慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	設備被害を軽減するブロードキャスト対応制震システム
Sub Title	Broadcast responsive vibration control system to reduce damage to facilities
Author	小檜山, 雅之(Kohiyama, Masayuki) 西, 宏章(Nishi, Hiroaki) 高橋, 正樹(Takahashi, Masaki)
Publisher	
Publication year	2020
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2019.)
JaLC DOI	
Abstract	建物内の設備機器と連携して地震時の機能維持を図る高度な制震システムを開発した。設備機器と無線通信を行いビデオカメラの映像をもとに応答を制御する手法を構築した。また, 建物の地震応答情報をもとに構造パラメータを同定し, 被害発生確率を最小化するよう制御系設計を行い制御性能を向上する方法を提案し, 実在するセミアクティブ免震建物に適用した。被害発生確率の評価に用いる模擬地震動の作成手法に関して, 震源が近い地震の地震波形が類似することを考慮した数理モデルを構築した。そして, 研究の過程で地震動を受ける建物が水平変位に直交する慣性力によってねじれの共振現象を引き起こしうることを発見した。 We have developed an advanced seismic control system that maintains the functions during an earthquake by coordinating with the equipment inside the building. We constructed a method to control the response based on the video by wireless communication with the equipment. In addition, we proposed a method to identify the structural parameters based on the seismic response data of the building, design the control system to minimize the damage occurrence probability, and improve the control performance, which was applied to the existing semi-active seismic isolated building. Regarding the earthquake motion simulation method, we constructed a mathematical model considering that the seismic waveforms of earthquakes with closely located hypocenters are similar. Finally, we discovered that a building subjected to seismic motion could cause torsional resonance due to inertial force perpendicular to horizontal displacement.
Notes	研究種目 : 基盤研究 (B) (一般) 研究期間 : 2016 ~ 2019 課題番号 : 16H04455 研究分野 : 建築構造学、地震工学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_16H04455seika

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.

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　２ 年　 ６ 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：2016～2019
課題番号：１６Ｈ０４４５５

研究課題名（和文）設備被害を軽減するブロードキャスト対応制震システム

研究課題名（英文）Broadcast Responsive Vibration Control System to Reduce Damage to Facilities

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）　　13,000,000円

研究成果の概要（和文）：建物内の設備機器と連携して地震時の機能維持を図る高度な制震システムを開発した。設備機器と無線通信を行いビデオカメラの映像をもとに応答を制御する手法を構築した。また，建物の地震応答情報をもとに構造パラメータを同定し，被害発生確率を最小化するよう制御系設計を行い制御性能を向上する方法を提案し，実在するセミアクティブ免震建物に適用した。被害発生確率の評価に用いる模擬地震動の作成手法に関して，震源が近い地震の地震波形が類似することを考慮した数理モデルを構築した。そして，研究の過程で地震動を受ける建物が水平変位に直交する慣性力によってねじれの共振現象を引き起こしうることを発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
東日本大震災を経て耐震設計では事業継続性が強く求められるようになってきた。本研究は建物内の設備の被害を軽減する高度な振動制御手法を提案しており，社会のニーズに応えるものである。また，研究の過程で固有振動数が特定の条件を満たしたときにねじれ応答が励起される共振現象を発見した。この現象はこれまで耐震設計で考慮されてこなかったため，今後，現象をより詳しく解明することで超高層建物の耐震性向上に役立つと期待できる。

研究成果の概要（英文）：We have developed an advanced seismic control system that maintains the functions during an earthquake by coordinating with the equipment inside the building. We constructed a method to control the response based on the video by wireless communication with the equipment. In addition, we proposed a method to identify the structural parameters based on the seismic response data of the building, design the control system to minimize the damage occurrence probability, and improve the control performance, which was applied to the existing semi-active seismic isolated building. Regarding the earthquake motion simulation method, we constructed a mathematical model considering that the seismic waveforms of earthquakes with closely located hypocenters are similar. Finally, we discovered that a building subjected to seismic motion could cause torsional resonance due to inertial force perpendicular to horizontal displacement.

研究分野：建築構造学、地震工学

キーワード：構造制御　地震防災　構造ヘルスモニタリング　システム同定

※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。

１．研究開始当初の背景

東日本大震災では，天井などの非構造部材の損傷や設備機器の転倒・落下により事業継続が困難となる被害が多く発生した。これまで建物の地震被害を軽減するため，アクチュエーターやセミアクティブダンパーなどにより制御力を加え応答を低減する，さまざまな装置が国内外で開発されてきた。しかし，制震装置の設計では建物内の設備の応答を積極的には考慮してこなかった。

本研究課題の研究グループは，建物と機器の連成した振動特性を考慮することでより効果的な制御を行うことができると考え，設備応答を考慮した建物の制御や，建物と設備機器の協調制御の研究に取り組んできた。また，建物のみならず設備機器を含めて事業継続に関わる被害の発生確率を低減する制御系設計法を提案した。これらの研究成果を踏まえ，建物側から設備に向けて有線あるいは無線通信により地震応答制御に必要な情報をブロードキャスト（一斉送信）することで，建物内の設備の高度な地震対応を実現することが提案できる。

一方，建物制震システムは，一般に建物構造パラメータの設計値に基づく振動特性に対し制御系設計が行われるが，建物竣工後の振動特性はこれと必ずしも同一ではない。また，最適レギュレータ理論に基づく制御手法は，構造パラメータが変動すると急激に制御性能が劣化することが知られている。したがって，建物の振動特性を地震応答情報をもとに同定し，制御性能の劣化を防ぐ手法の構築が望まれる。

２．研究の目的

建物内の設備機器と連携して地震時の機能維持を図る，高度な地震対応力を有するアクティブ／セミアクティブ制震システムの実現を目指す。具体的には，建物内に存在する設備系に，応答制御に役立つ情報のブロードキャストを行い，設備の機能維持性を高める手法を構築する。また，地震応答情報をもとに構造パラメータを同定することで制御性能の劣化を防ぐ手法を構築する。

３．研究の方法

まず，建物内の設備系に対し地震時の応答制御に役立つ情報を無線通信で送信し，設備の機能維持性を高める手法を構築する。次に，無線通信情報で動作する設備用の振動制御装置のプロトタイプシステムを製作する。そして，数値解析と実験により性能を確認する。

また，建物の振動特性を地震応答情報をもとに同定し，制御性能の劣化を防ぐ手法を構築する。次に，構築した手法の有効性を，数値解析と実験により確認する。そして，実在するセミアクティブ免震建物に上記の提案手法を実装し有効性を検証する。

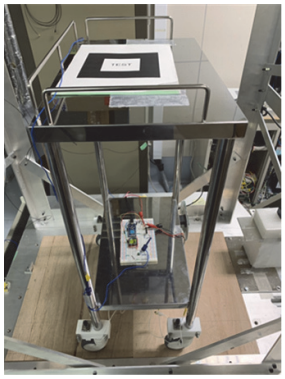
４．研究成果

(1) コンピュータービジョンと無線通信によるキャスター付き設備機器の地震応答制御

医療用のキャスター付き機器（図 1(a)）を対象として，建物内のビデオカメラの情報からコンピュータービジョンにより位置・姿勢を把握し，ニューラルネットワークによりキャスターの固定／非固定を判断，無線通信によりキャスターの切替制御を行うシステムを開発した（図 1(a), (b)）。

キャスター付き機器の位置・姿勢情報からキャスターの固定／非固定切替の指令信号を出力するニューラルネットワークの構築に当たっては，地震応答解析の結果を用いた強化学習を行った。ここで，実験によりキャスター付き機器の摩擦モデルを構築し，シミュレーションプログラムに組み込んで数値解析を行った。コンピュータービジョンの位置情報の誤差を確率モデルで考慮することで制御性能が向上することを明らかにした（図 1(c)）。

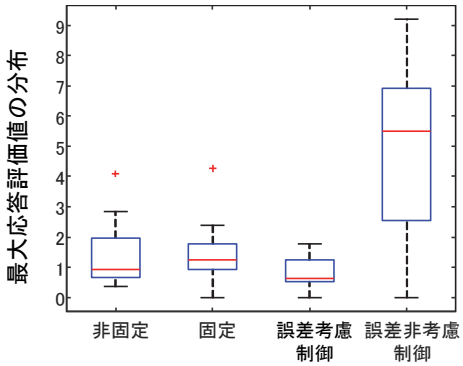
試作した提案システムのプロトタイプシステムを用いて振動台実験により提案システムの有効性の検証を行った。その結果，キャスターを単純に固定あるいは非固定とした場合よりも応答が低減できることを確認した。



(a) 医療用ワゴン



(b) キャスター制御装置



(c) 最大応答評価値分布の比較

図 1　コンピュータービジョンと無線通信によるキャスター付き機器の地震応答制御

本研究ではキャスターの転がりは一方向に固定し，地震動の入力も一方向に限定しているため，基礎的な研究として位置付けられる。しかし，コンピュータービジョンやニューラルネットワークの強化学習といった人工知能技術を活用して建物・設備が無線通信で連携する制震システムは世界的に見ても類はない。今後の高度な地震対策に発展可能な技術として位置づけられる。

(2) 建物の振動特性の同定による制御性能の向上

セミアクティブ免震建物（慶應義塾大学矢上キャンパス創想館，図 2(a), (b)）を対象に，2011 年東北地方太平洋沖地震の地震応答情報をもとに振動特性を同定し（図 2(c), (d)），制震性能の向上を図る方法を構築した。

従来の耐震設計では建物内の設備等の被害を明確に考慮してこなかったが，本研究では設備被害についての設計基準（クライテリア）を設定し，地震動の発生確率情報（地震ハザード曲線）を用いて被害発生確率を評価し，これが最小となるよう制御設計を行う方法を確立した。

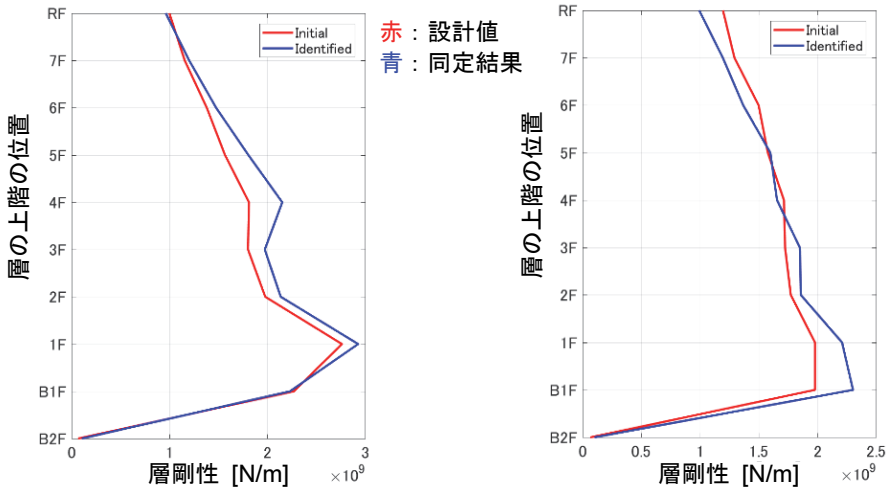
クライテリアとしては免震層の変位 0.3 m，建物の各層の層間変形角 1/200 rad，床応答加速度 2 m/s² を設定した。小地震動から大地震動までの模擬地震動 1000 波を作成し，地震応答解析により上記の閾値を超過するかどうか判定し地震動の大きさ（最大速度）と被害発生確率の関係を表す建物フラジリティ曲線の評価を行った（図 2(e), (f)）。



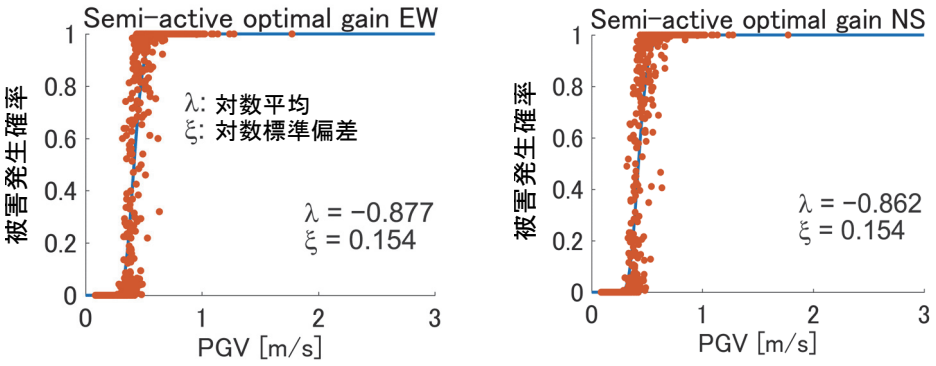
(a) 対象建物



(b) 免震支承(中央)とセミアクティブ免震ダンパー(右)



(c) 同定された建物剛性分布（東西方向） (d) 同定された建物剛性分布（南北方向）



(e) 建物フラジリティ曲線（東西方向） (f) 建物フラジリティ曲線（南北方向）

図 2　建物の振動特性の同定による制御性能の向上

地震ハザード曲線については，国立研究開発法人防災科学技術研究所が提供する今後30年における地震動最大速度の超過確率分布の情報を用いた。建物フラジリティ曲線と地震ハザード曲線を用いて今後30年の地震被害発生確率を評価した。対象建物のセミアクティブ免震システムの制御は線形ガウシアン制御をもとにしており，被害発生確率を最小化する制御パラメータを求めた。表1に示すように制御パラメータを更新することで地震被害発生確率が非制御時や設計当初の制御パラメータによる制御時よりも向上することが確認できる。

2017年3月10日に対象建物の設計を行った株式会社大林組の協力のもと，設計パラメータの更新を行う作業を実施した。対象建物の地震観測は継続しており，比較的大きな揺れが生じた際には検証を実施する予定である。

表1　30年間の被害発生確率の比較

方向	制御状態		
	非制御	設計時の制御パラメータによるセミアクティブ制御	同定した構造パラメータに基づいた最適制御パラメータによるセミアクティブ制御
東西(EW)	31.5%	25.0%	24.2%
南北(NS)	29.6%	24.0%	23.2%

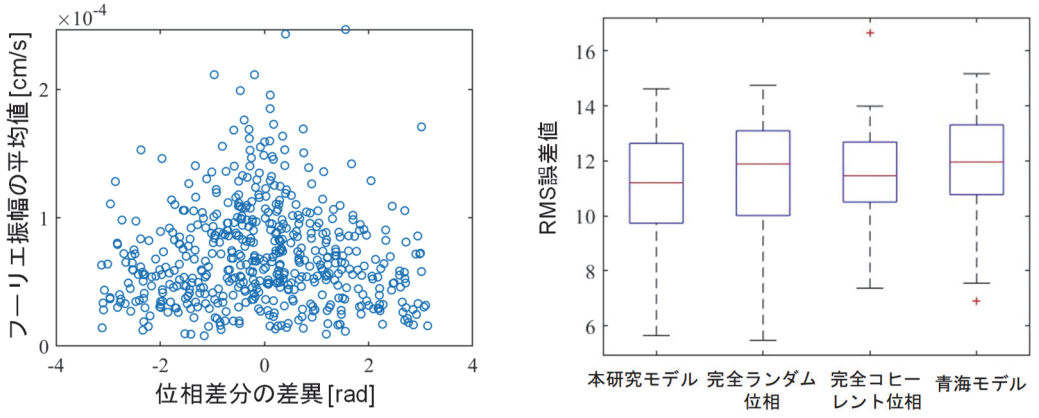
(3) 模擬地震動作成のための要素地震動間の位相類似性モデルの提案

本研究課題では地震被害の発生確率に基づき制御系設計を行う方法を提案している。被害発生確率の評価では模擬地震動を用いた時刻歴応答解析を行っている。模擬地震動を実際の地震動の性質に近づけることは評価した被害発生確率の信頼性を高めることにつながり，制御性能の向上に寄与する。そこで，断層面を要素に分割し小地震の地震波を合成して大地震の地震動を合成する統計的グリーン関数法を用いた模擬地震動の作成手法について，手法の改良の検討を行った。

具体的には，震源が近い地震動は波形に類似性があることを反映する数理モデルの提案を行った。地震動の波形は位相差分スペクトル（フーリエ位相スペクトルを振動数に関して差分をとったもの）と関係がある。マグニチュードが同一で震源位置が比較的近い2つの地震の地震動を選び，その位相差分スペクトルの差異を横軸に、対応する振動数のフーリエ振幅スペクトルの平均値を縦軸にとって描いたものを図3(a)に示す。これより、振幅平均値が大きい成分波には位相差分の差異が0に近く類似性があることが確認できる。一方、振幅平均値が小さい成分波は位相差分の差異が$-\pi$から$+\pi$までランダムに分布している様子が分かる。この位相差分の差異のばらつきを円周確率分布の一つである巻き込みコーシー分布でモデル化できることを見出し，統計的グリーン関数法に組み込む方法を提案した。

2016年熊本地震の最大余震や2011年長野県北部地震の最大余震の観測記録について，応答スペクトルが類似した模擬地震動が作成できるか比較検討したところ，完全にランダムな位相や完全にコヒーレントな位相による模擬地震動等と比べてより実際の地震動に類似していることを確認した（図3(b)）。

提案モデルの構築に用いた観測記録の数は限定的であるため，モデルの信頼性を高めるためにはより多くの観測記録を収集して再評価する必要がある。また、断層の中でも強い地震動を生み出す強震動生成領域については，それ以外の背景領域とは異なる位相の取り扱いが必要であると考えられる。強震動生成領域と背景領域の違いを考慮した数理モデルの構築が今後の課題である。



(a) 位相差分の類似性　　(b) 応答スペクトルに関する実地震動との誤差

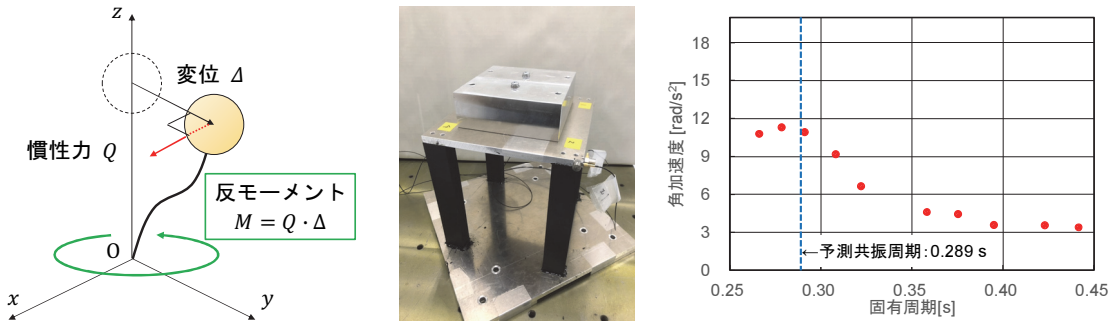
図 3　模擬地震動作成のための要素地震動間の位相類似性モデルの提案

(4) 水平変位に直交する慣性力が誘発するねじれ共振現象の発見

建物の自重 P と水平変位 Δ による転倒モーメントの発生は「P-Δ 効果」として知られており，超高層建物の設計で考慮されている。本研究課題において地震応答特性の分析を行う過程で，地震動を受ける建物が水平変位 Δ に直交する慣性力 Q によってねじれ振動を誘発する「Q-Δ 効果」（図4(a)）がこれまで耐震設計で見落とされている可能性に気付いた。

理論的な検討を行い，偏心のないバランスの良い構造システムでも2方向の並進振動モードの固有振動数の和または差とねじれ振動モードの固有振動数が一致すると共振現象によりねじれ応答が励起されることを予測し，この「Q-Δ 共振」現象を実験で実証した（図4(b), (c)）。そして，地震動のランダム性を考慮するため，並進2方向の独立なガウス性白色雑音のランダムな地動に対するねじれ応答の確率分布を近似的に導出した.

超高層建物は増え続けているが，東日本大震災では震源から800 km 離れた超高層建物に被害をもたらした。本研究で構築した理論は耐震設計分野で未知であった現象を解明するものであり，今後の先手を打った地震防災に役立つものと考えられる。



(a) Q-Δ 効果　　(b) 試験体　　(c) ねじれ応答加速度の分布

図 4　水平変位に直交する慣性力が誘発するねじれ共振現象の発見

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計24件（うち査読付論文　18件／うち国際共著　2件／うちオープンアクセス　7件）

１．著者名 小檜山雅之，大村真史	４．巻 65B
２．論文標題 層間変形を低減する層間同調質量ダンパーの設計法とその検証実験	５．発行年 2019年
３．雑誌名 構造工学論文集	６．最初と最後の頁 77-84
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 Masayuki Kohiyama and Hiroki Yokoyama	４．巻 4 Article 38
２．論文標題 Torsional Response Induced by Lateral Displacement and Inertial Force	５．発行年 2018年
３．雑誌名 Frontier in Built Environment	６．最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fbuil.2018.00038	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 Rajitha Tennekoon, Janaka Wijekoon, and Hiroaki Nishi	４．巻 6
２．論文標題 On the Effectiveness of IP-Routable Entire-Packet Encryption Service over Public Networks	５．発行年 2018年
３．雑誌名 IEEE Access	６．最初と最後の頁 73170-73179
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2018.2882390	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 Masahiro Yoshida, Tomoya Imanishi, and Hiroaki Nishi	４．巻 139
２．論文標題 Feature Extraction and Resident Number Prediction Method using Power Consumption Data	５．発行年 2019年
３．雑誌名 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌)	６．最初と最後の頁 227-236
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.139.227	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 Yuiko Sakuma, Yusuke Nakajo, and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Building Thermal Performance Assessments Using Simple Sensors for the Green New Deal in Japan	5．発行年 2018年
3．雑誌名 The 27th IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2018)	6．最初と最後の頁 691-696
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ISIE.2018.8433864	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 Masahiro Yoshida, Sofia Kleisarchaki, Levent Gtirgen, and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Indoor Occupancy Estimation via Location-Aware HMM: An IoT Approach	5．発行年 2018年
3．雑誌名 The Seventh IEEE WoWMoM Workshop on the Internet of Things: Smart Objects and Services (IoT-SoS 2018)	6．最初と最後の頁 14-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/WoWMoM.2018.8449765	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 Minato Omori and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Request Distribution for Heterogeneous Database Server Clusters with Processing Time Estimation	5．発行年 2018年
3．雑誌名 IEEE 16th International Conference of Industrial Informatics (INDIN2018)	6．最初と最後の頁 278-283
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/INDIN.2018.8471931	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 Keiya Harada, Yuta Ohno, Yuichi Nakamura, and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Anonymization method based on sparse coding for power usage data	5．発行年 2018年
3．雑誌名 IEEE 16th International Conference of Industrial Informatics (INDIN2018)	6．最初と最後の頁 571-576
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/INDIN.2018.8471982	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 Shun Kinoshita and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Task Allocating Service-oriented Network for Smart Community Applications	5．発行年 2018年
3．雑誌名 IEEE 16th International Conference of Industrial Informatics (INDIN2018)	6．最初と最後の頁 140-145
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/INDIN.2018.8472020	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 W.A. Shanaka P. Abeysiriwardhana, Janaka Wijekoon, and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Optimized Service Function Path Selection for IoT Devices Using Virtual Network Function Performance Data	5．発行年 2019年
3．雑誌名 The 33rd International Conference on Information Networking (ICOIN 2019)	6．最初と最後の頁 165-170
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 Soichiro Shohata, Yuichi Nakamura, and Hiroaki Nishi	4．巻 1
2．論文標題 Hardware for Accelerating Anonymization Transparent to Network	5．発行年 2018年
3．雑誌名 The Sixth International Symposium on Computing and Networking (CANDAR'18)	6．最初と最後の頁 181-187
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/CANDAR.2018.00032	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 横山裕基，小槍山雅之	4．巻 I
2．論文標題 ガウス性白色雑音地動に伴う水平変位に直交する慣性力が誘発するねじれ応答の確率分布に関する基礎的検討	5．発行年 2019年
3．雑誌名 2018年度第89回日本建築学会関東支部研究報告集	6．最初と最後の頁 333-336
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 岩井創，横山春果，小檜山雅之	４．巻 I
２．論文標題 統計的グリーン関数法の要素地震波間の類似性をベータ関数で表した位相差モデル	５．発行年 2019年
３．雑誌名 2018年度第89回日本建築学会関東支部研究報告集	６．最初と最後の頁 345-348
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 横山春果，小檜山雅之	４．巻 1
２．論文標題 統計的グリーン関数法を用いた模擬地震動における卓越方向を考慮した水平二成分モデル	５．発行年 2018年
３．雑誌名 第15回日本地震工学シンポジウム論文集	６．最初と最後の頁 3163-3172
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 河西洋亮，中道文人，小檜山雅之	４．巻 1
２．論文標題 設備の機能維持を目的としたセミアクティブオイルダンパーの多項式制御	５．発行年 2018年
３．雑誌名 第15回日本地震工学シンポジウム論文集	６．最初と最後の頁 1671-1680
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 岡一也，小檜山雅之	４．巻 64B
２．論文標題 強震動を受ける木造住宅の質量偏在と平面形状に起因した捩れ振動の動的解析による評価	５．発行年 2018年
３．雑誌名 構造工学論文集	６．最初と最後の頁 479-492
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 Masayuki Kohiyama	4．巻 1
2．論文標題 Seismic Fragility Function for Ceilings: A Formulation Using Upper Floor Response Acceleration	5．発行年 2017年
3．雑誌名 Proceedings of the 12th International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR 2017)	6．最初と最後の頁 1873-1881
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 河村夏生，岡一也，小檜山雅之	4．巻 I
2．論文標題 数値解析を用いた２階建て木造建物の一構面の耐力における上下階壁配置の影響分析	5．発行年 2018年
3．雑誌名 2017年度第88回日本建築学会関東支部研究報告集	6．最初と最後の頁 341-344
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 西 宏章	4．巻 31
2．論文標題 スマートコミュニティとは何か ： 実証例から見る社会問題解決策としての可能性	5．発行年 2017年
3．雑誌名 環境共生	6．最初と最後の頁 3-12
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 Masayuki Kohiyama, Masashi Omura, Masaki Takahashi, Osamu Yoshida, and Koichi Nakatsuka	4．巻 2
2．論文標題 Update of control parameters for semi-actively controlled base-isolated building to improve seismic performance	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Japan Architectural Review	6．最初と最後の頁 226-237
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/2475-8876.12090	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 若林憲人，河西洋亮，小檜山雅之，江口僚，髙橋正樹	4．巻 66B
2．論文標題 摩擦を考慮した動的解析結果の強化学習に基づくコンピュータビジョンを用いたキャスタ付き機器の地震応答制御	5．発行年 2020年
3．雑誌名 構造工学論文集	6．最初と最後の頁 305-314
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 Haruka Yokoyama, Hajime Iwai, and Masayuki Kohiyama	4．巻 1
2．論文標題 Phase Similarity Model Between Element Waves of Adjacent Element Faults for Simulated Ground Motion Based on the Stochastic Green's Function Method	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. 29th European Safety and Reliability Conference	6．最初と最後の頁 3217-3223
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3850/978-981-11-2724-3_0444-cd	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 Hiroki Yokoyama and Masayuki Kohiyama	4．巻 1
2．論文標題 Probability Distribution of Torsional Response Induced by Lateral Displacement and Internal Force	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Proc. 29th European Safety and Reliability Conference	6．最初と最後の頁 3224-3231
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3850/978-981-11-2724-3_0419-cd	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 Yuiko Sakuma and Hiroaki Nishi	4．巻 12
2．論文標題 Estimation of Building Thermal Performance using Simple Sensors and Air Conditioners	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Energies 2019	6．最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/en12152950	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44件（うち招待講演　2件／うち国際学会　32件）

1．発表者名
横山春果，小檜山雅之

2．発表標題
統計的グリーン関数法における要素地震波の巻き込み正規分布を用いた位相類似性モデル

3．学会等名
日本地震工学会・大会－2019

4．発表年
2019年

1．発表者名
河西洋亮，若林憲人，小檜山雅之

2．発表標題
摩擦を考慮した動的解析に基づくコンピュータビジョンを用いたキャスタ付き機器の地震応答制御

3．学会等名
2019年度日本建築学会大会（北陸）学術講演会

4．発表年
2019年

1．発表者名
水鳥文哉，横山裕基，小檜山雅之

2．発表標題
水平変位に直交する慣性力が誘発するねじれ応答の振動台実験

3．学会等名
2019年度日本建築学会大会（北陸）学術講演会

4．発表年
2019年

1．発表者名
Ryo Morishima and Hiroaki Nishi

2．発表標題
Network Transparent Fog-based IoT Platform for Industrial IoT

3．学会等名
IEEE 17th International Conference of Industrial Informatics, INDIN 2019（国際学会）

4．発表年
2019年

１．発表者名
Yuiko Sakuma, Sofia Kleisarchaki, Levent Gurgen, and Hiroaki Nishi

２．発表標題
Exploring Variability in IoT Data for Human Activity Recognition

３．学会等名
The 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Saki Saito and Hiroaki Nishi

２．発表標題
Practical Estimation Method of Thermal Sensation Using an Infrared Array Sensor

３．学会等名
The 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Yuiko Sakuma and Hiroaki Nishi

２．発表標題
Airflow Direction Control of Air Conditioners Using Deep Reinforcement Learning

３．学会等名
SICE International Symposium on Control Systems 2020（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
西 宏章

２．発表標題
パネルディスカッション1「センサー活用がもたらす市民生活のイノベーションとは」パネリスト

３．学会等名
スマートシティ・インスティテュート 特別シンポジウム 日本・バルセロナ スマートシティフォーラム（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
Hiroaki Nishi

２．発表標題
Panel Discussion 1: Government Panel (about smart city initiatives by ASEAN including ASEAN Smart City Network (ASCN) to discuss possibilities of cooperation with Japan and the U.S.)

３．学会等名
Smart City Partnership: Japan-U.S. Emerging Collaborations with the Indo-Pacific (Mobility Talks International)（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
Yosuke Kawanishi and Masayuki Kohiyama

２．発表標題
Seismic Response Control for Equipment with Casters Using Switching Wheel Lock Conditions

３．学会等名
The 13th World Congress on Computational Mechanics (WCCM 2018), New York, NY, USA（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Soichiro Shohata, Yuichi Nakamura, and Hiroaki Nishi

２．発表標題
Implementation of Hardware for Accelerating Anonymization Transparent to the Network

３．学会等名
Workshop on Smart City Based on Ambient Intelligence (SCAI2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Tomomu Iwai, Yuta Ohno, Akira Niwa, Yuichi Nakamura, and Hiroaki Nishi

２．発表標題
A Self-Organizing Map Using Classification Method for Services on Multi-Layer Computing Environments

３．学会等名
Workshop on Smart City based on Ambient Intelligence (SCAI2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Kohiyama, M., Omura, M., Takahashi, M., Yoshida, O., and Nakatsuka, K.

２．発表標題
Update of Control Parameters of Semi-Actively Controlled Base-Isolated Building

３．学会等名
The 7th World Conference on Structural Control and Monitoring (7WCSCM)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
横山裕基，小檜山雅之

２．発表標題
超高層建物の水平変位に直交する慣性力が誘発するねじれ応答の基礎的検討

３．学会等名
2018年度日本建築学会大会（東北）学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
小檜山雅之，大村真史

２．発表標題
層間変形を低減する層間同調質量ダンパーの設計と実験

３．学会等名
2018年度日本建築学会大会（東北）学術講演会

４．発表年
2018年

１．発表者名
岡一也，小檜山雅之

２．発表標題
強震動を受ける木造住宅の質量偏在に起因した捩れ振動の影響

３．学会等名
日本建築学会大会（中国）学術講演会

４．発表年
2017年

１．発表者名
青海美沙希，小槍山雅之

２．発表標題
統計的グリーン関数法における隣接する要素断層地震の位相類似性に関する2016年熊本地震の余記録を用いた分析

３．学会等名
日本地震工学会・大会-2017

４．発表年
2017年

１．発表者名
大村真史，小槍山雅之，髙橋正樹，吉田治，中塚光一

２．発表標題
セミアクティブ免震システムの構造パラメータの同定と地震リスク解析に基づいたLQG制御ゲインの更新

３．学会等名
日本地震工学会・大会-2017

４．発表年
2017年

１．発表者名
Tomoya Imanishi, Masahiro Yoshida, Janaka Wijekoon, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Time-series decomposition of power demand data to extract uncertain features

３．学会等名
IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Masahiro Yoshida, Tomoya Imanishi, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Feature Extraction and Background Information Detection Method using Power Demand

３．学会等名
IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Yusuke Nakajo, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Temperature-based Request Distribution For Effective CRAC and Equipment Life-cycle Extension

３．学会等名
the ASME 2017 International Technical Conference and Exhibition on Packaging and Integration of Electronic and Photonic Microsystems INTERPACK2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Yusuke Nakajo, Tomomichi Noguchi, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Efficient energy utilization based on task distribution and cooling airflow management in a data center

３．学会等名
43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2017（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
Hiroaki Nishi

２．発表標題
Information and Communication Platform for Providing Smart Community Services - System Implementation and Use Case in Saitama City

３．学会等名
the 19th International Conference on Industrial Technology (ICIT2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
Tadanori Matsui, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Time Slotted Channel Hopping Scheduling Based on the Energy Consumption of Wireless Sensor Networks

３．学会等名
the 15th International Workshop on Advanced Motion Control (IEEE AMC 2018)（国際学会）

４．発表年
2018年

１．発表者名
湯山要海，吉田将大，服部一裕，村並広章，田中基雅，西宏章

２．発表標題
糖類の晶析データを用いた特徴量の重要度を決定する手法の提案と評価

３．学会等名
電気学会情報システム研究会「知識抽出技術と情報システム、その他一般」

４．発表年
2017年

１．発表者名
西宏章

２．発表標題
スマートシティ・スマートコミュニティにおけるIoTとエッジプラットフォーム

３．学会等名
第1回エッジプラットフォームコンソーシアム（EPFC）シンポジウム2017

４．発表年
2017年

１．発表者名
Hiroaki Nishi

２．発表標題
Launching the Smart Cities Concept

３．学会等名
Brokerage Event 2017- Smarter Region Devoted to the issue of Intelligent technologies for citizens of the Moravian-Silesian Region-（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
西宏章

２．発表標題
スマートコミュニティにおける情報通信プラットフォーム

３．学会等名
電気学会スマートファシリティ研究会

４．発表年
2017年

１．発表者名
Dan, M., Omura, M., Nakamichi, F., Kohiyama, M., and Lang, Z.-Q.

２．発表標題
Experimental Study of the Effectiveness of Semi-Actively Implemented Power-Law Damping on Suppressing the Seismic Response of a Base-Isolated Building

３．学会等名
6th European Conference on Structural Control (EACS 2016)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Nakamichi, F. and Kohiyama, M.

２．発表標題
Shaking Table Tests of Cooperative Control between an Active Mass Damper for a Building and Semi-Active Damper for a Base-Isolated Floor Using a Small-Scale Specimen

３．学会等名
6th European Conference on Structural Control (EACS 2016)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Omura, M., Kohiyama, M., Kakinuma, Y., and Anzai, H.

２．発表標題
Experimental Study on Application of Electro-Adhesive Gel Damper to Based-Isolated Building Using Small-Scale Specimen

３．学会等名
6th European Conference on Structural Control (EACS 2016)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Seikai, M., Nakahara, S., and Kohiyama, M.

２．発表標題
Seismic Risk Assessment of Wooden Structures near Faults Considering the Locational Uncertainty of Source Area Using the Non-Uniform Slip Model

３．学会等名
the 16th World Conference on Earthquake Engineering (16WCEE 2017)（国際学会）

４．発表年
2017年

１．発表者名
渡邉健太，小檜山雅之

２．発表標題
非対称な形状の積載物の応答を抑制する非対称な剛性・減衰の免震台の設計

３．学会等名
日本建築学会大会

４．発表年
2016年

１．発表者名
Shintaro Ikeda, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Sparse-Coding-based Household Clustering for Demand Response Services

３．学会等名
2016 IEEE International Symposium on Industrial Electronics（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Toshichika Shiobara, Guillaume Habault, Jean-Marie Bonnin, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Effective Communicating Optimization for V2G with Electric Bus

３．学会等名
14th International Conference on Industrial Informatics (IEEE-INDIN 2016 France)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Tadanori Matsui, Hiroaki Nishi

２．発表標題
ECORS: Energy Consumption-Oriented Route Selection for Wireless Sensor Network

３．学会等名
14th International Conference on Industrial Informatics (IEEE-INDIN 2016 France)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Jan Haase, Mahmoud Alahmad, Hiroaki Nishi, Joern Ploennigs, Kim Fung Tsang

２．発表標題
The IOT Mediated Built Environment: A Brief Survey

３．学会等名
14th International Conference on Industrial Informatics (IEEE-INDIN 2016 France)（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Kento Masukawa, Kenichi Takagiwa, Tadanori Matsui, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Traceability Acquisition Method for Network Security using Multiple Encryption and Decryption of the Tag in Packet

３．学会等名
PDPTA'16 - The 22nd International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Tomomichi Noguchi, Janaka Wijekoon, Yogendra Joshi, Minami Yoda, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Shutter control for cooling air flow management in data center servers

３．学会等名
The 42nd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Yuichi Nakamura, Maxime Louvel, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Coordination middleware for secure wireless sensor networks

３．学会等名
The 42nd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Tadanori Matsui, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Analysis and Implementation of WSN with Route Selection Considering Energy Consumption

３．学会等名
2016 IEEE International Conference on Smart Grid Communications（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Takahiro Hosoe, Tadanori Matsui and Hiroaki Nishi

２．発表標題
Automated Generation Method of Recommendation for Effective Energy Utilization as a HEMS Service

３．学会等名
2016 IEEE International Conference on Smart Grid Communications（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Tomoya Imanishi, Rajitha Tennekoon, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Feature extraction and classification using power demand information

３．学会等名
2016 IEEE International Conference on Smart Grid Communications（国際学会）

４．発表年
2016年

１．発表者名
Tomoya Imanishi, Rajitha Tennekoon, Hiroaki Nishi

２．発表標題
Feature Expression of Frequency Transform Regarding Daily Power Demand Information

３．学会等名
ACM IMCOM 2017 (International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication)（国際学会）

４．発表年
2017年

〔図書〕　計2件

1．著者名 小林 光、豊貞 佳奈子	4．発行年 2016年
2．出版社 木楽舎	5．総ページ数 336
3．書名 地球とつながる暮らしのデザイン	

1．著者名 Hiroaki Nishi (Chapter 10, edited by Yoshiki Yamagata and Perry P.J. Yang)	4．発行年 2020年
2．出版社 Elsevier	5．総ページ数 445
3．書名 Urban Systems Design: Creating Sustainable Smart Cities in the Internet of Things Era	

〔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)	
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)	