

# 24 物体をリアルに表現する方法~物体描画における三要素~

## How to represent objects realistically

### Abstract

We try to visualize 3D objects on a computer screen by using a programming language "decimal basic". Then it's essential that we use vectors in our research. To express 3D objects 2D, we need the X,Y and Z coordinates of the objects and the points of view. Based on these conditions, we will make a formula that shows how the objects are expressed on the XY plane when we set the Z coordinate 0. Also, to avoid troubles in the research, we will do "hidden surface removal" which we remove the parts we can't see and add a concept of light, we can express their shadows and shade surfaces. So far, we have made several pots on which we have printed patterns on their surfaces using the two processes described above, in this way we can simulate how they are seen in the real world.

### 目的

三次元空間における物体をプログラムで出力することによってどんな物体でも描画することが可能になる。本研究では、プログラミング言語「十進BASIC」を用いて三次元空間の物体を二次元（スクリーン上）に落とし込んで出力することを目指す。特に、曲線の回転によって描かれる回転体の出力を行うことを目的とする。

### 方法

そもそも、三次元空間における物体を構成する主な三要素というものがある。三要素というのは物体の輪郭、物体表面の陰、物体の地面にうつす影である。この三要素が揃えば、物体をリアルに表現することができる。これをプログラミング言語「十進BASIC」を用いて出力する。

#### i) 物体の輪郭

物体の輪郭というのは物体の概形を決めるということにおいては最も重要な要素だろう。三次元空間における物体をまずスクリーンという二次元上に落とし込む作業が必要である。それにより物体の座標を三次元空間から二次元空間に落とし込んでから媒介変数表示を用いて立体を出力する。物体というのは曲線と直線からなり、どちらも点の集合であることは自明である。

#### ii) 物体表面の陰

ある方向から太陽光線が当たるとき必ず物体には陰の濃い部分と、薄い部分が存在する。これは太陽光線が点に入射する角度に依存する。濃淡値を定義し、どのような物体でも陰を作ることができる。今、平面 $\pi$ に入射角 $\theta$ の「平行光線が当たっているとする。このとき、平面 $\pi$ の明るさは平面 $\pi$ に入射角 $0^\circ$ で平行光線が当たっているときの平面 $\pi$ の明るさを基準としたときの $\cos \theta$ 倍である。

( $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ )

#### iii) 物体の地面にうつす影

光源というものがある限り、物体には影ができる。影というのはXYZ空間において太陽光線を方向ベクトル $\vec{d} = (p,q,r)$ として、物体のある一点P (a,b,c)の影を点P'で表すとす。また点P'をZ軸上の高さhの点E (0,h,-d)からみると、点P'がスクリーン上の点Q (x,y,0)として表示される。ただしこのとき $x=d(aq-bp)/dq+cq-br, y=h(cq-br)/dq+cq-br$ である。

### 結果

現状において、壺の作成に取り組んでいる。壺の輪郭、陰面処理などに関しては出力済みである。しかしながら、物体表面の濃淡を出力しようとした際に本来出力されるべき像がスクリーン上に出力されないことがある。それが現状の課題点である。図2では完全に出力されているが図3のように本来は左右対称に物体表面の陰が出力されるはずなのだが左右非対称に出力されてしまっている。

### 考察

上記の結果が起こった原因として考えられるのは作成したプログラムにおいて、特に陰面処理のプログラム命令が間違っているのではないだろうか。原因については深く追求していきたい。

### 結論

壺のような複雑な曲線を回転させてできる立体に関しては出力が完全に行われていないが、図1のような単純な曲線や直線の回転によって描かれる円柱や円錐、回転楕円体または直線によって作られる立方体の完全な出力はできている。複雑な曲線の回転体においてもさらに深く研究し、アルゴリズムを確立することが可能である。

### 参考文献

- Arthur Appel(1968) Some techniques for shading machine renderings of solids p1,p8
- Chikara Matsunaga(2012) Unified Optional Computation for 2D/3D Geometric Transformation
- Hiroko Nagao Tokuji Hayashi(2004) Perspective and Spatial Awareness Program p1
- Pazovsky (1968) Perspective as a symbolic form

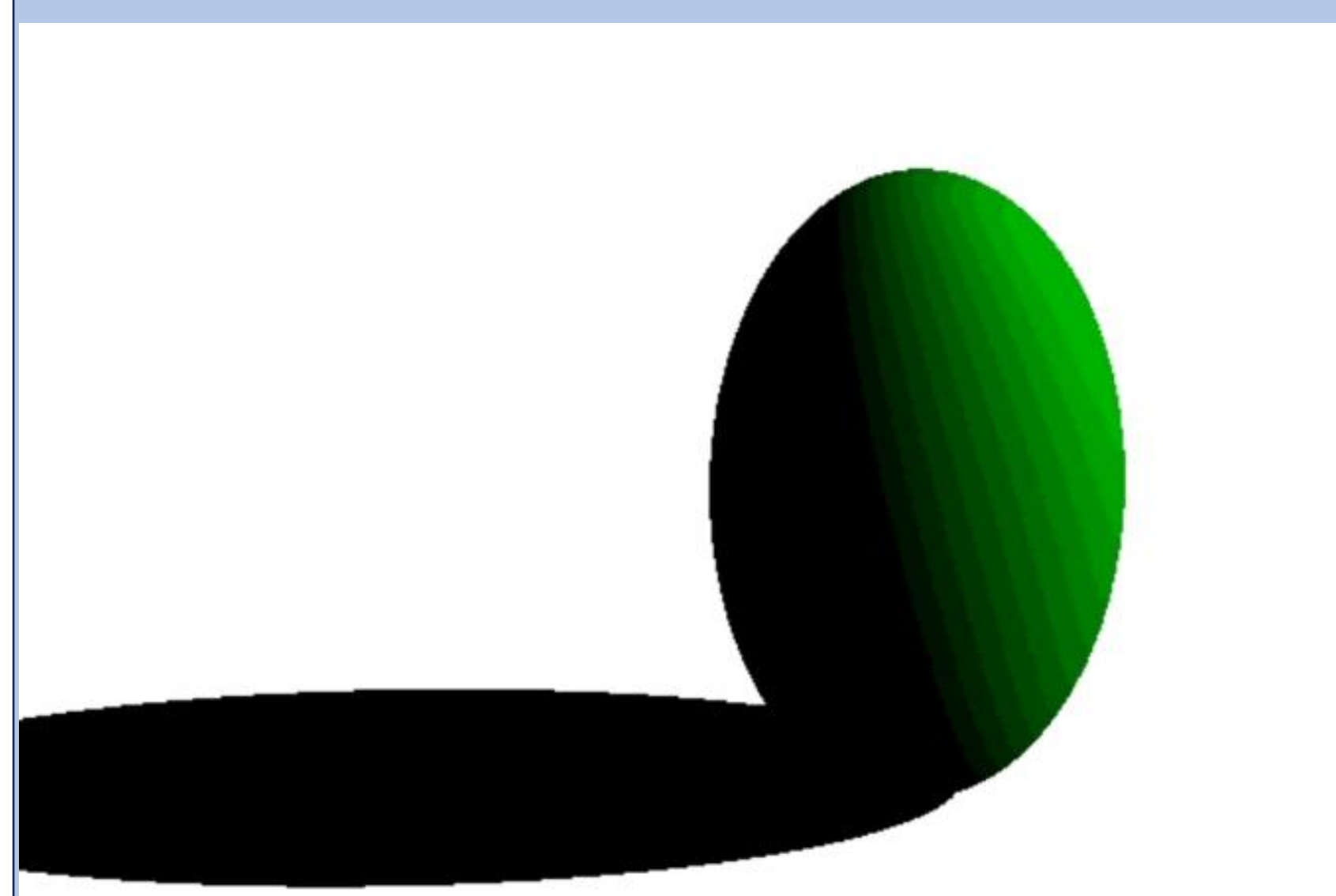
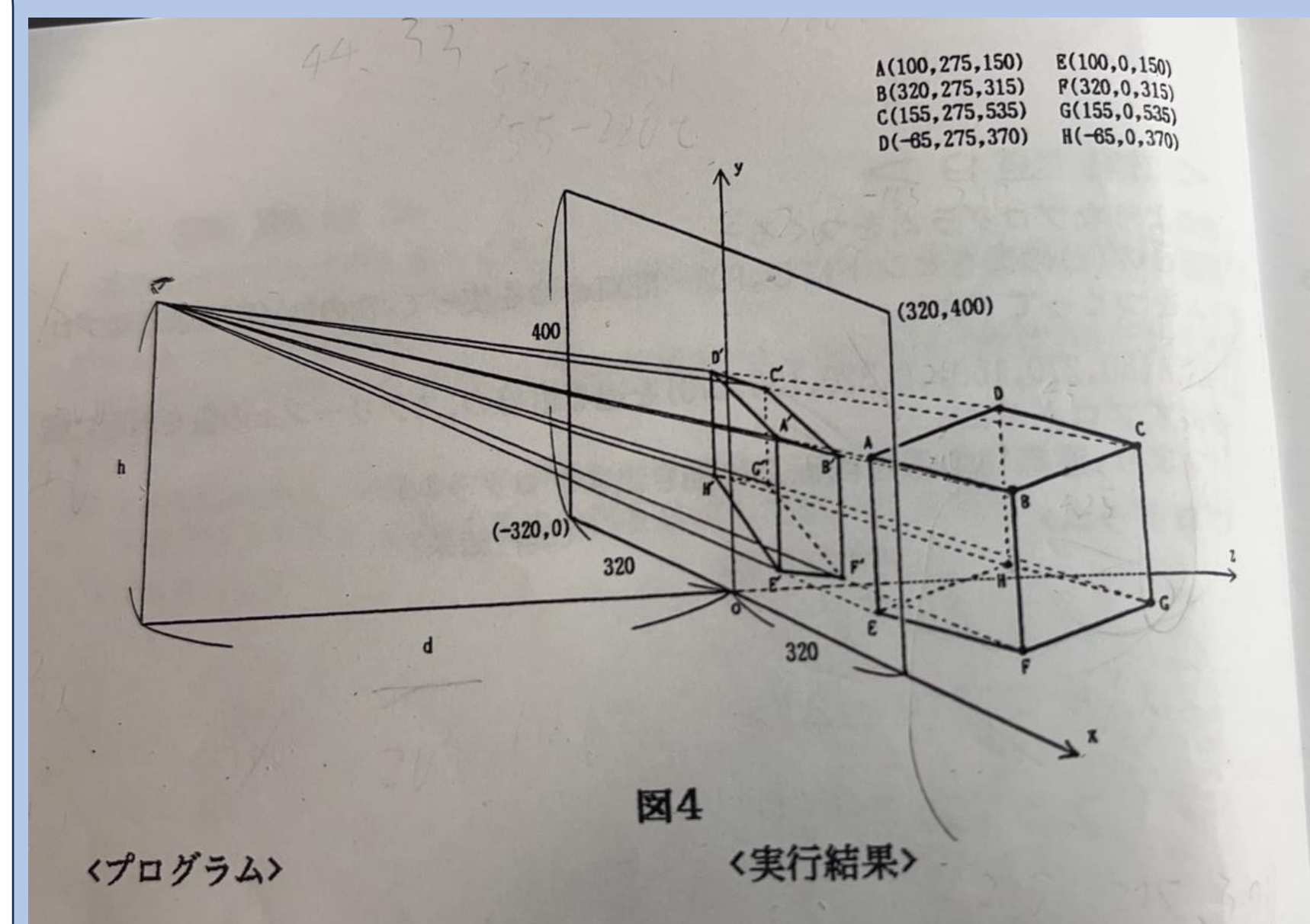


図1

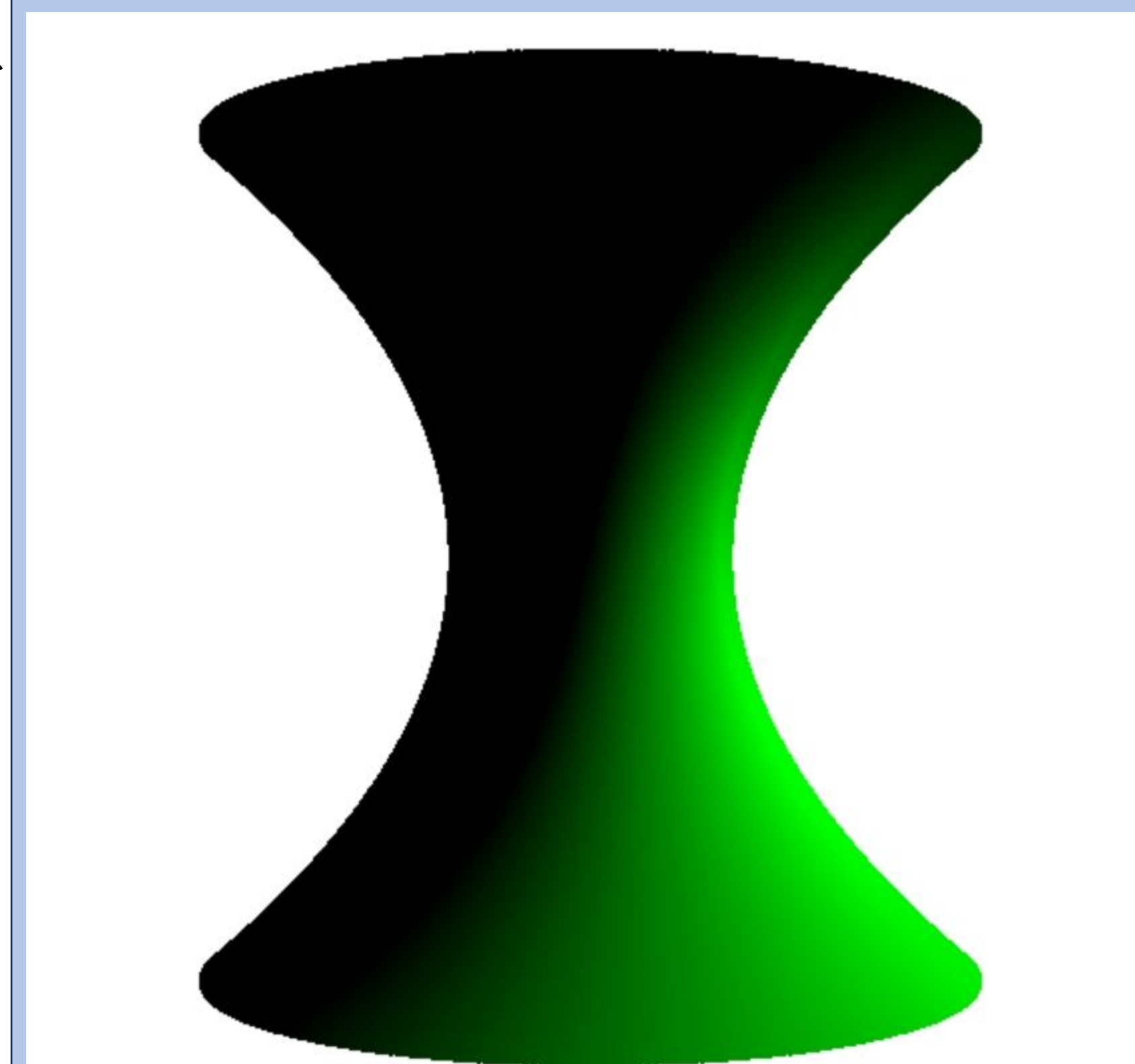


図2

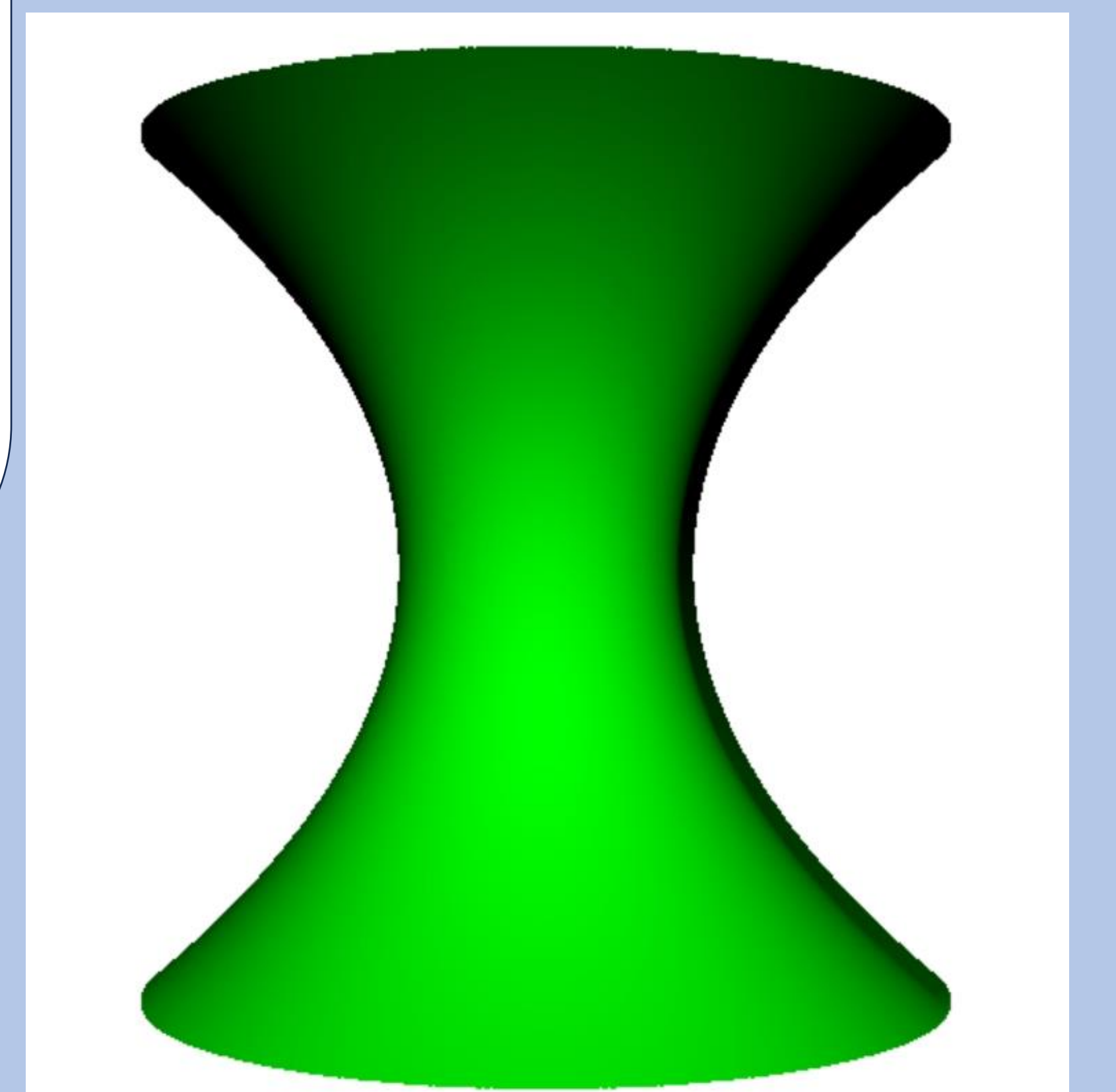


図3