

代数トポロジーの観点からの
結び目の研究

准教授 森谷 駿二

トポロジーの考え方をを用いた新しいデータ解析の可能性

概要

○トポロジーとは図形(または空間)のおおまかな情報を扱う幾何学の一分野である。例えばサッカーボールは穴がないが、ドーナツには穴が一つ空いている。「穴の数」のような情報をより複雑な(高次元の)図形に関して求めることがこの分野の目的の一つである。高次元になると図形を「見る」ことができなくなるので、線形代数や行列のような代数的な道具を使って穴の数を求めるのが代数トポロジーと言われる分野である。

○与えられた結び目がほどけるかどうかや、二つの見かけ上異なる結び目が連続的変形で重なり合うかどうか、といったことがトポロジーでは研究されている。ほどけるかどうか、実際に手を動かして試みてほどけなかったとしても、原理的にほどくことができないとは言い切れない。そこで、結び目図式の交点の情報などからほどけるかどうかを数值的・組み合わせ論的に判定するアルゴリズムがいくつも考えられており、結び目不変量と呼ばれている。本研究では代数トポロジー的な手法を用いて結び目不変量を含む結び目全体の空間の不変量を研究している。

実用化の可能性

○最近ではデータの集合を図形とみなして代数トポロジーの方法を用いてデータの特徴を調べる方法(位相的データ解析)が盛んに研究されていて、物質科学や生命科学への(基礎的な)応用も行われているようである。

○結び目も色々なところに現れる。本研究では結び目理論で広く研究されている実数に値をとる不変量だけでなく、0か1に値をとる不変量も含めて研究しているため、もしかしたら計算効率と相性の良い発見があるかもしれない。

UBICからのメッセージ

メビウスの帯を作った経験のある方も多いと思いますが、トポロジーはものごとのつながり具合を研究対象とします。最近では深層学習のような内部的に複雑で外からは理解が難しいデータに対して、トポロジーの手法を用いたアプローチも研究されています。数学と情報処理の緊密な連携により、今までにない新たな知見が得られる日も遠くないかもしれません。

研究概要図

