ORBIT の使い方

新倉　潤

2002 年 6 月 27 日

作図法で設計できるのはせいぜい 1 次の収束までである。磁石の配置や、形式を決めるにはこれでよいかもしれないが、実際は 2 次 3 といった高次の収差が問題になってくるので、それを補正するには、マトリクスを用いた軌道計算のプログラムを用いてよい磁場を求めることになる。ここで紹介するプログラムは現在九大におられる森信さんが RCNP で池上さんと Raiden を建設している際に、作成したものでマトリクスを用いた軌道計算のコードである。スペクトロメーターの概念設計や使用する際の目安を得るためにはこれで十分である。本格設計するには周辺磁場の効果を正しく取り入れるために Optrace、Raytrace といった、電磁場から実際に粒子軌道を計算するコードを用いてマトリクス計算で得た結果を確認する必要がある。

ORBIT の使い方の詳細はそのプログラムソースの先頭にマニュアルが書いてある。

1　プログラムの実行

1.1　バグの修正

RCNP からコピーしてきた ORBIT のプログラムを実際コンパイルしてみるとエラーが出たので以下の修正を加えました。。

- 3507 行目　`DIMENSION STACK(1)` を `DIMENSION STACK(2)` に書き換える。
- 3507 行目　`DIMENSION STACK(1)` を `DIMENSION STACK(3)` に書き換える。
- 4463 行目　`DIMENSION IBUF(1)` を `DIMENSION IBUF(4)` に書き換える。
- 4808 行目　`CHR = GNC( IBUR, LENGTH, IPTR)` を `CHR = GNC( IBUF, LENGTH, IPTR)` に書き換える。[*1]

以上の修正を加えたらとりあえずプログラムはコンパイルできましたが、修正したプログラムを用いて計算した結果と過去の結果を比べると表示のされ方が微妙に違っていたり、有効数字 7 桁目ぐらいから出力データに多少の差が見られたりします。

今は有効数字 7 桁の精度が実際の実験で必要なのかどうかもわからないので、気にせず先に進むことにします。

[*1] ただのスペルミスです。

1.2 実行

ORBIT を実行するには入力データを書式に従って書き、以下のようにコンパイルして実行ファイルを作ります。

```
% f77 -o orbit.exe orbit2.f
```

ここではとりあえずインプットデータとして orbit_example.inp を実行してみます。

```
% orbit.exe < orbit_example.inp > orbit_example.out
```

これで、出力データが orbit_example.out に書き込まれます。

2 入力データの書式

詳しくは ORBIT のマニュアルを読んでください。ここでは Raiden の軌道計算に必要なものだけを解説します。
まず、どのような種類のデータを書くかを宣言します。

- DPRM ; 以下にインプットデータを書きます。
- DREF ; 以下にマトリクス計算の繰り返しのためのデータを書きます。
- DMIN ; 以下にパラメータの最適化のためのデータを書きます。
- DEND ; データの入力終了を宣言して計算を開始させます。

2.1 入力パラメータの書き方

DPRM 以下ではまず、入力パラメータのタイプを宣言してそのあとにそれぞれのパラメータを書き込みます。それぞれのタイプの書式は以下のようになっています。

- BEAM ; 計算をする際の基本的な設定をします。
  1 分散を計算する対象を指定します。
  1=momentum dispersion (for magmetic system)
  2=energy dispersion (for electric system)
  3=energy and mass dispersion (for hybrid system of magnetic and electric system)
  2 マトリックス計算のオーダーを 1 から 3 次の範囲で指定します。
  3 ターゲットへの入射ビームとの散乱角 (deg) を指定できます。これは指定しなくてもかまいません。
- DRFT ; 自由空間の長さを指定します。
  1 自由空間の長さ
- DEFM ; 二重極磁場の設定します。
  1 二重極磁場の中心半径
  2 二重極磁場の中心角 (deg)

3 磁場の 1 次成分 $N1$

4 磁場の 2 次成分 $N2$

5 磁場の 3 次成分 $N3$

中心面における磁場を $\mathbf{B} = \mathbf{B}_0(1 + N1x + N2x^2 + N3x^3)$ と考えたときの $N1$、$N2$、$N3$ の値を上に入力します。この効果を考えないのなら 0.0 を入力しておけばいいです。

6 斜め入射角 (焦点が遠ざかるほうが正)

7 斜め出射角 (焦点が遠ざかるほうが正)

8 入射境界面の曲率半径の逆数に 1 の数を掛けたもの。(凸が正)

9 出射境界面の曲率半径の逆数に 1 の数を掛けたもの。(凸が正)

10 入射境界面の曲率半径の 3 次成分

11 出射境界面の曲率半径の 3 次成分

12 pole 間の距離の半分

13 fringing field の種類

- `QUDM` ; 四重極磁場の設定をします。
  1 四重極磁場の長さ
  2 四重極磁場の強さ S_1　次元は (長さ)$^{-2}$
  3 口径の半径 (apature radius)
  4 fringing field の種類
- `HEXM` ; 六重極磁場の設定をします。
  1 六重極磁場の長さ
  2 六重極磁場の強さ S_2　次元は (長さ)$^{-3}$
- `OCTM` ; 八重極磁場の設定をします。
  1 八重極磁場の長さ
  2 八重極磁場の強さ S_3　次元は (長さ)$^{-4}$
- `MPLM` ; 多重極磁場の設定をします。
  1 多重極磁場の長さ
  2 `QUDM` の 2 と同じ (四重極磁場の強度)
  3 `HEXM` の 2 と同じ (六重極磁場の強度)
  4 `OCTM` の 2 と同じ (八重極磁場の強度)
  5 `QUDM` の 3 と同じ (口径の半径)
  6 `QUDM` の 4 と同じ (fringing field の種類)
- `ENDS` ; パラメータの入力の終わりを宣言します。

2.1.1 fringing field について

2.2 オプションデータの書き方

2.2.1 Data for repetition of matrix calculation

DREF 以降ではマトリックス計算のためのオプションを定義します。それぞれのパラメータはコンマかスペースで区切ってください。オプションが必要ないのならば書かなければ 0 と認識されます。もし、一切オプションを指定しない場合でも DREF だけは書いておく必要があるそうです。

- C=N ; 束縛のある入力パラメータの数 (Number of constraints imposed on the variable parameters.)
- M=N ; 表示を希望する中間行列の数 (Number of the intermediate matrix printouts desired.)
- V=N ; システムのパラメータで、マトリックス計算の間に変化するものの数 (Number of the parameters in the optical system to be varied during the repetition of the matrix calculation.)

N には INTEGER 型を、R には REAL 型の数値を入れます。

2.2.2 Data for parameter optimization

DMIN 以降には minimization problem に関するオプションを定義します。それぞれのパラメータはコンマかスペースで区切ってください。指定しないオプションのパラメータには 0 を入れてください。

- C=N ; 束縛のある入力パラメータの数 (Number of constraints imposed on the variable parameters of the optical system.)
- F=N ; FRINGE OF MERIT 関数の種類
- I=N ; 繰り返し回数の最大値 (Maximam number of iterations.)
- C=R ; 関数の収束幅
- M=N ; 表示を希望する中間行列の数 (Number of the intermediate matrix printouts desired.)
- P=1 ; 最小化プロセスの表示をキャンセルするオプションです。このまま書いておけばいいようです。
- V=N ; システムのパラメータで、マトリックス計算の間に変化するものの数 (Number of the parameters in the optical system to be varied during the repetition of the matrix calculation.)

N には INTEGER 型を、R には REAL 型の数値を入れます。以上のパラメータを指定したあとにもし、F が 50 以上ならば FRINGE OF MERIT 関数を定義します。

2.2.3 FRINGE OF MERIT 関数

3 計算結果の見方