2012年度 計算機システム演習
第2回
2012.04.20

白幡 晃一

はじめに　(再掲)

- 講義・演習のページ
  - 松岡研のHPからのリンク
    - http://matsu-www.is.titech.ac.jp/lecture/lecture-wiki/ > 計算機システム (2012年度)
  - 内容：授業のスライド、連絡事項等
  - 講義：月曜3,4限，演習：金曜7,8限

- 演習内容 (講義 [前半]＋計算機室で演習 [後半])
  - C言語プログラミングの基礎
  - MIPSシミュレータを用いたMIPSアセンブリプログラミング
  - MIPSシミュレータの作成
  - おまけ：PCの組み立て実習
  - 演習室：
    - 西7号館 3F演習室

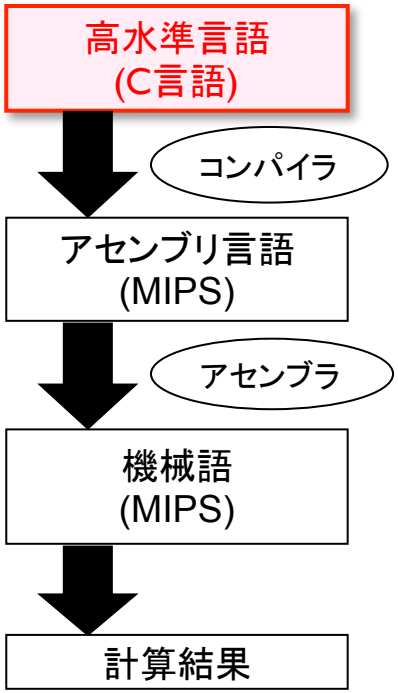
- 質問等は…
  - 講義・演習の授業後
  - 松岡研究室：　西7号館 102号室まで
  - メール
    - 白幡 晃一
      koichi-s@matsulab.is.titech.ac.jp

メーリングリスト

- compsys2012@matsulab.is.titech.ac.jp
  - 事務連絡(休講情報，PC組立て演習, etc)
- 登録希望者は以下の内容で送信
  - 4/20（金）まで

To: 白幡 晃一　koichi-s@matsulab.is.titech.ac.jp
Subject:【計算機システム】ML登録
--------（以下は本文に記述）
名前:
学籍番号:
登録メールアドレス:

※ ML削除⇒【計算機システム】ML削除



今日の内容

構造体、連結リスト、TSUBAME

復習： ポインター

	d	&d	*d
int d (intを保持)	dの値 (つまりintの値)	dのアドレス	
int *d (intの変数のアドレスを保持)	dの値 (dが指す変数のアドレス)	dのアドレス	dが指す変数の値

※ *： アドレスの参照先の値を出力

(id, height)のペアをバブルソートするプログラム

sample19.c

```
#include <stdio.h>

void swap(int *x, int *y){
  int temp = *x;
  *x = *y;
  *y = temp;
}
void sort(int id[], int data[], int n){
  int k = n - 1;
  while ( k >= 1){
    int i;
    for (i = 1; i <= k; i++){
      if (data[i-1] > data[i]) {
        swap(&id[i-1],&id[i]);
        swap(&data[i-1],&data[i]);
      }
    }
    k -= 1;
  }
}
```

```
int main(){
  int i;
  int len = 5;
  int id[] =       {100,101,102,103,104};
  int height[] = {184,164,175,171,179};
  sort(id, height, len);
  for (i = 0; i < len; i++)
    printf("%d:%d(id=%d)\n",i, height[i], id[i]);
  return 0;
}
```

- 問題点
  - idとheightの関連性がわかりづらい
  - 例えばweightを追加したいときswapも追加
- javaならStudentの配列を作成
  - クラス名 : Student
  - フィールド : int id, int height

構造体

- 関連する個々のデータ(メンバ)をまとめて1つのデータとして扱える
  - Javaにおけるフィールドだけのクラス
- 定義方法

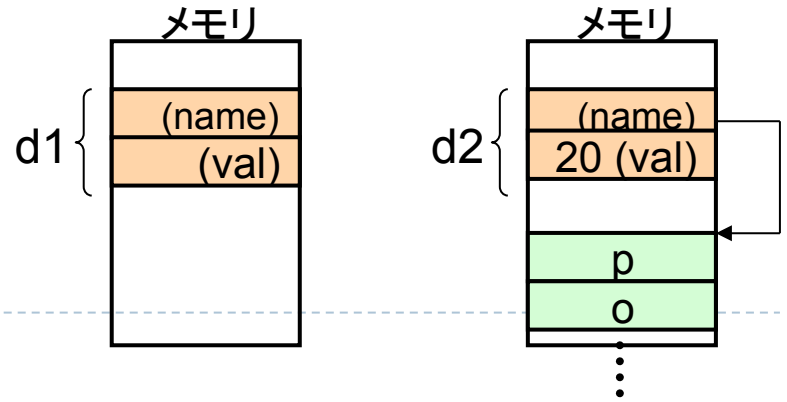
```
struct data {
  char *name;
  int val;
};
```

注意

  - 関数の外に定義
    - スコープ：全ての関数で使用できる
  - 関数内に定義
    - スコープ：その関数のみで使用

- 宣言&使用方法
  - 各メンバにはドット演算子(.)を用いてアクセス

```
struct data d1;
struct data d2 = { “poteto”, 20 };
d1.name = “tomato”;
d1.val = 10;
printf("%s %d\n",
            d1.name, d1.val);
```



サンプル：構造体の使用方法

sample18.c

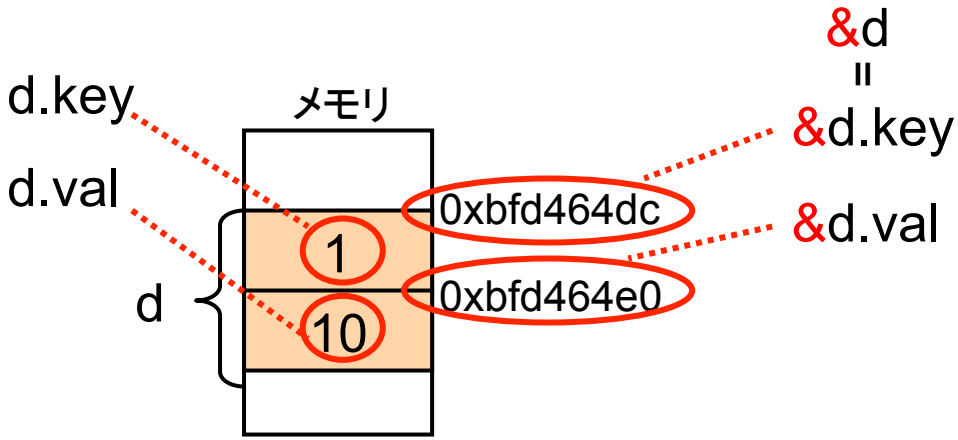
```
#include <stdio.h>
struct student {
  char *name;
  int height;
  double weight;
};
int main(){
  struct student sdt1 = {”ichiro", 180, 68.5};
  struct student sdt2;
  sdt2.name = ”hanako";
  sdt2.height = 170;
  sdt2.weight = 60.2;

  printf("std1=%s, %d, %f\n", sdt1.name, sdt1.height, sdt1.weight);
  printf("std2=%s, %d, %f\n", sdt2.name, sdt2.height, sdt2.weight);
}
```

```
std1=ichiro, 180, 68.500000
std2=hanako, 170, 60.200000
```

構造体のメモリ配置

- 各メンバは宣言された順にメモリ上に配置
  - 各々アドレスを持つ

```
struct student {
  int key;
  int val;
};
int main() {
  struct data d = { 1, 10 };
  printf("&d.key=%p\n", &d.key);
  printf("&d    =%p\n", &d);
  printf("&d.val=%p\n", &d.val);
  return 0;
}
```



Output

```
&d.key=0xbfd464dc
&d    =0xbfd464dc
&d.val=0xbfd464e0
```

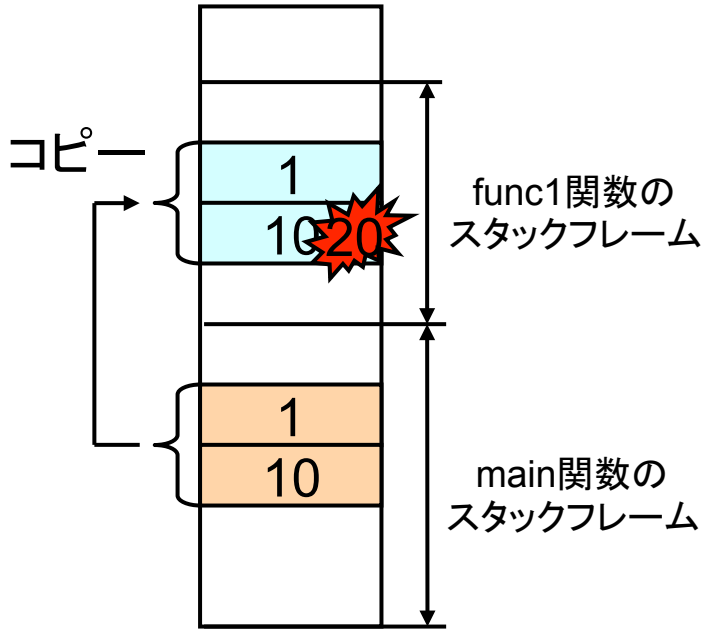
注）&d.key = &(d.key)
結合度：. > &

構造体と関数

- 構造体は値渡し
  - 関数内で値を変更しても、呼び出し元は変更されない

sample21.c

```
#include <stdio.h>
struct data {
  int key;
  int val;
};
int func1(struct data d) {
  d.val = 20;
}
int main() {
  struct data d = {1, 10};
  printf("d.val = %d\n", d.val);
  func1(d);
  printf("d.val = %d\n", d.val);
  return 0;
}
```



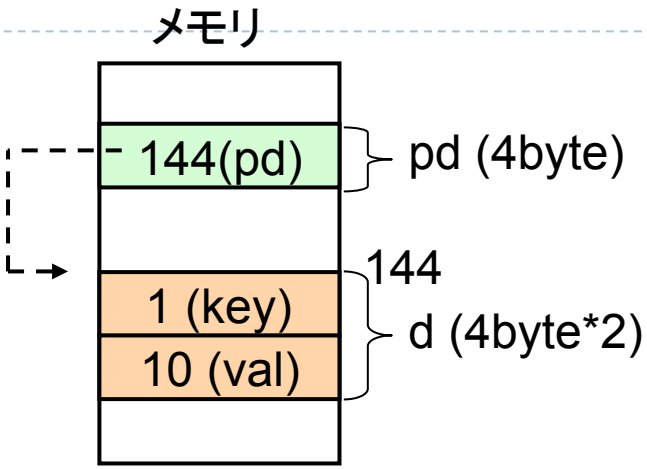
出力

```
d.val = 10
d.val = 10
```

構造体とポインタ

- ポインタ変数の宣言、初期化

```
struct data d = { 1, 10 };
struct data *dp;
dp = &d;
```



- ポインタを介したメンバへのアクセス
  - アロー演算子(－＞)を使用
    - dp->val と (*dp).val は同じ (記述の簡略化のため)

```
printf("(*dp).val = %d\n", (*dp).val);   //10
printf("dp->val   = %d\n", dp->val);     //10
dp->val = 100;
printf("dp->val = %d\n", dp->val);       //100
printf("d.val   = %d\n", d.val);         //100
```

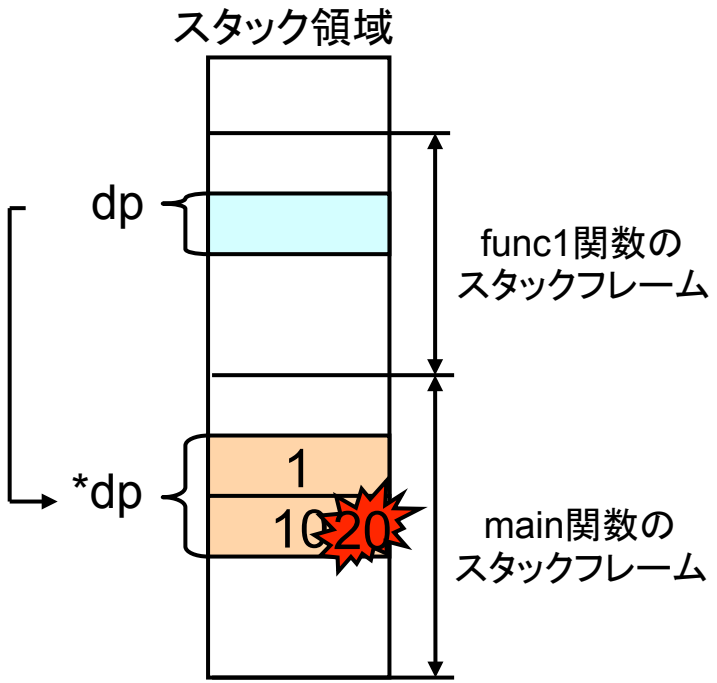
← 結合度： . > *

サンプル：構造体とポインタ

sample22.c

```
#include <stdio.h>

struct data {
  int key;
  int val;
};

int func1(struct data *d) {
  d->val = 20; // (*d).val=20
}

int main() {
  struct data d = {1, 10};
  printf("d.val = %d\n", d.val);
  func1(&d);
  printf("d.val = %d\n", d.val);
  return 0;
}
```

- ポインタを用いて、呼び出しもとの値を変更




```
d.val = 10
d.val = 20
```

(id, height)のペアをバブルソートするプログラム2

sample20.c

```
#include <stdio.h>
struct data {
  int id;
  int height;
};
void swap(struct data *dx, struct data *dy)
{
  struct data d = *dx;
  *dx = *dy;
  *dy = d;
}
void sort(struct data d[], int n)
{
  int k = n - 1;
  while ( k >= 1){
    int i;
    for (i = 1; i <= k; i++){
      if (d[i-1].height > d[i].height) {
        swap(&d[i-1],&d[i]);
      }
    }
    k -= 1;
  }
}
```

```
int main()
{
  int i;
  int len = 5;
  struct data d[] = {
    {100, 184},
    {101, 164},
    {102, 175},
    {103, 171},
    {104, 179}
  };
  sort(d, len);
  for (i = 0; i < len; i++)
    printf("%d:%d(id=%d)\n",i, d[i].height, d[i].id);
  return 0;
}
```

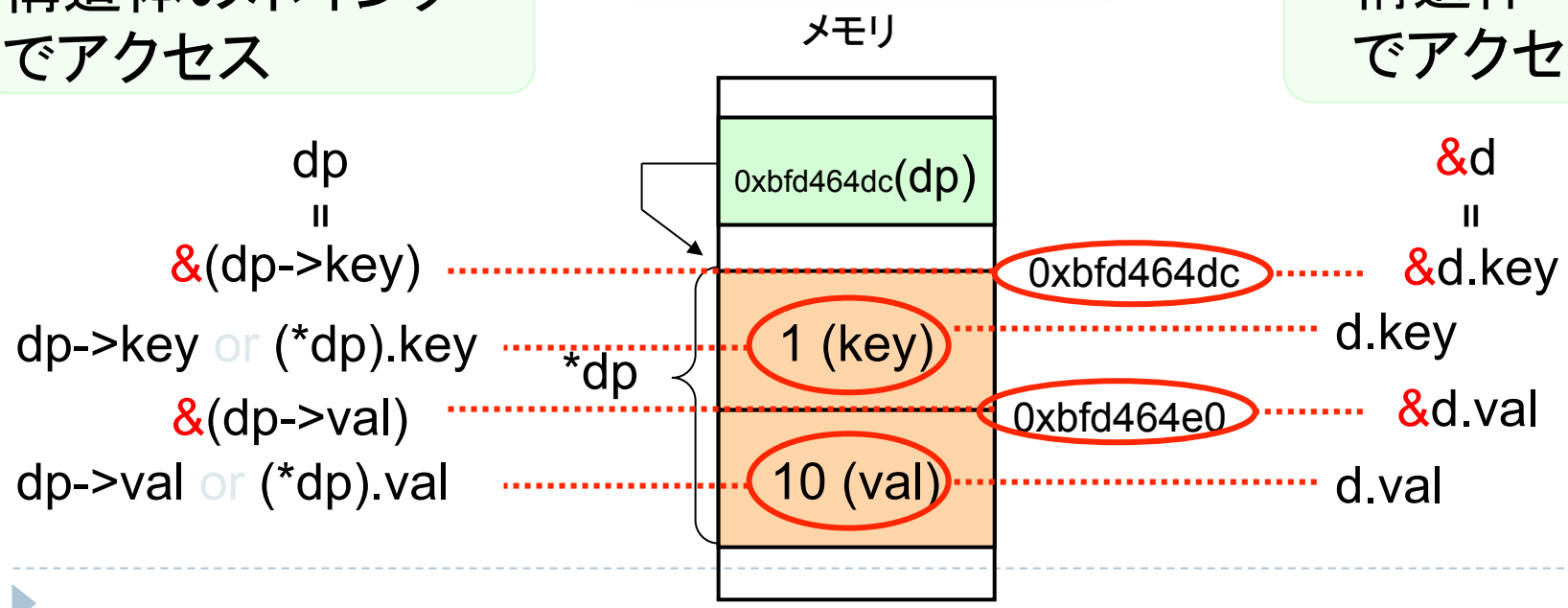
構造体とポインタ (まとめ)

```
struct data {
  int key;
  int val;
} ;
```

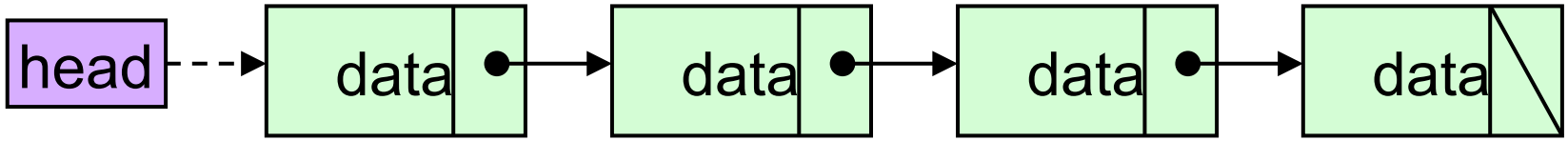
```
struct data d = {1, 10};
struct data *dp;
dp = &d;
```

構造体のポインタでアクセス

構造体でアクセス



構造体の活用：　連結リスト



- 構造体の使用例
  - 連結リスト、ツリー構造、キュー、スタック
- データをリンクで数珠繋ぎにしたリスト
  - 連結リストを構成する各要素をノードと言う

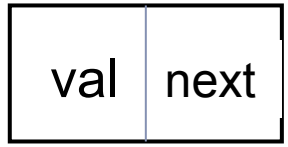
ノードのデータ構造

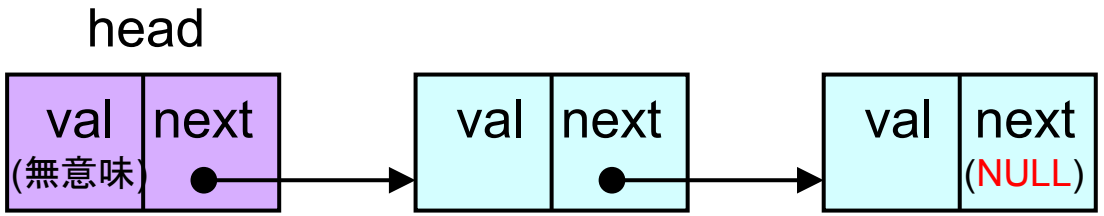
- 構造体で定義
  - headは先頭ノードを指す特別なnode構造体型データ

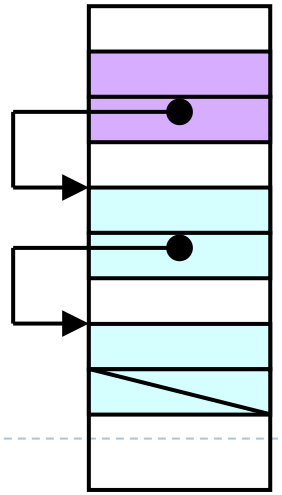
```
struct node {
  int val;
  struct node *next;
};
```

データ

次のノードを指すポインタ







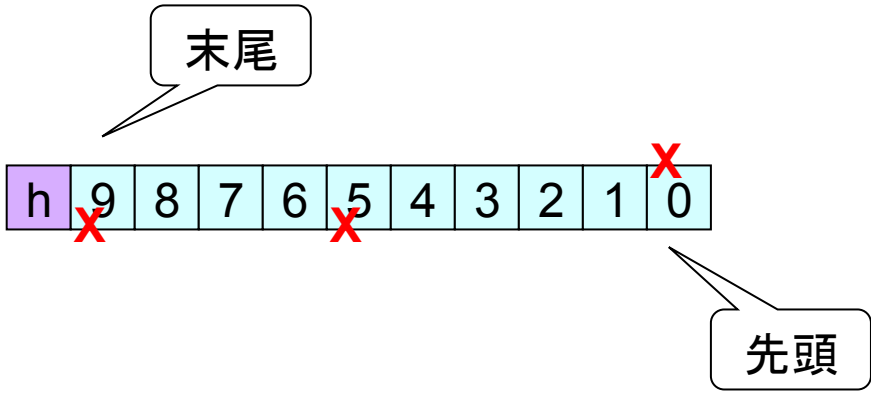
連結リストの基本的な関数

- int add (struct node *head, int val);
  - head が指すリストの末尾に val を追加
  - 追加に成功したら0を、失敗したら-1を返す
- int deleteFirst (struct node *head);
  - head が指すリストから末尾要素 (headの次のノード)を削除
  - リストが空なら-1を、空でなければ末尾要素の値を返す
- int delete (struct node *head, int val);
  - head が指すリストから要素 val を削除
  - val がリスト中にあれば val を、無ければ-1を返す
- void display (struct node *head);
  - head が指すリスト中の要素を全て表示

使い方

sample23.c

```
int main() {
  struct node head = {-1, NULL};
  int nums[] = {9,8,7,6,5,4,3,2,1,0};
  int i;
  for (i = 0; i < 10; i++){
    int res = add(&head, nums[i]);
    if (res != 0) return 1;
  }
  deleteFirst(&head);   // 9が削除
  delete(&head, 9); // -1を返す
  delete(&head, 5);
  delete(&head, 0);
  display(&head);
  return 0;
}
```



出力

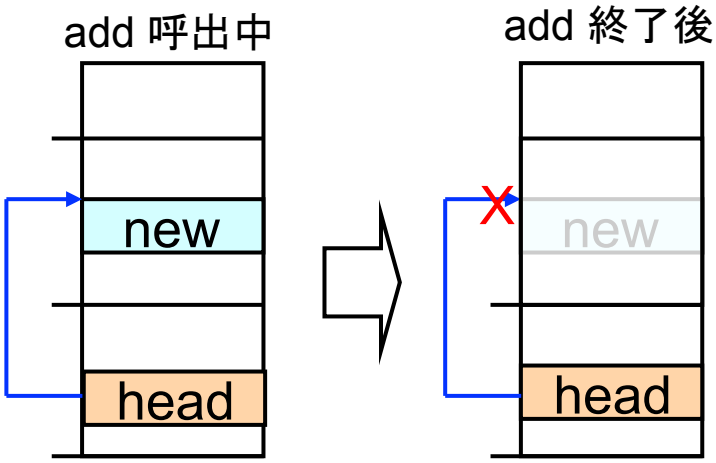
```
1: 1
2: 2
3: 3
4: 4
5: 6
6: 7
7: 8
```

add関数　(悪い例)

- ローカル変数 (struct node new) では使えない
  - newはスタック領域上のadd関数のスタックフレーム内に作られる
    - add終了時にはスタックフレームごと削除される

```
int add(struct node *head, int val) {
  struct node new;

  new.val = val;
  new.next = head->next;
  head->next = new;
  return 0;
}
```

ダメ



確保したメモリ領域がadd関数後も削除されないようにする必要がある

malloc, free 関数

- void *malloc(size_t size)
  - ヘッダファイル stdlib.h （#include <stdlib.h>）
  - sizeバイト分のメモリ領域を確保し、確保した領域の先頭のアドレスを返す
    - ヒープ領域 上に確保する⇒プログラム実行中消えることはない
    - size_t型は多くの処理系で「unsigned long (int)」型
  - ポインタさえ取得できれば全ての関数からアクセス可能
  - voidポインターはどのType型にも代入可能
    - 一般に代入される型にキャストする
  - javaのnew Object()みたいなもの

- void free(void *ptr)
  - ヘッダファイル stdlib.h
  - ptrが指すヒープ領域上のメモリ領域を解放

⇒ ヒープ領域上のデータは明示的に削除しないと、プログラム終了時までメモリを消費し続ける。(開放し忘れを「メモリリーク」という)

- javaではGC(ガベージコレクター)が使用されなくなったメモリ領域を解放している。

型のサイズ

- sizeof演算子を用いて取得
  - `size_t size = sizeof(Type)`
    - Type型のサイズをバイト単位で返す
    - size_t型は多くの処理系で「unsigned long (int)」型

```
struct data {
  int key;
  int val;
};
int main() {
  size_t size = sizeof(struct data);
  printf("%d\n", size);
  printf("%lu\n", (unsigned long)size);
  return 0;
}// ともに8を出力
```

小さいサイズであれば
int型として表示もできる

正しい(安全)書き方

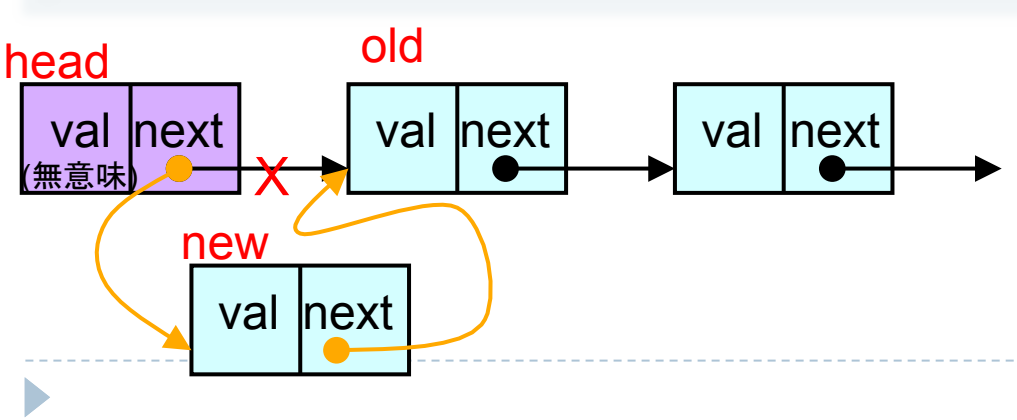
add 関数

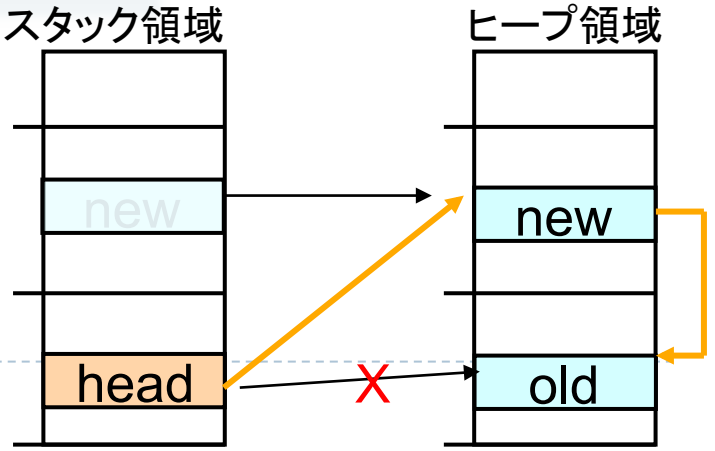
sample23.c

```
int add(struct node *head, int val) {
  struct node *new;
  new = (struct node *)malloc(sizeof(struct node));
  if (new == NULL) return -1;

  new->val = val;
  // head->nextがNULLかチェック
  new->next = head->next;
  head->next = new;
  return 0;
}
```

メモリ確保

確保されているかしっかりチェックすること

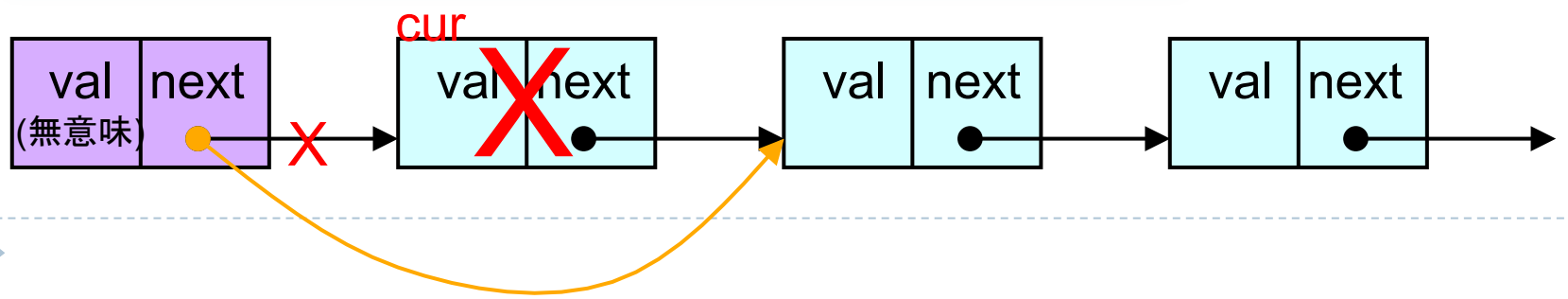




deleteFirst 関数

sample23.c

```
int deleteFirst(struct node *head) {
  struct node *cur;
   int result = -1;
  if (head->next != NULL) {
    cur = head->next;
    head->next = cur->next;
    result = cur->val;
    free(cur);
  }
  return result;
}
```



delete 関数

sample23.c

```
int delete(struct node *head, int val) {
  struct node *cur, *prev;
  int result = -1;
  // head->next == NULL check
  for (cur = head->next, prev = head; cur != NULL;
       cur = cur->next, prev = prev->next) {
    if (cur->val == val) {
      prev->next = cur->next;
      result = cur->val;
      free(cur);
      break;
    }
  }
return result;
}
```

typedef

- 既存の型に対して同義語を与える宣言

```
typedef  <既存型>  <新規型>;
```

  - 例) typedef int NUMBER; typedef unsigned long size_t
- メリット1：読みやすさ・書きやすさ向上
  - 毎回 struct dataと書く必要がない

```
struct  _data {
  int key;
  int val;
};
typedef struct  _data data;
```

同じ

```
typedef struct {
  int key;
  int val;
} data;
```

- メリット2：コードに影響を与えず、既存型を置き変えられる
  - typedef int NUMBER; ⇒ typedef double NUMBER;

typedef （例）

sample31.c

```
#include <stdio.h>
struct  _map1 {
   int key;
   int value;
};
typedef struct  _map1 map1;

typedef struct {
   int key;
   int id;
   int value;
} map2;

int main() {
  map1 m1 = {1, 10};
  map2 m2 = {2, 2, 20};
  printf("m1={%d, %d}\n", m1.key, m1.value);
  printf("m2={%d, %d, %d}\n", m2.key, m2.id, m2.value);
}
```

```
m1={1, 10}
m2={2, 2, 20}
```

#define

sample32.c

```
#include <stdio.h>
#define LENGTH 5

int main()
{
  int i;
  int nums[LENGTH] = {0,1,2,3,4};

  for (i=0; i < LENGTH; i++){
    printf("%d\n",nums[i]);
  }
  return 0;
}
```

- コンパイル前に指定した値に置換する

```
#define <記号定数名> <値>
```

  - #define NUMBER 5

- 利点
  - 値の管理を1箇所に集約
  - プログラム中の数字(マジックナンバー)に名前を与えることで可読性向上

TSUBAME2.0上でのジョブ実行

- 目標
  - プログラムをTSUBAME上で動かしてみる
- 概要
  - step 1: sshでTSUBAMEにログイン
  - step 2: scpでTSUBAMEにファイル転送
  - step 3: TSUBAMEに実行したいjobをサブミット
  - step 4: 実行結果の確認
- HP
  - http://tsubame.gsic.titech.ac.jp/login

step 1: sshでTSUBAMEにログイン

- SSH (Secure Shell)とは
  - 遠隔地 (リモート)のコンピュータにネットワークを介してセキュアにログイン・通信するためのプロトコル
  - sshではネットワーク上の通信を暗号化
- 似たようなプロトコル
  - telnet, rsh, rlogin, etc
  - いずれもパスワードが平文でネットワーク上を流れるため安全じゃない

step 1: sshでTSUBAMEにログイン

- ターミナルを起動 → ssh コマンド

```
> ssh  <教育用PCのアカウント>@login-t2.g.gsic.titech.ac.jp
passwd: XXXXXXX (パスワードを打っても何も表示されない)

----------------------------------------------------------
please refer the following page.

        http://tsubame.gsic.titech.ac.jp/ja/node/274
----------------------------------------------------------
<教育用PCのアカウント>@t2a006167:~> |
```

Cygwin (termnal)を起動してコマンドを実行

- TSUBAMEではログイン用のサーバー
  - login-t2.g.gsic.titech.ac.jp
- ログイン後、自動的にインタラクティブマシンへ転送

step 2: scpでファイル転送

- scpとは
  - リモートのマシンに対してsshを用いてファイルを転送するプログラム
  - イメージとしてはcp + ssh
  - scp 転送したいファイル
    - user-ID@login-t2.g.gsic.titech.ac.jp:<転送先のパス>

TSUBAME側

```
>pwd
/home/user6/satou-k-ab (人によって違うので注意)
```

Cygwin側

```
> cd Kadai/ex02/
> scp ex02.c user-ID@login-t2.g.gsic.titech.ac.jp:/home/
  user6/satou-k-ab
```

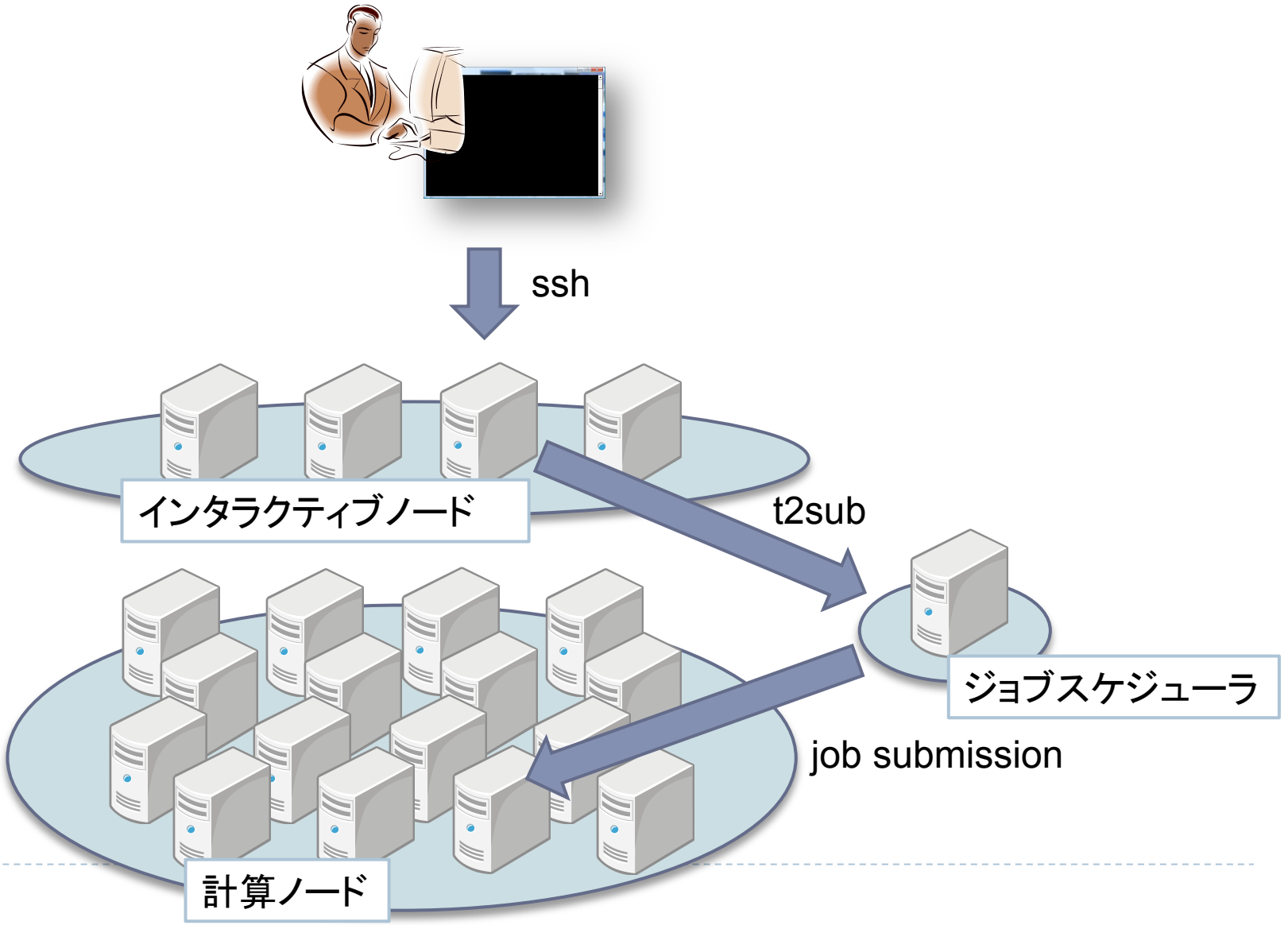
Cygwin (terminal)をもう1つ起動してscpで転送

step 3: TSUBAMEへjobのサブミット(1/2)

- バッチ処理システムを利用
  - インタラクティブに個々のユーザが利用すると・・？
    - → リソースの競合が起こる
  - バッチキューシステムを利用することで、システムがジョブをスケジューリング
    - → TSUBAME全体として効率よく資源を利用

- バッチキューシステム
  - t2sub (TSUBAMEで利用)
  - torque
  - qsub

step 3: TSUBAMEへjobのサブミット(2/2)



step 3: TSUBAMEへjobのサブミット

1. jobの作成

- シェルスクリプトで実行したいjobを記述

```
> emacs myjob.sh
```

```
#!/bin/sh
cd /home/user6/satou-k-ab //実行したいプログラムがあるディレクトリ
./ex02 //timeプログラムの実行時間を計る。 詳しくは”man time”
```

2. 実行権を与える

```
> chmod 700 myjob.sh
```

step 3: TSUBAMEへjobのサブミット

3. queueにjobをサブミット

```
> t2sub –N compsysJob  –q S ./myjob.sh
Checking accounting informations...
Warning: Because no group id is specified, following limitation is applied.
available queue(s)  : S,L128,L128F,L256,L512,S96
walltime limitation : 00:10:00
maximum available nodes : 2
Checking requested resources...
Submitting a job to PBS...
116136.t2zpbs01
```

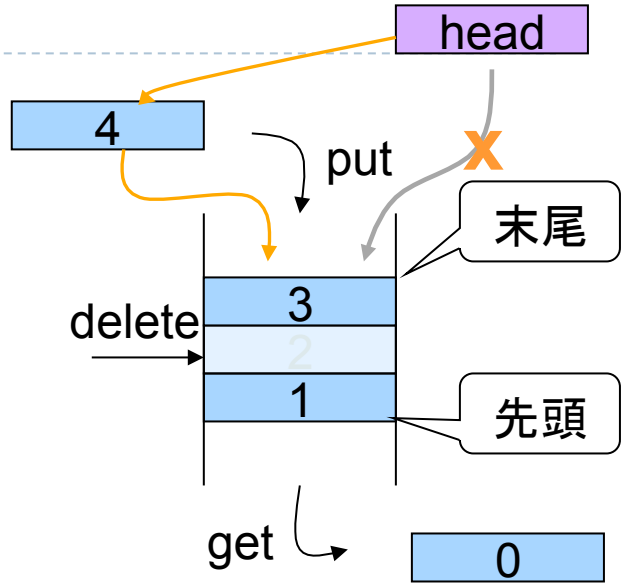
4. 実行結果の確認

```
>ls
compsysJob.e116136  compsysJob.o116136
```

- compsysJob.eXXXXXX: エラー出力
- compsysjob.oXXXXXX: 標準出力 <= 実行結果の出力先

本日の課題

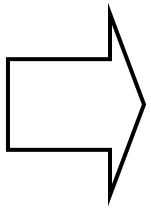
課題1



- 連結リストを参考にQueueを作れ
  - Queue：First In, First Outなリスト
  - 実装する関数
    - int put (struct node *head, int val)
      - Queue（の末尾）にデータを追加(enqueue)
      - 戻り値： 成功=>0、失敗=>-1
    - int get (struct node *head)
      - Queue（の先頭）からデータを取得＆削除(dequeue)
      - 戻り値： データが存在する=>val、 存在しない=>-1
    - int delete (struct node *head, int val)
      - Queueから値がvalである要素を削除
      - 戻り値： データが存在する=>val、 存在しない=>-1
    - void display (struct node *head)
      - Queueの内容を “先頭” から順に表示
- 動作を確認するためのmain関数も記述すること
  - put、getするデータの出力、displayによる出力を行い、実行結果もレポートにまとめること

課題1：main関数例

```
struct node head = {-1, NULL};
int nums[] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
int i, res;
for (i = 0; i < 10; i++) {
  printf("put %d\n", nums[i]);
  res = put(&head, nums[i]);
  if (res != 0) return 1;
}
display(&head);
for (i = 0; i < 3; i++) {
  res = get(&head);
  printf("get %d\n", res);
}
display(&head);
res = delete(&head, 7);
printf("delete %d\n", res);
display(&head);
```



```
put 0
put 1
put 2
put 3
put 4
put 5
put 6
put 7
put 8
put 9
queue: 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
get 0
get 1
get 2
queue: 3  4  5  6  7  8  9
delete 7
queue: 3  4  5  6  8  9
```

課題2: TSUBAME2.0上でのジョブ実行

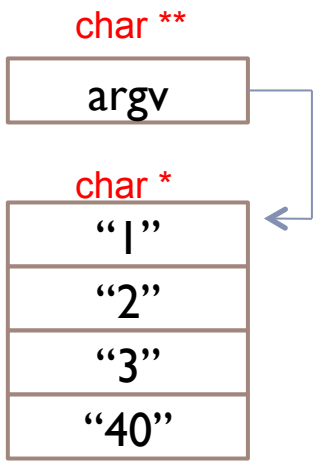
- 行列積を行うプログラムを作成し、実行時間を比較せよ
  - グラフを作成比較せよ
    - Mac v.s. TSUBAME2.0 (1 node)
    - 縦軸：実行時間、横軸：問題サイズによる違い
- A(10x10) X B (10x10) = C(10x10)の行列演算
  - int matmul (int *a, int *b, int *c, int size)
    - a, b: 入力行列
    - c: 解
    - Size: 行列サイズ
    - 戻り値： どうすればよいか？
- 実行方法

```
> ./matmul 10
```

ヒント: main関数の引数

- 文字列 (char *) へのポインターは char **

```
int main(int argc, char **argv) {
  int i;
  printf(“argc=%d\n”, argc); //   引数の数
  printf(“bin=%s\n”, argv[0]); // argv[0]は、実行ファイル名
  for (i = 1; i < argc; i++) {
    // stdlib.hに文字列=>int変換関数 atoi が定義
     printf("argv[%d]=%d\n", i, atoi(argv[i]));
  }
  return 0;
}
```




```
> ./a.exe 1 2 3 40
argc=5
bin=./a.exe
argv[1]=1
argv[2]=2
argv[3]=3
argv[4]=40
```

ヒント：　行列積

- main 関数の引数
  - 文字列（char *）へのポインターは　char **

```
int main(int argc, char **argv) {
  // 問題サイズ(行列のサイズ)を取得
  // mallocを用いて行列の配列を格納する領域を確保
  // 行列の初期化 (静的、rand など)
  int r = matmul (a, b, c, size)  // 入力行列 a, b　積：c
  return 0:
}
```

課題提出(1/2)

- 〆切: 5/11(金) 23:59
  - 遅れても受け付けます。(でも、減点あり)

- 提出物: 以下のファイルを圧縮したもの
  - ドキュメント (pdf,plain txt,word形式)
    - プログラムソースの簡単な説明、グラフ、工夫したところ
    - 感想、質問等
  - プログラムソース (課題1,2)
    - テスト用のmain関数も含む(コンパイルできて正しく実行できること)

課題提出(2/2)

- 提出方法： Webから提出
  - パスワードは白幡まで
  - アップローダーに問題がございましたら、至急白幡まで連絡を！

7/20(Fri)		第14回(予定)
7/23(Mon)	第13回(予定)	

課題関係 †

課題関連 †

- 課題提出

参考資料 †

- サンプル
  - C言語

[Top]

計算機システム2012 (課題提出ページ)

演習課題

- 第１回 [提出] [提出状況] ：C言語の基礎 1
  - 〆切： 2011/4/27 Fri 23:59
  - 提出物： 以下を圧縮して提出
    - ドキュメント (ソースコードについて、感想、質問等)
    - ソースコード