

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04467

研究課題名（和文）創造性の論理的・技術的探求に基づくデザイン共創環境の構築と教育プログラムの開発

研究課題名（英文）Construction of Design Co-creation Environment and Development of Educational Programs Based on Logical and Technical Exploration of Creativity

研究代表者

渡辺 俊（Watanabe, Shun）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：60212320

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、まずデザインにおける創造性の論理的・技術的探求に関するラウンドテーブルでの議論を通じて、イノベーションを生み出すデザイン思考のための枠組みの再検討を行った。“建築情報教育の実態調査アンケート”を通じて建築デザイン教育の現状や問題点を確認する一方で、建築家と構造エンジニアの共創や建築設計教育についての先進的活動事例について調査した。これらの結果を踏まえて、最新の“ジェネレーティブ・デザイン”や“機械学習”に基づく教育プログラムを開発し、大学院生を対象に開催したワークショップを通じてその有効性を検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「人間の拡張がメディアの本質である」との知見から見た時、情報技術は記憶力・思考力を拡張するメディアとして進化してきたが、創造力を拡張するメディアには至っていない。ChatGPTの一般公開に伴い、生成AIやコンピュータとの共創への関心が急速に高まっているものの、創造性を育むためのデザイン思考はプロセス論に留まっており、いかにして社会が求めるイノベーションを生み出すかが問われている。ワークショップで用いたプログラミングを主体とした教育コンテンツは、文部科学省が進める数理・データサイエンス・AI教育プログラムにも役立つ内容である。

研究成果の概要（英文）：In this research, we first reexamined the framework for design thinking that produces innovation through discussions at the roundtable on the logical and technical exploration of creativity in design. While confirming the current situation and problems of architectural design education through the “questionnaire survey on the actual situation of architectural information education”, we investigated the advanced activities of co-creation between architects and structural engineers and architectural design education. Based on these results, we developed an educational program based on the latest “generative design” and “machine learning” and verified its effectiveness through workshops held for graduate students.

研究分野：建築情報学

キーワード：デザイン科学 生成AI 最適化 機械学習 Generative Design Parametric Design

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

今日、あらゆる分野で DX の掛け声のもと、情報化が推進される時代になっている。そして、物心ついた時から当たり前のようにコンピュータが存在した若い世代は、コンピュータを心身とは不可分のメディアとして認識している。新たな技術・メディアが次々と開発されていく中で、「人間拡張学」では、その諸相を「身体の拡張」「知覚の拡張」「存在の拡張」「認知の拡張」の 4 つの軸に整理している。

中でも「認知の拡張」とは、いわゆる人工知能 AI とも関わってくる分野であり、「知能の拡張」と言い換えても良い。最近では機械学習をもって AI と称する風潮があふれているが、元々はコンピュータを脳のシミュレーターとして使うことで知能の本質に迫ろうとする研究分野の総称である。同時に、当時から逆の IA (Intelligence Amplification) という用語、すなわちコンピュータの力を使って自分の知能自体を拡張するというようなことも探求されていた。

知能に関わる能力としては、記憶力、思考力、探求力、創造力などが広く言及されているであろう。ここで、記憶力については、既にコンピュータが人間を遥かに凌駕している。思考力についても、論理的・演繹的に表象の操作を繰り返して正しい答えに辿り着くといった意味に限れば、今やコンピュータに敵わないと言わざるを得ない。探究力とは、自らの力で知識を習得する能力と読み替えれば、これも最近の機械学習の進展が目覚ましい。最後に創造力であるが、これこそデザインとか設計に直接的に関わる知的能力ということになる。

近年、デザイン思考に対する関心が高まっているものの、その多くは概括的なプロセス論に留まり、肝心の創造性(クリエイティビティ)について必ずしも探究が進んでいるとは言い難い。今日の建築分野においては、全て我々自身が頭の中で創造(デザイン)した物を「二次的に」表現して確認する、あるいは表現した物の適正を検証するようなコンピュータの使い方に留まっている。コンピュータにより創造力それ自体を拡張するとか、さらなる飛躍に繋げるような使い方は、まだ出来ていない。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、創造的なイノベーションを生み出すデザイン思考においてはコンピュータ(人工知能)と人間との共創が重要であるとの立場に立ち、先の基盤研究(B)(一般)「デザイン思考における記号操作の意味的構造と実践的役割に注目するデザイン知の探究」において検討してきた数理的基盤、論理的基盤、図式的基盤による計算モジュールを実装・深化させるとともに、それらの統合による設計知を基盤としたデザイン共創環境を構築し、「創造性」の本質に迫る新しい教育プログラムを開発することである。

### 3. 研究の方法

本研究では、「創造性」について論理的側面と技術的側面から、以下に示す 4 つの課題を設定す

るとともに、論理的・技術的探求を通じたデザイン共創環境を構築し、創造的イノベーションを産むための新たな教育プログラムを開発した。

< 論理的側面の探求 >

課題 1：デザインにおける創造的な論理的飛躍の形式表現

課題 2：デザイン思考の 3 つの空間（着想、発案、実現）の論理的記述

< 技術的側面の探求 >

課題 3：特徴量の選択によるデザインパターンの列挙

課題 4：強化学習による創造的デザイン知能の創出

#### 4. 研究成果

2020 年度には、建築情報学会にてラウンドテーブルを企画し、これまでの研究成果について議論した。課題 1 については、藤井が「表現」という視点から、論理的飛躍を形式表現するという矛盾を認識した上で、我々が記号として扱える部分は自覚的に経験している一部分であり、規定された手続きからでも価値のあるものが生まれる可能性に言及するとともに、デザインスペースから別のデザインスペースへの飛躍が鍵となることを指摘した。課題 2 については、長坂が「記述」という視点から、デザイン思考の中心にあるユーザーの使用に言及し、人工物の使用の定式化として証明的意味論の立場から表出条件と調和条件について解説するとともに、使用の観察としてフローズスエフェクトに関する心理学の実験を紹介した。課題 3 については、渡辺が「探索」という視点から、デザインにおける網羅的な可能性を検討するための探索技術について、ル・コルビュジェのモジュールル羽目板遊びを全探索した事例を示すとともに、無限の可能性のさらに外側にある創造的な飛躍の事例を紹介した。課題 4 については、大崎が「評価」という視点から、単純作業の効率化 や発想の支援を行う上で数理的手法の利用が不可欠なことを解説する一方で、安易にツールを使う危険性を指摘するとともに、機械学習や強化学習による構造最適化について骨組みのブレース配置を事例で紹介した。

2021 年度には、今後のデザイン教育のあり方を再検討するため、研究代表者・分担者が主要メンバーである日本建築学会のデザイン科学・数値・知能小委員会において、建築家と構造エンジニアの共創や建築設計教育を最先端で行われている方々を迎えた「デザイン科学に関する講演会」を開催した。東京大学総括プロジェクト機構・特任講師の平野利樹氏からは、「3D スキャン・デジタルファブリケーション技術を用いた複雑形状の設計・製作」について、東京大学大学院新領域創成科学研究科・准教授の佐藤淳氏からは「「こもれび」を生む透過性ある構造形態」について、それぞれの活動を紹介いただき、新たな教育プログラム開発の参考とした。また、建築学会の情報システム利用技術委員会において「建築情報教育の実態調査アンケート」を実施した結果、情報技術の活用目的については、2次元 CAD による製図能力の育成が減少する一方で、設計・デザイン能力の育成が増加していること、授業カテゴリーについては、情報処理系の授業カテゴリーが減少する一方で、構造・施工・環境に関する授業カテゴリーが増加していること、建築情報教育の現状の問題としては、教員の不足・授業サポートスタッフの不足や、費用がかか

る・維持保守に手間がかかる点が指摘された。これら建築デザイン教育の現状や問題点について、国土交通省の建築 BIM 推進会議において報告をした。

2022 年度には、ラウンドテーブルや講演会での議論等を踏まえて、集合住宅のための敷地計画を対象としたデザイン共創環境をジェネレーティブ・デザインの手法を用いて試作した。システムの構築には、Revit + DYNAMO を用い、互いにトレードオフ関係にある住棟充填率、広場面積、駐車容量、日射量を評価指標として、任意の敷地に対して多目的最適化により様々なデザイン案を生成するシステムを実装した（図 1、2）。

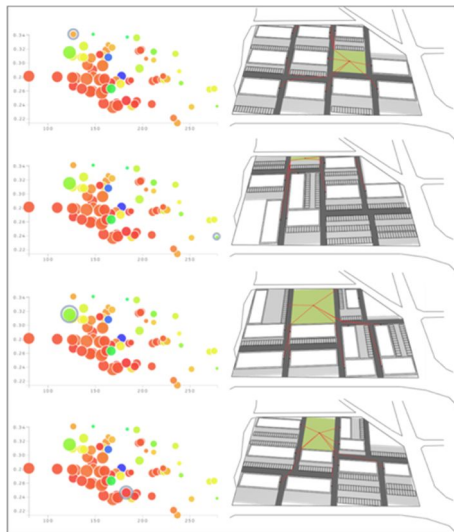


図 1 各指標で最大値となるデザイン案の提示

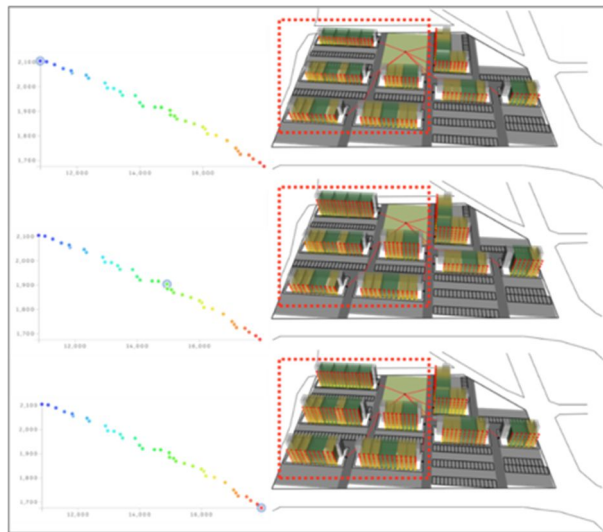



図 2 経路長平均を最優先したデザイン案の提示

また教育プログラムの検討を進めた結果、「デザイン科学ワークショップ、デザイン・プログラミング入門(生成・最適化・機械学習)」を、東京工業大学・緑ヶ丘 6 号館において、東京工業大学、京都大学、筑波大学の学生を対象に、2 日間(10 月 1 日、10 月 2 日)に渡り開催した（図 3）。初日は、建築設計のための機械学習について Python + PyTorch による演習を行い、二日目の午前中は、Generative Design について Revit + DYNAMO による演習を、午後は Parametric Design について Rhino + Grasshopper による演習を行うとともに、ワークショップに向けて開発した教材はオンライン上で公開した。

デザイン科学ワークショップ  
デザイン・プログラミング入門  
(生成・最適化・機械学習)

科学研究費助成事業 (20H04467)「創造性の理論的・技術的探求に基づくデザイン共創環境の構築と教育プログラムの開発」の主眼により、具体的なプログラミングを通じて自身の創造性を拡張するための情報技術(機械学習・遺伝的アルゴリズム・パラメトリックデザイン等)の基礎を修得するワークショップを開催します。

日時: 10 月 1 日(土) 午後 (14:00 ~ 17:00)  
10 月 2 日(日) 終日 (9:00 ~ 17:00)  
場 所: 東京工業大学 緑ヶ丘 6 号館 102 多目的室 1  
内 容: 建築設計のための機械学習の演習 (Python + PyTorch)  
Generative Design の演習 (Revit + DYNAMO)  
Parametric Design の演習 (Rhino + Grasshopper)



※参加者はパソコンを持参するとともに、事前に以下の準備をしておいて下さい。  
 ・所属機関で eduroam のアカウントを取得  
 ・Python(anaconda)・PyTorch のインストール  
<https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows/ai/windows-ml/tutorials/pytorch-installation>  
 ・Revit 2022 のインストール (以下で 1 時間程度の学習が必要となります。)  
<https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual>  
 ・Windows 版 Rhino 7 のインストール (以下から 90 日間の評価版のダウンロードができます。)  
<https://www.rhino3d.com/jp/download/rhino-for-windows/evaluation/>

図 3 ワークショップのフライヤー

< 引用文献 >

渡辺俊、建築と情報 - 新たな創造に向けて、2022 年度建築学会大会 情報システム技術部門 研究協議会資料、pp77-78

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 19件）

|                                                                                                               |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>上野諒介・渡辺俊                                                                                            | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>情報デザイン共創環境を用いた集合住宅設計補助ツールの提案                                                                       | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>建築学会 第45回 情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集                                                                    | 6. 最初と最後の頁<br>120-123 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |
| 1. 著者名<br>土田理央・大崎 純                                                                                           | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>機械学習を用いた設計変数の更新に基づく 3次元連続体のトポロジー最適化                                                                | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>建築学会 第45回 情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集                                                                    | 6. 最初と最後の頁<br>128-131 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |
| 1. 著者名<br>K. Hayashi and M. Ohsaki                                                                            | 4. 巻<br>51            |
| 2. 論文標題<br>Graph-based reinforcement learning for discrete cross-section optimization of planar steel frames  | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Advanced Engineering Informatics                                                                    | 6. 最初と最後の頁<br>101512  |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.aei.2021.101512                                                         | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |
| 1. 著者名<br>K. Hayashi, M. Ohsaki and M. Kotera                                                                 | 4. 巻<br>63-4          |
| 2. 論文標題<br>Assembly sequence optimization of spatial trusses using graph embedding and reinforcement learning | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>J. Int. Assoc. Shell Spatial. Struct.                                                               | 6. 最初と最後の頁<br>232-240 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.20898/j.iass.2022.016                                                          | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|                                                                                                                                 |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>C. Kupiwat, Y. Iwagoe, K. hayashi and M. Ohsaki                                                                       | 4. 巻<br>69B           |
| 2. 論文標題<br>Deep deterministic policy gradient and graph convolutional networks for topology optimization of braced steel frames | 5. 発行年<br>2023年       |
| 3. 雑誌名<br>J. Struct. Eng., AIJ                                                                                                  | 6. 最初と最後の頁<br>129-139 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                                  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|                                                                                                                        |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 著者名<br>C. Kupiwat, K. Hayashi and M. Ohsaki                                                                         | 4. 巻<br>-            |
| 2. 論文標題<br>Deep deterministic policy gradient and graph attention network for geometry optimization of latticed shells | 5. 発行年<br>2023年      |
| 3. 雑誌名<br>Applied Intelligence                                                                                         | 6. 最初と最後の頁<br>online |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s10489-023-04565-w                                                                 | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する         |

|                                                                                                                    |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1. 著者名<br>Yuval Kahlon, Haruyuki Fujii.                                                                            | 4. 巻<br>26         |
| 2. 論文標題<br>Visualization and inquiry into mental content in design activity: a case study of design interpretation | 5. 発行年<br>2022年    |
| 3. 雑誌名<br>Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing                               | 6. 最初と最後の頁<br>1-14 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1017/S0890060421000172                                                              | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する       |

|                                                                                                 |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Yu Cao, Yuval Kahlon, Haruyuki Fujii                                                  | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>Revisiting Darke: Tracing the Emergence of Design Generators in Architectural Design | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Design Computing and Cognition '22                                                    | 6. 最初と最後の頁<br>489-408 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|                                                                                                                     |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Yuval Kahlon, Haruyuki Fujii                                                                              | 4. 巻<br>-             |
| 2. 論文標題<br>Knowledge Transfer in Designing as a Situated Activity: a Case Study of Spatial Design using Lego Blocks | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Design Computing and Cognition '22                                                                        | 6. 最初と最後の頁<br>581-600 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                      | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|                                                                                                                                                                                           |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1. 著者名<br>Haruyuki Fujii, Ken-Ichi Shinozaki, Yuval Kahlon                                                                                                                                | 4. 巻<br>-         |
| 2. 論文標題<br>Formal Representation of Decision-Making Process in Retrofitting Houses in terms of Belief, Desire, and Intention - Towards Inclusion of Cognitive Process in Design Computing | 5. 発行年<br>2022年   |
| 3. 雑誌名<br>Design Computing and Cognition '22, Poster Booklet                                                                                                                              | 6. 最初と最後の頁<br>7-7 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                                                                                            | 査読の有無<br>無        |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する      |

|                                                                                                                                                        |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>WEIHENG HU, YUVAL KAHLON, MOMOKO NAKATANI and HARUYUKI FUJII                                                                                 | 4. 巻<br>2             |
| 2. 論文標題<br>REAL-TIME GAZE-SHARING FOR ENHANCING STUDENT- INSTRUCTOR COMMUNICATION                                                                      | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Proceedings of the 28th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2022, | 6. 最初と最後の頁<br>411-420 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                                                         | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|                                                                                                                                                       |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>KENICHI SHINOZAKI and HARUYUKI FUJII                                                                                                        | 4. 巻<br>2             |
| 2. 論文標題<br>EXPLORING RELATIONSHIPS BETWEEN LOCATIONS OF DAILY ACTIVITIES AND PERMEABILITY OF SPACES USING VISIBILITY GRAPH ANALYSIS                   | 5. 発行年<br>2022年       |
| 3. 雑誌名<br>Proceedings of the 28th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2022 | 6. 最初と最後の頁<br>481-490 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                                                        | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|                                                       |                     |
|-------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>長坂 一郎                                       | 4. 巻<br>71-6        |
| 2. 論文標題<br>パターン・ランゲージと「遊び」：ルール・システムが生成するもの：幾何学的構造とプレイ | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>都市計画                                        | 6. 最初と最後の頁<br>48-51 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                        | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|                                                                                                                                                                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Kawabe Akihiro; Watanabe Shun                                                                                                                                                                        | 4. 巻<br>4(3)          |
| 2. 論文標題<br>An analysis on urban shrinkage trends of all Japanese cities by detecting relative densely inhabited districts - Changes in urban form of Japanese cities in an era of shrinking population, part 2 | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>JAPAN ARCHITECTURAL REVIEW                                                                                                                                                                           | 6. 最初と最後の頁<br>482-494 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3130/aija.85.997                                                                                                                                                                | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|                                                                                                                                 |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>S. Zhu, M. Ohsaki, K. Hayashi and X. Guo                                                                              | 4. 巻<br>159     |
| 2. 論文標題<br>Machine-specified ground structures for topology optimization of binary trusses using graph embedding policy network | 5. 発行年<br>2021年 |
| 3. 雑誌名<br>Adv. in Eng. Software                                                                                                 | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.advengsoft.2021.103032                                                                    | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |

|                                                                                                              |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>K. Hayashi and M. Ohsaki                                                                           | 4. 巻<br>51      |
| 2. 論文標題<br>Graph-based reinforcement learning for discrete cross-section optimization of planar steel frames | 5. 発行年<br>2022年 |
| 3. 雑誌名<br>Advanced Engineering Informatics                                                                   | 6. 最初と最後の頁<br>- |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1016/j.aei.2021.101512                                                        | 査読の有無<br>有      |
| オープンアクセス<br>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<br>-       |



|                                                                                                           |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>YU CAO; YUVAL KAHLON; HARUYUKI FUJII                                                            | 4. 巻<br>Volume 2      |
| 2. 論文標題<br>CAPTURING INTERPRETATION SOURCES IN ARCHITECTURAL DESIGN BY OBSERVING SEQUENCES OF DESIGN ACTS | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>Proceedings of the 26th CAADRIA Conference                                                      | 6. 最初と最後の頁<br>141-150 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.52842/conf.caadria.2021.2.141                                              | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|                                                                                                                                              |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 著者名<br>S. Zhu, M. Ohsaki and X. Guo                                                                                                       | 4. 巻<br>226          |
| 2. 論文標題<br>Prediction of non-linear buckling load of imperfect reticulated shell using modified consistent imperfection and machine learning | 5. 発行年<br>2021年      |
| 3. 雑誌名<br>Engineering Structures                                                                                                             | 6. 最初と最後の頁<br>111374 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                                                               | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |

|                                                                                                              |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. 著者名<br>K. Sakaguchi, M. Ohsaki and T. Kimura                                                              | 4. 巻<br>7            |
| 2. 論文標題<br>Machine learning for extracting features of approximate optimal brace locations of steel frames   | 5. 発行年<br>2021年      |
| 3. 雑誌名<br>Frontiers in Built Environment, Specialty Section: Computational Methods in Structural Engineering | 6. 最初と最後の頁<br>616455 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                                                                               | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

|                                                |
|------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>渡辺俊                                 |
| 2. 発表標題<br>建築と情報 - 新たな創造に向けて                   |
| 3. 学会等名<br>2022年度日本建築学会大会(北海道)情報システム技術部門 研究協議会 |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|                                                |
|------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤井晴行                                |
| 2. 発表標題<br>デザインと記号操作の関係性から見た建築学の方向性            |
| 3. 学会等名<br>2022年度日本建築学会大会(北海道)情報システム技術部門 研究協議会 |
| 4. 発表年<br>2022年                                |

|                                               |
|-----------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>岩越雄一, 大崎 純, 林 和希, C. Kupiwat       |
| 2. 発表標題<br>構面特徴量を用いた強化学習による鋼構造骨組のブレース配置と断面の設計 |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会大会(北海道)                      |
| 4. 発表年<br>2022年                               |

|                                          |
|------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>中里桂也, 林 和希, 大崎 純              |
| 2. 発表標題<br>グラフ埋め込みと機械学習を用いたトラスの外力仕事予測モデル |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会大会(北海道)                 |
| 4. 発表年<br>2022年                          |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>土田理央, 大崎 純                   |
| 2. 発表標題<br>機械学習を用いた設計変数の更新に基づく連続体の応力最小化 |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会大会学(北海道)               |
| 4. 発表年<br>2022年                         |

|                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>C. Kupwiwat, K. hayashi and M. Ohsaki                                                         |
| 2. 発表標題<br>Geometry optimization of lattice shells using GAT-DDPG with Bezier surface                    |
| 3. 学会等名<br>Summary of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, Structures-I |
| 4. 発表年<br>2022年                                                                                          |

|                            |
|----------------------------|
| 1. 発表者名<br>大崎 純            |
| 2. 発表標題<br>建築骨組最適化のための機械学習 |
| 3. 学会等名<br>第66回理論応用力学講演会   |
| 4. 発表年<br>2022年            |

|                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>C. Kupwiwat, K. Hayashi and M. Ohsaki                                                                                               |
| 2. 発表標題<br>Deep deterministic policy gradient and graph convolutional network for geometry and topology optimization of braced latticed shells |
| 3. 学会等名<br>Proc. AIJ Kinki Chapter Research Meeting                                                                                            |
| 4. 発表年<br>2022年                                                                                                                                |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤井晴行、篠崎健一                   |
| 2. 発表標題<br>伝統的琉球民家を改築する行為の合理的理由の疑似論理表現 |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会大会、建築計画               |
| 4. 発表年<br>2022年                        |

|                                            |
|--------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>渡辺 俊                            |
| 2. 発表標題<br>3D都市モデルを活用したGIS教育の試行            |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム |
| 4. 発表年<br>2021年                            |

|                                            |
|--------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>蘇 佳路, 渡辺 俊                      |
| 2. 発表標題<br>発達障害における方向感覚と空間認知の調査            |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム |
| 4. 発表年<br>2021年                            |

|                                          |
|------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>蘇 佳路, 渡辺 俊                    |
| 2. 発表標題<br>PPGISを用いた発達障害者向けの都市地図設計に関する研究 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会（東海）            |
| 4. 発表年<br>2021年                          |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>上野 諒介, 渡辺 俊                  |
| 2. 発表標題<br>FROM COYAMACHI 静岡紺屋町名店街再開発計画 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会（東海）           |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤崎 茜, 渡辺 俊                            |
| 2. 発表標題<br>京都市内にあるコンビニエンスストアの景観配慮の実態と景観に対する人々の認識 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会(東海)学術講演会               |
| 4. 発表年<br>2021年                                  |

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>林 和希, 大崎 純                             |
| 2. 発表標題<br>グラフ埋め込みとブロック行列化を用いた強化学習による3次元トラスの位相最適化 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会近畿支部研究発表会                  |
| 4. 発表年<br>2021年                                   |

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>林 和希, 大崎 純                     |
| 2. 発表標題<br>ラフ埋め込みと教師あり学習による平面トラス構造の最適位相予測 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会(東海)             |
| 4. 発表年<br>2021年                           |

|                                            |
|--------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>土田理央, 大崎 純                      |
| 2. 発表標題<br>機械学習を用いた設計変数の更新に基づく連続体のトポロジー最適化 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会(東海)              |
| 4. 発表年<br>2021年                            |

|                                        |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>阪口一真, 大崎 純, 林 和希            |
| 2. 発表標題<br>グラフ埋め込みと機械学習を用いた平面トラスの位相最適化 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会(東海)          |
| 4. 発表年<br>2021年                        |

|                                         |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>小寺正也, 大崎 純, 林 和希             |
| 2. 発表標題<br>強化学習とグラフ埋め込みによるトラスの安定な施工経路生成 |
| 3. 学会等名<br>2021年度日本建築学会大会(東海)           |
| 4. 発表年<br>2021年                         |

|                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>K. Hayashi and M. Ohsaki                                                            |
| 2. 発表標題<br>Reinforcement learning for optimal topology design of 3D trusses                    |
| 3. 学会等名<br>Proc. IASS Symposium 2021, Surrey, UK, Int. Assoc. Shell and Spatial Struct. (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2021年                                                                                |

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>林 和希, 大崎 純                                  |
| 2. 発表標題<br>部材の逐次的な付加・除去過程を訓練した強化学習エージェントによる平面トラスの位相最適化 |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム             |
| 4. 発表年<br>2021年                                        |

|                                            |
|--------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>林 和希, 小寺正也, 大崎 純                |
| 2. 発表標題<br>安定性の評価とグラフ埋め込みによるトラスの施工経路の強化学習  |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム |
| 4. 発表年<br>2021年                            |

|                                                            |
|------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤井晴行; カーロン ユバル; 篠崎健一                            |
| 2. 発表標題<br>デザインの形式表現へのBDIフレームワークの適用 デザインにおける思考過程の計算モデルに向けて |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム                 |
| 4. 発表年<br>2021年                                            |

|                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>Yuval Kahlon; Haruyuki Fujii                                                                                                                                     |
| 2. 発表標題<br>Modeling Cognitive Processes in Design from the Designer 's Perspective: Towards a computational model for implementing intentional capacities in digital system |
| 3. 学会等名<br>日本建築学会 第44回 情報・システム・利用・技術シンポジウム                                                                                                                                  |
| 4. 発表年<br>2021年                                                                                                                                                             |

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>林 和希, 大崎 純                                  |
| 2. 発表標題<br>グラフ埋め込みと強化学習による鋼構造平面骨組の離散断面設計エージェントの開発      |
| 3. 学会等名<br>第43回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 日本建築学会・情報システム技術委員会 |
| 4. 発表年<br>2020年                                        |

|                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>K. Hayashi and M. Ohsaki                                                              |
| 2 . 発表標題<br>Minimum-volume design of steel frames using reinforcement learning                    |
| 3 . 学会等名<br>roc. 14th World Congress in Computational Mechanics (WCCM-ECCOMAS 2020), Paris (国際学会) |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                  |

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>K. Hayashi and M. Ohsaki                                                                                |
| 2 . 発表標題<br>Cross-section optimization of steel frames using graph-based reinforcement learning                     |
| 3 . 学会等名<br>Proc. 7th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO7), Boulder, USA (国際学会) |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                                    |

|                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>M. Ohsaki, K. Hayashi and K. Sakaguchi                                                                  |
| 2 . 発表標題<br>Machine learning and graph embedding for truss topology optimization                                    |
| 3 . 学会等名<br>Proc. 7th World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization (WCSMO7), Boulder, USA (国際学会) |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                                    |

|                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 . 発表者名<br>Yuval Kahlon and Haruyuki Fujii                                                                                    |
| 2 . 発表標題<br>Towards Modelling Interpretation of Structure as a Situated Activity: A Case Study of Japanese Rock Garden Designs |
| 3 . 学会等名<br>Design Computing and Cognition 2020 (国際学会)                                                                         |
| 4 . 発表年<br>2020年                                                                                                               |



|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>藤井晴行                                        |
| 2. 発表標題<br>デザインの認知過程における実体的側面と概念的側面                    |
| 3. 学会等名<br>第43回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 日本建築学会・情報システム技術委員会 |
| 4. 発表年<br>2020年                                        |

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>長坂一郎                                        |
| 2. 発表標題<br>デザイン行為における使用と変化と価値                          |
| 3. 学会等名<br>第43回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 日本建築学会・情報システム技術委員会 |
| 4. 発表年<br>2020年                                        |

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>渡辺俊                                         |
| 2. 発表標題<br>デザインパターンの列挙に関する一考察                          |
| 3. 学会等名<br>第43回情報・システム・利用・技術シンポジウム, 日本建築学会・情報システム技術委員会 |
| 4. 発表年<br>2020年                                        |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|               | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                        | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                 | 備考 |
|---------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|----|
| 研究<br>分担<br>者 | 長坂 一郎<br><br>(Nagasaka Ichiro)<br><br>(10314501) | 神戸大学・人文学研究科・教授<br><br><br><br>(14501) |    |

6. 研究組織（つづき）

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                       | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                      | 備考 |
|-------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 大崎 純<br><br>(Ohsaki Makoto)<br><br>(40176855)   | 京都大学・工学研究科・教授<br><br><br><br>(14301)       |    |
| 研究分担者 | 藤井 晴行<br><br>(Fujii Haruyuki)<br><br>(50313341) | 東京工業大学・環境・社会理工学院・教授<br><br><br><br>(12608) |    |

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 |
|---------|---------|
|         |         |