

坂元の報告では非被災県の自治体職員の約37%を常時派遣の必要があるとの推定がされ、支援ニーズが広域支援可能量を大幅に上回ることから、広域支援資源の効率的な活用には、モデル保健所管内で現場（救護所や避難所等）から市町村、保健所、本庁まで、一体的に調整できるICS/IAPの共通基盤のイメージ図を作成した。

愛知県と長野県の3保健所が、相互の地域における災害時の支援連携体制、保健所間での検討課題を明確にした。内閣府主催の総合防災訓練の一環で、被災地愛知県の広域医療搬送訓練、地域災害医療対策会議の立ち上げ等を実施した。

4. 必要な人材の構成や育成するために必要な事項の検討

全都道府県庁の災害医療担当者にアンケート調査を実施し、44都道府県より回答を頂いた（回収率93.6%）。保健所職員を対象としたEMIS研修を「実施している」と回答した都道府県が14（31.8%）、「実施していない」と回答した県が30（68.2%）。「実施していない」と回答した県に対して、今後、研修の予定が「はい」と回答した県が15（50%）であった。

被災地での経験の共有を含め福島県で研修を実施し、国立保健医療科学院の研修では、公衆衛生情報の迅速な収集と共有化とICTの活用を強化した。

D. 考察

本研究は、急性期災害医療に必要な人的情報、すなわち被災者の負傷度別発生頻度を推定する手法の提案を試みたものである。かつて試みられなかった方法が導入され、本提案は現時点のものでも、既往式に比べ精度の高さ、また多くの必要情報の提供に寄与できている部分も多いが、次年度への課題として現在整理中である。

迅速評価を行う場合は、災害時対応の機関・組織の特性を活かして行うことが重要である。県庁は迅速評価では間接的な情報を多角的に把握し判断根拠とする必要がある。保健所は、現

地視察、現場での支援活動、関係者からの情報収集等の直接的な複数の手段を用いることにより、応援人員の要請、医療資源の供給体制の稼働に向けて必要性を提示する根拠資料を作成し、県庁等に働きかける役割機能をもつ。市町村は、発災後から増大する要援護者及び被災者の2次的健康被害の予防ニーズに対して、派遣保健師や保健所の支援を効果的に活用するために迅速評価を役立てる必要がある。

今回、高知県と島根県、山口県の3県で中四国知事会の協定に基づく訓練として、中央東福祉保健所において、中央東福祉保健所版のICS/IAPの模擬的な試行検証を継続的に進める基盤ができたことは有意義なことである。

E. 結論

1. モデル地域において被害想定をふまえ、中学校区単位で、死傷者数を推計することで医療資源に対しニーズが過大な地域を見える化した。
2. 災害時の被災市町村の保健活動支援に際し有用な地域診断項目（把握情報項目案）とその活用方法を明らかにした。
3. モデル保健所管内で現場から市町村、保健所、本庁まで、一体的に調整できるICS/IAPの共通基盤のイメージ図を作成した。
4. 福島県で研修を実施し、国立保健医療科学院の研修では、公衆衛生情報の迅速な収集と共有化とICTの活用を強化した。

F. 今後の計画

1. 被害推定の精度を高め、発災数時間以内に中学校区単位の保健医療ニーズを推計する方策を検討する。
2. 地域診断項目を研修等で検証修正し遠隔地から被災現場まで共有する方策を検討する。
3. 災害時広域支援調整のための南海地震モデル地域案を作成する。
4. 研修で危機時体制への移行、地域ニーズの評価法等を強化する。

G. 発表

1. 遠藤幸男（分担事業者）：「東日本大震災復興期における保健所の被災者への支援のあり方に関する研究」報告書. 2013年3月

平成25年度地域保健総合推進事業発表会

平成26年3月3日(月)

平成25年度厚生労働科学研究補助金

(健康安全・危機管理対策総合研究事業)

「大規模地震に対する地域保健基盤整備実践研究」

研究代表者 遠藤幸男(福島県北保健所所長)

分担研究者:

- 中瀬克己 (岡山市保健所所長): 総括補佐
- 佐々木隆一郎(長野県飯田保健所所長)
- 菅原 智 (岩手県県央保健所所長)
- 前田秀雄 (東京都福祉保健局技監)
- 田上豊資 (高知県中央東保健所所長)
- 坂元 昇 (川崎市健康福祉局医務監)
- 岡田成幸 (北海道大学大学院工学研究院教授)
- 金谷泰宏 (国立保健医療科学院健康危機管理研究部部長)
- 近藤久禎 (国立病院機構災害医療センター政策医療企画研究室長)
- 尾島俊之 (浜松医科大学公衆衛生学教授)
- 宮崎美砂子 (千葉大学大学院看護学研究科教授)

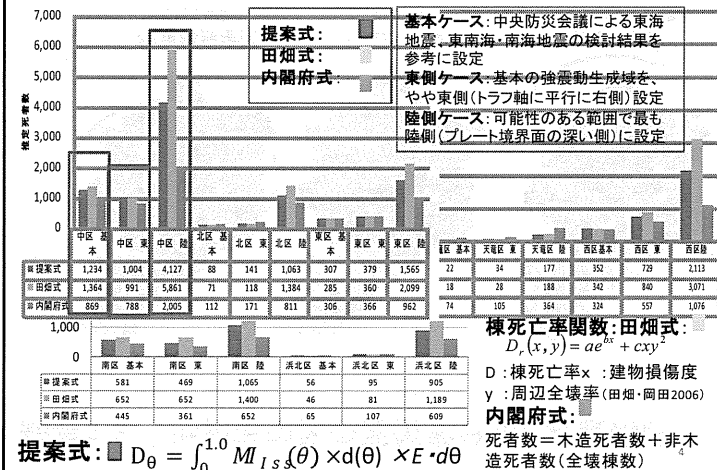
研究目的

- 東日本大震災発生以降に取りまとめられた「地域保健対策検討会報告書」において、発生後早期の情報収集・共有、具体的保健活動手法の全国的共有、保健調整機能の確保の重要性が指摘されている。
- そこで、本研究では、政府が想定している大規模震災時に必要となる保健医療救護等活動を適切に提供するために、保健所等を拠点とした地域保健基盤を整備できるよう検討を行うことを目的とする。

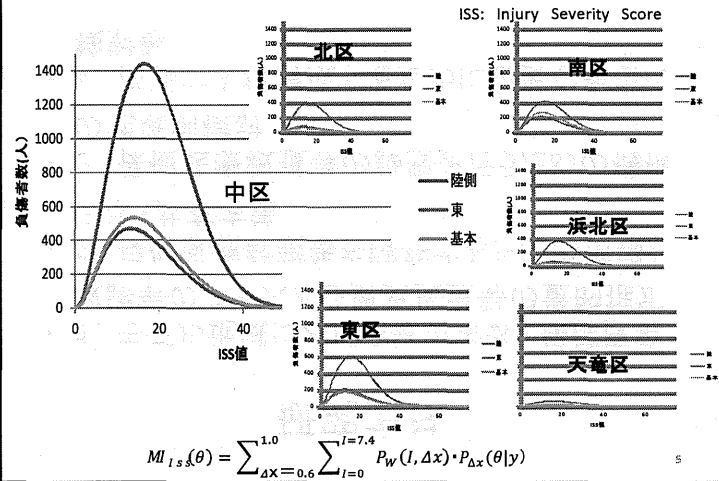
研究方法

1. モデル地域における被災者数、保健医療救護等のニーズと必要支援量等の量的推定
2. 保健医療救護等を調整するための情報と入手・共有方策
3. 保健医療救護等の調整を行うための機構の地域別検討
4. 必要な人材育成するために必要な事項の検討等

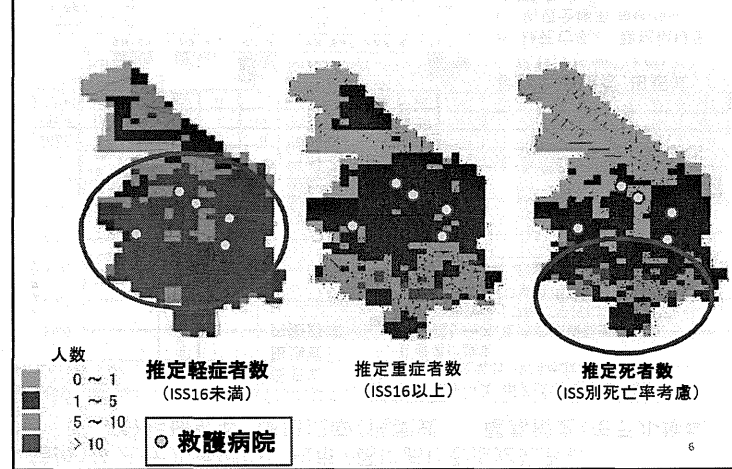
結果1①.モデル地域の浜松市7区における推定死者数
:分担研究者 岡田成幸(提案式) 尾島俊之(モデル地域)



結果1②. 浜松市の外傷重症度スコアISS別被災者数



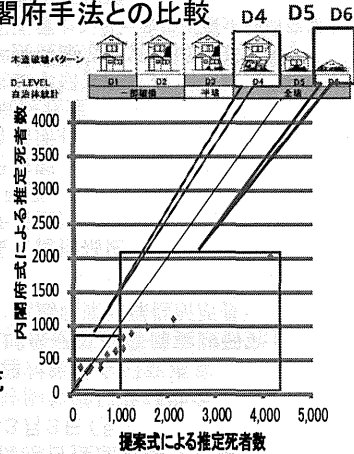
結果1③. 浜松市中区の死傷者分布と救護病院



結果1④. 本提案式の検証

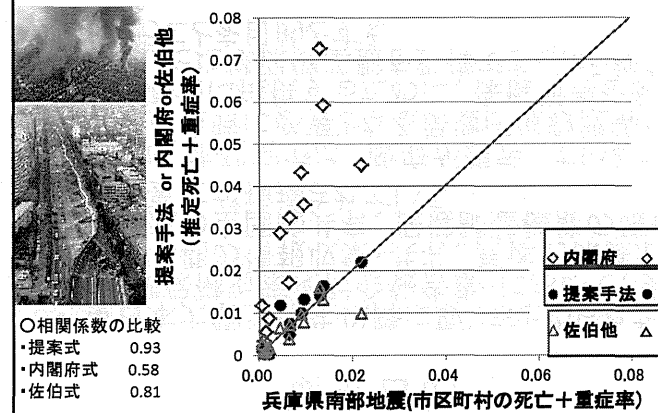
: 提案手法と内閣府手法との比較

- 内閣府は全壊棟数により死者数を推定しているため、規模が小さい場合は提案式に比べ推定死者数が多く、被害規模が大きい場合は推定死者数が小さくなる。
- この原因は、内閣府の発生確率値はD5における死者発生確率に等しい。すなわち内閣府の方法は、全壊は全てD5レベルの被害としており、そのため、実際にD6が増加すれば死者は低く算出され、逆にD4が多く発生した場合死者数は過大評価となる。内閣府の評価式に比べ提案式の優位性が確認できる。



結果1⑤. 本提案式の検証

兵庫県南部地震の死亡・重症率の比較

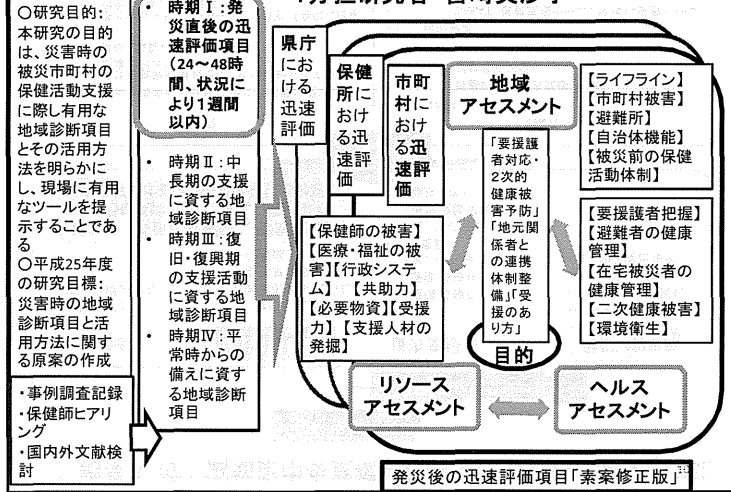


本提案手法の検証

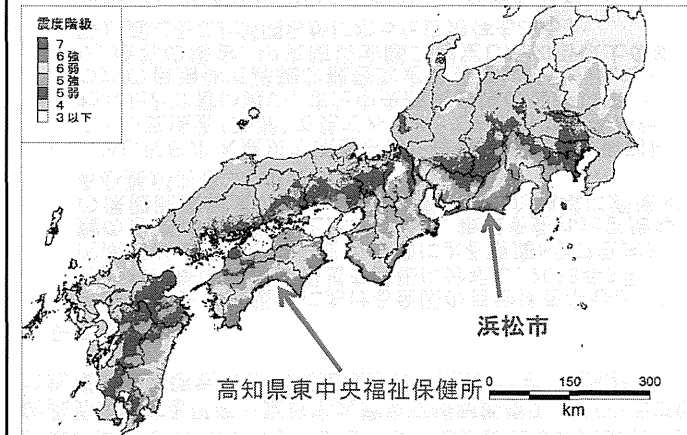
- 本研究は、急性期において災害医療にとり必要な人的情報、すなわち被災者の負傷度別発生頻度を推定する手法の提案を試みたものである
- 本方法には、かつて試みられなかった方法が導入されている。
 - 一つは外傷重症度スコアISS指標の導入
 - 二つは建物内部空間損傷度の導入
 後者により、人的被害を建物倒壊に伴う部材落下が直接原因(成傷器)の負傷者と建物被害とは無関係な家具転倒等による室内散乱による負傷者を同一のISS軸で評価でき、かつ両者の発生頻度分布も考慮できる道が開けた。
- しかし、そこまでの推定式検証のための観測データが、実は十分ではない大きな問題が残っている。
- 公的に公表される人的被害情報は、死者総数のみ公表されている。単なる相関関係式では、地震の特殊性・被災地域の特殊性が考慮できない。地震が発生するたびに、推定式の係数のみの修正が繰り返すことになる。さらに問題なのは、防災対策の効果評価には使えないことである。

結果2. 災害時の被災市町村支援における地域診断項目とその活用

分担研究者 宮崎美沙子

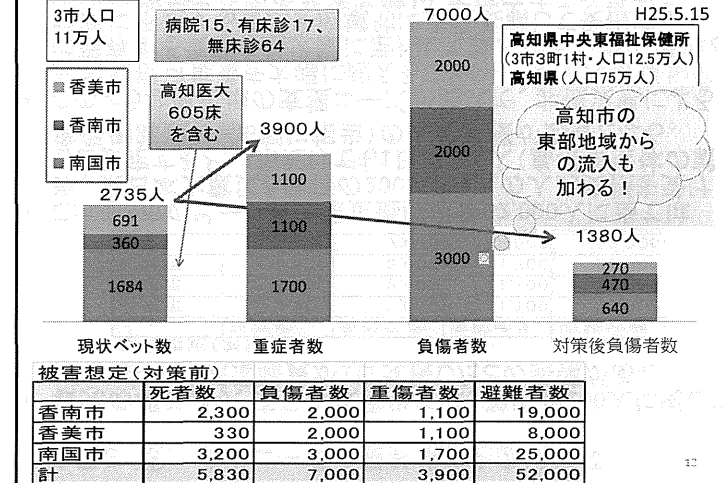


南海トラフ巨大地震の震度分布



結果3① 南海地震地域における地域保健基盤整備に関するモデル実践研究

分担研究者 田上豊資 現状のベット数と南海トラフ巨大地震被害想定 H25.5.15



結果3 ②. 今後の広域大規模災害における保健医療人的支援の量的限界に関する研究—東日本大震災支援実態調査と南海トラフ巨大地震の被害想定にもとづく比較分析: 分担研究者 坂元昇

研究要旨

- 今回の東日本大震災における全国の自治体を中心として行われた保健医療支援量を詳細に分析し、2013年3月に内閣府が公表した中央防災会議による南海トラフ巨大地震の最悪の被害想定と比較すると、被災を免れた自治体の保健医療職員の約37%を1年間被災した地域に派遣する必要があることが分かった。
- しかし東日本大震災で派遣された保健医療支援を避難所ごとの支援量(時間)で見るととても十分な支援が行われたとは言いがたい。また中央防災会議の公表以降、いくつかの自治体で詳細な被害想定の見直しが行われており、最悪の場合、中央防災会議の想定した10倍以上の被害が起こることが明らかになった自治体もある。
- 今後の災害支援においてこの厳しい事実を直視した上で対策が必要となると思われる。

13

結果3 ③. 被災ニーズの量的推定と広域支援

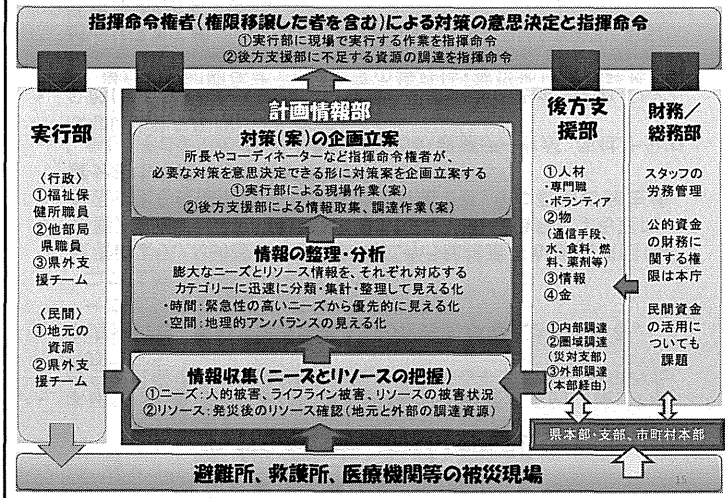
- 坂元の報告より、東日本大震災では、避難者200人に対して1人の自治体派遣職員が1日支援したとの実績がある。

被害想定(対策前)				
	死者数	負傷者数	重傷者数	避難者数
香南市	2,300	2,000	1,100	19,000
香美市	330	2,000	1,100	8,000
南国市	3,200	3,000	1,700	25,000
計	5,830	7,000	3,900	52,000

- これを3市のピーク時の想定避難者数52,000人に当てはめ、東日本大震災と同様の200人に1人の人的支援を受けると仮定すると、3市だけでも1日に260人(島根県全体の就業保健師数の約6割に相当)の人的支援が必要となる。
- このような被災地の支援ニーズが莫大で、非被災県による最大支援可能量を大幅に超えることから、まずは被災地側に残存する資源を最大限に活用して踏ん張るための機構と同時に不足する資源を広域的に支援要請して受援するICS/IAP機能を全国の共通基盤として確立する必要がある。

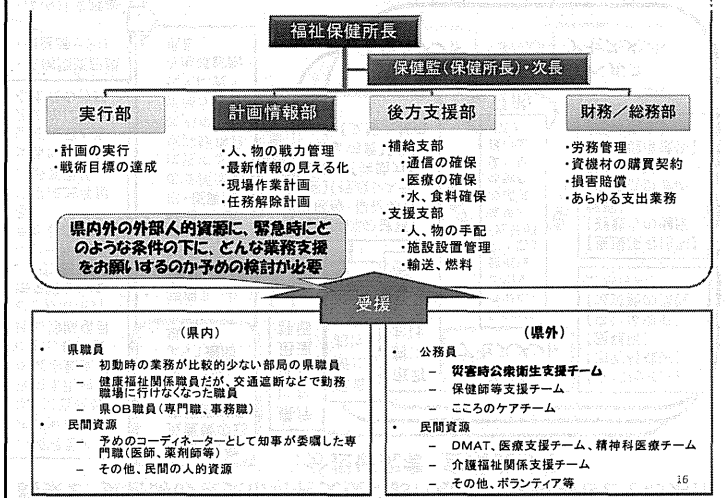
14

結果3 ④. 高知県中央東福祉保健所の災害初動時の組織体制と機能のイメージ図



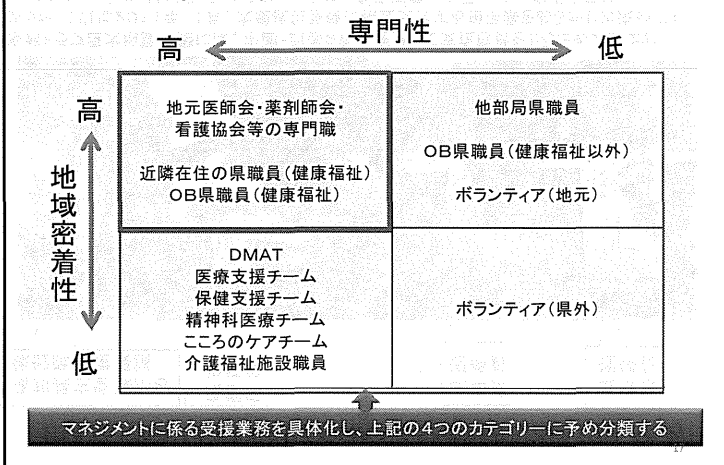
15

結果3 ⑤. 高知県中央東福祉保健所の災害時組織体制(案)

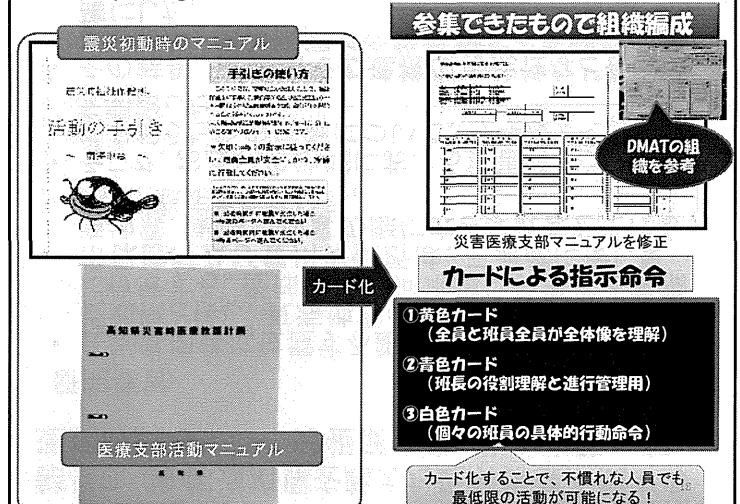


16

結果3 ⑥.地域密着性と専門性のカテゴリ別に、予め受援業務と組織内の位置づけを整理しておく



結果3 ⑦.マニュアルのアクションカード化



医療支部アクションカード(命令系統の明確化と役割分担)

このアクションカードから始めます。

- 班長は、班員全員に対して、班長としての役割を説明し、班員に指示を行います。班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
- 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
- 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
- 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。

医療支部アクションカード(各員の役割)

このカードで、自分の役割を自覚します。

- 班長の役割
 - 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
 - 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
 - 班長は、班員に対して、班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
- 班員の役割
 - 班員は、班長から班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
 - 班員は、班長から班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。
 - 班員は、班長から班員としての役割を説明し、班員に指示を行います。

医療対策班アクションカード【班長の役割】

各担当は、医療対策班の班長に任命されます。

- 1 医療対策班アクションカード（医療対策班の業務）を班長として、班長の役割の事項を管理します。
- 2 このカードに際して、班長の役割の事項を管理します。
- 3 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。
- 4 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。

※ 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。

医療対策班アクションカード（医療対策班の業務）

このカードで、医療対策班の業務を理解します。

医療対策班の業務は、班長の役割の事項に基づいて、班長の役割の事項を管理します。

- 1 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。
- 2 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。
- 3 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。
- 4 班長は、班長アクションカード（班長の役割の事項）に基づいて、班長の役割の事項を管理します。

結果3 ⑧. 保健医療福祉ニーズの時系列変化に即応できるマネジメントシステム

- 1) 各レベルの組織運営をICSでできるだけ統一し、組織的に需給評価を行う
- 2) 標準化された需給(評価)情報が組織を超えて伝達される仕組み
- 3) そうしたマネジメントシステムを補完するための人材派遣の仕組み

結果3 ⑨. 中国四国広域図上訓練 平成26年1月17日

高知県主管課から保健師派遣要請 | 島根県総括班 | 山口県連絡員 | 島根県連絡員

南海トラフ巨大地震の際には、中国・四国9県が連携して支援態勢をとるための図上訓練があった。9県は2011年11月、大規模災害時に相互支援する相手県をあらかじめ決めておく「カウンターパート制」を導入し、高知は山口、島根両県から優先的に支援を受ける。訓練では、両県の連絡員が午前中に高知県に到着し鳥取県に設置された広域支援本部との間で、発生3日後を想定した支援要請や状況報告などの訓練に取り組んだ。

結果3 ⑩. 都道府県を超えた近隣保健所間での連携の試み: 分担研究者 佐々木隆一郎

研究要旨

- 長野県南端に位置する飯田保健所は、静岡県、愛知県と接し、東海地震の防災対策強化地域内に位置する。愛知県東三河地域に位置する豊橋市保健所及び豊川保健所は、三河湾に接し東海地震、東南海地震の際に大きな被害を受けることが想定されている。
- そこで、お互いの地域における災害時の支援連携を行うための体制について、今年度から検討を開始した。
- その結果、医療面での連携の可能性などを確認したほか、保健所間で今後検討すべき課題を明確にした。

結果3 ⑪. 愛知県の災害時保健所機能強化及び相互支援体制の検討: 分担研究者 犬塚君雄

研究要旨

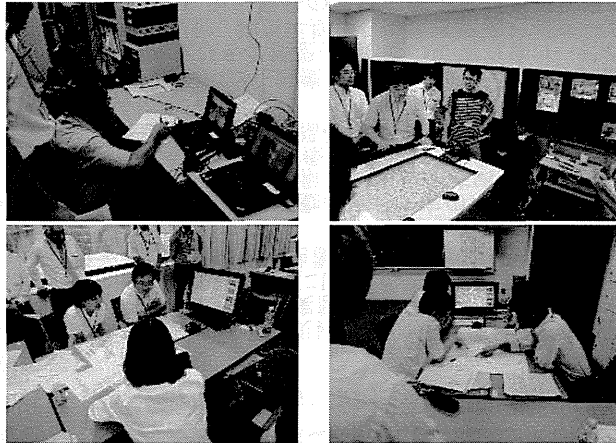
- 愛知県では災害時における医療提供体制の整備の一環で、二次医療圏ごとに地域災害医療対策会議を設置することとなった。この地域災害医療対策会議の設置要綱で規定された災害時に期待される保健所の新たな機能を紹介するとともに、立ち上げ訓練の実施状況及びその課題について分析した。
- また、災害時における保健所間での支援体制について検討した。

結果3 ⑫. 公衆衛生チーム派遣による災害時における公衆衛生機能支援のあり方に関する研究: 分担研究者 前田秀雄

研究要旨

- 大規模長期的な被害が発生する災害時においては保健所の公衆衛生機能はきわめて重要である。一方で、保健所自体も従来業務の復旧に向けて外部からの支援を受けることが必要である。
- 東京都公衆衛生チームは地域情報収集、感染症対策等に効果的な支援し、保健所の公衆衛生機能を支援する画期的な役割を果たしたが、災害情報の包括的な把握、所長の企画調整補佐、保健所本来業務の支援、等には十分な支援が行えず、チーム参加者側、受入側とも十分効率的に活用できていなかったと考えた。
- その原因は、災害時の公衆衛生機能の重要性についての認識の共有が弱かったこと、これまでは他自治体からの派遣職員は主に市町村業務を支援し、こうした保健所の業務への支援には振り分けられていないなど、支援する側受け入れる側双方に公衆衛生チーム活用についての基本的な方法論が確立されていなかったことなどであると考えられた。
- このため、公衆衛生チームが十分効果を発揮するためには、災害発生時の公衆衛生機能の重要性を、医療救護班と関係者と事前共有すること、マニュアルの整備等のより支援受援双方が公衆衛生チーム活動方針を確立することが重要である。

結果4 ①. 大規模災害に向けた保健所職員の教育: 分担研究者 金谷泰宏



厚生労働省 健康危機管理研修(実務編) 於 国立保健医療科学院

結果4 ②. 大規模地震に関する保健医療研修会: 主催 遠藤麻、後援: 福島県、福島県医師会、東北ブロック保健所長会

1 テーマ
 福自本人被災者を取り巻く被災大規模地震に備えて
 《大規模地震に関する保健医療研修会(実務編)》

2 趣 旨
 被災大規模災害を繰り返すため、地震対策の重要性が再認識され、日本全国・福島県内各地に被災大規模地震に関する新たな大規模地震に備えて取り組む必要がある。地震発生時に被災大規模災害に関する保健医療関係者による迅速な対応が求められる。この研修会を通じて、被災大規模災害に関する保健医療関係者の共通認識を醸成し、災害発生時の迅速な対応を支援する。また、被災大規模災害に関する保健医療関係者の共通認識を醸成し、災害発生時の迅速な対応を支援する。この研修会を通じて、被災大規模災害に関する保健医療関係者の共通認識を醸成し、災害発生時の迅速な対応を支援する。

3 日 時 平成25年 10月4日(金) 13:30~15:30

4 場 所 国立保健医療科学院(健康危機管理研修会)

5 主 催 厚生労働省(健康危機管理研修会) 主催 遠藤麻、後援: 福島県、福島県医師会、東北ブロック保健所長会

6 後 援 福島県、福島県医師会、東北ブロック保健所長会

7 参加者
 13:40~ 14:00 【開会挨拶】 福島県保健医療関係者事務所・福島県医師会 所長 滝崎幸男
 14:00~ 14:15 【大規模地震に備えて】 国立保健医療科学院健康危機管理研修会 研修(実務編)
 14:15~ 14:30 【震災直後の被災大規模災害に関する保健医療関係者の迅速な対応】 遠藤 麻
 14:30~ 14:45 【震災直後の被災大規模災害に関する保健医療関係者の迅速な対応】 遠藤 麻
 14:45~ 15:00 【震災直後の被災大規模災害に関する保健医療関係者の迅速な対応】 遠藤 麻
 15:00~ 15:15 【震災直後の被災大規模災害に関する保健医療関係者の迅速な対応】 遠藤 麻
 15:15~ 15:30 【震災直後の被災大規模災害に関する保健医療関係者の迅速な対応】 遠藤 麻



**結果4 ③.大規模地震に関する保健医療研修会
岩手県保健所の立場：分担研究者 菅原智**

研究要旨

- 東日本大震災における被災県の保健医療福祉等の活動及び県外等からの支援の実態を振り返り、その中で浮き彫りになった課題を明らかにし、その課題を解決することで今後予想される大規模地震への対策として活かすことが重要である。
- そこで、岩手県における活動の実態を次の項目毎に整理し、震災後に執られた課題解決のための施策について検討した。検討項目は、(1)医療保健活動、(2)災害医療コーディネーター、(3)災害派遣福祉チーム、(4)保健所長の兼務状況・あり方、とした。
- 検討の結果、DMATから医療支援チームへの移行のタイミングの重要性及びその調整役としての災害医療コーディネーターの必要性、発災早期からの災害派遣福祉チームの必要性、さらに保健所長の兼務の解消及び保健所長間の連携の必要性などが明らかになった。

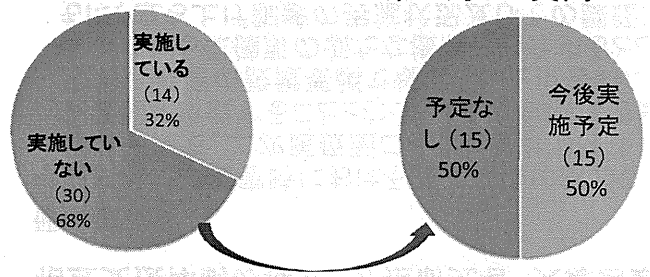
**結果4 ④. 保健所を対象としたEMISの指導実施状況
(EMIS: 広域災害救急医療情報システム): 分担研究者 近藤久禎**

- 平成24年3月に厚生労働省医政局長より「災害時における医療体制の充実強化について」の通知内容の項目の1つに「災害医療に係る保健所機能の強化」があり、その中で「保健所はEMIS (Emergency Medical Information System) に登録し、管轄区域内の医療機関の状況について把握すること。」と述べられている。
- そこで、全都道府県庁の災害医療担当者にアンケート調査を平成25年10月に実施した。

今後のEMIS指導研修の実施予定

44都道府県より
回答(回収率93.6%)

「EMIS指導を実施していない」と回答した30県に対して質問



保健所職員に対するEMIS研修は十分でなく、今後の課題である。
国立保健医療科学院の災害時医療情報システムとEMISとの連携は必須である。

結論

- モデル地域において被害想定をふまえ、中学校区単位で、死傷者数を推計することで医療資源に対しニーズが過大な地域を見える化した。
- 公衆衛生分野での情報把握と支援実務の最前線を担う保健師が中心となって、災害時の被災市町村の保健活動支援に際し有用な地域診断項目(把握情報項目)とその活用方法を明らかにし、現場に有用なツールを作成した。
- 人的・物的地域保健資源の効果的な調整の方策として、モデル地域で県間の調整を具体的に検討した。広域支援資源の効率的な活用には、モデル保健所管内で現場(救護所や避難所等)から市町村、保健所、本庁まで、一体的に調整できるICS/IAPの共通基盤のイメージ図を作成した。
- 被災地での経験の共有を含め福島県で研修を実施するとともに、国立保健医療科学院の研修では、公衆衛生情報の迅速な収集と共有化とICTの活用を強化した。

今後の研究計画

- 1. 地域別震度、建物耐震程度の情報等を活用して被害推定の精度を高め、発災数時間以内に区単位の保健医療ニーズを推計する方策を検討する。
モデル地域を浜松市から、静岡県、高知県に拡大予定である。
- 2. 被災現場での把握および入力支援についてモデル地域で検討する。また、**地域診断項目(把握情報項目案)を研修等を通じて検証修正する。**発災直後には自衛隊等の空撮映像が有用と考えられるので、遠隔地から被災現場まで共有する方策を検討する。
- 3. **山口・島根・高知の県間で広域的な支援調整を行うため機構(ICS)を図式化し、派遣・撤退までの手順、派遣要員が担う業務を整理し、災害時広域支援調整のための南海地震モデル地域案を作成する。**
- 4. **研修では、危機時体制への移行、人員不足への法的課題を含めた対処方法、地域ニーズの評価手法、EMIS、災害時健康危機管理支援チーム(DHEAT)の人材育成等を強化する。**

33

ご清聴ありがとうございました

34

分 担 研 究 報 告

地震による家屋倒壊に伴う外傷重症度指標（ISS）别人的被害分布の推定法に関する研究
～想定南海トラフ巨大地震モデルによる浜松市の検討～

研究要旨

本研究は地震発生時における家屋倒壊に伴う死傷者数を推定するものである。既往研究にはない視点として被災者の負傷程度を外傷重症度指標（ISS）による導入で試み、関数化し浜松市をテストフィールドに、南海トラフ巨大地震を想定して人的被害推定を行った。死者数の推定の他、負傷程度（ISS）別に発生人数を推定し、急性期における医療マネジメント（開業医対応あるいは大規模医療機関対応の峻別）情報を提供できる道を探った。

岡田成幸・北海道大学大学院工学研究院・教授

中嶋唯貴・北海道大学大学院工学研究院・助教

A. 研究目的

地震発生時の死者・負傷者の数量予測は、急性期における医師・看護師等の必要人員の確保や医療機関への適正配置・派遣等の医療体制マネジメントに必要な不可欠な情報となる。しかしながら、急性期において医療マネジメントに必要な重篤傷病者（救命のために施設の整った医療機関への早期搬入が必要な負傷者）の数値評価は現時点での地震被害推定項目にはない。また、そのような推定手法もない。必要な医療情報は急性期における症状別の人的被害数である。この現状に鑑み、本研究はこれまで顧みられなかった症状別被災者数を重症度指標（ISS 指標）を導入することで詳細かつ高精度に推定する方法を構築提案し、浜松市をフィールドに南海トラフ巨大地震の被害者推定を試み、また、内閣府の推定方法との比較を通して、その有用性を検証する。

B. 人的被害推定に関する既往の方法と問題点

人的被害推定の現状は、地震による建物全壊棟数に、ある一定係数を乗じることで死者数を概算し、その値をさらに係数倍（10～100 倍）することで負傷者数とする、かなり粗略な推定方法に留まっている。たとえば 1950 年代に河角¹⁾によって下式が提案されている。

$$D = \alpha \times H^\beta \quad \dots (1)$$

$$I = \gamma \times D \quad \dots (2)$$

ここに、 D は死者数[人]、 H は被害建物数[棟]、 I は負傷者数[人]、 α 、 β 、 γ は係数で、それぞれ、0.01、1.3、10～100 の値をとる。

現在も推定の考え方は基本的に上式と同等である。ただし、死因別（建物倒壊による、火災による、山・崖崩れによる、津波による）に計算するのが一般的となってきた。本論では建物倒壊に伴う人的被害の推定に限定して話を進める。

近年は、内閣府の推定方法²⁾が良く用いられている。以下は、南海トラフ巨大地震の発生を想定した静岡県の第 4 次被害推定の方法である。

$$D = D_W + D_n \quad \dots (3)$$

$$D_W = t_W \times H_W \times R_W \quad \dots (4)$$

$$D_n = t_n \times H_n \times R_n \quad \dots (5)$$

ここに、 D は死者数[人]、 D_W は木造建物倒壊による死者数[人]、 D_n は非木造建物倒壊による死者数[人]、 H_W は市町村別の地震動による木造倒壊棟数[棟]、 R_W は木造建物内滞留率、 H_n は市町村別地震動による非木造倒壊棟数[棟]、 R_n は非木造建物内滞留率である。また、 t_W 及び t_n は建物倒壊棟数から死者数への変換係数であり、以下を用いている。

$$t_W = 0.225 \quad \dots \quad (6)$$

$$t_n = 0.056 \times \frac{P_{n0}}{B_n} \div \frac{P_{W0}}{B_W} \quad \dots \quad (7)$$

ここに、 P_{W0} は夜間人口(木造)、 P_{n0} は夜間人口(非木造)、 B_W は建物棟数(木造)、 B_n は建物棟数(非木造)である。一見複雑な推定式であるが、被害者の居住建物を木造と非木造(たとえば、鉄筋コンクリート造のような耐震的建物)に分け、地震発生時間帯により、その建物内に滞留している人口を考慮しようとしているに過ぎなく、基本は、式(1)と同様に倒壊建物1棟あたりの死者発生率を既往地震(主として1995年兵庫県南部地震)の被害結果に整合すべく求めているに過ぎない。上式を総括すれば、倒壊した木造建物1棟あたりの死者発生率(t_W)は0.225人/棟としている。なお、内閣府の方法は死者推定の基本量に全壊建物数をおいており、これの死者発生率は0.0676人/棟である。

同様に静岡県第4次被害推定における負傷者については、以下の式によっている。

$$I_W = 0.177 \times M_W \times \alpha_W \beta_W \quad \dots \quad (8)$$

$$I_n = 0.177 \times M_n \times \alpha_n \beta_n \quad \dots \quad (9)$$

ここに、 I は負傷者数[人]を、 M は地震動による建物の全半壊棟数[棟]を、 α は建物内居住者滞留率を、 β は時間帯別の全建物に対する木造あるいは非木造の建物数割合を示し、添字 W と n は木造及び非木造を意味する。

さらに重傷者についての推定式があり、これも内閣府の方法によっている。考え方は負傷者推定式(8)(9)と同等であるが、違いは推定の基本量 M を建物全壊数としており、変換係数に0.1を採用している。

さて、内閣府の方法に準拠した静岡県第4次推定手法の大きな問題は人的被害発生の因果関係を考慮した推定方法となっていないため、その推定人数・精度が極めて粗略であることもさることながら、人的損傷度程度を死と負傷(あるいは重傷)に二分しているのみであることである。しかも重傷の定義がなく、推定数値の扱い方に混乱を与えている。

C. 本研究の方法 ー人的被災度関数ー

(1) 重症度指標の導入

災害発生時において重要なことの一つに対応医療機関の適宜アレンジがある。開業医対応で十分な患者と大病院対応が必要な患者を選別し、最適医療機関への搬送が「助けられたはずの死者(Preventable death)」を減らす意味において重要である。そこで必要となるのが重症度指標である。医学の分野においては、外傷の重症度を評価する指標が種々提案されているが、中でも国際的によく利用されているのが外傷重症度スコアISS(Injury Severity Score)である³⁾。

ISSは簡易式外傷指数AIS(Abbreviated Injury Scale)がその評価の基準にある。AISは身体の損傷部位を頭部・顔面・胸部・腹部・四肢/骨盤・体表の6部位に分け、それぞれの部位についての解剖学的損傷名に1~6の点数を与えるものである。点数は損傷状態を表しており、表1に本邦で汎用されている1985年版(AIS-85)の数値的意味を例示する。症状が重い程、高い数値が与えられている。

表1 AIS-85 に示されている数値と解剖学的損傷名との対応事例（文献³⁾による）

Score	症状	頭部・頸部における損傷名の例
1	軽症	頭痛/眩暈・頸髄伸展
2	中等症	嗜眠・甲状腺挫傷・頸椎横突起
3	重症：生命脅威的でない	意識障害・頭蓋底骨折・脳挫傷・咽頭挫傷・頸髄打撲
4	重症：生命脅威的	神経脱落症状・意識消失・頸髄不全損傷・咽頭挫滅
5	致命的：生存困難	脳幹損傷・頸髄完全損傷・頭蓋内血腫
6	瀕死 or 死亡	

ISS は、AIS の判断基準で与えられた各部位の損傷スコアのうちから最高値を取り出し、さらにその中からスコアの高いもの3つを選択し、それぞれのスコアを二乗し合計したもので表す。すなわち、多発外傷の総合的評価法となっている。最高点は75点で、一部位にでもAISが6点と与えられた場合は、自動的に75点とすることになっている。ISSは自動車事故の場合の人体損傷評価によく用いられ、ISSと生存率との関係は図1³⁾に示されているように、よい相関関係を持っている。

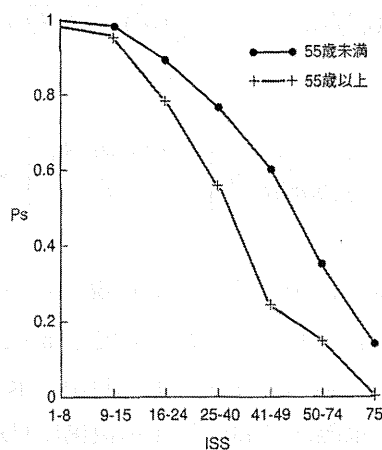


図1 鈍的外傷における生存確率 Ps と ISS との関係（文献³⁾より）

本研究では、人的被害者をISSで評価できる方法を提案する。

(2) 住宅倒壊に伴うISS別被災者推定関数構築

建物損傷度ごとに建物内滞在者の損傷分布推定式を構築する。まず、ISSの定義域が[0, 75]であることに注意し、損傷別負傷者発生を確率密度（定義域[0, 1]）で表すためISSを人的重症度 θ として、以下のように変換する。

$$\theta = I_{SS}/75 \quad \dots (10)$$

人的重症度 θ の推定に際し、住宅の倒壊による負傷発生という限られた症例を詳細にデータベース化している観測例は極めて少ない。よって、本研究では、観測値重視の立場(Data-oriented Approach)を取らずに、観測値に加え有識者の先験的主観確率の採用も許容されているベイズの方法(Baysian Approach)を採用し、将来更新を考慮する。ここで、建物損傷度 (Damage Index) が x のときの建物内滞在者の人的重症度が θ である基礎確率変数の分布に式(11)を用いる。

$$f_x(\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\zeta\theta} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(\theta) - \lambda}{\zeta}\right)^2\right] \quad \dots (11)$$

平均 λ 、標準偏差 ζ の対数正規分布である。この $f_x(\theta)$ を人的被災度関数とする。前述のとおり、データの曖昧さに加え、観測回数が少ないことから、それぞれの観測データの平均値はばらつきが大きくなる。そのため、事前分布のパラメータ λ を既知として仮定し、パラメータ λ の事後分布を推定する。

$$f_\lambda(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\lambda - \mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad \dots (12)$$

$$f''_\lambda(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma''} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\lambda - \mu''}{\sigma''}\right)^2\right] \quad \dots (13)$$

$$\mu'' = \frac{\mu(\sigma')^2 + \mu'(\zeta^2/n)}{(\sigma')^2 + (\zeta^2/n)}, \sigma'' = \sqrt{\frac{(\sigma')^2(\zeta^2/n)}{(\sigma')^2 + (\zeta^2/n)}} \quad \dots (14)(15)$$

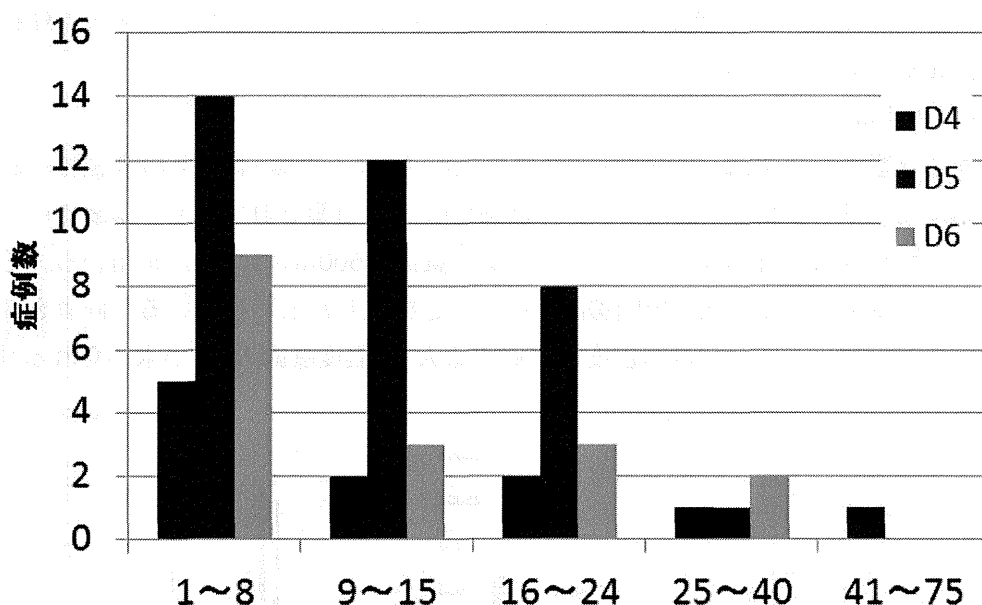
$$f''_x(\theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f''_\lambda(\lambda)}{\sqrt{2\pi}\alpha\zeta\theta} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(\theta) - \lambda}{\zeta}\right)^2\right] d\lambda \quad \dots (16)$$

ベイズの共役対の関係を用いると基礎確率関数が対数正規分布の場合、尤度は対数正規分布で表され、パラメータ λ を変数とする事前及び事後分布は式(12)の正規分布(事前分布は平均 μ' 、標準偏差 σ' で、事後分布は平均 μ'' 、標準偏差 σ'')で表される。事後分布式(13)を求めるのに、まず前報で示したデータベース³⁾に専門家によりISSを加えた東灘区における建物損傷度(D4,D5,D6)別のISS分布観測記録(表1)に尤度式(11)を当てはめ、対数正規分布の平均 λ と標準偏差 ζ より、パラメータ λ の正規分布の平均 $\mu = \lambda$ と標準偏差 $\sigma = \zeta^2/n$ を求める。次いで事前分布を決定する。現時点では建物損傷度別の重症度発生確率を主観確率として与える事前分布情報は持ち合わせていない。そこで観測症例においてD6よりもD5の平均値が大きくなるという不自然な事象が発生しているためこれを解消するような事前分布の初期値とし平均値を与えた。今後症例が増えたとき本研究結果を事前分布として扱うことで、ベイズ更新が可能となる。以上を用い平均値 λ の事後分布を式(14)(15)から求める。式中の n は標本数(観測回数)のことを指す)である構築したパラメータを表2に示す。なお本研究で採用した基礎確率密度関数は対数正規分布である。その定義域は $[0, \infty)$ であり、ISS値が有界 $[0, 75]$ であることと整合しないため、式(16)において基準化係数 α を導入し、 $[0, 1]$ すなわちISSにおいて $[0, 75]$ を超える場合は値域を飽和させ値を無視することとした。結果への影響は極めて小さく無視できることを確認している。基準化係数

は以下のとおりとする。建物損傷度 D4 の時($\alpha=0.977$)、D5 の時($\alpha=0.963$)、D6 の時($\alpha=0.919$)。

表 2 事前・観測・事後分布の係数

	D4	D5	D6
事前平均 μ'	-3.50	-2.50	0.15
事前標準偏差 σ'	1.00	1.00	1.00
観測平均(東灘区) $\mu=\lambda$	-2.68	-2.37	-2.46
観測標準偏差(東灘区) $\sigma=(\xi^2/n)$	0.41	0.22	0.42
事後平均 μ''	-3.05	-2.42	-2.27
事後標準偏差 σ''	0.38	0.21	0.39



負傷程度 ISS値	軽傷・中等症 1~8	重症 9~15	重篤 16~24	瀕死 25~40	死亡相当 41~75
頭部・頸部 における損 傷名の例	頭痛/眩暈 頸髄伸展嗜眠 甲状腺挫傷 頸椎横突起	意識障害 頭蓋底骨 折脳挫傷 咽頭挫傷 頸髄打撲	神経脱落症状 意識消失 頸髄不全損傷 咽頭挫滅	脳幹損傷 頸髄完全損傷 頭蓋内血腫	

図 2 兵庫県南部地震における木造住宅損傷度と負傷程度の分布

D. 浜松市における人的被害推定

(1) 基本データ

対象地域はある大きさ（本論では 250m）でメッシュ区画し、関連データとして総務省統計局提供の地域メッシュ統計を用い、想定震度（ハザードマップ）として、レベル 2 地震動相当の内閣府公表（2012）の南海トラフ巨大地震（基本ケース、陸側ケース、東側ケース）の 3 ケースを用いる。地震諸元の詳細は関連報告書を参照されたい。人的被災者数の推定方法は、建物損傷度関数を用いる中嶋・岡田（2010）⁵⁾による方法を基本とし、前章で提案の建物損傷度別人的被災度関数を加味して、ISS 別の負傷者数を

以下の手順で推定する。

(1) 震度暴露人口 $f(I)$ の生成

想定震度（ハザードマップ）として、南海トラフ巨大地震（基本ケース、陸側ケース、東側ケース）を用い、ハザードマップに人口分布を掛け合わせ震度暴露人口 $f(I)$ を求める。

(2) 木造住宅震度暴露人口の算出

建物倒壊に伴う死傷者の殆どが木造家屋の倒壊によるものと推察されるため、地震発生時に木造住宅に居留の震度暴露人口を求める。

(3) 損傷度別木造住宅内人的損傷度の算出

震度暴露人口に建物損傷度関数⁴⁾及びW値を乗じて、木造住宅損傷度別の損失空間内人口を算出する。ここで、W値は空間損失を表し、空間損失が皆無であるD4未満($\angle x \leq 0.6$)は $W_{\Delta x} = 0$ とし、他は1階と2階におけるW値の平均をとりD4($0.6 < \angle x \leq 0.8$)で $W_{\Delta x} = 0.23$ 、D5($0.8 < \angle x \leq 0.9$)で $W_{\Delta x} = 0.47$ 、D6($0.9 < \angle x \leq 1.0$)で $W_{\Delta x} = 0.78$ を用いる⁵⁾。さらに前章で構築した人的被災度関数式(7)を損傷度別 ($\Delta x = D4, D5, D6$) について掛け合わせ、震度 I 及び建物損傷度 Δx について加算することで、建物損傷度別の木造住宅内人的重症度 θ の分布が求められる。

(2) 震度暴露人口の生成

浜松市に影響する地震として東海・東南海・南海連動地震（基本・東側・陸側）の3種類を想定する。この想定地震に対するハザード情報（震度分布）は静岡県により計算されており、本論ではこれを用いる。人口データとして総務省統計局提供⁶⁾の地域メッシュ統計（500m×500m）を用いる。そこから浜松市の現状を表すデータとして平成22年国勢調査に基づき編集したものをを用いる。両者を地域メッシュ単位で掛け合わせることでそれぞれの震度に遭遇する人口（震度暴露人口）が求められる（図3～9）。

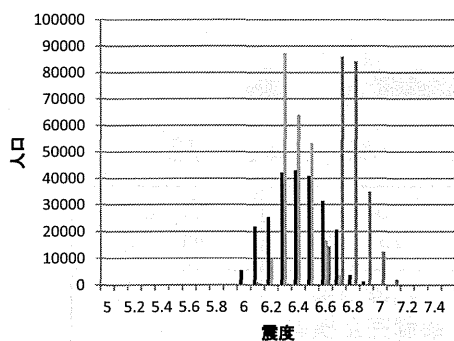


図3 震度暴露人口（中区）

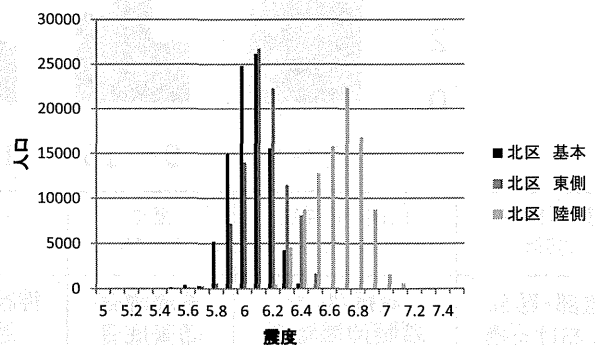


図4 震度暴露人口（北区）

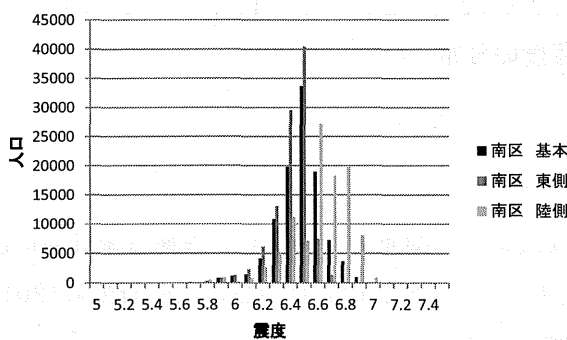


図5 震度暴露人口（南区）

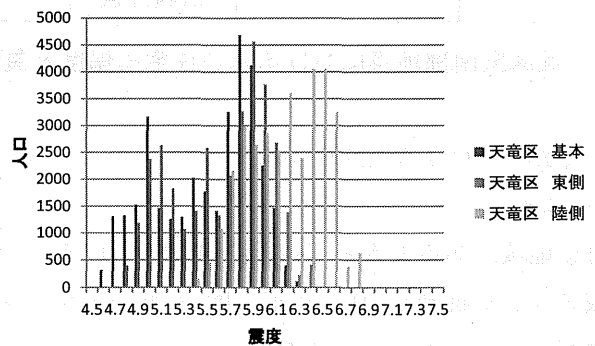


図6 震度暴露人口（天竜区）

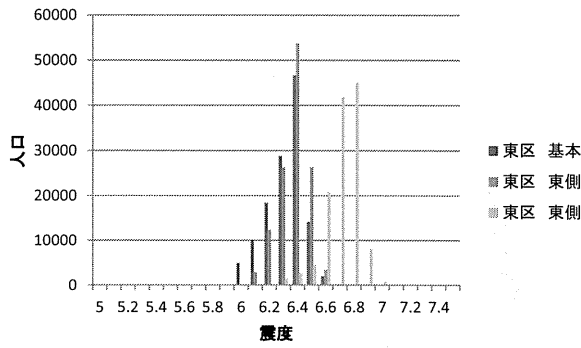


図7 震度暴露人口（西区）

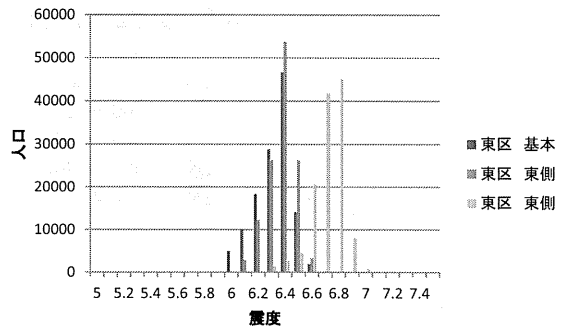


図8 震度暴露人口（東区）

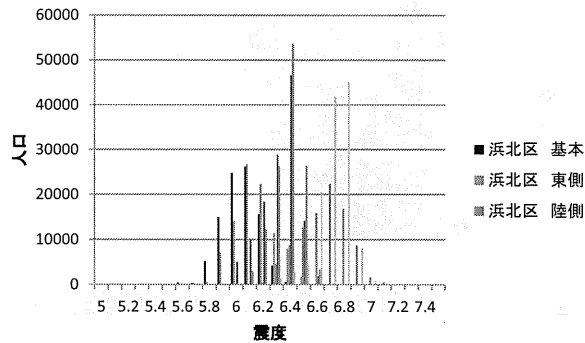


図9 震度暴露人口（浜北区）

南海トラフ巨大地震の基本ケースについて、そのハザードマップと震度暴露人口の浜松市内分布図を図10と図11に示す。高震度域は浜松市海岸線沿いの市街地であり、それを反映して震度暴露人口の分布も、高震度域における人口集中が認められる。

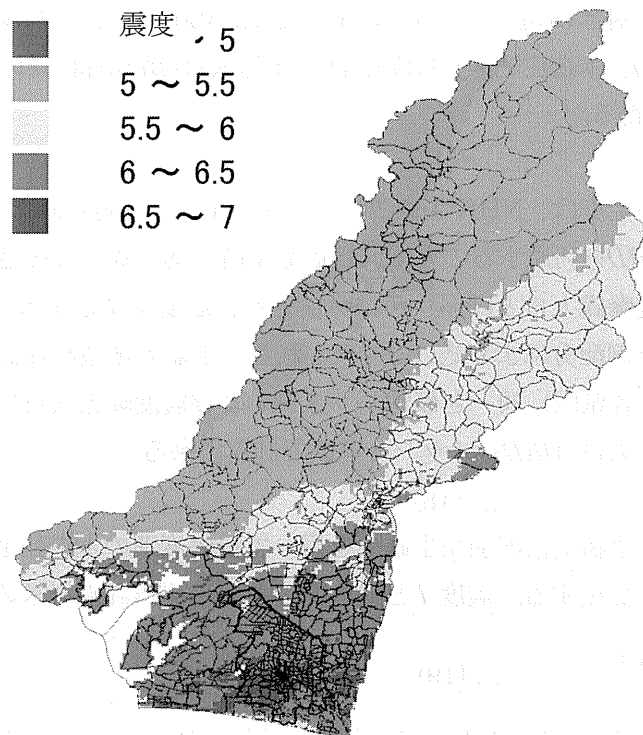


図10 南海トラフ巨大地震基本ケースの浜松市内震度分布図（静岡県提供）

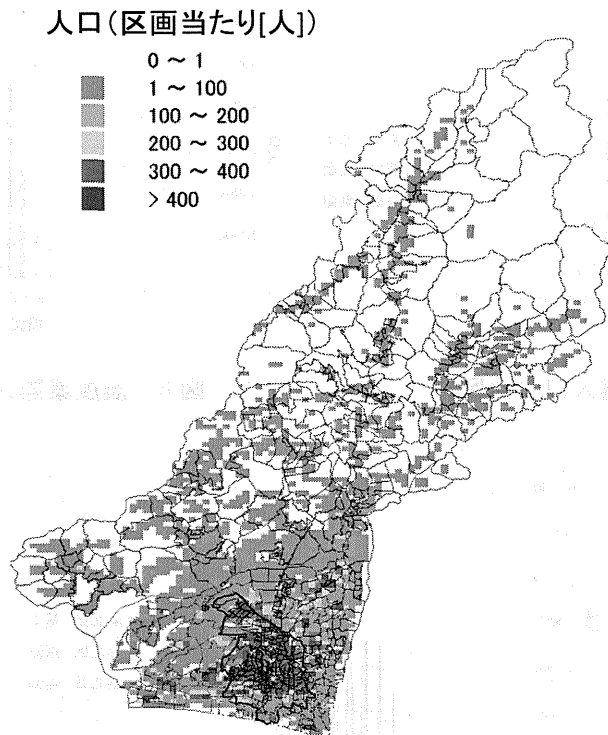


図 11 基本ケースにおける浜松市内の震度暴露人口の分布

(3) 木造住宅損傷度暴露人口の算出

震度暴露人口は、浜松市の全住人を対象にした指標である。建物倒壊に伴う死者のほとんどが木造家屋の倒壊によるものと推察されるため、震度暴露人口を基に地震発生時の各損傷度別の木造住宅に在宅している人口を地震発生時における木造住宅の在宅率と各損傷度の住宅割合から求める。はじめに、震度暴露人口から、地震発生時の木造住宅における在宅率の検討を行う。浜松市における木造住宅に居住している人口の割合(木造人口率)を住宅土地統計(2008)市区町村編のデータから算出する。同表より、全住宅人口(Mf)、木造住宅人口(Wf)、防火木造人口(Bf)が得られるので、式(12)より木造人口率(mf 、定義域 $[0,1]$)を得る。

$$mf = (Wf + Bf) / Mf \quad \dots (17)$$

地震発生時刻における在宅率は、NHK 調査⁷⁾のデータを用いる。得られた木造人口率(mf)と在宅率(zf)および震度暴露人口 $f(I)$ を利用することで、地震発生時における震度に曝される木造住宅に滞在している人口(以後、木造震度暴露人口と呼ぶ)が推算できる。震度を I とすると木造震度暴露人口 $Mf(I)$ は木造人口率と在宅率の比例配分により式(18)で表される。上記の地域特性値(木造人口率、地震時在宅率)は地域内(本論では各県内)同一と仮定し、人口および震度暴露人口は地域メッシュ単位で与えられるので、木造震度暴露人口 $Mf(I)$ もメッシュ単位で計算出来る。

$$Mf(I) = f(I) \times mf \times zf \quad \dots (18)$$

次に、木造震度暴露人口に建物損傷度別発生確率を用いて損傷度別の木造住宅に居住している人口(木造住宅損傷度暴露人口)を算出する。震度 I と損傷度 x とから耐震評点を求めるため式(19)を用いる。

$$s = \{(I - a(x)) / b(x)\}^{1/c(x)} \quad \dots (19)$$

ここに、 s は耐震評点、 $a \cdot b \cdot c$ は損傷度 x により異なる値を持つパラメータである(表 3)。

表 3 耐震評点評価式

損傷度(X)	X=0.1	X=0.2	X=0.3	X=0.4	X=0.5	X=0.6	X=0.7	X=0.8	X=0.9
a	1.59088	1.279466	0.928317	0.489953	-0.05298	-0.88746	-2.16353	-4.71887	-14.4826
b	4.478027	5.071245	5.607693	6.188446	6.858455	7.807897	9.183317	11.8786	21.7951
C	0.213637	0.171425	0.144571	0.122933	0.104969	0.086492	0.068715	0.049498	0.02426

上式(19)で得られる耐震評点は各損傷度を与える閾値となるため、損傷度毎に算出された耐震評点が住宅の耐震評点を上回った場合、その損傷度の被害が発生することになる。

本邦における木造住宅の強度分布のデータとして、日本木造住宅耐震補強事業者共同組合（木耐協）が収集した約 3 万棟の耐震診断結果（2004 年改訂前の耐震精密診断）のデータ（全国）がある。本研究は東海地域への適用を試みているが、地域別に分類すると有効データ数が限られてしまうため、全国と当該地域との間に分布の大きな違いがないことを確認し、全国データを基本とする。耐震評点 s の頻度分布割合（発生確率）を、上記データを建築年代別にまとめ以下の対数正規分布（平均値 μ 、標準偏差 σ ）を当てはめ、建築年代別の耐震評点分布 $g(q,s)$ として求める（表 4）。

$$g(q,s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(\ln(s)-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad \dots \quad (20)$$

ここに、 q は建築年代を意味し、1950 年以前、1951～1960、1961～1970、1971～1980、1981～1990、1991 年以降の 6 区分とする。エリアにおける耐震評点発現確率（以下、耐力分布と称す） $g(s)$ は、年代別に算出した耐力分布 $g(q,s)$ にエリアごとの年代別建物割合 $T(q)$ を乗じ、年代加算することで求まる。

$$g(s) = \sum_q (g(q,s) \times T(q)) \quad \dots \quad (21)$$

表 4 建築年代別耐震評点（全国）の係数 μ, σ

Cases	-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-	All
μ	-1.0968	-0.7598	-0.5854	-0.4018	-0.1862	-0.0303	-0.36783
σ	0.8229	0.7046	0.5579	0.5335	0.5125	0.4809	0.59702

式(21)を用い浜松市での木造住宅の耐力分布の作成を試みる。浜松市の木造住宅の年代割合は、住宅土地統計(2008)市区町村編のデータから木造戸数と防火木造戸数の年代別データを用い、上記 6 区分で算出し表 5 に示す。

表 5 浜松市区別の建築年代別割合

	中央		東		西		南		北		浜北		天竜区	
	木造	非木造	木造	非木造	木造	非木造	木造	非木造	木造	非木造	木造	非木造	木造	非木造
1950年以前	0.051532	0.008725	0.031701	0	0.039166	0.00956	0.038555	0.004387	0.057344	0.001519	0.030057	0.008342	0.211054	0.02646
1951～1960年	0.029616	0.005015	0.018219	0	0.022509	0.005494	0.022158	0.002521	0.032957	0.000873	0.017274	0.004794	0.121296	0.015207
1961～1970	0.110836	0.027247	0.093398	0.017964	0.080683	0.103226	0.091949	0.092401	0.064978	0.038278	0.056148	0.014778	0.099312	0.075
1971～1980	0.198169	0.137401	0.211755	0.05988	0.18813	0.2	0.233172	0.091537	0.204013	0.106459	0.180974	0.062397	0.148476	0.166667
1981～1990	0.220683	0.268281	0.197665	0.25682	0.194337	0.094624	0.213814	0.220207	0.217869	0.254785	0.212065	0.234811	0.165192	0.35
1991～	0.389164	0.55333	0.447262	0.665336	0.475175	0.587097	0.400352	0.588946	0.422838	0.598086	0.50348	0.674877	0.254671	0.366667

ある震度 I に対して損傷度 x を被る建物の耐震評点 s は式(20)で与えられ、損傷度 x 以上の被害を受ける地域内分布（各震度における損傷度別超過危険確率） $P(I,x)$ は式(14)を上記県別の耐力分布式(21)に代入し、下式(22)のとおり耐震評点の閾値 s までを積分することで求めることができる。