

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用  
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

舘 知宏

東京大学 大学院総合文化研究科  
准教授

自己組織化による構造折紙パターンの創生

## § 1. 研究成果の概要

三次元的な曲面構造が折り畳み変形することで、一枚のシートから立体形状が生み出される「オリガミ」からは、展開・折り畳みを繰り返して用いることのできる仮設建築物、自己変形し機能が切り替わる昆虫サイズのソフトロボットなどの応用の展望がある。このような折り畳みによる動的な機能性は、折りパターンの配置によって劇的に変わり、既存の材料や構造物からは生み出せない特異な性質が得られることが近年の研究で分かってきた。しかし、その一方でどのような配置の折りパターンとすれば、欲しい構造性能を得られるのかはほとんど解明されていない。本研究は、折りパターンと構造性能の関係を明らかにし、多様な動的性質を持つ折りパターンを新規に創出する。(A) 成長によるシワの自己組織化を模擬したシワの形成システム (B) 曲面変形設計手法 (C) 構造折紙の数理解明 (D) 諸分野への応用とアウトリーチ、の4項目から研究を行っている。

2021年度では、(B)前年度に開発した(A)システムを活用し、ターゲットとなる曲面変形を実現する折り目パターン生成手法を開発した。特に内在的な曲率と、外在的な形状(鞍型、単曲面、ドーム型)が一致しない曲面を生成しデモンストレーションした。(C)折紙テセレーションパターンに内在する離散力学系に着目し、その安定性解析に関して新規知見を得た。構造折紙の国際協働ワークショップの実施などを通して、分野協働(数理、アート、工学、情報)によって、多様なアプローチから折紙の構造的性質に取り組んだ。面内変形が面外変形を生み出す同一の仕組みにしたがって、折紙以外の異なる機構による曲面形成について研究発表を行った。(D) アート、人工物、自然に共通する敷き詰めパターンとその機能について芸術との協働を行い、新規構造を発見・提案するとともに、展示会「つながるかたち展 CONNECTING ARTIFACTS 01」を開催し、上記の最先端の研究と、アート・サイエンス協働についてのアウトリーチを行った。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Rinki Imada, Tomohiro Tachi, “Geometry and Kinematics of Cylindrical Waterbomb Tessellation”, ASME IDETC/CIE2021, August 2021.
- 2) Structural Origami Gathering 2022、ハイブリッド(FabCafe Hida)、2022年3月
- 3) 小野富貴, 舘 知宏, 弾性変形する不等辺シザーズを用いた一定負曲率曲面, 第16回 コロキウム構造形態の解析と創生, 2021
- 4) Kotaro Sempuku, Tomohiro Tachi, Self-folding rigid origami based on auxetic kirigami, Journal of IASS, 2021
- 5) Kanata Warisaya, Hiroaki Hamanaka, Asao Tokolo, Tomohiro Tachi, Auxetic Structures Based on Rhombic Tiling, ASME IDETC/CIE2021, August 2021.
- 6) Haruto Kamijo, Tomohiro Tachi, “Serial Chain of Rigid Origami That Extends, Bends and Turns”, ASME IDETC/CIE2021, August 2021.
- 7) つながるかたち展 01 CONNECTING ARTIFACTS, 2021年9月18日～11月28日 駒場博物館 (<http://museum.c.u-tokyo.ac.jp/2021.html#CONNECTING%20ARTIFACTS2021>)