

おんなのこ Linux 原稿 その 2(3 版)
- 数学ソフトいろいろ -

三番街侯爵 (Marquis de Third)

平成 27 年 12 月 11 日

おんなのこ Linux 原稿その 2©(2015) 横田 博史著
この著作の誤り, 誤植等で生じた損害に対して
著者は一切の責任を負いません.

1 Computer は脳ではなくて計算機

Computer は脳ではなくて計算機です。事実、夢を見る訳でもなくやっていることは計算です。たとえば動作原理から「SL」を「蒸気機関車」と訳していますが、火を使っている事実から「火車」としてしまっただけは無意味なことと同様に「Computer」は「脳」ではありません^{*1}です。「計算機」だからこそ数学の計算をすべきなのです！

2 数学ソフトあれこれ

数学ソフトと一言で括っても広範囲です。実際、「計算処理」を数学に含めると非常に多くのソフトウェアが数学ソフトの範疇に入り込むからです。そのためにここでは以下の分類で話を進めます：

数学ソフト

- 数値行列計算
- 数式処理
- 統計処理
- 動的幾何学
- 証明支援
- 可視化

■**数値行列計算**：数値計は数値行列の処理で置き換えて処理することが多く、計算機の問題もあって少し前までは「数学ソフト＝数値行列ソフト」でした。当初はFORTRANの行列計算ライブラリBLASやLAPACKを利用して数値行列プログラムを書いていたが、教育向けでMATLABの開発と一般への公開、さらにMATLABの商用化に成功したことで数値行列処理ソフトはMATLAB流儀のものが殆どです。例外は統計処理の教育でLISPSTATが用いられたことでLISPの影響が強いことです。とはいえ数値行列処理でのMATLABの影響は絶大で、MATLABの行列処理の流儀を知っていれば困ることはないでしょう。なお、CとFORTRANで二次元配列のメモ

リ上の配置が異なるためにメモリ上連続するのが行か列かの違いが生じることがあります。これは一次元のベクトルを生成したときに行ベクトル、あるいは列ベクトルになるといった違いですが、プログラムの移植でこのことに起因するバグは判り難いので注意しましょう。

おすすめ

Yoricik	C 風、軽量・高速。高次元の配列処理が可。
Octave	GNU の MATLAB クローン。Android でも利用可能。
Scilab	高機能で Simulink 風の GUI もある優等生。

■**数式処理**：長い歴史を持ち、当初は人工知能との関連で研究されていました。実際、MIT の Project MAC で開発された Macsyma^{*2}の開発と同時にMacLisp も一緒に開発されたり、Macsyma には文脈といった面白い機構が実装されています。現在は人工知能ではなく代数的構造 (Groebner 基底による計算機代数) を基に処理しています。数式処理はその性格上、計算機能力やメモリを贅沢に使い、数式そのものを処理する特性から他のソフトウェアを統合した万能ツールになる傾向があります。たとえば Wolfram の Mathematica の宣伝も、それだけで何でもできるツールです。しかし、数値計算や統計処理で中規模以上の処理になると実用に耐えないことがあります。これは任意精度で数値演算の処理が決定的に遅くなるためですが、Sage のように数式処理と数値行列計算双方の長所を生かすシステムも現れています。

おすすめ

REDUCE	古参の数式処理。Android でも使える。
Maxima	古参の数式処理。Android でも使える。
Sage	統合数学環境。なんでもあり。

■**統計処理**：統計処理を専門に行うソフトウェアで、教育目的で LISPSTAT が広く用いられたためか LISP をベースにしたシステムが多いのが特徴です。ただし、現在は GNU R に収斂しています^{*3}。日本語の情報は RjpWiki[RJ] から得られます。

おすすめ

GNU R	現在の主流。これで決まり。
-------	---------------

^{*1} 幕末から明治にかけて日本の近代化が他の大清帝国やオスマン帝国で行われた近代化と大きく異なった理由の一つだと私は思っています。これらの帝国では教育ではなく技術や工場の導入で良しとし、お金を物を言わせた武器の購入や将校の雇用で強国としての面目をなんとか保っていますが、肝心の近代化は見事に失敗しています。その一方で日本の近代化では根底にある普遍的な原理、原則への視点があり、教育にも力を入れたからこそ近代化が可能であったと思う次第です。その観点から「脳」は言葉の遊びでしかありません！

^{*2} 現在は OSS 化されて Maxima.

^{*3} 共立出版:21 世紀の数学「統計学」の初版は LISPSTAT を使っていましたが二版以降は GNU R です。

■**動的幾何学**: 画面上で幾何図形を描いて処理を行うソフトウェアです。比較的新しい分野のソフトウェアで教育分野で注目を浴び始めています。日本での認知度はいま一つですが GeoGebra^{*4}は特に優れています。他に KSEG や Cinderella(商用) と云った優れたアプリケーションもあります。

おすすめ	
KSEG	そこそこ高性能。直観的な描画が行える。
GeoGebra	高性能、高機能。活発なユーザー会。

■**証明支援**: いわゆる Hilbert 計画^{*5}を実行するためのソフトウェアといえます。OCaml で記述された Coq, Haskell で記述された Agda が著名です。

おすすめ	
Coq	書籍や情報がそろっています。

■**可視化**: 可視化ソフトは多岐にわたり、単機能的なものはそれぞれ山のようにあります。数値計算の可視化では Paraview^{*6}や IBM の OpenDX は多機能で優れたソフトです。その他に代数曲面の可視化では SURFER といったものがあります。

おすすめ	
Paraview	高性能。情報がそろっています。
OpenDX	AVS みたいで高性能。
SURFER	三変数の多項式から代数曲面を描画。

3 カタログとしての MathLibre

斯くも多くのソフトウェアが娑婆にあるのです。ではソフトウェアをどうやって見つけるのか? 安易な方法はリポジトリ^{*7}から面白そうなソフトウェアを片っ端から入れる方法ですが暇人や調査が趣味/仕事の方にしか勧められません。それでは? お勧めは MathLibre を使うことです。

MathLibre は Debian Live を利用した 1-DVD で起動可能な Linux ですが USB メモリにインストールしてそこから起動させるといったことも可能で、数

学ソフトウェアと関連する日本語文書を取録した Linux の一種類です。この MathLibre には数学屋さんが必要とするアプリケーション: 純粋な数学のソフト, LibreOffice のようなオフィスものと \LaTeX 環境, Emacs のようなエディタ等々と有用なアプリケーションのショーケースと言える程です。おまけに現在の PC はマルチコアなので仮想計算機で MathLibre を動かして、そこから自分に見合ったソフトウェアを探せばよいでしょう。また MathLibre[5] の wiki も様々な情報が非常に有益です。

4 Sage!, そう Sage

数式処理で触れた Sage は OSS の MATLAB, Mathematica を目指し、その目的を達成する手段として既存の OSS のアプリケーション等を Python で繋ぎあわせた巨大なシステムです。だからこそ Sage を使いこなすためには Python という言語に通じておく必要があります。また、Sage は UNIX 環境のみでしか動作しません^{*8}。そのために Windows 向けには仮想計算機環境を配布するという恐ろしい方法が採用されています。

ここで不幸にして仮想計算機を導入できない環境に喘ぐ方々もいらっしゃるでしょう。今や天国の門は開かれたのです! SageMathCloud を使うのです!

SageMathCloud(SMC) は最初に利用者登録が必要です。それだけで迷える子羊であった貴方は 3GB のディスクスペースと 1GB のメモリ, 1 core の CPU を無料で使えるのです。もちろんお金があればより多くの core を占有することが可能になるでしょう。必要なら財布と相談してください。さらにこの SMC が素晴らしいのは Sage の実行環境に留まらず、Jupyter notebook を利用した \LaTeX , reST や Markdown の文書作成環境, Python, GNU R, Julia, Bash 等が好きに動かせるという点です。その上、SMC はスマートフォンからでも利用ができるという、我等のために花嫁の様に着飾って天から降りてきた新エルサレムであり極楽浄土なのです。

見よ! SMC 上での代数曲面の表示を! これは

^{*4} GeoGebra=Geometry+alGebra

^{*5} Hilbert 計画については「不完全性定理」[1] の解説を参照して下さい。

^{*6} 流体解析ソフト OpenFoam の標準可視化ツールです。

^{*7} この点は Windows も Mac も全くダメで Linux が圧倒的に優れていることを嫌でも実感できます。

^{*8} OSX でも El Capitan の Rootless 騒動のために動作しなくなっています。SIP の解除すれば間違いなく動きます。

iPhone6 Plus で SMC に接続し、ハート状の曲面を描画させただけではなく、その曲面を直接指でグリグリと回しているのです。神の御名は誉むべき哉!

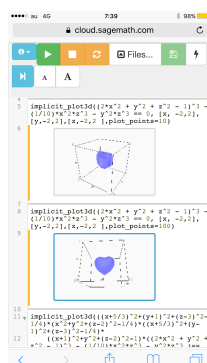


図1 iPhone6 Plus で SMC

SMC で以下を入力すると何が出るかな?

リスト 1 みんなで入れようクマー

```
var('x,y,z')
implicit_plot3d(((x+5/3)^2+(y+1)^2
+(z-3)^2-1/4)*(x^2+y^2+(z-2)^2-1/4)
*((x+5/3)^2+(y-1)^2+(z-3)^2-1/4)
*((x+1)^2+y^2+(z-2)^2-1)
*((2*x^2+y^2+z^2-1)^3
-(1/10)*x^2*z^3-y^2*z^3)==0,
[x,-2,2],[y,-3,2],[z,-2,5],plot_points=50)
```

もちろん L^AT_EX だって... そう, L^AT_EX だって....

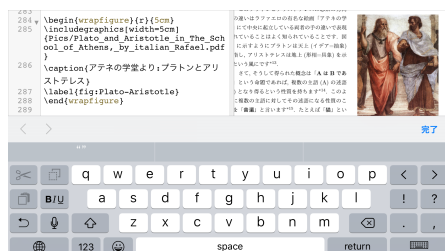


図2 iPhone6 Plus で L^AT_EX

ソフトウェアキーボードが出ていると狭さが際立ちますが十分に実用的です。Bluetooth キーボードがあれば問題ありません。

参考文献

- [1] ゲーデル (著), 林晋・八杉満利子訳・解説, 不完全性定理, 岩波書店, 2006.
- [2] Coq, <https://coq.inria.fr/>
- [3] GeoGebra, <https://www.geogebra.org/>
- [4] KSEG, <http://www.mit.edu/~ibaran/kseg.html>
- [5] MathLibre, <http://www.mathlibre.org/index-ja.html>
- [6] GNU Octave, <https://www.gnu.org/software/octave/>
- [7] OpenDX, <http://www.opendx.org/>
- [8] ParaView, <http://www.paraview.org/>
- [9] GNU R, <https://www.r-project.org/>
- [10] RjpWiki, <http://www.okada.jp.org/RWiki/>
- [11] Maxima, <http://maxima.sourceforge.net/>
- [12] Reduce, <http://reduce-algebra.sourceforge.net/>
- [13] Sagemath, <http://www.sagemath.org/>
- [14] SageMathCloud, <https://cloud.sagemath.com/>
- [15] Scilab, <http://www.scilab.org/>
- [16] SURFER, <https://imaginary.org/program/surfer/>
- [17] Yorick, <http://yorick.sourceforge.net/>