ML 演習 第1回

米澤研究室
大岩 寛

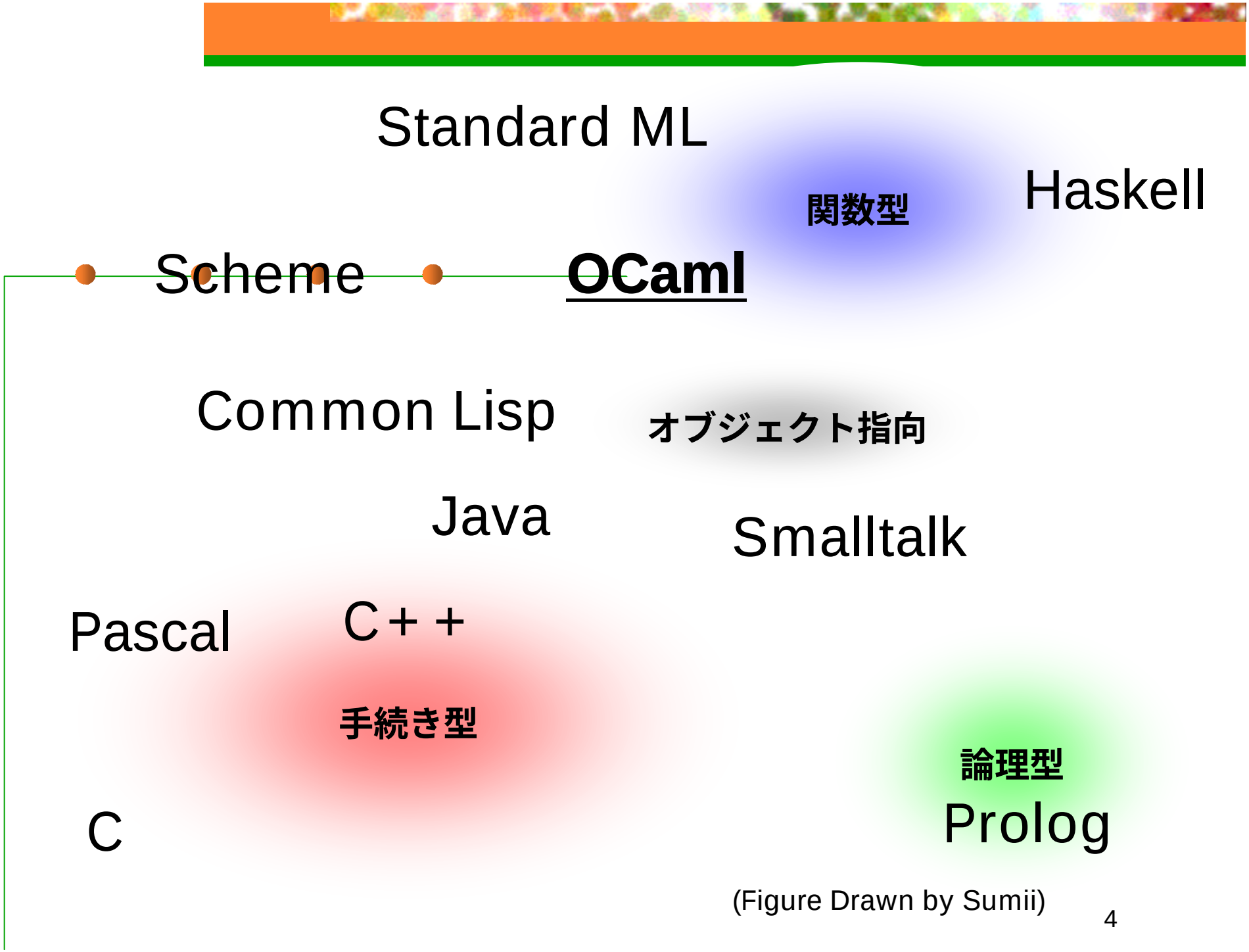
May 30, 2000

本演習の形式

- **採点は基本的にレポート**
  - **提出先**: ml-report@yl.is.s.u-tokyo.ac.jp
  - **期限**: **出題後2週間**
  - **中途半端でもきちんと提出した人に配慮**
- **質問歓迎**
  - ml-query@yl.is.s.u-tokyo.ac.jp

参考資料

- **演習資料**
  - http://www.yl/~oiwa/lecture/ocaml/ **以下**
- OCaml **の本家サイト**
  - **マニュアル・紹介など**
  - http://caml.inria.fr/
- The Functional Approach to Programming (Cambridge Univ. Press)



(Figure Drawn by Sumii)

OCaml の特徴

- 型システム
- データ型定義
- パターンマッチング
- モジュールシステム
- 例外処理
- オブジェクト指向のサポート

MLの型システム

- **強い静的な型付け** (Strong Static Typing)
  ←→動的な型付け (e.g. Scheme, Perl),
  弱い型付け (e.g. C, C++)
- **型推論**
  ←→ 型の明示的な指定 (e.g. STL (C++))
- Parametric Polymorphism (**型多相性**)

OCaml 処理系 (1)

```
[oiwa@harp] ~> ocaml
 Objective Caml version 3.00

# 1 + 2;;
- : int = 3
# #use “test.ml”;;
- : int = 3;
- : string = “Test”
# ^D
[oiwa@harp]~>
```

OCaml 処理系 (2)

- エラー処理

```
# 1 + 2.0;;
This expression has type float but
  is here used with type int
```

- Emacs との連携
  - ocaml-mode
  - ocamldebug
    - 詳しくはマニュアル参照

値の定義と利用 (1)

- let 文

```
# let a = 3;;
val a : int = 3
# let f x = x + 1;;
val f : int -> int = <fun>
# f a;;
- : int = 4
```

値の定義と利用 (2)

- let ... in 文

```
# let x = 3 in x + x;;
- : int = 6
# let f x = x + x in f 2;;
- : int = 4
```

組み込み型 (1)

- **整数** (int)

```
# (3 + 5) * 8 / -4;;
- : int = -16
# 5 / 4;;
- : int = 1
# 5 mod 4;;
- : int = 1
# 3 < 2;;
- : bool = false
```

組み込み型 (2)

- **実数** (float)

```
# (3.0 +. 5.0) *. 8.0 /. -3.0;;
- : float = -21.333333
# 1.41421356 ** 2.0;;
- : float = 2.000000;;
# 3.0 < 2.0;;
- : bool = false
```

組み込み型 (3)

- **真偽値** (bool)

```
# 2 < 3 && 2.0 >= 3.0;;
- : bool = false
# 2 < 3 || 2.0 = 3.0;;
- : bool = true
# not (3 < 2);;
- : bool = true
```

組み込み型 (4)

- **文字列** (string)

```
# “Str” ^ “ing”;;
- : string = “String”
# print_string “Hello¥nWorld¥n”;;
Hello
World
- : unit = ()
```

組み込み型 (5)

- Tuple

```
# (3 + 5, 5.0 - 1.0);;
- : int * float = 8, 4.000000
# fst (3, 2);;
- : int = 3
# snd (3, 2);;
- : int = 2
# (3, true, “A”);;
- : int * bool * string = 3,true,“A”
```

関数型 (1)

- **関数** (function)

```
# let f x = x + 2;;
val f : int -> int = <fun>
# f 2;;
- : int = 4
# fun x -> x + 2;;
- : int -> int = <fun>
# (fun x -> x + 2) 2;;
- : int = 4
```

関数型 (2)

- 多引数関数

```
# let f x y = x + y;;
val f : int -> int -> int = <fun>
# f 2 4;;
- : int = 6
# let rec pow x n = if n = 0 then 1
                    else x * pow x (n-1);;
val pow : int -> int -> int = <fun>
# pow 3 10;;
- : int = 59049
```

関数型 (3)

- [参考] 多引数関数の型
  - カリー化 (Curryed) 表現

```
# let f x y = x + y;;
val f : int -> int -> int = <fun>
# f 2;;
- : int -> int = <fun>
# (f 2) 4;;
- : int = 6
```

組み込みの構文 (1)

- **局所定義** (let ... in ...)
- **条件分岐**

```
# let f x = if x < 2
            then “smaller than 2”
            else “not smaller than 2”;;
val f : int -> string = <fun>
# f 1;;
- : string = “smaller than 2”
```

組み込みの構文 (2)

- 再帰関数

```
# let rec fib x =
    if x < 2 then 1
    else fib(x-1) + fib(x-2)
val fib : int -> int = <fun>
# fib 10;;
- : int = 89
```

組み込みの構文 (3)

- 相互再帰関数の同時定義

```
# let rec even x = if x=0 then true
                   else odd(x-1)
  and odd x = if x=0 then false
              else even(x-1);;
val even : int -> bool = <fun>
val odd : int -> bool = <fun>
# odd 5423;;
- : bool = true
```

組み込みの構文 (4)

- パターンマッチング (1)

```
# let rec find0 l = match l with
      [] -> false
    | hd :: tl -> if hd = 0 then true
                  else find0 tl;;
val find0 : int list -> bool = <fun>
# find0 [1, 2, 3, 0, 5];;
- : bool = true
```

組み込みの構文 (5)

- パターンマッチング (2)

```
# let rec fib x = match x with
    0 | 1 -> 1
  |     x -> fib(x-1) + fib(x-2);;
val fib : int -> int = <fun>
# let f (x,y) = x + y;;
val f : int * int -> int = <fun>
# f(2,3);;
- : int = 5
```

課題 (〆切: 6/12)

1. **非負整数2つの最大公約数を求める関数** gcm : int → int → int **を定義せよ。**
   - **ヒント: ユークリッドの互除法。**
2. pow **を改良してより高速にせよ。**
   - **ヒント:** $x^{2n} = (x^n)^2$, $x^{2n+1} = x \cdot x^{2n}$
3. fib **を改良してより高速にせよ。**
   - **ヒント: 3引数の補助関数を作って...。**