ce-7. メモリ内でのデータ配置
（Cプログラミング応用，全１４回）

https://www.kkaneko.jp/cc/c/index.html

金子邦彦

例題１．棒グラフを描く

- 整数の配列から，その棒グラフを表示する
  - ループの入れ子で，棒グラフの表示を行う（参考：第６回授業の例題３）
- 棒グラフの１本の棒を画面に表示する機能を持った関数を補助関数として作る

例題：棒グラフ

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}

int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

補助関数
draw_bar

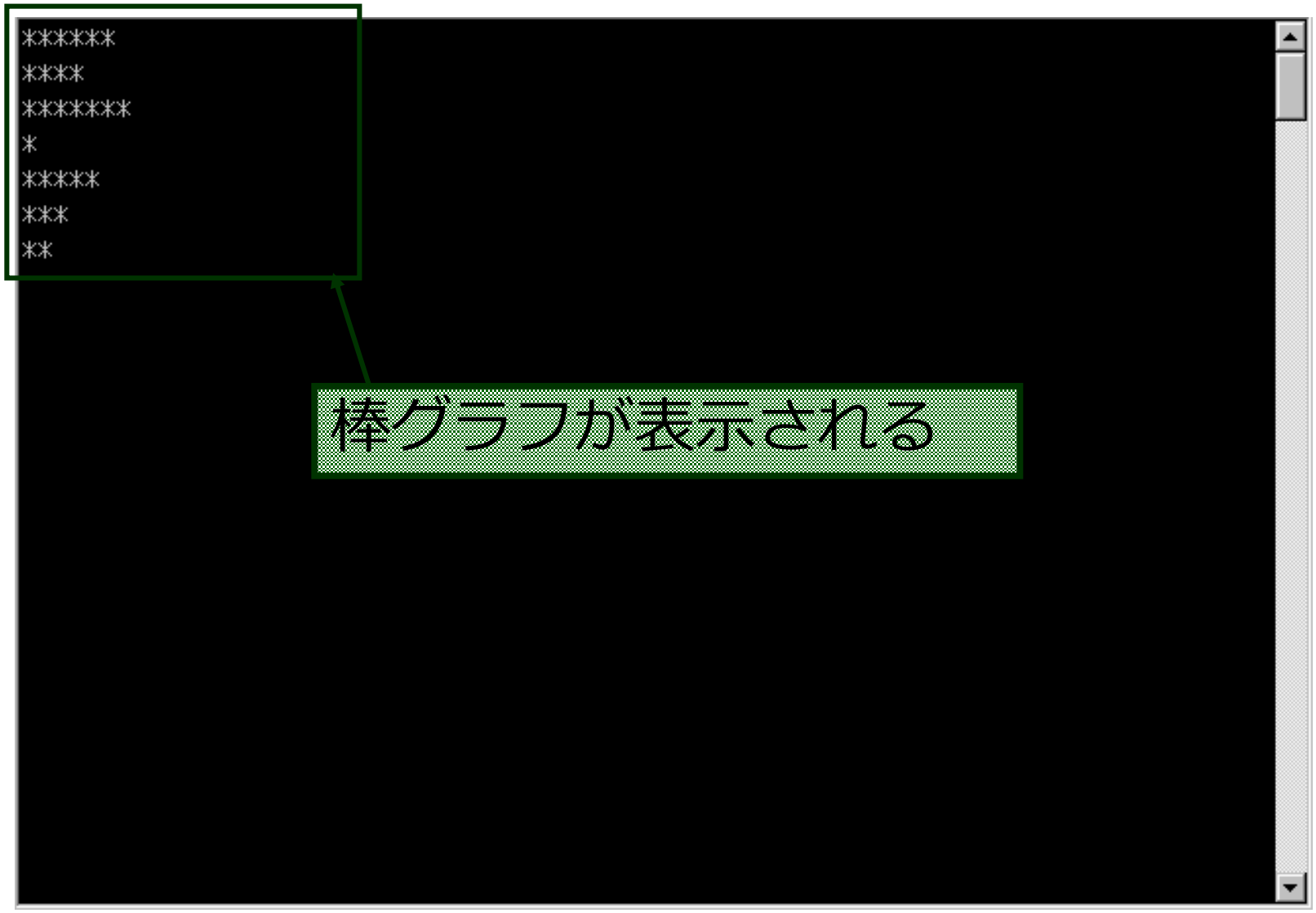
棒グラフの１本の棒を
画面に表示する機能

配列の宣言

配列から読み出して，補助関数 draw_bar に渡している

各自でビルド，実行して，
動作を確認して下さい

実行結果の例



プログラム実行順

- 普通，プログラム中の文は，上から下へ順に実行される
- 関数呼び出しでは，関数の先頭に「ジャンプ」する．

このことは，C言語が「手続き型言語」と言われる理由の１つ

関数呼び出しの例） draw_bar(a[i]);

- 呼び出された関数の中で return 文に出会うと，関数呼び出しの場所に戻る．

プログラム実行順

複数の関数を含むプログラム

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}
```

補助関数

関数呼び出しの場所に戻る

プログラム実行はメインの関数から始まる

```
int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

7回の繰り返し

メインの関数

関数 **draw_bar** を呼び出し

メインの関数内の変数

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}

int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

変数 **i, ch, a**
をメモリエリア中に確保

ここで使用

メインの関数内の変数

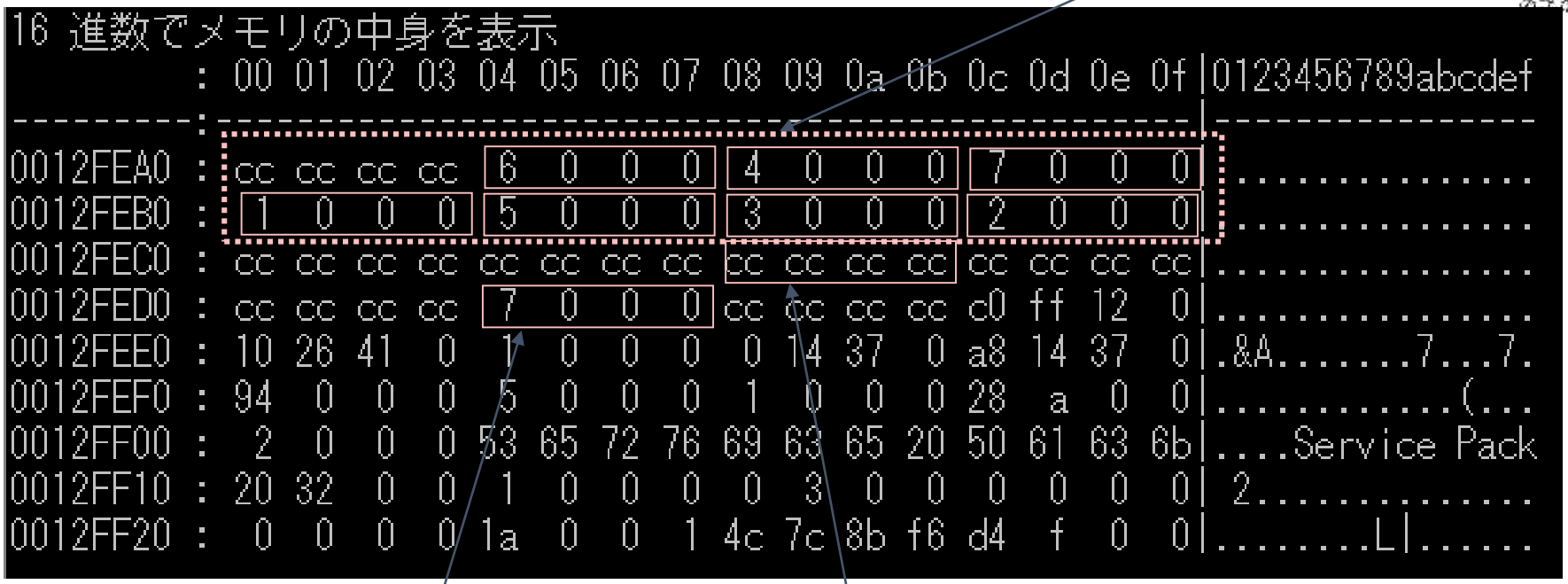
```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}

int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

この時点では

変数名	値	タイプ
i	7	int
ch	未使用	int
a	6,4,7,1,5,3,2	int の配列

実際のメモリの中身



変数名	値	タイプ
i	7	int
ch	未使用	int
a	6,4,7,1,5,3,2	int の配列

補助関数内の変数

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}

int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

変数 **len, i**
がメモリエリア中に確保される

ここで使用

変数 **i, ch, a**
がメモリエリア中に確保される

ここで使用

補助関数内の変数

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
void draw_bar( int len )
{
  int i;
  for (i=0; i<len; i++) {
    printf("*");
  }
  printf("¥n");
  return;
}

int main()
{
  int i;
  int ch;
  int a[]={6,4,7,1,5,3,2};
  for (i=0; i<7; i++) {
    draw_bar(a[i]);
  }
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

この時点では

変数名	値	タイプ
len	6 など	int
i	6 など	int

len は，6, 4, 7, 1, 5, 3, 2 の値を取り，
i の値は len と等しい

実際のメモリの中身

変数名	値	タイプ
len	6 など	int
i	6 など	int

len　　**i**

```
16 進数でメモリの中身を表示
          : 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f|0123456789abcdef
----------:-------------------------------------------------|----------------
0012FDB0 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc  6  0  0  0|................
0012FDC0 : cc cc cc cc dc fe 12  0 44 1d 41  0  6  0  0  0|........D.A.....
0012FDD0 : 4f 5b 95 7c 40  0  0  0  0 f0 fd 7f cc cc cc cc|O[.|@............
0012FDE0 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
0012FDF0 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
0012FE00 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
0012FE10 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
0012FE20 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
0012FE30 : cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc cc|................
```

ページ１０で見たメモリの中身とは，メモリアドレスが違う
（個々の関数ごとに，個別のメモリエリアが割り当てられる）

家と住所

Ａさんの家

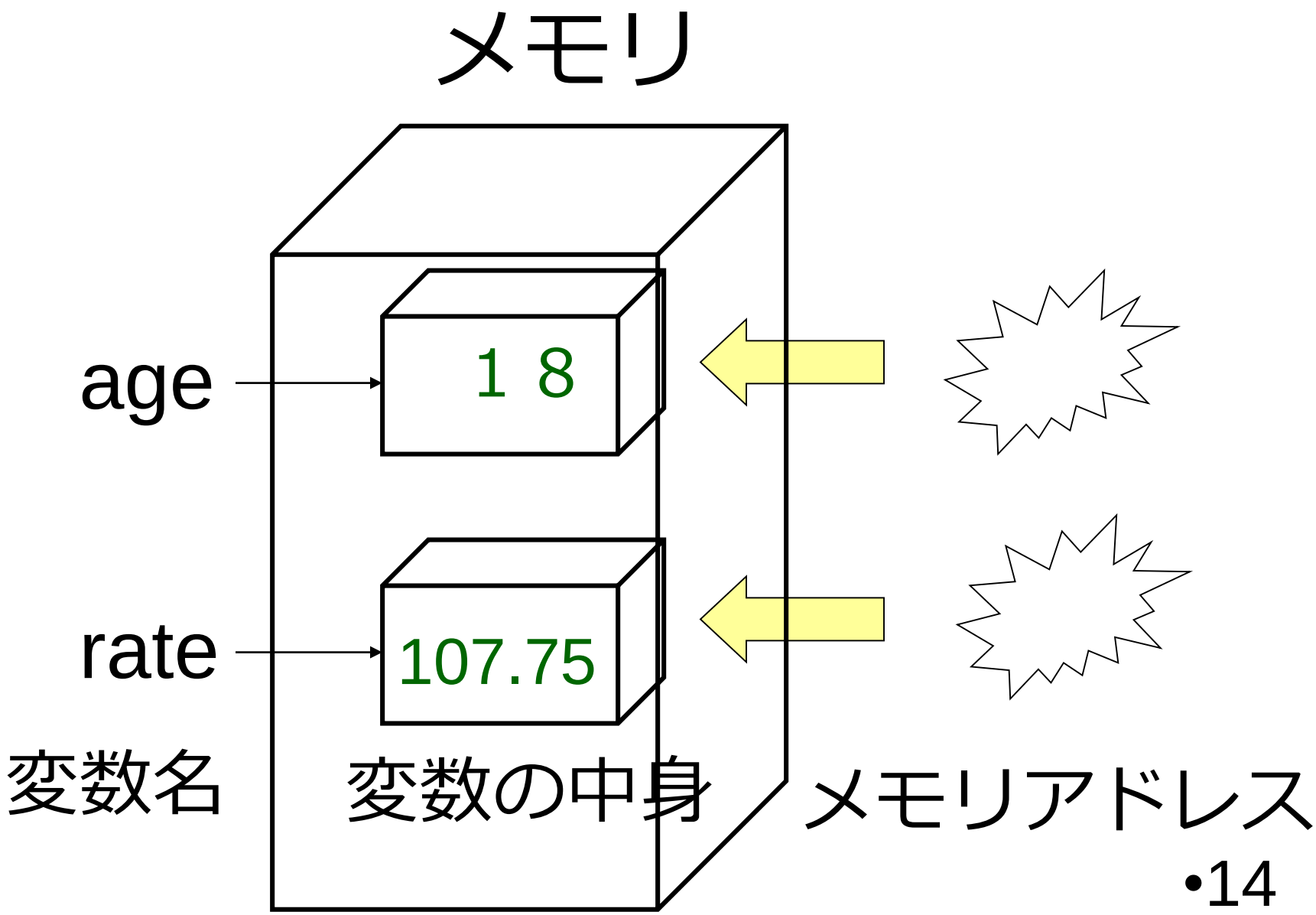
福岡市東区
箱崎１丁目１番

Ｂさんの家

福岡市東区
箱崎２丁目２番

名前　　家　　住所

メモリアドレスとは



メモリアドレスとは

- すべてのデータには「メモリアドレス」が付けられている

  変数の中身：　値

  「１８」　「１０７．７５」　など

  変数名：　　プログラム内で使うための名前

  「age」,「rate」　など

  メモリアドレス：

  変数のそれぞれに付けられた「住所」のようなもの

例題２．変数のメモリアドレス表示

- 次の３つの変数を使って，「底辺と高さから，３角形の面積を計算するプログラム」を作る．

底辺	teihen	浮動小数データ
高さ	takasa	浮動小数データ
面積	menseki	浮動小数データ

- これら変数のメモリアドレスの表示も行う

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
int main()
{
  double teihen;
  double takasa;
  double menseki;
  int ch;
  teihen = 3;
  takasa = 4;
  menseki = teihen * takasa * 0.5;
  printf("menseki = %f¥n",menseki);
  printf("address(teihen)  = %p¥n", &teihen );
  printf("address(takasa)  = %p¥n", &takasa );
  printf("address(menseki) = %p¥n", &menseki );
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

「&」はメモリアドレスの取得

「%p」はメモリアドレスの表示

変数のメモリアドレス表示

実行結果の例

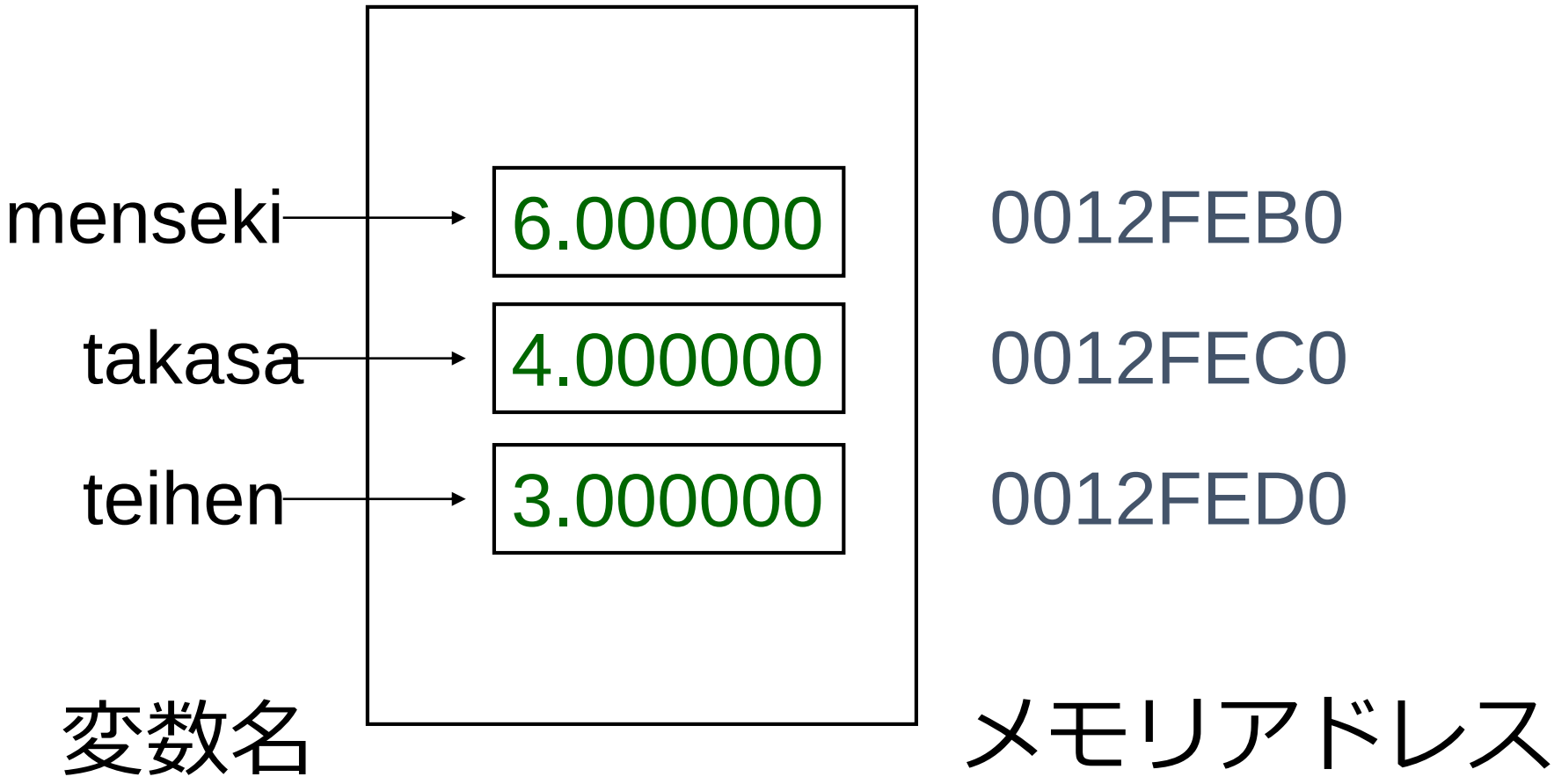
```
mensekｉ  =  6.000000
address(teihen)   =  0012FED0
address(takasa)   =  0012FEC0
address(mensekｉ)  =  0012FEB0
```

表示された
メモリアドレス*

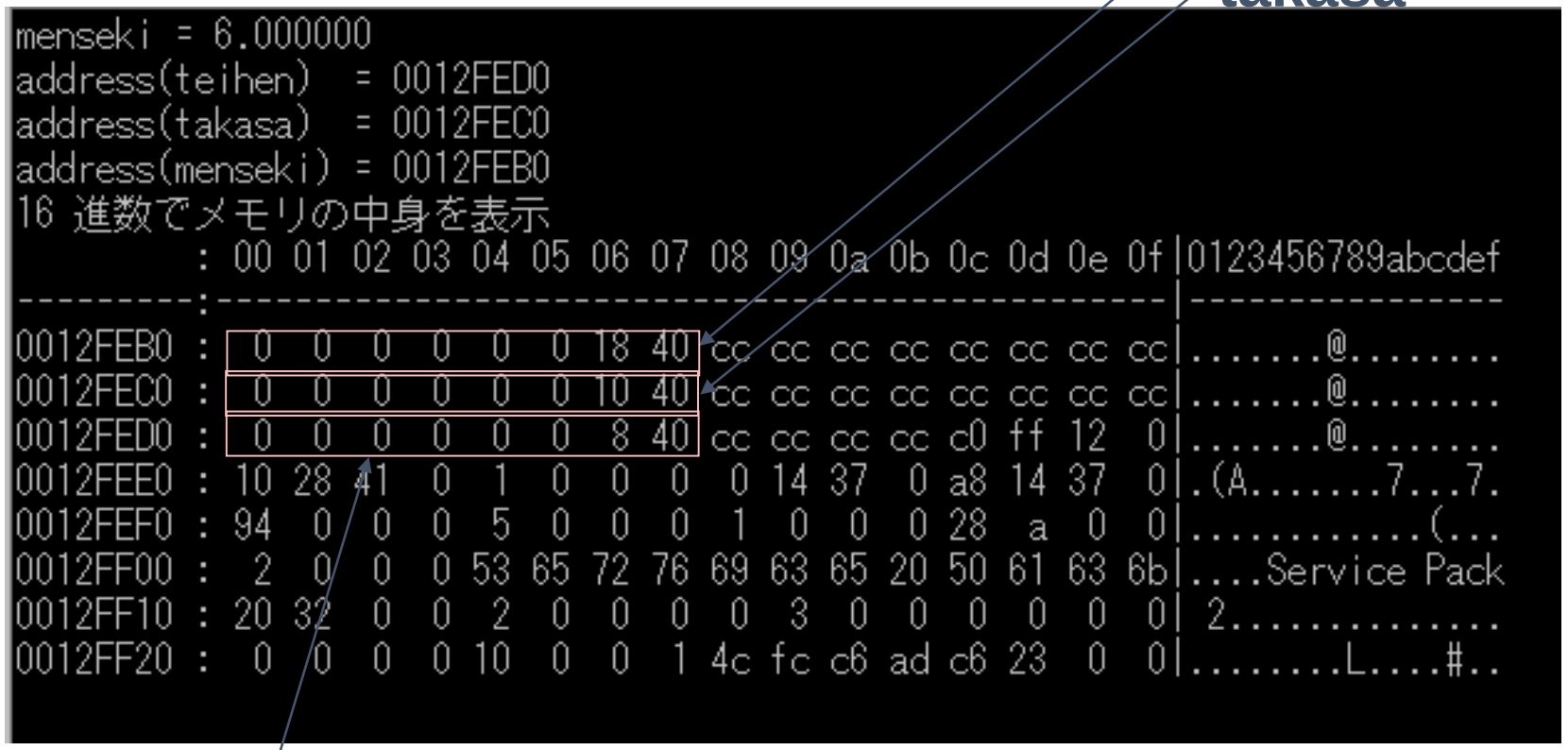
メモリアドレスの値が
ここでの「例」と違っている
ことはある（動作は正しい）

メモリアドレスと変数

メモリ（模式図）



実際のメモリの中身



double 型の変数は
8 バイトになっている

変数名	値	タイプ
menseki	6	double
takasa	4	double
teihen	3	double

メモリアドレスの取得と表示

```
printf("address(teihen)  = %p¥n", &teihen );
```

%p: メモリアドレスの表示

&teihen: メモリアドレスの取得

- 変数からメモリアドレスの取得

  &: メモリアドレスを取得するための演算子

  変数名（など）の前に付ける

- メモリアドレスの表示のための書式

  %p: メモリアドレスを表示せよという指示

  printf 文などで使用

例題２ｂ．配列のメモリアドレス

- 次の２つの配列を使って，ベクトル（1.9, 2.8, 3.7）と，ベクトル（4.6, 5.5, 6.4）の内積を求めるプログラムを作る．

ベクトル（1.9, 2.8, 3.7）　u　要素数３の浮動小数の配列
ベクトル（4.6, 5.5, 6.4）　v　要素数３の浮動小数の配列

- これら配列の要素について，メモリアドレスの表示も行う

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
int main()
{
  double u[]={1.9, 2.8, 3.7};
  double v[]={4.6, 5.5, 6.4};
  int i;
  double ip;
  int ch;
  ip = 0;
  for (i=0; i<3; i++) {
    ip = ip + u[i]*v[i];
  }
  printf("内積=%f¥n", ip);
  printf("address(u[0]) = %p¥n", &u[0]);
  printf("address(u[1]) = %p¥n", &u[1]);
  printf("address(u[2]) = %p¥n", &u[2]);
  printf("address(v[0]) = %p¥n", &v[0]);
  printf("address(v[1]) = %p¥n", &v[1]);
  printf("address(v[2]) = %p¥n", &v[2]);
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

各自でビルド，
実行して下さい

「{1.9, 2.8, 3.7}」のように書いて，
u[0], u[1], u[2] に値をセット

「&」はメモリアドレス
の取得

「%p」はメモリアドレス
の表示

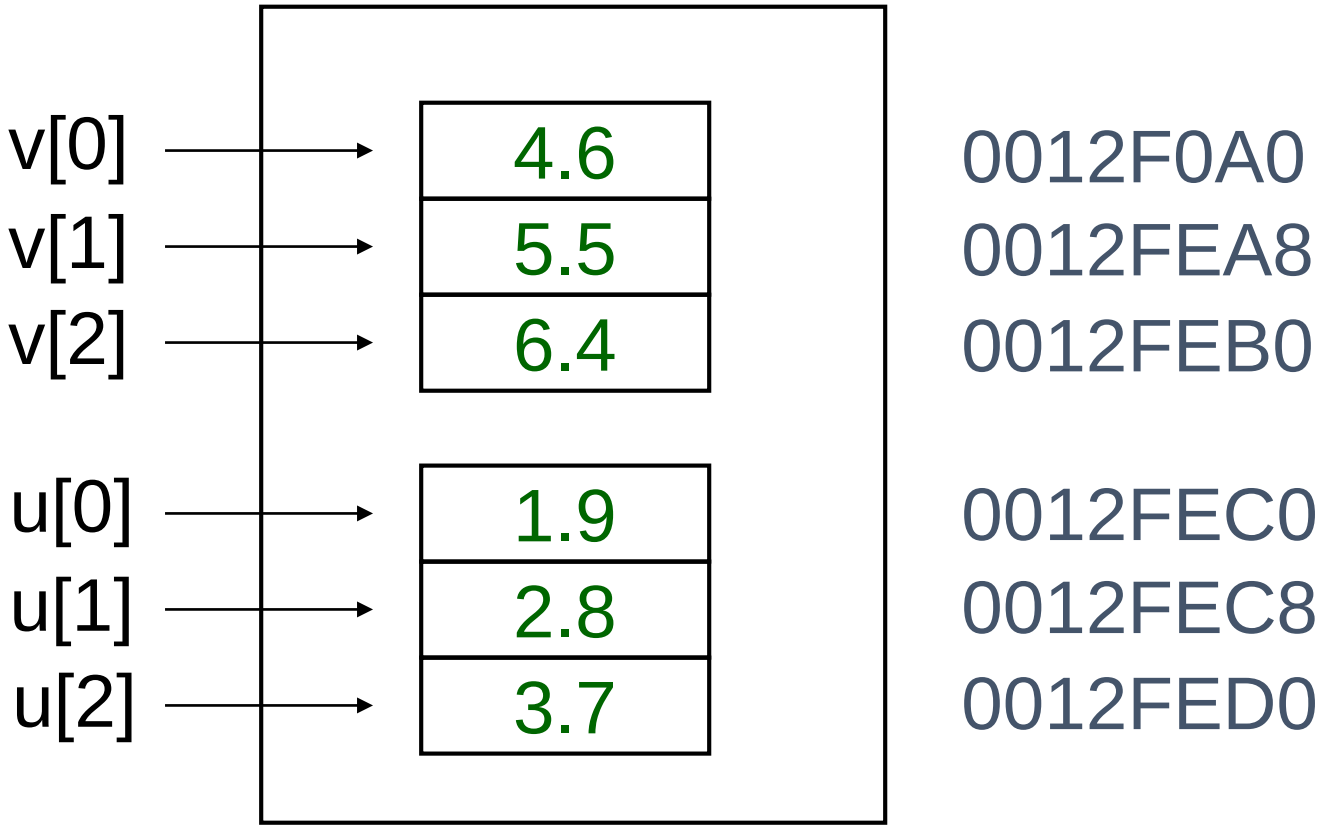
配列のメモリアドレス

実行結果の例

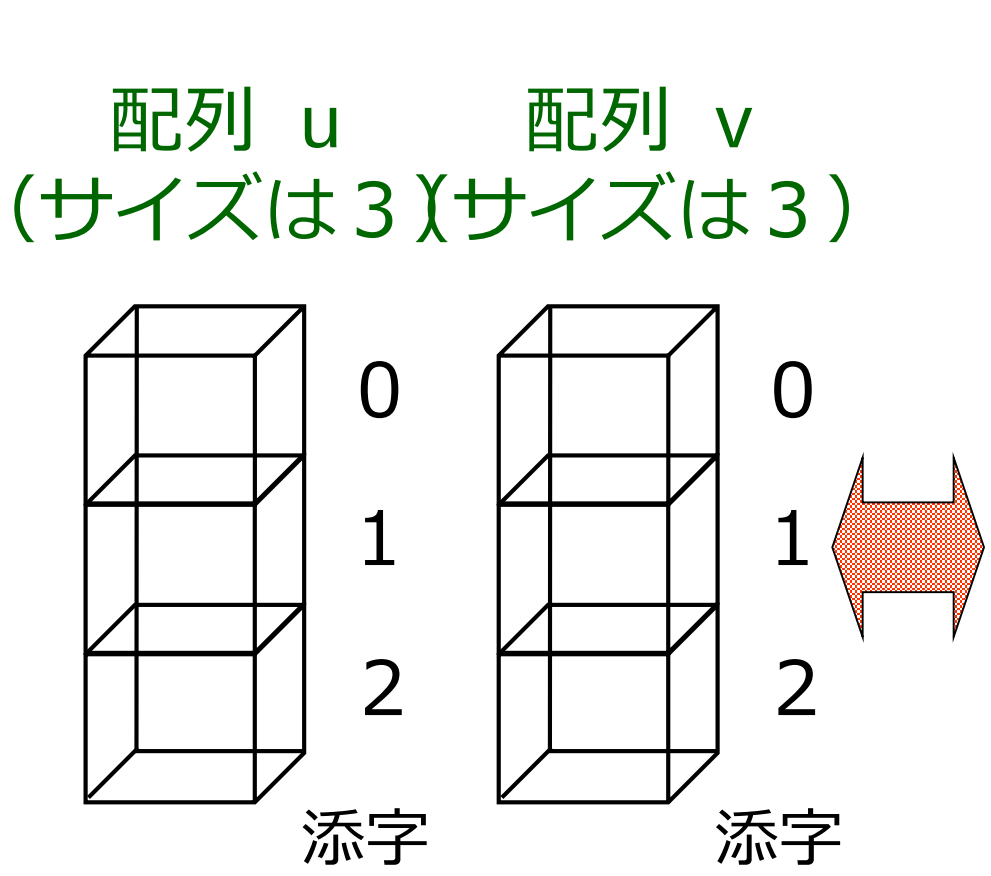
表示された
メモリアドレス

```
内積=47.820000
address(u[0]) = 0012FEC0
address(u[1]) = 0012FEC8
address(u[2]) = 0012FED0
address(v[0]) = 0012FEA0
address(v[1]) = 0012FEA8
address(v[2]) = 0012FEB0
```

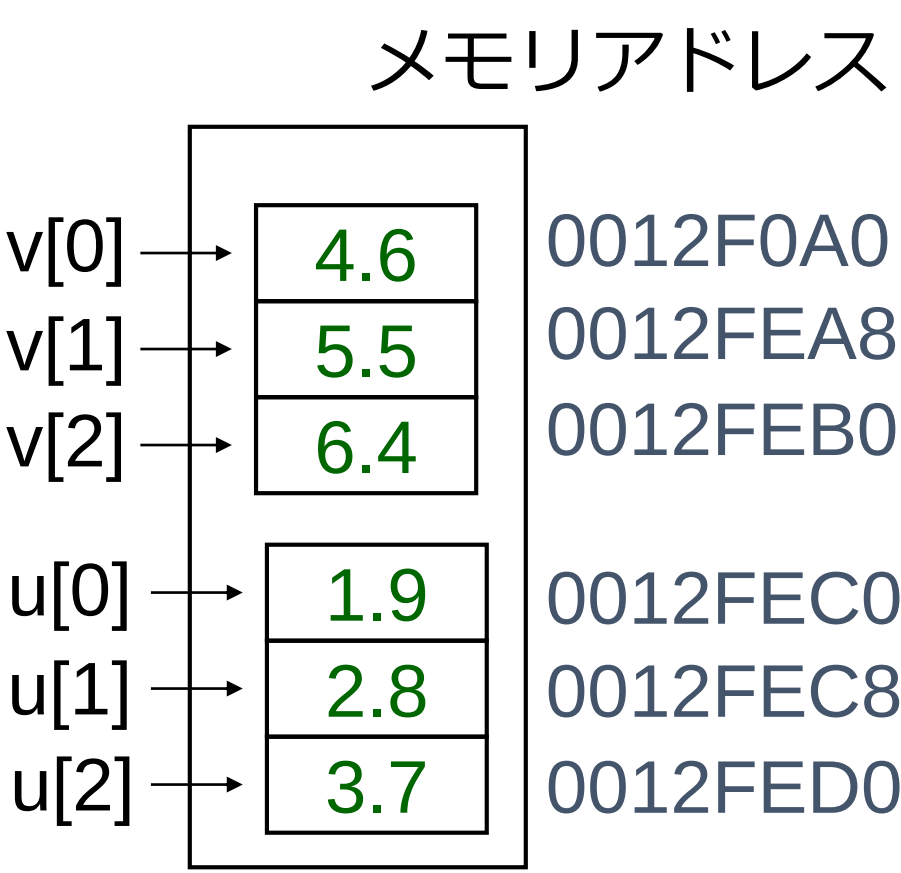
メモリ（模式図）


v[0]
v[1]
v[2]
u[0]
u[1]
u[2]
4.6
5.5
6.4
1.9
2.8
3.7
0012F0A0
0012FEA8
0012FEB0
0012FEC0
0012FEC8
0012FED0
メモリアドレス

配列とメモリアドレス



２つの配列



メモリ内の配置
（配列の並びはそのままで
メモリに入る）

実際のメモリの中身

v[0],v[1],v[2]

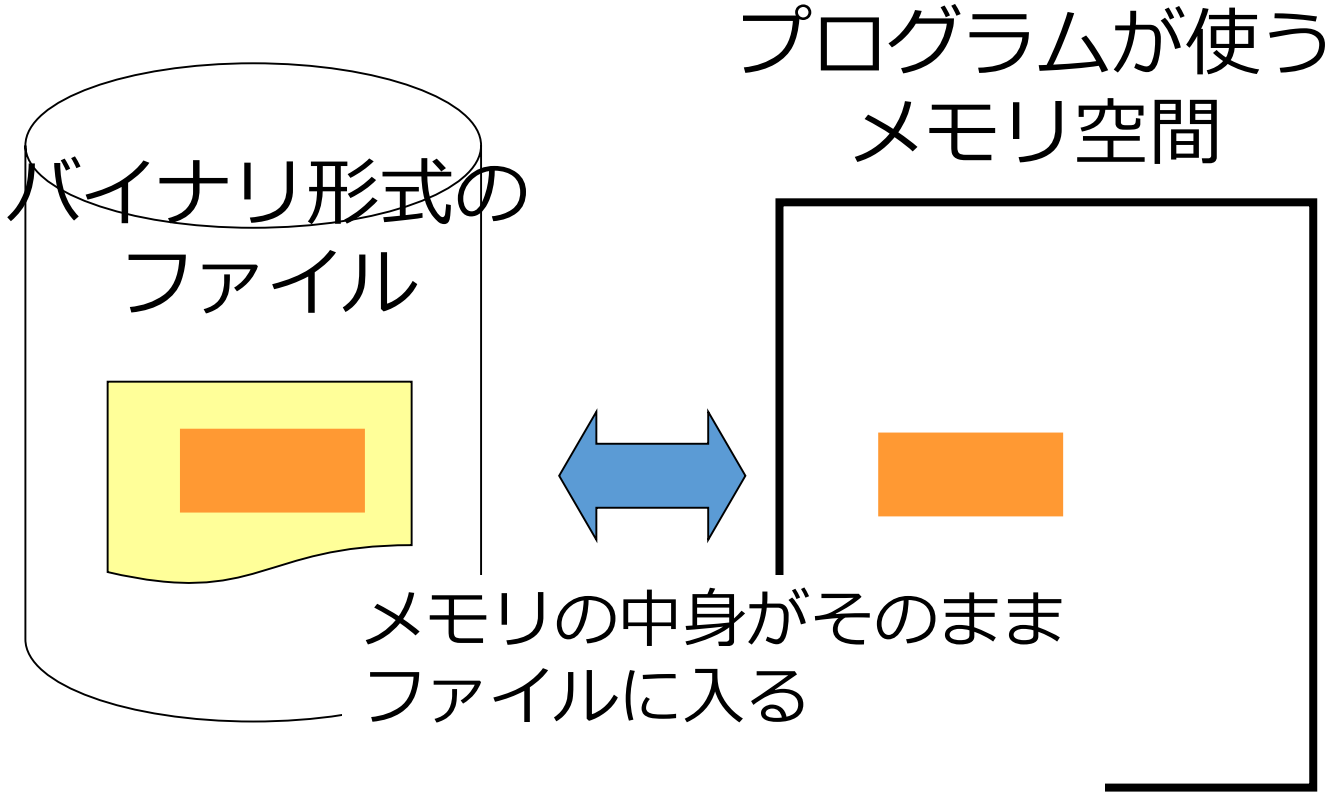
16 進数でメモリの中身を表示

```
          : 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f|0123456789abcdef
----------:-------------------------------------------------|----------------
0012FEA0 : 66 66 66 66 66 66 12 40  0  0  0  0  0  0 16 40|ffffff.@.......@
0012FEB0 : 9a 99 99 99 99 99 19 40 cc cc cc cc cc cc cc cc|.......@........
0012FEC0 : 66 66 66 66 66 66 fe 3f 66 66 66 66 66 66  6 40|ffffff.?ffffff.@
0012FED0 : 9a 99 99 99 99 99  d 40 cc cc cc cc c0 ff 12  0|.......@........
0012FEE0 : 90 28 41  0  1  0  0  0  0 14 37  0 a8 14 37  0|.(A.......7...7.
0012FEF0 : 94  0  0  0  5  0  0  0  1  0  0  0 28  a  0  0|............(...
0012FF00 :  2  0  0  0 53 65 72 76 69 63 65 20 50 61 63 6b|....Service Pack
0012FF10 : 20 32  0  0  2  0  0  0  0  3  0  0  0  0  0  0| 2.............
```

u[0],u[1],u[2]

double 型の変数は
8 バイトになっている

バイナリ形式のファイル

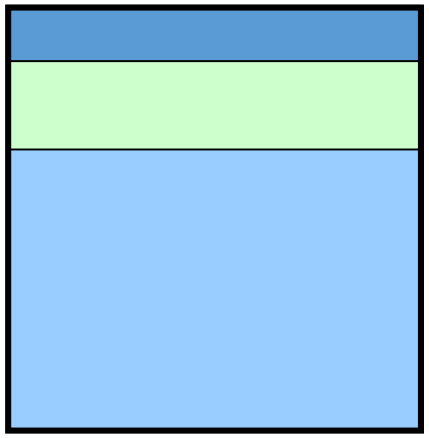


読み出し：　fread を使用
書き込み：　fwritre を使用

Windows ビットマップファイル

Windows ビットマップファイルの例

786,484 バイトのファイル
（バイナリ形式）



先頭１４バイト：　ファイルヘッダ

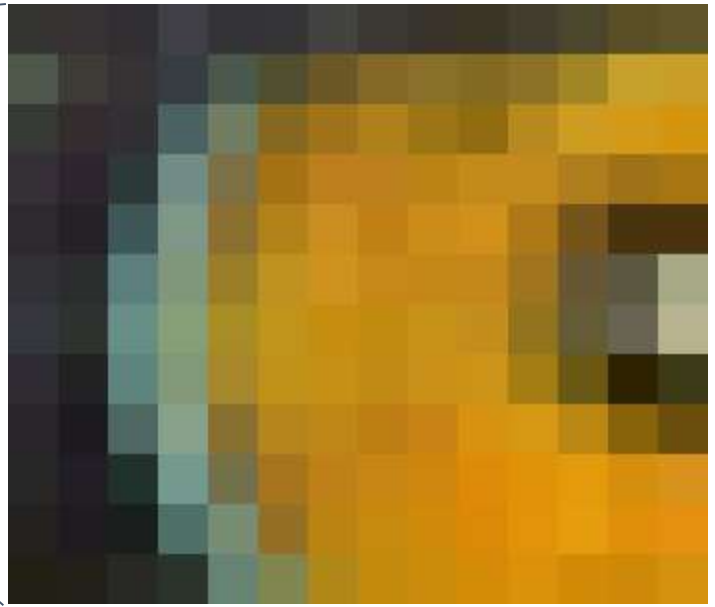
画像データの本体が
先頭から何バイト目か
(bfOffBits)　など

先頭４０バイト*：　ヘッダ

（画像の種類によっては40より長い）

幅 (biWidth)
高さ （ｂiHeight)
１画素あたりのビット数
(biBitCount)
圧縮法 (BiCompression)
→ 0 なら圧縮していない　など

残り：　画像データの本体



それぞれの格子が画素

参考：　メモリダンプ用プログラム

```
#include "stdio.h"
void dump_line( unsigned char *top_address )
{
        unsigned char *p;
        // 「%p」はポインタの表示
        printf( "%p :", top_address );
        // 以下，16進数での表示を16バイト分行う
        for ( p = top_address; p < (top_address + 16); p++ ) {
                // 「%2x」は16進数2桁での表示
                printf( " %2x", *p );
        }
        // メモリの中身が，16進数で 20 以上 7e 以下のときは，「文字」もで表示
        printf( "|" );
        for ( p = top_address; p < (top_address + 16); p++ ) {
                // 「%c」は文字（１文字）での表示
                if ( ( (*p) >= 0x20 ) && ( (*p) < 0x7e ) ) {
                        printf( "%c", *p );
                }
                else {
                        printf( "." );
                }
        }
        printf( "¥n" );
}
```

```
// 16進数でメモリの中身を表示
void dump( unsigned char *address, int len )
{
        unsigned char *current;
        printf( "16 進数でメモリの中身を表示¥n" );
        printf( "         : 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f|0123456789abcdef¥n" );
        printf( "---------:-----------------------------------------------|----------------¥n" );
        current = (unsigned char*) ( ( ( (int) address ) / 16 ) * 16 );
        while ( current < (address + len) ) {
                dump_line( current );
                current = current + 16;
        }
        return;
}
int main()
{
        char s[] = "89771843";
        int ch;
        dump( (unsigned char*)s, 16 );
        printf( "Enter キーを1,2回押すと，プログラムが終了します¥n" );
        ch = getchar();
        ch = getchar();
        return 0;
}
```