#08

ポインタと配列

2022 年度 / プログラミング及び実習 III

角川裕次

龍谷大学　先端理工学部

もくじ

今回 (#08) の内容：シラバスでの該当部分

小テーマ: ポインタと配列

第 12 回：配列型とポインタ型
第 13 回：ポインタの演算
第 14 回：配列を引数とする関数

重要概念リスト

- **ポインタ演算** $p + i$
- **ポインタのインクリメント** p++
- **ポインタのデクリメント** p--
- **配列** `a` **に対する** `sizeof(a)` **と** `&a`
- **配列を引数とする関数呼出し**

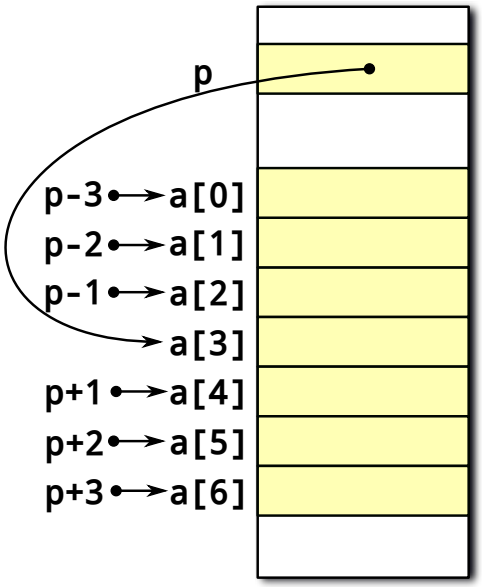
今回の実習・課題 (manaba へ提出)

実習内容と課題内容は講義途中に提示します

(**作成したファイル類は** manaba **に提出**)

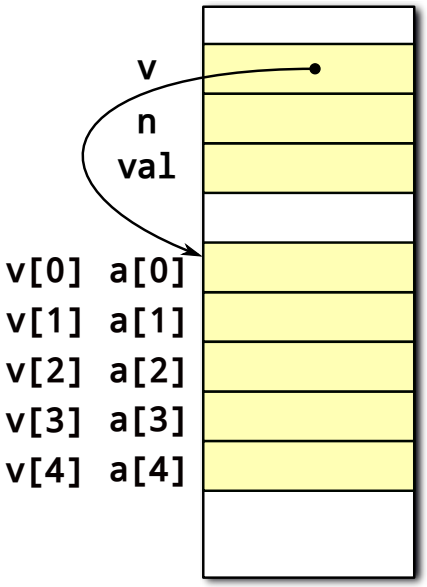
★きょう特に心がけてほしいこと★

プログラムコードを見て
以下のようなビジュアルをイメージできるようになること




```
int ary_set( int *v,
             int n,
             int val ) {
    ...
}
int main(void){
  int a[] = { ... };
  ary_set(a, 5, 99);
    ...
}
```

ソースコード



ポインタの理解で重要

- ビジュアルをイメージできなければ理解できてないと思われ

第 10-3 節　ポインタと配列

★重要★

□ ポインタと配列 p.292

配列名とポインタ

配列 a[ ] に対して
配列名 a によりその配列の先頭要素 a[0] へのポインタを表す

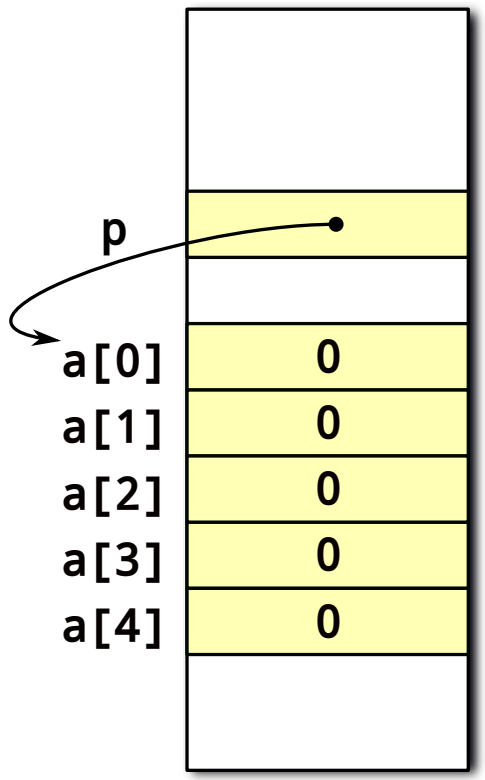
例

```
int a[5];
int *p = a;
```

p = a は p = &a[0] に等しい

- C 言語ではそういうおやくそく
- p の型は int* だから

注意：配列全体を指すのではない

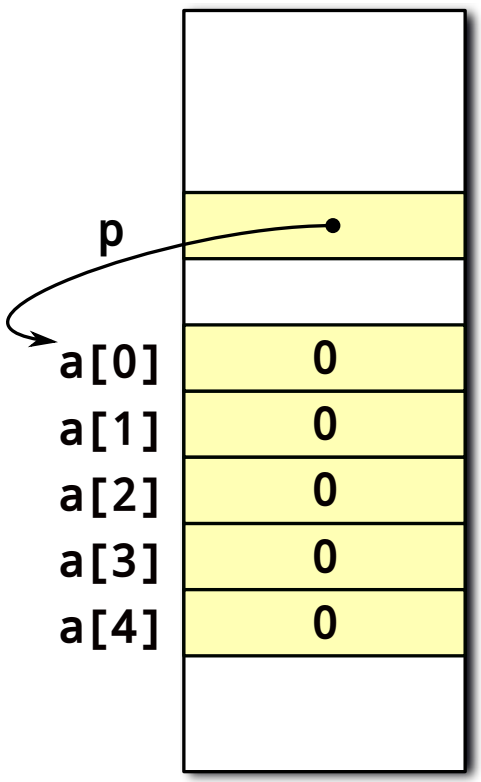


配列と各要素を指すポインタ

★重要★

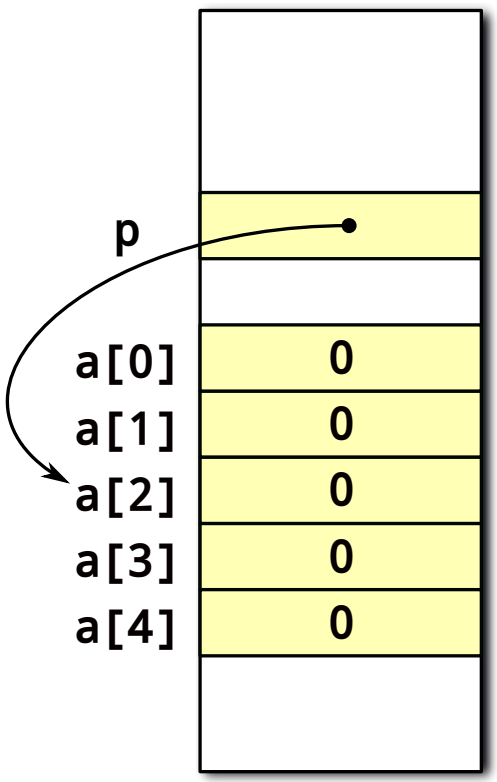
```
int a[5];
int *p = a;
```

p は a[0] を指す




```
int a[5];
int *p = &a[2];
```

p は a[2] を指す



ポインタの演算

★重要★

ポインタ p への演算

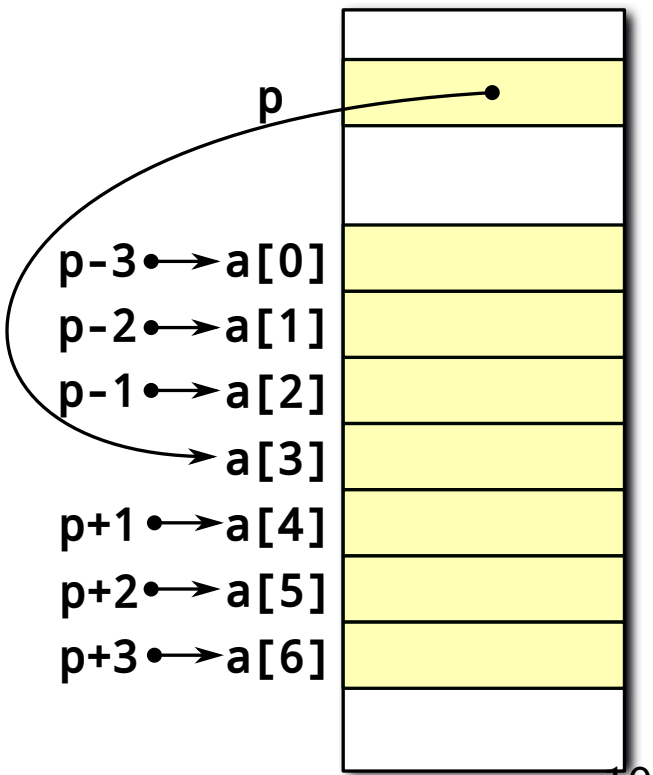
ポインタ p が配列の要素 e を指す時に以下の規則が成立

- $p + i$: **要素 e の i 個だけ後方の要素を指す**
- $p - i$: **要素 e の i 個だけ前方の要素を指す**

$p+i$ と `&p[i]` は等価

例 : `p = &a[3]` **のとき**

- `p-2` **は** `a[1]` **を指すポインタ値**
- `p+2` **は** `a[5]` **を指すポインタ値**
- `p+3` **は** `a[6]` **を指すポインタ値**



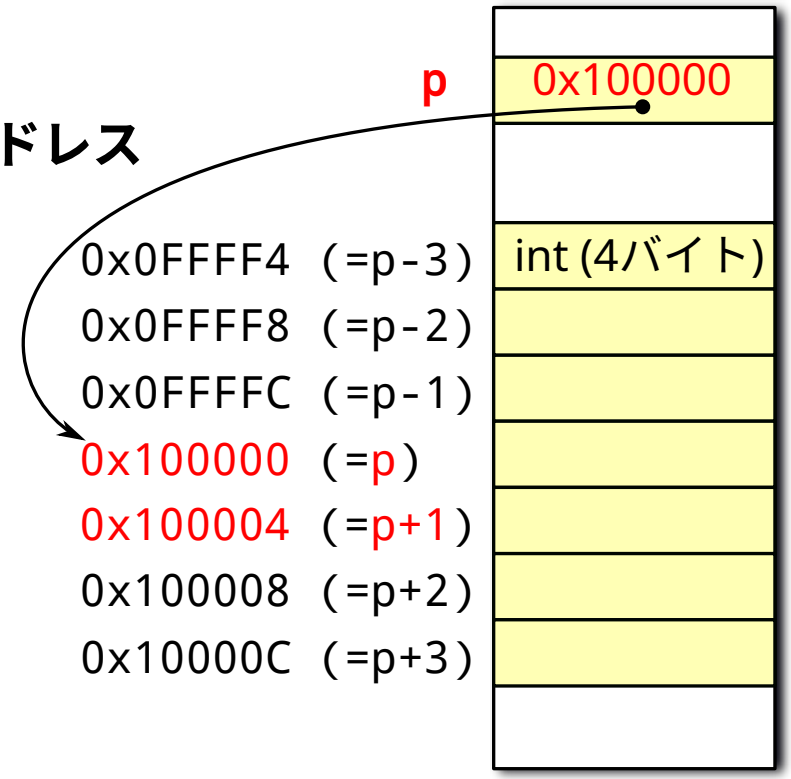
ポインタの演算：理解のポイント

例：p が整数 (int) を指すポインタ，値が 0x100000 の時

- **誤解：p+1 = 0x100001**
- **正確：p+1 = 0x100004**
- **ただし int 型変数に 4 バイトを使用している場合**
- **p が指す int 型データの次の int 型データのアドレス**

p+1 の理解 (p はポインタ変数)

- **誤解：p の値に 1 バイトを加えたアドレス**
- **正確：p の値に要素のサイズ分のバイト数を加えたアドレス**



ポインタのインクリメント

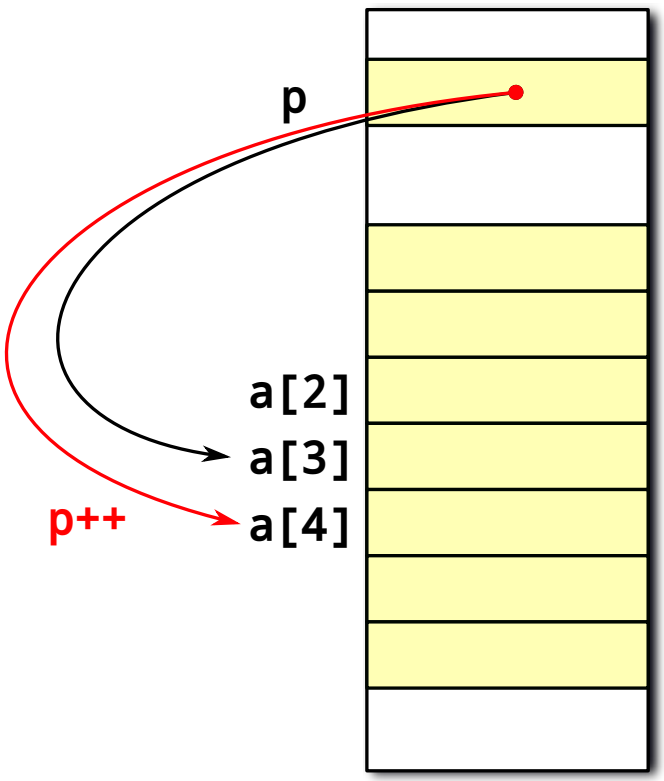
★重要★

ポインタ `p` **の**インクリメント `p++`

- `1` つ次の要素を指すように値が変化
- `p = p + 1` と等価
- (increment : **増やす**)

「`1` つ次の要素」:
配列だと思ったときの `1` **つ次の要素**

例 : `p = &a[3]` **のときの** `p++`**の結果**
`p = &a[4]` **となる**



ポインタのデクリメント

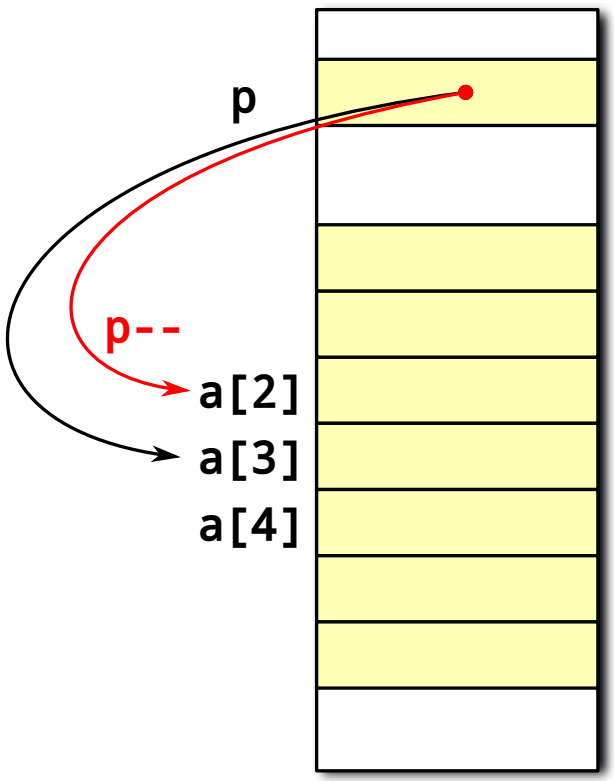
★重要★

ポインタ `p` **の**デクリメント `p--`

- `1` つ前の要素を指すように値が変化
- `p = p - 1` と等価
- (decrement : **減らす**)

「`1` つ前の要素」:
配列だと思ったときの `1` **つ前の要素**

例 : `p = &a[3]` **のときの** `p--` **の結果**:
`p = &a[2]` **となる**



配列の要素のアドレスの表示

List 10-9

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
  int i;
  int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
  int *p = a;          /* pはa[0]を指す */
  for (i = 0; i < 5; i++)
    printf("&a[%d] = %p   p+%d = %p\n",
           i, &a[i], i, p + i);
  return 0;
}
```

実行例 (Ubuntu **での場合**; **出力内容はシステム依存**)

```
&a[0] = 0x7fffa62c06f0   p+0 = 0x7fffa62c06f0
&a[1] = 0x7fffa62c06f4   p+1 = 0x7fffa62c06f4
&a[2] = 0x7fffa62c06f8   p+2 = 0x7fffa62c06f8
&a[3] = 0x7fffa62c06fc   p+3 = 0x7fffa62c06fc
&a[4] = 0x7fffa62c0700   p+4 = 0x7fffa62c0700
```

配列名 a に対する sizeof と &

★重要★

`sizeof(a)` は配列全体の大きさを表す

- 注意：`sizeof(a[0])` ではない

例：`int a[10];` に対する `sizeof(a)`

- `sizeof(a)` $=$ `sizeof(int)` $\times$ 10　を得る
- 要素サイズを個数分，ってことですね

`&a` は配列全体へのポインタを表す

- 注意：`a[0]` へのポインタへのポインタではない

例：`int a[10];` に対する `&a`

- 配列全体 `a[10]` へのポインタを表す
- ポインタの型は `int(*)[10]`
  (要素数 10 の `int` 型配列へのポインタ)

□ 間接演算子と添字演算子 p.294

★重要★

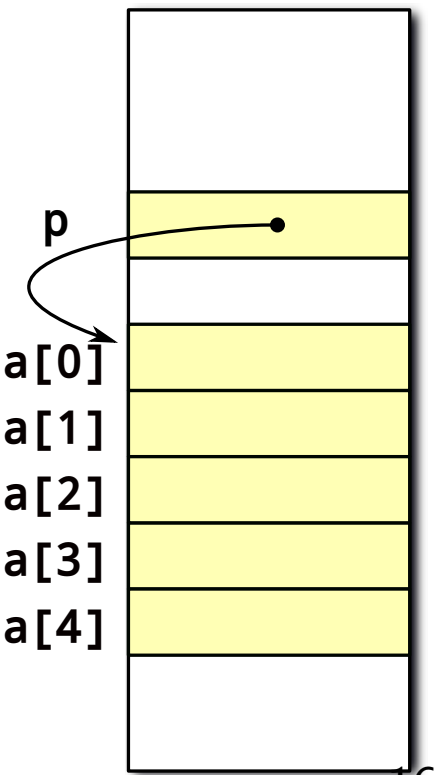
ポインタ p への演算結果に対する間接演算子

ポインタ p が配列の要素 e を指す時に以下の規則が成立

- $*(p + i)$ は $p[i]$ と表記できる
- $*(p - i)$ は $p[-i]$ と表記できる

例：`p = &a[0]` の場合に以下が成立

- **ポインタ値に関して**
  `&a[1] = a+1 = &p[1] = p+1`
- **同じオブジェクトを指すのだから値は同一**
  `a[1] = *(a+1) = p[1] = *(p+1)`

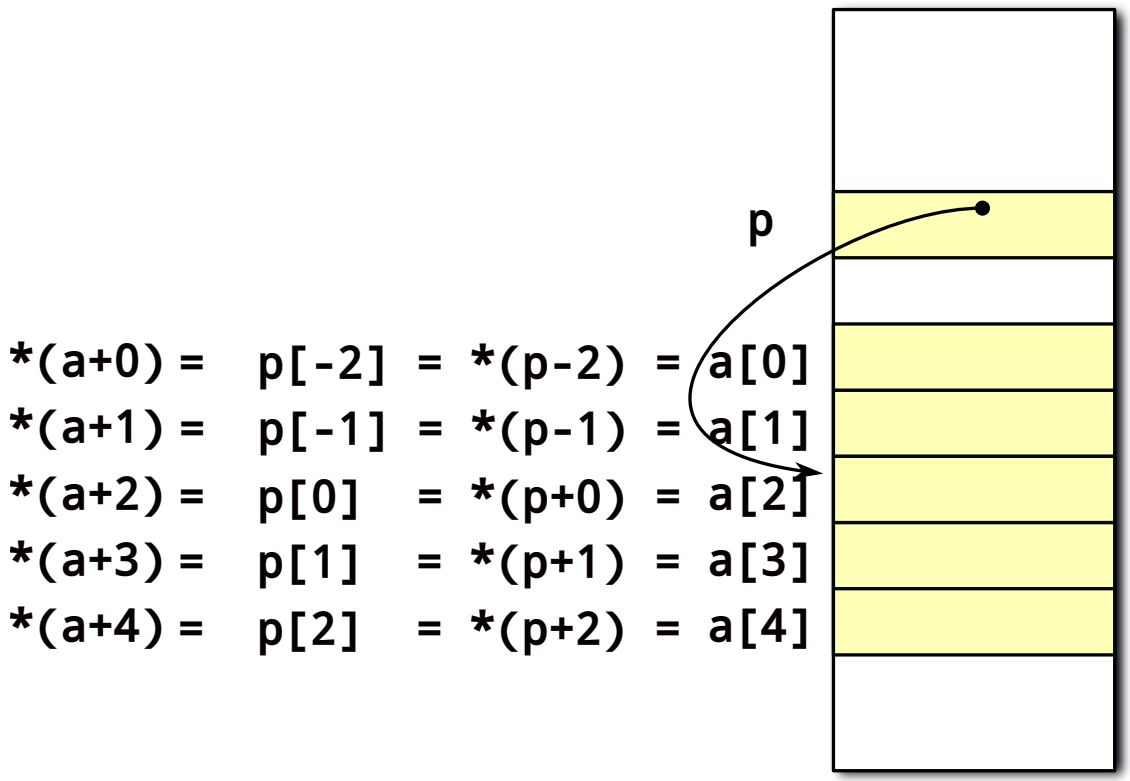



```
*(a+0) =  p[0] = *(p+0) = a[0]
*(a+1) =  p[1] = *(p+1) = a[1]
*(a+2) =  p[2] = *(p+2) = a[2]
*(a+3) =  p[3] = *(p+3) = a[3]
*(a+4) =  p[4] = *(p+4) = a[4]
```

配列要素とポインタ

`p = &a[2]` **の場合**

- **このとき** `*p` **は** `a[2]` **のエイリアス (別名)**



`*(a+0)` **は** `*a` **と簡潔に書ける**

同じ要素へアクセスする方法いろいろ

2 つは同一の要素を表す

- `a[i]`
- `*(a+i)`

(配列先頭から
i 個後ろの要素)

2 つは同一のポインタを表す

- `&a[i]`
- `a+i`

(配列先頭から
i 個後ろの要素へのポインタ)

ポインタの演算

できること

- **ポインタと整数の加減算**　(**例**：p+4)
- **ポインタからポインタの減算**　(**例**：p-q)

できないこと

- **ポインタとポインタの加算**　(**例**：p+q)

例: **ポインタ演算**

```
int a[10];
p1=&a[1];
p6=&a[6];
```

- **ポインタと整数の加算**: p1+7 = &p[8]
- **ポインタと整数の減算**: p6-2 = &p[4]
- **ポインタからポインタの減算**: p6-p1 = 6 − 1 = 5

ポインタの演算を試してみる

ソースコード (独自)

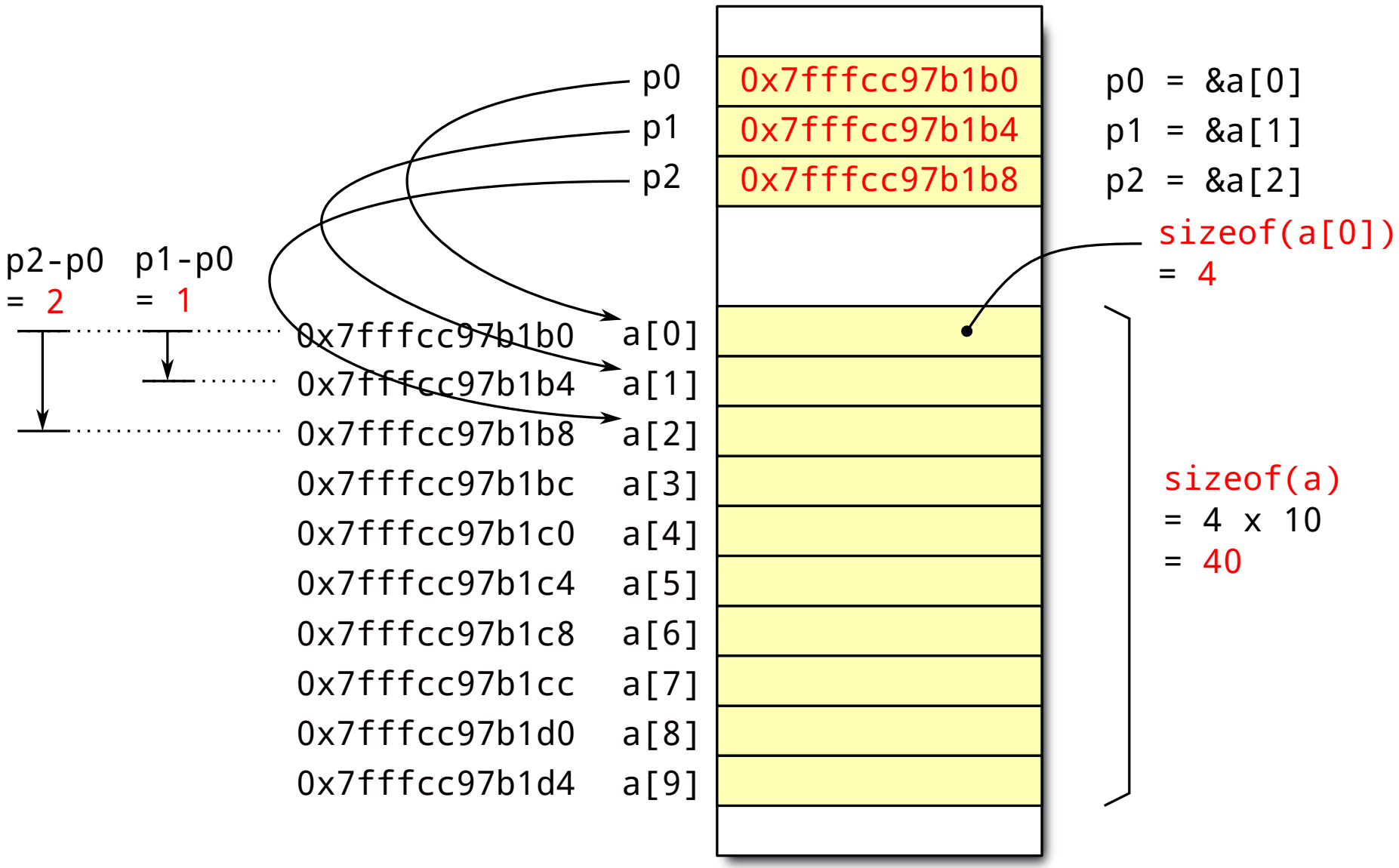
```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
  int a[10];
  int *p0 = &a[0], *p1 = &a[1], *p2 = &a[2];
  printf("%ld, %ld\n", sizeof(a), sizeof(a[0]));
  printf("%p, %p, %p\n", p0, p1, p2);
  printf("%ld, %ld\n", p2-p0, p1-p0);
  return 0;
}
```

実行例

```
40, 4
0x7fffcc97b1b0, 0x7fffcc97b1b4, 0x7fffcc97b1b8
2, 1
```

(実行するシステムにより実行結果が違う場合あり)

ポインタの演算を試してみる: 超図解



配列の要素の値とアドレスを表示

List 10-10 (**全体**)

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
  int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
  int *p = a;          /* pはa[0]を指す */
  for (int i = 0; i < 5; i++)
    printf("a[%d] = %d  *(a+%d) = %d  p[%d] = %d  *(p+%d) = %d\n",
                i, a[i], i, *(a + i), i, p[i], i, *(p + i));
  for (int i = 0; i < 5; i++)
    printf("&a[%d] = %p  a+%d = %p  &p[%d] = %p  p+%d = %p\n",
                i, &a[i], i, (a + i), i, &p[i], i, (p + i));
  return 0;
}
```

配列 a の初期値を覚えておこう

```
  int a[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
```

- a[0]=1, a[1]=2, a[2]=3, a[3]=4, a[4] = 5

配列の要素の値とアドレスを表示; 実行例 1/1

List 10-10 **前半**, **表示する値** 4 **種** (i=0,1,...,4)

```
a[i]        *(a + i)     p[i]        *(p + i);
```

出力 : **それぞれ同じ値**

```
a[0] = 1   *(a+0) = 1   p[0] = 1   *(p+0) = 1

a[1] = 2   *(a+1) = 2   p[1] = 2   *(p+1) = 2

a[2] = 3   *(a+2) = 3   p[2] = 3   *(p+2) = 3

a[3] = 4   *(a+3) = 4   p[3] = 4   *(p+3) = 4

a[4] = 5   *(a+4) = 5   p[4] = 5   *(p+4) = 5
```

配列の要素の値とアドレスを表示; 実行例 2/2

List 10-10 **後半**, **表示する値 4 種** (i=0,1,...,4)

```
&a[i]              a+i
&p[i]              p+i
```

出力：**それぞれ同じポインタ値**

```
&a[0] = 0x7ffd6c4e1e60   a+0 = 0x7ffd6c4e1e60
&p[0] = 0x7ffd6c4e1e60   p+0 = 0x7ffd6c4e1e60

&a[1] = 0x7ffd6c4e1e64   a+1 = 0x7ffd6c4e1e64
&p[1] = 0x7ffd6c4e1e64   p+1 = 0x7ffd6c4e1e64

&a[2] = 0x7ffd6c4e1e68   a+2 = 0x7ffd6c4e1e68
&p[2] = 0x7ffd6c4e1e68   p+2 = 0x7ffd6c4e1e68

&a[3] = 0x7ffd6c4e1e6c   a+3 = 0x7ffd6c4e1e6c
&p[3] = 0x7ffd6c4e1e6c   p+3 = 0x7ffd6c4e1e6c

&a[4] = 0x7ffd6c4e1e70   a+4 = 0x7ffd6c4e1e70
&p[4] = 0x7ffd6c4e1e70   p+4 = 0x7ffd6c4e1e70
```

□ 配列とポインタの相違点 p.296

配列とポインタ：似ていることも多いが相違点もあり

規則：配列名を代入式の左オペランドに出来ない

できる

```
int *p;
int y[5];
p = y;
```

- **ポインタ変数への代入は可能**

できない (コンパイルエラー)

```
int a[5];
int b[5];
a = b;
```

- **配列まるごと一気に代入はできない**
- **C 言語でのおやくそく**

□ 配列の受け渡し p.298

関数間での配列の受け渡し：ポインタにより受け渡す

- **要素数の情報は伝わらない**
- **要素数は引数で明示的に渡す**

List 10-11：**配列の受け渡し**

```
#include <stdio.h>
void ary_set(int v[], int n, int val)
{
  for (int i = 0; i < n; i++)
    v[i] = val;
}
int main(void)
{
  int a[] = {1, 2, 3, 4, 5};
  ary_set(a, 5, 99);
  for (int i = 0; i < 5; i++)
    printf("a[%d] = %d\n", i, a[i]);
  return 0;
}
```

関数呼び出しによるポインタの受け渡し

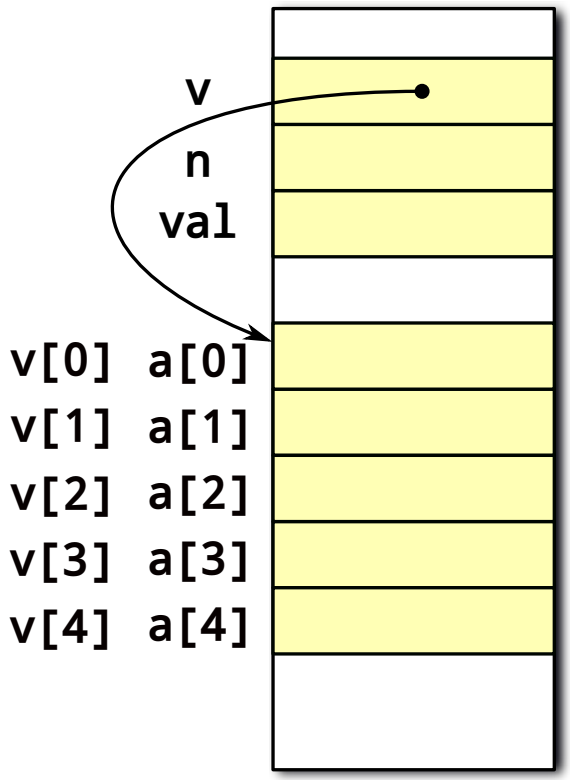
配列 a へのポインタを引数にして関数呼出し

- **仮引数名**：v

関数内：v[0] **により** a[0] **をアクセスできる**

```
int ary_set( int *v,
             int n,
             int val ) {
    ...
}
int main(void){
  int a[] = { ... };
  ary_set(a, 5, 99);
    ...
}
```

ソースコード



おわり