

Title	機能維持性と早期修復性を考慮したレジリエント振動制御法
Sub Title	Resilient vibration control method considering functional continuity and rapid restoration
Author	小檜山, 雅之(Kohiyama, Masayuki) 西, 宏章(Nishi, Hiroaki) 高橋, 正樹(Takahashi, Masaki)
Publisher	
Publication year	2024
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	医療施設を対象にレジリエンス性能を向上する制御系設計法を開発した。設備機器の地震被害と復旧情報から、フラジリティ曲線と復旧時間の確率モデルを構築した。想定地震動に対する復旧確率の時間推移を表す復旧曲線を用いてレジリエンス性能を最大化するLQR制御パラメータを探索する制御系設計法を提案し、有効性を検証した。 また、データセンターを対象に、サーバの地震応答を予測し、閾値超過確率に基づき仮想マシン等を待機系に移行し機能維持を図るウォームスタンバイ法の開発を行った。 加えて、機能維持や早期復旧のボトルネックとなる高置水槽をスロッシングダンパーとして活用し、レジリエンス性能を高める制震システムを開発した。 A control system design method to improve resilience performance was developed for medical facilities. Fragility curves and a probability model of recovery time were developed based on information on earthquake damage and recovery of equipment. We proposed a control system design method that searches for LQR control parameters to maximize resilience performance using the recovery curve, which represents the time evolution of facility functionality against assumed earthquake motion, and verified the effectiveness of the method. We also developed a warm standby method for data centers, which predicts the earthquake response of servers and migrates virtual machines to the standby system based on the probability of exceeding the threshold value to maintain the functionality. In addition, we developed a seismic control system that enhances resilience performance by utilizing an elevated water tank as a sloshing damper, which is a bottleneck for functional maintenance and early recovery.
Notes	研究種目：基盤研究 (B) (一般) 研究期間：2020～2023 課題番号：20H02301 研究分野：地震工学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_20H02301seika

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 6 年 5 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02301

研究課題名（和文）機能維持性と早期修復性を考慮したレジリエント振動制御法

研究課題名（英文）Resilient Vibration Control Method Considering Functional Continuity and Rapid Restoration

研究代表者

小檜山 雅之（Kohiyama, Masayuki）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授

研究者番号：10333577

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000 円

研究成果の概要（和文）：医療施設を対象にレジリエンス性能を向上する制御系設計法を開発した。設備機器の地震被害と復旧情報から、 fragility 曲線と復旧時間の確率モデルを構築した。想定地震動に対する復旧確率の時間推移を表す復旧曲線を用いてレジリエンス性能を最大化するLQR制御パラメータを探索する制御系設計法を提案し、有効性を検証した。

また、データセンターを対象に、サーバの地震応答を予測し、閾値超過確率に基づき仮想マシン等を待機系に移行し機能維持を図るウォームスタンバイ法の開発を行った。

加えて、機能維持や早期復旧のボトルネックとなる高置水槽をスロッシングダンパーとして活用し、レジリエンス性能を高める制震システムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、土木・建築・機械構造物の地震対策技術としてアクティブ・セミアクティブ制御の研究は広く行われているが、地震後の復旧のフェーズまで視野に入れて制御系の設計を行っているものは存在しなかった。そのような背景のもと、本研究は建築・機械の構造振動制御分野と情報・通信技術分野の研究者が連携して、機能維持から復旧まで総合的なレジリエンス性能の向上を目指し構造制御を行う制御手法や情報システム、制震装置の開発に取り組んだ。

新規性・独創性が高く、新たな地震防災技術を切り拓いたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：A control system design method to improve resilience performance was developed for medical facilities. Fragility curves and a probability model of recovery time were developed based on information on earthquake damage and recovery of equipment. We proposed a control system design method that searches for LQR control parameters to maximize resilience performance using the recovery curve, which represents the time evolution of facility functionality against assumed earthquake motion, and verified the effectiveness of the method.

We also developed a warm standby method for data centers, which predicts the earthquake response of servers and migrates virtual machines to the standby system based on the probability of exceeding the threshold value to maintain the functionality.

In addition, we developed a seismic control system that enhances resilience performance by utilizing an elevated water tank as a sloshing damper, which is a bottleneck for functional maintenance and early recovery.

研究分野：地震工学

キーワード：制震 協調制御 事業継続 レジリエンス 設備

1. 研究開始当初の背景

- (1) これまで建物の制振装置は、中小レベルの風・地震応答に対する居住性の改善や、大振幅レベルの応答に対する人命や建物躯体の保護を目的に設計されることが多かった。地震に注目すると、制震装置は地震応答を低減し建物に期待される機能を維持するのに役立つが、入力地震動が設計時に想定される地震動のレベルを大きく上回ると、過大な応答により様々な損傷が生じることになる。具体的には、梁端部などに過大な塑性変形が生じ破断するといった躯体の損傷や建物内の設備・機器等の故障、外装材や帳壁の脱落など深刻な被害が起こりうる。免震建物の場合には、過大な変位応答は擁壁との衝突につながり、上部構造に甚大な被害が生じる可能性がある。
- (2) 近年、建物構造設計では、地震による損傷しにくさや人命保護の性能だけでなく、建物に期待される機能の維持や、損傷した際に短時間で使用を再開できる「レジリエンス性能」を高める設計に注目が集まっている。例えば、継続使用ができるように損傷が生じる箇所を制御する設計法の開発や、復旧時間を短縮するため構造ヘルスマonitoringシステムにより早期に損傷状況を把握する技術の開発が行われている。振動制御の分野では、建物の応答を制御することで躯体の応答を弾性範囲にとどめることを目的にした研究が多く行われている。

2. 研究の目的

レジリエンス性能のうち被災後の復旧過程に注目すると、振動制御によってさらに性能を向上できる可能性を指摘できる。すなわち、応答特性を制御することで、復旧時間が短くなるように損傷箇所や損傷範囲を制御したり、機能を維持する上で重要な箇所を重点的に保護し、被災後に建物を使いながら修復したりすることが考えられる。このような「機能維持性に加え早期修復性を考慮した振動制御によりレジリエンス性能がどこまで向上できるか」を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

- (1) 対象建物を選定し、故障の木解析 (Fault Tree Analysis; FTA)を用いて、地震による損傷モードと建物機能の停止・回復の関係を把握する。
- (2) 近年の地震災害における設備機器の被害と復旧に関する情報をもとに、地震動強度と被害発生確率の関係を表すフラジリティ曲線および損傷程度別の復旧時間の確率モデルの構築を行う。
- (3) レジリエンス性能の定量的評価方法を構築し、それを活用した制御系設計法を開発する。
- (4) 開発した制御系設計法の有効性を数値解析や振動台実験により検証する。

4. 研究成果

本研究では、(1)医療施設を対象にしたレジリエンス性能を向上する制御系設計法の開発、(2) データセンターを対象にしたレジリエンス性能を向上するサーバ制御法の開発、(3) 高置水槽をスロッシングダンパーとして活用する新しい制震システムの開発を行った。

- (1) 建物頂部にアクティブマスダンパーなどの応答制御装置を有する医療施設を対象にレジリエンス性能を向上する制震建物制御系設計法の開発を行った。

まず、FTAを用いて、地震による医療施設の損傷モードと医療機能の停止・回復の関係を把握した(図1)。

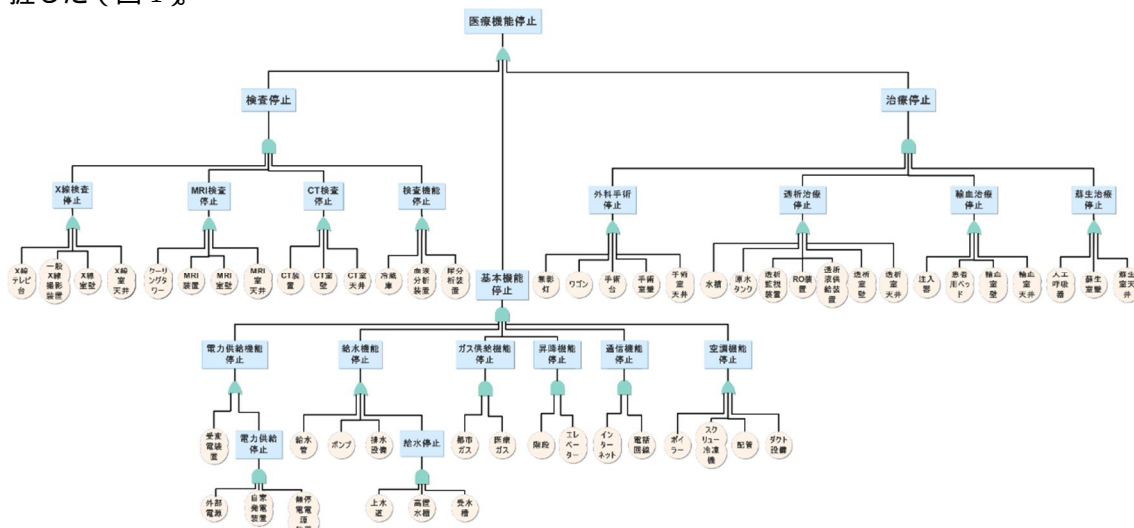


図1 医療機能の故障の木

受水槽、高置水槽のメーカーやMR装置、X線装置、透析装置といった医療機器のメーカーに2011年東北地方太平洋沖地震、2016年熊本地震など近年の地震災害時における設備機器の被害と復旧に関する聞き取り調査を行った。そして、聞き取り調査結果や既往研究の文献を参考に、地震動強度と被害発生確率の関係を表すフラジリティ曲線(図2)および損傷程度別の復旧時間の確率モデル(図3)の構築を行った。

地震動を想定することで、FTA と復旧時間の確率モデルを用いたモンテカルロシミュレーションにより時間と復旧確率の関係を表す復旧曲線の評価し、レジリエンス性能を定量的に評価できることを確認した。最後に、制御則に線形二次レギュレータ(LQR)を用いた場合について、構築したレジリエンス評価の枠組みを用いてレジリエンス性能を最大化するよう LQR 制御パラメータ（評価関数の制御力項に乗ぜられる重み係数）を探索する制御系設計法を提案した。

建築基準法の極めて稀に発生する地震動の 2 倍レベルの地震動を想定し検討した結果、LQR 制御パラメータを設備の加速度応答が低減するよう設計する従来法を用いた場合よりも、提案手法を用いた場合のほうが復旧時間などのレジリエンス性能が向上することを確認した(図 4)。

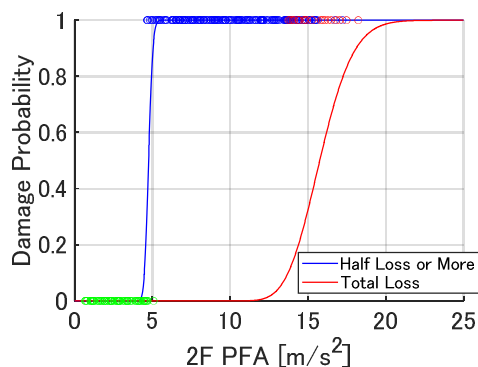


図 2 MRI 装置の fragility 曲線

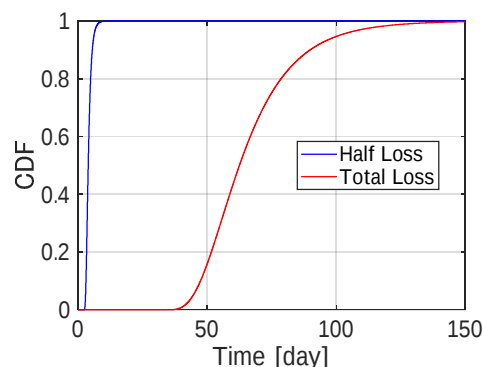


図 3 MRI 装置の復旧時間の確率モデル

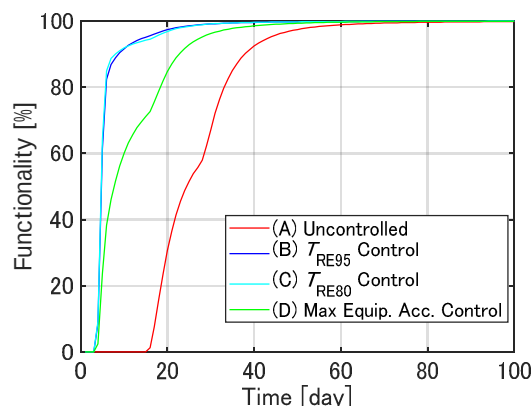


図 4 ランダム位相の想定地震動時の復旧曲線の比較
(レジリエンス制御(B), (C)は従来法(D)や非制御(A)よりも早期に機能を回復)

(2) データセンターを対象にサーバの機能維持を図るウォームスタンバイ法の開発を行った。

データセンター内のサーバに関しては大容量データ用に今でも HDD が使われおり、振動により障害が起こりうる。構造ヘルスマonitoringシステムはレジリエンス性能を高めると期待されているが、地震時に振動計測データを保存するサーバが損傷すると重要な情報が失われる恐れがある。また、停電状況下では建物外へのデータ送信も困難となる。サーバを多重化し各サーバの耐震性を高めると稼働率は高まるが、コスト的に不利となりうる。そこで、サーバの地震応答を予測し、閾値超過確率に基づきサーバの仮想マシン (VM) やコンテナ型仮想化 (Docker) を待機系に移行 (マイグレーション) することでダウンタイムを短縮するウォームスタンバイ手法の開発を行った。具体的には、サーバ頂部の絶対加速度応答の安全限界超過確率を連続的に求め、サーバの応答が一定時間内に安全限界を超過する確率を算出する。そして、求めた確率が一定の確率閾値を超過した際に、ウォームスタンバイを実行し、サーバのサービスを現用系から待機系に移行する。

提案手法は数値解析と振動台実験 (図 5) により有効性を検証した。数値解析による検証では、振幅を調整した告示波を入力地震動として損失コストを求めた。その結果、提案手法はサーバの故障後にサービスを待機系に移行する既存手法と比較して損失コストを 2%削減することができた。一方、振動台実験においては、振幅を調整し

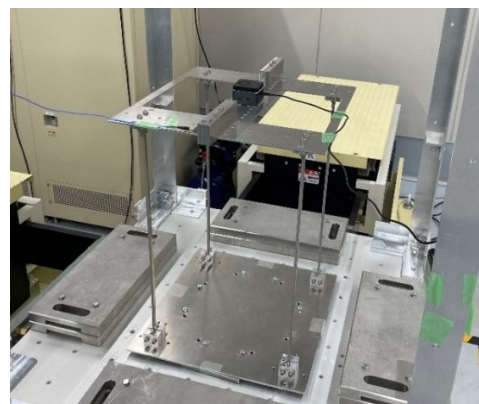


図 5 振動台実験で使った 1 層サーバ試験体

た告示波が入力地震動のとき、提案手法は既存手法と比較してダウンタイムを 60%削減することができたが、観測波が入力地震動のときは提案手法のほうがダウンタイムが 4%長くなった。断層近傍のパルス性地震動など、多様な地震動入力に対してロバスト性を高めるため、入力地震動モデルなどを見直して提案手法を改良することが今後の課題である。

(3) 高置水槽をスロッシングダンパーとして活用し、レジリエンス性能を高める方法を開発した。

前述の(1)では医療施設において、高置水槽が機能維持や早期回復の妨げとなることがあきらかとなった。そこで、高置水槽をスロッシングダンパーとして活用し、レジリエンス性能を高める方法について検討を行った。

高置水槽を同調液柱管ダンパー (TLCD) とし、取り換え可能な 2 段の網を導入することで大地震動時の性能劣化や装置破損することを抑える機構の検討を行った。水の使用量の多い鉄骨造の 16 階建て病院建物を想定し、1 層に縮約した縮小試験体を製作した。TLCD は実在建物の冷水槽を参考に高置水槽の容積を決定し、寸法を 1/100 倍に縮小した試験体を製作した (図 6)。有限要素解析ソフトウェア Ansys を用いた振動特性の解析および縮小試験体の自由振動実験によりスロッシング周期を把握した。そして、建物縮小試験体の上に TLCD 縮小試験体を設置して振動台実験を行い、建物応答を低減する TLCD の 2 段の網の条件を分析した。入力地震動には告示波および設計用長期地震動を用いた。

建物試験体の絶対加速度応答および層間変位応答は、小さな振幅の設計用地震動では約 50%の応答低減を達成できた。一方、大きな振幅の設計用地震動では 10%前後の応答低減であった。この原因としてスロッシング周期の伸長が考えられる。スロッシングの波高低減性能については、小振幅の地震動の場合は網 1 段の場合でも有効であった。一方、大振幅の地震動の場合は 2 段目の網を用いる有効性が示された。

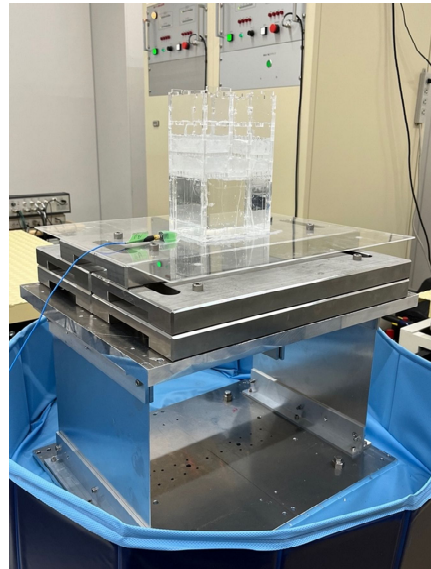


図 6 振動台実験で用いたダンパー高置水槽試験体を搭載した建物縮小試験体

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 24件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ryosuke Anamizu, Masayuki Kohiyama	4. 巻 6
2. 論文標題 Study on a simplified model of a high-rise shear-type building for evaluation of Q - Δ resonance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japan Architectural Review	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） 10.1002/2475-8876.12406	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 木田祐輔, 平岡笑暢, 小檜山雅之	4. 巻 43
2. 論文標題 サーバ地震応答の故障閾値超過確率に基づくウォームスタンバイ	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 19-27
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11314/jisss.43.19	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 Masayuki Kohiyama, Shiori Maki	4. 巻 1
2. 論文標題 Three-Dimensional Frame Analysis of Q-Δ Resonance of Center-Core Biaxially Symmetrical High-Rise Building Under Long-Period Earthquake Motion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2023)	6. 最初と最後の頁 961-970
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7712/120123.10449.21098	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 Ryohei Kai, Masayuki Kohiyama	4. 巻 1
2. 論文標題 Experiment and Simulation of Q-Δ Resonance Using Four-Layer Bending-Shear Type Specimen	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 9th International Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2023)	6. 最初と最後の頁 971-981
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7712/120123.10450.21152	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 Masayuki Kohiyama	4. 巻 -
2. 論文標題 Probability Distribution of Torsional Response by Q-Δ Resonance of Multi-Story Building under Long-Period Seismic Motion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (ICASP14)	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 Hiroaki Nishi, Yuki Takayama, Janaka L. Wijekoon, Eugene Y. Song, Kang B. Lee	4. 巻 -
2. 論文標題 Temperature Monitoring and Airflow Control System for Balancing the Greenhouse Environment Using IEEE 1451 Standards	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IECON 2023- 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	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) 10.1109/IECON51785.2023.10312312	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 Ayu Sonoda, Paul Compagnon, Marina Reyboz, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Attention-PVS for Domestic Hot Water Consumption Forecasting in Individual Household	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IECON 2023- 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	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) 10.1109/IECON51785.2023.10312535	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 Emiri Hayashi, Ayu Sonoda, Akihito Nishikawa, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Estimation of Indoor Space Temperature Distribution Using Heat Maps	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IECON 2023- 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society	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) 10.1109/IECON51785.2023.10312097	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 穴水亮輔, 小檜山雅之	4. 巻 88
2. 論文標題 せん断型超高層建物のQ - Δ共振評価用簡易モデルに関する研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 59-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.88.59	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 Shiori Maki, Masayuki Kohiyama	4. 巻 5
2. 論文標題 Torsional behavior of a non-eccentric structure considering the effect of shear deformations in vertical members	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japan Architectural Review	6. 最初と最後の頁 404-431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2475-8876.12290	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 穴水亮輔, 小檜山雅之	4. 巻 68B
2. 論文標題 振動台実験および有限要素解析による高次モードを考慮したQ - Δ共振の基礎的検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 386-396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijjse.68B.0_386	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 西宏章	4. 巻 -
2. 論文標題 スマートコミュニティ・スマートシティでのエッジコンピューティングの本当の役割 エッジコンピューティングの位置自在性・透明性が社会を変える	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JBPress	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 無
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 Subhaditya Shom, Arpan Guha, Kim Fung Tsang, Hiroaki Nishi, Chung Kit Wu, Khaled Shuaib, Hamid Sharif, Mahmoud Alahmad	4. 巻 -
2. 論文標題 Survey of Protocols for V2G Communications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd IEEE International Conference on Industrial Technology, IEEE IES ICIT2022	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) 10.1109/ICIT48603.2022.10002733	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 Ayu Sonoda, Yuki Takayama, Ayaki Sugawara, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Greenhouse Heat Map Generation with Deep Neural Network Using Limited Number of Temperature Sensors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022)	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) 10.1109/IECON49645.2022.9968606	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 Akihito Nishikawa, Kazuhiro Hattori, Motomasa Tanaka, Hiroaki Muranami, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Anomalous Sound Detection, Extraction, and Localization for Refrigerator Units Using a Microphone Array	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022)	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) 10.1109/IECON49645.2022.9969098	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 Mohammad Bakhtiari, Yang Wei, Hiroaki Nishi, Kim Fung Tsang, Nasser Aljuhaishi, Mahmoud Alahmad	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimum Configuration of Edge Computing Protocols for Industrial Internet-of-Thing Applications	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022)	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) 10.1109/IECON49645.2022.9969057	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 Hiroaki Nishi, Kang Lee	4. 巻 -
2. 論文標題 Implementation of IEEE P1451.0 and P1451.1.6 Standards-based Sensor Network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022)	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) 10.1109/IECON49645.2022.9968652	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 Masayuki Kohiyama, Hiroki Yokoyama, Shiori Maki	4. 巻 5
2. 論文標題 Torsional response of a bisymmetric structure induced by bending-torsion interaction in vertical members	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japan Architectural Review	6. 最初と最後の頁 3-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2475-8876.12249	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 Hiroaki Nishi, Eugene Y. Song, Yuichi Nakamura, Kang B. Lee, Yucheng Liu, Kim Fung Tsang	4. 巻 -
2. 論文標題 Time Synchronization of IEEE P1451.0 and P1451.1.6 Standard-based Sensor Networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2021)	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) 10.1109/IECON48115.2021.9589904	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 Yuki Takayama, Yuiko Sakuma, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Recommendation System for Energy Consumption Behavior Change on Residents' Response and Stress	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2021)	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) 10.1109/IECON48115.2021.9589458	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 Yuki Takayama, Saki Saito, Yuiko Sakuma, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Air-Conditioning Control with Spatial Recognition Using Stereo Infrared Array Sensors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2021)	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) 10.1109/IECON48115.2021.9589925	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 Xin Yao, Minato Omori, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Load Balancing Method Using Server Temperature Prediction Considering Multiple Internal Heat Sources in Data Centers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Mechatronics (ICM)	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) 10.1109/ICM46511.2021.9385604	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 K. Wakabayashi, M. Kohiyama, R. Eguchi, M. Takahashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Wireless Seismic Response Control of an Instrument with Casters Based on Reinforced Learning Considering Stochastic Models of Computer Vision	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the Seventh Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and Its Applications (APSSRA2020)	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) 10.15083/00079812	査読の有無 無
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 Masahiro Hashimoto, Ryo Morishima, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Low-Information-Loss Anonymization of Trajectory Data Considering Map Information	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2020)	6. 最初と最後の頁 461-466
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISIE45063.2020.9152438	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 Masato Nohara, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Video Object Detection Method Using Single-Frame Detection and Motion Vector Tracking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Informatics '20 (INDIN2020)	6. 最初と最後の頁 119-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/INDIN45582.2020.9442163	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 Saki Saito, Kanami Yuyama, Masahisa Ishii, Victor Huang, Hiroaki Nishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Representation of Plant Structure using XML and Its Application to Cultivation Management	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA2020)	6. 最初と最後の頁 125-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ETFA46521.2020.9212015	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

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 平岡笑暢, 木田祐輔, 小檜山雅之
2. 発表標題 サーバ地震応答の故障閾値超過確率に基づくウォームスタンバイ法の震動台実験
3. 学会等名 日本建築学会大会（近畿）学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平岡笑暢, 木田祐輔, 小檜山雅之
2. 発表標題 地震応答の安全限界超過確率に基づくサーバのウォームスタンバイ法の提案
3. 学会等名 第10回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム
4. 発表年 2023年

1．発表者名 Masayuki Kohiyama, Akiho Kitatani
2．発表標題 Linear Quadratic Regulator Design for a Seismic Control System to Minimize Recovery Time of Medical Facility
3．学会等名 The 8th World Conference on Structural Control and Monitoring (8WCSCM) (国際学会)
4．発表年 2022年

1．発表者名 牧菜里, 小檜山雅之
2．発表標題 長周期地震動によるセンターコア型二軸対称超高層建物のQ-Δ共振に関する立体骨組解析
3．学会等名 日本地震工学会・大会 - 2022
4．発表年 2022年

1．発表者名 甲斐凌平, 小檜山雅之
2．発表標題 4層曲げせん断型試験体のQ - Δ共振実験
3．学会等名 日本地震工学会・大会 - 2022
4．発表年 2022年

1．発表者名 Hiroaki Nishi
2．発表標題 IEEE P1451.1.6: Standards Review
3．学会等名 IES Standards / InterOP Plugfest, held in the 23rd IEEE International Conference on Industrial Technology (国際学会)
4．発表年 2022年

1 . 発表者名 Hiroaki Nishi
2 . 発表標題 Practice of Standardization Activities in IEEE SA - IEEE P2992 Data Expression, Exchange, and Processing in Smart Agriculture -
3 . 学会等名 IEEE SA / NARO Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hiroaki Nishi
2 . 発表標題 IEEE P1451.1.6
3 . 学会等名 IES Standards / InterOP Plugfest, held in the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hiroaki Nishi
2 . 発表標題 IEEE P2992 - Data Expression, Exchange, and Processing in Smart Agriculture
3 . 学会等名 IES Standards / InterOP Plugfest, held in the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hiroaki Nishi
2 . 発表標題 Demonstration of IEEE P1451.1.6
3 . 学会等名 IES Standards / InterOP Plugfest Demo, held in the 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroaki Nishi
2. 発表標題 Sustainable development of a data-driven smart city through Public-Private Partnerships
3. 学会等名 Saitama Sustainable Cities Summit, E-KIZUNA Global Summit (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小檜山雅之, 若林憲人, 高橋大吾
2. 発表標題 医療施設のレジリエンス向上を目的とした制震装置のLQR制御系設計法
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小山裕輝, 小檜山雅之
2. 発表標題 離散直交基底S 変換のランダム位相スペクトログラムによる模擬地震動生成の妥当性の検討
3. 学会等名 日本地震工学会・大会 - 2021
4. 発表年 2021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
研究 分担 者	西 宏章 (Nishi Hiroaki) (00365470)	慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授 (32612)	

6．研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	高橋 正樹 (Takahashi Masaki) (10398638)	慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授 (32612)	

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------