

研究成果

これまで、3次元多様体のトポロジーに興味を持ち、主に**ヒーガード分解**と**デーンス手術**について研究を行ってきた。また最近では、DNAやタンパク質などの高分子研究へのトポロジーの応用にも興味を持ち研究を行い、成果を得ている。以下、研究の詳細を述べる。なお文中の論文番号は論文リストに一致する。

●ヒーガード分解に関する研究

論文[1]では、絡み目の外部空間のヒーガード分解について、“タイプ”を定義し、各タイプのヒーガード分解同士の関係について議論した。特に2成分絡み目について、外部空間が各タイプのヒーガード分解を持つもの、持たないものの存在性を示した。結び目の外部空間に関してヒーガード分解を考えることは、解消トンネルを考えることに他ならない。特に必要な解消トンネルの本数をトンネル数という。トンネル数1の場合、Cho-McCulloughによって任意の結び目と解消トンネルの組は有理数の列と0,1の列によって完全にパラメータ付けされることが示された。論文[5]では、トンネルのパラメータを求めるアルゴリズムを発見した。同じ結び目の2つのトンネルが同値かどうかの判定は、一般に難しいが、このアルゴリズムによって可能になった。

●デーンス手術に関する研究

論文[3]において、ある結び目とホップ絡み目の連結和に関するバンド和で、自明結び目が得られることの必要十分条件が、その結び目が結び目解消数1であることを示した。これはザイフェルト多様体が得られる結び目におけるデーンス手術の研究に応用がある。

論文[4]では、絡み目のデーンス手術で再び3次元球面が得られるものに関して研究し、2つの結果を得た。1つ目は6つのデーンス手術で3次元球面になるトンネル数1の2成分絡み目の例を、ヒーガード・ダイアグラムで無限個構成した。2つ目は、外部空間が同相となるトンネル数1の2成分絡み目の組で、1つは非自明な結び目から構成されており、もう1つは自明な結び目を成分に持つものが、無限に存在することをヒーガード・ダイアグラムを用いて構成し示した。

●高分子へのトポロジーの応用に関する研究

与えられた結び目をDNAやタンパク質で構成するのに、塩基対やアミノ酸による構成単位がどれだけ必要となるかが問題となっている。そのモデルとして格子結び目を考えることが出来る。結び目を格子結び目で構成するのに必要な長さを **minimal step number** といい、これまでに、Diaoによって 3_1 が 24、山口氏によって 4_1 が 30 であることが示されている。[9]では、 5_1 結び目の **minimal step number** が 34 であることを報告した。また、論文[2]では、一般の結び目に関して **minimal step number** の決定のために、理論的なアルゴリズムについて示している。さらに、BFCAFアルゴリズムによるMonte-Carloシミュレーションにより、10交点までの結び目に関して、**minimal step number** の上からの評価を与えた。

近年、DNAの部位特異的組み換えに関して、トポロジーを用いて特徴付けを与えることが問題となっている。論文[6]では、種数1橋指数2の結び目から $(2,2k)$ トーラス絡み目へのバンド手術を決定した。この結果によって、Xerシステムによるある部位特異的組み換えに特徴付けを与えることができた。