

光学設計やシミュレーションの際に用いる数値計算ソフトウェアは、現在欠かすことのできない研究開発ツールのひとつに挙げられています。たとえば、複数のレンズを伴う光学システムにおいて高速フーリエ変換 (FFT) を使ったスポット像の解析や回折光学素子近傍における光波の振舞いのシミュレーションなどは、計算機を用いずに行うことが困難であるといえます。これらの数値解析を行うには、プログラミング言語を使って自作するか、市販の専用ソフトウェアを購入するなどの手段が必要です。一方、近年のネットワーク環境の発達に伴って、数値計算や解析に便利なソフトウェアが無料で入手できる機会が増え、われわれの研究開発環境も少なからずその恩恵を受けるようになりました。今回紹介する Scilab は、そのような無料の数値計算ソフトウェアのひとつです。

Scilab とは、Scilab コンソーシアム / Digiteo 財団から提供されているオープンソースの数値計算ソフトウェアであり、フランスの国立情報学自動制御研究所 (Institut National de Recherche en Informatique et Automatique, INRIA) にて開発が行われています<sup>1)</sup>。本ソフトウェアは、コマンドラインによるコンソール型のアプリケーションであり、行列演算や微積分、グラフ表示などの基本機能を実行するだけでなく、Toolbox とよばれる拡張機能を読み込むことにより、さらに高度な数値計算の機能を実現することができます。また、Xcos とよばれる付属のアプリケーションを実行することにより、動的システムのモデリングやシミュレーションを行うことも可能です。同様の機能を実現する市販のソフトウェアに MathWorks 社の MATLAB<sup>2)</sup> が挙げられますが、Scilab の特徴は、無料で MATLAB と同等程度の機能が実現できることです。以下では、Scilab の導入と実行方法、さらに本ソフトウェアを用いた数値計算の例を示します。

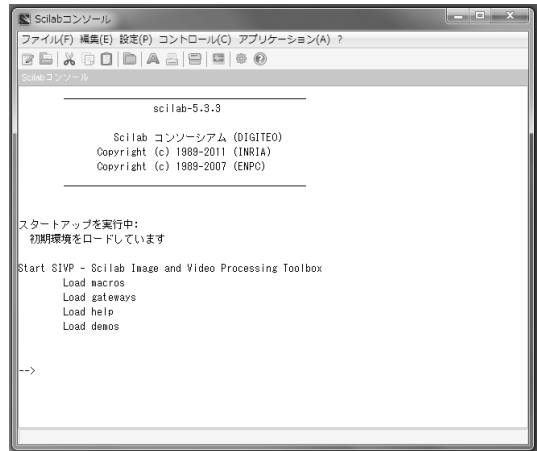


図1 Scilab の起動画面。

## 1. Scilab のインストールと実行方法

Scilab は後述の文献 1) に示した Web サイトからファイルをダウンロードすることによって入手することができます。なお、本稿の執筆時点でのバージョンは 5.3.3 でした。Scilab が実行可能なオペレーティングシステム (OS) には、Windows シリーズ (XP 以降) や Linux, Mac OS X が挙げられており、特に Windows と Linux については、32 ビット版のほかに 64 ビット版の OS もサポートしています。図 1 は Windows における Scilab の起動画面を示していますが、メニューだけでなく一部のヘルプ機能も日本語で表示することができます。ここまでのインストール作業で基本的な数値計算やグラフ表示を行うことができます。MATLAB と同様に画像ファイルの入出力を行うには、さらに SIVP (Scilab Image and Video Processing) をインストールする必要があります<sup>3)</sup>。SIVP とは Intel 社の OpenCV をベースに開発された Toolbox であり、画像や映像に関する基本処理を行うコマンドが含まれています。

Scilab のプログラミング言語は、MATLAB や C++ に似た書式を有しています<sup>4)</sup>。三角関数や対数、複素数などの数学関数だけでなく、さらに行列や微積分を表現するコマンドも用意されています。特に行列演算に関するコマンドが充実しており、行列成分

```

1 // 画像の読み込み
2 in_data=imread('phase.bmp');
3
4 // 複素振幅データ
5 in_data=double(in_data)/255.0*(2-1)/2;
6 temp=exp(2.0*pi*i*in_data);
7
8 // 2D FFT
9 [h w]=size(in_data); // 画像サイズの読み込み
10 fft_out=fftshift(fft2(temp, h, w)); // 2D FFT
11
12 // データを正規化
13 out_data=abs(fft_out);
14 max_out=max(out_data);
15 min_out=min(out_data);
16 out_data=(out_data-min_out)/(max_out-min_out);
17
18 // 結果の出力
19 imwrite(out_data, 'image.bmp'); // ファイルに出力
20 imshow(out_data); // 画像の表示

```

図2 画像のFFT(高速フーリエ変換)計算を行うサンプルプログラムのリスト。

を容易に記述することが可能です。以下では、Scilabを用いた数値計算の一例を示します。

## 2. Scilabを用いた回折像のシミュレーション

図2はScilabによるサンプルプログラムのリストを示しています。本プログラムでは、ビットマップ画像で表されるランダムな二値(0,  $\pi$ )の位相を有する計算機ホログラム(computer-generated hologram, CGH)から、二次元FFTを使って回折像を算出します。図中の%pi,%iはおのこの、円周率 $\pi$ と虚数*i*を表し、また、imread, imwrite, imshow コマンドはおのこの、SIVPによる画像の読み込み、出力および表示を示しています。本プログラムの主要部である二次元FFTは10行目に記述されており、さらに本行に現れるfftshiftコマンドは、得られた二次元スペクトル分布の配列について、中央部に周波数0が位置するように配列を再構成する命令を意味しています。

図3は、上述したサンプルプログラムを実行したときのフーリエ変換像の計算結果を示しています。このように、Scilabでは行列データを含んだ演算が簡潔に表現されているので、従来のC言語やFortranと比べて行数の少ないプログラムを作成することが可能です。

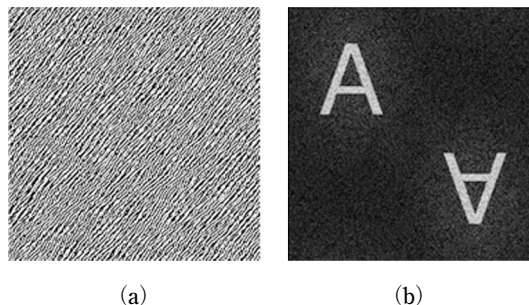


図3 サンプルプログラムの計算結果の一例。(a) 計算機ホログラムの位相分布、(b) 回折像。

以上、本稿ではオープンソースの数値計算ソフトウェアであるScilabについて紹介させていただきました。本ソフトウェアの行列演算のテクニックを適用することにより、たとえばレンズシステムにおける像評価や微小光学素子の近傍における電磁波の解析シミュレーションが簡便に行えます。また、本稿では触れませんでした、USBカメラからの映像取り込みも可能ですので、光学評価システムへの適用が期待されます。最近ではScilabに関する解説書<sup>5)</sup>も増え、また、多くの研究者や技術者によって種々の拡張機能を実現するためのToolboxも提供されています。これらのToolboxを利用することで、さらに研究開発の経費削減や時間の有効活用が期待できるでしょう。ScilabはMATLABと同様に少ない行数のプログラミングで高機能な数値計算が可能ですので、数値解析や開発費の面でお悩みの際は一度試されてはいかがでしょうか。

(ナルックス(株) 岡野正登)

## 文 献

- 1) Scilab Website (<http://www.scilab.org/>).
- 2) MathWorks 社 MATLAB (<http://www.mathworks.com/>).
- 3) SIVP: Scilab Image and Video Processing Toolbox (<http://atoms.scilab.org/toolboxes/SIVP/>).
- 4) Scilab Online Help (<http://help.scilab.org/>).
- 5) たとえば、橋本洋志, 石井千春: “Scilab/Scicos で学ぶシミュレーションの基礎—自然・社会現象から、経済・金融、システム制御まで—” (オーム社, 2008).