


切り紙構造が誘起する折り紙構造の学理創出とデバイス実証

| | | | |
|--|--------|---|---------------------|
|  | 研究代表者 | 早稲田大学・理工学術院・教授 岩瀬 英治 (いわせ えいじ) | 研究者番号:70436559 |
| | 研究課題情報 | 課題番号: 22H04954 キーワード: 折り紙、切り紙、フレキシブルデバイス、self-folding、Kiri-origami構造 | 研究期間: 2022年度～2026年度 |

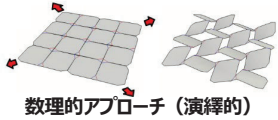
なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

本研究は、切り紙構造が誘起する座屈変形を利用し、薄膜シートを折り紙構造に一括して折り上げる「Kiri-origami構造」と命名した新規学術領域の学理の確立から、薄膜折り紙構造を用いたデバイス実証まで行うことを目的としている。

折り紙は、大面積に展開する宇宙構造体や折りによる薄板の強度向上など、「折紙工学」として学術分野がすでに開拓されている。しかしながら、旧来の折り紙構造には折り上げにモード分岐が多くあり、熱収縮ポリマなどの能動材料を用いたself-foldingを用いても平面から狙った構造に折り上げることが困難なことが示されている。そこで本研究では、self-foldingを構造的に誘起するKiri-origami構造を数理モデルから構築し、機能性を発現する切り紙パターンの設計手法の確立からKiri-origami構造を用いたデバイス実証までを行う。

学理探索



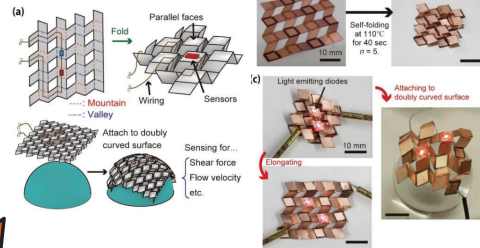
数理的アプローチ（演繹的）



キノガサタケ
写真提供: 株式会社リリカインターナショナル

生物規範アプローチ（帰納的）

デバイス実証



学術領域・新産業の創出

2次元 ↔ 3次元

折り紙 ← → 切り紙

(a) 折り込みによる展開・収納

ソーラーパネルの折り畳み構造 (JAXA)

鳥Gr.の研究

(c) 折りによる強度向上

ダイヤカット缶 (KIRIN)

鳥Gr.の研究

(e) 切り込みによる伸長能付与

鳥備研究

鳥Gr.の研究 (従来) Kiri-origamiの研究領域 (本研究提案)

(b) 平面から立体構造の実現

(d) 局所的な曲げ変形による全体の伸縮変形

(f) 切り紙構造が誘起する折り紙3次元構造

折り紙・切り紙に関する研究領域の分類と本研究提案の位置づけ

(赤字の(d), (f) は提案者らが独自に提案・開拓した研究領域)

図1 研究全体のイメージ図

●研究のポイント

- 折り紙構造（平面状態からの変形は圧縮が基本）は狙った折り上げ状態に折り上げるのが困難である一方で、切り紙構造（平面状態からの変形は引張が基本）は比較的制御が容易であるという違いに着目。
 - ミクロで精緻な自己折り畳み (self-folding) ではなく、マクロな延伸変形により折り紙構造を折り上げる。
- 切り紙構造が誘起する折り紙構造をいくつか発見しているが、きちんとした発現メカニズムは現状不明である。
 - “Kiri-origami構造” と命名し、探求する。
- 切り紙と折り紙の融合し、“Kiri-origami” という新しい学理を創出するとともにデバイスへの展開を切り開く。
 - 「折紙工学」, “Origami”, “Kirigami” に連なる次のトレンドを作り上げる。
- 従来の折り紙構造が有してきた「理論的には折れるが、実際には困難」という問題を解決。
 - 学理構築にとどまらず、産業応用上の利点も示す。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

●概要

学術的にも産業応用的にも興味深いKiri-origami構造の学理創出からデバイス実証までを行う計画である。具体的には、課題を3つの柱に分けて研究を遂行する。1つ目の柱は「(A) 切り紙構造が誘起する折り紙構造 (Kiri-origami構造) の学理の創出」であり、本研究課題の学術的な側面を推進する。2つ目の柱は「(B) Kiri-origami構造を用いたデバイスの製作手法および評価手法の確立」であり、これは本研究課題の工学的な側面を推進する。3つ目の柱は「(C) Kiri-origami構造デバイスの社会実証」であり、これは本研究課題の産業応用的な側面を推進する。

●ポイント

- 学理の創出からデバイス実証・産業応用まで行うことで、世界をリードするチームを作る。
- 理論、設計、シミュレーション、マイクロ・ナノ加工、デバイス製造を緊密に連携して研究を進める。

研究項目(C) Kiri-origami構造デバイスの社会実証

研究項目(B) Kiri-origami構造を用いたデバイスの製作手法および評価手法の確立

尾上 (慶應義塾大学)

岩瀬 (早稲田大学)

研究項目(A) 切り紙構造が誘起する折り紙構造 (Kiri-origami構造) の学理の創出

青藤 (九州大学)

館 (東京大学)

Tech
Sci Eng Math
Art

図2 研究の実施体制および研究の項目

ホームページ等

ホームページ: <https://www.iwaselab.amech.waseda.ac.jp/>
Twitter: https://twitter.com/IwaseLab_Waseda