プログラミング演習B
ML編　第1回

2013/4/9（コミ）
2013/4/10（情報・知能）

住井

http://www.kb.ecei.tohoku.ac.jp/~sumii/class/proenb2013/ml1.pdf

今日のポイント

1. MLって何？
2. 式を「評価」すると値になる
3. 式や値には「型」がある

レポートについて

電気・情報系内のマシンから

http://130.34.188.208/　（情報・知能）

http://130.34.188.209/　（コミ）

にアクセスし、画面にしたがって提出せよ。締め切りは一週間後厳守。

- 初回は画面にしたがい自分のアカウントを作成すること。
- 「プログラム」のテキストボックスがある課題では、プログラムとしてsmlに入力した文字列のみを過不足なく正確にコピー＆ペーストして提出せよ。（smlの出力は「プログラム」ではなく考察に含めて書くこと。）
- プログラムの課題でも必ず考察を書くこと。
- 提出したレポートやプログラムの実行結果は「提出状況」から確認できる。
  - 質問はml-enshu@kb.ecei.tohoku.ac.jpにメールせよ。
  - レポートの不正は試験の不正と同様に処置する。

ポイント1

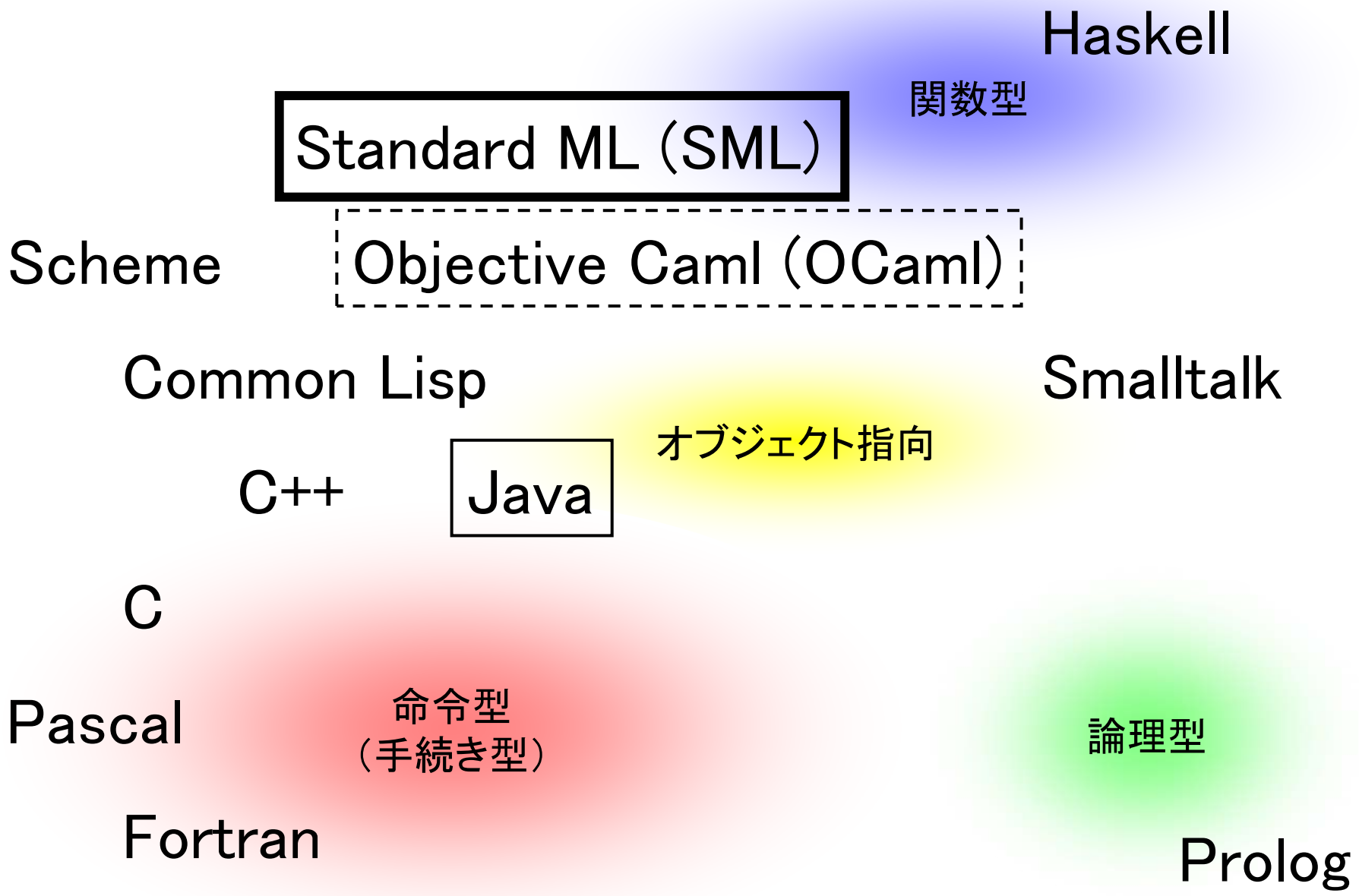
Q:

ＭＬって何？

A:

「簡単・安全・高速」な
プログラミング言語の名前
（「関数型言語」の一種）

- ここでは"Mailing List"や"Markup Language"ではない
  - MatLab（科学技術計算ソフトウェア）のことでもありません


Haskell
関数型
Standard ML (SML)
Scheme
Objective Caml (OCaml)
Common Lisp
Smalltalk
オブジェクト指向
C++
Java
C
Pascal
命令型
（手続き型）
論理型
Fortran
Prolog

なぜMLを学ぶのか？

- 1960年代(Lisp)以来、関数型言語は**プログラミング言語の最先端**
  - ガベージコレクション、高階関数／クロージャ、多相型／総称型、型推論等
    - 数十年遅れでJava, C++等に導入
  - ここ数年、国内外で再注目
    - 各種書籍、雑誌記事、コンファレンス等
- MLは**代表的関数型言語**の一つ
  - 他にHaskell, Scheme等

課題１．１

Wikipedia (http://ja.wikipedia.org/)で「プログラミング言語一覧」の項目を調べる等して、何か一つの言語（C, Java, SML, OCaml以外）について、どのような言語か数行程度で述べよ。

- （特に日本語の）インターネット上の情報は不正確なことも多いので、一つないし少数の記述を鵜呑みにしないこと。
- 他人の文章を（一部でも）剽窃しないこと。

剽窃は不正行為です

剽窃：引用であることを明示せず、
他人の文章の一部または全体を
少し変えただけで（あるいは
まったく変えずに）用いること

剽窃になる例：C言語は、AT&Tベル研究所のデニス・リッチーが主体となって1972年に作られたプログラム言語。UNIXのために開発された経緯から、OSカーネル向けの低レベルな記述が可能。文書や文脈によっては単にCと呼ばれる。

http://ja.wikipedia.org/wiki/C言語
（2010年6月19日 (土) 06:46版）に酷似

剽窃をしないために

- 内容を理解し自分の言葉で書き直す
- 参考文献は明記する
  - たとえ参考文献として明記しても剽窃は不正行為
  - 議論のために引用する場合は、引用記号（「」や”“）をつけ、引用元の書籍名・著者名・ページ番号等を明記する
    - 引用と剽窃の違い：
      引用であることを明示しているかどうか

剽窃にならない例

C言語は手続き型プログラミング言語の一つ。
1972年頃にベル研究所のデニス・リッチーらにより、UNIXオペレーティングシステムを記述するために開発された。ポインタ演算など、アセンブリ言語に近い比較的低水準の記述が容易な反面、欠陥のあるプログラムも記述しやすい。
（参考文献 http://ja.wikipedia.org/wiki/C言語）

- ただし（特に日本語の）インターネット上の情報は玉石混淆なので要注意（Wikipediaを含む）

レポート採点方針

文章や論理の正しさを含む
「内容」を見ます

「ちゃんとわかっているのに評価されないのは
不当ではないか」

→　実はわかっていない and/or 自分の考え
を論理的に表現できない

<u>レポートの問題点の指摘は提出者の
人格を否定するものではありません</u>

課題１．２

電気系教育用計算機システムなどで
次の操作をし、結果を述べよ。

1. 端末エミュレータでコマンド`ocaml`を起動
2. ocamlに`#load "graphics.cma" ;;`
   と入力してEnterキー（#も入力すること）
3. さらに`Graphics.open_graph "" ;;`
4. `Graphics.draw_circle 100 100 50 ;;`
5. `exit 0 ;;`

（わからなくなったらControlキーを押しながら
cやdを連打すれば終了するのでやりなおす）

課題１．３ (1/3)

近くの人とペアを組んで
次の操作をし、結果を述べよ。

1. １人目は`ifconfig -a`を実行し、マシンのIPアドレスを確認する
（130.34.195.66～73のはず）
2. さらに、１人目は49152以上65535以下の適当な整数（ポート番号）を、他の人と重ならないように決める

課題1.3 (2/3)

3. 1人目はocamlを起動し、
   以下のプログラムを実行して待機する

```
#load "unix.cma" ;;
open Unix ;;
establish_server
  (fun ic oc ->
    print_endline (input_line ic))
  (ADDR_INET
    (inet_addr_any, ポート番号))  ;;
```

課題1.3 (3/3)

4. 2人目はocamlを起動し、
   以下のプログラムを実行する

```
#load "unix.cma" ;;
open Unix ;;
let (ic, oc) =
  open_connection
    (ADDR_INET
      (inet_addr_of_string "IPアドレス",
       ポート番号)) ;;
output_string oc "Hello, world!¥n" ;;
close_out oc ;;
```

ポイント1　おわり

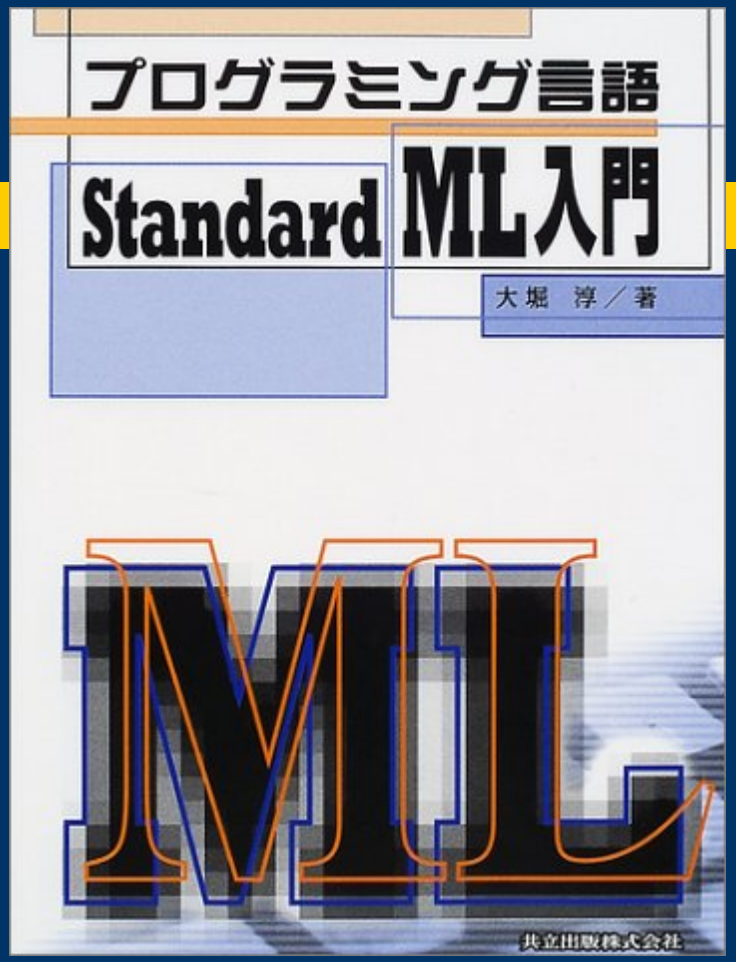
ここからは、OCamlではなく SMLをやります

（6セメの授業「コンパイラ」でSMLを使用するので）

OCamlについて、もっと知りたい人は…

- 「プログラミング in OCaml」(ISBN 978-4-7741-3264-8)
- 「プログラミングの基礎」(ISBN 978-4-7819-1160-1)
- 「入門OCaml」(ISBN 978-4-8399-2311-2)
- http://www.google.co.jp/search?q=ocaml

参考書



「プログラミング言語
Standard ML入門」
大堀淳
共立出版
ISBN
978-4-320-12024-2

http://www.pllab.riec.tohoku.ac.jp/~ohori/texts/mltext.html

その他の本

- 「プログラミング言語ML」
  (ISBN 978-4-7561-1641-3)
- "ML for the Working Programmer"
  (ISBN 978-0-5215-6543-1)
- "The Definition of Standard ML - Revised"
  (ISBN 978-0-262-63181-5)

SMLの起動と終了

起動：端末エミュレータで
smlコマンドを実行

- またはemacsで
Esc x run-sml Enter Enter

終了：C-d
（Controlキーを押しながらd）

入力や計算の中断：C-c

ポイント2

式を「評価」すると値になる

- 式の後に;を入力してEnterを押すと
  式の値が計算される

```
> sml
Standard ML of New Jersey, Version 110.0.7,
  September 28, 2000 [CM; autoload enabled]
- 1+2;
val it = 3 : int
-
```

- このように式の値を計算することを
  「評価」(evaluation)という

いろいろな式と値 (1/2)

- 整数: `0`, `123`, `~456`など
- 浮動小数点数: `0.0`, `1.23`, `~4.56`など
  注: SMLでは負の数は-ではなく~で書く
- 算術演算: 式$_1$ `+` 式$_2$, 式$_1$ `-` 式$_2$, 式$_1$ `*` 式$_2$
- 商と余り: 式$_1$ `div` 式$_2$, 式$_1$ `mod` 式$_2$
- 浮動小数点数の割り算: 式$_1$ `/` 式$_2$
- 切り下げ, 切り上げ, 切り捨て, 偶数丸め:
  `floor` 式, `ceil` 式, `trunc` 式, `round` 式
- 整数から浮動小数点数への変換: `real` 式

いろいろな式と値 (2/2)

- 論理値: `true`, `false`
- 論理演算:
  `not` 式, 式$_1$ `andalso` 式$_2$, 式$_1$ `orelse` 式$_2$
- 比較: 式$_1$ `=` 式$_2$, 式$_1$ `<>` 式$_2$, 式$_1$ `>=` 式$_2$など
- 文字列: `"abcde"`, `"Hello, world!¥n"`など
- 文字列の連結: 式$_1$ `^` 式$_2$
- カッコつき式: `(` 式 `)`
- スペースのところには、空白やタブや改行やコメントを好きなだけ入れてよい
  - コメントは`(*`と`*)`で囲む

課題1.4

次の式を評価してみて、結果を考察せよ。

1. `123 + 456`
2. `1 + 2 * 3`
3. `(1 + 2) * 3`
4. `7 - -8`
5. `7 - ~8`
6. `10 div 3`
7. `~10 div 3`
8. `~10 mod 3`
9. `10.0 / 3.0`

ポイント3

式や値には「型」がある

型　＝　式や値の種類

- 整数型`int`，浮動小数点数型`real`，論理値型`bool`，文字列型`string`，etc.

静的型検査と型エラー

- MLは評価（実行）の前に型をチェックする
- 型が合わなければ評価せずエラーとする

```
- 1.2 / 3.0 ;
val it = 0.4 : real
- 1.2 / 3 ;
stdIn:18.1-18.8 Error: operator and operand
  don't agree [literal]
  operator domain: real * real
  operand:         real * int
  in expression:
    1.2 / 3
- 1.2 / real 3 ;
val it = 0.4 : real
```

課題１．５

今までの例と課題以外の、様々な式の評価を試みよ（エラーになる例も試せ）。できるだけ自明でない例を少なくとも３つ考察せよ。