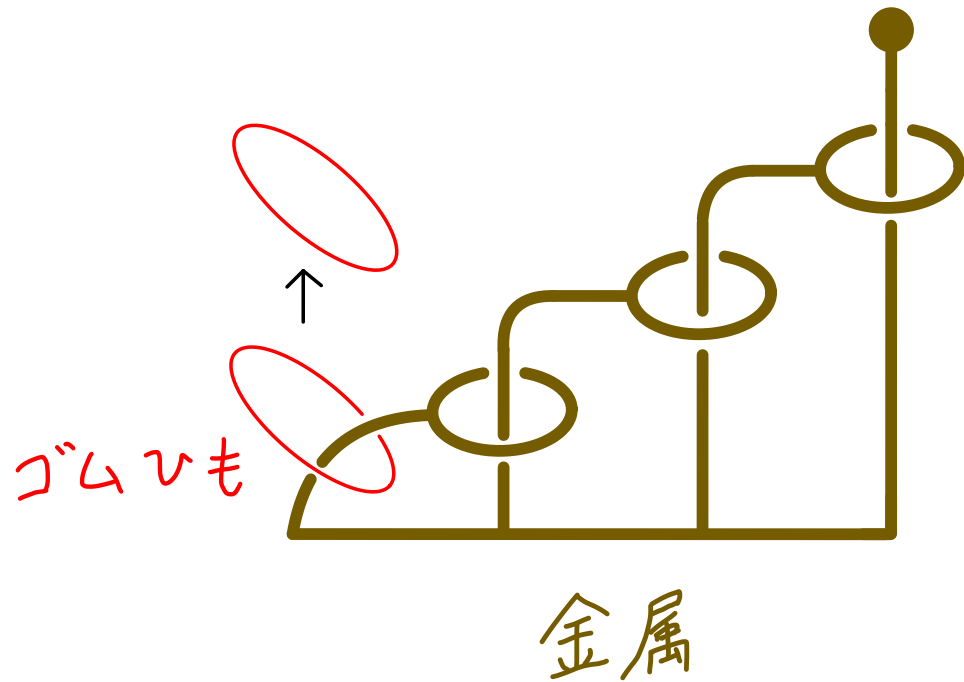


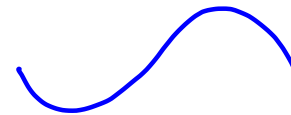
# 知恵の輪のトポロジー



東京女子大学 学会主催  
公開連続講演会  
「神秘的な数学の世界」  
2023年12月1日(金)  
10:55 ~ 12:25  
東京女子大学 24号館  
24301 教室

早稲田大学 教育学部数学科

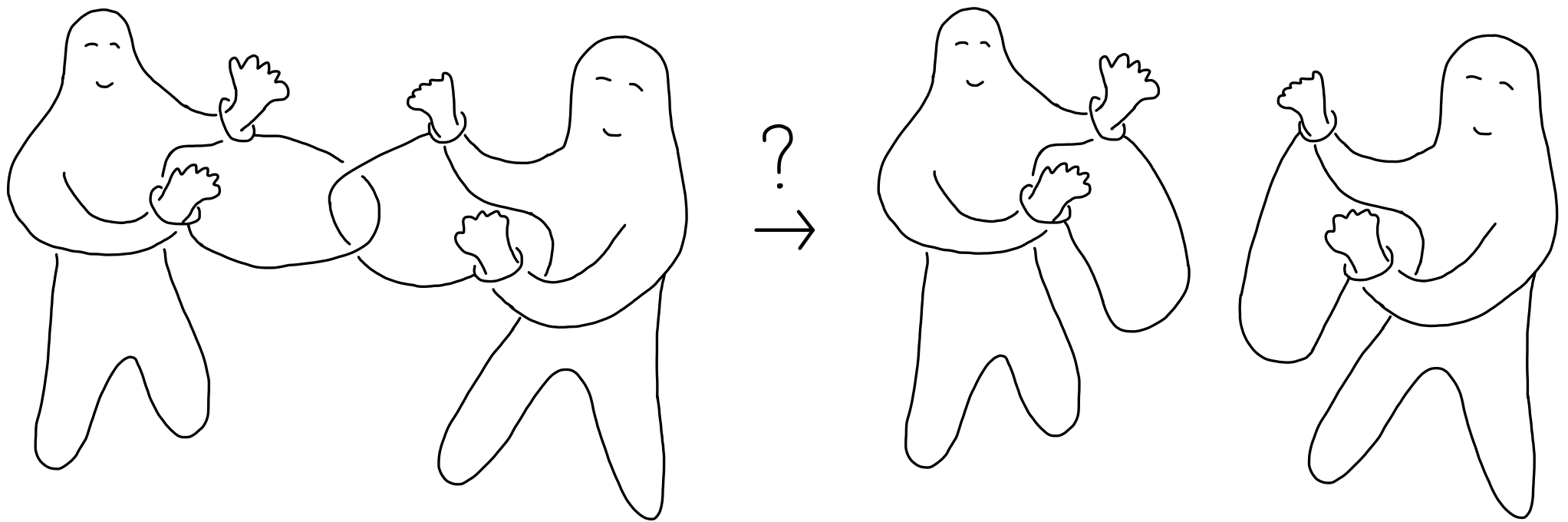
谷山 公規



## 問題 | 手錠のなわ抜け

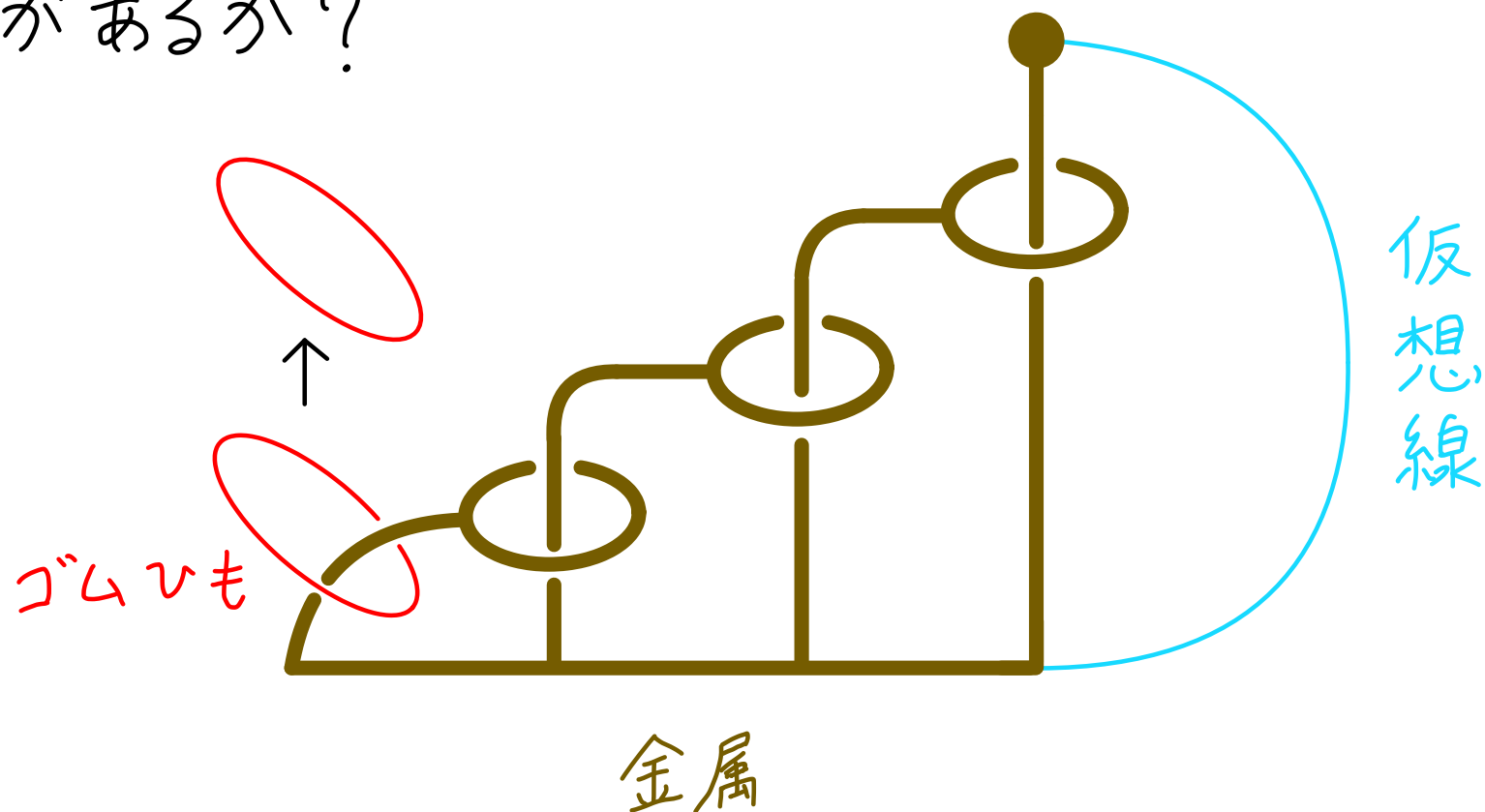
---

図のようにはずせるか？ 手錠は手からはずれないとする。

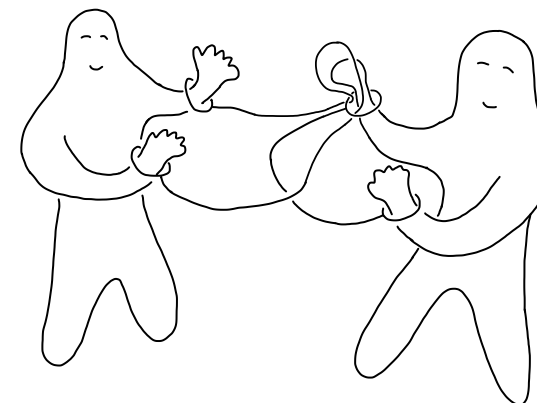
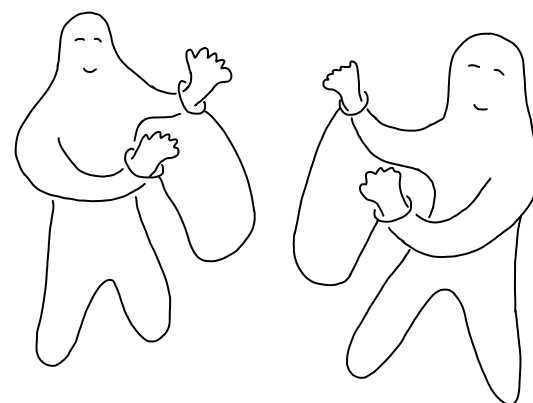
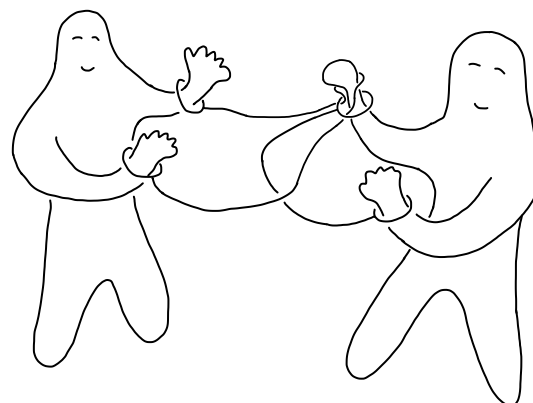
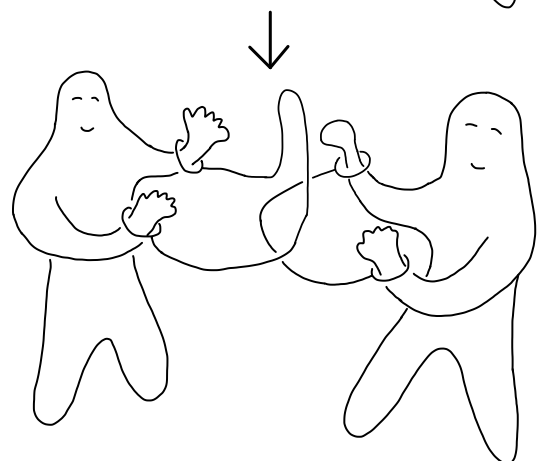
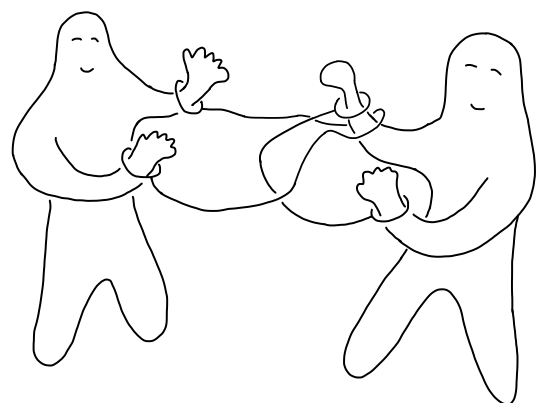
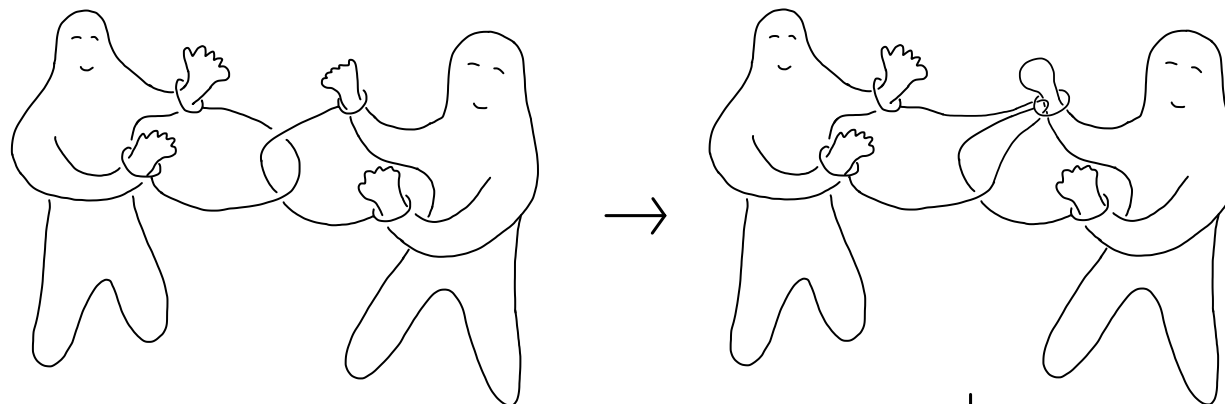


## 問題 2 知恵の輪はずし

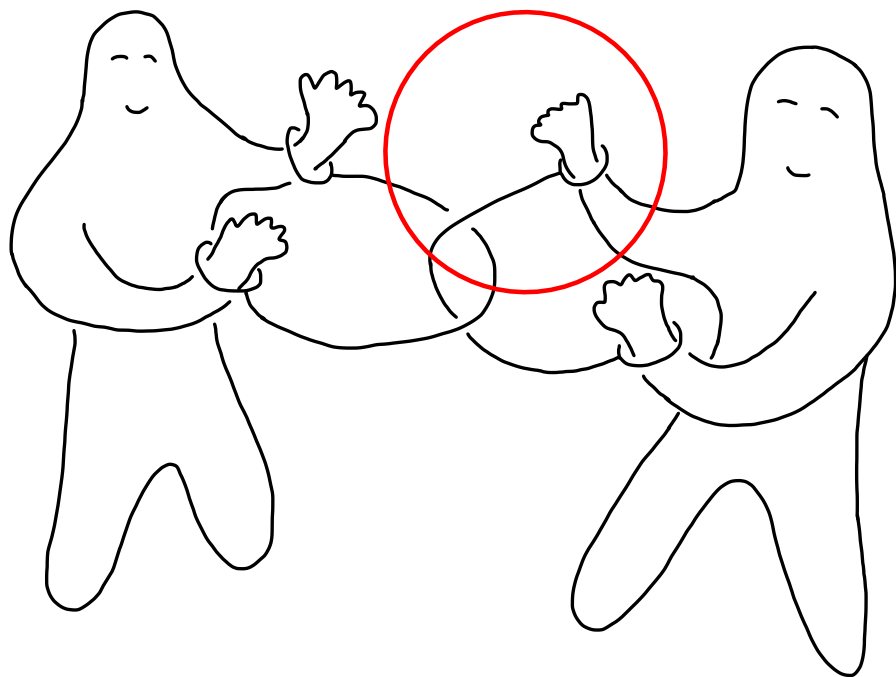
- ゴムひもを図のようにはずせ!
- はずすまでにゴムひもは仮想線を何回横切る必要があるか?



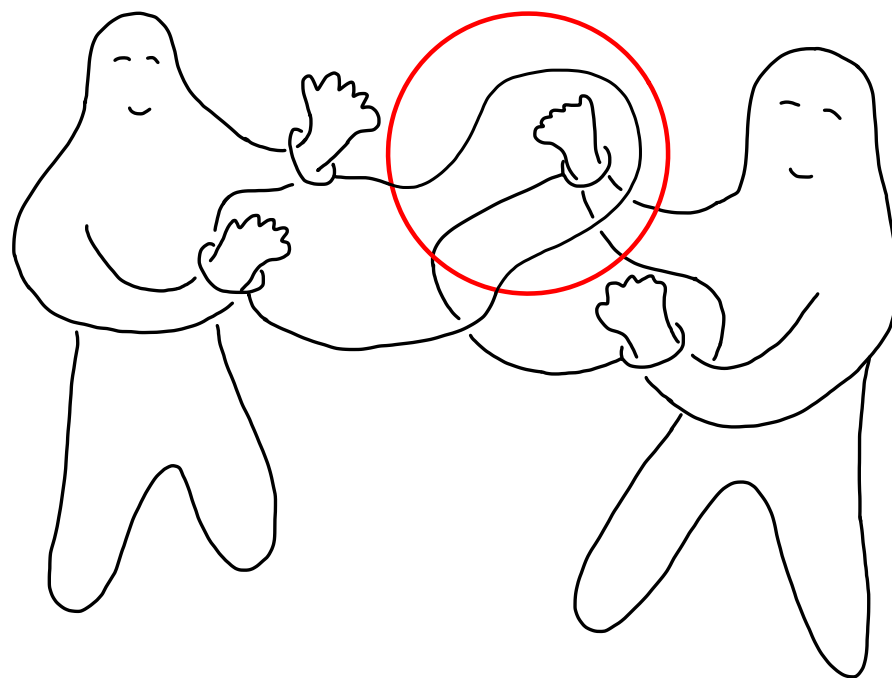
# 。手錠のなわ抜け



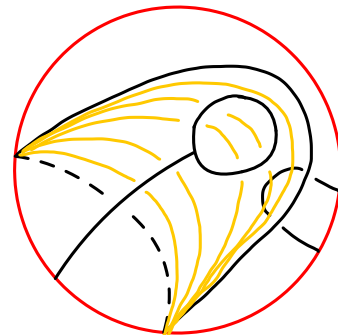
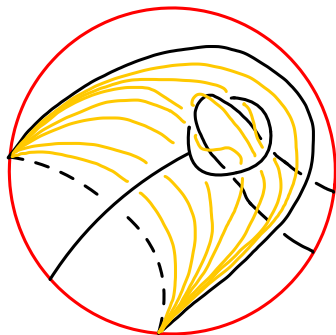
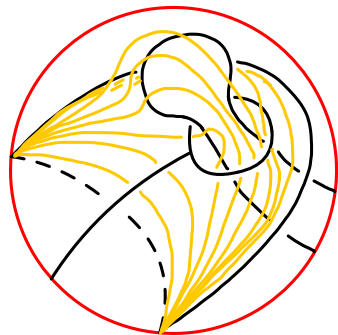
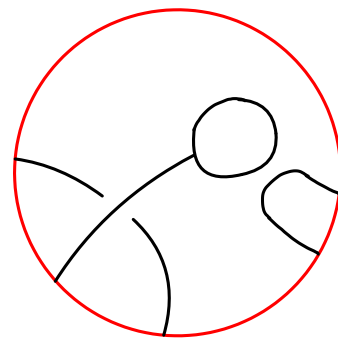
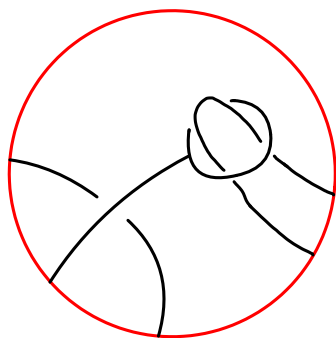
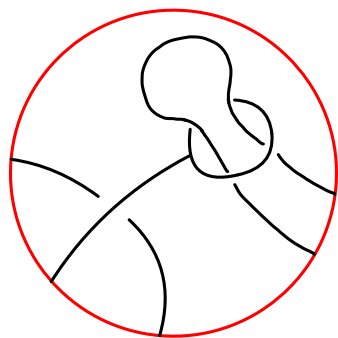
ここに注目



こうなればよい



手が縮むと仮想する (手を連続変形する)



大きく迂回すれば  
はずせる

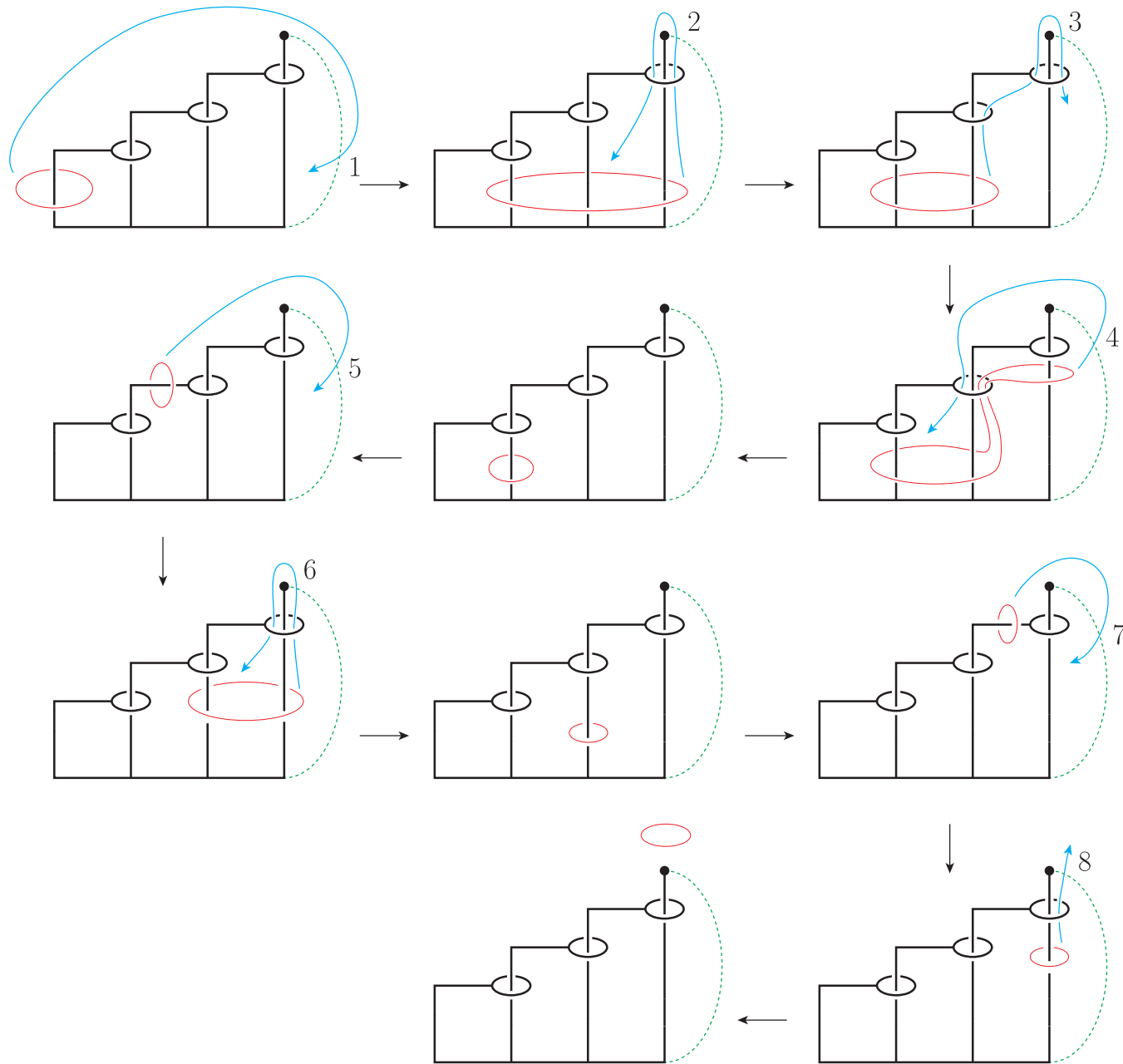
少し迂回すれば  
はずせる

はずせる

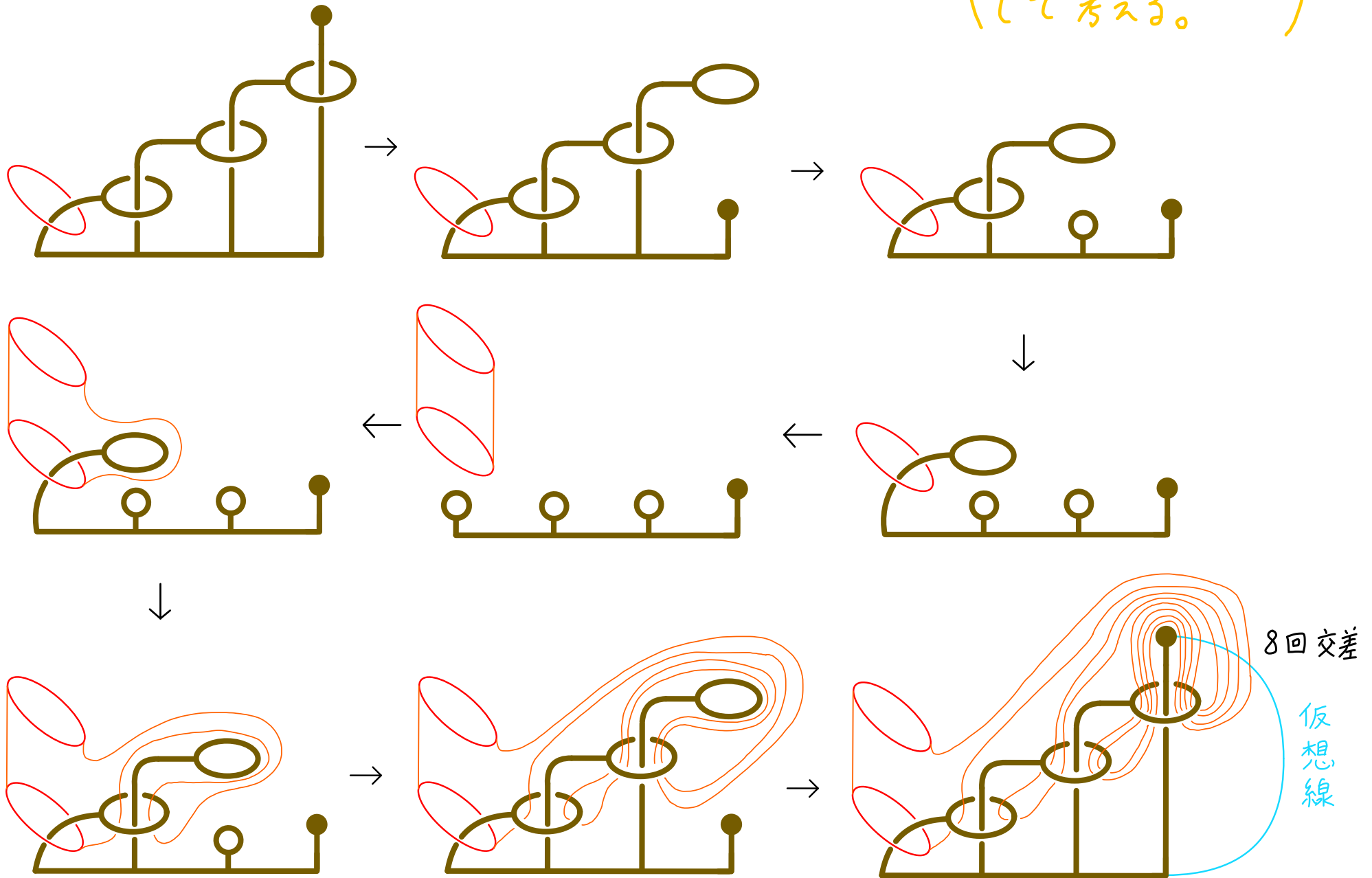
はずせるという  
性質は連続変形  
によって不変。  
よってはずせる。

◎ 知恵の輪はずし

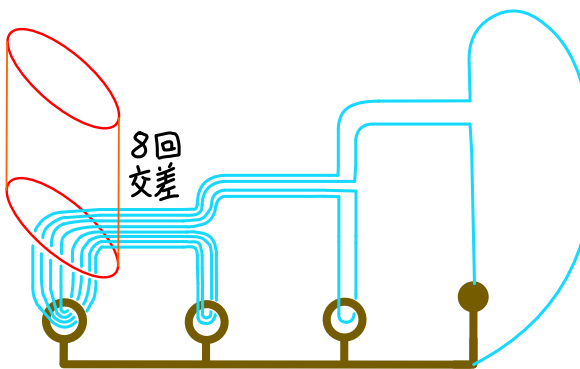
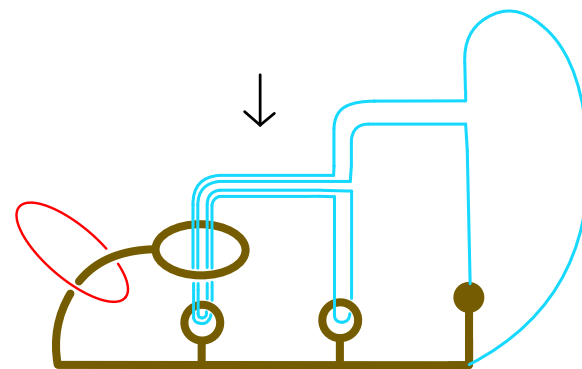
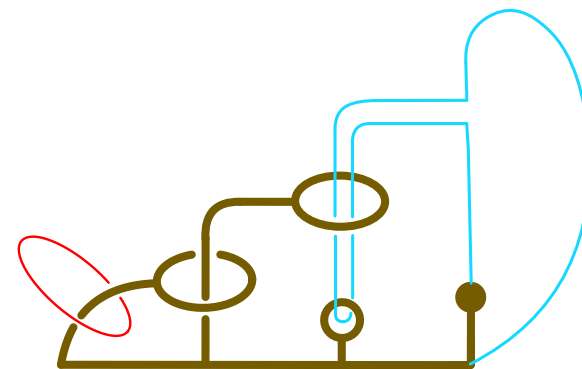
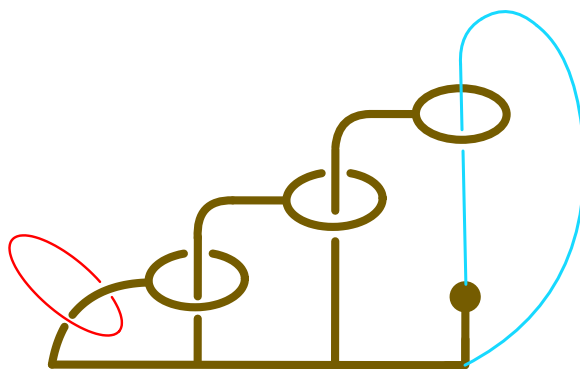
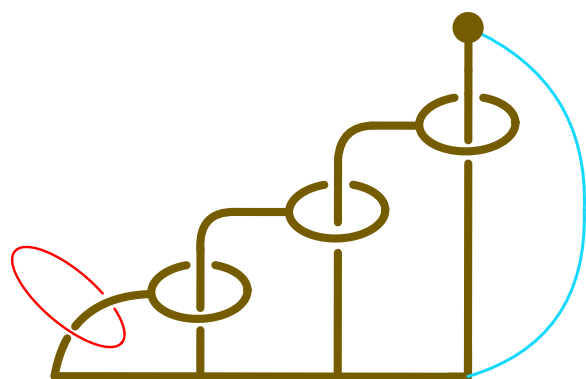
8回ではずせる。



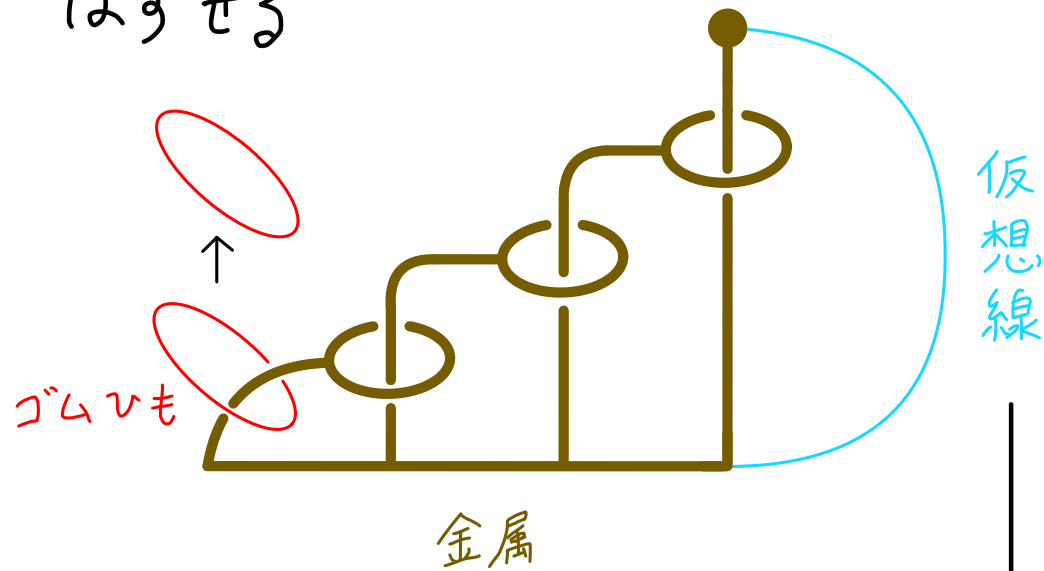
② ゴムひもをはずせることは **自明** である。  
 (金属を連続変形して考える。)



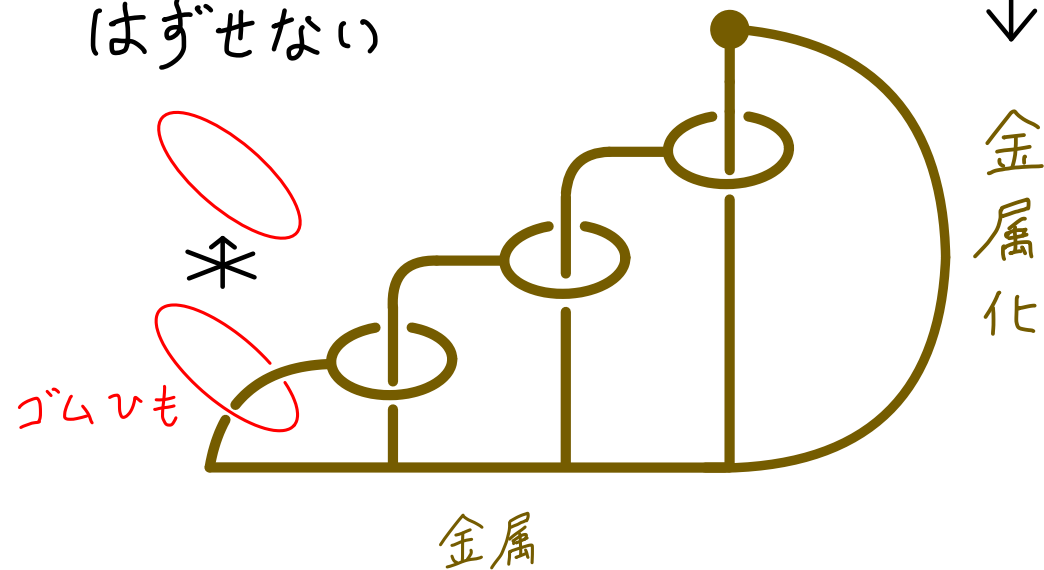




はずせる



はずせない

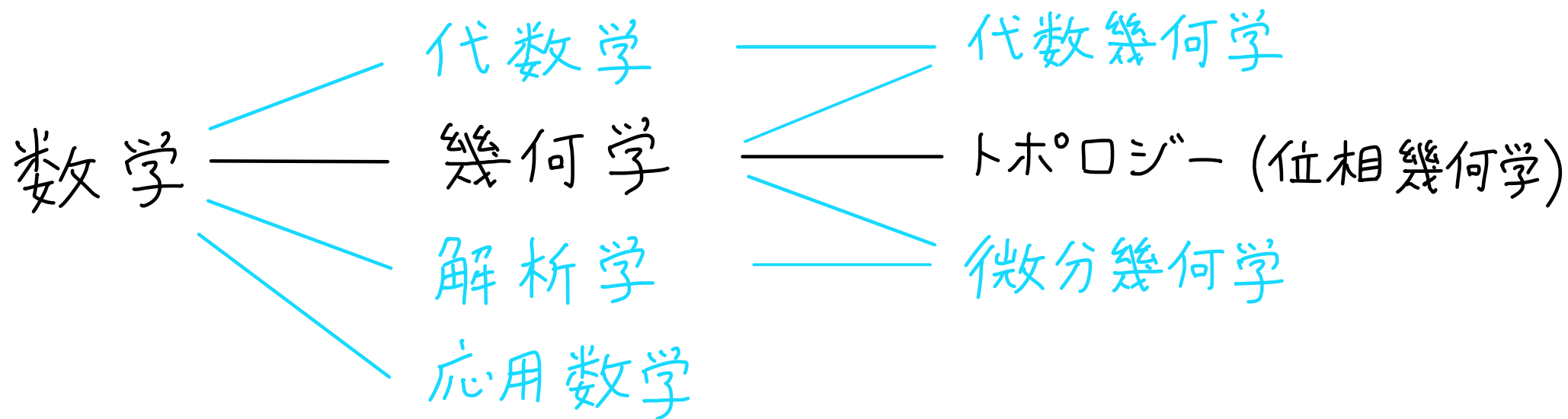


上図では仮想線を  
ゴムひもが横切らないと  
はずせない。

つまり下図のように  
仮想線の部分も  
金属だとはずせない。

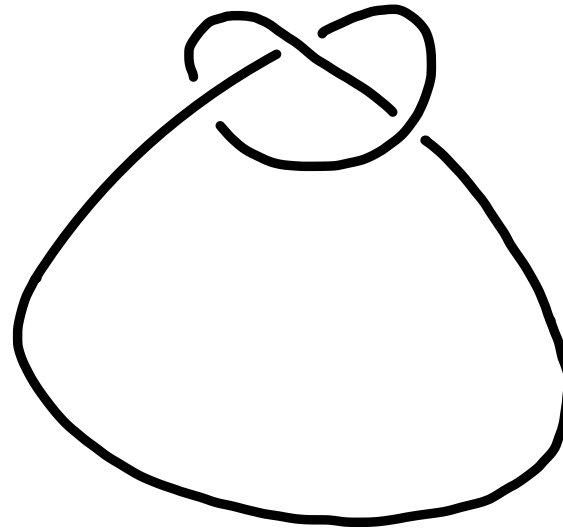
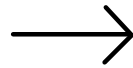
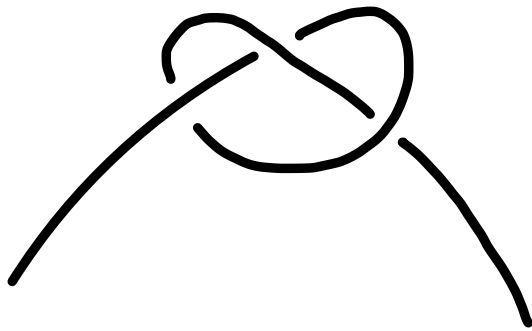
これは 結び目理論 (knot theory)

によって証明されている。

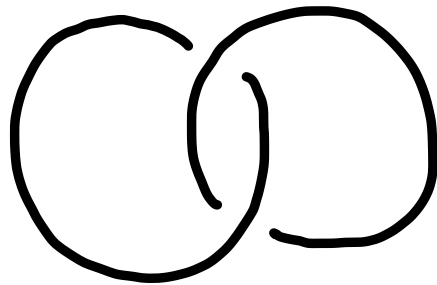


トポロジー — 結び目理論 — 空間グラフ理論

# 結び目理論



ほどけない



はずせない

- ・ 7 回以下でははずれないことは以下で証明されている。

J. Przytycki and A. Sikora

Topological insights from the Chinese rings

Proc. Amer. Math. Soc. 130 (2002), no. 3, 893-902.

<https://www.ams.org/journals/proc/2002-130-03/S0002-9939-01-06093-2/S0002-9939-01-06093-2.pdf>

K. Taniyama

Site-specific Gordian distances of spatial graphs

J. Knot Theory Ramifications 30 (2021), no. 14, 2141016 (15 pages)

<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218216521410169?journalCode=jktr>

<https://arxiv.org/pdf/1703.09440.pdf>

関連する参考文献・サイト

フジテレビ「たけしのコマ大数学科「結び目理論」」

<http://www.f.waseda.jp/taniyama/komadai.html>

日本数学会市民講演会「知恵の輪のトポロジー」の記録

<http://mathsoc.jp/publication/tushin/1804/1804taniyama.pdf>

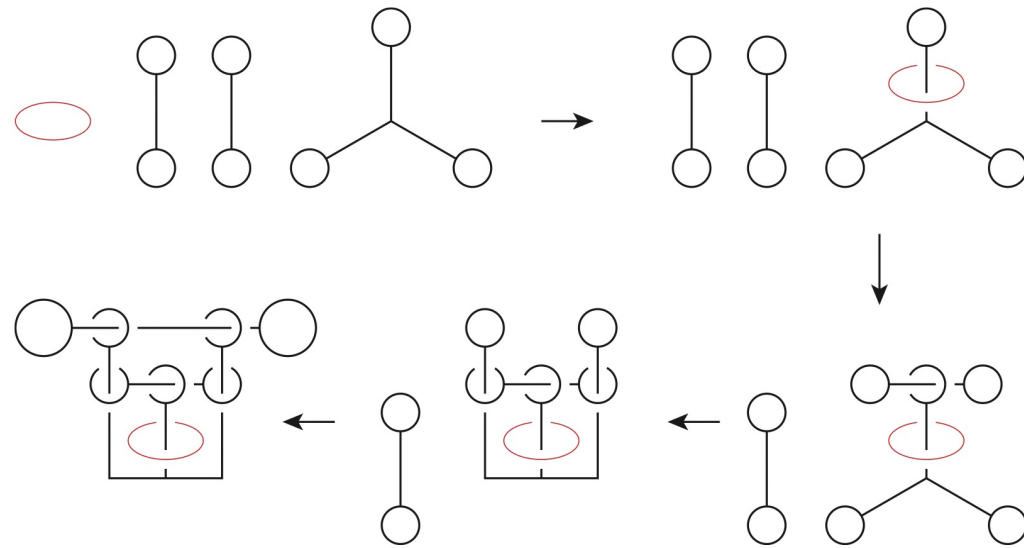
Asia Pacific Mathematics Newsletterの記事（上記の英語版）

[http://www.asiapacific-mathnews.com/05/0501/0006\\_0008.pdf](http://www.asiapacific-mathnews.com/05/0501/0006_0008.pdf)

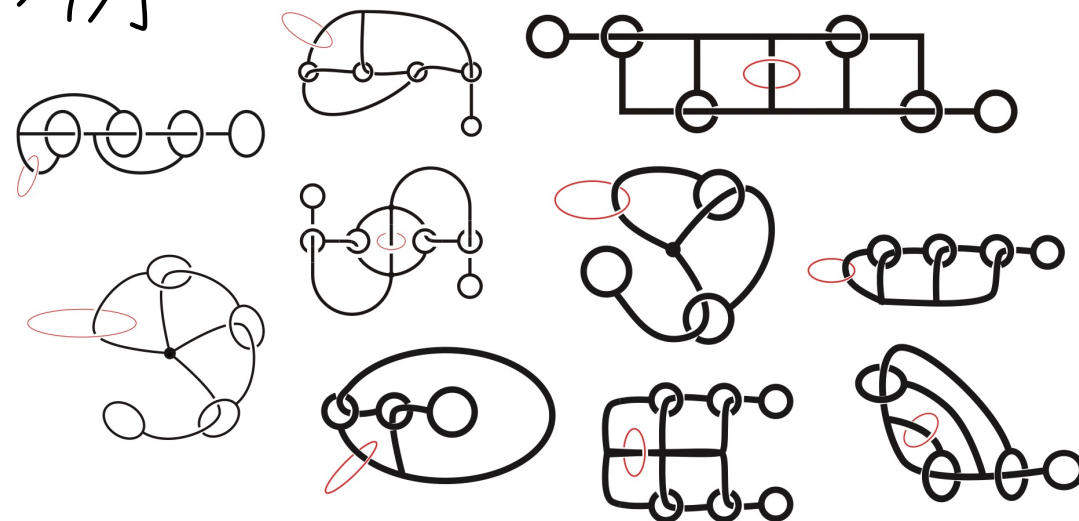
韓国での講演原稿

<http://www.f.waseda.jp/taniyama/site-specific-KAIST.pdf>

## ① 知恵の輪の作り方



## ② 知恵の輪の例

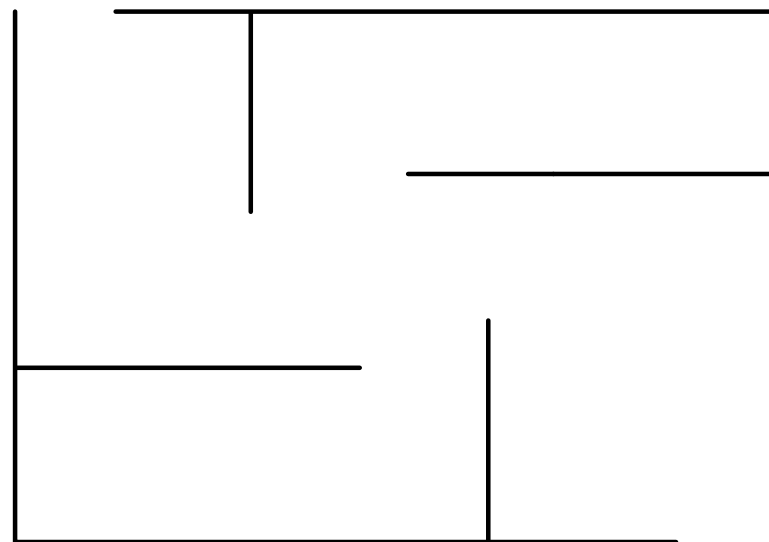
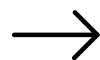
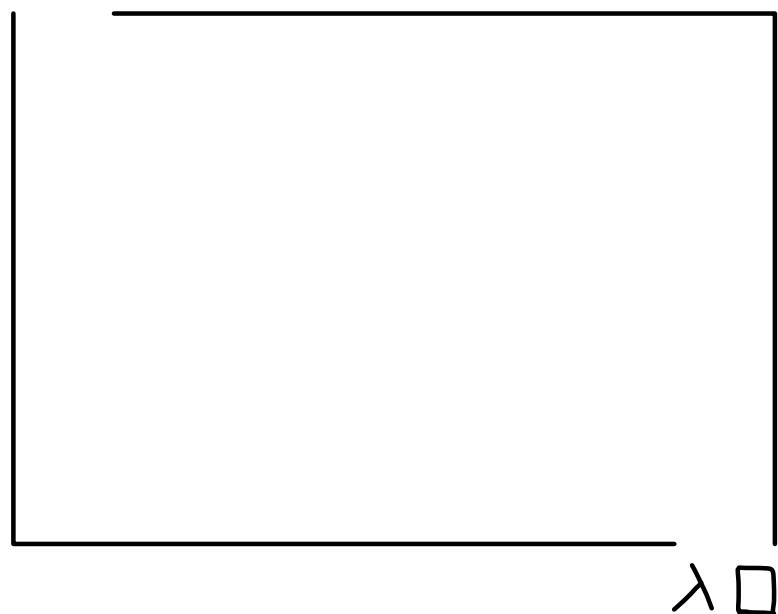


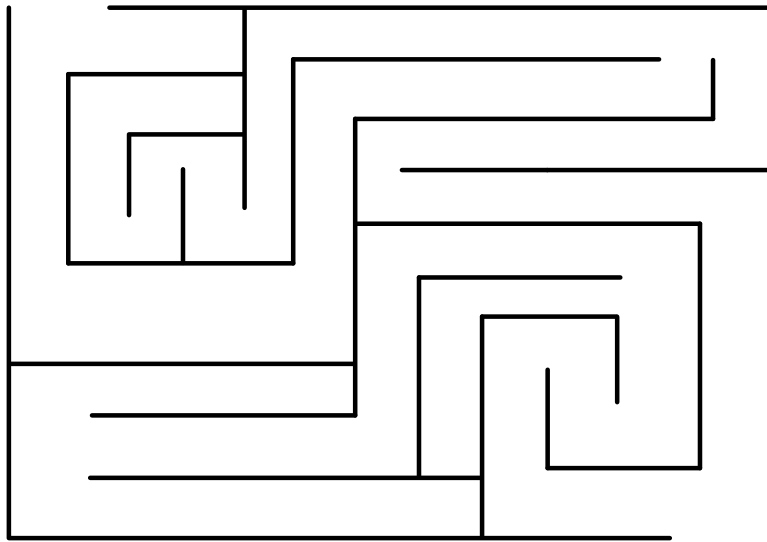
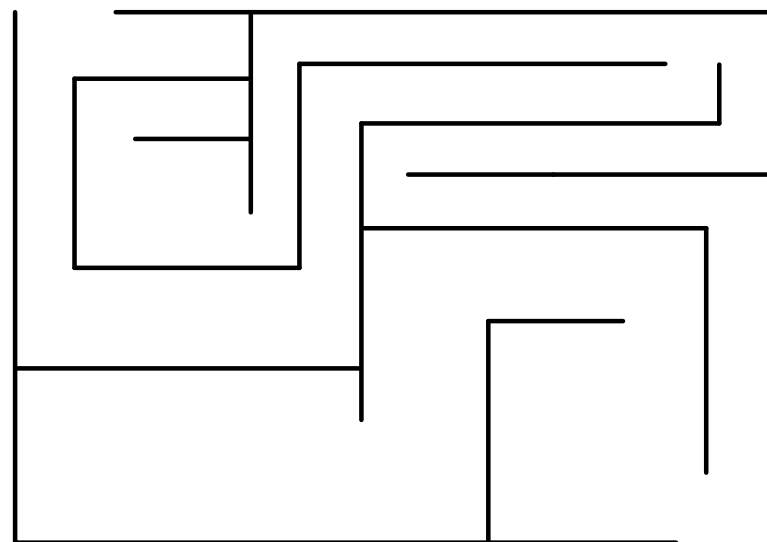
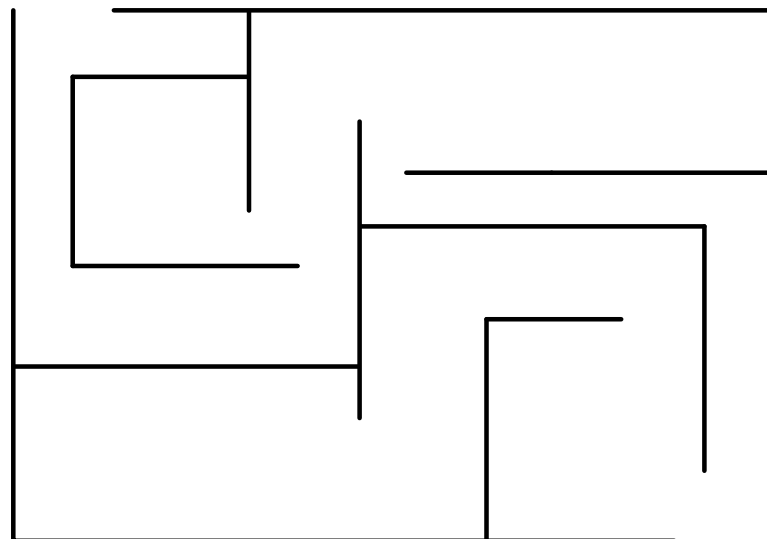
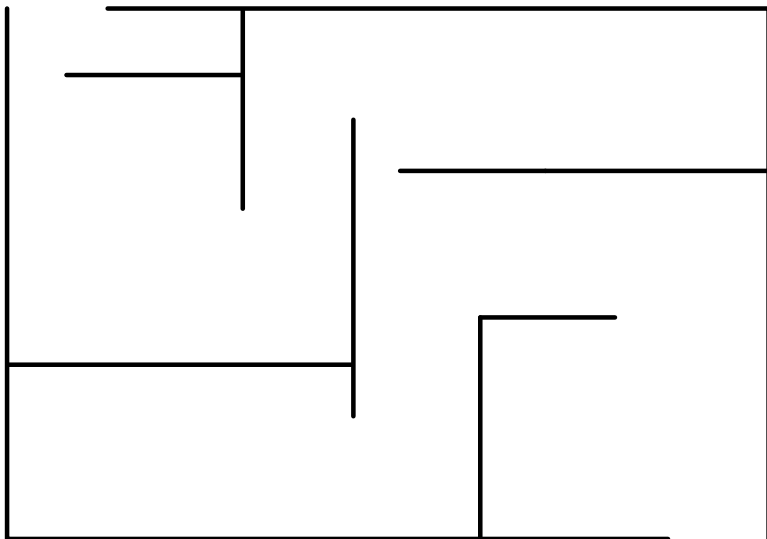
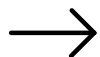
# (参考) 迷路の明朗解法

—— 同様の思考法の例として ——

## ◦ 迷路の作り方

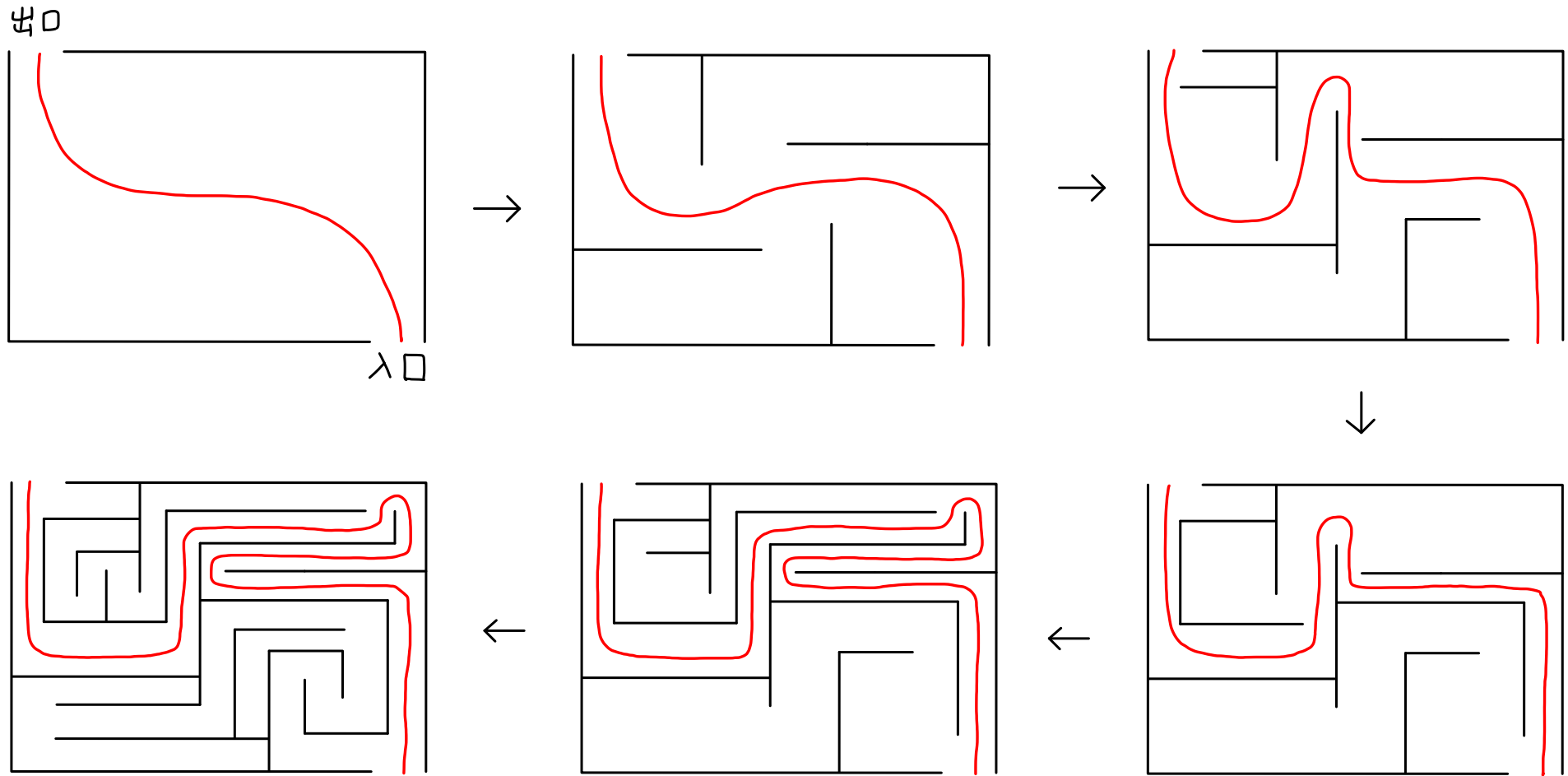
出口



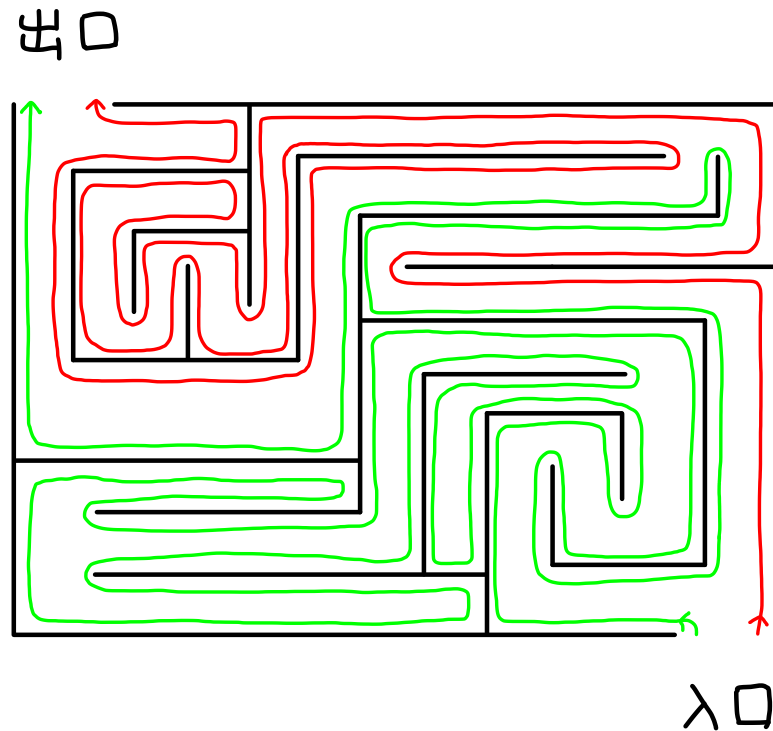




◎ 解の存在は明らか



④ **右手法** (解法) : 入口から右手で壁を撫でながら進む



左手法も解を与える。

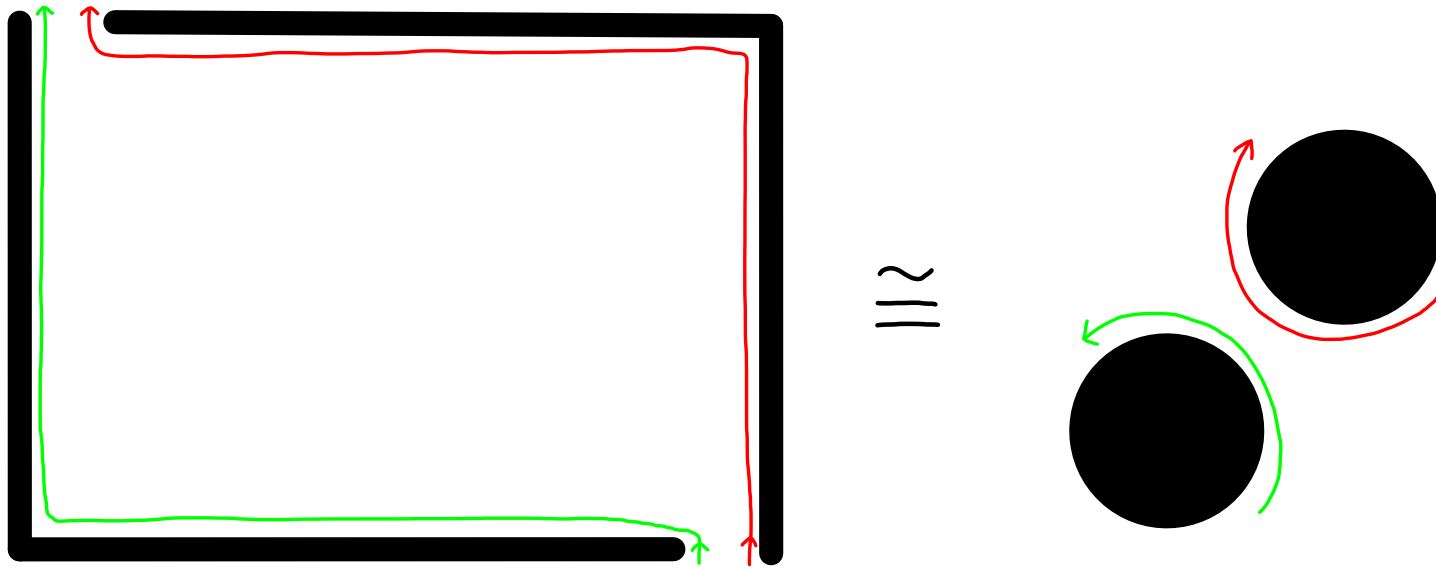
② 右手法 (左手法) が解法である理由

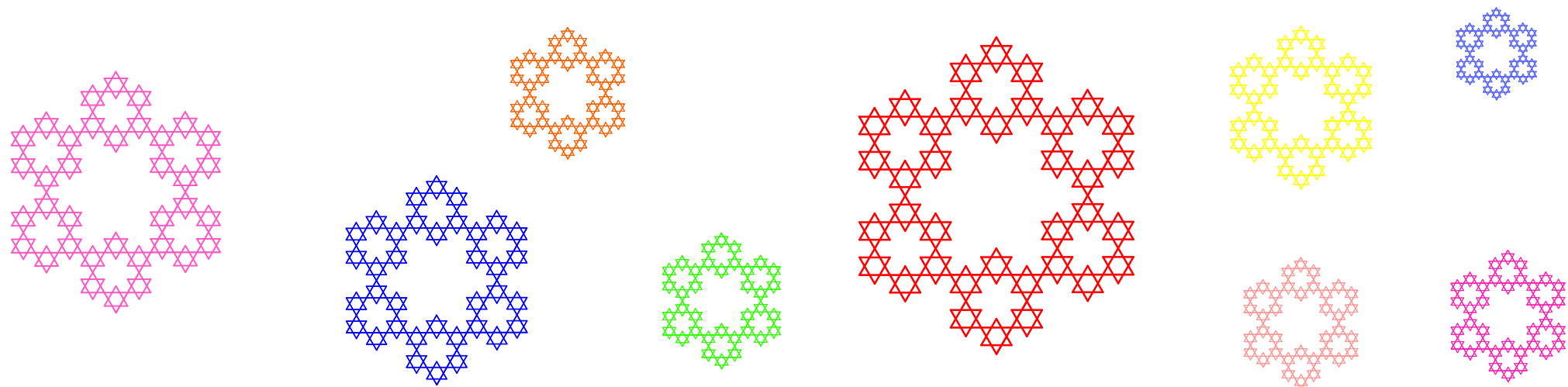
壁を連続変形して考える。



壁の連結成分は円板  $\mathbb{D}^2$  と同相であり, その境界

$\partial\mathbb{D}^2 = S^1$  は迷路の入口と出口をつないている。





ご清聴ありがとうございました。

