アルゴリズムとデータ構造

第4回　単純なソート

第4回のキーワード

アルゴリズム関係

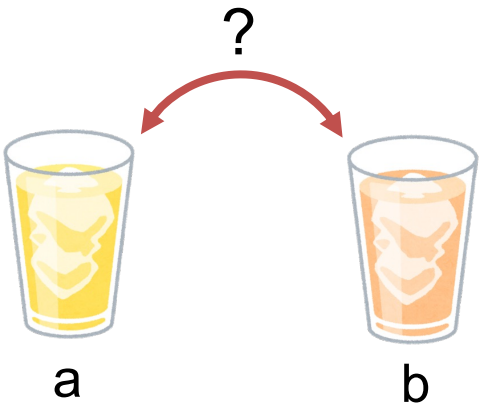
- ソート，並び替え，整列
- バブルソート/単純交換法（bubble sort）
- 選択ソート/単純選択法（selection sort）
- 挿入ソート/単純挿入法（insertion soft）
- 連（run）
- $O(n^2)$
- マージ（merge）

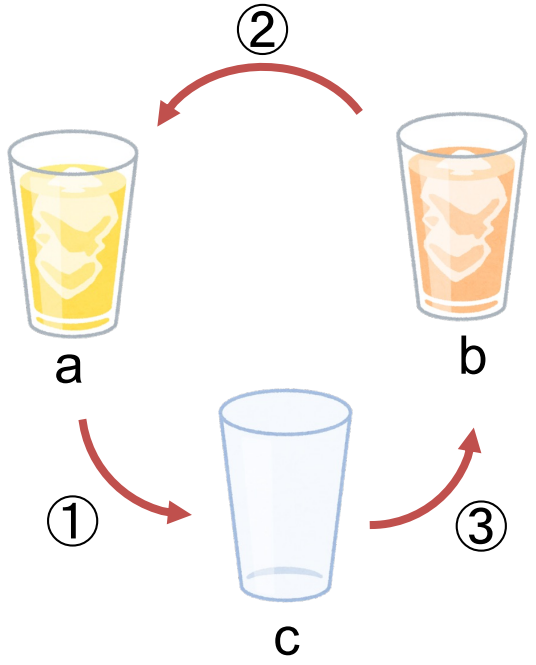
Java関係

- 配列の要素を交換する
- 配列から最小値を選ぶ
- 配列の要素をずらす
- `a[i++]`

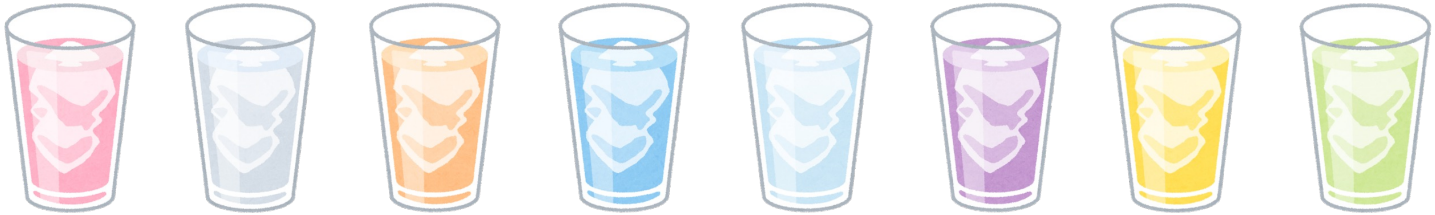
今回からデータが動きます

- 内容を破壊しない手順が必要
  - 例：変数の値の交換





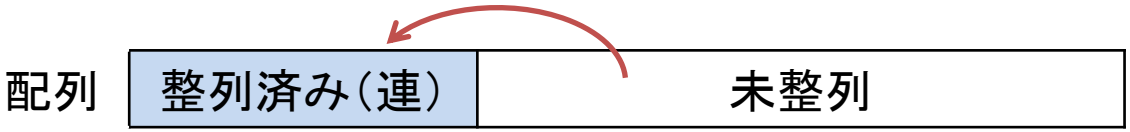
  - 配列の内容がどんどん入れ替わっていく



ソート（整列）

- ソート（整列，並び替え）
  - 配列の内容を何らかの順序で並び替える
  - 例：小さい順（昇順），大きい順（降順），アルファベット順など
  - 要素には全順序の関係が必要（どの2要素も前後関係がある）

- 単純なソートの基本戦略
  - 配列の前半に整列済みの列（「連」という）を作り，残りの未整列の部分から1つずつ要素を移して，連を伸ばしていく



  - そのために使う基本アルゴリズム：配列の要素同士を交換 / 配列から最小値を選択 / 配列の内容をずらして挿入

バブルソート

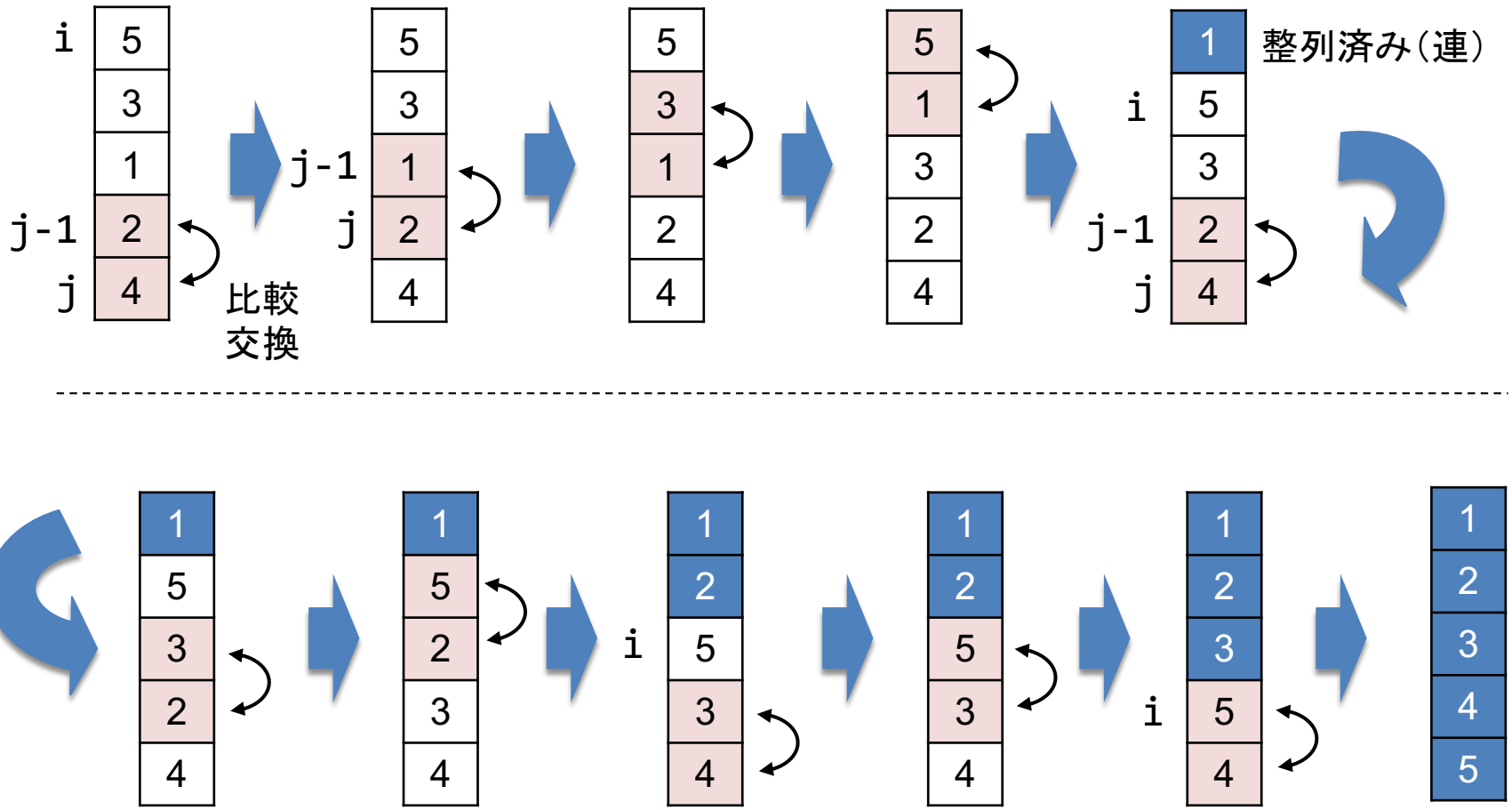
- アルゴリズム
  - 未整列の範囲の末尾から先頭に向かって，順にとなり合う要素を比較し，小さい順でなければ要素を交換していく
  - すると，最小値が先頭に来るので，整列済みの範囲を1要素分広げ，残りの未整列の範囲に対して同様の処理を行う
  - 以上の手順を繰り返すと，最終的に全範囲が整列済みになる

- 実は，ダメな方法
  - 世界初の整列アルゴリズム
  - どんな場合でも，2重のforループをすべて回る
  - 効率が悪いので使われない

```
for (i = 0; i < n - 1; i++) {
    for (j = n - 1; j > i; j--) {
        if (a[j-1] > a[j]) {
            a[j-1]とa[j]を交換
        }
    }
}
```

バブルソートの例

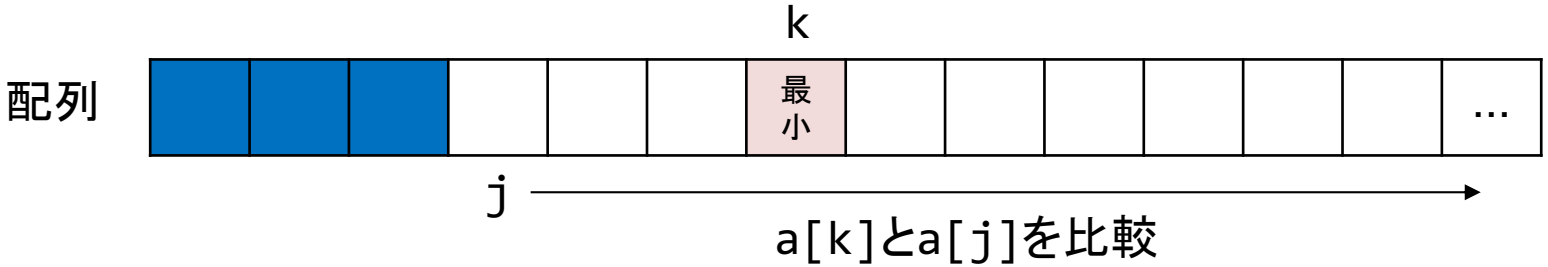
- 後ろから順に，となり同士を比較して交換していく



選択ソート

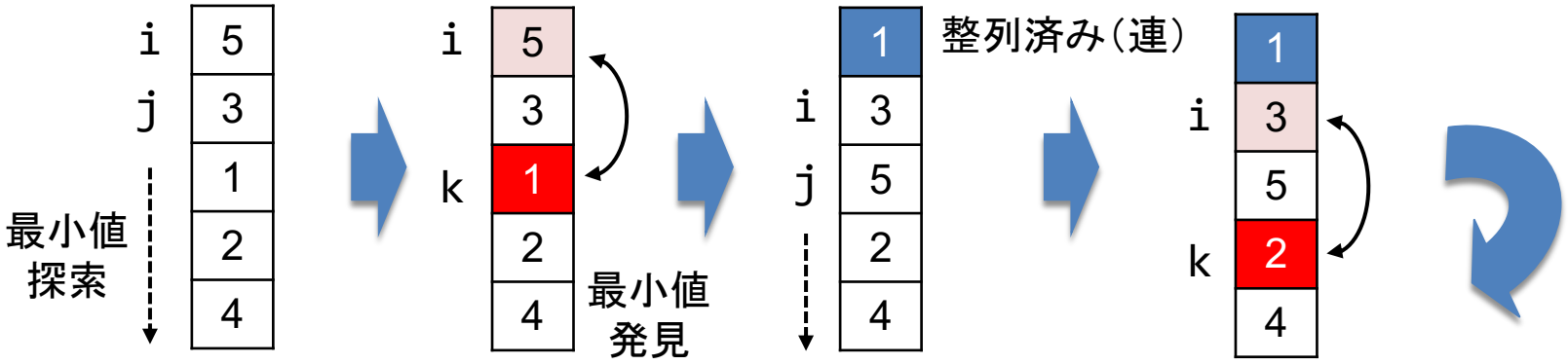
- アルゴリズム
  - 未整列の範囲の要素を順に調べて最小の要素を選択し，未整列の範囲の先頭の要素と交換する
  - すると，整列済みの範囲が1要素分広がるので，残りの未整列の範囲に同様の処理を行う
  - 以上の手順を繰り返すと，最終的に全範囲が整列済みになる

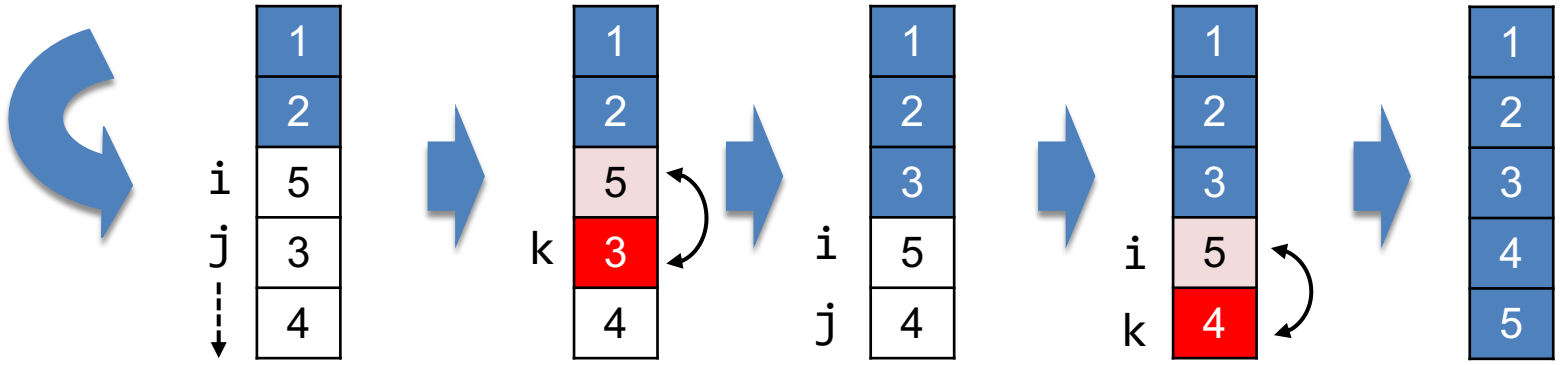
- 最小値の“位置”の求め方
  - 仮の最小値の位置をkとして，a[k]と範囲内の各位置jの要素a[j]を比較し，a[j]のほうが小さければ，kの値をjに更新する



選択ソートの例

- 未整列範囲から最小値を選択し，先頭に並べていく





確認問題

- 選択ソートの理解
  - 配列aの内容を「選択ソート」で小さい順（昇順）に整列する変化の過程を図示し，値の比較と交換の回数を述べよ

a	4	1	3	2

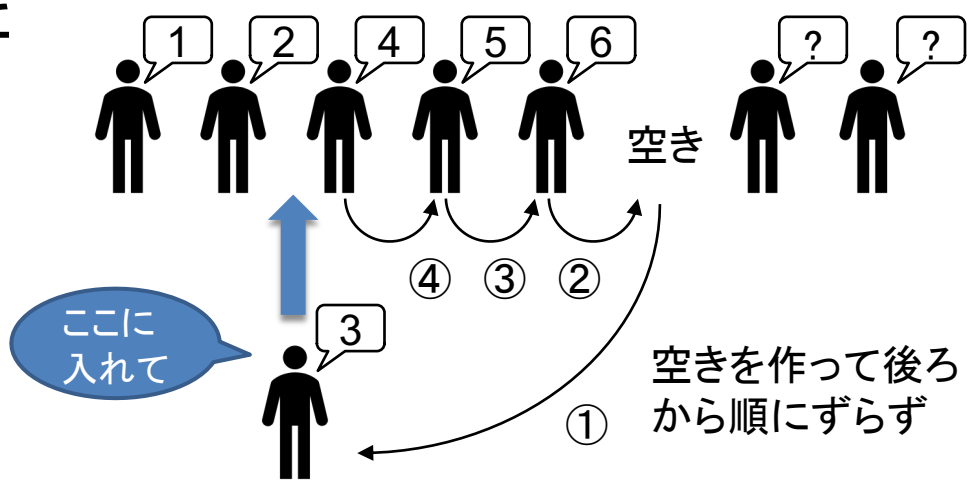
  - a[i]～a[n-1]の範囲から最小値a[k]を見つける処理を示せ

```
int k = i;  // 最初の要素a[i]を仮の最小値とする
for (int j = i + 1;           ; j++) {
    if (                     ) {
        k = j; // kは添字（場所）であることに注意
    }
}
```

挿入ソート

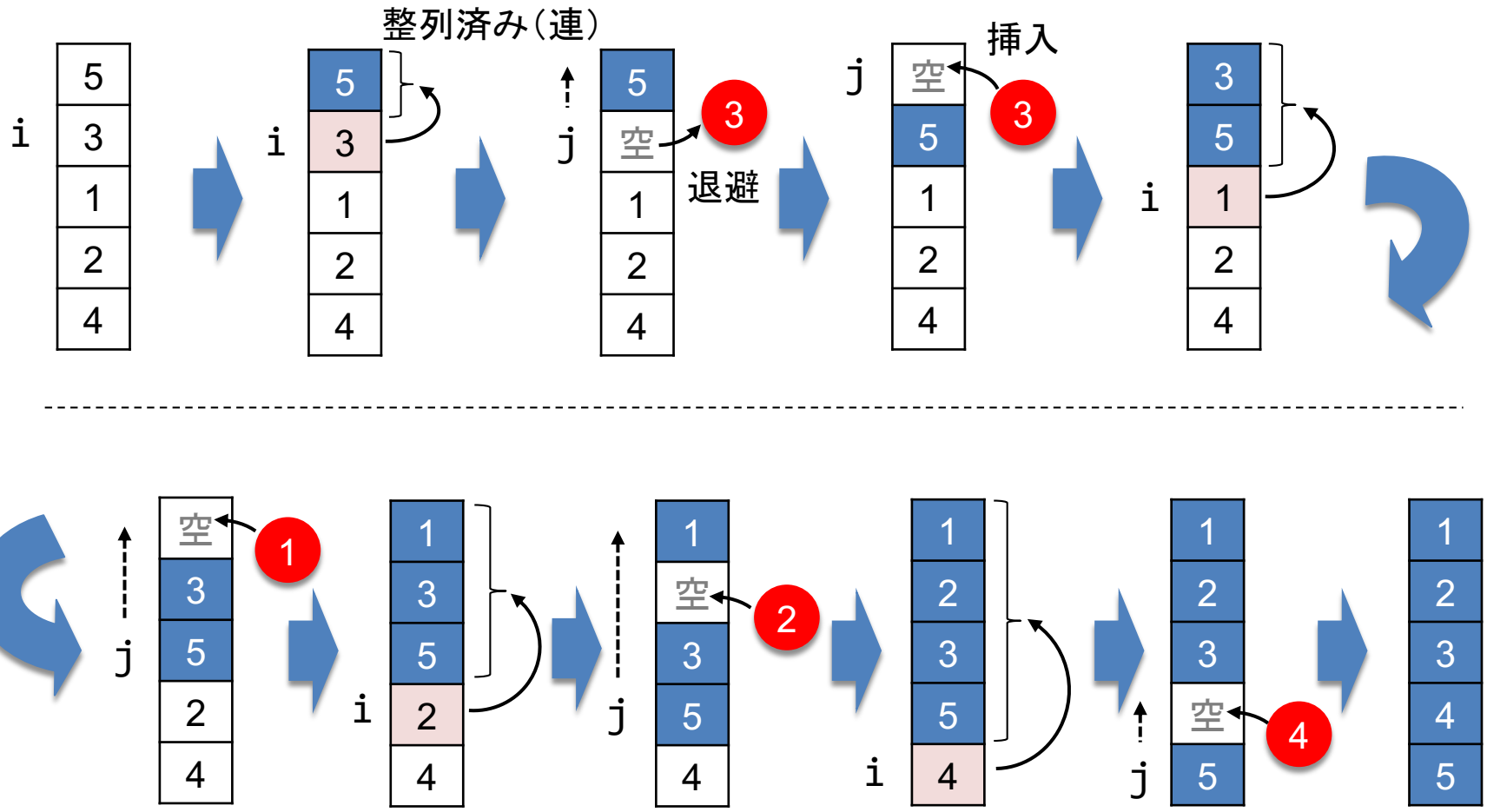
- アルゴリズム
  - まず，配列の先頭の要素は1個で整列済みとする
  - 未整列範囲の先頭の要素を取り出し，その位置を空きとみなす
  - 空きを利用して整列済みの要素を後ろから順に1つずつ後ろにずらし，取り出した要素を適切な大小関係の位置に挿入する
  - 以上の手順を繰り返すと，最終的に全範囲が整列済みになる

- 配列への挿入のしかた
  - 列に割り込ませようとしても前後が詰まっている
  - 要素の中身を後ろから順にずらして，「空き」を挿入位置まで持ってくる



挿入ソートの例

- 未整列の値を整列済み範囲に挿入していく



確認問題

- 挿入ソートの理解
  - 配列aの内容を「挿入ソート」で小さい順（昇順）に整列する変化の過程を図示し，値の比較と交換の回数を述べよ

a	4	1	3	2

  - a[0]～a[i-1]の要素を後ろから順にチェックし，tより大きいものが続く間は，それを後ろに1つずつずらす処理を示せ

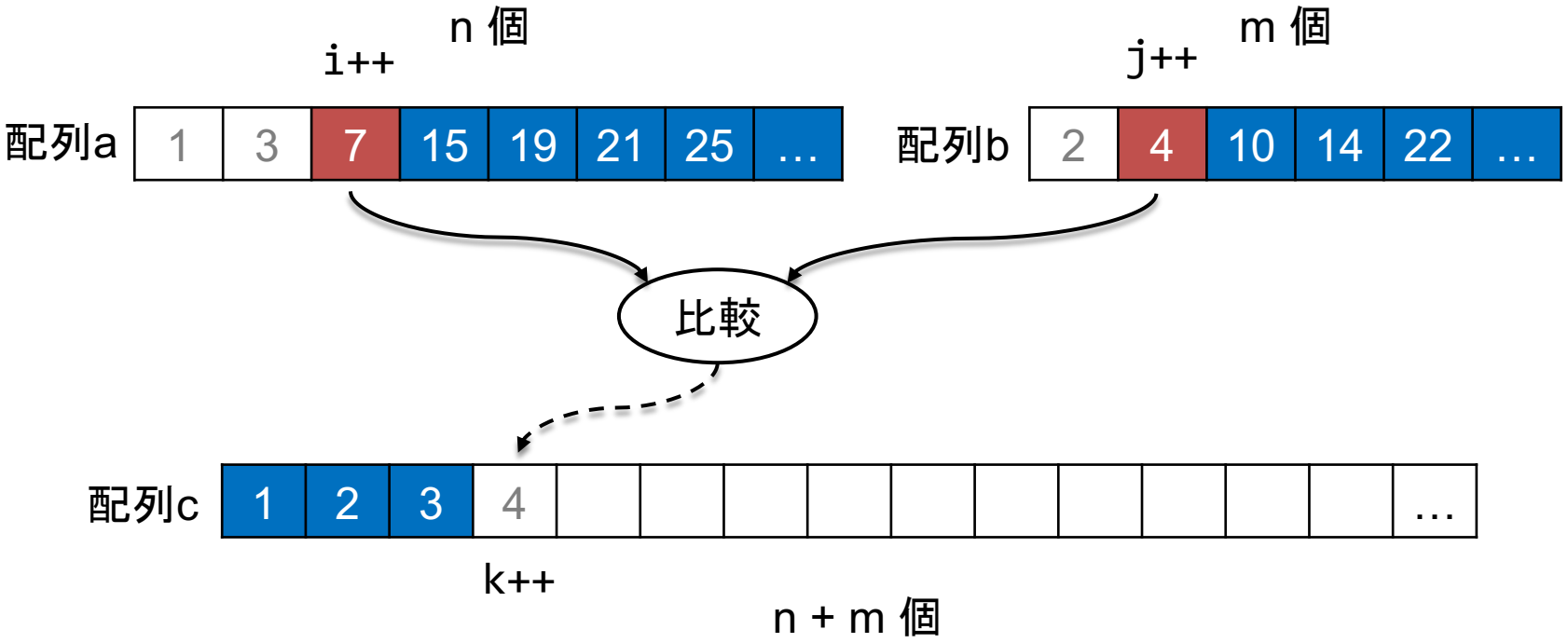
```
int j = i;  // jを使って空き位置（移動先）を指す
while (j >=     ) {
    if (a[j-1]     t ) break;  // ずらしを止める条件

    j--;  // 空き位置は前に1つずれたことになる
}
```

単純なソートの計算量

- 比較と交換の回数
  - ソートでは，要素の比較回数は，交換（移動）回数よりも多い
  - 計算オーダーについては，比較回数だけを考慮すればよい
  - ただし，交換の方が時間がかかるので実用上は注意が必要
- バブルソートと選択ソート
  - 2重ループを全部回るので，比較回数は $n(n-1)/2 \Rightarrow O(n^2)$
  - その上で，交換回数が劇的に少ない選択ソートの方が高速
- 挿入ソート
  - 最悪の場合は，ループを全部回り，比較回数は $n(n-1)/2$
  - 最善の場合は，n 回の比較だけで全く要素を移動せずに完了

配列のマージ

- 整列済みの配列を併合する
  - 先頭同士を比較して，先に来るものを取り出して並べる
  - ただし，各配列の中に残りがあることを先にチェックする



C系言語のよくある書き方

- { } カッコの省略
  - ブロックの中身が1文の場合は，カッコ { } は省略できる
  - というより，{ } は複数の文をまとめて1文として扱う記号
  - 例： if (x < 0) x = 0; // これは if (x < 0) { x = 0; } と同じ

- a[i++], a[++i], a[i--], a[--i] など
  - 配列の要素に順にアクセスする簡潔な記法
    - i++（後置インクリメント）は，先に式を評価してから，iに1を加える
    - ++i（前置インクリメント）は，先にiに1を加えてから，式を評価する
  - 配列のコピーで a[i++] = b[j++] のような書き方をよく使う
  - 例： while (i < a.length && j < b.length)
    a[i++] = b[j++]; // { a[i] = b[j]; i++; j++; } と同じ