を避けたり、家具を固定するなど、大きな揺れに対する対策が]	●火山活動は静穏 ●活発な群発地震活動により、最大震度5弱~6弱程度の大きな揺れとなることがある。

2011年3月から導入されたが、今後の検証が不可欠



古代～中世に東北～北関東で起きた自然災害の文書記録は現存状況は悪く、震源域は求められていない

したがって震源域は近世以降のデータのみから細かく区分され、それぞれの区域での履歴からリスク評価がなされていた

○ 震源域(地震調査委員会(1999)による)
 ▲ 三陸沖から房総沖で発生した主な地震(表2)
 (宮城県沖は[地震調査委員会,2000]で評価した地震)

※房総沖



項目	将来の地震発生確率等 ^{注2}	備考	評価の信頼度 ^{注4}
今後10年以内の発生確率 今後20年以内の発生確率 今後30年以内の発生確率 今後40年以内の発生確率 今後50年以内の発生確率	2%程度以下 5%程度以下 7%程度以下 10%程度以下 10%程度以下	過去400年間の中に、M7クラスの地震が連続したことが1回だけあったと判断し、同様の地震が400年以上の間隔を持って発生するものとして、ポアソン過程から発生確率を算出した。	D
次の地震の規模	M7.4前後 ^{注3} 複数連続	過去に発生した地震のMを参考にして判断した。	B

表4-7 次の茨城県沖のプレート間地震の発生確率等

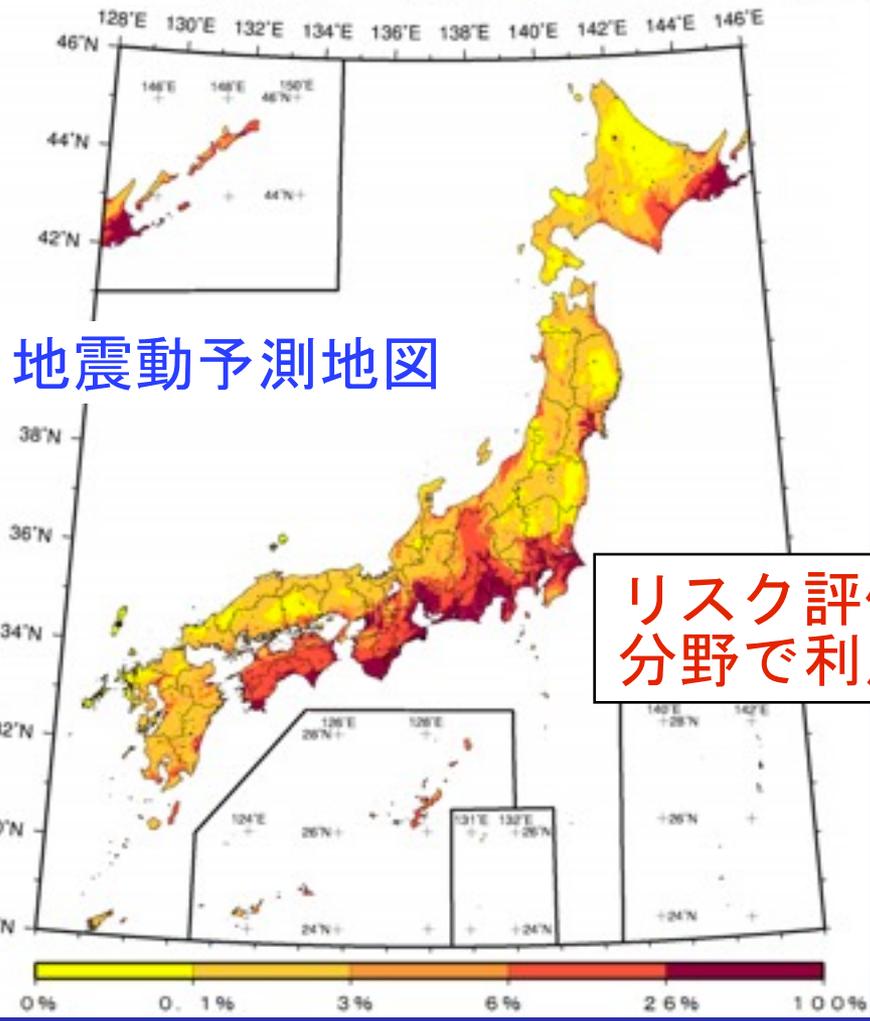
項目	将来の地震発生確率等 ^{注1}	備考	評価の信頼度 ^{注4}
今後10年以内の発生確率 今後20年以内の発生確率 今後30年以内の発生確率	ほぼ0%~0.2% 50%程度 90%程度以上	BPT分布モデルに平均発生間隔21.2年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.16$ (過去の茨城県沖地震から求めた値)~0.24(陸域の活断層に対する値(地震調査委員会, 2001a))を適用して算出した。	A
地震後経過率	0.03	経過時間0.7年を発生間隔21.2年で除した値。	
次の地震の規模	M6.7~M7.2	過去に発生した地震のMを参考にして判断した。	A

信頼度が示されていた。福島沖の信頼度はD、つまり使えないデータである。しかし、一律に地震動予測地図に示されていた。

今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率（平均ケース）
 （基準日：平成22年（2010年）1月1日）

福島県企業立地ガイド
 （福島県、2010）

地震動予測地図



リスク評価はさまざまな分野で利用されていた

2 安全・安心な産業基盤

A Safe and Secure Industrial Infrastructure

強固な地盤で大きな地震が少ない、安全・安心なビジネスステージ
 With firm geological foundations and major earthquakes rare, FUKUSHIMA is a safe and secure place to do business

福 島県は、地震や台風による災害が少ないことで知られており、企業のリスクマネジメント上において国内屈指の環境と高い評価を受けています。
 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は極めて低いとされ、特に阿武隈高地の地盤は堅固で活断層も少なく、地震に対する安全性が極めて高いと言われています。
 Fukushima is remembered as being low risk in having natural disasters such as earthquake and typhoon, and receives one of the highest reputations in corporate risk management.
 The probability that Fukushima suffering from an earthquake of magnitude 6 or less within the next 30 years is extremely low.

今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図（平均ケース）

1等地 福島県 地10等
 2等地 宮城県、長野県 地13道府県
 3等地 大阪府、埼玉県 地4県
 4等地 東京都、神奈川県 地7県

危険度（保険料）
（出典：損害保険料率算出機構ホームページ）

注
 ■ 26%以上
 ■ 6%～26%未満
 ■ 3%～6%
 ■ 0.1%～3%未満
 ■ 0.1%未満

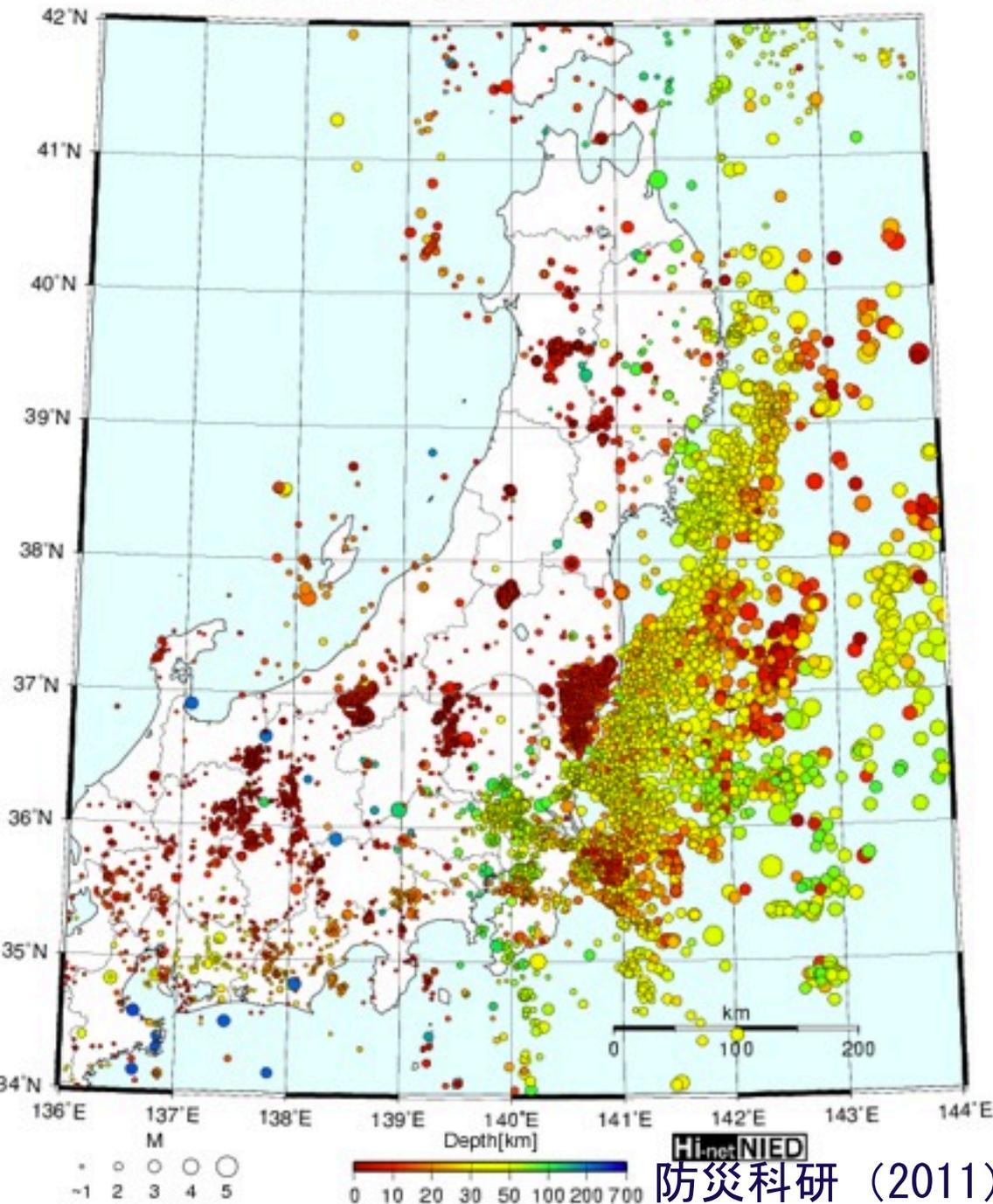
地震調査委員会（2010）

地震調査研究推進本部
 地震による被害の軽減を目指して

ラクイラ事件のような訴訟を起こされたとしても文句は言えないだろう

出典：「全国地震動予測地図（2010）」
 （地震調査研究推進本部 地震調査委員会）

2011/04/21 16:00:00 ~ 2011/05/21 16:00:00 (N=12119)

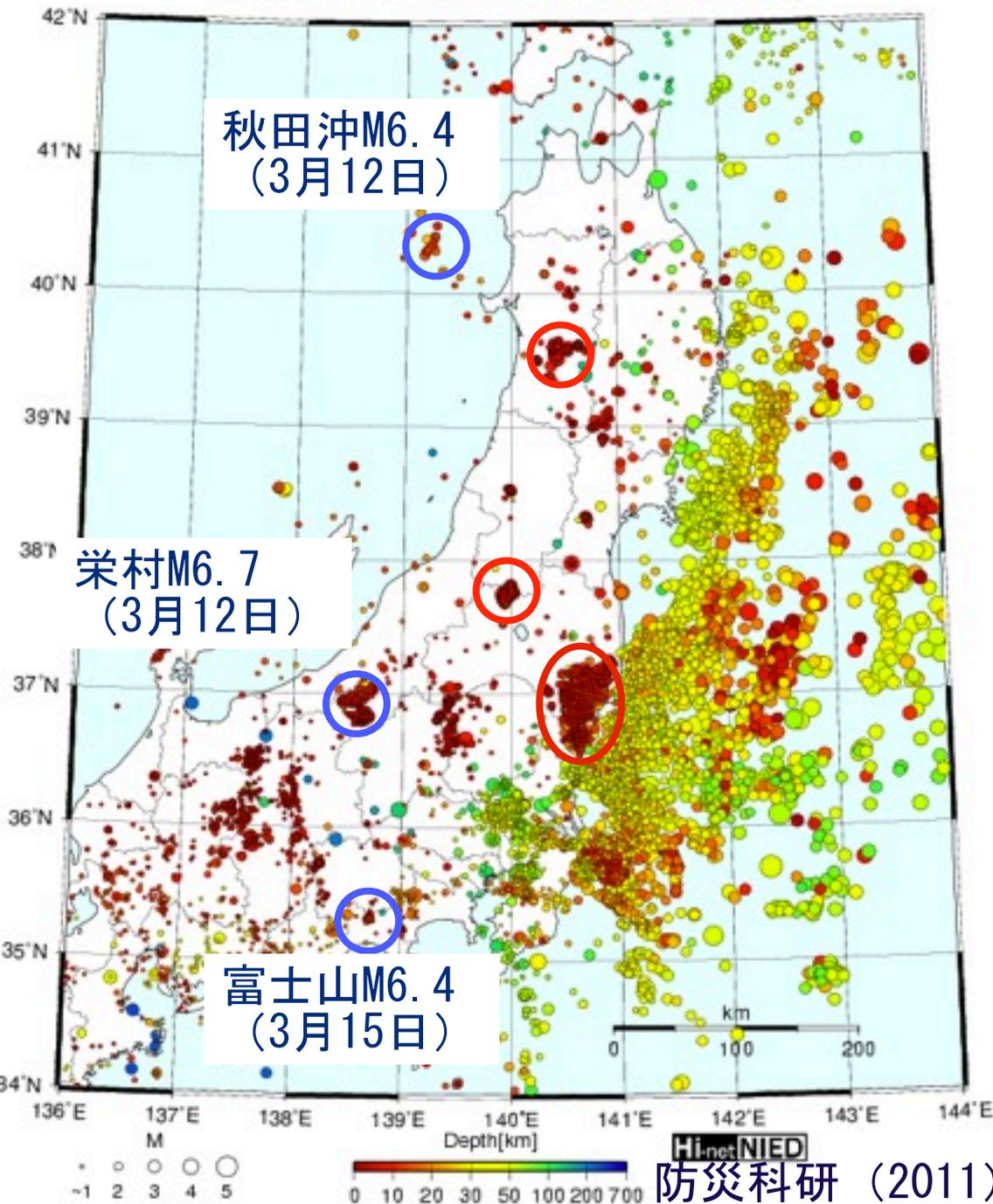


現在進行中のリスク
(大規模余震、誘発
地震・津波・噴火)
についての情報発信
も不十分

研究者のコメントや
個々の報道は一過性
ですぐに忘れられる

群発地震か
前震活動か？

その懸念を
どう伝えるか？

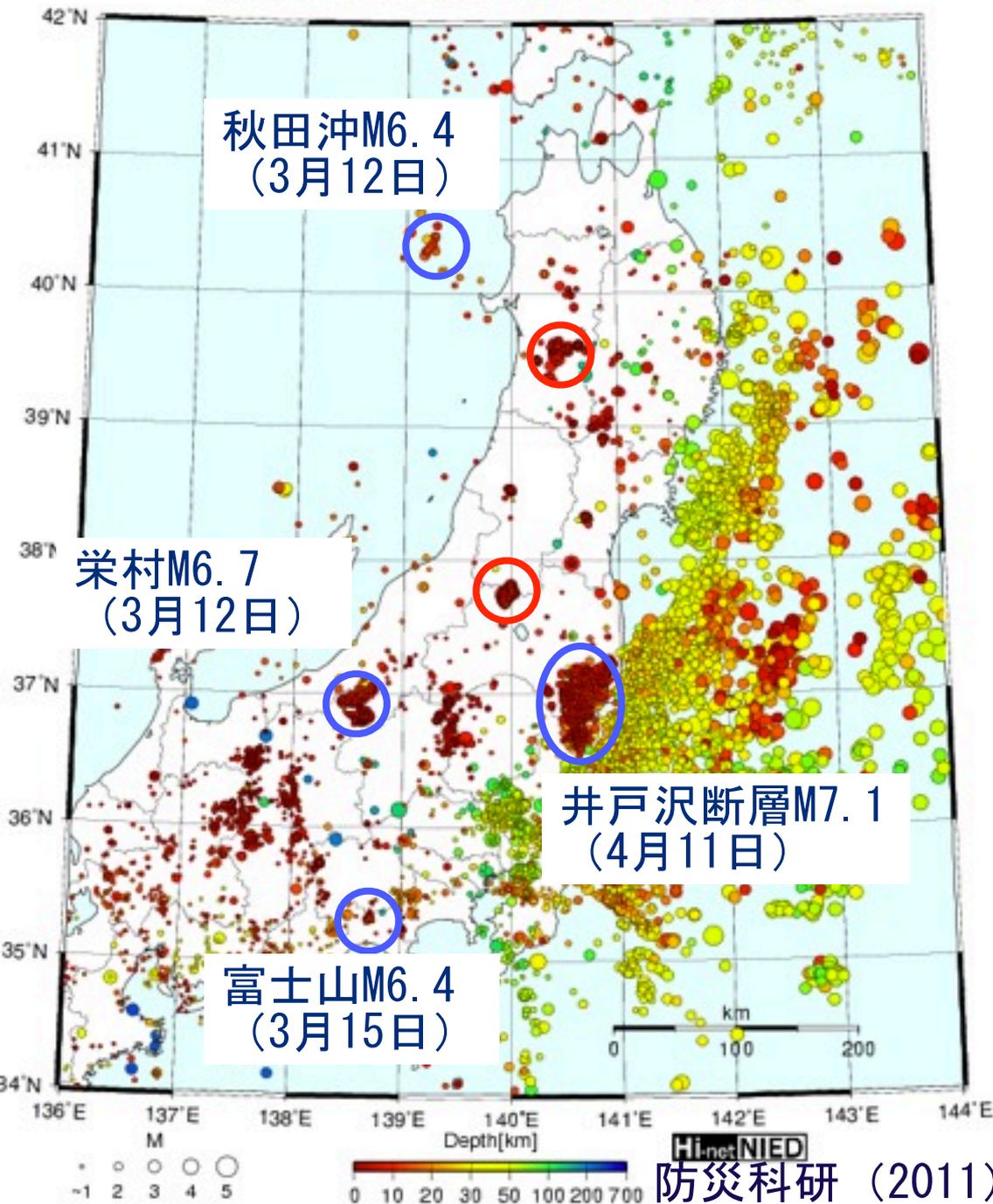


現在進行中のリスク
(大規模余震、誘発
地震・津波・噴火)
についての情報発信
も不十分

研究者のコメントや
個々の報道は一過性
ですぐに忘れられる

群発地震か
前震活動か？

その懸念を
どう伝えるか？

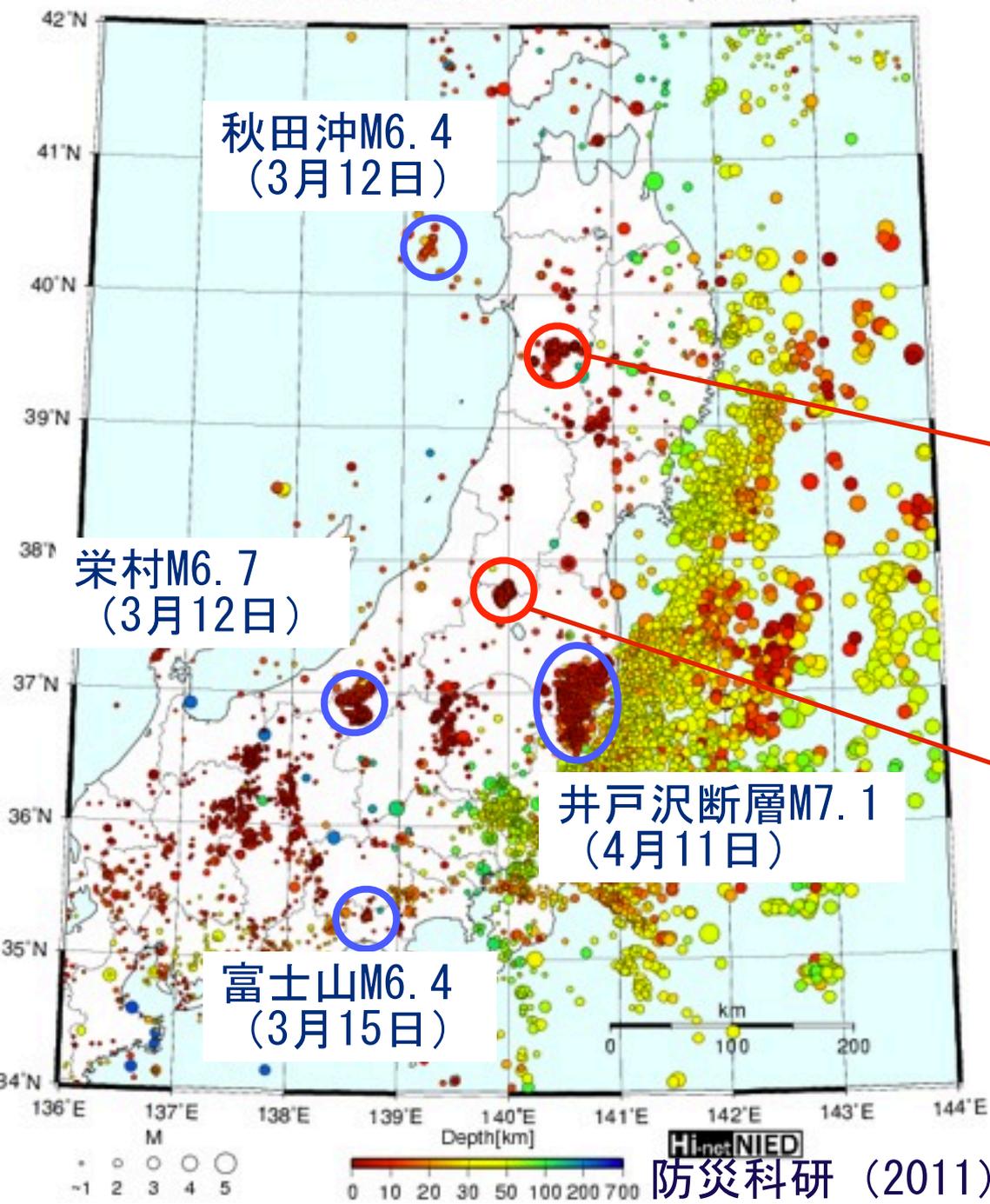


現在進行中のリスク
(大規模余震、誘発
地震・津波・噴火)
についての情報発信
も不十分

研究者のコメントや
個々の報道は一過性
ですぐに忘れられる

群発地震か
前震活動か？

その懸念を
どう伝えるか？



秋田沖M6.4
(3月12日)

栄村M6.7
(3月12日)

井戸沢断層M7.1
(4月11日)

富士山M6.4
(3月15日)

群発地震か
前震活動か？
その懸念を
どう伝えるか？

1896年6月15日
明治三陸地震
1896年8月31日
陸羽地震

1611年9月27日
会津地震
1611年12月2日
慶長三陸地震

2011/4/7スラブ内部型
~M8?

1677/4/13延宝三陸型?
プレート境界~M8

当面警戒すべき
誘発地震のタイプ
と最大規模

2011/3/11プレート境界M9.0

1933/3/3昭和三陸型
太平洋プレート内部
~M8

1677/11/4延宝房総沖型
プレート境界?~M8

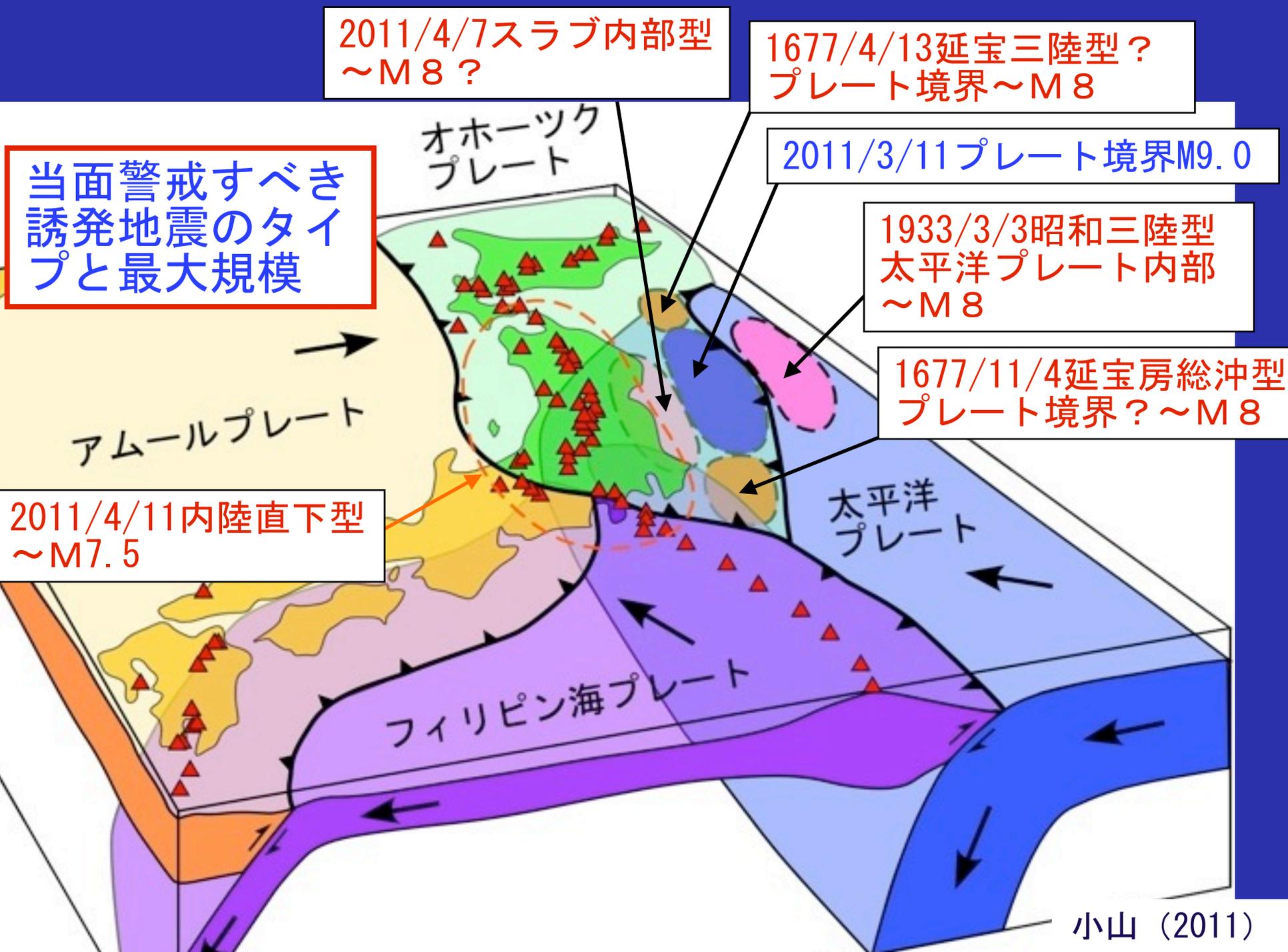
アムールプレート

オホーツク
プレート

太平洋
プレート

フィリピン海プレート

2011/4/11内陸直下型
~M7.5



2011/4/7スラブ内部型
~M8?

1677/4/13延宝三陸型?
プレート境界~M8

当面警戒すべき
誘発地震のタイプ
と最大規模

2011/3/11プレート境界M9.0

1933/3/3昭和三陸型
太平洋プレート内部
~M8

1677/11/4延宝房総沖型
プレート境界?~M8

アムールプレート

太平洋
プレート

2011/4/11内陸直下型
~M7.5

定量表示（確率表示）できなければ防災上の意味がないと思うのは、研究者側の勝手なリスク情報選択（つまり非リスクコミュニケーション）ではないのか？

リスク＝発生確率×災害の規模

第2項「災害の規模」を忘れてはならない

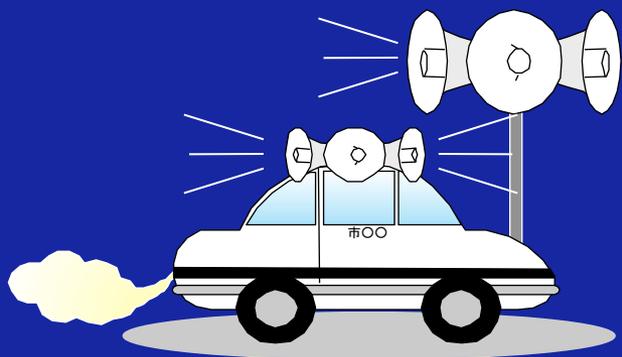
たとえ発生確率が小さくても、リスクの大きな事象（低頻度巨大災害）は重視・対策すべき

防災情報の発信にあたって知っておくべきこと

(以下は、「釜石の奇跡」(<http://wedge.ismedia.jp/articles/-/1312>)の片田敏孝作成)

災害情報に関わるメッセージとメタ・メッセージ

避難勧告



危険になったら
避難勧告を発令します。
そのときは避難して下さい。

メッセージ

メタ・メッセージ

避難は、避難勧告が発令
されたときにするものだ

避難勧告を出すのは行政
それを受け止めるのが住民



情報待ち
行政依存

災害情報に関するメッセージとメタ・メッセージ

危険性がある地域はここです

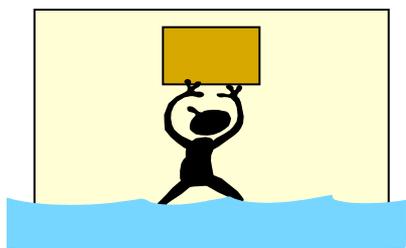
ハザードマップ

メッセージ

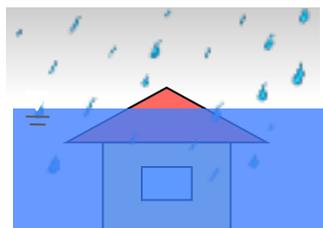
メタ・メッセージ

それ以外のところは危険ではありません

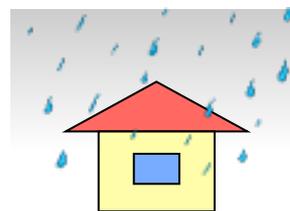
家財が危ない！



心配だな～



よかった！
うちは大丈夫！



(片田敏孝作成)

メタメッセージを明示した最悪のメッセージ

4. 避難指示がない＝暮らせる場所

- 放射線の量をチェックしましょう。文部科学省や福島県が毎日発表する観測データがあります。大事なものは、積算の放射線量です。
- 放射線による健康への影響が出る恐れのある区域には、すでに避難指示が出されています。
- 避難地域が見直されつつあります。原発からの距離ではなく、それぞれの地域の放射線量にしたがって避難するかどうかを決めます。
- 避難指示が出ていなければ、そこで暮らせるということです。

29

リスクコミュニケーションにおいては、専門家側の価値観だけによってリスク情報が取捨選択、あるいは操作されてはならない

市民の立場に立った厳密な検証プロセスが必要。最低限のこととして、発信者は、発信した情報の使われ方に常に気を配るべき

地震のリスク情報を責任をもって発信する公的機関の不在（地震調査委員会の背任？）

確率・物理学は大事だが、それが信仰となっていけない。幅のあるリスク情報でも、誠実かつ丁寧な解説をつけて発信することが重要

地球科学者がその学会の枠中だけで閉じていてはいけない。広く他分野・他学会の門戸をたたくべき。

理学系研究者の アンケート調査

社会調査法に対する
無知・無理解

サンプル数不足

質問紙の吟味不足

有意性の検定の欠如



データとしてあまり
役に立たない

社会学系研究者の アンケート調査

自然現象に対する
無知・無理解



設問内容が不適切
あるいは荒唐無稽

議論や結果に首を
かしげたくなるも
のも

両者が力を合わせることが望ましい