sp-2. Scheme の式とプログラム

（Scheme プログラミング）

URL: https://www.kkaneko.jp/cc/scheme/index.html

金子邦彦

アウトライン

2-1 Scheme の式

2-2 Scheme の関数

2-3 パソコン演習

2-4 課題

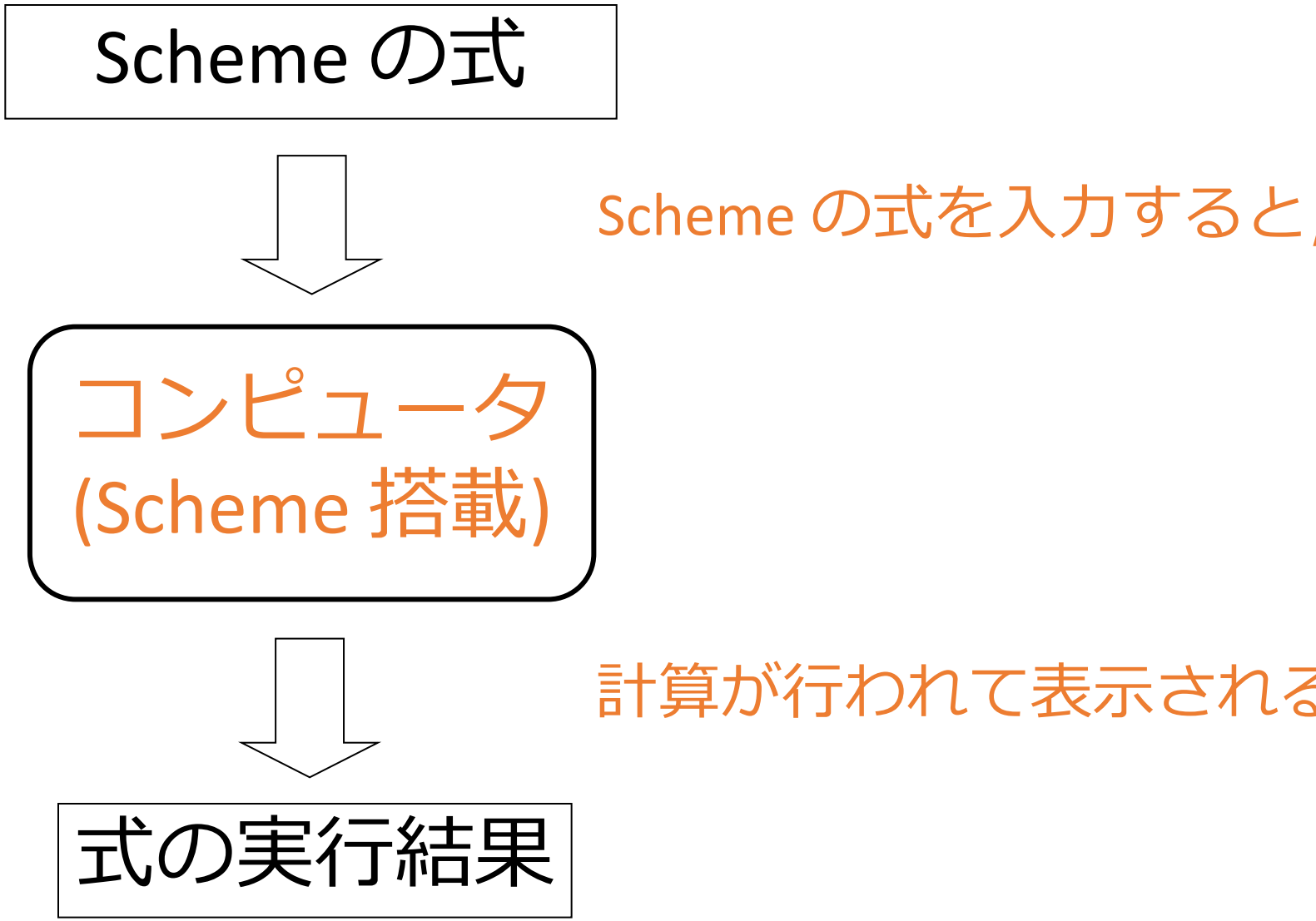
2-1 Scheme の式

Scheme を使ってできること

- 計算機能：
  - Scheme の式を入力すると：
    計算が行われて，実行結果が表示される

- プログラム機能：
  - Scheme のプログラムを入力すると：
    プログラムが記憶され，後で何度でも実行できる

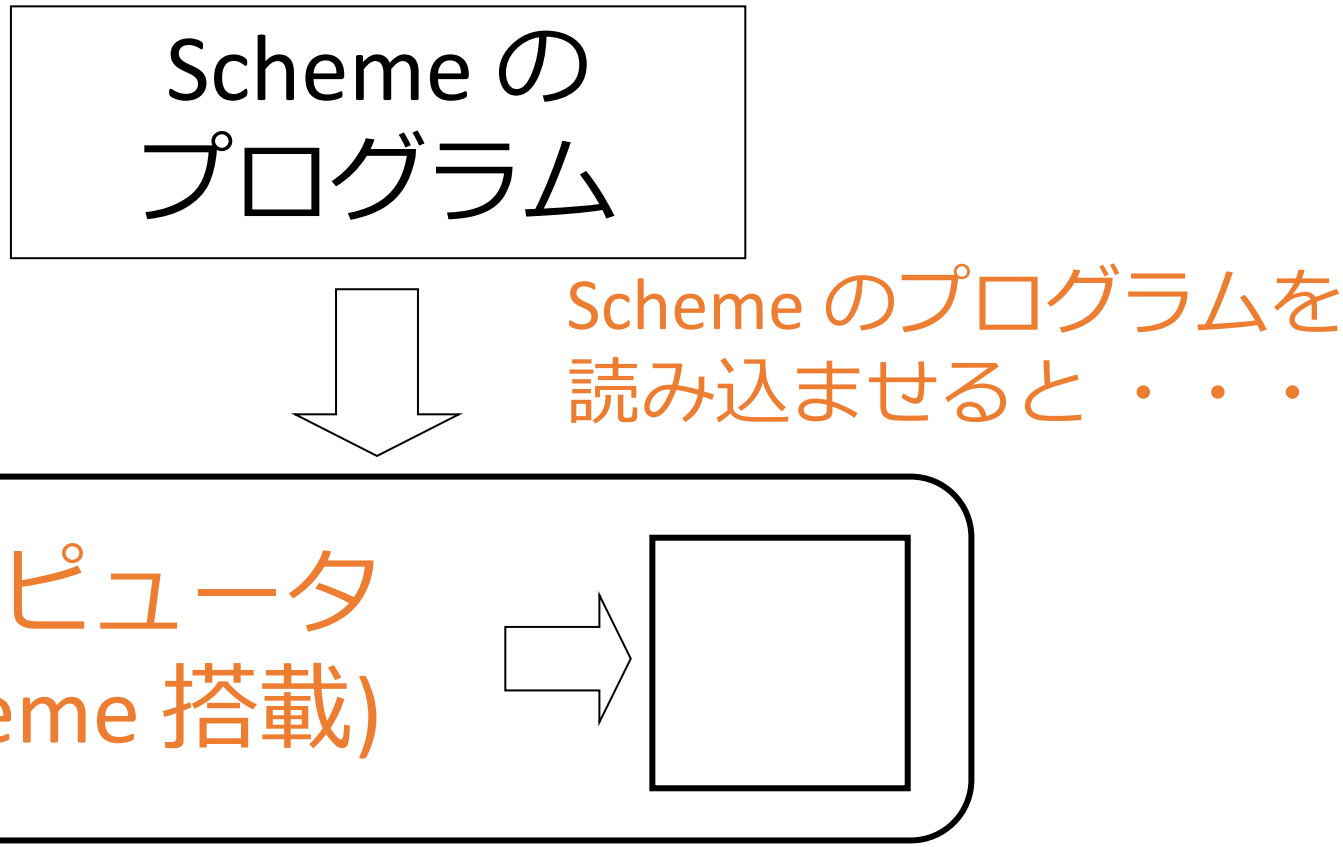
Scheme の計算機能



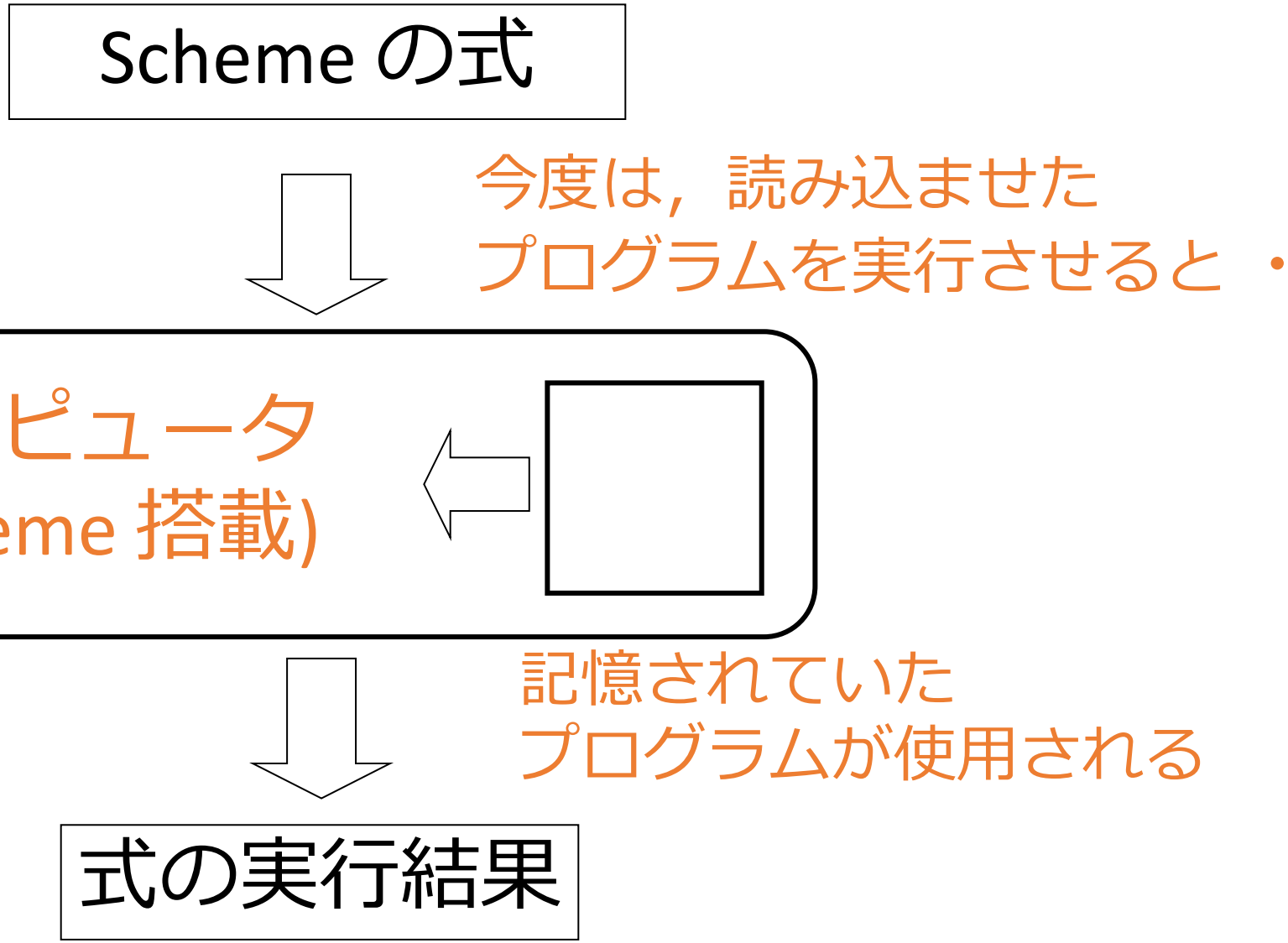
Scheme の式を入力すると,

計算が行われて表示される

Scheme のプログラム機能 (1/2)



Scheme のプログラム機能



Scheme の式に登場するもの

Scheme の式は，以下の組み合わせ

- 数値：
  5, -5, 0.5 など
- 変数名
- 四則演算子：
  +, -, *, /
- その他の演算子：
  remainder, quotient, max, min, abs, sqrt, expt, log, sin, cos, tan
  asin, acos, atan など
- 括弧
  (,)
- 関数名
- define

これ以外にもあるが，
適宜授業で触れていく

Scheme の式の例
― 四則演算 ―

- (+ 5 5)
- (+ -5 5)
- (+ 0.5 0.5)
- (- 5 5)
- (* 3 4)
- (/ 8 12)

負の数も扱える

負の数も扱える

+, -, *, / が使える

「*」 は掛け算の意味

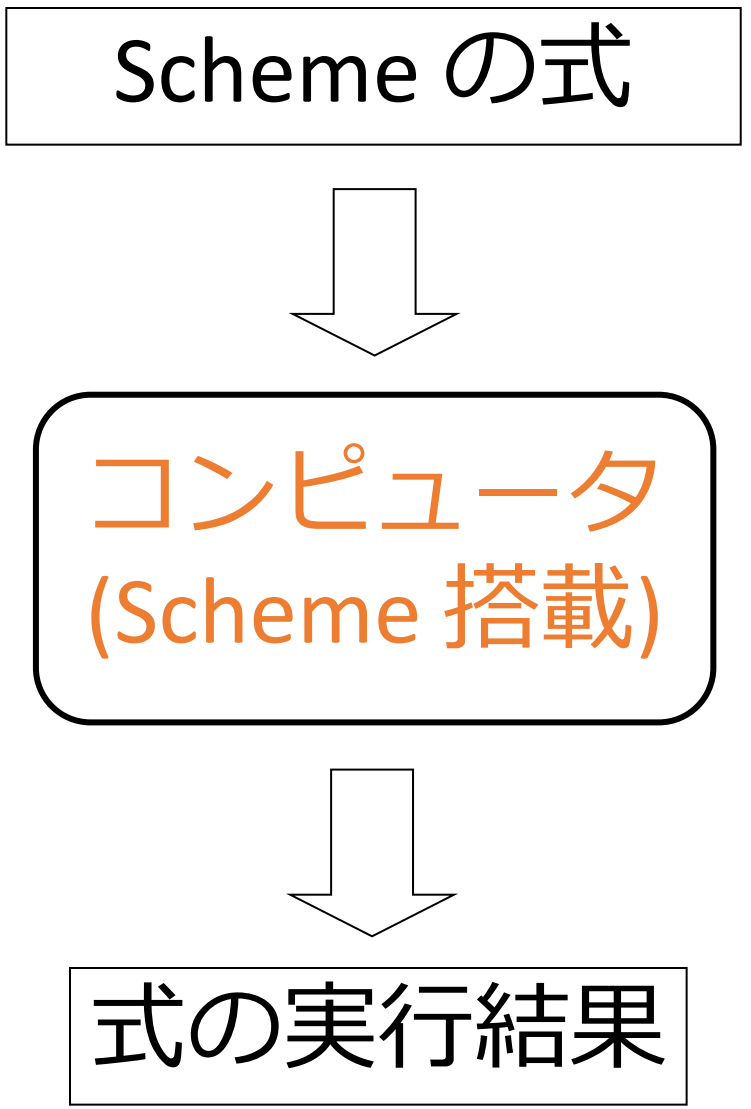
実行結果の例

```
> (+ 5 5)
10
> (+ -5 5)
0
> (+ 0.5 0.5)
1
> (- 5 5)
0
> (* 3 4)
12
> (/ 8 12)
2/3
>
```

式を入力すると，
計算が行われて表示される

15:3 Unlocked not running

コンピュータが行っていること



例えば：

(+ 5 5)

を入力する

と・・・

10

が表示される

Scheme の式の例
ー 各種の演算 ー

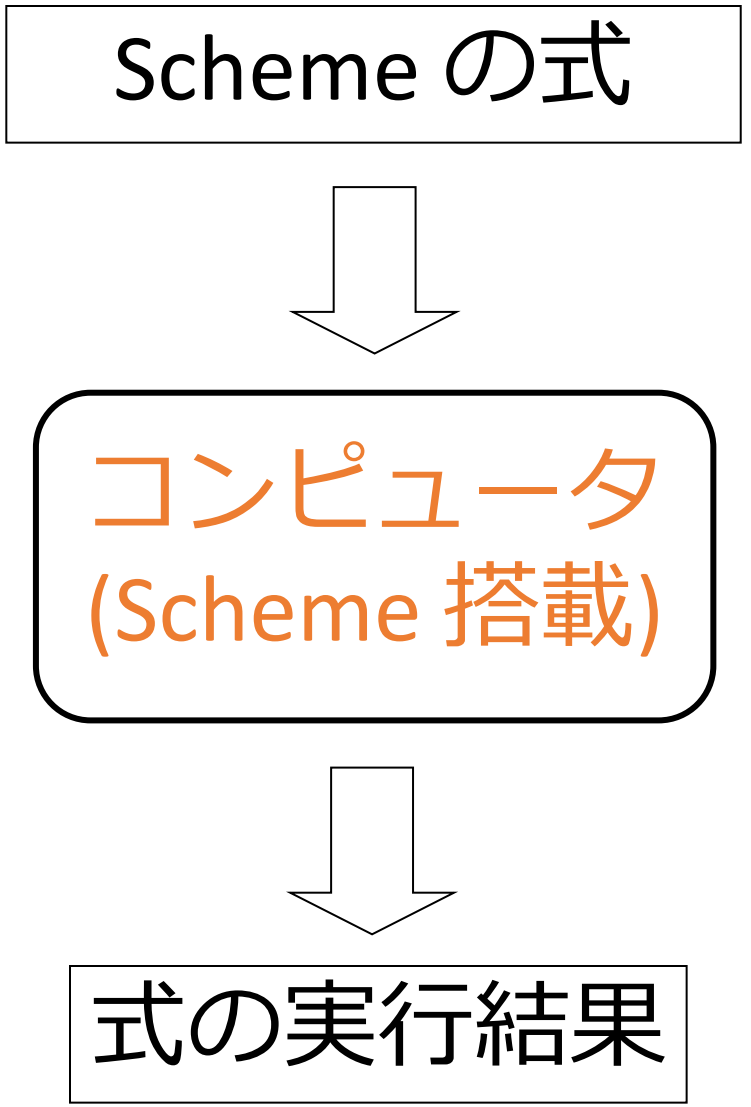
- (remainder 100 15)　;; 100 を 15 で割った剰余(=10)
- (quotient 100 15)　;; 100 を 15 で割った商(=6)
- (max 3 5)　;; 3, 5 の大きい方 (=5)
- (min 3 5)　;; 3, 5 の小さい方 (=3)
- (abs -10)　;; -10 の絶対値 (=10)

実行結果の例

```
> (remainder 100 15)
10
> (quotient 100 15)
6
> (max 3 5)
5
> (min 3 5)
3
> (abs -10)
10
```

式を入力すると，
計算が行われて表示される

コンピュータが行っていること



例えば：

(remainder 100
15)

を入力すると・・・

10

が表示される

Scheme の式の例
― 各種の演算 ―

- (sqrt *2*) ;; 2 の平方根 $\sqrt{2}$
- (expt 2 3) ;; 2 の 3 乗
- (log 4) ;; $\log_e 4$ (eを底とする)
- (sin 0.785) ;; sin 0.785
- (cos 0.785) ;; cos 0.785
- (tan 0.785) ;; tan 0.785
- (asin (/ (sqrt 2) 2)) ;; $\sin^{-1}\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (acos (/ (sqrt 2) 2)) ;; $\cos^{-1}\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (atan 1) ;; $\tan^{-1} 1$

三角関数の
単位はラジアン

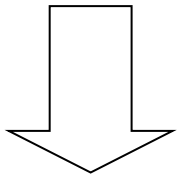
実行結果の例

```
> (sqrt 2)
#i1.4142135623730951
> (expt 2 3)
8
> (log 4)
#i1.3862943611198906
> (sin 0.785)
#i0.7068251811105366
> (cos 0.785)
#i0.7073882691671998
> (tan 0.785)
#i0.9992039901050427
> (asin (/ (sqrt 2) 2))
#i0.7853981633974484
> (acos (/ (sqrt 2) 2))
#i0.7853981633974483
> (atan 1)
#i0.7853981633974483
```

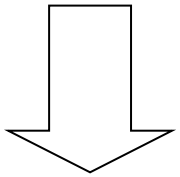
式を入力すると，
計算が行われて表示される

コンピュータが行っていること

Scheme の式



コンピュータ
(Scheme 搭載)



式の実行結果

例えば：

(sqrt 2)
を入力する
と・・・

#i1.4142135623730951
が表示される

#i とあるのは「近似値」という意味

Scheme の式の例
ー 入れ子になった括弧 ー

$$(2+2)*\frac{(3+5)*(30/10)}{2}$$

Scheme 言語で書くと：

```
(* (+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

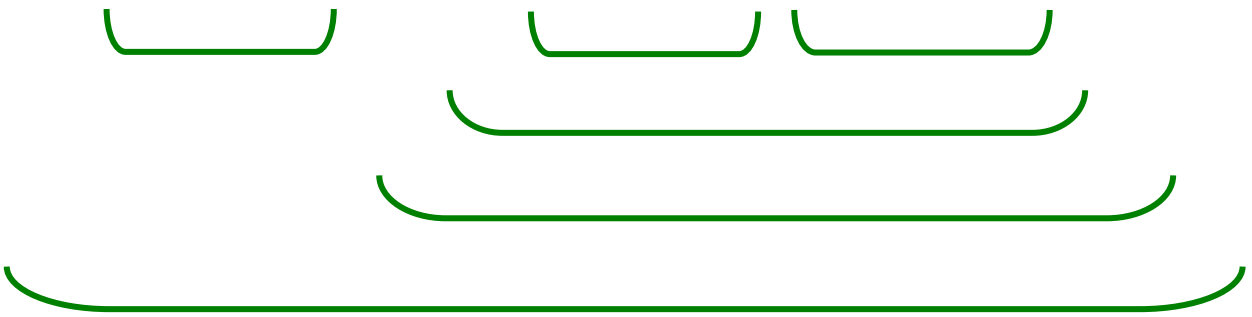
Scheme の式

「*」とあるのは，「乗算」の意味

括弧の意味

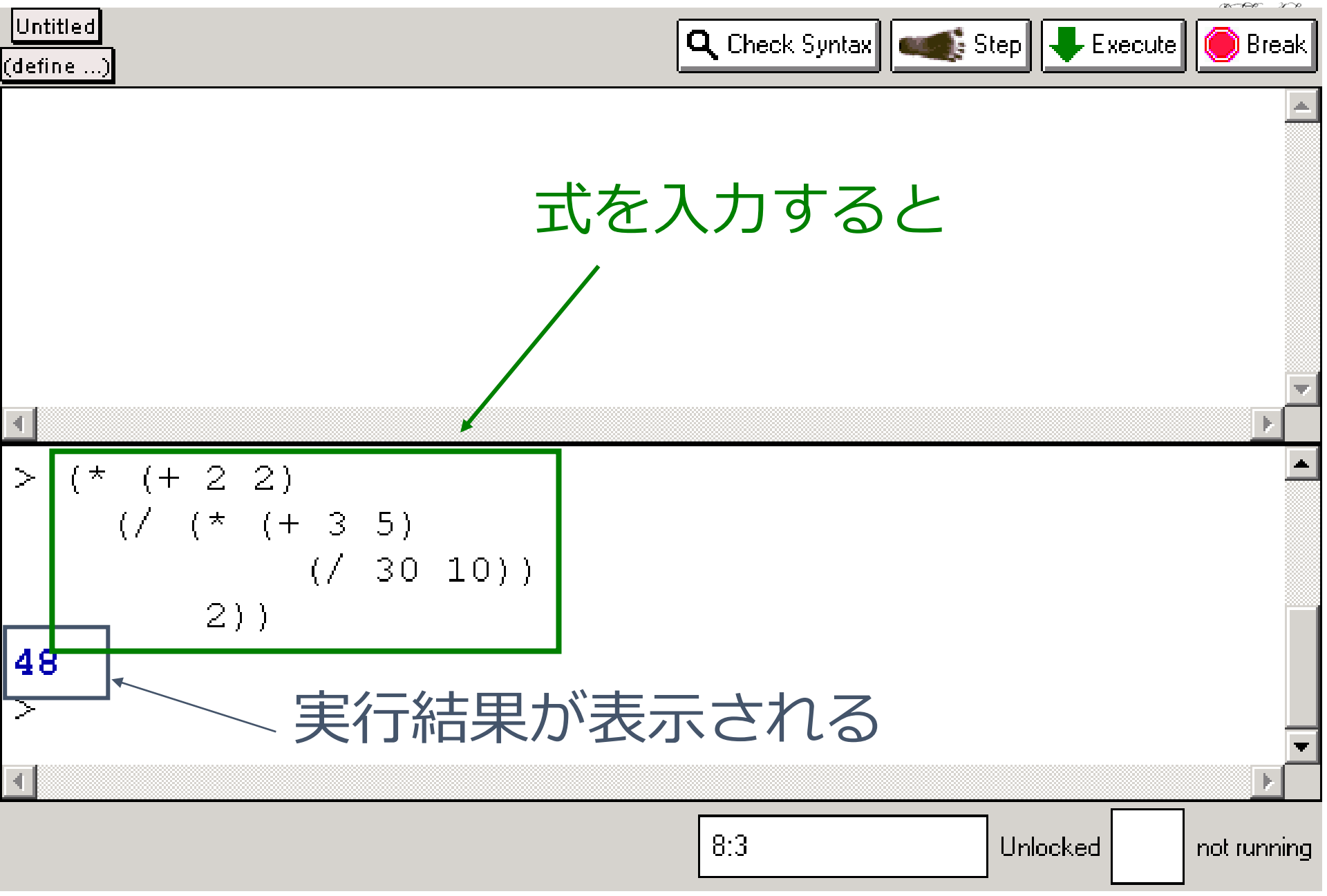
$$(2+2)*\frac{(3+5)*(30/10)}{2}$$

(* (+ 2 2) (/ (* (+ 3 5) (/ 30 10)) 2))

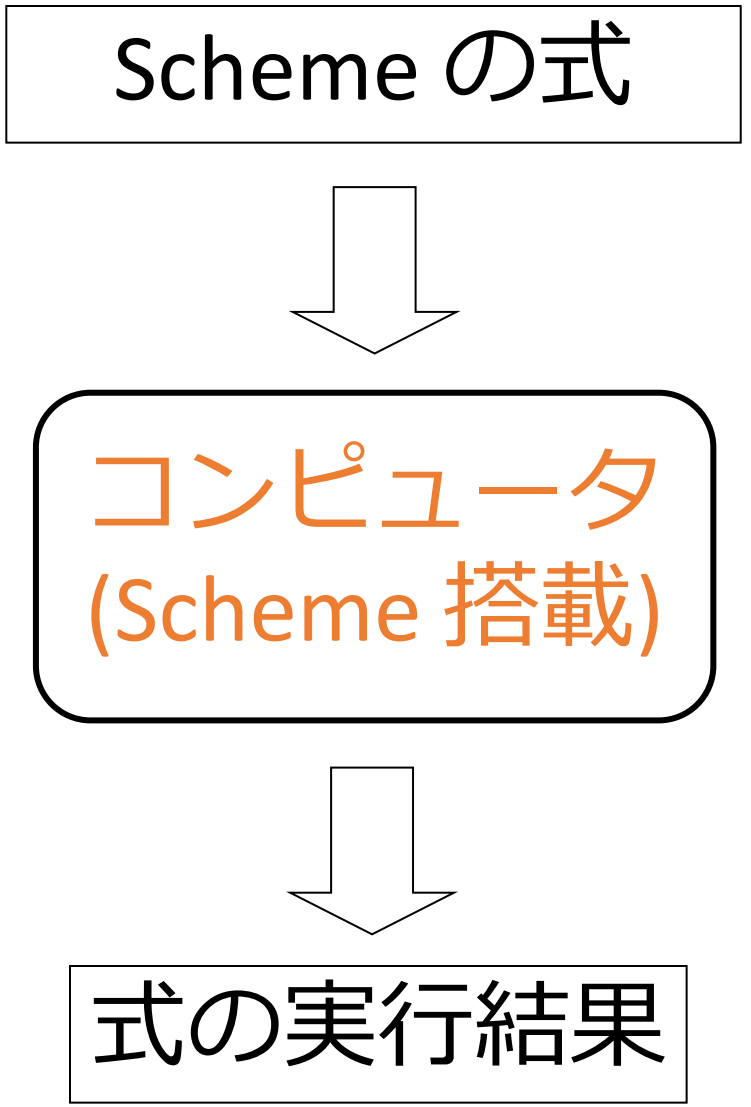


括弧が，計算の「単位」を表現

実行結果の例


Untitled
(define ...)
Check Syntax
Step
Execute
Break
式を入力すると
> (* (+ 2 2)
(/ (* (+ 3 5)
(/ 30 10))
2))
48
>
実行結果が表示される
8:3
Unlocked
not running

コンピュータが行っていること



例えば：

```
(* (+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

を入力すると・・・

48

が表示される

2-2 Scheme の関数

プログラムとは

計算等の実行手順を記述したもの

例

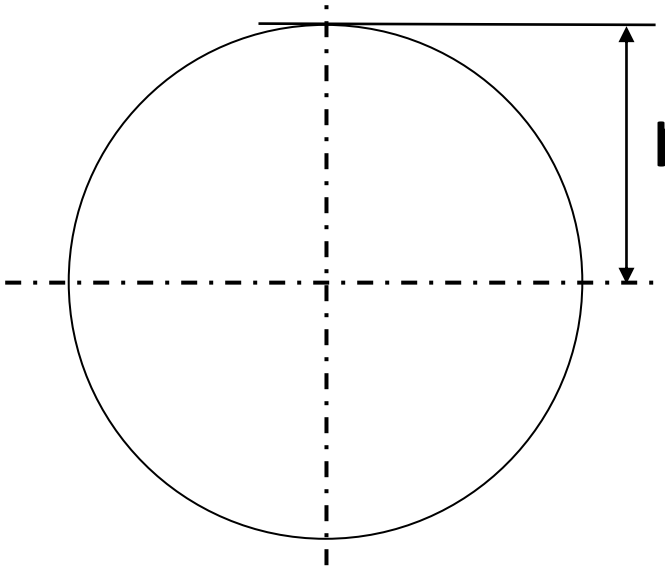
```
(define   (area-of-disk r)
   (* 3.14
      (*  r   r)))
```

Scheme のプログラム

円の面積を求めるプログラム

- 円の半径 r の値から，円の面積
  「(* 3.14 (* r r))」を計算

円の面積



(円の面積)

半径 r の円の面積は 3.14 r^2

円の面積を求めるプログラム

```
(define   (area-of-disk r)
    (* 3.14
       (*  r   r)))
```

この部分は Scheme の式
（変数 r を使用）

円の面積を求めるプログラム

```
(define   (area-of-disk r)
    (* 3.14
       (*  r   r)))
```

値を１つ（名前はｒ）
受け取る
（ｒ のことをパラメータ
という）

ｒの値から「(* 3.14 (* r r))」を計算

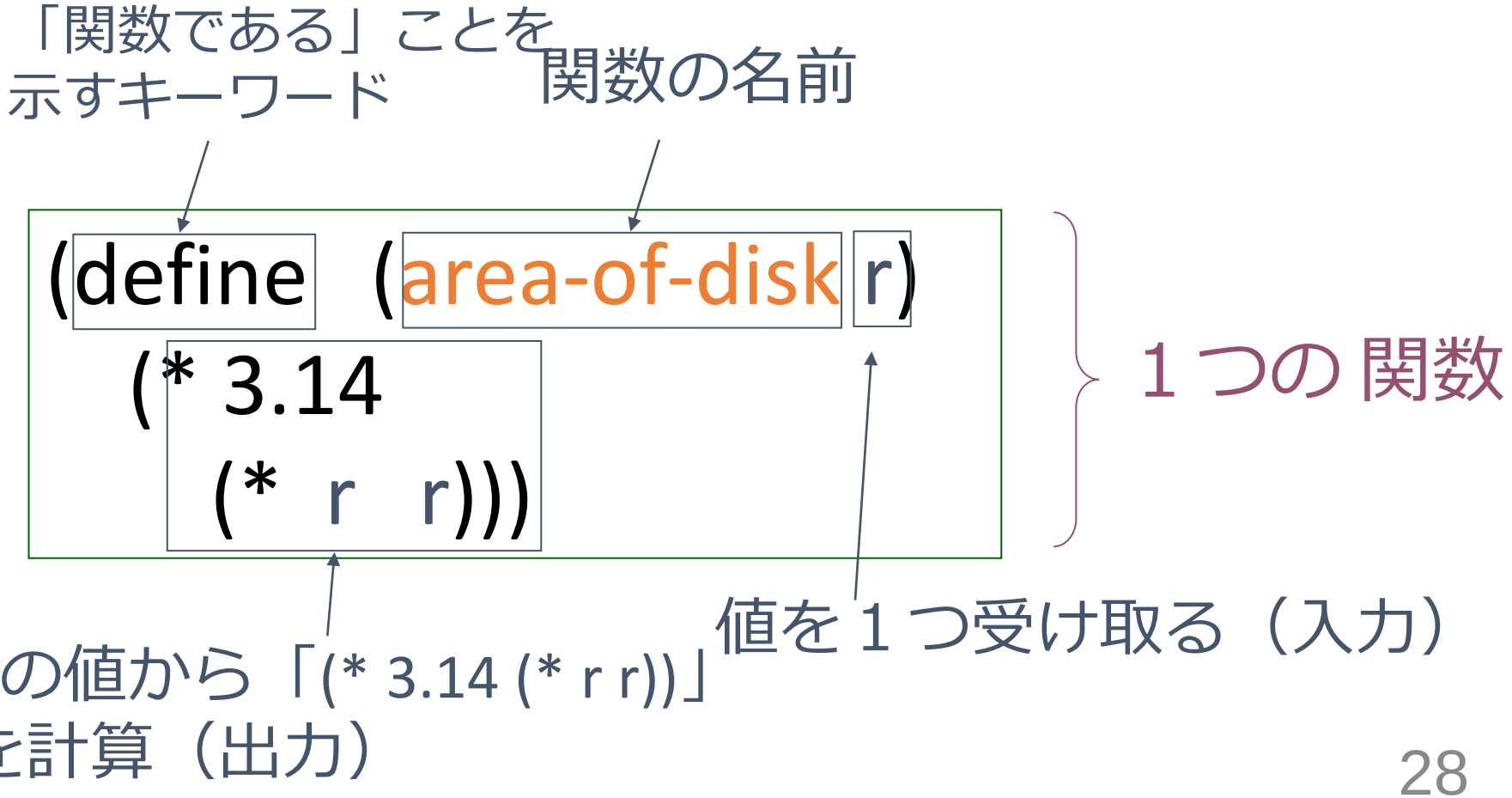
関数としてのプログラム

- プログラムは「関数」と見立てることができる
- 入力と出力がある

r の値: 5 のとき

まとめ

関数　＝　プログラムの単位

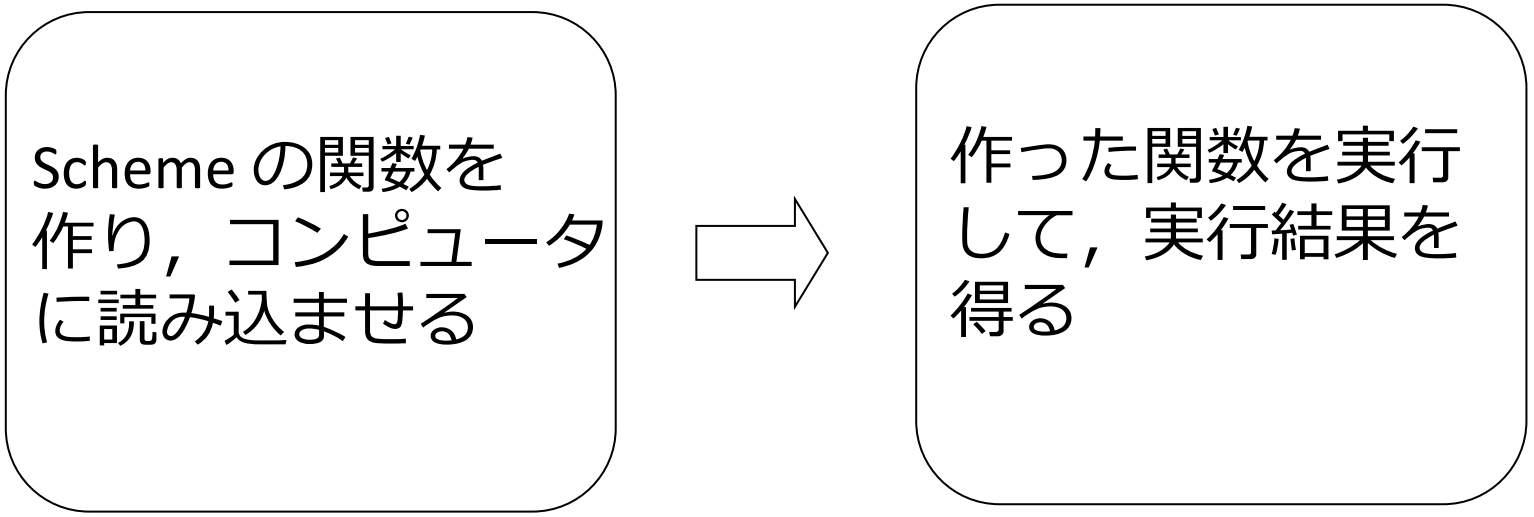


2-3 パソコン演習

パソコン演習の進め方

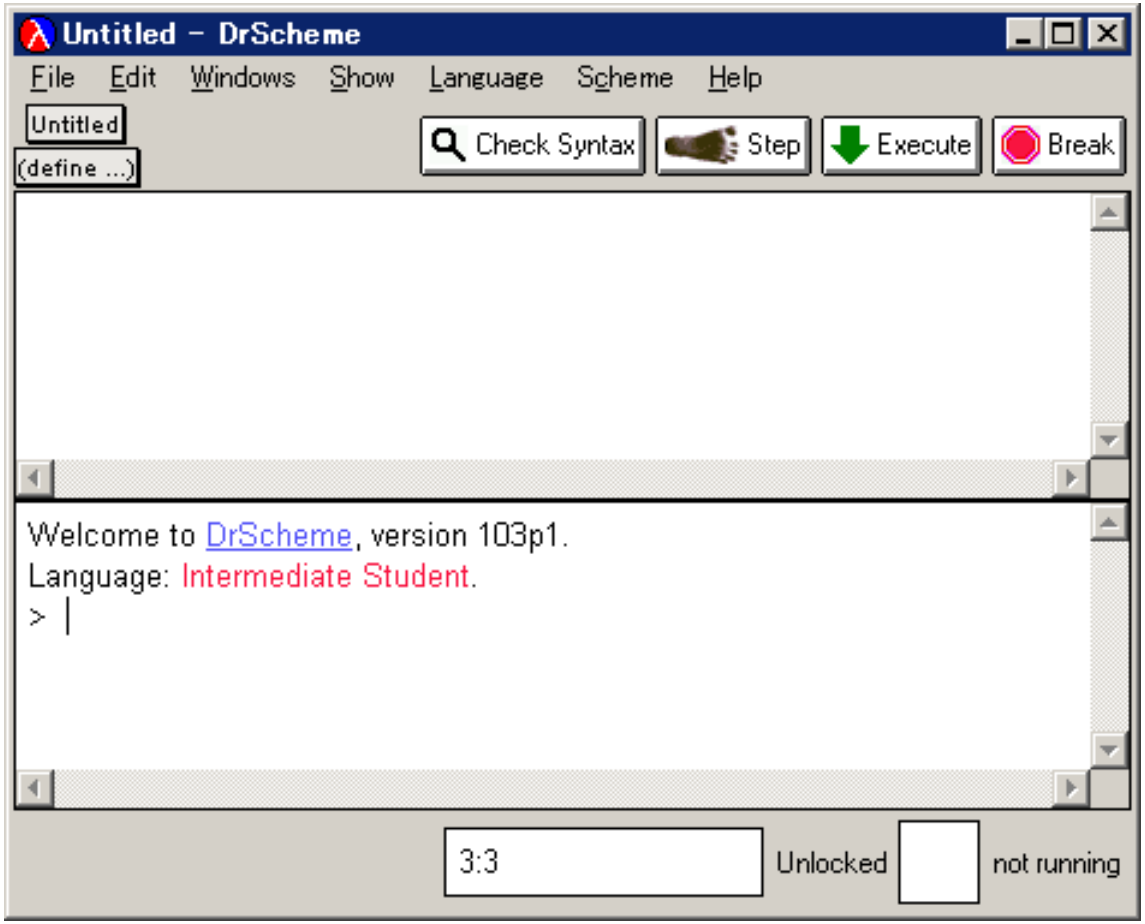
- 資料を見ながら，「例題」を行ってみる
- 各自，「課題」に挑戦する
- 自分のペースで先に進んで構いません

Scheme プログラミングの手順



Scheme の関数の定義　　Scheme の式の実行

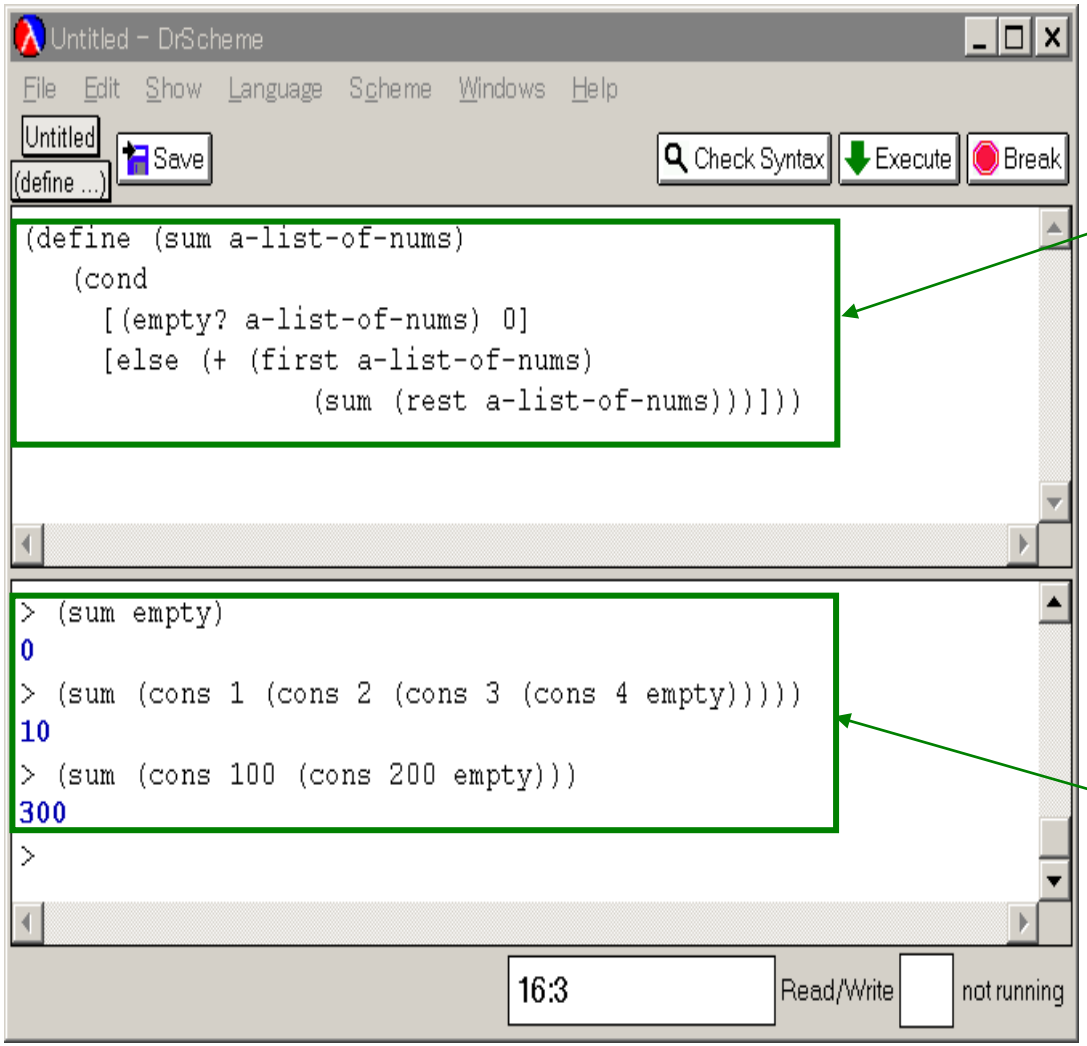
DrScheme の２つのウインドウ



定義用ウインドウ

実行用ウインドウ

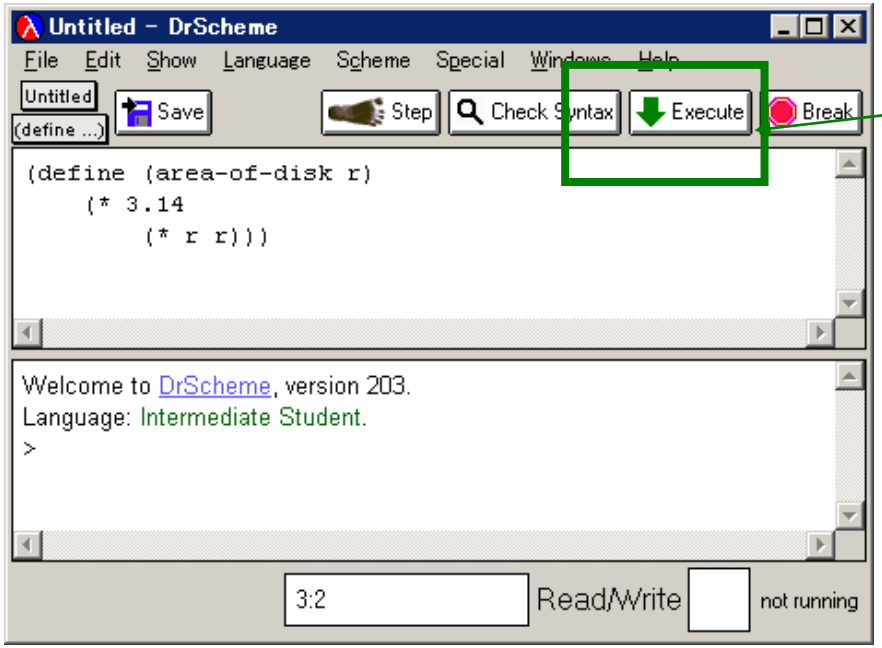
DrScheme の２つのウインドウ



関数を編集し，コンピュータに読み込ませている

読み込んだ関数を実行させている

DrScheme の Execute ボタン



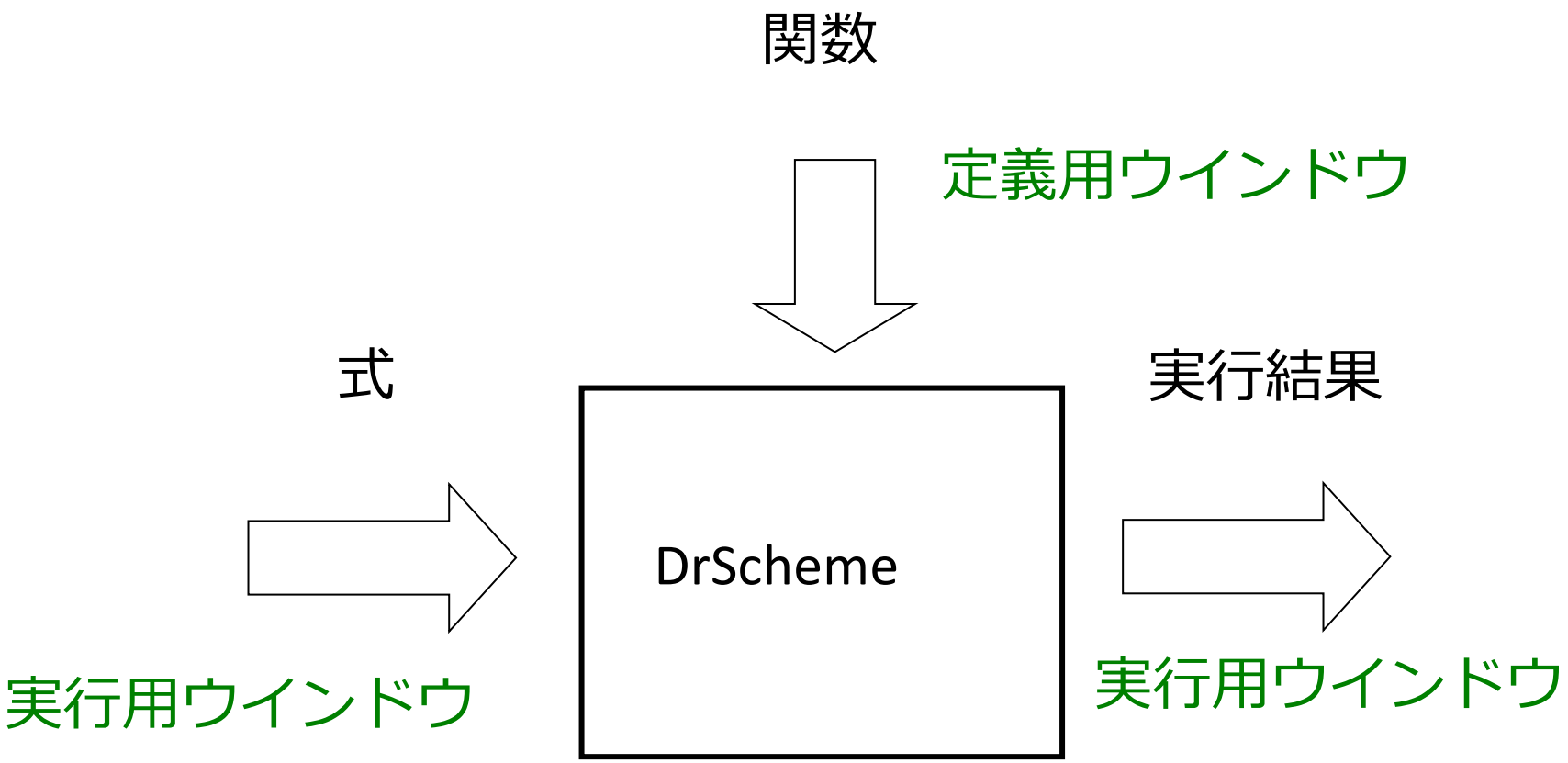
Execute ボタン

・定義を行ったら
「Execute ボタン」を押す

→　関数の定義内容を
コンピュータが読み込む

→　「実行用ウインドウ」の
中身はクリアされる

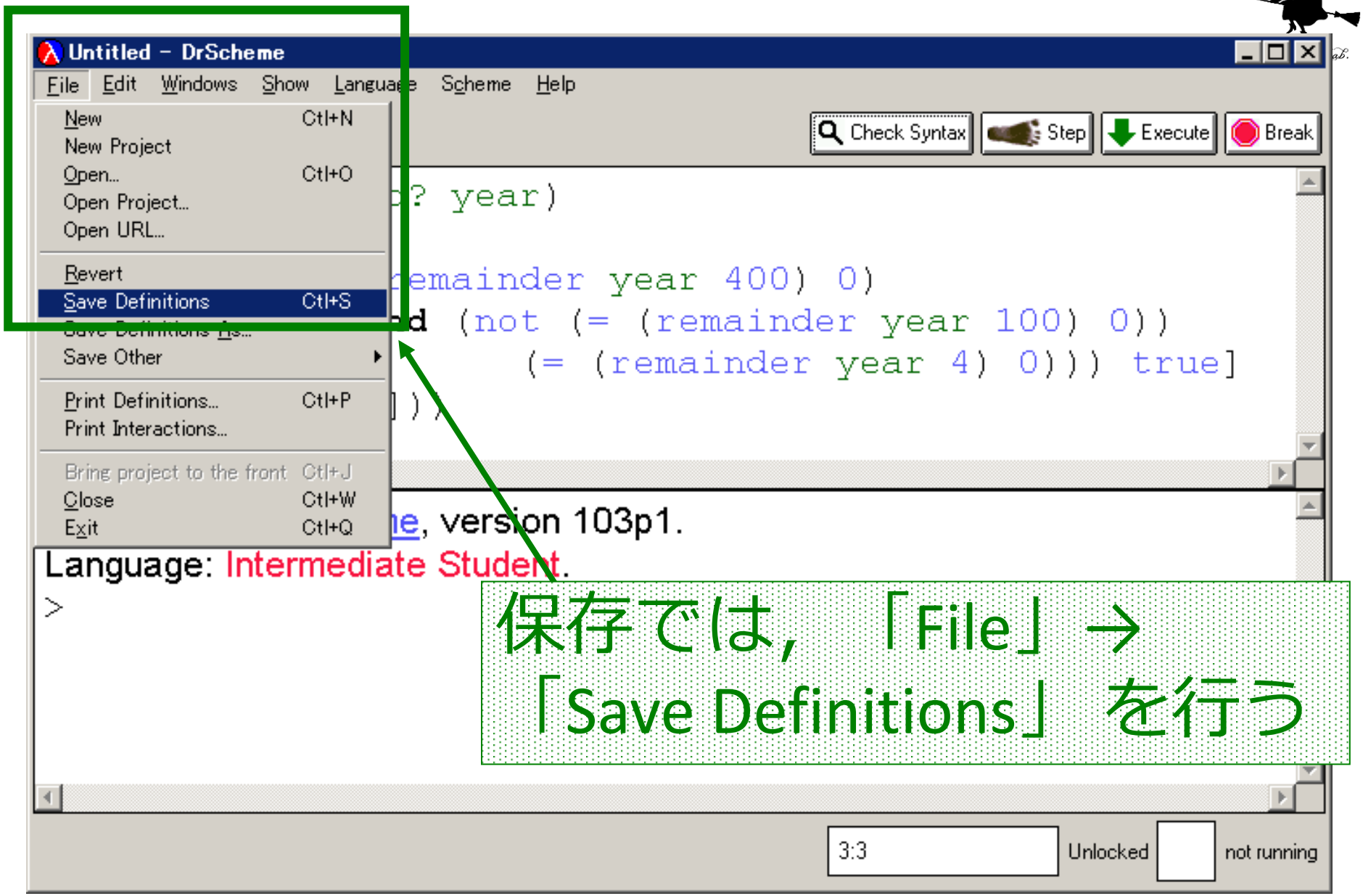
DrSchemeの２つのウインドウ



DrScheme でのプログラム保存法

- 何日かかけてプログラム作成したいとき
  → プログラムを保存する必要あり

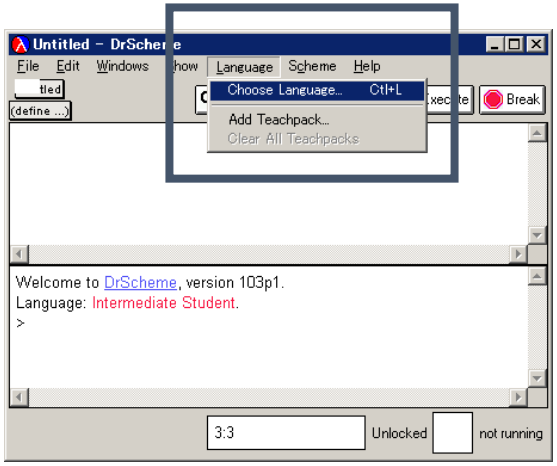
- DrScheme の「Save 機能」を活用すること
  - ファイル名は「英語」で付けることを勧める

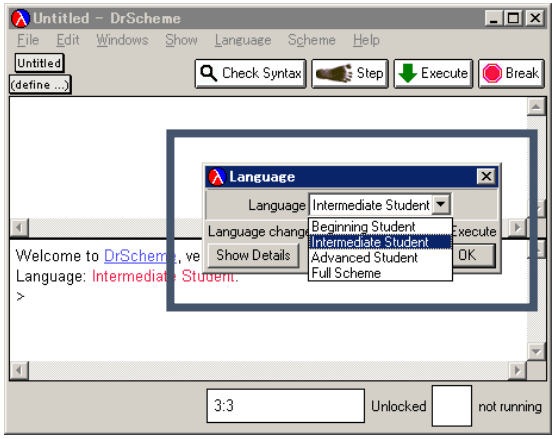

Untitled - DrScheme
File Edit Windows Show Language Scheme Help
New Ctl+N
New Project
Open... Ctl+O
Open Project...
Open URL...
Revert
Save Definitions Ctl+S
Save Other
Print Definitions... Ctl+P
Print Interactions...
Bring project to the front Ctl+J
Close Ctl+W
Exit Ctl+Q
Check Syntax
Step
Execute
Break
? year)
emainder year 400) 0)
d (not (= (remainder year 100) 0))
(= (remainder year 4) 0))) true]
])
ne, version 103p1.
Language: Intermediate Student.
>
保存では，「File」→
「Save Definitions」を行う
3:3
Unlocked
not running

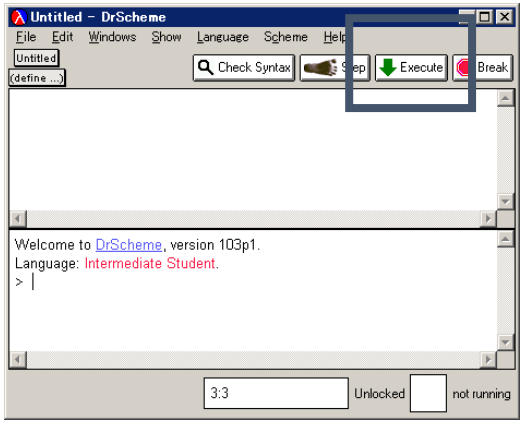
DrScheme の使用

- DrScheme の起動
  プログラム　→ PLT Scheme → DrScheme
- 今日のパソコン演習では「Intermediate Student」
  に設定
  Language
  → Choose Language
  → Intermediate Student
  → Execute ボタン

「Intermediate Student」に設定







Language
→ Choose Language

Intermediate Student を選択し，「OK」をクリック

最後に Execute ボタン

例題１．簡単な数式

- 次の Scheme の式を DrScheme の実行用ウインドウに入力し，実行してみる

$$(2+2)*\frac{(3+5)*(30/10)}{2}$$

- Scheme 言語で書くと：

```
(* (+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

Scheme の式

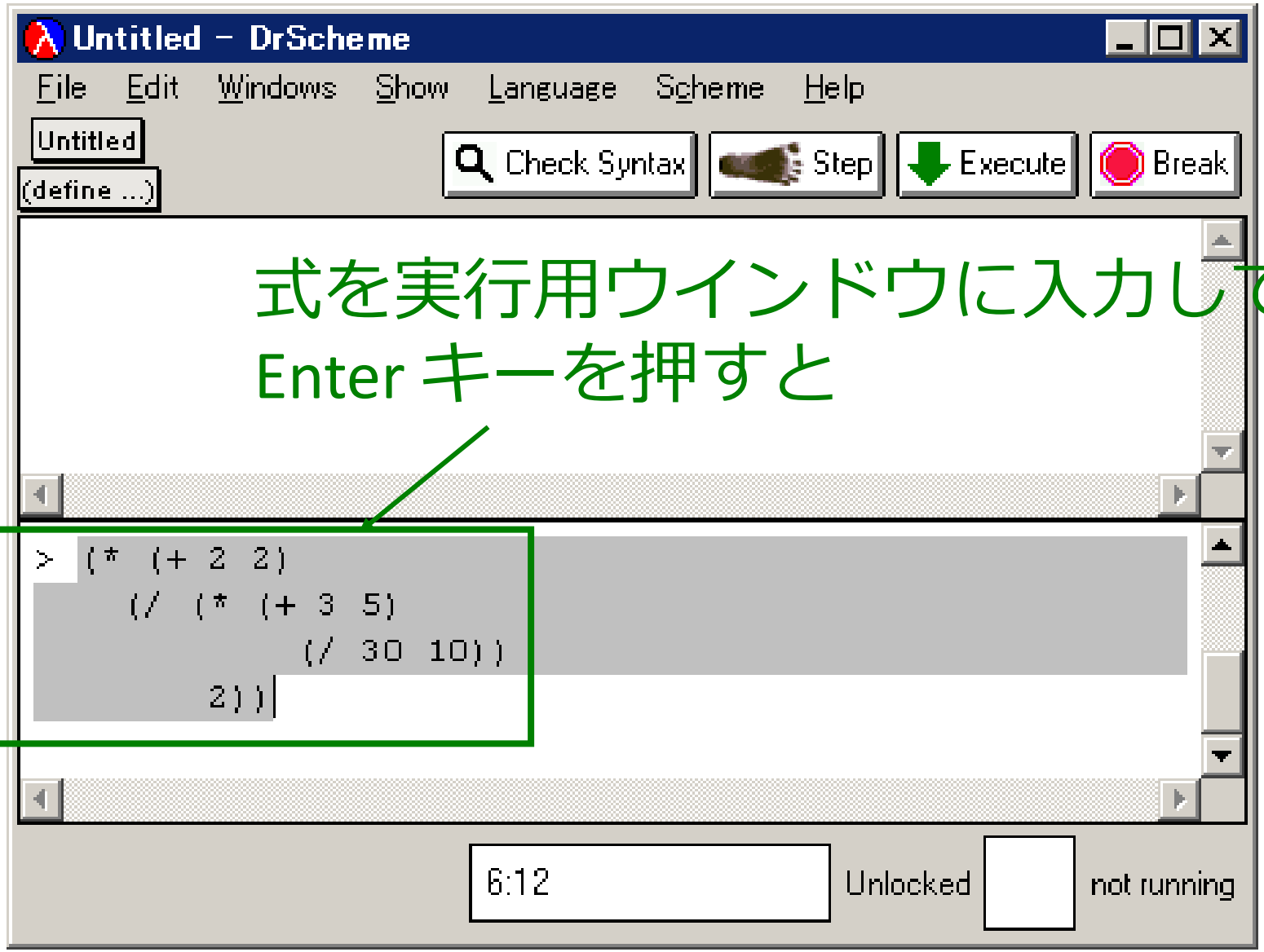
「例題１．簡単な数式」の手順

1. 次の式を「実行用ウインドウ」で，実行しなさい

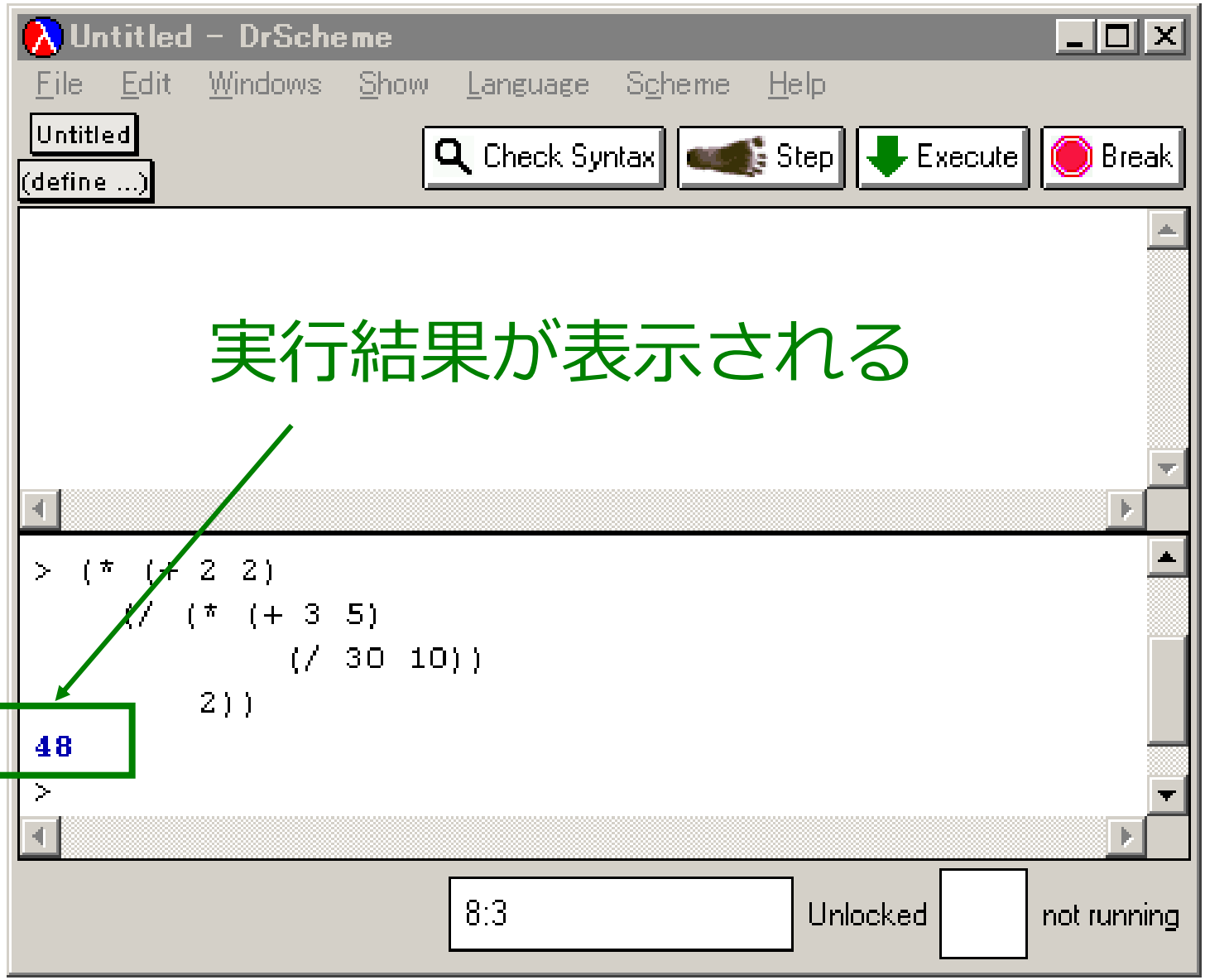
```
(* (+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

☆　次は，例題２に進んでください

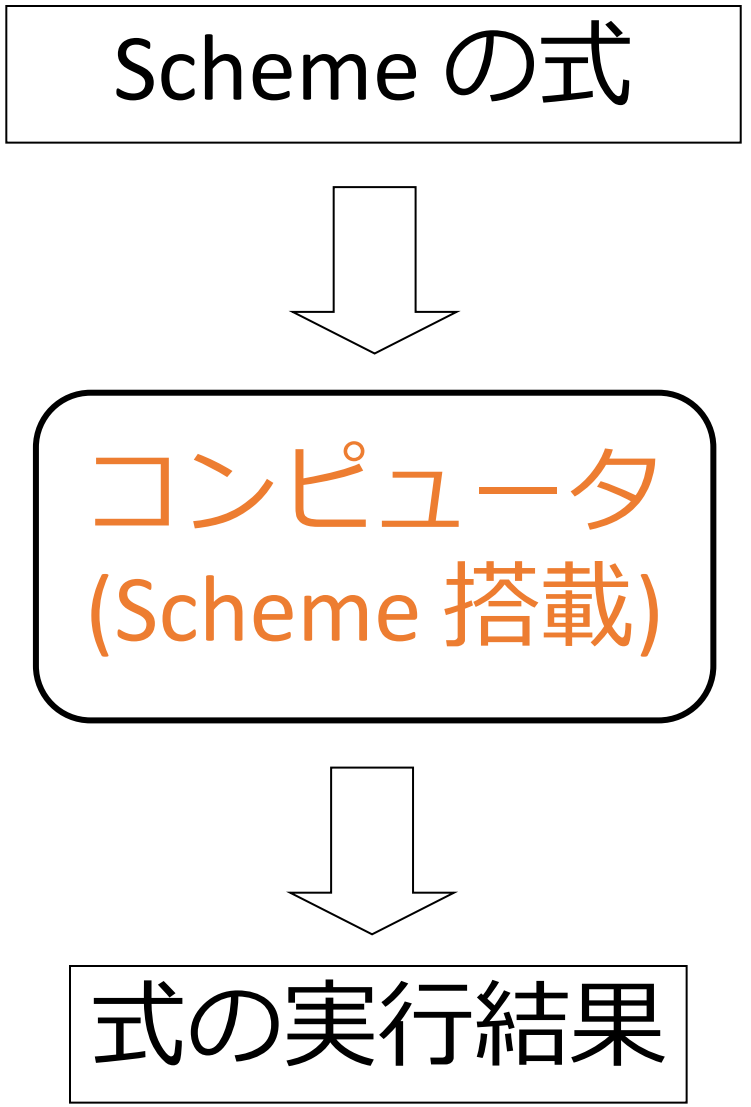
「例題１．簡単な数式」の結果 (1/2)



「例題１．簡単な数式」の結果 (2/2)



コンピュータが行っていること



例えば：

```
(* (+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

を入力すると・・・

48

が表示される

よくある間違い

- 「スペース（空白文字）」に意味がある

間違いの例　1

```
(* (+2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

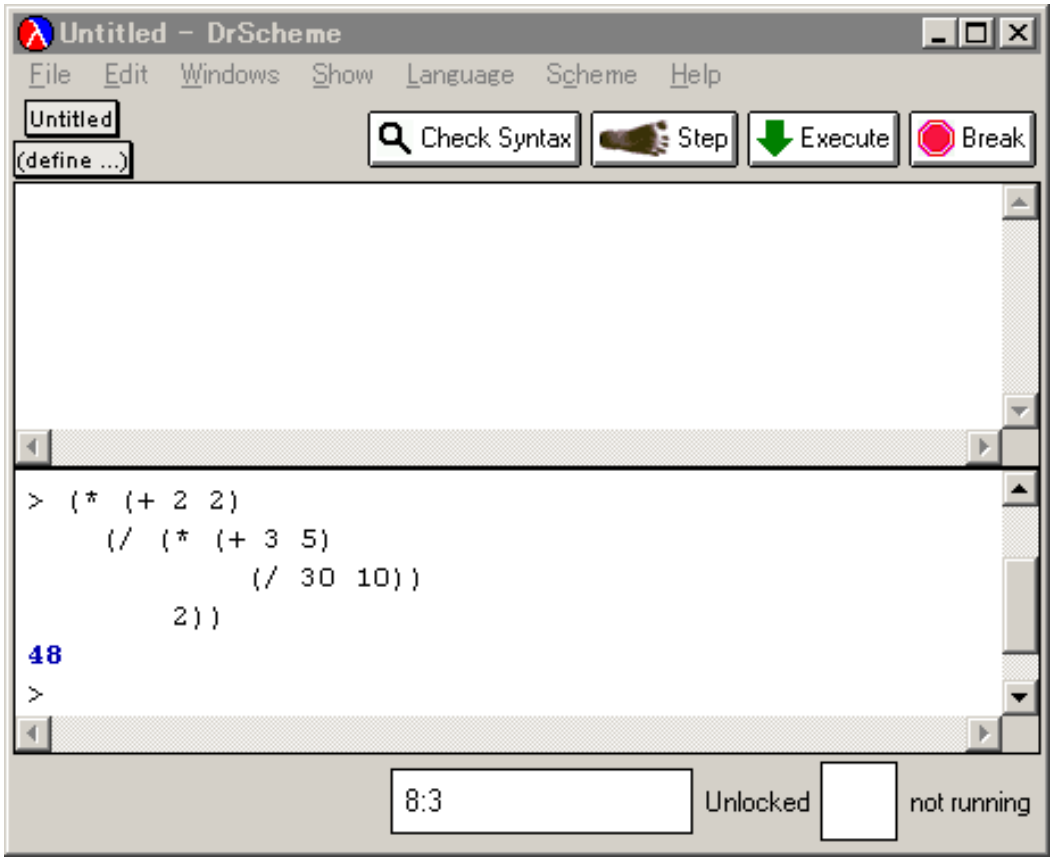
＋の後にスペースが無い

間違いの例　2

```
(*(+ 2 2)
   (/ (* (+ 3 5)
         (/ 30 10))
      2))
```

＊の後にスペースが無い

定義用ウインドウ



簡単な数式の実行では，定義用ウインドは使用しない

＋，－，＊，／, sqrt, expt, remainder などの基本的な演算は，すでに，コンピュータ内に組み込み済み

例題２．円の面積

- 円の半径 r から面積を求める関数 area-of-disk を書き，実行する

例） 5 → 78.5

  - 関数の名前： area-of-disk
  - パラメータ： r

「例題２．円の面積」の手順

1. 次を「定義用ウインドウ」で，実行しなさい
   - 入力した後に，Execute ボタンを押す

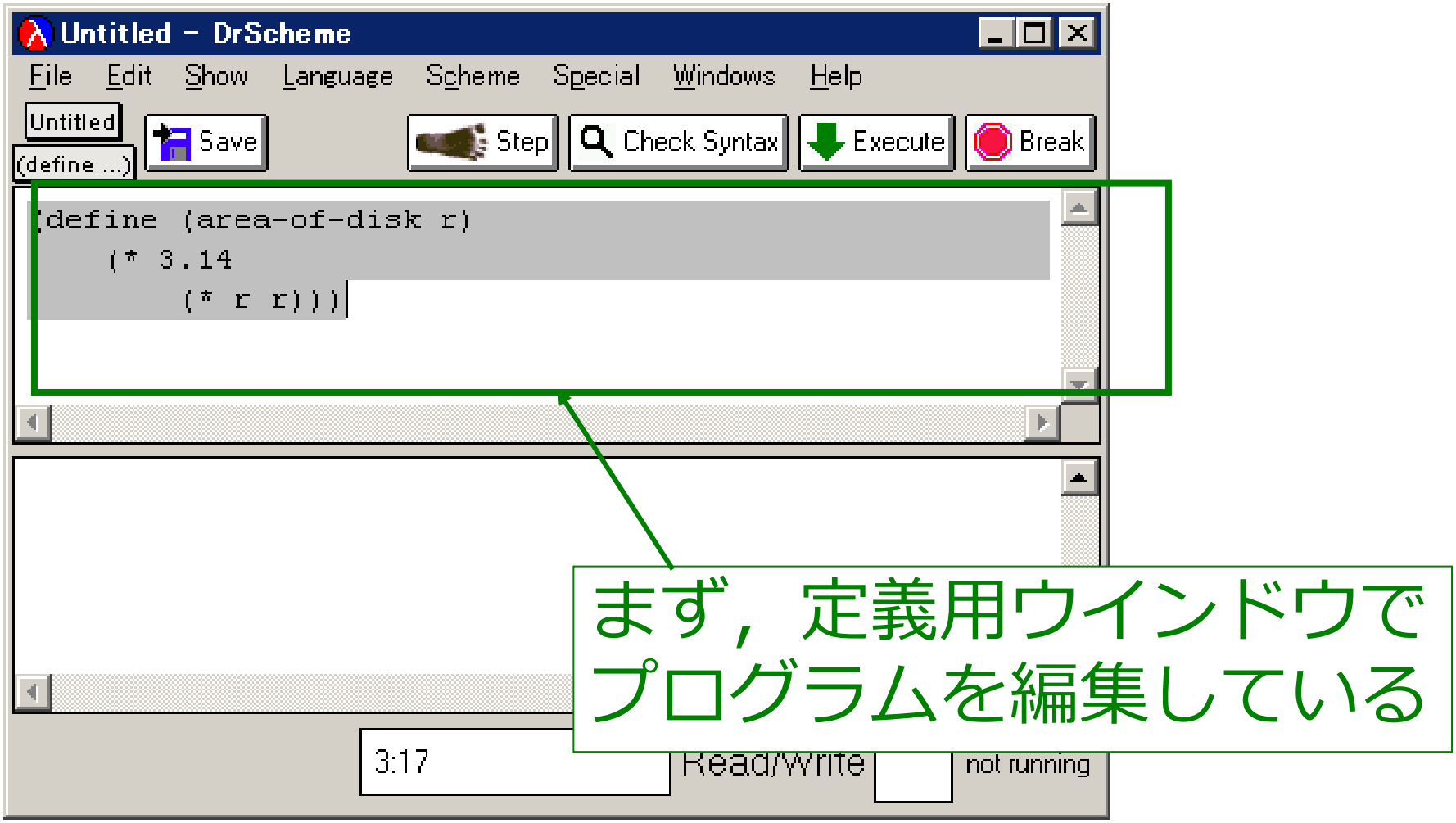
```
(define (area-of-disk r)
   (* 3.14
      (* r r)))
```

2. その後，次を「実行用ウインドウ」で実行しなさい

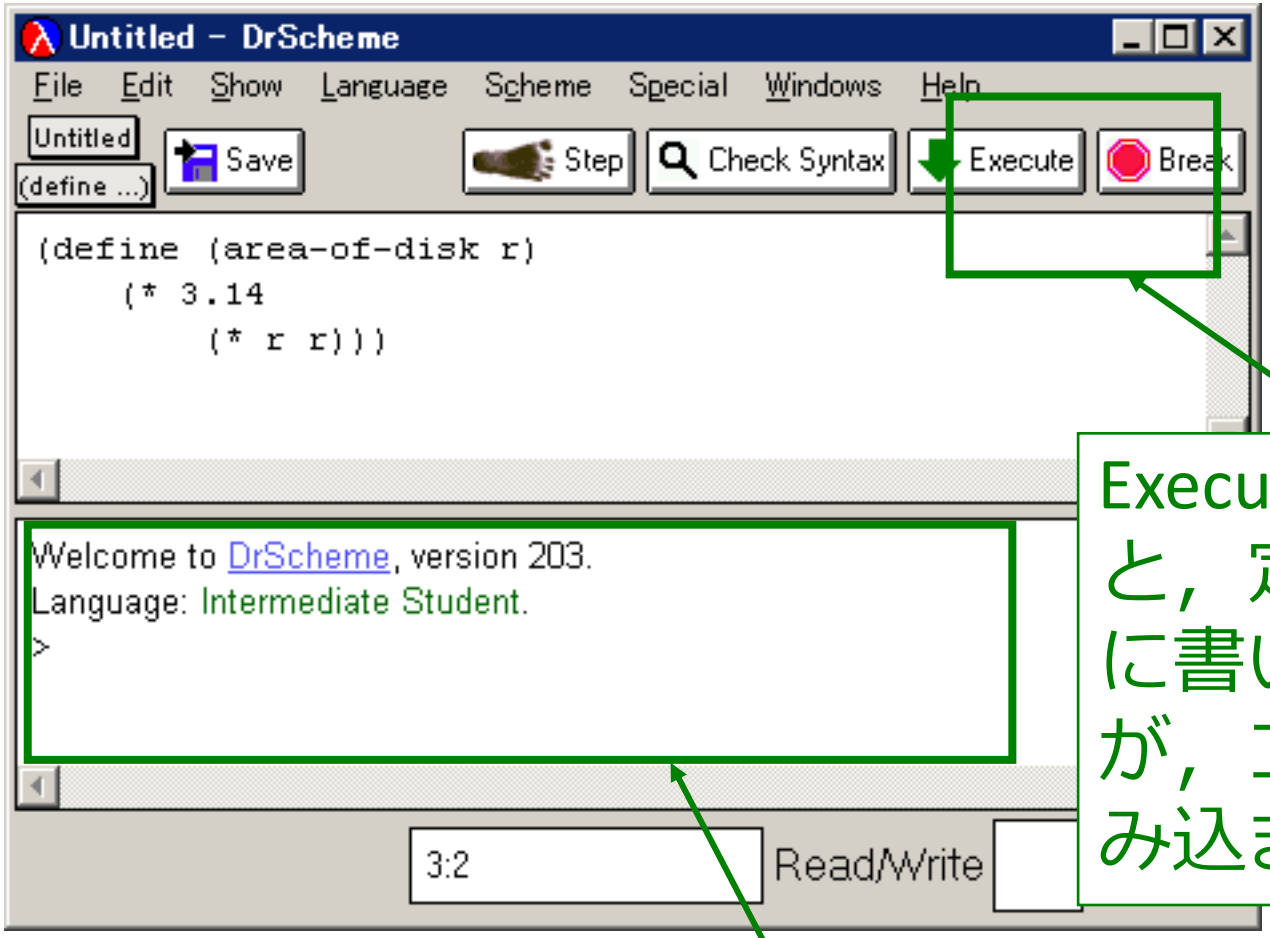
```
(area-of-disk 5)
```

☆　次は，例題３に進んでください

「例題２．円の面積」の結果(1/4)



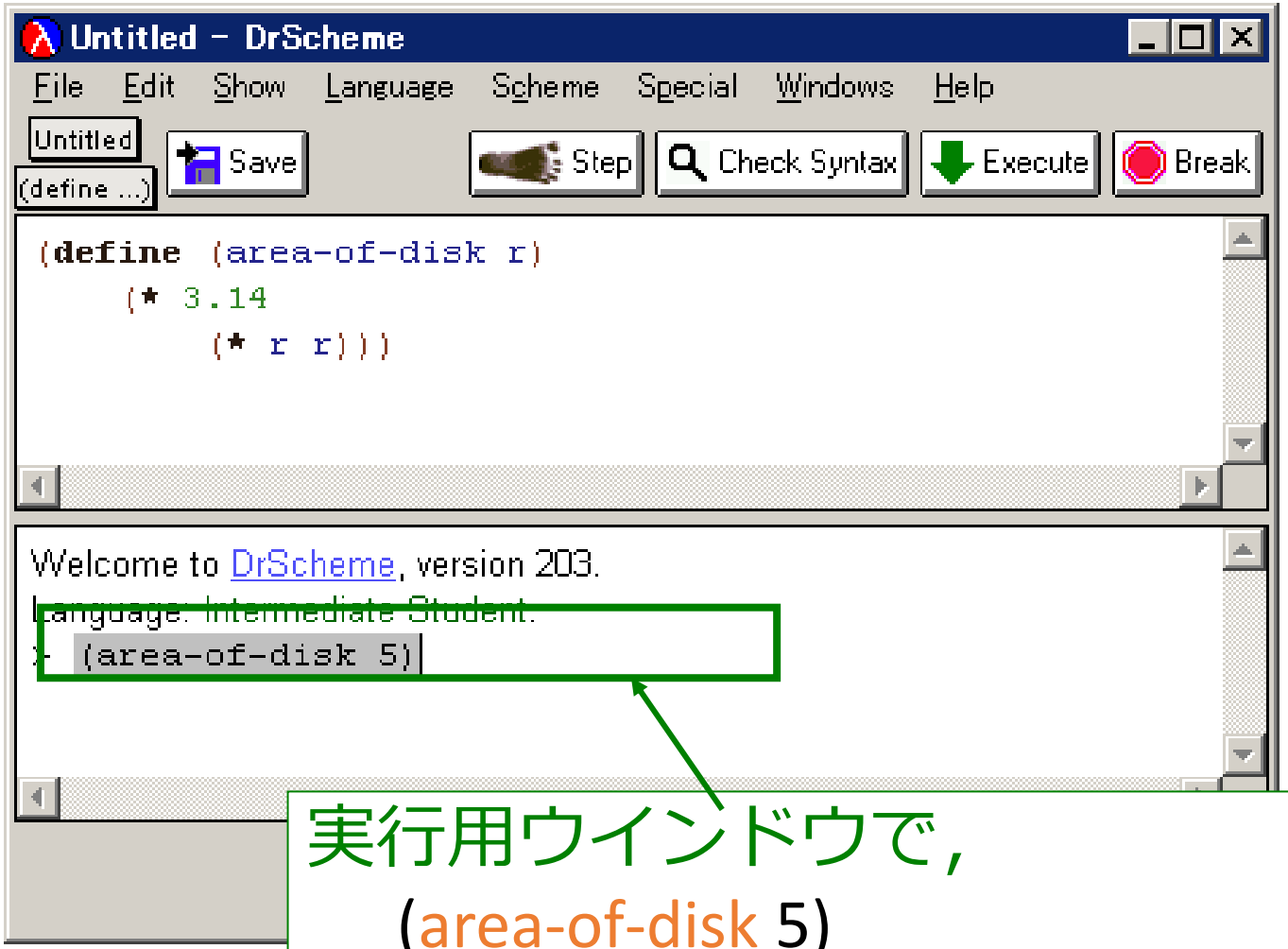
「例題２．円の面積」の結果(2/4)



Execute ボタンを押すと，定義用ウインドウに書いたプログラムが，コンピュータに読み込まれる

このとき，実行用ウインドウの中身はクリアされる

「例題２．円の面積」の結果(3/4)



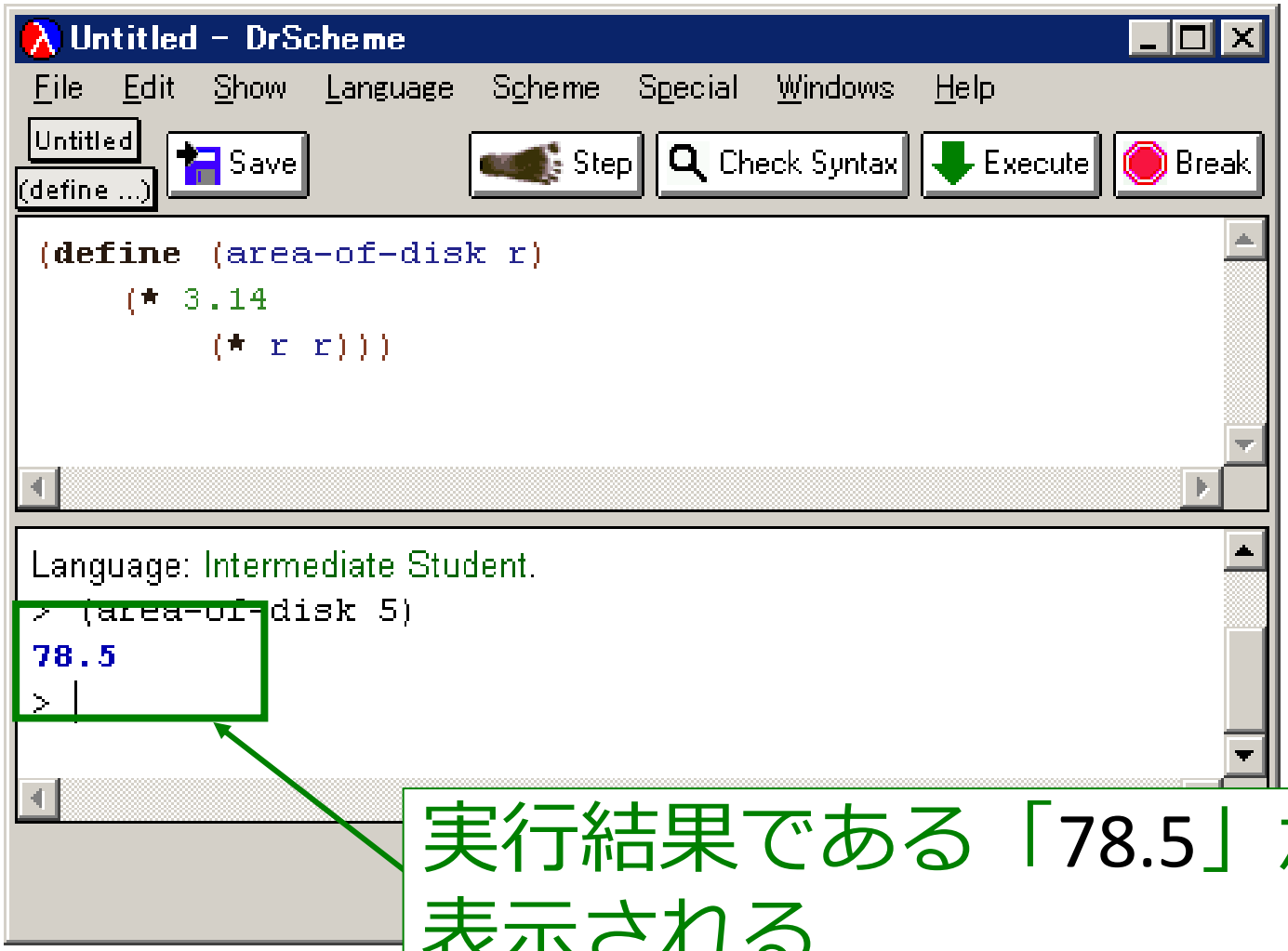
実行用ウインドウで，

(area-of-disk 5)

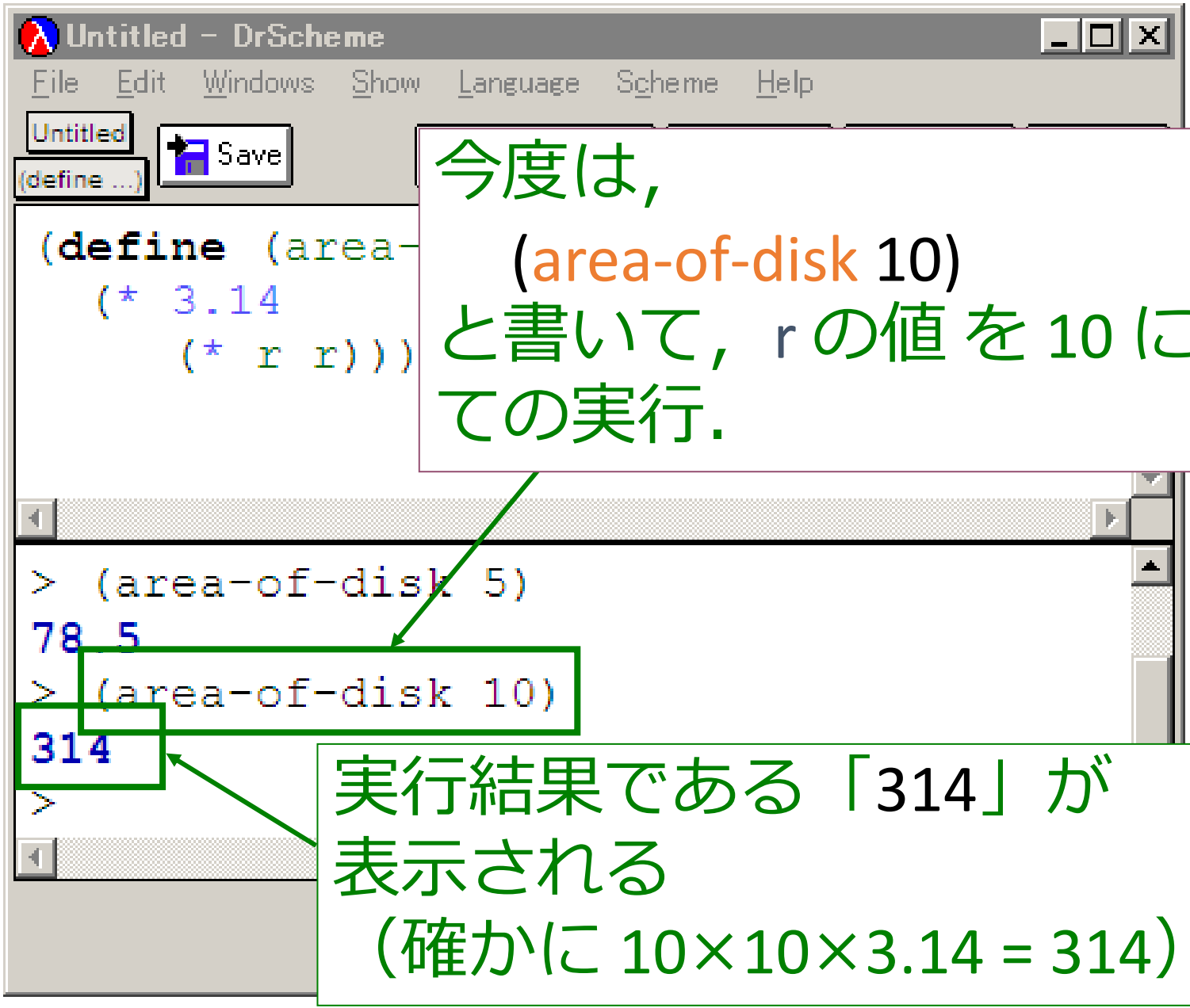
と入力して，Enter キーを押す

（これは，r の値 を 5 に設定しての実行）

「例題２．円の面積」の結果(4/4)



実行結果である「78.5」が表示される
（確かに 5×5×3.14 = 78.5）


Untitled - DrScheme
File Edit Windows Show Language Scheme Help
Untitled
(define ...)
Save
(define (area-
(* 3.14
(* r r)))
> (area-of-disk 5)
78.5
> (area-of-disk 10)
314
>
今度は,
(area-of-disk 10)
と書いて，r の値を 10 に設定しての実行.
実行結果である「314」が表示される
（確かに 10×10×3.14 = 314）

プログラム実行までの手順

① プログラムを書き，コンピュータに読み込ませる

例

```
(define (area-of-disk r)
   (* 3.14
      (* r r)))
```

Scheme のプログラム

円の面積を求めるプログラム

② 読み込ませたプログラムを実行させる

例

```
(area-of-disk 5)
```

```
(area-of-disk 10)
```

Scheme のプログラムを実行させるための Scheme の式

実際に，半径 5, 半径 10 の円の面積を求める

プログラムの実行

- 式の中に「関数名」 を書く

例：式 (area-of-disk 5) ←これも、Scheme の

実際に，半径 5
の円の面積を求める

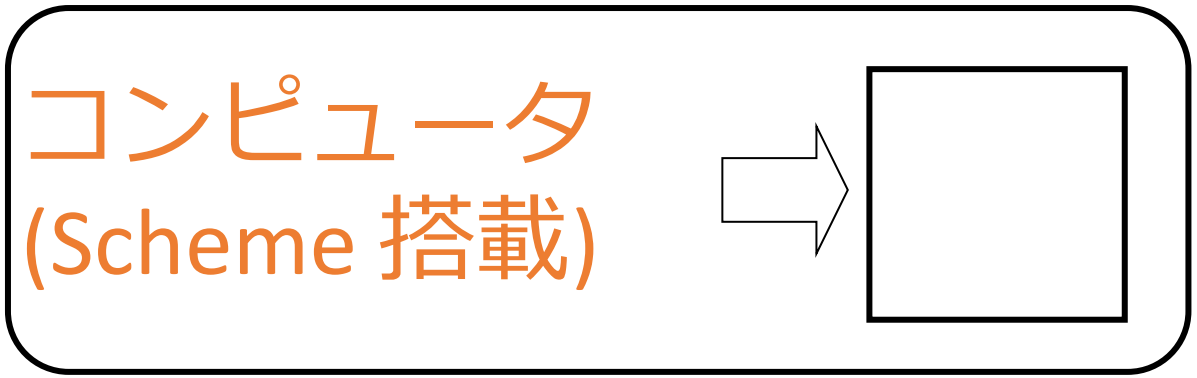
コンピュータが行っていること

Scheme の
プログラム（関数）

例えば

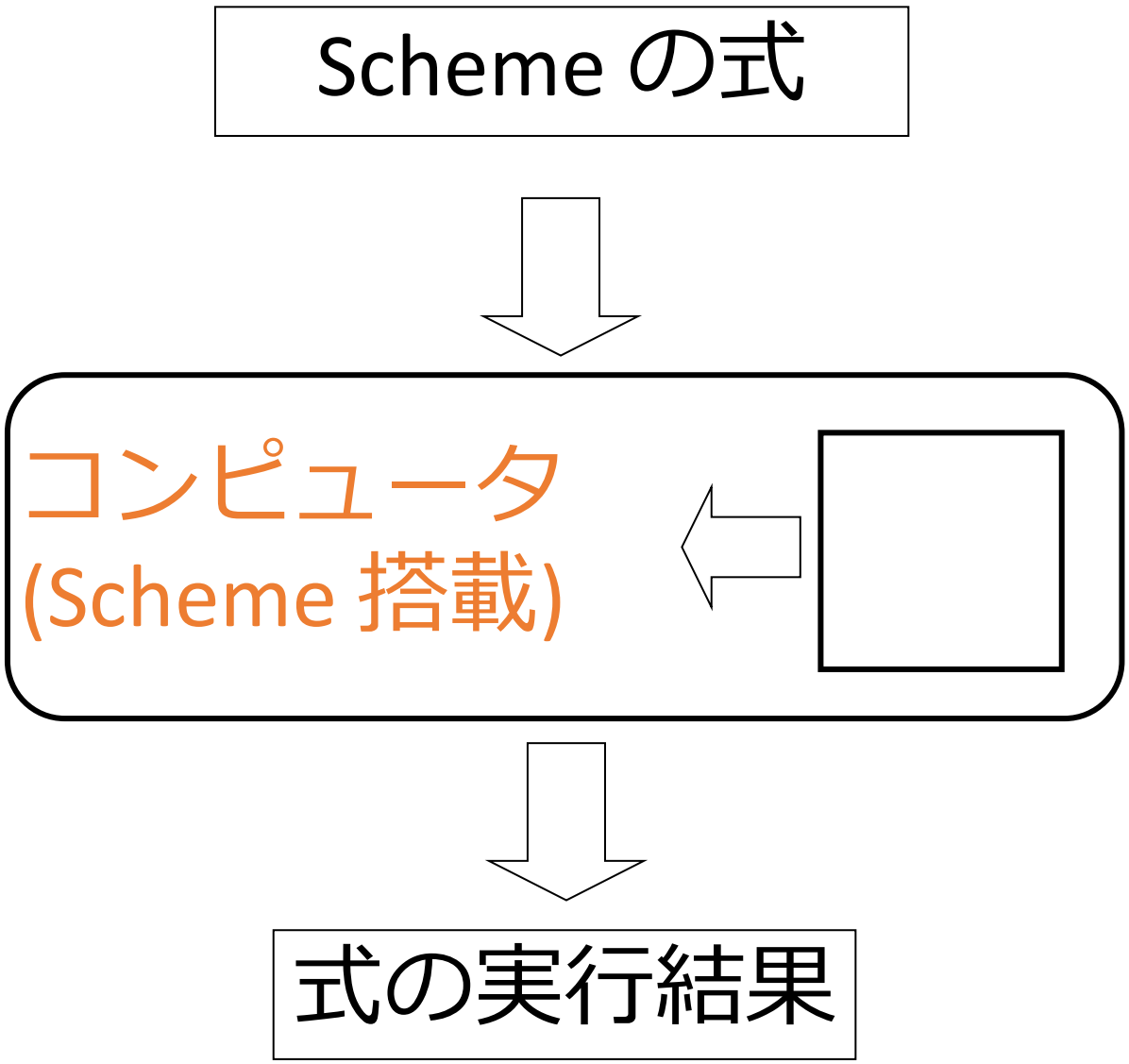
```
(define   (area-of-disk r)
   (* 3.14
      (*  r   r)))
```

を読み込ませると



いったん，
コンピュータ内に
記憶される

コンピュータが行っていること



例えば：

(area-of-disk 5)

を入力すると・・・

78.5

が表示される

例題３．簡単なプログラム

- 次の関数を書き，実行する

  f1: x と N から 「x^N／N」を求める

  f2: x と y から 「x, y のうち大きいほう」を求める

  f3: x から 「x を１００で割った余り」を求める

  f4: x から 「x を１００で割った商」を求める

「例題３．簡単なプログラム」の手順

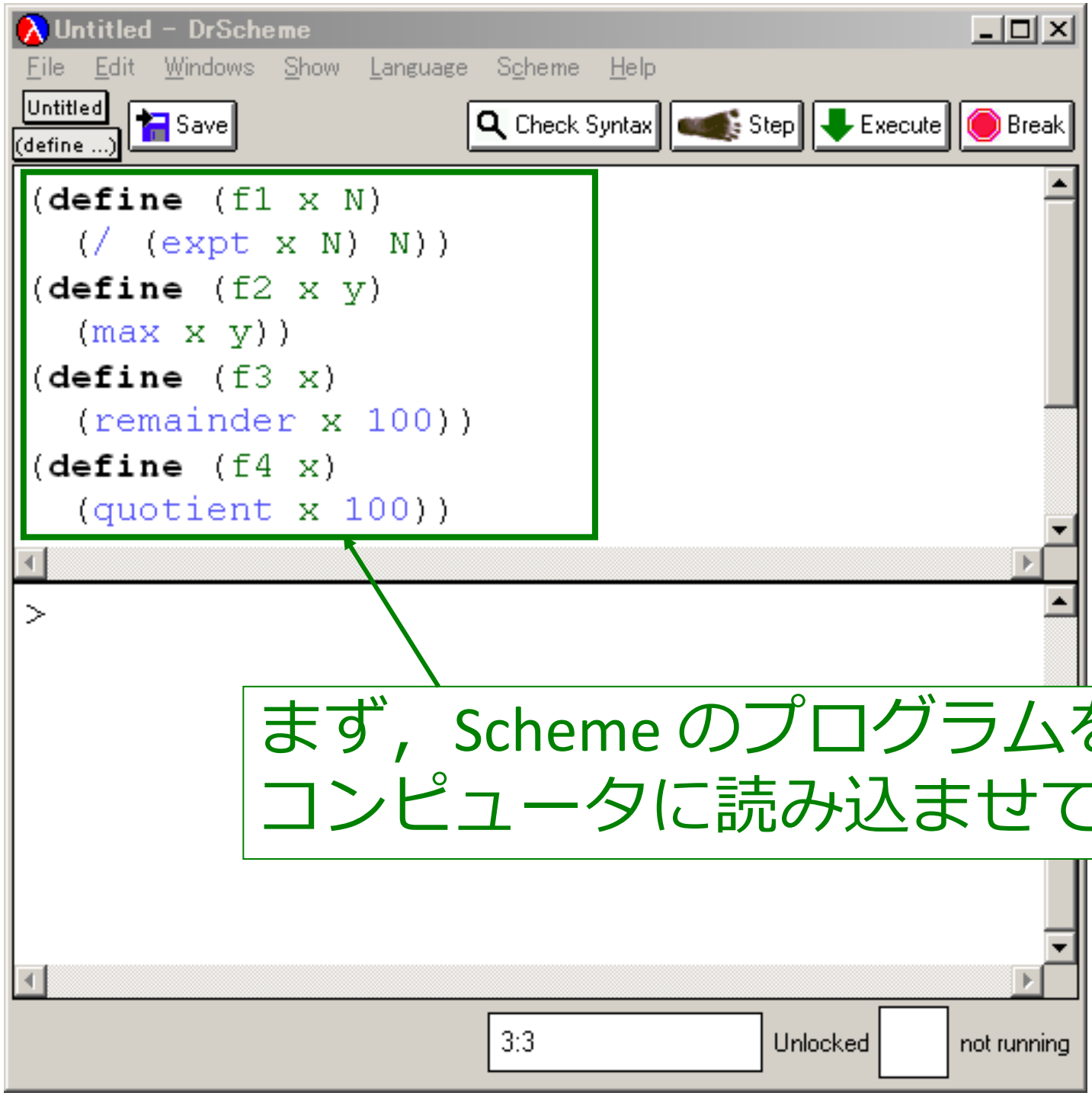
1. 次を「定義用ウインドウ」で，実行しなさい
   - 入力した後に，Execute ボタンを押す

```
(define (f1 x N)
   (/ (expt x N) N))
(define (f2 x y)
   (max x y))
(define (f3 x)
   (remainder x 100))
(define (f4 x)
   (quotient x 100))
```

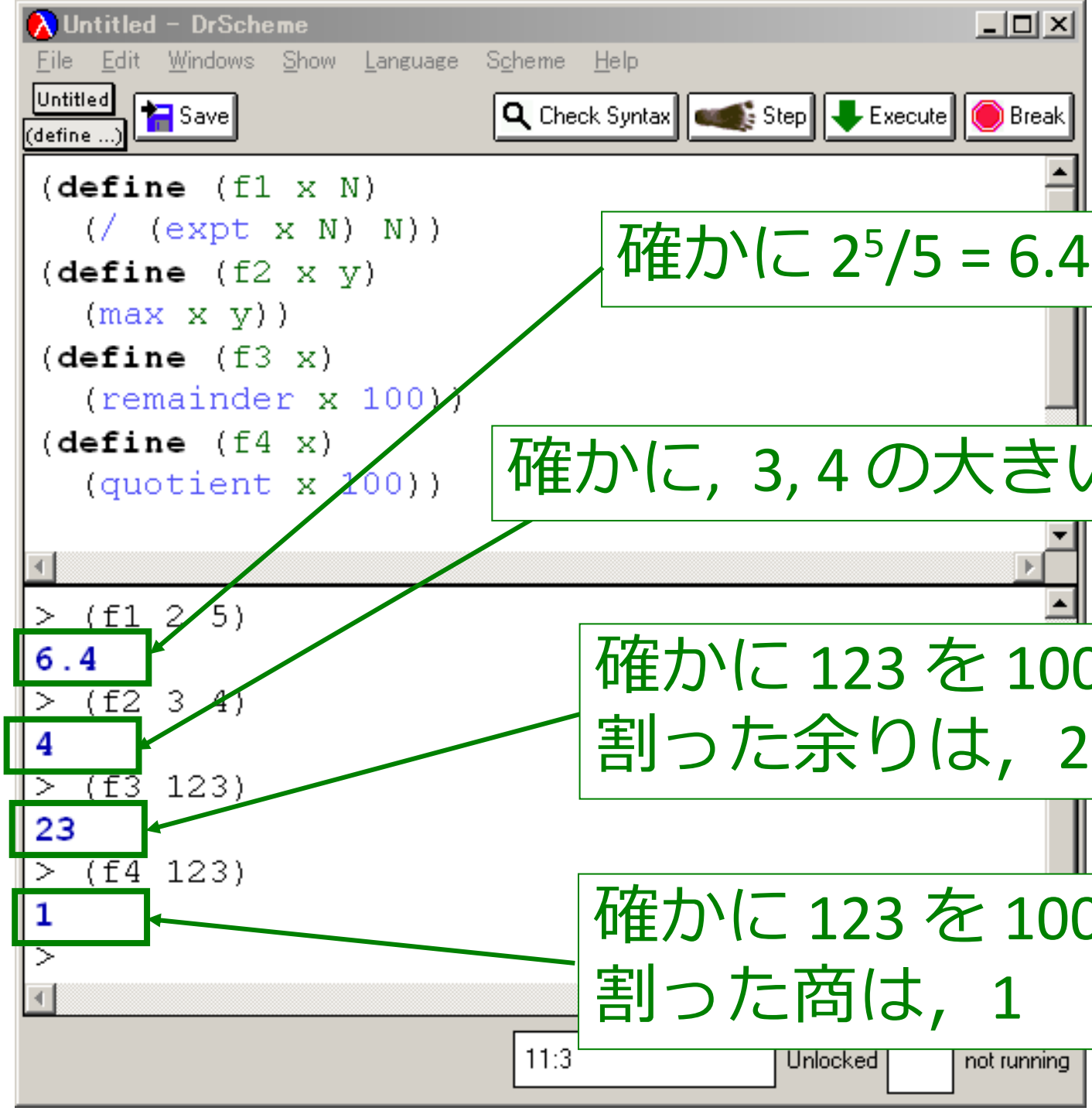
2. その後，次を「実行用ウインドウ」で実行しなさい

```
(f1 2 5)
(f2 3 4)
(f3 123)
(f4 123)
```

☆　次は，課題に進んでください



まず，Scheme のプログラムを
コンピュータに読み込ませている



確かに $2^5/5 = 6.4$

確かに，3, 4 の大きい方は 4

確かに 123 を 100 で割った余りは，23

確かに 123 を 100 で割った商は，1

Scheme の式の例
変数が登場するもの

関数の本体には「変数を含む式」を書くことになる

- x^N / N

  (/ (expt x N) N)　・・・　2 変数の式

- x, y のうち大きいほう

  (max x y)　・・・　2 変数の式

- x を１００で割った余り

  (remainder x 100)　・・・　1 変数の式

- x を１００で割った商

  (quotient x 100)　・・・　1 変数の式

2-4 課題

課題１．ドルから円への変換

- ドル d から円を求める関数 d2y を作成し，実行結果を報告しなさい
  - define を使うこと
  - １ドルは，１２０．５３円とする

課題のヒント

- x から「10 x + 30」 を求める関数 foo を作成し，実行結果を報告しなさい

解答の例：

```
(define (foo x)
    (+ (* 10 x) 30))
```

実行結果は次の通り．期待通りの結果を得た

```
> (foo 10)
130
> (foo 20)
230
```

（あくまでも解等の例です）

課題１のヒント

- ここにあるのは「間違い」の例です．同じ間違いをしないこと

１．「かっこ」の間違い

```
define (d2y d)
   (* 120.53 dollar)
```

⇒　全体をかっこで囲むこと

２．変数名の対応の間違い

```
(define (d2y dollar)
   (* 120.53 d))
```

⇒　変数名 d と dol l ar は
どちらか１つにそろえること

３．関数の書き方の間違い

```
(define (d2y)
   (* 120.53 d))
```

⇒　d2y の後に d が必要

４．関数名の付け方の間違い

```
(define (d 2 y d)
   (* 120.53 d))
```

⇒　「d 2 y」では無く，
「d2y」と書くこと

課題２．摂氏から華氏への変換

- 摂氏（Celsius） c から華氏（Fahrenheit）を求める関数 c2f を作成し，実行結果を報告しなさい
  - define を使うこと
  - 摂氏と華氏の変換式：　c＝5×(f-32)/9

課題３．元利の計算

- 元利を求める関数 interest を作成し，実行結果を報告しなさい
  - define を使うこと
  - 元利の計算式：

    「元利 = 元金　×　（１＋年利）^{年数}」
  - 作成した関数を実行し，元金１０００円，年利２%での，５０年後の元利を報告しなさい

課題４． Scheme 式

- 次の計算を行う Scheme の式を書き，「DrScheme の実行用ウインドウ」で実行して，実行結果を報告しなさい

```
 5 + 5
-5 + 5
 3 * 4
 8 / 12
 (2 + 2) * (((3 + 5) * (30 / 10)) / 2)
 3 + 4.5
 2の平方根
 3の5乗
 356を4で割った余り
 7の対数                    （但し，e を底とする）
 sin (0.7865)               （0.7865 はラジアン）
```