

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04750

研究課題名（和文）ZEH化改修のための省エネルギー効果を検証するMRツールの開発と適用

研究課題名（英文）Development of Mixed Reality Tool for Visualizing Building Performance of Zero Energy House on Energy-saving

研究代表者

沈 振江（SHEN, Zhenjiang）

金沢大学・地球社会基盤学系・教授

研究者番号：70294543

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、ZEH化改修のために情報技術により事前評価を支援するありかたが学術の問いである。このため、MRツール、すなわちUnity3Dと連携できるHoloLensやOculusを用いて、Unity3DにZEH化改修対策の効果を評価できるシステムの開発を行う。具体的には、ZEH化改修予定のハウスにおいて、24時間の住民生活とエネルギー消費を反映できる4次元シミュレーション（時間軸）を行い、MR環境で建物パフォーマンスの評価や体験ができるシステムを事前評価ツールとして開発する。これにより、計画案のイメージを示すことだけでなく、省エネルギーの効果とゼロエネルギーの目標達成度を事前に提示できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、ゼロエネルギーハウスのために、国が関連事業者へ省エネルギー取組を支援する補助金制度が形成している。快適・健康に住まいかつ賢くエネルギーを使用するライフスタイルには、既築ストックのZEH化改修に関する取組の検討も不可欠であり、その普及は重要な課題であるので、省エネルギー性能の表示と体験を通じた補助事業の効果イメージの可視化が重要な課題である。

本研究の学術的な特色・独創的な点は、持続可能な社会の観点から、情報技術を用いた建物の省エネルギー性能の効果を可視化するには、居住者の生活行為に基づくエネルギー消費、ZEH化改修による省エネルギー効果とゼロエネルギーの達成度を示すことである。

研究成果の概要（英文）：In this research, the academic question is how to support pre-evaluation by information technology for ZEH (zero energy house). For this reason, we developed a system that can measure the energy consumption of ZEH using MR tools, such like HoloLens and Oculus that can be linked with Unity3D. Specifically, we developed a visualization tool for experiencing building performance in an MR environment by conducting a 4D simulation (time axis) that can reflect residents' lifestyle and energy consumption 24 hours a day in ZEH as a pre-evaluation tool. This makes it possible not only to present an image of the draft plan of ZEH, but also to present in advance the effects of energy conservation and the degree of achievement of the zero energy house.

研究分野：都市計画・建築計画

キーワード：HVACシステム ゼロエネルギーハウス 建物パフォーマンス エネルギー消費 事前評価 Oculus VR

## 1. 研究開始当初の背景

日本では、2020年までにハウスメーカー等の注文戸建住宅の過半数で ZEH(ゼロエネルギーハウス)を実現するという政府目標の達成に向け、「ZEH ロードマップ」を策定(2015年12月)し、新築だけではなく、ZEH 化改修の普及に向けた取り組みを行っている。ZEH 普及には、適切な ZEH 化改修の計画対策が不可欠であり、企画段階において住民の生活需要に基づくエネルギー消費、太陽光発電、高断熱窓と外皮、高効率換気及び空調、高効率照明と給湯によるエネルギー利用効率の向上、ゼロエネルギーの達成可能性を総合的に示すことができるように、事前評価ツールの開発は重要な課題である。しかし、これまでの既存研究では十分に検討できなかったため、本研究は、ゲームエンジン Unity3D や HoloLens、Oculus を用いた MR(複合現実)環境を活用し ZEH 化改修の計画対策を検討できる事前評価ツールの開発を行う。

本研究では、ZEH 化改修のために情報技術により事前評価を支援するありがたが学術の問いである。このため、オンラインゲームシステムと連携できる VR 技術を用いて、ZEH 化改修対策の効果を評価できるシステムの開発を行う。研究遂行には、金沢大学においては視覚シミュレーション室を構築し、HoloLens や Oculus の設備を購入した。そして、大学の実験室を用いてシミュレーションシステムの開発を行い、利用実験を行った。

## 2. 研究の目的

ZEH 化改修の事後評価では、エネルギー消費のデータ採取により評価を行い、エネルギー消費と設備の稼働状況が企画段階と異なり、ゼロエネルギーの目標達成には多くの問題点が生じている。本研究では、ZEH 化改修の計画対策を事前に検討できるツールの開発を行う。このため、個別に建材及び設備の性能と効果を検討することだけではなく、住民の生活時間とエネルギー消費をシミュレーションすることにより、太陽光発電量、エネルギーの利用効率、建物パフォーマンス (BP) 及びゼロエネルギーの目標達成度を提示することとする。

具体的には、地方自治体における行われている ZEH 補助事業の事例を調べ、住宅リフォームに伴う ZEH 化改修の場合、高性能断熱建材や蓄熱、調湿等の付加価値を有する省エネ建材の導入、太陽光発電等の自家消費率の拡大、省エネ設備への入替等の計画施策を調査する。そして、時間経過のシミュレーションを行い、改修案の建物パフォーマンスの評価を 3次元の MR 環境でダイナミック的に表現し、ゼロエネルギーの目標達成度を事前に検討できるようにする。さらに、ZEH 化改修案の計画関連施策を検討するには、金沢大学研究室を事例として実験を行い、事前評価の MR ツールの利用実験を行う。

## 3. 研究の方法

ZEH 化改修案の事前評価には、HoloLens や Oculus を用いた MR 環境により、実際の住宅において ZEH 化改修案を表現し、ゲームエンジン Unity3D の時間シミュレーション機能による 24 時間の設備の利用や改修案の建物パフォーマンス、ゼロエネルギーの目標達成度を可視化する。下記の 4 つの研究事項を実施した。

- 研究事項 1 ZEH 化改修案の BIM データモデルの検討(杉原)
- 研究事項 2 MR を用いた ZEH 化改修案のエネルギー消費量と設備の稼働状況の推測(沈)
- 研究事項 3 MR を用いた ZEH 改修案の建物パフォーマンスの事前評価ツールの開発(沈)
- 研究事項 4 MR による ZEH 化改修案の社会実験(西野)

## 4. 研究成果

### 研究事項 1 ZEH 化改修案の BIM データモデルの検討

ゼロエネルギーの目標達成には、省エネ建材の導入、省エネ設備への入替、太陽光発電等の自家消費率の拡大が国の助成金の対象となっているので、関連の建物パフォーマンス評価項目を調べて、建物のデータモデルとして構築する。具体的には、MR を用いて ZEH 化改修案を可視化するため、改修案の関連設備を含む建物の BIM データと関連の建物パフォーマンス評価項目を作成する必要がある。気候データや宅地データも必要であり、宅地データの構築には、宅地の形状や方向、宅地の隣地、前面道路、用途地域等の計画規制等も必要である。

ZEH 化改修案の BIM データモデルの検討について、関連の建物パフォーマンス評価項目である照明、空気調和、換気設備、給湯設備等のエネルギー消費量を調べたうえ、HVAC システムとして建物のデータモデルとして構築し、MR による実験環境を構築し、海外共同研究により、実験用のスマートハウス環境を構築する計画を立てた。一部の研究成果を論文として発表し、建物のデータモデルとして構築し、関連研究成果を国際会議で論文として公表した。

## 研究事項 2 MR を用いた ZEH 化改修案のエネルギー消費量と設備の稼働状況の推測

研究事項 1 で明らかにした関連評価項目により ZEH 化改修の対象宅地や住宅を評価するため、BIM で作成した設備を含む建物データ、宅地データや関連評価項目を Unity3D に導入する。Unity3D を用いて 24 時間のソーラーパネル発電量の推測を行い、居住者の生活行為やエネルギー消費量の推測を行って可視化を行う。すなわち、ZEH 化改修案において居住者のエネルギー消費量と設備の稼働状況を提示できるシミュレーションモデルを開発する。

可視化ツールを用いた ZEH 化改修案のエネルギー消費量と設備の稼働状況の推測では、建物データ、宅地データや関連評価項目を Unity3D に導入する。Unity3D を用いて 24 時間の電気消費量の推測を行い、アバターを作成して居住者の生活行為をシミュレーションし、照明と空調設備のエネルギー消費量の計測を行って可視化を行った。改修後、エネルギー消費量を提示できるシミュレーションモデルを開発した。人感センサーを用いた照明設計の省エネルギーの効果、個人空間を考慮した空気調和システム設計の省エネルギー研究成果を論文として公表した。

## 研究事項 3 MR を用いた ZEH 改修案の建物パフォーマンスの事前評価ツールの開発

研究事項 1 と 2 で検討した内容に基づいて、改修案の事前評価をするには、Unity3D に導入した BIM のモデルと建物のパフォーマンスの項目を用いて建物の省エネルギーの効果をシミュレーションできる事前評価ツールの開発を行い、HoloLens や Oculus に導入して可視化する。具体的には、事例対象の研究室において設備の入れ替え、壁や窓の高熱性能の作り直し、ソーラーパネルの設置などにより、夏や冬には改修案の 24 時間の省エネルギーの効果を提示する。そして、ゼロエネルギーの効果を達成できるかどうか、研究協力者(大学院生)にも協力してもらい、研究事項 2 で解明した利用者のエネルギー消費、太陽光発電量と改修案の設備稼働等の条件に基づいて、Unity3D により建物の省エネルギー効果や消費量のバランスを確認する事前評価ツールを開発する。すなわち、Unity3D の評価システムを HoloLens へ導入し、実際の研究室において、MR 環境で ZEH 化改修案の省エネルギーの効果を可視化する。

可視化ツールを用いた ZEH 改修案の建物パフォーマンスの事前評価ツールの開発について、HVAC を BIM のモデルに導入し、建物のパフォーマンスの項目を用いて建物の省エネルギーの効果をシミュレーションできるように事前評価ツールの開発を行った。事前評価をするには、Unity3D に導入した BIM のモデルと評価項目を用いて省エネルギーの事前評価ツールの開発を行い、Unity3D で開発し Oculus に導入して可視化する。関連成果は国際会議で発表し、査読論文も公表した。

今後の課題として、事例対象において設備の入れ替え、夏や冬には改修案の 24 時間の省エネルギーの効果を提示できる事前評価ツールを開発し、壁や窓の作り直しなどにより、省エネルギーの効果を提示できる事前評価ツールを開発する。

## 研究事項 4 MR による ZEH 化改修案の社会実験

以上で構築したプロトタイプ of MR ツールを用いて、可視化ツールによる ZEH 化改修案の社会実験について、以上で構築したプロトタイプ of 可視化ツールを用いて、大学の VR 実験室において仮想的なスマートサービスの開発、スマートシティ管理システムの構築を試み、国際会議で発表した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 12件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Shujie Chen, Zhenjiang Shen	4. 巻 3
2. 論文標題 The Architectural Conservation Movement in China: Approaches to Nation-building	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Historic Environment: Policy & Practice	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17567505.2022.2057662	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 Z Shen, X Teng, Y Zhang, G Fang, W Xu	4. 巻 9
2. 論文標題 Guidelines for Installation of Sensors in Smart Sensing Platforms in Underground Spaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 3215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s22093215	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 X Guo, Z Shen, X Teng, Z Zhao	4. 巻 1212
2. 論文標題 Using virtual reality (VR) simulation to help developing a smart meeting space with AI Product to support moderator	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 12005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/1212/1/012005	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 Yuanyi Zhang, Jiaohua Cheng, Zhenjiang Shen, Shuhu Liu, Xiao Teng, Mitsuhiro Kawakami	4. 巻 7
2. 論文標題 Study on the construction of energy-saving evaluation index system for the development of low-carbon industrial; A case study in Pingtan of Fujian Province, China	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Energy Reports	6. 最初と最後の頁 86-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.egy.2021.10.051	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 X Guo, Z Shen, X Teng, Y Lin	4. 巻 10
2. 論文標題 Using Web Data Scraping to Reveal the Relationship Between AI Product and Room Layout	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Design and Technological Applications in Sustainable Architecture	6. 最初と最後の頁 147-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-80034-5_11	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 DT Nguyen, Z Shen, MH Truong, K Sugihara	4. 巻 13
2. 論文標題 Improvement of Evacuation Modeling by Considering Road Blockade in the Case of an Earthquake: A Case Study of Daitoku School District, Kanazawa City, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 2637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su13052637	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 Y Dan, Z Shen, J Xiao, Y Zhu, L Huang, J Zhou	4. 巻 129
2. 論文標題 HoloDesigner: A mixed reality tool for on-site design	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Automation in Construction	6. 最初と最後の頁 103808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.autcon.2021.103808	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 Yuze Dan, Zhenjiang Shen, Yiyun Zhu, Ling Huang	4. 巻 11(7)
2. 論文標題 Using Mixed Reality (MR) to Improve On-Site Design Experience in Community Planning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 3071
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11073071	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 Yuanyi Zhang, Zhenjiang Shen, Shuhu Liu	4. 巻 79(5)
2. 論文標題 Virtual reality with the integrated automatic presentation scrip for improving concepts understanding of Urban Design-a case study in Tatsumi region of Tokyo Bay zone, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Multimedia Tools and Applications	6. 最初と最後の頁 3125-3144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11042-018-6588-y	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 Xiao Teng, Zhenjiang Shen	4. 巻 10(18)
2. 論文標題 Design of a Smart Visiting Service Management System for Personal Information Collection in Order to Integrate Tourism Management into an Isolated Island	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 6442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app10186442	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 稲垣吉城, 沈 振江, 杉原健一, 関口達也, 豊島祐樹	4. 巻 43
2. 論文標題 昼光・照明解析に基づく居室の利用目的・時間を考慮した照明エネルギー消費量の推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AIJISA2020 日本建築学会情報利用技術論文集・論文	6. 最初と最後の頁 6
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 Yong Lin, Zhenjiang Shen, Xiao Teng	4. 巻 9(2)
2. 論文標題 金大LINKで探す Review on Data Sharing in Smart City Planning Based on Mobile Phone Signaling Big Data From the Perspective of China Experience: Anonymization VS De-anonymization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Review for Spatial Planning and Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 76-93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14246/irspsd.9.2_76	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 Ade Candra Masrul, Zhenjiang Shen, Xiao Guo, Kenichi Sugihara, Tatsuya Nishino	4. 巻 11
2. 論文標題 Feasibility study of mixed reality on education of design and planning students based on Bloom taxonomy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Sustainable Society	6. 最初と最後の頁 202-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJSSOC.2019.103697	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 P Fitriaty, Z Shen, AA Chairul	4. 巻 7(2)
2. 論文標題 Daylighting Strategies in Tropical Coastal Area: A Lesson From Vernacular Houses	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Review for Spatial Planning and Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 75-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14246/irspds.7.2_75	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 Nurul Aini, Zhenjiang Shen	4. 巻 7(4)
2. 論文標題 The Effect of Tree Planting within Roadside Green Space on Dispersion of CO2 from Transportation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Review for Spatial Planning and Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 97-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14246/irspds.7.4_97	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 Yuya Yamato, Zhenjiang Shen, Ade Candra Masrul	4. 巻 11(3)
2. 論文標題 Study of passage width considering passing by each other in living space of evacuation centre	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Society Systems Science	6. 最初と最後の頁 171-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJSSS.2019.101739	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 Xiao Guo, Zhenjiang Shen, Yajing Zhang, Teng Wu	4. 巻 2(3)
2. 論文標題 Review on the Application of Artificial Intelligence in Smart Homes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Smart Cities	6. 最初と最後の頁 402-420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/smartcities2030025	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 Yuya Yamato, Zhenjiang Shen, Rifai Mardin	4. 巻 7(3)
2. 論文標題 Spatial Planning and Management based on Stages for Evacuation Shelters using Elementary Schools in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Review for Spatial Planning and Sustainable Development	6. 最初と最後の頁 63-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14246/irspds.7.3_63	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 Xinyi Lin, Zhenjiang Shen, Senchen Huang	4. 巻 2
2. 論文標題 Design Parameters of Residential Building for Improving Performance of RHS: Evidence from Fuzhou, Fujian Province, China	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Urban Planning and Water-related Disaster Management	6. 最初と最後の頁 155-178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-90173-2_9	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 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 0件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Yong Lin, Zhenjiang Shen, Xiao Teng and Xiao Guo
2. 発表標題 How Universities Use Personal Information to Ensure Education and Management Quality During the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Universities in Fujian, China,
3. 学会等名 Proceedings of International Virtual Conference on Spatial Planning and Sustainable Development, February 6-7 th, 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Kenichi Sugihara and Zhenjiang Shen
2. 発表標題 Automatic Generation of Double Leaned Roof Model for Smart Houses
3. 学会等名 Proceedings of International Virtual Conference on Spatial Planning and Sustainable Development, February 6-7 th, 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiao Teng, Zhenjiang Shen and Ruolan Lei
2. 発表標題 Rigid Constraints and Flexible Management of Planning Permission Systems in Different Countries
3. 学会等名 International Conference 2021 on Spatial Planning and Sustainable Development, Nov. 25th-27th, 2021 Nanjing University, China (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xiao Teng, Zhenjiang Shen and Yu Tian
2. 発表標題 Guideline on Smart Device Selection for Smart Environment Services in Smart and Healthy Building
3. 学会等名 International Conference 2021 on Spatial Planning and Sustainable Development, Nov. 25th-27th, 2021 Nanjing University, China (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yu Tian, Zhenjiang Shen and Xiao Teng
2. 発表標題 A Design Guideline on Smart Devices Allocating and Networking for Smart Environment Services in Smart and Healthy Building
3. 学会等名 International Conference 2021 on Spatial Planning and Sustainable Development, Nov. 25th-27th, 2021 Nanjing University, China (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nurul Aini, Zhenjiang Shen, Respati Wikantiyoso, Pindo Tutuko and Ardiyanto Maksimilianus Gai
2. 発表標題 Evaluation Of The Shape Of Tree Crowns To Protect Air Quality On The Roadside From The Co2 Dispersion Produced By The Transportation
3. 学会等名 International Conference 2021 on Spatial Planning and Sustainable Development, Nov. 25th-27th, 2021 Nanjing University, China (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健一(岐阜協立大)・沈振江・村瀬孝宏
2. 発表標題 窓設置可能な壁を明確化する建物ポリゴン分割及び整形による3次元建物モデルの自動生成
3. 学会等名 AIJISA2020 日本建築学会情報利用技術論文集・報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhenjiang Shen, Kenichi Sugihara, Teng Wu, Xiao Teng
2. 発表標題 Preliminary Study on Visualization of Building Standard Laws by HoloLens: A Case Study in Kanazawa City,
3. 学会等名 Proceeding of AIJISA 2019 Tokyo, (Tokyo, Japan), Dec.12- 13,2019.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuze Dan, Zhenjiang Shen
2. 発表標題 HoloDesigner: A Mixed Reality Tool for On-site Interactive 3D Visualization of Design Object,
3. 学会等名 Proceeding of AIJISA 2019 Tokyo, (Tokyo, Japan), Dec.12- 13,2019.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiao Guo, Zhenjiang Shen, Yajing Zhang and Teng Wu
2. 発表標題 How Artificial Intelligence Makes Home Smart: Review on the Application of Artificial Intelligence in Smart Home
3. 学会等名 Proceeding of CUPUM2019, (Wuhan, China), Jul.8- 12,2019, Pages 150. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沈振江,杉原 健一,田島鉄朗,藤井涼,田中裕樹,岸 展摩, 滕瀟
2. 発表標題 MRを用いた歴史的市街地における既存不適格建築物の可視化に関する研究
3. 学会等名 第15回景観・デザイン研究発表会論文集(日本大学理工学部), 2019年12月7-8日
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xiao Teng, Zhenjiang Shen, Yong Lin
2. 発表標題 Evaluation on Improvement of Education Quality using Personal Information in Smart Education System,
3. 学会等名 Proceedings of The 2nd East Asia Innovation Accelerator Forum, (Beijing, China), Nov.20,2019. (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 Feng ZHEN, Zhenjiang SHEN, Xiao TENG	4. 発行年 2021年
2. 出版社 SPSD Press	5. 総ページ数 900
3. 書名 Full Paper Proceedings of International Conference 2021 on Spatial Planning and Sustainable Development	

1. 著者名 沈 振 江 林 佳 史 林 未 来 浅野颯斗 上野有彩 岡田一範 窪 圭 祐 田村浩次 Nguyen Tri	4. 発行年 2021年
2. 出版社 SPSD Press	5. 総ページ数 112
3. 書名 持続可能なまちづくりを目指して	

1. 著者名 Bian, Lanchun, Tang, Yan, Shen, Zhenjiang	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 390
3. 書名 Chinese Urban Planning and Construction	

1. 著者名 Zhenjiang Shen, Ling Huang, KuangHui Peng, Jente Pai	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 335
3. 書名 Green City Planning and Practices in Asian Cities: Sustainable Development and Smart Growth in Urban Environments	

1. 著者名 Guangwei Huang, Zhenjiang Shen	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 178
3. 書名 Urban Planning and Water-related Disaster Management	

〔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	杉原 健一  (Suguhara Kenichi)  (80259267)	金沢大学・地球社会基盤学系・研究協力員    (13301)	
研究分担者	西野 達也  (Nishino Tatsuya)  (90403584)	金沢大学・地球社会基盤学系・教授    (13301)	

	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
研究協力者	滕 瀟  (TENG Xiao)  (20984181)	金沢大学・地球社会基盤学系・助教    (13301)	

## 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1件

国際研究集会 International Symposium of Environment/Eco-technology and policy in East Asian	開催年 2020年～2021年
--	--------------------

## 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
---------	---------