

# プログラム言語論

亀山幸義

筑波大学 情報科学類

No. 6c: 演習問題

# 演習問題その1

以下のラムダ式  $M_i$  と  $T_i$  に対して、 $\Gamma \vdash M_i : T_i$  を導く型導出図を書きなさい。ただし、 $\Gamma = y : \text{int} \rightarrow \text{int}$  とする。

- ▶  $M_1 = y\ (y\ 7)$ ,  $T_1 = \text{int}$
- ▶  $M_2 = \lambda x.\ (y\ (y\ x))$ ,  $T_2 = \text{int} \rightarrow \text{int}$
- ▶  $M_3 = \lambda x.\ \lambda y.\ ((x + y) + 3)$ ,  $T_3 = \text{int} \rightarrow (\text{int} \rightarrow \text{int})$
- ▶  $M_4 = \lambda x.\ ((y\ (x\ 3)) + (x\ (y\ 5)))$ ,  $T_4 = (\text{int} \rightarrow \text{int}) \rightarrow \text{int}$
- ▶  $M_5 = \lambda f.\ (\lambda x.\ (f\ (f\ (x + 7))))$ ,  $T_5 = (\text{int} \rightarrow \text{int}) \rightarrow (\text{int} \rightarrow \text{int})$

## 演習問題その2

以下のコンビネータに対する型推論を行い，型が付くかどうか判定した上で、型が付くなら型導出図の1つを書きなさい。型が付かないならその理由を簡単に述べなさい。

- ▶  $I = \lambda x. x$
- ▶  $K = \lambda x. \lambda y. x$
- ▶  $\omega = (\lambda x. (x x)) (\lambda y. (y y))$
- ▶  $S = \lambda f. \lambda g. \lambda x. ((f x) (g x))$
- ▶  $C = \lambda f. \lambda x. \lambda y. ((f y) x)$
- ▶  $B = \lambda f. \lambda g. \lambda x. (f (g x))$
- ▶  $Y = \lambda f. ((\lambda x. (f (x x))) (\lambda y. (f (y y))))$