第41回折り紙の科学・数学・教育研究集会　プログラム

主催：日本折紙学会、協力： 筑波大学・三谷研究室

詳細は当日までに変更になることがあります（2026.11/12) v1-2

2026年11月13日（金）

13:30　開会

13:35-14:05　　講演：AIによる折紙設計の現在地と人の手による折紙制作　三谷純

近年のAIの目覚ましい進化とともに、AIを折紙設計に導入する研究が芽生えつつある。言葉による指示から展開図や折り工程を生成する研究、解説動画から折り手順を復元する研究などが登場する一方、AIは折りの因果関係の推論や多段階の計画をまだ苦手とする。本講演ではこれらの研究を紹介し、AIによる折紙設計の現在地を整理する。あわせて講演者自身の最近の折紙制作などに関わる活動を紹介し、人の手による折紙設計の役割を考える。

(休憩)

14:10-14:40　　発表+ワークショップ：折紙パズルの系譜と生成アプリ ―「月相物語」と「折合大全」　宮本好信

1枚の紙を折り畳んで図柄を揃える折紙パズルの系譜を、1899年の新聞懸賞から米国特許、日本の実用新案、計算折り紙研究までたどり、スリット型と45度型の最古例が1974年の日本の実用新案であることを示す。続いて、全折り状態の探索と厳密被覆によるパズル生成アプリを、地図折り・複数絵柄の「月相物語」と、格子45度・単一絵柄の「折合大全」で実演する。参加者は配布見本を手元で折りながら聴講する。

14:40-15:00　　ワークショップ：最密充填格子-正八面体変形モデル　前川淳

参加者に型紙を配布し、最密充填格子から正八面体に変形するモデルを作製する。このモデルは、面の剛性を保ったままでは変形はできないもので、いくつかの興味深い特徴を示す。

(休憩)

15:10-15:30　　角度と長さの組み合わせ方による折り構造の一般化　皆勝亮汰

コンパクトに折り畳む、または展開する方法として、ミウラ折りやナマコ折り等が知られている。前回は、従来の折り構造と比較して、高強度かつ高柔軟性で、比表面積が大きく、折り畳みやすい折り構造、剛体折り、および製造方法について特許を取得した。今回は、角度と長さの組み合わせ方による折り構造の一般化を行った。

15:30-15:45　　空間充填多面体による三次元オーゼティック機構の探索　三好潤一

空間を隙間なく埋める立体を、剛体のまま互いに回転できるようにつなぐと、どこまで膨らませられるだろうか。正四面体と正八面体によるオクテット充填、菱形十二面体、切頂八面体、ねじれ双三角柱、立方体２個からなるドミノなどを題材に、三次元オーゼティック機構を探索した。ヒンジ等による連結方法、運動の自由度、展開倍率、衝突を避けられる条件を、数値計算とアニメーションを交えて紹介する。

15:45-16:05　　二値ドット絵の平坦折り紙デザイン手法の提案　山口卓人　（オンライン）

本研究では、1枚の両面異色の紙から二値のドット絵を表現する平坦折り紙の設計手法を提案する。本手法では、折る前後の境界の形から境界内部の折り構造を構成する既存手法 "Hole Problem" を基礎とし、ドット絵の色境界からその入力を構成する。この解探索に折り後に重なり合う面の上下関係を表す "layer order" を導入する。これにより、目的とするドット絵の色が表面に現れ、かつ平坦折り可能な構造を探索する。いくつかのドット絵で生成実験を行った。

16:05-16:25　　空間的思考の思考活動を視点とした「折り紙」教材の検討　烏山凌輔　（オンライン）

「折り紙」教材の系統化に向けた検討の一環として、本発表では、折り図表現・工程の反転・軌跡と領域・折り重なりという空間図形の操作の認知的側面に基づいた四分類を取り上げる。これらの教材を、空間的思考の思考活動であるイメージ活動および視覚化・表現・空間的推論の観点から考察し、系統化に向けた視座を得た。

16:30-17:30　　三谷研究室見学

19:00-　　懇親会、継続研究交流、討議

2026年11月14日（土）

10:00　　開会

10:05-10:25　　複数の箱が折れる展開図の研究　上原隆平

これまで、複数の箱が折れる共通展開図の研究を継続的にしてきた。2つの異なる箱が折れる共通展開図や3つの異なる箱が折れる共通展開図を示してきたが、4つ以上の異なる箱が折れる共通展開図があるかどうかは、長年未解決であった。最近、AIの力を借りて、4つだけでなく、5つの異なる箱が折れる展開図が無限に存在することを示すことに成功した。

10:25-10:45　　任意の高さをもつ正角柱の辺展開図における重なりの完全分類

塩田 拓海、鎌田 斗南、Jason S. Ku、上原 隆平

多面体を辺に沿って切り開いた辺展開図は、切り開き方によっては面どうしが重なることがある。高さ h の正 n 角柱では、重なりを持つ辺展開図が存在するかどうかが、n だけでなく h にも依存し、第38回 OSME-J では、その条件の一部を示した。本発表では、この有無によってすべての (n, h) を完全に分類した結果を報告する。

10:45-10:55　　どの辺展開も重なりを持つ多面体の最小頂点数と最小面数　塩田 拓海、鎌田 斗南、上原 隆平

多面体を辺で切り開くと、重なることがある。特に、どの凸多面体も重なりのない辺展開があるかは重要な未解決問題である。一方で、凸でなければ、どのように辺展開しても重なる多面体が存在する。Akitaya らは、どのような多面体も、頂点か面が6未満なら重なりなく辺展開できると予想した。本発表では、5頂点5面の四角錐を示し、この予想を否定すると同時に、これが頂点数と面数の両方で最小であることを証明する。

(休憩)

11:00-11:20　　二色互連環鶴におけるねじれ総量と成立条件　木村桂

本発表では、隣接する折鶴ごとに折り紙の表裏を交互に用いて構成する「二色互連環鶴」を紹介する。二色互連環鶴では、初期状態によって完成時にねじれが生じ、環状構造を形成できない場合がある。この現象を定量的に扱うために「ねじれ量」および「ねじれ総量」の概念を導入した。複数の実作例の検証を通じて、ねじれ総量をゼロにできる初期状態では、ねじれのない二色互連環鶴を構成できることを示し、その成立条件について考察する。

11:20-11:40　　折り図指示文の統語構造とポライトネス - 多言語データベースに基づく対照言語学的分析 - 立石浩一

多言語折り図指示文データに基づき、指示文の文法とポライトネスを考察する。折り図文は主語・目的語脱落などレシピ文と共通する一方、図依存により操作対象を細分化する。文法形態選択には指示への態度差が現れ、韓国語が授与動詞等で聞き手や紙への共感を図るのに対し、日本語の辞書形は独・西語の不定詞同様に人間関係を非焦点化し事態提示を行う。英・露の命令文における敬称の有無にも同様の対人配慮の違いが反映されている。

11:40-12:00　　吉澤章〜ガーション・レグマン出会いのエピソードとかやら草　木下芳夫

吉澤章とガーション・レグマンの交流は1953年に始まり、その後長く続いた。二人の出会いについては伝説的エピソードが広く語られている。しかし実際はどうであったのか。真相を示す遺された資料を紹介して、当時の状況を述べたい。また、かやら草については詳細の研究や解説が多くあるが、折った作品を目にする機会はあまりない。吉澤章が制作した作品の写真を紹介する。

12:00-13:30　　昼休み

13:30-13:50　　円形折り畳み団扇　安達瑛翔、舘知宏

円形の団扇やレフ板など、金属の輪が小さい輪三周へとコンパクトに畳まれる商品がある。このとき内部の膜にできるしわはランダムで材料は伸びや剪断を許容するが、回転対称な折り目で畳む折紙が提案されている。今回は正n角形の外周を正n/(f-1)角形f-1周に畳む、山谷を無視してf回対称な折り目を提案する。自己交差を無視した展開図の頂点は放射状のグリッドに乗る。この折り方で表裏同等折りになるのはf=4のときのみである。

13:50-14:05　　折り紙作成支援システムにおける折り筋読み込み機能の実現　藤巻あや、前田雄介

本研究では、我々が開発している折り紙作成支援システムにおける、入力作業の手間を軽減することを目的として、折り筋読み込み機能を導入した。本機能では、PDFやDXF等の様々な形式の展開図を読み込むことで、予め折り筋が設定された状態から折り紙の作成を開始できる。創作ツール等で得られた展開図をシステムに読み込み、シミュレータ上で折り方を入力することで、作品制作を支援でき、創作した作品の普及に役立てられる。

14:05-14:25　　平坦折りの構造認識と逆探索に基づく山谷付き展開図からの折り手順自動生成　倉茂優星、前田雄介
本研究では、山谷付き展開図からORIPAによって得られる平坦な完成形を起点に、折り手順を求める手法を提案する。面の接続関係と層の重なりを基に、一体で動く構造を認識し、山折り・中割り折り・つまみ折り等の展開操作によって紙を開いていく。折り紙シミュレータでその逆順の物理的可否を確かめることで、折り手順が求まる。沈め折りを含む作品や、展開図には含まれない一時的な折り筋を含む作品に対応できることを確認した。

14:25-14:45　　2種類の折り紙テッセレーションの剛体折り可能性について　村松愛理
入井らおよび法橋は、それぞれ平坦折り可能な折り紙テッセレーションの構成法を与えている。本発表では、これらの構成法から得られるテッセレーションの剛体折り可能性について考察する。特に、各頂点における二面角の関係とその大域的な整合性に着目し、得られた結果を紹介する。また、法橋の構成法によるテッセレーションでは、領域の取り方によって非自明な剛体変形が存在しないことを述べる。

(休憩)

15:00-15:20　　可展かつパラメトリックな筒状構造の提案　山本陽平
本発表では、1枚の長方形を折ることで形成可能な、断面が長方形状の筒状構造を提案する。提案構造は、吉村パターンに着想を得ており、折り線間の角度を変化させたパラメトリックなユニット(短い筒状の形状)を積み重ねて構成される。また、山谷の割り当てを変更したユニットを組み合わせることで、アーチ状などの曲がった筒状構造を形成できる。これらの曲げられた筒が可展性を満たすことは、数値的に確認している。

15:20-15:40　　Waterbomb切り折り貼り紙テセレーションによる一定負曲率ネットとその拡張　割鞘奏太、舘知宏
四辺形ネットのうち、頂点と隣接頂点が同一平面上にあり（漸近ネット）、すべての辺の長さが等しい（Chebyshevネット）ものは、一定負曲率ネット（擬球面）であることが知られている。本発表ではこのネットの作り方として、Waterbombテセレーションに切れ込みを入れ、各ユニットを完全に折って貼り合わせる方法を提案し、展開図と作れる曲面の一般化の可能性を示す。

15:40-16:00　　皺と襞の折り線による曲面造形の折り紙設計　森川健太郎、井上康博
昆虫の角などの外骨格形状は、皺状の原基として形成され、皺を伸ばすことで立体的な曲面形状が完成される。数学的には、皺を伸ばすことと皺状に折り縮めることは、伸び率が1より大きいか小さいかというだけの違いなので、皺状に折ることで曲面を作ることもできると考えられる。本研究では、皺状の折り線と、それに加えて曲率に由来する山谷の長さの差を解消する襞の折り線による曲面造形手法を提案する。

16:00-16:15　　地図折りの平坦折り不可能性のホモロジー的記述　賈伊陽
地図折りの平坦折り不可能性を、制約集合から構成する単体複体のホモロジーを用いて記述する。局所レイヤー重なり順条件と交差回避条件を整理し、同時に満たせる制約集合を単体として表す。２×５と３×３の例を通じて、極小充足不能核の複体が単体の境界となることを示す。また、制約全体の複体では消える障害を捉えるため、制約部分集合ごとのホモロジーを考察し、局所条件の統合による矛盾と交差回避条件による矛盾を比較する。

16:15-16:30　　短時間発表、参加者による情報提供など
折り紙の魅力を広げるアクセサリーの作製方法の検討　水野綾乃
【目的】折り紙の魅力を広く伝えるため、耐久性や防水性を備えたアクセサリー作製方法を検討した。【方法】薗部ユニットによるくす玉を用い、木工ボンド、UVレジン、マニキュア、水による6種類の加工方法につき耐久性、防水性、重さ、染みにくさを比較した。【結果】水で薄めたボンドを塗布・乾燥させた後、マニキュアで仕上げる方法が最適だった。【考察】折り紙を可愛いアクセサリーとして活用し目に留まる形で発信を続けたい。

16:30　　閉会