

人工知能入門

第8回

藤田 悟

今回学ぶこと

- ◆ 探索とは
 - ◆ 探索問題
 - ◆ 探索解の性質
- ◆ 探索空間の構造
 - ◆ 探索木
 - ◆ 探索グラフ
- ◆ 探索順序
 - ◆ 深さ優先探索
 - ◆ 幅優先探索

探索とは

問題解決のための探索

- ◆ 与えられた問題に対して、可能な解の集合の中から、最適な解/条件を満たした解を見つけるために、探索を行う。
 - ◆ 将棋で、次の一手を何に決めたら良いかを探索する
 - ◆ 駅に向かう時に、通る道を探索する
 - ◆ 目的の駅までの路線を探索する
 - ◆ 株の値上がりパターンとその条件を探索する

探索の不要な問題、必要な問題

- ◆ $5+x=10$ $x=...$
 - ◆ x に 0, 1, 2 と値を代入して探索しても良いけれど、あまりに非効率。
 - ◆ x が小数かもしれない、負の数かもしれないので、探索空間は無限大。
- ◆ 探索は、ストレートな解法が見つからない時に、試しながら解を見つけていく方法であって、決して効率の良い方法ではない。
 - ◆ 探索に頼りすぎずに、良いアルゴリズムで解に到達することも重要。

n-Queen

- ◆ n個のQueen を $n \times n$ のマスの中に、縦横斜めに重ならないように配置する。
 - ◆ 簡単化のために 4-Queen を考える

Q	Q	Q	Q

Q			
		Q	
	Q		
			Q

		Q	
Q			
			Q
	Q		

正解は？

n-Queen

- ◆ n個のQueen を $n \times n$ のマスの中に、縦横斜めに重ならないように配置する。
 - ◆ 簡単化のために 4-Queen を考える

Q	Q	Q	Q

Q			
		Q	
	Q		
			Q

		Q	
Q			
			Q
	Q		

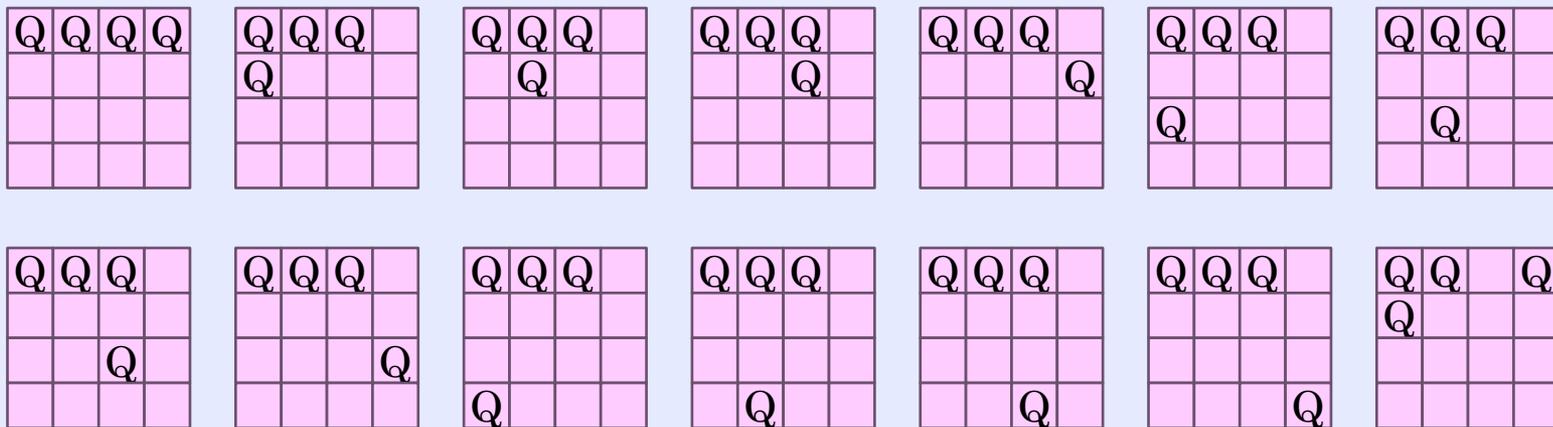
◎正解

探索と条件判定

- ◆ 探索する方法として、二つの考え方
 - ◆ 最終解を作成して、条件を満たすか判断する方法
 - ◆ 途中解を評価しながら、条件を随時判断して、次のステップに探索を進める方法

4-Queen の全解生成と判定

- ◆ ${}_{16}C_4 = 16!/(4!*(16-4)!) = 1820$
- ◆ 通りの置き方が存在する

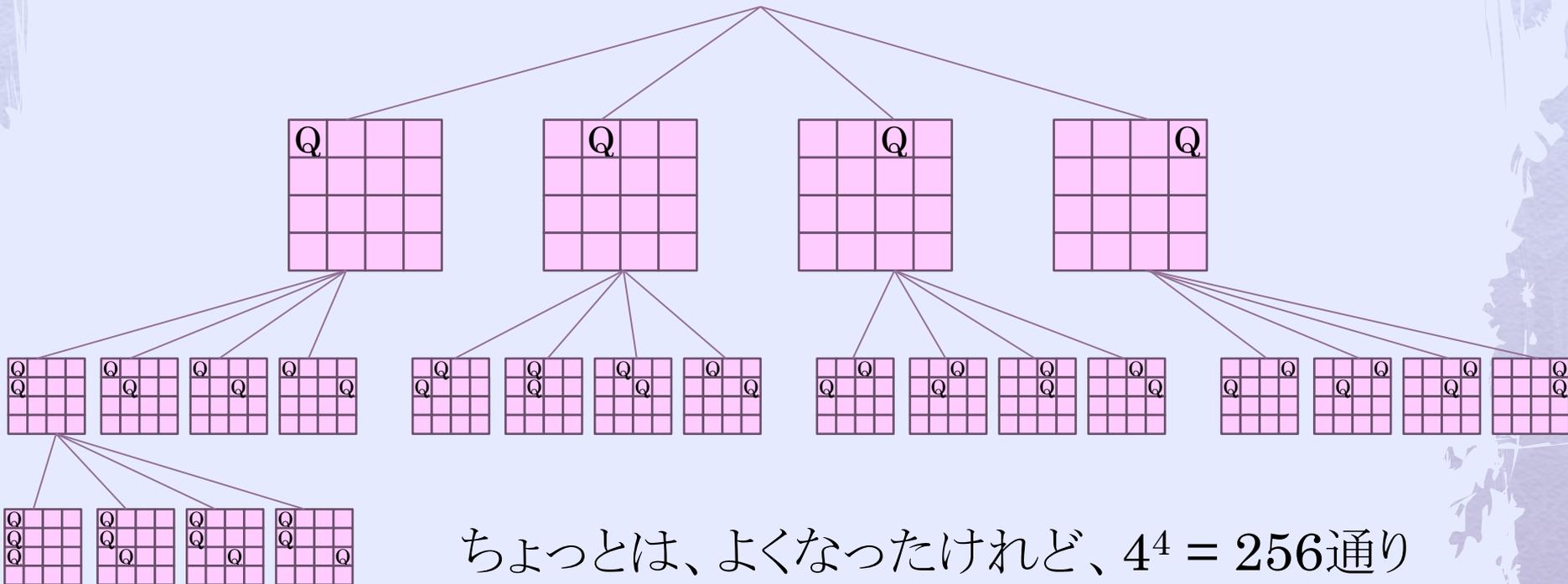


ゴールは遠い...

そもそも、最初の行に複数置いたところでアウトなのに

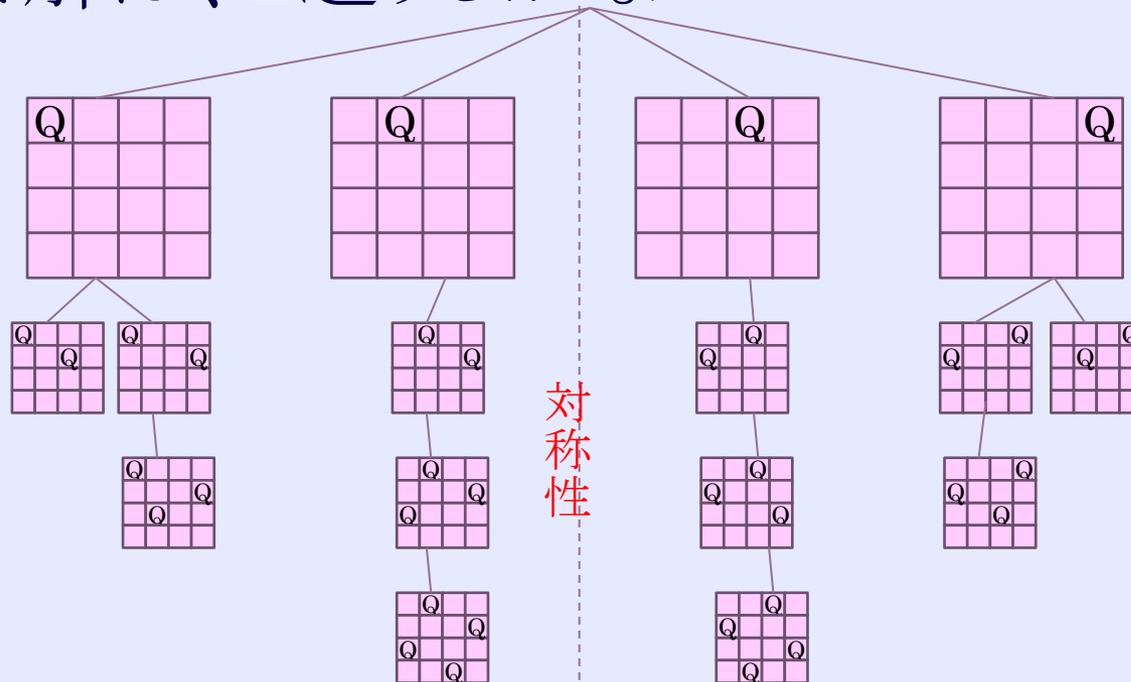
効率の良い探索の方法を考える

- ◆ 最初の行は4か所の内の1か所だけ
- ◆ 2行目も4か所の内の1か所だけ
- ◆ 3行目も4か所の内の1か所だけ...

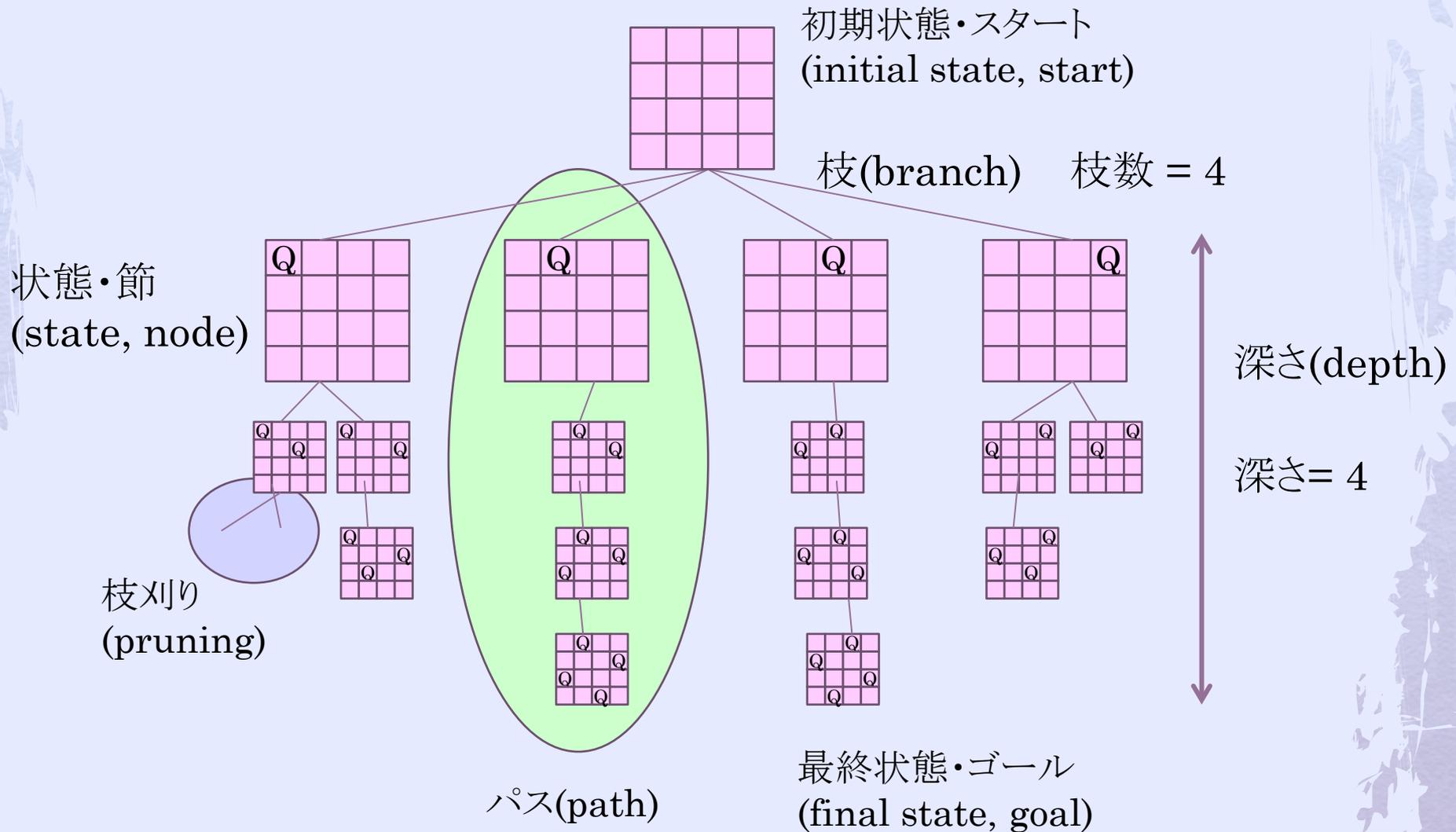


途中でも条件判定を行う

- ◆ 最初の行は4か所の内の1か所だけ
- ◆ 2行目は、合計6通りしかない
- ◆ 3行目は、合計4通りしかない
- ◆ 最終解は、2通りしかない



探索木(Search Tree)の用語

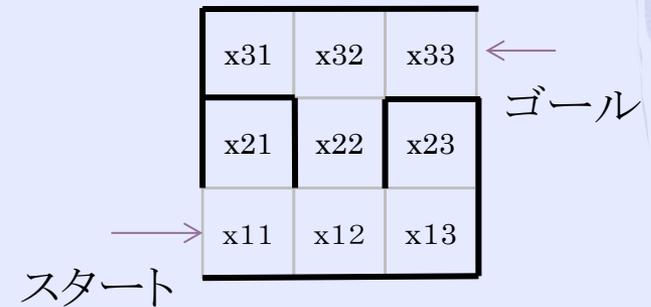


探索問題の分類

- ◆ 全解探索 vs. 単解探索
 - ◆ 全ての解を見つけるか、一つでも解を見つければよいか
- ◆ 解探索 vs. 充足解探索 vs. 最適解探索
 - ◆ 解が見つかれば良いのか、条件を充足する品質の解を見つければよいか、最高品質の解を見つけるのか
- ◆ 完全知識 vs. 不完全知識
 - ◆ 全ての状態を知っているのか、未知の状態があるのか
- ◆ 決定的 vs. 非決定的
 - ◆ 決定的に状態が変化するのか、乱数などで確率的に状態が変化するのか
- ◆ 一人 vs. 二人 vs. 複数人
 - ◆ プレイヤ数は何人なのか

(演習 1)

- ◆ 右図の迷路の探索木を作成せよ
 - ◆ 1マスずつを状態とする
 - ◆ 移動方向が **right**, **left**, **up**, **down** に分岐する

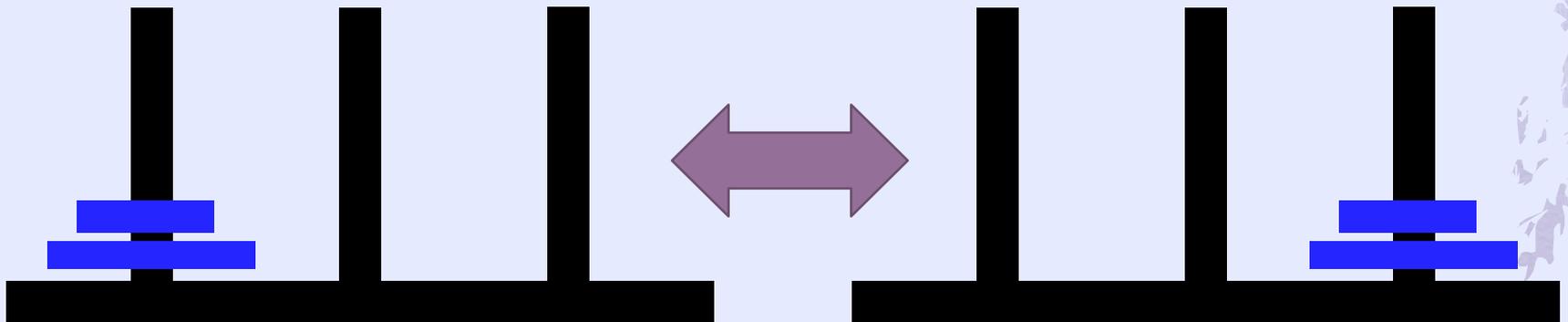


「木」にならない探索

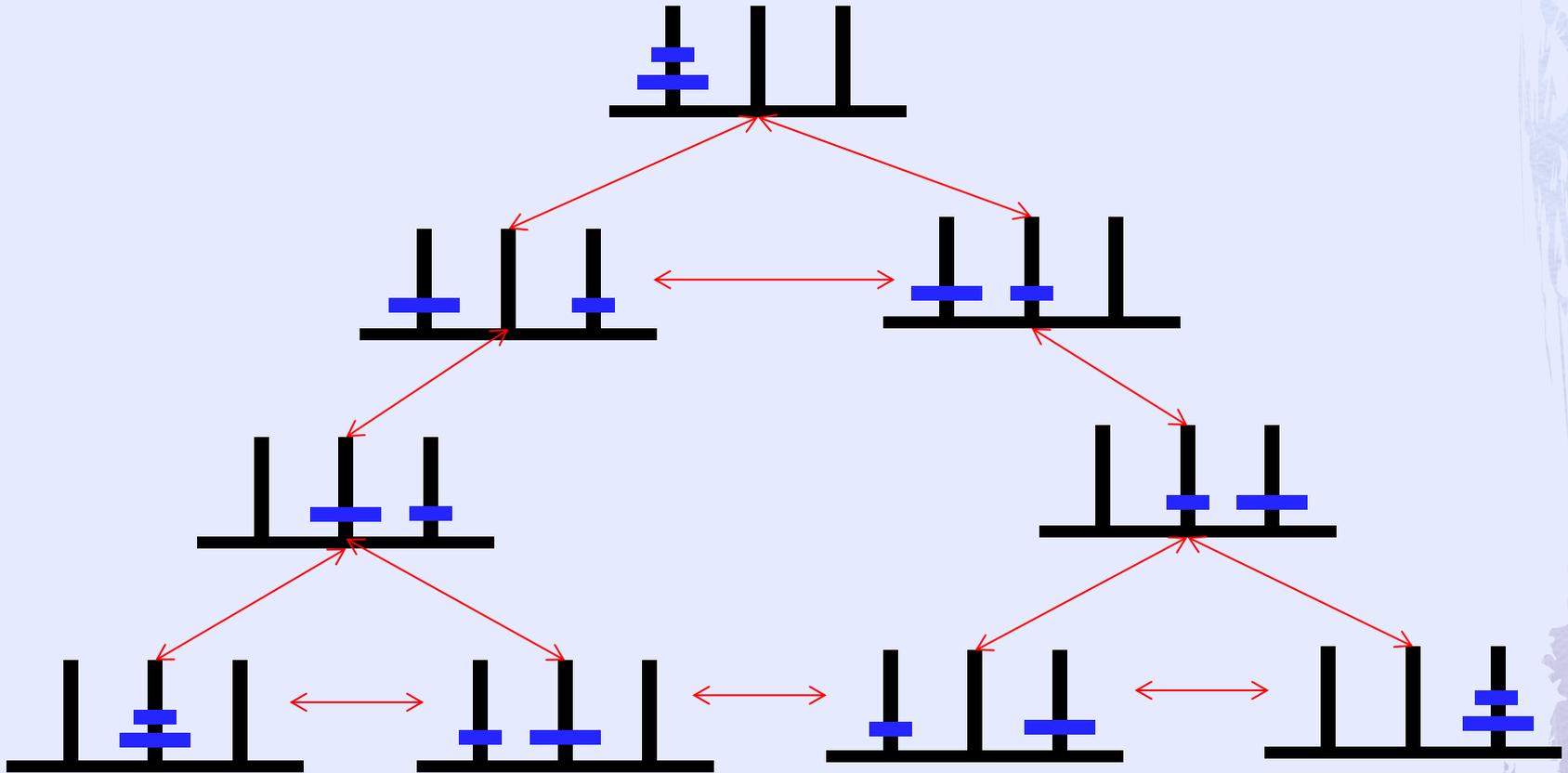
- ◆ 15パズル、ハノイの塔など、一旦、動かしたコマリングを元に戻すことが可能であり、また、同じ状態に別のルートでたどり着く問題がある。
 - ◆ このような問題は、探索は木ではなく、相互リンクが存在するグラフで表現される。

ハノイの塔:

リングは、必ず大きいリングの上に小さいリングを置く
他の棒の所に、リングを移動させる方法は？



ハノイの塔の探索グラフ

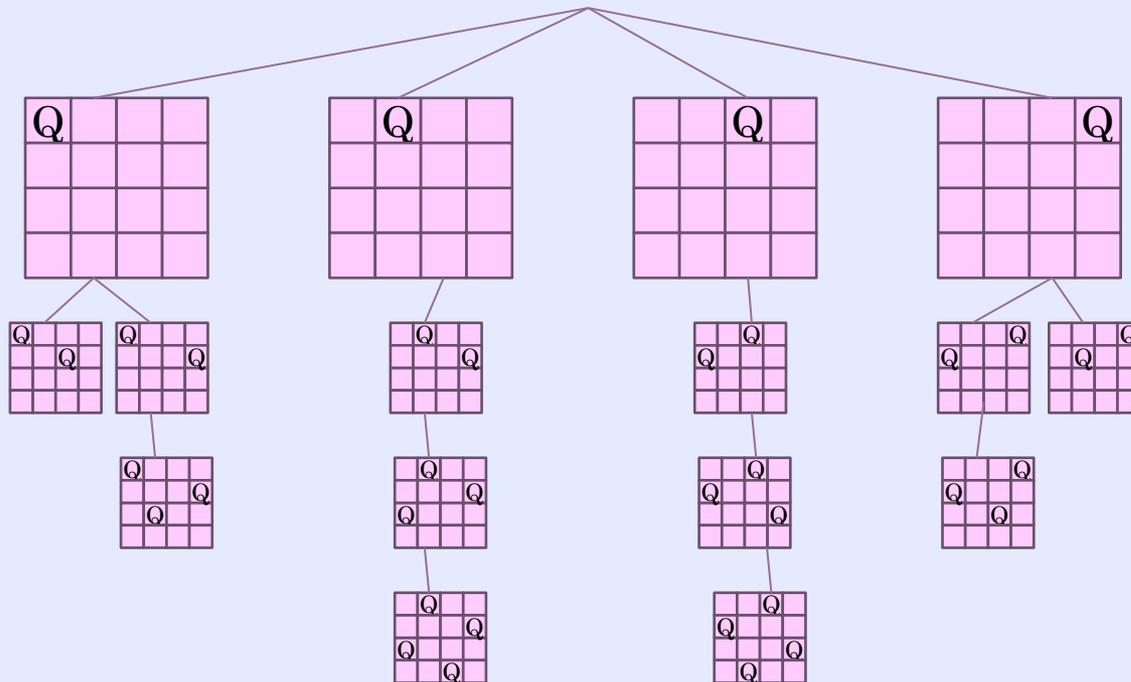


無秩序な探索を行うと、同じところをぐるぐる回ってしまい、永久に解にたどり着けないかも

探索順序

どの順序で探索するか？

- ◆ 4-Queen の解を全数探索しらみつぶし探索する時に、どの順に探索するか？
 - ◆ 深さ優先探索: 一発勝負で深く深く
 - ◆ 幅優先探索: 一步ずつ、間違いないように幅広く

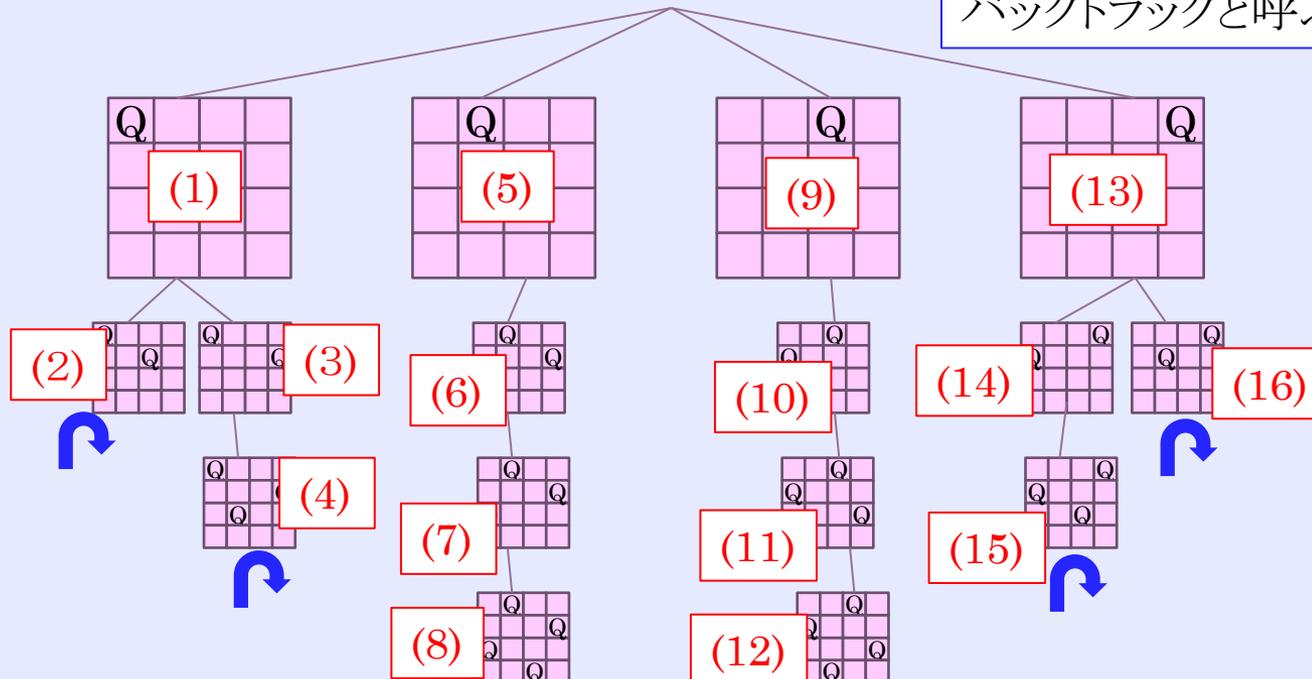


深さ優先探索

(Depth first search)

- ◆ 深さ優先探索: 一発勝負で深く深く
 - ◆ 解が一つ見つければよいのであれば、8ステップで解を発見できる。

(2)で行き詰って、(1)に戻り
(4)で行き詰って、最初に戻って
(5)を探索することを
バックトラックと呼ぶ

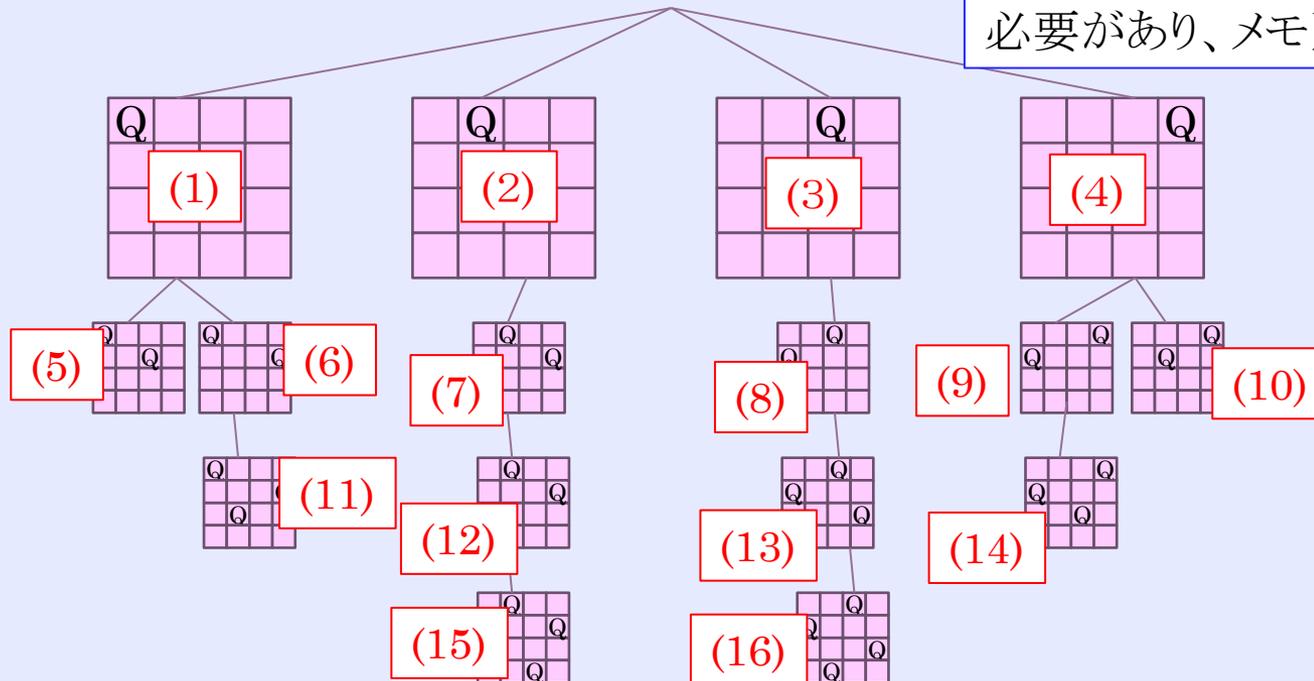


幅優先探索

(Breadth first search)

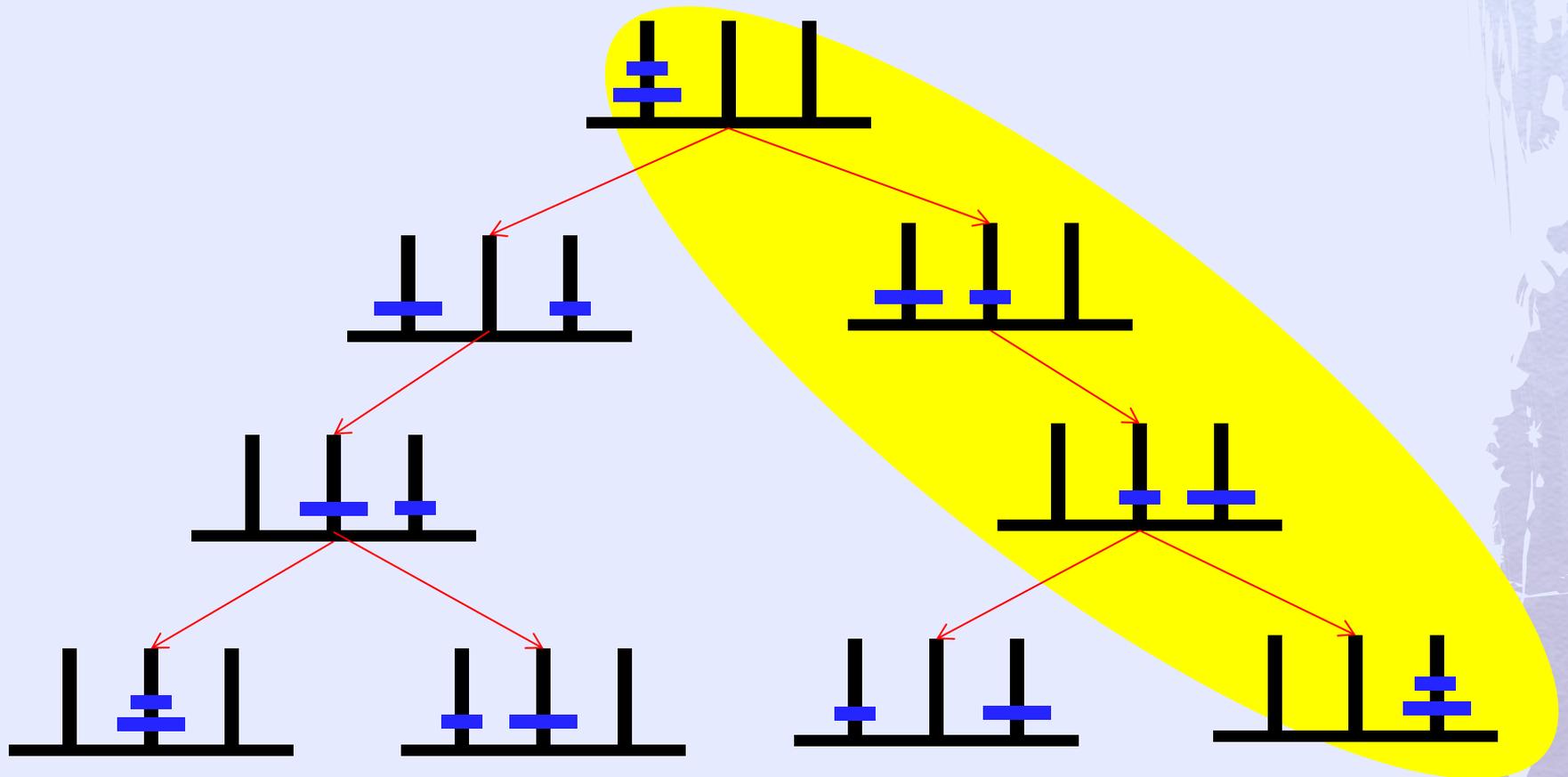
- ◆ 幅優先探索: 一歩ずつ、間違いないように幅広く
- ◆ 大きなミスにはつながらないが、探索解にたどり着くまでのステップが長くなることも多い

途中の深さの状態を覚えておく
必要があり、メモリ消費量が大



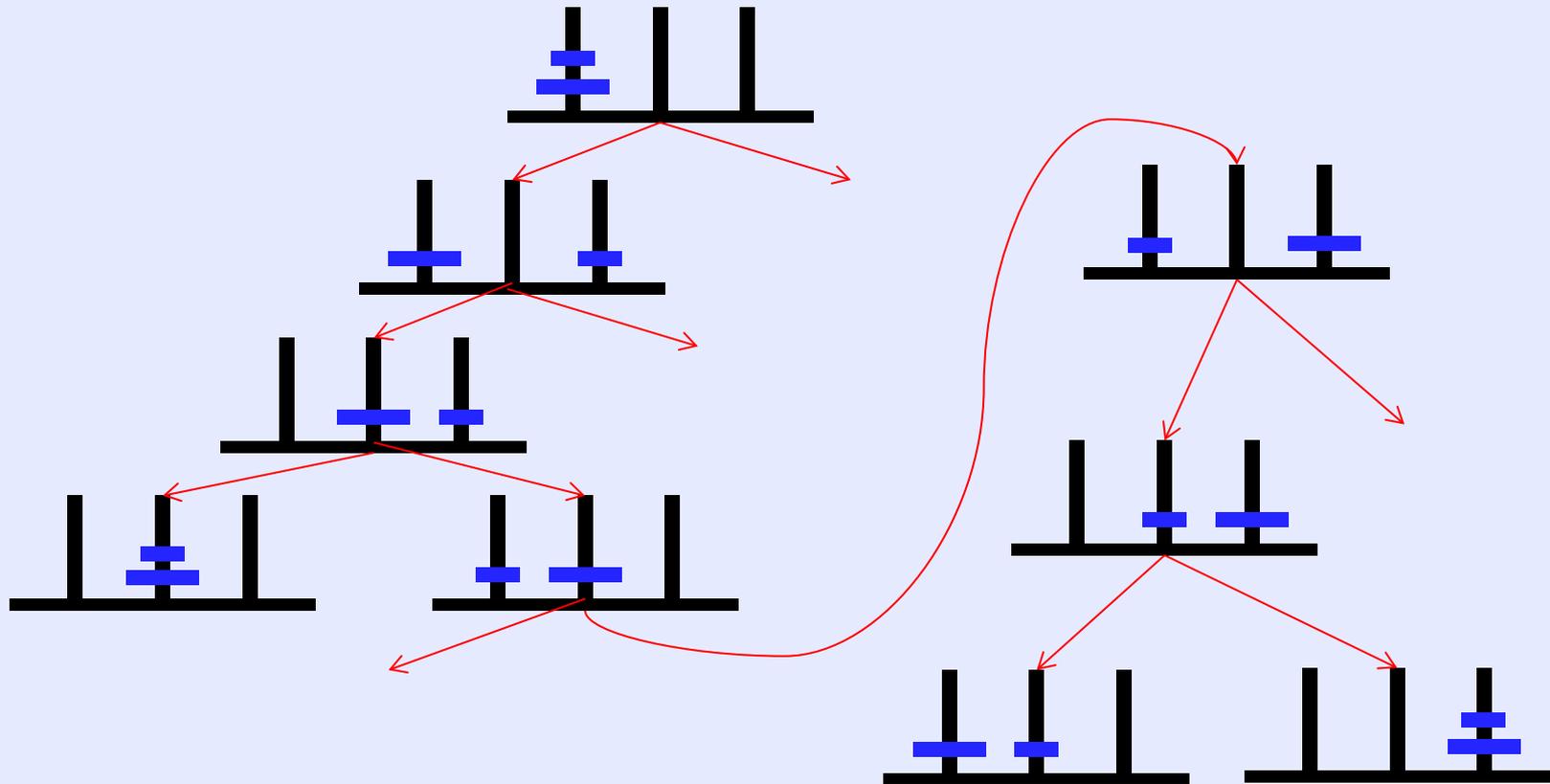
探索順序で解が異なる場合も...

- ◆ ハノイの塔は、状態の重複を避けると、幅優先探索では、深さ3の探索木になる



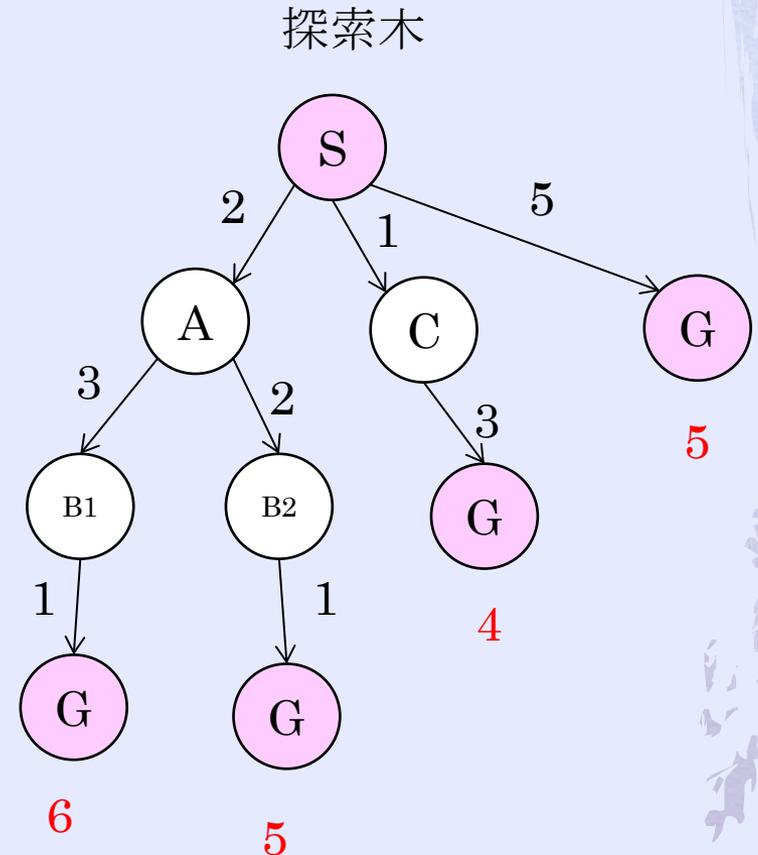
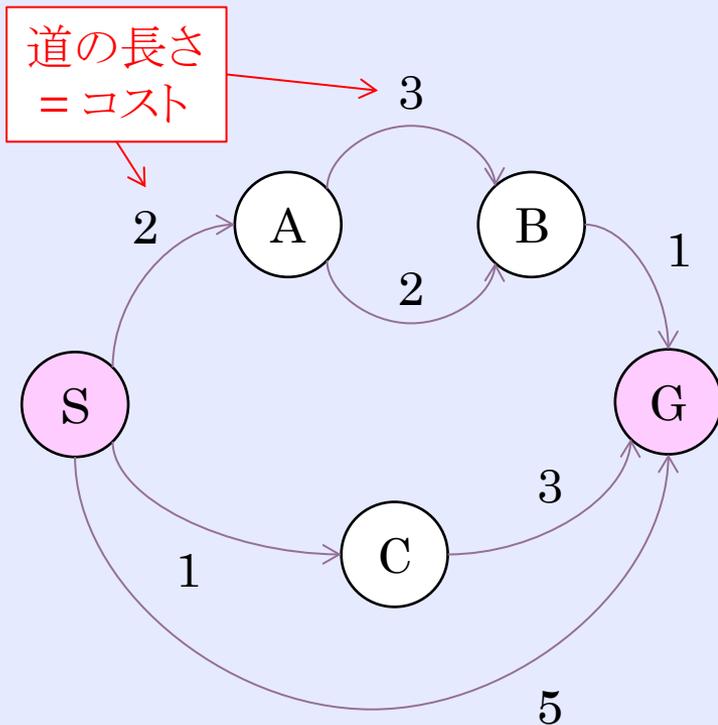
探索順序で解が異なる場合も...

- ◆ 深さ優先で探索すると、異なる探索木ができて、運が悪いと深さが6になる



解の品質への影響

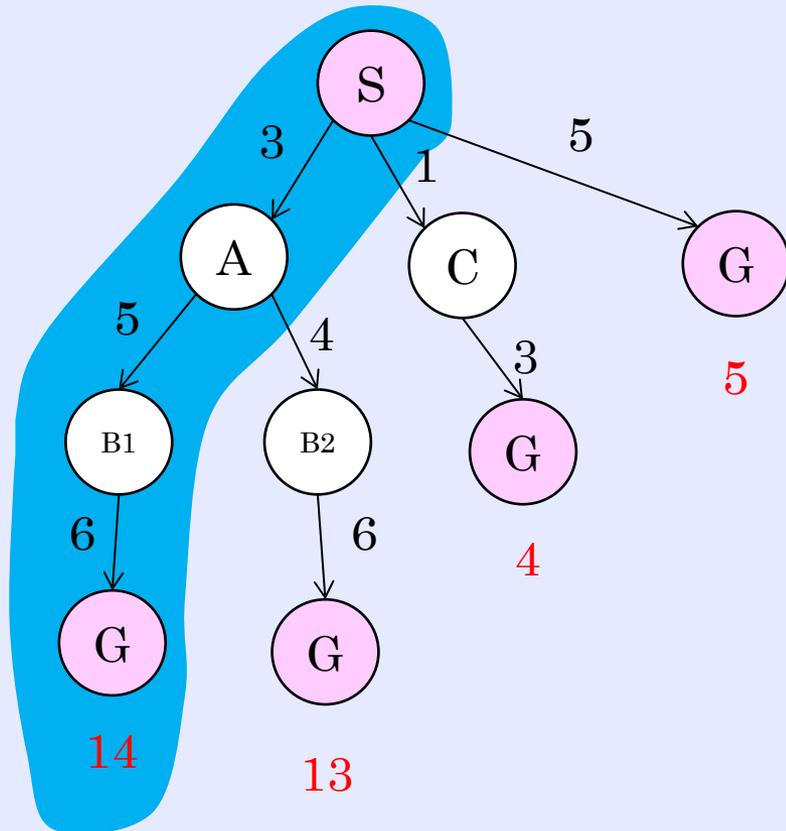
- ◆ 経路探索問題として、左図の問題を考える



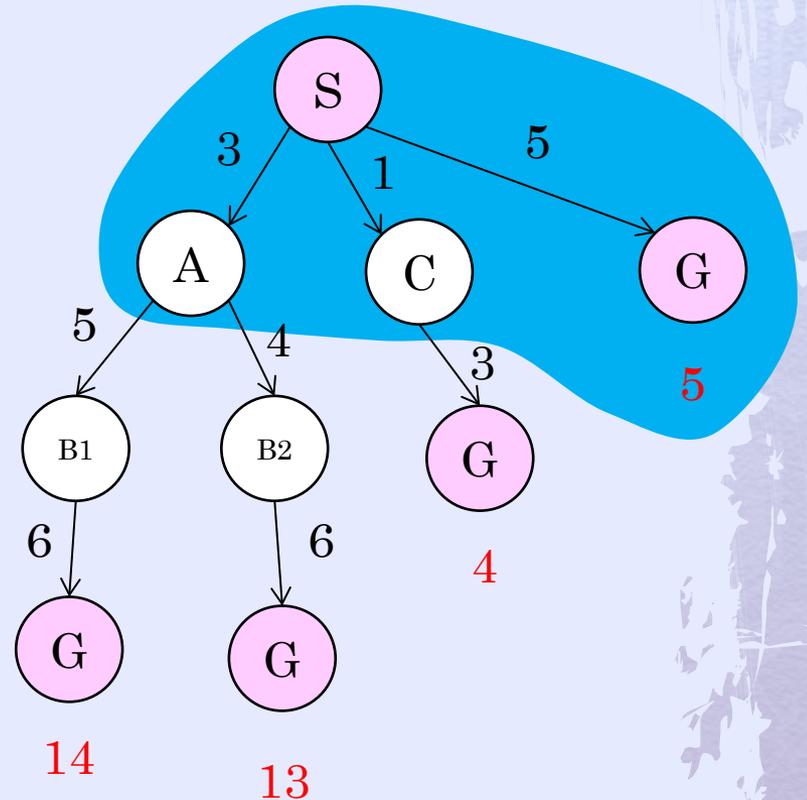
解の品質への影響

- ◆ 深さ優先探索も、幅優先探索も、最初に見つけた解が最適解ではない

深さ優先探索

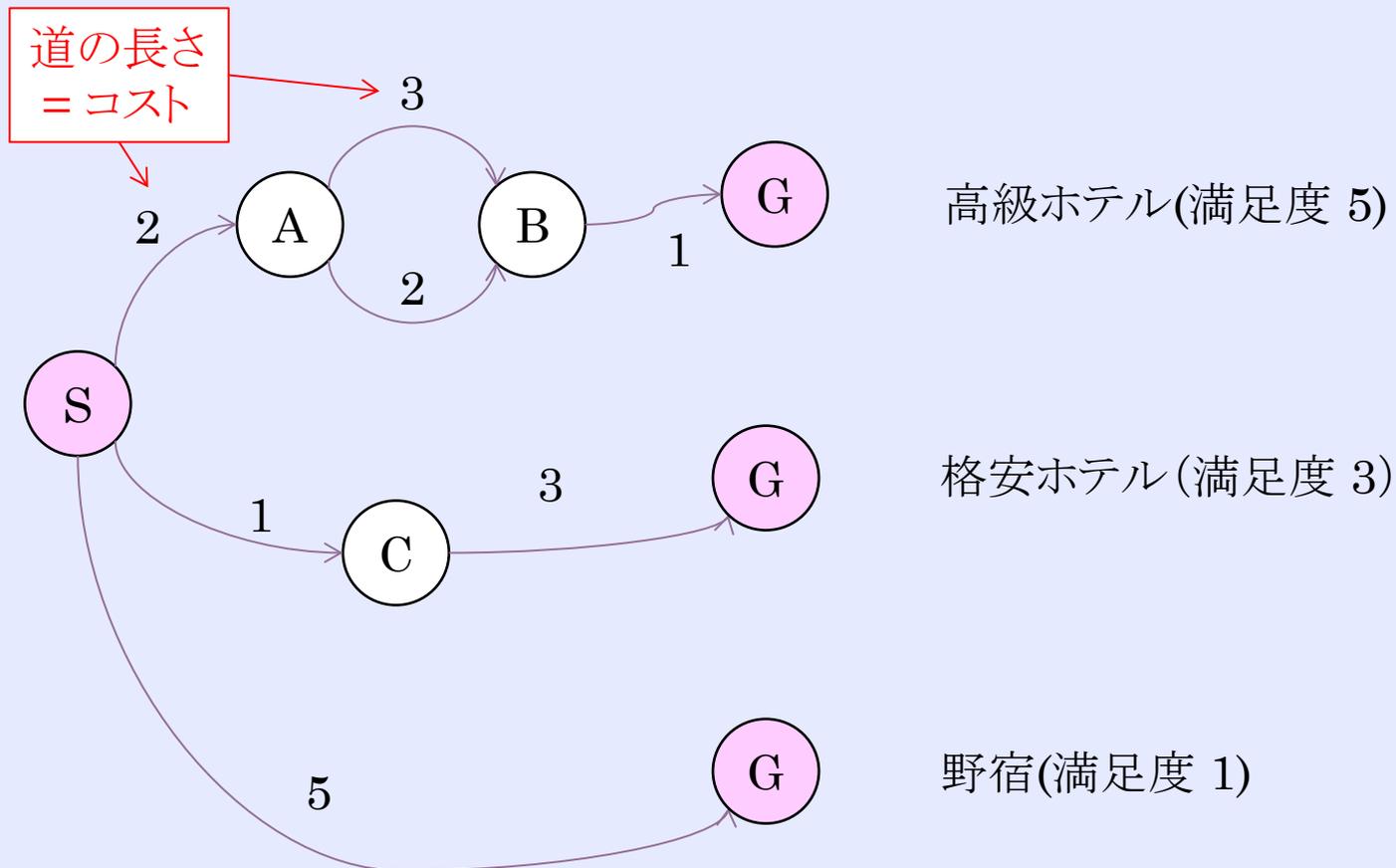


幅優先探索



ゴールの価値が異なる探索

- ◆ パスのコストだけでなく、ゴールの利得も異なる探索



(演習2)

- ◆ 前ページの探索木を作成せよ
 - ◆ 幅優先探索と深さ優先探索について、最初に見つかる解の品質の差を確認せよ。(図の上部にあるパスを先に探索すると仮定する)
- ◆ 5-Queen の探索木を作成せよ

(課題)

1. 教科書 p90 の演習1に回答せよ
2. 次の15パズルについて、深さ優先探索と幅優先探索の比較を行え。

初期
状態

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	
13	14	15	12



解

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	

次回の予告

- ◆ 次回は、Java を使って、実際に探索プログラムを作成します。
- ◆ ノートPCを忘れないこと。