助成番号　210203	５－２

研 究 成 果 報 告 書

研究テーマ（和文）	位相幾何学を用いたロボットモーション設計の効率化		
研究テーマ（英文）	Optimization of robot motion planning by topological methods		
研究期間	2021年～2022年	研究機関名　信州大学	
研究代表者	氏名（漢字）	田中 康平	
	氏名（カタカナ）	タナカ コウヘイ	
	氏名（英文）	Kohei Tanaka	
	所属機関・職名	信州大学 経法学部・准教授	
共同研究者（１名をこえる場合は、別紙追加用紙へ）	氏名（漢字）		
	氏名（カタカナ）		
	氏名（英文）		
	所属機関・職名		

概要　（600字～800字程度にまとめてください。）

本研究は、組合せ的位相幾何学を用いた、ロボットモーション設計への応用を研究するものである。研究成果としては、分割領域における経路指定の複雑さTC（topological complexity）の計算、単体複体に代表される組合せ的幾何対象の枠組みの拡張、TCの一般化であるSC(sectional category)の離散的計算方法の確立が挙げられる。

①分割領域のTC：分割された空間上で、領域の境界をまたがない経路指定の複雑さを指標化し、様々な計算を行った。研究成果の一部は第69回トポロジーシンポジウムで講演し、予稿集にも掲載されている。

②錘複体の導入：組合せ論を用いた位相幾何学の主な対象は、三角形を張り合わせて構成される単体複体である。しかし、単体複体は積や商で閉じていないなど、様々な操作がしづらい点がしばしば問題になる。
この点を考慮し、本研究では組合せ的位相幾何学をより広範に用いるため、単体複体の拡張として、「錘複体」を導入した。錘複体は、三角形を張り付けて構成されるものであるが、単体複体とは違い、頂点の共有を許すほか、境界を押しつぶして張り付けて構成されるため、様々な空間がこの構造を持つ。
研究成果は論文に取りまとめ、査読付き国際ジャーナルに投稿中である。

③有限位相空間のSC：SCは、ロボットモーションに関わる不変量TCや、可縮な被覆の最小数であるLS（Lusternik-Schnirelmann category）など様々な位相不変量に用いられる。本研究では、有限位相空間のSCの離散的計算方法とその計算例を提示した。有限位相空間は単体複体と密接な関係があり、重心細分を繰り返すことにより、SCの値が安定することを示した。また、様々な例で計算を行い、配置空間の射影に対するSCは、連続写像が不動点を持つかどうかという性質と密接に関わることがわかった。
研究成果は論文に取りまとめ、査読付き国際ジャーナルに投稿中である。

発表文献 （この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）

雑誌	論文課題	CW 複体上の境界を跨がないモーション設計とその複雑さ				
	著者名	田中　康平	雑誌名	第 69 回トポロジーシンポジウム予稿集		
	ページ	121～129	発行年	2　0　2　2	巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	

英文抄録 （100 語～200 語程度にまとめてください。）

This research investigates applications of combinatorial topology to robot motion design. The research results include the computation of the parametrized topological complexity (TC) for fiberwise spaces, the extension of the framework of combinatorial geometric objects, and the establishment of a discrete computation method of sectional category (SC).

(1) TC for poset-stratified spaces: We demonstrated various calculations of the parametrized topological complexity for poset-stratified spaces.

(2) Introduction of cone complexes: Simplicial complexes play a central role in combinatorial algebraic topology. We introduced a generalized idea of simplicial complexes called cone complexes.

(3) SC of finite phase spaces: SC is used for various topological invariants, such as TC involved in robot motion, and the Lusternik-Schnirelmann category (LS). In this study, we present a discrete computation method for SC in finite spaces and various examples.