

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03900

研究課題名(和文) 実物モデルのコンパクトな保存を可能とする折紙式プリンターの開発

研究課題名(英文) Development of Origami Printer which can store the real models compactly

研究代表者

篠田 淳一 (Shinoda, Junichi)

明治大学・研究・知財戦略機構(中野)・研究推進員

研究者番号：60266880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：構造の特徴を保持しながら、展開図の木構造を開構造化する条件下で最大限形状を簡略化する簡略化アルゴリズムを構築し、さらに最適な折り畳み条件やロボットマニピュレータの操作シーケンスを導出するアルゴリズムを構築した。加えて、材質に対する折り畳みのシミュレーションを行い、材料の機械的特性、境界条件、制約条件、材料とロボットのグリッパ/ホルダの接触やその他シミュレーションに必要なパラメータを明確化した。また、厚紙等に適用するため、グリッパの適切な位置及びその向きと力の大きさ、そして適切な折り畳み操作のシーケンスを導出するアルゴリズムを構築し、既に開発済のレゴベースのロボット等を用いて妥当性の確認をした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2Dパターン(型紙)から特定の形状を成型する作業をロボットによって実現することができれば、それは大量生産が可能になることを意味する。そのためには、ロボットが加工しやすい2Dパターンをいかに生成するかが課題となってくる。本研究ではそれらの課題の一部を解決しその有効性を実証実験によって検証したものになっている。さらに、大きな構造物を作成するためには、ある程度の強度が必要であり、それには材質を厚紙や金属などに変更して考えなければならない。そうすると、新たな加工技術が必要となり、ここに人間にはできない、ロボットならではのメリットがあると考えられ、本研究ではそれらを解決するための足掛かりにもなっている。

研究成果の概要(英文)：An algorithm that builds a simplification algorithm that simplifies the shape as much as possible under the condition of opening the tree structure of the development drawing while retaining the structural features, and further derives the optimum folding conditions and the operation sequence of the robot manipulator, was built. In addition, a folding simulation of the material was performed to clarify the mechanical properties of the material, boundary conditions, constraints, contact between the material and the robot gripper / holder, and other parameters required for the simulation. In addition, in order to apply it to cardboard, etc., we constructed an algorithm to derive the appropriate position of the gripper, its orientation and force magnitude, and the appropriate folding operation sequence, and we confirmed validity of our results by using the already developed LEGO-based robot etc.

研究分野：計算工学

キーワード：リバーエンジニアリング 積層型3Dプリンタ 折紙ロボット 2Dパターン 木構造 簡略化技術 結合技術

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

3次元の形状データから2Dパターン(型紙)を生成するアルゴリズムを今までに開発してきたが[1]、[3]、これらは、最終的な部分を人が作成することを想定しているものであった。下図に代表者らのグループで開発された、折りから糊付けまでを行うロボットの一例を示す[4]。これはレゴを用いて作成されたものである。将来的なことを見据えると、ロボットによる大量生産ができることが望ましい。そのためには、ロボットが加工しやすい2Dパターンをいかに生成するかが課題となってくる。また、実際の構造物やフィギュア等を撮影した画像データから2Dパターンを生成するには、画像データから3Dのデータを生成する際に、構造物やフィギュアそれ自体が持つ特徴線が曖昧になったり、撮影や変換によるノイズによってシャープや滑らかな線であったものが凸凹になったりすることがある。この問題への対処方法としては、形状を損なわない程度、即ち、特徴線を復活・維持させながら形状を簡略化することが考えられ、これは先に述べた、ロボットが加工しやすい2Dパターンを生成するという課題とも関連する課題となっている。加えて、上述した大きな構造物を作成するためには、ある程度の強度が必要であり、それには材質を厚紙や金属などに変更して考えなければならない。そうすると、新たな加工技術が必要となり、ここに人間にはできない、ロボットならではのメリットがあると考えられる。従って、本研究では、まず、元になる3Dの形状データから、特徴線を保持しながら必要に応じて簡略化や構造の分割を行いながら、これと連動してロボットが折りやすい形状を考察し、これらを組み合わせることで2Dパターンを生成するためのアルゴリズムを構築する。さらに次のステップとしては、厚紙や金属板等の異なる材質に対しても適用できるように部材の加工法やロボットアーム等の調整等を同時に行えるアルゴリズムを構築しシステムの実現を図る。

### 2. 研究の目的

本研究の最終的な目的は、ロボットによる厚紙や金属板での折紙構造を可能にするだけでなく、その工法についても最適なものを導出するためのアルゴリズムを構築しそれを実際のロボットに適用できるようにすることである。まず、ロボットが折りやすい構造にするために、全体の構造を凸集合に分割することを考える。凸集合に分割すること自体については多くの研究があるが、ここでは、特に制約条件付きで凸集合に分割することを考える。このようなロボットの折り方を考慮した制約条件下での凸集合分割は今までにはないものである。また、厚紙や金属板を考慮したロボットによる折紙工法に関しては、工数の無駄の排除を考慮して、組み立てに必要な線以外は折らずに折り畳めることをその条件とする。さらに、本研究では、厚紙や金属板への加工に関して、折り方やロボットアームの位置を最適にすることを目標とするが、それに関しては、FEMによるシミュレーションを反復させることにより、それを実現させる。このアプローチに関しては今までに分担研究者のサブチェンコら[2]以外先行する研究の無いものである。また、実物どおりのものを折り紙で作るためには、実際に折る必要のない部分はそのまま折らないことが望ましい。本研究では、複数に分割して互いに重ならない2次元展開図をつくること、その際に、器用さで人間の手より劣るロボットでも各パートの展開図を折れるよう木構造とすること、に特徴がある。特に、折り紙ロボットと合わせての検討は、他では見られず木構造にするという発想は独創的である。

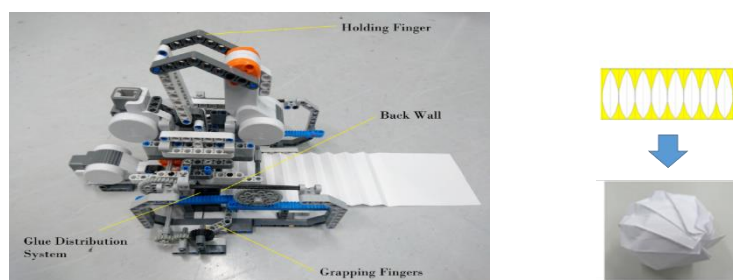


図1 レゴを使った作成された糊付可能ロボットとその作製物

### 3. 研究の方法

本研究では、まず、元になる3Dの形状データから、特徴線を保持しながら指定の倍率での簡略化や構造を分割するアルゴリズムについて考察する。メッシュの簡略化については、代表者らのグループで統計的手法を用いて簡略化する手法や、特徴線上に節点を配置して簡略化を行う手法が既に開発されている[5]。下図にその簡略化の例を示す。ここでは、それらを踏まえて、前述のアルゴリズムの高度化を図る(篠田、萩原、サブチェンコ)。加えて、ロボットが折りやすい形状を明確化する。これには、ベトナムのホアン氏、タイタオ氏らとの木構造を利用した共同研究が先行研究としてある[2]。図3(b)、(c)では、それぞれ糊代と本体に折線が掛かる例及び

折線が本体の折らない部分に掛かかる例になっている。この例のように本体中の折り線を折るときにそれが糊代にまで影響するためロボットで折るのは困難となる。同図(d)は木構造を利用して糊代展開を改良した結果である。本研究ではさらに展開した2Dパターンに内点をなるべく含まなくなるような制限を付加して、パターンを生成するアルゴリズムを開発する。代表者らは、凸集合への分割アルゴリズムに関して、分担研究者奈良の研究 (Polygonal mesh partitioning for NURBS surface generation, Advanced Materials Research Vols. 204-210(2011), pp. 1824-1829) もあり、上述のアルゴリズムとの融合についても考察する (奈良、ディアゴ)。折り紙パターンから目的の構造を組み立てる場合、パーツとパーツを接合するには、糊代を糊付けて接合するか、差し込み方式で接合するかの2通りが主な方法である。糊付けによる接合方式では、一旦組み立ててしまうと、目的の構造物が大きな場合持ち運びや保管が容易ではない。この問題を解決するためにここでは、差し込み方式を採用する。糊代を重なりなく生成するアルゴリズムに関しては代表者らのグループによって開発されている[3]。これを下図に示す。差し込みは糊代と同様のものと考えられるが、差し込みはできるだけ大きいほうが、ロボットによる操作がしやすい。そこで、本研究では、差し込みが重ならないという条件にさらに差し込みが最大になるような制約条件を加えて差し込みを生成することができるアルゴリズムを開発する (篠田、サブチェンコ)。上述の内容をロボットで実現するため、ここでは、シミュレーションベースの方法を確立する。今までの研究では、特定のシミュレーションケースのみしか考慮されてこなかったが[2]、ここでは、折り畳みシステムのシミュレーション、材料シミュレーションを通じて、より広範囲な対象に対して、最適な、折り畳み条件やロボットマニピュレータの操作シーケンスを導出するアルゴリズムを構築する。そのためには、折紙構造とロボットシステムのモデリングに含まれる、折り畳みパターン上のロボットの指先部分の配置、折り畳みとその保持力、ロボットアームの幾何学的パラメータについての条件を考慮する必要がある。これらを実現するためには、次の3つのフェーズ：1. 概念設計を提示する概略設計ステージ、2. 数値シミュレーションステージ、3. シミュレーション結果によって概略設計を修正するための設計改良ステージが必要となる。概略設計ステージは、薄い紙に対するロボットの設計に関するもので、既に多くの知見が得られている[4]。数値シミュレーションステージに関しては、概略設計ステージでの知見を活かして、0.1mm以下の紙やその他の材質に対する折り畳みのシミュレーションを行い、材料の機械的特性、境界条件、制約条件、材料とロボットのグリッパ/ホルダの接触やその他シミュレーションに必要なパラメータを明確化する。その際、折紙の各頂点は、球構造の球の中心と同等のものであり、折線は回転ジョイントとして表現されると考える。最後の概略設計の修正ステージでは、金属等のやや厚めの材質に適用するためには、曲げによる伸びを校正する必要があり、そのために、シミュレーションステージで得られた結果を基に弾性力学やアダプティブメッシュの理論を援用し、その上で条件に応じて、グリッパの適切な位置及びその向きと力の大きさ、そして適切な折り畳み操作のシーケンスを導出するアルゴリズムを構築する。(篠田、萩原、奈良、サブチェンコ、ディアゴ)。

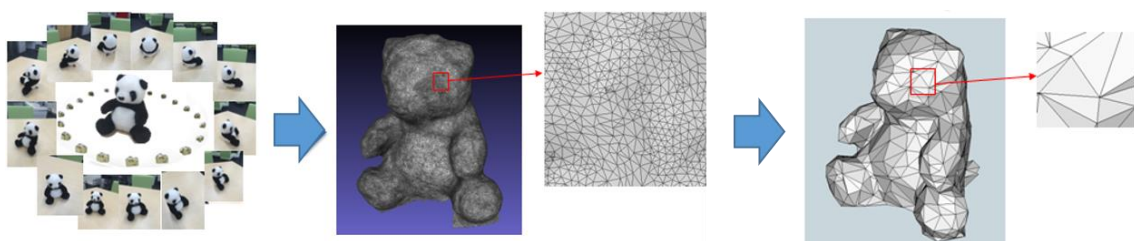


図2 画像データの3D化とメッシュの簡略化

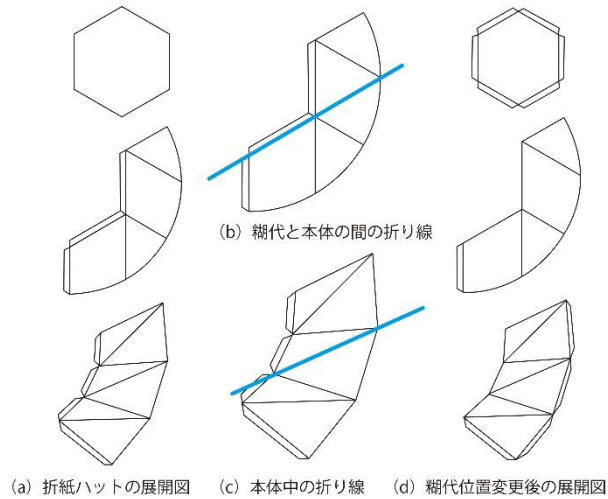


図3 ロボットが折り易くするための変更プロセス

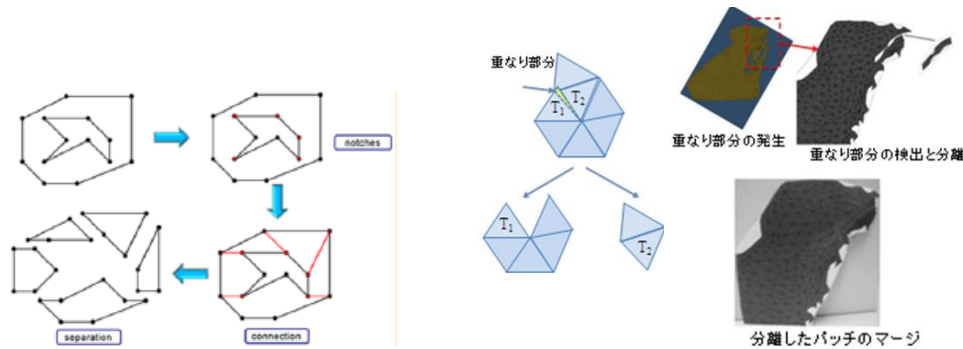


図4 凸集合への分割アルゴリズム 図5 重ならない糊代を生成するアルゴリズム

#### 4. 研究成果

①構造の特徴を保持しながら、展開図の木構造を開構造化する条件下で最大限形状を簡略化する簡略化アルゴリズムを構築した。②糊付けによる接合方式では、一旦組み立ててしまうと、目的の構造物が大きな場合持ち運びや保管が容易ではない。この問題を解決するため、差し込み方式を採用した。ロボットによる操作をしやすくすべく差し込み部と本体が重ならないという条件のもとで差し込み部を最大にする制約条件を加えたアルゴリズムを開発した。③上述の内容をロボットで実現するため、まず、シミュレーションベースの方法を検討した。すなわち、折り畳みシステムの幾何学的シミュレーション及び構造工学的シミュレーションを通じて、最適な折り畳み条件やロボットマニピュレータの操作シーケンスを導出するアルゴリズムを構築した。④そのため、折紙構造とロボットシステムのモデリングに含まれる、折り畳みパターン上のロボットの指先部分の配置、折り畳みとその保持力、ロボットアームの幾何学的パラメータについての条件を、1. 概略設計ステージ、2. 数値シミュレーションステージ、3. 詳細設計ステージ、に分けて検討した。⑤概略設計ステージは、薄い紙に対するロボットの設計に関するもので、文献[1]の拡張が得られた。数値シミュレーションステージに関しては、0.1mm以下の紙やその他の材質に対する折り畳みのシミュレーションを行い、材料の機械的特性、境界条件、制約条件、材料とロボットのグリッパ/ホルダの接触やその他シミュレーションに必要なパラメータを明確化した。詳細設計ステージでは、厚紙等に適用するため、グリッパの適切な位置及びその向きと力の大きさ、そして適切な折り畳み操作のシーケンスを導出するアルゴリズムを構築した。⑥既に開発済みのレゴベースのロボット及び外注による強度を中心に増強したロボットを用いて妥当性の確認をした。

[1] 萩原一郎, マリア・サブチェンコ, Yu Bo, 篠田淳一, 三次元構造物の製造方法, 三次元構造物の製造装置, 及び, プログラム, 特願 2013-080862. 許第 6198107 号 (2017 年 9 月 1 日)  
 [2] P. T. Thai, M. Savchenko, H. T. T. Ngyyen, I. Hagiwara, Simulation-based approach for paper folding with the aim to design the origami-performing robotic system, Released: December 15, 2016 [Advance Publication] Released: October 19, 2016.

- [3] B. Yu, M. Savchenko, J. Shinoda, L. Diago, I. Hagiwara, V. Savchenko, Producing Physical Copies of the Digital Models via Generating 2D Patterns for “Origami 3D Printer” system, pp.58-77, Released: August 08, 2016.
- [4] 篠田淳一, ディアゴ ルイス, サブチェンコ マリア, ロメロ ジュリアン, 篠田淳一, 折紙, 式プリンターと折紙ロボット, 日本機械学会誌, Vol. 119, No. 1175 (2016-10), pp. 562-563.
- [5] 篠田淳一, マリアサブチェンコ, 応用数理ハンドブック, メッシュの簡略化, 朝倉書店, 2013. 10, pp. 666-667.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Luis Diago, Junichi Shinoda, and Ichiro Hagiwara	4. 巻 872
2. 論文標題 Meta-Heuristic Approaches for Automatic Roof Measurement in Solar Panels Installations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computational Intelligence in Emerging Technologies for Engineering Applications. Studies in Computational Intelligence	6. 最初と最後の頁 39-52
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/acbd123987	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 Yang Yang, Ichiro Hagiwara, Luis Diago, Junichi Shinoda	4. 巻 -
2. 論文標題 An origami crease pattern generating methodology for “origami 3D printer”, ASME Proceedings,.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, IDETC2019-97715, 2019	6. 最初と最後の頁 -
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 奈良知恵, 萩原一郎, 楊陽, 陳曉詩	4. 巻 29 巻
2. 論文標題 厚板の折り畳み式ボックスとヒンジ支持棒	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本応用数学会論文集	6. 最初と最後の頁 46-61
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 萩原一郎	4. 巻 409
2. 論文標題 折紙工学誕生の経緯, 現状そして未来	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 公益社団法人精密工学会講習会「これぞORIGAMIー指先から宇宙へー」	6. 最初と最後の頁 1, 5
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 萩原一郎	4. 巻 20
2. 論文標題 「折紙工学」による軽くて強いを中心とする自動車材料開発の可能性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Material stage	6. 最初と最後の頁 25、34
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 Diago L., Shinoda J., Hagiwara I	4. 巻 872
2. 論文標題 Meta-Heuristic Approaches for Automatic Roof Measurement in Solar Panels Installations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computational Intelligence in Emerging Technologies for Engineering Applications. Studies in Computational Intelligence	6. 最初と最後の頁 39、52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.10007/978-3-030-34409-2_3	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27件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 楊陽, ルイス・ディアゴ, 萩原一郎
2. 発表標題 折紙ロボットでも折れる2次元展開図の作成法
3. 学会等名 Dynamics & Design Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. A. Romero, L. A. Diago, C. Nara, J. Shinoda, and I. Hagiwara
2. 発表標題 Crease Pattern Simplification for Automatic Folding
3. 学会等名 The 7th International Meeting on Origami in Science, Mathematics and Education
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陳曉詩、楊陽、萩原一郎、趙希祿
2. 発表標題 土木・建築用超長柱材への折紙工学からのアプローチに関する一考察
3. 学会等名 MIMS現象数理学拠点共同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Luis Diago, I. Hagiwar
2. 発表標題 A new method of creating patterns for a robot that builds three-dimensional models of bones on paper
3. 学会等名 MIMS現象数理学拠点共同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 )萩原一郎
2. 発表標題 折り紙の産業応用について応用について
3. 学会等名 MIMS現象数理学拠点共同研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 I. Hagiwara
2. 発表標題 Introduction of Origami Engineering, Keio-SKIP
3. 学会等名 慶應スタンフォードプログラム
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 秋原一郎
2. 発表標題 日本人及び日本のサイエンスの特殊性を反映する折紙工学
3. 学会等名 ココスバ、明治大学生田キャンパス・図書館にて
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋原一郎
2. 発表標題 折紙構造の産業への応用に関する現状と課題
3. 学会等名 豊田工業大学研究談話会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋原一郎
2. 発表標題 折紙工学のすすめー新しい観点による構造体設計の刷新と特性向上ー
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジーセミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋原一郎
2. 発表標題 折紙工学を推進するCOMSOLシステムー夢の折紙輸送箱の開発ー
3. 学会等名 COMSOLCONFERENCE 2018 TOKYO
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陳曉詩, 楊陽, 萩原一郎, 趙希祿
2. 発表標題 土木・建築用超長柱材への折紙工学からのアプローチに関する一考察
3. 学会等名 日本応用数理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ルイス・ディアゴ, 楊陽, ジュリアン・ロメロ, 萩原一郎
2. 発表標題 折紙ロボットで折るための展開図
3. 学会等名 日本応用数理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陳曉詩, 楊陽, 萩原一郎, 趙希祿
2. 発表標題 土木・建築用超長柱材への折紙工学からのアプローチに関する一考察
3. 学会等名 「折紙数学と折紙工学を基盤とする産業応用」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 楊陽, ルイス・ディアゴ, ジュリアン・ロメロ, 萩原一郎
2. 発表標題 折紙ロボットで三次元形状を作る展開図についての考察
3. 学会等名 日本機械学会第31回計算力学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陳曉詩, 萩原一郎, 趙希祿, 楊陽
2. 発表標題 長い部材のエネルギー吸収に適する折紙構造の考察
3. 学会等名 日本機械学会第31回計算力学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部綾, 寺田耕輔, 萩原一郎
2. 発表標題 位相最適化によるメタマテリアル折り紙の創生
3. 学会等名 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部綾, 寺田耕輔, 萩原一郎
2. 発表標題 折紙工法による組立式トラスコアパネル(ATCP:)の適用検討
3. 学会等名 日本応用数理学会2018年度年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部綾, 寺田耕輔, 萩原一郎
2. 発表標題 治療および再生医療用の血液・細胞を安全に輸送する折紙輸送箱実現のための計算力学手法の開発
3. 学会等名 日本機械学会 第 31 回計算力学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 陳曉詩、楊陽、趙希祿、萩原一郎
2. 発表標題 折紙構造を採用する超長部材のエネルギー吸収性能の検討
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部 綾, 寺田 耕輔, 萩原 一郎
2. 発表標題 折紙式輸送箱の振動遮断について
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 楊陽、ルイス・ディアゴ、萩原一郎
2. 発表標題 折紙ロボット用2次元展開図の検討
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部綾, 寺田耕輔, 萩原一郎
2. 発表標題 折紙工法による紙/樹脂製緩衝材兼運搬箱の開発
3. 学会等名 日本応用数理学会2018年度年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yang Yang, Ichiro Hagiwara, Luis Diago, Junichi Shinoda
2. 発表標題 An origami crease pattern generating methodology for "Origami 3D printer"
3. 学会等名 Proceedings of the ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aya Abe, Koichi Terada, Ichiro Hagiwara
2. 発表標題 A Proposition of New Cushoning Material Assembly Truss Core Panel
3. 学会等名 The 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ルイス・ディアゴ、篠田淳一
2. 発表標題 折紙式プリンターのための改良"Norigami"ロボット
3. 学会等名 明治大学MIMS研究集会「折り紙の科学を基盤とするアート・数理および折紙工学への応用研究」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Diago Luis、篠田淳一
2. 発表標題 折紙ロボット1
3. 学会等名 MIMS研究集会「折紙構造・折紙式プリンター・扇構造の工学的芸術的アプローチ」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ディアゴ ルイス, 篠田 淳一, 萩原 一郎
2. 発表標題 CSG (constructive solid geometry) 技術援用複雑八ニカム構造の高精度高效率生成法
3. 学会等名 日本応用数理学会 研究部会連合発表会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 萩原一郎, 奈良知恵	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日刊工業新聞社	5. 総ページ数 156
3. 書名 おもしろサイエンスシリーズ, 折り紙の科学	

〔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	ディアゴ ルイス・アリエル  (Diago Luis Ariel)  (20467020)	明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員   (32682)	
研究分担者	奈良 知恵  (Nara Chie)  (40147898)	明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員 (客員研究員)   (32682)	
研究分担者	サブチェンコ マリア  (Savchenko Maria)  (40599304)	明治大学・研究・知財戦略機構・研究推進員 (共同研究員)   (32682)	

6. 研究組織（つづき）

	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	萩原 一郎  (Hagiwara Ichiro)  (50282843)	明治大学・研究・知財戦略機構・特任教授    (32682)	

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			
トルコ	アンカラ中東工科大学			