テキスト処理 第8回 (2006-06-13)

田中哲
産業技術総合研究所
情報技術研究部門
akr@isc.senshu-u.ac.jp
http://staff.aist.go.jp/tanaka-akira/textprocess/

今日の内容

- メソッド呼び出しのしくみ
- 再帰
  - 階乗
  - フィボナッチ数
  - クイックソート
  - 木構造
- レポート

メソッド呼び出しのしくみ

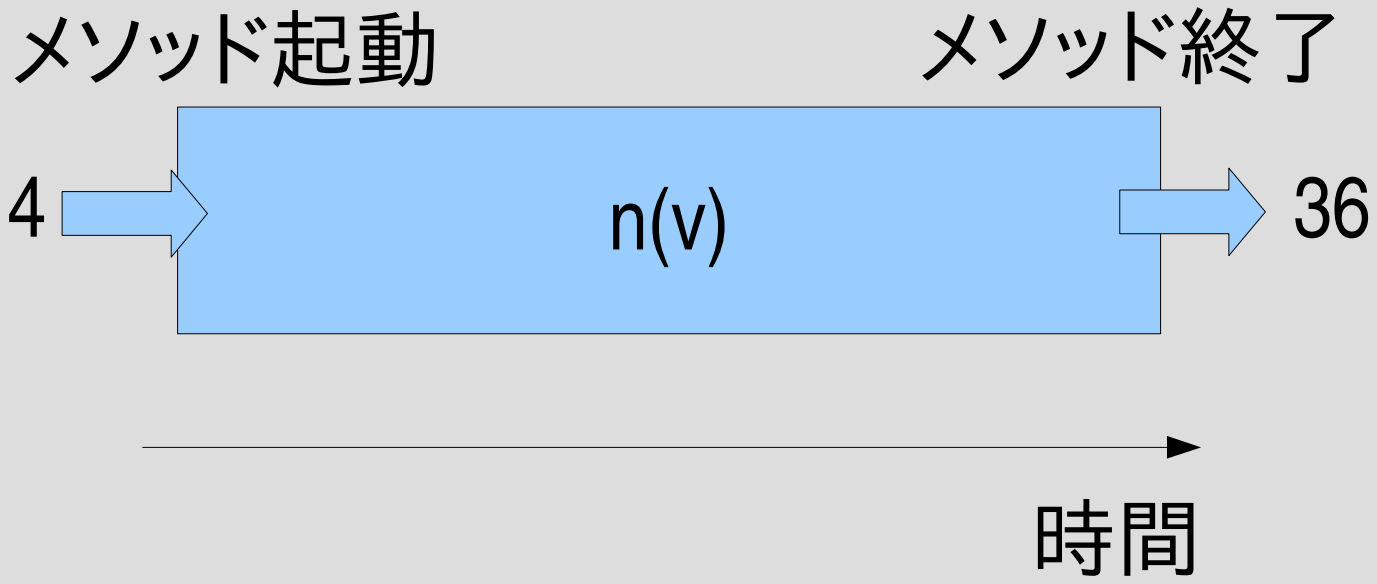
- def m(v)
  v + 1
  end
  def n(v)
  m(v*2)*v
  end

- p n(4) #=> 36

- n(4)=
  m(4*2)*4=
  m(8)*4=
  (8+1)*4=
  9*4=
  36

メソッド呼び出しのしくみ

- def m(v)
  v + 1
  end
  def n(v)
  m(v*2)*v
  end

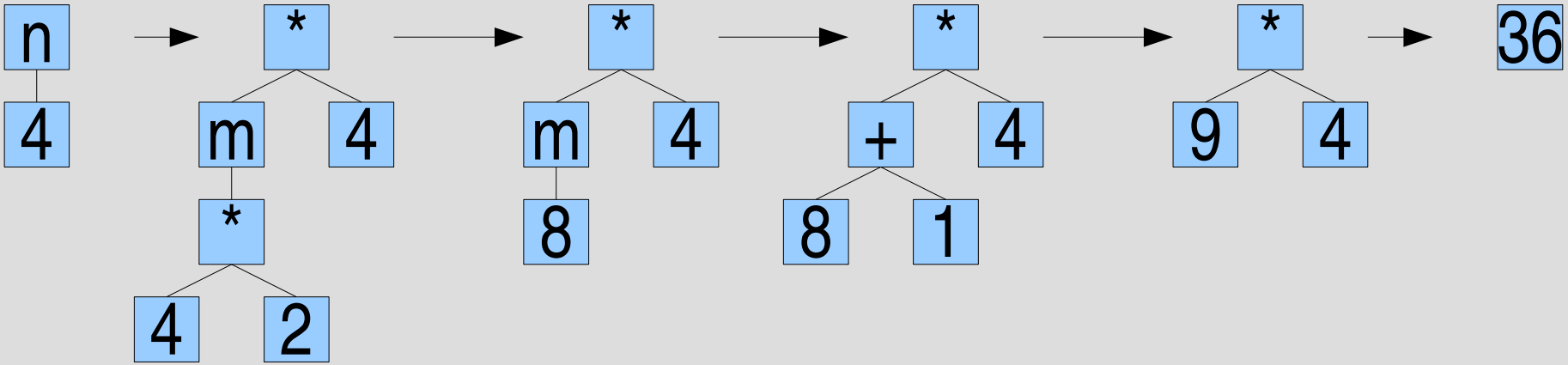


n(v) の中身は実際にはどう動作するのか？

- p n(4) #=> 36

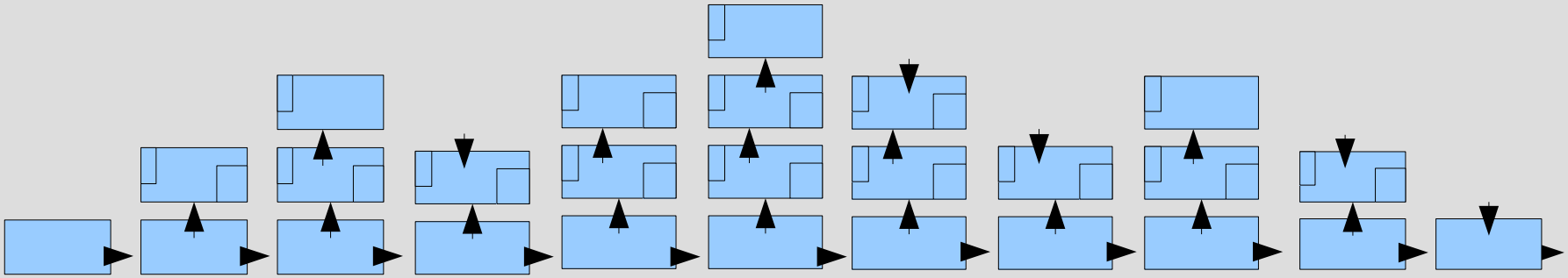
n(4)の計算: 項書換え

- 案1: 式をデータ構造で表現して変形していく
  - コンピュータ上には木構造を表現できる
  - 式の変形のとおりに木構造を書き換えていく
  - そういう言語もある: Haskell とか
  - でも、Ruby を含む多くの言語は直接にはそうしない
  - C も Java も Python も Perl も PHP も

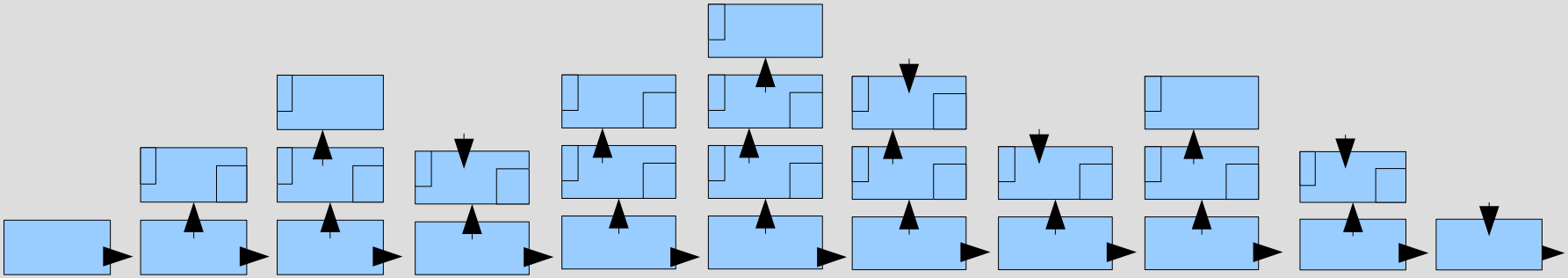


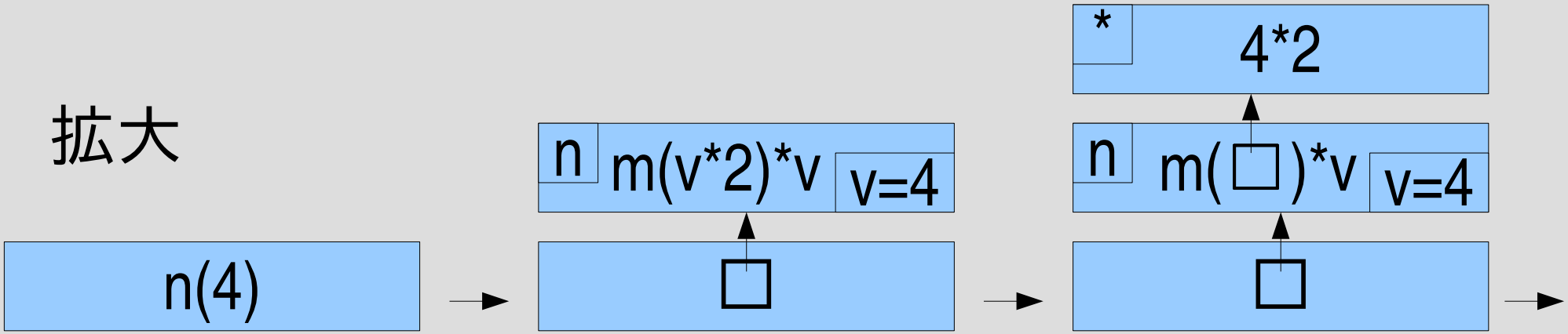
n(4) の計算: スタック

- 案2: スタックを使って計算する
  - メソッドが呼び出されるたびにスタックフレームというメモリを確保してスタックにプッシュする
  - スタックフレームに戻り先とローカル変数を記録する
  - メソッドが終わったらその戻り先に戻ってスタックフレームをスタックからポップする
  - こういう最後に入れたものを最初に使うデータ構造を一般にスタックという
  - メソッド呼び出し用のスタックは制御スタックなどと呼ぶこともあるが、ここでは単にスタックと呼ぶ

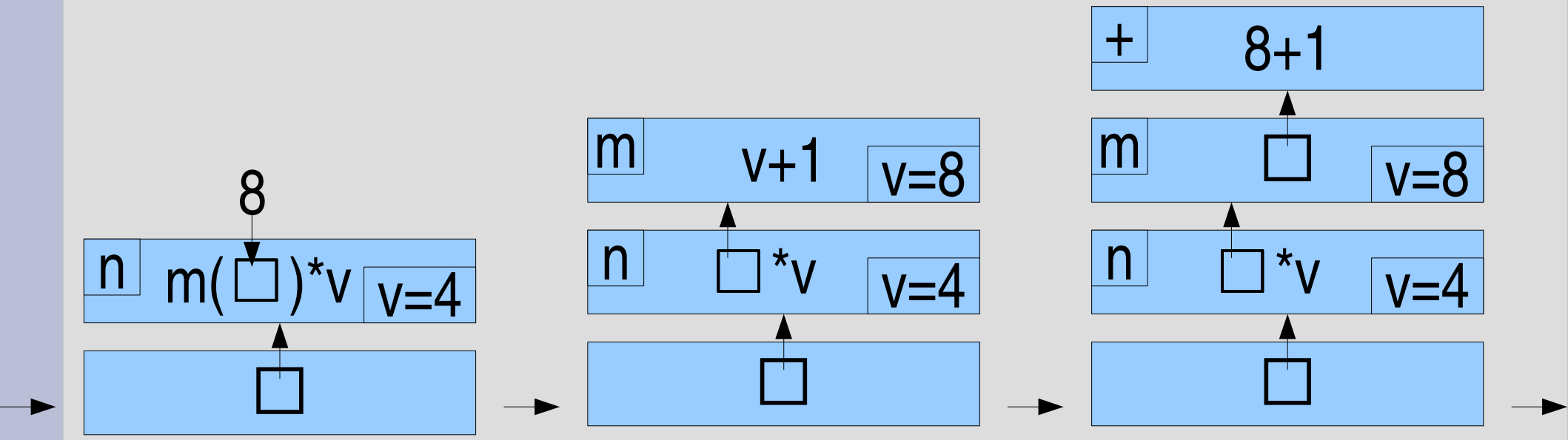


スタックの動作 (1)

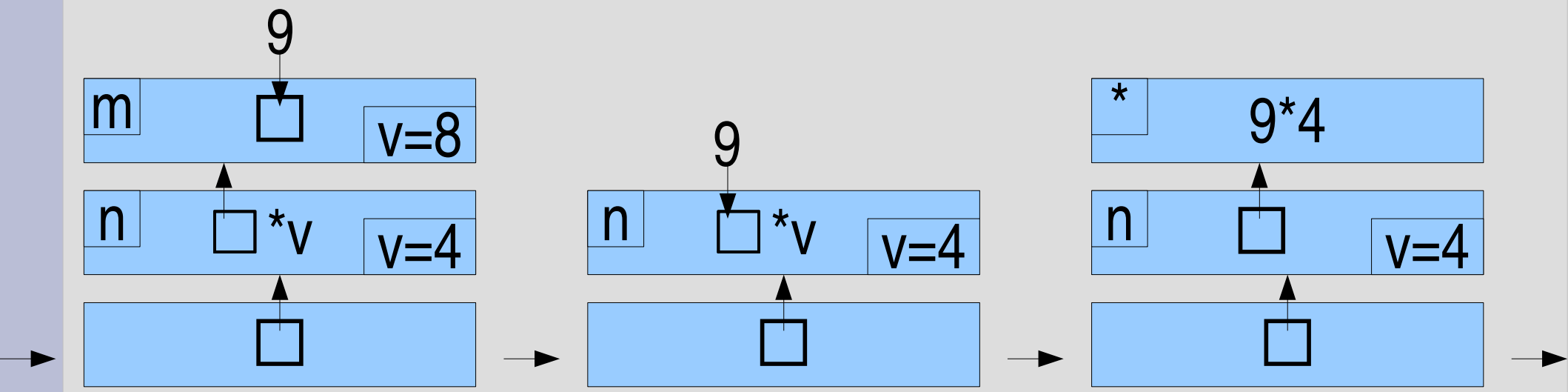




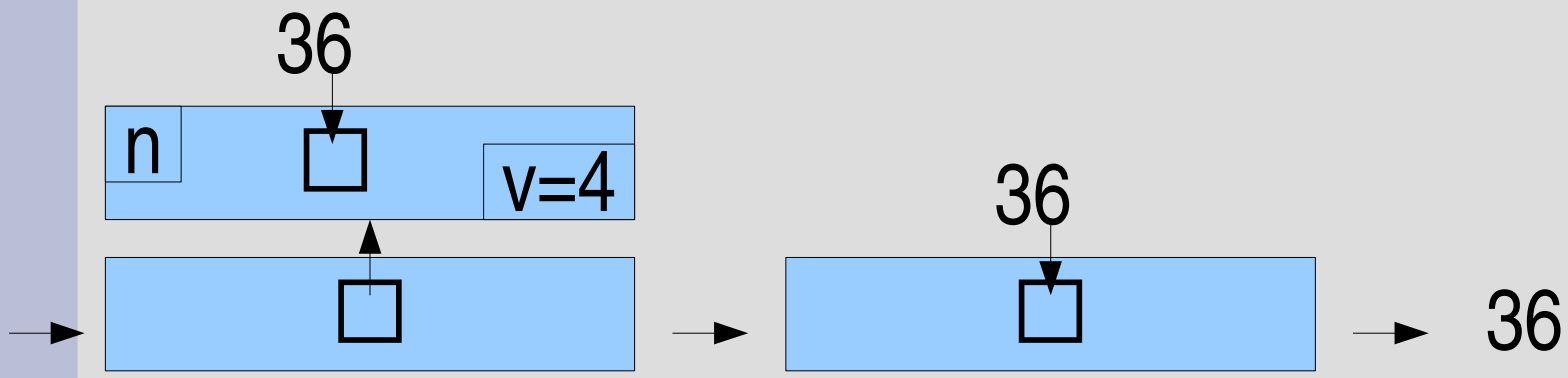
スタックの動作 (2)



スタックの動作 (3)

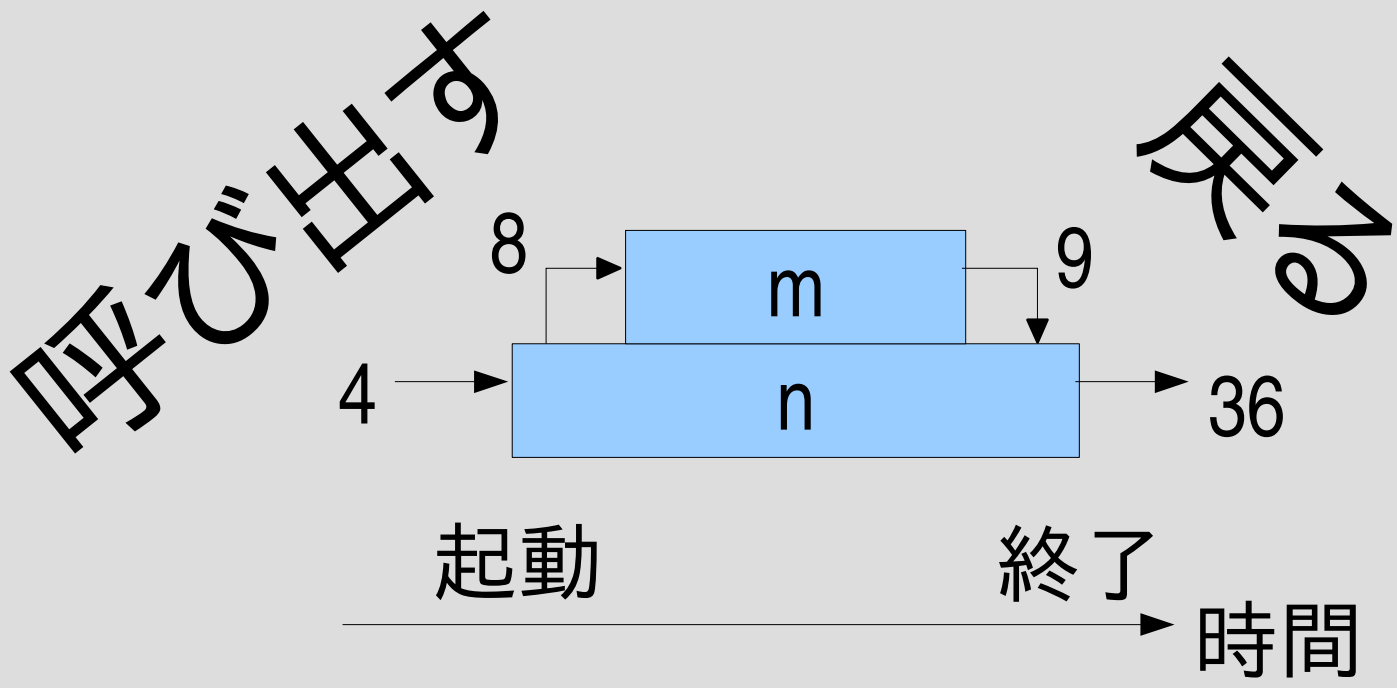


スタックの動作 (4)



おおざっぱな呼び出しの時系列

- def m(v)
  v + 1
  end
  def n(v)
  m(v*2)*v
  end



- p n(4) #=> 36

再帰

- ある関数がその関数自身を呼ぶこと

階乗(factorial)

- n! = 1*2*3*...*(n-2)*(n-1)*n

- 0! = 1　　(0! は便宜的にこう決める)
- 1! = 1
- 2! = 1*2 = 2
- 3! = 1*2*3 = 6
- 4! = 1*2*3*4 = 24
- 5! = 1*2*3*4*5 = 120
- 6! = 1*2*3*4*5*6 = 720
- ...

階乗: 数学版

- 帰納的定義
  - 0! = 1　　基底段階
  - n! = n(n-1)!　帰納段階

- 0! は定義の基底段階により 1 と決まっている
- 1! は帰納段階より 1*(1-1)!=1*0! でつまり 1*1=1
- 2! は帰納段階より 2*(2-1)!=2*1! でつまり 2*1=2
- 3! は帰納段階より 3*(3-1)!=3*2! でつまり 3*2=6
- 4! は帰納段階より 4*(4-1)!=4*3! でつまり 4*6=24
- 5! は帰納段階より 5*(5-1)!=5*4! でつまり 5*24=120
- 以下同様にして非負整数nに対し n! が決まる

階乗: 非再帰版

- ループによる実装例
- def fact(n)

```
  ret=1
  1.upto(n) {|i|
    ret *= i
  }
  ret
end
```

階乗: 再帰版

- 再帰を使った実装例
- def fact(n)
  if n == 0
    1
  else
    n * fact(n-1)
  end
end

- fact(n) は fact(n-1) を呼ぶ
- fact(n-1) は fact(n-2) を呼ぶ
- ...
- fact(2) は fact(1) を呼ぶ
- fact(1) は fact(0) を呼ぶ
- fact(0) は 1 を返す
- fact(1) は 1*1 を返す
- fact(2) は 2*1*1 を返す
- ...
- fact(n) は n*...*1 を返す

帰納的定義と再帰的実装

- 帰納的定義

$0! = 1$

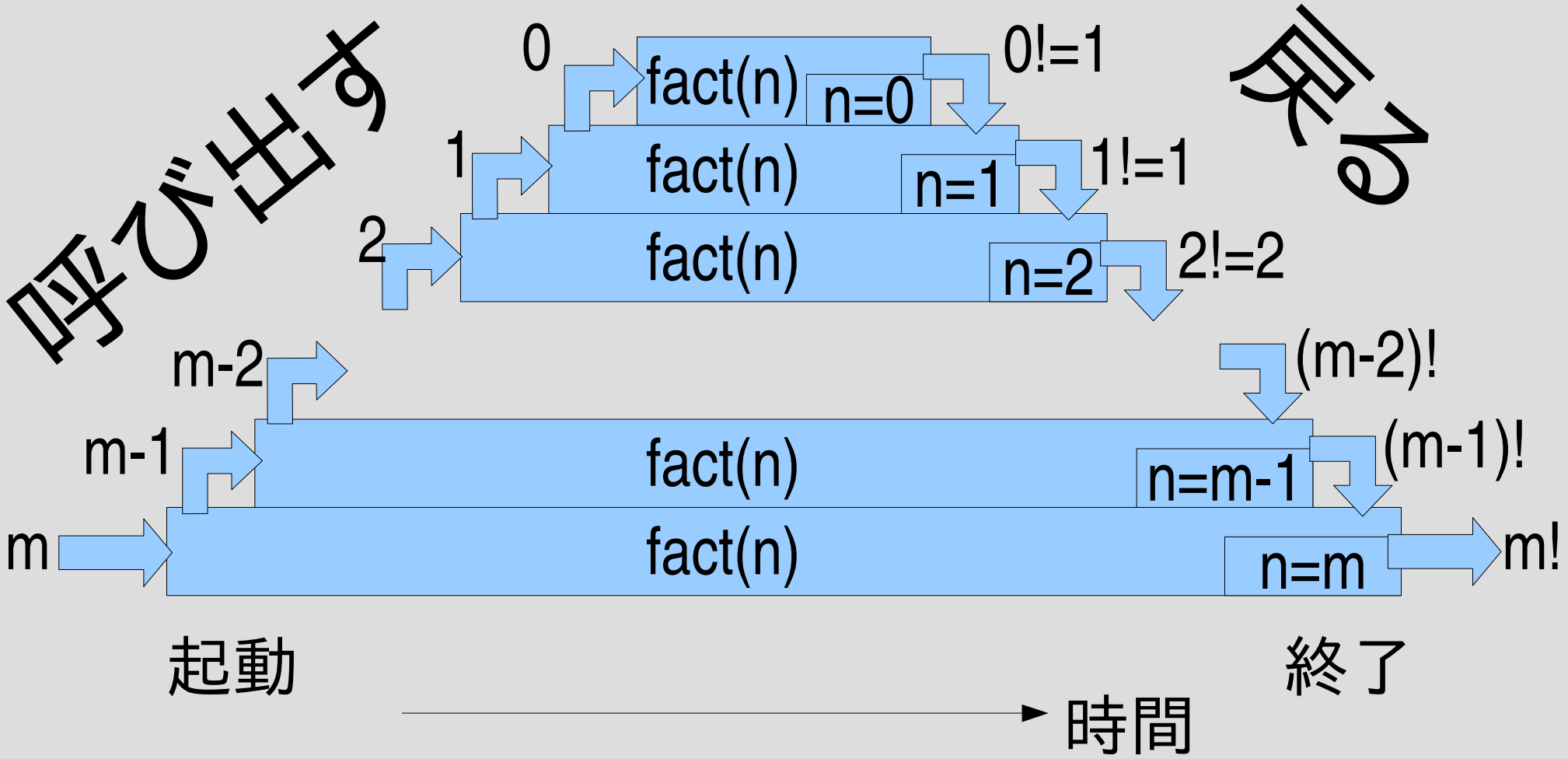
$n! = n(n-1)!$

- 再帰を使った実装例

```
def fact(n)
  if n == 0
    1
  else
    n * fact(n-1)
  end
end
```

帰納的定義と再帰的実装は同じ構造
数学的な記述をプログラムに落とすときに再帰は便利

呼び出しの時系列


呼び出す
戻る
0
fact(n)
n=0
0!=1
1
fact(n)
n=1
1!=1
2
fact(n)
n=2
2!=2
m-2
(m-2)!
m-1
fact(n)
n=m-1
(m-1)!
m
fact(n)
n=m
m!
起動
終了
時間

フィボナッチ数

- F(1) = 1
- F(2) = 1
- F(n+2) = F(n) + F(n+1)

- 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765, 10946, 17711, 28657, ...

- 再帰で素朴に書くと遅いのでベンチマークによく使われる
- 再帰を使わずに書くのも容易

フィボナッチ数の実装

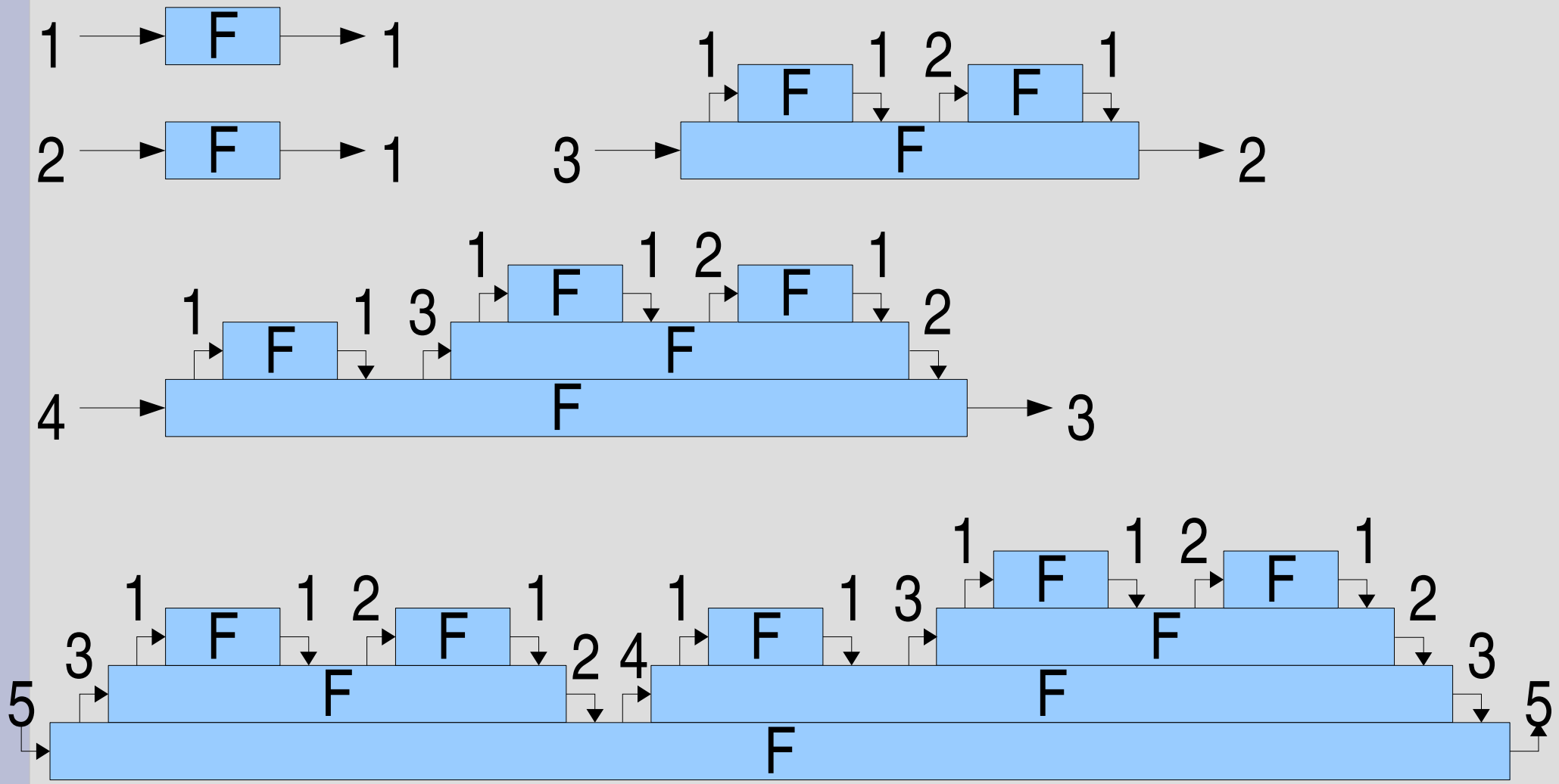
- def fib(n)
  if n <= 2
    1
  else
    fib(n-2) + fib(n-1)
  end
end

- 帰納的定義

  F(1) = F(2) = 1

  F(n+2) = F(n) + F(n+1)

フィボナッチの呼び出しの時系列



ソート

- ソート: 配列の要素を順番に並べ替える

  [16, 5, 13, 29, 15, 21, 17, 12, 18, 6]

  ⇒[5, 6, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 29]
- さまざまなアルゴリズムがある
  - 選択ソート
  - 挿入ソート
  - バブルソート
  - クイックソート　速くて実用的で再帰を使う
  - ヒープソート
  - マージソート
  - etc.

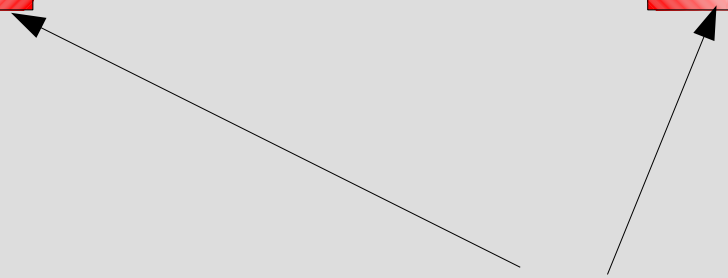
クイックソートのアルゴリズム

- 配列の長さが 1以下であればそれはすでに順番になっているのでおしまい
- そうでなければ配列から適当にひとつ要素を取り出す (pivot と呼ぶ)
- 配列の残りを pivot よりも小さい要素と大きい要素に分割する
- 分割したそれぞれについて再帰的にクイックソートを行う

- 平均 $O(n \log n)$、最悪 $O(n^2)$
- 再帰を使わずに書くのは難しい

クイックソートの実装

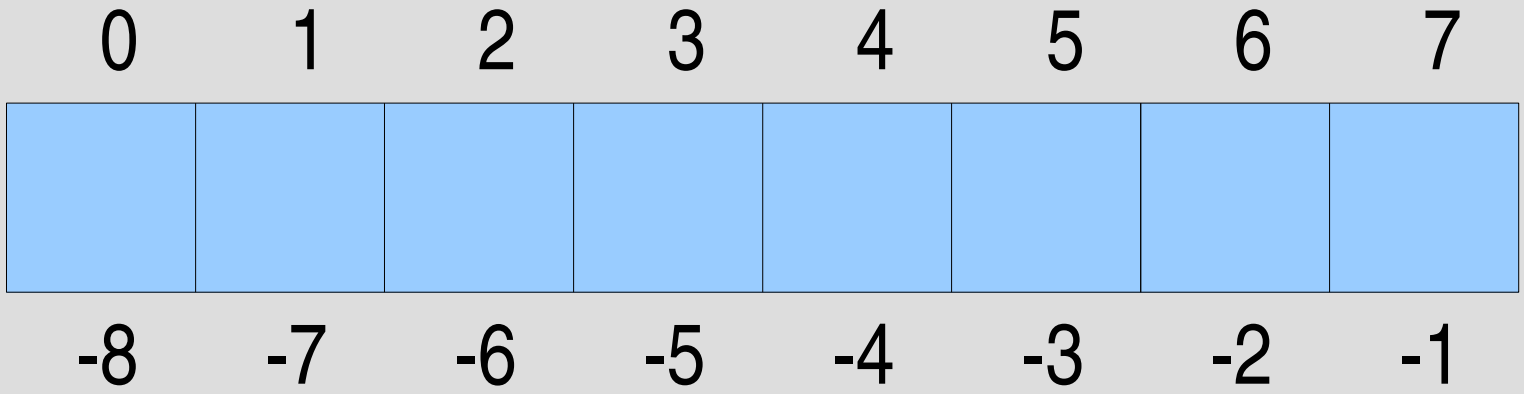
```
def qsort(ary)
  return ary if ary.length <= 1
  pivot = ary[0]
  smaller, bigger = ary[1..-1].partition {|v| v < pivot }
  qsort(smaller) + [pivot] + qsort(bigger)
end
```



再帰: qsort が qsort を呼んでいる

ary[1..-1]

- ary[m..n] : 配列の部分配列を取り出す
- ary[m] から ary[n] まで (inclusive : 両端を含む)
  [“a”, “b”, “c”, “d”][1..2] #=> [“b”, “c”]
- m, n には -len から -1 までも使用できる
  これは右端からの位置を表す



- ary[1..-1] は最初の要素を除いたそれ以降

クイックソートの **ary[1..-1]**

- def qsort(ary)
  return ary if ary.length <= 1
  pivot = ary[0]
  smaller, bigger = ary[1..-1].partition {|v| v < pivot }
  qsort(smaller) + [pivot] + qsort(bigger)
  end

Array#partition {|e|| condition }

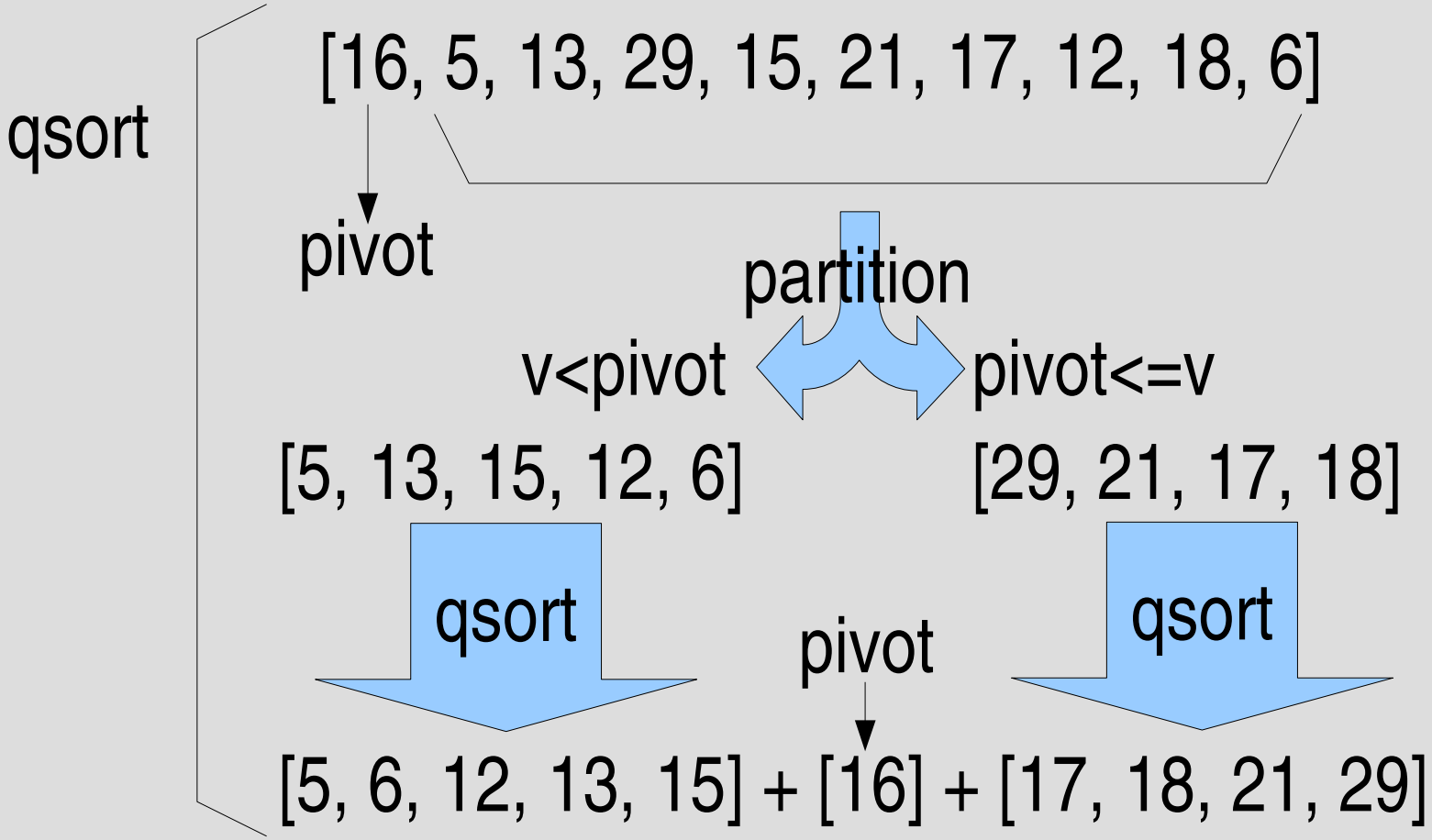
- 配列の要素を条件を満たすかどうかで分類する
- 条件はブロックで指定する
- 返り値は 2要素の配列で、
  最初のが条件を満たした要素からなる配列、
  後のが条件を満たさなかった要素からなる配列

- [0,1,2,3,4,5].partition {|e| e % 3 == 0 }
  #=> [[0, 3], [1, 2, 4, 5]]　　3の倍数とそうでないもの
- [5,13,29,15,21,17,12,18,6].partition {|v| v < 16 }
  #=> [[5, 13, 15, 12, 6], [29, 21, 17, 18]]
  　　16未満　　16以上

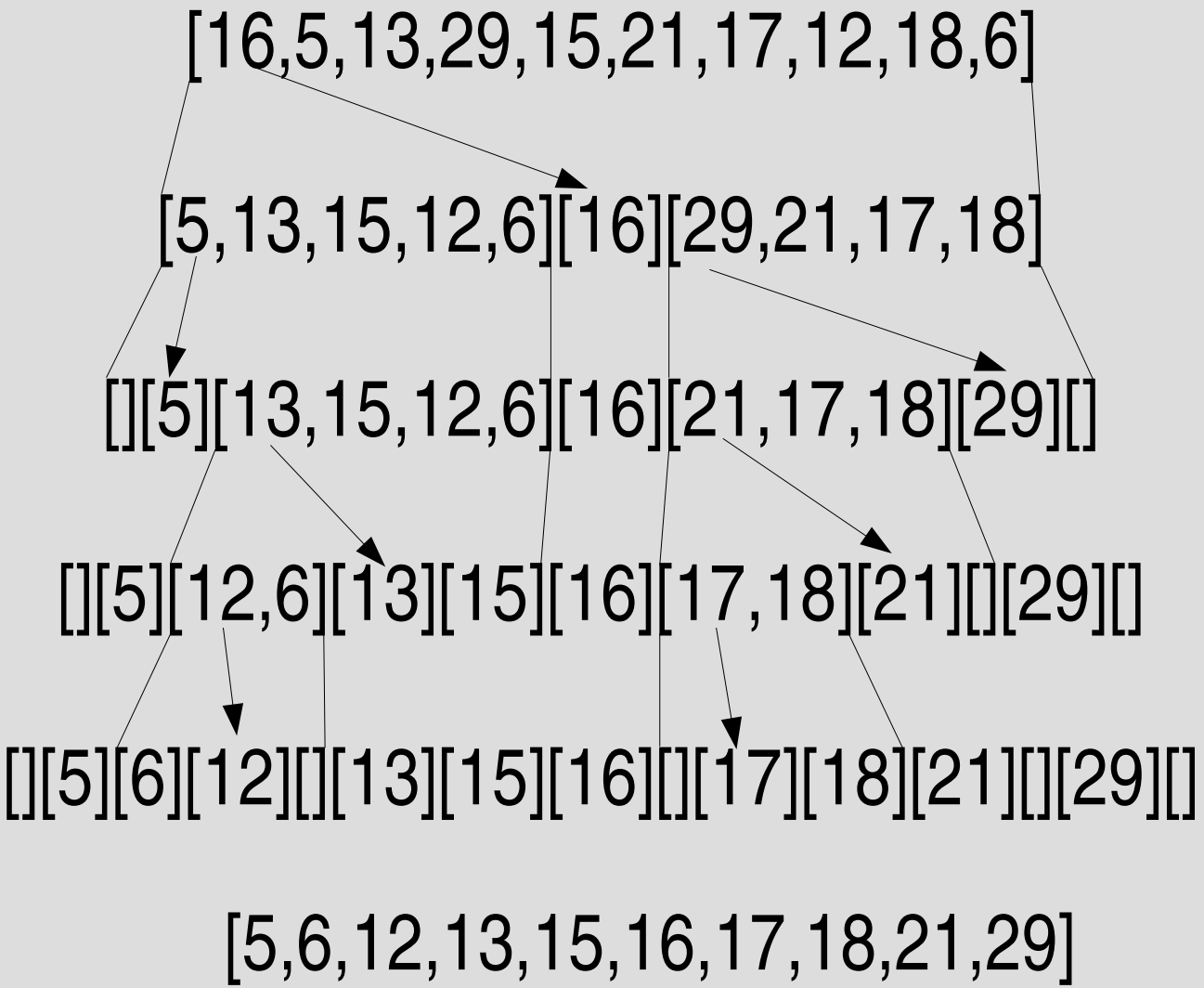
クイックソートの partition

- def qsort(ary)
  return ary if ary.length <= 1
  pivot = ary[0]
  smaller, bigger = ary[1..-1].partition {|v| v < pivot }
  qsort(smaller) + [pivot] + qsort(bigger)
  end

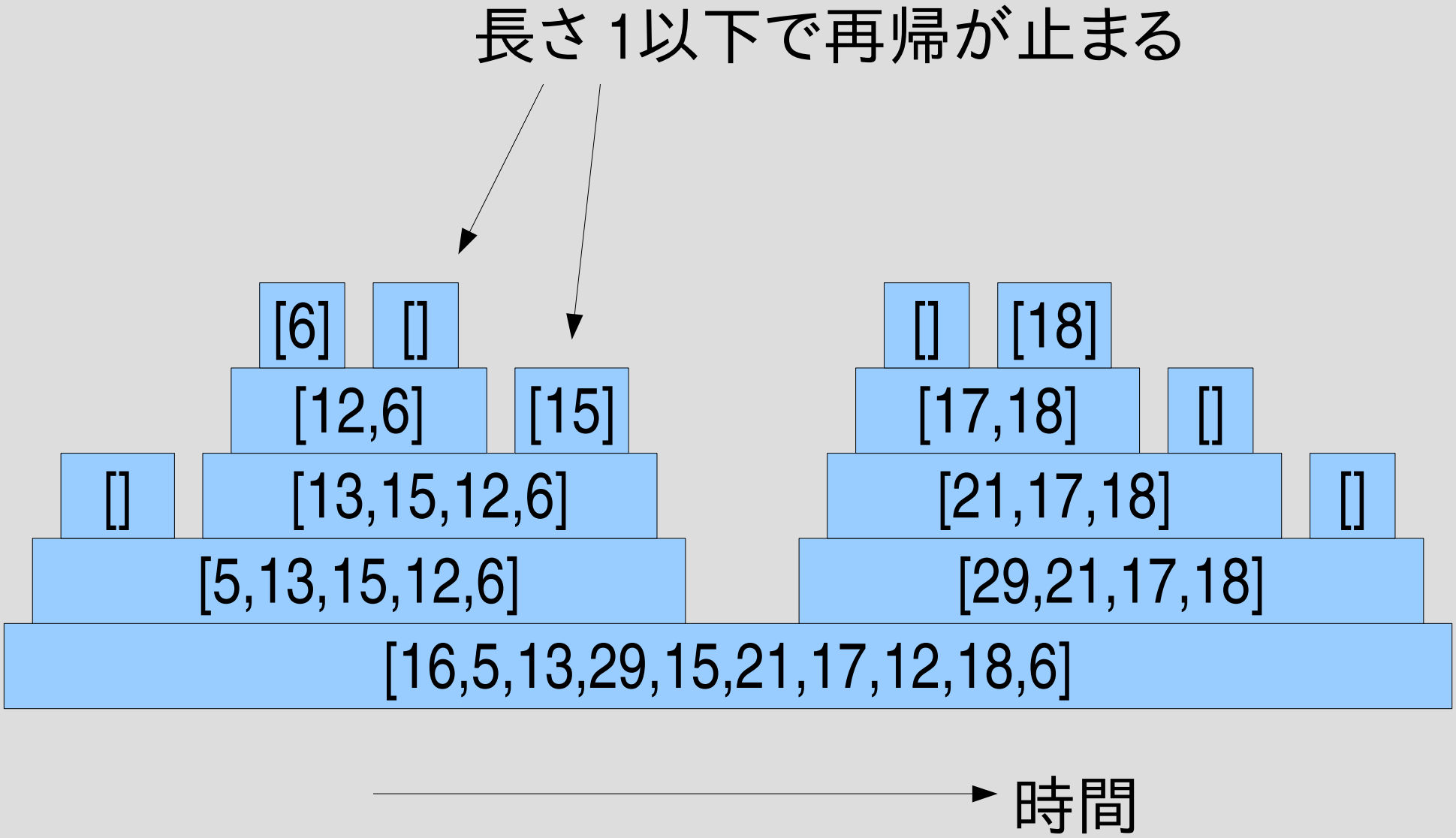
クイックソートの内部動作



クイックソートの動作全体



qsort の呼び出し時系列



木構造の再帰

- 配列内の整数の和を求める: sum
- ただし、配列はネストしていることもある

- sum([1,2,3]) #=> 6
- sum([1,[2,3]]) #=> 6
- sum([1,[[[2]]],3]]) #=> 6
- sum([1,[2,3],[[5], 6, [7]]]) #=> 24

sum

```
def sum(obj)
  if obj.respond_to? :each
    s = 0
    obj.each {|v|  s += sum(v) }
    s
  else
    obj
  end
end
```

Object#respond_to?

- オブジェクトにメソッドがあるか調べる
- obj.respond_to?(:each) は obj に each メソッドがあるときに真になる

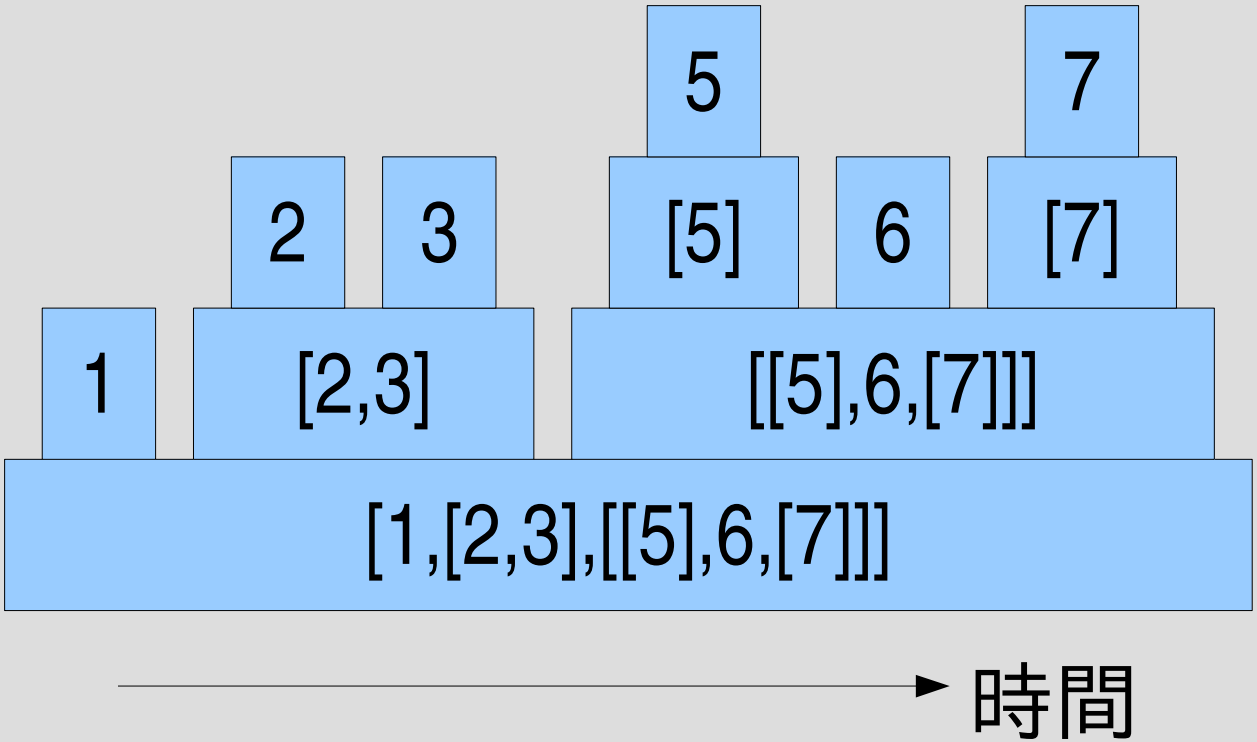
sum の respond_to?

```
def sum(obj)
  if obj.respond_to? :each
    s = 0
    obj.each {|v| s += sum(v) }
    s
  else
    obj
  end
end
```

obj に each がある
Array とか Range とか

obj には each がない
呼出元を信じればここではきっと Integer

sumの呼び出し時系列



レポート

- ネストしているかもしれない配列 obj と整数 val が与えられたときに、obj 内に val が含まれているときに true, 含まれていなければ false を返すメソッドを定義せよ
- def search(obj, val) ... end
- ユニットテストを提供するので、実装したらテストして確認すること
- ∠切 2006-06-20 16:20
- IT's class
- 拡張子が txt なテキストファイルを望む

まとめ

- 前回のレポートの解説
- メソッド呼び出しのしくみ
- 再帰の解説
  - 階乗
  - フィボナッチ数
  - クイックソート
  - 木構造
- レポートを出した