

プログラミング言語論

演習7 解答と解説

演習7.1 解答と解説

① $(\lambda x. \lambda y. yx) ab$
 $\rightarrow_{\beta} (\lambda y. ya) b$
 $\rightarrow_{\beta} ba$

$((\lambda x. (\lambda y. yx)) a) b$ と考える
 \uparrow
 $(\lambda x. (\lambda y. yx)) a$ をまず簡約

2

演習7.1 解答と解説

② $\lambda x. \lambda y. axy$
 $\rightarrow_{\eta} \lambda x. ax$
 $\rightarrow_{\eta} a$

$(\lambda x. (\lambda y. axy))$
 \uparrow
 内側から η 変換

3

演習7.1 簡約の表記について

- 表記に注意する
 - 以下のような表記は不可
 - =
 - = β
 - β
 - 次のような書き方は、ある
 - β
 - \Rightarrow

4

演習7.1 簡約の表記について

- 簡約は、推移的ではない
- したがって、
- $$\frac{\lambda x. \lambda y. axy \rightarrow_n \lambda x. ax \rightarrow_n a}{\lambda x. \lambda y. axy \rightarrow_n a}$$
- を、以下のように省略して書くことはできない
- $$\frac{\lambda x. \lambda y. axy \rightarrow_n a}{\times}$$

5

演習7.1 簡約の表記について

- 反射的推移閉包 を定義して、以下のように書くことは可
- $\lambda x. \lambda y. axy \rightarrow^* a$
- (関係→を、
- $$\rightarrow = \rightarrow_\alpha \cup \rightarrow_\beta \cup \rightarrow_\eta$$
- とし、その反射的推移閉包を \rightarrow^* とする)

6

演習7.1 簡約の表記について

▶ 反射的推移閉包については、
「プログラミング言語の基礎」の
『3.6 反射的推移閉包』を参照

7

演習7.2 解答

```
(define fib
  (lambda (n)
    (cond ((<= n 0) 0)
          ((= n 1) 1)
          (else (+ (fib(- n 1))
                   (fib(- n 2))
                  )))))
```

8

演習7.2 解答 (別解)

```
(define fib
  (lambda (n)
    (if (<= n 0) 0
        (if (= n 1) 1
            (+ (fib(- n 1))
               (fib(- n 2))
              )))))
```

9

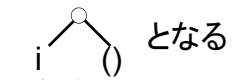
演習7.2 解説

- 改行位置は任意
- 括弧の数に注意すること

10

演習7.3 (1) 解説

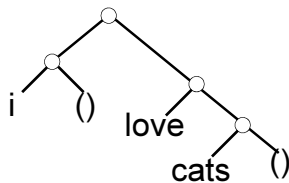
(i) は、要素が一つだけのリスト
S式は (i . ()) であり、木にすると



これを、love、cats と並べてリストにする

11

演習7.3 (1) 解答



`((i . ()) . (love . (cats . ())))`

12

演習7.3 (2) 解説

x = (the question) とすると、リストは

`(that is x) = (that . (is . (x . ())))`

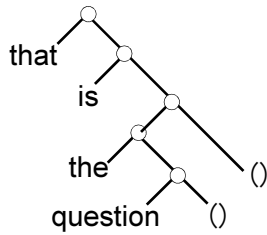
この x を

`x = (the . (question . ()))`

で置き換える

13

演習7.3 (2) 解答



`(that . (is . ((the . (question . ())) . ())))`

14

演習7.4 解説

`((to be) or (not to be) that is (the question))`

⇩ cdr

`(or (not to be) that is (the question))`

⇩ cdr

`((not to be) that is (the question))`

15

演習7.4 解答

(1)

(2)

注:カッコの有無に注意

16
