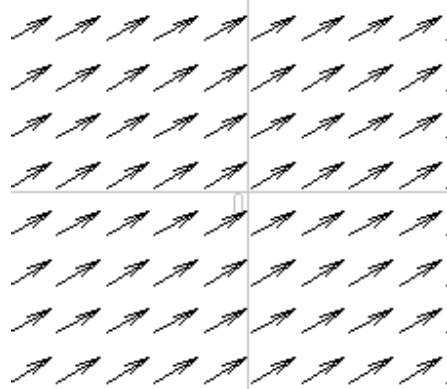


一様平行流れ

```
lequal strength
!30 deg. stream line
!hom001t.bas by T. Uede 05-4-21

option arithmetic complex
set window -100,100,-100,100
draw axes(100,100)

let i=complex(0,1)
let U=1
let g=30
let h=0.001
for y=-89 to 89 step 10
  for x=-89 to 89 step 10
    let z=x+i*y
    let w=U*z*exp(i*(-g*pi/180))
    let z=x+h+i*y
    let wx=U*z*exp(i*(-g*pi/180))
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=U*z*exp(i*(-g*pi/180))
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
    draw arrow with rotate(theta)*scale(10*sqr(vx^2+vy^2))*shift(x,y)
  next x
next y
END
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
plot 0,0;1,0
plot 1-0.5,0.1;1,0;1-0.5,-0.1
end picture
```



吹出し

```
!source
!stream line
!soce001t.bas by T. Uede 04-8-7
```

```
option arithmetic complex
set window -200,200,-200,200
draw grid with scale (100,100)
```

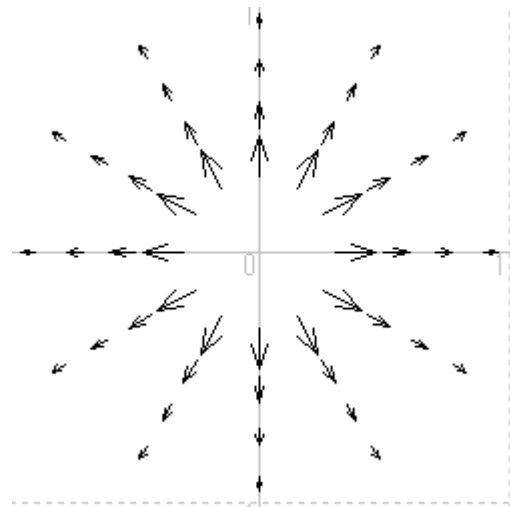
```
let i=complex(0,1)
let U=1
let g=30
let h=0.001
```

```
for r=30 to 90 step 20
  for t=0 to 2*pi step pi/6
    let x=r*cos(t)
    let y=r*sin(t)
```

```
    let z=x+i*y
    let w=log(z)
    let z=x+h+i*y
    let wx=log(z)
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=log(z)
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
    draw arrow with rotate(theta)*scale(500*sqr(vx^2+vy^2))*shift(x,y)
```

```
  next t
next r
END
```

```
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
plot 0,0;1,0
plot 1-0.6,0.2;1,0;1-0.6,-0.2
end picture
```



渦

```
!vortex
!stream line
!cycr001t.bas by T. Uede 05-4-21
```

```
option arithmetic complex
set window -200,200,-200,200
draw grid with scale (100,100)
```

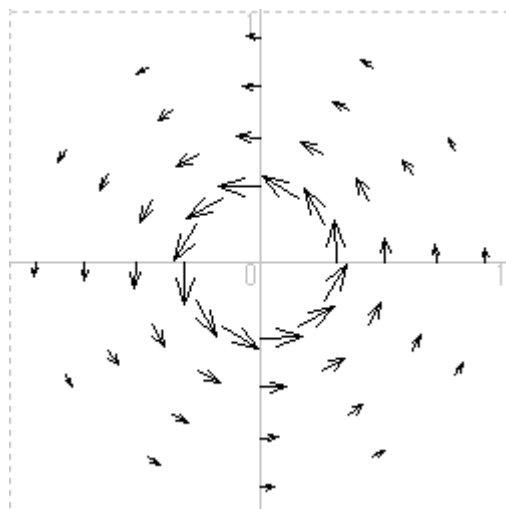
```
let i=complex(0,1)
let U=1
let g=30
let h=0.001
```

```
for r=30 to 90 step 20
  for t=0 to 2*pi step pi/6
    let x=r*cos(t)
    let y=r*sin(t)
```

```
    let z=x+i*y
    let w=-i*log(z)
    let z=x+h+i*y
    let wx=-i*log(z)
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=-i*log(z)
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
    draw arrow with rotate(theta)*scale(500*sqr(vx^2+vy^2))*shift(x,y)
```

```
  next t
next r
END
```

```
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
plot 0,0;1,0
plot 1-0.6,0.2;1,0;1-0.6,-0.2
end picture
```

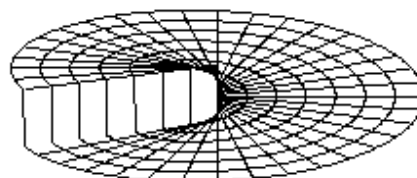


渦点のまわりのポテンシャル

渦点のまわりのポテンシャルを面にしてあらわすと以下のようなになる。
のところに注意。

!fukuso14.bas 04-8-10

```
option arithmetic complex
let s=3.3*10
set window -0.5*s,0.5*s,-0.5*s,0.5*s
let kk=1.7
let alpha=-20
let beta=70
let i=complex(0,1)
let G=2
```



! 曲面-----

```
for r=0.001 to 8 step 1
  for t=0 to 2*pi step pi/180
    let x=r*cos(t)
    let y=r*sin(t)
    let s=x+i*y
    let f=-i*G/2/pi*log(s)
    let z=Re(f)
    if x^2+y^2>a^2 then
      call Plotto(x,y,z)
    end if
  next t
  call PenUp
```

```
next r
for t=0 to 2*pi step pi/18
  for r=0.001 to 7 step 0.1
    let x=r*cos(t)
    let y=r*sin(t)
    let s=x+i*y
    let f=-i*G/2/pi*log(s)
    let z=Re(f)
    if x^2+y^2>a^2 then
      call Plotto(x,y,z)
    end if
  next r
  call PenUp
```

next t
! 軸-----

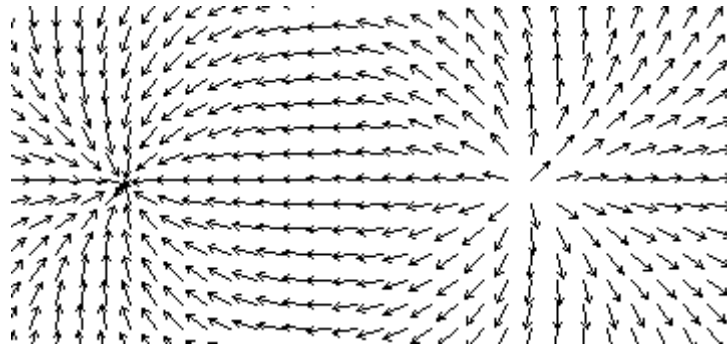
```
!call plotto(0,0,0)
!call plotto(kk,0,0)
!call plotto(0,0,0)
!call plotto(0,kk,0)
!call plotto(0,0,0)
```

```

!call plotto(0,0,kk)
!call penup
!call plottext(kk,0,0,"x")
!call plottext(0,kk,0,"y")
!call plottext(0,0,kk,"z")
!call plottext(-2,-1,-2,"0")
!-----subroutines-----
sub rotx(x,y,z,a)
  let y0=y*cos(a)-z*sin(a)
  let z0=y*sin(a)+z*cos(a)
  let y=y0
  let z=z0
end sub
sub roty(x,y,z,a)
  let x0=x*cos(a)+z*sin(a)
  let z0=-x*sin(a)+z*cos(a)
  let x=x0
  let z=z0
end sub
sub rotz(x,y,z,a)
  let x0=x*cos(a)-y*sin(a)
  let y0=x*sin(a)+y*cos(a)
  let x=x0
  let y=y0
end sub
sub convert(x,y,z)
  call rotz(x,y,z,-alpha*pi/180)
  call rotx(x,y,z,-beta*pi/180)
end sub
sub plotto(x,y,z)
  let x1=x
  let y1=y
  let z1=z
  call convert(x1,y1,z1)
  plot lines:x1,y1;
end sub
sub penup
  plot lines
end sub
sub plottext(x,y,z,s$)
  let x1=x
  let y1=y
  let z1=z
  call convert(x1,y1,z1)
  plot text ,at x1,y1: s$
end sub
END

```

吹き出しと吸い込みの組み合わせ



```
!source & sink
!stream line
!socsnk01.bas by T. Uede 04-8-9
```

```
option arithmetic complex
set window -100,100,-100,100
!draw grid with scale (10,10)
```

```
let i=complex(0,1)
let U=1
let g=30
let h=0.001
let a=40
for x=-89 to 89 step 5
  for y=-89 to 89 step 5
    let z=x+i*y
    let w=log(z-a)-log(z+a)
    let z=x+h+i*y
    let wx=log(z-a)-log(z+a)
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=log(z-a)-log(z+a)
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
    draw arrow with rotate(theta)*scale(5)*shift(x,y)
```

```
  next y
next x
END
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
let aa=30*pi/180
plot 0,0;1,0
plot 1,0;1-0.3*cos(aa),0.3*sin(aa)
plot 1,0;1-0.3*cos(aa),-0.3*sin(aa)
end picture
```

2 重吹き出し

```
!doublet
!stream line
!socsnk02.bas by T. Uede 04-8-9
```

```
option arithmetic complex
set window -100,100,-100,100
draw axes (100,100)
```

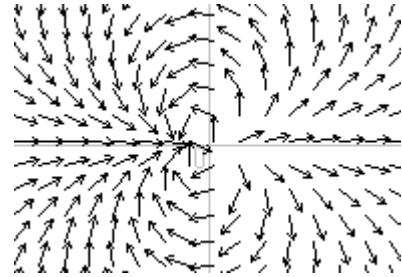
```
let i=complex(0,1)
let U=1
let g=30
let h=0.001
let a=0.001
```

```
for x=-89 to 89 step 5
  for y=-89 to 89 step 5
```

```
    let z=x+i*y
    let w=log(z-a)-log(z+a)
    let z=x+h+i*y
    let wx=log(z-a)-log(z+a)
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=log(z-a)-log(z+a)
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
    draw arrow with rotate(theta)*scale(5)*shift(x,y)
```

```
  next y
next x
END
```

```
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
let aa=30*pi/180
plot 0,0;1,0
plot 1,0;1-0.3*cos(aa),0.3*sin(aa)
plot 1,0;1-0.3*cos(aa),-0.3*sin(aa)
end picture
```



円柱まわりの流れ

```
!stream00.bas 02-7-10
!円柱まわりの速度場
```

```
option arithmetic complex
set window -10,10,-10,10
draw axes(10,10)
```

```
let i=complex(0,1)
let a=2
let U=2
let G=0
let h=0.001
```

```
for x=-5 to 5 step 0.7
  for y=-5 to 5 step 0.7
```

```
    let z=x+i*y
    let w=U*(z+a^2/z)+i*G/2/pi*log(z/a)
```

```
    let z=x+h+i*y
    let wx=U*(z+a^2/z)+i*G/2/pi*log(z/a)
    let vy=-((Im(wx)-Im(w))/h)
```

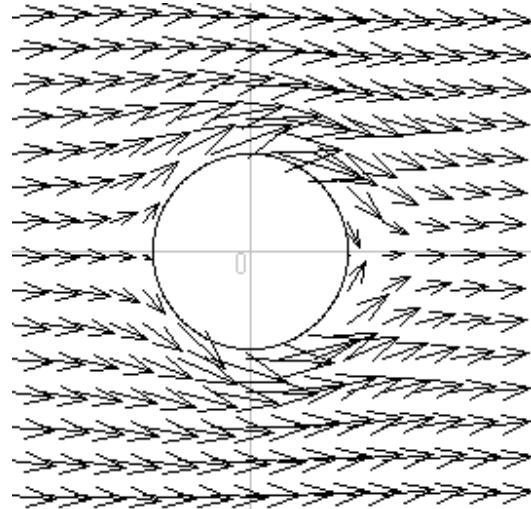
```
    let z=x+i*(y+h)
    let wy=U*(z+a^2/z)+i*G/2/pi*log(z/a)
    let vx=(Im(wy)-Im(w))/h
    let theta=angle(vx,vy)
```

```
    if x^2+y^2>a^2 then
      draw arrow with rotate(theta)*scale(0.5*sqr(vx^2+vy^2))*shift(x,y)
    end if
```

```
  next y
next x
```

```
draw circle with scale (a)
END
```

```
!-----
external picture arrow
OPTION ARITHMETIC COMPLEX
plot 0,0;1,0
plot 1-0.6,0.2;1,0;1-0.6,-0.2
end picture
```



循環をもつ円柱まわりの流れ

```
!foil01d.bas 02-7-10  
!円柱まわりの流線
```

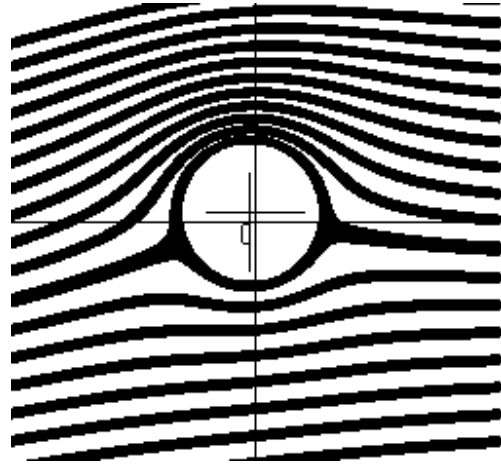
```
option arithmetic complex  
set window -10,10,-10,10  
set axis color 1  
draw axes(10,10)
```

```
let i=complex(0,1)  
let a=1.5  
let b=1.3  
let alpha=-6/180*pi  
let U=2  
let G=2.5*pi*a  
!let h=0.001  
let c=-0.1+0.2*i
```

```
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180  
  let z=a*exp(i*theta)+c  
  let w=z  
  plot points:Re(w),Im(w)  
next theta  
for x=-5 to 5 step 0.02  
  for y=-5 to 5 step 0.02  
    let z=x+i*y  
    let zz=(x+i*y-c)*exp(i*alpha)  
    let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)  
    let ez=z+b^2/z  
    let ex=Re(z)  
    let ey=Im(z)  
    let psi=Im(w)  
    if abs(z-c)>a then  
      for k=0 to 10 step 1  
        if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.1 then  
          plot points : ex,ey  
        end if  
      next k  
    end if  
  next y  
next x
```

```
plot lines: -1,0.2;1,0.2  
plot lines: -0.1,-1;-0.1,1
```

```
END
```



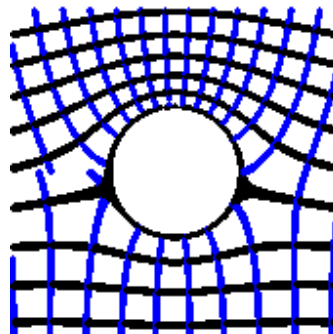
回転円柱まわりの流れ（流線とポテンシャル線）

ここで等ポテンシャル線にギャップがあるのはなぜか

```
!strea01f.bas 04-8-7  
!円柱の流線
```

```
option arithmetic complex  
set window -15,15,-15,15  
!draw grid with scale (1,1)
```

```
let i=complex(0,1)  
let a=2  
let U=1  
let G=1*pi*a  
set line width 3  
for x=-5 to 5 step 0.03  
  for y=-5 to 5 step 0.03  
    let z=x+i*y  
    let w=U*(z+a^2/z)+i*G/2/pi*log(z/a)  
    let psi=Im(w)  
    let pfi=Re(w)  
    if x^2+y^2>a^2 then  
      for k=-10 to 10 step 1  
        if psi>k-0.05 and psi<k+0.05 then  
          set line color 1  
          plot lines : x,y  
        end if  
        if pfi>k-0.03 and pfi<k+0.03 then  
          set line color 2  
          plot lines :x,y  
        end if  
      next k  
    end if  
  next y  
next x  
set line color 1  
draw circle with scale (a)  
END
```



平行流れ中に循環をもつ円柱の表面の圧力

! 平行流れ中に循環をもつ円柱の表面の圧力
 !cylinder dwdz=u-i*v
 !lift01a.bas by T. Uede 02-8-2

```
option arithmetic complex
set window -4,4,-4,4
draw axes(4,4)
```

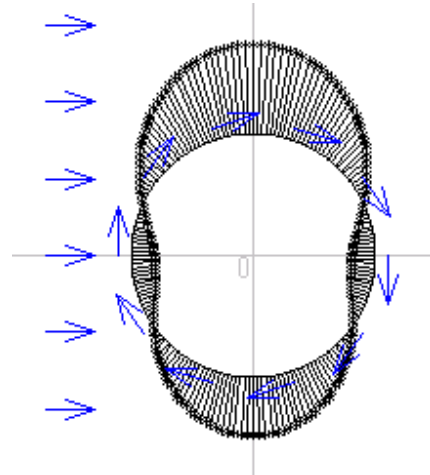
```
let a=1
let i=complex(0,1)
let U=1
let G=1
let rou=1.2
let k=3
for t=0 to 2*pi step pi/90
  let z=a*(cos(t)+i*sin(t))
  let x=Re(z)
  let y=Im(z)
  let w=U*(z+a^2/z)+i*G/2/pi*log(z/a)
  let dwdz=U*(1-a^2/z^2)+i*G/2/pi/z
  let vx=Re(dwdz)
  let vy=-Im(dwdz)
  let kp=rou/2*(vx^2+vy^2)-rou/2*U^2
  let kpx=a*cos(t)+kp*cos(t)/k
  let kpy=a*sin(t)+kp*sin(t)/k
```

```
  plot points: kpx,kpy
  plot lines:x,y;kpx,kpy
next t
draw circle with scale(a)
set line color 2
for t=0 to 2*pi step pi/5
  draw arrow with rotate(t-pi/2)*scale(0.4)*shift(1.1*cos(t),1.1*sin(t))
  draw arrow with rotate(0)*scale(0.4)*shift(-1.7,t-pi)
```

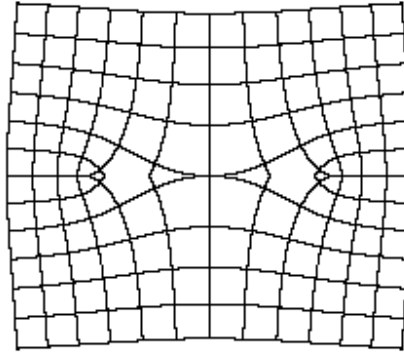
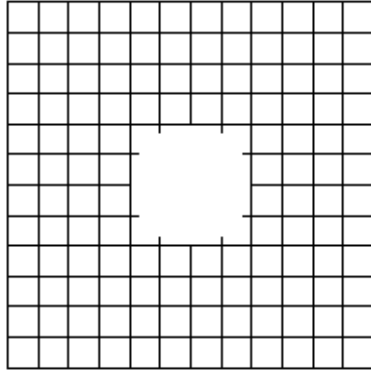
```
next t
END
```

!-----

```
external picture arrow
option arithmetic complex
plot 0,0;1,0
plot 1-0.6,0.2;1,0;1-0.6,-0.2
end picture
```



写像



lmap01e.bas 04-8-15

```
option arithmetic complex
set window -8,8,-8,8
```

```
let i=complex(0,1)
for x=-3 to 3 step 0.5
  for y=-3 to 3 step 0.001
    let z=x+i*y
    let w=z+1/z
    if x^2+y^2>1 then
      plot lines:Re(z)-4,Im(z)
      plot lines:Re(w)+4,Im(w)
    end if
  next y
next x
```

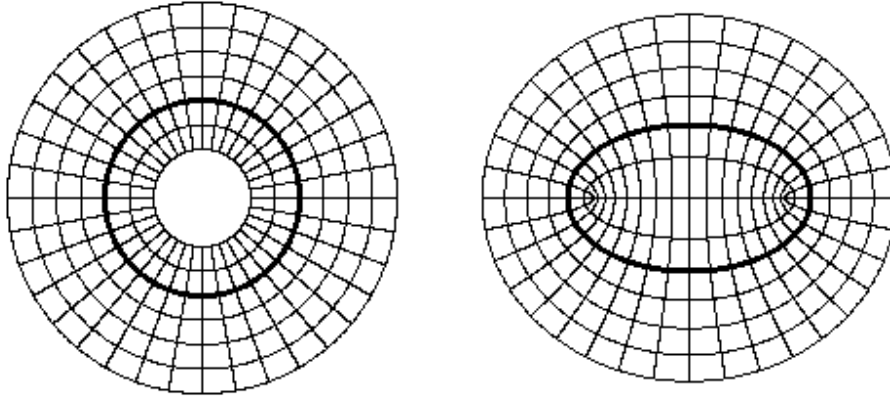
```
for y=-3 to 3 step 0.5
  for x=-3 to 3 step 0.001
    let z=x+i*y
    let w=z+1/z
    if x^2+y^2>1 then

      plot lines:Re(z)-4,Im(z)
      plot lines:Re(w)+4,Im(w)
    end if

  next x
next y
```

END

写像 (2)



lmap01f.bas 04-8-16

```
option arithmetic complex
set window -10,10,-10,10
```

```
let i=complex(0,1)
for r=1 to 4 step 0.5
  for theta=-2*pi to 2*pi step pi/360
    let z=r*exp(i*theta)
    let w=z+1/z
    plot lines:Re(z)-5,Im(z)
    plot lines:Re(w)+5,Im(w)
  next theta
next r
```

```
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/18
  for r=1 to 4 step 0.01
    let z=r*exp(i*theta)
    let w=z+1/z
    plot lines:Re(z)-5,Im(z)
    plot lines:Re(w)+5,Im(w)
  next r
next theta
```

```
set line width 3
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/360
  let z=2*exp(i*theta)
  let w=z+1/z
  plot lines:Re(z)-5,Im(z)
  plot lines:Re(w)+5,Im(w)
next theta
END
```

クッタ・ジュコフスキー平板翼

循環をもつ円柱まわりの流れをあらわす複素ポテンシャルにジュコフスキーの写像をほどこして平板のまわりの流れをグラフにするプログラムは次のとおりである。Kutta condition を満足させるように、循環 Γ を選んで円弧翼まわりの流れを描かせて見る。

```
!foil0f.bas 04-6-14
!平板翼のまわりの流線
```

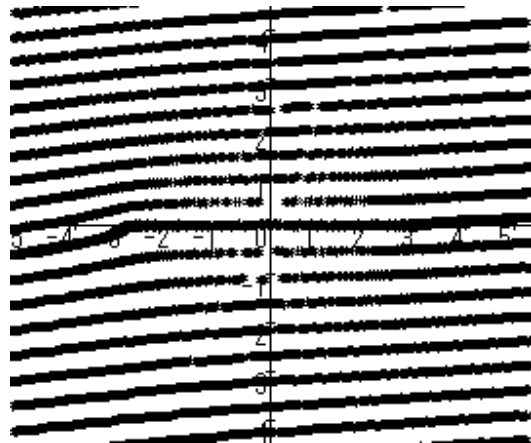
```
option arithmetic complex
set window -10,10,-10,10
set axis color 1
draw axes
```

```
let i=complex(0,1)
let a=1.5
let b=1.5
let alpha=-5/180*pi
let U=2
let G=0.5*pi*a
```

```
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180
  let z=a*exp(i*theta)+c
  let w=z+b^2/z
  plot points:Re(w),Im(w)
next theta
```

```
for x=-5 to 5 step 0.03
  for y=-5 to 5 step 0.03
    let z=x+i*y
    let zz=(z-c)*exp(i*alpha)
    let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)
    let ez=z+b^2/z
    let ex=Re(ez)
    let ey=Im(ez)
    let psi=Im(w)
```

```
    if abs(z-c)>a then
      for k=0 to 10 step 1
        if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.06 then
```



```
        plot points : ex,ey
      end if
    next k

  end if
next y
next x

for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180
  let z=a*exp(i*theta)+c
  let w=z+b^2/z
  plot points:Re(w),Im(w)
next theta

END

END
```

クッタ・ジューコフスキー円弧翼

循環をもつ円柱まわりの流れをあらわす複素ポテンシャルにジューコフスキーの写像をほどこして円弧翼のまわりの流れをグラフにするプログラムは次のとおりである。Kutta condition を満足させるように、循環 を選んで円弧翼まわりの流れを描かせて見る。

```
!foil01g.bas 04-6-14  
!円弧翼のまわりの流線
```

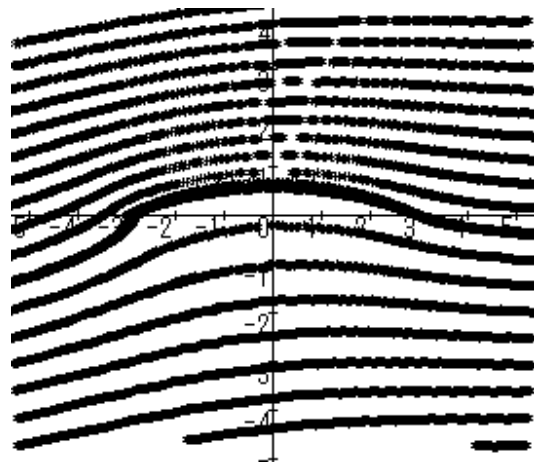
```
option arithmetic complex  
set window -10,10,-10,10  
set axis color 1  
draw axes
```

```
let i=complex(0,1)  
let a=1.5  
let b=1.5  
let alpha=-6/180*pi  
let U=2  
let G=2.5*pi*a  
!let h=0.001  
let c=0.3*i
```

```
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180  
  let z=a*exp(i*theta)+c  
  let w=z+b^2/z  
  plot points:Re(w),Im(w)  
next theta
```

```
for x=-5 to 5 step 0.03  
  for y=-5 to 5 step 0.03  
    let z=x+i*y  
    let zz=(z-c)*exp(i*alpha)  
    let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)  
    let ez=z+b^2/z  
    let ex=Re(ez)  
    let ey=Im(ez)  
    let psi=Im(w)
```

```
  if abs(z-c)>a then
```




```
    for k=0 to 10 step 1
      if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.06 then
        plot points : ex,ey
      end if
    next k

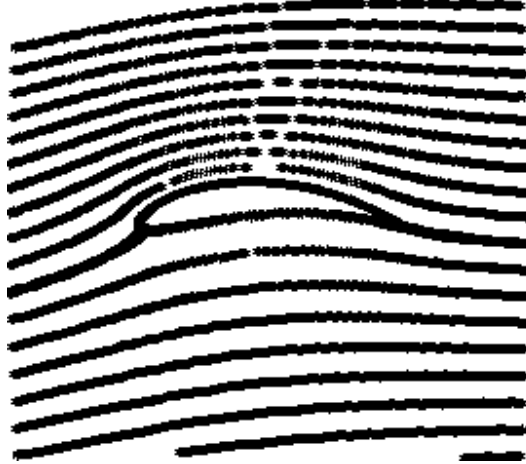
  end if
next y
next x

for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180
  let z=a*exp(i*theta)+c
  let w=z+b^2/z
  plot points:Re(w),Im(w)
next theta

END
```

ジュコフスキー翼

循環をもつ円柱に迎え角 5 度の平行流れをあらわす複素ポテンシャルにジュコフスキーの写像をほどこしてジュコフスキー翼のまわりの流れをグラフにするプログラムは次のとおりである。Kutta condition を満足するよう、後縁からなめらかに流れがでるよう、trial and error で目視で循環 Γ の値を定めた。翼まわりの流れは次のようになる。



```
!foil01e.bas 04-6-14
```

```
!翼のまわりの流線
```

```
option arithmetic complex  
set window -10,10,-10,10  
set axis color 1  
!draw axes
```

```
let i=complex(0,1)  
let a=1.5  
let b=1.3  
let alpha=-6/180*pi  
let U=2  
let G=2.5*pi*a  
!let h=0.001  
let c=-0.1+0.3*i
```

```
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180  
  let z=a*exp(i*theta)+c  
  let w=z+b^2/z  
  plot points:Re(w),Im(w)  
next theta
```

```
for x=-5 to 5 step 0.03
```

```

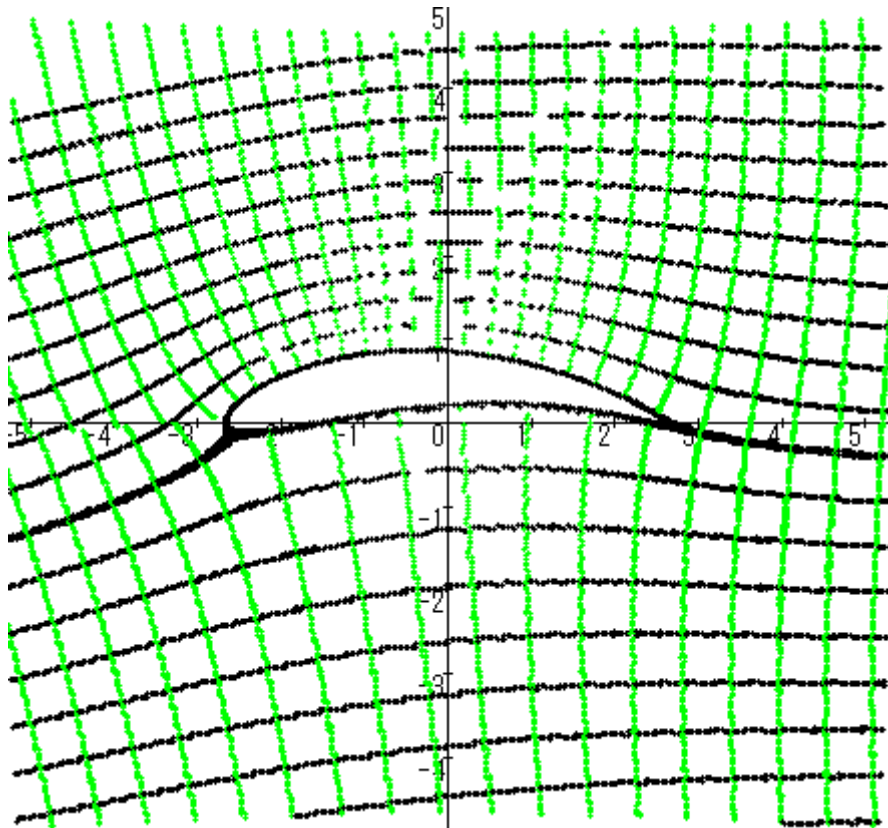
for y=-5 to 5 step 0.03
  let z=x+i*y
  let zz=(z-c)*exp(i*alpha)
  let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)
  let ez=z+b^2/z
  let ex=Re(ez)
  let ey=Im(ez)
  let psi=Im(w)

  if abs(z-c)>a then
    for k=0 to 10 step 1
      if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.06 then
        plot points : ex,ey
      end if
    next k
  end if
next y
next x

END

```

翼まわりの流れ (流線とポテンシャル線)



```
!foil01h.bas 04-8-10
!翼のまわりの流線
option arithmetic complex
set window -6,6,-6,6
set axis color 1
draw axes
let i=complex(0,1)
let a=1.5
let b=1.3
let alpha=-6/180*pi
let U=2
let G=2.5*pi*a
!let h=0.001
let c=-0.1+0.3*i
set line width 3
for x=-5 to 5 step 0.03
```

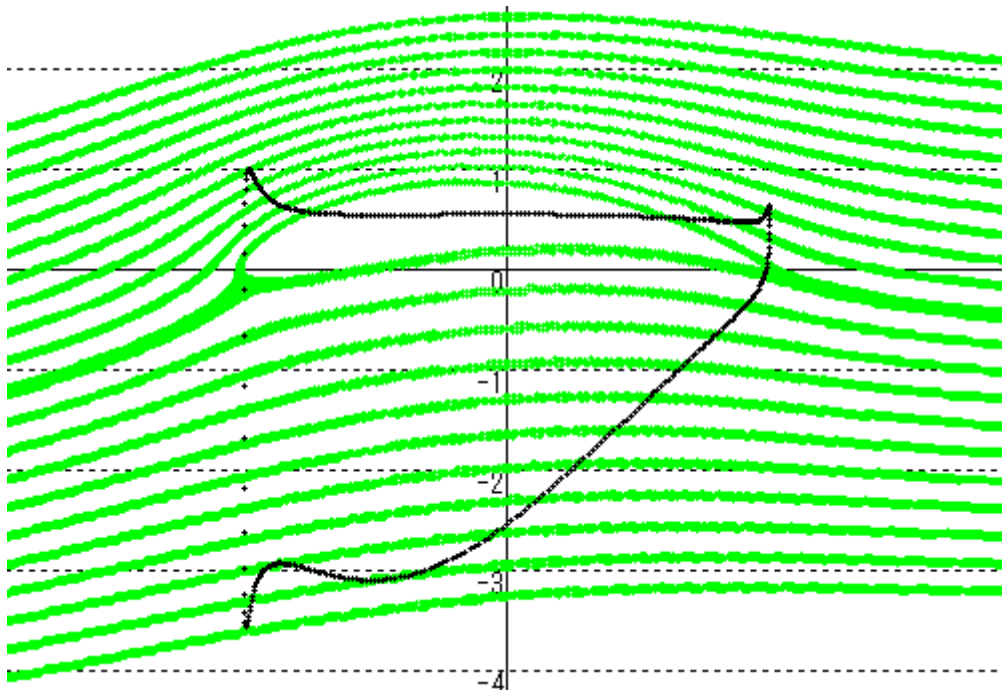
```

for y=-5 to 5 step 0.03
  let z=x+i*y
  let zz=(z-c)*exp(i*alpha)
  let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)
  let ez=z+b^2/z
  let ex=Re(ez)
  let ey=Im(ez)
  let psi=Im(w)
  let pfi=Re(w)
  if abs(z-c)>a then
    for k=0 to 10 step 1
      if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.06 then
        set line color 1
        plot lines : ex,ey
      end if
    next k
    for k=-20 to 12 step 1
      if pfi>k-0.03 and pfi<k+0.03 then
        set line color 3
        plot lines :ex,ey
      end if
    next k
  end if
next y
next x
for theta=-2*pi to 2*pi step pi/180
  let z=a*exp(i*theta)+c
  let w=z+b^2/z
  plot lines:Re(w),Im(w)
next theta

```

END

ジューコフスキー翼面の圧力分布



```
! Joukowski airfoil
! 5 deg attack, stream line
! foil004g.bas by T. Uede 04-8-17
option arithmetic complex
set window -5,5,-5,5
set axis color 1
draw grid with scale (20,1)
set line width 3
let i=complex(0,1)
let a=1.5
let b=1.3
let U=4
let G=5*pi*a
let c=-0.1+0.3*i
let alpha=5/180*pi
let rou=1.2
set line color 3
for t=0 to 2*pi step pi/180
  let z=a*exp(i*t)+c
```

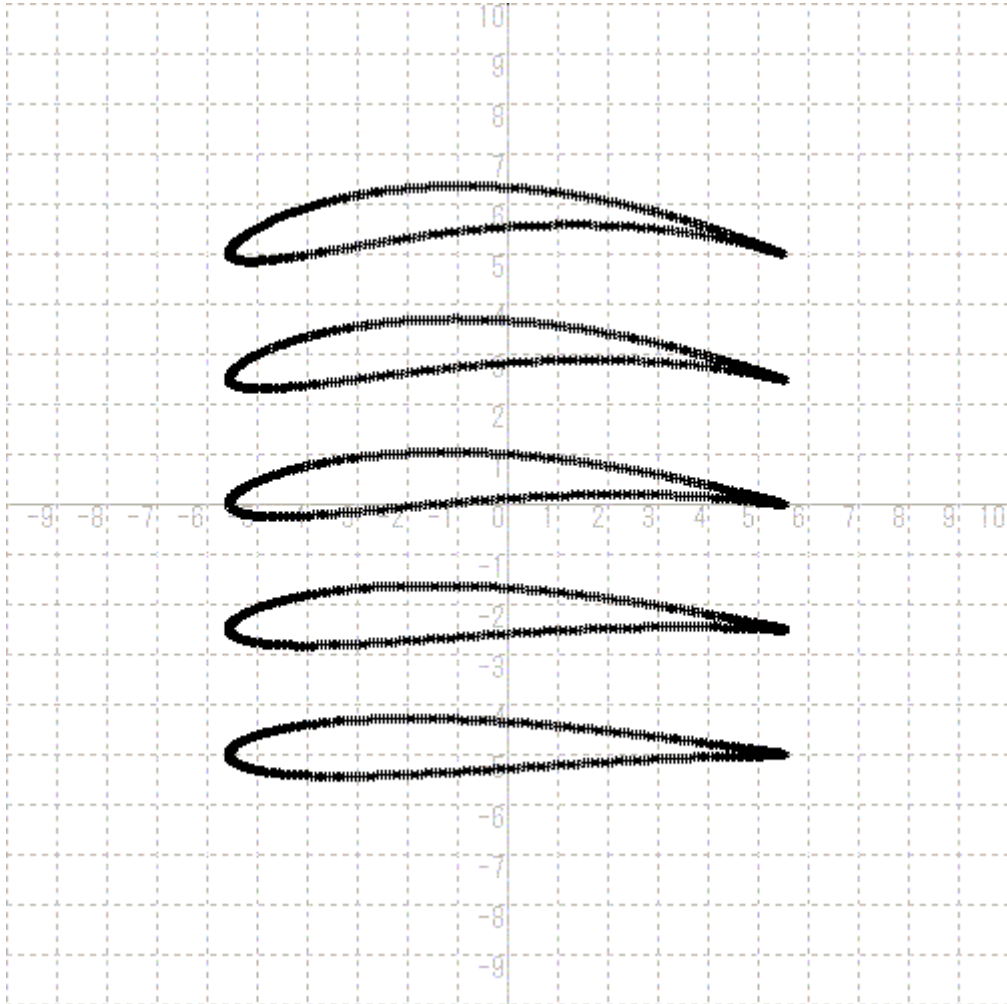
```

let w=z+b^2/z
plot lines: Re(w),Im(w)
next t
for y=-5 to 5 step 0.02
for x=-5 to 5 step 0.02
let z=x+i*y
let zz=(z-c)*exp(-i*alpha)
let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)
let psi=Im(w)
if abs(z-c)>=a then
let ez=z+b^2/z
let ex=Re(ez)
let ey=Im(ez)
for k=0 to 10 step 1
if abs(psi)>k and abs(psi)<k+0.2 then
plot lines :ex,ey
end if
next k
end if
next x
next y
set line color 1
for t=0 to 2*pi step pi/180
let z=a*exp(i*t)
let zz=(z-c)*exp(-i*alpha)
let w=U*(zz+a^2/zz)+i*G/2/pi*log(zz/a)
let dwdz=U*(1-a^2/zz^2)+i*G/2/pi/zz
let dezdz=1-b^2/z^2
let p=1-rou/2*(abs(dwdz/dezdz))^2/(rou*U^2/2)
let ez=z+b^2/z
let ex=Re(ez)
let ey=Im(ez)
plot lines: ex,p
next t
end

```

ジュコフスキー翼

円にクッタ・ジュコフスキーの写像をほどこしてジュコフスキー翼の翼形をグラフであらわすプログラムと翼形は次のようになる。



! Joukowski mapping

!jwk001a.bas by T. Uede 01-01-24

```
option arithmetic complex
set window -200,200,-200,200
draw grid with scale (20,20)
```

```
let a=60
let a0=-4
let b0=10
let b=55
```



```
for b0=2 to 10 step 2
  for k=0 to 360
    let c=complex(a0,b0)
    let x=a*cos(k*pi/180)
    let y=a*sin(k*pi/180)
    let z=complex(x,y)
    let z=(z+c)
    let ez=z+b^2/z
    let ex=Re(ez)
    let ey=Im(ez)
    plot points :ex,ey+b0*25-150
  next k
next b0
end
```

流体力学 練習問題

[問題 1] 次の複素ポテンシャル (a), (b) のおののおのについて、流れの略図をかけ。

$$w = z^2 \quad (\text{a})$$

$$w = z^{1.5} \quad (\text{b})$$

[問題 2]

下記の式はジューコフスキーの写像関数である。

$$\xi = z + \frac{b^2}{z}$$

写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で原点を中心とする半径 1 の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

[問題 3] 風速 20 [m/s] の一様流の中で、直径 50 [cm] の円柱を流れに直角におき、250 [rpm] で回転させる。円柱に作用する揚力は、長さ 1 [m] あたりにつきいくらか。ただし空気の密度を 1.2 [kg/m³] とする。

[問題 4] 飛行機(aircraft)の重量(weight) W が 350000 [N]、翼面積 (wing area) A_p が 250 [m²]、推力 (thrust) T が 52000 [N] とする。翼のアスペクトレイシヨ(aspect ratio) AR を 7 とし、 C_0 を 0.02 とする。

(1) この飛行機の失速速度(stall speed) はいくらか？ ただし、 $C_{L_{max}}$ を 2.0 とせよ。

(2) 失速速度の 1.2 倍の速度で離陸(take off)しようとするとき、離陸距離(take-off distance) を計算せよ。

[問題 5] 飛行機のフラップ (flap) の役割についてのべよ。

練習問題 1

$$u = \frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y} \quad v = \frac{\partial \phi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

$$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \quad (3)$$

$$w = \phi + i \cdot \psi \quad (4)$$

$$v_r = \frac{\partial \phi}{\partial r} \quad v_\theta = \frac{\partial \phi}{r \partial \theta} \quad (5)$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_r \\ v_\theta \end{bmatrix} \quad (6)$$

上は練習問題を解くための公式集である。 u は x 方向の速度、 v は y 方向の速度、 ϕ は速度ポテンシャル、 ψ は流れ関数。 w は複素ポテンシャル、 i は虚数。 (2) は連続の式、 (3) は回転を表す式である。 (5) は半径方向と接線方向の速度を極座標で表した式で、 (6) は極座標から x 、 y 方向の速度 u 、 v を求めるための変換の式である。

問題

$$w = 3 \cdot z \quad (1)$$

$$w = i \cdot 2 \cdot z \quad (2)$$

$$w = (3 + i \cdot 2) \cdot z \quad (3)$$

$$w = 2 \cdot \ln(z) \quad (4)$$

$$w = 2 \cdot \ln(z + 1) - 2 \cdot \ln(z - 1) \quad (5)$$

$$w = -i \cdot 3 \cdot \ln(z) \quad (6)$$

$$w = 2 \cdot \frac{1}{z} \quad (7)$$

$$w = z + \frac{2^2}{z} \quad (8)$$

問題 1 . 上の 8 個の複素ポテンシャルの流れの方向を示す図を描け。

問題 2 . 複素ポテンシャル (1)、(2)、(3)、(7) のおのおのについて、 u 、 v を求めよ。

問題 3 . 複素ポテンシャル (4)、(6) のおのおのについて、 u 、 v を求めよ。

問題

$$w = z + \frac{2^2}{z} \quad (\text{a})$$

$$w = z + \frac{2^2}{z} + i \cdot \ln\left(\frac{z}{2}\right) \quad (\text{b})$$

$$w = z^2 \quad (\text{d})$$

$$w = z^3 \quad (\text{e})$$

$$w = z^{1.5} \quad (\text{f})$$

$$w = z^{1.8} \quad (\text{g})$$

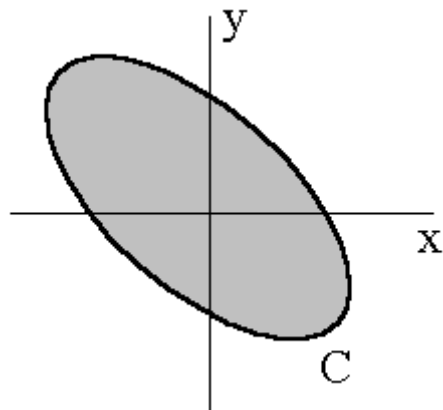
$$w = z^{0.8} \quad (\text{h})$$

$$w = \ln(z^2 + 2^2)$$

問題 1 . 上の複素ポテンシャルのおのおのについて、 u 、 v または r 、 v を求めよ。

問題 2 . 上の複素ポテンシャルのおのおのについて、流れの略図をかけ。

問題 1



図のような柱状物体を2次元渦なし流れの中におくとき、物体に作用するx方向とy方向の力 F_x と F_y は次のようにあらわされることを証明せよ。

$$F_x = \frac{\rho}{2} \oint_C (u^2 + v^2) dy$$

$$F_y = \frac{-\rho}{2} \oint_C (u^2 + v^2) dx$$

問題 2

w を複素ポテンシャルとするとき

$$\frac{dw}{dz} = u - i \cdot v$$

が成り立つ。これを用いて、Blasiusの定理(下の方程式)を証明せよ。

$$i \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \oint_C \left(\frac{dw}{dz} \right)^2 dz = F_x - i \cdot F_y$$

問題 3

$$\frac{dw}{dz} = c_0 + \frac{c_1}{z} + \frac{c_2}{z^2}$$

のとき、柱状物体に働く力 F_x と F_y を求めよ。

問題 4

$$w = U \cdot \left(z + \frac{a^2}{z} \right) + i \cdot \frac{\Gamma}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \left(\frac{z}{a} \right)$$

のとき、柱状物体に働く力 F_x と F_y を求めよ。

問題 5

風速 15 m/s の一様流の中で、直径 20 cm の円柱を流れに直角におき、毎分 250 回転させる。円柱に作用する揚力は、長さ 1 m あたりにつきいくらか。ただし空気の密度を 1.2 kg/m^3 とする。

練習問題

下記の式はジュークフスキーの写像関数である。

$$\xi = z + \frac{b^2}{z}$$

問題 1 . 写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で原点を中心とする半径 1 の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

問題 2 . 写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で原点を中心とする半径 1 . 5 の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

問題 3 . 写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で $f = i * 0.2$ を中心とする半径 $(1^2 + f^2)^{1/2} = 1.02$ の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

問題 4 . 写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で $f = i * 0.2$ を中心とする半径 1 . 5 の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

問題 5 . 写像関数で $b = 1$ とすると、 z 平面上で $c + f = -0.1 + i * 0.2$ を中心とする半径 1 . 2 の円は、平面上でどのような図形となるか。また、 z 平面の円の 2 個の縦横中心軸と円の 4 個の交点を、対応する平面上の点としてプロットせよ。

練習問題

問題 1

風速 10 m/s の一様流れの中で直径 30 cm の円柱を流れに直角におき、毎分 150 回転させる。円柱に作用する揚力は、長さ 1 m あたりにつきいくらか。ただし、空気の密度を 1.2 kg/m^3 とし、円柱表面の空気は、円柱と同じ速度で回るものとする。

問題 2

風速 20 m/s の一様流の中に、翼弦長 50 cm の充分長い平板翼を迎え角 3° で置く。ジュウコフスキーの仮説によって循環を求めよ。また、この場合の流れに直角な揚力はいくらか。

問題 3

風速 25 m/s の一様流の中に、弦長さ $4b=50 \text{ cm}$ 、 $\alpha = 1.5^\circ$ の円弧翼を迎え角 5° でおく場合、翼幅 1 m あたりに発生する揚力はいくらか。

問題 4

一様流の中にジュウコフスキー翼を置いた場合の流線を描かせる方法を述べよ。

問題 5

一様流の中にジュウコフスキー翼を置いた場合の上下翼面の圧力分布状態を描かせるを述べよ。