

今日から始めるAtCoder

2020-2-17

shion.ueda

目次

- 競技プログラミングとは
- 例題を解いてみる
- 最短路問題を解いてみる
- おわりに

競技プログラミングとは

プログラミングを使って、パズル的な問題を
制限時間内にできるだけ多く解くスポーツ

競技プログラミング

競技プログラミングは **AtCoder** (国内) や **TopCoder** (国外) のようなプログラミングコンテストサイトが開催するコンテスト (競技会) に参加することで始めることができる。

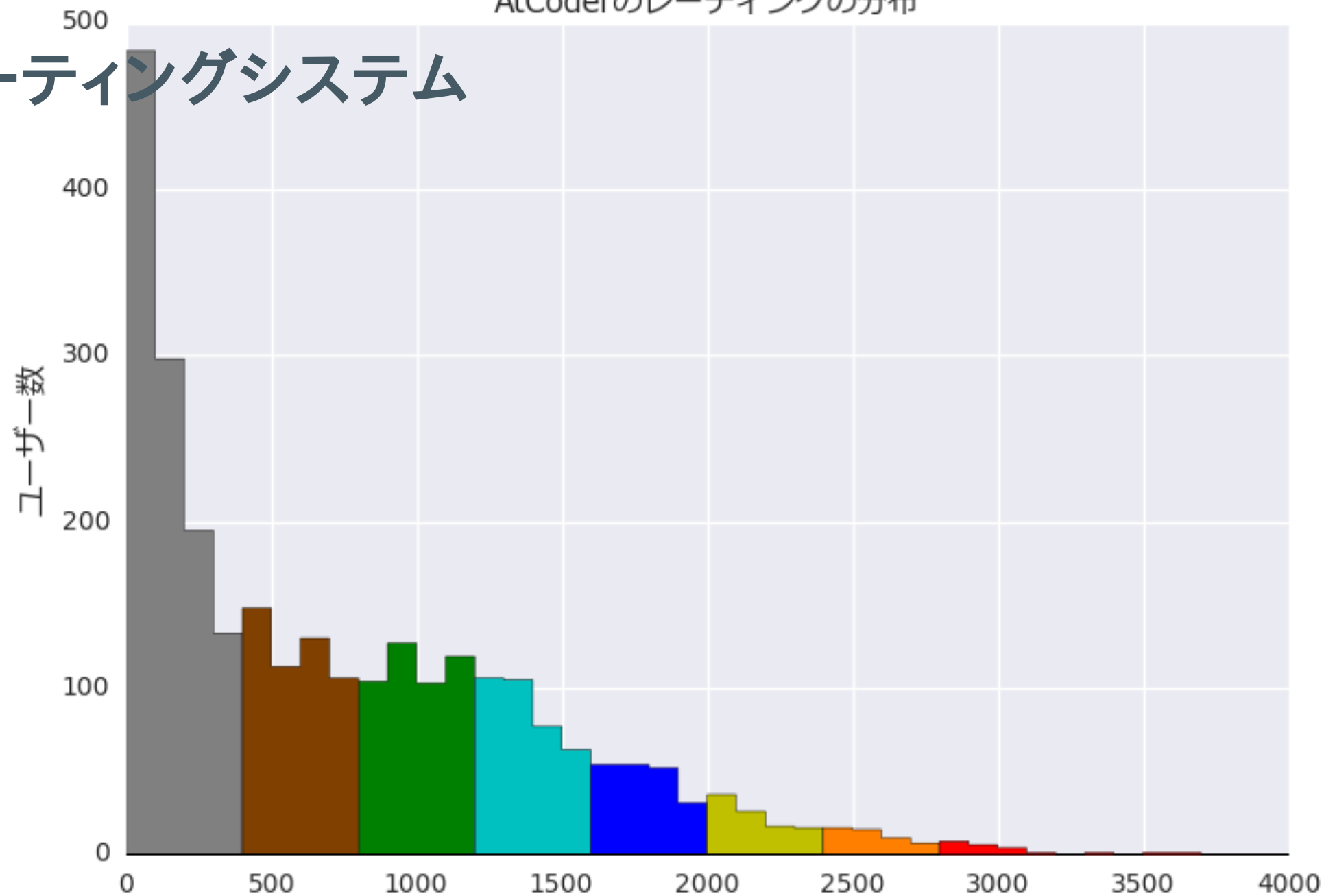
<https://atcoder.jp/>

広義のプログラミングコンテストで言うと、Kaggleなども含まれる？が、競技プログラミングはプログラミングコンテストの中でもとくに、**アルゴリズム系の問題を短時間で解くタイプ** のものを言う。

コンテストに参加すると自分の **レート** が変動します。(モチベーション)

AtCoderのレーティングの分布

レーティングシステム



コンテストの流れ①コンテストに参加する

定期的に行われるコンテストに参加。だいたい日曜日の21時からなど。
(過去のコンテストの問題もたくさんあるので、まずはそっちを解く)

<https://atcoder.jp/contests/>

常設中のコンテスト

コンテスト名	Rated対象
• practice contest	-
• C++入門 AtCoder Programming Guide for beginners (APG4b)	-
• AtCoder Beginners Selection	-

予定されたコンテスト

開始時刻	コンテスト名	時間	Rated対象

コンテストの流れ②問題を解く

問題を解く

C - Poll

🇯🇵 / 🇬🇧

実行時間制限: 2 sec / メモリ制限: 1024 MB

配点: 300 点

問題文

N 枚の投票用紙があり、 i ($1 \leq i \leq N$) 枚目には文字列 S_i が書かれています。

書かれた回数が最も多い文字列を全て、辞書順で小さい順に出力してください。

制約

- $1 \leq N \leq 2 \times 10^5$
- S_i は英小文字のみからなる文字列 ($1 \leq i \leq N$)
- S_i の長さは 1 以上 10 以下 ($1 \leq i \leq N$)

入力

コンテストの流れ③回答を提出する

問題のテストケースがたくさんあるので、それをすべて通して **AC** を目指す！

テストケース

セット名	得点 / 配点	テストケース
Sample	0 / 0	subtask0_sample01.txt, subtask0_sample02.txt, subtask0_sample03.txt
All	100 / 100	subtask0_sample01.txt, subtask0_sample02.txt, subtask0_sample03.txt, subtask1_01.txt, subtask1_02.txt, subtask1_03.txt, subtask1_04.txt, subtask1_05.txt, subtask1_06.txt, subtask1_07.txt, subtask1_08.txt, subtask1_09.txt, subtask1_10.txt, subtask1_11.txt, subtask1_12.txt, subtask1_13.txt, subtask1_14.txt, subtask1_15.txt, subtask1_16.txt, subtask1_17.txt, subtask1_18.txt, subtask1_19.txt, subtask1_20.txt, subtask1_21.txt, subtask1_22.txt

ケース名	結果	実行時間	メモリ
subtask0_sample01.txt	AC	1 ms	640 KB
subtask0_sample02.txt	AC	1 ms	640 KB
subtask0_sample03.txt	AC	3 ms	896 KB

ジャッジのステータスについて

ステータス	説明
AC (Accepted)	正答です。運営が用意したテストを全てパスし、正しいプログラムであると判定されました。
WA (Wrong Answer)	誤答です。提出したプログラムの出力は正しくありません。
TLE (Time Limit Exceeded)	問題で指定された実行時間以内にプログラムが終了しませんでした。(だいたい、処理は 2sec 以内 の制限つき)

<https://atcoder.jp/contests/abc074/glossary?lang=ja>

例題を解いてみる

ABC086A - Product

問題

2つの整数値 **a**, **b** が与えられます。

a と **b** の積が偶数か奇数か判定してください。

(偶数なら **Even**、奇数なら **Odd** と出力する。)

制約

- $1 \leq a, b \leq 10000$

https://atcoder.jp/contests/abc086/tasks/abc086_a

入力例1 と 出力例1

3 4

Even

入力例2 と 出力例2

1 21

Odd

解答例 (Go言語)

```
package main

import "fmt"

func main() {
    var a, b int
    fmt.Scan(&a, &b)

    if a*b%2 == 0 {
        fmt.Println("Even")
    } else {
        fmt.Println("Odd")
    }
}
```

最短路問題を解いてみる

例

問題

上下左右に移動できる2次元盤面上の迷路のスタート地点からゴール地点への最短距離を求めます。迷路の行数 **R** と列数 **C**、スタート座標 **sy**, **sx** とゴール座標 **gy**, **gx**、迷路の情報(空きマス **.** と壁マス **#**)が与えられます。

制約

- 盤面は $1 \leq R \leq 50$ かつ $1 \leq C \leq 50$
- スタート、ゴール地点は $1 \leq sy, gy \leq R$ かつ $1 \leq sx, gx \leq C$

入力例1

```
7 8
2 2
4 5
#####
#.....#
# .#####
#..#...#
#..##..#
##.....#
#####
```

出力例1

最短路問題



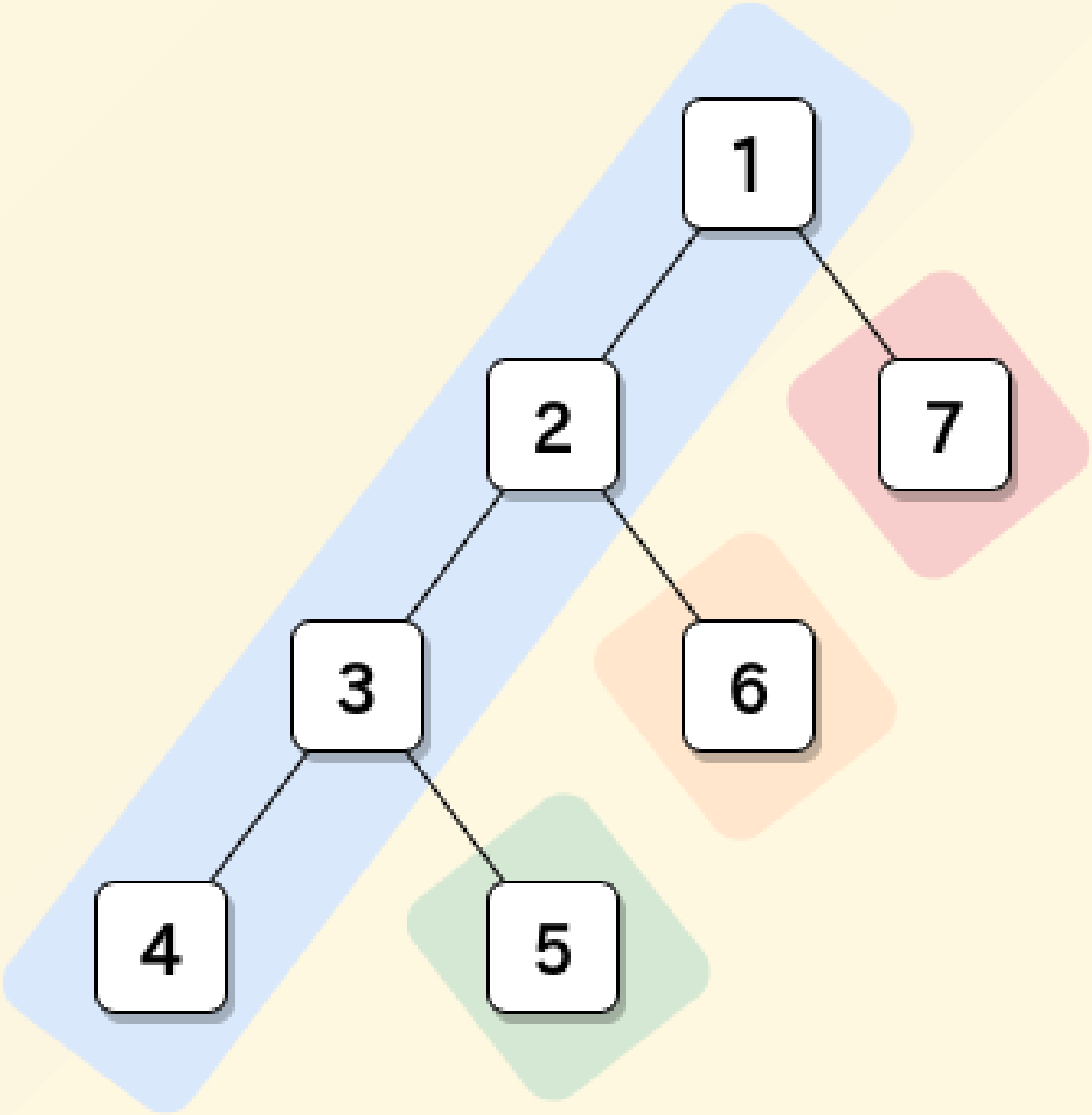
幅優先探索 (BFS)

幅優先探索 (BFS) とは

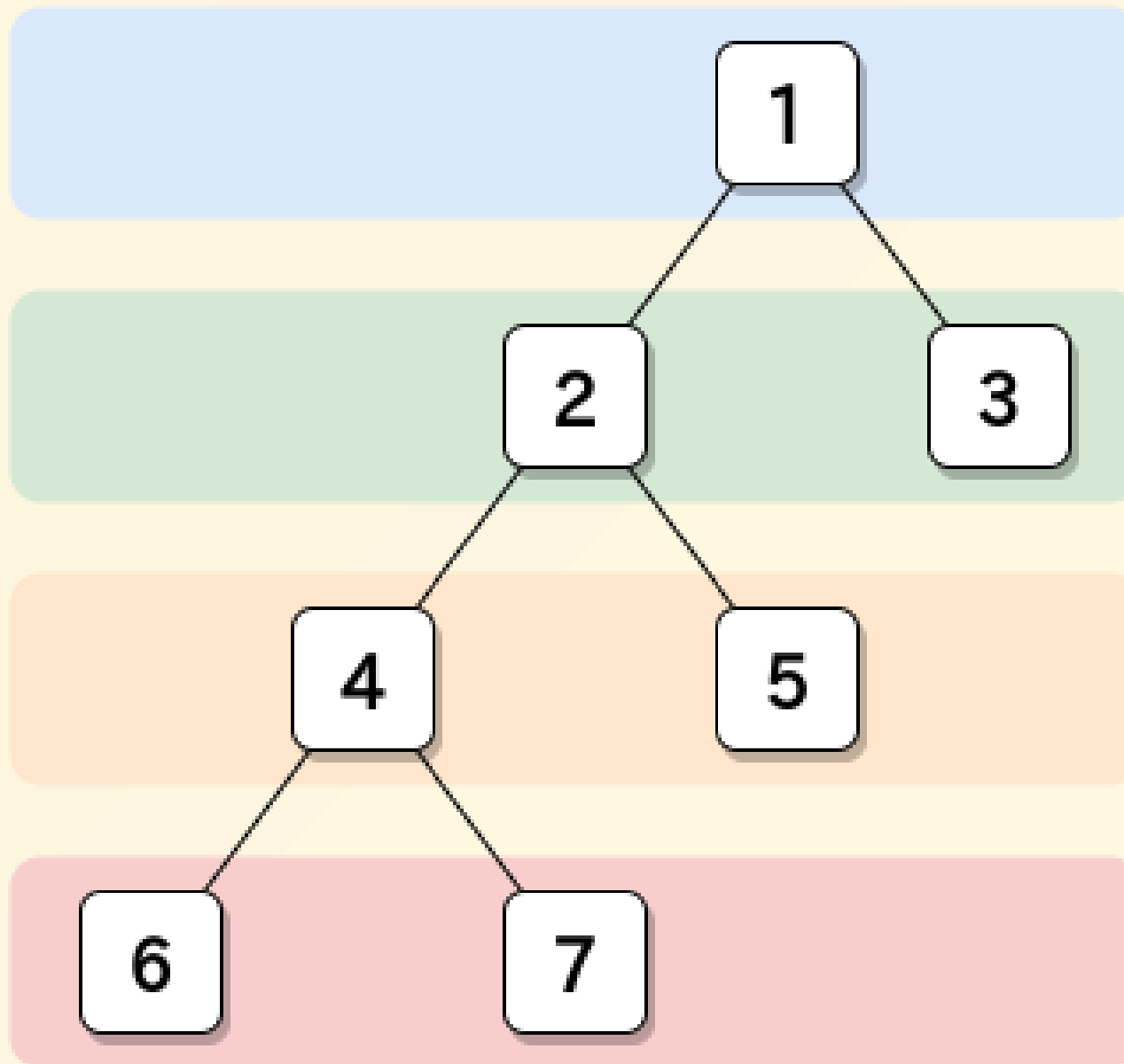
“ 幅優先探索 (はばゆうせんたんさく、英: breadth first search) はグラフ理論 (Graph theory) において **木構造 (tree structure)** や **グラフ (graph)** の探索に用いられるアルゴリズム。(略)...幅優先探索は解を探すために、**グラフの全てのノードを網羅的に展開・検査** する。 ”

- 最短路や最小手数を求めるためのアルゴリズム
 - 迷路の最短路
 - パズルの最小手数
 - SNSでの、ある人からある人への友人関係最小ステップ数
- 似たものに、深さ優先探索 (DFS) がある

深さ優先

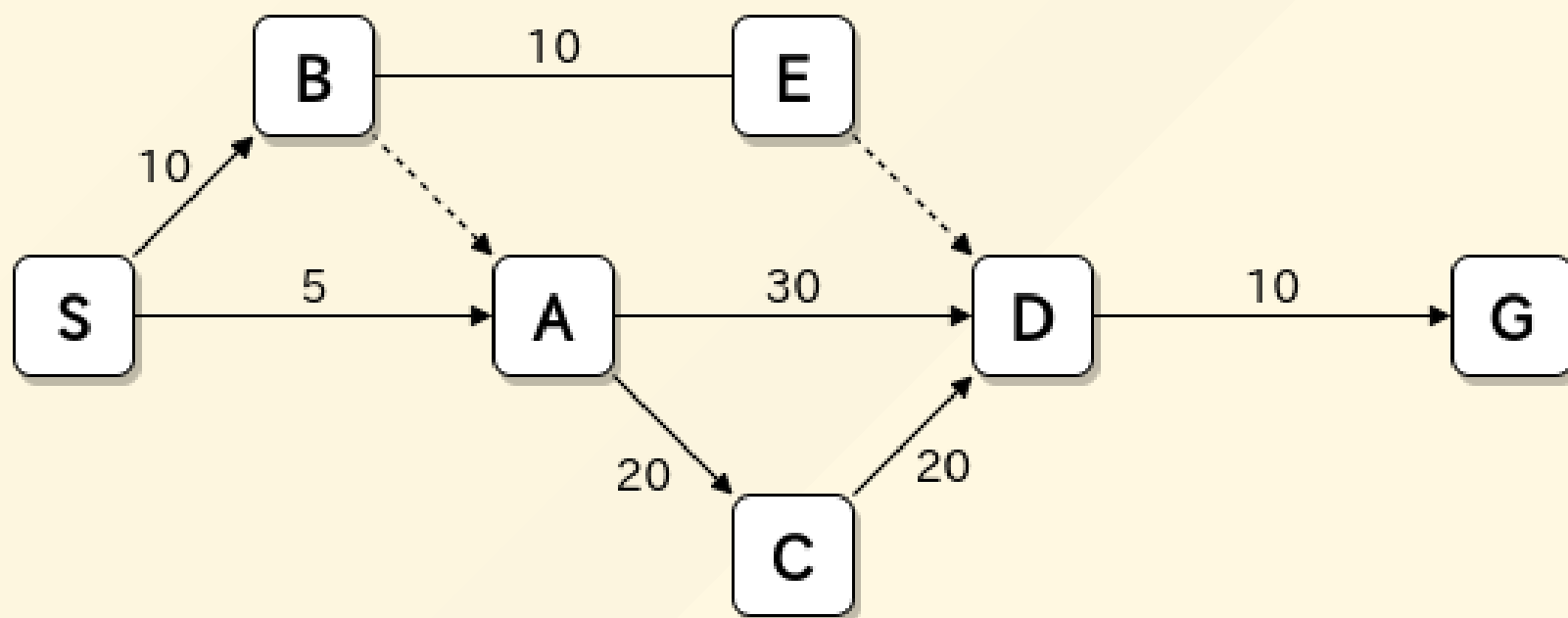


幅優先



BFSで最長路探索:アローダイアグラムのクリティカルパス

経路が正の数のみと決まっている場合などは、経路の数値を負の値として考えればBFSで最大値(クリティカルパス)を割り出すこともできる。



(応用情報技術者平成24年秋期 午前問52 の有向グラフ)

最短路を求めるアルゴリズム

準備

1. 座標を記録するQueue と、最短路を記録する配列 を準備する
2. 開始地点の頂点の座標をQueueに入れる

探索 (Queueの中が空になるまで 3～5 繰り返し)

3. Queueから頂点をひとつ取り出す
4. 辺で繋がる頂点を調べ、配列に最短路を記録する
5. 調べた頂点をQueueに入れる

迷路の最短路を求める - 図解

迷路は巨大な無向グラフと言える。

迷路は

[行][列] の
2次元配列で
表すことが
できる。

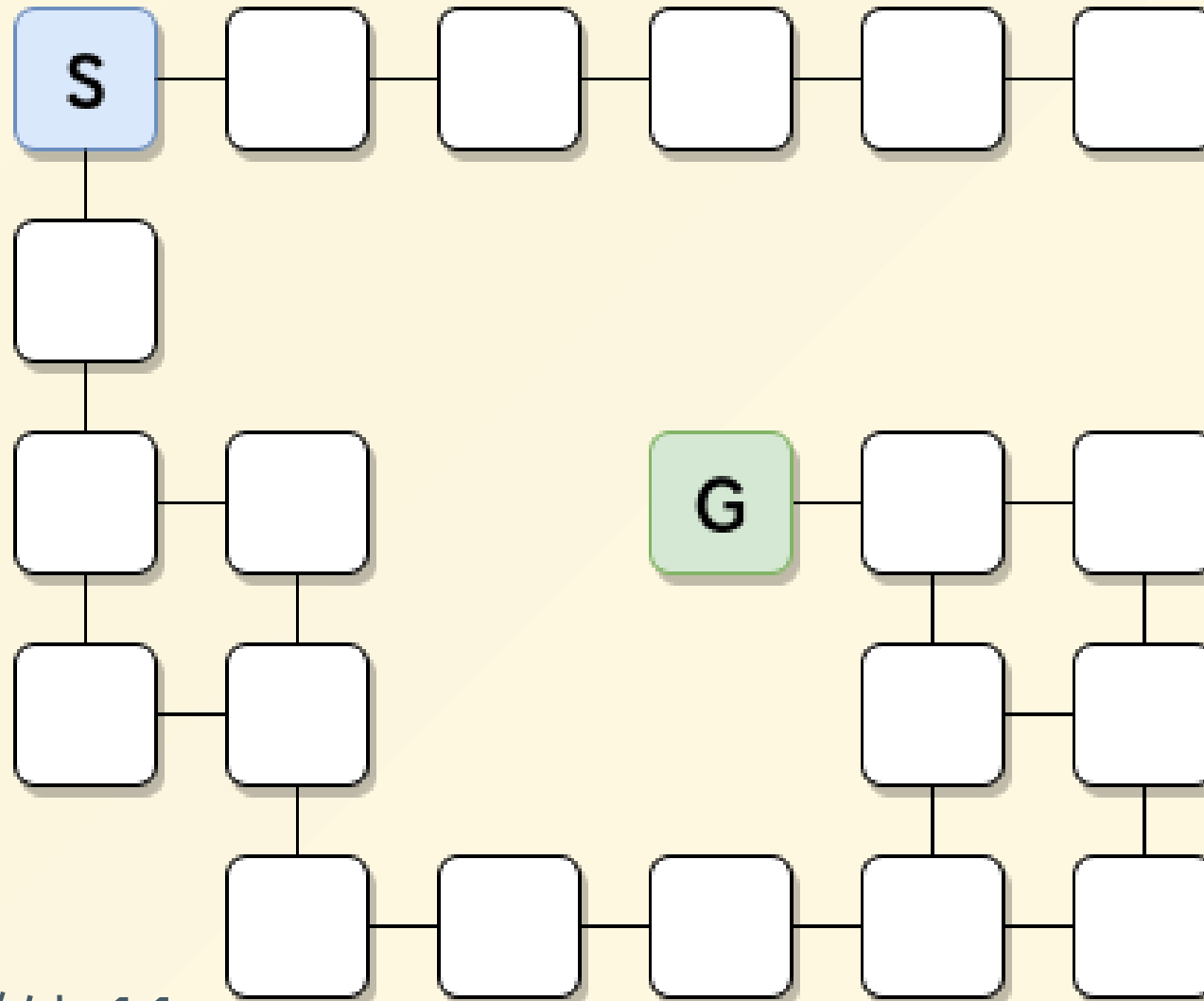
ここでは

S が [0][0]

G が [2][3]

答え:

G への最短距離は **11**



事前準備

1. 迷路の配列（道は `.` 壁は `#` の文字で表現）と、
同じサイズの **最短路を保存する配列** と、
十分なサイズの **Queue** を用意する。（**y,x** のペアを保存）
2. スタート地点の頂点の **y,x** をQueueに保存する。

迷路配列

string [行][列]

最短路保存配列

int [行][列]

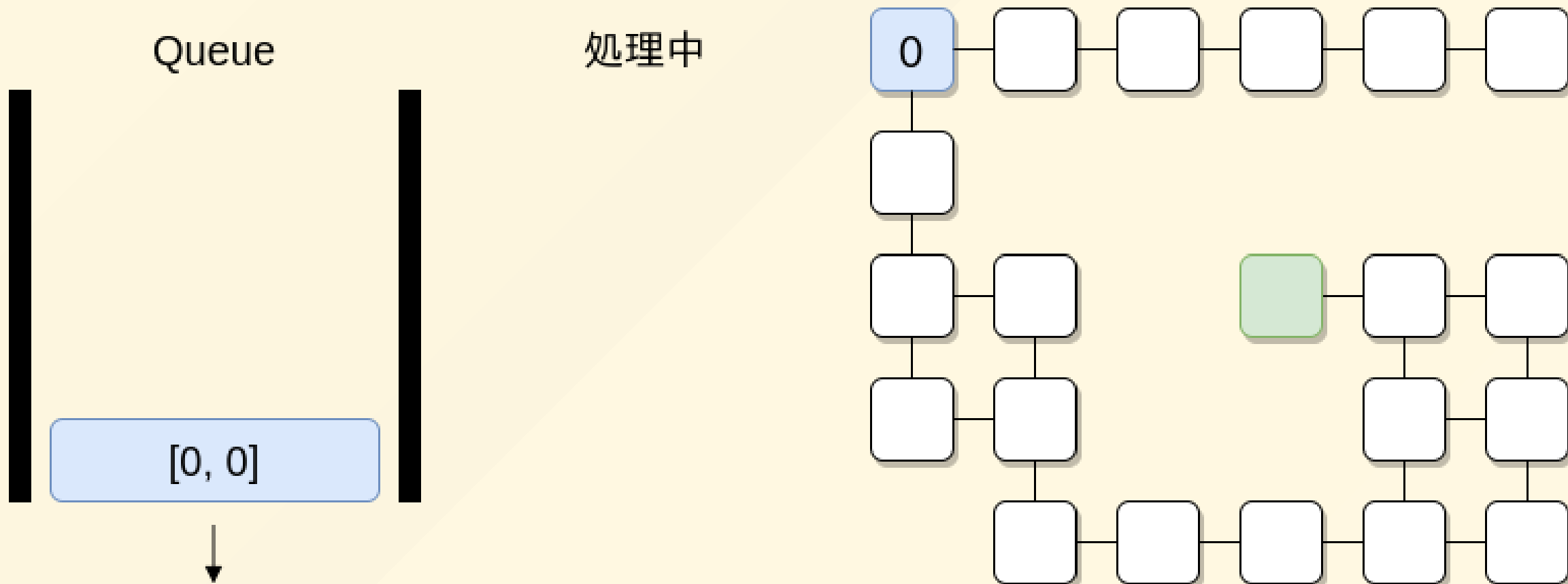
Queue

[開始 y, 開始 x]



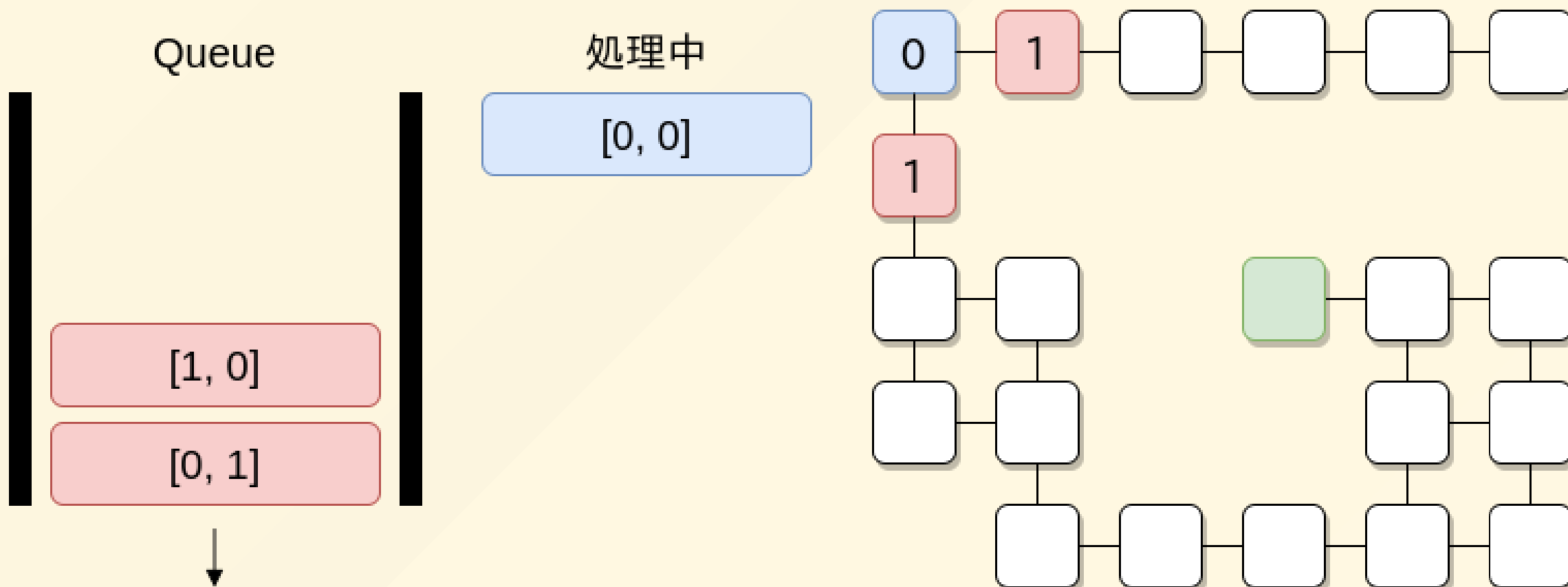
探索準備

開始地点の座標をQueueに入れて、開始地点の座標を **0** に設定



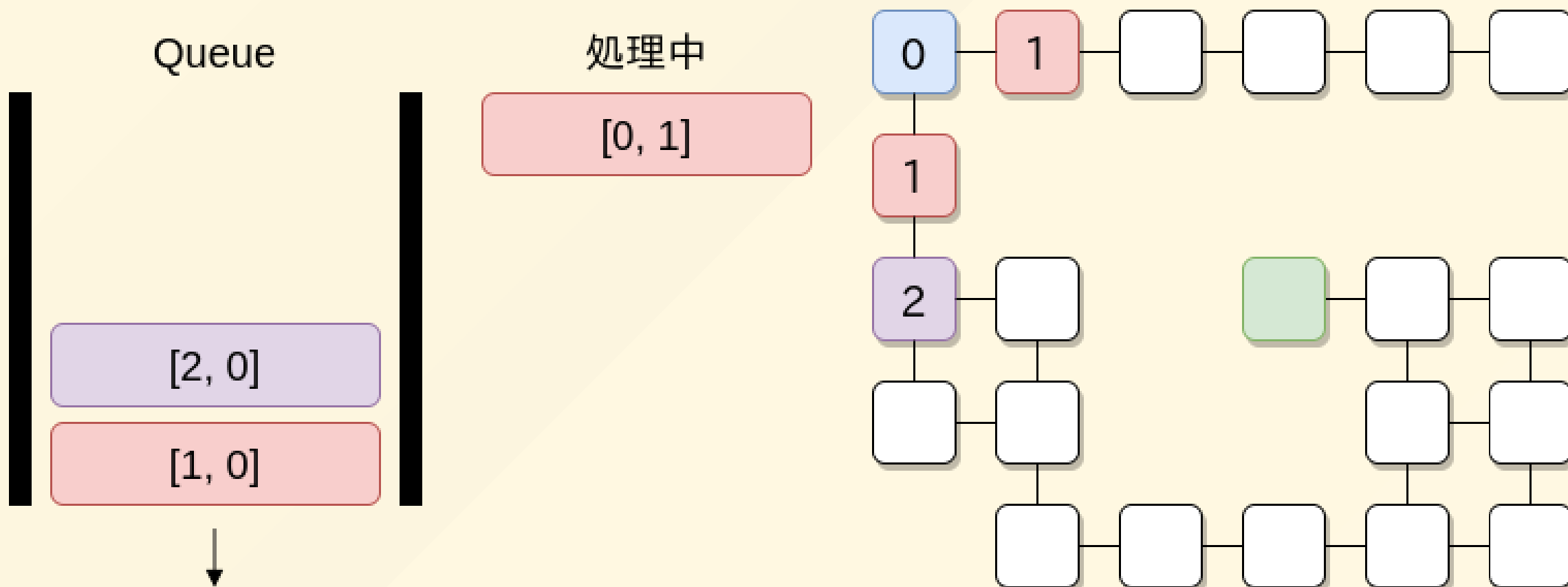
探索①: Queueから頂点を1つ取り出して処理

隣接する頂点の最短路を **現在地の最短路+1** して座標をQueueに追加。



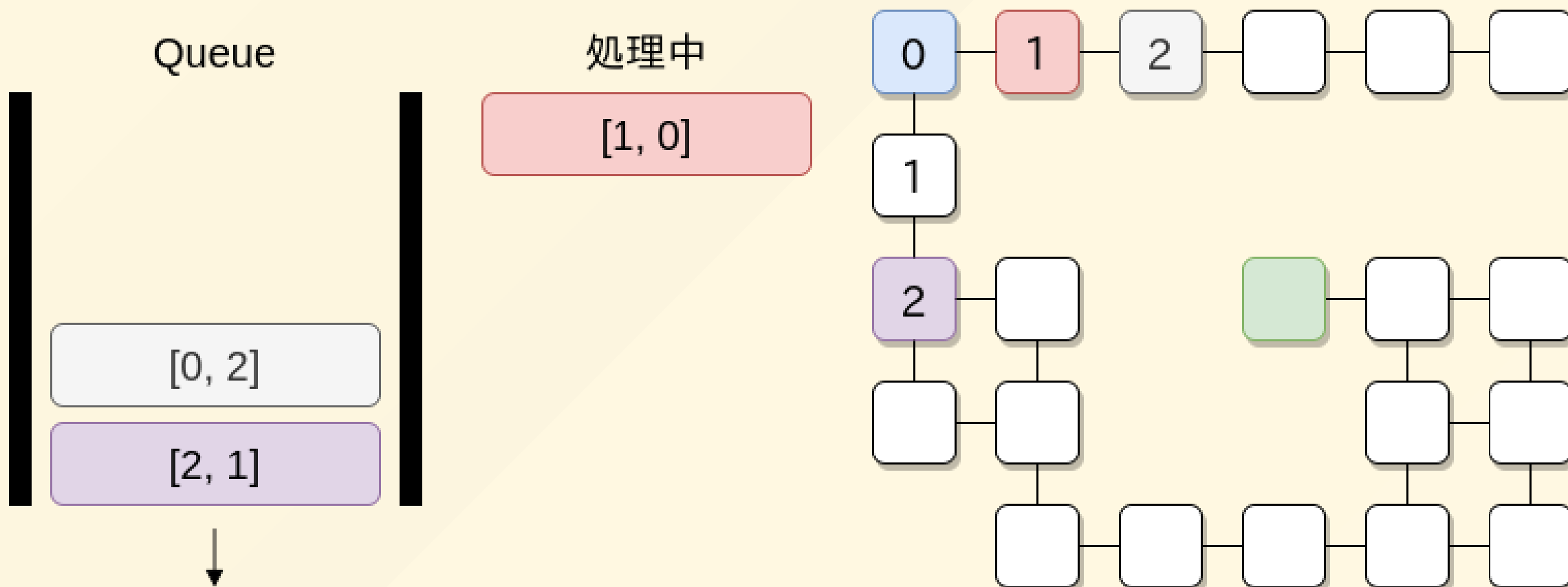
探索②: Queueから頂点を1つ取り出して処理

隣接する頂点の最短路を **現在地の最短路+1** して座標をQueueに追加。



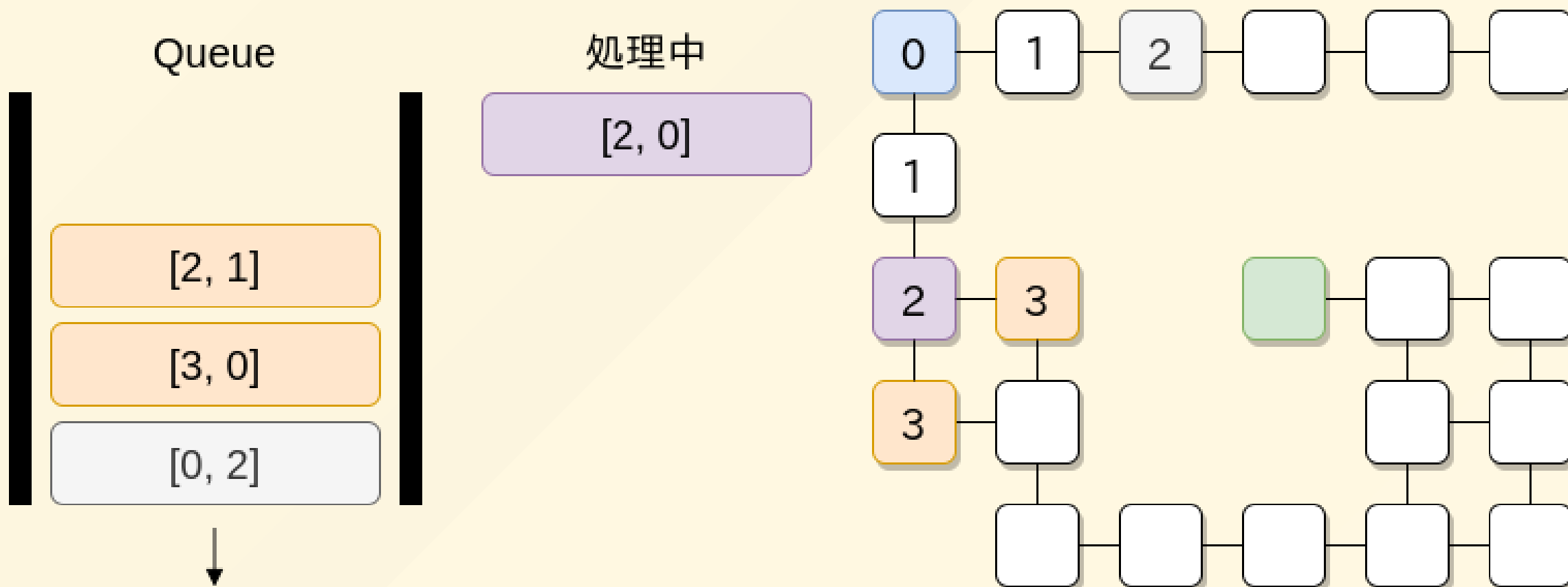
探索③: Queueから頂点を1つ取り出して処理

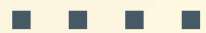
隣接する頂点の最短路を **現在地の最短路+1** して座標をQueueに追加。



探索④: Queueから頂点を1つ取り出して処理

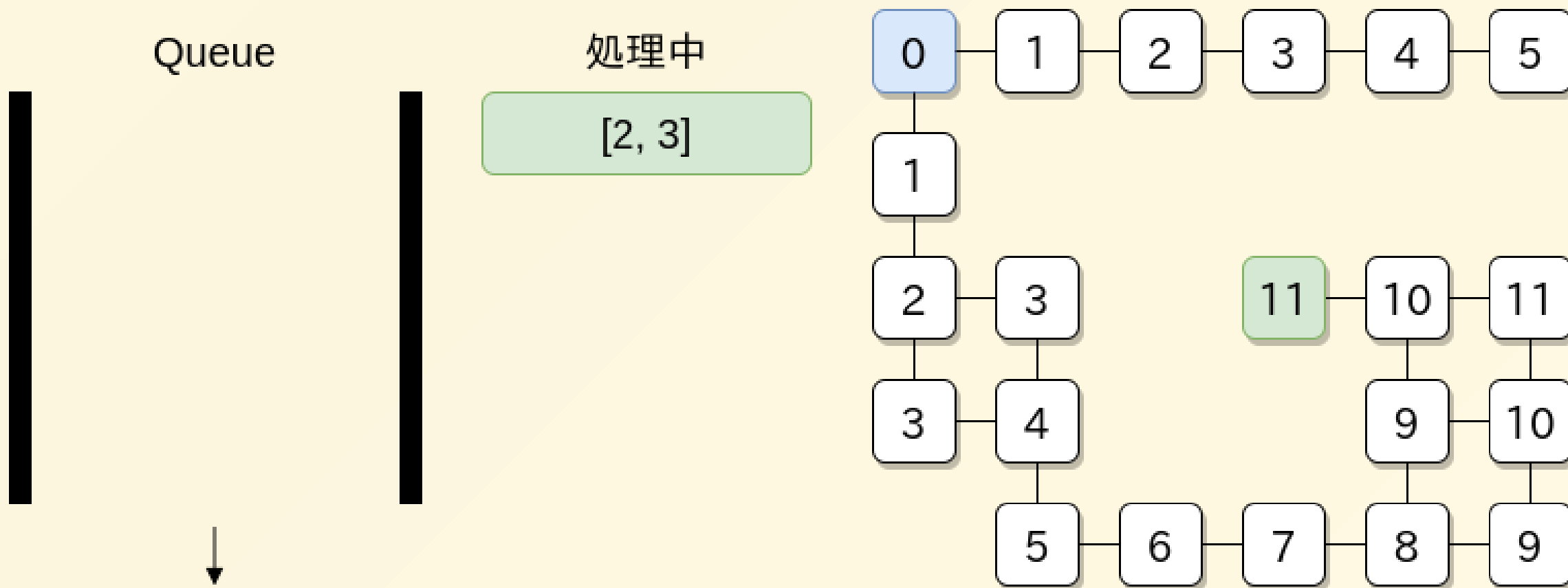
隣接する頂点の最短路を **現在地の最短路+1** して座標をQueueに追加。





最後の探索: Queueから頂点を1つ取り出して処理

隣接する頂点が無く、Queueが空なので終了。最短路は **11**。



最短路問題 例題

ABC007C - 幅優先探索

問題

上下左右に移動できる2次元盤面上の迷路のスタート地点からゴール地点への最短距離を求めます。迷路の行数 **R** と列数 **C**、スタート座標 **sy**, **sx** とゴール座標 **gy**, **gx**、迷路の情報(空きマス **.** と壁マス **#**)が与えられます。

制約

- 盤面は $1 \leq R \leq 50$ かつ $1 \leq C \leq 50$
- スタート、ゴール地点は $1 \leq sy, gy \leq R$ かつ $1 \leq sx, gx \leq C$

https://atcoder.jp/contests/abc007/tasks/abc007_3

入力例1

```
7 8
2 2
4 5
#####
#.....#
# .#####
#..#...#
#..##..#
##.....#
#####
```

出力例1

解答例 (Go言語)

```
package main

import (
    "fmt"
    "strings"
)

type Pair struct {
    x, y int
}

// ↑→↓←
var dy [4]int = [4]int{-1, 0, 1, 0}
var dx [4]int = [4]int{0, 1, 0, -1}
```

入力の受け取りと、Queueや最短路記録配列の準備

```
func main() {  
    // 入力を受け取る  
    var r, c, sy, sx, gy, gx int  
    fmt.Scan(&r, &c, &sy, &sx, &gy, &gx)  
    stage := make([][]string, r)  
    for i := 0; i < r; i++ {  
        var tmp string  
        fmt.Scan(&tmp)  
        stage[i] = strings.Split(tmp, "  
    }  
  
    // Queueの準備  
    que := make([]Pair, 0)  
    que = append(que, Pair{x: sx - 1, y: sy - 1})  
    // 最短路を記録する配列の準備  
    var dist [49][49]int //  $R(1 \leq R \leq 50)$ ,  $C(1 \leq C \leq 50)$ 
```

BFSを行うループのスタート

```
// Queueの中が空になるまで繰り返し
for len(que) > 0 {
    // Queueからひとつ取り出す
    point := que[0]
    que = que[1:]

    // 上下左右のマスを調べる(dx, dy配列があると4ループで調べられる!)
    for i := 0; i < 4; i++ {
        nx, ny := point.x+dx[i], point.y+dy[i]

        // nx, nyがマイナス値など想定しない数値になった時、
        // または次の場所が壁か探索済みの時はスキップ
        if (nx < 0 && c <= nx && ny < 0 && r <= ny) ||
            (stage[ny][nx] == "#" || dist[ny][nx] != 0) {
            continue
        }
    }
}
```



```
        // 探索する場所が未探索のマスだった場合、  
        // Queueに追加して最短路を記録する!  
        que = append(que, Pair{x: nx, y: ny})  
        dist[ny][nx] = dist[point.y][point.x] + 1  
    }  
}  
// 結果を出力  
fmt.Println(dist[gy-1][gx-1])  
}
```

このコードで迷路の最短路を求めることができる。Gist版↓

<https://gist.github.com/shiopon01/790d6fedcb19e8de41df5216bb4e5665>

また、QueueをStackにするだけでDFS（深さ優先探索）にもできる。
（ただし、DFSは最短路探索には向かない。）

おわりに

参考書籍①

プログラミングコンテストチャレンジブック [第2版]

通称 **蟻本**。競技プログラマーのバイブル。界隈では超有名な本。

かなり難しく、中～上級者向けの内容。

<https://amazon.co.jp/dp/B00CY9256C>



参考書籍②

プログラミングコンテスト攻略 のためのアルゴリズムとデー タ構造

通称 **螺旋本**。大切なものはすべてここに詰まっている。。。

蟻本に比べると易しく、読みやすい。初～中級者向けの内容。

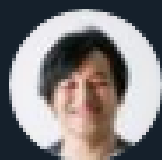
<https://amazon.co.jp/dp/B00U5MVXZO>

プログラミングコンテスト攻略のための アルゴリズムと データ構造

会津大学 渡部有隆 [著] Ozy・秋葉拓哉 [協力]



プロコンで勝つための必須テクニック
「アルゴリズム」と「データ構造」の基礎をマスター!



chokudai(高橋 直大)🌸🍆🌈👤

@chokudai



次にAOJ本。螺旋本とか、TLE本とかも呼ばれている印象。
日本でレーティング100番くらいまでに入るために必要な知識は全部詰まってる。



渡部 有隆 の プログラミングコンテスト攻略のためのアル
ゴリズムとデータ構造



プログラミングコンテスト攻略のためのアルゴリズムとデータ構造
プログラミングコンテスト攻略のためのアルゴリズムとデータ構造
[amazon.co.jp](https://www.amazon.co.jp)

リンク集

- AtCoder
 - <https://atcoder.jp/>
- AtCoder Problemsという有志のサイトで今までの過去問を閲覧できます
 - <https://kenkoooo.com/atcoder#/table/>
 - <https://kenkoooo.com/atcoder#/table/自分のID> でクリア済み過去問、未クリア過去問が色分けされるのも良いです。埋めていきましょう!
- AtCoderの問題をローカルで解いてローカルでテストを実行し、答えだけAtCoderに提出する環境を構築する記事があります(楽になります)
 - <https://shiopon.hatenablog.jp/entry/2020/01/16/182901>