

**Computer Analyses of the Solar-Terrestrial Phenomena
by Using a 3-Dimensional Color Graphics**

Koichi OHTA

Abstract

It has been well understood that 3-dimensional color graphics is a powerful tool to directly demonstrate observational results of the solar wind and the magnetospheric plasma waves as well as results of the computer simulation on magnetosphere. In the 3-dimensional graphics, it took a long time to obtain a favorable figure because the functions of rotation, transfer, magnification/reduction were used by manually adjusting the control dial. In this time, alteration of the color display as well as use of those necessary functions has been possible in a few seconds by combination of the hardware and software functions. Moreover, it became possible to choose a small optional part in a displayed screen when many figures were simultaneously drawn. Three rotational angles can be optionally chosen from the key board and a displayed screen can automatically rotate around the three axes. As the results, the computer graphics for observational results of the solar wind and VLF natural waves as well as computer simulation has been more efficient and really practical.

三次元カラーグラフィックスを用いた太陽地球系現象の画像処理

太田 幸一

要旨： 三次元画像処理は太陽風と磁気圏波動の資料解析あるいは磁気圏の計算機シミュレーションのデータ解析に大変有効であることが知られている。三次元カラーグラフィックスで描いた図形の回転、移動、拡大／縮小等の機能は今までコントロールダイヤルを手動で調整して用いていたのでその調整に大変時間がかかっていた。今回、ハードウェアとソフトウェアの機能を組み合わせて利用し、これらの機能の利用と、さらにカラー表示色の変更も数秒間内に実行出来るようにした。又、移動、拡大／縮小がソフトウェアで変えられるようになった事により計算機メモリの許す限り一画面を分割して幾つものデータ図形を描いておき、一画面内の任意の一図形を選び拡大して表示する事も出来る。回転でもX軸、Y軸、Z軸三成分を任意の角度に固定したり、又、任意の軸を中心に等間隔で自動的に回転出来るようにした。この結果、太陽風やVLF自然電波の観測データ及び地球磁気圏の計算機シミュレーションデータの画像処理を大変効率的に実行出来るようになった。

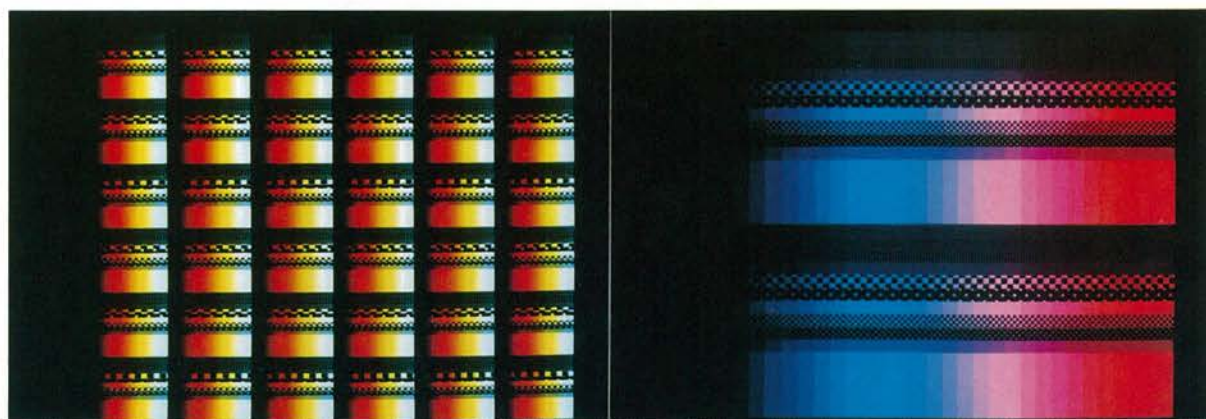
1. はじめに

太陽地球系科学の分野では観測で得られたデータや計算機シミュレーションの結果を解析し、その結果を三次元カラーグラフィックスに表示し、直接視覚に訴えることは、必要欠くべからざる手法となってきた。当空電研究所では1977年に最初の三次元カラーグラフィックス装置N7830を導入し、ミニコンを介してNECのACOS-6系のオペレーティングシステムの下で動かし始めた。しかし、使用法が特殊でカラーの表示色数及びベクトル表示本数も多くなかった。その後継機として1984年から同じNECのコンピュータで動く、使用言語FORTRAN77の三次元カラーグラフィックス装置N6970(図1)を使用し始めた^{(1)~(4)}。その結果例えば太陽風と磁気圏相互作用の三次元計算機シミュレーションから得られた地球磁気圏の三次元磁場構造を直接に見られるようになった。三次元図形の回転、位置、大きさ等の機能を使用するためには従来コントロールダイヤルで手動調整していたが同じような図形を何枚か描いて、回転、角度、位置、大きさ等を全部の図形について手動調整で合わせるのは時間も数分かかり、かつ難しく、少しずつ違った図形になっていた状況であった。又、表示色を変更する時には表示色を変更した後で改めて同じ図形を描いていた。

今回は表示色、回転、移動、拡大／縮小の4種類の機能をコントロールダイヤルで手動調整するのではなくハードウェアとソフトウェアを組み合わせて利用し、それらの機能をキーボードより数字入力して調整出来るようにした⁽⁵⁾。ハードウェアの機能を用いて表示図形の色変更を瞬時に出来るようにした事は、一画面を描かせるのに数10分かかるデータ図形を再度描かせる必要が無くなり、大幅な時間の節約になった。その例として、二次元の画面を分割して幾つもの図形を描いておき、その中の任意の一図形を選び表示色、移動、拡大の変更をキーボードからの数字入力により行い画面いっぱい描かせるプログラム、及び三次元図形の表示色、回転、角度、移動、拡大／縮小のパラメータをキーボードからの数字入力により変更出来る二つのプログラムについて述べる。又、後者では回転角度の変化量を与えてX軸、Y軸、及びZ軸の回りに等間隔で自動的に回転させる事も出来る。



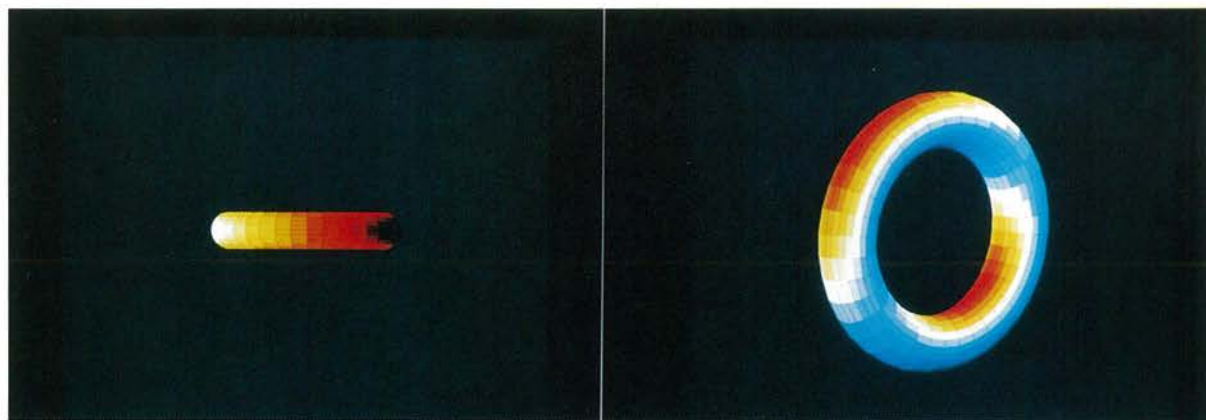
図1 三次元カラーグラフィックス画像処理装置 (N6970)



(a) 最初の図形

(b) 左の図形の一部を拡大し、カラーを変更した図形

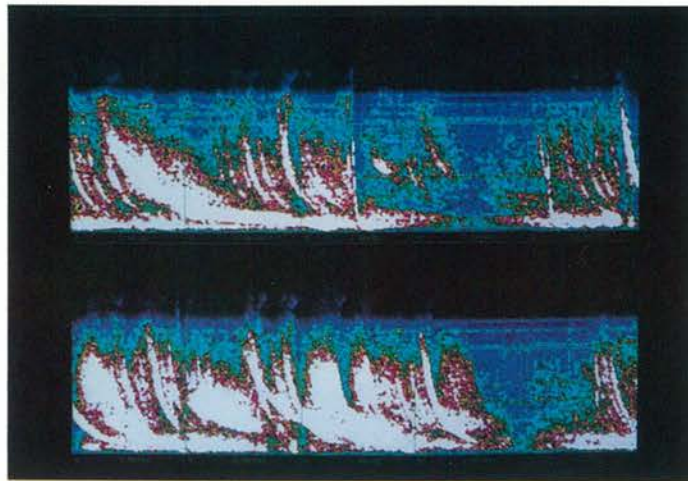
図2 二次元のテストパターン (DEMO02)



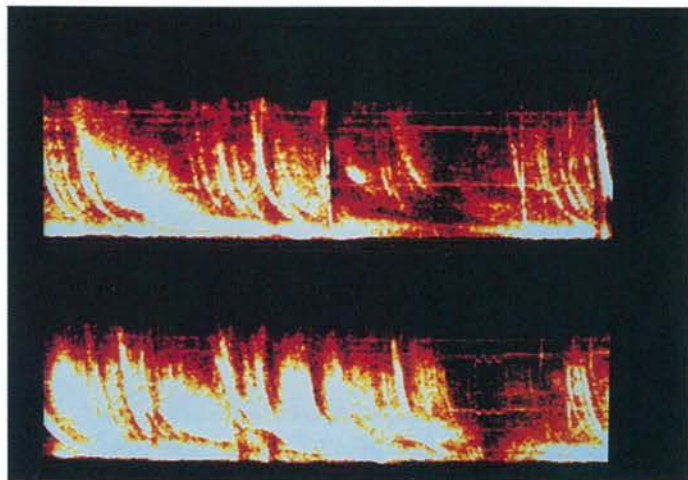
(a) 最初の図形

(b) 左の図形のカラー、角度、大きさを変更した図形

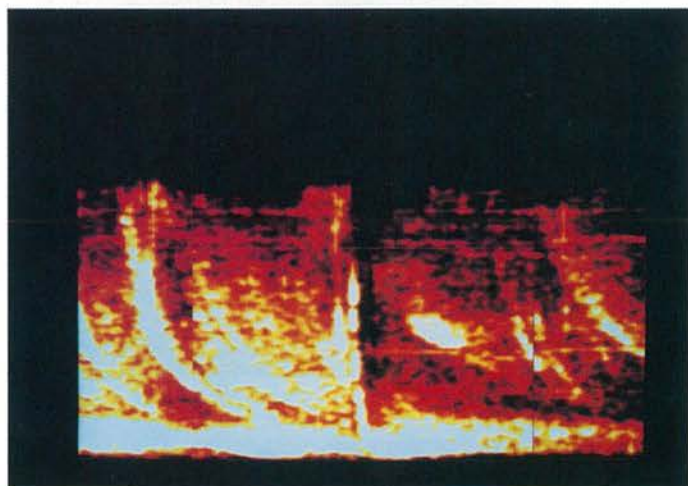
図3 三次元のトーラス表面図 (DEMO03)



(a) 最初の図形

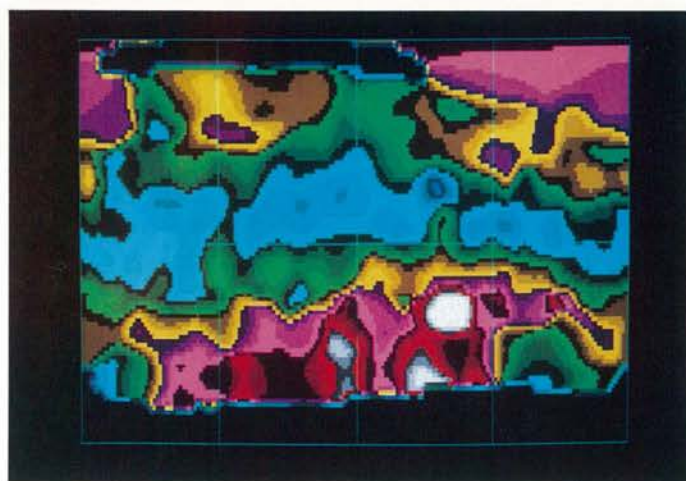


(b) 上の図形のカラーを変更した図形

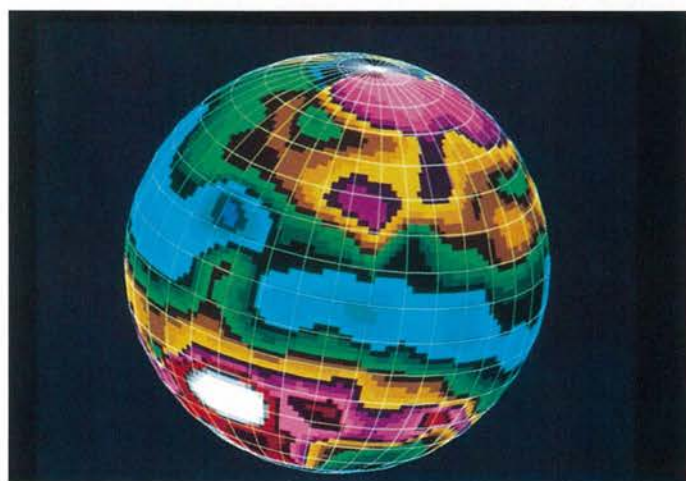


(c) 上の図形の一部を拡大した図形

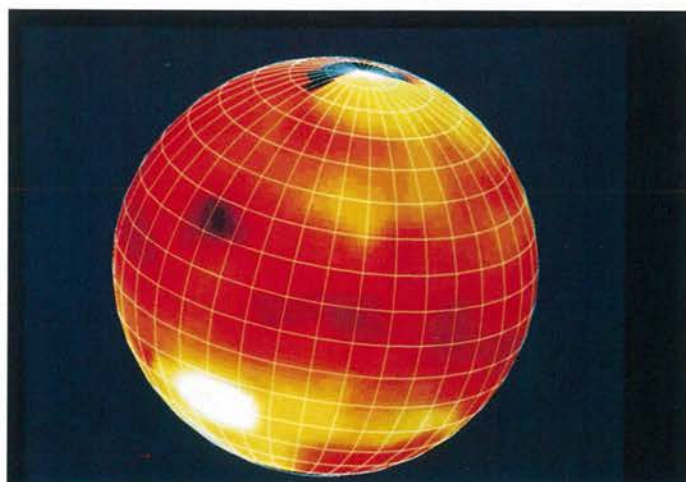
図4 VLF自然電波のダイナミックスペクトラム



(a) 二次元的に表示した図形

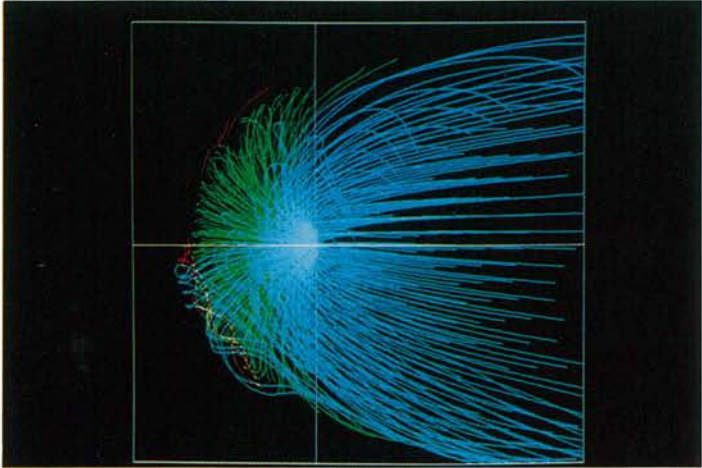


(b) 上の図形を三次元的に太陽球表面に表示した図形

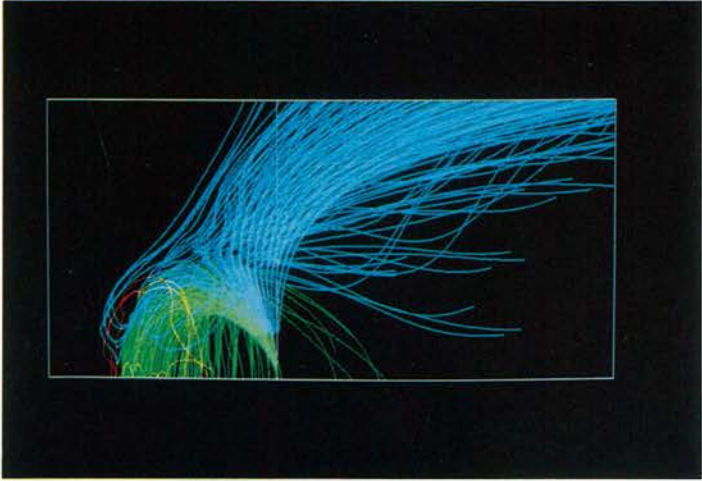


(c) 上の図形のカラーを変更した図形

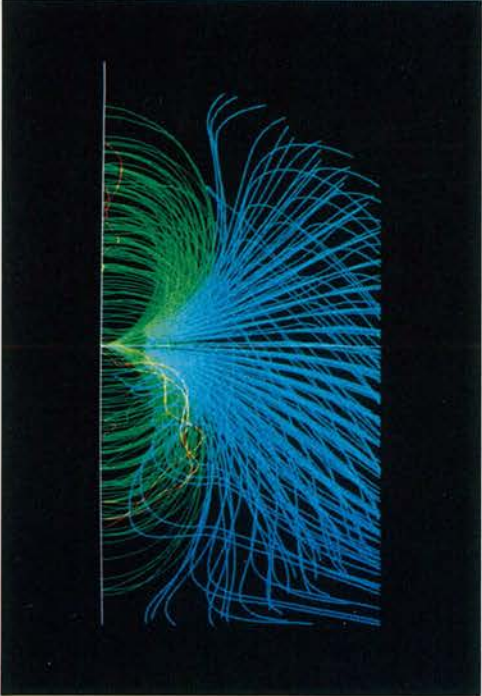
図5 太陽風シンチレーション観測から得られた太陽表面上の太陽風の速さの構造



(a) 平面図
拡大、移動をした図形



(b) 側面図
角度変更、拡大、移動をした図形



(c) 正面図
角度変更、拡大、移動をした図形

図6 計算機シミュレーションから得られた磁力線

更に、その具体的応用例としてVLF自然電波のダイナミックスペクトラムと太陽風のシンチレーション観測データ及び地球磁気圏の計算機シミュレーションデータを使用した場合の図形処理についても説明する。

2. 二次元のテストパターン

このプログラム（プログラム名DEMO02）では、ハードウェアとソフトウェアの機能を有効に利用してX方向とY方向を何等分かに分割し、その中の任意の一部分を選び出して拡大したり、予めカラーテーブルで用意された色の中から選んで任意の表示色に数秒内で変更できる。具体的にはキーボードからの数字入力により、まずカラー変更を行い、XとY方向の等分数により各方向の拡大率を計算し最初の画面の中から任意に選んだ一部分が画面いっぱいになるように表示される。カラーテーブル作成用の6種類のサブルーチンと引き数で21種類のカラーパターンを選ぶ事が出来る⁽⁵⁾。

図2(a)は、テストパターンの最初の図形で、カラーテーブル番号5で、描画時間は約6分かかり、図形表示のためのメモリ使用量は全体の約20%を用いている。図2(b)はカラーテーブル番号1を使用していて、X方向を6等分し、Y方向を3等分し、左から1番目、上から2番目の部分を拡大した図形で、図2(a)から図2(b)に変更するのに必要な時間は約3秒であった(表1)。

3. 三次元のトーラス表面図

このプログラム（プログラム名DEMO03）では、ハードウェアとソフトウェアの機能を利用して任意のカラーテーブルに変更したり、X軸、Y軸、Z軸三成分の回転角度を自由に変えたり、三成分の角度を右回り、又は左回りで等間隔に自動的に回転したり、X、Y、Z方向三成分の移動が自由に設定出来る。具体的にはキーボードからの数字入力により、まずカラー変更を行い、X軸、Y軸、Z軸の回転角度を設定して傾けるだけか、自動的に回転させるのかの判定をし、回転する場合は右回りか、左回りかと三成分の回転角度変化量を決め、拡大/縮小率（三成分とも同倍率）を決め、三方向の移動量を決める⁽⁵⁾。図3のトーラスの場合は三方向の移動量は零にしている。

図3(a)は、トーラス表面図の最初の図形で、カラーテーブル番号5で、描画時間は約3分かかり、図形表示のためのメモリ使用量は全体の約6%であった。図3(b)はカラーテーブル番号6を使用していて、X軸を -60° 、Y軸を -30° 、Z軸を -60° 回転し、大きさを1.5倍にした図形で、図3(a)から図3(b)に変更するのに必要な時間は約4秒であった(表1)。

4. 太陽地球系現象の画像処理への具体的な応用例

4.1 VLF自然電波のダイナミックスペクトラム

高度約1400Kmの円軌道で周回するISIS衛星で受信されたVLF自然電波のダイナミックスペクトラムを図4に示す。縦軸が周波数で0~15KHz、横軸が時間で5秒間を表し、黒-赤-黄-白の順にVLF電波が強いことを表しており、多数のホイスラースペクトラムが見られる。

図4(a)の描画時間は約25分かかり、図形表示のためのメモリ使用量は全体の約87%であった。図4(b)は図4(a)のカラーを変更して描いた図形、図4(c)は図4(b)の中の上半分の真ん中を拡大した図形である。図4(a)から図4(b)、及び図4(b)から図4(c)に変更するのに必要な時間は各々約7秒であった(表1)。

4.2 太陽風シンチレーション観測から得られた太陽風の速さの構造

太陽から惑星間空間へ高速度で絶えず吹き出している太陽風の速さの空間的な分布を、太陽赤道座標上で表示したものが図5で、上が北、下が南、横が経度で、青-空-緑-黄-紫-赤-白の順で200~800 Km/s のスピード範囲を表示してある。この図より太陽赤道付近より吹き出す太陽風は南北両極付近よりのものに比べてスピードが遅い事が判る。

図5 (a) は二次元的な表示で、一画面に13個の図形を描いた中の一図形を拡大したもので、経度 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ を表し描画時間は約10分かかり図形表示のためのメモリ使用量は全体の約32%であった。図5 (b) は図5 (a) を三次元的に表示した図で描画時間は約10分かかり図形表示のためのメモリ使用量は全体の約31%であった。図5 (b) 図5 (c) は経度 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ が見られ、 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ はY軸を回転させれば見られる。図5 (c) は図5 (b) のカラーを変更して描いた図形で、図5 (b) から図5 (c) に変更するのに必要な時間は約8秒であった(表1)。図5 (b) 及び図5 (c) は、X軸を -20° 、Y軸は 0° 、Z軸を -10° 傾けた図形である。

4.3 計算機シミュレーションから得られた地球磁気圏の三次元磁力線構造

惑星間磁場南向きで東西成分が少しある場合の太陽風と地球磁気圏の相互作用の、三次元計算機シミュレーションから得られた地球磁気圏の三次元磁力線構造を図6に示す。惑星間磁場が南向きなので昼側磁気圏境界で磁気リコネクションを起こして、釣りばり状に曲げられた開いた磁力線が見られる。緑は北極域電離層に足を持ち赤道を切る閉じた磁力線、青は同じく北極域電離層に足を持つが惑星間空間に伸びた開いた磁力線を、赤は地球から離れたループ状の磁力線を示す。

図6 (a) は、三次元的な図形で上からみた平面図で描画時間は約50分かかり図形表示のためのメモリ使用量は全体の約26%であった。図6 (b) はX軸を 90° 回転させて横から見た側面図、図6 (c) はY軸を 90° 回転させて正面から見た正面図である。図6 (a) から図6 (b)、及び図6 (b) から図6 (c) に変更するのに必要な時間は各々約8秒であった(表1)。

画像作画プログラム	メモリ使用量	作画時間	画像変更時間
二次元のテストパターン DEMO02	20 %	6 分	3 秒
三次元のトーラス表面図 DEMO03	6 %	3 分	4 秒
VLF自然電波 VLFEM03	87 %	25 分	7 秒
太陽風平面画 SOLAR5	32 %	10 分	6 秒
太陽風球面画 SOLAR6	31 %	10 分	8 秒
磁力線構造 OGNCI92	26 %	50 分	8 秒

表1 三次元カラーグラフィックスのプログラム別メモリ使用量、作画時間、及び画像変更時間

5. 終わりに

三次元カラーグラフィックス装置N6970を用いた二次元と三次元の代表的な画像処理の例を示したがサブルーチン類はそのまま使用出来るので、データ解析のためのメインプログラムを作成すれば更に広く応用出来るものと思う。従って、今後太陽地球系現象の観測資料解析と計算機シミュレーション解析の画像処理に大いに利用される事を期待している。

現在の三次元カラーグラフィックス装置は表示プレーンの数が12枚と少なく、1枚はコンソールスクリーンに、他の1枚はワークスクリーンに使用し、残りの10枚を色表示用に使っているが実際には表示が粗になっているのでその半分の5枚になり、従って表示色数は2の5乗-1で31色となっている。1色を減少しているのは背景色に用いているためである。この本体にはまだプレーンが実装可能であり、全プレーンが実装されれば表示色数は増す。色表示用のプレーン数を20枚にして1023色が同時に表示出来る様になればさらにスムーズな色表示が可能となる。

又、このカラーグラフィックス装置には、サブルーチンとして一度描いた図形データをディスクへ標準ファイルとして書き込み、後で読み出して再表示する機能があるが、現在までのところ使用できていない。このディスクへの読み書きが出来るようになれば、一度描いた画面は画像データとして、ディスクに保存できるので、必要に応じてディスクから読みだして再表示し、任意の図形を拡大したり、表示色や回転角度等を数秒内に変えられるので、大変有効な画像解析の方法になると思う。

現在附属のカラーハードコピー装置は7色表示なので、画面の表示とはかなり異なった画像となるが、最近カラーグラフィックスディスプレイのハードコピーで中間色が表示可能な装置を利用すればもう少し画面に近くなると期待できる。今回の報告で用いた図は35mmカメラで撮影を行ったが、電気信号を用いて直接ポラロイドや写真等に撮影できる装置を使用すれば撮影が容易になると同時に表示色がより正確にコピーできると思われる。

この報告書がこれから三次元カラーグラフィックスを使用した画像処理をする時の何らかの参考になれば幸いである。

謝辞

この報告書を書くにあたり、プログラムの開発を始め全般にわたって御協力して頂いた当空電研究所の荻野竜樹助手に、計算機利用の面で教えて頂いた岩田晃助手に、また太陽風シンチレーションの観測データを提供して頂いた小島正宜助手、及びVLF自然電波の観測データを提供して頂いた岡田敏美助手に深く感謝いたします。

参考文献

- | | |
|------------------------------|------|
| (1) FORTRAN 77 言語説明書 | 日本電気 |
| (2) ACOS-6/MVX FORTRAN 文法説明書 | 日本電気 |
| (3) N6970 グラフィックディスプレイ取扱説明書 | 日本電気 |
| (4) N6973 カラーハードコピー装置取扱説明書 | 日本電気 |
| (5) GCI/70 ソフトウェア説明書 | 日本電気 |

付録： 二次元 (DEMO02), 三次元 (DEMO03) のプログラムの説明

1. 二次元のプログラム (DEMO02) の説明 (資料1の行番号に従って説明する)

1-1 二次元プログラムの使用法

このプログラムは二次元で幾つかのカラーパターンとペイントパターンを作図し、その中の任意の一部分を選びだして拡大したり、予めカラーテーブルで用意された色の中から選んで任意の表示色に変更するプログラムである。

サブルーチン PLOT E2 ではキーボードからの6個の整数 (NCO, IC, IXA, IXB, IYA, IYB) を数字入力する必要がある。その内容を説明すると、

NCO ... カラーテーブルの種類 (1~6)

IC ... カラーテーブルの引き数 (0~6)

IXA ... X方向に IXB 等分された時、左から IXA 番目の図 (1~99)

IXB ... X方向の等分数 (1~99)

IYA ... Y方向に IYB 等分された時、上から IYA 番目の図 (1~99)

IYB ... Y方向の等分数 (1~99)

このプログラムでは NCO と IC の入力を適当に選ぶことにより 21 種類のカラーパターンを選ぶことができる。X方向に IXB 等分し、Y方向を IYB 等分した数で、左から IXA 番目、上から IYA 番目の図を選び、その部分を拡大する。従って最初に描いた一画面の中の任意の一部分を自由に拡大できる。

例えば 4, 0, 1, 3, 2, 2 と入力すると COLOR 4 のサブルーチンで引き数 0 で青-紫-赤に 3 色変わった色で、拡大部分は X方向を 3 等分した内の左から 1 番目、Y方向を 2 等分した内の上から 2 番目となる。又、2, 1, 6, 36, 1, 30 と入力すると COLOR 2 のサブルーチンで引き数 1 で X方向を 36 等分した内の左から 6 番目、Y方向を 30 等分した内の上から 1 番目で赤色の斜線パターンの図形が拡大される。このプログラムでは 1260 行で 2 個の数字 100 が入っているから最大 99 倍まで拡大できる。この 100 の数字を大きくすればいくらでも自由に任意の部分を拡大できる。

このプログラムは絶対座標になっているが、相対座標にするには 250 と 260 行の間にサブルーチン GBASE を入れ、360 行のサブルーチンを GRCTR にし、1470 行のサブルーチンを GTX2R にすれば良い。尚このプログラムで使用しているサブルーチンは日本電気提供の GCI/70 パッケージに含まれている。

1-2 メインプログラムの概要

60 作図画面の大きさ指定

70 LX は X 軸方向, LY は Y 軸方向に描く作図の数, NCOL はカラーの数

130 PARAM は移動 (X, Y), 角度, 大きさ (X, Y) の初期値

ISEQ は移動 (X, Y), 角度, 拡大/縮小 (X, Y) の変更順序
(角度は変更していない)

160~ 190 作図画面の大きさを計算

- 200 最初のカラーサブルーチン指定 (COLOR5)
- 220~ 230 初期設定
- 250~ 260 サブルーチンPLOTBのコールとマトリックスの初期設定
- 280~ 370 ペイントパターンとカラーパターンをDOLープで変更している
- 390~ 400 サブルーチンPLOTE2のコール (作図画面の描画)
- 410 後処理

1-3 サブプログラムの概要

1-3-1 PLOTB (描画モード等の設定)

- 460 画面消去
- 480 スタックモードにする (内部バッファの区切りごとに処理する)
- 490 ダブルモードにする (全体の作図が終了してから表示する)
- 500 バックグラウンドのカラー (このプログラムでは黒)
- 520~ 550 セグメントとIDブロックを開く

1-3-2 PLOTE2 (描画と再描画実行用パラメータ入力)

- 630~ 680 IDブロックとセグメントを閉じる
- 710~ 720 作図画面の大きさ計算
- 730~ 760 大きさと移動量の初期値
- 800~ 950 作図画面のカラーパターンの変更 (COLOR1~COLOR6)
- 970~1020 一面面をX軸方向及びY軸方向を何等分かしてその内の一図形を全面面に拡大表示させる部分の計算 (IXAは左から, IYAは上からの番号, IXBはX軸方向の等分数, IYBはY軸方向の等分数)
- 1090 X軸方向, Y軸方向の移動量
- 1100 X軸方向, Y軸方向の拡大/縮小の変更
- 1220~1280 カラーの変更とX軸, Y軸方向を何等分かして, その中の任意の一つを表示する
数字入力後約3秒でカラーの変更及び任意の一つの画面を表示する
(メモリ使用量の大きさによって変更時間は変わる)
数字以外の文字を入力するとエラーとなり再入力メッセージが出る
RETURNは最初の作図画面を表示する
IXB又はIYBに100以上の数を入力すると初めから描き直す
IXB又はIYBに0の数を入力すると処理は終了する

1-3-3 NEWPAT, NEWCOL, SYMBOL

- 1310~1350 パターンを選ぶサブルーチン (1-15)
- 1360~1400 カラーの種類を選ぶサブルーチン (1-31)
- 1410~1490 文字を表示させるサブルーチン (二次元用)

1-3-4 COLOR1, COLOR2

- 1500~2210 カラーパターンのサブルーチン (COLOR3, COLOR4, COLOR5, COLOR6はDEMO03のサブルーチンと同じ)

2. 三次元のプログラム (DEMO03) の説明 (資料2の行番号に従って説明する)

2-1 三次元プログラムの使用法

このプログラムは三次元でトーラス表面図を描き任意のカラーパターン、回転、角度、移動、拡大/縮小をソフトウェアで変更するプログラムである。

サブルーチン PLOT E3 では、キーボードから9個の数字 (NCO, IC, RX, RY, RZ, TX, TY, TZ, AMP) を入力する必要がある。その内容を説明すると、

- NCO .. カラーテーブルの種類 (1~6)
- IC カラーテーブルの引き数 (0~6)
- RX X軸の角度変更 (-360~+360, -400以下, +400以上)
- RY Y軸の角度変更 (-360~+360, -400以下, +400以上)
- RZ Z軸の角度変更 (-360~+360, -400以下, +400以上)
- TX X軸の移動量 (-1280~+1280)
- TY Y軸の移動量 (-1024~+1024)
- TZ Z軸の移動量 (-1280~+1280)
- AMP .. 図形の拡大/縮小 (99~0.0001)

このプログラムではNCOとICの入力を適当に選ぶことにより21種類のカラーパターンを選ぶことが出来る。RX, RY, RZのそれぞれの絶対値が360度より小さい時はそれぞれの角度, RX, RY, RZのそれぞれの絶対値が360より大きい数字を入力した時は、その軸の入力した数字と400との差の絶対値の間隔で自動的に回転する。RX, RY, RZに+360以上を入力した時は左回り、-360以下を入力した時は右回りとなる。図形の拡大/縮小は、AMPの数値で変えられる。このプログラムの場合、X軸、Y軸、Z軸三成分とも同倍率になっていて、0.0001倍から99倍まで変えられる。

例えば4, 0, 10, 420, -20, 0, 0, 0, 1.5と入力するとCOLOR4で引き数は0で青-紫-赤に31色の色で塗られたトーラス表面図で、角度X軸は10度、Z軸は-20度で、Y軸は左方向に20度間隔で360度自動的に回転する。拡大率は最初の図形と比べて1.5倍となる。角度、移動量、拡大/縮小の数字入力は、整数でも実数でも動作する。

2-2 メインプログラムの概要

- 60 作図画面の大きさ指定
- 70 相対座標の原点指定
- 80 RA, RBでトーラスの大きさ指定
- 100 X軸方向NAは36等分, Y軸方向NBは24等分, NCOLはカラーの数
- 180 PARAMでX, Y, Z各成分の移動, 角度, 大きさ指定
- ISEQでX, Y, Z各成分の角度, 移動, 拡大/縮小の変更順序指定
- 190 線の種類のテーブル (8種類)
- 200 ペイントパターンの種類のテーブル (10種類)
- 220 最初のカラーサブルーチン指定 (COLOR5)
- 230~ 310 初期設定 GBASEで相対座標の原点指定
- 330~ 930 トーラスの図形作図 (三角面を組合せて描いている)
- 950 サブルーチン PLOT E3 のコール (作図画面の描画)

2-3 サブプログラムの概要

2-3-1 PLOTB (描画モード等の設定)

- 1010 画面消去
- 1030 スタックモードにする (内部バッファの区切りごとに処理する)
- 1040 ダブルモードにする (全部の作図をしてからスクリーンに表示させる)
- 1080 バックグラウンドの色 (このプログラムでは青)
- 1090 コンソールの文字の色 (このプログラムでは白)
- 1120~1140 セグメントとIDブロックを開く
- 1170 ペイントパターンを決める (このプログラムでは塗りつぶし)

2-3-2 PLOTE3 (描画と再描画実行用パラメータ入力)

- 1290~1340 IDブロックとセグメントを閉じる
- 1370~1470 角度, 移動, 大きさの初期値
- 1520~1670 作図画面の色の変更
- 1690~2200 作図画面のX, Y, Zの三成分又は一部の成分を自動的に回転する
絶対値360度以上の数を入力すると等間隔で自動的に回転する
- 1850~1900 X, Y, Zの三成分の角度回転の計算 (プラス左回り, マイナス右回り)
- 1980 X, Y, Zの三成分の角度回転実行
- 1990 X, Y, Zの三成分の移動量実行
- 2000 X, Y, Zの三成分の拡大/縮小 (このプログラムでは三成分同倍率)
- 2060 参照点の設定
- 2070 投影面法線ベクトルの設定
- 2080 参照点と投影面の距離設定
- 2090 前面, 後面 (奥行き) の設定
- 2100 平行投影-視線ベクトルの設定
- 2110 投影面座標系の設定
- 2120 背面クリップを行う
- 2130 前面クリップを行う
- 2140 ローカルビューイングの許可
- 2240~2260 色, 角度, 移動量, 拡大/縮小の数を入力するとそれぞれ変更できる
色以外の数は整数でも実数でもよい, RETURNは最初の作図画面を表示する
数値を入力して約4秒で色, 角度, 移動, 拡大/縮小を変更し作図する
(メモリ使用量の大きさによって作図変更時間は変わる)
数字以外の文字を入力するとエラーとなり再入力メッセージが出る
AMPに100以上の数を入力すると最初から作図し直す
色と大きさ(NCOとAMP)に0を入力すると処理は終了する

2-3-3 GCLOSE

- 2360 バックグラウンドの色を黒にする
- 2380 コンソールの文字の色を白にする
- 2410 カーソルの位置を左上にする
- 2420 処理を終了する

2-3-4 PNORM, SYMBOL, NEWPEN, NEWCOL

2450~2590 トーラスを描く時のサブルーチン

2600~2680 文字を表示する時のサブルーチン (三次元用)

2690~2730 線の色の変更に使用するサブルーチン

2740~2780 面の色の変更に使用するサブルーチン

2-3-5 COLOR1, COLOR2, COLOR3, COLOR4, COLOR5,
COLOR6

2790~4710 カラー31色のパターンを作るサブルーチン

3. カラーサブルーチン31色のパターン21種類

COLOR	IC	31色の変化	COLOR	IC	31色の変化
1	0	黒-青-紫-赤	4	0	青-紫-赤
1	3	黒-緑-黄-赤	4	1	緑-黄-赤
2	0	黒-白	4	2	青-紫
2	1	黒-赤	4	3	緑-黄
2	2	黒-青	4	4	赤-紫
2	3	黒-緑	4	5	赤-黄
2	4	黒-紫	5	0	黒-赤-黄-白
2	5	黒-黄	5	1	黒-赤-黄
2	6	黒-空	6	0	黒-青-黄-赤
3	0	青-黒-赤	6	1	黒-青-緑-赤
3	3	緑-黒-赤			

資料1. 二次元のテストパターンプログラム (DEMO02)

```

0010*#RUN:L=APL/GC170/3DLIB:
0020*#ENTNAME=DEMO02
0030      PROGRAM DEMO02
0040C      FILE NAME / GC170 / DEMO02
0050C      TEST PATTERN SUBROUTINE PLOTE2
0060      PARAMETER XOB=-1280.0,YOB=-1024.0,XOL=1280.0,YOL=1024.0
0070      PARAMETER LX=6,LY=6,NX=31*LX,NY=15*LY,NSCR=1,NCOL=31
0080      PARAMETER NSCO=NSCR*5,NCOO=NCOL*5,LCOO=NCOL*4
0090      PARAMETER ISS1=1,KEY=-1,ISEQ=100,IDEV=1
0100      REAL*8 PARAM(5),DMATRIX(16)
0110      DIMENSION IPACK(NSCO),LUT(NCOO),ISEQ(6),LUTC(LCOO)
0120      DATA IPACK/1,NCOL,1,1,0/
0130      DATA PARAM/0.0,0.0,0.0,1.0,1.0/,ISEQ/2,1,1,0,2,2/
0140      DATA DMATRIX/1.,0.,0.,0.,0.,1.,0.,0.,0.,0.,1.,0.,0.,0.,0.,1./
0150C
0160      XL=XOL-XOB
0170      YL=YOL-YOB
0180      DX=XL/FLOAT(NX)
0190      DY=YL/FLOAT(NY)
0200      CALL COLOR5(0,ISS1,LUT)
0210C
0220      CALL GINT(IDEV,IDEV,1.0,0,IER)
0230      CALL GCSSS(1,1,IPACK,NCOL,LUT,IER)
0240 100  CONTINUE
0250      CALL PLOTB(KEY,ISEG)
0260      CALL GMATRIX(DMATRIX,PARAM,ISEQ,IER)
0270C
0280      DO 50 J=1,NY
0290      DO 50 I=1,NX
0300      X1=XOB+DX*FLOAT(I-1)
0310      Y1=YOB+DY*FLOAT(NY-J)
0320      J2=MOD(J-1,NY)+1
0330      I2=MOD(I-1,NX)+1
0340      CALL NEWPAT(J2)
0350      CALL NEWCOL(I2)
0360      CALL GRCTA(X1,Y1,X1+DX,Y1+DY,6,IER)
0370 50  CONTINUE
0380C
0390      CALL PLOTE2(KEY,ISEG,NCOL,ISS1,PARAM,ISEQ,DMATRIX,
0400      &          LUT,LUTC,XOB,YOB,XOL,YOL,*100)
0410      CALL GTRM(3,1,IER)
0420      STOP
0430      END
0440      SUBROUTINE PLOTB(KEY,ISEG)
0450      CALL GUIBEL(1,IER)
0460      CALL GERSVW(0,IER)
0470      CALL GSGCR(IER)
0480      CALL GSTCK(1,IER)
0490      CALL GDALV(1,IER)
0500      CALL GBCKC(0,0,0,IER)
0510      CALL GSELHL(0,IER)
0520      CALL GCRESG(ISEG,2,IER)
0530      CALL GOPNSG(ISEG,IER)
0540      CALL GCREID(1,1,KEY,IER)
0550      CALL GOPNID(1,IER)
0560      RETURN
0570      END
0580      SUBROUTINE PLOTE2(KEY,ISEG,NCOL,ISS1,PARAM,ISEQ,
0590      &          DMATRIX,LUT,LUTC,XOB,YOB,XOL,YOL,*)
0600      REAL*8 PARAM(1),DMATRIX(1)
0610      DIMENSION ISEQ(1),LUT(1),LUTC(1)
0620C

```

```

0630      CALL GCLSID( IER)
0640      CALL GCLSSG( IER)
0650      CALL GCREVD(1,1,2, IER)
0660      CALL GOPNVD(1, IER)
0670      CALL GCREPT(1, ISEG, 2, KEY, DMATRX, IER)
0680      CALL GCLSVD( IER)
0690C
0700  200  CONTINUE
0710      XL=XOL-XOB
0720      YL=YOL-YOB
0730      AMPX=1.0
0740      AMPY=1.0
0750      TXX=0.0
0760      TYY=0.0
0770      GO TO 220
0780  210  CONTINUE
0790C
0800      IF(NCO.EQ.1) CALL COLOR1( IC, ISS1, LUT)
0810      IF(NCO.EQ.2) CALL COLOR2( IC, ISS1, LUT)
0820      IF(NCO.EQ.3) CALL COLOR3( IC, ISS1, LUT)
0830      IF(NCO.EQ.4) CALL COLOR4( IC, ISS1, LUT)
0840      IF(NCO.EQ.5) CALL COLOR5( IC, ISS1, LUT)
0850      IF(NCO.EQ.6) CALL COLOR6( IC, ISS1, LUT)
0860C
0870      DO 10 I=1, NCOL
0880      IA=4*(I-1)
0890      IB=5*(I-1)
0900      LUTC(IA+1)=LUT( IB+1)
0910      LUTC(IA+2)=LUT( IB+3)
0920      LUTC(IA+3)=LUT( IB+4)
0930      LUTC(IA+4)=LUT( IB+5)
0940  10    CONTINUE
0950      CALL GCLUT( ISS1, 0, NCOL, LUTC, IER)
0960C
0970      I1=IXA-1
0980      I2=IYA
0990      AMPX=FLOAT( IXB)
1000      AMPY=FLOAT( IYB)
1010      TXX=-0.5*XL*(1.0-FLOAT(2*IXB-2*I1-1)/FLOAT( IXB))
1020      TYY=0.5*YL*(1.0-FLOAT(2*IYB-2*I2+1)/FLOAT( IYB))
1030  220  CONTINUE
1040C
1050      CALL GOPNVD(1, IER)
1060      CALL GDELPT(0, 1, IER)
1070      CALL GMATRX( DMATRX, PARAM, ISEQ, IER)
1080      CALL GCREPT(1, ISEG, 2, KEY, DMATRX, IER)
1090      CALL GTRNS( DMATRX, ISEQ, TXX, TYY, 0.0, IER)
1100      CALL GSCLE( DMATRX, ISEQ, AMPX, AMPY, 0.0, IER)
1110      CALL GCHGMX(4, 1, DMATRX, IER)
1120      CALL GVIEWS(0, IER)
1130      CALL GWINDOW(XOB, YOB, XOL, YOL, IER)
1140      CALL GVPORT(0, 0, 1279, 1023, IER)
1150      CALL GVIEWS(1, IER)
1160      CALL GCLSVD( IER)
1170      CALL GSTCK(0, IER)
1180      CALL GNWFR(1, 1, IER)
1190      CALL GCNVW(1, IER)
1200      CALL GUIBEL(2, IER)
1210C
1220  240  PRINT, 'COLOR, IC, IXA, IXB, IYA, IYB, ',
1230      &      'IB<0 END, IB>100 NEXT, RETURN=SAME'
1240      READ(5, *, ERR=240, END=200) NCO, IC, IXA, IXB, IYA, IYB

```



```

1250     IF (IXB.LE.0.OR.IYB.LE.0) GO TO 300
1260     IF (IXB.GE.100.OR.IYB.GE.100) RETURN 1
1270     IF (IXB.GE.1.OR.IYB.GE.1) GO TO 210
1280 300 CONTINUE
1290     RETURN
1300     END
1310     SUBROUTINE NEWPAT(J)
1320     J1=MOD(J-1,15)+1
1330     CALL GCHGPP(J1,IER)
1340     RETURN
1350     END
1360     SUBROUTINE NEWCOL(I)
1370     I1=MOD(I-1,31)+1
1380     CALL GCHGPC(I1,IER)
1390     RETURN
1400     END
1410     SUBROUTINE SYMBOL(X,Y,YH,MTEX,TH,N)
1420     CHARACTER*60 MTEX
1430     IDEF=INT(YH)+INT(ABS(TH))+1
1440     XH=2.0*YH/3.0
1450     XS=5.0*YH/6.0
1460     CALL GDFTX(IDEF,XH,YH,TH,1,XS,0.0,1,IER)
1470     CALL GTX2A(IDEF,X,Y,N,MTEX,IER)
1480     RETURN
1490     END
1500     SUBROUTINE COLOR1(IC,ISS1,LUT)
1510     DIMENSION LUT(1)
1520     LUT(1)=1
1530     LUT(2)=ISS1
1540     LUT(3)=0
1550     LUT(4)=0
1560     LUT(5)=0
1570     DO 2 I=1,10
1580     K=I+1
1590     I1=1+5*(K-1)
1600     LUT(I1)=K
1610     LUT(I1+1)=ISS1
1620     LUT(I1+2)=0
1630     LUT(I1+3)=3*I+1
1640     LUT(I1+4)=0
1650     IF (IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
1660     IF (IC.EQ.3) LUT(I1+4)=3*I+1
1670 2 CONTINUE
1680     DO 4 I=1,10
1690     K=I+11
1700     I1=1+5*(K-1)
1710     LUT(I1)=K
1720     LUT(I1+1)=ISS1
1730     LUT(I1+2)=3*I+1
1740     LUT(I1+3)=31
1750     LUT(I1+4)=0
1760     IF (IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
1770     IF (IC.EQ.3) LUT(I1+4)=31
1780 4 CONTINUE
1790     DO 6 I=1,10
1800     K=I+21
1810     I1=1+5*(K-1)
1820     LUT(I1)=K
1830     LUT(I1+1)=ISS1
1840     LUT(I1+2)=31
1850     LUT(I1+3)=30-3*I
1860     LUT(I1+4)=0

```

```
1870      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
1880      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=30-3*I
1890      6 CONTINUE
1900      RETURN
1910      END
1920      SUBROUTINE COLOR2(IC,ISS1,LUT)
1930      DIMENSION LUT(1)
1940      DO 2 I=1,31
1950          I1=1+5*(I-1)
1960          LUT(I1)=I
1970          LUT(I1+1)=ISS1
1980          LUT(I1+2)=I
1990          LUT(I1+3)=I
2000          LUT(I1+4)=I
2010          IF(IC.EQ.1) LUT(I1+2)=I
2020          IF(IC.EQ.1) LUT(I1+3)=0
2030          IF(IC.EQ.1) LUT(I1+4)=0
2040          IF(IC.EQ.2) LUT(I1+2)=0
2050          IF(IC.EQ.2) LUT(I1+3)=I
2060          IF(IC.EQ.2) LUT(I1+4)=0
2070          IF(IC.EQ.3) LUT(I1+2)=0
2080          IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
2090          IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=I
2100          IF(IC.EQ.4) LUT(I1+2)=I
2110          IF(IC.EQ.4) LUT(I1+3)=I
2120          IF(IC.EQ.4) LUT(I1+4)=0
2130          IF(IC.EQ.5) LUT(I1+2)=I
2140          IF(IC.EQ.5) LUT(I1+3)=0
2150          IF(IC.EQ.5) LUT(I1+4)=I
2160          IF(IC.EQ.6) LUT(I1+2)=0
2170          IF(IC.EQ.6) LUT(I1+3)=I
2180          IF(IC.EQ.6) LUT(I1+4)=I
2190      2 CONTINUE
2200      RETURN
2210      END
```

資料2. 三次元のトーラス表面図プログラム (DEMO03)

```

0010*#RUN:LIBRARY=APL/GC170/3DLIB:
0020*#ENTNAME=DEMO03
0030      PROGRAM DEMO03
0040C     FILE NAME / GC170 / DEMO032
0050C     SUBROUTINE PLOTE3 TORUS
0060      PARAMETER (X0B=-1280.0,Y0B=-1024.0,X0L=1280.0,Y0L=1024.0)
0070      PARAMETER (XBA=0.0,YBA=0.0,ZBA=0.0)
0080      PARAMETER (XA=0.0,YA=0.0,ZA=0.0,RA=400.0,RB=100.0)
0090      PARAMETER (XNN=1.0,YNN=0.0,ZNN=0.0)
0100      PARAMETER (NA=36,NB=24, NSCR=1,NCOL=31)
0110      PARAMETER (NSC0=NSCR*5,NCO0=NCOL*5,LC00=NCOL*4)
0120      PARAMETER (ISS1=1,KEY=-1,ISEG=32,IDEV=1)
0130      REAL*8 PARAM(9),DMAT(16)
0140      DIMENSION LUT(NCO0),LUTC(LCO0)
0150      DIMENSION IPACK(NSC0),LUTL(16),LUTP(20),ISEQ(10)
0160      DATA DMAT/1.,0.,0.,0.,0.,1.,0.,0.,0.,0.,1.,0.,0.,0.,0.,1./
0170      DATA PARAM/0.,0.,0.,0.,0.,0.,1.,1.,1./
0180      DATA IPACK/1,NCOL,0,1,0/,ISEQ/3,5,5,5,1,2,3,4,4,4/
0190      DATA LUTL/1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8/
0200      DATA LUTP/1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10/
0210C
0220      CALL COLOR5(0,ISS1,LUT)
0230      CALL GINT(IDEV,IDEV,1.0,1,IER)
0240      CALL GCSSS(1,1,IPACK,NCOL,LUT,IER)
0250      CALL GLLUT(1,8,LUTL,IER)
0260      CALL GPLUT(1,10,LUTP,IER)
0270C
0280 100 CONTINUE
0290      CALL PLOTB(KEY,ISEG)
0300      CALL GBASE(XBA,YBA,ZBA,IER)
0310      CALL GMATRX(DMAT,PARAM,ISEQ,IER)
0320C
0330      PI=3.1415926
0340      TH0=2.0*PI/FLOAT(NA)
0350      AL0=2.0*PI/FLOAT(NB)
0360C
0370      DO 30 J=1,NB
0380      AL1=AL0*FLOAT(J-1)
0390      AL2=AL0*FLOAT(J)
0400      SO1=RB*SIN(AL1)
0410      SO2=RB*SIN(AL2)
0420      CO1=RB*COS(AL1)
0430      CO2=RB*COS(AL2)
0440      Y1=0.5*YA+RB*SIN(AL1)
0450      Y2=0.5*YA+RB*SIN(AL2)
0460      R1=RA+CO1
0470      R2=RA+CO2
0480      DO 30 I=1,NA
0490      TH1=TH0*FLOAT(I-1)
0500      TH2=TH0*FLOAT(I)
0510      X1=XA+R1*COS(TH1)
0520      X2=XA+R1*COS(TH2)
0530      X3=XA+R2*COS(TH1)
0540      X4=XA+R2*COS(TH2)
0550      Z1=ZA+R1*SIN(TH1)
0560      Z2=ZA+R1*SIN(TH2)
0570      Z3=ZA+R2*SIN(TH1)
0580      Z4=ZA+R2*SIN(TH2)
0590      XR1=X2-X1
0600      YR1=Y1-Y2
0610      ZR1=Z2-Z1
0620      XR2=X4-X1

```

```

0630      YR2=Y2-Y1
0640      ZR2=Z4-Z1
0650      CALL PNORM(XR1,YR1,ZR1,XR2,YR2,ZR2,XN,YN,ZN,IAR)
0660      AL=XN*XNN+YN*YNN+ZN*ZNN
0670      IAL=IFIX(15.0*(AL+1.0))+1
0680      IF(IAL.LT.1) IAL=1
0690      IF(IAL.GT.NCOL) IAL=NCOL
0700      CALL NEWPEN(IAL)
0710      CALL NEWCOL(IAL)
0720      IF(IAR.EQ.0) CALL GSRFR(X1,Y1,Z1,X2,Y1,Z2,X4,Y2,Z4,2,IER)
0730      XR1=X4-X1
0740      YR1=Y2-Y1
0750      ZR1=Z4-Z1
0760      XR2=X3-X1
0770      YR2=Y2-Y1
0780      ZR2=Z3-Z1
0790      CALL PNORM(XR1,YR1,ZR1,XR2,YR2,ZR2,XN,YN,ZN,IAR)
0800      AL=XN*XNN+YN*YNN+ZN*ZNN
0810      IAL=IFIX(15.0*(AL+1.0))+1
0820      IF(IAL.LT.1) IAL=1
0830      IF(IAL.GT.NCOL) IAL=NCOL
0840      CALL NEWPEN(IAL)
0850      CALL NEWCOL(IAL)
0860      IF(IAR.EQ.0) CALL GSRFR(X1,Y1,Z1,X4,Y2,Z4,X3,Y2,Z3,2,IER)
0870      CALL NEWPEN(3)
0880      CALL GLN3R(X1,Y1,Z1,X2,Y1,Z2,IER)
0890      CALL GLN3R(X2,Y1,Z2,X4,Y2,Z4,IER)
0900      CALL NEWPEN(2)
0910      CALL GLN3R(X4,Y2,Z4,X3,Y2,Z3,IER)
0920      CALL GLN3R(X3,Y2,Z3,X1,Y1,Z1,IER)
0930  30  CONTINUE
0940C
0950      CALL PLOTE3(KEY,ISEG,ISS1,NCOL,PARAM,ISEQ,DMAT,LUT,LUTC,*100)
0960      CALL GCLOSE
0970      STOP
0980      END
0990      SUBROUTINE PLOTB(KEY,ISEG)
1000      CALL GUIBEL(1,IER)
1010      CALL GERSVW(0,IER)
1020      CALL GSGCR(IER)
1030      CALL GSTCK(1,IER)
1040      CALL GDALV(1,IER)
1050      CALL GRFCN(0,1,IER)
1060      CALL GCNVW(0,IER)
1070      CALL GSELHL(0,IER)
1080      CALL GBCKC(0,11,0,IER)
1090      CALL GCSLC(31,31,31,IER)
1100      CALL GDPCN(0,IER)
1110      CALL GCNLY(24,IER)
1120      CALL GCRESG(ISEG,3,IER)
1130      CALL GOPNSG(ISEG,IER)
1140      CALL GCREID(4,256,KEY,IER)
1150      CALL GSTCL(0,3,4,3,IER)
1160      CALL GSTPC(0,3,4,3,IER)
1170      CALL GSTPP(0,3,4,7,IER)
1180      CALL GOPNID(4,IER)
1190      RETURN
1200      END
1210      SUBROUTINE PLOTE3(KEY,ISEG,ISS1,NCOL,PARAM,ISEQ,DMAT,LUT,LUTC,*)
1220      REAL*8 PARAM(1),DMAT(1)
1230      DIMENSION ISEQ(1),ISEQR(4),LUT(1),LUTC(1)
1240      ISEQR(1)=ISEQ(1)

```

```

1250      ISEQR(2)=ISEQ(5)
1260      ISEQR(3)=ISEQ(6)
1270      ISEQR(4)=ISEQ(7)
1280C
1290      CALL GCLSID(1ER)
1300      CALL GCLSSG(1ER)
1310      CALL GCREVD(1,1,3,1ER)
1320      CALL GOPNVD(1,1ER)
1330      CALL GCREPT(10,ISEG,6,KEY,DMAT,1ER)
1340      CALL GCLSVD(1ER)
1350C
1360  200  CONTINUE
1370      RX=0.0
1380      RY=0.0
1390      RZ=0.0
1400      TX=0.0
1410      TY=0.0
1420      TZ=0.0
1430      AMP=1.0
1440      BRX=RX
1450      BRY=RY
1460      BRZ=RZ
1470      BAMP=AMP
1480C
1490      GO TO 220
1500  210  CONTINUE
1510C
1520      IF(NOC.EQ.1) CALL COLOR1(IC,ISS1,LUT)
1530      IF(NOC.EQ.2) CALL COLOR2(IC,ISS1,LUT)
1540      IF(NOC.EQ.3) CALL COLOR3(IC,ISS1,LUT)
1550      IF(NOC.EQ.4) CALL COLOR4(IC,ISS1,LUT)
1560      IF(NOC.EQ.5) CALL COLOR5(IC,ISS1,LUT)
1570      IF(NOC.EQ.6) CALL COLOR6(IC,ISS1,LUT)
1580C
1590      DO 10 I=1,NCOL
1600      IA=4*(I-1)
1610      IB=5*(I-1)
1620      LUTC(IA+1)=LUT(IB+1)
1630      LUTC(IA+2)=LUT(IB+3)
1640      LUTC(IA+3)=LUT(IB+4)
1650      LUTC(IA+4)=LUT(IB+5)
1660  10    CONTINUE
1670      CALL GCLUT(ISS1,0,NCOL,LUTC,1ER)
1680C
1690      BRX=RX
1700      BRY=RY
1710      BRZ=RZ
1720      BAMP=AMP
1730C
1740  220  CONTINUE
1750C
1760      RR=AMAX1(ABS(RX),ABS(RY),ABS(RZ))
1770      IF(ABS(RR-400.0).LT.3.0) RR=403.0
1780      IRB=INT(360.0/(RR-400.0))
1790      IRA=MIN0(IRB,120)
1800      IRA=MAX0(IRB,1)
1810      IF(ABS(RX).LT.360.0.AND.ABS(RY).LT.360.0.AND.
1820  &     ABS(RZ).LT.360.0.AND.AMP.LT.3.0) IRA=1
1830C
1840      DO 20 J=1,IRA
1850      IF(BRX.GT.360.0) RX=360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)
1860      IF(BRY.GT.360.0) RY=360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)

```

```

1870      IF (BRZ.GT.360.0) RZ=360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)
1880      IF (BRX.LT.-360.0) RX=-360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)
1890      IF (BRY.LT.-360.0) RY=-360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)
1900      IF (BRZ.LT.-360.0) RZ=-360.0/FLOAT(IRA)*FLOAT(J)
1910C*    IF (BAMP.GT.3.0) AMP=2.0/FLOAT(IRA*1)*FLOAT(J)
1920C
1930C*    CALL GCNVW(0,IER)
1940      CALL GOPNVD(1,IER)
1950      CALL GDELPT(0,10,IER)
1960      CALL GMATRX(DMAT,PARAM,ISEQ,IER)
1970      CALL GCREPT(10,ISEQ,6,KEY,DMAT,IER)
1980      CALL GROT(T,DMAT,ISEQ,RX,RY,RZ,IER)
1990      CALL GTRNS(DMAT,ISEQ,TX,TY,TZ,IER)
2000      CALL GSCLE(DMAT,ISEQ,AMP,AMP,AMP,IER)
2010      CALL GCHGMX(8,10,DMAT,IER)
2020      CALL GSTHL(0,1,1,0,IER)
2030      CALL GVIEWS(0,IER)
2040      CALL GWINDW(-1280.,-1024.,1280.,1024.,IER)
2050      CALL GVPORT(0,0,1279,1023,IER)
2060      CALL GREFPT(0.,0.,-1000.,IER)
2070      CALL GVPLN(0.,0.,1.,IER)
2080      CALL GVPLPO(1000.,IER)
2090      CALL GDEPTH(-2000.,2000.,IER)
2100      CALL GPRJCT(0,0,0,1,IER)
2110      CALL GVVUP(0.,1.,0.,IER)
2120      CALL GCLPR(1,IER)
2130      CALL GCLPF(1,IER)
2140      CALL GENAVW(1,IER)
2150      CALL GVIEWS(1,IER)
2160      CALL GCLSVD(IER)
2170      CALL GSTCK(0,IER)
2180      CALL GNWFR(1,1,IER)
2190C*    CALL GCNVW(1,IER)
2200      20 CONTINUE
2210C
2220      CALL GUIBEL(2,IER)
2230C
2240      240 PRINT,' COLOR,IC,RX,RY,RZ,TX,TY,TZ,AMP ',
2250      & 'RX RY RZ>360 CONTROL, AMP<0 END, RETURN=SAME'
2260      READ(5,*,ERR=240,END=200) NOC,IC,RX,RY,RZ,TX,TY,TZ,AMP
2270C
2280      IF (AMP.LE.0.0001.AND.NOC.LE.0) GO TO 300
2290      IF (AMP.GE.100.0) RETURN 1
2300      IF (AMP.GE.0.01) GO TO 210
2310C
2320      300 CONTINUE
2330      RETURN
2340      END
2350      SUBROUTINE GCLOSE
2360      CALL GBCKC(0,0,0,IER)
2370      CALL GSYSC(0,0,0,IER)
2380      CALL GCSLC(31,31,31,IER)
2390      CALL GCNLY(0,IER)
2400      CALL GCNSEL(0,IER)
2410      CALL GCHOME(1,IER)
2420      CALL GTRM(3,1,IER)
2430      RETURN
2440      END
2450      SUBROUTINE PNORM(X1,Y1,Z1,X2,Y2,Z2,X3,Y3,Z3, IAR)
2460      IAR=0
2470      EP1=1.0E-10
2480      X3=Y1*Z2-Z1*Y2

```

```

2490      Y3=Z1*X2-X1*Z2
2500      Z3=X1*Y2-Y1*X2
2510      A=SQRT(X3*X3+Y3*Y3+Z3*Z3)
2520      IF(A.LT.EP1) IAR=1
2530      IF(A.LT.EP1) A1=0.0
2540      IF(A.GE.EP1) A1=1.0/A
2550      X3=X3*A1
2560      Y3=Y3*A1
2570      Z3=Z3*A1
2580      RETURN
2590      END
2600      SUBROUTINE SYMBOL(X,Y,Z,YH,MTEX,TH,N)
2610      CHARACTER*60 MTEX
2620      IDEF=INT(YH)+INT(ABS(TH))+1
2630      XH=2.0*YH/3.0
2640      XS=5.0*YH/6.0
2650      CALL GDFTX(IDEF,XH,YH,TH,1,XS,0.0,1,IER)
2660      CALL GTX3R(IDEF,X,Y,Z,N,MTEX,IER)
2670      RETURN
2680      END
2690      SUBROUTINE NEWPEN(I)
2700      I1=MOD(I-1,31)+1
2710      CALL GCHGCL(I1,IER)
2720      RETURN
2730      END
2740      SUBROUTINE NEWCOL(I)
2750      I1=MOD(I-1,31)+1
2760      CALL GCHGPC(I1,IER)
2770      RETURN
2780      END
2790      SUBROUTINE COLORI(IC,ISS1,LUT)
2800      DIMENSION LUT(1)
2810      LUT(1)=1
2820      LUT(2)=ISS1
2830      LUT(3)=0
2840      LUT(4)=0
2850      LUT(5)=0
2860      DO 2 I=1,10
2870      K=I+1
2880      I1=1+5*(K-1)
2890      LUT(I1)=K
2900      LUT(I1+1)=ISS1
2910      LUT(I1+2)=0
2920      LUT(I1+3)=3*I+1
2930      LUT(I1+4)=0
2940      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
2950      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=3*I+1
2960      2 CONTINUE
2970      DO 4 I=1,10
2980      K=I+11
2990      I1=1+5*(K-1)
3000      LUT(I1)=K
3010      LUT(I1+1)=ISS1
3020      LUT(I1+2)=3*I+1
3030      LUT(I1+3)=31
3040      LUT(I1+4)=0
3050      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
3060      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=31
3070      4 CONTINUE
3080      DO 6 I=1,10
3090      K=I+21
3100      I1=1+5*(K-1)

```

100

```
3110      LUT(I1)=K
3120      LUT(I1+1)=ISS1
3130      LUT(I1+2)=31
3140      LUT(I1+3)=30-3*I
3150      LUT(I1+4)=0
3160      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
3170      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=30-3*I
3180  6    CONTINUE
3190      RETURN
3200      END
3210      SUBROUTINE COLOR2(IC,ISS1,LUT)
3220      DIMENSION LUT(1)
3230      DO 2 I=1,31
3240          I1=1+5*(I-1)
3250          LUT(I1)=I
3260          LUT(I1+1)=ISS1
3270          IR=I
3280          IB=I
3290          IG=I
3300          IF(IC.EQ.1) IR=I
3310          IF(IC.EQ.1) IB=0
3320          IF(IC.EQ.1) IG=0
3330          IF(IC.EQ.2) IR=0
3340          IF(IC.EQ.2) IB=I
3350          IF(IC.EQ.2) IG=0
3360          IF(IC.EQ.3) IR=0
3370          IF(IC.EQ.3) IB=0
3380          IF(IC.EQ.3) IG=I
3390          IF(IC.EQ.4) IR=I
3400          IF(IC.EQ.4) IB=I
3410          IF(IC.EQ.4) IG=0
3420          IF(IC.EQ.5) IR=I
3430          IF(IC.EQ.5) IB=0
3440          IF(IC.EQ.5) IG=I
3450          IF(IC.EQ.6) IR=0
3460          IF(IC.EQ.6) IB=I
3470          IF(IC.EQ.6) IG=I
3480          LUT(I1+2)=IR
3490          LUT(I1+3)=IB
3500          LUT(I1+4)=IG
3510  2    CONTINUE
3520      RETURN
3530      END
3540      SUBROUTINE COLOR3(IC,ISS1,LUT)
3550      DIMENSION LUT(1)
3560      K=16
3570      I1=1+5*(K-1)
3580      LUT(I1)=K
3590      LUT(I1+1)=ISS1
3600      LUT(I1+2)=0
3610      LUT(I1+3)=0
3620      LUT(I1+4)=0
3630      DO 2 I=1,15
3640          K=I+16
3650          I1=1+5*(K-1)
3660          LUT(I1)=K
3670          LUT(I1+1)=ISS1
3680          LUT(I1+2)=2*I+1
3690          LUT(I1+3)=0
3700          LUT(I1+4)=0
3710  2    CONTINUE
3720      DO 4 I=1,15
```



```

3730      K=16-1
3740      I1=1+5*(K-1)
3750      LUT(I1)=K
3760      LUT(I1+1)=ISS1
3770      LUT(I1+2)=0
3780      LUT(I1+3)=2*I+1
3790      LUT(I1+4)=0
3800      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
3810      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=2*I+1
3820  4   CONTINUE
3830      RETURN
3840      END
3850      SUBROUTINE COLOR4(IC,ISS1,LUT)
3860      DIMENSION LUT(1)
3870      DO 4 I=1,31
3880      I1=1+5*(I-1)
3890      LUT(I1)=I
3900      LUT(I1+1)=ISS1
3910      LUT(I1+2)=I
3920      LUT(I1+3)=32-I
3930      LUT(I1+4)=0
3940      IF(IC.EQ.1) LUT(I1+3)=0
3950      IF(IC.EQ.1) LUT(I1+4)=32-I
3960      IF(IC.EQ.2) LUT(I1+3)=31
3970      IF(IC.EQ.2) LUT(I1+4)=0
3980      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+3)=0
3990      IF(IC.EQ.3) LUT(I1+4)=31
4000      IF(IC.EQ.4) LUT(I1+2)=31
4010      IF(IC.EQ.4) LUT(I1+3)=I
4020      IF(IC.EQ.4) LUT(I1+4)=0
4030      IF(IC.EQ.5) LUT(I1+2)=31
4040      IF(IC.EQ.5) LUT(I1+3)=0
4050      IF(IC.EQ.5) LUT(I1+4)=I
4060  4   CONTINUE
4070      RETURN
4080      END
4090      SUBROUTINE COLOR5(IC,ISS1,LUT)
4100      DIMENSION LUT(1)
4110      DO 4 I=1,31
4120      I1=1+5*(I-1)
4130      LUT(I1)=I
4140      LUT(I1+1)=ISS1
4150      IR=0
4160      IB=0
4170      IG=0
4180      IF(I.GE.1.AND.I.LE.11) IR=3*I-2
4190      IF(I.GT.11) IR=31
4200      IF(I.GE.11.AND.I.LE.21) IG=3*I-32
4210      IF(I.GT.21) IG=31
4220      IF(I.GE.21.AND.I.LE.31) IB=3*I-62
4230      IF(I.GT.31) IB=31
4240      IF(IC.EQ.0) GO TO 6
4250      IF(I.GE.1.AND.I.LE.16) IR=2*I-1
4260      IF(I.GT.16) IR=31
4270      IF(I.GE.16.AND.I.LE.31) IG=2*I-31
4280      IF(I.GT.31) IG=31
4290      IB=0
4300  6   CONTINUE
4310      LUT(I1+2)=IR
4320      LUT(I1+3)=IB
4330      LUT(I1+4)=IG
4340  4   CONTINUE

```

1 0 2

```
4350     RETURN
4360     END
4370     SUBROUTINE COLOR6(IC,ISS1,LUT)
4380     DIMENSION LUT(1)
4390     DO 4 I=1,31
4400       I1=1+5*(I-1)
4410       LUT(I1)=I
4420       LUT(I1+1)=ISS1
4430       IR=0
4440       IB=0
4450       IG=0
4460       IF(I.GT.13.AND.I.LE.19) IR=5*I-64
4470       IF(I.GT.19) IR=31
4480       IF(I.GT.7.AND.I.LE.13) IG=5*I-34
4490       IF(I.GT.13.AND.I.LE.25) IG=31
4500       IF(I.GT.25.AND.I.LT.31) IG=156-5*I
4510       IF(I.GE.31) IG=0
4520       IF(I.GT.1.AND.I.LE.7) IB=5*I-4
4530       IF(I.GT.7.AND.I.LE.19) IB=31
4540       IF(I.GT.19.AND.I.LT.25) IB=126-5*I
4550       IF(I.GE.25) IB=0
4560       IF(IC.EQ.0) GO TO 6
4570       IR=0
4580       IB=0
4590       IF(I.GT.19.AND.I.LE.25) IR=5*I-94
4600       IF(I.GT.25) IR=31
4610       IF(I.GT.1.AND.I.LE.7) IB=5*I-4
4620       IF(I.GT.7.AND.I.LE.13) IB=31
4630       IF(I.GT.13.AND.I.LT.19) IB=96-5*I
4640       IF(I.GE.19) IB=0
4650     6 CONTINUE
4660       LUT(I1+2)=IR
4670       LUT(I1+3)=IB
4680       LUT(I1+4)=IG
4690     4 CONTINUE
4700     RETURN
4710     END
```