

令和元年5月10日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03141

研究課題名(和文) プリベントブルデス(防ぎ得た死)の評価と対策

研究課題名(英文) Evaluation and Countermeasures of Preventable Death due to Earthquake

研究代表者

岡田 成幸 (Okada, Shigeyuki)

北海道大学・工学研究院・特任教授

研究者番号：50125291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：地震時において本来死なせてはいけない発災時の生存者(プリベントブルデス)を被害評価で明示すべく、(1)建物内における発災時生存者の負傷程度(ISS)発生確率推定モデルを提案し、(2)その検証のため住家の破壊過程を個別要素法で模擬し確認した。さらに(3)病院搬送限界時間検討のため、余命時間とISSとの関係を交通事故症例を代替データに関数化し、ISSが41～75の傷病者は即応的に拠点病院に搬送することが救出救助の観点から最優先すべきことを示した。加えて、(4)医療機関への搬送問題として北海道を対象地域とした対応限界を見定めた。医療機関の事前準備情報としてプリベントブルデス防止に有効な情報となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本提案手法により対策の効果評価が可能となったことである。対策に必要な情報は、どのような被災プロセスを経て死に至るのか、そして負傷の場合はどの程度の負傷(死に至るまでの猶予時間はどの程度なのか)を被った被災者が、どの場所で(どの程度の被災建物内で)トラップされているのか、そのような現場再現に基づく被災者の状態情報である。本研究は、現状の人的被害推定手法を抜本的に改めるべきであるとの強い認識の下に、災害医学で標準に用いられている重症者指標ISSに従い、その発生分布を推定することにより、種々の対策の効果評価が可能となった。

研究成果の概要(英文)：The target covered in this study is the preventable death, that means 'delayed death' even those who were trapped and alive in damaged building immediately after earthquakes. In order to prevent the preventable death, we first proposed a model for estimating the probability of survivor's injury shown in Injury Severity Score (ISS). And to verify our causal model, we simulated wooden house collapse using 3-dimensional Discrete Element Method. As a result of this, it was found that a relatively large number of safety zones even in total collapsed buildings are scattered unevenly and temporally. By applying the pseudo-ISS, the actual lethality ratio observed in destroyed buildings was possible to be simulated in this Model. Furthermore, for estimating the limit time to transport the rescued people to hospital, the relationship between the remaining survival time and the ISS is functionalized, and it was clarified that the victims with ISS of 41 to 75 should promptly convey to hospitals.

研究分野：地震防災計画学

キーワード：プリベントブルデス 被害 室内被害 人的被害 個別要素法 多発外傷性重症度指標 余命時間 救出救命活動 建物

1. 研究開始当初の背景

プリベンタブルデス (Preventable Death) とは、元来事故発生時において使われていた語であり「防ぎ得た死」あるいは「助けられたはずの死」と邦訳されている。分担者・和藤により災害時にも拡張され、その時点において適切な医療行為がなされたならば助けられたはずの重篤被災者を言う。その多くは倒壊した建物内に閉じ込められ救助活動が間に合わなかったことによるが、被災地が激甚で十分な医療スタッフや医療施設が確保できないなどの事前準備が不十分なことにより死に至った人々も含む。被災直後には生存していた者が適切な処置がなされない故に死に至る悲惨かつ無念な状況は、絶対に顕在化してはならず潜在化も許されない喫緊の課題である。しかしこの課題は、未だ十分な認識にすら至っていない。

2. 研究の目的

- (1)地震発生時における被災者(死者)を災害医学の観点から分類し、プリベンタブルデスの定義を明確化する。
- (2)プリベンタブルデスを未然に防ぐ方途検討のため、震動下の死者発生プロセスを因果モデルとして構築する。
- (3)構築モデルに従い事前、発災時、救命救出救護時に係る諸対策とそこに発生する諸問題について検討する。

3. 研究の方法

(1) プリベンタブルデスの定義

災害医学の分野では、被災してから死に至るまでの余命時間により死を分類している(図1参照)。すなわち、主として圧迫による気道閉塞や血気胸などの数分で死に至るものを「Instant death: 即死」、主として外傷による出血性ショックや圧挫症候群・動脈閉塞、腸穿孔といった数時間で死に至るもの、外傷はなく脱水による数日で死に至るものを「Delayed death: 遅延死」、さらに近年では直接的被害は受けずとも持病や環境悪化による数日~数週間後に死に至るものを「Related death: 関連死」として扱う場合もある。そしてそれらの合計として死者として顕在化したものを「Total death: 顕在化した死」としてカウントする。負傷したものの適正な医療行為により救命された人を「Prevented death: 助けられた死」として扱い、Total deathとPrevented deathを合わせて、死の危険性に遭遇したものとして「Naked damage: 絶対被害」として扱っている。そして、被災したとしても平常時なら救命活動により助けられたはずの人を「Preventable death: 避けられたはずの死」として、本研究で扱う。分担者の和藤は1995年阪神・淡路大震災のデータを用いて、災害時の医療行為の貢献度を以下のように評価している。

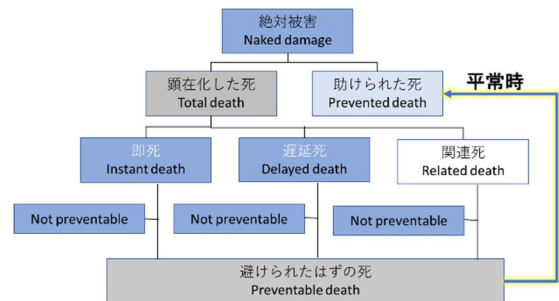


図1 災害医療分野における死の分類

Prevented death = 重症患者数 - その疾患の死者数 = (圧挫症候群によるもの: 372人 - 50人 = 322人) + (その他の外傷によるもの: 301人 - 128人 = 173人) = 495人

Preventable death = 災害時の死亡者数 - 災害時の患者数 × 平常時の死亡率 = (圧挫症候群によるもの: 36人 - 196人 × 0.08 = 20.32人) + (その他の外因によるもの: 115人 - 1765人 × 0.022 = 76.17人) = 96.49人

$$\text{医療行為の貢献度} = \frac{\text{Prevented death}}{\text{Prevented death} + \text{Preventable death}} = 83.7\%$$

阪神・淡路大震災の神戸市内の混乱時にあっても、遅延死対象者は平常時の80%程度の医療行為は可能であるという結果である。これを承け、医療行為以外にプリベンタブルデスを減らすには、以下の対策が重要と言える。

即死を避ける対策(住家の耐震化)

遅延死対象者の早期救出(閉じ込め者の余命時間推定とその閉じ込め場所の特定)

ICU搬送の迅速化(拠点病院への搬送問題の解決)

(2) 既往の死者評価式の問題点把握と改良の検討

上記 即死を防ぐための対策を検討するには、対策内容をパラメータに持つ死者発生モデルでシミュレーションし、対策の効果評価をする必要がある。既往の代表的死者発生評価式は内閣府の南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループによる第一次報告(平成24年8月29日)にある。

死者数 = 0.0676 × 木造倒壊数 × 建物内滞留率、 負傷者数 = 0.1 × 木造全壊棟数 × 建物内滞留率
式から分かるとおり、木造倒壊数に係数(0.0676)及び居住者の建物内滞留率を乗算するのみであり、建物全壊棟数と死者数との相関関係を一次式で表現しただけのものである。よって、既往式から対策の効果評価は不可能である。さらに既往研究では、建物被害数や人的被害数に関する基礎データは災害対策本部発表の公表値を、フィッ

ヤー・ピアソン・ネイマン流の頻度論的立場で統計的推計を行っている。しかし災害データは必ずしも頻度論的立場に立てるほど多量入手できるとは限らない。この場合、データに過度の信頼度を置いて分析するよりも、主観的確率を併用できるベイズ流の推計の方が、より合理的推定式を導くことができる場合が多い。加えて既往式における人的被害は[死、負傷]の2区分に留まっており、対策に必要な情報が得られない。地震発生時においてプリベントブルデスを防ぐためには、死者数よりも助かるはずの重篤者数・負傷程度・発生分布が重要情報である。本研究では、死傷者の被災程度を災害医療分野の国際標準尺度である ISS (Injury Severity Score : 多発外傷性重症度指標) で計量することを試みる。この尺度の導入により、負傷者の程度が[0, 75]の連続量として数値評価で可能となり、必要医療行為や閉じ込められた際の余命時間等がモデル評価できるようになり、かつ加害要因と減災要因を加味した死傷者発生プロセスを考慮することで、各種の対策の効果評価が可能になる。

(3) 個別要素法による物理モデル構築

上記(2)章で展開する人的被害評価式は、木造住家の被害程度 (Damage Index) と居住者の死傷程度 (ISS) とを結びつけるものである。その物理モデル検証に、建物倒壊時に発生する瓦礫の室内空間圧力を個別要素法で計量し、評価モデルの検証とする。

(4) 余命関数構築

地震による人的被害対策は建物倒壊を防ぐことはもちろんであるが、一方で倒壊建物からの救出救助活動(1章の対策に相当)で救われる命も多い。本研究では人的被害尺度を多発外傷性重症度指標に変換し閉じ込め者の身体状態を詳細に記載することで、SAR (Search And Rescue) に必要な死に至るまでの時間(余命時間)についての関数構築を試みる。被災者の詳細なカルテデータは入手困難であるため交通事故による症例を代替として用いた。

(5) 医療搬送の問題

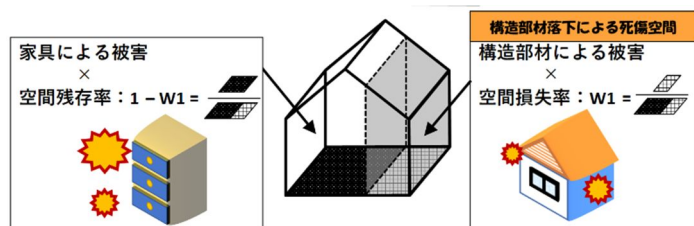
余命時間を検討する際には救出・搬送にかかる時間を負傷の度合いに応じて検討する必要があることから(1章の対策に相当)北海道の人口分布と北海道医療計画における災害拠点病院までの距離を検討する。また、本研究では札幌市を対象に人的被害の推定及び負傷者収容ベッド数並びに医療従事者の過不足数を検討することで、人的被害軽減に直結する医療における観点からの行政対応能力評価の方法提案とその検討を行った。

4. 研究成果

(1) 統合的死者評価式の提案

本研究では対象を戸建て木造住家とし、人的発生メカニズムが異なる建物倒壊と室内被害を区別した総合的な人的被害推定式を構築する。評価尺度は、建物被害については Damage Index (定義域は[0.0,1.0]の連続量) または Damage Level (定義域は[D0,D6]の7区分)を採用し、人的被害については必要治療や予後の判断が可能な ISS 尺度(多発性外傷重症度指標)(定義域は[0.0,75.0]の連続量)を基本とする。

戸建て住宅内での人的被害を建物被害に伴うものと室内散乱に伴うものを以上の人的指標で評価する。評価の基本は、建物被害による構造部材瓦礫により建物内生存空間が損失する。これは既往研究より $W1$ 値(平面空間損失率)で評価でき、残りの空間を空間残存率($1 - W1$ 値)とし室内散乱による危険空間として扱う(図2参照)。建物構造部材の接触による人的被害(以下、建物因被害)の評価式は以下とする。左辺 $M_{ISS}(\theta)$ は建物損傷度別木造住宅内人的重症度確率分布を表している。



$$M_{ISS}(\theta) = \sum_{\Delta x=0.6}^{1.0} \sum_{I=0}^{7.4} M_f(I) \cdot P(I, \Delta x) \cdot W_{\Delta x} \cdot f''_{\Delta x}(\theta) \dots (1)$$

ここに、 $M_f(I)$ は震度暴露人口、 Δx は Damage Index で表す建物損傷度 [0.0,1.0]、 θ は ISS、但し($\theta = ISS/75$)で基準化。 I は震度、 $P(I, \Delta x)$ は震度 I の建物損傷度 x の発生確率、 $W_{\Delta x}$ は建物損傷度 Δx の時の建物内部空間損失率、 $f''_{\Delta x}(\theta)$ は損傷度 Δx における被害建物の瓦礫内の ISS 確率分布で、次式で表される。

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

ISS に関する観測データ(尤度)は対数正規分布で関数化するがデータ数が多くないためバラツキは大きい。そこで上式はベイズの方法による修正を加えている。対数正規分布の共役対を事前分布とし、平均値を正規分布型で与え、所望関数を事後分布として計算する。

一方、家具転倒による人的被害(以下、室内因被害)の評価は以下の式で計算する。

$$P_{n,l}(\vartheta) = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^{2^m} n C_k * Rtr_{j,n}^k * (1 - Rtr_{j,n})^{n-k} * P_{j,n}(\vartheta) * P_j(l) \quad \dots \quad (3)$$

$$F(\vartheta) = \sum_{l=4.6}^{7.5} \sum_{n=1}^6 P_{n,l}(\vartheta) * N_{n,l} * T * U \quad \dots \quad (4)$$

建物居住者 n 人中 k 人が転倒家具に当たる確率は転倒領域率 $Rtr(j,n)$ を用い、二項分布で算定できる。ここに $P_j(l)$ は室内の複数家具転倒パターン生起確率であり、金子・林 の関係式の床振動 A_{max} と V_{max} を震度 I に変換ししている。家具 i が人体に与える負傷程度 AIS の発生確率 $P_i(\vartheta)$ を岡田 で与え、全家具転倒面積に対する家具 i の転倒面積率 $H_{j,i}$ を導入し、家具転倒パターン j における転倒面積全体での平均的な AIS 分布が $P_{j,n}(\vartheta) = \sum_{i=1}^m H_{j,i} * P_i(\vartheta)$ で与えられる。さらに、世帯人数別震度暴露人口 $N_{n,l}$ 、NHK の行動調査より地震時在宅率 T 、既往研究より地震時に室内危険領域から安全領域への避難行動可能率 $U = 16\%$ を掛け合わせ、全震度で合計することで式(4)に示す地域単位での室内人体損傷度別負傷者数 $F(\vartheta)$ を得る。なお、室内因被害の負傷程度 AIS² は ϑ で与えられるが、建物因被害と同様に基準化 ($\vartheta = AIS^2/36$) し、[0.0,1.0] で関数化する。最後に、建物因被害を除去すべく空間残存率 (1 - W1 値) を考慮し (図 2 参照)

$$W_e(l) = \sum_x^{1.0} (1 - W_{\Delta x}) * P(l, \Delta x) \quad \dots \quad (5)$$

故に、建物因被害と室内因被害の総合としての死傷者数 F (人) は以下となる。

$$F = \int M_{ISS}(\vartheta) d\vartheta + \iint_{1/16}^1 F_{l,T,U}(\vartheta) * W_e(l) d\vartheta dl \quad \dots \quad (6)$$

なお、分担者・田守 は 2004 年新潟県中越地震における個別聞き取り調査をもとに、個別要素法による家具の転倒シミュレーション解析を行い、その調査結果と解析結果の比較をしている。その結果、家具の転倒難易性からの分類、家具と床面との動摩擦係数の影響程度などより詳細な転倒条件について示唆を得ている。

(2) 個別要素法による木造建物崩壊過程における人的被害発生シミュレーション

人的被害データの不足をカバーするため、また建物内での死傷状況を物理モデル化し提案の人的被害評価式を検証するため、建物構造部材を要素モデルとする個別要素法 (以下、DEM) で状況再現を試みた。

DEM は離散体の挙動解析手法である。シミュレーションの対象は長野県神城断層地震(2014 年)の被害住家とする。住家の崩壊に伴い落下してくる瓦礫が人体に及ぼす物理的な力として、瓦礫による圧力を測定する。タイル状の個別要素(以下、計測タイル)を居室を中心とした 1 階床面に配置し、各計測タイルで測定される圧力は均等であると仮定した上で、単位時間当たりの最大相対圧力値を時刻歴で測定する。加力は静加力とする。一定時間後に水平力のみ除荷し建物の自重で崩壊するよう全住家に共通して水平方向に 700Gal、鉛直方向には重力加速度として 980Gal を入力した。本シミュレーションで得られる圧力値は相対値であるため、人体に加わる衝撃力等を計算することは出来ない。そこで Damage Level に対する医学指標 ISS の確率分布関数を用いて相対圧力値を擬似的な ISS(以下、擬似 ISS)に変換し、人的被害の指標とする。表 1 に各住家モデルの終局崩壊状態図と擬似 ISS 値の室内分布図を、表 2 に住家モデルごとに発現した擬似 ISS の頻度分布を示す。計算で得られた擬似 ISS 頻度分布形状は、阪神淡路大震災で観測された死傷程度頻度分布 (式(2)) に近似しており、シミュレーションの信頼性が確認できる。また、得られた擬似 ISS から各住家での死亡率を推定すると、住家 A が 15.8%、住家 B-1 が 9.2%、住家 B-2 が 2.3%、住家 C が 9.9%となる。これは平面や立面がほぼ全て損失した場合でも死亡率は高々 10% 台に抑制されることを示している。これまでの木造住家の地震被害での死亡率に近い値をシミュレーションで再現することができた。

表 1 擬似 ISS 室内分布

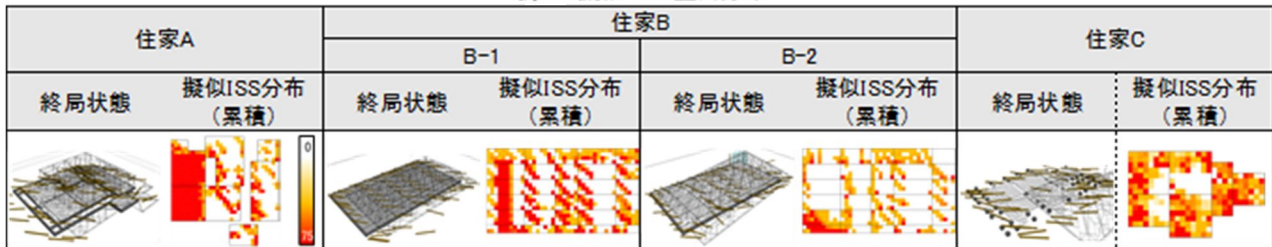
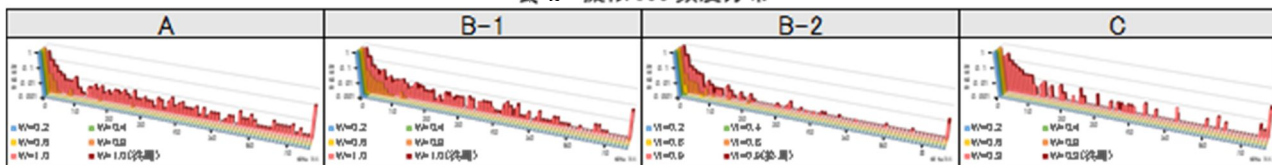


表 2 擬似 ISS 頻度分布



(3) 余命時間関数の構築

次いで、破壊建物内に閉じ込められた被害者救出の対策（1章の対策）を検討するため、閉じ込め者の身体状態をより詳細に記載し、死に至るまでの時間(余命時間)についての建物損傷度に応じた関数の構築を試みる。これにより余命時間の決定要因を分析し、さらに閉じ込め者探索時間の短縮を目的とし、建物の被害パターン(D-Level)から余命時間の確率分布を推定する手法構築を試み、救命救助活動(SAR)の一助となり得る関数の提案を行う。

地震による被災者カルテは入手が困難なため、その代替として本研究では交通事故による症例を基に関数構築を試みる。具体的には2011年5月から2017年2月の期間に交通事故により金沢医科大学病院に救急搬送された事例93件について救急搬送時点でのISSを専門医(分担者・和藤らの医療チーム)により評価した。さらに、死亡した場合は死に至った経過時間を、また予後治癒者については治療を施さなかったとした仮定での生存時間を専門医により判断し、データ化した。整理したデータのISSを41~75、25~40、16~24、5~15に4分類し、ISS区分ごとに治療開始時間による生死の頻度分布(白抜き棒グラフ:生存、黒棒グラフ:死亡)を作成し重ね合わせ図3に示す。死亡は治療開始時間を余命時間と読み替えることが可能である。図より、負傷程度が比較的軽いISS15以下では、何らかの医療行為により生存の可能性が高いことが分かるが、負傷程度の重いISS25以上では医療行為の開始時間にかかわらず死亡確率が高くなっているのが分かる。

図3より生存関数は医療行為開始時間(余命時間)を変数とする指数関数で定義できる。この生存確率の極値として最長の余命時間が決まってくると仮定し、指数関数の極値推定をGumbel第一漸近分布で近似し、そのパラメータから元の指数関数を類推し、生存確率関数を求める。さらに、建物損傷度別ISS値分布(式(1))を掛け合わせて、損傷度別にISS区分ごとの累積分布を求めた。これにより建物損傷度別余命関数が構築できる。すなわち、各建物損傷の安全空間残存率に余命時間累積分布 $F_{X_i}(x)$ が漸近するように以下の累積関数を提案する。

$$F_{X_i}(x) = (1.0 - \sum_{ISS=5}^{75} e^{-\lambda_{ISS}x}) \times W_i \quad \dots (7)$$

ここに、 $F_{X_i}(x)$ は*i*=D-Levelごとの余命時間*x*に対する累積死亡率、 λ_{ISS} はISSごとのGumbel分布(最長余命時間)パラメータ、 W_i はDamage Levelごとの生存空間残存率を示す(図4)。建物損傷度ごとに余命時間の割合がシミュレーションされているのが分かる。

(4) 医療搬送

崩壊建物からの救出救助に成功した後、病院への搬送問題が発生する。分担者・戸松はその時間推定の検討を北海道の災害拠点病院までの距離を用い、当該圏域における生存者救出可能人口算出方法を提案した。ここでは、町丁目・字界単位毎の人口と地域災害拠点病院まで距離を整理している。北海道の町丁目・字界単位毎の人口については、平成24年~平成27年にかけて北海道立総合研究機構北方建築総合研究所が、道内全市町村に対して調査を行った結果を用いる。カーラーの救命曲線によると多量出血の場合、70分で死亡率が100%となる。災害時の移動に1時間程度を要する距離を20km程度と設定した場合には救出可能人口は4749千人、20km圏域外に居住している人口は734千人となる。北海道の過疎地域における救急搬送の問題点が明らかとなった。

(5) まとめ

建物内における発災時の生存者の負傷程度(ISS別)発生確率の推定モデルを提案した。その評価式の検証を、木造住家の破壊過程を個別要素法によるシミュレーションで実行し、落下瓦礫の床面圧力分布が評価式のISS確率分布を再現していることを確認し、物理量を介し説明できることで裏打ちした。また別途、本研究の対象被害地震である神城断層地震の木造住家被害の再現を個別要素法で試みた。

傷病者の病院搬送限界時間検討のため、余命時間とISSとの関係を交通事故による症例を代替データとし関数化を行った。その結果、ISSが41~75の傷病者は数時間以内に絶命する確率が非常に高く、即応的に救助し確定的治療が施行できる医療機関に搬送することが救出救助の観点からは最優先事項となる。しかし、住家被害が完全倒壊D6であったとしてもISS41以上の負傷発生確率はさほどに高くはない。個別要素法によるシミュレーションでは建物内の瓦礫圧力分布の不均一性が確認され、将来的に救出救助活動の重要情報になり得よう。

加えて、救出後の医療機関への搬送問題として北海道を対象地域とした対応限界を見定めた。これは医療機関の事前準備情報としてプリベンタブルデスを避けるために有効な情報となる。

さらに2016年熊本地震の調査結果をふまえ、繰り返し余震による建物被害進行とそれによる居住者閉じ込め危

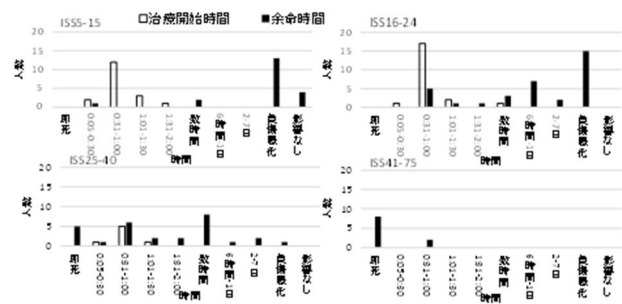


図3 余命時間、治療開始時間頻度分布

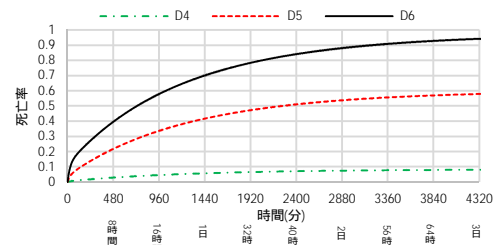


図4 建物損傷度ごとの余命曲線

険性評価も加え、死者発生につながる新たな要因の検討も行い、見逃されていた死者を生存可能な被災者に救いあげる方途も検討した。

<引用文献>

- 和藤幸弘・大西一嘉、Protracted Deaths, Preventable Deaths, and Prevented Deaths in an Earthquake、東濃地震科学研究所報告、Seq.No.7、pp.51-54、2001。
田中裕、阪神・淡路大震災時の傷病構造、集団災害医療マニュアル、pp.19-50、へるす出版、東京、2000。
内閣府、南海トラフ巨大地震対策について（第一次報告）平成24年8月29日。
谷川真衣・岡田成幸・中嶋唯貴、想定震源規模漸増による札幌市の災害対応限界の評価 - 医療従事者・患者搬送の観点から -、日本建築学会北海道支部研究報告集、2018。
金子美香・林康裕、剛体の転倒率曲線の提案、日本建築学会構造系論文集、536、pp.56-62、2000。
岡田成幸、ベイジアンアプローチによる地震時室内散乱に伴う人体損傷度関数の推定、AIJ大会梗概、2011。
青木俊典・中嶋唯貴・岡田成幸、解剖学的外傷重症度指標の導入による地震時人体損傷評価法、日本建築学会東海支部研究報告集、47、pp.201-204、2009。
田守伸一郎・斎藤順、家具の転倒シミュレーション解析 -2004年新潟県中越地震における検討-、日本建築学会北陸支部研究報告集、pp.25-28、2017。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

- 松本将武・岡田成幸・中嶋唯貴・田守伸一郎、地震時の木造建物崩壊過程における人的被害発生機構の推定、地域安全学会論文集、査読有、33、pp.259-266、2018、<https://doi.org/10.11314/jisss.33.259>
Okada S., T.Nakashima, A.Iida, M.Kitahara, A NEW CAUSALITY MODEL FOR EVALUATING THE PROBABILITY OF HUMAN DAMAGE FROM INJURY TO DEATH IN COLLAPSED BUILDINGS, 16th World Conference on Earthquake Engineering, 査読有, Paper No. 2938, pp.1-10、2017。
Iida A., S.Okada, T.Nakashima, M.Kitahara, Volumetric Loss Estimation for Collapsed Buildings during Earthquakes, 16th World Conference on Earthquake Engineering, 査読有, Paper No. 3589, pp.1-11, 2017。
牛本知孝・渡部 厚・岩井淳一・水沼真理子・盛田英樹・後藤哲郎・村坂憲史・眞柴 智・小倉憲一・和藤幸弘、石川県における救急搬送の実態調査、日本救急医学会中部地方会誌、12、pp.4~8、2016。

[学会発表](計25件)

- 篠田 茜・岡田成幸・中嶋唯貴、繰り返し荷重を受ける木造建物の損傷度重畳問題の取り組み - 耐震評点劣化進行の確率評価 -、日本建築学会北海道支部研究報告会、2018。
西嘉山純一朗・岡田成幸・中嶋唯貴、被災建物内居住者の震後余命曲線構築の試み、日本建築学会北海道支部研究報告会、2018。
角田勲亮・岡田成幸・中嶋唯貴、釧路市における地震動による閉じ込めを考慮した将来地震津波被害予測の考察、日本建築学会北海道支部研究報告集、2018。
岡田成幸・中嶋唯貴、建物倒壊及び室内散乱に伴う地域の地震時人的被害評価式の統一、日本建築学会大会学術講演(東北)2018。
田守伸一郎、常時微動観測による白馬村北城地区および神城地区のS波速度構造の推定、日本建築学会北陸支部研究報告集、2018。
松本将武・岡田成幸・中嶋唯貴・田守伸一郎、個別要素法を用いた建物崩壊過程における人的被害発生機構推定 -長野県神城断層地震被害例への適用及び比較-、地域安全学会梗概集、2017。
高橋遙・岡田成幸・中嶋唯貴、居住環境を考慮した地震時室内変容による人的被害の地域精算評価手法の提案、日本建築学会大会学術講演(九州)2016。
眞柴 智・伊藤喜紀・石坂太志・牛本知孝・渡部 厚・後藤哲郎・盛田英樹・村坂憲史・和藤幸弘、従来型石川県総合防災訓練にDMAT活動戦略を連携した試み、第21回日本集団災害医学会、2016。

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：中嶋 唯貴
ローマ字氏名：(NAKASHIMA, tadayoshi)
所属研究機関名：北海道大学
部局名：大学院工学研究院
職名：助教
研究者番号 (8桁)：60557841

研究分担者氏名：和藤 幸弘
ローマ字氏名：(WATOH, yukihiro)
所属研究機関名：金沢医科大学
部局名：医学部
職名：教授
研究者番号 (8桁)：90211680

研究分担者氏名：田守 伸一郎
ローマ字氏名：(TAMORI, shinichiro)
所属研究機関名：信州大学
部局名：学術研究院工学系
職名：教授
研究者番号 (8桁)：40179916

研究分担者氏名：戸松 誠
ローマ字氏名：(TOMATSU, makoto)
所属研究機関名：地方独立行政法人北海道立総合研究機構
部局名：建築研究本部北方建築総合研究所
職名：研究主幹
研究者番号 (8桁)：50462338

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：伊藤 喜紀
ローマ字氏名：(ITO, yoshinori)

研究協力者氏名：高橋 遙
ローマ字氏名：(TAKAHASHI, haruka)

研究協力者氏名：松本 将武
ローマ字氏名：(MATSUMOTO, masamu)

研究協力者氏名：村口 紗也
ローマ字氏名：(MURAGUCHI, saya)

研究協力者氏名：篠田 茜
ローマ字氏名：(SHINODA, akane)

研究協力者氏名：角田 叡亮
ローマ字氏名：(TSUNODA, satoaki)

研究協力者氏名：西嘉山 純一郎

ローマ字氏名：(NISHIKAYAMA, junichiro)

研究協力者氏名：谷川 真衣

ローマ字氏名：(TANIGAWA, mai)