

C++ プログラミング III
第12回

マージソート

永並健吾

ソートアルゴリズム

ソート (Sort) とは, データ・数値を規定された大小関係に従って並べること.

- **昇順 (ascending order)** データを小さい順に並べること.
- **降順 (descending order)** データを大きい順に並べること, 昇順の逆.

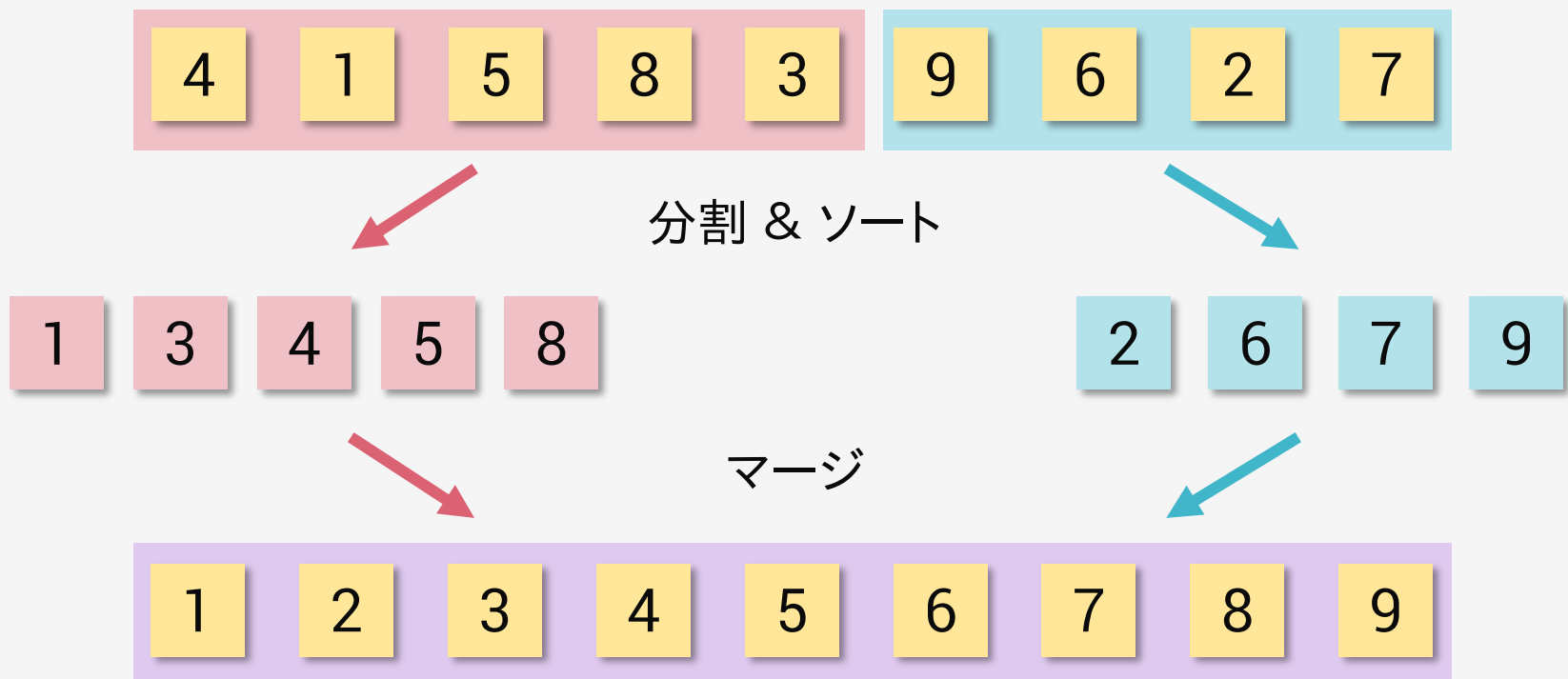
ソートのアルゴリズムは数多く考案されてきたが, それぞれによって **計算効率**, **メモリ使用量**, **並列化の容易さ**, **適用制限** などが異なる.

	平均計算量	安定性 (※)	扱う講義
選択ソート	$O(n^2)$	安定でない	第10回
バブルソート	$O(n^2)$	安定	第10回
クイックソート	$O(n \log n)$	安定でない	第10回
マージソート	$O(n \log n)$	安定	第11回 (今回)
ヒープソート	$O(n \log n)$	安定でない	第12回

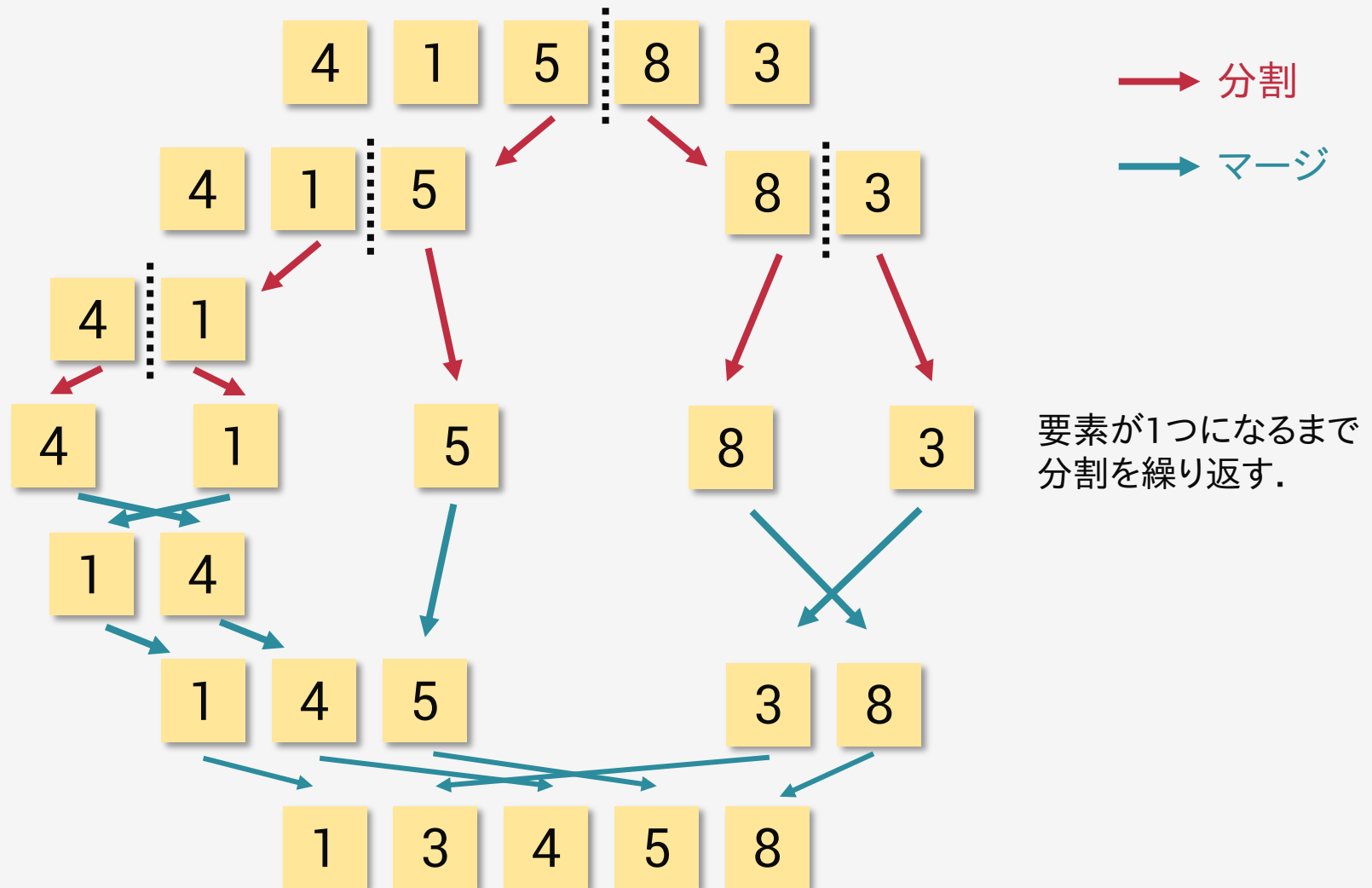
※ ソートの前後で, 値の等しい要素の順序が維持されているとき, **安定** であるという.

マージソート

- 配列を真ん中で2つに分割する.
- 前半部分と後半部分それぞれをソートする. (マージソートの再帰呼び出し)
- ソートされた2つの部分列を一つにまとめる(マージ)



再帰呼び出しの部分



マージの手順

配列 a 内の 3つの添え字 $left$, $center$, $right$ に対して, 部分列 $a[left] \sim a[center]$ と, $a[center+1] \sim a[right]$ はそれぞれすでにソートされているとする.
ここで, この2つの部分列をマージする手順を考える.

1. 前半, 後半それぞれの部分列を一時記録用のために動的確保された配列 (バッファ) $buf1$, $buf2$ にコピーしておく.
2. $b1$, $b2$ をそれぞれ $buf1$, $buf2$ の添え字とし, 初期値は 0 (先頭) とする. また, p を a の添え字とし, 初期値は $left$ (マージする範囲の先頭) とする. ここから, 「 $buf1[b1]$ と $buf2[b2]$ を比較し, 小さいほうの値を $a[p]$ に代入し, p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を $buf1$, $buf2$ のどちらかが全走査されるまで繰り返す.
3. ステップ2の終了後, 全走査されていない方の配列の残りの要素も順番に a に代入していく.
4. すべて代入が終わったので, $buf1$, $buf2$ を解放してマージ完了.

マージの例

前半, 後半それぞれの部分列を一時記録用のために動的確保された配列 (バッファ) buf1, buf2 にコピーしておく.



マージの例

b1, b2 をそれぞれ buf1, buf2の添え字とし, 初期値は 0 (先頭) とする. また, p を aの添え字とし, 初期値は left (マージする範囲の先頭)とする.

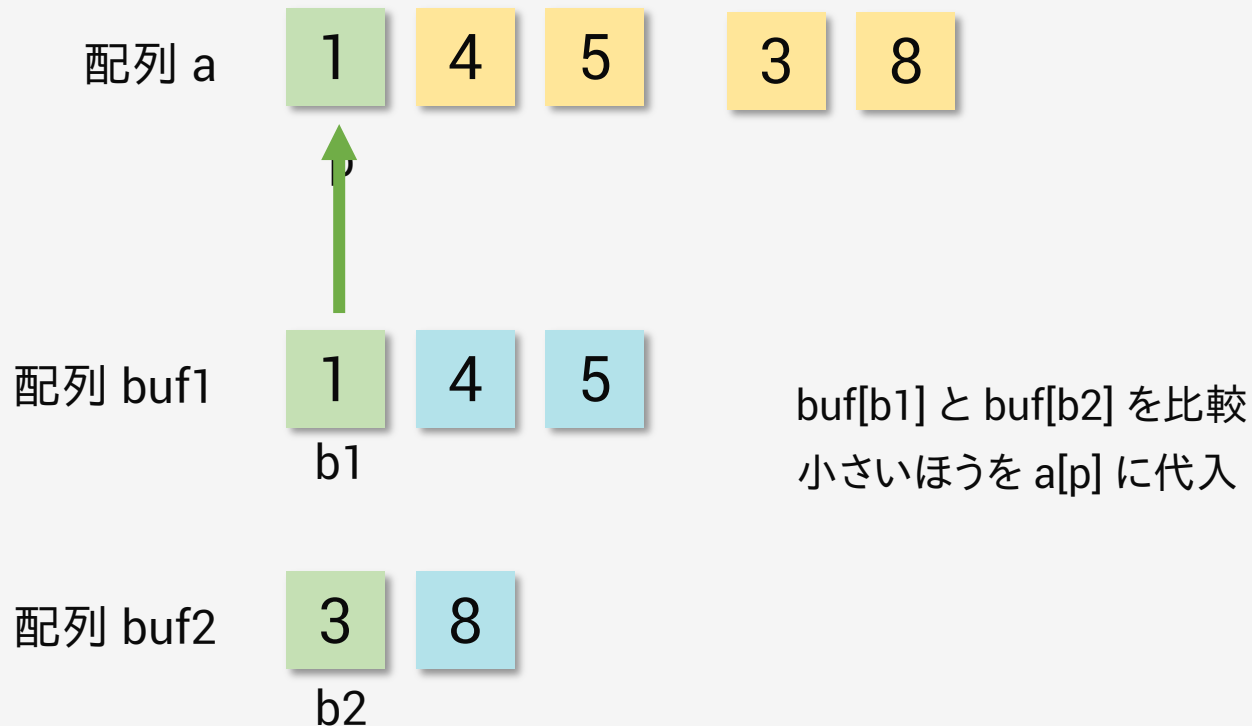
配列 a 1 4 5 3 8
 p

配列 buf1 1 4 5
 b1

配列 buf2 3 8
 b2

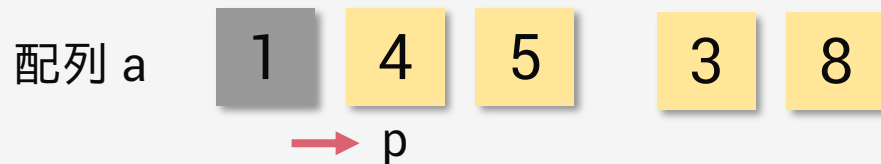
マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

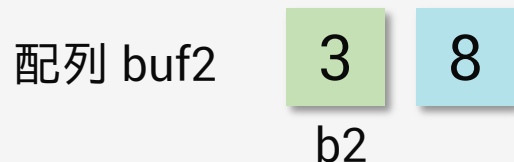


マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

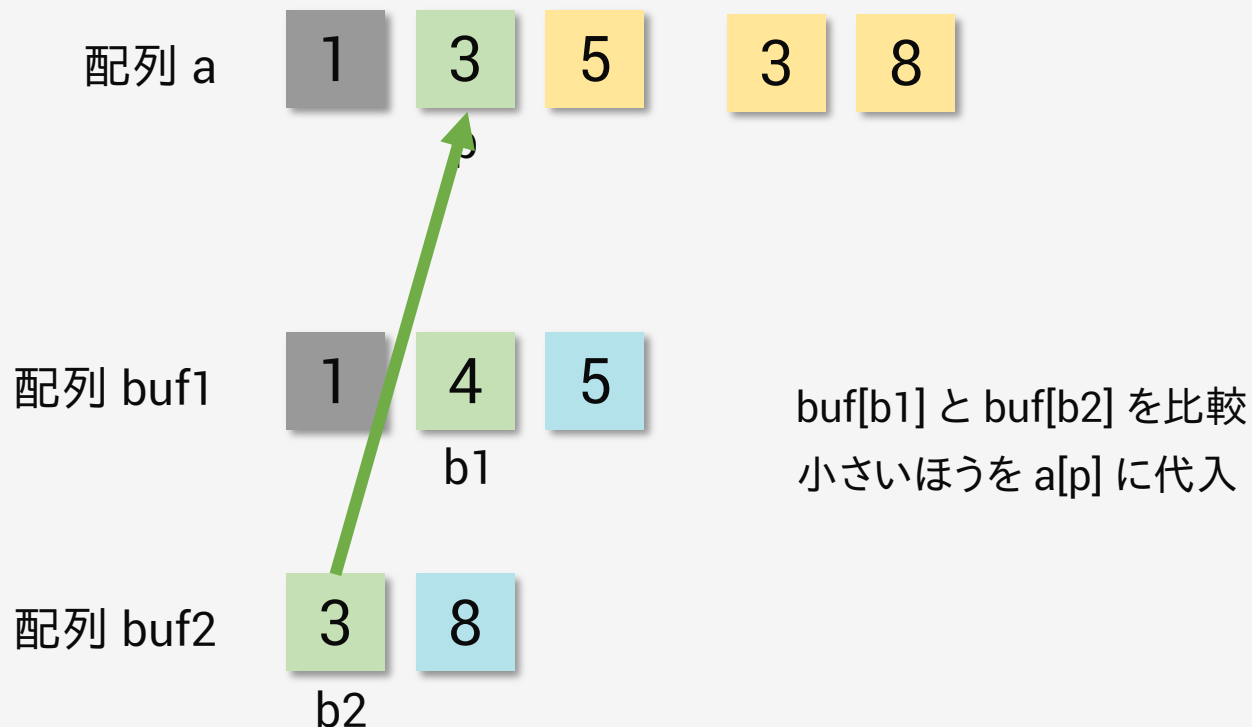


p と代入に使った方の添え字
を一つずつ進める



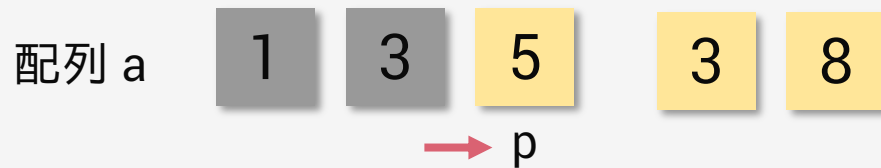
マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

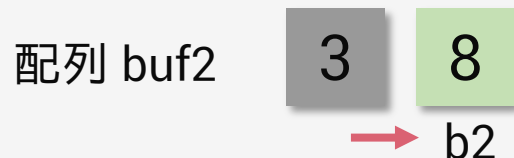


マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

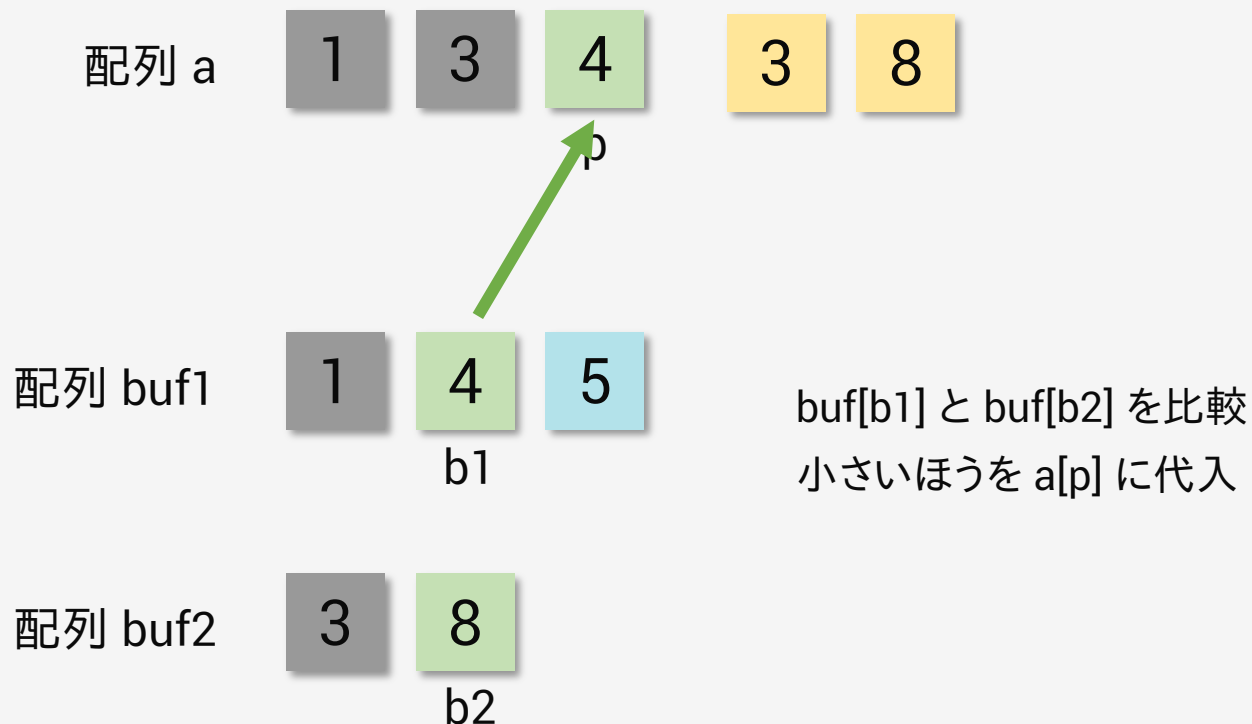


p と代入に使った方の添え字
を一つずつ進める



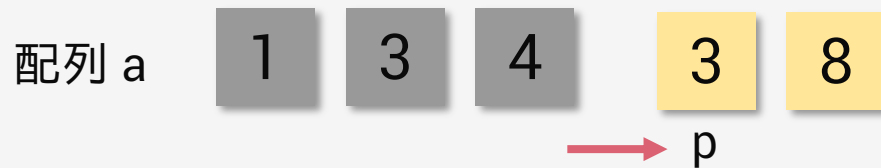
マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

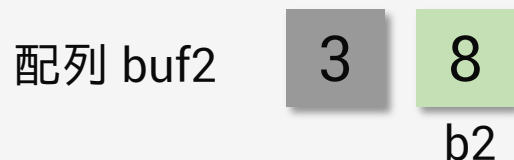


マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

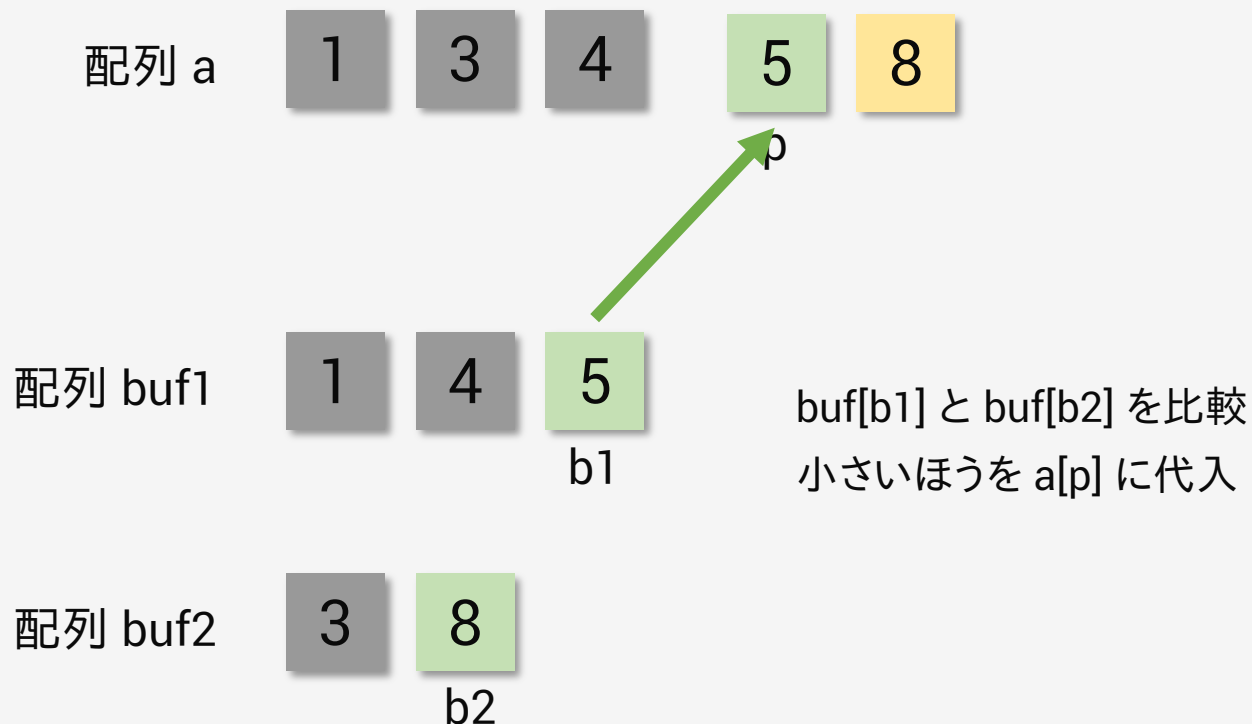


p と代入に使った方の添え字
を一つずつ進める



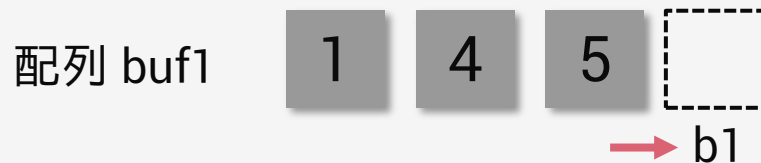
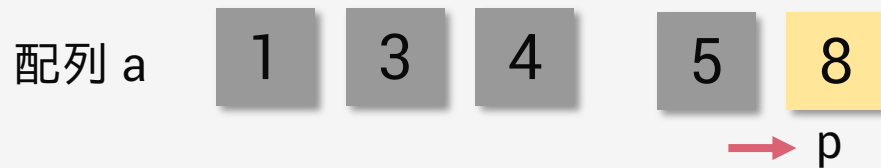
マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

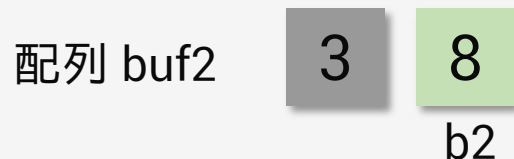


マージの例

「buf1[b1] と buf2[b2] を比較し、小さいほうの値を a[p] に代入し、p と小さい値を持つ方の添え字を一つ進める」という操作を buf1, buf2 のどちらかが全走査されるまで繰り返す。

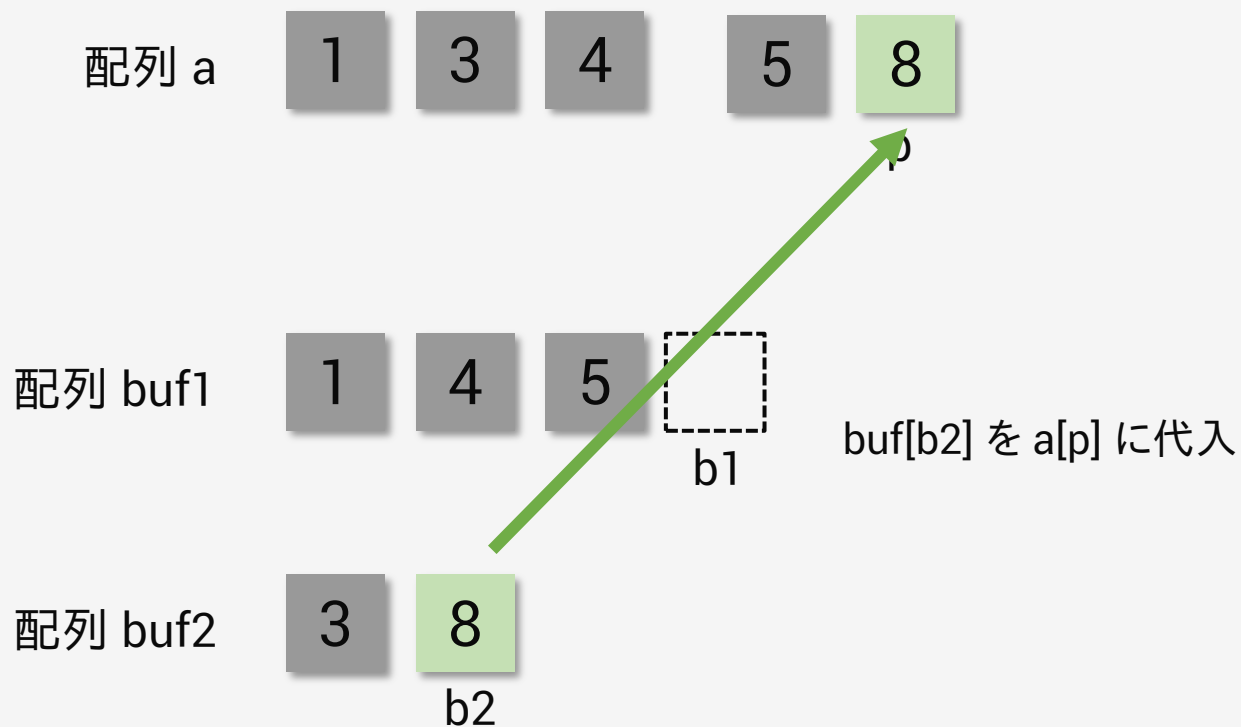


p と代入に使った方の添え字
を一つずつ進める
buf1 が全走査完了



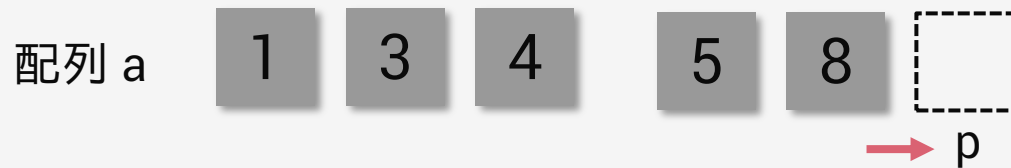
マージの例

全走査されていない方の配列の残りの要素も順番に a に代入していく.



マージの例

全走査されていない方の配列の残りの要素も順番に a に代入していく.



マージの例

buf1, buf2 を解放してマージ完了

配列 a 

配列 buf1 

配列 buf2 

buf1 と buf2 を解放

本日はここまで

お疲れ様でした。

それでは, 演習課題 (マージソートの実装) に取り組みましょう。



授業後でも質問があれば, 永並(s02967@cc.Seikei.ac.jp)まで