

Title	機能維持性を高める建物・複数機器の協調制御
Sub Title	Cooperative control of a building and equipment to enhance the functional maintainability
Author	小檜山, 雅之(Kohiyama, Masayuki) 高橋, 正樹(Takahashi, Masaki) 西, 宏章(Nishi, Hiroaki)
Publisher	
Publication year	2016
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2015.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>制振装置を持つ機器が導入された建物の機能維持のため、制御手法と設計法を開発した。①建物・機器協調制御手法を構築し、データセンターを事例に数値解析と震動台実験で有効性を実証した。②機能停止確率を最小化する制御系設計法を定式化し、地震ハザード曲線と建物フラジリティ曲線を用いて少ない計算負荷で設計できることを確認した。③センサの信頼度パラメータとLQG制御理論に基づく故障補償制御法を構築し、数値解析と震動台実験で有効性を確認した。④過減衰モードを考慮できる拡張応答スペクトル法で絶対加速度応答と最大制御力の推定手法を構築した。⑤セミアクティブダンパーの減衰特性を考慮した最適制御系設計の理論を構築した。</p> <p>For the functional maintenance of buildings that accommodate equipment with vibration control devices, new control methods and design procedures were developed. 1) A cooperative control method for buildings and equipment was constructed and its validity was confirmed through simulation analysis and shaking table tests of a data center model. 2) A low-computational-load procedure of control design using a seismic hazard curve and a building fragility curve was formulated to minimize the function failure probability. 3) A failure compensation method was developed using a reliability parameter and a linear quadratic Gaussian control and its validity was confirmed through simulation analysis and shaking table tests. 4) A response spectrum method was expanded to estimate the maximum absolute acceleration response and the maximum control force of a system with overdamped modes. 5) An optimal control method considering the damping characteristics of semi-active dampers was formulated.</p>
Notes	研究種目：基盤研究(B)(一般) 研究期間：2012～2015 課題番号：24360230 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_24360230seika

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.

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：32612

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24360230

研究課題名(和文) 機能維持性を高める建物・複数機器の協調制御

研究課題名(英文) Cooperative Control of a Building and Equipment to Enhance the Functional Maintainability

研究代表者

小檜山 雅之(Kohiyama, Masayuki)

慶應義塾大学・理工学部・准教授

研究者番号：10333577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円

研究成果の概要(和文)：制振装置を持つ機器が導入された建物の機能維持のため、制御手法と設計法を開発した。建物・機器協調制御手法を構築し、データセンターを事例に数値解析と震動台実験で有効性を実証した。機能停止確率を最小化する制御系設計法を定式化し、地震ハザード曲線と建物 fragility 曲線を用いて少ない計算負荷で設計できることを確認した。センサの信頼度パラメータとLQG制御理論に基づく故障補償制御法を構築し、数値解析と震動台実験で有効性を確認した。過減衰モードを考慮できる拡張応答スペクトル法で絶対加速度応答と最大制御力の推定手法を構築した。セミアクティブダンパーの減衰特性を考慮した最適制御系設計の理論を構築した。

研究成果の概要(英文)：For the functional maintenance of buildings that accommodate equipment with vibration control devices, new control methods and design procedures were developed. 1) A cooperative control method for buildings and equipment was constructed and its validity was confirmed through simulation analysis and shaking table tests of a data center model. 2) A low-computational-load procedure of control design using a seismic hazard curve and a building fragility curve was formulated to minimize the function failure probability. 3) A failure compensation method was developed using a reliability parameter and a linear quadratic Gaussian control and its validity was confirmed through simulation analysis and shaking table tests. 4) A response spectrum method was expanded to estimate the maximum absolute acceleration response and the maximum control force of a system with overdamped modes. 5) An optimal control method considering the damping characteristics of semi-active dampers was formulated.

研究分野：地震工学

キーワード：構造制御 リスク評価 協調制御 地震防災 性能設計

1. 研究開始当初の背景

地震時の人的・物的被害を減らすため、建物や機器の制振装置の研究開発が精力的に行われており、導入事例も増加してきている。しかし、これまで建物の制振装置と機器の制振装置はもっぱら独立に設計されることが一般的であり、複数の制振装置の連携については十分に研究が行われてこなかった。建物と機器の連成した振動特性を踏まえれば、より効果的な制御を行うことができると考えられる。

この連成した振動特性に関し、研究代表者は、長周期地震動で超高層建物内のエレベータロープが激しく揺れ、昇降路内の突起物に引っ掛かる事故が発生している問題に取り組んできた。まず、超高層建物・エレベータ連成系の地震応答の分析を行い、損傷が生じにくいエレベータのかごの位置を明らかにした。そして、建物の地震応答を低減するために最上階に設置された制振装置を、建物のみでなくエレベータの地震応答も同時に考慮し制御することにより、エレベータロープの応答も低減できることをシミュレーションにより示した。

一方、エレベータのロープ巻上機には、ロープの横揺れ応答制御のため、独自の制振装置が存在するが、建物の制振装置とエレベータの制振装置はそれぞれ独立に制御方法の設計がなされているのが現状である。研究代表者は、建物の制振装置とエレベータの制振装置を協調して制御を行う方法について検討を行い、制振装置間の通信により共有する状態量が部分的であっても制御性能が良好であることを明らかにしている。

建物内に存在する制振装置を持った機器には、上記のエレベータだけでなく、医療機器やコンピュータをはじめとする精密機器、製造機器など、様々なものがあり、別個に振動を制御する装置の開発が行われている。これらの機器の制振装置と建物の制振装置を通信によりスムーズに連携させ、地震による影響を効果的に減らす協調制御手法を確立すれば、建物・機器の機能維持性を高め、地震災害を低減することに大いに役立つと考えられる。

2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究課題では、制振装置間の通信による協調的な制御手法や通信方法について検討し、地震時の建物と機器の応答を同時に低減し機能維持を図る技術を確立することを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、研究分担者の専門を考慮し、メタ制御の研究(担当:小檜山)、協調制御の研究(担当:高橋・小檜山)、通信システムの研究(担当:西,小檜山)の3つの系列の研究体制で取り組む。

平成 24 年度は制振装置を有する機器の数

が変動しない場合の理論構築を中心に行い、平成 25 年度に震動台を用いた検証実験により理論の有効性の評価と改良を行う。平成 26 年度には改良した理論の検証実験とともに、故障や機器の新規導入に伴う機器数の変動が生じる場合の理論構築を行う。そして、平成 27 年度には機器数の変動に適應する制御システムの検証実験を行い、制御性能を評価する。得られた結果をもとに理論の一般化の検討と課題の抽出を行い、研究を総括する。なお、研究計画は各年度見直し、研究の進捗状況や新たな展開に柔軟に対応し、最終目標を達成できるようにする。

4. 研究成果

(1) 平成 24 年度

建物内に制振装置を持つ複数の機器が導入されたときの機能維持のための合理的な制御方法について、基礎的な検討を行った。

まず、制御パラメータの設計に関して、データセンターを事例に地震リスク評価を行い、被害発生確率が最も小さくなるようパラメータの値を選択する手法を構築した。LQR 制御とスライディングモード制御に適用し、その有効性を検証した。また、制御機器の優先順位決定理論に関連し、過減衰モードを考慮できるように応答スペクトル法を拡張し、絶対加速度応答と最大制御力を推定する手法を構築した。

次に、協調制御の研究担当者と連携して、LQG 制御を用いた複数の制振装置に対する協調制御手法の構築を行い、制御性能の比較検討を行い、制御機器の優先順位決定のための基礎的なデータを得た。また、完全分散制御のひとつの方法として建物の制振装置の制御に関する情報を外乱包含制御を用いて考慮する方法を提案し、制御性能について検証した。

また、通信システムの研究担当者と連携して、センサネットワークが故障した場合のロバストな制御方法の構築を行った。そして、提案手法の有効性を震動台実験により検証を行い、改良のための実験データの収集を行った。

(2) 平成 25 年度

建物内に制振装置を持つ複数の機器が導入されたときの機能維持のための合理的な制御方法に関して、構造系・制御系の設計法の理論の構築を行った。

まず、地震ハザード曲線と建物 fragility 曲線を用いて評価した地震時の機能停止確率(機能停止事象の発生確率)をもとに、制御系の設計を行う手法を定式化した。複数階の免震床上に設置されたコンピュータサーバを有するデータセンターを事例に数値解析を行い、構築した設計法を用いることで機能停止確率が低い制御系のパラメータを少ない計算負荷で求めることができるのを確認した。

次に、メタ制御理論に関して、協調制御の研究担当者と連携して、既往のゲインスケジューリングとは異なる、センサの信頼度パラメータとLQG制御理論に基づく新たな故障補償制御法の定式化を行った。そして、シミュレーション解析により提案手法の有効性を確認した。

また、通信システムの研究担当者と連携して、センサネットワークが故障した場合の提案手法の有効性を震動台実験により確認するため、通信故障のモデルを実験に実装する方法について検討を行った。

(3) 平成 26 年度

まず理論の実証に関して、次のような研究成果があった。2013年度に開発したセンサの信頼度パラメータに基づき連続的にオブザーバの観測行列を変動させた耐故障制御を実現する理論について、震動台実験による有効性の検証を行った。複数の制振装置に対する協調制御手法の実証実験を震動台を用いて行い、その有効性を確認した。

次に理論の構築に関するものとして、次のような研究成果があった。前年度に開発した被害確率を最小化する設計手法をスライディングモード制御に応用する検討を行った。高次モードで過減衰を生じる多自由度系の最大応答を予測する理論を構築した。セミアクティブダンパーの減衰特性を考慮した最適制御系設計の理論を構築した。

そして、通信システムの研究に関するものとして、災害に関するデータの扱いの標準化案を作成し、国際電気通信連合の部門の一つで通信分野の標準策定を担当する「電気通信標準化部門」ITU-Tのスマート・サステナブル・シティのフォーカスグループFG-SSCに提出した。

(4) 平成 27 年度

建物内の設備機器の制御装置に関して、2014年度とは異なる制御装置に注目し、本研究プロジェクトで構築した協調制御理論を適用し、有効性の検証を行った。具体的には、15階建てデータセンター建物を想定し、建物の最上階に設置された建物応答を制御するアクティブマスダンパーと、建物内に存在する免震床上のコンピュータサーバの応答を制御する免震床免震層内に設置されたセミアクティブダンパーの協調制御について、検討を行った。上記のように想定した建物・設備連成系の縮小試験体（層数3、固有周期の相似比1/3）を製作し、震動台実験を行った。入力波として絶対加速度を5倍に、継続時間を1/5倍にスケールしたTaft波とEl Centro波を用い加振実験を行い、非制御時や非協調制御時と協調制御時の比較を行った。その結果、協調制御において、建物（メインシステム）試験体と設備（サブシステム）試験体の絶対加速度を低減しつつ、サブシステム試験体の免震床層間変位を低減

する効果があることを確認した。

また、2014年度に基礎的検討を行ったスライディングモード制御を用いた制震建物について、被害確率を最小化する設計理論を完成し、セミアクティブ免震建物を対象として検証解析を行った。研究成果は査読付き論文にて発表済みである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

若山志津佳, 小檜山雅之, セミアクティブ免震建物の被害確率を低減するスライディングモード制御の制御パラメータ設計, 日本地震工学会論文集, 査読有, 16巻, 2016, 75-93

DOI: 10.5610/jaee.16.3_75

Ishizawa, Y. and Kohiyama, M., Maximum Response Estimation of a Mid-Story Isolated Building Based on Complex Complete Quadratic Combination Method Considering Mode-Dependent Peak Factors, Theoretical and Applied Mechanics Japan, 査読有, Vol. 63, 2015, 67-79

DOI: 10.11345/nctam.63.67

Dan, M., Ishizawa, Y., Tanaka, S., Nakahara, S., Wakayama, S., and Kohiyama, M., Vibration characteristics change of a base-isolated building with semi-active dampers before, during, and after the 2011 Great East Japan earthquake, Earthquakes and Structures, 査読有, Vol. 8, 2015, 889-913

DOI: 10.12989/eas.2015.8.4.889

今西智哉, 松井加奈絵, 西 宏章, 学習効率を考慮したキャンパスエネルギーマネジメントシステムの提案と実証, 計測自動制御学会論文集, 査読有, 51巻, 2015, 33-35

DOI: 10.9746/sicetr.51.344

Giron, N. and Kohiyama, M., A Robust Decentralized Control Method Based on Dimensionless Parameters with Practical Performance Criterion for Building Structures under Seismic Excitations, Structural Control and Health Monitoring, 査読有, Vol. 21, 2014, 907-925

DOI: 10.1002/stc.1621

石崎樹, 高橋正樹, セミアクティブダンパーの減衰特性を考慮した最適制御系設計, 日本機械学会論文集, 査読有, 81巻, 2015, 1-10

DOI: 10.1299/transjsme.14-00599

伊東未奈子, 西 宏章, 快適性指標におけるばらつきを考慮した効率のよい家電制御システム, 計測自動制御学会論文集, 査読有, 50巻, 2014, 471-477

DOI: 10.9746/sicetr.50.471

Kohiyama, M. and Yoshida, M. , LQG design scheme for multiple vibration controllers in a data center facility , Earthquakes and Structures , 査読有 , Vol. 6 , 2014 , 281-300

DOI: 10.12989/eas.2014.6.3.281

小檜山雅之, 堀口知宏, PD 制御アクティブブレースを有する多層建物の設計用応答スペクトルを用いた構造系・制御系の同時最適化, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, 78 巻, 2013, 71-80

DOI: 10.3130/aijs.78.71

[学会発表](計 48 件)

中原悠智, 小檜山雅之, 震源断層位置の不確定性を考慮した断層近傍の木造建物の地震リスク, 日本地震工学会・大会 - 2015, 2015 年 11 月 20 日, 東京大学生産技術研究所 (東京都・目黒区)

Yuta Emura, Toshichika Shiobara, Tomomichi Noguchi, and Hiroaki Nishi , Implementation and Evaluation of HEMS Management Middleware using XML, IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015 年 11 月 12 日, パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)

Tomomichi Noguchi and Hiroaki Nishi , Active Controlled Shutter for Effective Cooling of Servers in Data Center, IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015 年 11 月 11 日, パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)

Sachio Godo, Jan Haase, and Hiroaki Nishi , Air Conditioning Control Using Self-Powered Sensor Considering Comfort Level and Occupant Location, IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015 年 11 月 10 日, パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)

Tomoya Imanishi, Rajitha Tennekoon, Peter Palensky, and Hiroaki Nishi , Enhanced Building Thermal Model By using CO2 Based Occupancy Data, IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015 年 11 月 10 日, パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)

石澤裕司, 山本貢司, 小檜山雅之, 木造平屋建物の動的解析に基づく同時超過確率を考慮した地震と雪の荷重組み合わせ, JCROSSAR 2015 - 第 8 回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム, 2015 年 10 月 14 日, 日本学術会議 (東京都・港区)

Mio Fukuta, Minako Ito, Kanae Matsui, and Hiroaki Nishi, Proposal for Home

Energy Management System to Survey Individual Thermal Comfort Range for HVAC Control with Little Contribution from Users, INDIN - 2015 IEEE International Conference on Industrial Informatics, 2015 年 9 月 28 日, Cambridge (UK)

Kohiyama, M. and Wakayama, S. , Improvement of Performance Objectives for a Semi Actively Controlled Base-Isolated Building, CCESE 2015 - Collaborative Conference on Earthquake Science and Engineering (招待講演), 2015 年 9 月 16 日, Chengdu (China)

石澤裕司, 小檜山雅之, モードごとのピークファクター考慮によるホワイトノイズ地動を受ける中間層免震建築物の最大応答推定, 第 22 回信頼性設計技術 WS & 第 35 回最適設計研究会, 2015 年 9 月 13 日, 岡山大学 (岡山県・岡山市)

中原悠智, 小檜山雅之, アスペリティ位置の不確定性を考慮した断層近傍の木造建物の地震リスク, 第 22 回信頼性設計技術 WS & 第 35 回最適設計研究会, 2015 年 9 月 13 日, 岡山大学 (岡山県・岡山市)

Tanaka, S. and Kohiyama, M. , Shaking Table Experiment of Fault-Tolerant Seismic Vibration Control of a Building Based on Sensor Reliability, ICASP12 - 12th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, 2015 年 7 月 15 日, Vancouver (Canada)

Kohiyama, M. , Seismic design of non-structural components in a building in Japan: Who should take the initiative in practice?, IFED 2015 - International Forum on Engineering Decision Making, Eighth Forum: Decision-Making Beyond the Engineering Community (IFED 2015), 2015 年 5 月 7 日, 比叡山延暦寺会館 (滋賀県・大津市)

朱牟田奏人, 小檜山雅之, 建物・免震装置の協調制御手法の開発に向けた連成系モデルの構築, 2014 年度日本建築学会関東支部研究報告会, 2015 年 3 月 3 日, 日本大学工学部 (東京都・千代田区)

若山志津佳, 小檜山雅之, セミアクティブ免震建物の被害確率を低減するスライディングモード制御の制御パラメータ設計, 第 14 回日本地震工学シンポジウム, 2014 年 12 月 5 日, 幕張メッセ国際会議場 (千葉県・千葉市)

Tanaka, S. and Kohiyama, M. , Fault-Tolerant Seismic Vibration Control of a Building with Sensor Reliability Evaluated by the Kalman Filter, 4th International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, 2014 年 11

- 月 17 日, 早稲田大学 (東京都・新宿区) 福田美桜, 西 宏章, 個人の活動や嗜好を考慮した HEMS の構築, 第 43 回日本医療福祉設備学会, 2014 年 11 月 13 日, 東京ビッグサイト (東京都・江東区)
- Mio Fukuta, Minako Ito, Fumito Yamaguchi, and Hiroaki Nishi, Construction of HEMS in Japanese Cold District for Reduction of Carbon Dioxide Emissions, IECON 2014 - 40th Annual Conference on the IEEE Industrial Electronics Society, 2014 年 10 月 30 日, Dallas (USA)
- Sachio Godo, Kanae Matsui, and Hiroaki Nishi, Cost-effective Air Conditioning Control Considering Comfort Level and User Location, IECON 2014 - 40th Annual Conference on the IEEE Industrial Electronics Society, 2014 年 10 月 29 日, Dallas (USA)
- 石澤裕司, 小檜山雅之, モードごとのピークファクターを考慮した複素完全二次結合法による中間層免震建築物の最大応答の推定, 2014 年 9 月 26 日, 第 63 回理論応用力学講演会, 東京工業大学 (東京都・目黒区)
- 小檜山雅之, 被害確率に基づく建物・設備連成系の制震装置の制御系設計, 第 21 回信頼性設計技術 W S & 第 34 回最適設計研究会, 2014 年 9 月 18 日, 東京大学 (東京都・文京区)
- 21 中原悠智, 渡邊 拓, 小檜山雅之, 震源断層と木造建物の位置関係が地震被害確率に及ぼす影響, 2014 年 9 月 12 日, 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演会, 神戸大学 (兵庫県・神戸市)
- 22 田中 翔, 小檜山雅之, センサの信頼度に基づき観測値の欠落を補償するカルマンフィルタを用いた建物振動制御, 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演会, 2014 年 9 月 12 日, 神戸大学 (兵庫県・神戸市)
- 23 Ishizaki, T. and Takahashi, M., Design of Optimal Control System in Anticipation of Application for Semi-Active Damper, 6WSCSM 6th World Conference on Structural Control and Monitoring, 2014 年 7 月 16 日, Barcelona (Spain)
- 24 Kohiyama, M. and Ito, T., Vibration Controller Design of a Building-Equipment System Based on the Seismic Damage Risk, 6WSCSM 6th World Conference on Structural Control and Monitoring, 2014 年 7 月 15 日, Barcelona (Spain)
- 25 Ito, T. and Kohiyama, M., Seismic Vibration Control of a Multi-Story Building Considering Damage Risk of Accommodated Computer Servers, MJIIT-JUC Joint International Symposium, 2013 年 11 月 7 日, 東海大学 (神奈川県・平塚市)
- 26 伊東未奈子, 西 宏章, HEMS 環境におけるスマートフォンを用いた活動量の推定と空調制御への利用 組込みシステムシンポジウム 2013, 2013 年 10 月 18 日, 国立オリンピック記念青少年センター (東京都・渋谷区)
- 27 Kohiyama, M. and Yoshida, M., LQG Design Scheme for Multiple Vibration Controllers in a Building-Equipment System Considering the Maximum Control Force, the 2013 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics, 2013 年 9 月 9 日, Jeju (Korea)
- 28 井山愁哉, 小檜山雅之, 建物の層間変形角応答の低減を目的としたスライディングモード制御の地震リスク評価に基づくパラメータ設計, 日本建築学会大会学術講演会 (北海道), 2013 年 9 月 1 日, 北海道大学 (北海道・札幌市)
- 29 石崎樹, 高橋正樹, 建物と制御系の特性を考慮した免震床の外乱包含制御, 第 13 回「運動と振動の制御」シンポジウム, 2013 年 8 月 30 日, 九州産業大学 (福岡県・福岡市)
- 30 Kohiyama, M. and Takano, K., Optimal stiffness distribution of mid-storey-isolated buildings considering storey drift and floor acceleration response, 9th World Conference on Earthquake Resistant Engineering Structures, 2013 年 7 月 8 日, A Coruna (Spain)
- 31 Kohiyama, M., Prediction of maximum control force of PD-controlled system under stationary white noise, 11th International Conference on Structural Safety and Reliability, 2013 年 6 月 17 日, New York (USA)
- 32 Ito, T. and Kohiyama, M., Seismic vibration control of a building considering fragility curves of accommodated computer servers, 11th International Conference on Structural Safety and Reliability, 2013 年 6 月 17 日, New York (USA)
- 33 西 宏章, スマートグリッドからスマートコミュニティへ, 一般社団法人 情報処理学会 計算機アーキテクチャ研究会 第 196 回 研究会 (招待講演), 2013 年 3 月 26 日, 和歌山県立情報交流センター Big・U (和歌山県・田辺市)
- 34 伊藤孝紀, 小檜山雅之, データセンターにおけるサーバーのフラジリティ評価に基づく建物制震の基礎的研究, 第 62 回理論応用力学講演会, 2013 年 3 月 6 日, 東京工業大学 (東京都・目黒区)
- 35 西 宏章, スマートグリッドの国内外標準

- 化状況とスマートコミュニティ実証例，一般社団法人エレクトロニクス実装学会 標準化状況調査研究会 実装ものづくりを元気にする 国際ビジネス競争生き残りに絶対不可欠「技術開発そして国際標準化」(招待講演)，2013年2月28日，回路会館(東京都・杉並区)
- 36 西 宏章，スマートメーターの電力情報は誰のものか，株式会社インプレス第二回 SGNL セミナー(招待講演)，2013年2月26日，霞が関ナレッジスクエア エキスパート倶楽部(東京都・千代田区)
- 37 西 宏章，スマートシティ：取り組みのご紹介，那須塩原市「スマートシティ」講習会(招待講演)，2013年2月25日，那須塩原市役所西那須野庁舎(栃木県・那須塩原市)
- 38 西 宏章，スマートグリッドの技術的視点より解説～PON,クラウド下でのデータ二次利用ガイドライン,新社会システム総合研究所セミナー(招待講演)，2012年12月18日，クラブハウス会議室赤坂(東京都・港区)
- 39 小檜山雅之，機能維持性を高めるための建物制振，日本機械学会機械力学・計測制御部門ダンピング研究会(招待講演)，2012年12月17日，湘南工科大学(神奈川県・藤沢市)
- 40 西 宏章，スマートコミュニティのビジネスモデルとその将来，第14回エコプロダクツ 2012 セミナー(招待講演)，2012年12月14日，東京ビッグサイト(東京都・江東区)
- 41 西 宏章，スマートグリッドは 何を求めどこに向かうのか，WIDE 研究会 Special Talk(招待講演)，2012年12月1日，慶應義塾矢上キャンパス(神奈川県・横浜市)
- 42 西 宏章，スマートシティ・サービス，産学戦略的研究フォーラム「節電と経済活性化を両立させるスマートコミュニティにおけるサービスモデルの調査」調査研究会(招待講演)，2012年11月28日，慶應義塾日吉キャンパス(神奈川県・横浜市)
- 43 西 宏章，エネルギー管理システム構築に向けた学理融合展開 - 学界の境界を越えて - ，第55回自動制御連合講演会，システム制御情報学会(招待講演)，2012年11月17日，京都大学(京都府・京都市)
- 44 西 宏章，スマートグリッドは何を求めどこに向かうのか？ 情報処理学会 組込システム研究会「組み込みシンポジウム2012」(招待講演)，2012年10月19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)
- 45 西 宏章，地域が求める新サービス ～豊かな暮らしを支えるエネルギー管理やモビリティのあり方～，日経BPクリーンテック研究所 IT ビジネス in スマートシティ必修講座(招待講演)，2012年9月28日，秋葉原コンベンションホール(東京

- 都・千代田区)
- 46 Hiroaki Nishi, Future Internet Infrastructure and its Hardware Support Technology for Smart Grid, The 2012 International Conference on Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (招待講演)，2012年7月16日，Las Vegas (USA)
- 47 西 宏章，Demand Side Applications in Smart Grid System Architecture, WCICA2012 Tutorial Workshop(招待講演)，2012年7月5日，Beijing (China)
- 48 西 宏章，八巻隼人，新世代キャッシュ搭載ネットワークプロセッサにおけるキャッシュアルゴリズムの提案，先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS2012(招待講演)，2012年5月16日，神戸国際会議場(兵庫県・神戸市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小檜山 雅之 (KOHIYAMA, Masayuki)
慶應義塾大学・理工学部システムデザイン
工学科・准教授
研究者番号：10333577

(2) 研究分担者

高橋 正樹 (TAKAHASHI, Masaki)
慶應義塾大学・理工学部システムデザイン
工学科・准教授
研究者番号：10398638

西 宏章 (NISHI, Hiroaki)
慶應義塾大学・理工学部システムデザイン
工学科・教授
研究者番号：00365470