

heap勉強会

- mallocやfreeに関して学ぶ
- `INTERNAL_SIZE_T prev_size`
- `INTERNAL_SIZE_T size`
- `INTERNAL_SIZE_T`, `SIZE_SZ`は64bit環境の場合は64bit
- 32bit環境の場合は32bit
- `realloc`や`calloc`については触れない

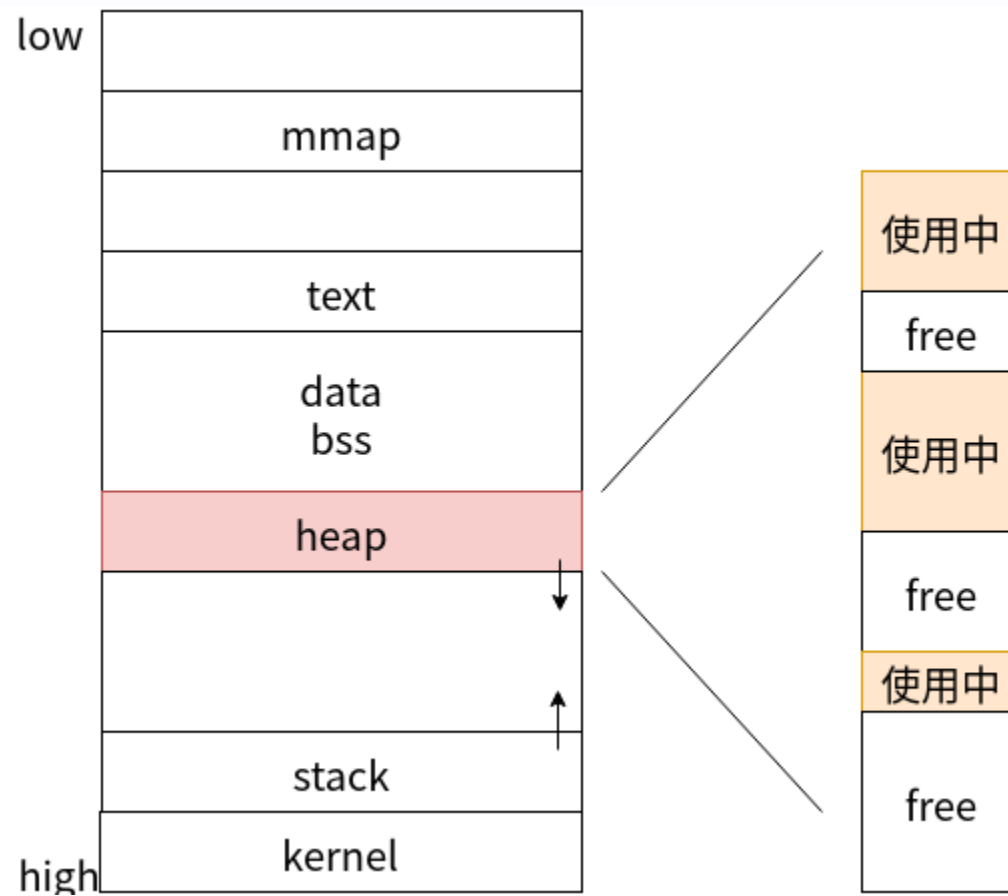
参考資料

- <https://faraz.faiith/2019-10-12-picoctf-2019-heap-challs/>
- https://ctf-wiki.github.io/ctf-wiki/pwn/linux/glibc-heap/heap_structure/
- ptr-yudaiさんのCTFするぞやwrite-up
- <https://furutsuki.hatenablog.com/entry/2019/02/26/112>
- <https://sploitfun.wordpress.com/2015/02/10/understan-glibc-malloc/>
- ももいろテクノロジーの記事

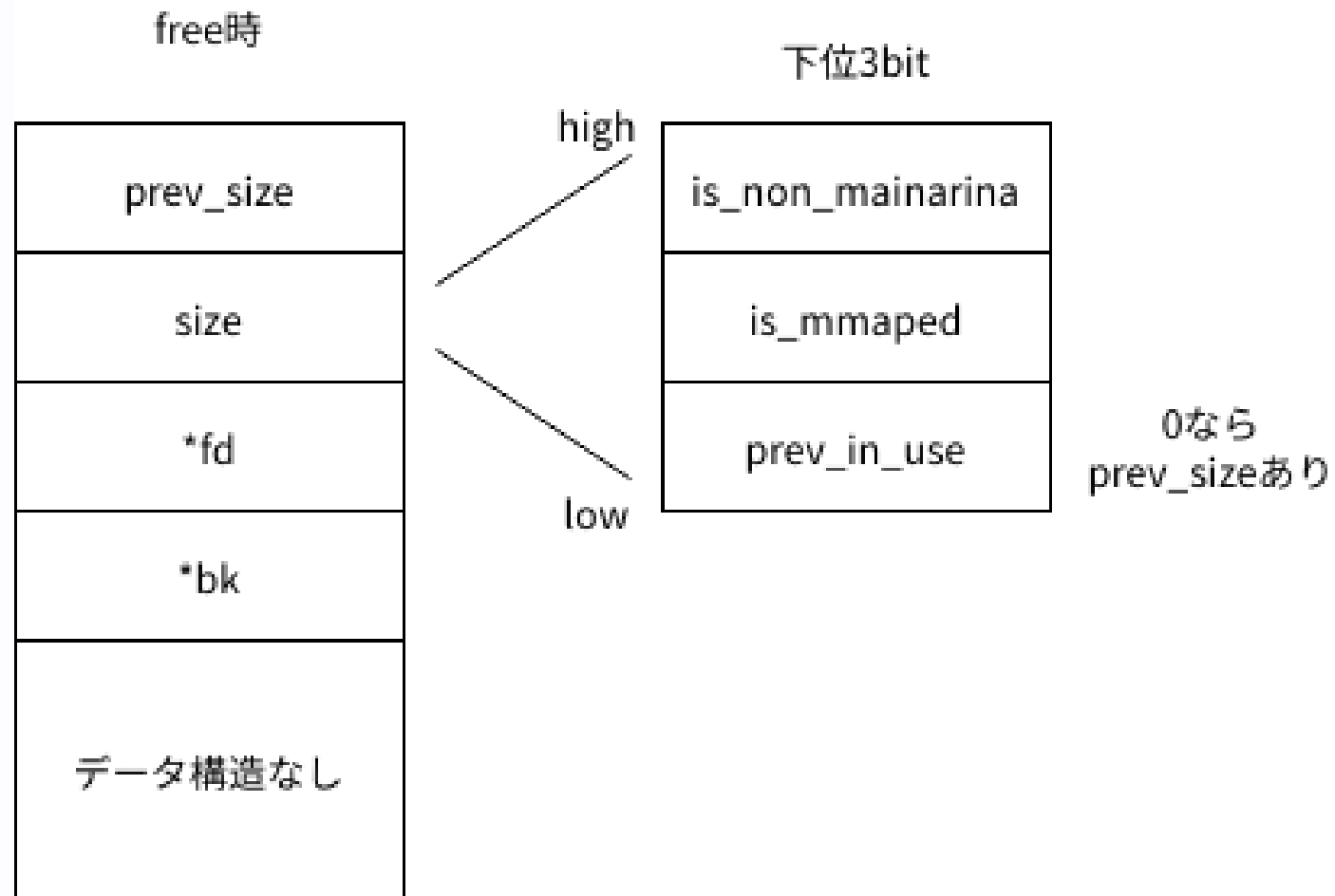
目次

- heap構造を学ぶ
- heapの攻撃について学ぶ

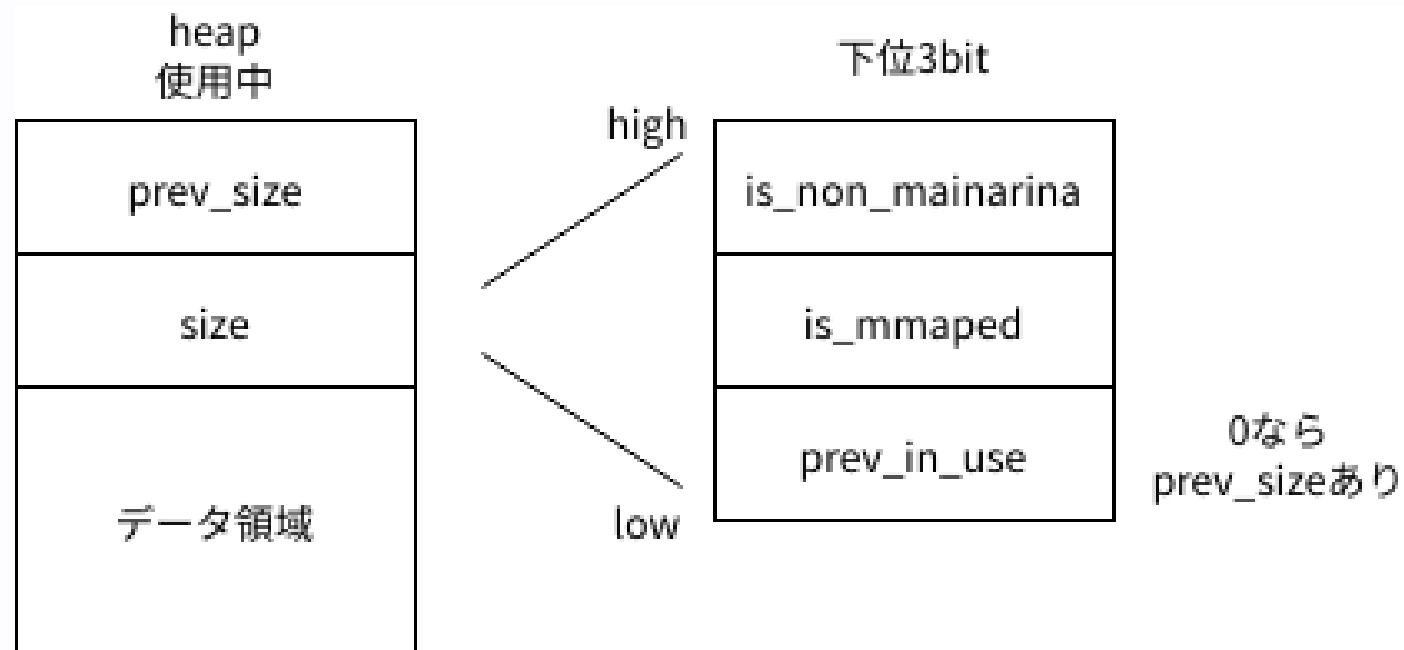
heap領域はどこ？

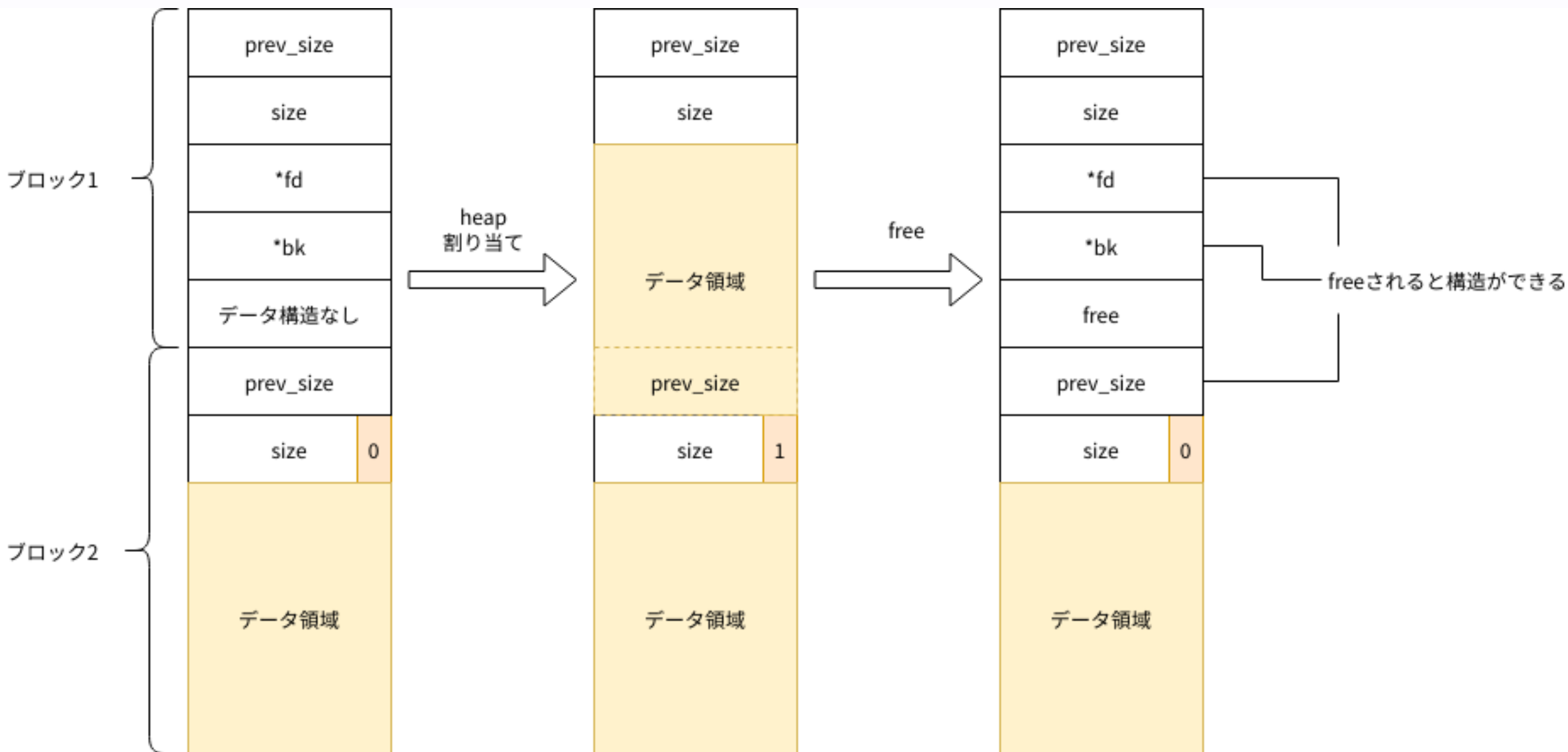


free時のデータ構造



malloc時のデータ構造





free listはこんなに単純？

- 実は数種類ある
 - t-cache
 - fast bin
 - small bin(あまり重要でなさそう)
 - large bin(あまり重要でなさそう)
 - unsorted bin

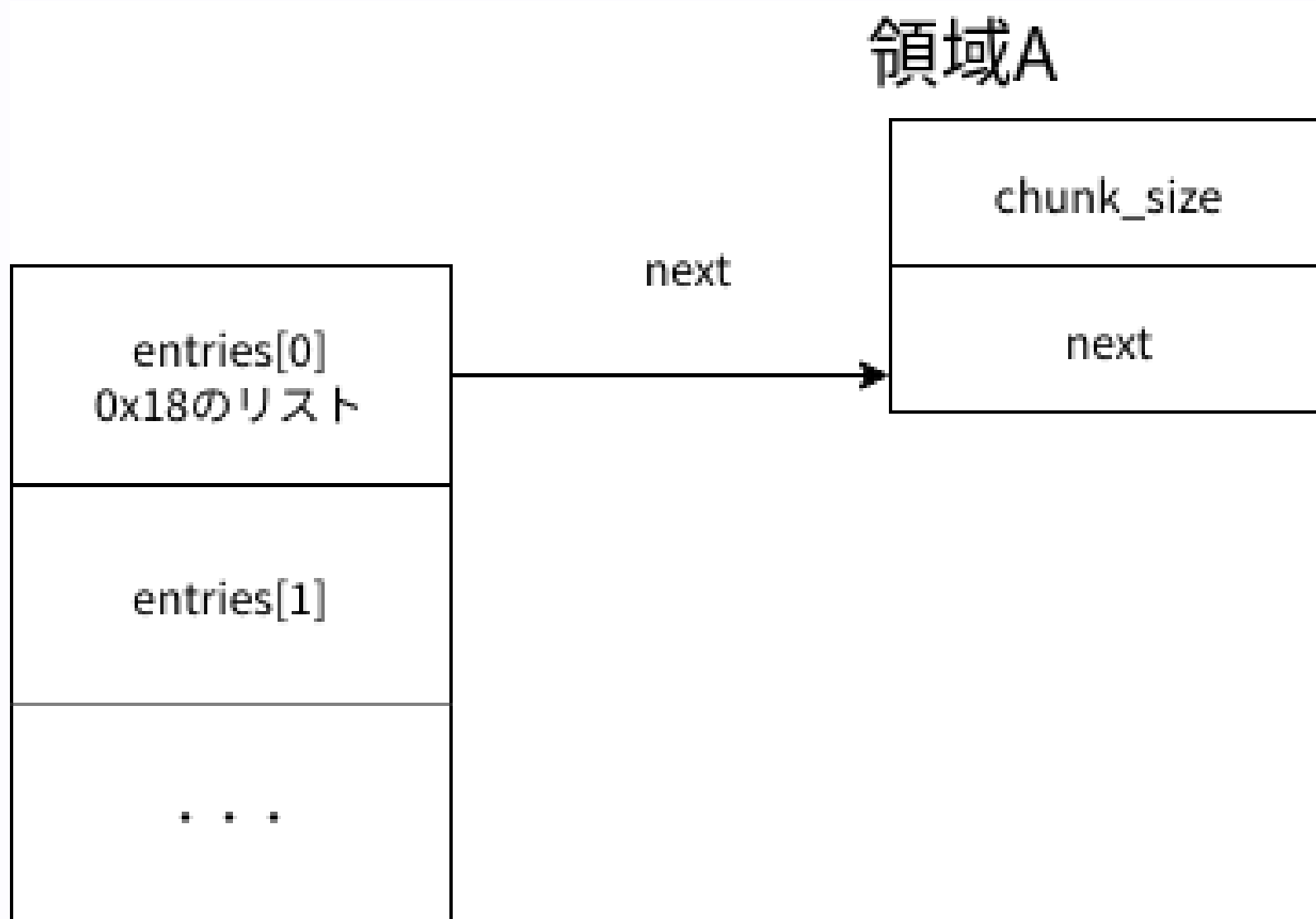
t-cache

- glibc 2.26から追加されたもの
 - スレッド毎のキャッシュ
 - 排他制御の必要がないので高速
- 64bitだと `TCACHE_MAX_BINS` (binの種類)は64になっている
 - キャッシュサイズは0x18, 0x28, 0x38, ... 0x408バイト以下というように区切られている
 - リンクリストの長さは `TCACHE_FILL_COUNT` によって制限されていて7になっている

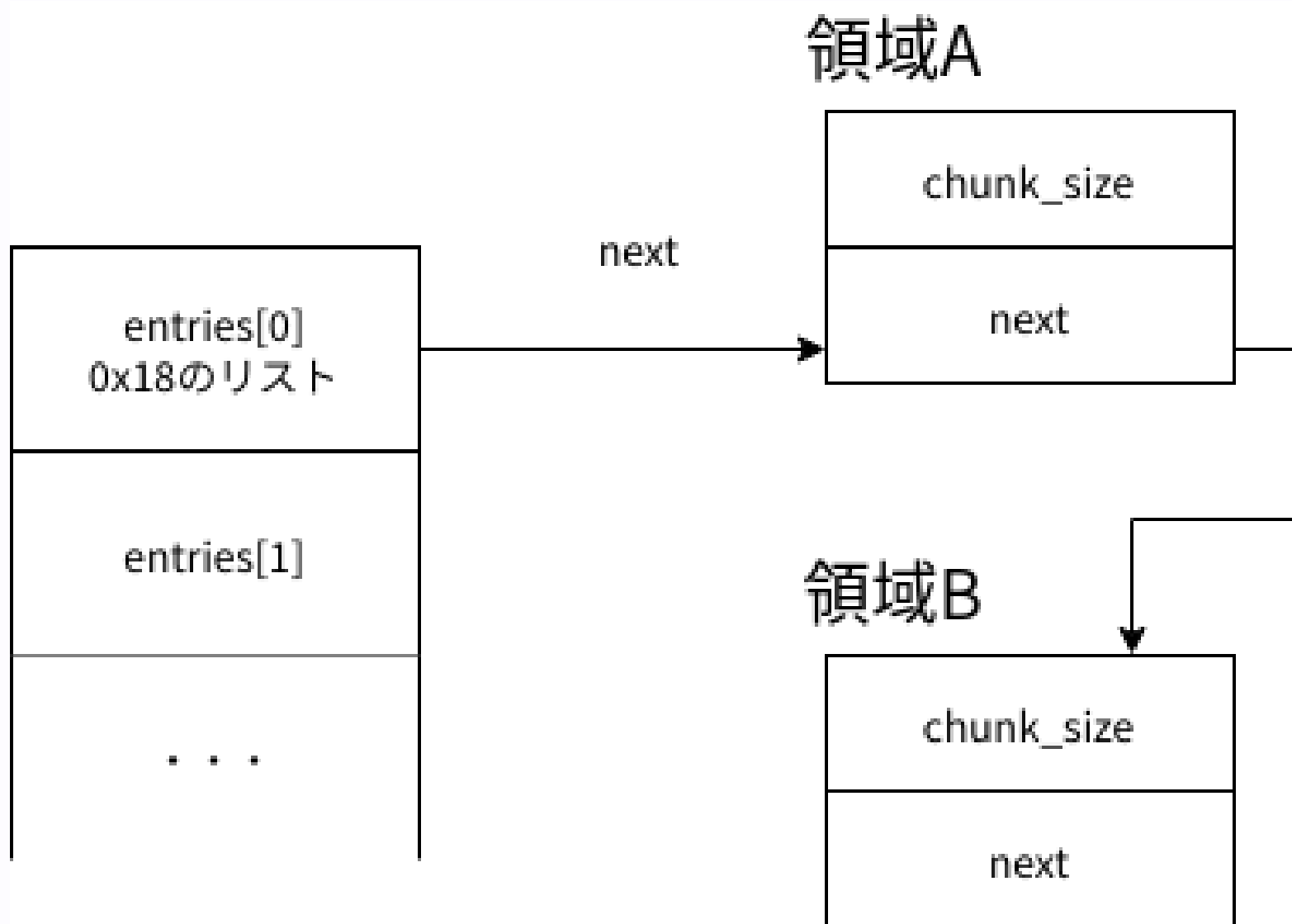
t-cache

- Aを0x10でmallocする
- Bを0x10でmallocする
- Aをfreeする
- Bをfreeする
- Cを0x10でmallocする
- この場合どんな感じになるか

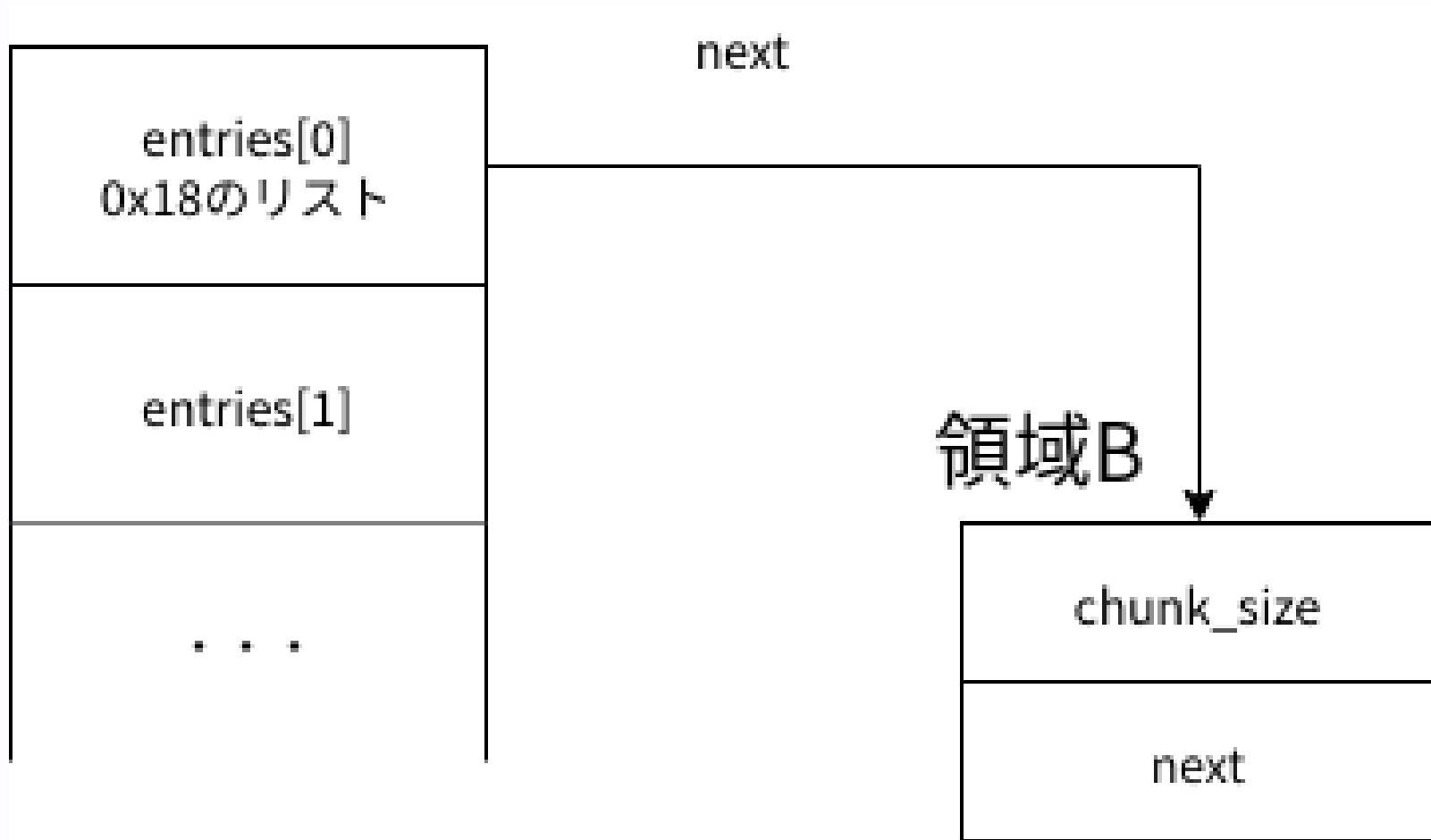
t-cache



t-cache



t-cache



fast bin

- 小さなメモリブロックをmallocしてはfreeするという処理がよくある
 - マウスの移動など
- 普通freeリストで隣接している部分はくっつける
- ↑の条件だと, これは効率が悪い
 - 隣接部分をくっつける
 - 中間チェック
 - mallocの際に切り分ける
 - を繰り返す
- なのでくっつける作業をしない

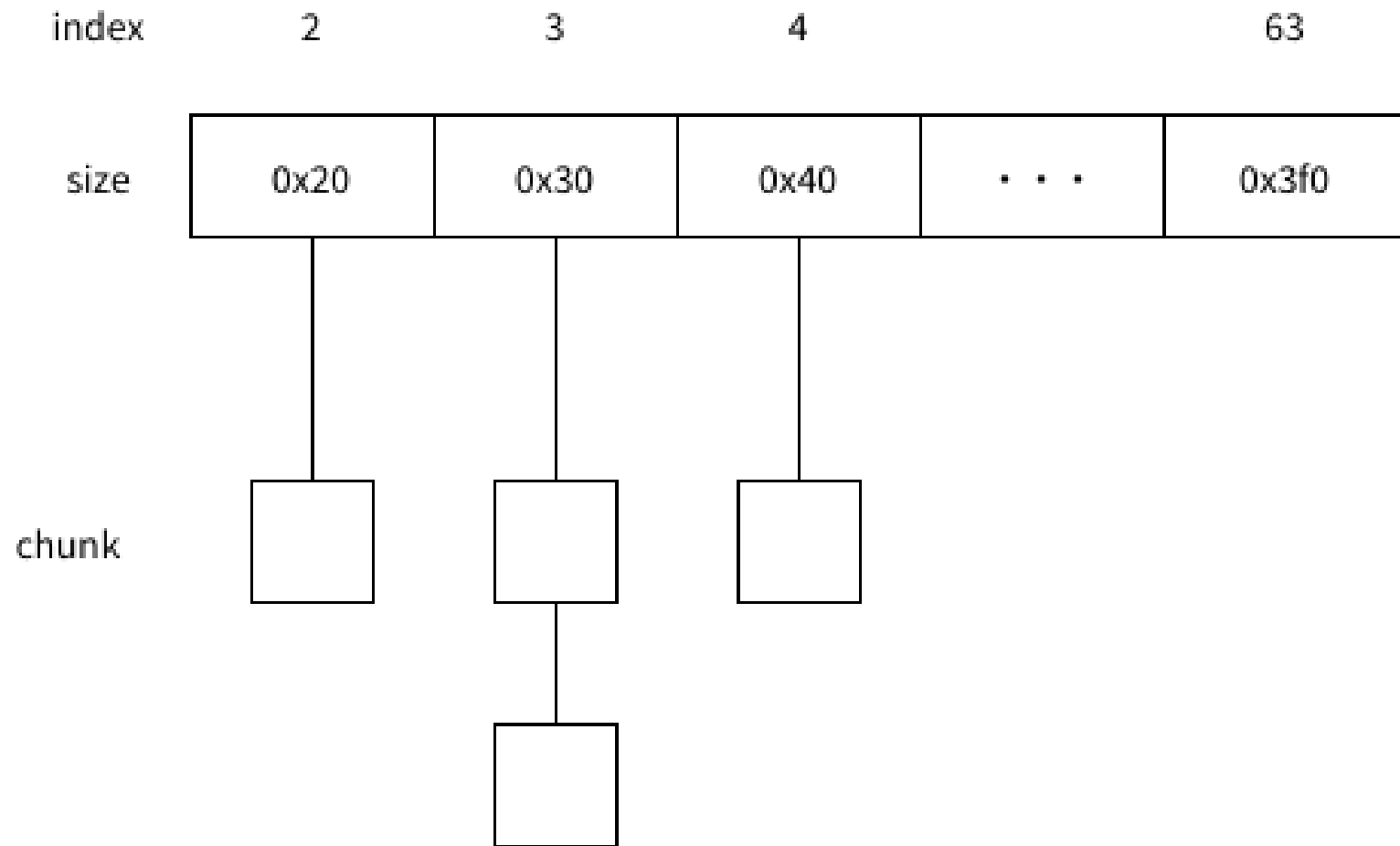
fast bin

- デフォルトで最大チャンクサイズは0x80バイト
- 10個のbinを確保できる
- LIFO
- 単方向リスト
- mallocする際に対応するブロックがあるかどうか判断する
 - 多分t-cacheの次に探す
- malloc時に次のブロック0x~ - 0x8をチャンクサイズとしてインデックスを計算するチェックが入る

small bin

- 62個のチャンク
 - 0x20, 0x30, ... 0x3f0バイト毎
 - $2 * \text{SIZE_ST} * x$
- FIFO
- 双方向リスト
- 隣りがfreed chunkだとくっつける

small bin

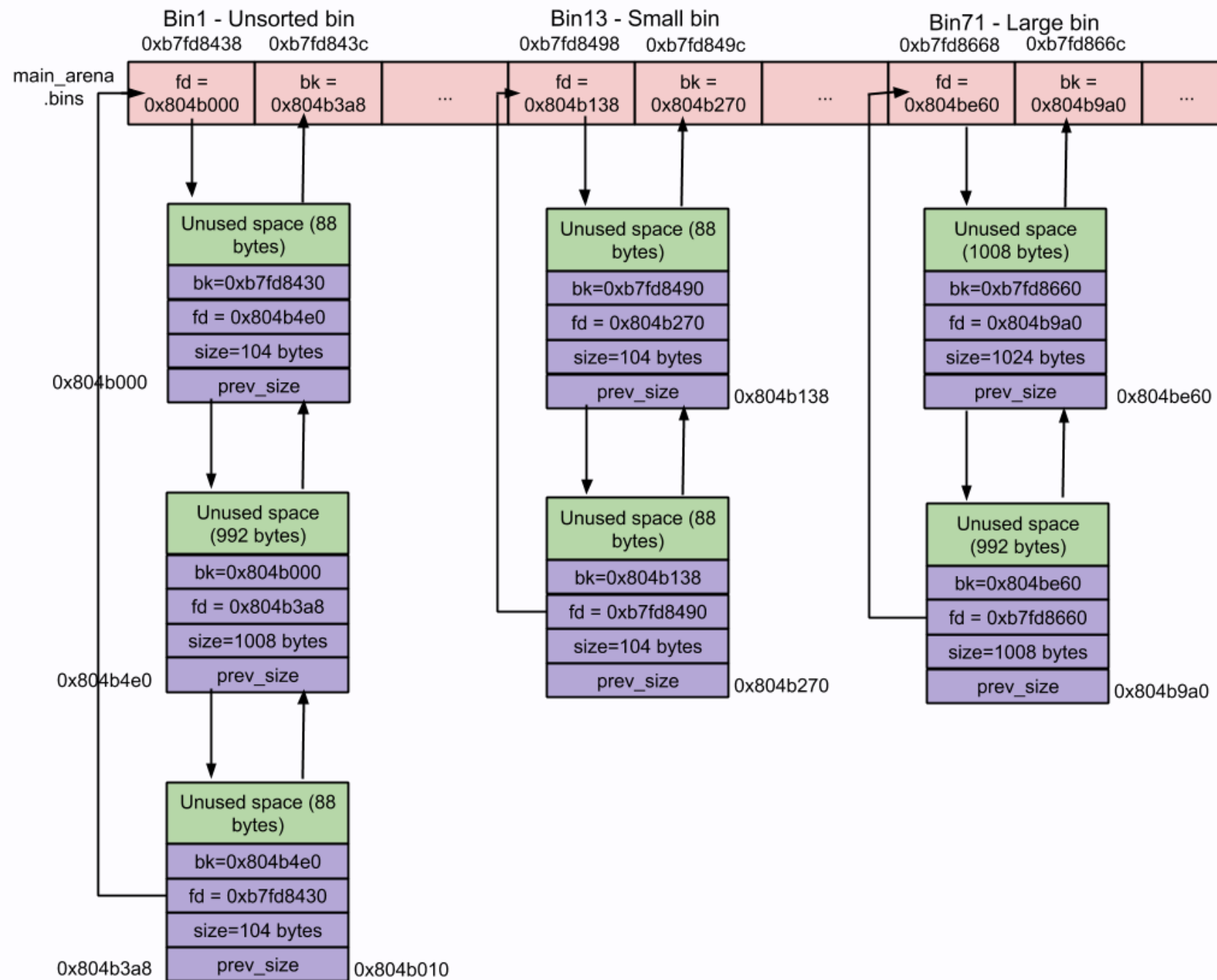


large bin

- 0x400バイト以上chunkが対数スケールのサイズ範囲ごとに振り分けられる
- FIFO
- 双方向リスト
- 隣接したchunkはくっつける

unsorted bin

- free後すぐに同じ大きさのmallocが呼ばれやすいことから作られた
- small binやlarge binに入る前に一度unsorted binに入る
- FIFO
- tcache, fastbin, small/large binのあとに探索される
- 取り出されたサイズのチャンクサイズが十分なら, それを使う
- 十分でないならsmall/large binにいれる



Unsorted, Small and Large Bin Snapshot

mmap

- large bin以上に大きいサイズを取る場合に使う
- 本来はファイルをメモリにマップするsyscall
- デフォルトで128K以上はmmapでkernelから取得する
- このときfreeするとfreelistには繋がらずに, 直接munmapでkernelに返却する

arena

- 今まで言ってた話はすべてmain_arenaの話
- シングルスレッドならこれで良い
- マルチスレッドならそれぞれでheap領域が欲しいが...
 - それぞれがheapをどれだけ使うのかわからない
 - スレッド数がわからない
 - 無理
- ロック競合が起こるまではmain_arenaを用いる
- ロックが取れないときmmapでスレッド用arenaを作成

攻擊手法

攻擊手法

- heap overflow
- use after free
- double free

heap overflow

- stack buffer overflowと起きていることは同じ
 - 書き込み先がheap領域
 - return addressがheap上にはない
 - 直接RIPを取るのは無理

できる可能性のある関数

- `\n` で止まる
 - `gets`
 - `scanf`
 - `vscanf`
- `\x00` で止まる
 - `strcpy`
 - `sprintf`
 - `strcat`
- で止まる
 - `scanf`
- とかね

use after free

- freeされている領域に書き込みを行える場合がある
 - チャンク構造の破壊
- もしくは読み出し
 - 読み出すメモリにあんまないかもー

double free

- 同じ領域のチャンクを生成する
- その後mallocすることで一方はfree listにある状態でもう一方はusedの状態になる
- チャンク構造の破壊ができる
- 現在はtcache以外はチェックが入る

どうやって悪用するんや？

ここからはテクニツク的なもの

- 実際どうやって悪用するのか知りたい人用
- tcache *
- unlink attack
- house of *
- 他

Unsorted Bin Attack

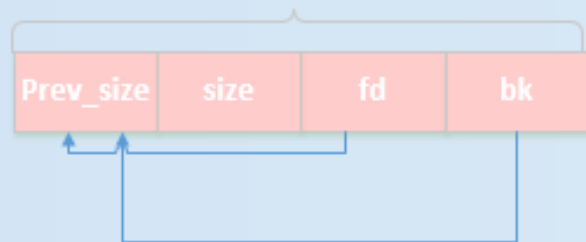
- Unsorted binのbkを何らかの形で書き換える
- アドレス値をより大きな値に変更することができる
- tcache-optionが無効になっているか0x408 byteより大きく, tcacheに入らない場合に機能する

Unsorted Bin Attack

- Unsorted Binのbkにtarget-0x10を入れる
- mallocする
-

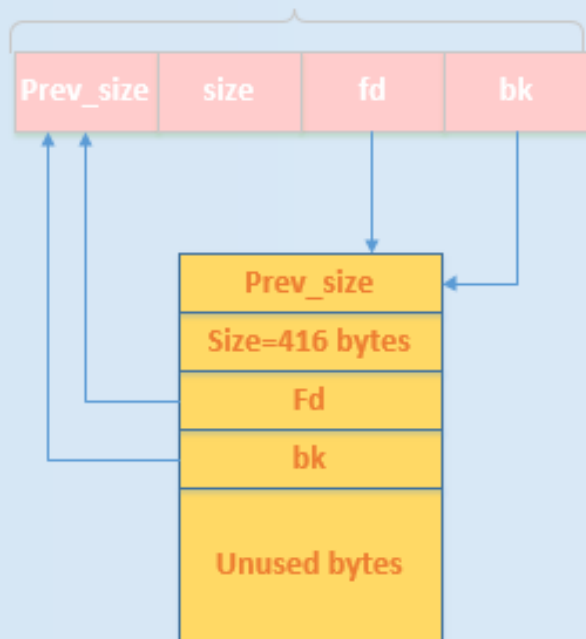
初始状态

Unsorted bin 1



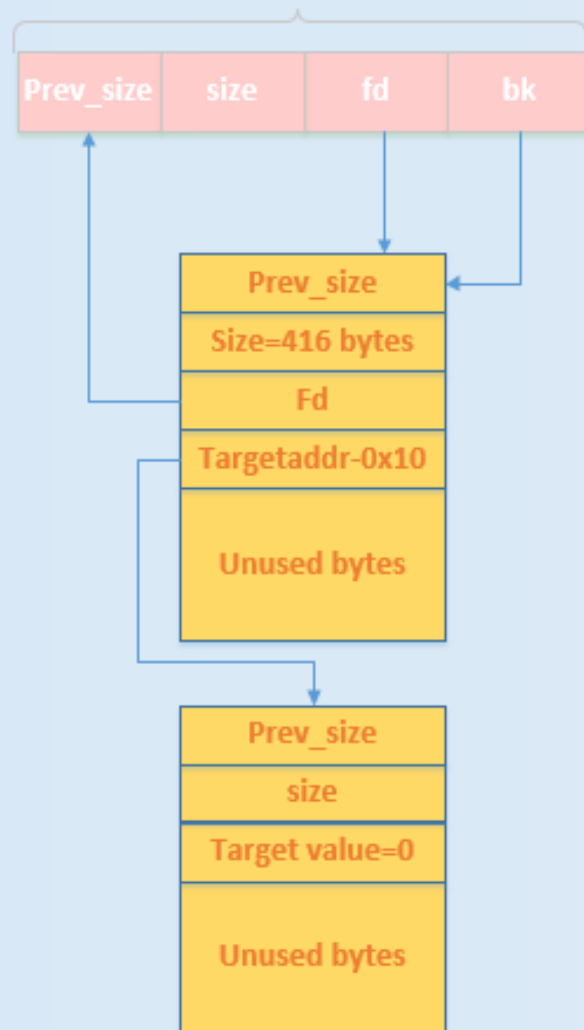
Free(p)

Unsorted bin 1



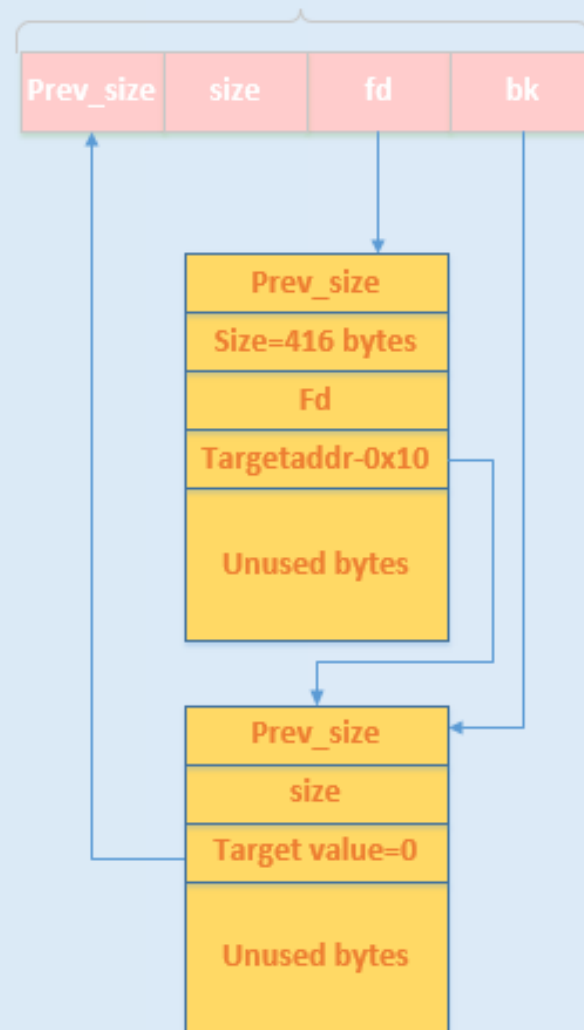
Modified p[1]

Unsorted bin 1



Malloc(400)

Unsorted bin 1



tcache *

- tcache poisoning
- tcache dup
- tcache perthread corruption
- tcache house of spirit
- tcache stashing unlink attack

tcache poisoning

- tcacheのnext部分を何らかの形で書き換える
- これによって任意の場所をmallocさせることができる
- 任意の場所を書き換えることができる
 - GOT overwriteなどが可能
- tcache poisoningは同じ大きさのリストにのみ適応される

tcache dup

- tcacheはdouble freeのチェックが入らない
- double freeでできるものはできる
 - fast binとかより楽

tcache perthread corruction

- tcacheはスレッド毎に確保される
 - tcache_perthread_structという構造体で管理されている
- tcache poisoningなどを利用して↑の構造体を書き換える
- スレッドのtcache全体を制御することができる
- ↑の構造体はheap領域にある

tcache house of spirit

- 元々house of spiritという攻撃がある
- そのtcache版
 - tcacheはチェックがないので楽
- mallocで確保している領域のポインタをどうにかして変える
- それができれば任意の場所をmallocさせることができる
 - tcacheでなければnext-0x8などのチェック

tcache stashing unlink attack

-

unlink attack

-

テクニック

- `__free_hook`
 - `free`するときに実行する関数を指定できる