

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23241054

研究課題名(和文)次世代地震動予測式の構築

研究課題名(英文)Development of the next generation ground motion prediction equation

研究代表者

纈纈 一起 (Koketsu, Kazuki)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号：90134634

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、確率論的地震動評価などに広く用いられている地震動予測式を高度化して、先進的で精度の高いものにすることを目的として検討を行い、地震動予測式における基本的な変数である距離に関して改善の余地があることを明らかにした。その上で、上盤効果などの見かけ上の現象を解消できるような、新たな距離の定義を提案するとともに、日本で発生した最新の地震を含む強震動データベースを用いて、この距離の定義に基づく基盤上の地震動予測式の構築を行った。本研究で得られた地震動予測式の知見は確率論的地震動評価などの高度化に寄与できるものと期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, we found that the definition of source-to-site distance, a fundamental variable in the ground motion prediction equation, can be improved. We then proposed a new source-to-site distance called the median line distance (MED). Based on this distance and the strong motion database including those from recent Japanese earthquakes, we developed a new ground motion prediction equation on the bedrocks. In the new equation, apparent source effects, such as the hanging wall effect, can be solved to some extent. The knowledge obtained in this study is expected to contribute to an advancement of probabilistic ground motion assessment.

研究分野：応用地震学

キーワード：地震動

### 1. 研究開始当初の背景

地震災害は多くの場合、地震そのものではなく地震による揺れ(地震動)により発生するので、将来の地震災害を軽減するためには地震動を的確に予測することが重要なポイントのひとつとなっている。たとえば、この地震動予測の我が国におけるもっとも大規模なプロジェクトとして、地震調査研究推進本部による「全国地震動予測地図」(地震調査委員会、2009)があり、このプロジェクトは「確率論的地震動予測」と「震源断層を特定した地震動予測」という二種類の地震動予測で構成されている。後者の震源断層を特定した地震動予測は、震源断層モデルを構築するための標準的な手法(レシピ)が作られるなど、近年の学術的な成果に基づいた予測になっているの比べ、前者の確率論的地震動予測は従来の手法を踏襲した手堅い予測になっている。一方、国外の研究動向を見ると、確率論的地震動予測においても近年、活発な学術研究が行われるようになってきた。米国 Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER) による Next Generation Attenuation Relationships (NGA) プロジェクトはその代表例で、確率論的地震動予測の核心部分である地震動予測式(距離減衰を中心とした地震動の経験的予測式)を高度化しようとする学術研究が精力的に行われている。本研究ではこうした国内外の研究動向を踏まえて、新たな学術研究に基づき次世代地震動予測式を構築することにより、我が国の確率論的地震動予測を大きく高度化させることは必要になってきた。

### 2. 研究の目的

我が国の標準的な地震動予測地図である「全国地震動予測地図」では「確率論的地震動予測」と「震源断層を特定した地震動予測」が行われているが、後者では先進的な予測手法が考慮されているのに対して、前者では従来型の手法が用いられるにとどまっている。そこで本研究では、同地図の作成や審議を行った研究者で研究組織を作り、前者の予測手法、特にその核心部である地震動予測式に対して、先進的で精度の高いものを構築することを研究目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 平成 23 年度の研究実施項目

2011 年 3 月 11 日に発生した Mw9.0 の東北地方太平洋沖地震は、我が国において初めて観測された M9 クラスの超巨大地震であり、この地震では多数の高品質の強震記録が得られていることから、平成 23 年度は、東北地方太平洋沖地震について重点的に調査・研究を行った。まず、データセットの作成チームでは、当該地震の地震動データベースの作成を強震記録、地盤条件の両面から行った。作成したデータベースをもとに、予測式の構築チームは、東北地方太平洋沖地震の観測記

録と既往の距離減衰式や過去に発生した Mw8 クラスの地震記録との比較検討により、マグニチュード 9 クラスの超巨大地震の距離減衰特性を検討した。

#### (2) 平成 24 年度の研究実施項目

平成 24 年度では、平成 23 年度に行った 2011 年東北地方太平洋沖地震(M 9.0)に関する研究成果を踏まえて、地震動予測式の定式化とデータセットの作成の両面から以下の研究を実施した。地震動予測式の定式化に関連して、既往の地震動予測式と 2011 年東北地方太平洋沖地震の観測記録の比較を行い、距離定義による影響が顕著であることを確認した。また、上盤効果など距離の定義に由来する問題点も明らかになってきた。平成 24 年度には「中線距離」を新たに定義し、地震動最大値の地震動予測式を作成した上で、その利点などの予備的な検討を行い、上盤効果の影響はある程度解消されるなどの有効性を確認した。小地震の減衰特性は大震災に比べて高減衰率になっていることが多いことが観測記録から判明し、観測記録の分析と地震動シミュレーションの両面から検討を行った。データセットの作成に関しては、平成 23 年度において収集したデータセットとともに、継続的に震源情報や観測記録の収集を行った。地震動予測式の作成において、地盤増幅特性の影響に関する検討は重要であり、特にやや長周期地震動においては深い地盤構造の影響を考慮する必要があるため、これらの周期帯域の地盤増幅特性に関する検討を時間をかけて行ってきた。

#### (3) 平成 25 年度の研究実施項目

平成 25 年度の研究では、2011 年東北地方太平洋沖地震の距離減衰特性に関して引き続き検討を行うとともに、新たに定義した「中線距離」を用い、地震動予測式を開発するためのデータセットの作成と予測式の定式化の両方に関して、以下の各項目について研究を実施した。

東北地方太平洋沖地震に関して、異なる距離の定義により地震動距離減衰特性が変化することに注目して、詳細な検討を行った。

近年日本において発生した主な地震について、中線距離を用いた地震動最大値の予測式を作成するためのデータセットを作成した。作成したデータセットを用いて、中線距離を用いた地震動最大値の予測式を試作した。また、中線距離を採用することにより、震源近傍における地震動評価において重要な上盤効果に起因する地震動のバラツキが減少していることを確認した。さらに、予測式の妥当性についても確認を行った。地震動予測式に含まれる不確定性のモデル化に関しても検討を行った。

#### (4) 平成 26 年度の研究実施項目

平成 26 年度の研究では、以下の各項目について研究を実施した。

平成 25 年度で作成したデータベースの対象地震を含めて、日本において発生した主

な地震をターゲットに、震源情報のデータ、強震観測記録及び強震観測点の地盤情報を収集して、加速度応答スペクトルのデータベースを構築した。強震記録は、地盤増幅特性の簡易評価式を用いて観測記録を硬質岩盤に変換して、地震動予測式を作成するためのデータセットを作成した。作成したデータセットを用いて、中線距離を用いた加速度応答スペクトルの地震動予測式を作成した。その際に、中線距離を採用することにより、いわゆる上盤効果に起因する震源近傍における地震動のばらつきが減少していることを確認した。地震動予測式に含まれる不確定性のモデル化に関して検討を行った。

#### (5) 平成27年度の研究実施項目

平成27年度の研究では、以下の各項目について研究を実施した。

地震動予測式に用いる距離のパラメータについて、中線距離の開発に続いて、より物理的意味の明瞭な距離計算法を新たに開発することにした。これにより、地震動予測式の定式化に関して、地震動予測精度を向上できること、予測式の物理的意味はより明確になることが期待される。地震動の応答スペクトルから地震波を作成する際に重要な継続時間の予測式について検討を行い、地震動の累積パワーに基づく地震動継続時間の予測式を新たに作成した。地震動データセットの作成において、比較的硬い地盤に設置されるダム観測点による観測記録を追加的に整備した。これにより地震動予測式を作成する際により質の高いデータを利用できることを期待される。2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録のうち、地盤データの整備されていない観測点に対して、常時微動測定を行い、地盤増幅特性をNEHRPによる地盤分類ごとに定量的な評価を行った。

#### 4. 研究成果

本研究では、多岐にわたって研究成果を得られているが、ここに取り組んだ研究項目のうち、特に重要な成果について選択しその概要を記す。

##### (1) 巨大地震の距離減衰特性に関する検討

東北地方太平洋沖地震の際に、マグニチュード9クラスの超巨大地震において初めて多数の強震記録が得られて、これによって、これまでに分からなかったマグニチュード8クラスの地震より規模の大きい地震の距離減衰特性が検討できるようになった。本研究では、東北地方太平洋沖地震の強震記録のデータベースを作成するとともに、既往の距離減衰式や過去に発生したモーメントマグニチュード8クラスの地震記録との比較検討により、図1に示すように、東北地方太平洋沖地震の地震動最大値の強さは、断層最短距離を用いた場合、Mw8.3の2003年十勝沖地震と同程度であることを見だし、2010年チリ地震等のデータと合わせて、地震動最大値の強さはMw8.3を超える巨大地震ではマグ

ニチュードに依存せず飽和する現象を明らかにした。

また、東北地方太平洋沖地震の距離減衰特性は、距離の定義によって傾向が異なることが確認され、等価震源距離を用いた場合、断層最短距離を用いた場合の地震動の飽和現象は緩和されることを確認し、距離の定義により地震動の距離減衰特性が変化することが確認できた。

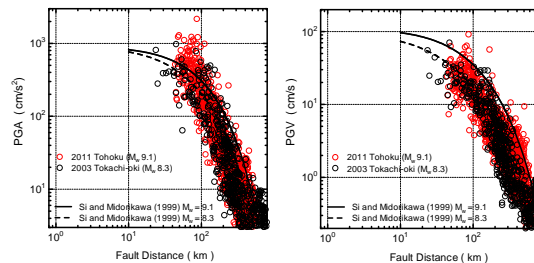


図1 2011年 $M_w$ 9.1東北地震と2003年 $M_w$ 8.3十勝沖地震の距離減衰特性の比較

##### (2) 震源距離の影響に関する検討

東北地方太平洋沖地震の検討では、距離の定義による影響を確認された。また、上盤効果など距離の定義に由来する問題点も明らかになってきた。これらの検討結果から、地震動予測式の定式化においては、距離の定義が重要であることが分かってきた。そこで、本研究では、距離の定義について新たな距離の提案と既存の距離の定義の改良を行ったうえ、その影響について検討を行った。

##### 強震動生成域までの最短距離

断層最短距離の代わりに、断層面のうち、強震動生成域までの最短距離を新たに提案して、それによる影響を検討した。その結果、提案の距離の定義により、地震動のばらつきは断層最短距離より若干改善されることを確認できた。

##### 中線距離の提案

断層の中線までの最短距離を中線距離として定義した場合、地震動のマグニチュードに関するスケージングはバイリニア式によって超巨大地震まで適用でき、上盤効果など距離の定義に起因する現象も大きく改善されることが分かってきた。

##### 断層破壊伝播効果を考慮される距離の検討

断層のすべり分布など詳細な震源情報が分かっている場合、等価震源距離を改良することにより、断層破壊伝播効果が地震動予測式に含まれることを確認された。このことから、更なる高精度な地震動予測式が開発できると期待される。

##### (3) 地震動予測式の定式化における震源特性に関する検討

本研究は、計画段階において、断層近傍の地震動予測に重要な断層破壊伝播効果、上盤効果などについて地震動予測式の定式化においてモデリングすることを考えていた。本研究では、これらの問題について、以下のよ

うな検討を行った。

上盤効果：中線距離を採用するにより、その影響はある程度簡易に評価できることを示されている。

地表断層地震の断層極近傍における地震動特性：中線距離を用いた地震動予測式において適宜に近距離飽和項を加えることによって簡易に評価できることを確認できた。

断層破壊伝播効果：既往の研究で提案されている外部関数による補正方法の代わりに、距離の計算によりその効果を地震動予測式に内在的に評価できる方法を提案した。

#### (4) 伝播特性の検討

##### 中小地震の距離減衰特性

小地震の減衰特性は大地震に比べて高減衰率になっていることが多いことが観測記録から判明し、観測記録の分析と地震動シミュレーションの両面から検討を行い、地震動予測式においてそれを簡易に評価できる方法を提案した。

火山フロントによる影響の簡易評価法の提案

既往の研究で提案されている補正方法とは別に、粘性減衰係数に変化を持たせることにより、地震動予測式により簡易に評価できる方法を提案した。

#### (5) データベースの構築

2011年 Mw9 東北地方太平洋沖地震をはじめ、近年日本において発生した主な地震をターゲットに、震源情報のデータ、強震観測記録及び強震観測点の地盤情報を収集して、データベースを構築した。収集した強震記録について、地盤増幅特性の簡易評価式を用いて観測記録を Vs1.5km/s 程度の硬質岩盤上のものに変換したうえで、地震動予測式を作成するためのデータセットを作成した。ほかに、比較的硬い地盤に設置されているダム観測点による観測記録についても整備を行った。

(6) 中線距離を用いた地震動予測式の構築  
上記のデータセットを用いて、中線距離を用いた地震動予測式を作成した。地震動予測式では、シンプルな点震源モデルを用いて、さらに従来の地震動予測式で用いるパラメータ (Mw, 断層平均深さ, 地震タイプ) に加えて、地表地震断層地震というカテゴリを用いた。また、上盤効果の評価は中線距離を用いることにより地震動予測式のみでもある程度評価できるようになった。作成した地震動予測式と 2016年 4月 14日、16日に発生した Mw6.2, Mw7.0 熊本地震による観測記録と比較して、両者概ね一致することを確認でき、本研究による地震動予測式はおおむね妥当なものであることを確認した。

#### (7) 地震動継続時間の予測式に関する検討

地震動の応答スペクトルから地震波を作成する際に重要な継続時間の予測式について検討を行い、地震動の累積パワーに基づきより高精度な地震動継続時間の予測式を新たに作成した。作成した予測式による結果は観測記録と整合することを確認できた。

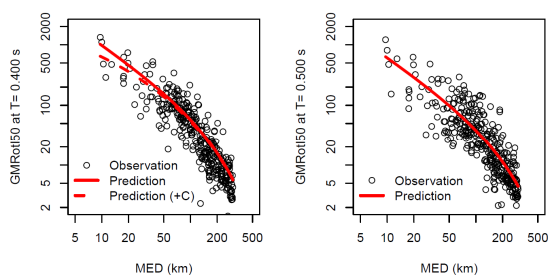


図2 本研究で開発した地震動予測式(赤い実線)と2016年 Mw7.0 熊本地震の観測記録の比較例(赤い破線は0.4秒より短周期成分の地表地震断層地震の結果を示すものである)

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計33件)

Ibrahim, R., H. Si, K. Koketsu, and H. Miyake. Moment magnitude estimation of large earthquakes based on long-period ground motion prediction equations and pre-assumed fault models, J. Earthq. Tsunami, 査読有, 10, 2016, 1640004, doi:10.1142/S1793431116400042.

司宏俊・纈纈一起・三宅弘恵. プレート境界巨大地震の地震動距離減衰特性 - 伝播特性に着目した検討 -, 日本地震工学会論文集, 査読有, 16(1), 2016, 96-105, doi:10.5610/jaee.16.1\_96.

Ibrahim, R., H. Si, K. Koketsu, and H. Miyake. Long-period ground-motion prediction equations for moment magnitude estimation of large earthquakes in Japan, Bull. Seismol. Soc. Am., 査読有, 106, 2016, 54-72, doi:10.1785/0120140244.

Satoko Murotani, Shinichi Matsushima, Takashi Azuma, Kojiro Irikura and Sadayuki Kitagawa: Scaling Relations of Source Parameters of Earthquakes Occurring on Inland Crustal Mega-Fault Systems, Pure Appl. Geophys. 査読有, 172, 2015, 1371-1381.

宮腰研, 入倉孝次郎, 釜江克宏, 強震動記録を用いた震源インパジョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケリング則の再検討, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第15巻, 第7号, 2015, 141-156.

能島暢呂, 震度と震度継続時間の一貫した経験的予測体系の提案, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第15巻, 第2号, 2015, 2\_59-2\_76, DOI:10.5610/jaee.15.2\_59

能島暢呂, 累積パワーに基づく地震動継続時間の経験的予測式の構築, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第15巻, 第6号, 2015, 6\_25-6\_43, DOI:10.5610/jaee.15.6\_25

片岡正次郎, 金子正洋, 松本幸司: 地震動予測式と南海トラフ巨大地震の強震動の比較, 第14回日本地震工学シンポジウム, 査読なし, 1993-2000, 2014.12.

S. Midorikawa, H. Miura and Y. Nogi. Site Characterization for Strong Motion Data of the 2011 Tohoku, Japan Earthquake, Proc. of the Ninth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, abstract 査読有, 2014, 10pp., DOI: 10.4231/D3X63B60J

能島暢呂: 観測震度または予測震度を与件とする震度継続時間の条件付予測式, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第14巻, 第5号, 2014, 5\_50-5\_67, DOI:10.5610/jaee.14.5\_50.

入倉孝次郎, 宮腰研, 釜江克弘: 強震動記録を用いた震源インバージョンに基づく国内の内陸地殻内地震の震源パラメータのスケーリング則の再検討, 第14回日本地震工学シンポジウム, 査読なし, 1526-1535, 2014.

加藤裕也・神野達夫, 既往の距離減衰式を巨大地震に対応させるための補正項の導出, 都市・建築学研究:九州大学大学院人間環境学研究院紀要, 査読有, 第26号, 2014, pp. 49-54, 10.15017/1515824

Si, H., K. Koketsu, H. Miyake, and X. Li, Empirical evaluation of ground motion for the Wenchuan and Lushan earthquakes, Earthquake Engineering and Engineering Dynamics, 査読有, 34(4), 2014. 93-100 (in Chinese with English abstract), doi:10.13197/j.eeev.2014.04.93.sihj.012

司宏俊・纏纏一起・三宅弘恵, 中線距離の提案と地震動予測式の構築, 第14回日本地震工学シンポジウム論文集, 査読なし, 2021-2030, 2014.

Ibrahim, R., H. Si, K. Koketsu, and H. Miyake, Empirical spectral acceleration amplification in the Iwate-Miyagi and Niigata regions, Japan, inferred by a spectral ratio method using ground motion prediction equations, Bull. Seismol. Soc. Am., 査読有, 104(3), 2014, doi:10.1785/0120130124

Stewart, J. P., Midorikawa, S., Graves, R. W., Khodaverdi, K., Kishida, T., Miura, H., Bozorgnia, Y. and Campbell, K. W.: Implication of Mw 9.0 Tohoku-oki Japan Earthquake for Ground Motion Scaling with Source, Path, and Site Parameters, Earthquake Spectra, 査読有, Vol.29, No.S1, 2013, pp.S1-S21.

Si, H., K. Koketsu, H. Miyake, and R. Ibrahim. High attenuation rate for shallow, small earthquakes in Japan, Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering, 査読有, 2012, Paper No.3097.

能島暢呂, 地震動予測手法の違いが推定震度分布に及ぼす影響の要因分析, 土木学会論文集A1S, 査読有, Vol.68, 2012, I\_31-I\_39.

糸井達哉, 高田毅士, 深部地下構造における地震動増幅特性を考慮した内陸直下地震

に対する硬質地盤上の地震動応答スペクトル予測式の簡易補正法, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第12巻, 第1号, 2012, pp.43-61.

Kazuhiko Kawashima, Richelle G. Zafra, Tomohiro Sasaki, Koichi Kajiwara, Manabu Nakayama, Shigeki Unjoh, Junichi Sakai, Kenji Kosa, Yoshikazu Takahashi, Masaaki Yabe, Seismic Performance of a Full-Size Polypropylene Fiber-Reinforced Cement Composite Bridge Column Based on E-Defense Shake Table, Journal of Earthquake Engineering, 査読有, Vol.16, 2012, 463-495, DOI: 10.1080/13632469.2011.651558,

⑳Si, H., K. Koketsu, H. Miyake, and R. Ibrahim, Variation of the equivalent hypocentral distances based on different fault models for the 2011 Tohoku earthquake, Joint Conference Proceedings of the 9th International Conference on Urban Earthquake Engineering and the 4th Asia Conference on Earthquake Engineering, Tokyo, Japan, 査読なし, 2012, 275-278.

㉑Ibrahim, R., K. Koketsu, H. Miyake, and H. Si, A study on site amplification for observation stations in the Iwate and Miyagi regions, Japan, Joint Conference Proceedings of the 9th International Conference on Urban Earthquake Engineering and the 4th Asia Conference on Earthquake Engineering, Tokyo, Japan, 査読なし, 2012, 297-304.

㉒翠川三郎, 三浦弘之, 司宏俊, 巨大地震の強震動特性に関する予備的解析, 構造工学論文集, 査読有, 58B, 2012, 139-144, ISSN 0910-8033

㉓能島暢呂, 緊急地震速報による予測震度の不確定性を考慮した緊急対応モデル, JCOSAR2011 論文集, 査読有, Vol.7, 2011, 111-118.

㉔石川裕, 奥村俊彦, 藤川智, 宮腰淳一, 藤原広行, 森川信之, 能島暢呂, 確率論的地震動予測地図の検証, 日本地震工学会論文集, 査読有, 第11巻, 第4号, 2011, 68-87, doi: 10.5610/jaee.11.4\_68

㉕Ibrahim R., K. Koketsu, and H. Miyake, Period-dependent site amplification for the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, earthquake sequence, Proceedings of the 4th IASPEI/IAEE International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Santa Barbara, USA, 査読なし, 2011, Paper No.2.24.

㉖Si, H., H. S. Kuyuk, K. Koketsu, H. Miyake, and R. Ibrahim, Estimation of site effects based on recorded data and the ground motion attenuation, Proceedings of the 4th IASPEI/IAEE International

Symposium of the Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Santa Barbara, USA, 査読なし, 2011, Paper No.6.7.

〔学会発表〕(計 4 件)

Kataoka, S.: Revision of the GMPE using short period level as a predictor variable, Proceedings of the International Workshop on Ground Motion Prediction Equation and Seismic Hazard Assessment, 2015 年 3 月 12 日, 東京大学(東京都, 文京区).

S. Midorikawa and Y. Nogi  
Site Effects in Strong Motion Records of the 2011 Tohoku, Japan Earthquake International Workshop on Ground Motion Equation and Seismic Hazard Assessment, 2015 年 3 月 12 日, 東京大学(東京都, 文京区).

Si, H., K. Koketsu, H. Miyake, and R. Ibrahim. Attenuation characteristics of strong ground motions during the Mw 6.1 South Napa earthquake, 2014 AGU Fall Meeting, S33F-4915, 2014 年 12 月 17 日, San Francisco, USA.

Si, H., K. Koketsu, and H. Miyake. Development of ground motion prediction equations using median distance, 2014 AGU Fall Meeting, S31C-4415, 2014 年 12 月 17 日, San Francisco, USA.

野木淑裕・翠川三郎・三浦弘之, 東北地方太平洋沖地震の強震記録にみられる地盤特性, 日本建築学会大会, 2014 年 9 月 14 日, 神戸大学(兵庫県, 神戸市).

加藤裕也, 神野達夫, 既往の距離減衰式を巨大地震に対応させるための補正項の導出, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2014 年 3 月 1 日, 佐賀大学(佐賀県, 佐賀市).

三浦弘之, 真鍋良輔, 翠川三郎: 2013 年淡路島付近の地震(M6.3)における強震観測点での地盤震動特性と住家被害, 日本地震工学会第 10 回年次大会, 2013 年 11 月 12 日, 国立オリンピック記念青少年総合センター(東京都, 渋谷区).

Anderson, J. G., K. Koketsu, and H. Miyake. An overview of the largest amplitudes in recorded ground motions, SSA 2013 Annual Meeting. Salt Lake City, USA, 2013 年 4 月 19 日

Miyake, H., and K. Koketsu. Postdiction of source model and ground motions for the 2011 Tohoku earthquake, Joint Symposium of Seismic Hazard Assessment, 2013 年 6 月 17 日, トラストシティカンファレンス・仙台(宮城県, 仙台市).

〔図書〕(計 1 件)

Earthquake Research Institute, University of Tokyo (2015). Proceedings of the International Workshop on Ground Motion Prediction Equation and Seismic

Hazard Assessment, 56pp.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

纈纈 一起 (Kazuki Koketsu)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号: 9 0 1 3 4 6 3 4

(2) 研究分担者

翠川 三郎 (Saburoh Midorikawa)  
東京工業大学・総合理工学研究科・教授  
研究者番号: 0 0 1 4 3 6 5 2  
高田 毅士 (Tsuyoshi Takata)  
東京大学・工学系研究科・教授  
研究者番号: 1 0 3 0 2 7 6 2  
佐藤 智美 (Toshimi Sato)  
清水建設株式会社技術研究所・原子力技術センター・主任研究員  
研究者番号: 0 0 3 9 3 5 6 2  
能島 暢呂 (Nobuhiro Nojima)  
岐阜大学・工学部・教授  
研究者番号: 2 0 2 2 2 2 0 0  
片岡 正次郎 (Shojiro Kataoka)  
国土技術政策総合研究所・危機管理技術センター・主任研究官  
研究者番号: 4 0 3 5 6 1 1 8  
森川 信之 (Nobuyuki Morikawa)  
独立行政法人防災科学技術研究所・社会防災システム研究領域・主任研究員  
研究者番号: 6 0 4 1 4 4 1 3  
神野 達夫 (Tatsuo Kanno)  
九州大学・人間・環境学研究院・教授  
研究者番号: 4 0 3 5 6 1 1 8  
三宅 弘恵 (Hiroe Miyake)  
東京大学・地震研究所・准教授  
研究者番号: 9 0 4 0 1 2 6 5

(3) 連携研究者

入倉 孝次郎 (Kojiro Irikura)  
愛知工業大学・地域防災研究センター・客員教授  
研究者番号: 1 0 0 2 7 2 5 3  
久保 哲夫 (Tetsuo Kubo)  
東京大学・名誉教授  
研究者番号: 8 0 1 1 1 4 6 7  
川島 一彦 (Kazuhiko Kawashima)  
東京工業大学・名誉教授  
研究者番号: 2 0 2 7 2 6 7 7  
福和 伸夫 (Nobuo Fukuwa)  
名古屋大学・減災連携研究センター・教授  
研究者番号: 2 0 2 3 8 5 2 0  
藤原 広行 (Hiroyuki Fujiwara)  
独立行政法人防災科学技術研究所・社会防災システム研究領域・領域長  
研究者番号: 8 0 4 1 4 4 0 7