

プログラミング言語論 期末テスト (2023 年度)  
テスト問題用紙  
(2024 年 02 月 08 日 (木) ・ 10:30 ~ 12:00)

解答上、その他の注意事項

1. 問題は、問 I ~ II までである。  
うち、紙媒体で出題するのは問 II である。
2. 解答用紙の右上の欄に学籍番号・名前を記入すること。
3. ノート・プリント・参考書などは持ち込み可である。
4. 紙媒体の問題を解答する間、携帯電話などの通信機能を持つもの及び PC は持ち込み不可である。
5. テストの配点は 50 点 (+ ボーナス 20 点) である。合格はレポートの得点を加算して、100 点満点中 60 点以上とする。

II. (ラムダ計算)

(4, 10, 10)

次のλ式が正規形に到達するまでの、最左戦略による1ステップずつのβ簡約の列を書け。  
ただし、5回以内の最左戦略によるβ簡約で正規形に到達しない式については、それが判別できる時点（以前と同じ式が出現した時点）、または5回β簡約した時点で止めてよい。

解答例 1:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda f x. f(fx))((\lambda f x. f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x. ((\lambda f x. f(fx))g)((\lambda f x. f(fx))g)x)y \\
 \xrightarrow{\beta} & ((\lambda f x. f(fx))g)((\lambda f x. f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x. g(gx))((\lambda f x. f(fx))g)y \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g((\lambda f x. f(fx))g)y)) \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g((\lambda x. g(gx))y)) \\
 \xrightarrow{\beta} & g(g(g(y)))
 \end{aligned}$$

解答例 2:

$$\begin{aligned}
 & (\lambda x. xx)(\lambda x. xx) \\
 \xrightarrow{\beta} & (\lambda x. xx)(\lambda x. xx) \\
 \xrightarrow{\beta} & \text{(停止しない)}
 \end{aligned}$$

1.  $(\lambda zw. zww)(\lambda xy. x)(\lambda xy. y)$
2.  $(\lambda ab. ba)(\lambda fx. fx)(\lambda fx. f(fx))$
3.  $(\lambda mnfx. mf(nfx))(\lambda fx. f(fx))(\lambda fx. fx)$

なお、必要に応じて  $I \equiv \lambda x. x$  など適宜、定数を定義しても良い。



