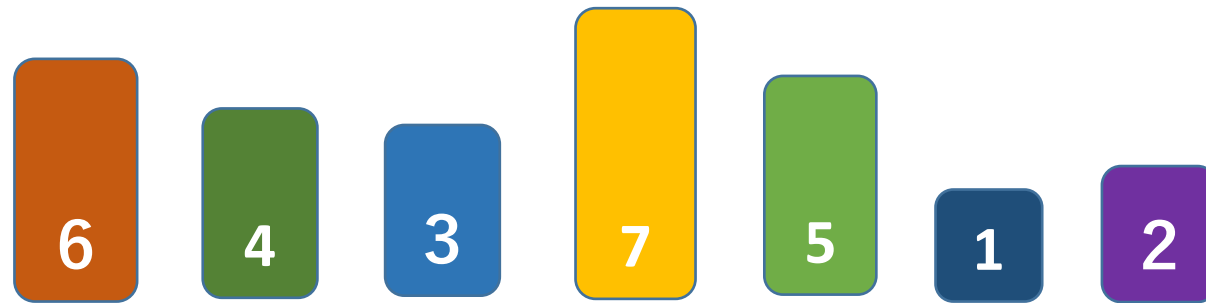


2-6 マージソート

ソートしたい数列を、ほぼ同じ長さの2つの数列に分割
これ以上分割できなくなったところから、グループ同士を統合
(マージ)していく

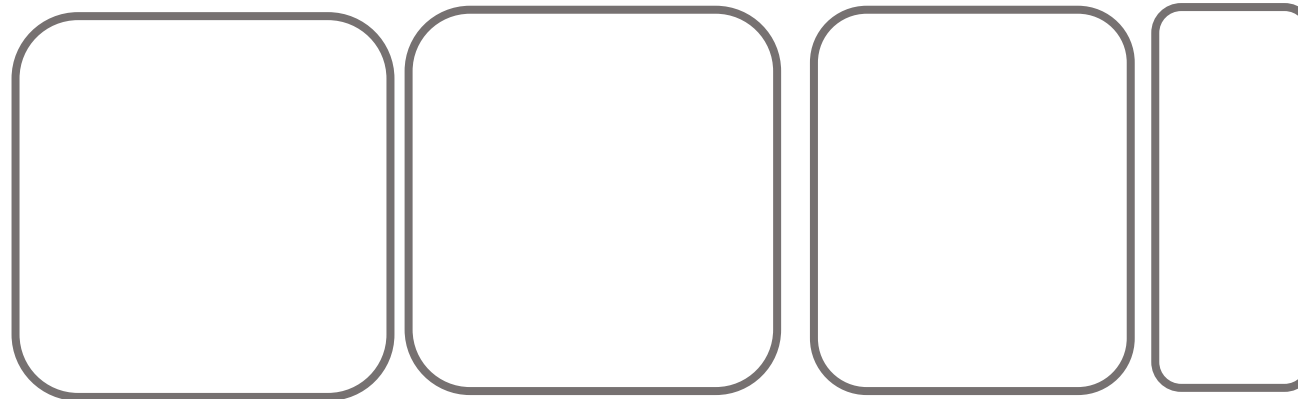
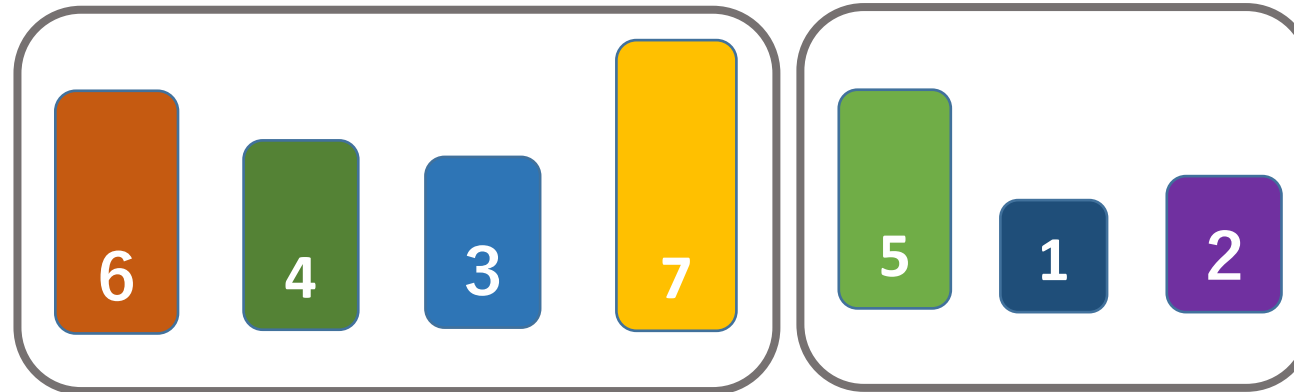
2つのソート済み数列を統合して、1つのソート済み数列とする
全体が1つのグループになるまで繰り返す



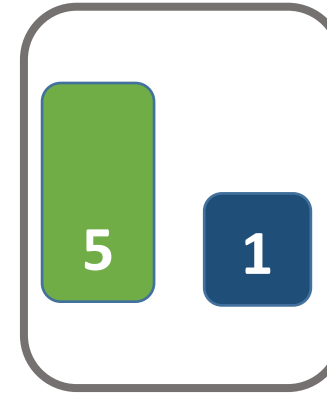
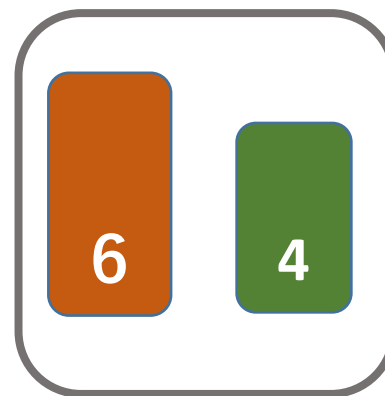
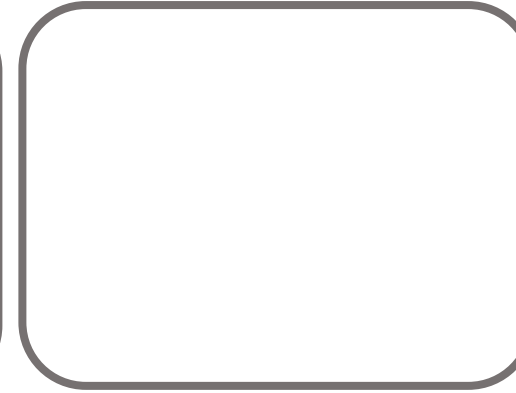
2つに分割する



さらに2つ
に分割する

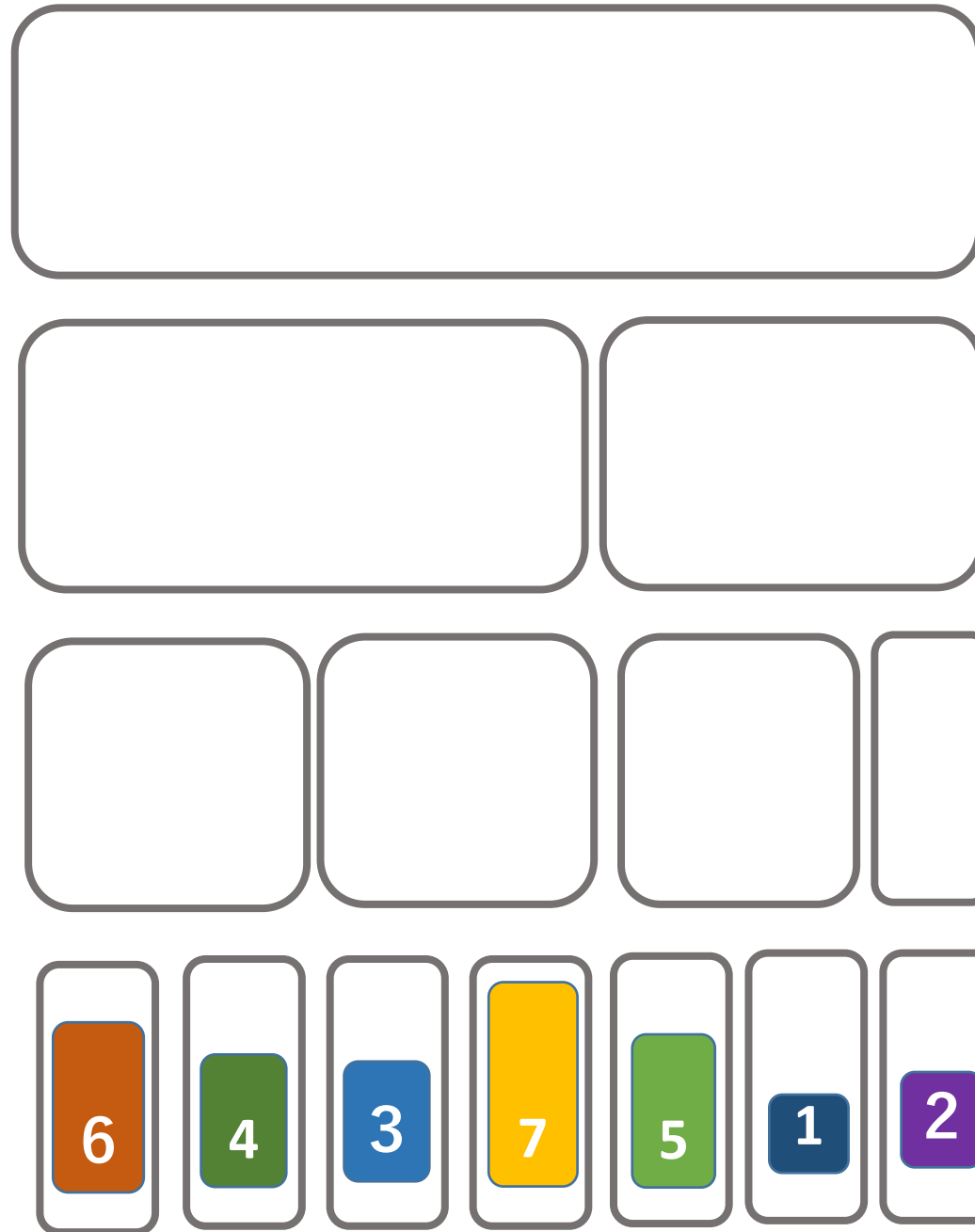


さらに2つ
に分割する



さらに2つに
分割する

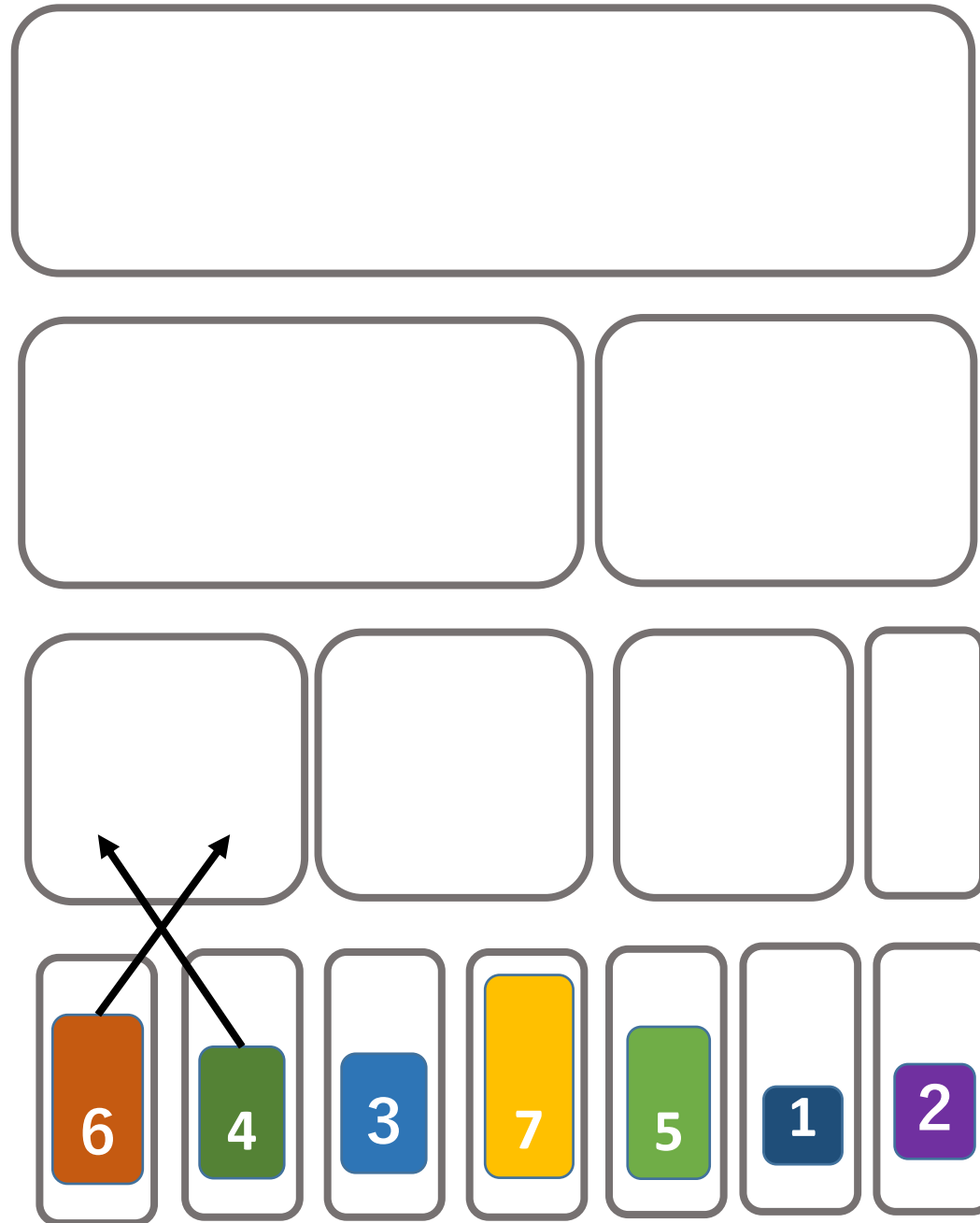
分割完了！



グループの合体

合体するときは、合体後のグループ内で数字が小さい順に並ぶようにする

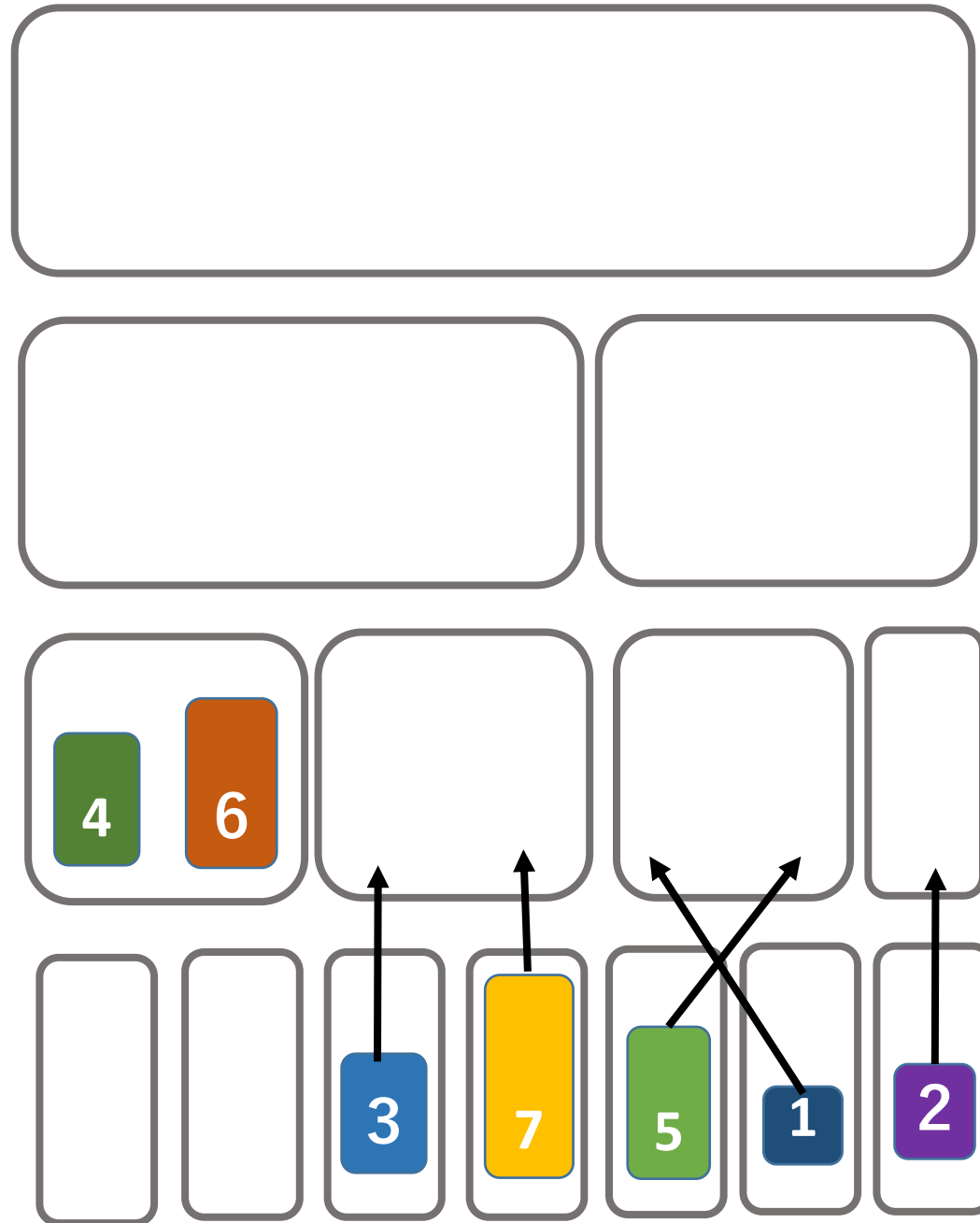
グループの先頭同士を比較し、小さいほうを選ぶ



グループの合体

合体するときは、合体後のグループ内で数字が小さい順に並ぶようにする

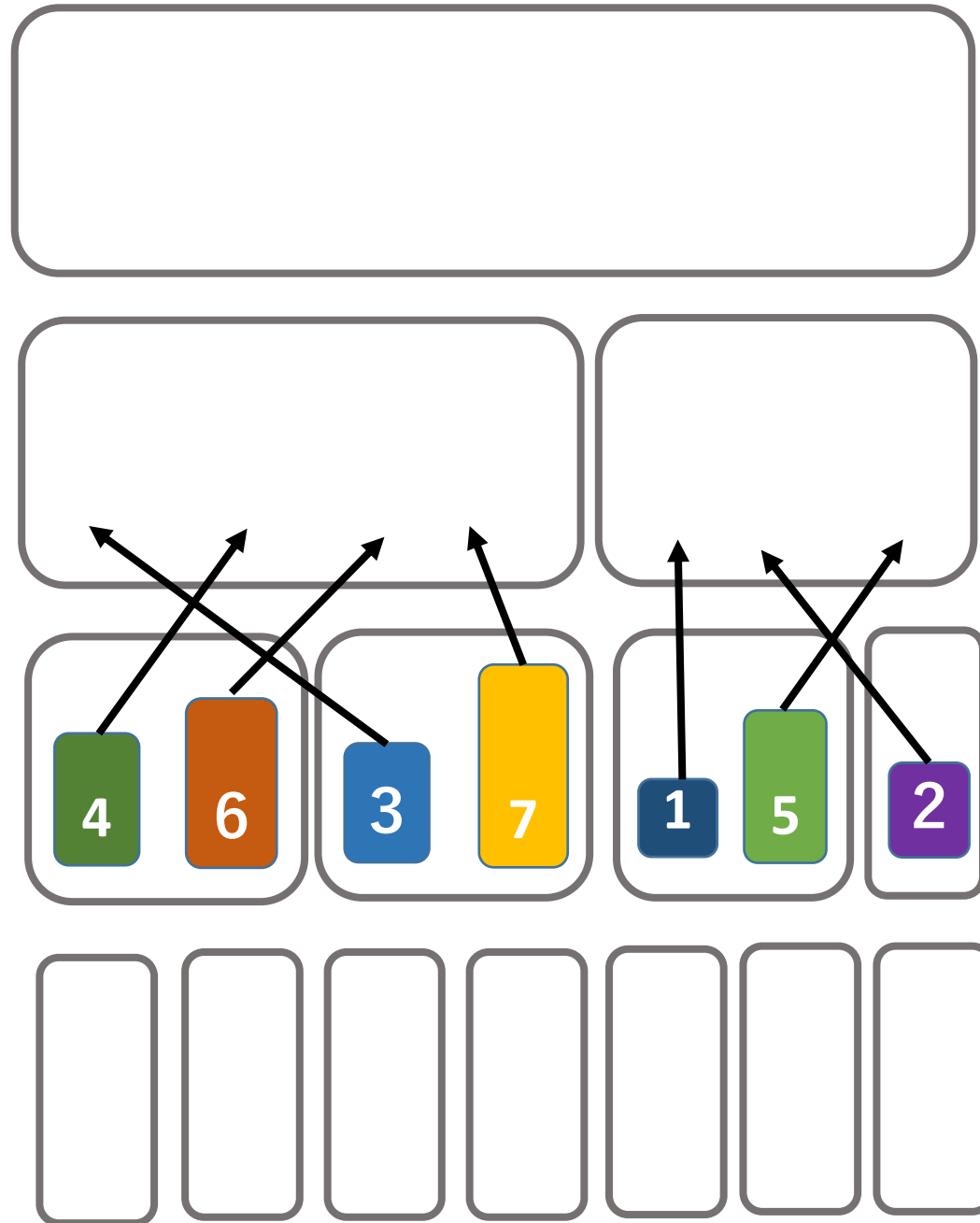
グループの先頭同士を比較し、小さいほうを選ぶ



グループの合体

合体するときは、合体後のグループ内で数字が小さい順に並ぶようにする

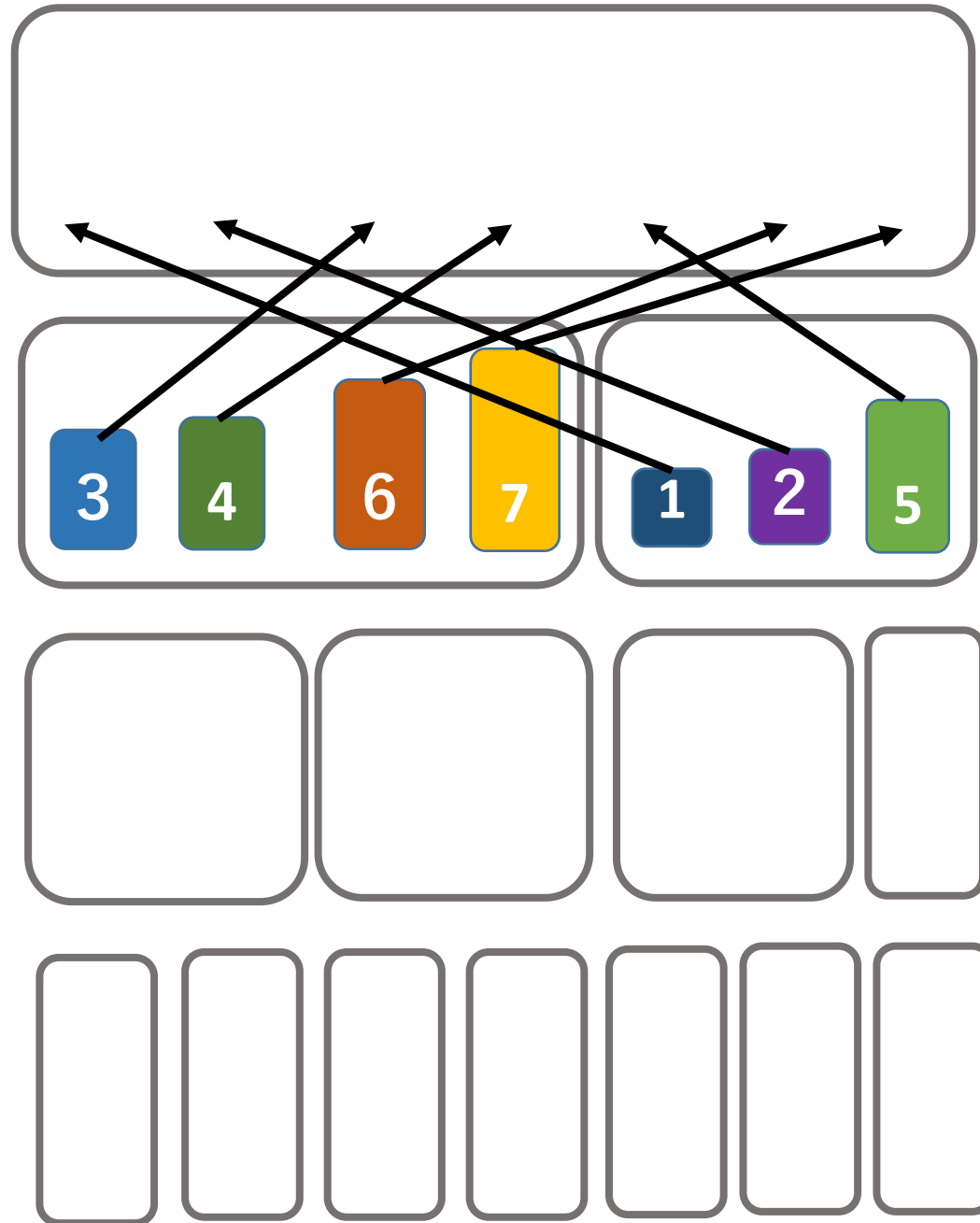
グループの先頭同士を比較し、小さいほうを選ぶ



グループの合体

合体するときは、合体後のグループ内で数字が小さい順に並ぶようにする

グループの先頭同士を比較し、小さいほうを選ぶ

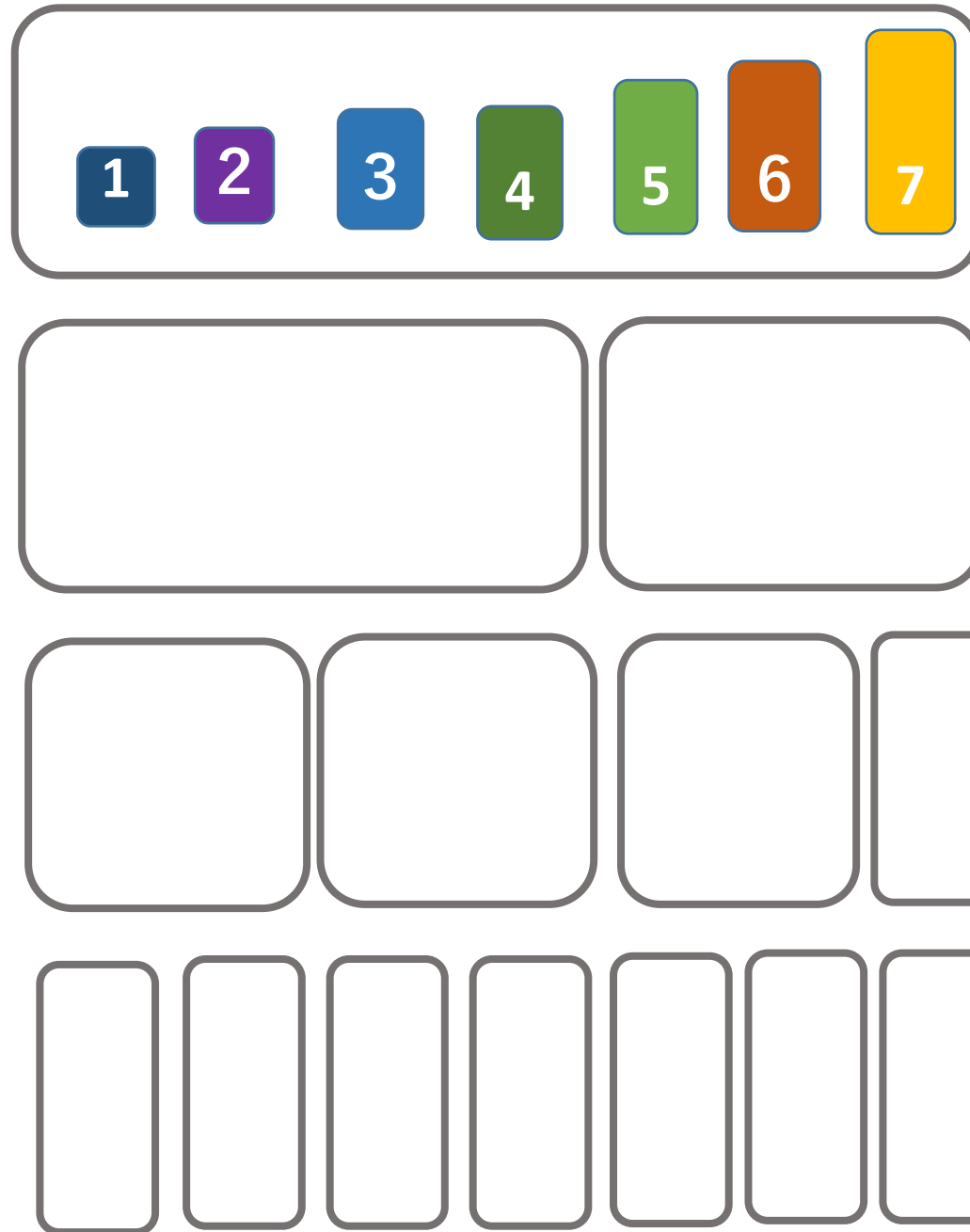


グループの合体

合体するときは、合体後のグループ内で数字が小さい順に並ぶようにする

グループの先頭同士を比較し、小さいほうを選ぶ

ソート完了！



Merge_sort

```
Sub Merge_sort()  
Dim n, i As Integer  
Dim a(100) As Integer  
Dim b(100) As Integer  
  
n = Cells(3, 20)  
Columns("J:P").Select  
Selection.ClearContents
```

'初期データaを設定

```
For i = 1 To n  
    a(i) = Cells(i, 1).Value  
Next i
```

'マージソート

Call msort(a, b) ← 数列aをマージソートして数列bとする

'ソートした配列bをP列(16列)に表示

```
Columns("J:P").Select  
Selection.ClearContents  
Cells(1, 1).Select  
For i = 1 To n  
    Cells(i, 16) = b(i)  
Next i  
End Sub
```

msort 1/5

```
Sub msort(ByRef a As Variant, ByRef b As Variant)
```

```
Dim a1(100), a2(100) As Integer
```

```
Dim b1(100), b2(100) As Integer
```

```
'インプット数列の要素数を数える
```

```
n = 0
```

```
Do
```

```
    n = n + 1
```

```
Loop Until a(n) = 0
```

```
n = n - 1
```

```
If n = 1 Then
```

```
    b(1) = a(1)
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

msort 2/5

'インプット数列を2つa1,a2に分ける

n1 = Int(n / 2 + 0.5)

For k = 1 To n1

 a1(k) = a(k)

Next k

n2 = n - n1

For k = 1 To n2

 a2(k) = a(k + n1)

Next k

'数列a1をマージソートする

Call msort(a1, b1) ← 再帰プログラム

'数列a2をマージソートする

Call msort(a2, b2) ← 再帰プログラム

← 入力してください

msort 3/5

```
Columns("J:P").Select  
Selection.ClearContents  
Cells(1, 1).Select
```

'ソートした数列b1をN列(14列)に表示する

```
For k = 1 To n1  
    Cells(k, 14) = b1(k)  
Next k
```

'ソートした数列b2をO列(15列)に表示する

```
For k = 1 To n2  
    Cells(k, 15) = b2(k)  
Next k
```

← 入力してください

msort 4/5

'ソートした数列**b1,b2**をマージして配列**b**に入れる

i = 1

j = 1

For k = 1 To n1 + n2

 If i <= n1 Then

 c1 = WorksheetFunction.Small(Range("N:N"), i)

 Else

 c1 = 1000

 End If

 If j <= n2 Then

 c2 = WorksheetFunction.Small(Range("O:O"), j)

 Else

 c2 = 1000

 End If

 If c1 < c2 Then

 b(k) = c1

 i = i + 1

 Else

 b(k) = c2

 j = j + 1

 End If

Next k

← 入力してください

msort 5/5

'マージした数列bをP列(16列)に表示する

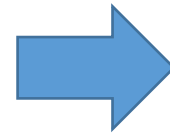
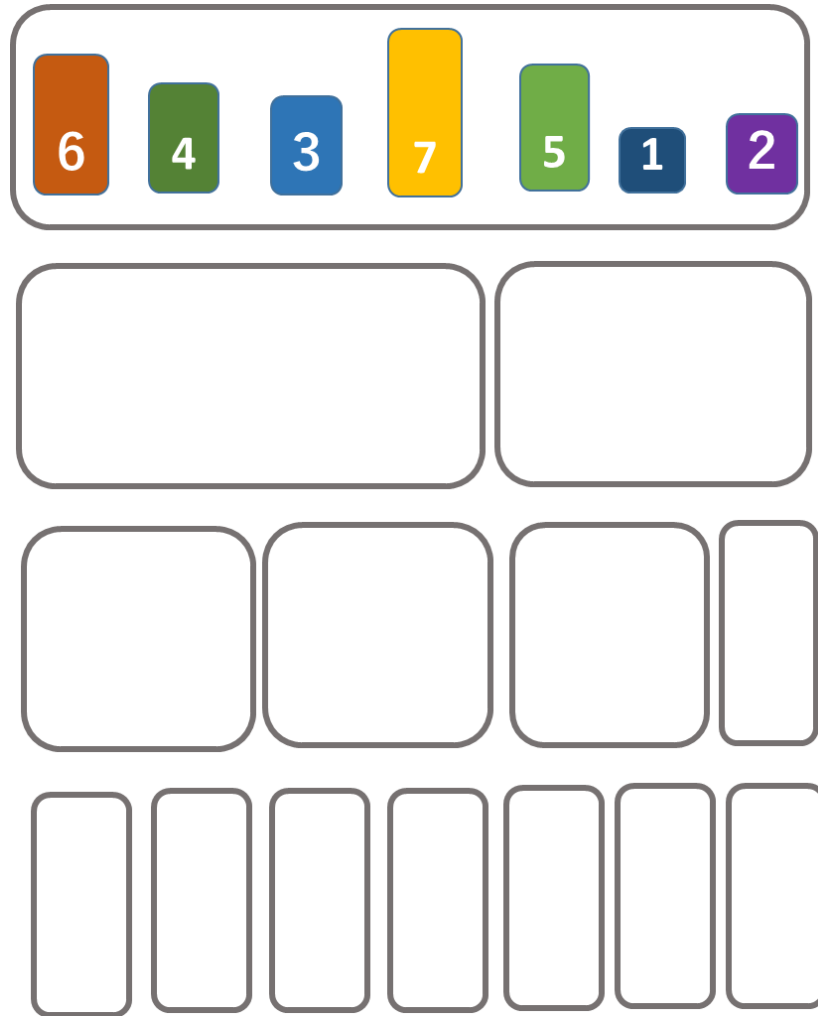
For k = 1 To n

Cells(k, 16) = b(k)

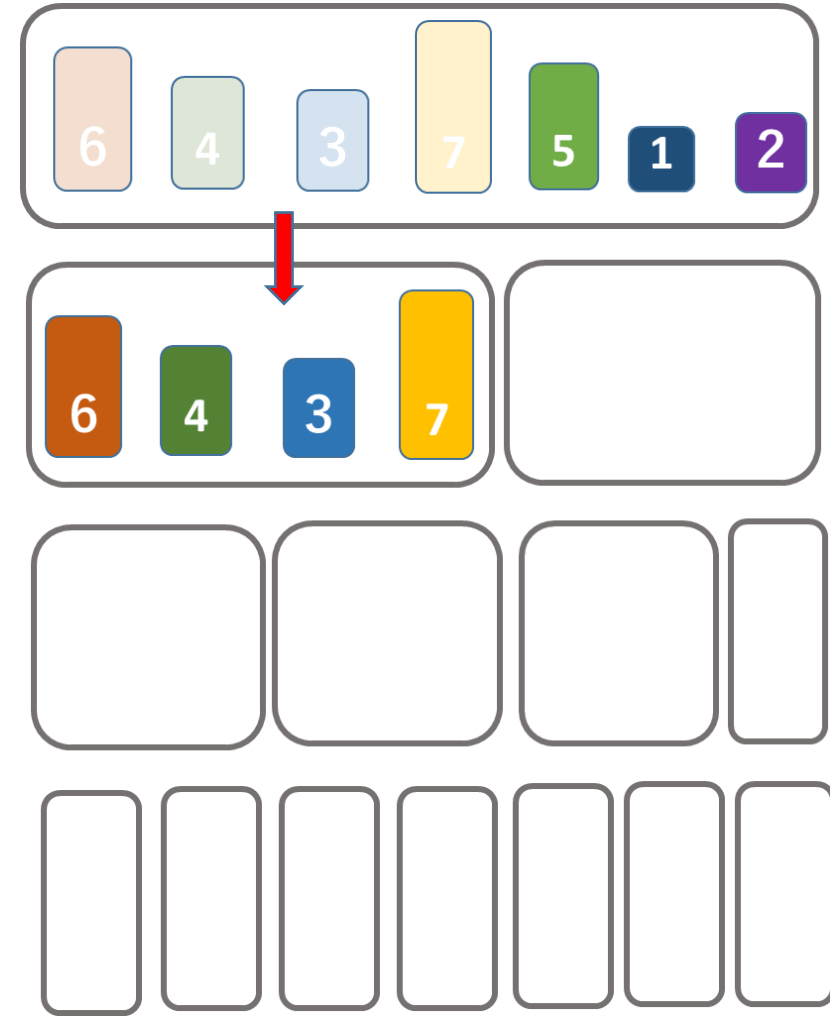
Next k

End Sub

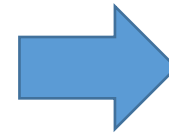
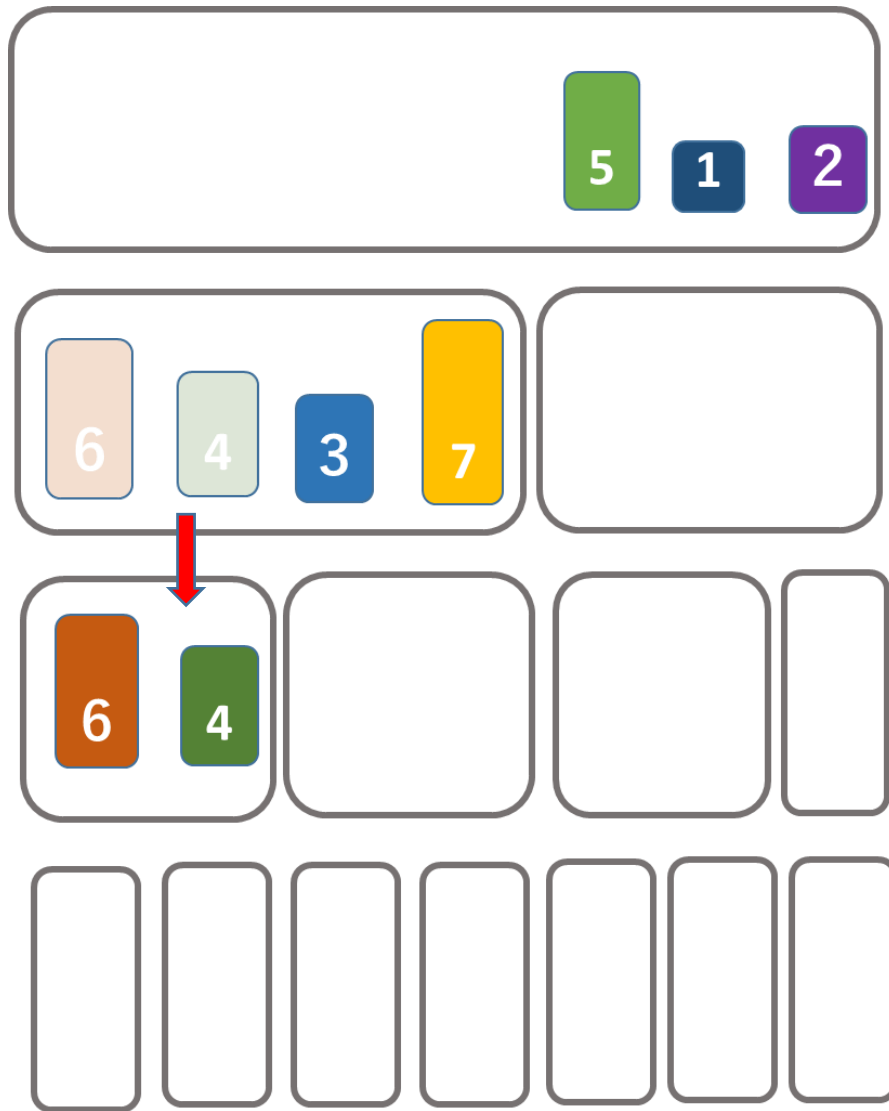
プログラムの流れ



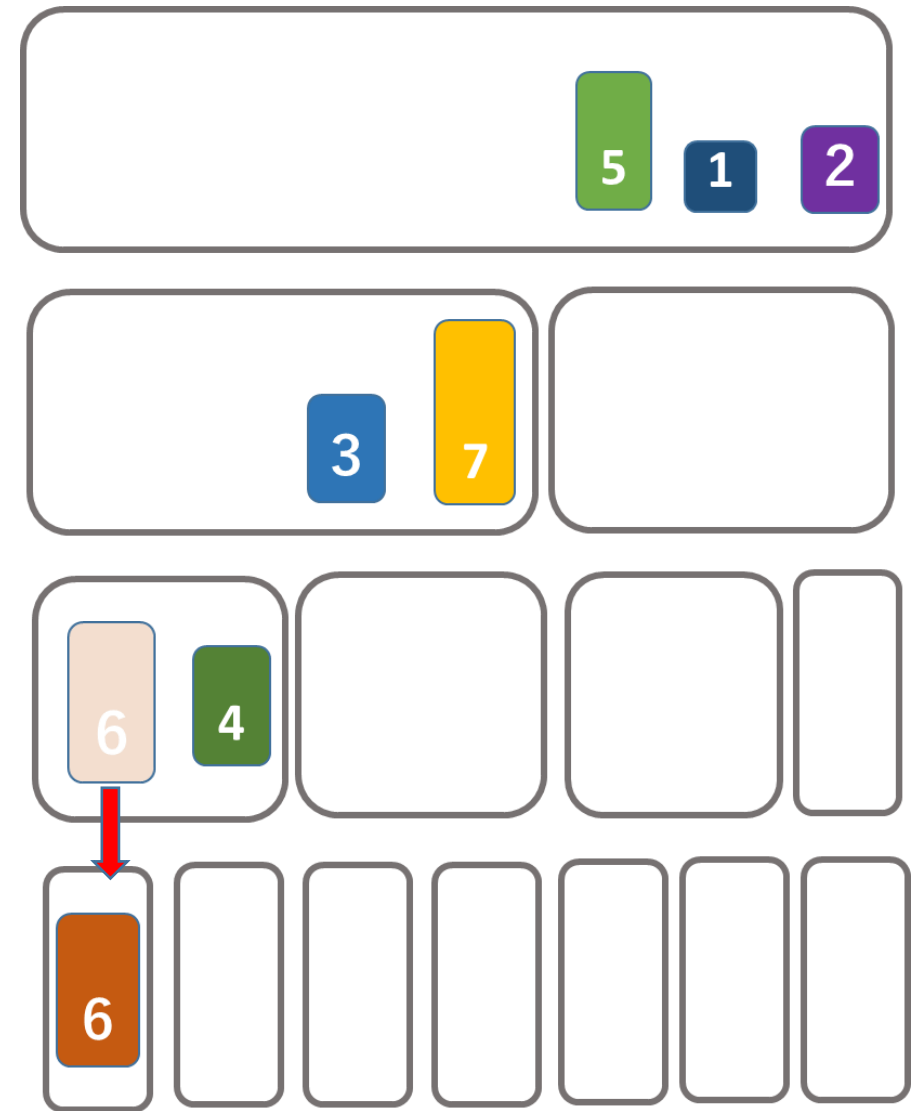
2つに分割する



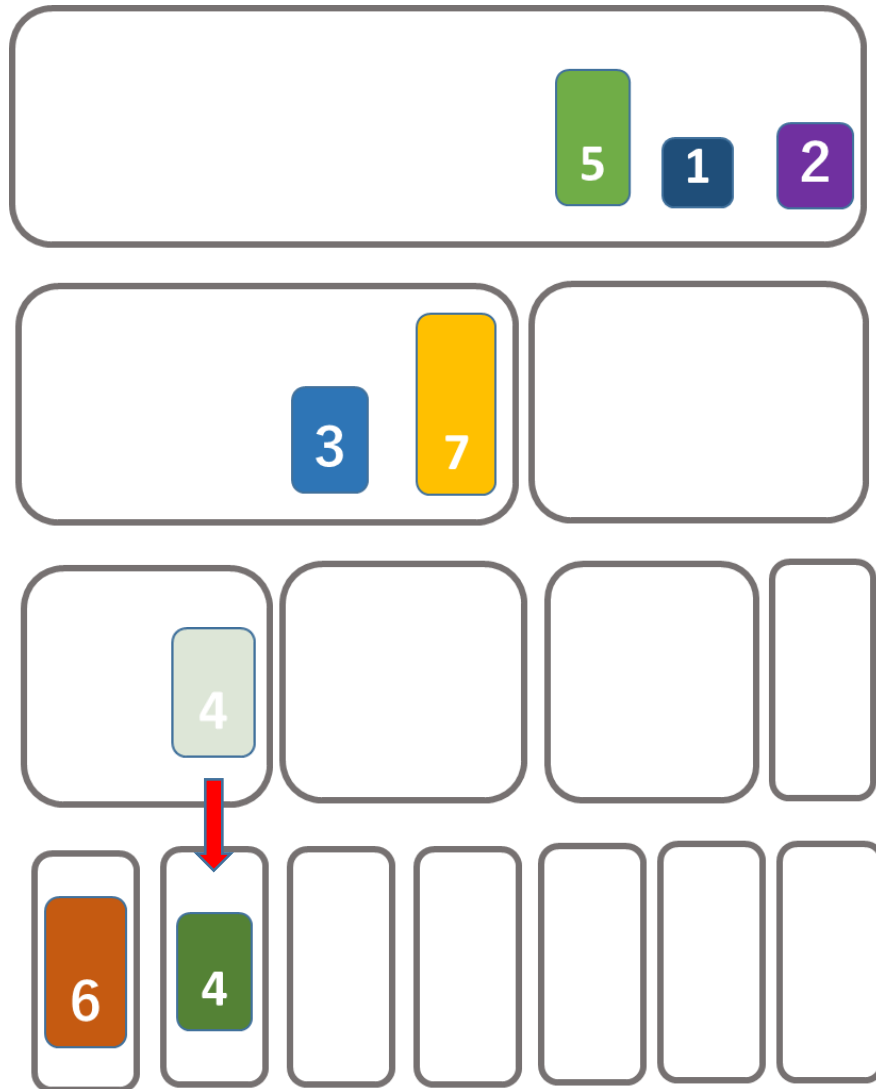
2つに分割する



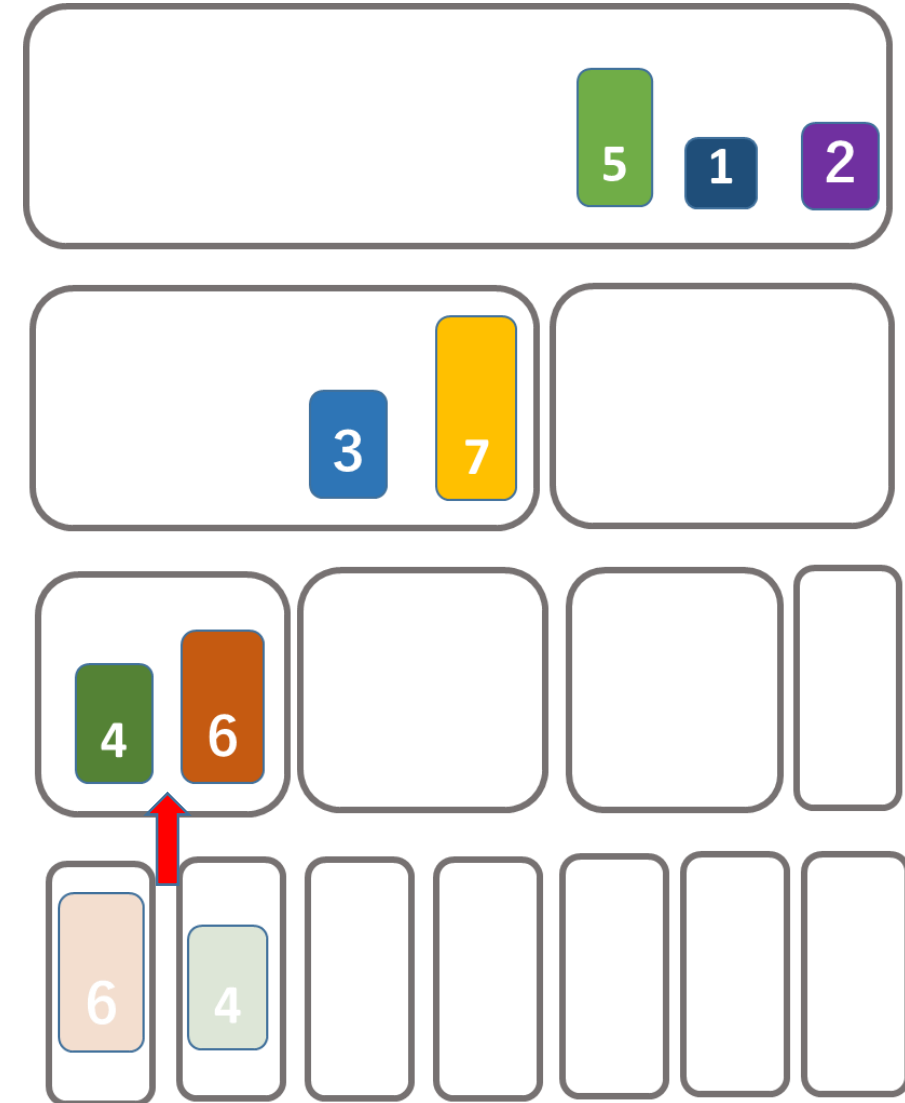
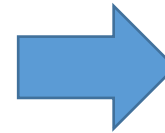
2つに分割する



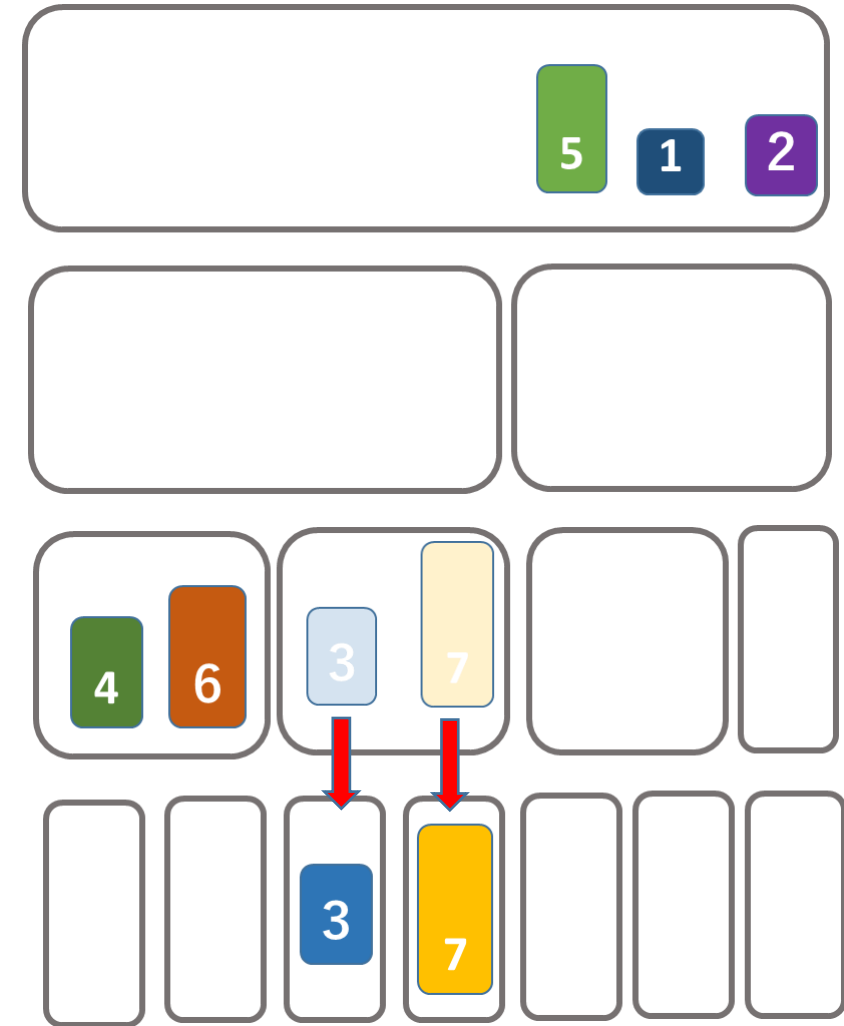
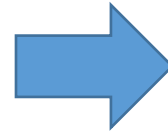
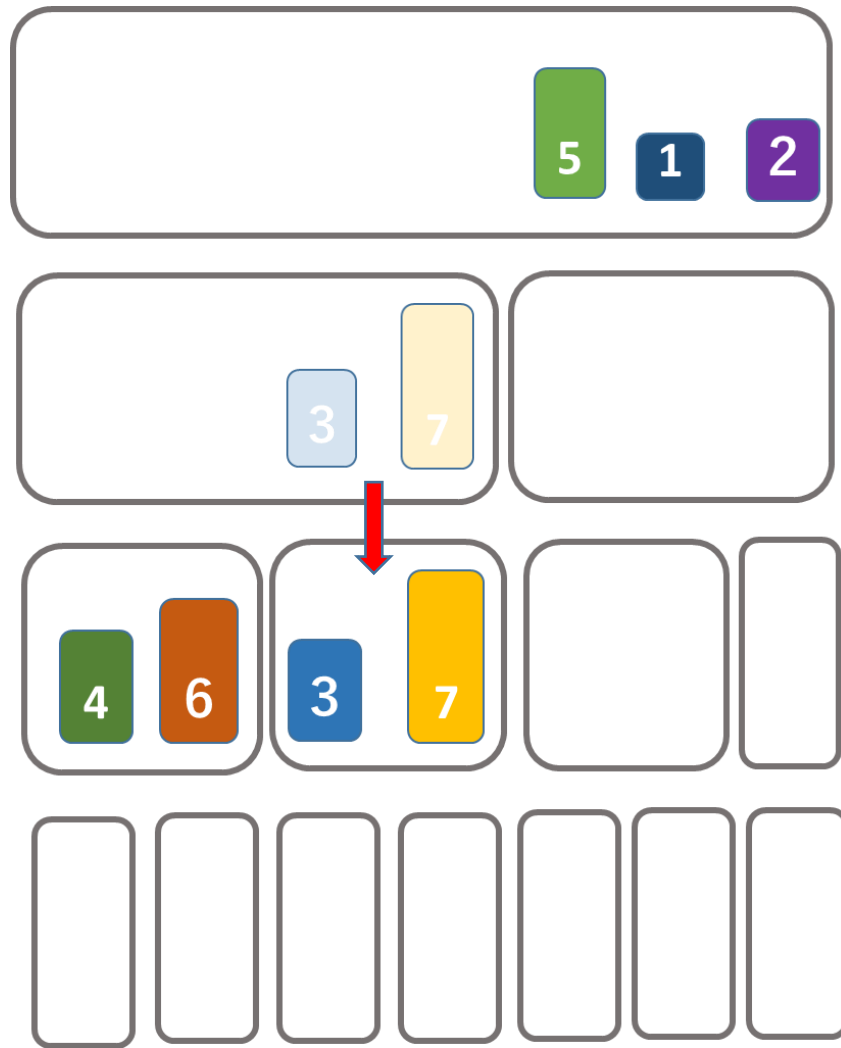
2つに分割する



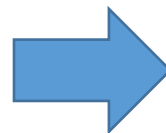
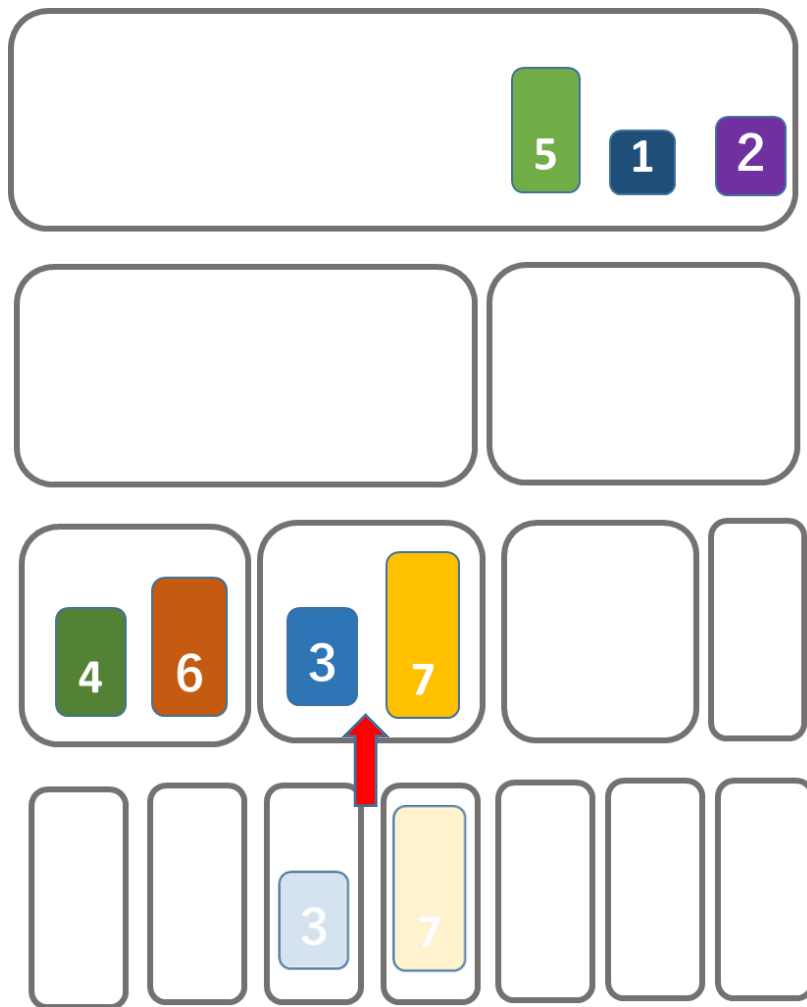
合体する



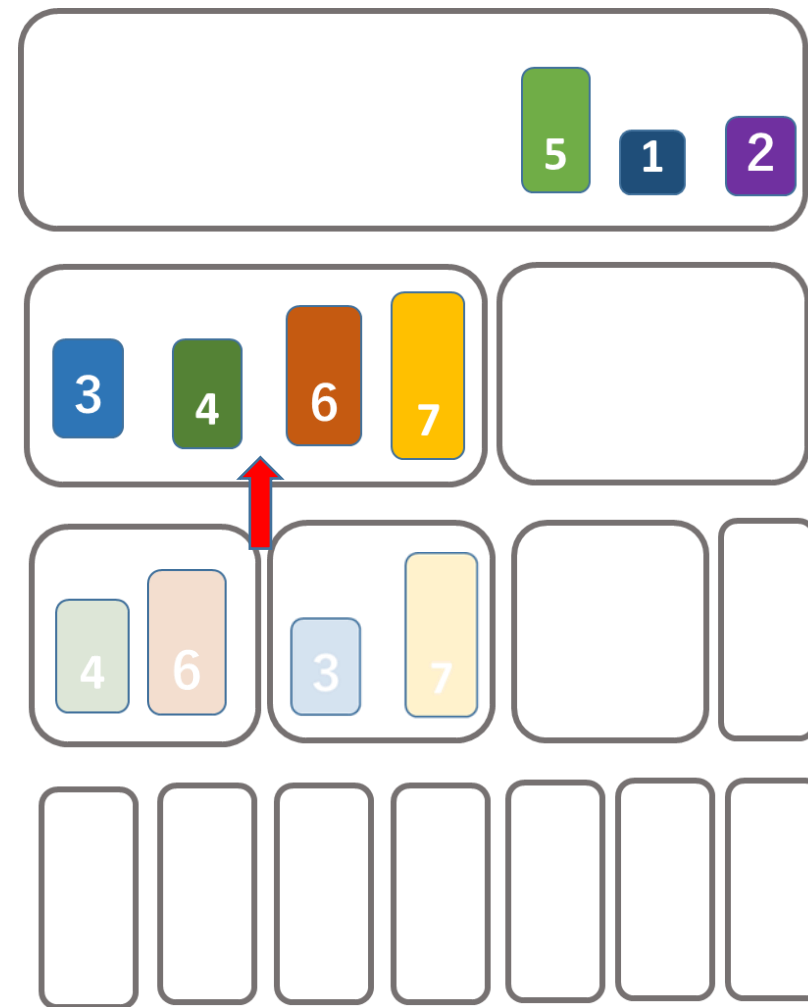
2つに分割する



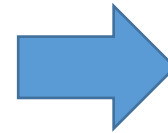
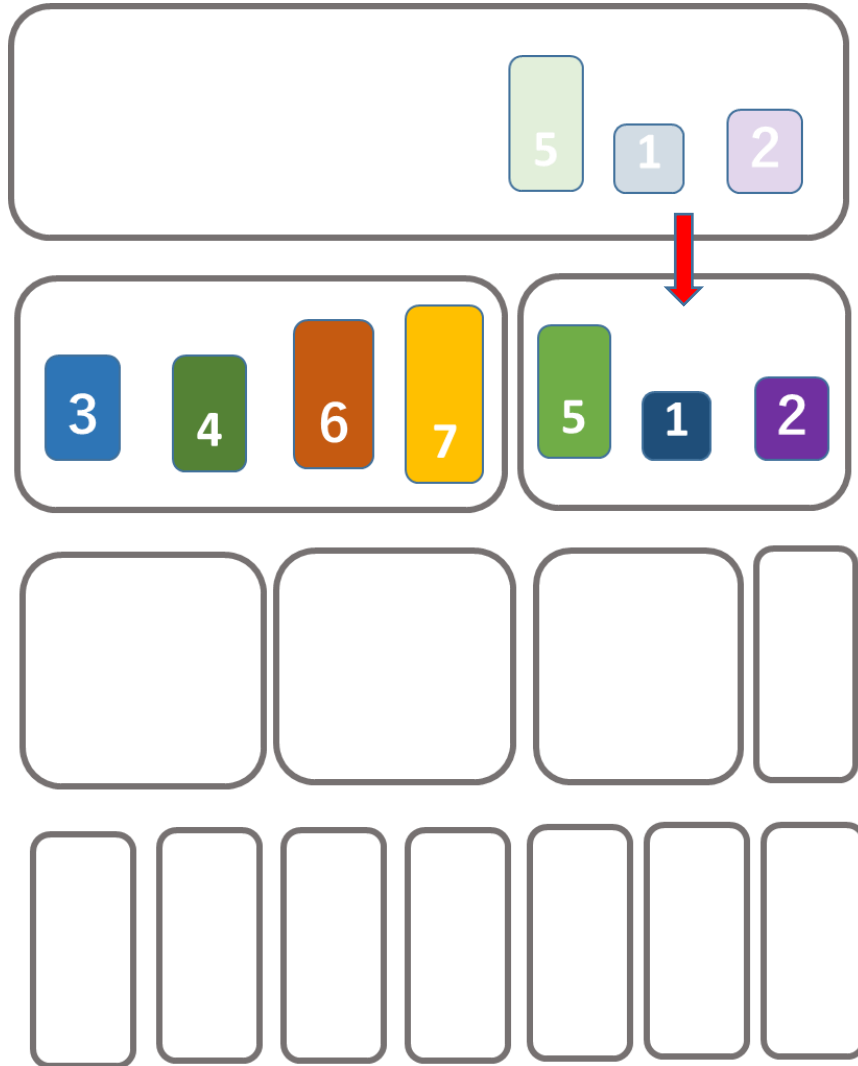
合体する



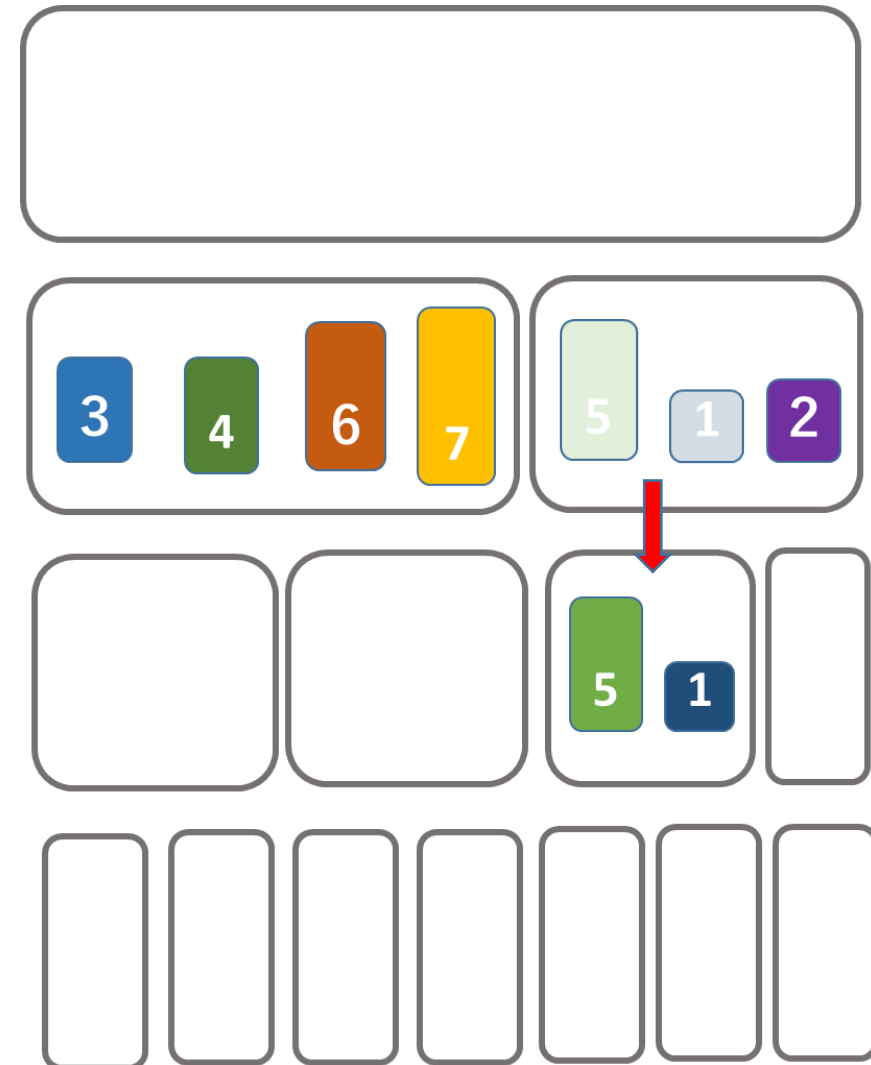
合体する



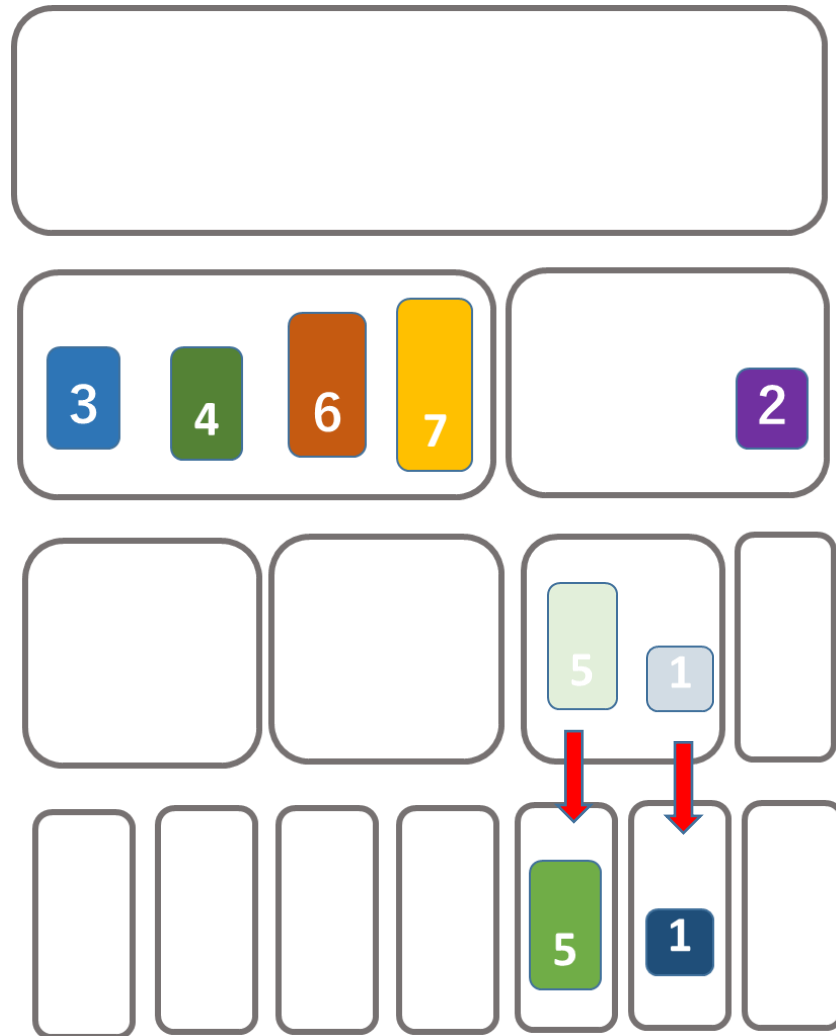
2つに分割する



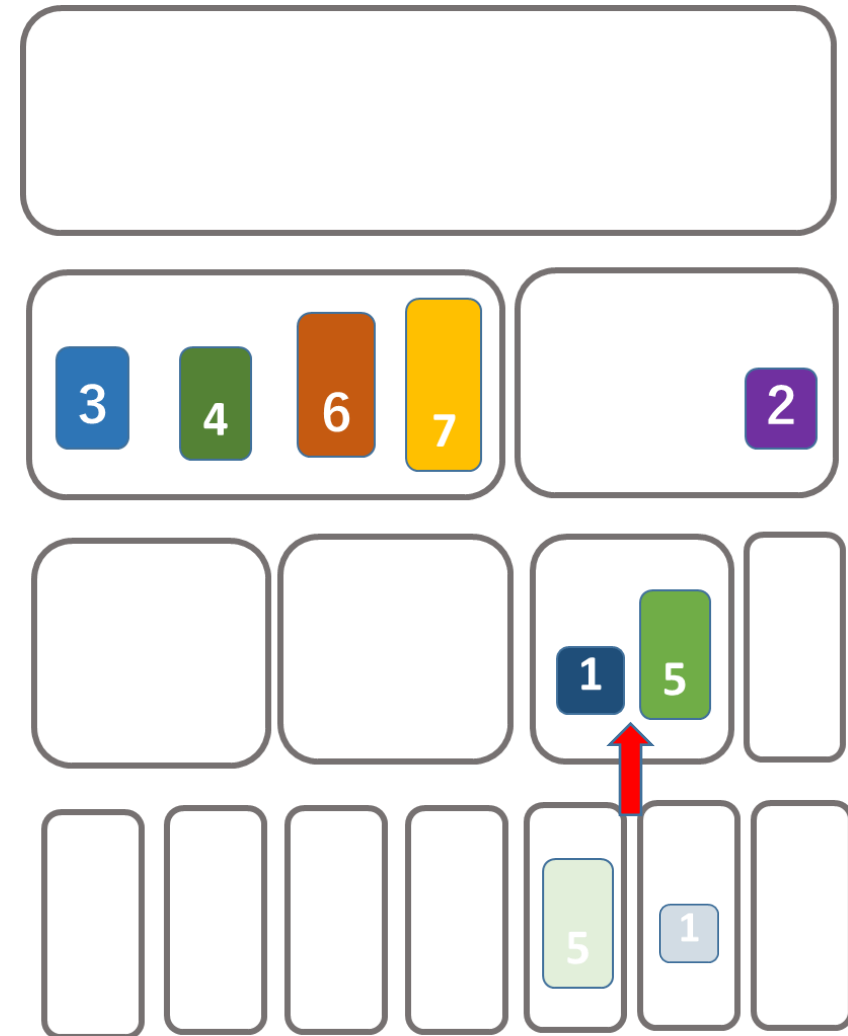
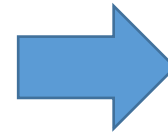
2つに分割する



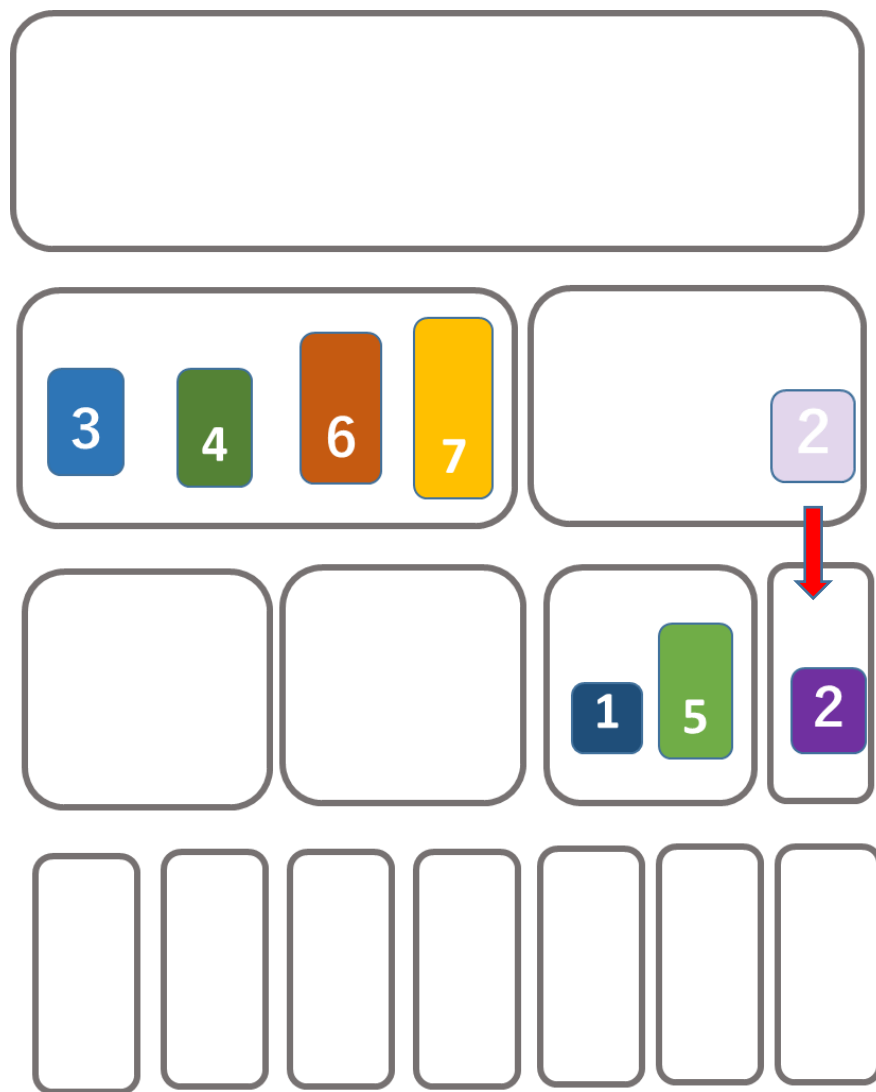
2つに分割する



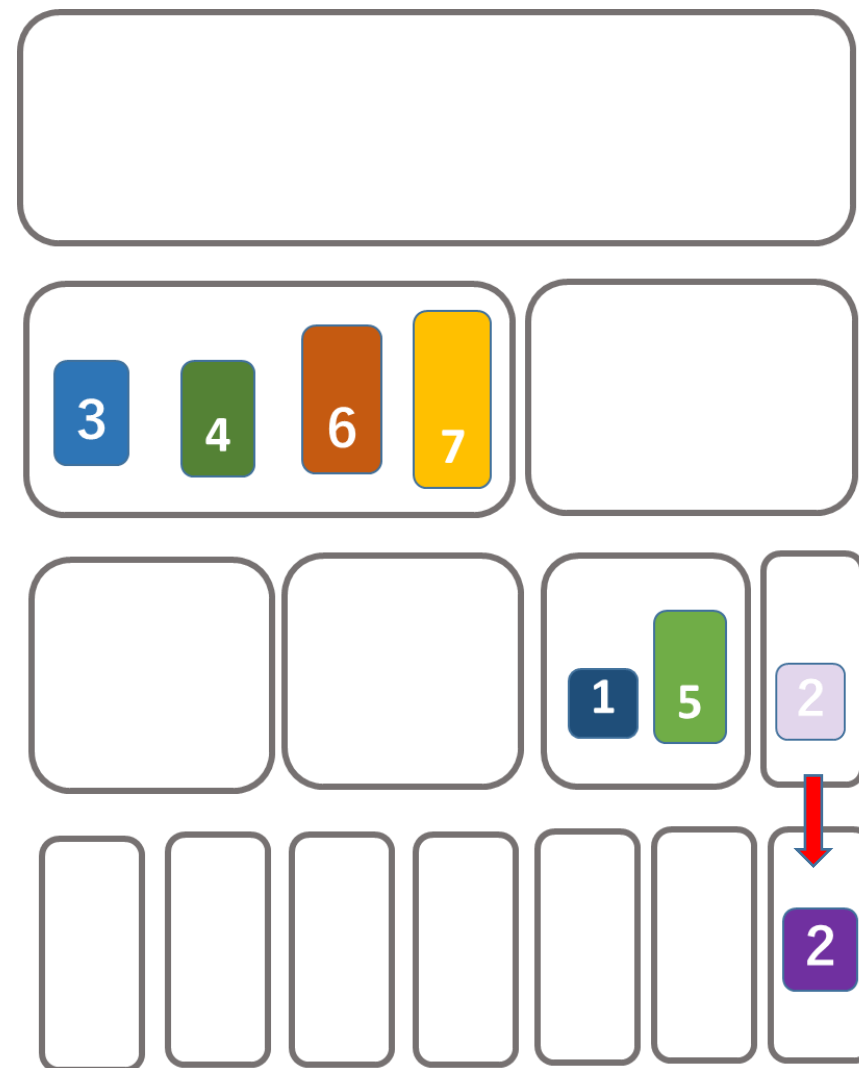
合体する



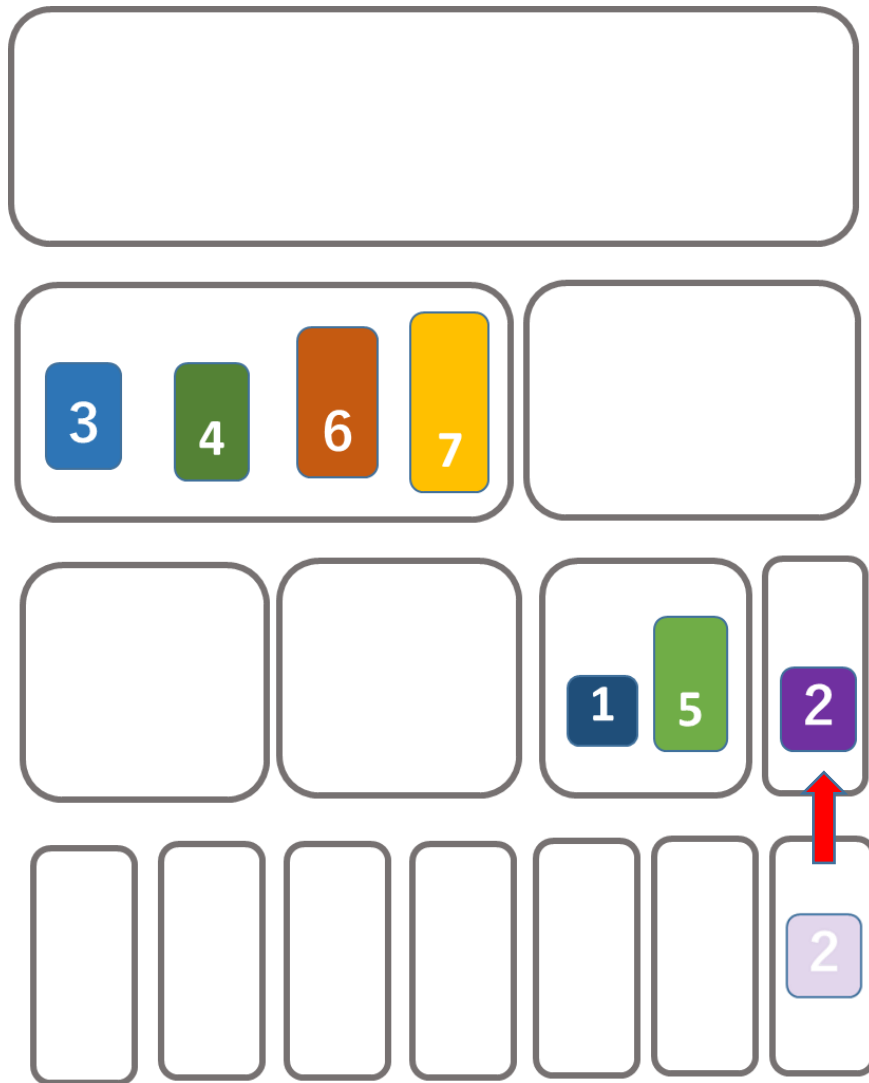
2つに分割する



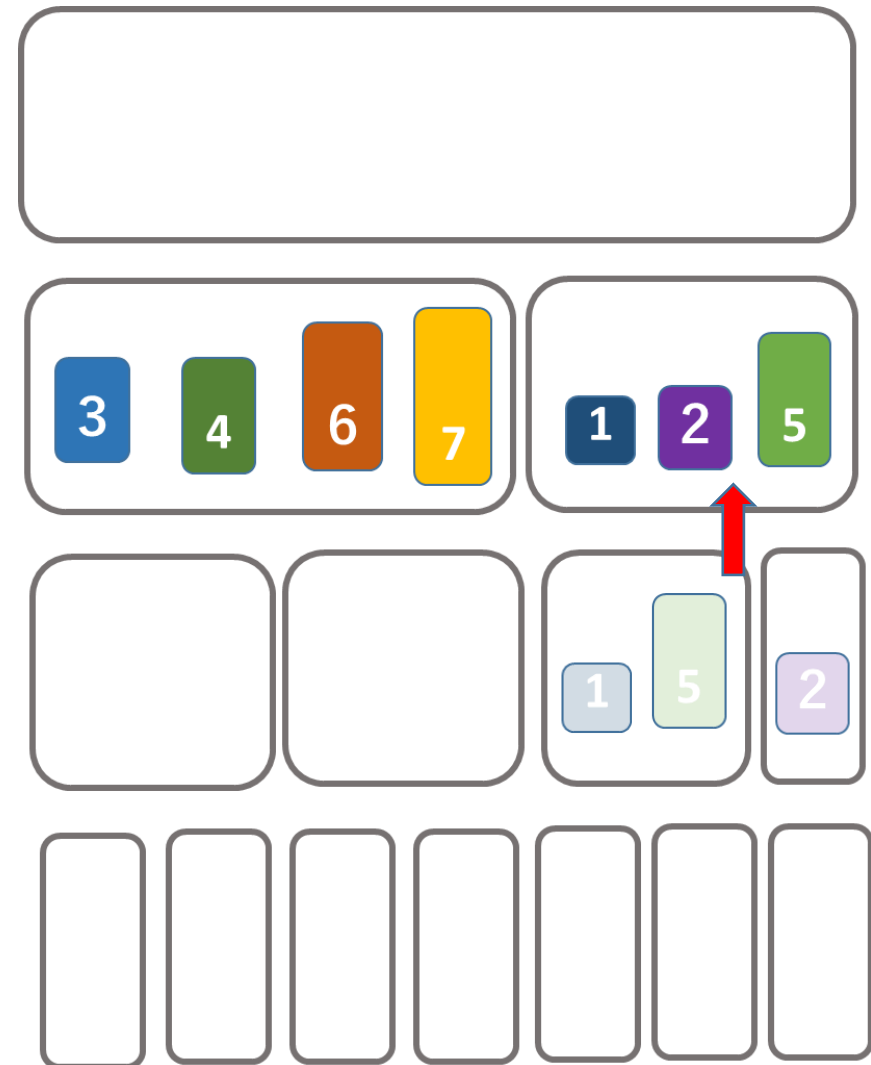
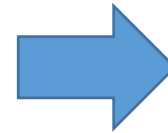
2つに分割する



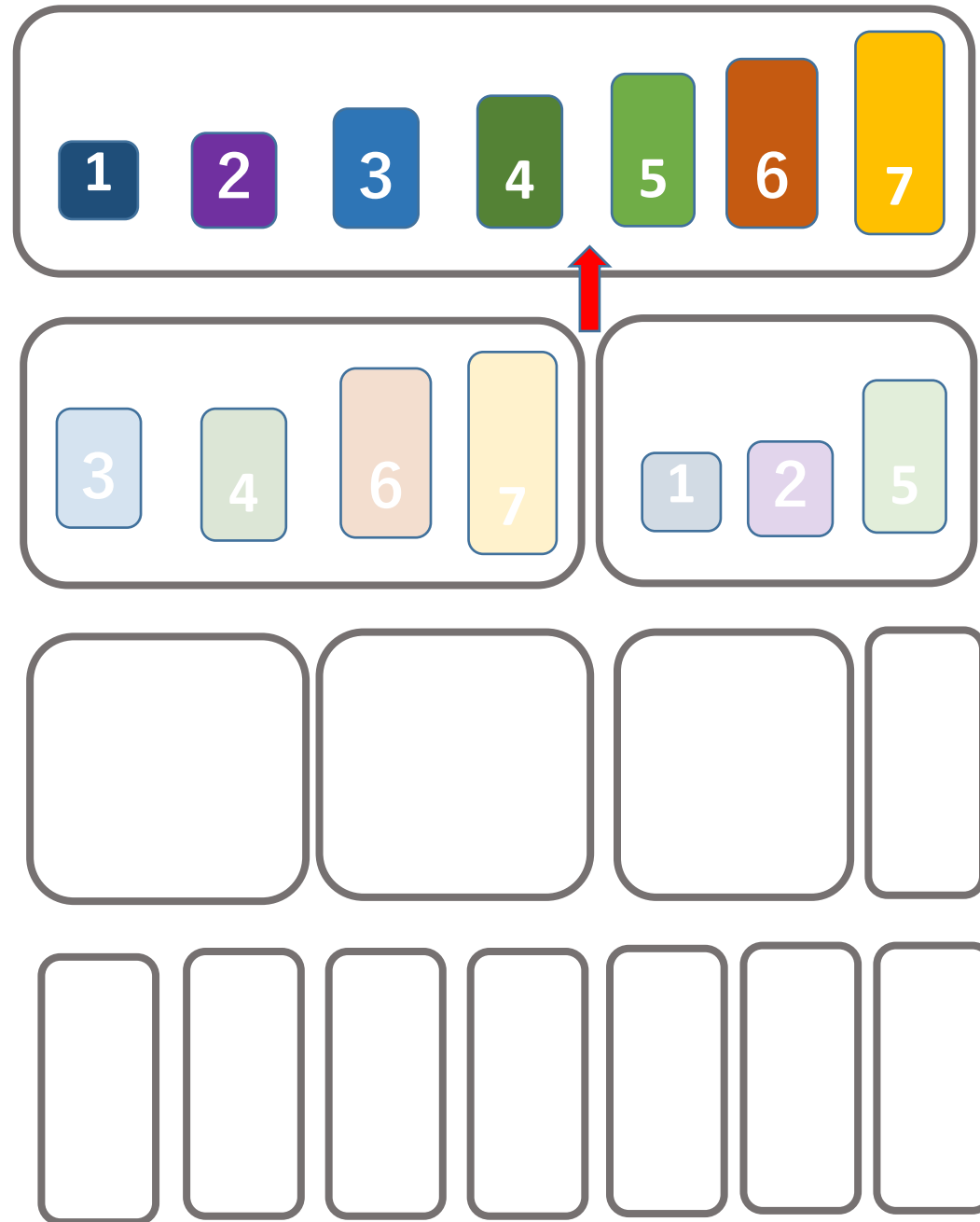
合体する



合体する



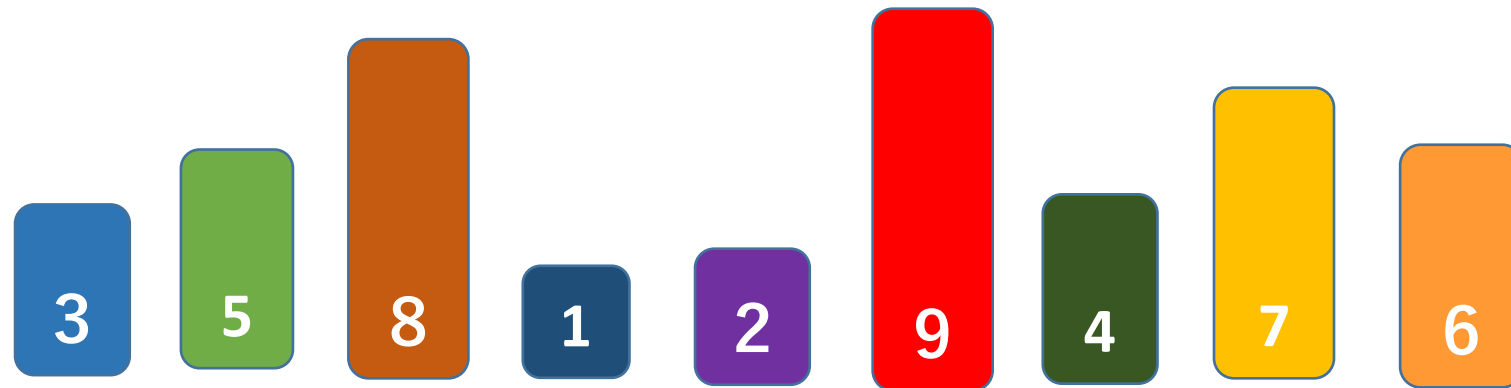
合体する



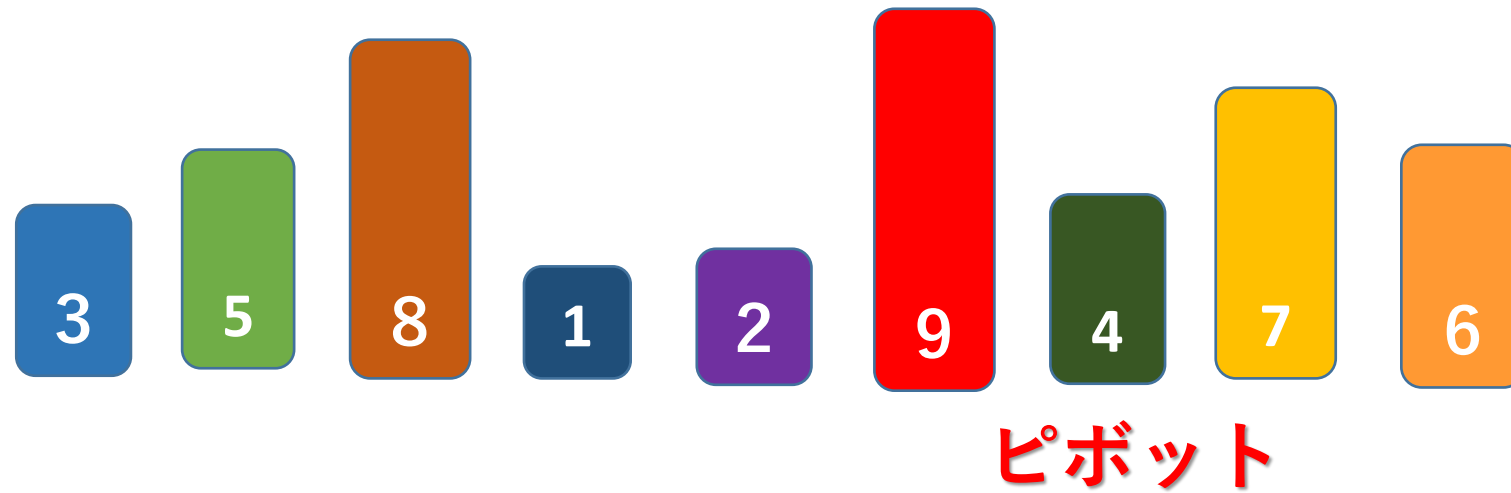
2-7 クイックソート

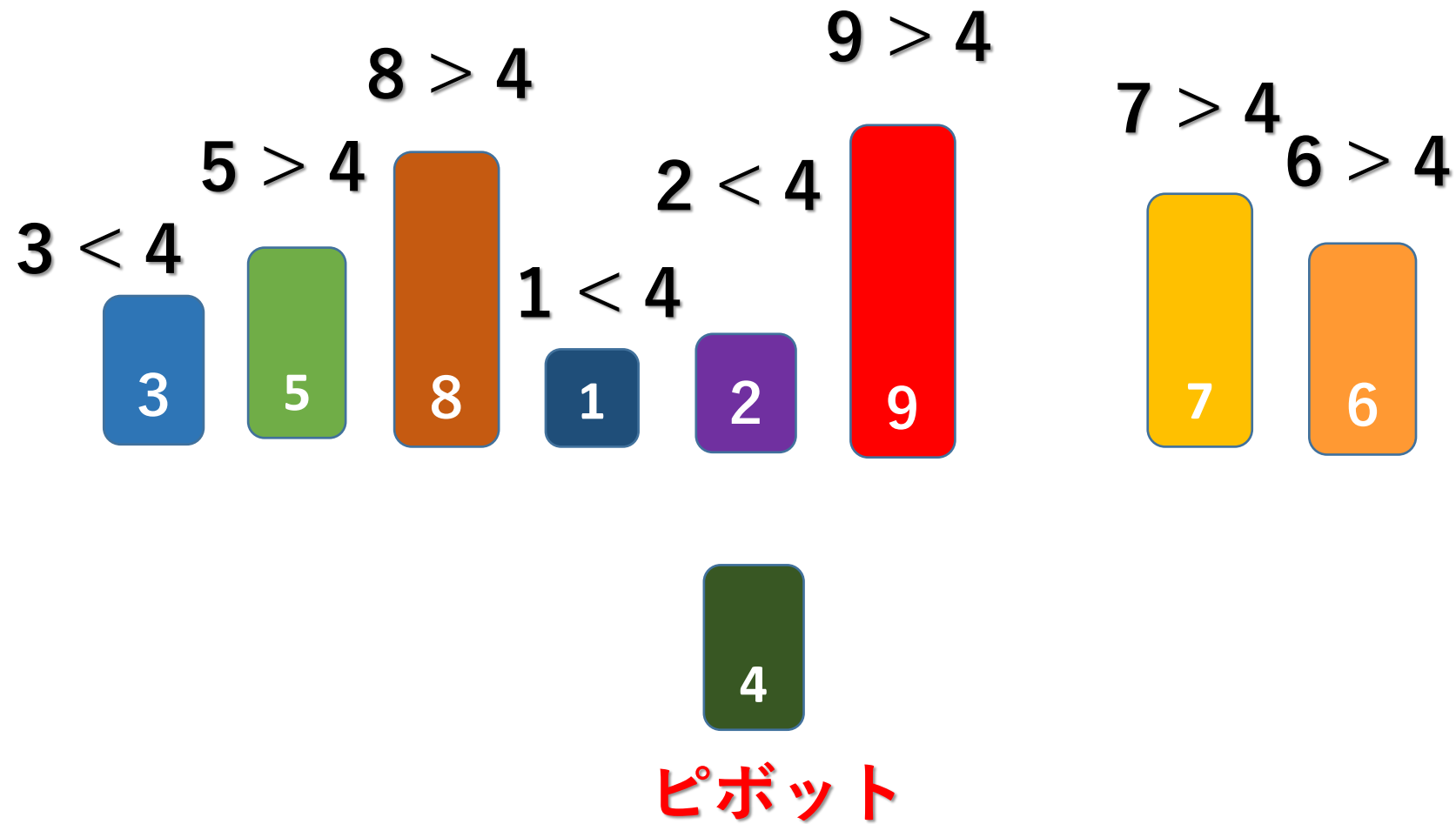
基準となる数（ピボット）を数列の中からランダムに1つ選ぶ
ピボット以外の数字を「ピボットより小さい数」と「ピボットより大きい数」に分ける

[ピボットより小さい数] ピボット [ピボットより大きい数]
[]の中をクイックソートする

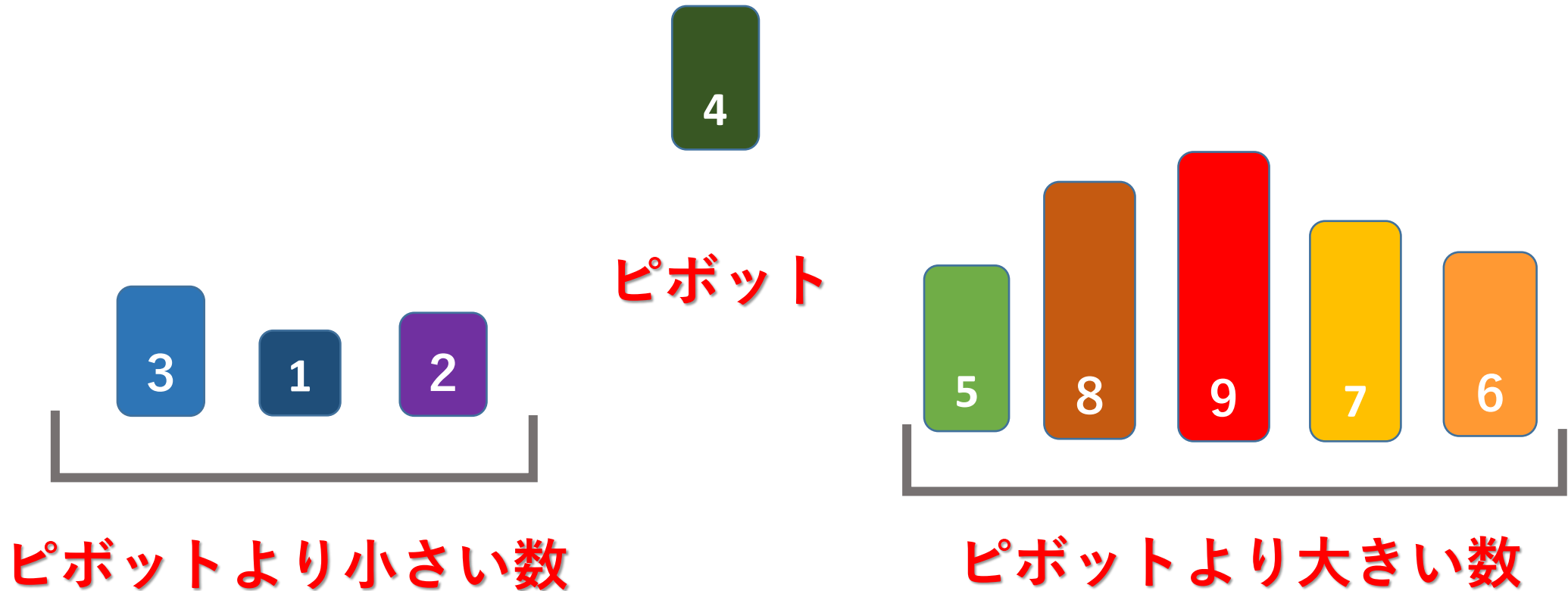


ピボットをランダムに選ぶ

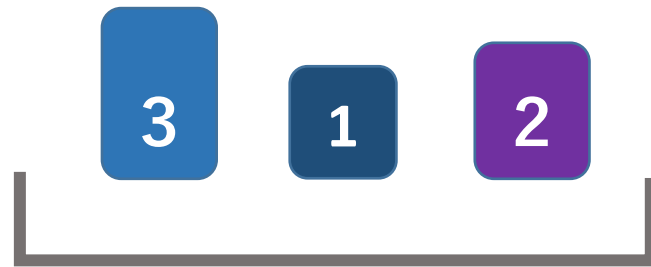




[ピボットより小さい数] [ピボットより大きい数]
をそれぞれ独立にソートする



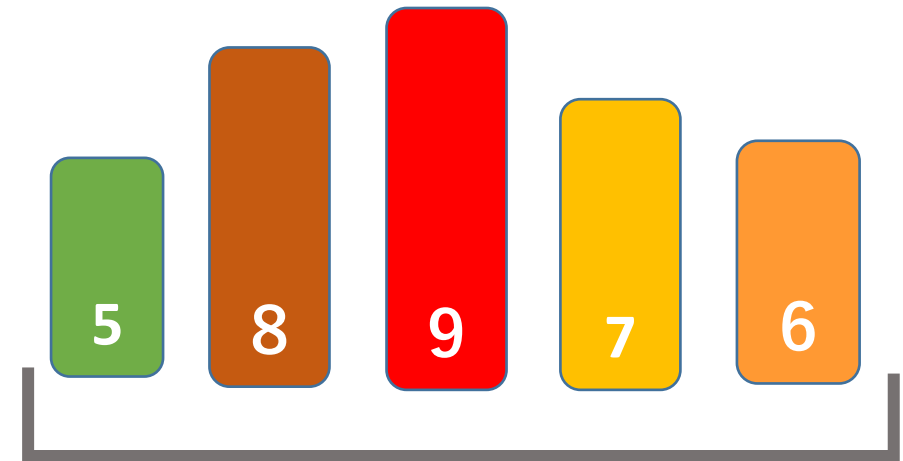
まず[ピボットより大きい数]をソートする



ピボットより小さい数



ピボット



ピボットより大きい数

ピボットをランダムに選ぶ

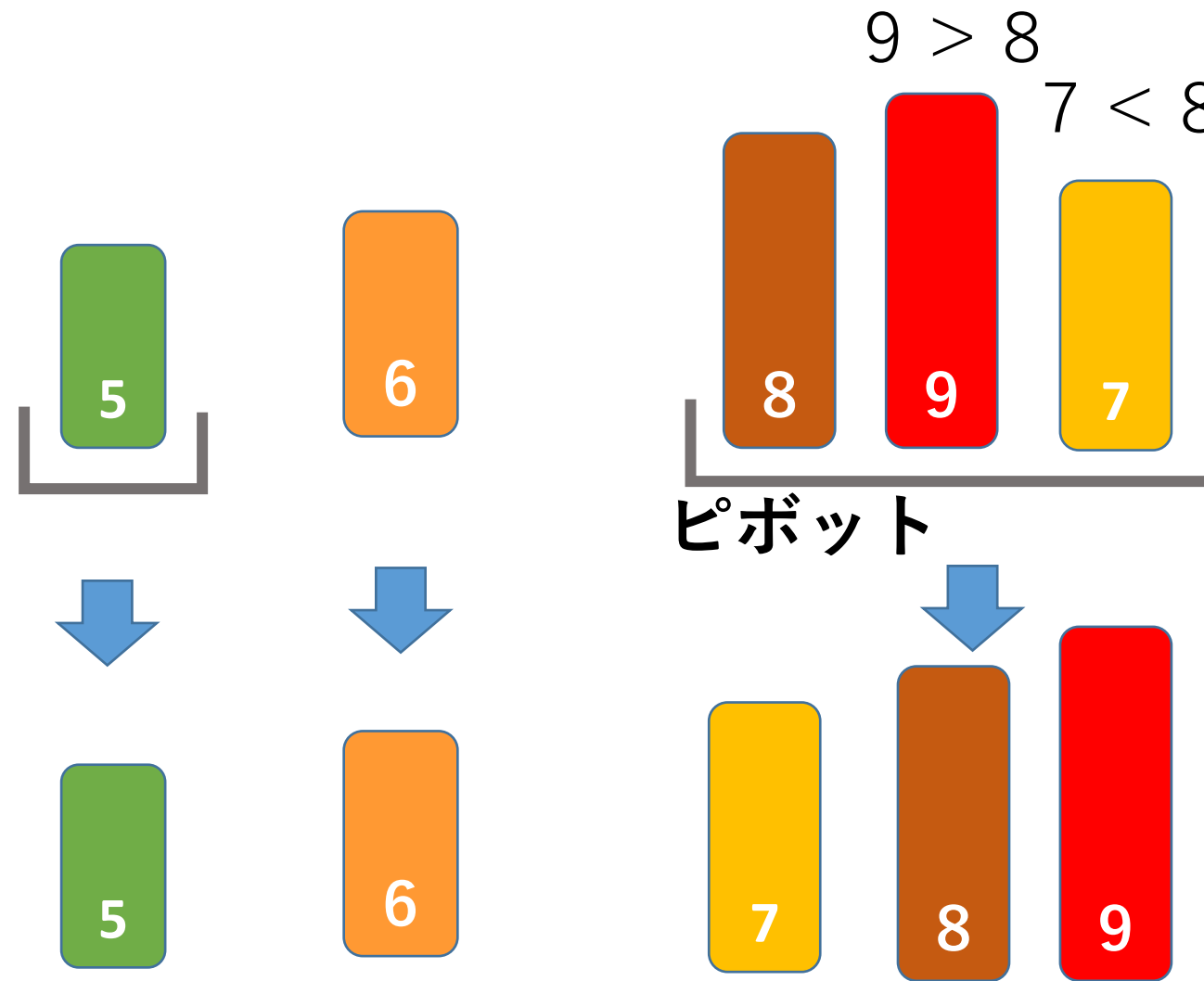


左の数字より順に 6 と比較し、移動する



ピボット

[ピボットより大きい数]に対してピボットを選び、数字を移動する



ソート完了！

[ピボットより大きい数]はソート完了
[ピボットより小さい数]をソートする



ピボットより小さい数 ピボット



ピボットより大きい数

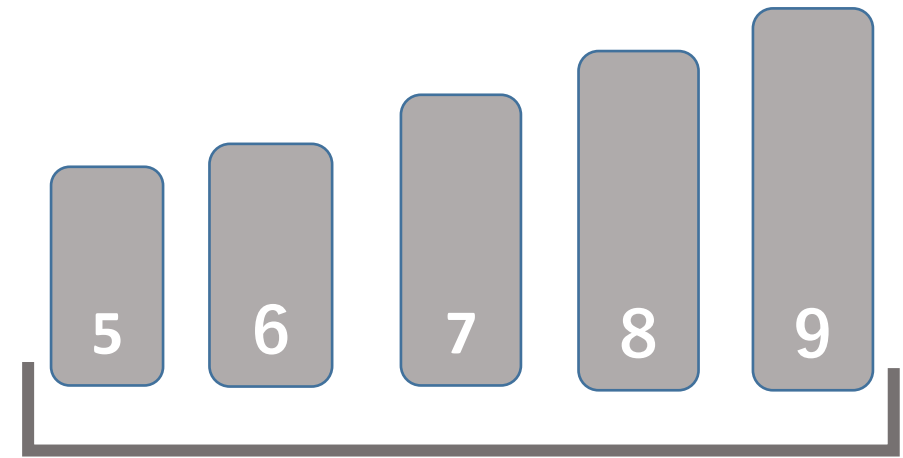
[ピボットより小さい数]をソートする



ピボットより小さい数

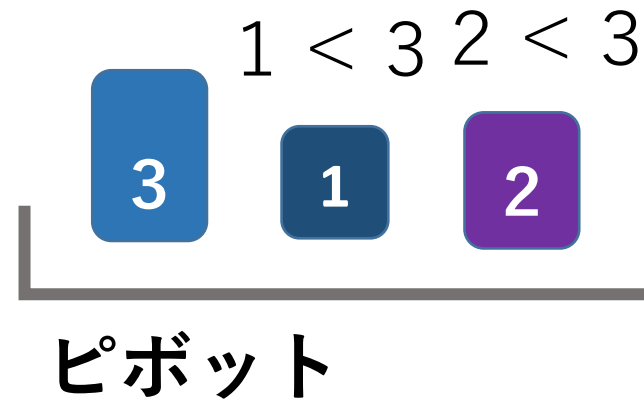


ピボット

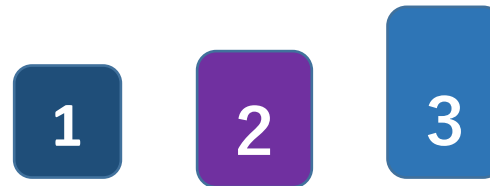


ピボットより大きい数

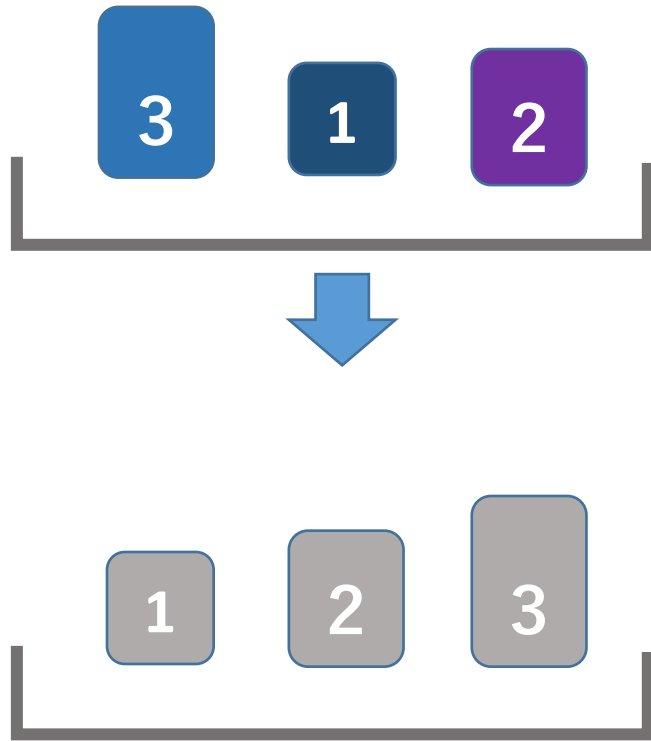
[ピボットより小さな数]をソートする



ソート完了！

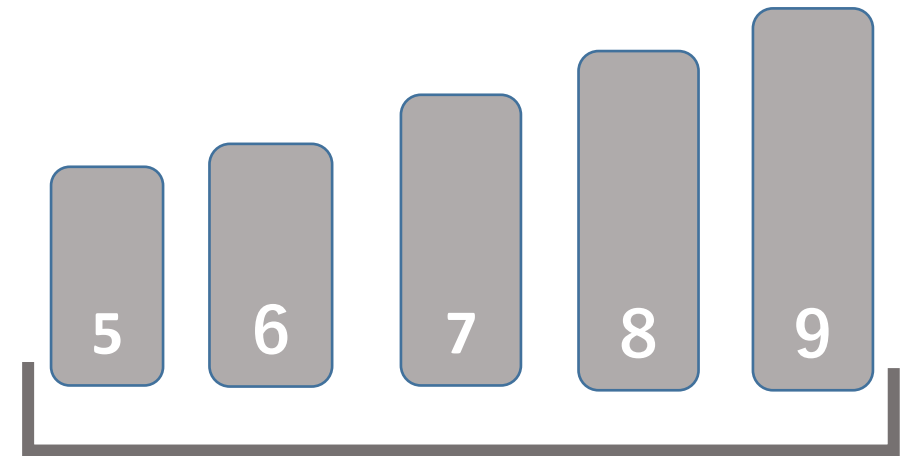


[ピボットより小さい数]はソート完了



ピボットより小さい数 ピボット

全体ソート完了！



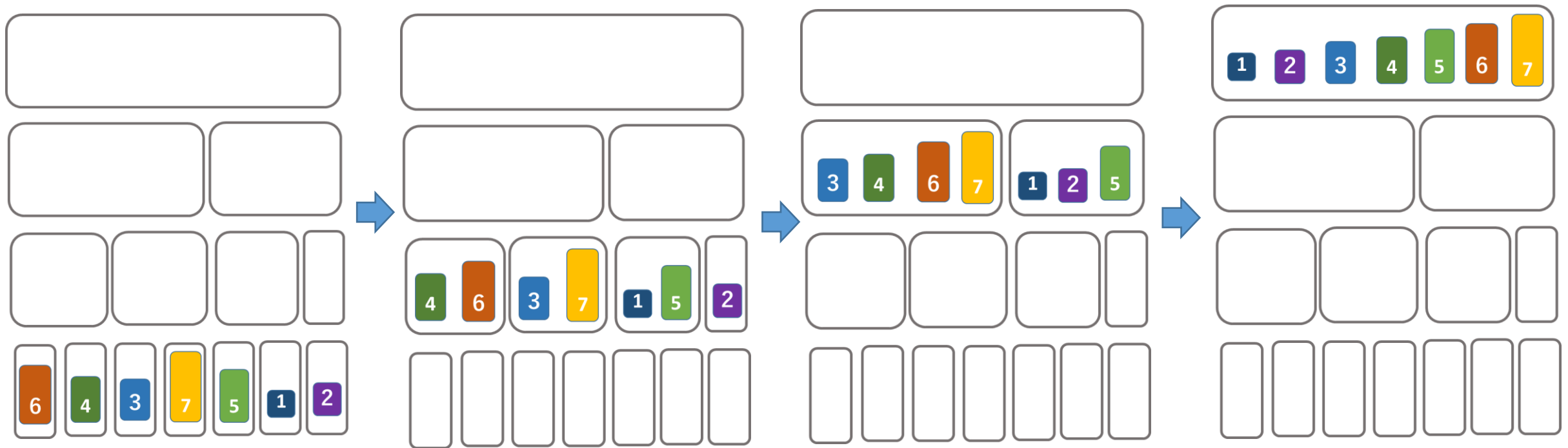
ピボットより大きい数

クイックソート

2つの子問題が元の問題の半分のサイズになるように毎回ピボットを選んでいくと、クイックソートの計算時間は $O(n \log n)$ となる

応用課題 マージソート2

マージソートを再帰プログラムを使わないで作成してください



Sub Merge_sort2()

'再帰を使わない方法

'結合をk=1からk=nまで繰り返す

Dim n, i, p, c, k, kk As Integer

n = Cells(3, 20)

Columns("J:P").Select

Selection.ClearContents

'初期データaをJ列にコピー

For i = 1 To n

Cells(i, 10) = Cells(i, 1)

Next i

'マージソート2

k = 1

Do

k = k * 2

If k > n Then k = n

i = 1

Do

For j = i To i + k - 1

Cells(j - i + 1, 13) = Cells(j, 10)

Next j

' M列の数列を小さいものから順にP列(16列)に並べる

' Small関数を用いる

この部分のプログラムを作成してください

```
i = i + k  
Loop Until i > n
```

```
For j = 1 To n  
    Cells(j, 10) = Cells(j, 16)  
    Cells(j, 13) = ""  
    Cells(j, 16) = ""  
Next j
```

```
Loop Until k = n
```

'ソートした配列（J列）をP列(16列)に表示

```
For i = 1 To n  
    Cells(i, 16) = Cells(i, 10)  
    Cells(i, 10) = ""  
Next i  
End Sub
```