

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：34517

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00741

研究課題名(和文) 日本らしい景観を構成する曲線セグメントの定式化

研究課題名(英文) Formulation of Curve Segments Composing Japanese Landscapes

研究代表者

鈴木 利友 (Suzuki, Toshitomo)

武庫川女子大学・建築学部・教授

研究者番号：10388803

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：日本独自の景観を構成してきた曲線セグメントとして、主に棧瓦を研究対象とした。具体的には、大阪府内の住宅で実際に使用されていた手づくりの棧瓦を計測し、上下2本の出隅をキーラインとして抽出した。これらに主成分分析による平面あてはめと座標変換を施し、平面図形に変換した。その後、等辺開多角形近似による等間隔の点列への置換と、大局的な変曲点の推定を行った。各キーラインを変曲点で分割した上で、可積分離散化されたEulerの弾性曲線による定式化の検討も行った。棧瓦以外の曲線セグメントとしては竹編みと丸子船にも着目した。竹編みにより生成した曲面や、丸子船の写真測量結果に基づき、新たな建築設計の可能性を探った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

主成分分析による平面あてはめと座標変換、等辺開多角形近似、Ramer-Douglas-Peuckerアルゴリズムから着想を得た大局的な変曲点の推定、可積分離散化されたEulerの弾性曲線を用いた定式化といった、今後さまざまな種類の曲線セグメントの定式化に応用可能な手法を示した。また互いに相似な対数型美的曲線を接続して曲率連続とできる条件、竹編みの技法を用いた建築模型の制作手法、写真測量と3Dモデルによる曲面の再現といった、さまざまな建築・景観設計へと応用可能な知見も得られた。

研究成果の概要(英文)：The main subject of this study was sangawara (Japanese pantiles), which has curve segments that have composed Japan's unique landscape. Specifically, we measured handmade sangawara actually used in a house in Osaka Prefecture and extracted the upper and lower two edges as keylines. These were transformed into plane figures by applying plane fitting and coordinate transformation using principal component analysis. After that, the keylines were replaced by equally spaced point sequences using equilateral open polygon approximations, and global inflection points were estimated. After dividing each keyline by inflection point, we also studied formulations using integrable discrete analogue of Euler's elasticae. As for curve segments other than sangawara, we also focused on bamboo weaving and maruko boats. We showed the possibility of new architectural designs based on curved surfaces made through bamboo weaving and photogrammetric result obtained with a maruko boat.

研究分野：建築計画、建築設計

キーワード：棧瓦 主成分分析 変曲点 可積分離散化 弾性曲線 竹編み 丸子船 写真測量

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

現代ではコンピュータによって、さまざまな曲面、曲線が自由に生成できるようになった。力学的に最適な曲線を求めることは既に数多く行われており、シェル構造、ケーブル構造、膜構造建築物等の設計に活用されている。機能面から求められた曲線としては、高速道路の設計に用いられているクロソイド曲線等がある。美しさの観点から曲線を決定することは、その評価の難しさ等から従来行われてこなかったが、近年自然物や工芸品の形状の解析結果に基づき対数型美的曲線が定式化された。

美しさの観点から曲線セグメントを決定する場合、そのセグメントに、制御可能なパラメータによる一定の自由度がないと、設計者の意図するセグメントが生成できなくなり使いづらい。しかし一方で、あまりに自由度が高すぎても使いづらい。多くの建築設計者が寸法を決める前にモジュールを決め、その中から寸法を選ぶように、曲線セグメントを決める場合、無数にあるセグメントからただ1つを選ぶことは困難なためである。美しさの観点から曲線セグメントを定式化することにより、セグメントの選択肢を適切に制限することは、重要な課題である。特に日本の研究者として、日本独自の景観を構成し、美しいと評価されてきた曲線セグメント（以下、日本らしい景観を構成する曲線セグメントとする）の定式化は優先すべき課題と考えた。

2. 研究の目的

日本らしい景観を構成する曲線セグメントを計測し、数学的に記述可能な曲線として適切に定式化する手法を確立することを目指した。また、このような曲線セグメントを、現代の建築設計、さらには都市、ランドスケープの設計に自由に活用できるようになることも目指した。

3. 研究の方法

以下の(1)(2)(3)の研究を行った。

(1) 手づくりの棧瓦のキーラインの定式化

① 日本らしい景観を構成する曲線セグメントのうち、小スケールのセグメントをもつ典型的事例として棧瓦に着目し、研究対象とした。具体的にはまず、大阪府内の住宅で実際に使用されていた手づくりの棧瓦を、高精度3Dスキャナを用いて計測した(図1)。得られたメッシュデータの最適化を行った後、各瓦の頭にある上下2本の出隅をキーラインとして抽出した。各キーラインごとに、キーラインを構成する全頂点からなる点群に平面あてはめと座標変換を施すことにより、定式化、パラメータ化が比較的容易な平面図形に変換した。平面あてはめ、座標変換には主成分分析を用いた。

② 得られた不等辺開多角形を、等辺開多角形に近似し、曲線あてはめに適した等間隔の点列に置き換えたのち、近似後の点列に再度主成分分析による平面あてはめ、座標変換を施した。等辺開多角形近似で得られた点列の中から、点列に近似する曲線における大局的な変曲点を推定する方法を、Ramer-Douglas-Peucker アルゴリズムから着想を得て検討するとともに、その方法を用いた解析を試みた。

③ 各キーラインの点列を変曲点の両側に分け、可積分離散化された Euler の弾性曲線を用いた定式化の検討を行った。

④ 大局的な変曲点の推定において、誤差の要因となっている可能性がある、棧瓦がもつ局所的な凹凸の影響の排除を目指し、平均値の定理を示すグラフにおける曲線と接線の接点と、曲線の変曲点の関係について検討した。

⑤ 2本の対数型美的曲線セグメントを接続することによる曲線の定式化を目指し、互いに相似な対数型美的曲線を曲率連続とできる条件を、方向角に着目して検討した。

(2) 竹編みにより生成した曲面の建築設計への応用

日本が積み上げてきた文化といえる曲線、曲面の例として、竹編みに着目した。竹編みの技法を用いて建築模型を制作することにより、竹編みにより生成される曲面を応用した、新たな建築の設計手法の可能性を探った。

(3) 丸子船の写真測量結果の建築設計への応用

地域の歴史や文化に根差した曲線、曲面の例として、琵琶湖特有の船として発達してきたが、現在では建造、利用ともされなくなった丸子船に着目し、その写真測量を行った(図2)。測量結果により得られた曲線、曲面を建築設計に活用することにより、新たな建築の設計手法の可能性を探った。

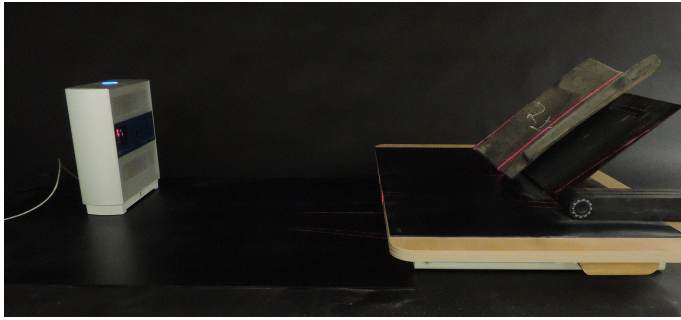


図1 3Dスキャナによる棧瓦の形状の計測



図2 写真測量を行った丸子船
(北淡海・丸子船の館)

4. 研究成果

(1) 手づくりの棧瓦のキーラインの定式化

① 主成分分析を用いた平面あてはめと座標変換

棧瓦のキーラインを構成する全頂点からなる点群に主成分分析を施し、点群の重心を含み、第1主成分と第2主成分に平行で、第3主成分を法線とする平面にあてはめた。この際、変換後の座標系について、各主成分をそのまま座標軸とする方法と、計測時に棧瓦が水平となった向きを考慮して座標系を決定する方法の両者を検討した(図3,4)。その結果前者の方が、サンプルによるキーラインの位置や向きのばらつきが小さく、より適切な座標系となることを明らかにした。

また、点群の重心とは別の点(キーラインの左端と右端の中点)をキーラインの中心とし、この中心が中央に来るように左右に平行移動させることによって、サンプルによるキーラインの位置のばらつきが小さくなることも明らかにした(図5,6)。計算結果を描画した結果、下側のキーラインには長年の使用による欠け、上側のキーラインには手づくりゆえの形状のばらつきがそのまま表れた。

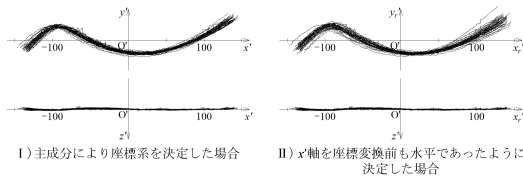


図3 点群の重心を中心とした座標系への変換結果(下側キーライン)

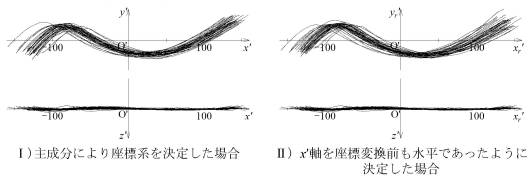


図4 点群の重心を中心とした座標系への変換結果(上側キーライン)

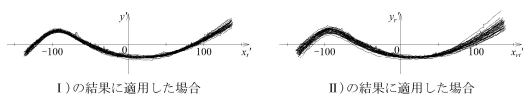


図5 キーラインの中心が中央となるように左右に平行移動した結果(下側キーライン)

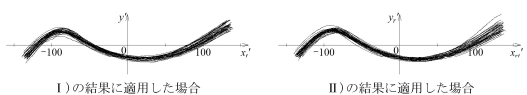


図6 キーラインの中心が中央となるように左右に平行移動した結果(下側キーライン)

② 等辺開多角形近似と大局的な変曲点の推定

得られた不等辺開多角形を、棧瓦の実寸と、重なり非対称性を考慮した方法で、等辺開多角形に近似し、曲線あてはめに適した等間隔の点列に置き換える手法を考案した(図7)。また、近似後の点列に再度主成分分析による平面あてはめ、座標変換を施すことにより、割れや欠け等といった個々の棧瓦の局所的な凸凹の影響による頂点の間隔のばらつきの多くが排除でき、異なる棧瓦の間で位置や向きのばらつきがより小さい座標系に変換できることを明らかにした。

一方で、Ramer-Douglas-Peucker アルゴリズムから着想を得た方法で大局的な変曲点を求めた(図8)。その結果、推定された変曲点の位置に一定のばらつきがあることが明らかになった。よって、各棧瓦のキーラインにあてはまる曲線自体に、一定のばらつきがあると推察できた。しかし、開多角形の局所的な凹凸が等辺開多角形近似によって完全には排除できず、その結果変曲点の推定結果に影響を与えている可能性もあるため、今後さらなる検討が必要と考えられた。

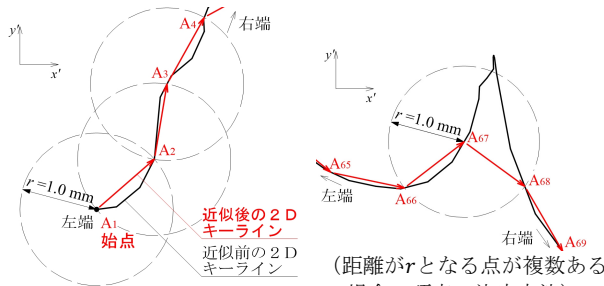


図7 2Dキーラインの等辺開多角形近似の方法

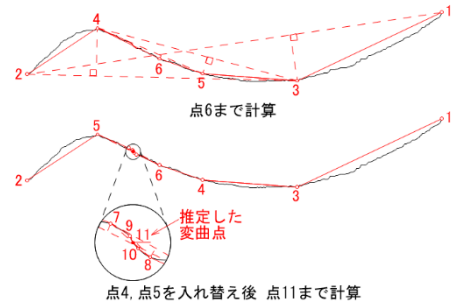


図8 Ramer-Douglas-Peucker アルゴリズムから着想を得た変曲点の推定方法

③ 可積分離散化された Euler の弾性曲線による定式化

棧瓦の下側キーライン 37 本の、変曲点より右側（谷側）について、可積分離散化された Euler の弾性曲線による近似を試みた（図 9）。その結果、大半（35 本）のキーラインは、ばらつきが極めて小さい、正弦曲線に近い離散弾性曲線に近似できることを明らかにした。残り 2 本のキーラインは、円弧に近い離散弾性曲線に近似された。

一方でこれら 37 本の近似曲線について、変曲点が原点になるように平行移動したところ、曲線のばらつきが大きくなってしまったことが判明した（図 10）。よって②で推察した通り、変曲点の推定において、一定のばらつき、誤差が含まれている可能性が考えられる。特に円弧に近い離散弾性曲線に近似された 2 本は、変曲点の推定位置が右側（谷側）に寄っているため、曲率が小さい変曲点付近が大幅に省かれてしまい、円弧に近い曲線に近似されてしまったものと推測できる。キーラインの局所的な凹凸が推定に与えた影響について、さらなる検討が必要と考えられた。

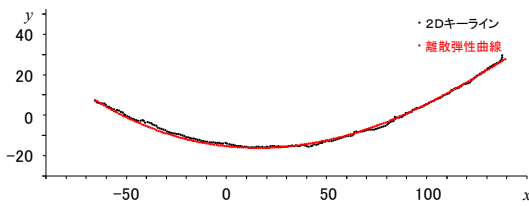


図9 離散弾性曲線による近似の例

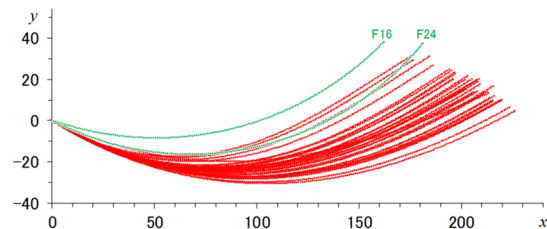


図10 変曲点が原点になるように近似曲線を平行移動した結果（F16, F24 は円弧に近い離散弾性曲線）

④ 平均値の定理を示すグラフにおける接点と変曲点の関係の検討

棧瓦と同様に、変曲点に関して非対称な曲線の例として、互いに相似な曲線を変曲点で接続した曲線に着目し、Lagrange および Cauchy の平均値の定理を示すグラフにおける曲線と接線の接点と、曲線の変曲点の関係について調べた。またこの条件をみたす曲線を、冪関数と一次関数の和、および正弦関数で定義し、グラフ上で図示して考察した。その結果、変曲点に関して非対称な曲線について、変曲点をはさんで互いに相似な場合は変曲点の位置が求まること、変曲点をはさんで相似でない曲線も、変曲点の近傍の区間で相似な曲線に近似できれば、変曲点が推定可能であることを示した。

⑤ 互いに相似な対数型美的曲線が曲率連続となる条件の検討

互いに相似な対数型美的曲線を曲率連続とできる条件を、方向角、相似比、および対数型美的曲線のパラメータ α の関係として定式化した。この定式化の結果を応用することにより、対数型美的曲線を用いて、接続点において曲率が極大かつ連続となる曲線が表現可能であることを示した。

(2) 竹編みにより生成した曲面の建築設計への応用

竹編みの技法を用いて建築模型を制作した結果、竹編みで曲面の模型を制作する際には厚さ 0.3 mm、幅 3 mm 程度の竹ひごが適していること、曲面の形状によっては、形状を保持する枠が必要になる場合があることを明らかにした（図 11）。竹編みに使用される扁平な竹ひごは、弱軸方向に大きく曲がる一方で、強軸方向には曲がりにくく、またねじれにくい（図 12）。そのため竹ひごが形づくる曲線は、ほぼ平面曲線に近似できる。梁が平面曲線で構成されていることは、建築の設計、施工の両面から極めて有利である。以上から、建築の曲面を竹編みによってスタディすることは、建築の設計手法として有用な可能性がある。

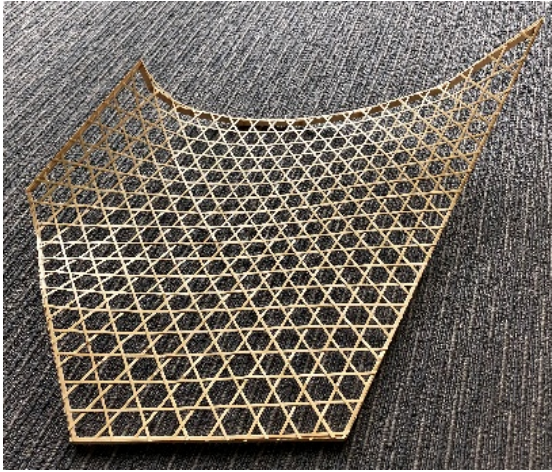


図 11 竹編みで制作した曲面

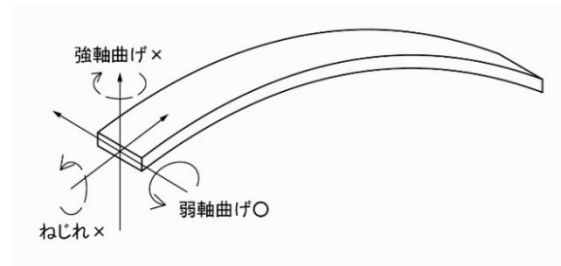


図 12 扁平な竹ひごの曲げ

(3) 丸子船の写真測量結果の建築設計への応用

かつての船大工は設計図面を一切描かず、既にある丸子船の寸法を測ることによって丸子船を建造してきた。また丸子船の曲面は従来正確な形状の計測が行われてこなかったと考えられ、図面ではその形状が特定できなかった。このようにこれまで不明な点が多かった丸子船の曲面も、写真測量によりその形状が計測できることを明らかにした(図13)。また、メッシュデータのままであれば建築設計に活用できないが、オモギとそれ以外の部分に分けて短手方向の断面を作成することにより、丸子船の曲線、曲面を持つ3Dモデルが再現でき、建築設計に活用可能なことを示した(図14, 15, 16)。この設計手法は、丸子船に限らず、地域の歴史や文化に根差した建築を設計し、その伝統を未来へ継承する上で有効と考えられる。



図 13 写真測量で得られた丸子船のメッシュデータ

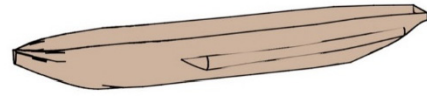


図 14 再現した丸子船の3Dモデル

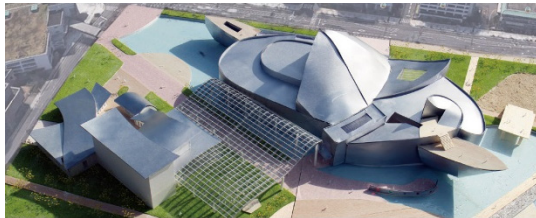


図 15 丸子船の曲線、曲面を応用した建築設計の模型写真

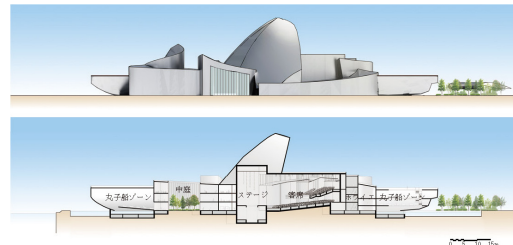


図 16 丸子船の曲線、曲面を応用した建築設計の立面図、断面図

(4) 今後の展望

本研究課題では当初、風景画や屋根のそり、むくりといった、よりスケールの大きな曲線の定式化も行うことを考えていた。しかし1枚の瓦のように、人が一度に視界にとらえられる曲線の定式化手法を、よりスケールが大きい、人を包み込むような曲線へとそのまま適用することには、人の視覚特性を踏まえると、形の恒常性が失われる、人の眼球運動、頭部運動が考慮できないといった問題がある。さらに建築・景観設計の実務への応用を想定した場合、膜構造をはじめとした大空間スパン構造物のように、力学的制約が大きい設計では、美しさの観点から決定した曲線を修正する必要が生じる場合も考えられる。人の注視が向けられる部分の曲線をより忠実に再現しつつ、向けられない部分では力学的制約を重視するような設計を行うためには、アイカメラを用いて、没入型景観を構成する大スケールの曲線を、人が注視行動によりどのようにとらえるかを実験的に調査する必要があるとの結論に至った。

以上の理由から、研究計画の再構築を行った新しい研究課題「没入型景観を構成する曲線の定式化手法の開発 —人の視覚特性に着目して—」にて研究計画最終年度前年度応募を行い、2020年度に新規採択された。今後は本研究課題を通して得られた研究成果を、人の視覚特性を考慮した研究へと展開していく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之	4. 巻 -
2. 論文標題 丸子船の形状の写真測量とその再構成による建築設計の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 11-12
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 鈴木利友, Sebastian Elias GRAIFF ZURITA, 梶原健司, 三浦憲二郎	4. 巻 -
2. 論文標題 Eulerの弾性曲線の可積分離散化による手づくりの棧瓦のキーラインの近似	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 264-265
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 鈴木利友	4. 巻 情報システム技術
2. 論文標題 平均値の定理を示すグラフにおける接点と変曲点の関係に関する考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)	6. 最初と最後の頁 191-192
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 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之	4. 巻 情報システム技術
2. 論文標題 丸子船の形状の写真測量および3Dモデルによる再現	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)	6. 最初と最後の頁 203-204
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 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之	4. 巻 -
2. 論文標題 たゆたう 丸子船がわたる劇場	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集(関東)	6. 最初と最後の頁 114-115
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 黒野朱理, 鈴木利友, 田川浩之	4. 巻 -
2. 論文標題 竹編みにより曲面を設計するための基礎的検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集(関東)	6. 最初と最後の頁 208-209
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 鈴木利友, 井上年和, 梶原健司, 三浦憲二郎	4. 巻 -
2. 論文標題 実寸と重なり非対称性を考慮した椀瓦のキーラインの等辺開多角形近似	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 866-867
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鈴木利友	4. 巻 情報システム技術
2. 論文標題 等間隔の点列に近似する曲線における大局的な変曲点の推定 Ramer-Douglas-Peuckerアルゴリズムから着想を得て	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)	6. 最初と最後の頁 103-104
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 鈴木利友	4. 巻 -
2. 論文標題 U-petal and J-pier 互いに相似な対数型美的曲線が曲率連続となる条件およびインターロッキング舗装による対数型美的曲線の近似方法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集(北陸)	6. 最初と最後の頁 342-343
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 鈴木利友, 井上年和, 鈴木 晶, 三浦憲二郎	4. 巻 -
2. 論文標題 3Dレーザースキャナを用いた手づくりの棧瓦の計測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2018年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 583-584
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 鈴木利友, 井上年和	4. 巻 情報システム技術
2. 論文標題 主成分分析を用いた手づくりの棧瓦のキーラインの平面あてはめと座標変換	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)	6. 最初と最後の頁 203-204
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 鈴木利友, 井上年和	4. 巻 -
2. 論文標題 いらかのなみ 手づくりの曲線に基づく建築設計を目指して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集(東北)	6. 最初と最後の頁 138-139
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 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之
2. 発表標題 丸子船の形状の写真測量とその再構成による建築設計の検討
3. 学会等名 2020年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木利友
2. 発表標題 景観を構成する曲線の解析と景観建築への応用
3. 学会等名 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 短期共同研究「離散微分幾何の設計への応用：理論から実務へ」公開講演（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木利友, Sebastian Elias GRAIFF ZURITA, 梶原健司, 三浦憲二郎
2. 発表標題 Eulerの弾性曲線の可積分離散化による手づくりの棧瓦のキーラインの近似
3. 学会等名 2020年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木利友
2. 発表標題 平均値の定理を示すグラフにおける接点と変曲点の関係に関する考察
3. 学会等名 日本建築学会大会(関東)学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之
2. 発表標題 丸子船の形状の写真測量および3Dモデルによる再現
3. 学会等名 日本建築学会大会(関東)学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田朱里, 鈴木利友, 田川浩之
2. 発表標題 たゆたう 丸子船がわたる劇場
3. 学会等名 日本建築学会大会(関東)建築デザイン発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒野朱理, 鈴木利友, 田川浩之
2. 発表標題 竹編みにより曲面を設計するための基礎的検討
3. 学会等名 日本建築学会大会(関東)建築デザイン発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木利友
2. 発表標題 曲線の定式化と建築設計への応用
3. 学会等名 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 短期共同研究「離散微分幾何の新展開 意匠設計から建築設計へ」公開講演(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木利友, 井上年和, 梶原健司, 三浦憲二郎
2. 発表標題 実寸と重なりの非対称性を考慮した棧瓦のキーラインの等辺開多角形近似
3. 学会等名 2019年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木利友
2. 発表標題 等間隔の点列に近似する曲線における大局的な変曲点の推定 Ramer-Douglas-Peuckerアルゴリズムから着想を得て
3. 学会等名 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 鈴木利友
2. 発表標題 U-petal and J-pier 互いに相似な対数型美的曲線が曲率連続となる条件およびインターロッキング舗装による対数型美的曲線の近似方法
3. 学会等名 日本建築学会大会(北陸)建築デザイン発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木利友, 井上年和, 鈴木 晶, 三浦憲二郎
2. 発表標題 3Dレーザーキャナを用いた手づくりの棧瓦の計測
3. 学会等名 2018年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木利友, 井上和
2. 発表標題 主成分分析を用いた手づくりの棧瓦のキーラインの平面あてはめと座標変換
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 鈴木利友, 井上和
2. 発表標題 いらかのなみ 手づくりの曲線に基づく建築設計を目指して
3. 学会等名 2018年度日本建築学会大会(東北)建築デザイン発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	吉田 朱里 (Yoshida Akari)		
研究協力者	黒野 朱理 (Kurono Akari)		

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
---------	---------