

機関番号	研究種目番号	応募区分番号	中区分	整理番号
13901	11	-	62	0001

令和8(2026)年度 挑戦的研究（萌芽） 研究計画調書

令和 7年 9月 4日  
1版

新規

研究種目	挑戦的研究（萌芽）							
中区分	応用情報学およびその関連分野							
研究代表者 氏名	(フリガナ)	コマミズ タカヒロ						
	(漢字等)	駒水 孝裕						
所属研究機関	名古屋大学							
部 局	数理・データ科学・人工知能教育研究センター							
職	准教授							
研究課題名	折り紙の動画から折り方を知識化する構造理解技術の研究開発							
研究の要約	<p>折り図は、折り紙の工程を記号的かつ視覚的に提示する優れた形式であるが、動作の詳細や力のかけ方を把握しにくいという限界がある。一方、折り方を記録した動画は情報量が豊富であるが、構造が不明瞭で理解や再現が難しい。本研究は、この両者を接続する枠組みとして、折り紙動画から折り図に相当する図解表現を自動生成する処理技術に挑戦する。折り動作の分節、意味分類、図的記号化という三層の処理を統合し、Human-Object Interactionの枠組みを超えて、操作の連続性・対象物の変化・手順構造の抽出を同時に扱う点に本研究の挑戦性がある。本技術は、折り紙に限らず、調理や工作などの作業動画の知識化にも展開可能であり、動画資源の構造的再利用を支える基盤となることが期待される。</p>							
研究経費 〔千円未満の 端数は切り 捨てる〕		年度	研究経費 (千円)	使用内訳(千円)				
				設備備品費	消耗品費	旅費	人件費・謝金	その他
		令和8年度	1,850	250	0	650	300	650
		令和9年度	1,550	0	100	500	300	650
		令和10年度	1,600	0	0	650	300	650
	総計	5,000	250	100	1,800	900	1,950	
開示希望の有無	審査結果の開示を希望する							



## 1 研究目的及び研究方法、応募者の研究遂行能力

本研究種目は審査区分表の「中区分」で審査される。記述に当たっては広い分野構成で多角的視点から審査が行われることに注意すること。

- ① 本研究の目的
- ② その研究目的を達成するための研究方法（研究体制（「研究組織」にある研究者及び研究協力者のそれぞれの役割）を含む）
- ③ 応募者の研究遂行能力（これまでの研究活動（主要な研究業績を含む）の具体的な内容等必要に応じて今回の研究構想に直接関係しないものを含めてもよい。また、国際共同研究の実施歴や海外機関での研究歴等がある場合には必要に応じてその内容を含めること。）

について、2頁以内で焦点を絞って具体的かつ明確に記述すること。

### (1) 研究目的

本研究は、紙の変形や手の動きが複雑に交差する折り紙の折り方動画から、工程構造を抽出し、図解形式である折り図を自動生成するという、動作・構造・記号表現に関する課題に取り組み、そのための処理技術を確立するための研究である。

《背景：折り紙の折り方の解析と提示》折り紙は創作的な活動であり、愛好家などにより日々新しい作品が生み出されている。折り紙を折る操作は、一枚の紙に対する様々な折り方によって構成される一連の操作系列であり、空間的な変形と幾何的な構造変化を積み重ねることによって最終形を導くという、構造的な作業である。折り紙の「折り手順」は、動作の段階的な積み上げと、それに対応する紙の状態変化によって成り立っている。これらの工程は伝統的に「折り図」（図1）として図解的に記述される。折り図は、工程を視覚的・記号的に記述する優れた形式であり、順序構造や意味単位の整理、言語非依存性、教材としての展開可能性など多くの利点を持つ。一方で、抽象化されているがゆえに、折り操作の具体的な動きや力のかけ方などを読み取りにくいという側面もある。

一方で、スマートフォンや小型カメラの普及により、日常的な作業や創作過程を動画像として記録・共有が一般化しており、折り紙においても、折り手自身が折り方を記録したり、SNSや共有サイトに投稿されるなど、「折り方動画」がコンテンツとして流通している。しかし、折り方動画の多くは、視聴者が一時停止や巻き戻しを繰り返しながら手順を把握する必要があり、工程の構造的な理解や精密な手順理解は、視聴者の経験や能力に頼らざるを得ない。特に、緻密な折りを伴う作品において、理解し模倣することは容易ではない。

このように、折り図と折り方動画はそれぞれ一長一短であるため、相補的な利用が望ましい。

これまで、折り図の作成には、画像編集ソフトや展開図の作図と解析ツール（ORIPA [1] など）が用いられてきた。既存のツールはいずれも「ユーザが入力する設計情報や展開図を前提」とし、折り紙を計画・設計することに焦点を当てた処理である。一方で、動画像については、収録後の編集作業が必要となり、キーフレーム抽出などの技術を作業の補助として適用可能性があるものの、折り方動画の工程における実用性・有効性は明らかではない。とりわけ、動画を起点として、折り工程を意味単位で抽出・記述し、視覚的な図解形式に変換する処理技術は確立されておらず、工程構造の自動的な可視化という観点から未踏の課題として残されている。また、昨今の画像・動画認識技術やいわゆる生成 AI の発展に伴い、より高度に折り工程の解析が可能になると想像されるが、その可能性は十分に検証されていない。ChatGPT<sup>1</sup> に折り方を説明させる試み<sup>2</sup>や折り紙風のアートを作る試み<sup>3</sup>が存在するが、十分な検証はなされていない上に、本研究の対象とする折り紙作成工程の解析とは焦点が異なる。

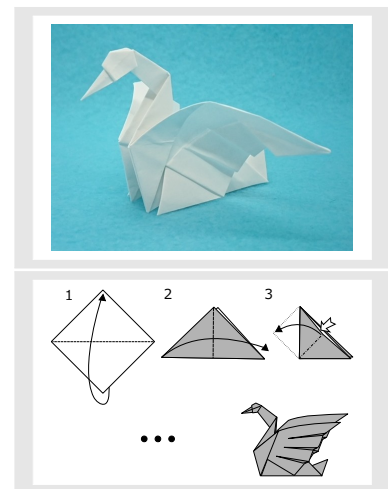


図1: 折り紙（上）と折り図（下）  
（研究協力者の加藤眸氏提供）

<sup>1</sup><https://chatgpt.com/>

<sup>2</sup>[https://www.growth-japan.com/blog/it-daily-brief-2024-0316?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.growth-japan.com/blog/it-daily-brief-2024-0316?utm_source=chatgpt.com)

<sup>3</sup>[https://note.com/yoshiyuki\\_hongoh/n/n06ce0f819b97?utm\\_source=chatgpt.com](https://note.com/yoshiyuki_hongoh/n/n06ce0f819b97?utm_source=chatgpt.com)

【1 研究目的及び研究方法、応募者の研究遂行能力（つづき）】

《目的：折り方動画の解析と解説の提示》本研究の目的は、折り方動画を解析し、その内容に基づいて折り方を解説する最適な手段を模索することである。本研究では、動画像中の折り動作を工程単位に分節し、各動作の意味を分類・記述し、その結果を図解的な手順表示（折り図）として構成する一連の処理を統合的に設計・実装する。これにより、作業手順の記述を自動化し、折り紙の学習支援、創作記録、マニュアル生成などへの応用可能性を開拓する。

〔参考文献〕

[1] 三谷 純, “折紙の展開図専用エディタ (ORIPA) の開発および展開図からの折りたたみ形状推定”, 情報処理学会論文誌, 48(9), 3309–3317, 2007.9

(2) 研究方法

《アプローチ》折り図は、折り紙の折り手順を視覚的かつ段階的に記述した図解であり、操作の種類や方向、順序などを記号と図形で表現する。本研究では、この折り図を動画像から自動的に生成するために、以下の3つの技術的アプローチを統合的に設計する。

1. **折り動作の工程単位への分節（動作セグメンテーション）**：動画像中の連続した折り動作を時間的に分節し、工程ごとのまとまりとして抽出する。基礎技術としては、行動検出・認識の技術を用いて、折り動作特有の機微な動きに対応したモデルを構築する。
2. **各工程の動作意味の分類と図解要素への変換（動作理解）**：分節された動作に対して、折る・ひらく・つぶすなどの意味ラベルを付与し、それを折り図で用いる記号や矢印と対応付ける。1と同様に行動認識の技術をベースとする。昨今の技術では、検出と認識を同時に行ったほうが性能が良い場合も報告されているため、1と2を統合したモデルの構築も視野に入れる。
3. **対象物（紙）の状態構造の抽出と図式化（形状抽出と図解生成）**：各工程後の紙の形状や折り線を抽出し、図的に表現することで、折り図の各ステップに対応する図形を構成する。この際、折り方動画には、折り操作の利便性から紙の回転や裏返しなどの操作も含まれており、前の工程からの位置関係に注意して図の生成を行う必要がある。

《研究体制》本研究は代表者と分担者が相互に連携しつつ、以下の役割分担で進める。代表・駒水は研究を統括し、各分担者と協力して技術開発を進める。分担・井手は動作理解および図解生成、分担・平山は動作セグメンテーション、分担・加藤は動作理解・形状抽出、について研究する。

(3) 研究遂行能力

研究メンバーはすでに、本研究提案における基本的研究を実施している [1]。さらに、駒水・井手は、動画像からの行動認識に関する研究実績 [2] を有し、平山・加藤は、行動における機微な動作解析についての研究実績 [3] を有する。以上のように、本研究体制は本研究課題に対する基本的な研究実績があり、本研究提案の導入的な研究をすでに実施していることから、本研究提案を実施可能である。加えて、代表者・分担者は [2, 4] をはじめとする国際共同研究の実績を有する。

〔代表的研究業績〕 ※下線は研究代表および分担者

- [1] H. Kato, H. Kato, T. Hirayama, T. Komamizu, I. Ide, “Origami crease recognition for automatic folding diagrams generation”, Proc. 8th Asian Conf. on Pattern Recognition, 2025 (採択済み)
- [2] T. T. Nguyen, Y. Kawanishi, V. John, T. Komamizu, I. Ide, “MultiSensor-Home: A wide-area multi-modal multi-view dataset for action recognition and transformer-based sensor fusion,” Proc. 19th IEEE Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, 10p, 2025 (**Best Student Paper Award**)
- [3] H. Kato, T. Hirayama, K. Doman, I. Ide, Y. Kawanishi, T. Komamizu, D. Deguchi, H. Murase, “Intuitive gait modeling using mimetic-words for gait description and generation”, Proc. IEEE 5th Int. Conf. on Multimedia Information Processing and Retrieval, 240–245, 2022
- [4] B. Zhang, C. Yang, B. Jiang, T. Komamizu, I. Ide, “Multi-proposal collaboration and multi-task training for weakly-supervised video moment retrieval”, Int. J. Mach. Learn. Cybern., Springer, 16(7), 4509–4524, 2025

## 2 挑戦的研究としての意義（本研究種目に応募する理由）

本研究種目は、これまでの学術の体系や方向を大きく変革・転換させる潜在性を有する挑戦的研究を募集するものである。

- ① これまでの研究活動を踏まえ、この研究構想に至った背景と経緯
- ② 学術の現状を踏まえ、本研究構想が挑戦的研究としてどのような意義を有するか、探索的性質の強い、あるいは芽生え期の研究計画である場合には挑戦的研究としての可能性を有するかについて1頁以内で記述すること。

### (1) 研究構想に至った背景と経緯

作業手順を示す動画が一般に共有されるようになり、折り紙においても動画像が多数存在している。しかし、折り方動画は、動作の連続性や細やかな手技、紙の動きなどにより工程構造が把握しづらく、学習や再利用の観点で十分には活用されていない。一方で、折り図は工程を視覚的・記号的に表現する形式として定着しているが、その作成は人手に依存しており、自動化はなされていない。既存の研究は展開図など設計情報を前提とするものが多く、動画から構造的手順を抽出・図解する処理は未踏である。こうした背景のもと、折り方動画を入力とし、折り図を生成する処理技術の構築が、動画の知識化という観点から新たな意義を持つと考え、本研究を構想した。

### (2) 挑戦的研究としての意義

本研究は、「折り紙の折り手順を記録した動画像から折り図を自動生成する」という、従来の動画像理解技術では取り組まれてこなかった構造的・記号的表現の生成課題に対して、新たなマルチモーダル処理の枠組みを提示するものである。また、本研究は折り紙という日本文化に根ざしたテーマを扱っており、国際的にも独自性のある研究であり、以下に述べるように、個々の技術や応用研究の発展に貢献するものである。

《動画像から構造的・記号的表現を生成するという未踏の課題設定》これまでの動画像解析では、時間的な位置を抽出する行動分割、動作を分類する行動認識が主な焦点であった。Human-Object Interaction (HOI) に関する研究も進展しているが、多くは瞬間的な関係性の分類にとどまり、操作の連続性や対象物の状態変化の把握には踏み込んでいない。一方で本研究は、(1) 折り方動画からの折り操作の抽出、(2) 操作の意味的分類、(3) 操作の視覚的記号への変換という三層の処理を通じて、図解という空間・記号・順序構造を持つ表現を生成する。これにより、従来の行動理解とは異なり、操作の意味と構造の同時的・多面的把握を必要とする処理枠組みが求められる。特に折り紙の折り工程は、視覚的に捉えにくい微細な手指動作、紙の裏返し・回転を含む複雑な変化を伴うため、従来の行動分割・認識や HOI などの技術では代替困難である。

《折り紙という対象の特異性を活かした動画像理解の新しい枠組み》折り紙は、紙への一連の折り操作によって幾何構造を構成していく作業であり、その記述形式として折り図という定式化が確立されている。このように、動作・構造・記号が密接に対応する対象は非常に珍しく、その意味で折り紙は、「記述可能な手順構造」を持つ動画像処理対象の中でも理想的なプロトタイプである。本研究は、この折り紙に対して、動画像中の動作と対象物の形状変化を起点に、図示可能な手順構造を抽出するという新しい意味理解と表現生成の接続枠組みを提示するものであり、折り紙という文化的・技術的対象を情報処理の観点から再定義する独創的アプローチである。

《動画像を知識化するための基盤技術の構築》本研究は、折り紙のように手順と構造が密接に結びついた作業の動画像を、単なる視覚的記録としてではなく、工程構造という意味の単位に分解し、記号的表現へと変換可能な知的情報源として捉える新たなアプローチである。上述のように、従来の動画像処理技術において、作業全体の手順構造や順序的な関係性、状態変化の意味的解釈まで踏み込む技術は未発展である。本研究が目指すのは、連続した折り動作の中から意味のある工程を抽出し、構造的に再構成・記述する処理であり、これは視覚情報の知識化における基盤的な処理技術となる。この枠組みは、将来的に折り紙に限らず、調理、手芸、製造などの動画像に含まれる作業工程の抽象化と知識変換にも展開可能であり、コンテンツの再利用性を高める観点からも大きな社会的意義を持つ。

### 3 人権の保護及び法令等の遵守への対応（公募要領参照）

本研究を遂行するに当たって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など指針・法令等（国際共同研究を行う国・地域の指針・法令等を含む）に基づく手続が必要な研究が含まれている場合、講じる対策と措置を、1頁以内で記述すること。

個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査・行動調査（個人履歴・映像を含む）、提供を受けた試料の使用、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験など、研究機関内外の倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となる。

該当しない場合には、その旨記述すること。

アンケート調査やインタビュー調査は予定されておらず、個人情報を伴うデータを扱わないため、基本的には該当しないが、研究遂行において個人情報や著作権に関わるデータを扱う場合には法令やライセンスに従いデータの利用を適切に行う。

研究代表者および分担者はそれぞれの所属機関にて倫理講習をそれぞれ受講しており、被験者を対象とした実験が必要となった場合においても、適切な審査の上で実施する事ができる。

以上に記す通り、研究代表者および研究分担者は「研究の人権の保護および法令等の遵守」のために必要な知識を備えており、十分に対応できると考える。



