

# 幾何学基礎

— 2007 年

内田吉昭 (山形大学理学部数理科学科)

## 1 トポロジー

卒業研究では結び目理論と言うトポロジーの分野をしています．トポロジーとは柔らかい幾何学と呼ばれ、図形は良く伸びたり縮んだりするゴムでできていると思って、ゴムの変形のできる図形はすべて同じものだと思う学問です．図1の物がゴムでできていると思うとどれとどれが同じですか？



図 1: Topology

練習 図1でどれとどれが同じでしょうか．また、なぜ同じと思ったのかも書いてください．



## 2 結び目理論

結び目理論とは結び目を研究する理論です．ここでは、結び目解消操作を勉強しましょう．

図3のように、どんな結び目でも結び目の交差点の上下をいくつか入れ替えることで解くことができます．この上下の入れ替えを結び目解消操作と言います．

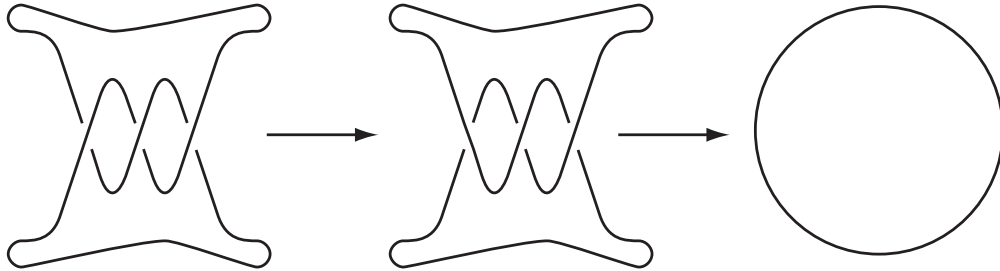


図 3: 結び目解消操作 1

図4では\*の所で結び目解消操作を施して、その他の所では結び目を解きやすいように変形しています．

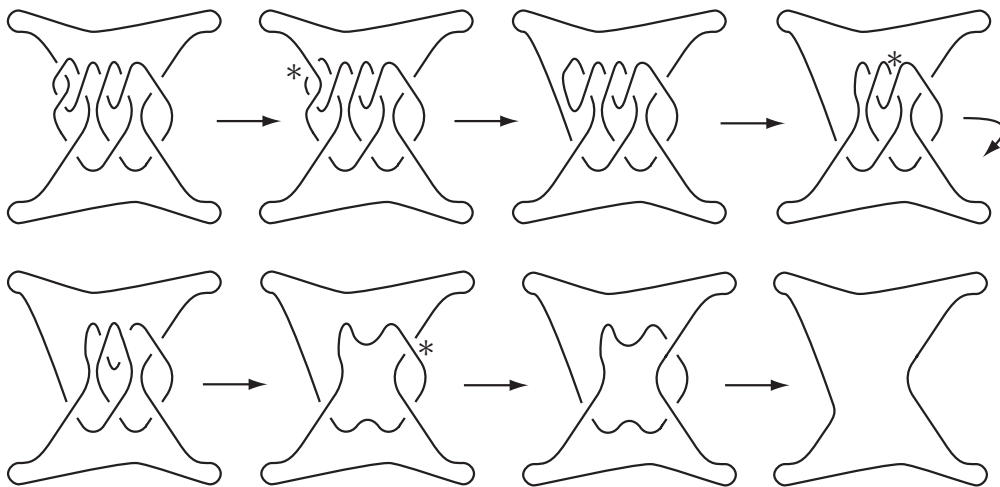
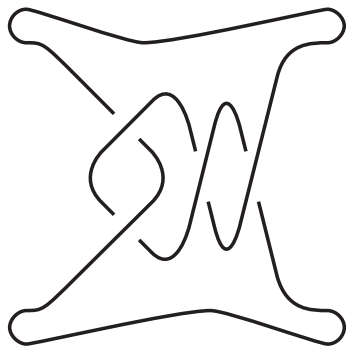


図 4: 結び目解消操作 2(ちょっと複雑)

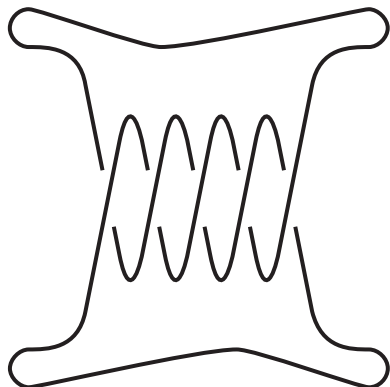
次のページから結び目を指定された回数でほどいてもらいます．

実はその回数が結び目を解くために必要な結び目解消操作の最小数になります．最小数である事を示すためにはホモロジー代数の知識が必要となります．

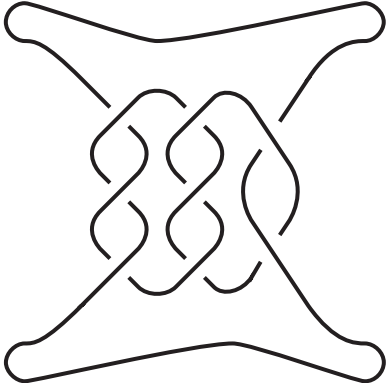
問 次の結び目を 1 回の結び目解消操作で解きなさい .



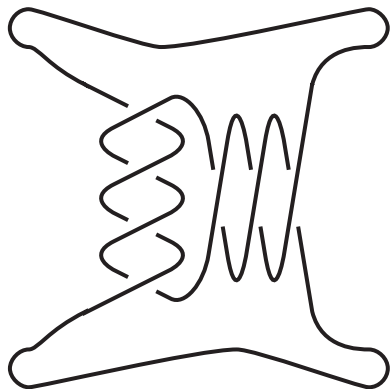
問 次の結び目を 2 回の結び目解消操作で解きなさい .



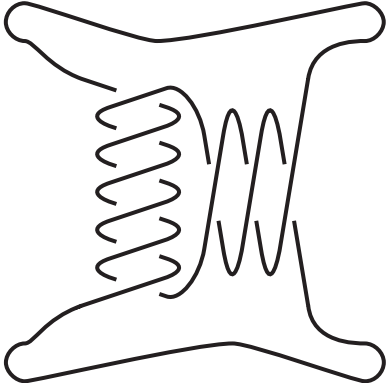
問 次の結び目を 3 回の結び目解消操作で解きなさい .



問 次の結び目を 2 回の結び目解消操作で解きなさい .

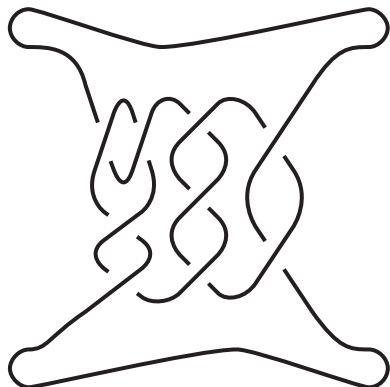


問 次の結び目を 3 回の結び目解消操作で解きなさい .

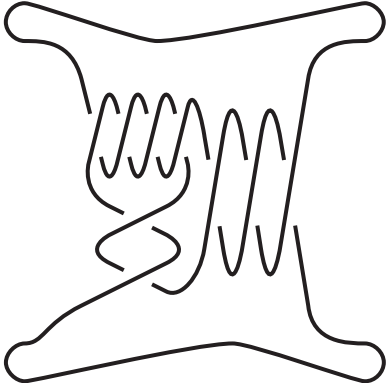




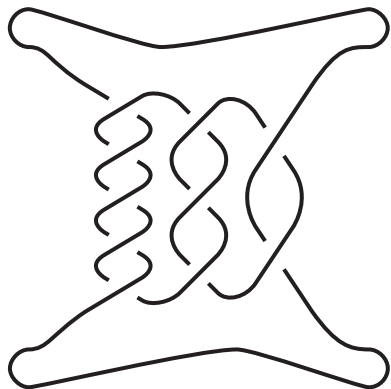
問 次の結び目を 2 回の結び目解消操作で解きなさい .



問 次の結び目を 3 回の結び目解消操作で解きなさい .



問 次の結び目を 3 回の結び目解消操作で解きなさい .



問 次の結び目を 2 回の結び目解消操作で解きなさい .

