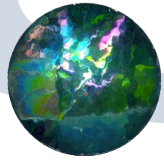
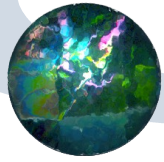


# 序論：この講義の目的



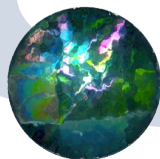
# グラフ(Graph)とは

- 要素とその関係を図示する
  - 都市とそれを結ぶ交通
  - コンピュータとネットワーク
  - 部品の構成図
  - 組織構成
  - 関係データベース
- 日常にはグラフ・ネットワークが溢れている

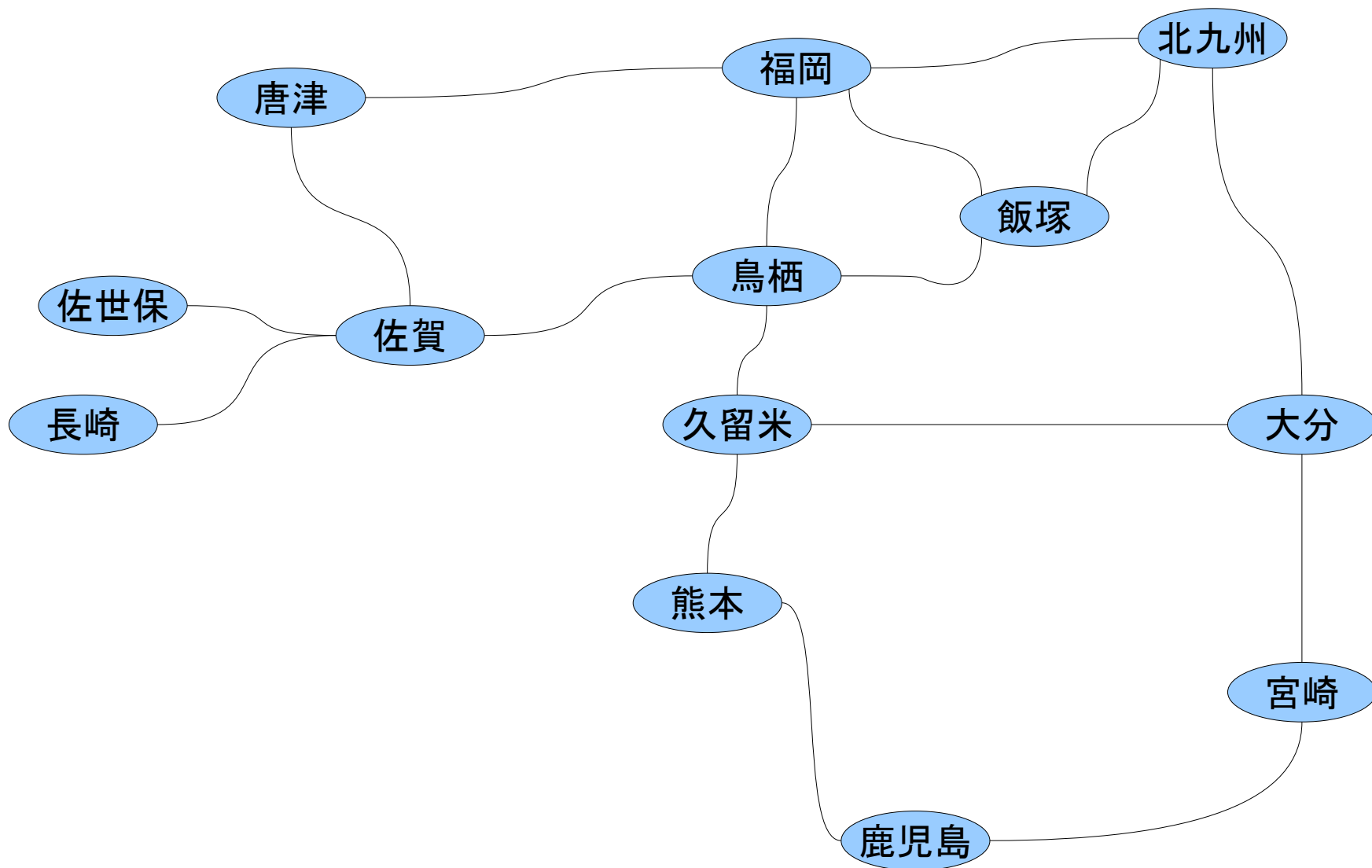


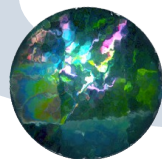
# グラフ(Graph)とは：2

- 処理の流れを図示する
  - クラスオブジェクトとその呼出
  - 再帰的関数のスタック
  - 状態遷移図
- グラフ・ネットワークを使って問題を整理

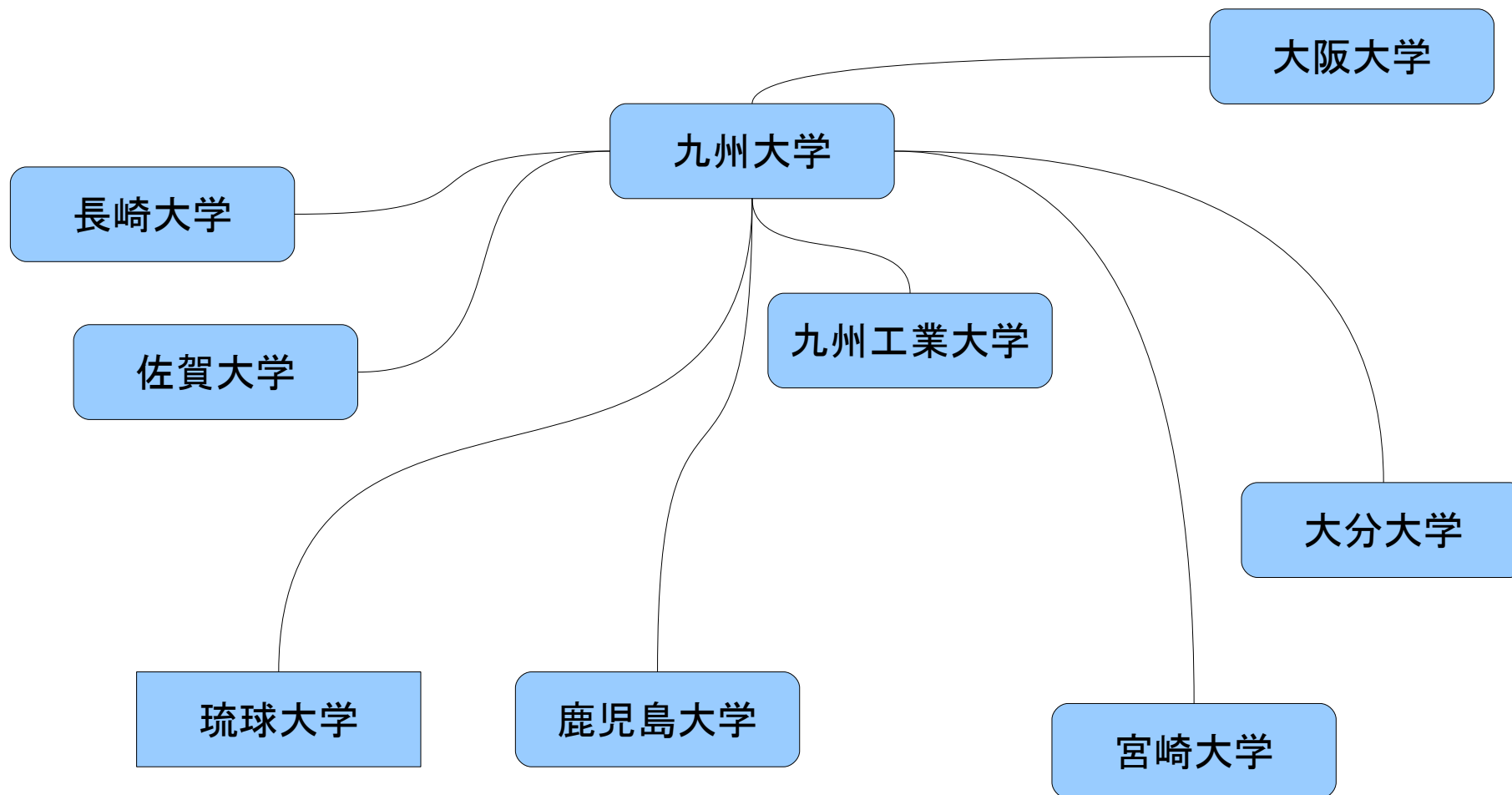


# 例：都市間の鉄道

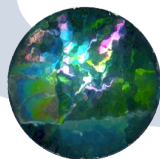




# インターネット

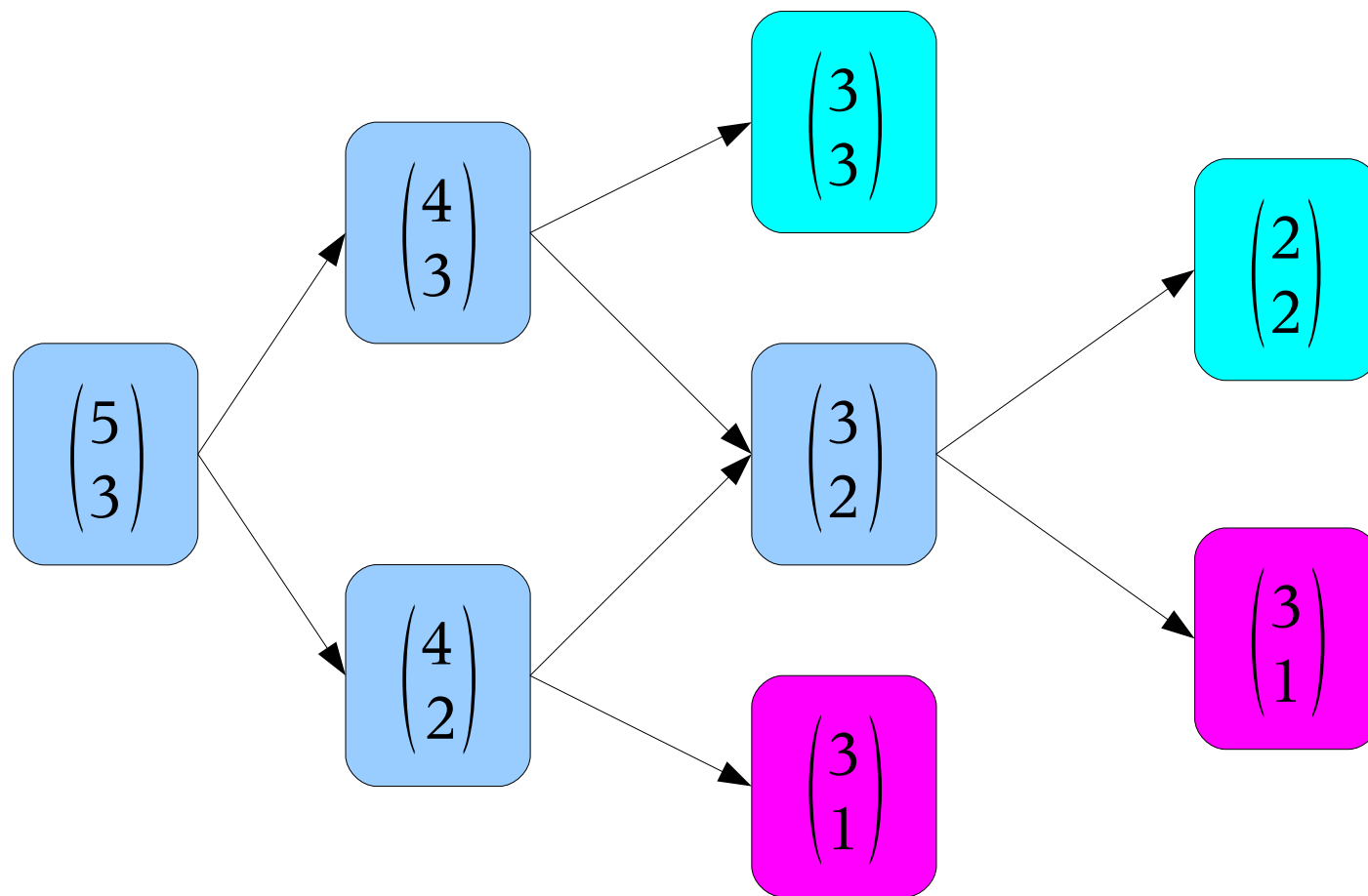


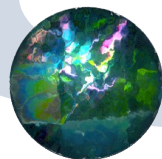
SINET構成図



# 例：二項係數

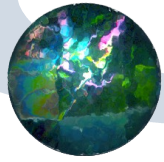
$$\binom{N}{m} = \frac{N!}{m!(N-m)!} = \binom{N-1}{m} + \binom{N-1}{m-1}, \quad \binom{n}{1} = n, \quad \binom{n}{n} = 1$$





# 抽象化して考える

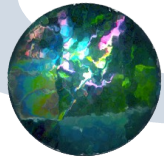
- 頂点と辺の集合
- つながり方に注目
- 数学の言葉で書く
- アルゴリズムを作る



# グラフに付随する性質

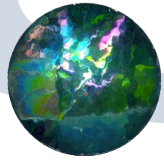
- 頂点ごとの性質
  - 重要性
  - 寿命
- 辺ごとの性質
  - 距離
  - その辺を流れるモノの量





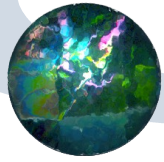
# グラフの何を調べるのか

- 全ての経路を列挙する
- 最短の経路を探す
- 最も効率的な路線図を作る
- 冗長性のあるネットワークを構成する
- 探索の計算量を見積もる



# 必要な知識

- 集合
  - グラフは点の集合と弧の集合で構成される
- 順列・組合せ
  - 何通りの経路が可能か
- オブジェクト指向プログラミング
  - グラフを記述するデータ構造
  - List, Queue, Stack



# 復習：集合

- 有限集合  $X$   $Y$
- 集合の要素数  $|X|$
- 集合の和

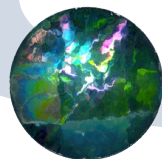
$$X \cup Y = \{e \mid e \in X \vee e \in Y\}$$

- 集合の共通部分

$$X \cap Y = \{e \mid e \in X \wedge e \in Y\}$$

- 差集合

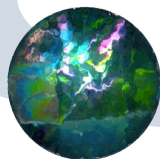
$$X \setminus Y = \{e \mid e \in X \wedge e \notin Y\}$$



# 復習：特別な集合

- 自然数全体  $N$
- 整数全体  $Z$
- 実数全体  $R$
- 有理数全体  $Q$

$$N \subset Z \subset Q \subset R$$



- グラフを記述する
  - グラフを記述するためのデータ構造
  - Javaでの実装
  - 特殊なグラフ
- グラフの探索