

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 27 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282100

研究課題名(和文)建物ごとに高精度に表示される地震ハザードマップの構築とその活用に関する研究

研究課題名(英文)Development of Highly Accurate Map of Seismic Hazard for Each Building and its Utilization

研究代表者

森 保宏(MORI, Yasuhiro)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：30262877

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では住宅所有者の耐震改修への意思決定と自治体の効率的な施策決定への支援を通して地震減災に資することを目的として、まず、ボーリングデータを主とする地盤情報およびボーリング地点における推定地震動の空間統計解析に基づく「建物一軒ごとの高精度な地震ハザード評価法」を開発した。さらにこれを活用すべく、模擬地震波群を用いた木造住宅の時刻歴応答解析結果より、地動最大速度を地震動強さの指標とする「建物強さごとの損傷度の中央値およびそのばらつきの評価手法」を地盤種別・地震規模ごとに作成してその妥当性を検証するとともに、「建物一軒ごとの地震リスク評価システム」へと展開した。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is to mitigate a seismic disaster through the support for the decision making of house owners on upgrading of their houses and for the formulation of efficient measures by a local government. A methodology of accurately estimating the ground motion intensity at the location of each house using the information of soil conditions through boring data and using the ground motion intensities estimated at the boring sites is developed on the basis of geostatistics. In order to utilize the above detailed information of ground motion intensity, damage functions for a house with a given strength and under a ground motion measured by peak ground velocity are developed considering the differences in the soil conditions and the magnitude of an earthquake. The validity of the damage functions is investigated on the basis of the results of field survey, and then a system for estimating seismic risk for each house is developed.

研究分野：建築構造，地震工学

キーワード：安心の社会技術 地震ハザード 地震リスク評価 耐震改修 費用対効果 信頼性工学

1. 研究開始当初の背景

シナリオ地震に対する地震動予測マップは、一般市民への情報として市町村や行政区毎に配布されるケースも多いが、これが有効利用されている事例は少ない。その原因として、下記のようなこれまでの地震動予測マップにおける重要な問題点が挙げられる。

- (1) 通常、メッシュ上に作成される仮想地盤モデルが利用されるが、自然地盤が人為的な四角面ごとに揺れを変えるはずはなく、地震動マップに対する信頼感は低くならざるを得ない。
- (2) (1)の問題点に対処するため、メッシュの大きさを小さくする方法もあるが、コストの大半が仮想地盤モデルの作成に割かれている現状では、経費が指数的に増大し、財政規模の小さなほとんどの自治体では作成・利用できない。
- (3) 推定精度（推定誤差）の実証と公開が実施されていない。地震動を推定するための力学モデルには特有の解析誤差があり、その要因を「仮想地盤の不確実な設定」から「力学的モデル」によるものに分離・解析する必要がある。しかし、仮想地盤モデルの設定に介入する人為的（工学的）判断によりその分離が不可能となる。メッシュの代表値である推定値と点で計測される実測値との統計的キャリブレーションができない。
- (4) 仮想地盤モデルを作成する際、ボーリングの位置情報をはじめ、ボーリング毎に計測された地盤構造、地盤パラメタの空間分布情報が棄却されている。すなわち、データが有する情報量の限られた極一部のみが利用されており、推定精度を大きく落とす原因となっている。
- (5) メッシュ内にボーリングデータがない場合には、周囲のボーリングデータから内挿して仮想地盤モデルを作成せざるを得ない。この場合、当該メッシュの地震動推定精度は当然低いものとなるが、定量的な検証は全くできていない。
- (6) 将来的にはボーリング地点数の増加や地震観測数の増加によって、地震動推定に関する情報量の増大が期待され、理論上はより高精度な推定が可能である。しかし、メッシュ毎に仮想地盤モデルを設定する限り、こうした新しい情報を即時に活かしていくことは困難である。

また、実際に減災を推進していくためには、特に既存不適格木造住宅の耐震改修が不可欠であるが、その進捗状況は芳しくない。その理由として、「お金がかかる」、「改修効果がわからない」などが挙げられる。研究代表者は、これまで、メッシュ毎に表示される地震ハザード情報を元に、目標診断評点を 1.0 未満とし改修費用を抑えた簡易耐震改修という選択肢もありうることを示し、自治体へ

このような改修への補助金制度を提言する一方、「いつ・どこまで」改修するかといった様々な選択肢に伴う地震リスクを示すことで住宅所有者の耐震改修に関する意思決定を支援するシステムを構築してきた。このシステムでは、地震ハザードを 250m メッシュ毎に評価し、兵庫県南部地震の被害調査結果に基づく確定的な損傷度関数（地震動強さ－耐震診断評点－損傷度の間の関係）を用いていたが、今後、高精度化されたハザードマップを活用する上で、地盤特性や地震の規模を考慮するなど被害の評価精度の向上およびそのばらつきの定量的評価が必要となる。

2. 研究の目的

全域が地震、津波対策の強化地域に指定された愛知県および県内の市行政、岐阜県において対策の指導責任者を務めてきた申請者らは、家具の固定、住宅の耐震診断、耐震改修、避難計画・準備等の基本的な対策さえ遅々として進んでいない現状に強い危機感を覚えている。

本研究の目的は、行政と全面的に協力しながら、国内外初めての試みとして、ボーリングデータを主とする多様な地盤情報および推定地震動と実測地震動のシステムティックな統計的比較分析に基づいて、建物一軒ごとの高精度な地震ハザードマップを提供することにある。さらにこれを活用し、自治体の効率的な減災施策を支援する「建物一軒毎のリスクマップ」と住宅所有者の耐震改修への意思決定を支援する「耐震改修による地震リスクの低減効果評価システム」を構築し、もってわが国の減災に資する。

3. 研究の方法

本研究では、統計的な空間補間手法の一つであるクリギング法を拡張して、建物毎の地震動強さの推定手法を提案する。地震動の増幅計算には一般に次元を仮定した力学モデルが適用されているが、実際には「ゆれやすい地盤」と「ゆれにくい地盤」が連続的に混在しており、この力学モデルにボーリング地点での地盤情報を直接入力して、地点ごとの地震動強さを計算しても、常用されているクリギング法では妥当な空間統計値を算出することはできない。そこで、「直接的な計算値は実際の値とは若干異なる可能性がある」＝「誤差が付帯している」と仮定する「観測誤差」ともなったデータに対するクリギング手法を適用することで、『「ゆれやすい地盤」であっても周囲の地盤に連続して拘束されているため計算値ほど「ゆれやすくない』という現象を定式化する。

なお、今日、FEM による地震動解析の発展も目覚ましいが、これを有意義に利用できるほど詳細な地盤情報が行政単位全域で調査されているケースはほぼ皆無であり、ハザードマップへの利用は本研究で提案する方法

が実用的である。

また、地震リスク評価を行う際、これまで、被害調査結果に基づく確定的な損傷度関数を用いてきたが、地盤特性や地震の規模の違い、および応答スペクトルの固有周期間の相関を考慮した多数の地震動を用いて耐震診断評点の異なる木造住宅の応答解析を行うことで、より詳細な損傷度関数を構築するとともに損傷度評価のばらつきを定量的に把握し、これを地震リスク評価に反映させる。

4. 研究成果

空間統計解析及び空間補間推定のための基礎プログラムおよび木造住宅の地震リスク評価法を開発し、成果を学術論文として公表した。同時に、愛知県尾張旭市と地震ハザードマップ作成および被害想定に関する協働作業実施について合意し、同市に対して本研究で開発した各種システムを提供した。実用化に際して計算した統計解析結果についても学術論文に搭載決定済みとなっている。

4.1 建物一軒毎の地震ハザードマップ

ボーリング地点で推定される地震動強さを元に、空間補間により建物ごとに地震動強さを評価誤差とともに推定する、空間統計解析及び空間補間推定のための基礎プログラムを開発し、以下の内容を主とした成果を学術論文として公表した。

クリギング法では、空間統計解析の対象領域内で観測された物性値（ここでは地震動強さ）を確率場における実現値と捉え、補間地点における物性値は当該の確率場を表す確率密度関数にしたがって分布すると考える。本研究では、確率場を表す確率密度関数は下記の最も一般的な正規分布と仮定した。

$$p(\mathbf{z}|\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\theta}) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\right)^n |\mathbf{C}|^{-\frac{1}{2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(\mathbf{z}-\boldsymbol{\mu})^T \mathbf{C}^{-1}(\mathbf{z}-\boldsymbol{\mu})\right\} \quad (1)$$

ここで、変量ベクトル \mathbf{z} は、解析対象地域内の観測点で得られる地震動を表すパラメータ z で構成されるベクトルである。 z には、各種の地震動強さを当てはめることができる。また、 $\boldsymbol{\mu}$ は、クリギング法におけるトレンド関数によって定まる平均値ベクトルであり、トレンド関数 $\boldsymbol{\mu}$ は、 z の観測点の位置 \mathbf{u} によって定まる。 $\boldsymbol{\mu}$ をクリギング解析ではトレンドベクトルと呼ばれている。また、 \mathbf{C} は、説明変数 $\boldsymbol{\theta}$ によって定まる \mathbf{z} の共分散行列である。 \mathbf{C} を構成する要素 $C(\mathbf{u}_i, \mathbf{u}_j)$ は、クリギング法の場合、シル σ^2 とレンジ ℓ および2つの地点 \mathbf{u}_i と \mathbf{u}_j 間の距離 h のみに依存する共分散関数 C によって定まると仮定される。 C には、ガウス型、双曲型等、様々なモデルが提案されているが、一般的な指数型の場合、次式のように表される。

$$C(\mathbf{u}_i, \mathbf{u}_j) = C(h) = \sigma^2 \exp\left(-\frac{h}{\ell}\right) \quad (2)$$

\mathbf{u}_i と \mathbf{u}_j の2地点間の距離 h は既知なので、 \mathbf{C}

のすべての要素は σ^2 と ℓ によって定まる。 $\boldsymbol{\mu}$ の要素 $\mu_i = \mu(\mathbf{u}_i)$ は、位置による関数であり、解析するパラメータの物理的特性から推定される空間的分布モデルによって、三角関数や指数関数等を利用して表すこともできるが、本研究では、地点 i の平面座標 $\mathbf{u}_i(x_i, y_i)$ の位置を表す座標 x_i および y_i による次式のような、 n_i 次元の位置関数ベクトル $\mathbf{f}(\mathbf{u}_i)$ と係数ベクトル \mathbf{b} の積による多項式を利用することとした。すなわち、

$$\begin{aligned} \mu(\mathbf{u}_i) &= \mathbf{b} \cdot \mathbf{f}(\mathbf{u}_i) = \sum_{k=0}^{m_i-1} b_k f_k(\mathbf{u}_i) = \sum_{k=0}^{m_i-1} b_k f_k(x_i, y_i) \\ &= b_0 + b_1 x_i + b_2 y_i + b_3 x_i^2 + b_4 x_i y_i + b_5 y_i^2 + \dots \\ &\quad + b_{m_i-2} x_i y_i^{n_i-1} + b_{m_i-1} y_i^{n_i} \end{aligned} \quad (3)$$

ここに、

$$\begin{aligned} \mathbf{f}(\mathbf{u}_i) &= \{f_0(\mathbf{u}_i), \dots, f_{m_i-1}(\mathbf{u}_i)\}^T \\ &= (1, x_i, y_i, x_i^2, x_i y_i, y_i^2, \dots, x_i y_i^{n_i-1}, y_i^{n_i})^T \end{aligned} \quad (4)$$

また、

$$\mathbf{b} = (b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, \dots, b_{m_i-2}, b_{m_i-1}) \quad (5)$$

である。

以上において、 $\sigma^2, \ell, \boldsymbol{\mu}$ は $\boldsymbol{\mu}$ の次元も含めてAIC等によって推定することができる。

一般的なクリギング法では、 \mathbf{z} は確率場における実現値であり、確定値であるが、ボーリング地点で計算される z_i は計算値であり、計算誤差をともなった値 $z_i^\#$ である。これまで地震動分布推定に関する優れた理論的な研究成果が挙げられてきたにもかかわらず、ハザードマップ作成に実務利用されることなく、メッシュごとの仮想地盤モデルが繰り返し作り直されてきた最大の要因は、 $z_i^\#$ では実用的な確率場モデルを推定し得なかったことにあると考えられる。そこで、本研究では、 \mathbf{z} の要素 z_i の計算誤差 σ_i (以下、計算誤差標準偏差と呼ぶ) を、次式のように確率密度関数の共分散行列 \mathbf{C} に反映させ、 \mathbf{C}' を共分散行列として確率場を求めることとした。

$$\mathbf{C}' = \begin{bmatrix} C(\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_1) + \sigma_1^2 & C(\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2) & \dots & C(\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_n) \\ C(\mathbf{u}_2, \mathbf{u}_1) & C(\mathbf{u}_2, \mathbf{u}_2) + \sigma_2^2 & \dots & C(\mathbf{u}_2, \mathbf{u}_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C(\mathbf{u}_n, \mathbf{u}_1) & C(\mathbf{u}_n, \mathbf{u}_2) & \dots & C(\mathbf{u}_n, \mathbf{u}_n) + \sigma_n^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

この配慮が、 $\mathbf{z}^\#$ による空間統計補間を実用化させ得た最重要ポイントであり、その実用性の高さについては、一般的なクリギング法による確率場推定結果と比較しながら証明した。

その他、工学基盤上の想定地震波形は250mメッシュ単位で十分な精度で与えられることが一般的であるため、これらの地震波形からボーリング地点における $\mathbf{z}^\#$ を計算するための入力波を推定するプログラムも開発している。

4.2 ばらつきの情報を含む損傷度関数

多数の模擬地震波を用いた、建物強さ（耐震診断評点 I_g ）の異なる木造住宅モデルの時刻歴応答解析の結果、損傷度 w と地動最大速度（以下、PGV）との関係については、いずれの I_g においても $Y=\ln(-\ln(1-w))$ と $\ln(\text{PGV})$ との間にはほぼ直線関係が成り立つことから、(3)式に示すワイブル分布の分布関数でモデル化することとした。

$$w = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad (7)$$

ここに、 v は PGV、 α 、 β は Y と $\ln(\text{PGV})$ との回帰直線の傾きおよび切片から評価した（図 1）。このようにして得られた損傷度の中央値を図 2 に示す。

損傷度のばらつきについては、 Y が正規分布に従うと仮定し、(7)式で評価される損傷度の中央値を用いて PGV ごとに標準偏差 σ_Y を評価した（図 3）。

図 2 (a)~(c)より、地盤が固くなるにつれて、評点に関わらず同一の PGV に対して大きな損傷度となる可能性が大きくなり、特に標準地盤では 1.0 以上、軟弱地盤では 0.7 以上のときにその差が顕著となる。これは一般に評点が高くなるほど固有周期は短くなり、特に評点 1.0 以上の場合における固有周期は構造上の剛性が強い土蔵と同程度の 0.2~0.3 秒となり硬質地盤と共振しやすくなったことが挙げられる。また、軟弱地盤においては強振動に対する非線形挙動により地震動の増幅が小さくなったことから、ほかの地盤と比較して損傷度が小さくなったと考えられる。

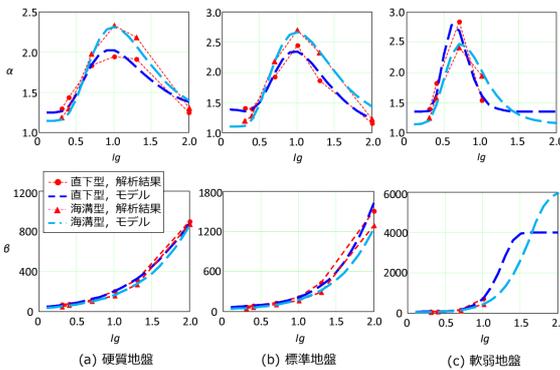


図 1：(7)式中の α 、 β

また、直下型地震と比較し継続時間の長い海溝型地震は評点が低くなるにつれて損傷度が大きくなる傾向が見られた。なお、地盤種別によって PGV の増幅率は大きく異なることからその生起確率も異なり、したがって同一 PGV による損傷度が大きいからといって必ずしも危険度が高いわけではないことに留意しなければならない。

このような地盤特性や震源特性の違いは、これまでの損傷度関数や被害関数ではほとんど陽に表されておらず、本研究の大きな成果である。

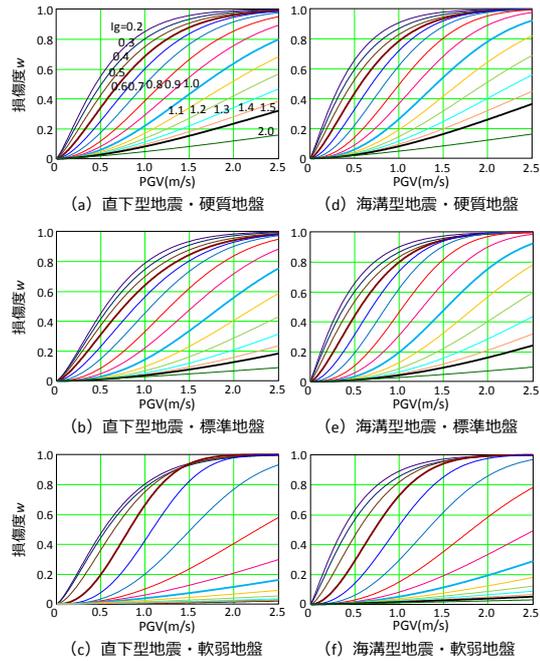


図 2：損傷度関数の中央値

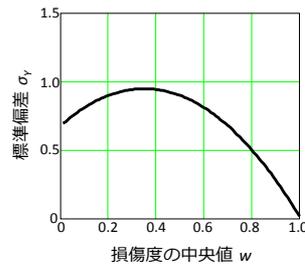


図 3：損傷度のばらつき

4.3 愛知県尾張旭市との協働作業

初年度（平成 23 年度）に愛知県尾張旭市との協働作業に関して合意に達し、同市が平成 24 年度に実施する地震ハザードマップ作成と被害想定に対して、本研究で開発するシステムを提供することとなった。

この合意に基づき、尾張旭市と協働で、市内および隣接する周辺地域のボーリングデータを収集しデジタルデータ化を行った。また、愛知県の協力を得て入手した、東海・東南海 2 連動、3 連動、南海トラフ巨大地震（3 種類）、高浜一猿投断層といった想定地震の工学的基盤における地震波を用いて、4.1、4.2 節に示す新たに開発したシステムを用いて建物ごと、50m メッシュ毎、計測震度、PGA、PGV などの 6 種の高精度な地震ハザードと死亡確率・全壊確率・半壊確率の 3 種のリスクを推定した。これらの評価結果は尾張旭市行政に収められ、特に、地震ハザードについては市の公式 HP および印刷物となって市内に全戸配布されている。

本研究の成果であるこれらの地震ハザードマップ/リスクマップは、これまでのマップには見られない以下の長所がある。

- (1) ピンポイントで（各建屋に対して）地震動を推定できる（メッシュ単位での予測も可能）。
- (2) 地震動推定の客観的精度を明示できる。
- (3) 人為的判断作業を排除することにより、大幅なコストダウンを実現できる。
- (4) 不確実な精度の人為的判断の排除により、客観的精度を保持している。
- (5) 実測データとのキャリブレーションにより最高精度、精度保証を保持できる。
- (6) シナリオ地震、リアルタイム地震の双方に利用できる。
- (7) 電子マップにつき公開性、共有性に優れ、都市変化への対応が容易である

さらに、任意の地点での地震動推定が可能となるため、大雑把なメッシュ単位ではなく、その地点に住む人固有の情報として提示することで災害対策普及啓発に広く応用できる。

また、当該サイトに建つ建物固有の情報を考慮したきめ細やかな被害評価手法と組み合わせることで、自治体の効率的な減災施策を支援するほか、住宅所有者に対しては、耐震改修前後の地震リスクの低減効果を提示することで意思決定の支援を行う。さらに、これらの成果をより簡単に活用できるようにするために、Web上で住所を入力すると市内の任意地点での地震ハザードの評価結果が得られるサイトが近日中に公開される予定である。このサイトでは、住宅の耐震診断評点等を入力することで全壊や半壊などの地震リスクが評価され、容易に耐震改修効果等の検討をすることができる。

4.4 高精度低価格の地震計の開発と設置

近年のIT技術の発達と普及に着目し、高精度低価格の地震計の開発を計画し完了した。その精度を振動台実験により確認した後、市行政と市民の協力を得て、尾張旭市内の地表14か所（個人住宅11か所、福祉施設等3か所）に設置した。さらに、市の中心部に位置する旭中学内には、工学基盤上に既存の地震計1台を、地表には既存の地震計と新開発の地震計を各1台設置し、インターネット回線を利用し、地震観測を開始している。これまで震度2程度の地震波形を3回計測しており、分析を進めるとともに、地震ハザード評価の更なる高精度化へと活用する予定である。なお、地震計の設置地点は、現在および昭和20年代に米軍により撮影された航空写真などに基づいて、地質学、地震学的見地から選定した。

今後は、地震時にこれらの地震計による観測結果に基づいてリアルタイムに被害評価を行うよう展開することで、支援のための限られた資源を効率よく配分し、地震被害の軽減に大いに資することが期待される。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 19 件)

- (1) 萱井径世, 水谷由香里, 森保宏: クリギング法を用いた建物ごとの地震ハザード推定の実用化, 日本建築学会技術報告集, 23巻, 52号, 2016.6 (掲載決定)
- (2) 水谷由香里, 森保宏, 姜在道, 井戸田秀樹: 地震動強さ指標と木造住宅の損傷度曲線の評価誤差の関係に関する研究, 構造物の安全性および信頼性, Vol.8, OS12-2A, 8pp, 2015.10
- (3) 萱井径世, 森保宏, 小川克郎, 早河敏明, 水谷由香里, 前本尚二: 地震動の空間分布推定に関するクリギング法の適用, 構造物の安全性および信頼性, Vol.8, OS4-1B, 8pp, 2015.10
- (4) 森保宏, 山戸雄一郎, 尾崎文宜: リスクに基づく期限付き建築物の耐風設計における荷重低減に関する研究, 構造物の安全性および信頼性, 構造物の安全性および信頼性, Vol.8, OS15-1A, 8pp, 2015.10
- (5) 廣内大助, 2014年神城断層地震変動地形研究グループ: 2014年長野県北部の地震(神城断層地震)における地表地震断層の出現と新たな問題, 地震工学会誌, 25, 7-12, 2015
- (6) 杉戸信彦, 廣内大助, 塩野敏昭: 長野盆地西縁の変動地形と活断層(巡検案内書), 地質学雑誌(日本地質学会学会誌), 121巻, 7号, 217-232, 2015.7
- (7) 廣内大助, 松多信尚, 杉戸信彦, 熊原康博, 石黒聡士, 金田平太郎, 後藤秀昭, 楮原京子, 中田高, 鈴木康弘, 渡辺満久, 澤祥, 宮内崇裕, 2014年神城断層地震変動地形調査グループ: 糸魚川-静岡構造線北部に出現した2014年長野県北部の地震(神城断層地震)の地表地震断層, 活断層研究, 43号, 149-162, 2015
- (8) 水谷由香里, 森保宏, 姜在道, 井戸田秀樹: 地震動特性を考慮した木造住宅の一般診断評点と損傷度曲線に関する研究, 日本建築学会東海支部研究報告集, 53, 257-260, 2015.2
- (9) 鈴木康弘, 渡辺満久, 廣内大助: 長野県神城断層地震が提起する活断層評価の問題, 科学, 85, 175-181, 2015.2
- (10) 萱井径世, 森保宏, 小川克郎: クリギング法による地震動分布推定の実用化に関する研究, 日本建築学会 構造系論文集, 第707号, 39-46, 2015.1
- (11) 廣内大助: 活断層地震災害にどう備えるか-活断層情報とその活用, 地学教育と科学運動, 72, 79-82, 2014.6
- (12) 萱井径世, 小川克郎, 加藤悟, 森保宏, 廣内大助, 西村雄一郎, 正木和明: 「耐震改修による地震リスクの低減効果評価システム」の構築のための地震動計測について,

平成 25 年度名古屋産業大学環境経営研究
所年報, 2014.3.

- (13) 廣内大助: 変動地形学と活断層地形判読
—変動地形から何がわかるのか, 土と岩,
61, 14-21, 2013.4

[学会発表] (計 13 件)

- (1) Mori, Y., Mizutani, Y., Kang, J., and
Idota, H. “Probabilistic Fragility Curves
for Decision Making on Upgrading Non-
Confirming Wooden Houses,” IFED,
Enryaku-ji, Shiga, 2015.5
- (2) Hirouchi, D., Sugito, N., Kaneda, H.,
Goto, H., Matsuta, N., and Geomor-
phological Research Group for the 2014
Kamishiro Fault Earthquake, “Surface
Rupture Associated with the 2014 Kami-
shiro Fault Earthquake, Central Japan: A
Preliminary Report on field Reconnaissance
Surveys,” Hokudan 2015 Int.
Symp. Active Faulting, Awaji Yumebutai
Int. Conference Center, 2015.1
- (3) Kang, J. D. and Mori, Y., “Simplified
Estimation Method of Inelastic Seismic
Demands of a Multi-story Frame with
Displacement-Dependent Passive
Dampers,” 5th Asia Conf. Earthquake
Engineering, Taipei, 2014.10
- (4) 早河敏明, 森 保宏, 菅井径世, 小川克郎:
クリギング法による地震動分布推定の実用
化に関する基礎的考察, 2014 年度日本建築
学会大会 (近畿), 神戸大学, 2014.9
- (5) 笠井洋伸, 森 保宏, 井戸田秀樹, 姜 在
道: 地震動特性を考慮した木造住宅の一般
診断評点と損傷度分布に関する研究, 2014
年度日本建築学会大会 (近畿), 神戸大学,
2014.9
- (6) 姜 在道, 森 保宏: 確率的耐震性能評価
に用いる模擬地震動に関する研究, 2014 年
度日本建築学会大会 (近畿), 神戸大学,
2014.9
- (7) 笠井洋伸, 森 保宏, 井戸田秀樹: 地震動
の大きさに基づく木造住宅の損傷度評価に
関する研究, 2013 年度日本建築学会大会
(北海道), 北海道大学, 2013.8
- (8) Hao Wu, Kazuaki Masaki, Kojiro
Irikura, Susumu Kurahashi: Character-
istics of Strong Ground Motions and
Fragility Curves of Buildings during the
2011 Tohoku Earthquake, 日本地震学会
2013 年度秋季大会, 神奈川県民ホール, 横
浜, 2013.10.9
- (9) 王欣, 入倉孝次郎, 正木和明, 源栄正人,
久田嘉章, 久保智弘, 荒川洋輔: 地震動・
常時微動・3D モデルに基づく東日本大震災
前後超高層ビルの応答特性の変化, 日本地
震工学会第 10 回年次大会, 国立オリンピッ

ク記念青少年総合センター棟, 東京
2013.11.11~12

[その他]

ホームページ等

- (1) 尾張旭市内全戸配布の地震ハザードマッ
プ, [https://www.city.owariasahi.lg.jp/
kurasi/bousai/documents/jisin.pdf](https://www.city.owariasahi.lg.jp/kurasi/bousai/documents/jisin.pdf)
- (2) 尾張旭市で予想される地震の予測結果
[https://www.city.owariasahi.lg.jp/kurasi/b
ousai/bousai/owariasahisideyosousareru.
html](https://www.city.owariasahi.lg.jp/kurasi/bousai/bousai/owariasahisideyosousareru.html)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 保宏 (MORI, Yasuhiro)
名古屋大学・環境学研究科・教授
研究者番号: 30262877

(2) 研究分担者

菅井 径世 (SUGAI, Michiyo)
名古屋産業大学・環境情報学部・教授
研究者番号: 50235850

小川 克郎 (OGAWA, Katsuro)
名古屋大学・環境学研究科・名誉教授
研究者番号: 40262844

正木 和明 (MASAKI, Kazuaki)
愛知工業大学・工学部・教授
研究者番号: 90078915

廣内 大助 (HIROUCHI, Daisuke)
信州大学・教育学部・准教授
研究者番号: 50424916

加藤 悟 (KATO, Satoru)
名古屋産業大学・環境情報学部・教授
研究者番号: 40323539