

Nicholas Connolly (ニコラス コンノリー)

Graph Local Equivalence Classes

グラフLC同値類

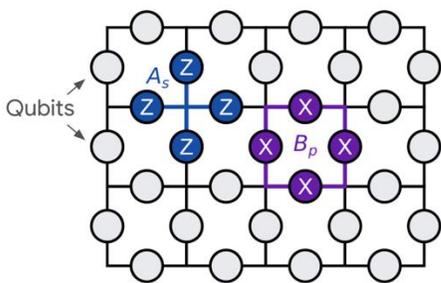
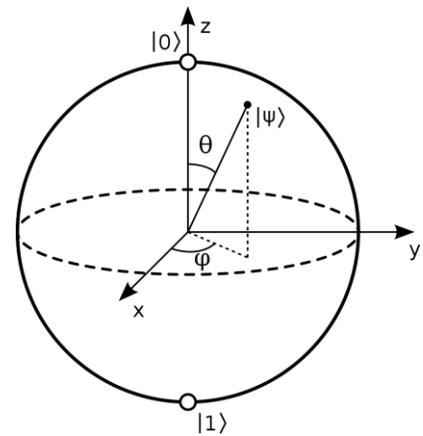


Contents

1. Quantum is Interdisciplinary
量子は学際的である
2. Science vs. Mathematics
科学対数学
3. Research in Mathematics
数学の研究
4. My Research Area: Graph Theory
私の研究分野：グラフ理論
5. Graph States
グラフ状態
6. Locally Equivalent Graph States
LC 同値なグラフ状態
7. Graph State LC Orbits
グラフ状態 LC 軌道
8. Practical Applications
理論研究の実用化



Quantum is Interdisciplinary 量子は学際的である



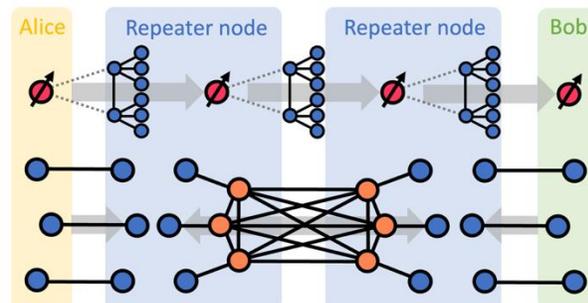
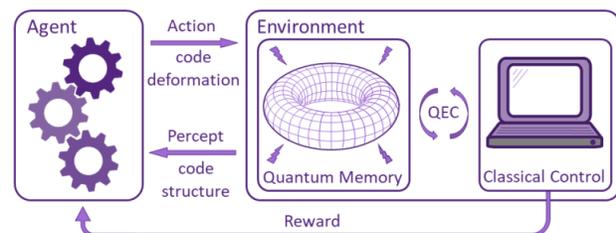
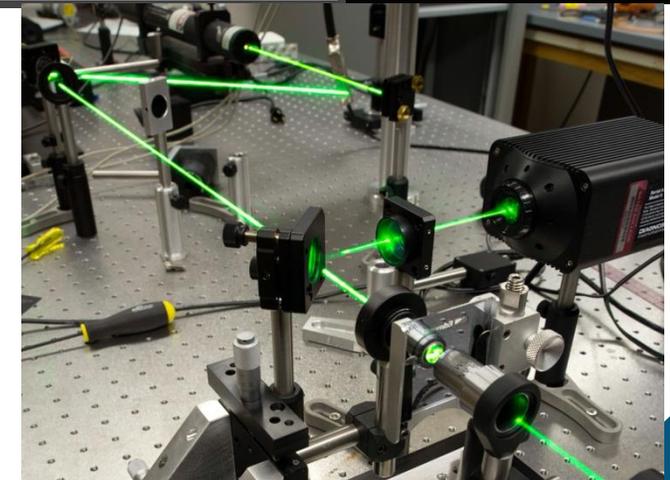
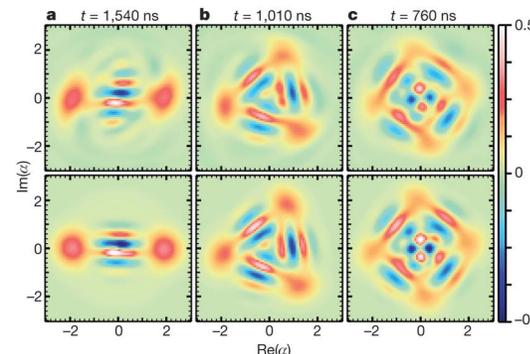
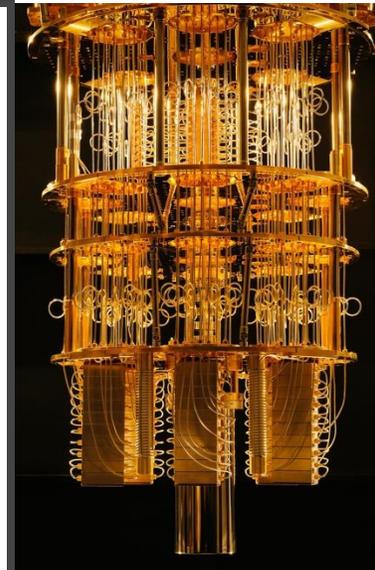
Theory (理論)

- Theoretical Physicists
理論物理学者
- Computer Scientists
コンピューター科学者
- Information Theorists
情報理論家
- **Mathematicians**
数学者

私

Experimentation (実験)

- Experimental Physicists
実験物理学者
- Engineers
エンジニア
- Lab Technicians
研究室の技術者





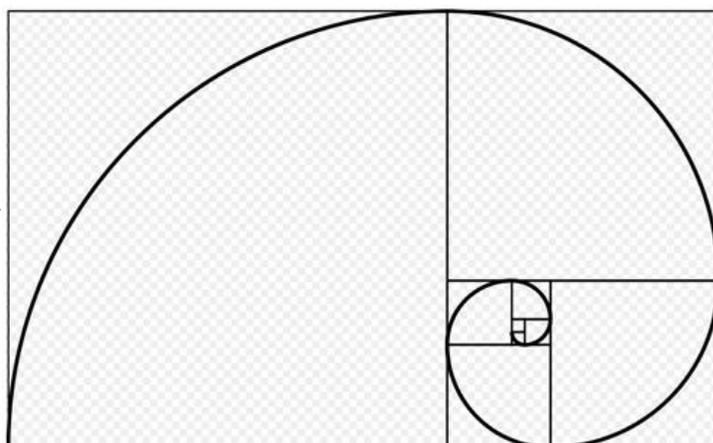
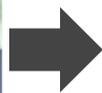
Science 科学

vs.
対

Mathematics 数学

- **Goal:** Understand Nature
目標：自然を理解する
- **Method:** Conduct Experiments
方法：実験を行う
- **Core Concept:** Falsifiable Hypothesis
中心概念: 反証可能な仮説
 - *Make a guess, check if it's true!*

- **Goal:** Understand Patterns
目標：模様を理解する
- **Method:** Write Proofs
方法: 証明を書く
- **Core Concept:** Consistent Axioms
中心概念: 一貫した公理
 - *Set the rules, obey them!*



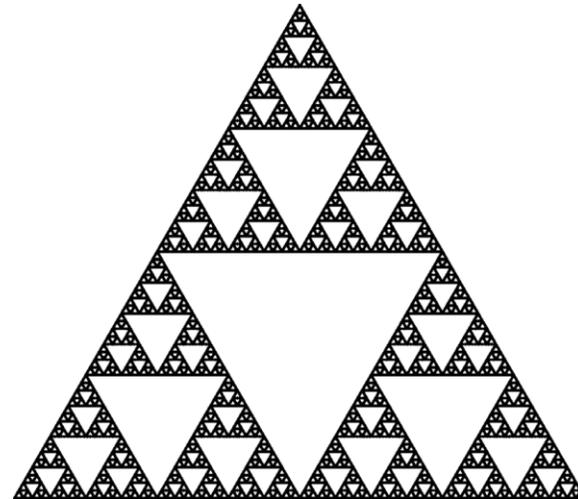
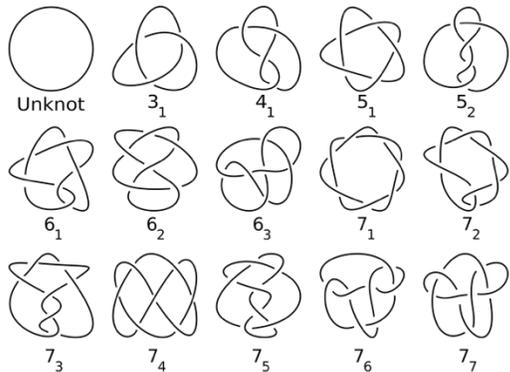
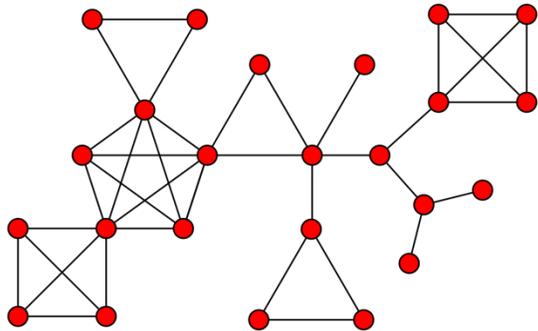
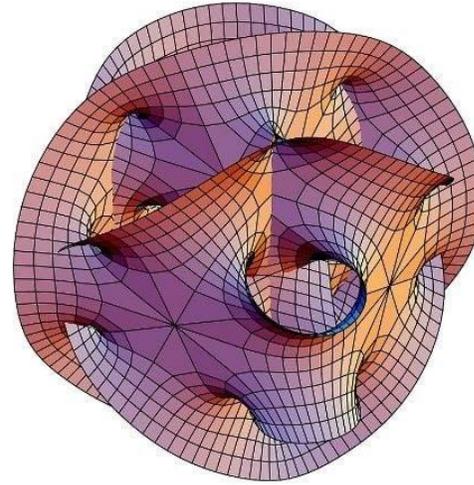
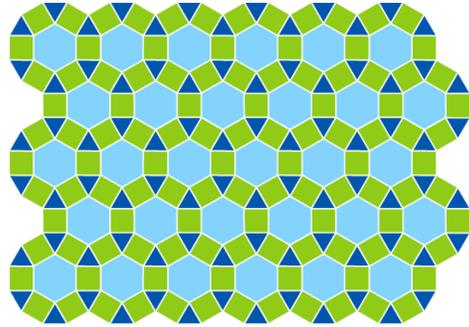
You can't do science without math.
You can do math without science.

数学なしでは科学はできません。
科学なしでも数学はできます。



Examples of Interesting Patterns in Mathematics

興味深い数学的模様 の例



- Tilings
 - Graphs
 - Knots
 - Manifolds
 - Fractals
- タイリング
グラフ
結び目
多様体
フラクタル

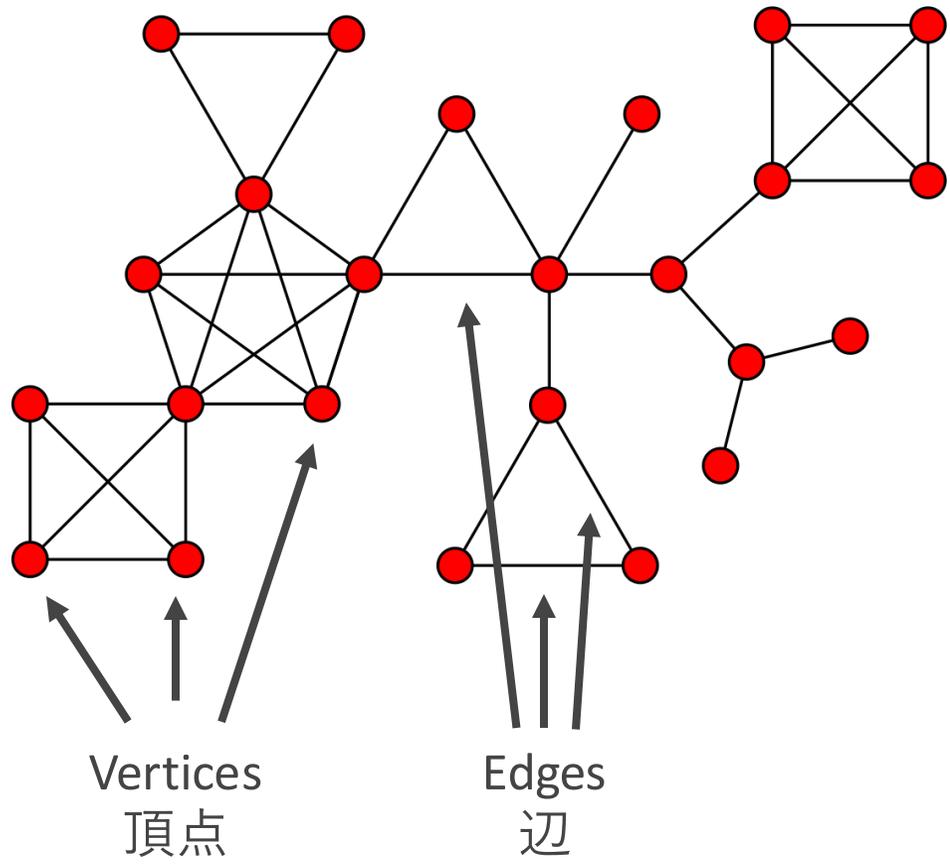
Not just numbers and formulas!
数学は数字や数式だけではない!



My Current Research Area: Graph Theory

私の現在の研究分野：グラフ理論

Example of a graph
グラフの例

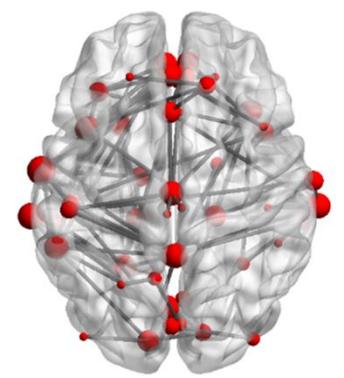


Graphs consists of vertices connected by edges.
グラフは辺で結ばれた頂点から構成される。

Many physical problems are modeled by graphs.
多くの物理的問題はグラフによってモデル化される。



Social Networks
ソーシャルネットワーク

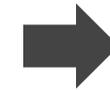
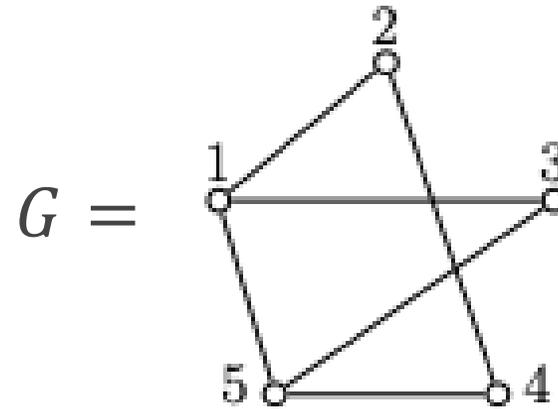
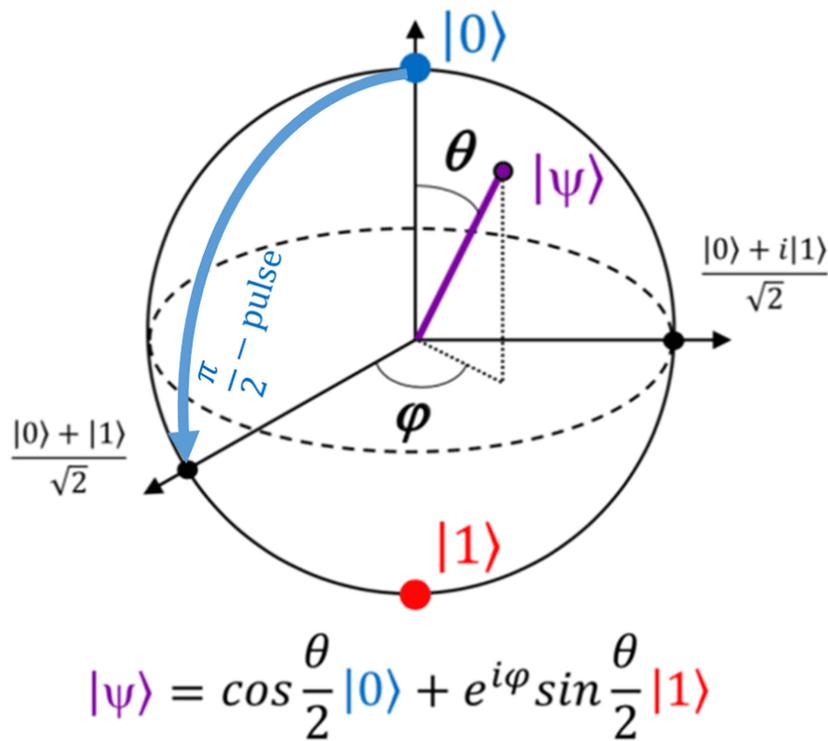


Brain Connectivity
脳のつながり

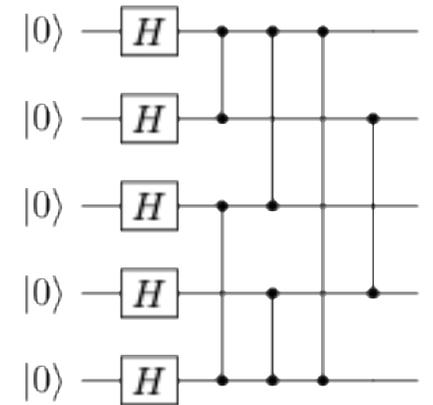


Graph States グラフの状態

Quantum states are a way of representing information in quantum mechanics.
量子状態は、量子力学において情報を表現する方法の一つです。



$|G\rangle =$



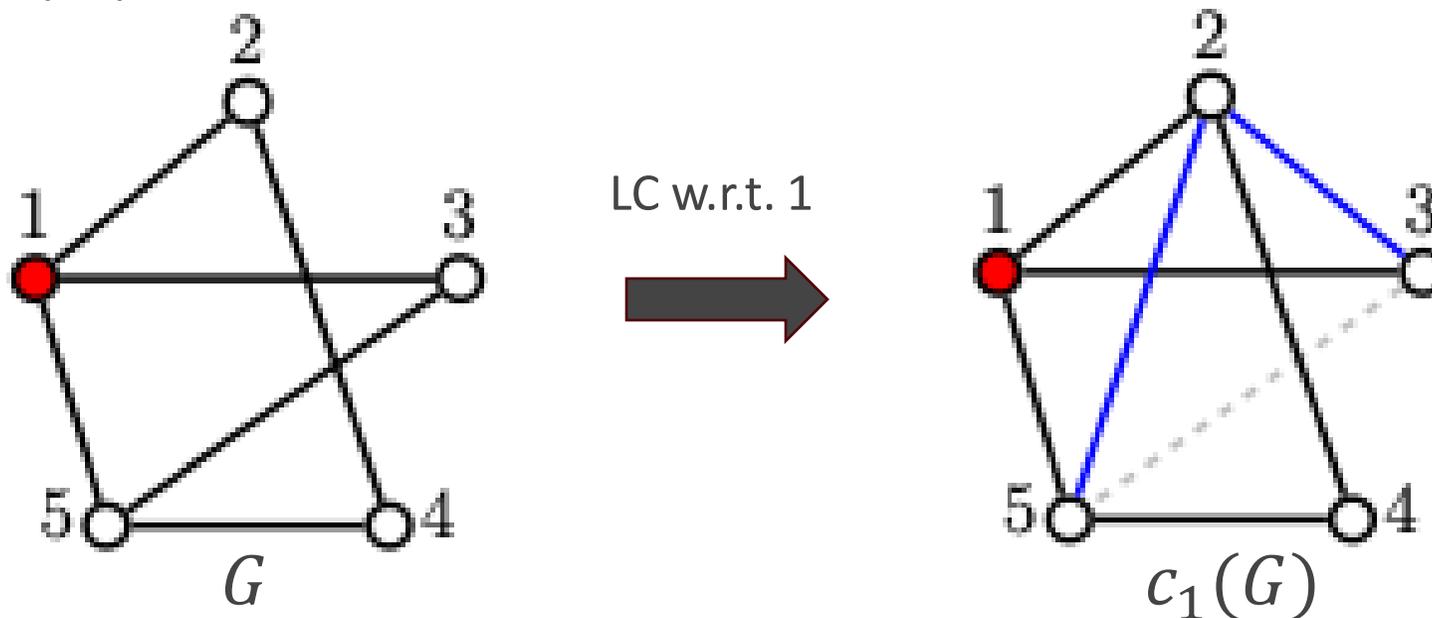
Graph states are an important type of quantum state.
Their preparation circuit is represented by a graph.
グラフ状態は量子状態の重要な種類です。
グラフ状態の準備回路はグラフで表されます。



Locally Equivalent Graphs and Graph States

LC 同値なグラフとグラフ状態

Local complement (LC) is a mathematical operation that changes a graph.
局所補数 (LC) は、グラフを変更する数学演算です。

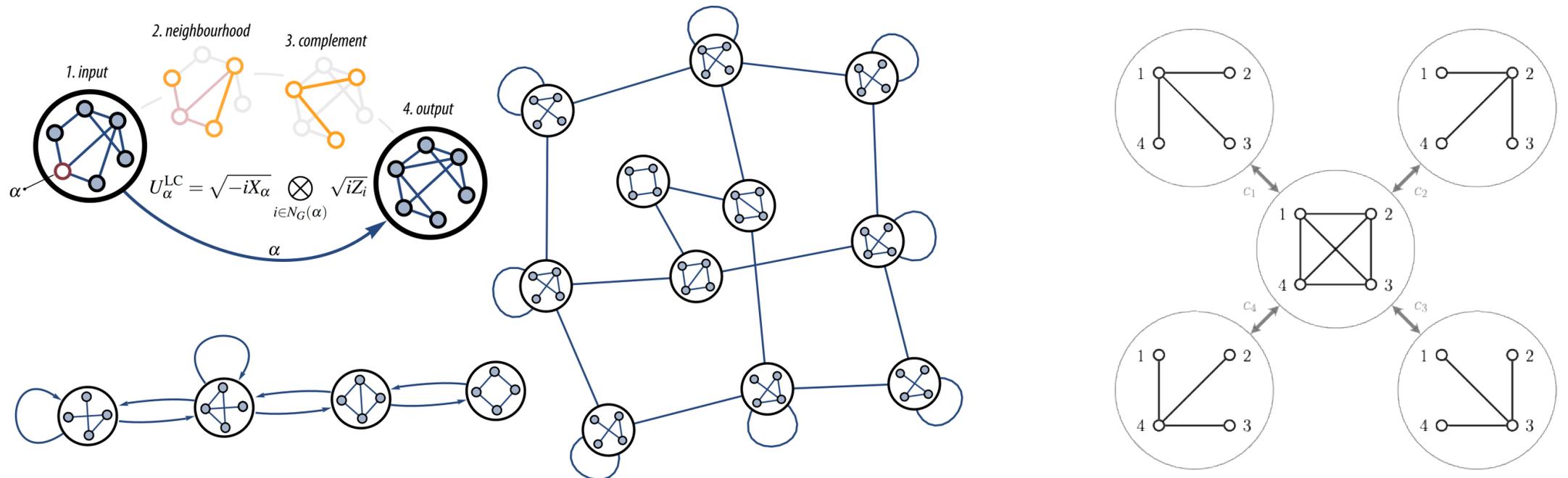


LC operations on **graphs** model entanglement preserving operations on **graph states**.
グラフ上の LC 操作は、グラフ状態に対する量子もつれ保存操作をモデル化します。



LC Orbits of Graph States グラフ状態のLC軌道

The **LC orbit** of a graph state is the collection of graphs related by LC operations.
グラフ状態の LC 軌道は、LC 操作によって関連付けられたグラフの集合です。



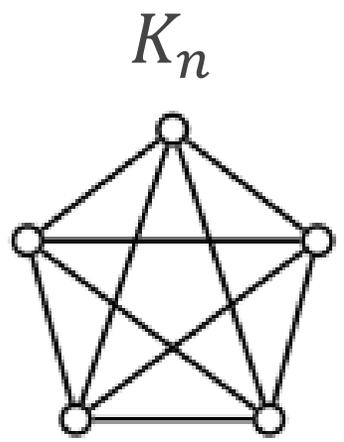
Adcock, Jeremy C., et al. "Mapping graph state orbits under local complementation." *Quantum* 4 (2020): 305.

I am researching mathematical characterizations of certain graph state LC orbits.
私は特定のグラフ状態の LC 軌道の数学的特性を研究しています。

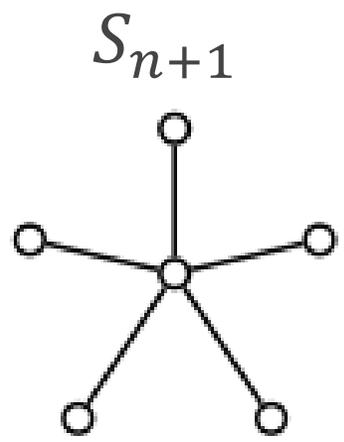


Theoretical Questions, Practical Applications 理論的な疑問、実践的な応用

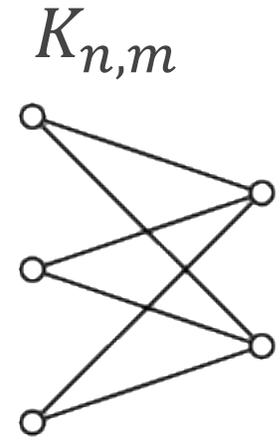
Understanding LC orbits means we can choose the best graph state.
LC 軌道を理解することは、最適なグラフ状態を選択できることを意味します。



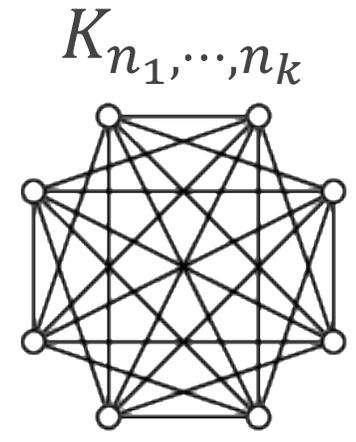
Complete



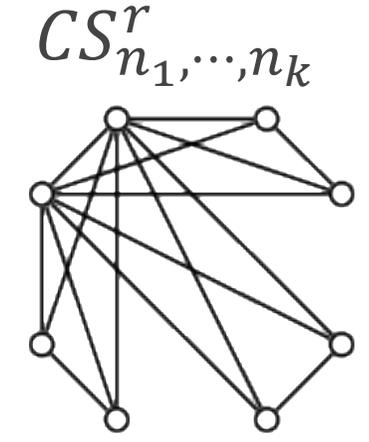
Star



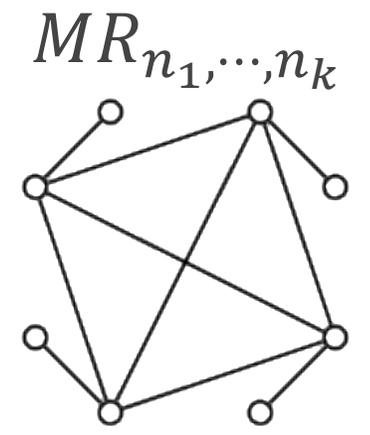
Complete
Bipartite



Complete
k-partite

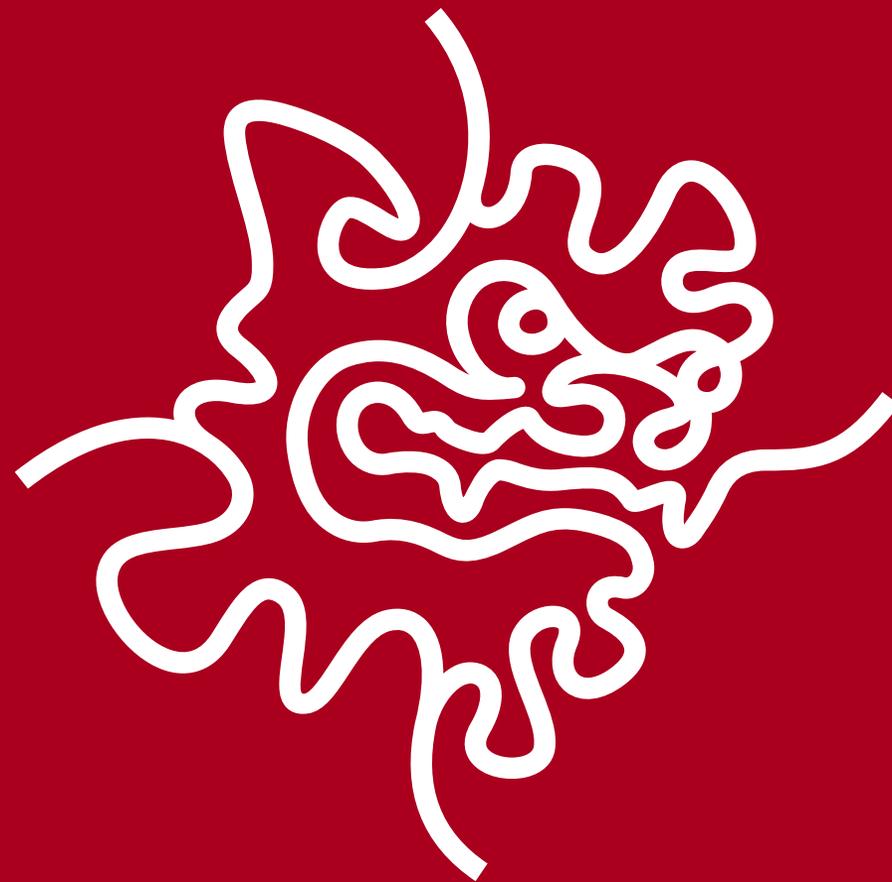


Clique-Star



Multi-leaf
Repeater

The best state (strongest, fastest, cheapest) depends on the application.
最適な状態 (最も強力、最速、最も安価) はアプリケーションによって異なります。



Thank you!