

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14719

研究課題名（和文）地盤-都市系の連成地震応答解析手法の開発

研究課題名（英文）Development of coupled ground-city seismic response analysis method

研究代表者

藤田 航平 (Fujita, Kohei)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：00744856

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、デジタル都市データから地盤と地下・地上構造物群の高詳細3次元有限要素法モデルを自動構築する手法、及び、近年の計算機アーキテクチャに適した高速な大規模有限要素地震応答解析手法を開発することで、地盤-都市系の詳細な連成地震応答解析を行った。地盤・地下街・地上構造物を含む一体モデルを超高分解能で解析することで、地下街による地盤内部の波動場が変化し、その影響で地表面応答が変化するなど、複雑な応答が得られることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高層ビル・インフラ・地下街などが複雑に入り組む都市中枢部においては、地震時に複雑な波動場が生じ、構造物を個々に評価した際には見られない地震応答が発生する可能性がある。このような特性の評価には、地盤-都市系の詳細な3次元連成解析を使うことが合理的である。本研究により、複雑に入り組んだ都市の耐震特性を定量的に分析できるようになり、都市系の耐震設計の安全性・合理性の向上につながると期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, a method to automatically generate high-resolution 3D finite-element models of ground and underground as well as over-ground structures from digital urban data, and a high-performance finite-element method suitable for recent computer architecture was developed to conduct a coupled seismic response analysis of ground-city systems. By conducting high-resolution seismic response analysis of coupled underground and over-ground structure models, a complex response including change in response at ground surface due to the existence of underground structures, was obtained.

研究分野：計算地震工学

キーワード：有限要素法 地震応答解析 高性能計算

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地震災害現象は、断層滑り・地殻中の波動伝播・地盤の応答・構造物群の応答といった一連のプロセスからなっており、これらを丸ごと計算機上に再現する断層-都市系の連成地震応答解析を実施することで、地震を起こして対策の効果を調べる仮想実験や、観測データと計算モデルの同化など様々な検討の基盤となり、耐震設計や防災対策の立案に寄与すると期待される。ところが、この問題は 100 km x 100 km x 100 km の領域を 10 cm 分解能で数値解析することに相当し巨大な計算コストがかかるため、実現は不可能とされてきた。そこで工学的実用のため、断層から構造物群までの全体系を、地殻中の波動伝播問題や地盤・構造物応答問題などの複数の問題に分割し、かつ、理論解や 1 次元・2 次元で分析できるような問題を再構成することで、全体系の応答を分析する方法が主流となっている。こういった問題の分割と問題特性に応じた次元の縮減は広範な地震問題において効果的で、効率良く全体系を解くことに役立ってきた。ところが、高層ビル・インフラ・地下街などが複雑に入り組む都市においては、地震時に複雑な波動場が生じ、次元を縮減することや構造物を個々に評価した際には見られない地震応答が発生する可能性がある。このような特性の評価には、地盤-都市系の詳細な 3 次元連成解析を使うことが合理的である。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では表層地盤-都市系の一体解析手法の開発を目的とする。具体的には、デジタル都市データを入力とした地盤-構造物群系の 3D モデルの自動構築手法、及び、地盤-構造物群系の連成地震応答解析に使うことができる高性能計算手法の開発し、高性能計算機を使った実在都市に対する地盤-構造物群系の連成地震応答解析を実施する。

3. 研究の方法

本研究では三次元形状を適切に反映した解析を行うため、非構造格子有限要素法による地盤-都市系の地震応答解析に取り組む。この方法で地盤-都市系を解く際には、メッシュ生成・解析コストの 2 点が課題となる。それぞれ以下の方法で解決する。

メッシュ生成の課題：複雑形状を持つ大規模問題に対して大規模モデルをロバストに生成する問題は、計算幾何学の分野でも解決されていないような難易度の高い問題である。モデル生成問題に対する一つの解決策は、解に影響が無い範囲で形状を近似することでモデル構築のロバスト性を向上させる方法である。都市の問題・時間分解能 10 Hz の場合、最短の波長は一番柔らかい物性をもつ表層地盤において 10 m 程度となり、数 cm の形状誤差は波動場全体に影響を与えないと考えられる。そこで本研究ではモデル生成において 5 cm 程度の誤差を許容したモデル生成・開発手法を開発する。この方法では八分木とマーチングキューブ法というグラフィクス用のアルゴリズムを活用し、八分木の最小の枝サイズ ds の半分の形状誤差を許容することで、従来手法より格段にロバストにモデル生成が可能となる。

解析コストの課題：現在の計算機はランダムアクセス性能が演算器の計算性能に対して低く、ランダムアクセスが多く含まれる非構造格子有限要素法において高い性能を発揮するのは難しい。特に、近年主流の CPU アーキテクチャとなっている many core wide-SIMD アーキテクチャにおいては、高密度演算が高速になった分、ランダムアクセス性能が相対的に低く見えるようになっており、これらの計算機の性能を有効活用するにはこれ

らの計算機アーキテクチャに適した有限要素法ソルバーの開発が必要となっている．そこで本研究では時間並列アルゴリズムによりランダムアクセスを減らす工夫を実施する．

4．研究成果

本研究で開発した高速有限要素法は，many-core wide SIMD アーキテクチャを採用する Intel Xeon Phi (Knights Landing)ベースの Oakforest-PACS において，従来手法比で 3.99 倍の高速化を実現した(図 1)．また，1024 m x 1024 m x 370 m の地盤・地下街・地上構造物を含む一体モデルを 25 cm の分解能で構築し，地震時の応答を解析することで，地下街による地盤内部の波動場の変化による地表面応答の変化など，複雑な応答を得た(図 2)．本研究により，複雑に入り組んだ都市の耐震特性を定量的に分析できるようになり，都市系の耐震設計の安全性・合理性の向上につながると期待される．

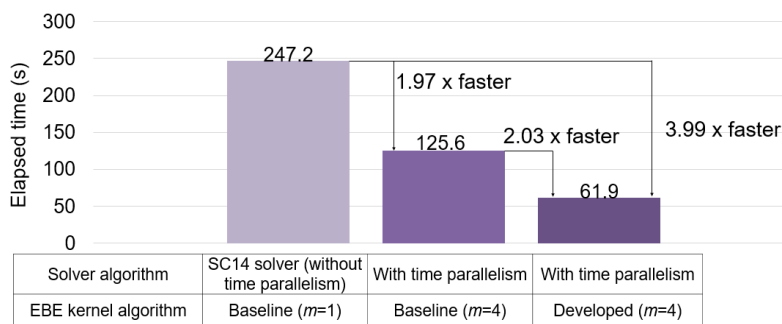


図 1：従来手法と開発した高速有限要素法の計算速度の比較．1,022,620,536 自由度(四面体二次要素 252,738,195 個, 340,873,512 節点)からなる問題の地震応答解析 25 タイムステップの求解にかかる時間を Oakforest-PACS 144 計算ノードを使って計測した．

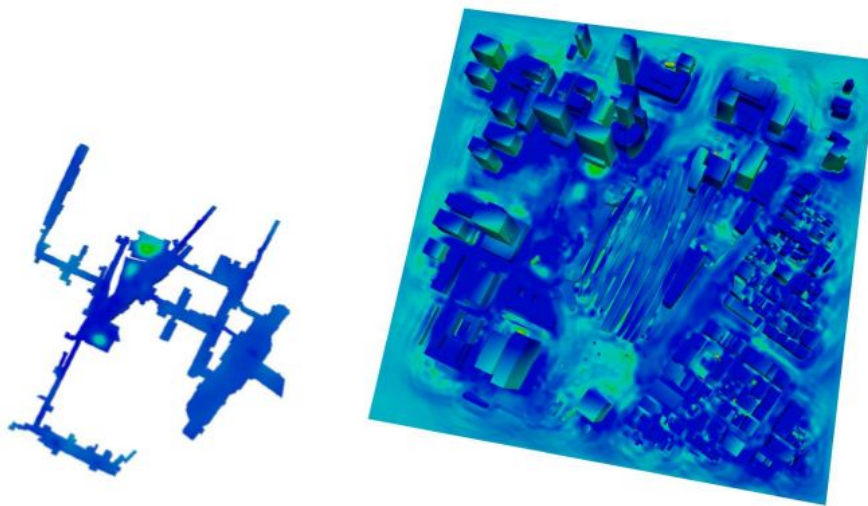


図 2：開発したモデル生成手法と高速有限要素法により得られた地下街・地上構造物を含む街区の連成地震応答解析結果．地上構造物・地下街により周囲の地盤の波動場が変化していることがわかる．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sakamoto Ryuichi, Kondo Masaaki, Fujita Kohei, Ichimura Tsuyoshi, Nakajima Kengo	4. 巻 -
2. 論文標題 The Effectiveness of Low-Precision Floating Arithmetic on Numerical Codes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 HPCAsia2020: Proceedings of the International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region	6. 最初と最後の頁 199-206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3368474.3368492	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 WADA Mitsumasa, KUBO Shiori, YOSHIDA Hidenori, FUJITA Kohei, ICHIMURA Tsuyoshi	4. 巻 75
2. 論文標題 FAILURE JUDGMENT OF RESERVOIR BODY BASED ON SEISMIC RESPONSE ANALYSIS AND FLOODED ANALYSIS ACCOMPANYING DESTRUCTION	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. A2 (Applied Mechanics (AM))	6. 最初と最後の頁 I_155 ~ I_164
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2208/jscejam.75.2_I_155	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamaguchi Takuma, Ichimura Tsuyoshi, Fujita Kohei, Kato Aitaro, Nakagawa Shigeki	4. 巻 26
2. 論文標題 Matched Filtering Accelerated by Tensor Cores on Volta GPUs With Improved Accuracy Using Half-Precision Variables	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Signal Processing Letters	6. 最初と最後の頁 1857 ~ 1861
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LSP.2019.2951305	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Takuma Yamaguchi, Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Akira Naruse, Maddegedara Lalith, Muneo Hori	4. 巻 -
2. 論文標題 GPU Implementation of a Sophisticated Implicit Low-Order Finite Element Solver with FP21-32-64 Computation Using OpenACC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of Sixth Workshop on Accelerator Programming Using Directives (WACCPD)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Fujita Kohei, Horikoshi Masashi, Ichimura Tsuyoshi, Meadows Larry, Nakajima Kengo, Hori Muneo, Maddegedara Lalith	4. 巻 11536
2. 論文標題 Development of Element-by-Element Kernel Algorithms in Unstructured Implicit Low-Order Finite-Element Earthquake Simulation for Many-Core Wide-SIMD CPUs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 267 ~ 280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-3-030-22734-0_20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kusakabe Ryota, Fujita Kohei, Ichimura Tsuyoshi, Hori Muneo, Wijerathne Lalith	4. 巻 11537
2. 論文標題 A Fast 3D Finite-Element Solver for Large-Scale Seismic Soil Liquefaction Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 349 ~ 362
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-3-030-22741-8_25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Takuma, Ichimura Tsuyoshi, Fujita Kohei, Hori Muneo, Wijerathne Lalith	4. 巻 11537
2. 論文標題 Heuristic Optimization with CPU-GPU Heterogeneous Wave Computing for Estimating Three-Dimensional Inner Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2019. ICCS 2019. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 389 ~ 401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-3-030-22741-8_28	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kusakabe Ryota, Ichimura Tsuyoshi, Fujita Kohei, Hori Muneo, Wijerathne Lalith	4. 巻 123
2. 論文標題 A finite element analysis method for simulating seismic soil liquefaction based on a large-scale 3D soil structure model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Soil Dynamics and Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 64 ~ 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2019.04.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Takuma Yamaguchi, Akira Naruse, Jack C. Wells, Christopher J. Zimmer, Tjerk P. Straatsma, Takane Hori, Simone Puel, Thorsten W. Becker, Muneo Hori, Naonori Ueda	4. 巻 -
2. 論文標題 416-PFLOPS Fast Scalable Implicit Solver on Low-Ordered Unstructured Finite Elements Accelerated by 1.10-ExaFLOPS Kernel with Reformulated AI-Like Algorithm: For Equation-Based Earthquake Modeling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Research Poster for SC19: The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ryoichiro Agata, Sylvain D. Barbot, Kohei Fujita, Mamoru Hyodo, Takeshi Iinuma, Ryoko Nakata, Tsuyoshi Ichimura, Takane Hori	4. 巻 10
2. 論文標題 Rapid mantle flow with power-law creep explains deformation after the 2011 Tohoku mega-quake	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-08984-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kahori Iiyama, Atsushi Yoshiyuki, Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Hitoshi Morikawa, Muneo Hori	4. 巻 -
2. 論文標題 A point-estimate based method for soil amplification estimation using high resolution model under uncertainty of stratum boundary geometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Soil Dynamics and Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.11.028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Takuma Yamaguchi, Akira Naruse, Jack C. Wells, Thomas C. Schulthess, Tjerk P. Straatsma, Christopher J. Zimmer, Maxime Martinasso, Kengo Nakajima, Muneo Hori, Lalith Maddegadara	4. 巻 -
2. 論文標題 A Fast Scalable Implicit Solver for Nonlinear Time-Evolution Earthquake City Problem on Low-Ordered Unstructured Finite Elements with Artificial Intelligence and Transprecision Computing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SC '18 Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage, and Analysis	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dl.acm.org/citation.cfm?id=3291656.3291722	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Motoki Kazama, Susumu Ohno and Shingo Sato	4. 巻 8
2. 論文標題 Development of Three-Dimensional Soil-Amplification Analysis Method for Screening for Seismic Damage to Buried Water-Distribution Pipeline Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geosciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.3390/geosciences8050170	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Keisuke Katsushima, Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Muneo Hori and Lalith Maddegadara	4. 巻 10861
2. 論文標題 Development of Octree-Based High-Quality Mesh Generation Method for Biomedical Simulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2018. ICCS 2018. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1007/978-3-319-93701-4_27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Atsushi Yoshiyuki, Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Muneo Hori and Lalith Wijerathne	4. 巻 10861
2. 論文標題 Development of scalable three-dimensional elasto-plastic nonlinear wave propagation analysis method for earthquake damage estimation of soft grounds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2018. ICCS 2018. Lecture Notes in Computer Science,	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1007/978-3-319-93701-4_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuma Yamaguchi, Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Anne Glerum, Ylona van Dinther, Takane Hori, Olaf Schenk, Muneo Hori and Maddegadara Lalith	4. 巻 10861
2. 論文標題 Viscoelastic Crustal Deformation Computation Method with Reduced Random Memory Accesses for GPU-based Computers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Computational Science - ICCS 2018. ICCS 2018. Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1007/978-3-319-93701-4_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Masashi Horikoshi, Larry Meadows, Kengo Nakajima, Takuma Yamaguchi, Kentaro Koyama, Hikaru Inoue, Akira Naruse, Keisuke Katsushima, Muneo Hori, Maddegedara Lalith	4. 巻 -
2. 論文標題 A Fast Scalable Implicit Solver with Concentrated Computation for Nonlinear Time-evolution Problems on Low-order Unstructured Finite Elements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 32nd IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1109/IPDPS.2018.00071	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujita Kohei, Katsushima Keisuke, Ichimura Tsuyoshi, Horikoshi Masashi, Nakajima Kengo, Hori Muneo, Maddegedara Lalith	4. 巻 -
2. 論文標題 Wave Propagation Simulation of Complex Multi-Material Problems with Fast Low-Order Unstructured Finite-Element Meshing and Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 n Proceedings of International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region (HPC Asia 2018)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1145/3149457.3149474	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujita Kohei, Ichimura Tsuyoshi, Koyama Kentaro, Inoue Hikaru, Hori Muneo, Maddegedara Lalith	4. 巻 -
2. 論文標題 Fast and Scalable Low-Order Implicit Unstructured Finite-Element Solver for Earth's Crust Deformation Problem	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the Platform for Advanced Scientific Computing Conference (PASC '17)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3093172.3093236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Takuma, Fujita Kohei, Ichimura Tsuyoshi, Hori Muneo, Lalith Maddegedara, Nakajima Kengo	4. 巻 10732
2. 論文標題 Implicit Low-Order Unstructured Finite-Element Multiple Simulation Enhanced by Dense Computation Using OpenACC	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Accelerator Programming Using Directives (WACCPD 2017), Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 42 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/978-3-319-74896-2_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamaguchi Takuma, Fujita Kohei, Ichimura Tsuyoshi, Hori Takane, Hori Muneo, Wijerathne Lalith	4. 巻 108
2. 論文標題 Fast Finite Element Analysis Method Using Multiple GPUs for Crustal Deformation and its Application to Stochastic Inversion Analysis with Geometry Uncertainty	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science (International Conference on Computational Science, ICCS 2017)	6. 最初と最後の頁 765 ~ 775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.223	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Takuma Yamaguchi
2. 発表標題 Development of high-performance low order unstructured implicit finite-element solvers for solid earth science problems
3. 学会等名 JpGU Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口拓真、市村強、藤田航平、堀宗朗、ラリス ウィジャラトネ
2. 発表標題 GPUによる三次元地盤増幅解析を用いた三次元地盤構造推定手法の開発
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 縣亮一郎、堀高峰、藤田航平、市村強
2. 発表標題 弾性不均質構造により引き起こされる巨大地震セグメント化の数値シミュレーション
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日下部亮太、藤田航平、市村強、堀宗朗、Lalith Wijerathne
2. 発表標題 有限要素法による大規模3次元地盤液状化解析手法
3. 学会等名 第24回計算工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 堀 高峰、市村 強、藤田 航平、山口 拓真、縣 亮一郎、飯沼 卓史
2. 発表標題 Development of Monitoring and Forecasting Methods for Crustal Activity Utilizing Large-Scale High-Fidelity Finite Element Simulations with 3D Heterogeneous Medium
3. 学会等名 JpGU Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 縣 亮一郎、市村 強、藤田 航平、山口 拓真、飯沼 卓史、堀 高峰
2. 発表標題 Prototype of Green's function library for geodetic slip inversion based on an integrated velocity structure model of Japan
3. 学会等名 JpGU Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山谷 里奈、望月 公廣、市村 強、藤田 航平、悪原 岳、堀 高峰、本多 亮、行竹 洋平
2. 発表標題 箱根火山の地形効果を考慮した火山性深部低周波地震に対する有限要素法による3次元地震波形計算
3. 学会等名 JpGU Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Takuma Yamaguchi
2 . 発表標題 Low Ordered Unstructured Finite Element Earthquake Simulation with AI and Transprecision Computing
3 . 学会等名 GPU Technology Conference (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kohei Fujita, Takuma Yamaguchi
2 . 発表標題 Application Enhanced by AI and Transprecision Computing: Finite Element Earthquake City Simulation
3 . 学会等名 Accelerated Data Analytics and Computing Workshop 7 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsuyoshi Ichimura, Kohei Fujita, Takuma Yamaguchi, Akira Naruse, Jack C. Wells, Thomas C. Schulthess, Tjerk P. Straatsma, Christopher J. Zimmer, Maxime Martinasso, Kengo Nakajima, Muneo Hori, Lalith Maddegedara
2 . 発表標題 Using Artificial Intelligence and Transprecision Computing for Accelerating Finite-Element Urban Earthquake Simulation
3 . 学会等名 The 1st R-CCS International Symposium (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Takuma Yamaguchi, Muneo Hori, Lalith Maddegedara
2 . 発表標題 Accelerating Low-Order Unstructured Finite Element Earthquake Simulation by Time-Parallel Computation on Recent HPC Architectures
3 . 学会等名 Platform for Advanced Scientific Computing (PASC) Conference (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 藤田航平・勝島啓介・市村強・堀越将司・中島研吾・堀宗朗・マッデゲダラリス
2. 発表標題 地下構造物の高詳細三次元地震応答解析のための、メッシュ生成手法及び高性能有限要素法の開発
3. 学会等名 第15回 日本地震工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日下部亮太・市村強・藤田航平・堀宗朗・Lalith Wijerathne
2. 発表標題 大規模液状化解析のための超並列高速ソルバー開発に関する基礎研究
3. 学会等名 第15回 日本地震工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口拓真・藤田航平・市村強・堀宗朗・ラリスウィジャラトネ
2. 発表標題 GPUによる3次元有限要素解析の高速化と構造最適化問題への適用
3. 学会等名 第15回 日本地震工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Kentaro Koyama, Hikaru Inoue, Munee Hori, and Lalith Maddegedara
2. 発表標題 A Fast Implicit Unstructured Low-Order Finite-Element Solver for Enhancing Integrated Earthquake Simulation
3. 学会等名 HPC in Asia Poster Session, ISC High Performance (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Masashi Horikoshi, Muneo Hori, and Lalith Maddegadara
2. 発表標題 Adaptive multistep predictor for accelerating dynamic implicit finite-element simulations
3. 学会等名 Research Poster in International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis, (SC '17) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----