



数学的に考える： パターンを探す！

NICHOLAS CONNOLLY

28日02月2024年



数学は 何ですか？

Print Gallery (M. C. Escher, 1956)

科学 VS 数学

科学

- 目的： 自然を理解する
- 方法： 実験
- 主な原則： 反証可能な仮説



数学

- 目的： パターンを理解する
- 方法： 公理と定理
- 主な原則： 証明

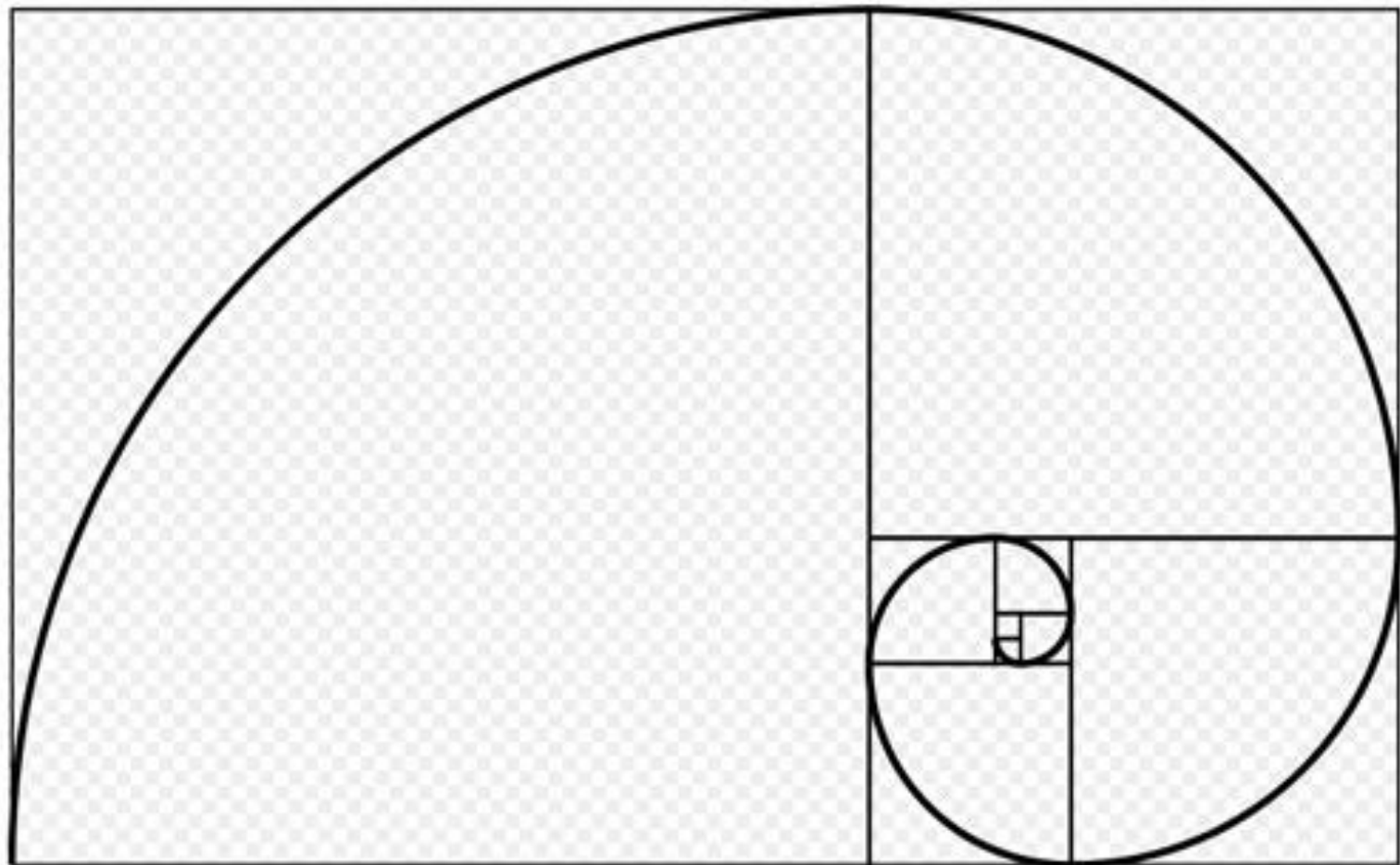
自然の毛様

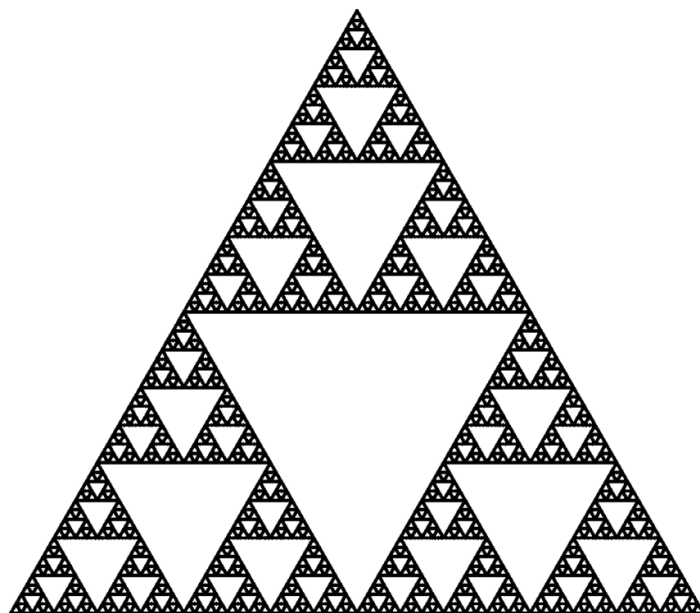
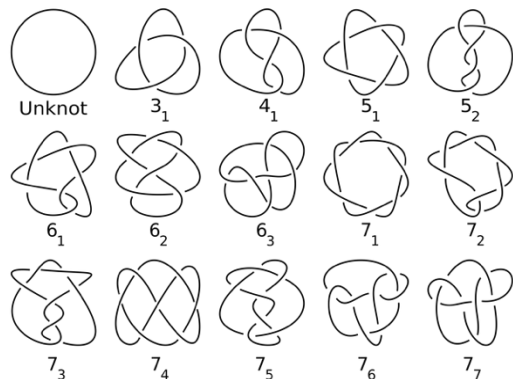
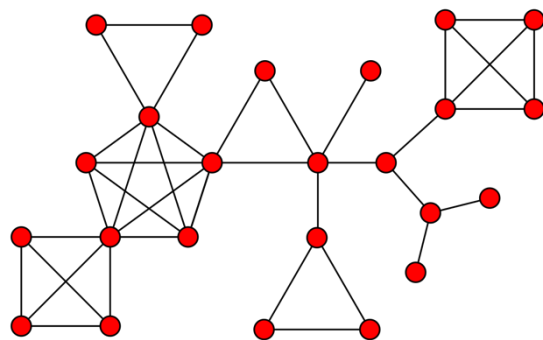
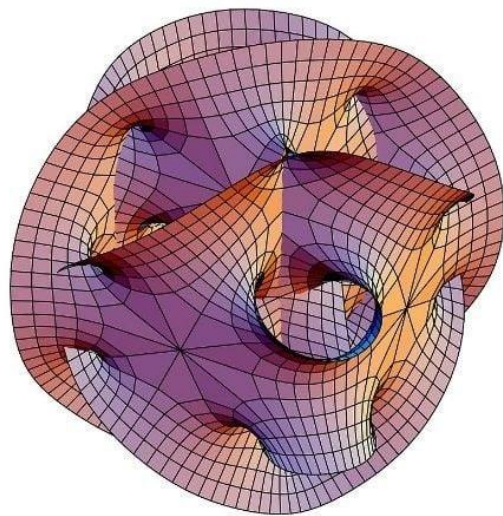
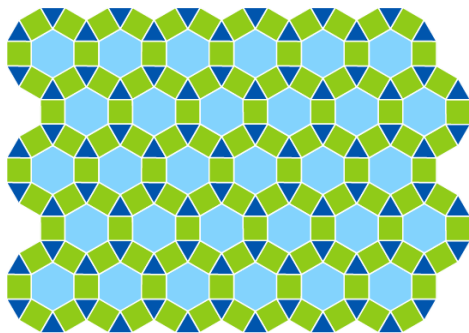


抽象的な パターン

数学なしでは
科学はできません。

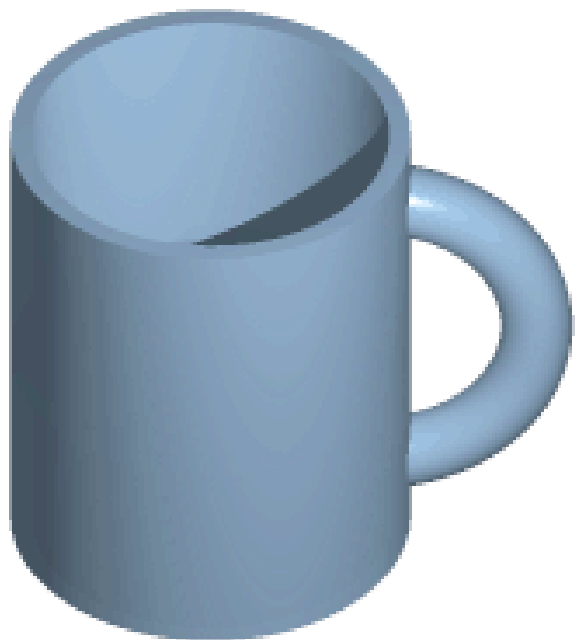
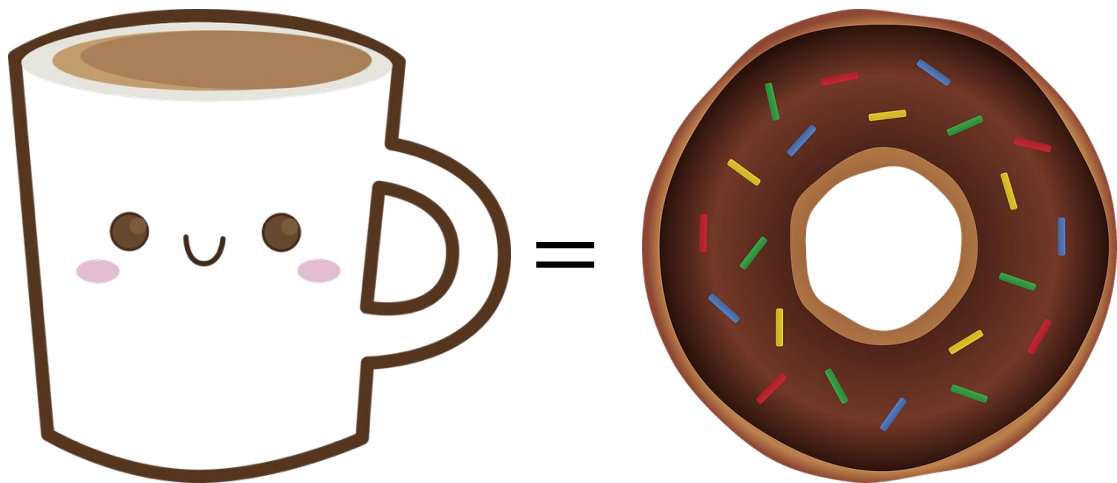
科学なしでは
数学できます。





面白い数学の パターン

- タイリング
- ネットワーク（グラフ）
- ノット（結び）
- 多様体
- フラクタル



トポロジー：ゴム形の数学

- 伸縮性のある形の研究！
- 2つの形は、互いに引き伸ばして同じ形になる場合、「同じ」形です。
- 形にある「穴」の数を数えましょう。

アルファベットには「異なる」形がいくつありますか？

A B C D E F

G H I J K L

M N O P Q

R S T U V

W X Y Z

穴を数える！

ひらがなは
どうですか?

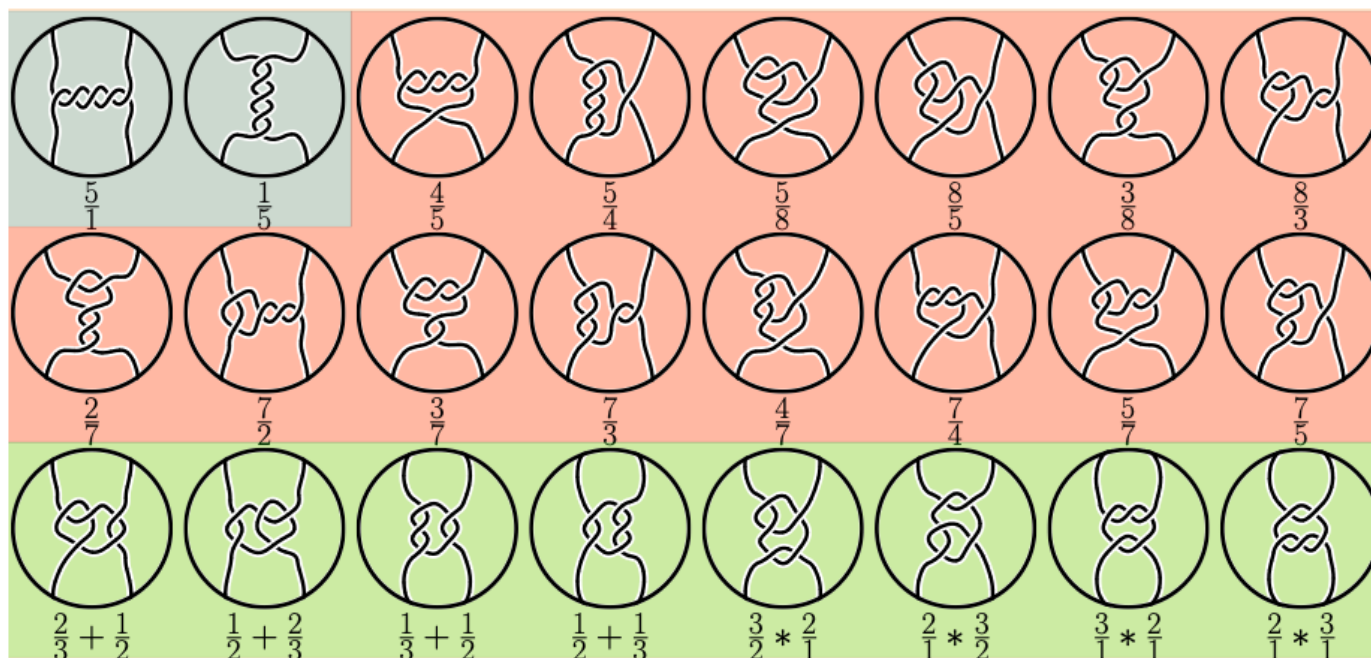
あ	い	う	え	お
か	き	く	け	こ
さ	し	す	せ	そ
た	ち	つ	て	と
な	に	ぬ	ね	の
は	ひ	ふ	へ	ほ
ま	み	む	め	も
や		ゆ		よ
ら	り	る	れ	ろ
わ				を
ん				

漢字は どうですか？

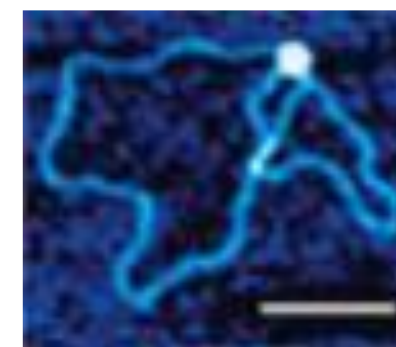
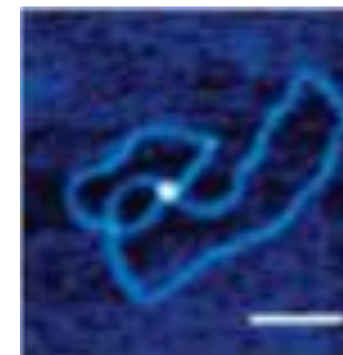
暗歸習練飲対系送化院牛
音馭都漢着反切屋定体次
明旅区可品終紙部予身肉
赤広村題返始館園画育鳥
青店町宿払早別公計教魚
白林市不員起特全守顔菜
黒遠県意物欠凶引留頭野
色近国強事飯地答親苦理
花通界勉仕閉合場新薬料
回週世弱用開最工局楽米
茶道所考使号度受便病風
英馬信能番失者問声医取



結び目理論の例（私の論文研究）



Connolly, Nicholas. *Classification and tabulation of 2-string tangles: The astronomy of subangle decompositions*. The University of Iowa, 2021.

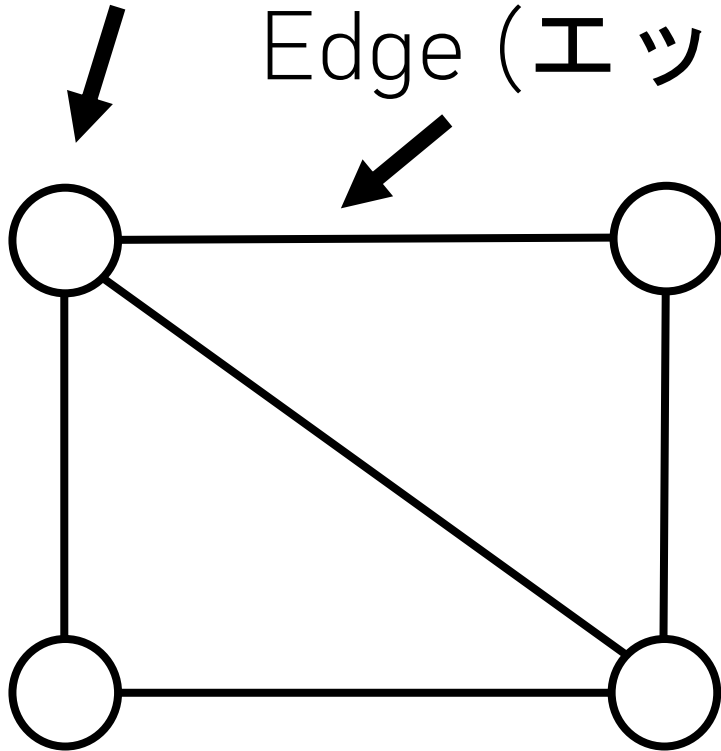


Vetcher, Alexandre A., et al. "DNA topology and geometry in Flp and Cre recombination." *Journal of molecular biology* 357.4 (2006).

Mathematical Graphs (Networks)

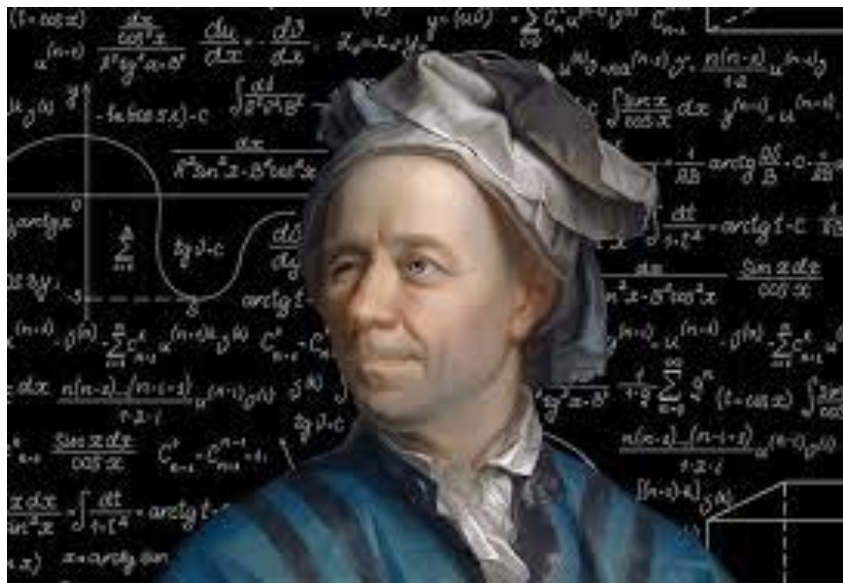
Node (ノード=点)

Edge (エッジ=線)



例：インターネット！

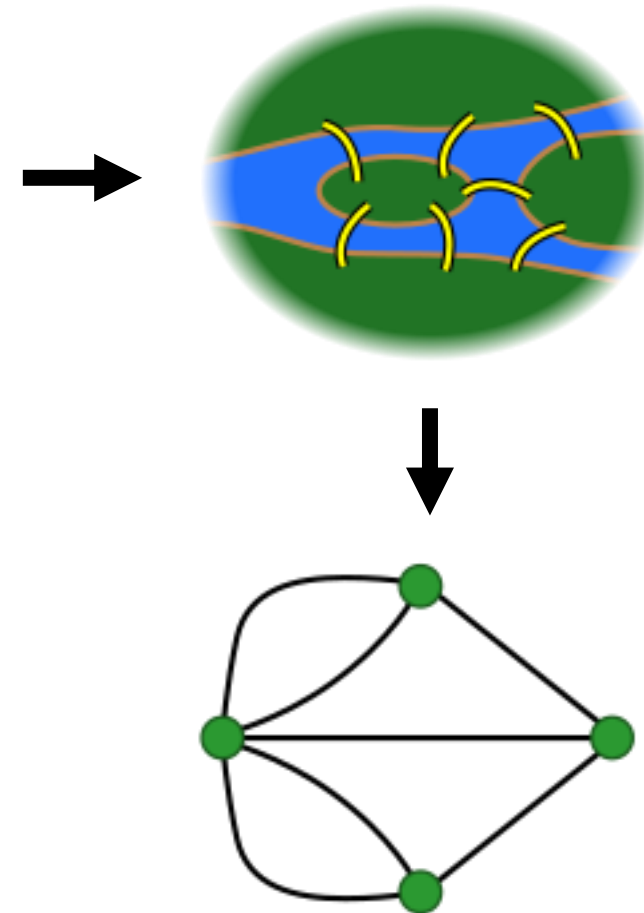
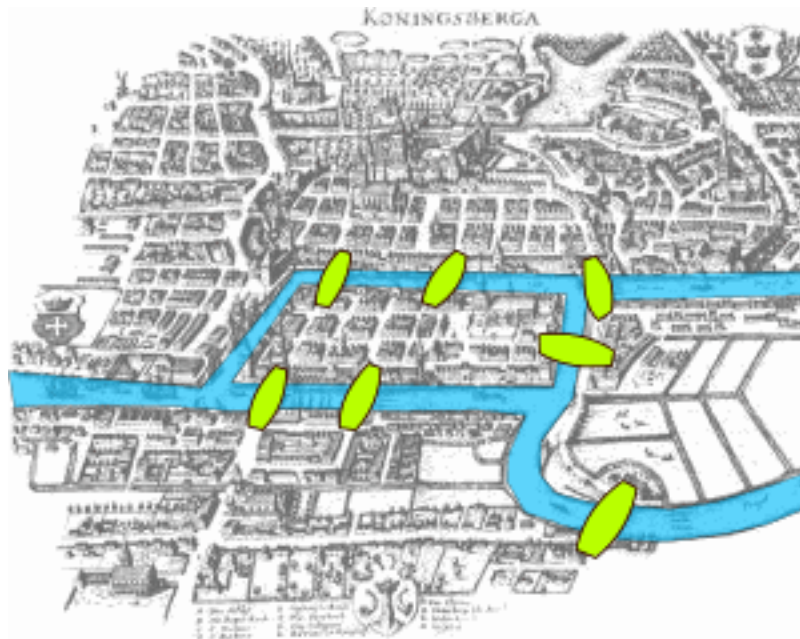
歴史: ケーニヒスベルクの7つの橋



レオンハルト・オイラー

1707年に生まれたスイスの数学者

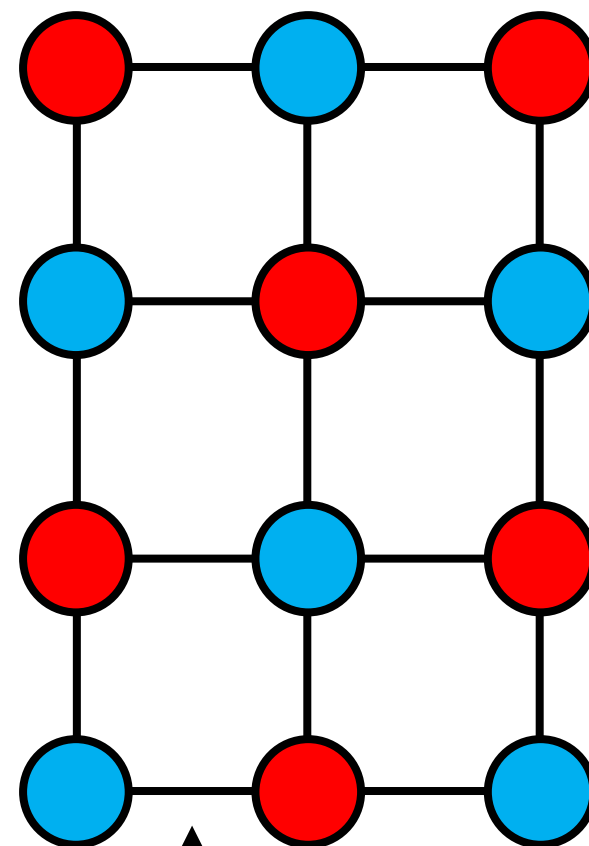
https://en.wikipedia.org/wiki/Seven_Bridges_of_K%C3%B6nigsberg



パズル：グラフの色付け

ルール：

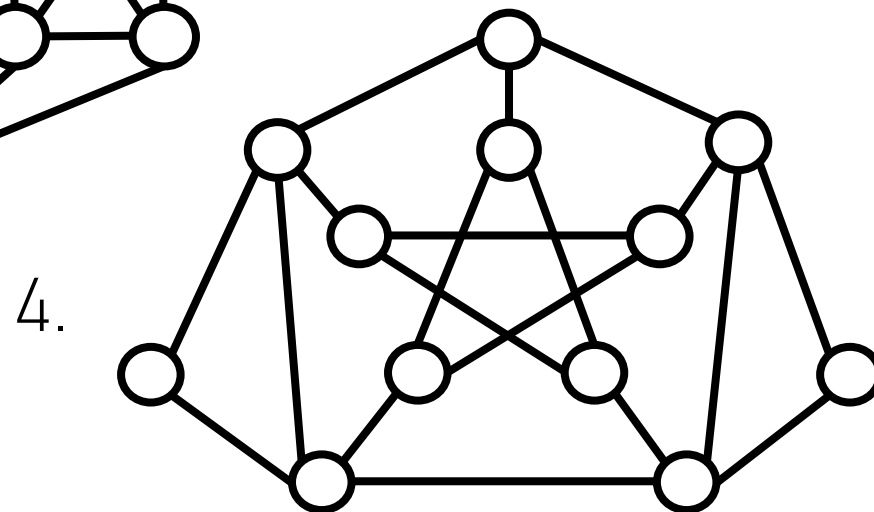
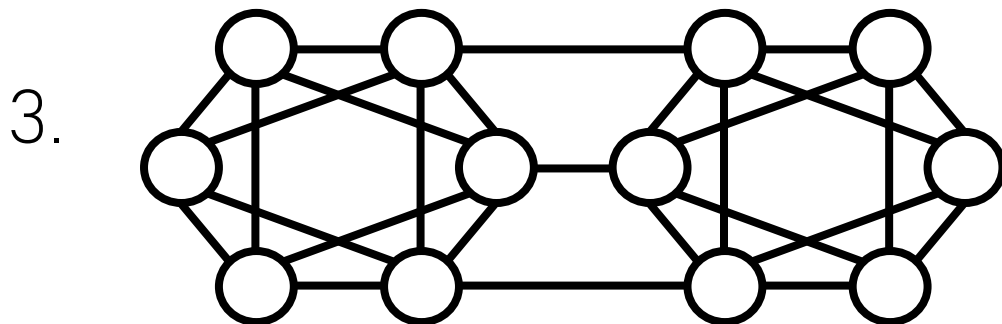
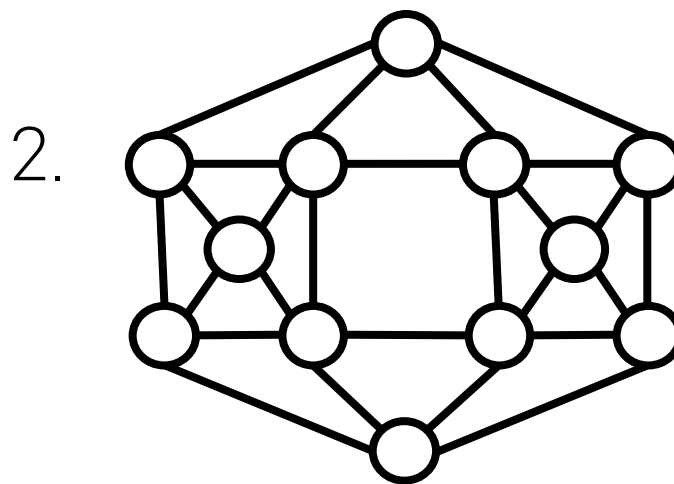
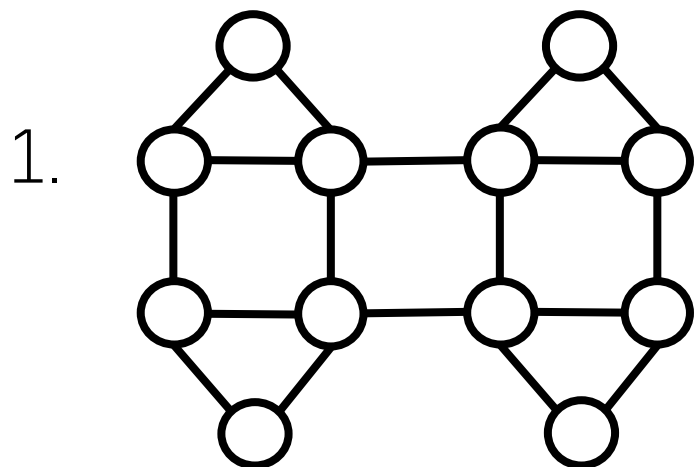
1. それぞれのノードの色を選んで
2. 接続されたノードは同じ色を使えない
3. 色の種類が少ないほどいい



Node (ノード=点)

Edge (エッジ=線)

やってみよう！



ヒント：三角形から始めて！

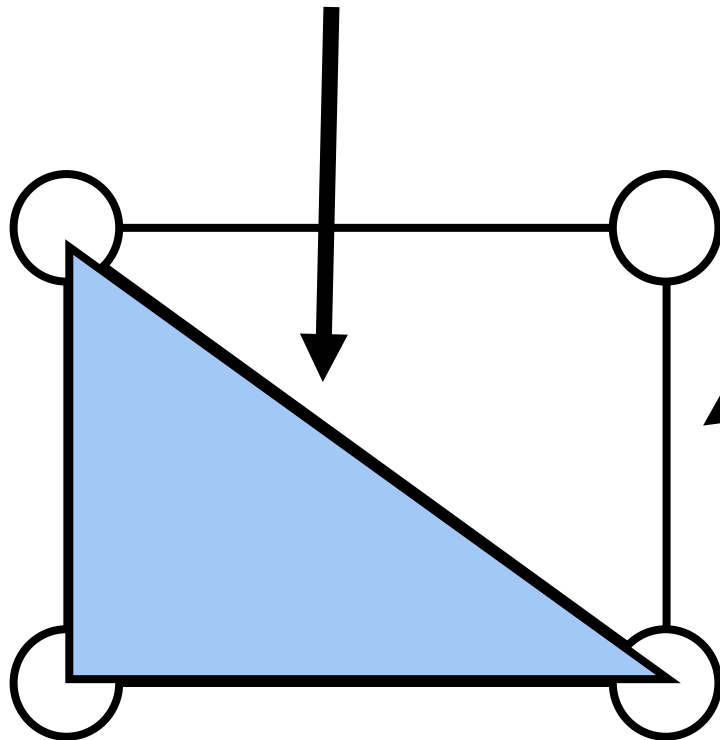
平面グラフにも面がある

Face (フェイス = 面)

Node (ノード = 点)

Edge (エッジ = 線)

$$\begin{aligned} V &= 4 \\ E &= 5 \\ F &= 3^* \end{aligned}$$

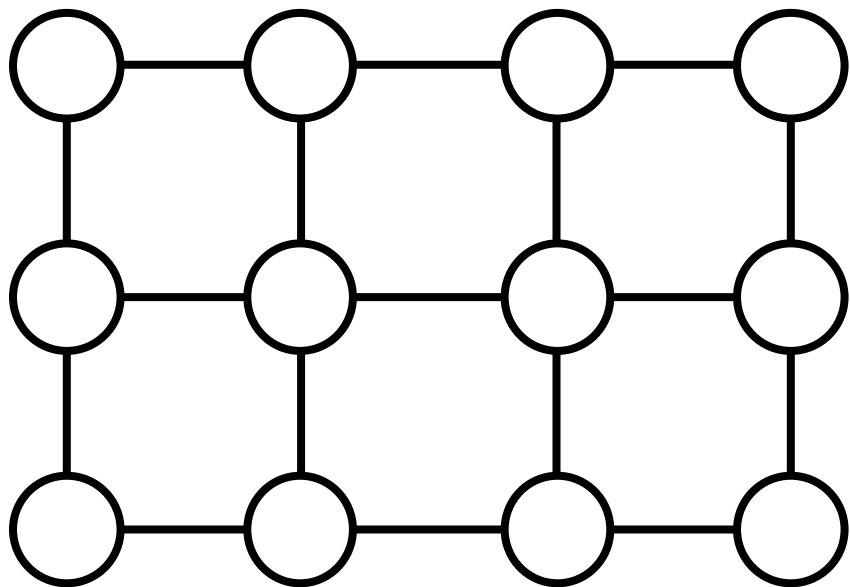


オイラーの公式 :

$$N - E + F = ?$$

$$4 - 5 + 3 = 2$$

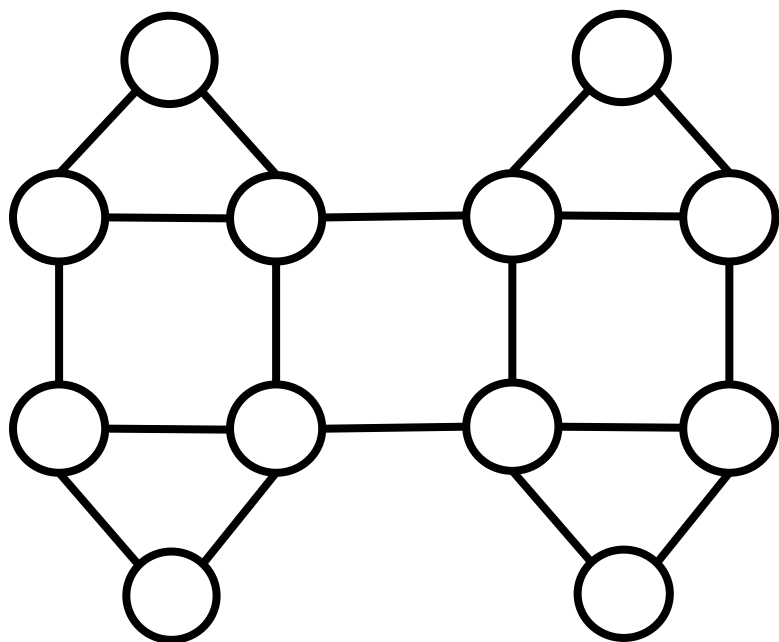
グラフ 1 :



$$V - E + F = ?$$

$$12 - 17 + 7 = 2$$

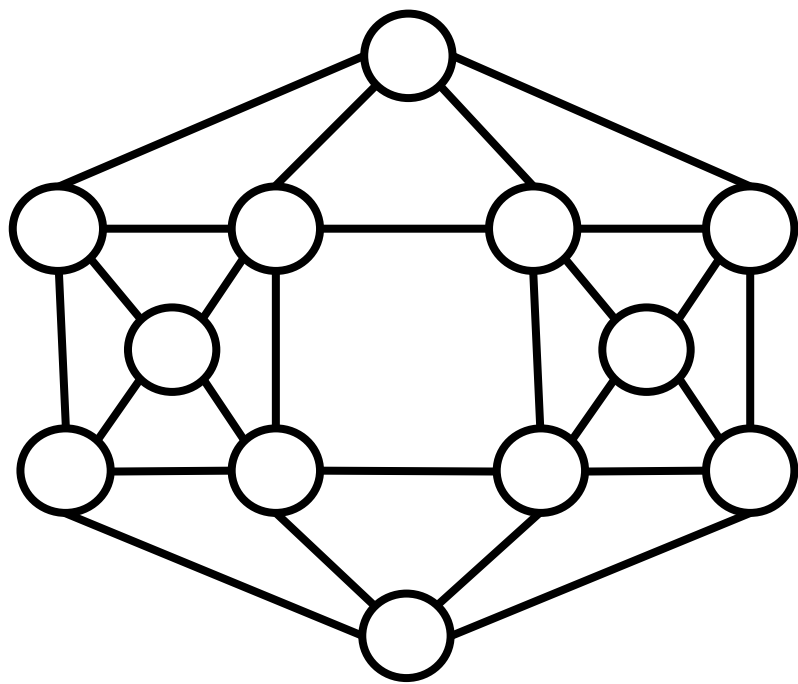
グラフ 2 :



$$V - E + F = ?$$

$$12 - 18 + 8 = 2$$

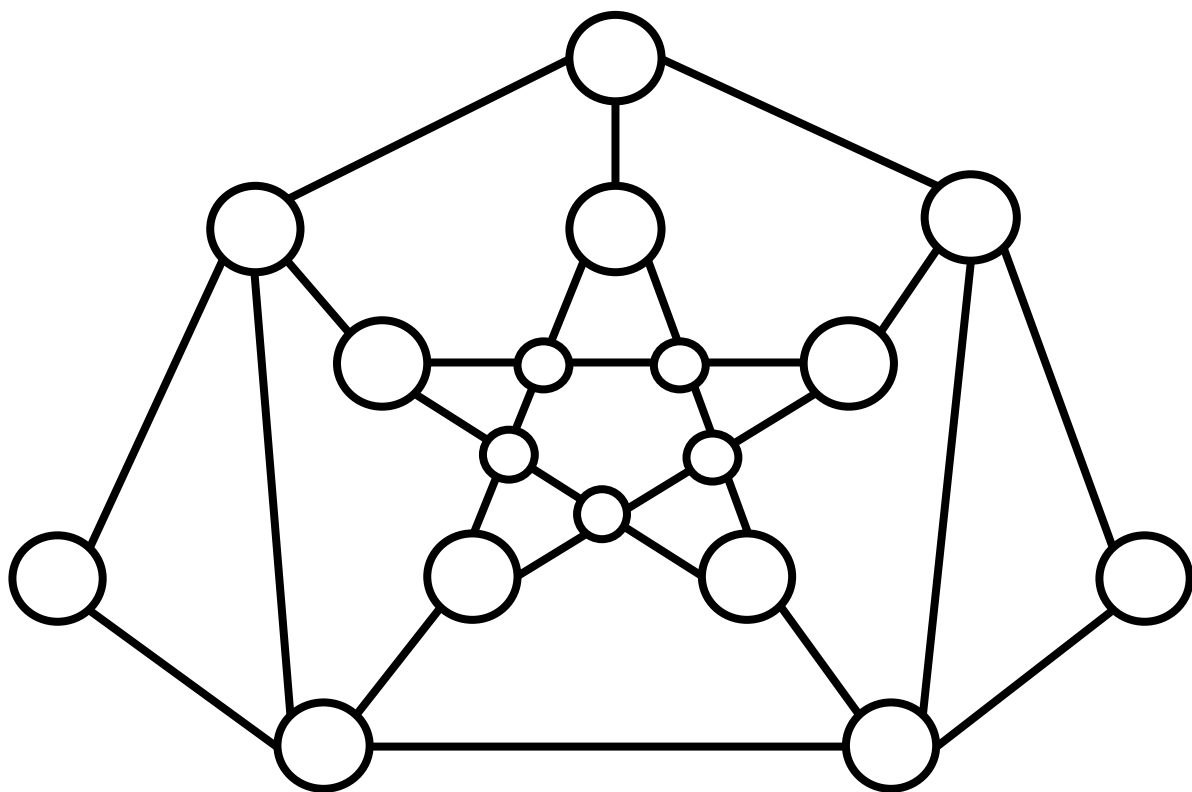
グラフ 3 :



$$V - E + F = ?$$

$$12 - 26 + 16 = 2$$

グラフ 4 :



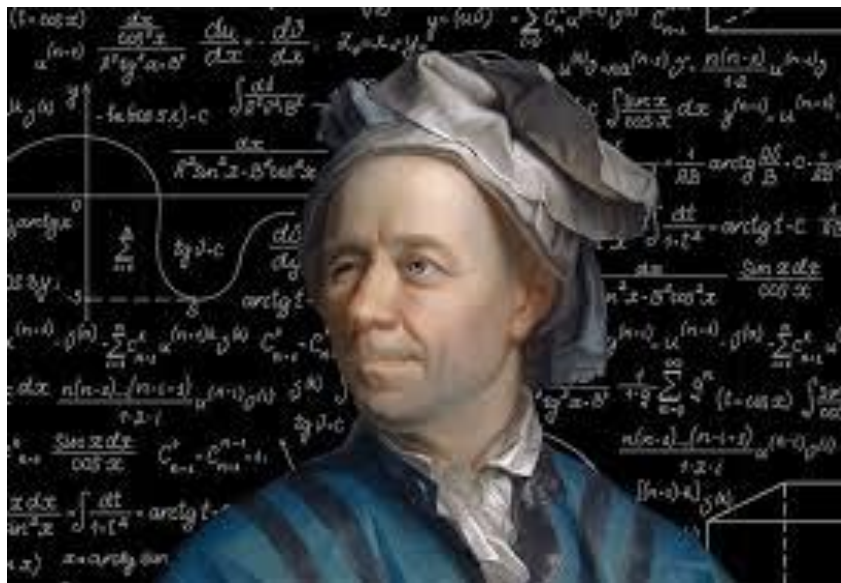
$$V - E + F = ?$$

なぜダメなのですか？

$$12 - 19 + ? = ?$$

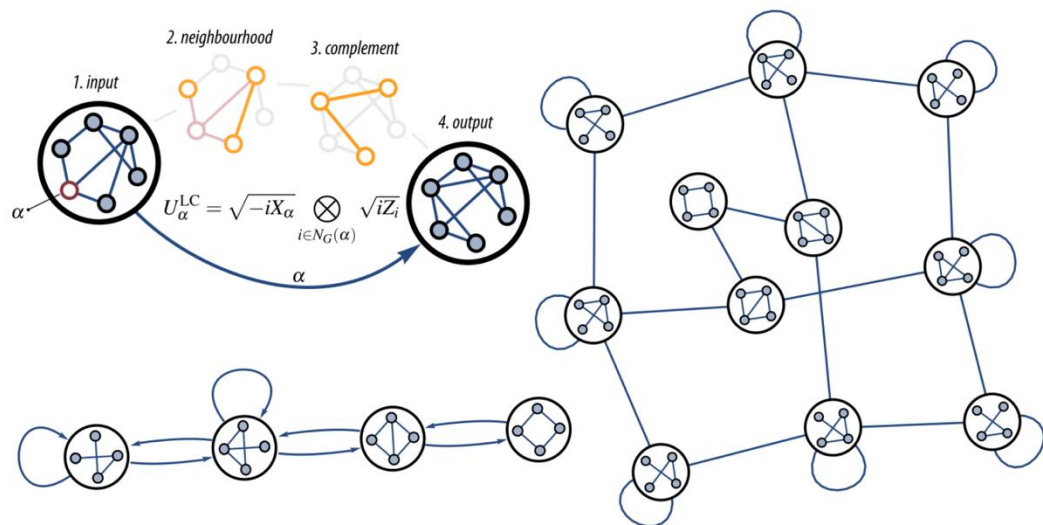
$$17 - 29 + 14 = 2$$

オイラーの公式は平面グラフ にのみ適用される



$$V - E + F = 2$$

実際の研究におけるグラフの例!



Jeremy C Adcock, Sam Morley-Short, Axel Dahlberg, and Joshua W Silverstone. Mapping graph state orbits under local complementation. Quantum, 4:305, 2020.

