# 画素値の格納方法の改良
# ②二次元配列



## 現状と問題点

- pImageのpBufferを動的確保にしたため，どのような画像サイズ（xsize, ysize）でも動作する
  - iioMallocImageBuffer関数の中

```
pImage->pBuffer = malloc(sizeof(PIXEL) * pImage->xsize * pImage->ysize);
```

  - iioFreeImageBuffer関数の中

```
free(pImage->pBuffer);
```

- ただし，ある特定の画素値にアクセスする方法はまだ不便



## 1次元配列上のアクセス方法

- 256x192画素の画像データを格納したと仮定
- 上から3行目，左から4列目のrの画素値を100にしたい場合，1次元配列だとアクセスが面倒

```
int main(void)
{
    .....

    pImage->pBuffer[515].r = 100;

    .....
    return 0;
}
```

IMAGE構造体内のpBufferを
1次元配列として確保した場合

2次元の画素値を1次元のメモリ上に
並べているため，上から3かつ左から4は
516番目の画素となる



## 2次元的なアクセス方法

- 下記のコードのようにアクセスできると簡単
  - インデクスは0から開始されることに注意
  - 実装には「ポインタの配列」が必要

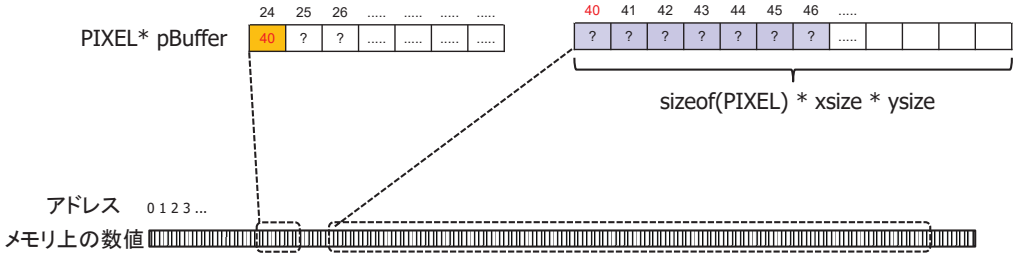
```
int main(void)
{
    .....

    pImage->pBuffer[2][3].r = 100;

    .....
    return 0;
}
```

IMAGE構造体内の画素値の配列を
2次元配列のように確保した場合

2次元の画素値を上図の矢印のような
概念でアクセスできれば簡単

# 1次元配列による画素値の管理

- これまでは縦×横の全画素分を一度に確保
  - 1次元配列なのでアクセスが面倒

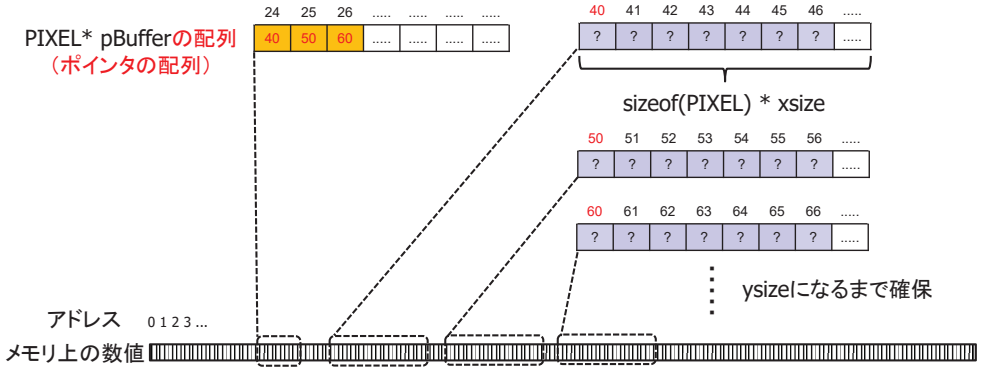



（以後，アドレス，メモリ上の数値とも10進表記．簡単化するため全ての型は1byteを想定する．
画素数は数画素のみを想定した場合．黄色はアドレスの値，青色は画素の値を意味する．）



# 2次元配列による画素値の管理

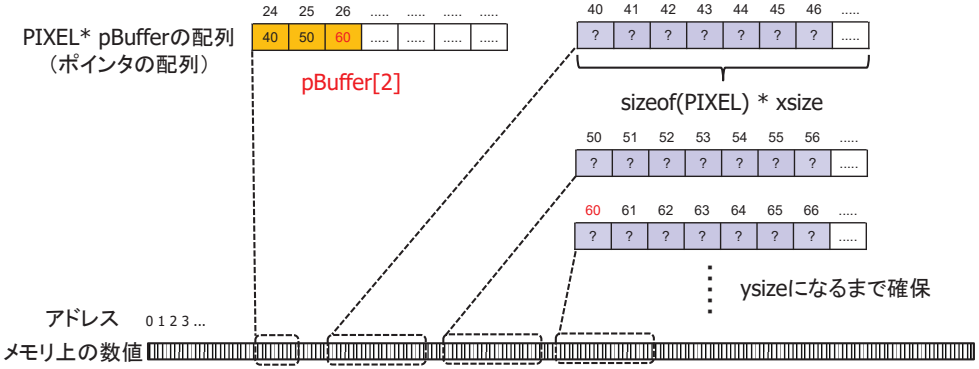
- 1行分ごとに別々の領域で確保した方が楽
- 各領域の先頭アドレスを配列で管理






# 2次元配列による画素値へのアクセス

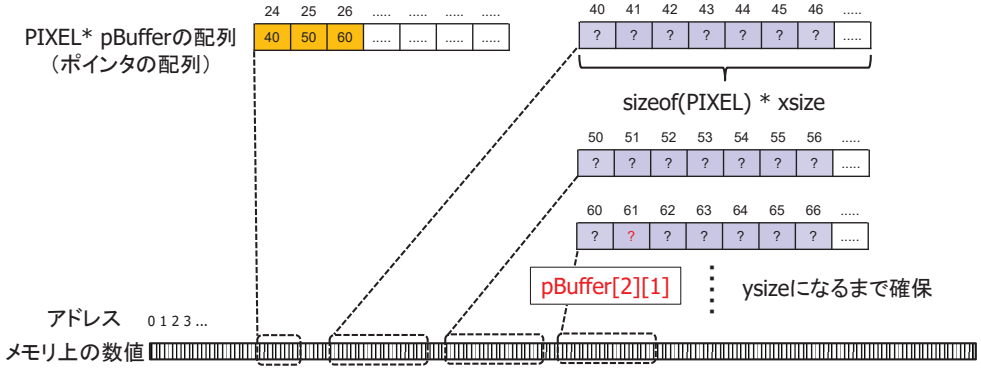
- pBuffer[2]で上から3番目の行のアドレス





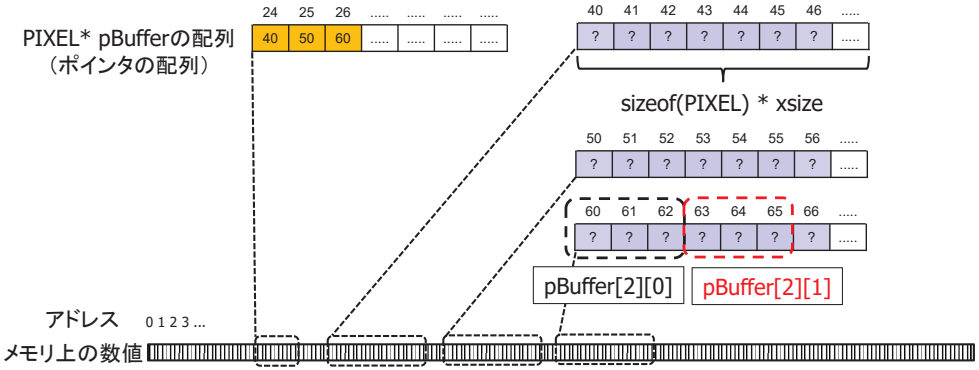

# 2次元配列による画素値へのアクセス

- pBuffer[2]で上から3番目の行のアドレス
- pBuffer[2][1]で上から3，左から2の画素値



# より正確には

- 一つの画素は3バイト（PIXEL構造体）
  - インデクス+1で一つ先の構造体要素を参照




（本スライドのみ，sizeof(PIXEL)として3バイトを想定）

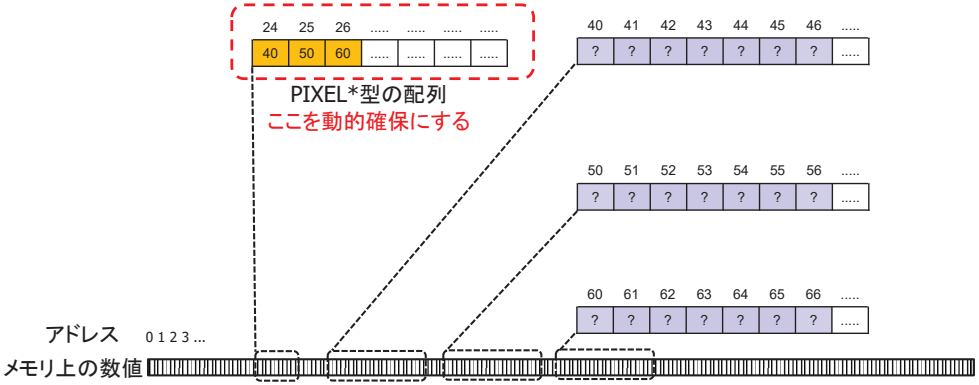


# ポインタ配列の動的確保



# ポインタ配列の動的確保の概要

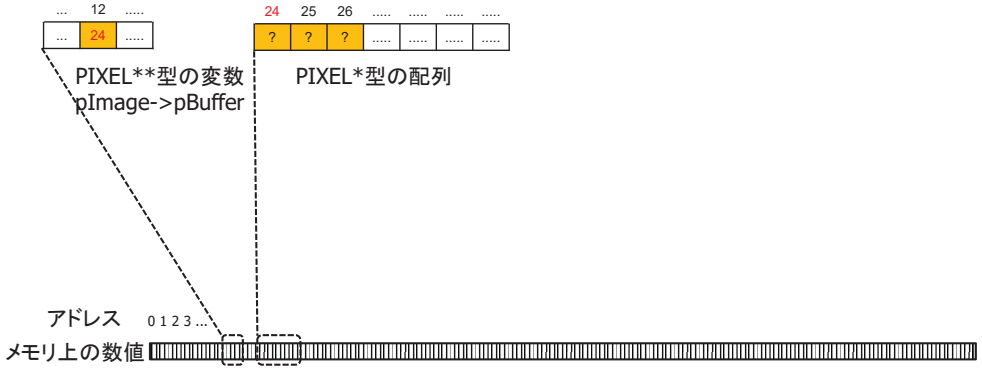
- ysizeは画像を読み込むまで不定
  - PIXEL*を各要素に持つ配列を動的確保する必要






# ポインタ配列の動的確保の概要

- PIXEL*を要素とする配列をmallocで確保し，PIXEL**変数に先頭アドレスを格納すればよい



# ポインタ配列の動的確保の準備

- pBufferでポインタ配列の先頭アドレスを管理
  - PIXEL型の領域のアドレスを格納したい→PIXEL*
  - PIXEL*型の領域のアドレスを格納したい→PIXEL**

```
typedef struct {
  unsigned char r;
  unsigned char g;
  unsigned char b;
} PIXEL;

typedef struct {
  int    xsize;
  int    ysize;
  int    level;
  PIXEL *pBuffer;
} IMAGE;
```

→

```
typedef struct {
  unsigned char r;
  unsigned char g;
  unsigned char b;
} PIXEL;

typedef struct {
  int    xsize;
  int    ysize;
  int    level;
  PIXEL **pBuffer;
} IMAGE;
```



# （補足）PIXEL *, PIXEL **

- 下記の通りPIXEL*をPPIXELと定義してもよい
  - その場合，PIXEL **pBufferはPPIXEL *pBuffer

```
typedef struct {
  unsigned char r;
  unsigned char g;
  unsigned char b;
} PIXEL;

typedef struct {
  int    xsize;
  int    ysize;
  int    level;
  PIXEL **pBuffer;
} IMAGE;
```

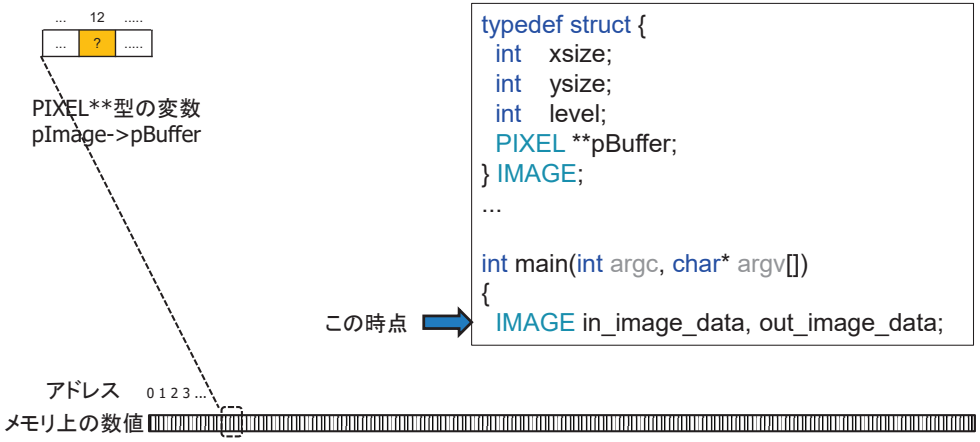
```
typedef struct {
  unsigned char r;
  unsigned char g;
  unsigned char b;
} PIXEL, *PPIXEL;

typedef struct {
  int    xsize;
  int    ysize;
  int    level;
  PPIXEL *pBuffer;
} IMAGE;
```

上記はどちらでもよい



# 領域確保の手順

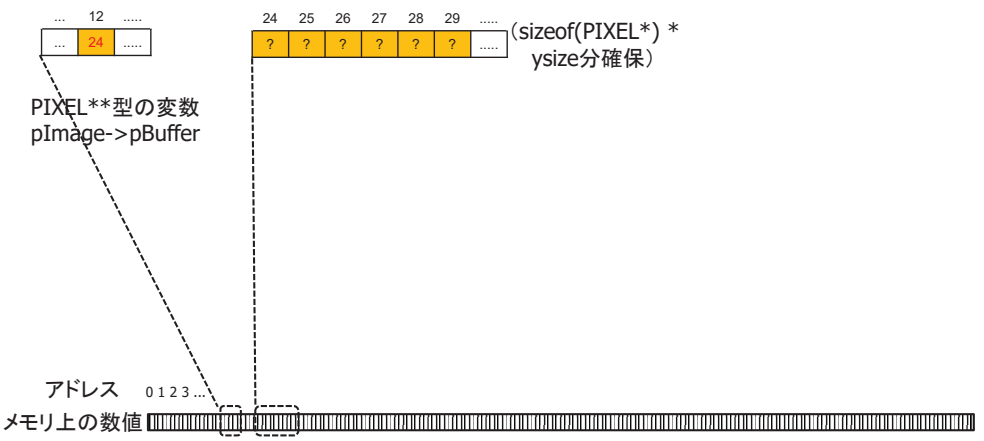
- IMAGE構造体の変数を宣言したときには，pImage->pBufferの格納場所が確保されるだけ





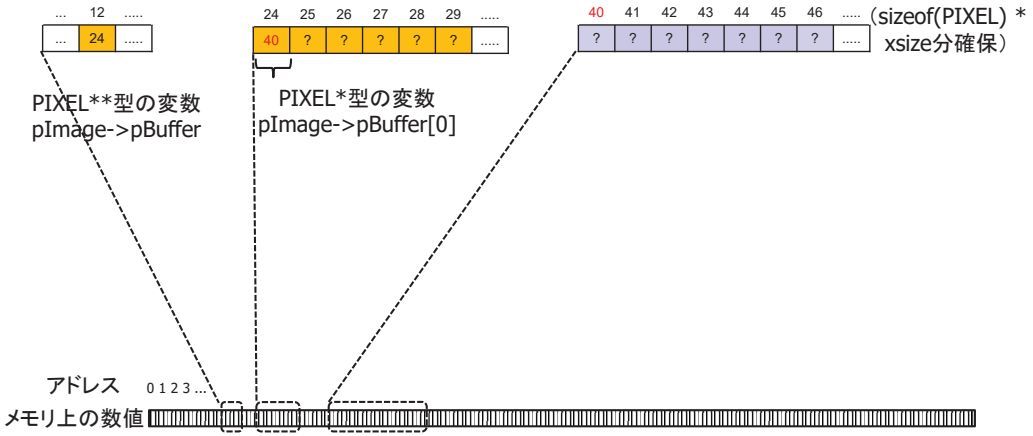

# 領域確保の手順

- まず，ポインタ配列をysize分だけmallocで動的確保して先頭アドレスをpBufferに格納



# 領域確保の手順

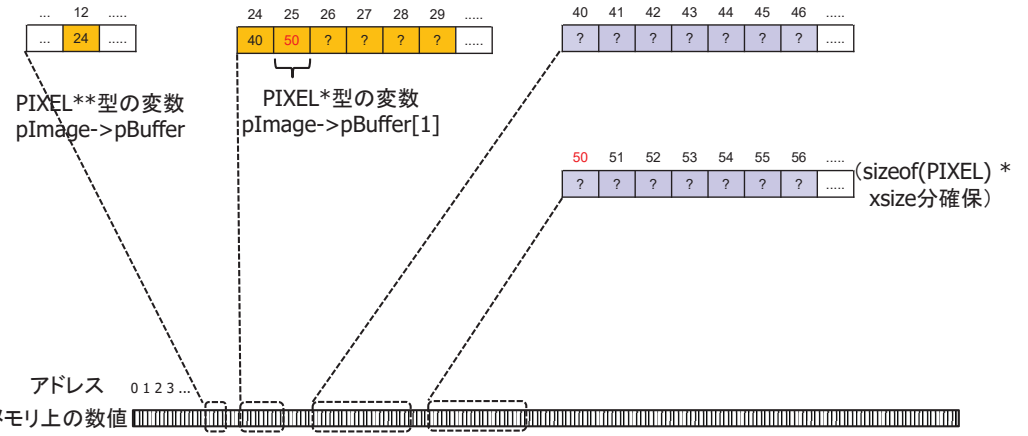
■xsize分のPIXEL構造体をmallocで動的確保して先頭アドレスをpImage->pBuffer[0]に格納






# 領域確保の手順

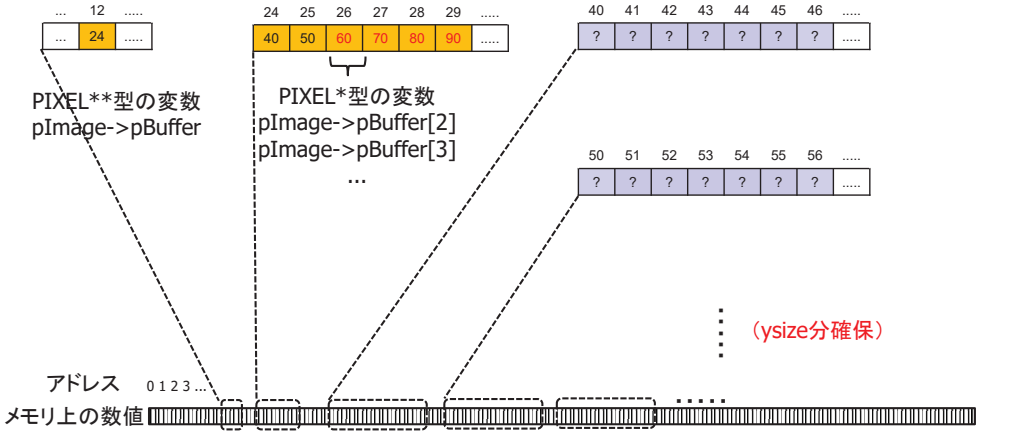
■xsize分のPIXEL構造体をmallocで動的確保して先頭アドレスをpImage->pBuffer[1]に格納






# 領域確保の手順

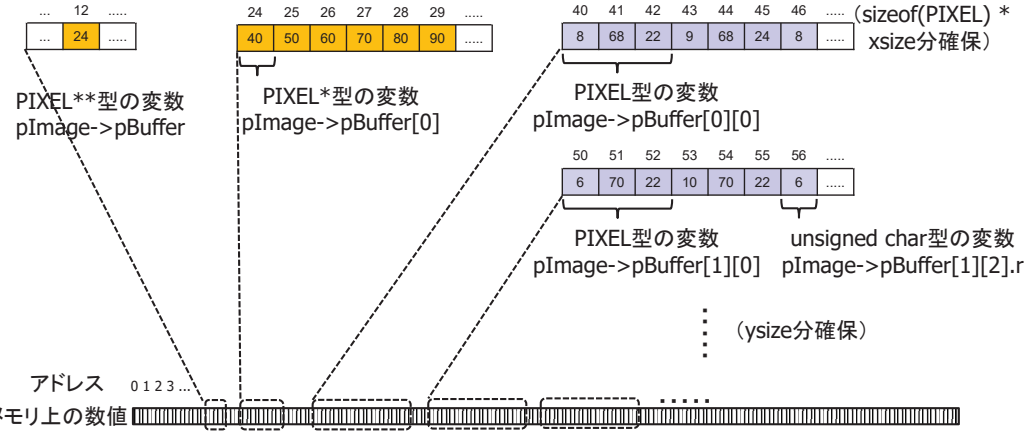
■これをysize回繰り返す





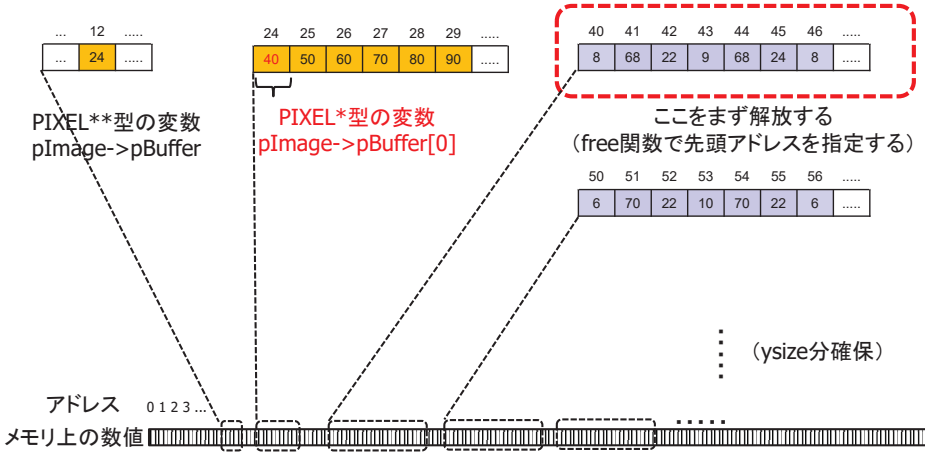

# 領域確保が完了したら

■画素値の書き込み/読み込みが可能になる



# 領域解放の手順

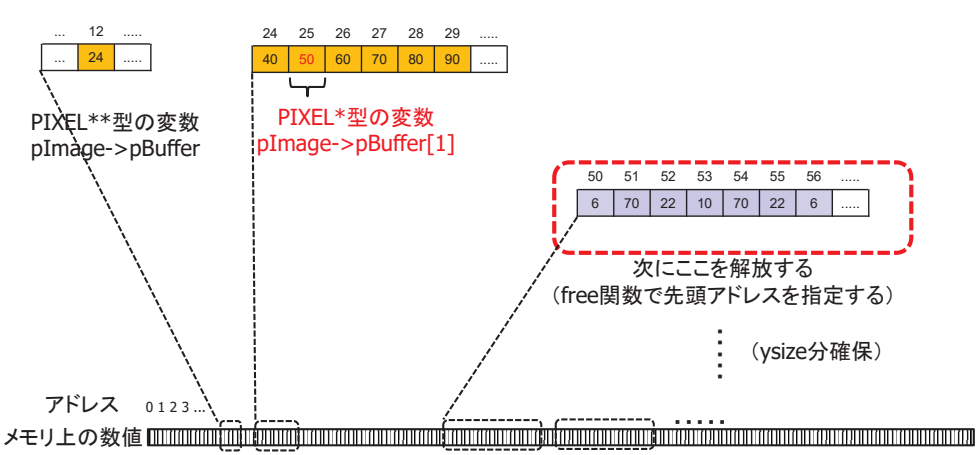
■確保手順とは逆に，画素値の領域から解放必要






# 領域解放の手順

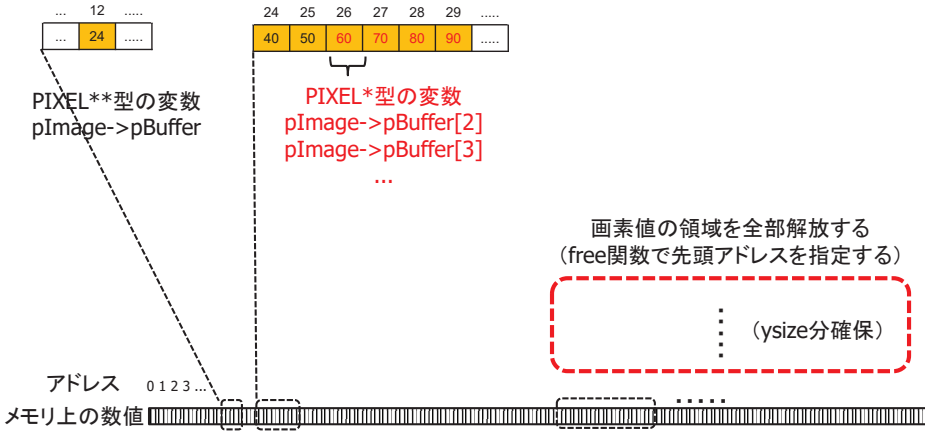
■確保手順とは逆に，画素値の領域から解放必要






# 領域解放の手順

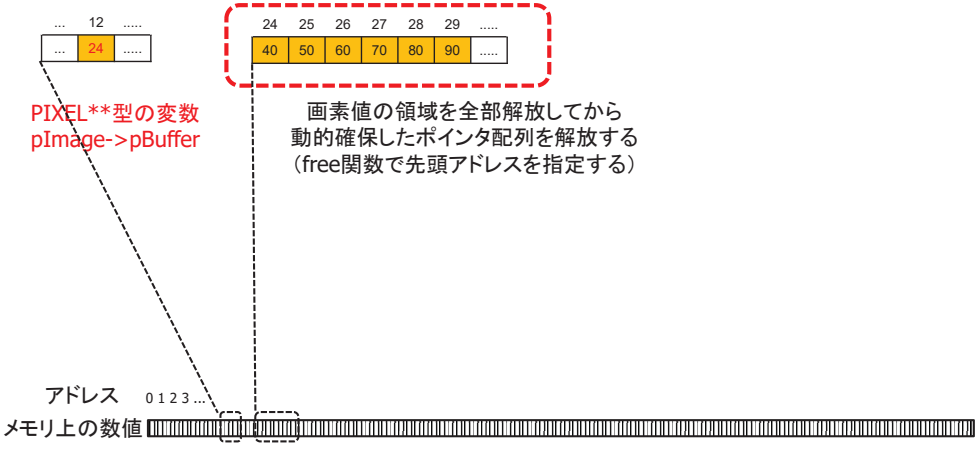
■確保手順とは逆に，画素値の領域から解放必要






# 領域解放の手順

■確保手順とは逆に，画素値の領域から解放必要



# 動的確保と解放の実装方針

```
void iioMallocImageBuffer(IMAGE* pImage)
{
    int i;
    pImage->pBuffer ← 各要素がPIXEL*となる長さpImage->ysizeの配列を動的確保
    for (i = 0; i < pImage->ysize; ++i) {
        pImage->pBuffer[i] ← 各要素がPIXELとなる長さpImage->xsizeの配列を動的確保
    }
}
```

```
void iioFreeImageBuffer(IMAGE* pImage)
{
    int i;
    for (i = 0; i < pImage->ysize; ++i) {
        pImage->pBufferの各要素を解放
    }
    pImage->pBufferを解放
}
```



# 【演習課題4_2_2】

- ポインタ配列の動的確保を利用し，IMAGE構造体のpBufferを2次元配列のようにアクセスできるよう修正する
- ipCopyの画素値コピーを下記の通り修正して，動作するプログラムにすることが目標

```
for (j = 0; j < p_in_image->ysize; j++) {
    for (i = 0; i < p_in_image->xsize; i++) {
        p_out_image->pBuffer[j][i].r = p_in_image->pBuffer[j][i].r;
        p_out_image->pBuffer[j][i].g = p_in_image->pBuffer[j][i].g;
        p_out_image->pBuffer[j][i].b = p_in_image->pBuffer[j][i].b;
    }
}
```

※rgbを分けずに p_out_image->pBuffer[j][i] = p_in_image->pBuffer[j][i];としてもよい.



# 【演習課題4_2_2】

- 修正箇所
  - IMAGE構造体のpBufferをPIXEL **型にする
  - iioMallocImageBufferでメモリの動的確保
  - iioFreeImageBufferでメモリの解放
  - freadとfwrite部分も書き換え必要
    - 一度に全画素を読み書きするのではなく，1行ごと（1回に横画素数分ごと）に読み書きする必要がある
  - ipCopyを前ページの通り修正
- img01.ppmとimg02.ppmのどちらもコピーできることを確認する



演習課題の目安: 20分