

●大学受験数学のための Mathematica講座

【使い方】

私にとって一番重要な使い道はグラフをかき、それをイラストレータにとりこんで加工することです。なお、Mathematicaはパレットから選ぶ方法もありますが、Mathematicaのバージョンが違うファイルをもらうとうまく動かなかったりしますので、私はすべてコマンドで打ち込んでいきます。大学受験数学で必要なコマンドは多くはありません。

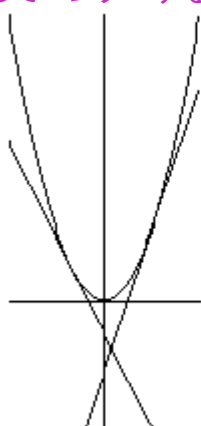
(1) 平面グラフを描く

```
f[t_, u_] := Plot[{x^2, 2t x - t^2, 2 u x - u^2},
{x, -3, 3}, PlotPoints -> 100,
PlotRange -> {{-3, 3}, {-4, 9}},
AspectRatio -> Automatic, Ticks -> None];
```

として「Windowsはシフトキーとエンターキー」「マックはエンターキー」を押す(これを以下「エンターする」と表現します)と、何も起きません。当たり前です。これは曲線 $y=x^2$ と、 $x=t$ における接線、 $x=u$ における接線を描く関数を定義しただけで、接点を与える t, u を具体的に指定しないと描きません。

```
f[-1, 1.5]
```

としてエンターすると、



を描きます。イラストレータの項では放物線に後で接線をかき加えましたが、本当はそういうことをせず、ここですべての曲線を描いておくほうがよい。接点の座標を与える t, u を変数にしたのは見栄えのよいところを試行錯誤するためです。ここで基本の説明をしていると図のファイルから離れてしまうので、先にイラストレータ用のファイルの作り方を書きます。

(2) イラストレータ用の図のファイルを作る

イラストレータを使うつもりがない人はここを読みとばしてください。イラストレータを使うつもりの方はここを読む前に、先にイラストレータの項を見てください。

マウスのポインタで描いた図をコチッと選択するか、上図右側の色が反転しているセルと呼ばれるものを選択します。メニューの「編集～選択範囲の形式保存～EPS」

を選ぶと名前を付けろといわれるので、私はいつも11とか手近の数字キーを打っていれます。いいかげんな名前でもいい。今はzuと名をつけOKを押すと



ができます。MathematicaもMathTypeも上のようなアイコンのepsファイルを作り出します。

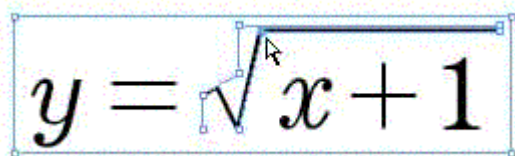
できたファイルを、Windowsの場合はダブルクリックするとイラストレータが立ち上がってきます。マックOS9の場合はきわめて古いバージョンのepsファイルが出来る(イラストレータ1.1ファイルかな？ 私が最初に買ったイラストレータです)ので、それでは現在のイラストレータはたちあがりません。私はイラストレータのエイリアスを作っておき、その上に落として開いています。

epsファイルを開いてグラフをコピーし、イラストレータの「図形の元」へ貼り付け、加工します。イラストレータのファイルはきちんと名前をつけ保存します。

ついでにMathTypeのepsのことも書いておきます。MathTypeのepsの場合も上と同様の扱いになります。

開いた式はグループ化されています。最初に文字の大きさをあわせるために83%縮小をかけます。MathTypeは12ポイントで式をつくり、イラストレータの式は少し小さめ10ポイントで式をつくるからです。ここは環境に合わせ適宜変更してください。

式はグループ化されていますので、少し詰めたり変形するときは白いダイレクト選択ツールで選択移動します。うまく選択できないときはグループ化を解除して、邪魔なものを背面におくとかして選択しやすくします。しかし、式として移動することを考え再びグループ化をしておくといいでしょう。



MathTypeのMacバージョン3.5～3.7のepsファイルは上のように式全体に透明な枠がついていますのでダイレクト選択ツールで枠をとり、ルートはマスクがかけてあるので、マスクをとります(このままだとルートの線が細すぎる)。上図はそのマスクを選択した段階です。この状態でdeleteキーを押せばマスクがとれ、かくれていた線が現れます。5より前のMacバージョンではルートは線だけで描いています。マスクというのはゴホゴホ咳きのときのマスクのような白いものをルートの線の前にかけて、細い線をさらに細くしているのです。詳しくは書きませんが、この手法には欠陥があります。MathTypeのver5ではルートを塗りと線で図形描画し、マスクはかけていません(この用語はイラストレータの項を参照)。

(3) 平面グラフ続き

ここで基本に戻ってコマンドの説明をします。

(a) 関数の定義のしかた

$g[a, b, c, d] :=$

は4変数の関数を定義しています。関数の定義では、アンダースコア__も忘れずに(バーでなくスコアと読みます)入れてください。

(b) 積の書き方

tuと書くとMathematicalはなにか文字の連なりと理解します。積を表すときは $t \cdot u$ とアスタリスクを間にはさむか、 $t \, u$ と半角の空白を入れます。ただし $2t$ のようなときは空けなくても大丈夫なようです。

(c) グラフの範囲指定などオプション

グラフィックスでは曲線はかけませんので、変域を分割し線分で描きます。放っておくと15分割で荒いので、100分割しています。Ticksは座標軸の目盛りで、これがあると販売用の図にはとても使えないのでなくします。PlotRange \rightarrow {{ , }, { , }}は、放っておくといいかげんなところでグラフを描きますので、きちんと範囲指定をしてやります。{ , }の左が小さい数、右が大きい数です。逆にするとエラーになります。{{ , }, { , }}の最初がxの範囲、後がyの範囲です。これを知らなかった時代に、原点からグラフが始まっているので、原点を通るのかと思ったら、x軸との間を省略されていたことがあって、座標軸ぐらいきちんと書けと腹立たしかったことがあります。{x, a, b}でxの範囲を指定していても勝手な判断で一部を省略します。PlotRange \rightarrow Allで全範囲を表示すると書いた解説本もありますがそれは間違いです。

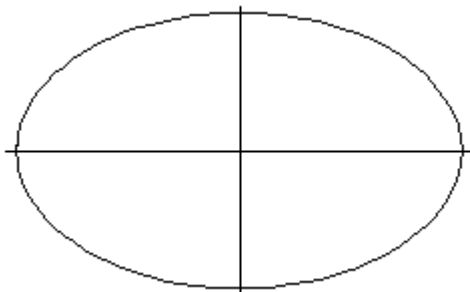
PlotRange \rightarrow {{ , }, { , }}

でしか、きちんと表示しませんので、必ずこれをいれましょう。

またAspectRatio \rightarrow Automaticというのは上下左右の比を正しくするというだけのことで、なんでこんなものを打ち込まんとかあかんのかばかばかしい。20年前、整備されていないマニュアルしかない時代に、最初に円を描いたときのことで。

```
ParametricPlot[{Cos[t], Sin[t]}, {t, 0, 2Pi},
PlotPoints  $\rightarrow$  100, Ticks  $\rightarrow$  None]
```

としてエンターをします。すると円が現れると思っていたのが...



になって出てきたときにはどこが間違っているのか、何度もプログラムを読み直しました。グラフは黄金比が美しいというのはアメリカ人のギャグにしか思えません。ひしゃげた円より真円のほうが美しいに決まっているさ。

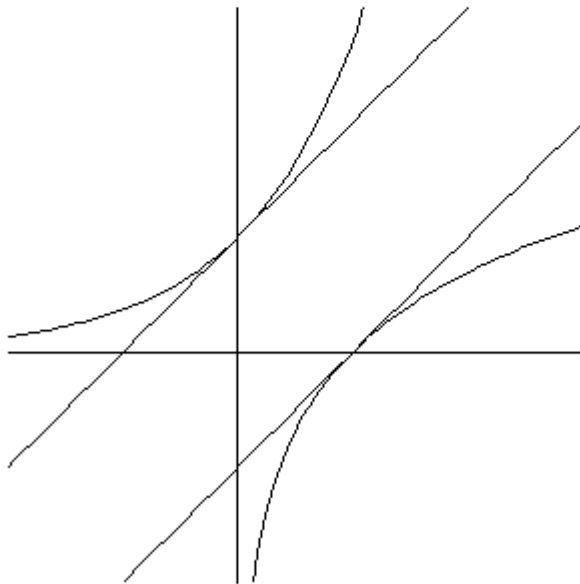
AspectRatio \rightarrow Automaticを入れると正しくなります。

いくつかのグラフを(異なるAspectRatioで)別々に作っておいて、後でShow[g1,g2]で合体表示するときには、正しい図にならない場合がありますので注意しましょう。

(d) 定義域について

```
Plot[{Log[x], x - 1, Exp[x], x + 1},
{x, -2, 3}, PlotPoints -> 100,
PlotRange -> {{-2, 3}, {-2, 3}},
AspectRatio -> Automatic, Ticks -> None];
```

Plot::plnr : x = -2.において
Log[x]は機械サイズの実数ではありません。 [詳細](#)



としますとアラート(警告)を出しながらも, ちゃんとグラフを描きます.
アラートが出るのは, $\log x$ が負の x で定義されないからです. 定義されていなくても気にせず x の範囲を指定してグラフを描いてかまいません.

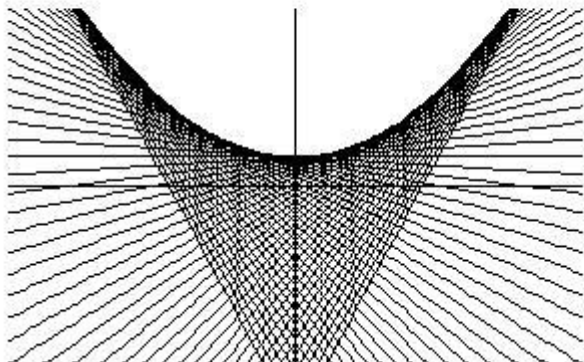
(e) TableとRelease

名大後期に次の問題があります.

実数 a に対して, 点 $(a, 1)$ を通り傾きが a の直線と
曲線 $y = |x^2 - 4|$ との交点の個数を求めよ.
(2004 名大・後期・情報文化, 社会情報システム)

私は2月からずっと, 朝から晩まで入試問題を解き続けているので,
さすがに問題解きが好きな私でも頭が働きません. 偏差値40並で解法
が浮かびません. こういうときはイカサマで, 最初にグラフを描くのが
一番です. $y = a(x-a)+1$ が, a を変化させたときどう動くか見たのです.

```
g1 = Plot[Release[Table[a (x - a) + 1, {a, -3, 3, 0.1}]],
{x, -6, 6}, PlotPoints -> 100,
PlotRange -> {{-6, 6}, {-6, 6}}, Ticks -> None];
```



$a(x-a)+1$ の a を-3から3まで0.1刻みで用意し(Table, 表にする)これをあらかじめ関数として準備しそれを一度に発売だあ(Release)プロットしました. 訳しにくいからむちゃくちゃ書いてる.
放物線に接して動くことがわかるので包絡線を求めれば早いとわかります. 解答は

解答 直線 $l_a: y = a(x-a)+1$ と曲線

$C: y = |x^2 - 4|$ の位置関係を考えるが, その前に l_a の通過範囲を調べ, l_a に安定感をもたせる.

$$y = -a^2 + ax + 1 = -\left(a - \frac{x}{2}\right)^2 + \frac{x^2}{4} + 1 \leq \frac{x^2}{4} + 1$$

であるから l_a は $y \leq \frac{x^2}{4} + 1$ を動く. また $y = \frac{x^2}{4} + 1$

と l_a を連立させると

$$\frac{x^2}{4} + 1 = -a^2 + ax + 1 \quad \therefore \quad \left(\frac{x}{2} - a\right)^2 = 0$$

となるので $x = 2a$ で接する.

$a > 0$ で l_a が $(-2, 0)$ を通るとき, $a(-2-a)+1=0$

$$a^2 + 2a - 1 = 0 \quad \therefore \quad a = -1 + \sqrt{2}$$

$a > 0$ で l_a が $(2, 0)$ を通るとき, $a(2-a)+1=0$

$$a^2 - 2a - 1 = 0 \quad \therefore \quad a = 1 + \sqrt{2}$$

このときの傾きは $y = x^2 - 4$ の $x = 2$ における接線の傾き 4 よりも小さいことに注意する. 後は左右対称性に

注意し, 実際に曲線 $y = \frac{x^2}{4} + 1$ の接線を動かしながら

見ていく. l_a は $a = 0$ のときは水平で, C と 4 交点をもつ. a を大きくしていくと $(-2, 0)$ を通る

($a = \sqrt{2} - 1$) 直前まで 4 交点で $(-2, 0)$ を通るときに 3 交点, その直後から 2 交点, それがしばらく続き,

$(2, 0)$ を通る ($a = \sqrt{2} + 1$) ときに 1 交点, それ以後は交点はない.

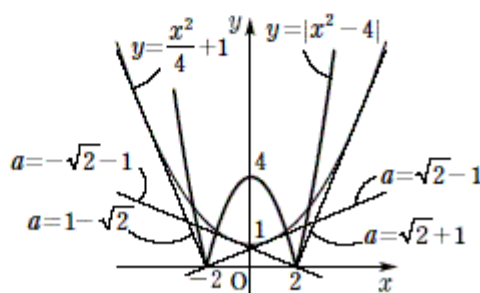
求める個数は

$$|a| < \sqrt{2} - 1$$

のとき 4,

$$|a| = \sqrt{2} - 1$$

のとき 3,



$\sqrt{2} - 1 < |a| < \sqrt{2} + 1$ のとき 2,

$|a| = \sqrt{2} + 1$ のとき 1, $|a| > \sqrt{2} + 1$ のとき 0

です.

(2) 空間図形を描く

座標空間において、点 $C(0, 0, 1)$ を中心、半径 1 の球面 $S: x^2 + y^2 + (z-1)^2 = 1$ を考える。点 C と S 上の点 $P(x_1, y_1, z_1)$ (ただし $z_1 \neq 1$) を通る直線が xy 平面と交わる点を $Q(u, v, 0)$ とする。

(1) u と v をそれぞれ x_1, y_1, z_1 で表せ。

(2) 点 P が S 上の $z < 1$ の部分を動くとき、点 Q は xy 平面全体を動くことを証明せよ。

3 点 P が S 上の $z < 1$ かつ $x = a$ (a は $0 < a < 1$ をみたす定数) の部分を動くとき、点 Q が描く図形の方程式を求めよ。(2004 名大・後期)

解答 (1) P には $x_1^2 + y_1^2 + (z_1 - 1)^2 = 1$ ……①

という関係式が成り立つから Q を用いて P を表す。

$\overrightarrow{CP} = t\overrightarrow{CQ}$ とおけて

$$(x_1, y_1, z_1 - 1) = t(u, v, -1)$$

$$x_1 = tu, y_1 = tv, z_1 - 1 = -t \text{ ……②}$$

t を消去する。 $t = 1 - z_1$ を $x_1 = tu, y_1 = tv$ に代入し

$$x_1 = (1 - z_1)u, y_1 = (1 - z_1)v$$

$z_1 \neq 1$ より

$$u = \frac{x_1}{1 - z_1}, v = \frac{y_1}{1 - z_1}$$

(2) ②の $x_1 = tu$,

$$y_1 = tv, z_1 = 1 - t$$

を①に代入し

$$(tu)^2 + (tv)^2 + (-t)^2 = 1$$

$$t^2(u^2 + v^2 + 1) = 1$$

$$t = 1 - z_1 > 0 \text{ なので } t = \frac{1}{\sqrt{u^2 + v^2 + 1}}$$

$$x_1 = \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2 + 1}}, y_1 = \frac{v}{\sqrt{u^2 + v^2 + 1}}$$

$$z_1 = 1 - \frac{1}{\sqrt{u^2 + v^2 + 1}}$$

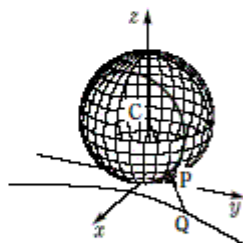
よって、任意の $Q(u, v, 0)$ に対して、それに応じて定まる P が存在するから Q は xy 平面全体を動くことができる。

$$(3) x_1 = \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2 + 1}} = a \text{ のときであり、 } u > 0 \text{ の}$$

$$\text{もとで 2 乗し } \left(\frac{1}{a^2} - 1\right)u^2 - v^2 = 1$$

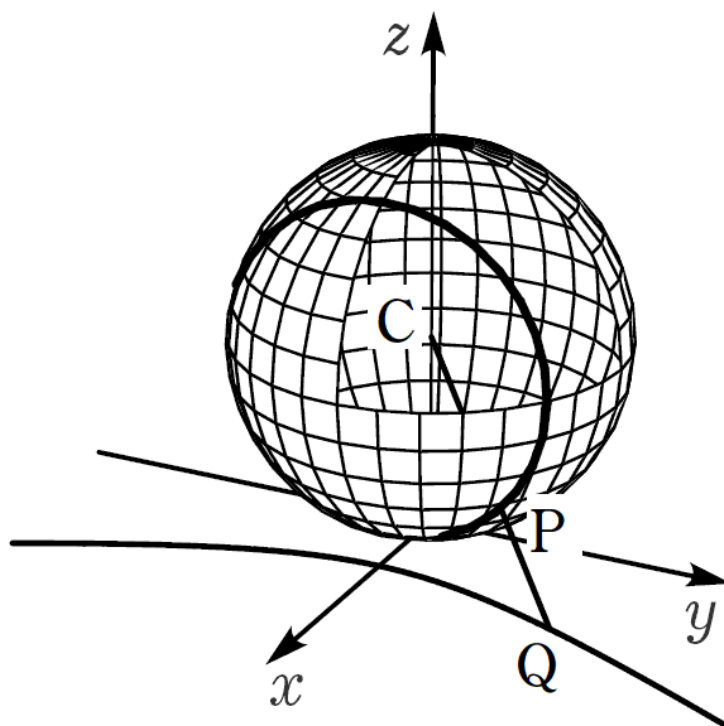
求める軌跡は双曲線の右半分

$$\left(\frac{1}{a^2} - 1\right)x^2 - y^2 = 1, x > 0, z = 0$$



という問題があります。え、小さすぎて読めんぞって？

そんなのはいいの。今は図の描き方です。大きくすると下図です



Mathematicaは標準で球をつくることができます. $(0,0,1)$ を中心, 半径1の球なら次のようにします(わかりやすく2つに分解します).

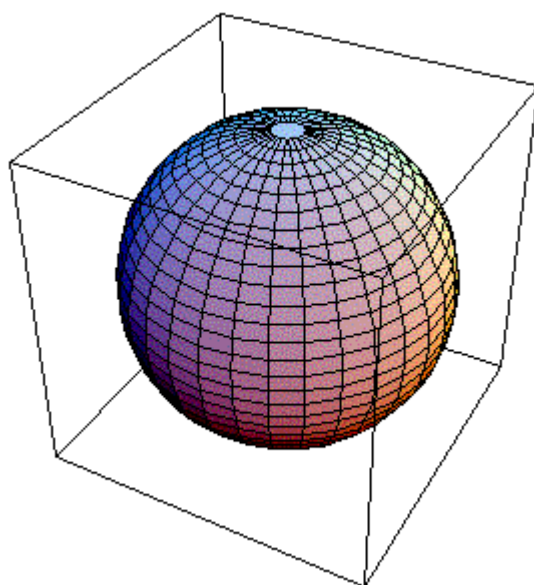
<< Graphics`Shapes`

でエンターします. これは GraphicsフォルダのShapes.mというパッケージを読みにいけというコマンドです. Shapes.mには球をつくるコマンド Sphereがあり

```
g1 = Show[Graphics3D[Sphere[1, 32, 32]]]
```

でエンターします. 下の球を描きます. 以下エンターは面倒なので省略.

Graphics3Dで囲まないとできません. こういうコマンドは最初は印刷して次回に見ましょう.



を描きます. 今は何もオプションをいれてないので, Boxed->Trueになっており, 周りに箱がつきます. 下ではBoxed->Falseにして箱を取ります. また光の濃淡で色がついてきます. このまま白黒印刷をするとグレースケールに変換されるのですが, 図はいつも白黒でつくるので,

下ではShading→Falseにして色をとります.

さらに

```
g2 = Show[TranslateShape[g1, {0, 0, 1}]]
```

で, 同じ絵を描きます. g1をベクトル {0, 0, 1}だけ平行移動(Translate)しているのです. Graphics3Dオブジェクトと呼ばれるものはこのように名前をつけておいて変換することができます.

中心が原点でない球は平行移動をしないとできません. 続けてかくなら

```
Show[TranslateShape[Graphics3D[Sphere[1, 32, 32]], {0, 0, 1}]]
```

です. しかし, 名大の図だと中心から直線を出すので, 窓を空けておきたい. こういうのは標準では困ります.

<< Graphics`ParametricPlot3D`

でやります. エンターしてください.

```
P[s]:={Cos[s],0,1+Sin[s]};
```

```
Q[s]:={1/2,0.85,0};
```

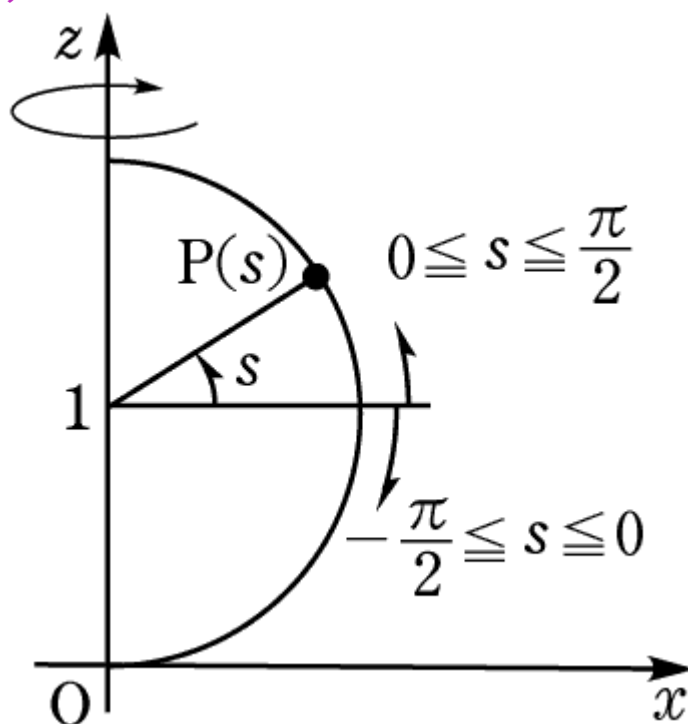
```
R[s]:={0.577/Cos[s],Tan[s],0};
```

```
U[t]:={{Cos[t],-Sin[t],0},{Sin[t],Cos[t],0},{0,0,1}};
```

```
V[t]:={{Cos[t],0,-Sin[t]},{0,1,0},{Sin[t],0,Cos[t]}};
```

```
W[t]:={{1,0,0},{0,Cos[t],-Sin[t]},{0,Sin[t],Cos[t]}};
```

でエンターしてください. P[s]は球の元になるxz平面の円周上の点です.

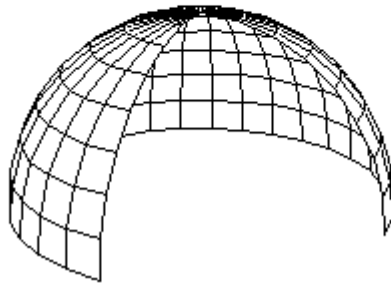


円周率はPiで表します. 大文字から始まります. 大文字小文字の区別がありますので注意してください. P[s]の上半分, sが $0 \leq s \leq \pi/2$ の間をPi/16刻みで, z軸の周りにtが $\pi/2 \leq t \leq 2\pi$ の範囲でPi/16刻みで回転させます. この段階で頭の中に空間的なイメージを作らないとプログラムはできません. 刻みでというのは, グラフィックスでは本当の曲面をつくることはできないので, 多角形で擬似的な曲面を作り出す, その刻みのことです.


```

In[8]:= g1=ParametricPlot3D[Evaluate[U[t].P[s]],
                        {s,0,Pi/2,Pi/16},{t,Pi/2,2Pi,Pi/16},
                        Axes->None,Boxed->False,Shading->False,
                        ViewPoint->{2,1,0.8}];

```



ここでコマンドの説明をします.

$U[t]:=\{\{\cos[t], -\sin[t], 0\}, \{\sin[t], \cos[t], 0\}, \{0, 0, 1\}\};$
 はz軸まわりの回転の行列です.

$U[t].P[s]$ と間にピリオドをいれたら行列のかけ算です.

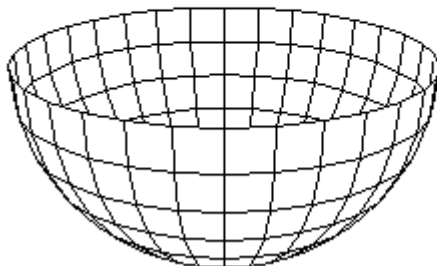
ただし, 単に $U[t].P[s]$ としても, エラーになります. この計算を Evaluateしないと(評価する, つまり計算の実行をする)いけないのです. これはベクトルの $f(t)(a, b, c) + g(t)(d, e, f)$ という式の積と和の形で書く場合も同じです. 逆に言えば, 複雑な計算も式や行列のままで放っておいて, Evaluateで計算させればよいのです.

ViewPointは視点ですが, 実際の座標ではなく, 図全体が入るボックスの最大辺の長さを1としたときの座標です. 同様に下半分をつくり

```

g2 = ParametricPlot3D[Evaluate[U[t].P[s]],
                    {s, -Pi/2, 0, Pi/16}, {t, 0, 2Pi, Pi/16},
                    Axes->None, Boxed->False, Shading->False,
                    ViewPoint->{2, 0, 0.8}];

```



Show[g1,g2]

とすると合体して表示してくれます.

$Q[s]:=\{1/2, 0.85, 0\};$

というのは平面 $x=1/2$ と球面の交線上の1点を下に1だけ平行移動したものです. この場合は定点なので $[s]$ は不要ですが, 用意しておいたものをいじって利用しているので, あっても困らないものはいじらないのです. これをx軸の周りに回転して空間の円を作ります. あとで上に1だけ平行移動して戻します. 点P, Qというのは問題文とは一致しませんので関連づけしないでください. そんなのいちいち問題に合わせてはいられません.

Mathematicaがつける座標軸は適度な長さになりません. 短すぎたり長すぎたりです. 気に入らないので, 私は空間の図を描かせるときは

ほとんどAxes → Noneにします。Axesは座標軸です。

```
g3 = ParametricPlot3D[Evaluate[[0.05, 0, 1] + W[t].Q[s]],
{t, 0, 2 Pi, Pi/16}, PlotPoints → 100,
Axes → None, Boxed → False,
Shading → False, ViewPoint → {2, 0, 0.8}];
```

で円を描きます。ParametricPlot3Dは曲面を描くときと、空間曲線を描くときに使います。平行移動量は{0, 0, 1}でないのか？ なんで0.05があるねんと思うでしょう。実は球面が正確な球面でなく、四角形で覆っているため、少し前に出してやらないと埋もれてしまうのです。これは試行錯誤で数値を決めますが、大体、ほんのちょっとです。

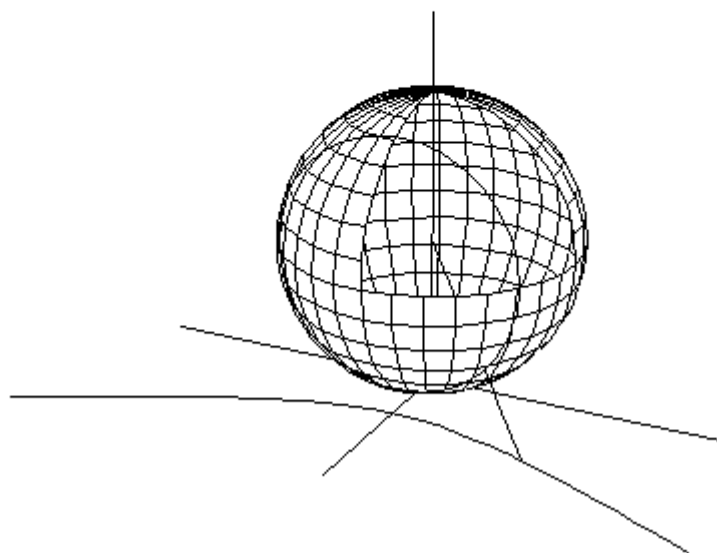
設問(3)の曲線も描きます。この場合は手で問題を解き、答えを出してから三角関数表示します。ルートだと目があらくるので、できるだけ三角関数表示します。刻みの打ち方は曲面のときとは違い

PlotPoints → 100で100分割します。それが

```
g4 = ParametricPlot3D[R[s],
{s, -0.48 Pi, 0.48 Pi}, PlotPoints → 100,
Axes → None, Boxed → False, Shading → False,
ViewPoint → {2, 0, 0.8}];
```

です。そしてこれらを合体させます。

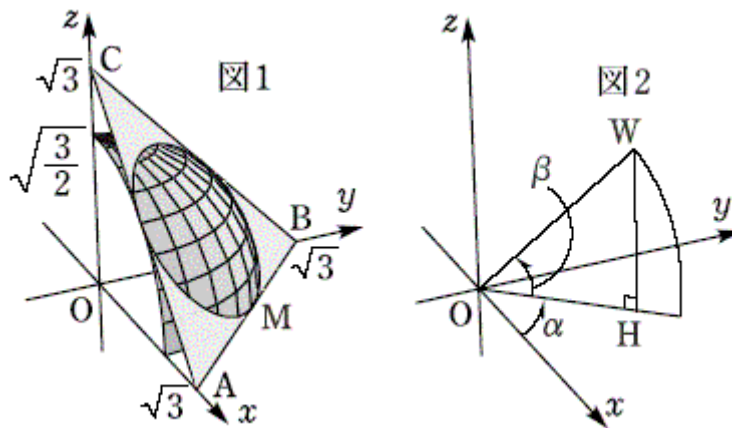
```
Show[g1, g2, g3, g4, Graphics3D[Line[{{0, 0, 1}, {0.816, 1, 0}}]],
Graphics3D[Line[{{-1.5, 0, 0}, {1.5, 0, 0}}]],
Graphics3D[Line[{{0, -2, 0}, {0, 2, 0}}]],
Graphics3D[Line[{{0, 0, 0}, {0, 0, 2.5}}]], ViewPoint → {2, 1, 0.8}]
```



```
Graphics3D[Line[{{0, 0, 1}, {0.816, 1, 0}}]]
```

は自分で描いている座標軸です。これもGraphics3Dで囲みます。括弧の数に注意してください。この座標を変え、図版にしたときに適当なものにします。それと、視点が近すぎるとz軸が斜めに見えたりして、日本の図の理念に合わないので、適度に離す方がいいでしょう。

(3) 空間の円とポリゴン



2003年の昭和大・医の問題に出てきた図1の書き方を示します。
これは球面の第1オクタント部分(全体の1/8)を平面で切った図です。
方法は次の手順です。

- (a) 今度は球は回転を使わずオイラー角を使って描きます。
- (b) 三角形ABCはポリゴンで描きます。
- (c) 球面と三角形の交線の境界が明瞭に出ませんので、交線の円をパラメータ表示します。
- (d) 今度はあえて陰影をつけるためShading→Trueで、イラストレータでグレースケールに変換します。

(a) オイラー角というのは図2のように xy 平面上で x 軸から回転した角と、そこから z 軸に向けて回転した角と、 O との距離 r で座標を記述する方法で

$OW=r$ とすると $W(x,y,z)$ は

$$z=WH=r\sin\beta$$

$$OH=OW\cos\beta=r\cos\beta$$

$$x=OH\cos\alpha=r\cos\beta\cos\alpha$$

$$y=OH\sin\alpha=r\cos\beta\sin\alpha$$

になります。

```

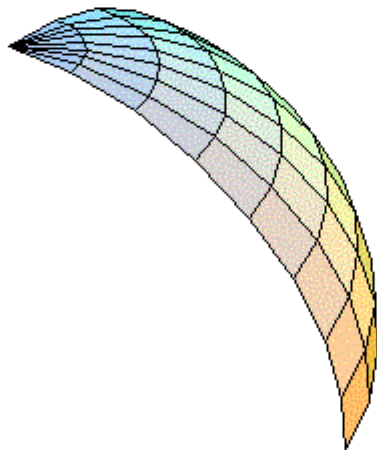
In[1]:= << Graphics`ParametricPlot3D`

In[2]:= r = N[Sqrt[3 / 2]]

Out[2]:= 1.22474

In[3]:= g1 = ParametricPlot3D[
  {r Cos[s] Cos[t], r Cos[s] Sin[t], r Sin[s]},
  {s, 0, Pi / 2, Pi / 16}, {t, 0, Pi / 2, Pi / 16},
  Axes -> None, Boxed -> False, Shading -> True];

```



です。私は変数はほとんど s, t, u でずませています。図2のオイラー角
アルファが上のコードでは t に、ベータが s になっています。

(c) 球面と三角形の交線の境界が明瞭に出ませんので、交線の円を
パラメータ表示します。円の中心 D は

$\text{Sqrt}[3] \{1/3, 1/3, 1/3\}$

です。 M の座標は $\text{Sqrt}[3] \{1/2, 1/2, 0\}$ で、

ベクトル $DF = \text{ベクトル} MD$ は

$(\text{Sqrt}[3]/6) \sin[t] \{-1, -1, 2\}$

です。そしてこれと長さが等しく AB に平行な

ベクトル DE が $(1/2) \{-1, 1, 0\}$

です。これらに $\cos t$ と $\sin t$ をかけて空間の円周上の点をパラメータ表示
します。何度も $\cos t, \sin t$ を書くと目がちらちらしますので、前にかけて
おいて Evaluate します。

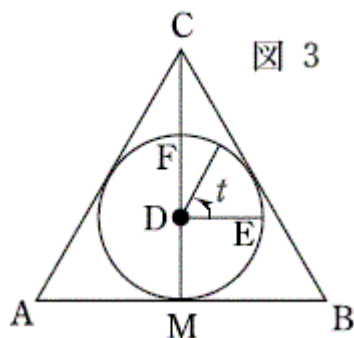


図 3

```

In[6]:= g2 = ParametricPlot3D[
  Evaluate[Sqrt[3] {1/3, 1/3, 1/3} +
    (1/2) Cos[t] {-1, 1, 0} +
    (Sqrt[3]/6) Sin[t] {-1, -1, 2}], {t, 0, 2 Pi},
  PlotPoints -> 100, Axes -> None, Boxed -> False];

```

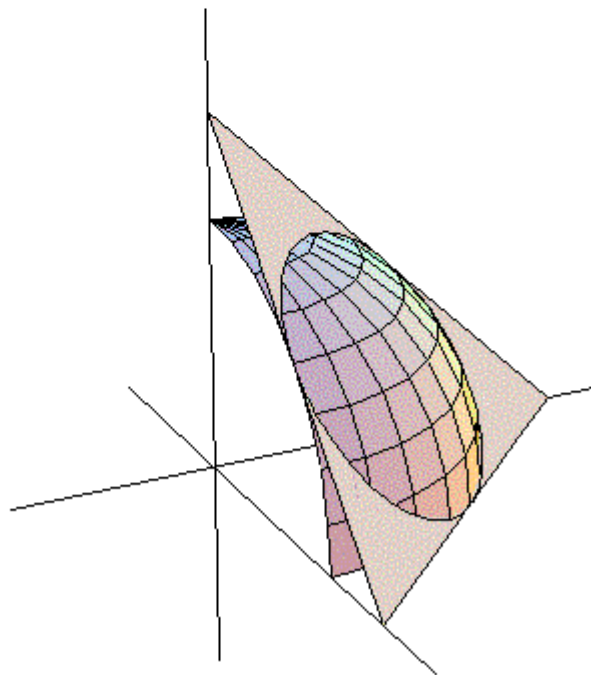
で、円を描きます。

三角形ABCの（枠だけでない内部のつまった）板をポリゴンで作ります。

```

In[15]:= Show[g1, g2,
  Graphics3D[
    Polygon[{{Sqrt[3], 0, 0}, {0, Sqrt[3], 0},
      {0, 0, Sqrt[3]}}]],
  Graphics3D[
    Line[{{2.2, 0, 0}, {-1, 0, 0}}]],
  Graphics3D[
    Line[{{0, 2.2, 0}, {0, -1, 0}}]],
  Graphics3D[
    Line[{{0, 0, 2.2}, {0, 0, -1}}]],
  Boxed -> False, ViewPoint -> {4, -2, 2}]

```



この図を選んで、

「編集～選択範囲の形式保存～EPS」

でEPSにします。イラストレータで開いたら色つきの図を選択し

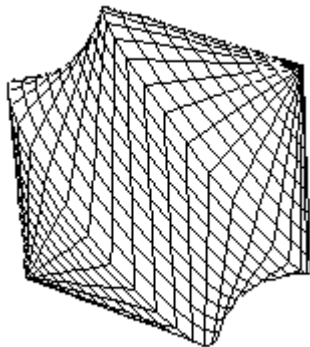
「フィルター～カラー～グレースケールに変換」

を選びますと色が消えます。

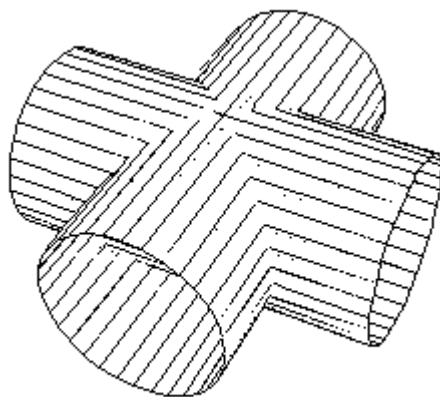
(4) 例文のダウンロードなど

下に基本的なノートブックをダウンロードできるようにしましたので、落としてご覧ください。Mathematicaの解説という膨大で難解になりますが、大学入試の図形に関する限りはこれだけです。立方体を回

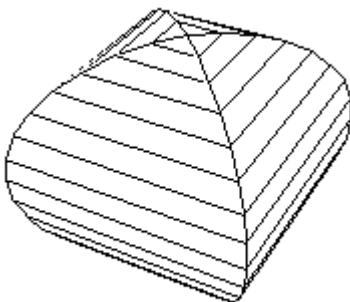
転してできる立体, 転がる曲線の作り方などが入っています. なお, なんでもかんでもMathematicaでやるという豪傑もおられ, 図形の垂直マークもMathematicaで書いてしまう人もいますが, 私は出版用の図版を, イラストレータで加工するのが前提の図を描くだけです.



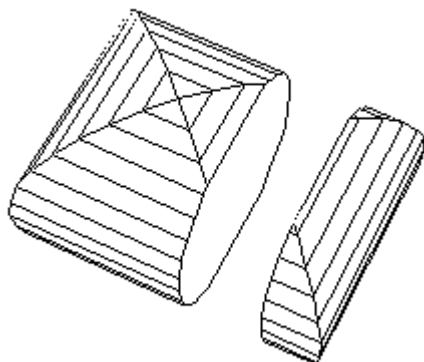
立方体を対角線の周りに回転してできる立体



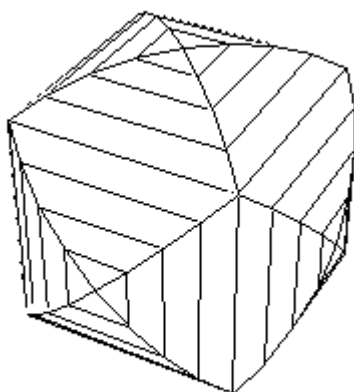
直交2円柱. このままでは交線がボケているので, 出版には使えません. 交線を加えて共通部分を抜き出したものが下です.



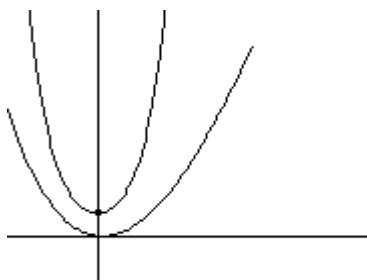
直交2円柱の共通部分



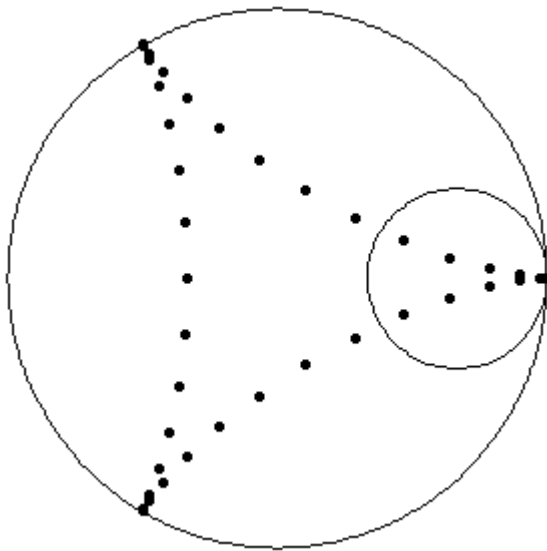
直交2円柱の共通部分を切断したもの(2006東北大の立体)



直交3円柱の共通部分. これは立方体の6面に屋根をかぶせたものになっている. それを見抜くと積分は数IIIレベル, 京大なら文系でも出題できて, 体積計算はとてもやさしい.



放物線を転がしたときに焦点がカタナリー上を動くgifアニメーション



ハイポサイクロイドのgifアニメーション

サイクロイドのアニメーション・ムービーを見るにはQuickTime playerが必要です.

正八面体の回転・正八面体とそれに外接する回転一葉双曲面を表

示. 最初の1回転は双曲面は半分で視点も一定, 次の1回転は視点を下に落としながら双曲面を全体にするように閉じる.

なお, こういうアニメーションは, 生徒は, 最初はオッと思っても「こんなもの, わざわざ手間暇かけてアニメにしてくれなくても, 口で言えはわかるわ」となる人も多いようです. 極論をすると, コンピュータグラフィックスになったとたんに生徒は寝る. まあ, ほどほどに.

[Mathematica見本ダウンロード](#)

[メニューへ](#)