「情報と避難」

熊本地震災害と対応の教訓

目黒 公郎

東京大学
（日本地震工学会会長）

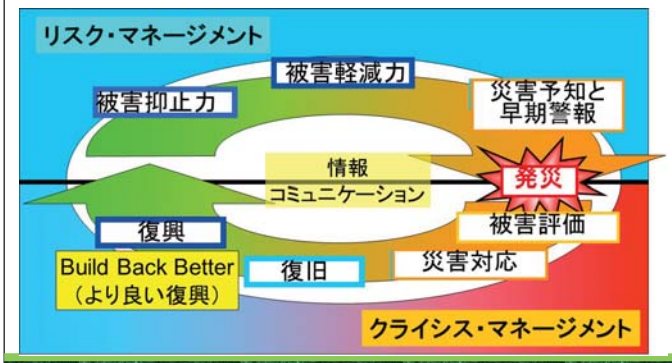
meguro Lab. IIS. The University of Tokyo

本プレゼンテーションにおける見解は、現在会長職にある目黒の私見である。
（研究者集団である学会の特徴として、学会全体としての統一見解を述べることは難しいので）

日本地震工学会（JAEE）の目的と研究領域

主要目的：
- 地震工学の分野横断的調査・研究の推進
- 地震災害軽減のための国際的活動
- 社会への直接的貢献

研究領域：
- 総合的地震災害マネジメント
（ハードとソフトの両面からの地震対策）
→地震動、構造物の地震対策、災害情報、災害対応、防災計画、防災教育, etc.



- 日本地震学会は4月14日10時10分に「熊本地震災害対策本部」を設置
- 現地被害調査の実施
- 調査結果の公表
- 防災学術連携体への参画

→ 情報と避難

防災関連情報の有効活用のために（課題の抽出と解決策の提案）

		収集	分析・整理	管理	配信	利・活用
技術		課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …
体制	組織	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …
	法制度	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …	課題1 課題2 …

収集から利活用の各段階における技術と体制に関する課題の抽出・整理と解決策の検討

		被害抑止	被害軽減	予知・早期警報	被害評価	災害対応	復旧・復興
自助（市民＋法人）	H	課題	課題	課題	課題	課題	課題
	S	課題	課題	課題	課題	課題	課題
共助	H	課題	課題	課題	課題	課題	課題
	S	課題	課題	課題	課題	課題	課題
公助	H	課題	課題	課題	課題	課題	課題
	S	課題	課題	課題	課題	課題	課題

担い手と対策のフェーズ別（それぞれハードとソフト）の災害・防災関連情報の課題の抽出・整理と解決策の検討

災害対応に関する課題

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

災害対応（中央政府～被災県～被災市町村の関係）において

中央政府

・プッシュ型災害支援に関して（特に救援物資）
　→実施する、しないの判断基準の確立
　→発送までの手続きの簡素化と
　　物資のトレースシステムの確保
　→地域別、物資別、生産可能地図の作成

被災県・市町村

・受援力の向上

全体

・役割分担の明確化、災害対応業務と訓練の標準化
・業務のアウトソーシング（専門業者、プロボノ他）

見えてきた教訓

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

短期的教訓

・災害対応業務（国・都道府県・市町村）の標準化と訓練の標準化
・アウトソーシング可能な業務（救援物資、避難所運営、他）の抽出と
　実装化→専門業者、プロボノの活用

長期的教訓

・災害リスクの高い地域から、低い地域への人口誘導
　→人口減少社会では実効性が高い
・経費の掛からない防災対策（土地利用制限、災害保険、など）
・市町村単位での災害対応経験や教訓の困難さ
　→災害対策基本法の改定と都道府県を単位としたシステムへの移行

その他

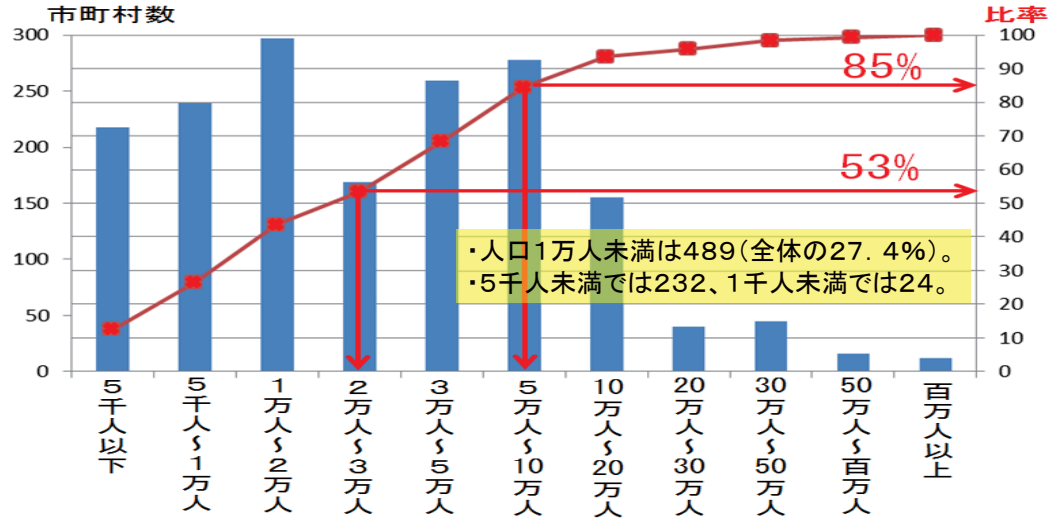
・被災地での元気な老人のケアの課題、平成大合併の影響、
　感震ブレーカー（マイナスの影響の認知不足）

災害対応の検証 (一部)

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

検証課題	総括	提言
物資オペレーションに関して	① プッシュ型の支援は、事前の準備・調整不足に加え、情報不足によって、受入自治体側に多くの混乱が生じた。 ② 物資の到着時刻がわからないことから、24時間体制で職員が待機しなくてはならず、また事前の人員確保が難しかった。 ③ フォークリフト等の機材不足、機材があっても床の耐力不足等で利用できず、荷卸しに多くの職員が必要となった。 ④ 被災自治体内では配送手段の確保が困難だった。	・大規模災害時にはプッシュ型の物資オペレーションは不可欠であるが、小規模災害時に実施すると、これが受け入れ自治体に混乱を招く原因になるため、実施するか否かの判断基準をつくるべき。 ・プッシュ型物資オペレーションの機能的な実施には、物資発送までの手続きの簡略化と、物資が確実に避難所まで届く仕組みづくりが重要。 ・物資の流れをリアルタイムで把握し、必要なものを必要とする場所に、適切なタイミングで届けるマネジメントシステムが必要。
（上位）行政組織による情報やニーズの把握と集約に関して	① 避難者および避難者数の早期把握ができなかった。 ② 内閣府導入のiPadは一定の成果を挙げたが、事前の訓練不足・導入時期・操作性・機材の制約などの問題があった。 ③ 車中泊者や自主避難所の状況把握は、さらに困難であった。 ④ 避難者数報告が多重となり、自治体への負担が発生した。	・避難所で入力した情報を国・都道府県・市町村等で共有される一元的な情報収集・集約システムの構築。 ・端末フリーな情報システムの構築。 ・平時からの訓練（または自治体職員が平時使っているシステムを応用した活用）が必要。
避難所運営について	① 他自治体からの応援職員、教職員などの支援を得た例はあるが、依然として、被災自治体職員の負担は大きかった。 ② 避難者による自主的な運営の事例は少ない。 ③運営を行う自治体職員vs住民の対立構造になってしまい、対応に当たる職員が疲弊した。	・避難所運営や物資搬送など、自治体がノウハウを持たない業務は積極的にアウトソーシング（NPO・民間・外部応援職員）を考えるべき。また、そのためには、避難所の状況・支援の必要性を外部と共有する仕組みが必要。 ・被災者による自主的な運営実現のための事前の協議・訓練が必要。
災害対策本部の運営について	①災害対応の全体工程が不明なため、多くの自治体で災害対応工程および人員管理の面で、状況の把握と先を見通した対応ができていない。 ②一自治体で対応できることには限りがあり、職員に大きな負担が発生。結果として、十分な休息が取れない状況が発生した。 ④マスコミ対応が行政の大きな負担になっている。 ⑤災害対策本部の空間レイアウトの事前検討が不十分であったために、情報共有をはじめ、本部運営の効率性を下げた。	・応援職員の適材適所、適切な人員マネジメントを行うためには、業務と訓練の標準化、現象先取りの活動の見積もりが必要（災害対応支援システムの構築・活用が必要） ・上記の見積もりに対して、適切な人材を迅速に提供するためには、災害対応の経験やノウハウを持つ自治体職員・民間企業・NPOを「災害対応人材データベース」としてあらかじめリスト化しておくことが必要。 ・災害対策本部に求められる機能を踏まえて、必要な空間の広さ、適切なレイアウト、場所などの事前検討が必要。 ・マスコミへのL-アラートの周知が必要。
応援と受援の関係について	①近隣と応援協定を結んだケースでは、同時被災によって機能せず。一方、政令市や姉妹都市、広域の応援協定は機能した例が多い。 ②東日本大震災において他自治体を支援した経験が、今回の災害対応に活かされた。また、平時の付き合い・関係が、災害時の円滑な連携につながっている。 ③派遣された県職員による事務面での支援が効果的であった。 ④国と県の関係では、内閣府職員からの問い合わせが混乱を招いた事例もあった。	・効果的に機能する災害時相互応援協定のお見合いメソッドの構築。 （被災地支援と応援職員の効率的な訓練の視点から） ・元気な引退職員の後方支援システムの構築・ ・国全体での対口支援制度の構築。 ・協定締結都市間、または県・市町村間の平時からの人的交流の必要性。 ・国・都道府県・市町村、災害対応関連組織、それぞれの災害対応のタイムライン

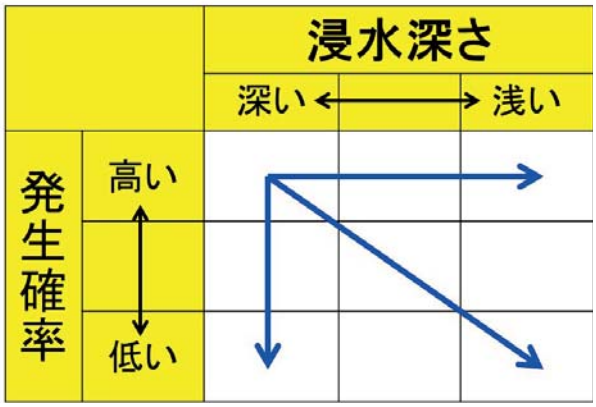
我が国の市町村の実態



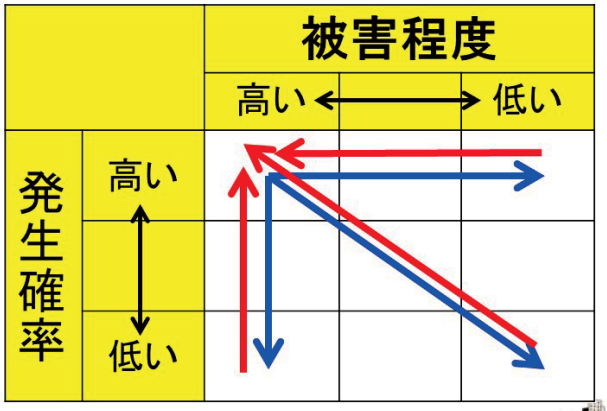
平成大合併後の1,728の市町村を対象として（東京23区は全体で1つとカウントした）

リスクコントロール/低減と盛土造成/湖沼埋立造成の意味

洪水氾濫危険地域の場合



地震災害／地盤災害



保険料率と耐震設計

保険料率（Ri）と設計外力（地震力：Kh）

Ri = C1 x C2 x C3 x C4 x … x Ri0

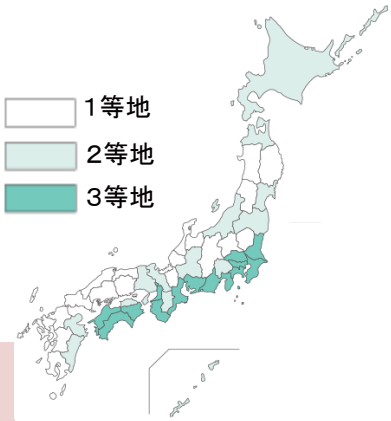
C1（Cz）：等地区分係数

（県単位、地域の地震活動度/危険度,4→3段階）

C2（Cer）：建物耐震性（築年・耐震等級割引、最大50%）←2105年

C3,C4：？？？？，Ri0（標準料率）

Cg：ローカル（構造物の位置）な地盤条件や津波危険性を評価する係数が存在しない



Kh = C1 x C2 x C3 x C4 x … x Kh0

C1(Cz):地域の地震活動度考慮（道州制～県程度）(A:1.0,B:0.85, C:0.7)

C2（Cg）：ローカル（構造物の位置）の地盤条件(I:0.8, II:1.0, III:1.2)

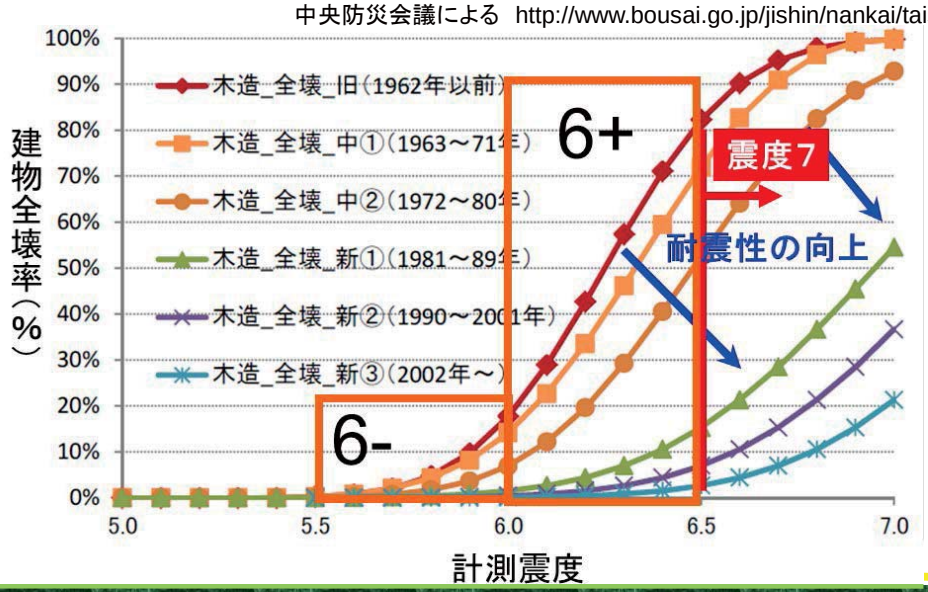
C3（Ci）：建物の重要性(1st:1.0, 2nd:0.8)

C4（Cs）：建物の動特性，Kh0（標準外力）

木造建物の全壊率

公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

中央防災会議による http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/2_2.pdf



人口誘導による効果の検証

公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

人口誘導には「被害抑止・地震保険の不公平解消」の2つの効果の可能性がある。それらを検証する。
本研究では、

対象災害：地震動、津波　　対象地域：岩手県

現在 → 2040年

人口減少

現在の建物分布 → 誘導なしの建物分布

現在の建物分布 → 誘導ありの建物分布

①どの程度建物被害が減少するか

高リスク地域の住民を低リスクかつ人口が減少した土地へ誘導したと想定

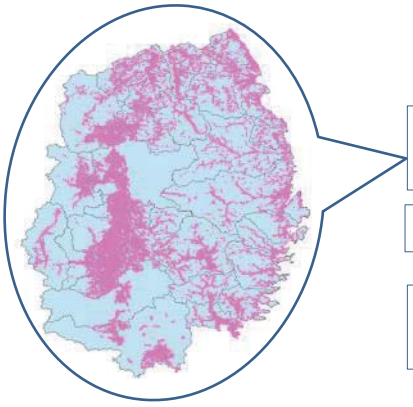
②被災リスクで保険料を細分しても十分に低廉となる料金を提示できるか

建物被害の抑止効果

公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

現在の建物分布ポリゴンデータ（250m×250m区画ごとに集計）

各土地の今後30年間の人口減少率（＝建物減少率と仮定）



低リスクエリア内で人口が減少した土地へ建物を移動

人口減少のみ生じた建物分布

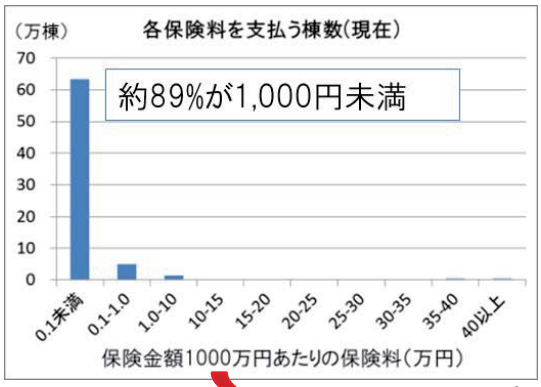
人口誘導後の建物分布

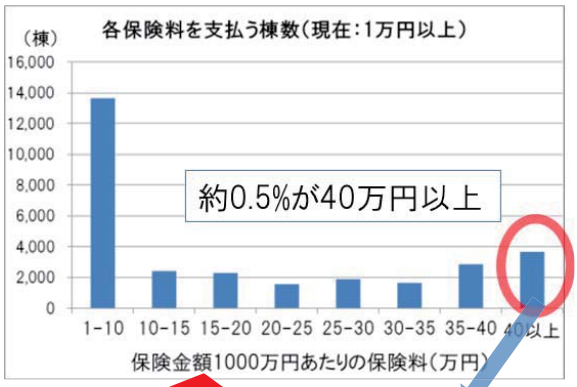
地震動と津波浸水深の分布、各災害の被害率

人口誘導なしの場合の建物被害 → 人口誘導ありの場合の建物被害

人口誘導による被害減少率

参考：リスク細分結果（現在）





1,000万円当たり

1万円以上の部分を拡大

最高料金：年間約45万円

実際の平均支払額に換算すると約76万円

今の区分での保険料平均：年間約7,700円
（参考）：今の全国での最高保険料：約32,000円

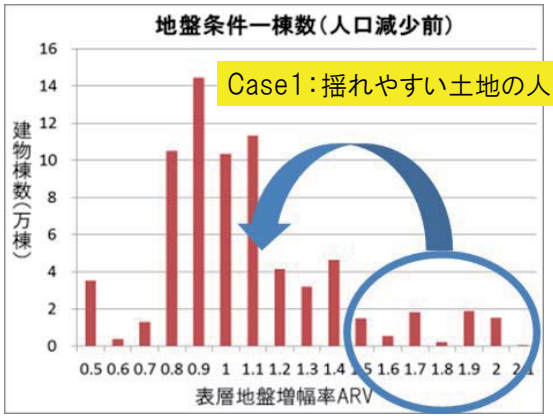
⇒現状で被災リスクで細分化すると、高額になる地域が生じる

人口誘導のパターン

人口誘導のパターンについて：災害に応じて5ケース

移動できるだけ最大限移動

	地盤条件	津波
Case 1	揺れにくい土地へ	考慮しない
Case 2	浸水域内の揺れにくい土地	浸水域内での移動
Case 3	浸水域外の揺れやすい土地	浸水域外へ移動
Case 4	浸水域外の揺れにくい土地	浸水域外へ移動
Case 5（4+1）	右の移動後さらに移動できる人は揺れにくい土地へ	浸水域外へ移動（優先）



※ARV:第三紀ないしそれ以前の丘陵地での地盤による地震波の増幅特性を基準とした増幅割合（翠川・松岡（1995））

検証結果：建物被害の減少率

人口誘導なしの場合と比較した建物被害の減少率

	2040年時点（棟）	case1(%)	case2(%)	case3(%)	case4(%)	case5(%)
地震全半壊	474	95.64	-2.01	-17.15	14.22	95.27
L1津波	6,461	42.50	91.31	100.00	100.00	100.00
L2津波	12,805	55.55	7.69	86.18	88.70	92.19
合計:地震＋L1	6,935	46.13	84.93	91.99	94.14	99.68
移動棟数（棟）		154,451	12,478	29,786	29,786	151,849

（参考）岩手県HPより、東日本大震災前の平成21年新築着工総数：5,085
→ 約15.3万棟（2010-2040年の間として30倍）

- ✓ 地震、津波の両方を考慮した誘導を最大限行うことで、人口誘導なしの場合の被害のほとんどを減少させることができる
- ✓ 地震よりも津波に注目して誘導を行うほうが被害抑止効果は大きい

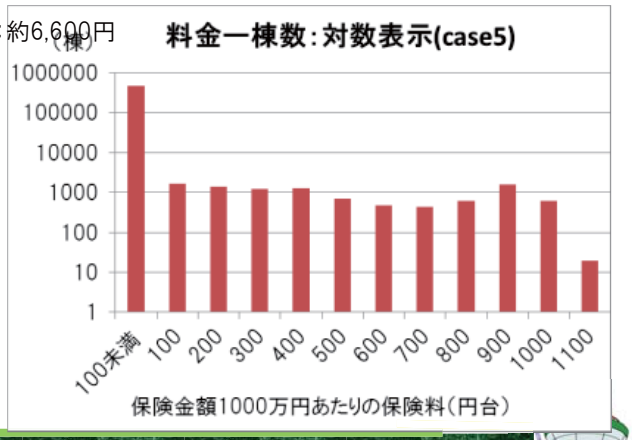
検証結果：リスク細分結果（各case）

公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

	現在	case1	case2	case3	case4	case5
最高料金（万円）	45.05	44.83	6.43	1.73	1.73	0.11

（参考）：現在の岩手県の保険料平均：約7,700円
誘導せず人口減少のみ生じた場合の保険料試算：約6,600円

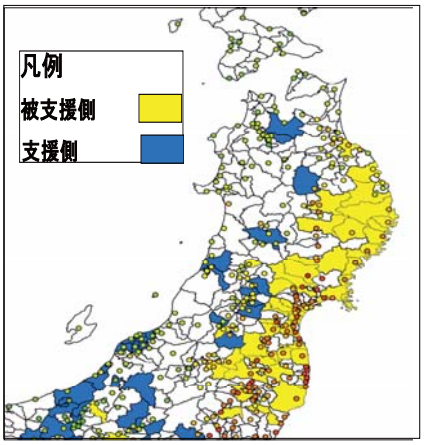
✓地震も津波も考慮して誘導することで、最高でも現在の料金区分の約7分の1に
→リスクに応じて区分しても受け入れられる可能性あり



適切な広域応援体制のための締結先の選定

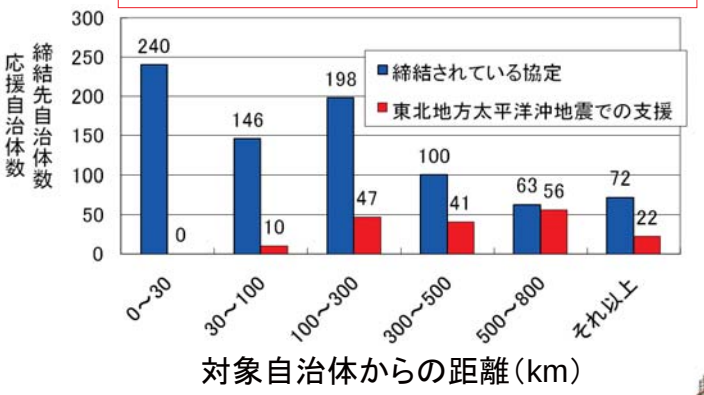
公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

支援側・被支援側自治体の分布



■支援実態(距離による分析)

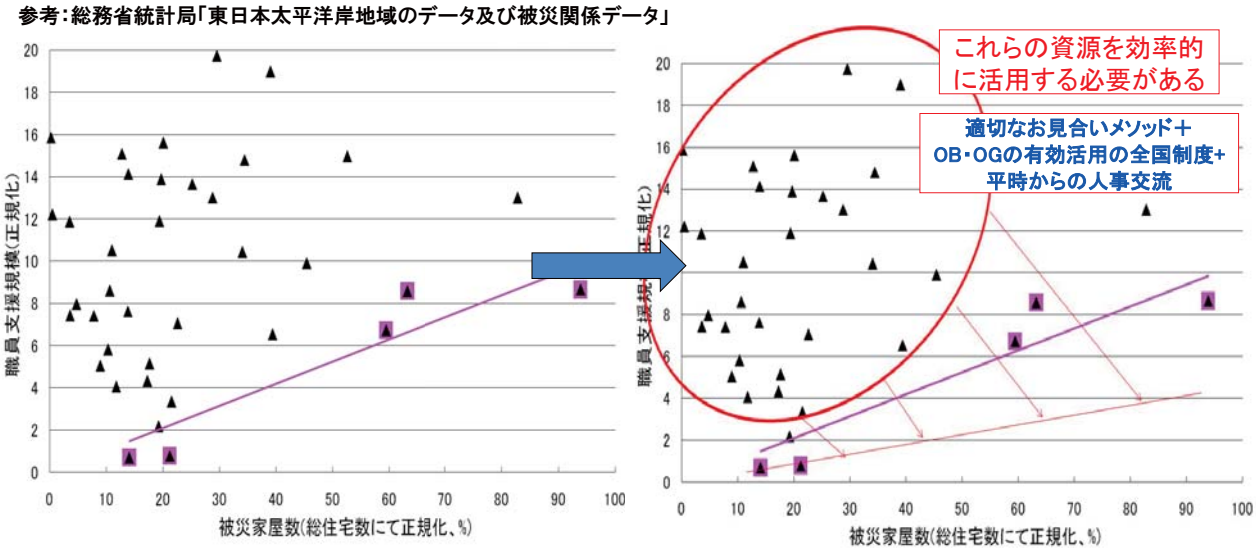
現在の協定の多くが30km以内
現状の支援では30km以内の支援はなし



適切な広域応援体制のための定締結先

公益社団法人 日本地震工学会 Japan Association for Earthquake Engineering

参考：総務省統計局「東日本太平洋岸地域のデータ及び被災関係データ」



今後の大震災への対応に向けて

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

物資
・プッシュ型支援の判断基準の整備とこれが機能する体制の整備。被災地内でのトラック（運送手段）の不足に対応する全国規模のシステム整備、海外から迅速な支援を受けるための環境の事前準備が必要である。

情報の事前分析と情報共有
・「いつ、誰が、何のために、どんな情報、どの精度で」必要とするかの分析に基づいた情報共有システムの構築が必須。無駄な情報の報告依頼は現場に負担を与えるだけ、しかも広域災害では情報を集約する側の負担も大きくなる。

避難所運営
・被災自治体の負担軽減のための人員支援体制（＋被災者による運営体制）の整備を国として検討する必要がある。

災害対応業務
・今回の災害対応のデータを基に、災害対応業務と訓練の標準化に向けた検証を行い、都道府県・市町村の境界を越えた、広域の人員管理・マネジメントシステムを構築する必要がある。

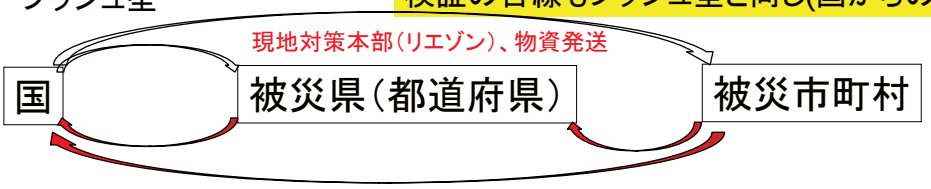
広域支援
・同時/広域/大規模災害が発生した際、どの自治体がどの被災自治体を支援するかを事前に適切に決め（被災程度とハザードの空間的な広がりに基づいて）、平時から交流しておくことで、迅速で、ヌケ・モレのない支援が実現する。

今後の課題

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

Ⅰ プッシュ型

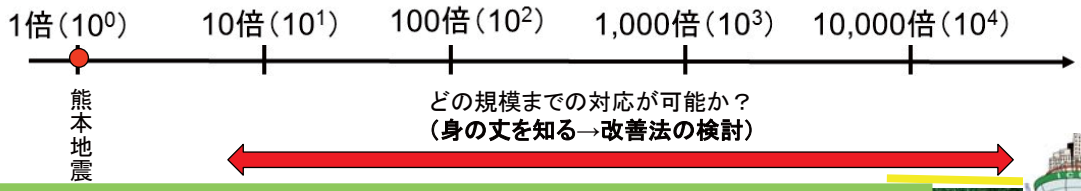
検証の目線もプッシュ型と同じ(国からの目線)



被災県や市町村の目線からの検証不足

Ⅱ 熊本地震への対応活動のレビュー ⇒ 課題の抽出 ⇒ 解決策の提案

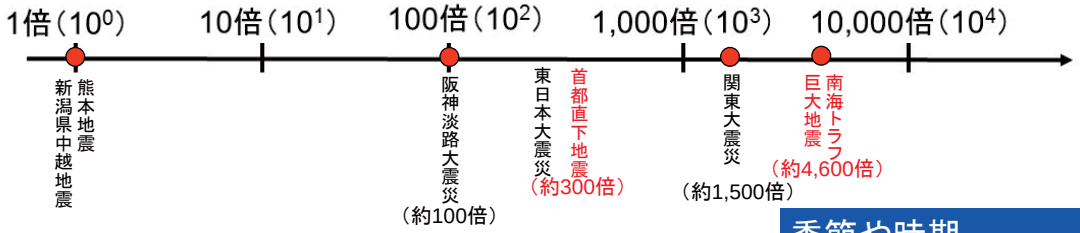
これで、どの規模まで対応可能か？



今回の改善策で、どの規模の災害まで対応可能なのか?（1）

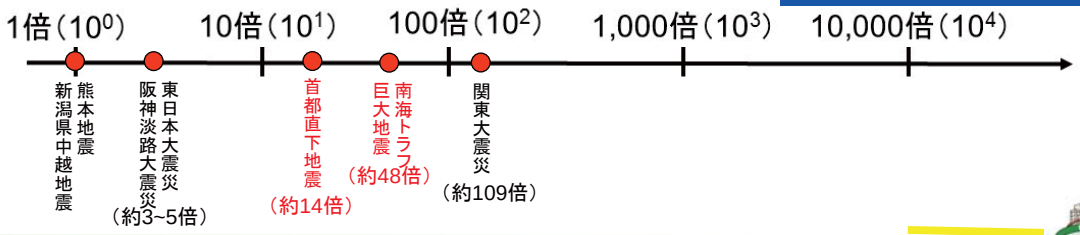
公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

死者数



季節や時期
時間差のある連動地震

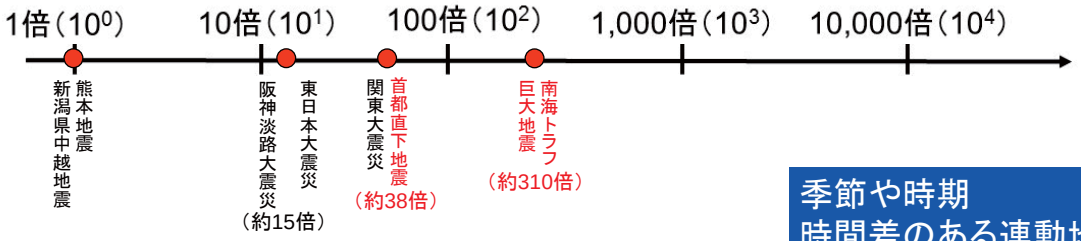
経済被害



今回の改善策で、どの規模の災害まで対応可能なのか?(2)

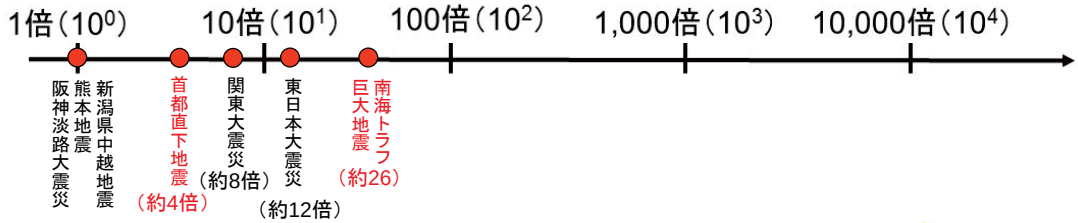
公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

全壊・焼失棟数



季節や時期
時間差のある連動地震

被災面積(都府県レベルで計上)

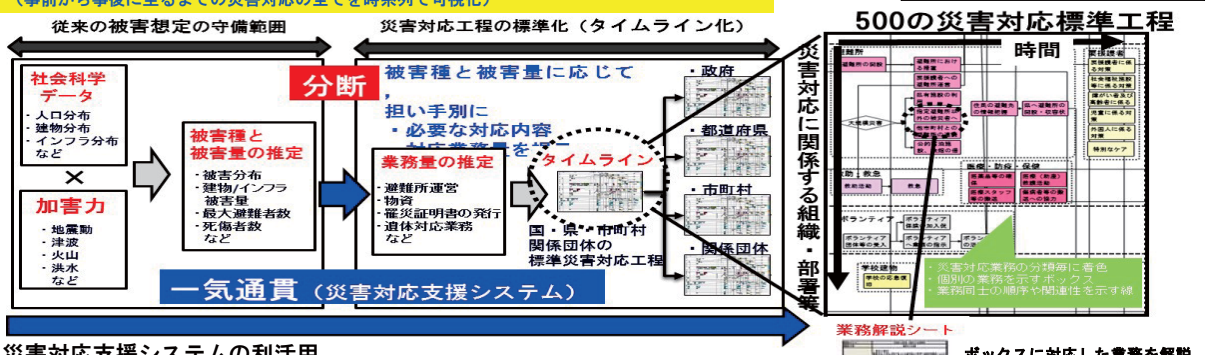


マニュアルのタイムライン化のすすめ

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

国・都道府県・市町村・関係団体等の災害対応をタイムライン化し未来を先取りする
(事前から事後に至るまでの災害対応の全てを時系列で可視化)

資料提供:東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター



■災害対応支援システムの利活用

1. 定量的かつ具体的な災害対応工程をシミュレーションや過去の災害対応の教訓に基づいてモデル化
被害想定を踏まえ、その被害量に応じた避難所の開設箇所数や必要な人員数の評価と開設期間のシミュレーション。
2. 事前対策の効果検証提示・実践的な訓練の標準化
各種の事前対策を実施した場合に、どの対策がどのように効率化できるのかを検証する。
3. 実際の災害対応の進捗モニタリングと共有、災害対応の履歴や教訓の蓄積(業務解説シートに追加)
国・都道府県・複数市町村が、それぞれどのような対応をしているのか、その活動の進捗状況を共有し、記録として残す。
4. 初体験の自治体の業務をナビゲーションし、今後直面する事象を先取りした上で、現在の対応を提示
災害対応の標準化により、必要な災害対応工程を明らかにし、初体験の自治体でも最低限のやるべき業務を把握可能にする。
5. 応援職員と被災自治体の共通認識
熊本県内に全国から多くの応援職員が支援に入ったが、多くの場合、東日本大震災、阪神・淡路大震災、新潟中越地震などの経験をバラバラに提示したために混乱を生んだ。
これらの問題は災害対応の標準化により改善可能で、大幅な効率化が実現する。
6. 災害対応のID化とカラーデザイン
災害対応をID化することで、対応番号7番といえば、それが何を意味しているのか共通認識を持つことが可能になる。また、各災害対応に“色”を与えることで視覚的に対応内容を共有できる
7. 災害対応支援システムの全国共通開発・管理
標準的な災害対応工程が定義されることで、国が一元的に災害対応支援システムを開発・維持管理可能論になる。各市町村がバラバラで、開発・導入している防災システムは
財政的にも運用面においても非効率。国が災害対応支援の標準システムを開発すべきである。熊本地震の物資のニーズに関しタブレットを導入したが、事前の評価や運用経験がなかったために、
効果は限定的であった。必要な情報システムは事前に標準的なものを整備したり、評価をしておくべき。

災害の規模、発災後の時間経過に応じて、その時々で必要とされる業務、その執行に要する人員数や留意すべき事項を速やかに把握し、他の組織からの応援者を活用しつつ、災害対応を適切にマネジメント。

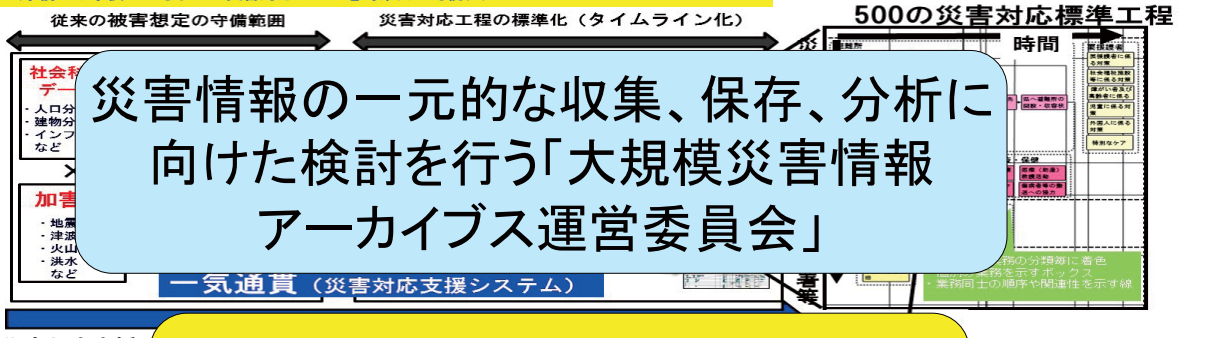
ボックスに対応した業務を解説するシートを参照しつつ災害対応を実施(被災自治体の別部門の職員、他の組織からの応援者でも業務が可能)

マニュアルのタイムライン化のすすめ

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

国・都道府県・市町村・関係団体等の災害対応をタイムライン化し未来を先取りする
(事前から事後に至るまでの災害対応の全てを時系列で可視化)

資料提供:東京大学生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター



災害情報の一元的な収集、保存、分析に向けた検討を行う「大規模災害情報アーカイブス運営委員会」

巨大地震被害を最小化する
防災情報(収集・分析・管理)
連携研究センター(仮称)の構築

参考：日本地震工学会からのメッセージ１

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

1）今後の被災地対応に関係して（4月18日の時点の資料より）：

・被災者の精神的な安定とマインドのリセット
・災害関連死を発生させない努力（精神的、身体的ケア、特に、災害時要援護者、高齢者）
・同一被災市町村内に限らない広域避難の積極的な実施
・災害ボランティアの有効活用、特に、専門性の高いプロボノ(Pro bono)の有効活用方策の設立
・被害と災害対応の記録の保存と共有化の仕組みづくり
・大災害が持つ、被災地の課題をより甚だしく、時間を短縮して顕在化させる特徴への理解
　→元通りのまちへの復旧ではいけない(Build Back Better:より良い復興の発想の重要性)
・「震災(災害)ユートピアから現実へ」、そして未来責任を持つ復興の姿
・自分たちの将来の問題とはいえ、精神的にも時間的にも最も余裕の無い被災者や被災自治体に、短期間で、復旧・復興計画を考えてください、という現在の仕組みでいいのか
・避難所や自家用車などに避難されている方々のエコノミークラス症候群対策
・アスベストの飛散問題(既存不適格ビルとアスベスト:静かな時限爆弾) 防塵マスクの徹底
・風評被害対策と社会の自粛モードの自粛
・2次災害として懸念される感染症への対応(避難所や市民への理解推進)
現在流行している感染症はインフルエンザ、りんご病(子供に多い)、流行性耳下腺炎など。以下のリンクで詳細の情報がわかる。
http://www.city.kumamoto.jp/hpkiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=4156
大規模自然災害の被災地における感染制御マネージメントの手引き(日本環境感染学会)
2015.9.24http://www.kankyokansen.org/other/hisaiti_kansenseigyo.pdf

参考：日本地震工学会からのメッセージ２

公益社団法人 日本地震工学会
Japan Association for Earthquake Engineering

2）今回の地震災害を踏まえて、他地域の地震防災への教訓（4月18日の時点の資料より）

・「災害は弱い者いじめ」で、様々な理由の弱者を被災させる。
　高齢者、若者が脆弱な建物に住み、それが壊れて死傷する。特に、対象地域外から、その地域に移り住んだ学生(専門学校、大学院生を含む)や若手会社員は、経済的な理由から安価なアパートや借り上げの寮などを利用することが多く、その耐震性が不十分であると死傷しやすい。阪神・淡路大震災時も同様であった。この問題を解決しないと、次世代を担う若者を選択的に被災させることになる。
・災害関連情報(被害と災害対応の記録)の保存と共有化、さらに将来の災害軽減と対応のための有効活用のための仕組みづくり
・通電火災の防止目的で普及をはかっている「感震ブレーカー」の問題
　良かれと思って、問題を生む状況をつくる(災害イマジネーション不足による)
・残存耐震性能の評価法の高精度化(繰り返される強震動による被害特性、被災建物の耐震性評価)
・災害保険のリスクコントロール機能の強化
・人口減少社会における重要な防災対策:「災害ポテンシャルの高い地域から低い地域への人口誘導」
・防災対策の「コストからバリュウへ」の意識改革の重要性