ce-9.ポインタ，連結リスト

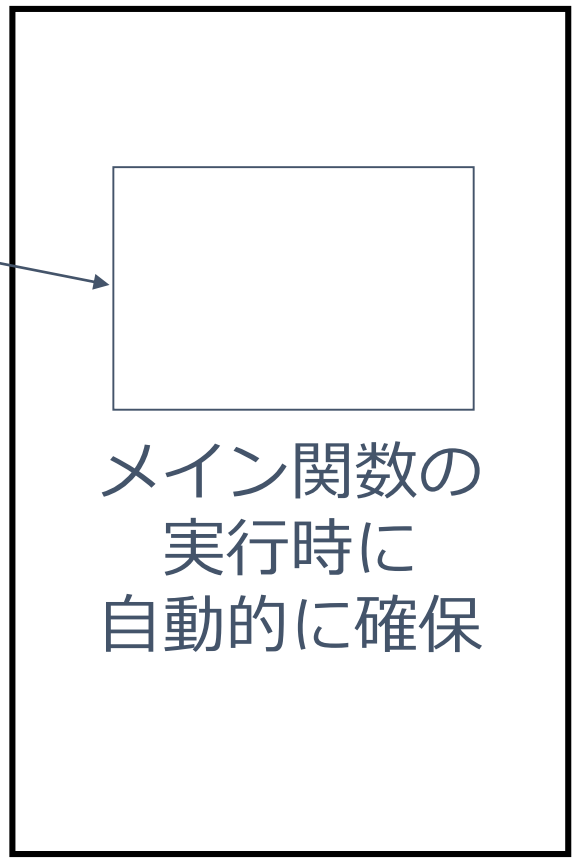
（C プログラミング応用）（全１４回）

URL: https://www.kkaneko.jp/pro/c/index.html

金子邦彦

今まで説明してきた変数

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
#pragma warning(disable:4996)
int main()
{
    double x;
    double y;
    char buf[256];
    int i;
    double start_x;
    double step_x;
    FILE* fp;
    printf( "start_x =" );
    fgets( buf, 256, stdin );
    sscanf_s( buf, "%lf¥n", &start_x );
    printf( "step_x =" );
    fgets( buf, 256, stdin );
    sscanf_s( buf, "%lf¥n", &step_x );
    fp = fopen( "d:¥¥data.csv", "w" );
    for( i = 0; i < 20; i++ ) {
        x = start_x + ( i * step_x );
        y = sin( x );
        printf( "x= %f, y= %f¥n", x, y );
        fprintf( fp, "x=, %f, y=, %f¥n", x, y );
    }
    fprintf( stderr, "file z:¥¥data.csv created¥n" );
    fclose( fp );
    return 0;
}
```



今日の内容

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
int main()
{




new ・・・


}
```

プログラムが使う
メモリ空間

new を使い
必要な分を確保

new の実行によりメモリアドレス
が得られる

今日の内容

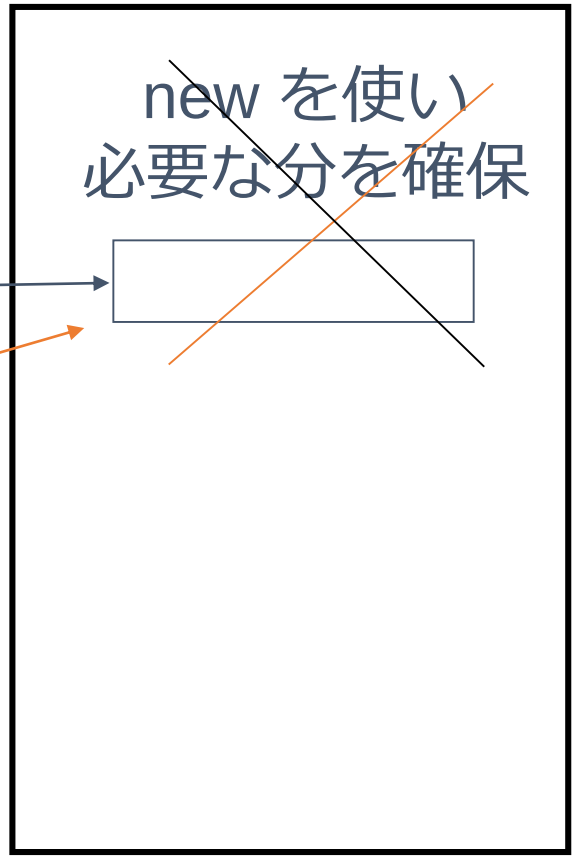
```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
int main()
{

}
```

new ・・・

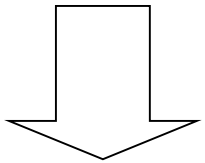
delete ・・・

不要になったら delete を実行するのがルール

プログラムが使うメモリ空間

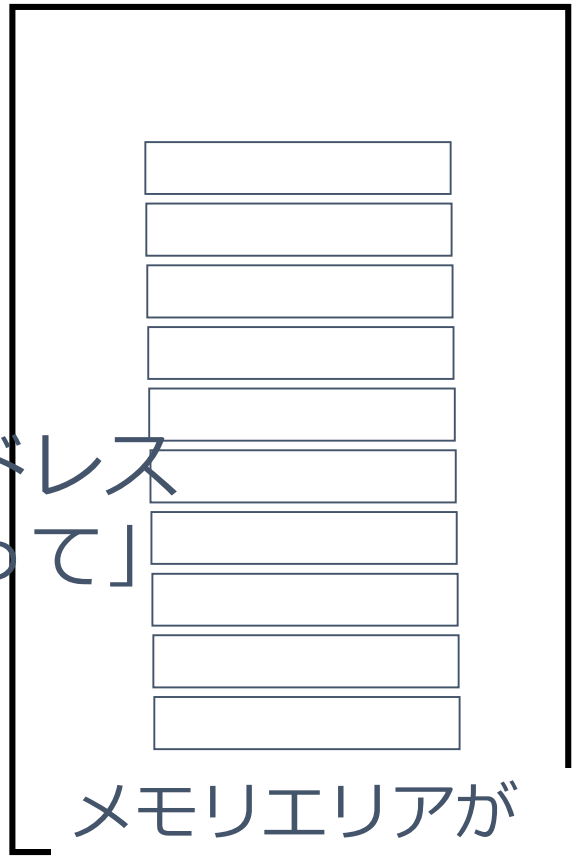


例えば，new を１０回実行すると・・・



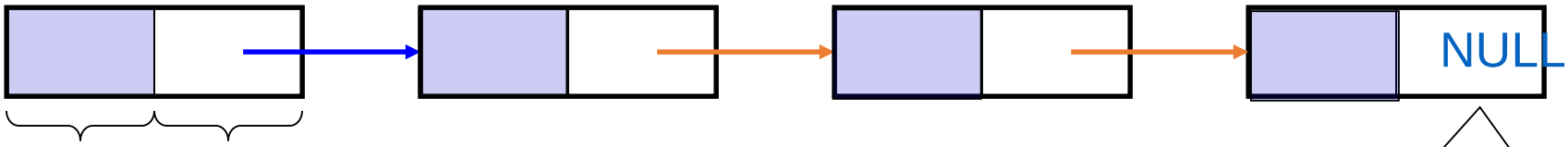
プログラミングテクニック

確保して得られた１０個のメモリアドレスを，メモリの「どこに」，「どうやって」格納しておくのか？



リストの模式図

データ部分とポインタ部分で１単位を構成する
（これをリストセルと呼ぶ）



データ部分　ポインタ部分
（＝次のリストセルのメモリアドレス）

リストセル

リストの末端を表す

メモリ中では
[00 00 00 00] という値をとる

リストの基本操作の例

- リストの生成　(new_list)

生成前　何も無い　⇒　生成後

サイズ１のリスト

- リストの追加　(insert_list)

生成前　長さｋのリスト（k≧0）　⇒　生成後　長さ k+1 のリスト（先頭に追加）

- リストの削除　(delete_list)

生成前　長さｋのリスト（k≧1）　⇒　生成後　長さ k-1 のリスト（ある特定要素値を持つものを削除）

- リストの探索　(find_list)

リスト内から，ある特定要素値を持つものを探索

再帰的構造体：リストの定義の例

```
struct data_list {
  int data;
  struct data_list *next;
};
```

data	next
int 型のデータ	メモリアドレス

リストの生成を行う関数

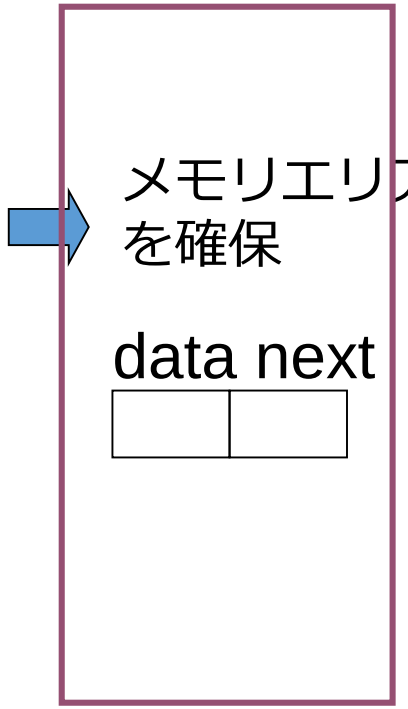
```
struct data_list *new_list(int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = x;
  c->next = NULL;
  return c;
}
```

確保したメモリエリアの
アドレスが c にセットされる

data に x の値を，
next に NULL をセット

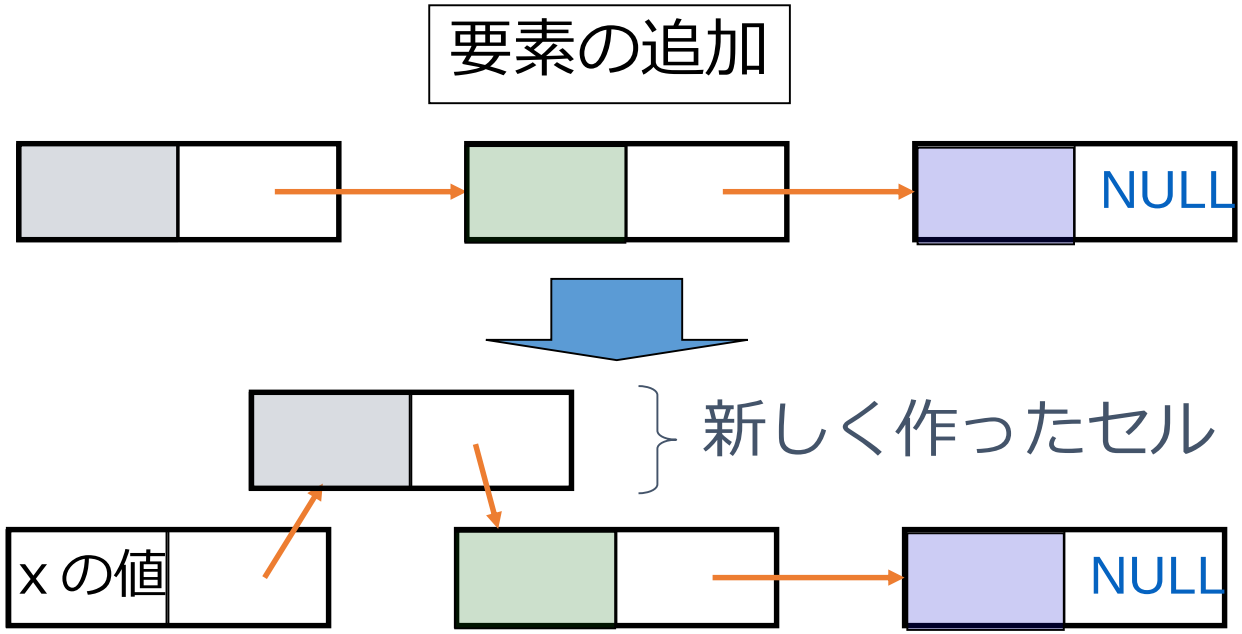
c に入っているメモリアドレスを使い，
構造体にアクセス

プログラムが使う
メモリ空間



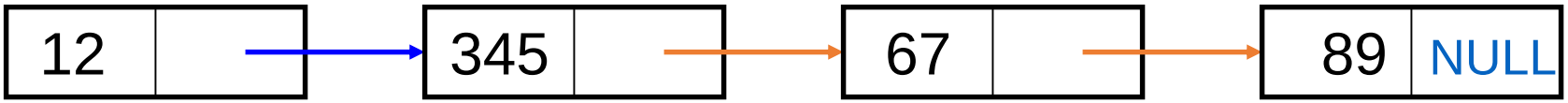
リストの追加を行う関数

```
void insert_list(struct data_list *p, int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = p->data;
  c->next = p->next;
  p->data = x;
  p->next = c;
}
```

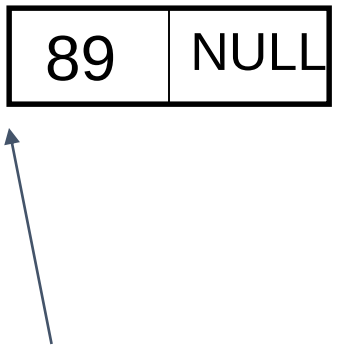


プログラム例

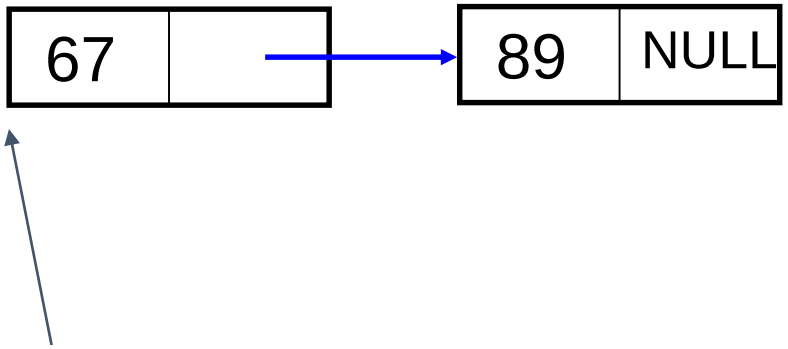
下記のような，サイズ４のリストを作るプログラム



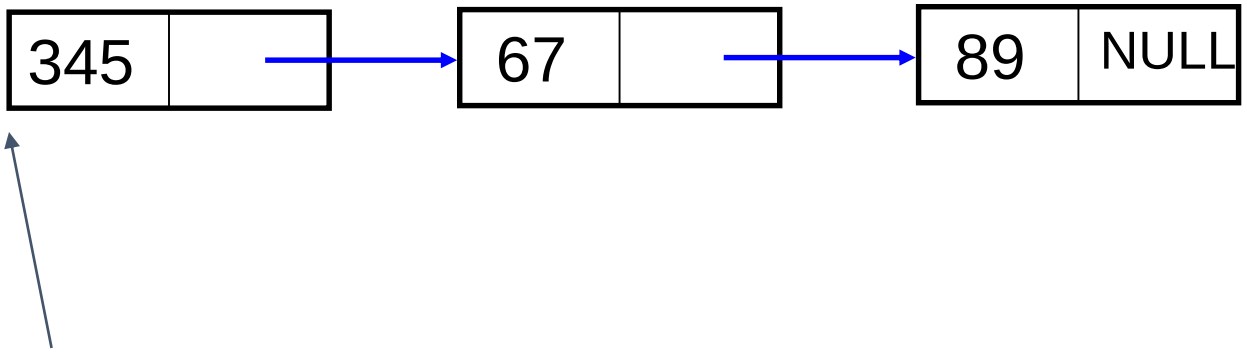
new_list(89)



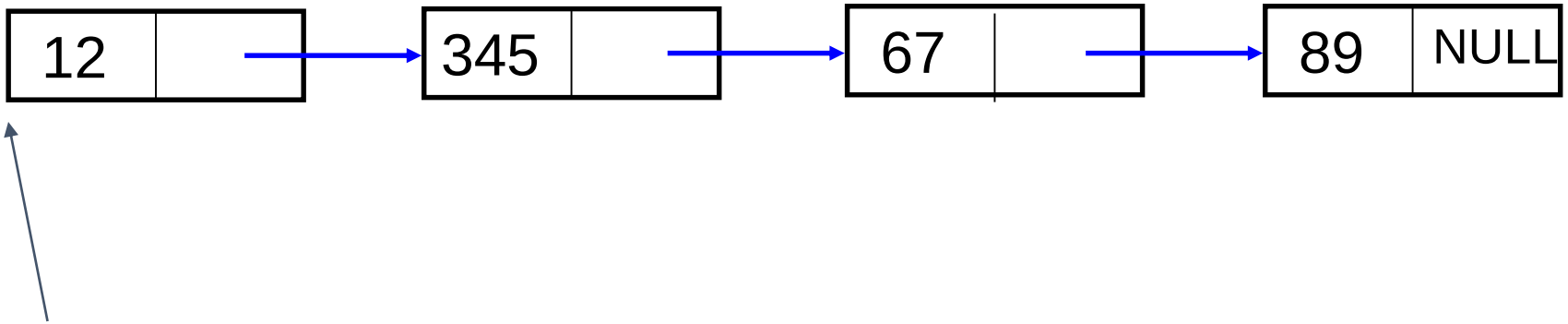
insert_list(a, 67)



insert_list(a, 345)

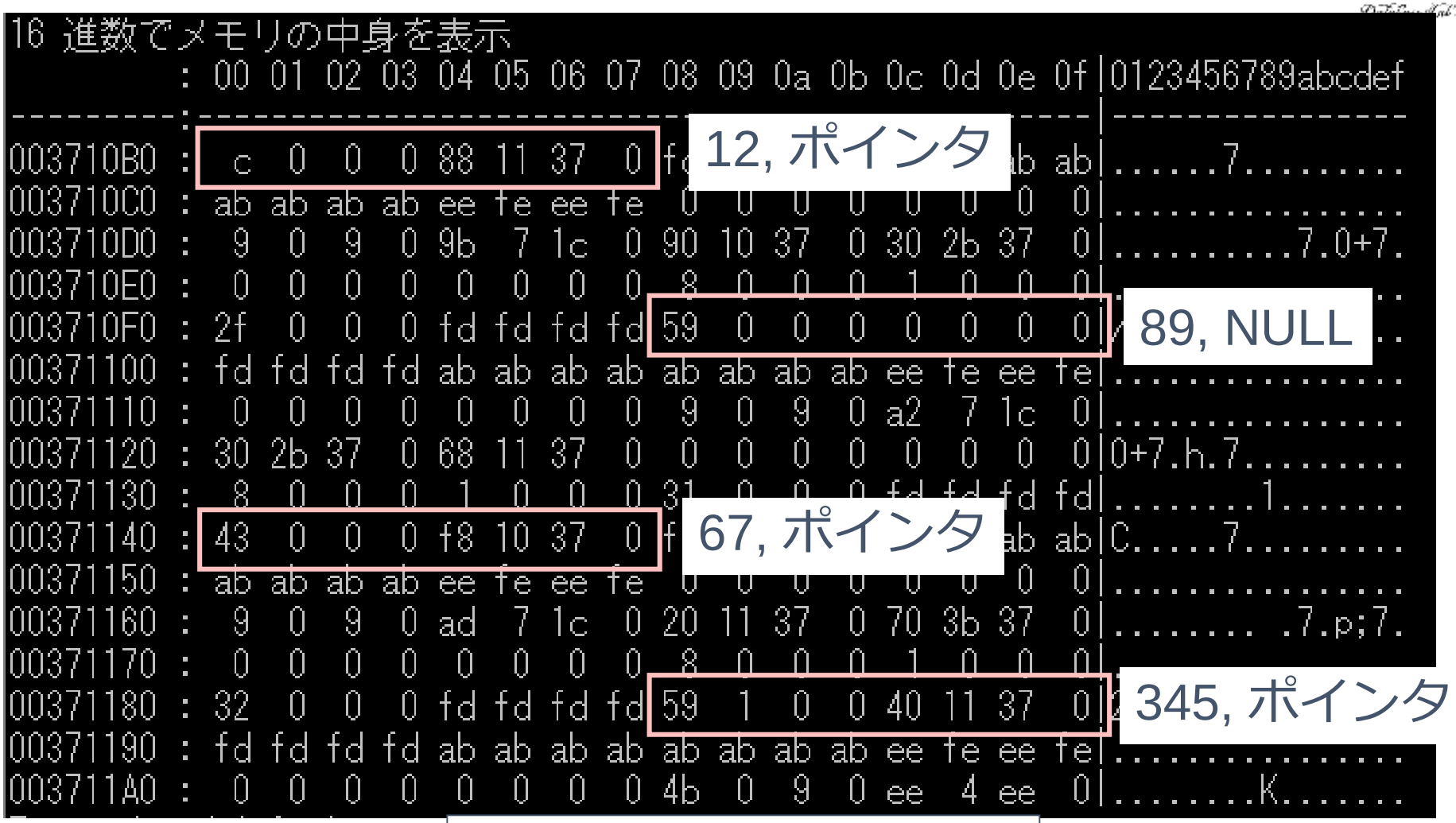


insert_list(a, 12)

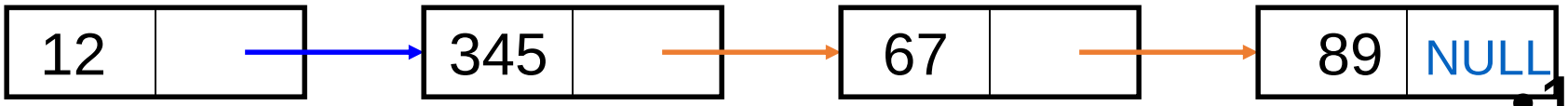


```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
struct data_list {
  int data;
  struct data_list *next;
};
struct data_list *new_list(int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = x;
  c->next = NULL;
  return c;
}
void insert_list(struct data_list *p, int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = p->data;
  c->next = p->next;
  p->data = x;
  p->next = c;
}
int main()
{
  int ch;
  struct data_list *a;
  a = new_list( 89 );
  insert_list( a, 67 );
  insert_list( a, 345 );
  insert_list( a, 12 );
  printf( "Enter キーを1,2回押してください. プログラムを終了します¥n");
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

実際のメモリの中身



16進数表示であることに注意



構造体リストの長所

- 動的メモリ管理(new)により、必要な分だけのメモリを、好きなときに得られる。

  →セル数の制限を気にしなくてよい

- 削除したセルの再利用も簡単化できる。

  →ごみ集めの自動化が可能

例題１．リストの要素の表示

- リストの個々の要素をたどり，要素値を順に表示するプログラム

リストの表示を行う関数

```
void print_list(struct data_list *p)
{
  struct data_list *x;
  if ( p == NULL ) {
    return;
  }
  printf( "%d", p->data );
  x = p->next;
  while( x != NULL ) {
    printf( ", %d", x->data );
    x = x-> next;
  }
  printf( "¥n" );
}
```

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
struct data_list {
  int data;
  struct data_list *next;
};
void print_list(struct data_list *p)
{
  struct data_list *x;
  if ( p == NULL ) {
    return;
  }
  printf( "%d", p->data );
  x = p->next;
  while( x != NULL ) {
    printf( ", %d", x->data );
    x = x-> next;
  }
  printf( "¥n" );
}
struct data_list *new_list(int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = x;
  c->next = NULL;
  return c;
}
void insert_list(struct data_list *p, int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = p->data;
  c->next = p->next;
  p->data = x;
  p->next = c;
}
int main()
{
  int ch;
  struct data_list *a;
  a = new_list( 89 );
  insert_list( a, 67 );
  insert_list( a, 345 );
  insert_list( a, 12 );
  print_list( a );
  printf( "Enter キーを1,2回押してください. プログラムを終了します¥n");
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

実行結果の例

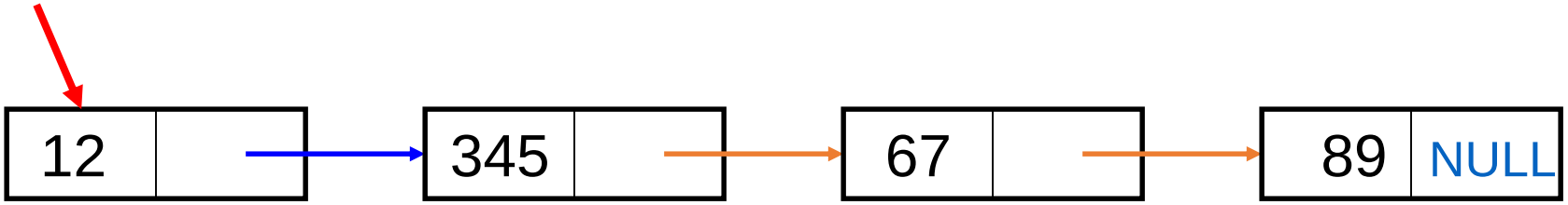
```
12, 345, 67, 89
Enter キーを1,2回押してください．プログラムを終了します
```

例題２．リストの探索

- リストの個々の要素をたどり，要素による探索を行うプログラム

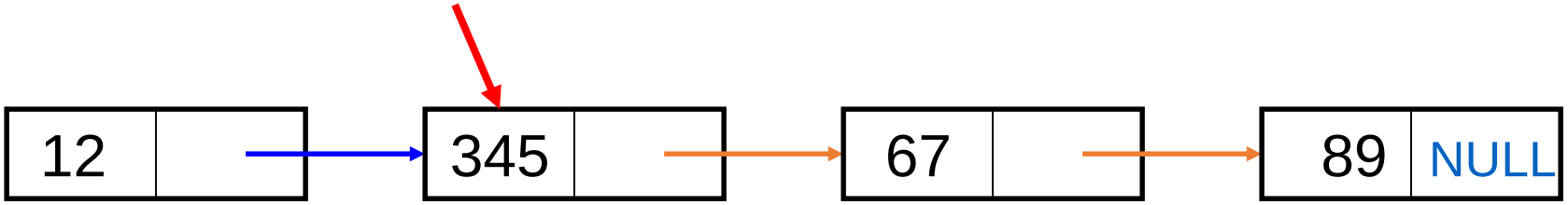
リストの探索

find_list(67)



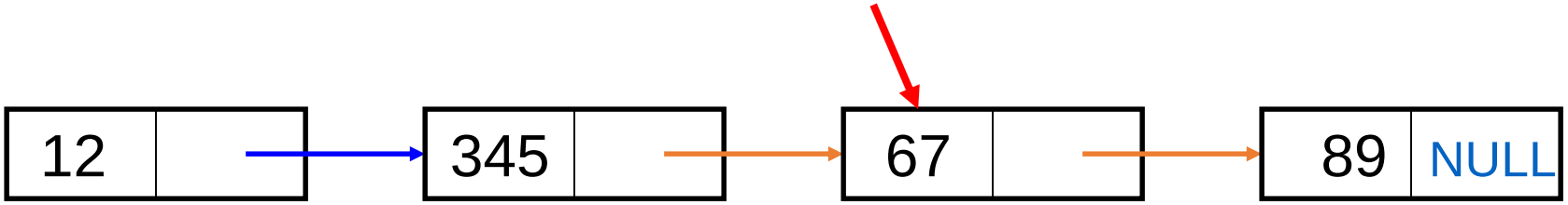
リストの探索

find_list(67)



リストの探索

find_list(67)



見付かった

リストの探索を行う関数

```
int find_list(struct data_list *p, int data )
{
  struct data_list *x;
  x = p;
  while( x != NULL ) {
    if ( x->data == data ) {
      return 1;
    }
    x = x-> next;
  }
  return 0;;
}
```

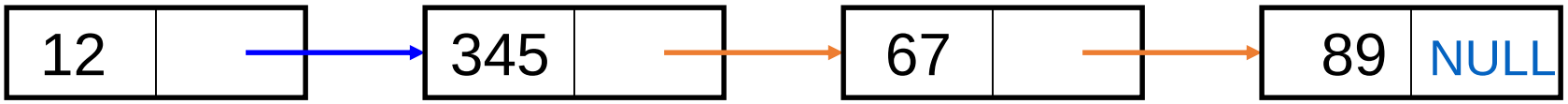
```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
struct data_list {
  int data;
  struct data_list *next;
};
#include "stdio.h"
int find_list(struct data_list *p, int data )
{
  struct data_list *x;
  x = p;
  while( x != NULL ) {
    if ( x->data == data ) {
      return 1;
    }
    x = x-> next;
  }
  return 0;;
}
struct data_list *new_list(int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = x;
  c->next = NULL;
  return c;
}
void insert_list(struct data_list *p, int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = p->data;
  c->next = p->next;
  p->data = x;
  p->next = c;
}
int main()
{
  int ch;
  struct data_list *a;
  a = new_list( 89 );
  insert_list( a, 67 );
  insert_list( a, 345 );
  insert_list( a, 12 );
  if ( find_list( a, 65 ) ) {
    printf( "65はリスト中にある¥n" );
  };
  if ( find_list( a, 67 ) ) {
    printf( "67はリスト中にある¥n" );
  };
  printf( "Enter キーを1,2回押してください. プログラムを終了します¥n");
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

例題３．リストの削除

- リストの個々の要素をたどり，要素の削除を行うプログラム

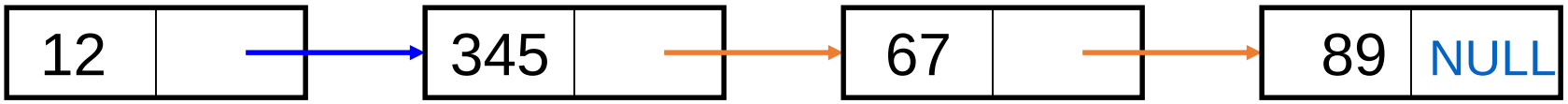
リストの削除

delete_list(67)

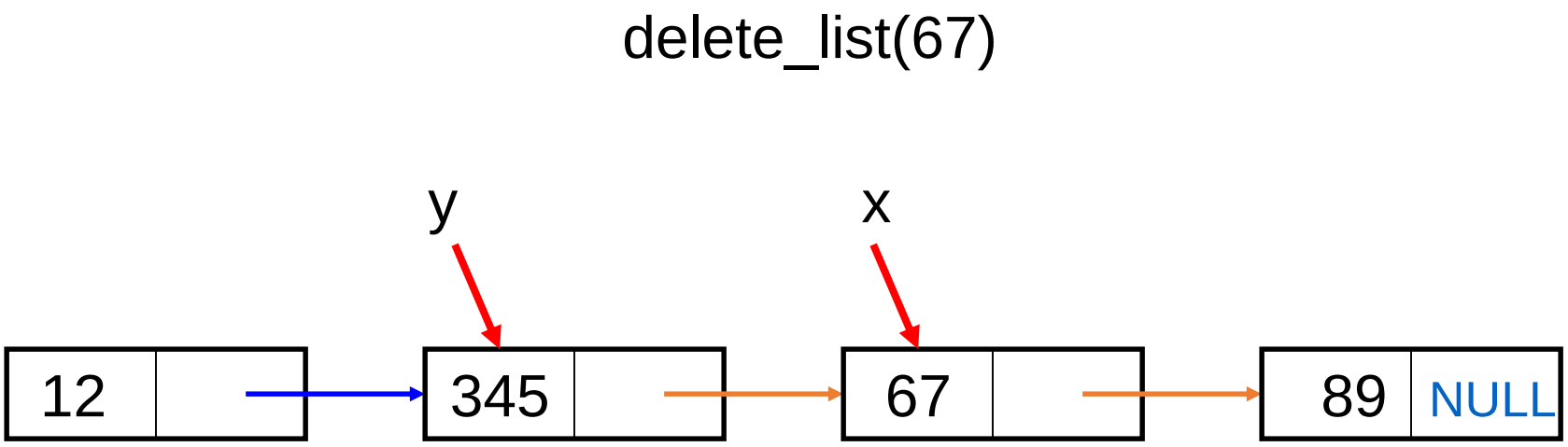


リストの削除

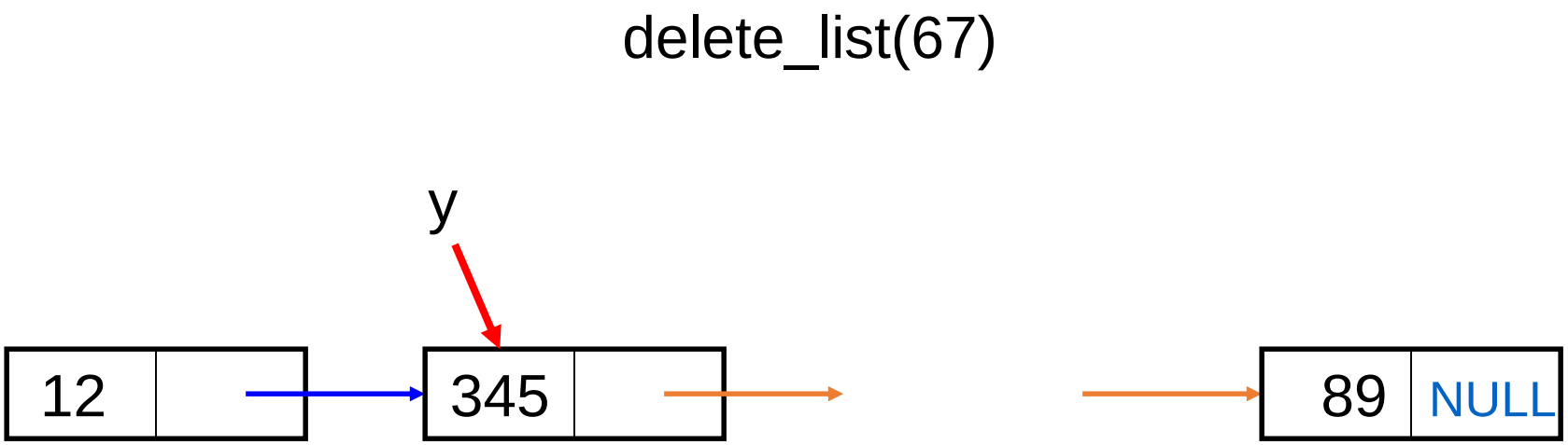
delete_list(67)



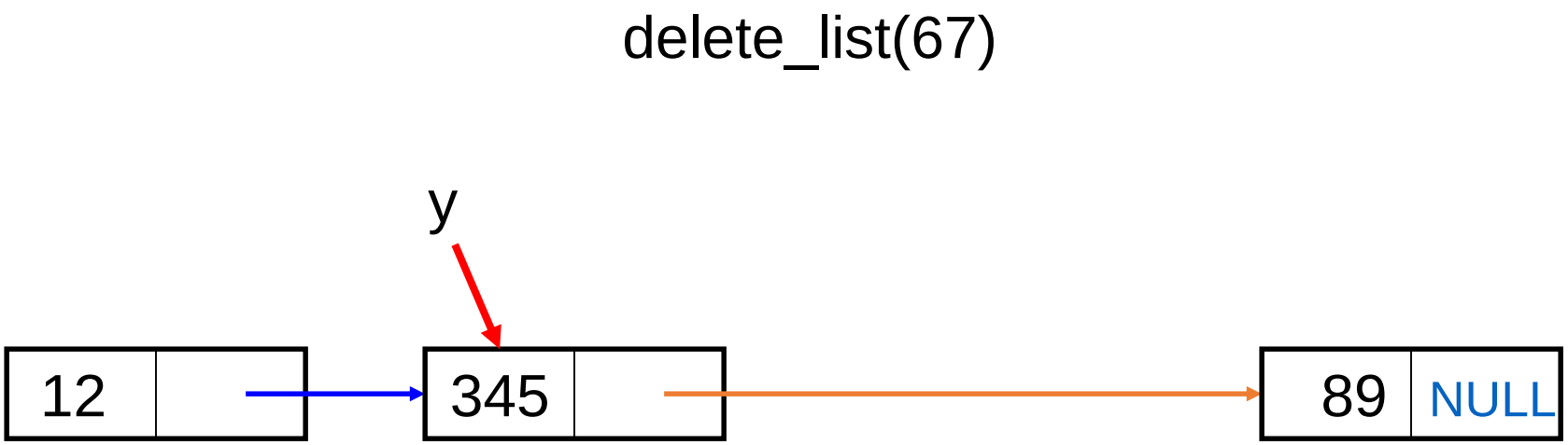
リストの削除



リストの削除



リストの削除



リストの削除を行う関数

```
void delete_list(struct data_list **p, int data )
{
  struct data_list *x;
  struct data_list *y;
  x = *p;
  y = NULL;
  while( x != NULL ) {
    if ( x->data == data ) {
      if ( y != NULL ) {
        y->next = x->next;
        delete( x );
        break;
      }
      else {
        (*p) = x->next;
        delete( x );
        break;
      }
    }
    y = x;
    x = x-> next;
  }
  return;
}
```

```
#include "stdio.h"
#include <math.h>
struct data_list {
  int data;
  struct data_list *next;
};
void delete_list(struct data_list **p, int data )
{
  struct data_list *x;
  struct data_list *y;
  x = *p;
  y = NULL;
  while( x != NULL ) {
    if ( x->data == data ) {
      if ( y != NULL ) {
        y->next = x->next;
        delete( x );
        break;
      }
      else {
        (*p) = x->next;
        delete( x );
        break;
      }
    }
    y = x;
    x = x-> next;
  }
  return;
}
void print_list(struct data_list *p)
{
  struct data_list *x;
  if ( p == NULL ) {
    return;
  }
  printf( "%d", p->data );
  x = p->next;
  while( x != NULL ) {
    printf( ", %d", x->data );
    x = x-> next;
  }
  printf( "¥n" );
}
struct data_list *new_list(int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = x;
  c->next = NULL;
  return c;
}
void insert_list(struct data_list *p, int x)
{
  struct data_list *c = new(struct data_list);
  c->data = p->data;
  c->next = p->next;
  p->data = x;
  p->next = c;
}
int main()
{
  int ch;
  struct data_list *a;
  a = new_list( 89 );
  insert_list( a, 67 );
  insert_list( a, 345 );
  insert_list( a, 12 );
  print_list( a );
  delete_list( &a, 67 );
  print_list( a );
  printf( "Enter キーを1,2回押してください. プログラムを終了します¥n");
  ch = getchar();
  ch = getchar();
  return 0;
}
```

再帰的構造体を用いた実装法

- データとポインタをメンバとする構造体を定義する。
- リストの末端はNULL（空ポインタ）
- 先頭の要素セルをおさえるためのポインタ変数を使う（例題１，例題２，例題３でのメイン関数内での変数ａ）
  - 最後尾の要素セルをおさえるためのポインタ変数が役立つ場合もある（次回授業でのリストの併合のケース）
- 必要に応じて途中のセルをおさえるためのポインタ変数を適宜用意

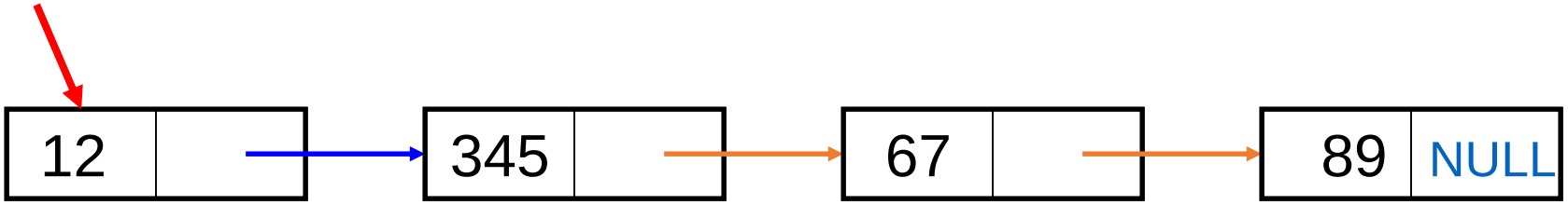
実習

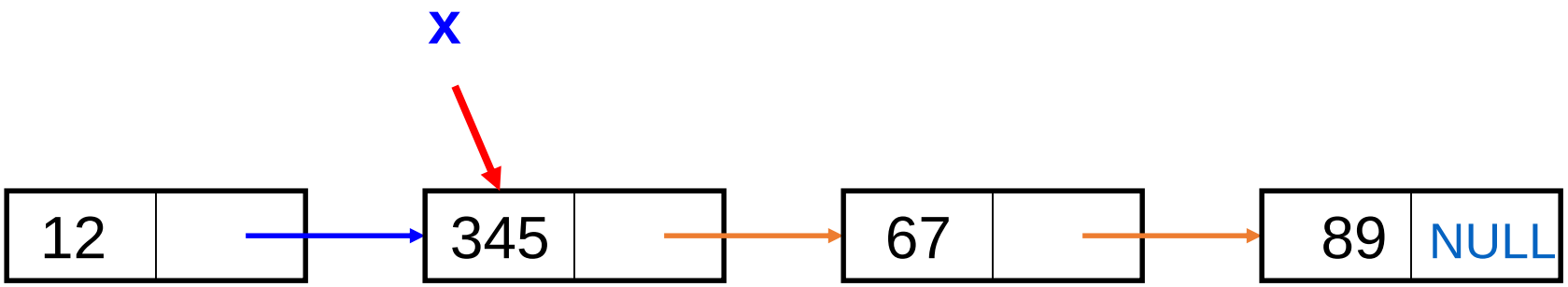
- リストの長さを求める関数を作成しなさい

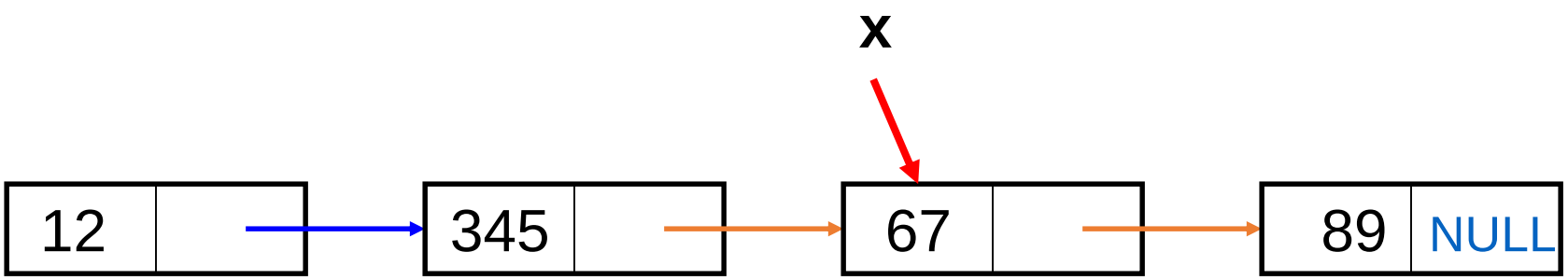
lengthの実行状況

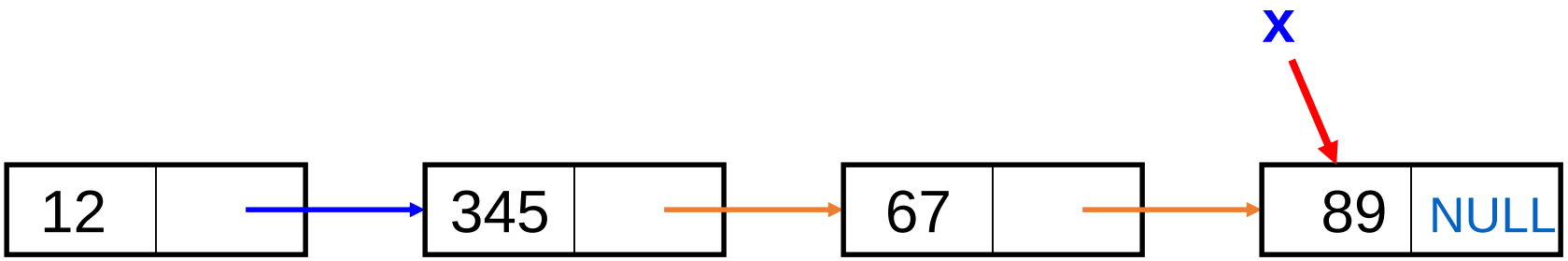
最初

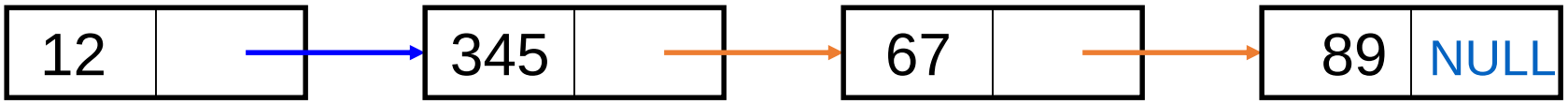
x




x
12
345
67
89
NULL


x
12
345
67
89
NULL


x
12
345
67
89
NULL



結果：4