

プログラミング言語意味論（2021年度）・テスト問題用紙
（2022年02月10日（木）・08:50～10:20）

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)

(12点 × 2)

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:

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

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. $(\lambda xy. xy(\lambda uv. v))(\lambda xy. x)(\lambda xy. y)$
2. $(\lambda ab. ba)(\lambda fx. f(fx))(\lambda fx. f(fx))$

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。

