コンピュータ概論 A/B

-- VPS & Mathematica Programming (1) --

数学科 栗野 俊一 (TA: 浜津 翔 [院生 2 年])

伝言

私語は慎むように !!

- 席は自由です (出席パスワード : 20141104)
  - できるだけ前に詰めよう
  - 教室にきたら直ぐにやる事
    - PC の電源 On / ネットワーク接続 / Web を参照する / skype を起動する
- 色々なお知らせについて
  - 栗野の Web Page に注意する事

    http://edu-gw2.math.cst.nihon-u.ac.jp/~kurino
- 次週(2014/11/10)は「補習」はありません
- Local Server
  - 10.9.209.128 (VNC) : 画面の操作を見ることができます (PW : vnc-2014)
  - 10.9.209.188 (Web) : 普段のサーバより速いはずです
- 先週(2014/10/28) の出席
  - 先週(2014/10/28) の出席パスワードの設定が誤っていました(ごめんなさい)
    - 本日(2014/11/04) でも先週(2014/10/28)分の出席登録(出席パスワード : 20141028)ができます

前回(2014/10/28)の内容 (1)

- 前回(2014/10/28)の内容：WWW
  - WWW (World Wide Web)：世界規模の情報網
    - 沢山の Web Page が互にリンク (Hyper Link) しあっている
  - HTML：Hyper Text Markup Language
    - Web Page の内容を記述する言語 (Web Page は html ファイルの形で保存)
    - XHTML5：HTML 規格の一つ (XML 表現を利用し、表現形式が厳密)
  - Web Server：Web Page を保持するサーバ
    - http を使って、html ファイルをダウンロードできる
  - Web Browser (Client)：html ファイルを http でダウンロードして表示する
    - Firefox, Internet Exploror, Google Chrome, Safari, etc..
  - 実習
    - html ファイルの作成 (基本はテキスト)
    - 10 個のタグだけ憶えれば十分 (詳しくは「ググれ」)

前回(2014/10/28)の内容 (2)

- 前回(2014/10/28)の内容：Internet
  - URL : Uniform Resource Locator
    - Web Page (のある場所) を示す「住所」情報 (これで Page が指定できる)
    - ブラウザのアドレスバーに、現在のページの URL が表示されている
    - URL をブラウザのアドレスバーに入力する事により該当ページに行ける
    - <注意> 「ホームページアドレス」と呼ばれる事がある
  - Domain Name : 範囲(domain)を表す。複数の単語を「.」で継いで作る
    - Server の名前(住所)を示すためにも利用され、URL の一部になる
  - IP Address : Internet 上の Host (PC) の番号
    - 0～255 の 4 つの数を「.」で継いで作る
    - Internet の通信には IP Address が必要
    - DNS (Domai Name Service) により Domain Name から IP Address が得られる
  - 実習
    - ipconfig コマンドで自分の PC の IP Address (10.9.209.XX) を知る
    - ping コマンドで、Web Server の IP Address を調べる

本日(2014/11/04)の予定

- 講義
  - 「メタシステム」とは
  - Mathematica によるプログラミング基礎
- 実習
  - [演習 1] 仮想マシンサーバの公開
  - [演習 2] 友人の仮想マシンサーの利用
  - [演習 3] Mathematica の変数の利用法
  - [演習 4] Mathematica の関数の作成方法
  - [演習 5] 課題の作成

本日の課題 (2014/11/04)

- 前回 (2014/10/28) の課題
  - 表題 : 自分で作成した Web Page
  - ファイル名 : 20141028-QQQQ.html (QQQQ は学生番号)
  - 詳しくは、配布した sample-20141028.html の内容を参照
- 今回 (2014/11/04) の課題
  - 次のファイルを提出しなさい
    - 表題 : 1 から n までの 3 乗和を計算する関数 cubeSum[n] の作成
    - ファイル名 : 20141104-QQQQ.nb (QQQQ は学生番号)
    - 詳しくは、配布した sample-20141104.nb の内容を参照

実習 1: VM を外からアクセスできるようにする

- [実習 1-1] ネットワーク設定の変更
  - ネットワークの設定の変更 (NAT → ブリッジ)
    - [player(P)]→[管理(M)]→[仮想マシン設定(S)]
    - [ハードウェア]→[ネットワークアダプタ]
    - [NAT ホストの IP アドレスを共有] を [ブリッジ:物理ネットワークに直接接続] に変更
  - VM を再起動し IP Address を確認
    - VM 上で「ifconfig」を実行する (自分の VM の IP Address を記録)
- [実習 1-2] winscp によるファイルの転送
  - winscp を利用して、ファイルを自分の VM に転送する
    - winscp を起動 : [新規] IP Address(自分 VM) / id:admin / pw:admin
    - 先週の課題ファイルを VM の /www/web に転送
    - URL http://[VM IP Address]/20141028-QQQQ.html で参照

実習 2: 友人の VM の利用

- [実習 2-1] 友人の VM の利用
  - skype で自分の VM の IP Address を交換
    - skype から友人の IP Address を調べ、参照してみる
  - 友人の VM に自分のファイルを転送 (id:amdin / id:admin)
    - skype で URL を公開して、友人に参照してもらう(自分も友人の物を確認する)
  - [注意] このままだと「危険」である事に注意
- [実習 2-2] root/admin のパスワードの変更
  - 自分の VM で、「rw」としてパスワード変更を可能にする
  - 「passwd admin」として、新しいパスワードを二度入れる
    - 画面上には入力したパスワードが表示されないので注意(弱いパスワードもだめ)
    - パスワードの変更後、新しいパスワードで入れるようになった事をチェック
    - これで、勝手に友人から変更される事がなくなった
  - root のパスワードも変更 (「passwd root」と) する事
    - amdin, root のパスワードを忘れないように携帯電話に記録しておく

システム

□「システム」とは

○「対象」と「操作」の対 (この二つは完全に区別される)

- ▷「対象(Object)」: 興味の対象となる集合の要素(広い意味での「数」/「何」)
- ▷「操作(Operation)」:「対象」の要素を「扱う」もの(広い意味での「関数」/「どうする」)

表 1: システムの例

システム	対象	操作	事例
計算 (電卓)	数	演算 (四則/関数)	$1+1=2,\ \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)=\frac{\sqrt{3}}{2}$
代幾	ベクト ル	行列 (線形変換)	$A\vec{v}=\vec{u}$
微積	関数	極限・ 微分・ 積分操作	$\int f(x)dx=F(x)+C$
数学 (入門)	数学の対象 (集合)	論理 (集合演算)	「 仮定」から「 結論」
TEX	文章/文字列	マクロ	`\frac{1}{2}` $=\frac{1}{2}$
Excel の計算	セルの値	式	他のセルの値から値を 計算
Mathematica	数式 (数を 含む)	Mathematica の関数	$D[Sin[x],x]=Cos[x]$
OS	ファイル	ファイル操作	ファイルのコピー/削除
アプリ ケーション	データファイル (テキスト)	プログラム (エディタ)	ファイルの内容の変更
計算機	データ	プログラム	入力データから 出力データ
料理	食材 (素材の味)	調理 (調味量)	食物 (味) から 食物 (味)
現実	世界	人間 (愛)	愛は世界を 救う (アニメか!!)

□「学問」とは

○「対象」を処理するために「操作」の性質を学ぶ事

システム図

- 個々の役割
  - 興味の対象は Object
  - 対象を操作するために Operation(方法)を利用
  - Operation の仕組みを知る事が学問する事
- 学習
  - 数を操作するために計算方法を学ぶ
  - 食事を作るためには料理法を学ぶ
  - 情報を得るためには情報検索方法を学ぶ
- 応用
  - 学んだ内容結果を実地に適用する
  - 学んだ操作方法を利用して、対象を操作する

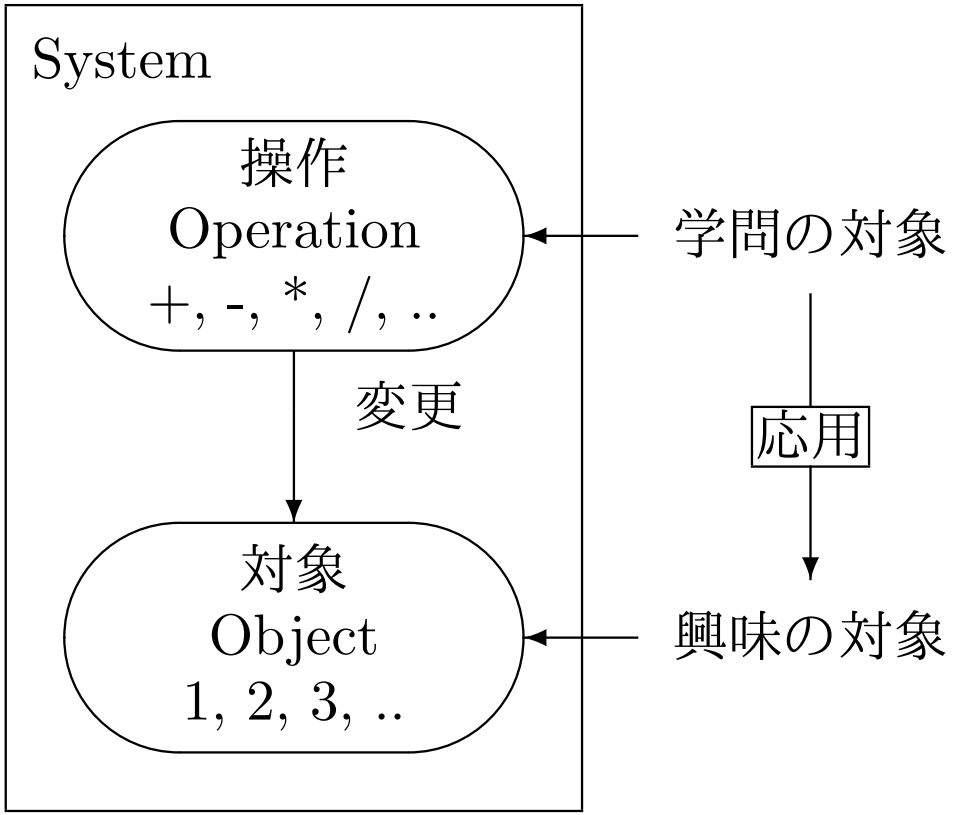


図 1: システム図

メタ概念

□ メタ〜(超〜)

○「『システムの操作』を操作する」仕組み

▷「メタ○○」は、「○○の○○」と置き換える事ができる(cf. メタ情報)

表 2: メタシステムの例

システム	対象	操作	メタ論
計算	数	演算 (四則/関数)	汎関数/関数操作 (微積/関数解析)
代幾	ベクトル	行列 (線形変換)	行列の計算 (線形空間)
数学	数学の対象	論理	帰納法, 背理法 (証明論/ヒルベルトのプロ
TEX	文章/文字列	マクロ	マクロ定義
Mathematica	数式	Mathematica の関数	関数定義 (今日の課題)
計算機	データ	プログラム	プログラミング
現実 (料理)	世界 (食物)	人物 (コック)	人物 (コック) の評判

○「対象を操作する操作方法」そのものを操作する

▷「対象の操作」を「操作方法の操作」で「間接的に操作」する

▷「間接」なので、「強力」だが「理解/応用するのは難しい」

○ メタ論の例

▷ あの議論(操作)の内容(対象)は解らないが、矛盾した議論(メタ)なので主張は正くない(背理法)

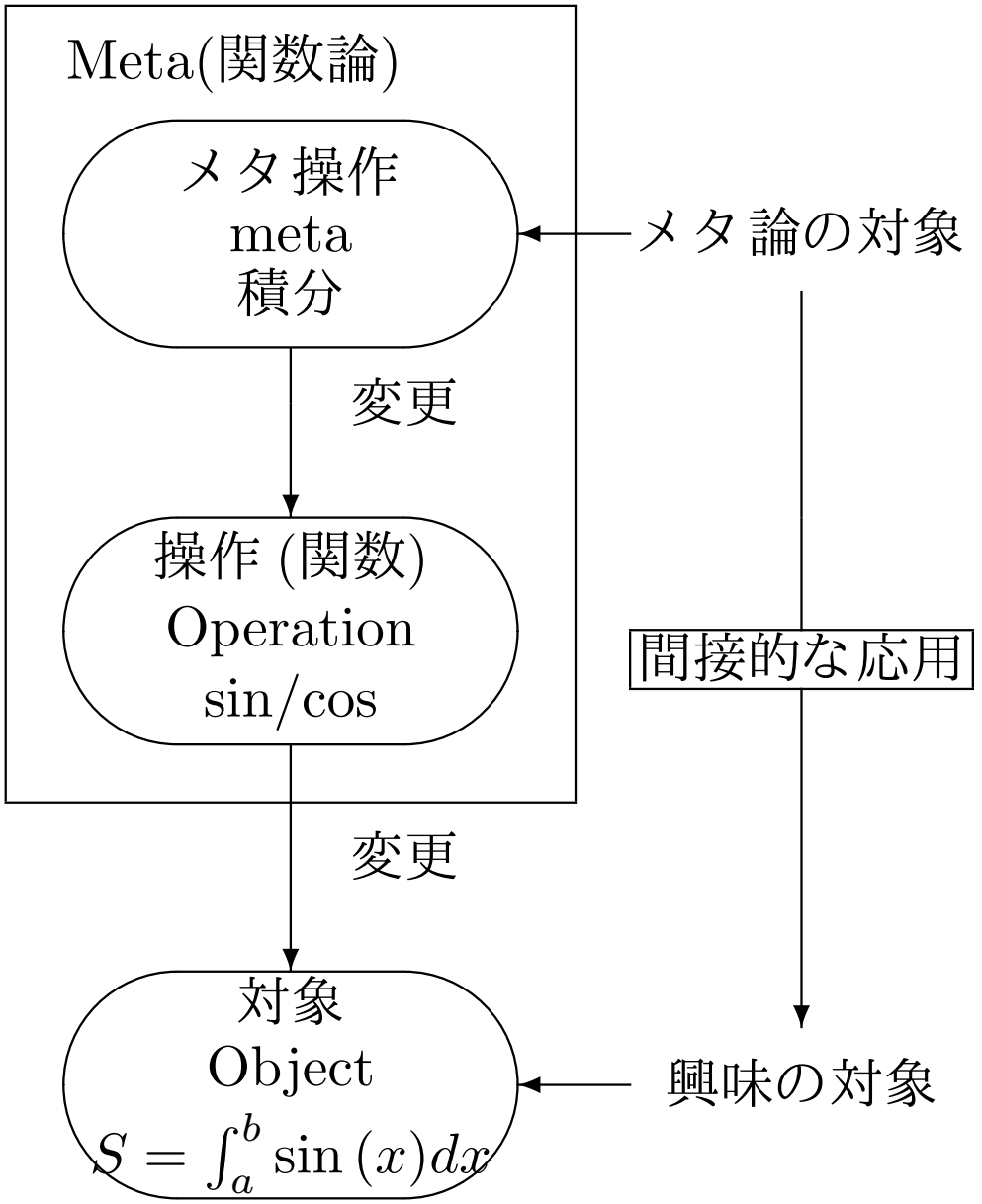
▷ あの料理人(操作)の料理(対象)は食べた事はないが、三つ星のシェフ(メタ)なので、安心(評判)

▷ あの政治家(操作)の政策(対象)は知らないが、顔が嫌い(メタ)だから票は入れない(感情)

▷ 光面幾何学の定理は、点と線を入れ替えても成立する(双対原理)

メタシステム図

- メタシステム
  - 特定なシステム上に構成される
  - システムの操作がメタシステムの対象
  - 操作の操作により間接的に対象を操作
- 関数論の例
  - 対象:数 / 操作:関数 / メタ:微分積分
    - 関数 f と x 軸、直線 x=a, x=b で囲まれた面積
    - 細分化して総和を計算してもよいが..
    - 定積分で計算可能
    - 原始関数を求める必要がある(メタ論の利用)



メタ関数と Mathematica プログラミング

- □ メタ関数とは
  - ○ 関数を引数、あるいは結果とする関数 (汎函數とも言う)
    - ▹ 普通の関数 (数を引数にして結果を数とする) の例 : Sin[x]
    - ▹ メタ関数の例 : D[Sin[x]] → Cos[x] (引数も結果も関数)
- □ Mathematica プログラミング
  - ○ メタ関数を定義する事
    - ▹ メタ関数には広義の意味で普通の関数を含めてしまう
- □ Mathematica は数式「処理言語」システム
  - ○ 新しい関数が定義できる
    - ▹「定義のための表現形式」が含まれている (言語システム)
  - ○「言語」システムの定義には、「構文規則」と「意味規則」が必要
    - ▹ 構文規則 : どのような「(表現)形:文字列」が適切か
    - ▹ 意味規則 : その「(表現)形」はどんな「意味」に対応するか
- □ Mathematica の関数定義とは
  - ○ 関数を表すシンボルに、その関数の意味を表す式を「割り当てる」事
    - ▹「add[x_,y_] := x+y」とすれば、「add[2,3]が5になる」ように定義した事になる

構文(表現)と意味

- □ 構文規則
  - ○「文字の並び」を「何の表現か?」と「判断するための規則」
    - ▹「123 + a」は、「123」、「a」、「+」に分解される
    - ▹「123」は、「1」、「2」、「3」という「数字列」なので「数値」
    - ▹「a」は、「a」という「英文字から始まる文字列」なので「変数」
    - ▹「+」は、「足し算」を表す「演算子」
    - ▹「123 + a」全体は、「式」になる
  - ○「どんな文字から構成されるか」という基準で区別される
    - ▹「何か」を表す、「表現方法」の規則
    - ▹規則に従って、「文字列」をみると、幾つかの「構文要素」に分解される
- □ 意味規則
  - ○構文規則に対応した「意味」を決める規則
    - ▹「123」という「数字列」は、123 という「整数値」
    - ▹「a」という「シンボル」は、a という「変数」
    - ▹「123 + a」は、「二つの数を加える」という「文字式」
- □ 言語
  - ○構文規則 (文法)と、意味規則(「辞書」ならびに、「意味」) から成る
    - ▹「1 + 2」は「構文的」には、「「1」と「2」の「足し算」」を表す「式」となる
    - ▹「1 + 2」は「意味的」には、「3」(1, 2 は数値を表し、+ は足し算を表すから)

Mathematica(復習)

- □ Mathematica とは
  - ○ 数式処理言語システム
    - ▹ 「数式」を計算したり、数式の計算を行うプログラムが作れる
  - ○ 数式電卓
    - ▹ (文字を含む)数式の計算を行う
    - ▹ cf. 電卓：「数」の計算が出来る(数の式を入れると数の計算を行う)
    - ▹ [スタート]→[すべてのプログラム]→[アクセサリ]→[電卓]
- □ Mathematica の使い方
  - ○ ノートブックを開く
  - ○ 式を入力して [Shift]+[Enter] (以下 [SE] と表現)で評価開始
    - ▹ 計算に時間がかかりそうなら.. [Alt]+[,] で中断できる
  - ○ この講議では「Mathematica の導入」のみを扱う
    - ▹ 自分で色々調べて、試してみる (Help/チュートリアル)

Mathematica Notebook

- Mathematica Notebook (*.nb)
  - Mathematica の計算結果を保存する形式
  - 結果の保存方法
    - [ファイル]→[別名で保存] : 好きな名前で保存できる
    - [ファイル]→[保存] (Ctrl-S) : 今の名前で内容を更新する(古い内容は失われる)
  - 結果の利用方法
    - [ファイル]→[開く] (Ctrl-O) : 以前に保存した内容を読み込む
- 電卓としての利用
  - 「式」を入れて [Shift]+[Enter] (以下、[SE]) すると計算
    - 入力した式は In[番号] の形で表示される
    - 計算した結果は Out[番号] の形で表示される
    - 番号は、[SE] の順番につけられる
  - [SE] の効果
    - 「式」の評価が行われる
    - 「番号」が増える
    - In[番号]/Out[番号]が、それぞれ「定義」される

変数とその値

- □ シンボル (構文的な要素)
  - ○ シンボルとは
    - ▹「英字」から始まり「英数字」からなる文字列の事 (a, abc, a1, a12z)
    - ▹ (注意) 「英字」には、「ギリシャ文字」も含まれる (π , α)
    - ▹ cf.「数字」から始まる文字列はシンボルではない (2a は 2 × a となる)
  - ○ Mathematica は、大文字で始まるシンボルの幾つかを利用
    - ▹ (注意) 自分が利用する場合は、小文字で始まるシンボルを利用する事
- □ 変数 (意味的な要素)
  - ○ 変数とは
    - ▹ 名前として「シンボル」をもち、「値を持つ事ができるもの」
    - ▹「変数名」は、「変数」の名前で、それは「シンボル」である
  - ○ 変数の(即)値とは
    - ▹ (現時点で)変数に対応している「式(の評価結果)」の事
    - ▹「環境」は、「変数名」と「変数の値」の対応表をもっている
  - ○ 変数の値の参照
    - ▹「シンボル」の形を示す物を入れると、「その値」が評価され、その結果が表示される
    - ▹「値」が設定されていない場合は、その「変数自身」が「変数の値」となる
    - ▹ ?変数名で、「変数の値」である「式」を見る事ができる

変数への代入と定義

- 代入と定義
  - 共に変数に値を「割り当て」る
  - 代入：「変数 = 式」
    - 「式」は「即時評価」される。その評価結果が「変数の値」となる
  - 定義：「変数 := 式」
    - 「式」は「遅延評価」される。その「式(表現)」そのものが「変数の値」となる
  - 変数の値は何度でも変更できる
- 環境
  - 変数名とその値の対応表をもっている
    - 代入も定義も、その対応表を書換えている
    - 書き換える値が違うだけ
- 「式」の評価(変数の場合)
  - 式の中に変数名が含まれていた場合に、それを変数の値に書き換える

関数の利用

- □ Mathematica の関数
  - ○ Mathematica の関数とは
    - ▹「シンボル[引数列]」の形で表現され、値を持つ事ができる「もの」
    - ▹ cf. Sin[Pi] / f[3] / g[x,y^4]
  - ○ 関数の評価
    - ▹「シンボル[引数列]」の形を、その値に置き換える
- □ 引数のパターンマッチ
  - ○「_」(アンダースコア)を利用して「式」の「抽象パターン」が表現できる
  - ○ 例1
    - ▹ next[0] := 1
    - ▹ next[1] := 2
    - ▹ next[_] := 0
  - ○ 例2
    - ▹ fib[1]=1
    - ▹ fib[2]=1
    - ▹ fib[x_]:=fib[x-1]+fib[x-2]

自然数

- ペアノの公理
  - 自然数を定義する公理
    - 0 は自然数である
    - n が自然数なら n+1 も自然数である
    - 上記の二つ以外に自然数はない
- Mathematica でペアノの公理の形の「自然数」を考える
  - 自然数 (これを「ペアノ形式の表現」と呼ぶ事にする)
    - 0 は 0 で表現
    - n + 1 は s[n] で表現
  - 自然数の和
    - padd[0,x_] := x
    - padd[s[x_],y_] := s[padd[x,y]]
  - これを繰り返すと、「分数(有理数)」まで表現できる
    - 「実数」を表現するには、「収束概念」が必要になる

自然数による数の表現 (nat.txt)

- 自然数
  - 0 と +1 (サクセッサー) のみで作る
    - 3 = 0+1+1+1 = s[s[s[0]]]
- 整数
  - 自然数の二つ組 (m,n) で整数 z を表現する
    - z = m - n => pp[m,n]
    - 同じ整数に対する異なる(m,n) 組があるので、同値類(～)を作る
    - 例 pp[4,2] ～ pp[3,1] ～ pp[2,0]
- 有理数
  - 自然数と整数の組 (z,n) で整数 q を表現する
    - q = z/n => qq[z,n]
    - 同じ有理数に対する異なる(z,n) 組があるので、同値類(～)を作る
    - 例 qq[18,12] ～ pp[9,4] ～ pp[6,2]

「ペアノ形式」と普通の表現の関係

表 3:「S 表現」と普通の表現の関係

概念	普通の表現 (例)	ペアノ形式 (例)	コメント
0	0	0	0 は自然数
自然数 (0 以外)	1,2,3,..	s[0], s[s[0]], s[s[s[0]]], ..	x が自然数なら s[x] も自然数
n の次	n + 1	s[n]	s はサクセッサ (後継) 関数
和	1 + 2	padd[s[0],s[s[0]]]	
差	1 - 2	psub[s[0],s[s[0]]]	引く数の方が大きい場合は 0 にな
積	1 * 2	pmul[s[0],s[s[0]]]	
商	1 / 2	pdiv[s[0],s[s[0]]]	整数割り算 (小数点以下は切り捨て
最大公約数	gcd(1,2)	pgcd[s[0],s[s[0]]]	
整数	1, -1	pp[s[0],0], s[0,s[0]]	自然数の対を同値類で割った物が
整数の正規化		zbar	ペアのどちらか一方を 0 にする
整数の四則	+,-,*,/	zadd,zsub,zmul,zdiv	
有理数	1/2	qq[pp[s[0],0],s[s[0]]]	分子は整数で、分母が自然数の対
有理数の正規化		qbar	約分する
有理数の四則	+,-,*,/	qadd,qsub,qmul,qdiv	

- □ 可換性(well defined)
  - ○ 通常の自然数とペアノ形式の自然数は ntop, pton で同型になっている
  - ○ 個々のペアノ形式の関数は ntop, pton に関して可換になっている
    - ▹ pton[padd[ntop[1],ntop[2]]]=3=1+2