



使ってみませんか?—便利なソフト利用法—

IDL

産業技術総合研究所

八木 康之

多くの核融合実験研究におけるデータ解析ツールとして用いられている IDL [Interactive Data Language (米国 Research Systems Inc. の製品, <http://www.rsinc.com/idl/>)] について紹介する。IDL は対話形式作業環境の提供, グラフィックプロットが容易, 関数ライブラリが豊富, 行列計算が容易, 同等機能を Fortran 等の高級言語で作る場合に比べて短いコードで済む, オンラインヘルプ機能の充実等の長がある。IDL は Unix, Linux, Windows, Mac OS, VMS 等の各種 OS (Operating System) 上で動作可能である。

我々は, 大型逆磁場ピンチ (RFP) 実験装置 TPE-RX から発生する最大 500 チャンネルの波形データを取得し, 合計 4 台の計算機を用いて制御・データ取得・解析等を行っている。International Energy Agency の「RFP に関する研究開発計画のための実施協定」傘下の 4 研究機関 (日, 米, 欧) すべて, 同種の計算機環境で IDL を用いたデータ解析を行っており, 解析ソフトの互換性があるため共同研究が円滑に行われる利点は大変大きい。

LAN 上どこからでも上記計算機のいずれかにログインしてユーザーライセンス数上限まで IDL を起動可能である。起動すると, まず, ショットファイルを IDL で使える形に変換して読み込むために別途 Fortran で作成した外部ルーチン (FETCH) が自動的に使用可能状態になるように設定されている。IDL> のプロンプトの下で,

```
IDL> FETCH, shot_number, channel, x, y
```

と入力すると, 直前に指定したショット番号の所定の CAMAC チャンネル番号 (1 次元配列で複数指定可能) の信号に対して, その i 番目の時刻点とその時刻における j 番目のチャンネルの信号を物理値に変換した後の値が $x(i)$ と $y(i, j)$ という配列にそれぞれ呼び込まれる。一旦, データが読み込まれれば, IDL の世界で多様な解析およびグラフ表示が可能となる。以下に, 代表的な解析例を示す。

1) 行列間の演算

IDL では行列演算が容易に書ける。例えば, 行列 $y(i, j)$ $[[x]]$ の各要素に定数 C および別の行列 $w(n, i)$ $[[N_x]]$ を乗じた結果をそれぞれ行列 $u(i, j)$ $[[x]]$, $v(n, j)$ $[[N_x]]$ に書き込む場合は

```
IDL> u = C*y
IDL> v = w*y
```

の各 1 行のコマンドで済み, Fortran 等の場合のように, DO ループ内で要素毎に計算する必要がない。この方式をうまく使うと, プログラミングが大変簡単になる。ここで, I, J, N はそれぞれ, 行, 列, 行の次元であり, 各行列は浮動小数点配列宣言文等であらかじめ定義しておく。

2) フーリエ解析

少し複雑な計算例として, 時系列 $z(i)$ を高速フーリエ変換 (FFT) する場合を示す。この場合でも結果を $z(i)$ に返す場合は以下の 1 行ですむ。

```
IDL> z = FFT(z)
```

通常は, 有限時間区間に対する FFT で発生するスペクトルの広がりや副次スペクトル発生を抑制するために, 特定の Window 関数をかけて FFT を行う。よく使われるのが Hanning Window である。時系列が N 次元の場合は,

```
IDL> z = FFT(HANNING(N)*z)
```

という 1 行コマンドだけで良く, 極めて簡単にプログラミングできるのが特長である。

3) 波形プロット各種

データ解析結果を可視化する部分は, 場合によっては, 解析計算そのものよりも膨大なプログラミングと CPU 時間を要する。この部分も, IDL では実に簡単に表示できるように最適化されている。例えば, 横軸 $x(i)$ に対する信号 $y(i)$ の波形を $[x_1, x_2]$ の x 区間で表示したければ,

```
IDL> PLOT, x, y, XRANGE=[x1, x2]
```

とするだけで, 自動的にデフォルトサイズのウインドウが開いて図を描いてくれる。 $y(i)$ のレンジ指定, タイトル文字指定, x, y 軸名指定等さまざまなオプションがある。次に, 2 次元関数の具体的表示例を示す。TPE-RX ではトラス全周に設置した径方向磁場センサーアレイの信号から, FFT を空間変化に対して実施することによりポロイダルモード数 $m=0, 1$ に対するトロイダルモードスペクトル解析を行うことができる。さらに, 各トロイダルモードの位相間の分散 $\sigma(i, j)$ の逆数を時間 $time(i)$ とトロイダル角度 $\phi(j)$ の関数として求める。 $1/\sigma$ が大きいほど, その場所での磁場揺動振幅の空間的局在度が大きいことを意味する。 $1/\sigma$ をある角度から見た俯瞰図をプロットするには,

IDL> SURFACE, 1/ σ , time, ϕ

のみで良い。Fig. 1に例を示す。実際には、見る角度等を設定するオプションコマンド等を追加しているが、基本は上記の簡単なコマンドのみでよい。図で、時刻 20 ms 以降で特定のトロイダル角度で $1/\sigma$ が大きくなり、いわゆる、ロックモードが形成されていることがわかる。また、同様の解析を別のRFP装置 TPE-1RM20で行い、 $m=1$ の磁場揺動 $B_{m1}(i, j)$ のトロイダル分布の時間発展を強度別に明度分けした等高線で表した例を Fig. 2に示す。Fig. 2は、下記コマンド、

IDL> CONTOUR, B_{m1}, time, ϕ

に、いくつかのオプションをつけた簡単な表記で描かれている。Fig. 2ではトロイダル方向に回転している $m=1$ で特定のトロイダルモード数の磁場揺動が、次第に減速し、回転が停止（ロック）する様子が良く表されている。

以上、IDLについて簡単に紹介したが、Basic や Fortranでのデータ解析が主流だった時代を経験している筆者にとっては、IDLは画期的に使いやすい実験データ解析環境を提供していると実感している。

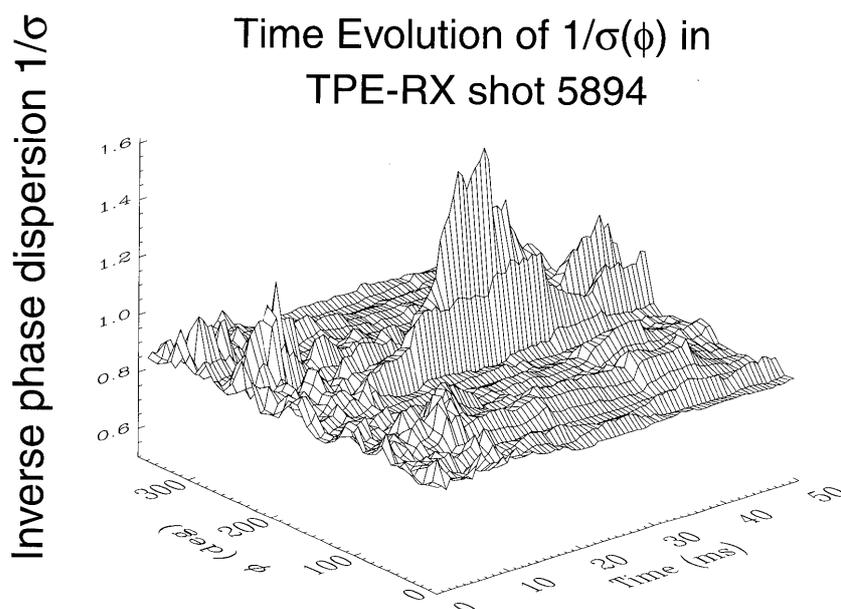


Fig. 1 IDLによる2次元関数表示例：TPE-RXのデータから

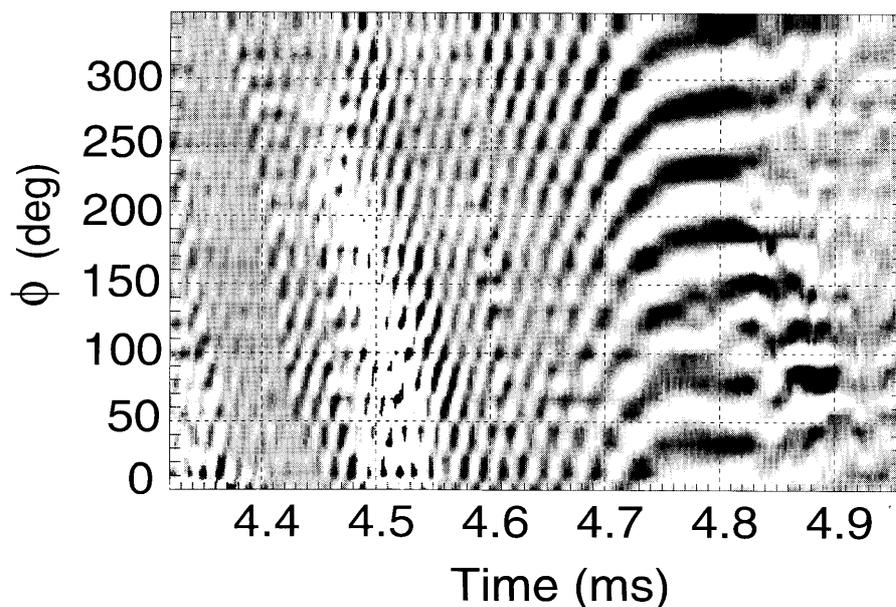


Fig. 2 IDLによる2次元関数表示例：TPE-1RM20のデータから