数式処理/ドキュメント作成ソフト

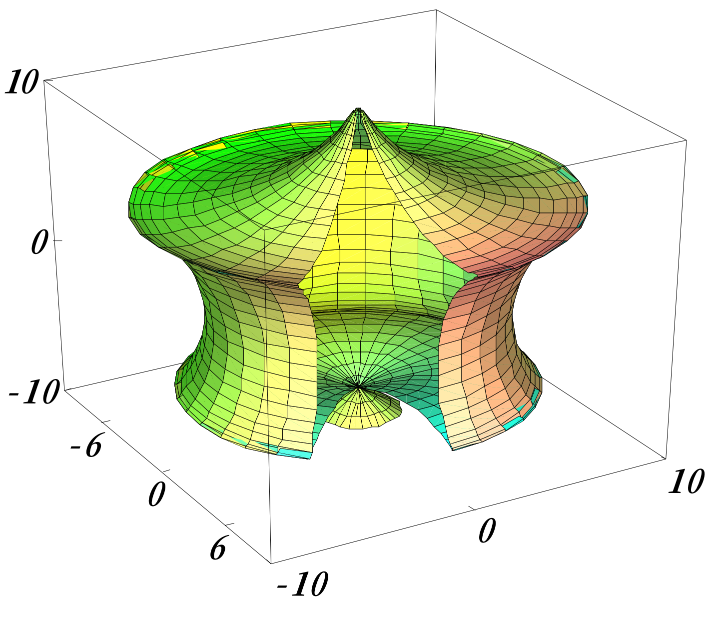
作図/数式計算/文書/表/LaTeX/HTML変換

# カルキング

## (印刷サンプル)

Windows 7 / Vista / XP 対応版

科学/技術/教育研究/統計




**株式会社　シンプレックス**

http://www.simplex-soft.com

上記 ＨＰより体験版がダウンロードできます。

# 目　次

**★応用追加**



★この印刷サンプル集は、すべて「カルキング」で
作成･計算･作図･貼り付け･編集･印刷されたものです。

※ドキュメントのＰＤＦ化に際しての注意事項
以下のドキュメントはプリンタで印刷を行った場合には正常に出力される
のですが、ＰＤＦ形式で出力すると、一部で積分記号が切れたり、表の罫線が
表示されなかったり、網掛けでの塗り潰しが正しく描画できない、
などの現象が起きることがあります。
また、カルキングに添付されている数式フォントを埋め込んでいます。

# 「カルキング」の計算及び印刷例

**WindowsXP/Vista対応版**
**OLE2.0(コンテナ/サーバ対応)**

## 単位計算・表計算・プログラミング機能・2D/3Dグラフ・HTML/Texへ変換可能・CAD等双方向貼付可能

### 分数でも小数でも自由自在

$3.1\times 2.5\div 2=3\frac{7}{8}$ 　**帯分数表示**

$3.12949846\times 2.58641157=8.09417102524118$

**小数（表示精度15桁）**

$3.12949846\times 2.58641157=8.09$

**小数（小数点以下2桁四捨五入）**

$16\times 16=256=(100)_{16}=(400)_8$ 　**（基数表現）**

$a=(5,3,7)$ 　$b=(7,5,4)$ 　$\theta=30°45'$

$\frac{1}{2}ab\cos\theta=33.517$

$a\times b=(-23, 29, 4)$ 　**ベクトル演算**

$\sqrt{3}\times\sqrt{2}+\sqrt{6^3}=7\sqrt{6}$ 　**厳密表示**

$\sqrt{3}\times\sqrt{2}+\sqrt{6^3}=17.146$ 　**近似表示**

sum(10, 20, 30)=60

average(90, 85, 78, 65, 92) =82

$\prod_{k=1}^{5}k=120$ 　$\binom{10}{5}=252$ 　$\Gamma(10.5)=1133278.38894884$

### 複雑な分数式

$$\left[25+\left\{\frac{\frac{43}{45-89}+7}{5\times\left(\frac{5^3}{78\times 21^2}-7\frac{5}{8}\right)}+\frac{8}{56}\right\}\times\frac{1}{3}\right]\times 2=\frac{12109327192}{242235609}$$

### 自動単位計算

$3_{m/s}$ で動いている 5kg の重さの物体の運動エネルギーを求める

$m_0=5_{kg}$ 　$v=3_{m/s}$

$\frac{1}{2}m_0v^2=22.50_J$

### 条件式

$$f(x)=\begin{cases}|x| & (x<0)\\ \sqrt{x} & (0\le x<1)\\ x^2 & (1\le x)\end{cases}$$

$f(-2)=2$

$f(\frac{1}{3})=0.57735$

$f(\sqrt{3})=3$

### 数学関数

$$\int_0^1\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{\sin^2(x+y)}{\sqrt{1+x^2+y^2}}dxdy=0.774978$$

${}_5P_5\times{}_3P_3=720$ 　${}_{23}C_2\times{}_{20}C_2=48070$

$$\frac{d}{dx}\sqrt{\sin x+\cos x}=\frac{\cos x-\sin x}{2\sqrt{\cos x+\sin x}}$$

$$\sum_{k=1}^{n}k^5=-\frac{1}{12}n^2+\frac{5}{12}n^4+\frac{1}{2}n^5+\frac{1}{6}n^6$$

$$\sum_{i=1}^{4}a_{i,j}x_i=a_{1,j}x_1+a_{2,j}x_2+a_{3,j}x_3+a_{4,j}x_4$$

### フィボナッチ級数

$$h(n)=\begin{cases}1 & n=1\\ 1 & n=2\\ h(n-2)+h(n-1) & n>2\end{cases}$$

$h(1)=1$
$h(2)=1$
$h(3)=2$
$h(5)=5$
$h(10)=55$

### 行列計算

| $x$ | $y$ |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0.1 | 0.1002 |
| 0.2 | 0.2013 |
| 0.3 | 0.3045 |
| 0.4 | 0.4108 |
| 0.5 | 0.5211 |
| 0.6 | 0.6367 |
| 0.7 | 0.7586 |
| 0.8 | 0.8881 |
| 0.9 | 1.0265 |
| 1 | 1.1752 |

$$\begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^{n}x_i & \sum_{i=1}^{n}x_i^2 & \sum_{i=1}^{n}x_i^3\\ \sum_{i=1}^{n}x_i & \sum_{i=1}^{n}x_i^2 & \sum_{i=1}^{n}x_i^3 & \sum_{i=1}^{n}x_i^4\\ \sum_{i=1}^{n}x_i^2 & \sum_{i=1}^{n}x_i^3 & \sum_{i=1}^{n}x_i^4 & \sum_{i=1}^{n}x_i^5\\ \sum_{i=1}^{n}x_i^3 & \sum_{i=1}^{n}x_i^4 & \sum_{i=1}^{n}x_i^5 & \sum_{i=1}^{n}x_i^6\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}\sum_{i=1}^{n}y_i\\ \sum_{i=1}^{n}(x_iy_i)\\ \sum_{i=1}^{n}(x_i^2y_i)\\ \sum_{i=1}^{n}(x_i^3y_i)\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-0.0001434\\ 1.0045726\\ -0.0201107\\ 0.1906954\end{pmatrix}$$

### 大きい数もＯＫ！

$4^{500}$=10715086071862673209484250490600018105614048117055336074437503883703510511249361224931983788156958581275946729175531468251871452856923140435984577574698574803934567774824230985421074605062371141877954182153046474983581941267398767559165543946077062914571196477686542167660429831652624386837205668069400

12,456,700×1.03=12,830,401 　（３桁区切り）

### 方程式

**（一元多項式）**

$0.55x^4+0.3x^2-0.52x=-0.4x^3+1$

$x=-0.39191+1.2335i$
$x=-1.0139$
$x=-0.39191-1.2335i$
$x=1.0705$

**（連立方程式）**

$$\begin{cases}a^2+b+c=5\\ \frac{2}{3}a-0.7b=c\\ \frac{a+b^2}{3}=\frac{c}{9}\end{cases}$$

$a=-2.5072$
$b=1.2846$
$c=-2.5707$

$b>0$ 　**条件をつけられる**

### Newtonコマンド（非線形連立方程式）

$a^2+\sin b=3$ 　(4)

$e^a-\cos b=6$ 　(5)

newton((4),(5),a=0,b=1)

**求まった解** 　$a=1.91084482173435$

$b=5.57385213050846$

### 表

| 数 | 数値 | 逆数 | 常用対数 | 自然対数 |
|---|---|---|---|---|
| a | a | 1/a | $\log_{10}a$ | $\log_e a$ |
| 2 | 2.00000 | 0.50000 | 0.30103 | 0.69315 |
| $\sqrt{2}$ | 1.41421 | 0.70711 | 0.15051 | 0.34657 |
| π | 3.14159 | 0.31831 | 0.49715 | 1.14473 |
| e | 2.71828 | 0.36788 | 0.43429 | 1.00000 |

**（表中の数値はカルキングの表計算機能により算出）**

北陸

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯人数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 新潟 | 2431396 | 1176785 | 10789 | 225.36 | 2.07 |
| 富山 | 1111602 | 535542 | 2046 | 543.30 | 2.08 |
| 石川 | 1173994 | 566975 | 4185 | 280.52 | 2.07 |
| 福井 | 821589 | 397219 | 4189 | 196.13 | 2.07 |
| 合計 | 5538581 | 2676521 | 21209 | 261.14 | 2.07 |

**（合計はカルキングの表集計機能により算出した結果です）**

## カルキングからHTML/Texへ変換可能

## 基本的なワープロ機能付

## 常微分方程式の数値解法

## 作図機能/Excelへのリンク機能

### 素因数分解

$10511043200=2^7\times 5^2\times 7\times 19\times 24697$

### 複素数計算

$\sqrt{-6}\times\sqrt{-2}=-3.46410161513775$

$(1+i)^2=2i$ 　$j^2=-1$

### 代数計算

$(A+B-C)(A-B+C)=A^2-B^2+2BC-C^2$

$(3x^3+5x^2-11x+3)\div(3x-1)=x^2+2x-3$

（赤－白）（赤＋白）＝赤$^2$-白$^2$

### 因数分解

$5x^3+5x^2y+10x^2+xy+y^2-x+y-2$

$=(x+y+2)(5x^2+y-1)$

$\cos^3\theta-\sin^3\theta$

$=(\cos\theta-\sin\theta)(\cos^2\theta+\cos\theta\sin\theta+\sin^2\theta)$

### 微分

$\frac{d}{dx}\sin x=\cos x$ 　$\frac{d^2}{dx^2}x^5=20x^3$ 　$(e^x)'=e^x$

### 偏微分

$u(x,y)=xy$ 　$\frac{\partial u(x,y)}{\partial x}=y$ 　$\frac{\partial u(x,y)}{\partial y}=x$

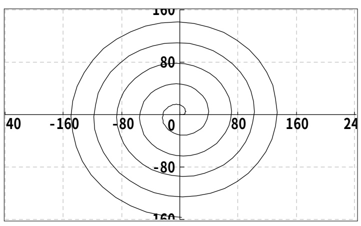
## ２次元関数グラフ

**媒介変数型**

伸開線（インボリュート）

$x(\theta)=5(\cos\theta+\theta\sin\theta)$

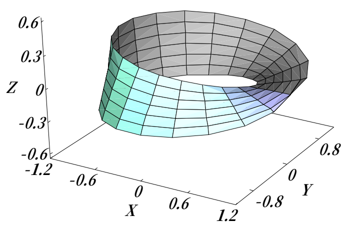
$y(\theta)=5(\sin\theta-\theta\cos\theta)$




## ３次元関数グラフ

**メビウスの輪**

x(u,v)=cosu+vcos(u÷2)cosu
y(u,v)=sinu+vcos(u÷2)sinu
z(u,v)=vsin(u÷2)
(0<u<2π, -0.3<v<0.3)




### スクリプト機能

**素数列挙プログラム**

```
Prime( x )
var m
 ( for k = 2 to x step 1 )
  m=k
  break        [x÷k]×k=x
return m
```

```
A1..100=0     c=2     j=1
( for k = 1 to 500 step 1 )
d=Prime(c)
 Aj=c    c=d
 j=j+1
c=c+1
break        j>100
```

# 「カルキング」のワープロ編集機能

●グリッド単位でマウスクリック可能

●可変括弧の中でも改行接続が可能

$$A=\left\{\left\{\frac{1}{2},\frac{1}{3}\right\},\left\{\frac{1}{4},\frac{1}{5},\frac{1}{6}\right\},\left\{\frac{1}{7},\frac{1}{8},\frac{1}{9},\frac{1}{10}\right\}\right\}$$

改行接続で

$$A=\left\{\left\{\frac{1}{2},\frac{1}{3}\right\},\left\{\frac{1}{4},\frac{1}{5},\frac{1}{6}\right\},\right.$$
$$\left.\left\{\frac{1}{7},\frac{1}{8},\frac{1}{9},\frac{1}{10}\right\}\right\}$$

●行間隔の制御、指定した文字数での自動折り返し(ページ境界折り返しも含む)
表のセル内でも自動折り返し機能が使用可能

$$\sum_{k=1}^{25}\frac{1}{k}=\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{10}+\frac{1}{11}+\frac{1}{12}+\frac{1}{13}+\frac{1}{14}+\frac{1}{15}+\frac{1}{16}+\frac{1}{17}+\frac{1}{18}+\frac{1}{19}+$$

$$\frac{1}{20}+\frac{1}{21}+\frac{1}{22}+\frac{1}{23}+\frac{1}{24}+\frac{1}{25}$$

(行間隔が広い)

$$\sum_{k=1}^{25}\frac{1}{k}=\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{5}+\frac{1}{6}+\frac{1}{7}+\frac{1}{8}+\frac{1}{9}+\frac{1}{10}+\frac{1}{11}+\frac{1}{12}+\frac{1}{13}+\frac{1}{14}+\frac{1}{15}+\frac{1}{16}+\frac{1}{17}+\frac{1}{18}+\frac{1}{19}+$$
$$\frac{1}{20}+\frac{1}{21}+\frac{1}{22}+\frac{1}{23}+\frac{1}{24}+\frac{1}{25}$$

(行間隔が狭い)

●可変のアンダーライン、オーバーライン、円弧、ベクトル記述ができる

$\underline{\mathrm{mn}}$ $\underline{\mathrm{under}}$ $\overline{\mathrm{AB}}$ $\overline{\mathrm{over}}$ $\overset{\frown}{\mathrm{AB}}$ $\overrightarrow{\mathrm{OA}}$ $\overrightarrow{\mathrm{vector}}$

●1/4角文字のサポートでより表現に富んだ数値が記述できる

$$10.589^{0.034}_{-0.34}$$

●柔軟性に富んだ部分選択領域の微調整機能のサポート

abcdefghijklmn 微調整機能を実行すると $\mathrm{abcd}^{\mathrm{ef}}\mathrm{gh}^{\mathrm{ij}}{}_{\mathrm{klmn}}$

●作成した式をそろえる位置合わせ機能

$$x^2+y^2=r^2$$
$$2x-5y=a$$

$\Rightarrow$

$$x^2+y^2=r^2$$
$$2x-5y=a$$

左端をそろえる

$\int_0^\infty xe^{-5x}dx=0.04$ 9!!=945

$\Downarrow$ 中心をそろえる

$\int_0^\infty xe^{-5x}dx=0.04$ 9!!=945

# カルキングの計算式の作成方法

例として$\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$を作成します。ここではファンクションキーを併用します。

| 手順 | 画面で表示される様子（カーソルの表示は省略） |
|---|---|
| （1）計算式を作る個所をマウスクリックで指定する。 | |
| （2）F3キーを入力する。（分数パートの作成） | $\dfrac{?}{?}$ |
| （3）2aを入力し、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによりカーソルが分子に移動する。 | $\dfrac{?}{2a}$ |
| （4）－bを入力する。 | $\dfrac{-b}{2a}$ |
| （5）数学記号文字盤の±をマウスでクリックする。 | $\dfrac{-b\pm}{2a}$ |
| （6）F5キーを入力する。（ルート記号パートの作成） | $\dfrac{-b\pm\sqrt{?}}{2a}$ |
| （7）bを入力する。 | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b}}{2a}$ |
| （8）F4キーを入力する。（指数パートの作成） | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b^?}}{2a}$ |
| （9）2を入力、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによってカーソルが通常の位置に移動する。 | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2}}{2a}$ |
| （10）－4acを入力し、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによりカーソルがルート記号の内側から外の位置に移動する。 | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ |
| （11）Enterキーを入力する。このEnterキーによりカーソルが分子から通常の位置に移動する。 | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ |

## ●計算式の編集方法

今作った式を基に$\dfrac{-b\pm\left(b^2-4ac\right)}{2a}$を作る

| | |
|---|---|
| (1) ルート記号の直前でマウスクリック | $\dfrac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ |
| (2) Delete記号を入力（ルート記号が取れ、カーソルは$b^2$の前にある） | $\dfrac{-b\pm b^2-4ac}{2a}$ |
| (3) Shiftキーをおしたまま、→記号を6回入力する。（$b^2-4ac$の部分が選択される） | $\dfrac{-b\pm b^2-4ac}{2a}$ |
| (4) 可変括弧ツールバーをマウスでクリック | $\dfrac{-b\pm\left(b^2-4ac\right)}{2a}$ |

## ●積分の作成方法

$\int_1^2 \log_2 x\,dx$　を作る

| | |
|---|---|
| (1) 積分記号ツールバーをマウスでクリック（カーソルは下限値の位置を指す） | $\int_?^?$ |
| (2) 1を入力し、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによりカーソルが上限値の位置に移動する。 | $\int_1^?$ |
| (3) 2を入力し、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによりカーソルが通常の位置に移動する。 | $\int_1^2$ |
| (4) logを入力する。 | $\int_1^2 \log$ |
| (5) F2キーを入力する。（添字パートの作成） | $\int_1^2 \log_?$ |
| (6) 2を入力し、次にEnterキーを入力する。このEnterキーによってカーソルが通常の位置に移動する。 | $\int_1^2 \log_2$ |
| (7) xdxを入力する | $\int_1^2 \log_2 xdx$ |

# 自動単位計算　（SI国際単位系に準拠）

## ☆特徴

（1）カルキングは自動的に単位計算ができます。

（2）単位の記述法は次の3通りを実現しています。

(a) 添字型　　$100_{kg}$

(b) かぎ括弧表記　　100[kg]

(c) 直接表記　　100kg　（この表記では単位部分は青色表示されます。）

（3）単位記号と変数の名前の重複が可能です。

メートルでmという記号を使用していても、mという変数を混在して使用できます。

（4）ユーザ独自の単位を登録できます。漢字の単位も登録できます。

## ☆計算例

### ★自動計算結果

$10_{km}+200_{m}=10_{km}200_{m}$　　$0.45_{km}+400_{m}+20.5_{m}=870.5_{m}$

特定の単位を指定した時の計算結果

$0.45_{km}+400_{m}=_{cm}$　このように計算結果の単位を指定して計算すると　$0.45_{km}+400_{m}=85000_{cm}$

### ★変数および置き換え計算機能

間口=$12.5_{m}$　　奥行き=$20.4_{m}$

面積=間口×奥行き=$12.5_{m}\times 20.4_{m}=255_{m^2}$

### ★特殊な単位計算

$\sin^{-1}0.475=28°21'33.66''$　　$\frac{85}{120}=70.83_{\%}$

### ★物理の複雑な単位計算例

$m_0=5.6_{kg}$　　$v=3.9_{m/s}$

$E=\frac{1}{2}m_0v^2=\frac{1}{2}\times 5.6_{kg}\times(3.9_{m/s})^2=42.588_{J}$

### ★単位換算例(ここではかぎ括弧表示で示す)

1[ℓ]=1000[cm³]=0.001[m³]

1[間]=1.818[m]=0.59994[丈]

1[nm]=$10^{-9}$[m]=0.000001[mm]

1[t]=1000[kg]=$10^{6}$[g]

1[l.y.]=9.46053×$10^{12}$[km]　(1光年の距離)

1[ft]=30.48[cm]=0.3048[m]

1[ha]=100[a]=10000[m²]

1[μm]=0.00001[dm]=0.001[mm]

面積

| 単位名称 | 記号 | 定義 |
|---|---|---|
| アール | a | $100m^2$ |
| ヘクタール | ha | $10000m^2$ |
| エーカ | acre | $4840yd^2$ |
| バーン | b | $100fm^2$ |
| 平方尺 | 平方尺 | $(10/33)^2\times m^2$ |
| 坪 | 坪 | 36平方尺 |
| 畝 | 畝 | 30坪 |
| 段 | 段 | 300坪 |
| 町歩 | 町歩 | 3000坪 |
| 平方里 | 平方里 | 1555.2町歩 |

力

| 単位名称 | 記号 | 定義 |
|---|---|---|
| ニュートン | N | $1m\cdot kg/s^2$ |
| メガニュートン | MN | $10^6N$ |
| キロニュートン | kN | 1000N |
| ミリニュートン | mN | 0.001N |
| マイクロニュートン | μN | $10^{-6}N$ |
| ダイン | dyn | $10^{-5}N$ |
| メガダイン | Mdyn | $10^6dyn$ |
| 重量キログラム | kgf | 9.80665N |
| 重量グラム | gf | 0.001kgf |
| 重量トン | tf | 1000kgf |
| 重量ポンド | lbf | 4.448221615N |
| パウンダル | pdl | 0.1382549544N |
| ステーヌ | sn | 1000N |

## 1. 単位について（SI国際単位系に準拠）

カルキングでは，単位付きの自動計算をサポートしています。
この例で単位部分は青色表示されます。

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 問題（長さ） | 1km=□m | 1cm=□m | 1mm=□m | |
| 答え | 1km=1000m | 1cm=0.01m | 1mm=0.001m | |
| 問題（面積） | $1\mathrm{km}^2$=□$\mathrm{m}^2$ | $1\mathrm{cm}^2$=□$\mathrm{m}^2$ | 1ha=□a | 1a=□$\mathrm{m}^2$ |
| 答え | $1\mathrm{km}^2=1000000\mathrm{m}^2$ | $1\mathrm{cm}^2=0.0001\mathrm{m}^2$ | 1ha=100a | $1\mathrm{a}=100\mathrm{m}^2$ |
| 問題（体積） | $1\mathrm{cm}^3$=□$\mathrm{m}^3$ | 1kℓ=□ℓ | 1dℓ=□ℓ | 1mℓ=□ℓ |
| 答え | $1\mathrm{cm}^3=0.000001\mathrm{m}^3$ | 1kℓ=1000ℓ | 1dℓ=0.1ℓ | 1mℓ=0.001ℓ |
| 問題（時間） | 1分=□秒 | 1時間=□秒 | 1日=□時間 | |
| 答え | 1分=60秒 | 1時間=3600秒 | 1日=24時間 | |

## 2. かけ算記号について

× ・ ＊ が使えます。

10×20=200　　掛算記号×は Ctrl キー＋ ＊ キーで入力

10・30=300　　掛算記号・は 数学記号パレットから入力

10＊40=400　　割算記号÷は Ctrl キー＋ ／ キーで入力

また変数どうしの掛算では、掛算記号を省略できます。

$$(ab+cd)^2=a^2b^2+2abcd+c^2d^2$$

・はベクトル演算の場合には内積となり、×(外積)と区別されます。

$(1,2)\cdot(3,4)=11$　　　$(1,2)\times(3,4)=(2,-2)$

## 3. πについて

カルキングではπの値を定数（近似値）としてもっています。

何桁の近似値で持つかはユーザが設定できます。

一般にπを含む式の計算は，この近似値を使って計算されます。

$2\pi=6.283185308$

$\sin\pi=0$

$5^2\pi-3^2\pi=50.26548246$

結果をπを使って表すこともできます。（代数計算）

$5^2\pi-3^2\pi=16\pi$　　　$\sin\pi+\sin\pi=2\sin\pi$

# ＜基本演算＞

★小数モード　$3.1 \times 2.5 \div 2 = 3.875$　　$312 \times 258 = 8.0496\times10^{4}$　（指数表示）

★分数モード　$3.1 \times 2.5 \div 2 = \frac{31}{8}$（仮分数表示）　$3.1 \times 2.5 \div 2 = 3\frac{7}{8}$　（帯分数表示）

★表示精度の指定
$3.12949846 \times 2.58641157 = 8.0942$　（５桁）
$3.12949846 \times 2.58641157 = 8.09417102524118$　（１５桁）
$3.12949846 \times 2.58641157 = 8.09$　（小数点以下２桁）
$3.12949846 \times 2.58641157 = 8.09417$　（小数点以下５桁）

★演算記号の選択　$3.1\times2.5\div 4.5 + 8.9 = 10.62222222$　　$3.1 * 2.5 / 4.5 + 8.9 = 10.62222222$

★大きい数もＯＫ！
$123456789123456789123456789 \times 234567890234567890234567890$
$= 28958998559823207090687415563633627032769418501905210$
$1234560000000000 \times 2345670000000000 = 2.895870355 \times 10^{30}$
$2^{100} = 1267650600228229401496703205376$

★分数計算

連分数も可

$$\frac{1}{3} \times [3 + 3 \times \{\frac{3}{4} \times (\frac{\frac{3}{17}+3}{13} - \frac{7\frac{1}{3}}{12}) + 6\}] = 6\frac{3845}{5304}$$
（固定カッコ）

$$\frac{1}{3} \times \left[3 + 3 \times \left\{\frac{3}{4} \times \left(\frac{\frac{3}{17}+3}{13} - \frac{7\frac{1}{3}}{12}\right) + 6\right\}\right] = 6\frac{3845}{5304}$$
（可変カッコ）

★指数計算　$5.3^{0.004} = 1.006693127$　　$5.3^{-0.34} = 0.567213037113908$

★ルート記号を含む計算
$2\sqrt{3} + 5\sqrt{7} \times \sqrt[3]{120 + \sqrt[4]{256}} = 69.43102851$　（近似解）
$\sqrt{2} + 5\sqrt{8} = 11\sqrt{2}$　　$\sqrt{2} \times 3\sqrt{2} + \sqrt{5} \times \sqrt{3} = \sqrt{15} + 6$　（厳密解）

★基数表現
$(111000)_2 + (101011)_2 = (1100011)_2$　　$(7777)_8 + (2011)_8 = (12010)_8$
$(FFF)_{16} - (11A)_{16} = (EE5)_{16}$　　$16 \times 16 = 256 = (100000000)_2 = (400)_8 = (100)_{16}$

★度分秒表示
$30°45′22″ + 40°55′49″ = 71°41′11″$　（度分秒）　$\sin^{-1}0.8 = 53°08′$　（度分）
$\sin^{-1}0.8 = 53°07′48″37$　（度分秒、秒の小数点以下2桁）　$\sin^{-1}0.8 = 53°$　（度）

★３桁区切り　$123,456.3 \times 789,456.9 = 97,463,427,883.47$

★複素数演算
$(3 + i)(3 - i) = 10$　　$e^{\pi i} = -1 - 4.10206857034707\times10^{-10} i$　（虚数単位 $i$）
$\sqrt{-1} = j$　　$\left(e^{\frac{\pi}{2}j}\right)^2 = -1 - j4.10206857034707\times10^{-10}$　（虚数単位 $j$）

★数学記号を含む式

$$\sum_{n=1}^{1000} \frac{1}{n(n+1)} = 0.999000999$$
$$\sum_{l=1}^{2} \sum_{m=l}^{3} \sum_{n=m}^{4} lmn = 127$$
$$\prod_{n=1}^{15} n = 1307674368000$$
$$\int_0^1 x dx = 0.5$$
$$|\,456 \times 789 - 12345 \times 899\,| = 10738371$$
$$10! = 3628800 \qquad {}_{10}P_2 = 90 \qquad {}_5C_2 = 10$$

★素因数分解　$120 = 2^3 \times 3 \times 5$　　$60 \times 2 = 2^3 \times 3 \times 5$　　$1024000 = 2^{13} \times 5^3$

# ＜代数計算・因数分解＞

## ★代数計算

### ☆基本演算

$$\frac{x^2-5x+6}{x^2+5x+4}\div\frac{x^2-4x+3}{2x^2+3x+1}\times\frac{x^2+3x-4}{2x^2-3x-2}=1$$

$$\frac{a+2}{a-\dfrac{2}{a+1}}=1+\frac{2}{a-1}$$

$$(\cos y+\sin x)^2=\cos^2 y+2\cos y\sin x+\sin^2 x$$

$$(a_1+2a_2+1)(a_1-3a_2+1)=a_1^2-a_1a_2+2a_1-6a_2^2-a_2+1$$

### ☆行列・行列式・ベクトル

$$(a_1,b_1,c_1)\cdot(a_2,b_2,c_2)=a_1a_2+b_1b_2+c_1c_2$$

$$\begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}^{-1}=\frac{1}{da-cb}\begin{pmatrix}d & -b\\ -c & a\end{pmatrix}$$

$$(a_1,b_1,c_1)\times(a_2,b_2,c_2)=(b_1c_2-b_2c_1,-a_1c_2+a_2c_1,a_1b_2-a_2b_1)$$

$$\begin{pmatrix}a_1 & b_1\\ c_1 & d_1\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}a_2 & b_2\\ c_2 & d_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}a_2a_1+c_2b_1 & b_2a_1+d_2b_1\\ a_2c_1+d_1c_2 & b_2c_1+d_1d_2\end{pmatrix}$$

$$\begin{vmatrix}a & b\\ c & d\end{vmatrix}+2=ad-bc+2$$

### ☆関数 $f(x)=x^4$ （関数定義）　$m=a+b$ （代数代入）

$$f(m)=a^4+4a^3b+6a^2b^2+4ab^3+b^4$$ （代数計算）

### ☆シグマ関数の展開

$$\sum_{k=1}^{9}\frac{1}{k(k+1)}=\frac{1}{(1+1)}+\frac{1}{2(1+2)}+\frac{1}{3(1+3)}+\frac{1}{4(1+4)}+\frac{1}{5(1+5)}+\frac{1}{6(1+6)}+\frac{1}{7(1+7)}+\frac{1}{8(1+8)}+\frac{1}{9(1+9)}$$

## ★因数分解

$$a^3(b-c)+b^3(c-a)+c^3(a-b)=(b-c)(a-b)(a-c)(a+b+c)$$

$$x^8+2x^7+7x^6+16x^5-x^4+10x^3-35x^2-100x+100=(x-1)^2(x+2)^2\left(x^2+5\right)^2$$

$$\frac{1}{4}x^2-\frac{1}{3}xy+\frac{1}{9}y^2=\frac{1}{36}(3x-2y)^2$$

$$\sin^2 x+2\sin x\cos y+\cos^2 y=(\cos y+\sin x)^2$$

システム関数を含んだ式

$$(a_1+a_2+1)(a_1-2a_2+1)-4a_2^2=(a_1+2a_2+1)(a_1-3a_2+1)$$ 添字付変数

### ◎代数計算、因数分解共に部分計算ができます。

（代数計算）

$$a^2(b-c)+b^2(c-a)+c^2(a-b)$$
↓
$$\left(a^2b-a^2c\right)+b^2(c-a)+c^2(a-b)$$
↓
$$\left(a^2b-a^2c\right)+\left(-ab^2+b^2c\right)+c^2(a-b)$$

（因数分解）

$$(x^3-1)(y^3-1)$$
↓
$$((x-1)\left(x^2+x+1\right))(y^3-1)$$
↓
$$((x-1)\left(x^2+x+1\right))(y-1)\left(y^2+y+1\right)$$

## ★式番号を用いた等式操作

$x^4+y^4=(x^2\sin^2\theta+y^2\cos^2\theta)$　　(1)　　式番号(1)の式

$\sqrt{(1)}$　を代数計算すると→　$\sqrt{x^4+y^4}=\sqrt{x^2\sin^2\theta+y^2\cos^2\theta}$

$e^{(1)}$　を代数計算すると→　$e^{x^4+y^4}=e^{x^2\sin^2\theta+y^2\cos^2\theta}$

$2x+5y=12$　　(2)　　式番号(2)の式

$7x\text{-}3y=24$　　(3)　　式番号(3)の式

$7\times(2)\text{-}2\times(3)$　を代数計算すると→　$41y=36$　　$x$が消去されます

# ＜方　程　式＞

## ★一元多項方程式

**１）** $x^2-1=0$　　$x=-1$　$x=1$

**２）虚数解（複素数モードで解く）**

$x^4-6x^3-2x-8=0$

$x = 0.4335529413 + 1.088845248i$
$x = -0.9564729399$
$x = 0.4335529413 - 1.088845248i$
$x = 6.089367057$

**３）厳密解（分数表示・ルート表示 ）　４次以下の方程式で可能**

$\frac{7}{6}x^2+\frac{7}{3}x+\frac{3}{4}=0$　　$x=-1+\frac{1}{14}\sqrt{70}$　$x=-1-\frac{1}{14}\sqrt{70}$

$x^3-5=0$

$x=\sqrt[3]{5}$
$x=\frac{\sqrt{3}}{2}(-\sqrt[3]{5})i+\left(-\frac{\sqrt[3]{5}}{2}\right)$
$x=\left(-\frac{\sqrt[3]{5}}{2}\right)-\frac{\sqrt{3}}{2}(-\sqrt[3]{5})i$

**４）記号解（記号表示）　２次以下の方程式で可能。未知数を指定して解く**

$ax^2+bx+c=0$　　$x=\frac{-b+\sqrt{-4ac+b^2}}{2a}$　$x=\frac{-b-\sqrt{-4ac+b^2}}{2a}$

## ★連立方程式　一次の場合は小数解、分数解のどちらも求められます。

**１）**

$$\begin{cases} a+b+c+d=0 \\ a+2b+3c+4d=5 \\ 2a-4b-16c-8d=32 \\ -a+3b-6c+9d=10 \end{cases}$$

$a=9.552$
$b=-16.638$
$c=-0.379$
$d=7.466$

$a=\frac{277}{29}$
$b=-\frac{965}{58}$
$c=-\frac{11}{29}$
$d=\frac{433}{58}$

| a | b | c | d | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | −4 | −16 | −8 | 32 |
| −1 | 3 | −6 | 9 | 10 |

係数を表にセットして
解くこともできます。

☆記号解も求められます

$$\begin{cases} x-ay=b \\ cx-2y=-5 \end{cases}$$

$x=\frac{-5a-2b}{ca-2}$
$y=\frac{-bc-5}{ca-2}$

☆複素数係数でも計算できます（プロパティを複素数モードにして解きます）

$(2-3i)x+(4+0.2i)y+8z=3-7.1i$
$3x+(9-7.1i)y+7z=5+0.2i$
$(4+3.2i)x+6y+(4-5.3i)z=2-7.3i$

$x = 0.52893 - 0.95302i$
$y = -0.59572 + 0.34208i$
$z = 0.90657 - 0.60704i$

**２）添字つきの未知数も解けます**

$$\begin{cases} a_1^2+a_2+a_3=0 \\ -a_1+a_2a_1+a_3=-1 \\ -a_1+a_2-a_3^2=-5 \end{cases}$$

$a_1=-1.5986$
$a_2=0.016614$
$a_3=-2.572$

$a_1=0.79519$
$a_2=-2.0874$
$a_3=1.4551$

## ★条件のついた方程式

$(a_1-5)^2+b_1^2=4.5^2$　　$a_1>0$　　$a_1 = 5.099$

$(a_2-a_1)^2+(b_2-b_1)^2=4.9^2$　　$b_1>0$　　$a_2 = 0.20798$

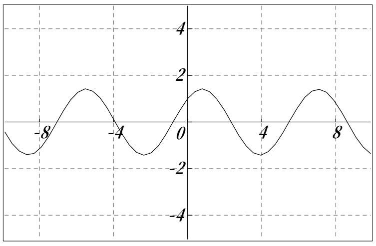
$a_2^2+b_2^2=4.8^2$　　$a_2>0$　　$b_1 = 4.4989$

$a_1^2+b_1^2=6.8^2$　　$b_2>0$　　$b_2 = 4.7955$

## ★ニュートン法による解法

sint+cost=0

・グラフ表示機能により解のおおよその見当をつけ初期値を入力




（左は、グラフ機能で作成、貼り付けたグラフです）

・１回の実行で１つの解が求まる。　　t = 2.356194　　t = 5.497787　　t = 8.63938

（３回実行した結果）

・度分秒表示で解を求められます（プロパティを設定し保存できます）

t = -405°　　t = -45°　　t = 315°　　t = -225°　　t = 135°　　t = 495°

（６回実行した結果）

## ★ 区間指定法による解法

１） sint+cost=0　　-10<t<10　で解くと

・グラフ表示機能により、　解のおおよその見当をつけて区間を設定すると、区間内の全ての解が求まる。

t = -7.068583
t = -3.926991
t = -0.7853982
t = 2.356195
t = 5.497787
t = 8.63938

２） $\sum_{k=1}^{3} \alpha_k t^k=10$　　$\alpha=\{1,2,3\}$　とする　　t = 1.23822641389967

３） $\int_0^x(-t^2+\sin t)dt=0$　　x = 1.300229986

４）未知数が漢字変数の例

sin角度+cos角度=0

・プロパティを度表示にして、-10～10 の範囲で解くと（範囲の指定はラジアン値になります）

角度 = -405 °
角度 = -225 °
角度 = -45 °
角度 = 135 °
角度 = 315 °
角度 = 495 °

## ★（応用）行列の固有値

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$ の固有値を求める

$A=\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$　　$E=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

それぞれ代入定義する

det(A-λE)=0

λの一元多項式を解く

λ = 2
λ = 1
λ = 3

# ＜コマンドによる方程式＞

式番号を活用した平易な仕様
方程式には式番号が振られている
スクリプト内でも記述可能

## 1) solveコマンド

(一元多項式と連立方程式を解く時、条件も設定できる)

### ★ パラメータを含む方程式

b=-76　　c=480

$x^3+9x^2+bx-c=0$　　(10)

x<0　　(11)

solve((10),(11),x)　　実行するとxに解が設定される

求まった解　　x={-5, -12}

★ $$\begin{cases} a_1+a_2^2+a_3=3 \\ a_1a_2+a_3=-1 \\ -a_1^2+a_2-a_3^2=-5 \end{cases} \quad (20)$$

$$a_1>0 \wedge a_2a_3<0 \quad (21)$$

solve((20),(21))　　式の数と変数の数が同じ時は変数を省略できる

求まった解

$a_1$ ={ 0.71904, 2.0161}

$a_2$ ={ 2.2062, −0.72402}

$a_3$ ={ −2.5863, 0.4597}

## 2) newtonコマンド

(非線型及び高次連立方程式を解く時)

初期値と誤差範囲がコマンドのパラメータで指定できる

★ $sint+cost=0$　　(3)

$newton((3), t=0, \varepsilon=10^{-6})$　　実行するとtに解が設定される

求まった解　$t=-0.7854$

★ $a^2+sinb=3$　　(4)

$e^a-cosb=6$　　(5)

newton((4),(5),a=0,b=1)

求まった解　　a=1.91084482173435

b=5.57385213050846

# ＜システム関数＞

## ★三角関数

度分秒・ラジアンのどちらも計算できます。

$\mathrm{SIN}45°=0.70711$　$\tan 40°50'25''=0.8644$　$\sin(2\text{-}j5)=67.479+30.879i$　$\cos\frac{\pi}{6}=0.86603$

$\sin\{30°,45°,60°\}=\{0.5,\ 0.70711,\ 0.86603\}$　$\sec 45°=1.4142$　$\mathrm{cosec}45°=1.4142$　$\cot 45°=1$

◎べき乗、逆関数の記法

$\sin^2\frac{\pi}{4}+\cos^2\frac{\pi}{4}=1$　$\sin^{-1}0.2=11°32'13''$　$\sin^{-1}(2\text{-}3i)=0.57065-1.9834i$　$\mathrm{COS}^{-1}0.2=1.3694$

$\mathrm{ARCSIN}0.2=0.20136$　$\sin^{-1}\{0.2,0.3,0.4\}=\{0.20136,\ 0.30469,\ 0.41152\}$

## ★双曲線関数

$\sinh 0.5=0.5211$　$\mathrm{sech}(0.5\text{-}2i)=-1.0552+1.0655i$　$\mathrm{TANH}\{0.5,0.6,0.7\}=\{0.46212,\ 0.53705,\ 0.60437\}$

◎べき乗、逆関数の記法

$\sinh^2 0.5=0.27154$　$\mathrm{arcsech}(0.5\text{-}2i)=0.45718+1.4643i$　$\mathrm{COTH}^{-1}\{5,6,7\}=\{0.20273,\ 0.16824,\ 0.14384\}$

## ★対数関数

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 常用対数 | $\log 1=0$ | $\log 7i=0.8451+0.68219i$ | $\mathrm{LOG}10=1$ | $\log\{2,3,4\}=\{0.30103,\ 0.47712,\ 0.60206\}$ |
| 自然対数 | $\ln 1=0$ | $\ln j5=1.6094+1.5708i$ | $\mathrm{LN}e=1$ | $\ln\{2,3,4\}=\{0.69315,\ 1.0986,\ 1.3863\}$ |
| 底を指定 | $\log_e 10=2.3026$ | $\log_2(3\text{-}4i)=2.3219-1.3378i$ | $\log_{\sqrt{2}}8=6$ | $\log_{10}10=1$　$\mathrm{LOG}_e e=1$ |

## ★統計関数　◎引数は１次元配列

$A=\{460,468,477,459,472,426,441,426,442,494,476,457,458,463,428,400,318\}$　$\|A\|=17$　$\overline{A}=445$

$\mathrm{sum}(A)=7565$　$\min(A)=318$　$\mathrm{var}(A)=1618.3$　$\mathrm{varp}(A)=1523.1$　$\mathrm{stdev}(A)=40.227$　$\mathrm{stdevp}(A)=39.026$

$\mathrm{average}(460,468,477,459,472)=467.2$　$\overline{\{460,468,477,459,472\}}=467.2$　$\mathrm{median}(460,468,477,459,472)=468$

**分布関数** (normdist,norminv,chi2inv,chi2dist,tdist,tinv,fdist,finv)

**標本分散関連関数** (cov,covp,cov_matrix,covp_matrix,corr,corr_matrix,var,varp)

## ★ベッセル関数

$J_0(-0.5)=0.93847$　$J_0(0.5)=0.93847$　$J_0(\{5,6,7\})=\{-0.1776,\ 0.15065,\ 0.30008\}$　$J_1(1)=0.44005$

$Y_0(0.5)=-0.44452$　$Y_1(5)=0.14786$　$J_2(\{7,8,9\})=\{-0.30142,\ -0.11299,\ 0.14485\}$　$Y_2(0.1)=-127.64$

## ★複素数演算関数

$\mathcal{R}(3\text{-}5i)=3$　$\mathcal{R}(2+j7)=2$　$\Im(3\text{-}5i)=-5$　$\Im(2+j7)=7$　$\arg(3\text{-}5i)=-1.0304$　$\overline{3\text{-}5i}=3+5i$　$\overline{2+j7}=2-j7$

## ★特殊関数

$\Gamma(0.5)=1.7725$　$\Gamma(1+0.5i)=0.80169-0.19964i$　$\Gamma(\{2,3,4\})=\{1,\ 2,\ 6\}$

$B(3,5)=0.0095238$　$B(3,5i)=-0.0079576+0.012202i$　$B(\{2,3\},\{5,6.1\})=\{0.033333,\ 0.0057011\}$

$P_3(5)=305$　$P_2(3\text{-}5i)=-24.5-45i$　$P_4(\{5,6,7\})=\{2641,\ 5535.375,\ 10321\}$　$u(0)=1$　$u(\{-1,0,1\})=\{0,\ 1,\ 1\}$

## ★その他のシステム関数

$\lceil 100.235\rceil=101$　$\lceil -100.235\rceil=-100$　$\lfloor 100.235\rfloor=100$　$\lfloor -100.235\rfloor=-101$

$\mathrm{GCD}(901,\ 1649,\ 1037)=17$　$\mathrm{LCM}(90,\ 16,\ 10)=720$　$\mathrm{mod}(10,9)=1$　$\mathrm{divmod}(10,9)=\{1,\ 1\}$

$\mathrm{sort}(\{901,1649,1037,200,4105,87,941\})=\{87,\ 200,\ 901,\ 941,\ 1037,\ 1649,\ 4105\}$

$\mathrm{reverse}(\{901,1649,1037,200\})=\{200,\ 1037,\ 1649,\ 901\}$　$\mathrm{delta}(1,2)=0$　$\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\mathrm{delta}(i,j)p_{i,j}=15$　$p=\begin{pmatrix}1&2&3\\4&5&6\\7&8&9\end{pmatrix}$

$\mathrm{pow}(2,0.5)=1.4142$　$\mathrm{sqrt}(2)=1.4142$　$\exp(2.0)=7.3891$　$\mathrm{sign}(1)=1$

$\det\begin{pmatrix}3.0&5.1\\5.6&8.9\end{pmatrix}\det\begin{pmatrix}3.0&5.1\\5.6&8.9\end{pmatrix}^{-1}=1$　${}_5C_3=10$　${}_5P_4=120$　$\begin{pmatrix}5\\3\end{pmatrix}=10$　$\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{3}\mathrm{sign}(|i-j|)p_{i,j}=30$　（代入定義）

$\mathrm{create\_array}(p)=\{\{1,\ 2,\ 3\},\ \{4,\ 5,\ 6\},\ \{7,\ 8,\ 9\}\}$　$\mathrm{create\_matrix}(\{\{1,\ 2\},\ \{4,\ 5\}\})=\begin{pmatrix}1&2\\4&5\end{pmatrix}$

eigen　（対称行列固有値関数）　$M^+$　（一般逆行列操作）

svd　（特異値分解関数）　$M_{*,i}$　（縦ベクトル取り出し）

# <条 件 式>

条件付きの式を一般的な記法で記述し，計算することができます。

## ★基本的な条件式とグラフ

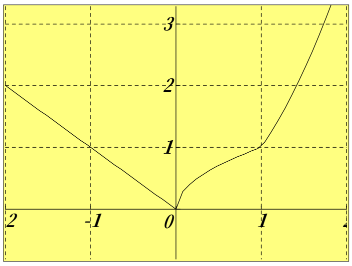
$$f(x)=\begin{cases}|x| & (x<0)\\ \sqrt{x} & (0\leq x<1)\\ x^2 & (1\leq x)\end{cases}$$

↑ 条件に対応する式　↑ 条件

$f(-3)=3$

$f(0.25)=0.5$

$f(12)=144$




## ★漢字変数の使用

商品を販売するにあたり、数量100個未満のときは割引なし、100個以上のときは２割引とする。

$$売上(数量、単価)=\begin{cases}数量\times単価 & 0\leqq数量<100\\ 数量\times単価\times0.8 & 数量\geqq100\end{cases}$$

売上(90,200)=18000

売上(150,200)=24000

売上(0,100)=0

売上(150,100)=12000

売上(-150,100)=　　※エラー表示され計算しない

## ★条件式に論理記号を含んだ例

座標の逆計算（測量）

基準側点(1)→測定測点（２）

$x_1=459.800$　　$x_2=469.960$

$y_1=99.990$　　$y_2=89.001$

$\Delta x=x_2-x_1$　　$\Delta y=y_2-y_1$

$$\beta=\tan^{-1}\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$$

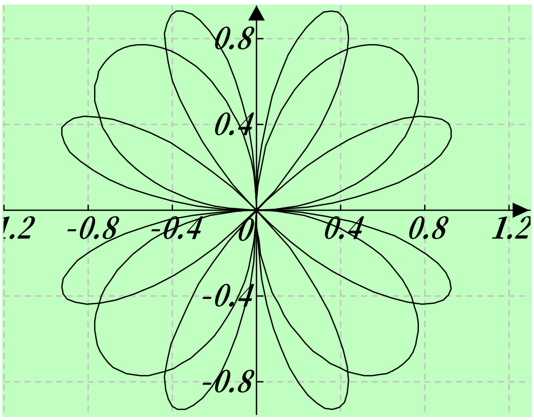
$$\delta=\begin{cases}\beta & \Delta x\geqq0\wedge\Delta y\geqq0\\ 180^\circ-\beta & \Delta x<0\wedge\Delta y\geqq0\\ 180^\circ+\beta & \Delta x<0\wedge\Delta y<0\\ 360^\circ-\beta & \Delta x\geqq0\wedge\Delta y<0\end{cases}$$

計算結果　　δ=312°45′19″　（方位角）

## ★媒介変数型のグラフ

$$x(\theta)=\begin{cases}\sin2\theta\cos\theta & 0\leqq\theta<2\pi\\ \sin4\theta\cos\theta & 2\pi\leqq\theta<4\pi\end{cases}$$

$$y(\theta)=\begin{cases}\sin2\theta\sin\theta & 0\leqq\theta<2\pi\\ \sin4\theta\sin\theta & 2\pi\leqq\theta<4\pi\end{cases}$$




# <ユーザー関数>

### ☆引数のない関数

定義した関数を使う

yen = doller × rate　　doller = 521　　rate = 99　　の時、　yen=51579

### ☆引数のある関数

$f(x)=x^2$

$f(2)=4$　　$f(\frac{4}{3})=1\frac{7}{9}$　　$f(i)=-1$　　$f(\{1,2,3\})=\{1,4,9\}$　　$f(\sin45^\circ)=0.5$

$f(a+b+c)=a^2+2ab+2ac+b^2+2bc+c^2$　　$f(\sqrt{3}+\sqrt{2})=2\sqrt{6}+5$（代数計算）

### ☆システム関数を使った関数

$H(x)=\sin x+\cos x$　　$H(\frac{\pi}{5})=1.396802$

$G(x)=\sin^2x+\cos^2x$　　$G(8°15″)=1$

### ☆すでに定義済みの関数を使って関数を定義する。

$k(x)=H(x)+G(x)$　　$k(2.5)=0.7973285$　　$k(25°)=2.328926$　　$k(0)=2$

# ＜数式エディタ機能＞

カルキングは，数式を数学などの表記法通りに記述し，計算をし，答を出すことができます。
しかしながら，一部の数式に関しては，まだ計算機能をサポートしていません。
ここでは記述のみが可能な数式（計算はできません）を含め，カルキングの数式エディタ（ワープロ）機能を取り上げます。

（例１）

連立高階の線形偏微分方程式

（1）　$\sum_{j=1}^{k} A_{ij} u_j = f_i(t,x)$　　　　$(\ i=1,\ \cdots,\ k\ )$

ただし　$A_{ij} = \sum_{|\mu|+\nu \leq m_j}^{k} a_{ij}^{(\mu),\nu}(t,x)\left(\frac{\partial}{\partial x_1}\right)^{\mu_1} \cdots \left(\frac{\partial}{\partial x_n}\right)^{\mu_n}\left(\frac{\partial}{\partial t}\right)^{\nu},$

$x=(x_1,\ \ldots, x_n), (\mu)=(\mu_1,\ \cdots, \mu_n), |\mu|=\mu_1+\ \ldots\ +\mu_n,$

を考える。Petrowskiは（１）の特性方程式

（2）　$\left|\sum_{|\mu|+\nu=m_j} a_{ij}^{(\mu)\nu} \lambda^{\nu} \xi_1^{\mu_1} \ldots \xi_n^{\mu_n}\right| = 0$　　の根（λの方程式として）が、ξ≠０ならばすべて相異なる実数となるとき、（１）は双曲型であると定義した。

（例２）

ｍとｎが正整数（ｍ≧ｎ）のときは、$\binom{m}{n}$は相異なるｍ個の物からｎ個とり出す組合せの個数に等しく、これを${}_m C_n$で表わすことが多い。二項係数はつぎの二項展開式の係数になっている。

$(a+b)^m = a^m + \binom{m}{1} a^{m-1} b + \binom{m}{2} a^{m-2} b^2 + \cdots + \binom{m}{m-1} a b^{m-1} + b^m$　　（ｍは整数）

（参考）カルキングでは${}_m C_n$の記述でも、$\binom{m}{n}$の記述でも計算可能です。

（例３）

正の収斂半径をもつ冪級数　$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n$　に対し、$\phi(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n z^n}{n!}$　は整函数であって、
$|z| < \rho$ において

$$f(z) = \int_0^{\infty} e^{-t} \phi(zt)\, dt$$

が成立する。（Borelの定理）。この　$\phi(z)$ を、冪級数　$\sum_{n=0}^{\infty} a_n z^n$　または、級数　$\sum_{n=0}^{\infty} a_n$
に関するBorelの函数という。
無限級数　$\sum_{n=0}^{\infty} a_n$　において、それに関するBorelの函数を　$\phi(z)$　とするとき、

$$\int_0^{\infty} e^{-t} \phi(z)\, dt = S$$

であるか，または　$\lim_{x \to +\infty} e^{-x} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{s_n x^n}{n!} = S$　　$[\,s_n = a_0 + a_1 + \ \ldots\ + a_n]$

が存在するとき，級数 $\sum a_n$ はBorel総和可能であるといい，このことを
$\sum a_n = S(B)$ と書き，Borelの和という。

## ▸数式の検索、置換機能

カルキングの検索･置換機能は、単語や文章はもとより、数式にまで検索･置換が可能です。
様々な数式が混じった論文･レポートを作成されているときも安心です。
また、入力に時間がかかる添え字付き変数や数式等を、入力時に『A』、『B』などと入力し、後でまとめて置換することにより、入力の手間を大幅に削減できます。

$$\sin(A\pm B)=\sin A\cos B\pm\cos A\sin B$$

$$\cos(A\pm B)=\cos A\cos B\mp\sin A\sin B$$

$$v_x{}'=\frac{-x}{\sqrt{x^2+y^2}}\times\frac{1}{x^2+y^2} \qquad v_y{}'=\frac{-y}{\sqrt{x^2+y^2}}\times\frac{1}{x^2+y^2}$$

置換結果

$$\sin(\theta_1\pm\theta_2)=\sin\theta_1\cos\theta_2\pm\cos\theta_1\sin\theta_2$$

$$\cos(\theta_1\pm\theta_2)=\cos\theta_1\cos\theta_2\mp\sin\theta_1\sin\theta_2$$

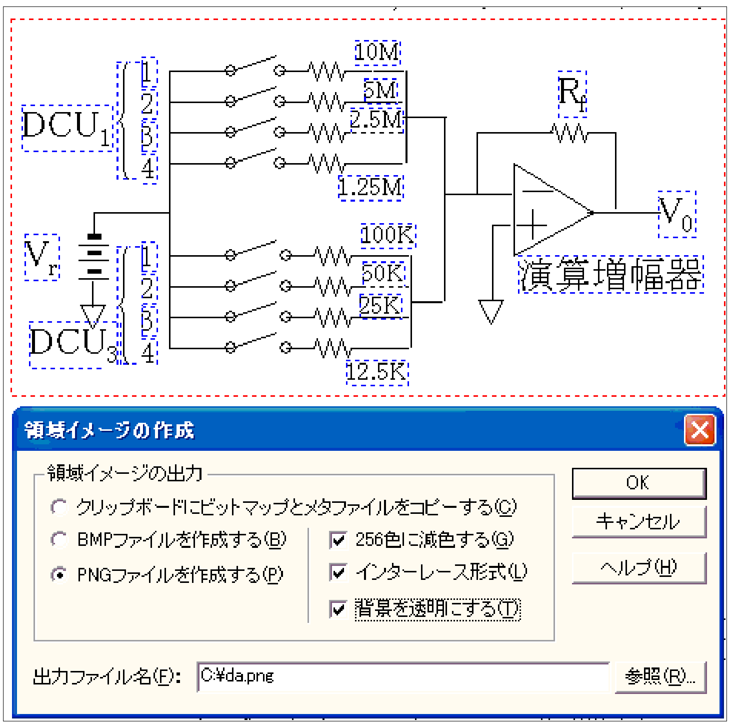
$$\frac{dv_x}{dt}=\frac{-x}{\sqrt{x^2+y^2}}\times\frac{1}{x^2+y^2} \qquad \frac{dv_y}{dt}=\frac{-y}{\sqrt{x^2+y^2}}\times\frac{1}{x^2+y^2}$$

### 置換テーブル

| | |
|---|---|
| A | $\theta_1$ |
| B | $\theta_2$ |
| $v_x{}'$ | $\frac{dv_x}{dt}$ |
| $v_y{}'$ | $\frac{dv_y}{dt}$ |
| x | $x$ |
| y | $y$ |

## ▸ 画像出力機能

カルキング上の文章・数式・グラフ・表・作図オブジェクト等、あらゆるものを
画像(BMP、PNG)に出力する機能です。カルキングで作成された数式やオブジェクト等を、
簡単にwebや他のアプリケーションに移行できます。



## ▸ 平方根、累乗根高精度計算が可能（プロパティで桁数を指定）

$r=\sqrt{2}$　　←プロパティで100桁を指定して代入定義
（この場合、999桁まで可能です）

計算結果

r=1.4142135623730950488016887242096980785696718753769480731766797379907324784621070388503875343276415 73

検算

$r^2$=2.0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001

## ▸ 有理多項式の属性関数（特定次数、最高次数、分母、分子参照機能）

$$P=\frac{(x+y)^{20}}{(a+b)^{20}}$$

左のPの展開式は一つの大きな分数となるため、ページ折り返しができず印刷できませんが、分母・分子を取り出すdenominator関数、numerator関数を利用すると可能になります。

denominator(P)=$a^{20}+20a^{19}b+190a^{18}b^2+1140a^{17}b^3+4845a^{16}b^4+15504a^{15}b^5+38760a^{14}b^6+77520a^{13}b^7+125970a^{12}b^8+167960a^{11}b^9+184756a^{10}b^{10}+167960a^9b^{11}+125970a^8b^{12}+77520a^7b^{13}+38760a^6b^{14}+15504a^5b^{15}+4845a^4b^{16}+1140a^3b^{17}+190a^2b^{18}+20ab^{19}+b^{20}$

numerator(P)=$x^{20}+20x^{19}y+190x^{18}y^2+1140x^{17}y^3+4845x^{16}y^4+15504x^{15}y^5+38760x^{14}y^6+77520x^{13}y^7+125970x^{12}y^8+167960x^{11}y^9+184756x^{10}y^{10}+167960x^9y^{11}+125970x^8y^{12}+77520x^7y^{13}+38760x^6y^{14}+15504x^5y^{15}+4845x^4y^{16}+1140x^3y^{17}+190x^2y^{18}+20xy^{19}+y^{20}$

$Q=x^{20}+20x^{19}y+190x^{18}y^2+1140x^{17}y^3+4845x^{16}y^4+15504x^{15}y^5+38760x^{14}y^6+77520x^{13}y^7+125970x^{12}y^8+167960x^{11}y^9+184756x^{10}y^{10}+167960x^9y^{11}+125970x^8y^{12}+77520x^7y^{13}+38760x^6y^{14}+15504x^5y^{15}+4845x^4y^{16}+1140x^3y^{17}+190x^2y^{18}+20xy^{19}+y^{20}$

leading_degree(Q,x)=20　　Qでのxに関する最高次数
n_degree_coefficient(Q,x,2)=$190y^{18}$　　Qでのxの2次式の係数

## ▸ ∑展開機能

配列型添え字だけでなく、文字修飾型添え字に関しても展開可能

$$\sum_{j=1}^{10}A_{i,j}X_j=A_{i,1}X_1+A_{i,2}X_2+A_{i,3}X_3+A_{i,4}X_4+A_{i,5}X_5+A_{i,6}X_6+A_{i,7}X_7+A_{i,8}X_8+A_{i,9}X_9+A_{i,10}X_{10}$$

# ＜行列・行列式・ベクトル・配列＞

## ★行列

### ☆行列の基本演算

$$\begin{pmatrix}1&2&4\\1&3&9\\1&4&1\end{pmatrix}^2+\begin{pmatrix}2&4&8\\3&9&7\\4&6&4\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}2&4&8\\3&9&7\\4&1&6\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}7&24&26\\13&47&40\\6&23&39\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}1&3\\2&-1\\0&3\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0&2&-1&3\\2&-1&3&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}5\\1\\0\\2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}41\\5\\33\end{pmatrix}$$

$$2\begin{pmatrix}\sin 20^\circ&\log 10\\e&\int_0^1 x\,dx\\\sqrt[3]{5}&9\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\frac{1}{2}&\sqrt{5}&6.4^2\\0.7&\frac{4+6+9}{5\times 6}&5.234\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1.74&2.80&38.49\\3.42&12.79&227.92\\14.31&19.05&234.29\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\frac{5}{7}&\frac{5}{8}&\frac{4}{9}&\frac{7}{6}\\\frac{1}{2}&\frac{2}{3}&\frac{3}{4}&\frac{1}{5}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}1\\1\\1\\1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\frac{1487}{504}\\\frac{127}{60}\end{pmatrix}$$

### ☆逆行列

$$\begin{pmatrix}1&-1&2\\0&1&1\\0&0&1\end{pmatrix}^{-1}=\begin{pmatrix}1&1&-3\\0&1&-1\\0&0&1\end{pmatrix}$$

### ☆複素数

$$\begin{pmatrix}i&0\\0&-i\end{pmatrix}^2=\begin{pmatrix}-1&0\\0&-1\end{pmatrix}$$

### ☆転置行列

$$\begin{pmatrix}1&2&3&4\\5&6&7&8\\9&10&11&12\end{pmatrix}^T=\begin{pmatrix}1&5&9\\2&6&10\\3&7&11\\4&8&12\end{pmatrix}$$

$A=\begin{pmatrix}1&2\\3&4\end{pmatrix}$ のとき　$A^2=\begin{pmatrix}7&10\\15&22\end{pmatrix}$　$A^{-1}=\begin{pmatrix}-2&1\\1.5&-0.5\end{pmatrix}$　$A^T=\begin{pmatrix}1&3\\2&4\end{pmatrix}$

### ☆応用（連立１次方程式の解法）

$$\begin{pmatrix}3&-4&5\\-7&8&-9\\11&-5&6\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}4\\-4\\-3\end{pmatrix}$$

を解く

$$\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3&-4&5\\-7&8&-9\\11&-5&6\end{pmatrix}^{-1}\begin{pmatrix}4\\-4\\-3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-1\\2\\3\end{pmatrix}$$

### ☆システム関数　det

$$\det\begin{pmatrix}10&20&30\\50&60&70\\80&90&100\end{pmatrix}=0$$

$$\det\left(\begin{pmatrix}1&2&4\\1&3&9\\1&4&1\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}2&4&8\\3&9&7\\4&6&4\end{pmatrix}\right)=-180$$

## ★行列式

### ☆行列式の基本演算

$$\begin{vmatrix}1&2&3&5&4\\-7&5&1&2&-5\\4&2&5&9&0\\1&2&5&-7&1\\8&4&5&1&0\end{vmatrix}=15850$$

$$\begin{vmatrix}\cos\theta&-\sin\theta\\\sin\theta&\cos\theta\end{vmatrix}=1$$

$(\theta=\pi)$

$$\begin{vmatrix}\sqrt{5}&2.5647&\frac{87}{97}&10\\4\times 8+7&\log 10&\sin 10&\cos 30^\circ\\-5375&0&e^2&2^3\\16000&\sqrt[3]{5}&13&\begin{vmatrix}1&2\\4&5\end{vmatrix}\end{vmatrix}=-1247171.152$$

## ★ベクトル

### ☆基本演算

$(10, 20, 30) + (30, 4, 50) - (15, 25, 35) =(25, -1, 45)$

$(\sqrt{51}, 2.758, \frac{23}{57}) + (\log_2 10, e^2, \sin 1) =(10.463, 10.147, 1.245)$

$\vec{a}=(1, 2, 3)$　$\vec{b}=(1, 5, 7)$　のとき　$\vec{a}+\vec{b}=(2, 7, 10)$　$2\vec{a}=(2, 4, 6)$

$\vec{a}\cdot\vec{b}=32$　（内積）　$\vec{a}\times\vec{b}=(-1, -4, 3)$　（外積）

☆応用　$a$, $b$を隣り合う２辺とする平行四辺形の面積（$S$）を求める　$\sqrt{(\vec{a}\times\vec{b})\cdot(\vec{a}\times\vec{b})}=5.099$

## ★配列

☆基本演算　{95,100,104,110,112,117}+{5,10,10,10,11,11}={100, 110, 114, 120, 123, 128}

{95,100,104,110,112}×5={475, 500, 520, 550, 560}　　{{95,14},{125,30}}÷2={{47.5, 7}, {62.5, 15}}

☆配列定義（範囲変数を添字とし初期値を与えて領域を確保する）　$n = 1..10$　$A_n = 0$

（範囲変数を代入定義）（配列定義）

要素の値を変えるには添え字をつけて代入する

$A_3=5$　　値の確認　$A =\{0, 0, 5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$

☆要素の参照　height={95,100,104,110,120,127}　weight={13,14,17,19,22,26}

$height_1=95$　$weight_4-weight_2=5$　$m=\|height\|$　$\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} height_k=109.3333333$

# ＜行列・行列式・応用＞

## ★ 行列

### ☆ 一般逆行列

$$\begin{pmatrix} 2.3 & 4.5 \\ 6.7 & 8.9 \\ 10.3 & 9.78 \end{pmatrix}^{+} = \begin{pmatrix} -0.2373 & -0.1576 & 0.2526 \\ 0.2307 & 0.1835 & -0.1709 \end{pmatrix}$$

### ☆ svd関数を利用した特異値分解

$$A=\begin{pmatrix} 0.34 & 0.65 & 0.23 \\ 0.67 & 0.434 & 0.765 \\ 1.34 & 3.56 & 0.765 \end{pmatrix} \qquad U=0 \qquad V=0$$

w=svd(A, U, V)

$$U=\begin{pmatrix} -0.189 & 0.110 & 0.976 \\ -0.202 & 0.968 & -0.149 \\ -0.961 & -0.225 & -0.161 \end{pmatrix} \qquad V=\begin{pmatrix} -0.369 & 0.498 & 0.785 \\ -0.900 & -0.401 & -0.168 \\ -0.231 & 0.769 & -0.596 \end{pmatrix} \qquad w=\{4.034,\ 0.772,\ 0.021\}$$

### ☆ eigen関数を利用した対称行列の固有値

$$M=\begin{pmatrix} 5 & 3 & 8 \\ 3 & 7 & 9 \\ 8 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

v=0

w=eigen(M,v)

求まった固有値及び固有ベクトル

w={21.609, 2.932, -2.541}

$$v=\begin{pmatrix} 0.443 & 0.715 & 0.541 \\ 0.534 & -0.695 & 0.481 \\ 0.720 & 0.076 & -0.690 \end{pmatrix}$$

## ★ 強力な編集機能、プロパティ機能

行列、行列式、表から、別のオブジェクトを作成したり、貼り付けたりできる。

行列式から行列を作る例

$$\begin{vmatrix} \sqrt{5} & 2.5647 & \frac{87}{97} & 10 \\ 4\times8+7 & \log10 & \sin10 & \cos30^\circ \\ -5375 & 0 & e^2 & 2^3 \\ 16000 & \sqrt[3]{5} & 13 & \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} \end{vmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \end{pmatrix}$$

↓ 右上の行列式の中味だけをコピーして、この行列に［行／列］－［表の貼り付け］で貼り付ける

$$\begin{pmatrix} \sqrt{5} & 2.5647 & \frac{87}{97} & 10 \\ 4\times8+7 & \log10 & \sin10 & \cos30^\circ \\ -5375 & 0 & e^2 & 2^3 \\ 16000 & \sqrt[3]{5} & 13 & \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} \end{pmatrix}$$

これを行の等間隔モードにすると →

$$\begin{pmatrix} \sqrt{5} & 2.5647 & \frac{87}{97} & 10 \\[1em] 4\times8+7 & \log10 & \sin10 & \cos30^\circ \\[1em] -5375 & 0 & e^2 & 2^3 \\[1em] 16000 & \sqrt[3]{5} & 13 & \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix} \end{pmatrix}$$

## ★行列から表を作成する例

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

上の行列の中味だけをコピーして、この表に［行／列］－［表の貼り付け］で貼り付ける →

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{5}$ | 2.5647 | $\frac{87}{97}$ | 10 |
| 4×8+7 | log10 | sin10 | cos30° |
| -5375 | 0 | $e^2$ | $2^3$ |
| 16000 | $\sqrt[3]{5}$ | 13 | $\begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{vmatrix}$ |

## ★行列の行、列の挿入削除操作例

上の行列に対して、最後の行を削除して列を追加する操作を行うと

$$\begin{pmatrix} \sqrt{5} & 2.5647 & \frac{87}{97} & 10 & ? \\ 4\times8+7 & \log10 & \sin10 & \cos30^\circ & ? \\ -5375 & 0 & e^2 & 2^3 & ? \end{pmatrix}$$

# ＜一般逆行列の応用＞

右の表がデータです。このデータに対して、xとyの関係を近似する３次の多項式を最小自乗法で求めます。これは、次の方程式で、係数$c_i$(i=1〜4)を求めることです。

$$y \approx c_1 + c_2 x + c_3 x^2 + c_4 x^3 \qquad (1)$$

Data

| $x$ | $y$ |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 0.1 | 0.1002 |
| 0.2 | 0.2013 |
| 0.3 | 0.3045 |
| 0.4 | 0.4108 |
| 0.5 | 0.5211 |
| 0.6 | 0.6367 |
| 0.7 | 0.7586 |
| 0.8 | 0.8881 |
| 0.9 | 1.0265 |
| 1 | 1.1752 |

**ステップ１：配列の準備**

表の第１行目を列の名前として登録します

x=Data.x　　代入定義：表データを配列に代入

y=Data.y　　代入定義：表データを配列に代入

h=||x||　　代入定義：データ数を求める

m=1..h　　代入定義

n=1..4　　代入定義

$a_{m,n}=0$　　配列定義：２次元配列の作成

A=create_matrix(a)　　代入定義：行列の作成

Y=create_matrix(y)　　代入定義：行列の作成

**ステップ２：行列の作成**

スクリプトを用いて、行列に値を入れます

```
( for i = 1 to h step 1 )
 ( for j = 1 to 4 step 1 )
  A_{i,j}=x_i^{j-1}
```

← 関数名の無いスクリプトです。この場合、計算を実行すると値がはいります。

注：行列Aは計画行列と呼ばれるものです。

**ステップ３：係数ベクトルを計算**

式(1)は計画行列Aを用いて、次のように表現できます。

$$Y \approx Ac$$

それゆえ、Aの一般逆行列 $A^+$を用いて、c は次のように計算されます。

$c = A^+Y$　　代入定義

$$c=\begin{pmatrix} -0.0001434 \\ 1.0045726 \\ -0.0201107 \\ 0.1906954 \end{pmatrix}$$

## ▸ ユーザパレット

ユーザパレット上でクリックするだけで、カーソルの置かれている場所に、クリックした文字などが入力されます。
作成するドキュメントに応じて、様々なユーザ定義パレットをいくつも作成できるため、非常に便利です。
しかも、ただの数学記号や文字だけではなく、数式そのものも定義できます。
これで、数式などを含んだ複雑なドキュメント作成も、あっという間です。

$$\sum_{j=1}^{k} a_{ij} u_j = f_i(t,x) \qquad (i=1, \cdots, k)$$

ただし $a_{ij} = \sum_{|\mu|+\nu \le m_j}^{k} a_{ij}^{(\mu),\nu}(t,x) \left(\frac{\partial}{\partial x_1}\right)^{\mu_1} \cdots \left(\frac{\partial}{\partial x_n}\right)^{\mu_n} \left(\frac{\partial}{\partial t}\right)^{\nu}$,

$$x=(x_1,\ldots,x_n) \qquad \mu=(\mu_1,\ldots,\mu_n) \qquad |\mu|=\mu_1+\ldots+\mu_n$$

カスタマイズしたユーザ定義パレット

| | | |
|---|---|---|
| $\frac{\partial}{\partial x_1}$ | $\frac{\partial}{\partial x_n}$ | $\frac{\partial}{\partial t}$ |
| $a_{i,j}$ | $\left(\frac{\partial}{\partial x_1}\right)^{\mu_1}$ | $\mu_1$ |

標準ユーザパレット1

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $j$ |
| $k$ | $\ell$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $q$ | $r$ | $s$ | $t$ |
| $u$ | $v$ | $w$ | $x$ | $y$ | $z$ | | | | |

### 単位計算

$12_{\mathrm{cm}}+45_{\mathrm{m}}+0.26_{\mathrm{km}}=305.12_{\mathrm{m}}$

$25_{\mathrm{g}}+68_{\mathrm{mg}}+0.854_{\mathrm{kg}}=879_{\mathrm{g}}68_{\mathrm{mg}}$

カスタマイズしたユーザ定義パレット

Unit_Suffix

| | | |
|---|---|---|
| cm | m | km |
| g | mg | kg |
| A | mA | kA |

標準ユーザパレット2

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a_1$ | $b_1$ | $c_1$ | $d_1$ | $e_1$ | $f_1$ | $g_1$ | $h_1$ | $i_1$ | $j_1$ |
| $k_1$ | $\ell_1$ | $m_1$ | $n_1$ | $o_1$ | $p_1$ | $q_1$ | $r_1$ | $s_1$ | $t_1$ |
| $u_1$ | $v_1$ | $w_1$ | $x_1$ | $y_1$ | $z_1$ | | | | |

### 三角関数

$\sin(A\pm B)=\sin A\cos B\pm\cos A\sin B$

$\cos(A\pm B)=\cos A\cos B\mp\sin A\sin B$

$\tan(A+B)=\frac{\tan A\pm\tan B}{1\mp\tan A\tan B}$

標準ユーザパレット

| |
|---|
| $\sin(A\pm B)=\sin A\cos B\pm\cos A\sin B$ |
| $\cos(A\pm B)=\cos A\cos B\mp\sin A\sin B$ |
| $\tan(A+B)=\frac{\tan A\pm\tan B}{1\mp\tan A\tan B}$ |

標準ユーザパレット3

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a^1$ | $b^1$ | $c^1$ | $d^1$ | $e^1$ | $f^1$ | $g^1$ | $h^1$ | $i^1$ | $j^1$ |
| $k^1$ | $\ell^1$ | $m^1$ | $n^1$ | $o^1$ | $p^1$ | $q^1$ | $r^1$ | $s^1$ | $t^1$ |
| $u^1$ | $v^1$ | $w^1$ | $x^1$ | $y^1$ | $z^1$ | | | | |

### 科学反応式

$C+O_2 \rightarrow CO_2$

$2H_2O \rightarrow 2H_2+O_2$

$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$

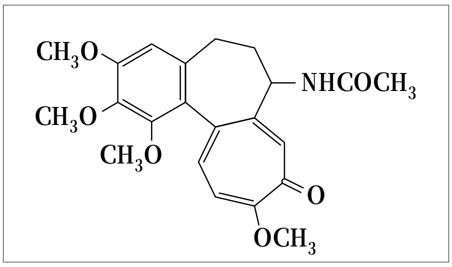
$C_2H_2+\frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2+H_2O$

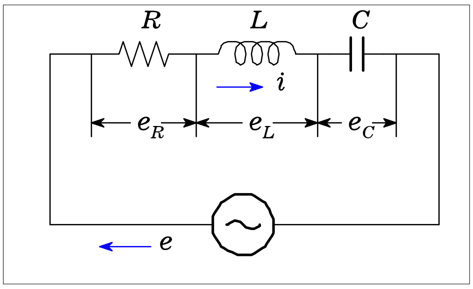
カスタマイズしたユーザ定義パレット

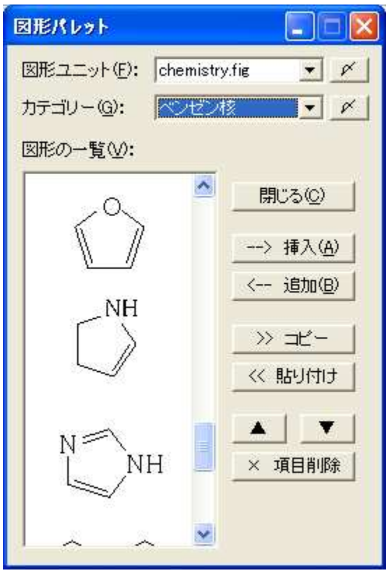
| | | | |
|---|---|---|---|
| $H_2$ | $O_2$ | $H_2O$ | $CH_3$ |
| $CO$ | $CO_2$ | $NH_2$ | $CH_4$ |
| $C_2H_2$ | $CH_{OH}$ | | |
| | | | |

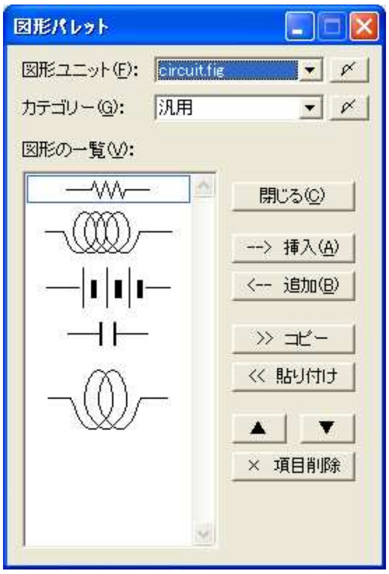
## ▸ 作図部品パレット

作図機能で描画された図を、作図部品パレットに登録・挿入できるようになりました。
作図時の効率も大幅に向上します。



# ＜ＯＬＥ機能＞

## 他のアプリケーションとの双方向やりとり可能

## ★コンテナ機能（他のアプリケーションからカルキングへ）

**例題１**　Ｒを定数とするとき、半径Ｒの球に内接する直円錐の体積の最大値を求めよ。また、そのときの、高さを求めよ。

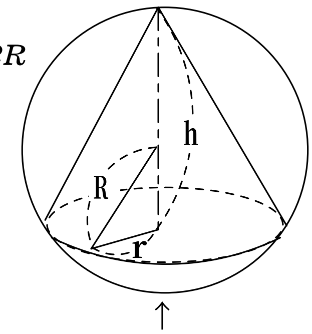
↑ワードアート

解説　直円錐の底面の半径を$r$、高さを$h$、体積を$V$とすると　$0<h<2R$

$r^2+(h-R)^2=R^2$　であるから、　$r^2=R^2-(h-R)^2=h(2R-h)$

よって　$V=\frac{1}{3}\pi r^2h=\frac{1}{3}\pi h^2(2R-h)=\frac{2}{3}Rh^2\pi-\frac{1}{3}h^3\pi$

$$\frac{dV}{dh}=\frac{d}{dh}\left(\frac{2}{3}Rh^2\pi-\frac{1}{3}h^3\pi\right)=\frac{4}{3}Rh\pi-h^2\pi=\frac{1}{3}\pi h(4R-3h)$$




↑
カルキングで作成

## ★サーバー機能（カルキングから他のアプリケーションへ）

### Ms-Word（ワードパッド）への貼り付け例

ワード

**二次方程式**

---

カルキング

$a$, $b$, $c$は定数、$a\neq 0$　として、

$$ax^2+bx+c=0$$

の形であらわされる方程式を、$x$についての二次方程式という。

ワード

方程式を満たす変数の値を、その方程式の解または根といい、
解をすべて求めることを、その方程式を解くという。
二次方程式の係数は実数を表すものとする。

● **因数分解による解き方**

左辺の二次式が因数分解できれば、解を求めることができる。

**例題**

カルキング

次の方程式を解け。

$$2x^2-x-15=0$$

［解］左辺を因数分解して

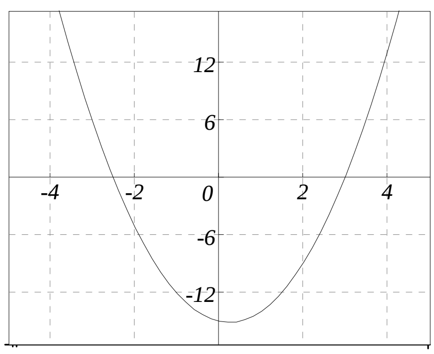
$$(x-3)(2x+5)=0$$

ゆえに　$x-3=0$

または　$2x+5=0$

したがって求める解は

$$x=3,-2.5$$



# ＜微分積分＞

## ★微分

### ☆基本の微分

$$\frac{d}{dx}(x^3+2x^2-3x+6)=3x^2+4x-3 \qquad \frac{d}{dx}\mathrm{cosec}x=\frac{-\cos x}{\sin^2 x} \qquad \frac{d}{dx}(\ln|x|)=\frac{1}{x}$$

$$(x^5)'=5x^4 \qquad (\sin x)'=\cos x \qquad (e^x)'=e^x \qquad (5^x)'=5^x\ln 5$$

(注) logの引数以外での絶対値を含む項、$ax^{bx+c}$、階乗などの項を含む項は微分できません。

### ☆n次導関数

$$\frac{d^2}{dx^2}x^5=20x^3 \qquad \frac{d^3}{dx^3}\sin x=-\cos x \qquad (x^5)''=20x^3$$

### ☆関数定義されている式の微分

$f(x)=\sin^2 x$　　$y=\log_a x$　　（関数定義）

$$f'(x)=2\cos x\sin x \qquad \frac{d}{dx}f(x)=2\cos x\sin x \qquad y'=\frac{1}{x\ln a} \qquad \frac{d}{dt}f(t)=2\cos t\sin t$$

## ★偏微分

$g(u,v)=\frac{1}{2}\ln(u^2+v^2)$

（関数定義）

$$\frac{\partial^2 g}{\partial u^2}=\frac{-u^2+v^2}{u^4+2u^2v^2+v^4} \qquad \frac{\partial^2 g}{\partial v^2}=\frac{u^2-v^2}{u^4+2u^2v^2+v^4}$$

## ★定積分

### ☆基本の定積分

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\cos x+\sin 2x)dx=2 \qquad \int_0^3 x\sqrt{4-x}\,dx=6.2667 \qquad \int_0^1(e^y-1)dy=0.71828$$

$$\int_0^\infty xe^{-5x}dx=0.04 \qquad \int_0^1 \tan(x+5i)dx=0.000064291+0.99996i$$

上下限に∞が使えます　　　被積分関数が複素数でも積分できます

### ☆多重積分

$$\int_0^1\int_0^1 xy\,dx\,dy=0.25 \qquad \int_0^5\frac{1}{5}\left(\int_0^x y\,dy\right)dx=4.1667$$

積分範囲に変数が
使われている場合

## ★不定積分

$$\int\frac{1}{1+\cos x}dx=\frac{\sin x}{\cos x+1} \qquad \int\frac{7}{3x^2+2x+5}dx=\frac{21}{3\sqrt{14}}\tan^{-1}\frac{3x+1}{\sqrt{14}} \qquad \int e^{ax}dx=\frac{1}{a}e^{ax}$$

## ★極限計算

$$\lim_{x\to\infty}\frac{3x^2}{x^2-1}=3 \qquad \lim_{x\to 0}\frac{e^x-1}{x}=\ln e \qquad \lim_{x\to 0}\frac{x}{1-e^{3x}}=-\frac{1}{3} \qquad \lim_{x\to\infty}\left(\sqrt{1+\frac{1}{x}}+1\right)=2$$

$$\lim_{x\to 0}\frac{x}{\sinh x}=1 \qquad \lim_{x\to 0}\frac{\tan ax}{bx}=\frac{a}{b} \qquad \lim_{x\to 0}\frac{2x}{\ln(1-3x)}=-\frac{2}{3} \qquad \lim_{x\to 0}\frac{\sin(x+n)-\sin x}{n}=\frac{\sin n}{n}$$

# ＜微分方程式を解く＞

(1) 微分方程式を式番号付きで作成します。 **式番号は必ず、カルキングの式番号機能で入力してください。**

$$\frac{d}{dx}y_1=-y_2 \qquad (1)$$

$$\frac{d}{dx}y_2=y_1-\frac{1}{x}y_2 \qquad (2)$$

$$\frac{d}{dx}y_3=y_2-\frac{2}{x}y_3 \qquad (3)$$

$$\frac{d}{dx}y_4=y_3-\frac{3}{x}y_4 \qquad (4)$$

注　この連立微分方程式は、Bessel関数を表現しています。
通常は2回の微分方程式で表されます。

(2) 入力メニューの「表／行列」のカスケードメニューの「微分方程式の諸元表」を実行 してください。
このダイアログでは、表の名前、従属変数の個数、解法の種別チェック等を入力します。

t1

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 独立変数名 | | 初期値 | | 終了値 | |
| ステップ数 | | 出力データ数 | | 従属変数個数 | |
| 従属変数 | | | | | |
| 初期値 | | | | | |
| 式番号 | | | | | |

微分方程式で使われる表
分かり易いユ-ザ-インタ-フェイス

この表に必要なデータを埋めます。

BESSEL1

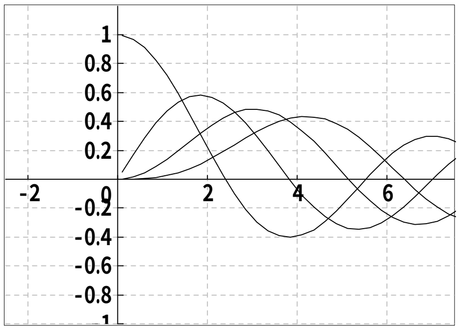
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 独立変数名 | x | 初期値 | 0.1 | 終了値 | 50.0 |
| ステップ数 | 500 | 出力データ数 | 200 | 従属変数個数 | 4 |
| 従属変数 | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | |
| 初期値 | 0.99750156 | 0.0499375260 | 0.0012489587 | 0.000020820316 | |
| 式番号 | (1) | (2) | (3) | (4) | |

一般に初期値の設定は少し面倒です。初期値が不適切であれば、解は求まりません。
xの初期値は0.1にします。0ではこの方程式の表現では発散します。ここで$y_1$,$y_2$等は、便宜上、Bessel関数を使って求めておきます。
ステップ数は、計算アルゴリズムの精度に関連します。出力データ数はステップ数を超えない値です。
**式番号は必ず、カルキングの式番号機能で入力してください。**

(3) この表を選択して実行メニューの方程式の「微分方程式」を実行します。

ダイアログの「グラフ化」と「従属変数に代入」をチェックします。
これでグラフ表示が出ます。

**微分方程式の解のグラフ表示**




ここで同時にデータも表示できます。従属変数を配列に見立てて、そこにデータがセットされています。
データの値を表示するときは、プロパティの書式の「ページ境界で折り返し」を指定してください。
有効桁数にも注意してください。以下に$y_1$,$y_2$,$y_3$,$y_4$のそれぞれの値の一部を表示します。

## 微分方程式の解のデータ表示

$y_1$={0.9975, 0.9695, 0.9116, 0.8265, 0.7182, 0.5917, 0.4528, 0.3078, 0.1632, 0.0252,-0.1003, -0.2083, -0.2948, -0.3568, -0.3928, -0.4026, -0.3874, -0.3496, -0.2926,-0.2209,.......}

$y_2$={0.0499, 0.1727, 0.2874, 0.3886, 0.4718, 0.5332, 0.5703, 0.5818, 0.5677, 0.5291,0.4687, 0.3900, 0.2974, 0.1960, 0.0911, -0.0119, -0.1076, -0.1916, -0.2598, -0.3093,-0.338,.......}

$y_3$={0.0012, 0.0152, 0.0439, 0.0854, 0.1372, 0.1960, 0.2581, 0.3194, 0.3759, 0.4238,0.4599, 0.4812, 0.4861, 0.4734, 0.4432, 0.3964, 0.3350, 0.2618, 0.1800, 0.0937,0.0070, -0.075,.......}

$y_4$={ 0, 0.0009, 0.0044, 0.0123, 0.0259, 0.0460, 0.0731, 0.1068, 0.1463, 0.1902, 0.2367, 0.2835, 0.3280, 0.3677, 0.3999, 0.4225, 0.4336, 0.4316, 0.4159, 0.3863, 0.3437, 0.2893, 0.225,.........}

# ＜関数グラフ基本＞

## ★２Ｄグラフの概要

◎ノーマル型、媒介変数型、陰関数型、データ型があります。
◎グラフウィンドウ上に作成し、必要に応じてカルキングドキュメントに貼り付けられます。
◎貼り付けたグラフは、再編集できます。
◎編集機能（拡大、縮小等）の充実により、様々な表現が可能です。
◎しおり機能により、構図の一時保存ができます。
◎1つのグラフウィンドウに最大100個迄のグラフを描くことができます。

同時作成、各グラフごとの設定（色、線の太さ等）、ノーマル型、媒介変数型、データ型の混在が可能です。

## ★複数グラフの同時作成

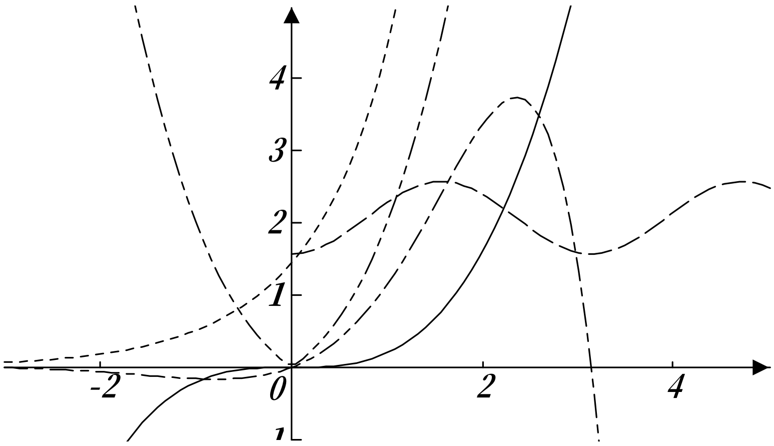
$a(x)=0.2x^3$

$b(x)=\sin^2 x+\cos^{-1}\frac{\sqrt{x}}{5612348}$

$c(x)=\int_0^x e^t dt+e^{e^{x-1}}$

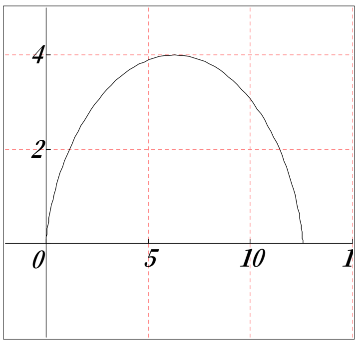
$d(x)=\frac{1}{2}e^x \sin x$

$y=|x|+|x|^{\sqrt{6}}$



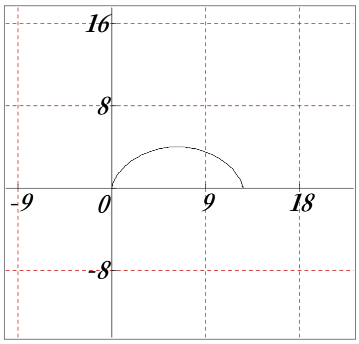
## ★グラフの編集

$x(t)=2(t-\sin t)$
$y(t)=2(1-\cos t)$
（媒介変数型）



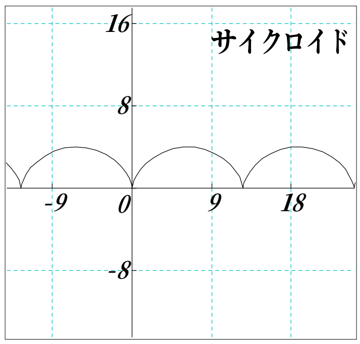
［媒介変数型］コマンドで作成（デフォルト値）

⇒



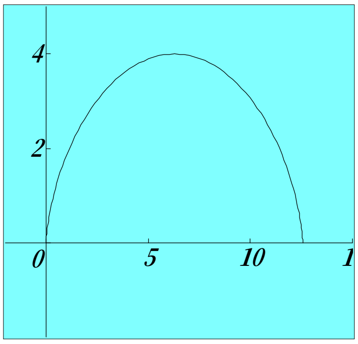
・縮小
・等方性目盛指定

⇒

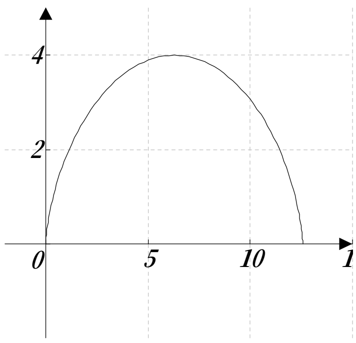



・パラメータの範囲変更
・文字（コメント）の挿入

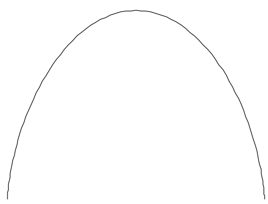
## ★グラフの表示方法



グリッドの表示なしで背景色を変える



グラフの枠表示なし



グラフのみを表示

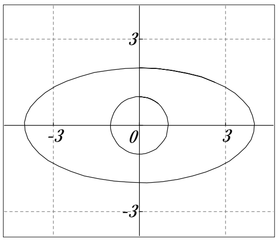
# ＜関数グラフ２Ｄ＞

## ★円・だ円

パラメータ型

$x_1(t)=\sin t$　$x_2(t)=4\sin t$

$y_1(t)=\cos t$　$y_2(t)=2\cos t$

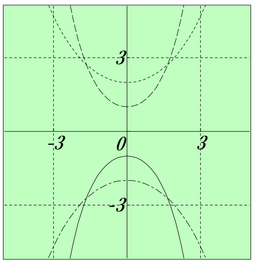



## カテナリー(懸垂線)

ノーマル型

$f_1(x)=\frac{1}{2}(e^{x}+e^{-x})$　$f_2(x)=-\frac{1}{2}(e^{-x}+e^{x})$

$f_3(x)=\frac{2}{2}(e^{\frac{x}{2}}+e^{-\frac{x}{2}})$　$f_4(x)=-\frac{2}{2}(e^{-\frac{x}{2}}+e^{\frac{x}{2}})$

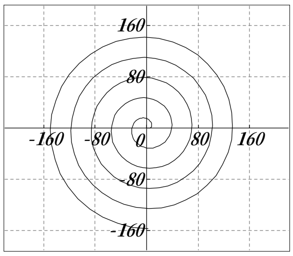



## 伸開線（インボリュート）

パラメータ型

$x(\theta)=5(\cos\theta+\theta\sin\theta)$

$y(\theta)=5(\sin\theta-\theta\cos\theta)$




## サイクロイド

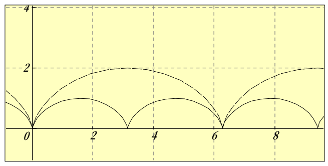
パラメータ型

$x_1(\theta)=\frac{1}{2}(\theta-\sin\theta)$

$y_1(\theta)=\frac{1}{2}(1-\cos\theta)$

$x_2(\theta)=\theta-\sin\theta$

$y_2(\theta)=1-\cos\theta$



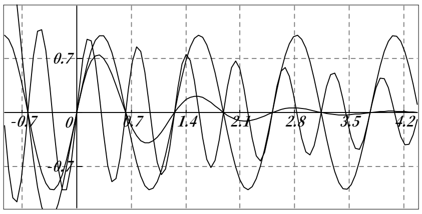

## 減衰振動曲線

ノーマル型

$y=e^{-x}\sin 5x$

$y=e^{-0.001x}\sin 5x$

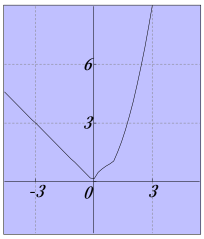
$y=e^{-0.2x}\sin 10x$




## ★条件式のグラフ

ノーマル型

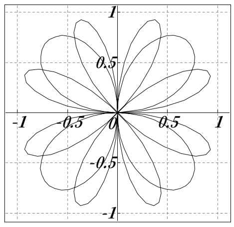
$$f(x)=\begin{cases}|x| & (x<0)\\ \sqrt{x} & (0\leqq x<1)\\ x^2 & (1\leqq x)\end{cases}$$




パラメータ型

$$x(\theta)=\begin{cases}\sin 2\theta\cos\theta & (0<\theta<2\pi)\\ \sin 4\theta\cos\theta & (2\pi\leqq\theta<4\pi)\end{cases}$$

$$y(\theta)=\begin{cases}\sin 2\theta\sin\theta & (0<\theta<2\pi)\\ \sin 4\theta\sin\theta & (2\pi\leqq\theta<4\pi)\end{cases}$$




## ★グラフの回転

変換式　$a(t)=x\cos t-y\sin t$

$b(t)=x\sin t+y\cos t$

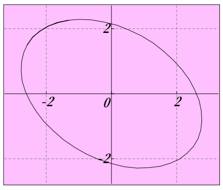
$t=\frac{\pi}{3}$

楕円　$x(\theta)=2\sin\theta$

$y(\theta)=3\cos\theta$

$a(t)=2\sin t\cos\frac{\pi}{3}-3\cos t\sin\frac{\pi}{3}$

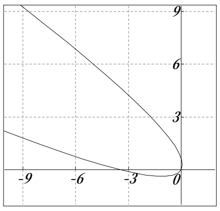
$b(t)=2\sin t\sin\frac{\pi}{3}+3\cos t\cos\frac{\pi}{3}$




放物線　$y=x^2$

$a(t)=t\cos\frac{\pi}{3}-t^2\sin\frac{\pi}{3}$

$b(t)=t\sin\frac{\pi}{3}+t^2\cos\frac{\pi}{3}$




## ★極座標形式のグラフ

媒介変数型グラフへ変更する

$x(\theta)=5(\cos\theta+\theta\sin\theta)$

$y(\theta)=5(\sin\theta-\theta\cos\theta)$

$r=f(\theta)$　→　$x(\theta)=f(\theta)\cos\theta$

$y(\theta)=f(\theta)\sin\theta$

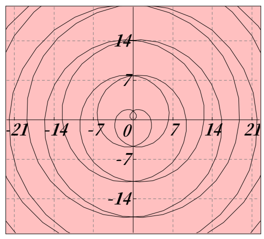
$r=a\theta$　→　$x(\theta)=a\theta\cos\theta$

$y(\theta)=a\theta\sin\theta$

### 代数らせん（アルキメデスのらせん）

$x(\theta)=\theta\cos\theta$

$y(\theta)=\theta\sin\theta$




## ◎グラフの応用

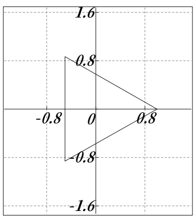
### 多角形を描く（円の応用）

三角形　$x(\theta)=\cos\theta$

$y(\theta)=\sin\theta$

$(0\leqq\theta\leqq 2\pi)$

分割数　3

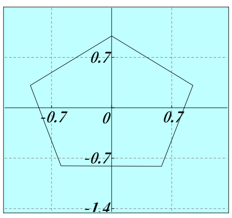



五角形　$x(\theta)=\cos(\theta-54°)$

$y(\theta)=\sin(\theta-54°)$

$(0\leqq\theta\leqq 2\pi)$

分割数　5



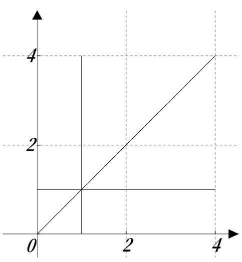

### 直線を描く

$f(x)=\{1\quad 0\leqq x<4$

$x(t)=1$

$y(t)=\{t\quad 0\leqq t<4$

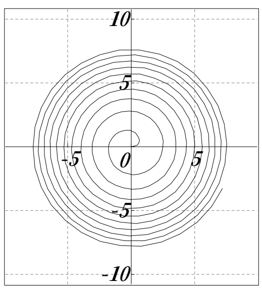
$g(x)=\{x\quad 0\leqq x<4$




### 放物らせん

$x(\theta)=\sqrt{\theta}\cos\theta$

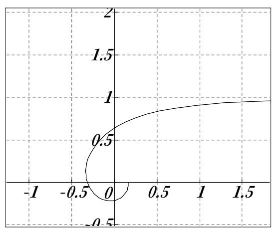
$y(\theta)=\sqrt{\theta}\sin\theta$




### 逆らせん

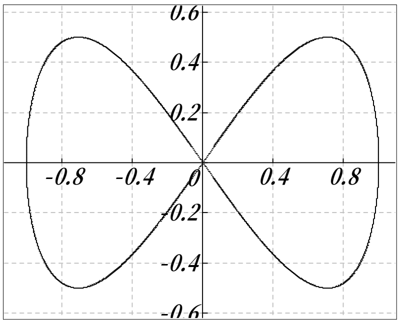
$x(\theta)=\frac{\cos\theta}{\theta}$

$y(\theta)=\frac{\sin\theta}{\theta}$

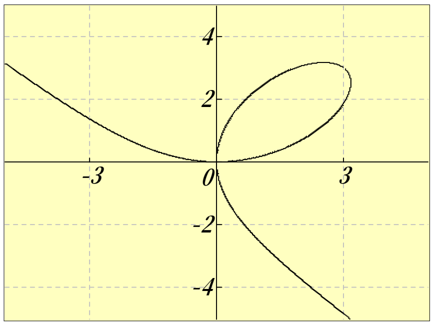


## ＜2次元陰関数グラフの例＞

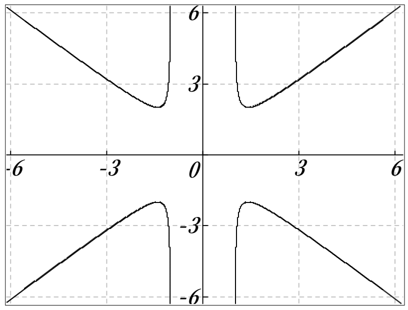
$y^2=x^2(1-x^2)$




$x^3+y^3=6xy$



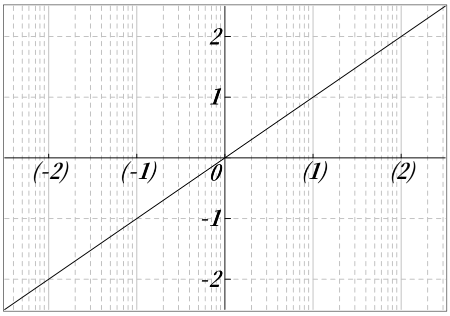

$y^2(x^2-1)=x^4$




## ＜2次元対数グラフの例＞

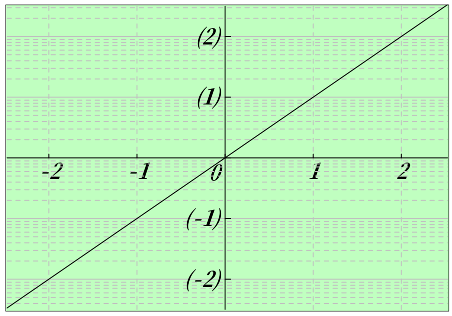
y=logx

（X軸：常用対数スケール使用）



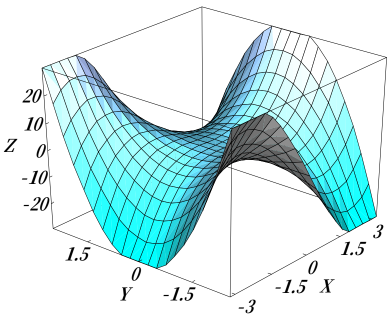

$y=e^x$

（Y軸：自然対数スケール使用）

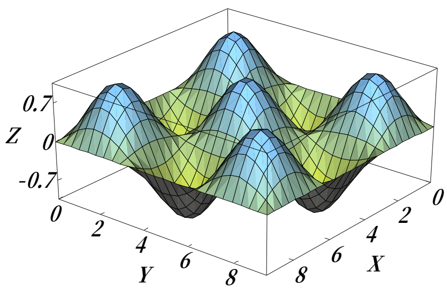



## ＜3次元関数グラフの例＞

$f(x,y)=x^3-3xy^2$




f(x,y)=sinx×siny

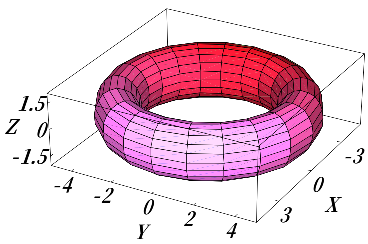



x(t,u)=cos(t)×(4+cos(u))

y(t,u)=sin(t)×(4+cos(u))

z(u)=1.5×sin(u)

(0<t<2π, 0<u<2π)

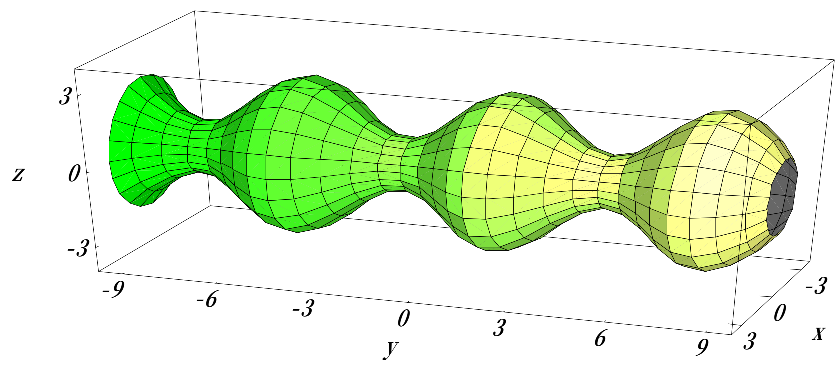



x(u,v)=(2+sinu)cosv

y(u,v)=u

z(u,v)=(2+sinu)sinv

(-10<u<10, 0<v<2π)

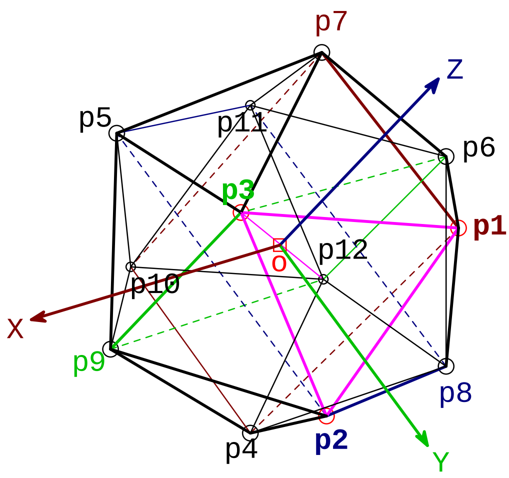


## サッカーボール　　　　　3Dグラフデータ型「X－Y－Z軸」

白い正六角形の中に、黒い正五角形をちりばめた、サッカーボールの形状は、正二十面体を完成したところから始めます。

正二十面体は、下図のような構成で、p1-p7の長さを、$L_{1,7}$のように表すことにすると、次のような関係でした。　$L_{1,7}=L_{2,8}=L_{3,9}=2c$　　　$L_{1,4}=L_{2,5}=L_{3,6}=2d$　　c, d は定数。

正多面体ですから、原点 o から、全ての頂点 $p_{1\sim20}$ までの距離は一定です。互いに隣接する頂点同士の間の距離も一定です。




Sheet1

| p | x | y | z |
|---|---|---|---|
| p1 | 0 | c | d |
| p2 | c | d | 0 |
| p3 | d | 0 | c |
| p4 | 0 | c | -d |
| p5 | c | -d | 0 |
| p6 | -d | 0 | c |
| p7 | 0 | -c | d |
| p8 | -c | d | 0 |
| p9 | d | 0 | -c |
| p10 | 0 | -c | -d |
| p11 | -c | -d | 0 |
| p12 | -d | 0 | -c |

頂点間の距離の関係は、

$d=1$　とすれば、　$c=\frac{\sqrt{5}-1}{2}$　でした。

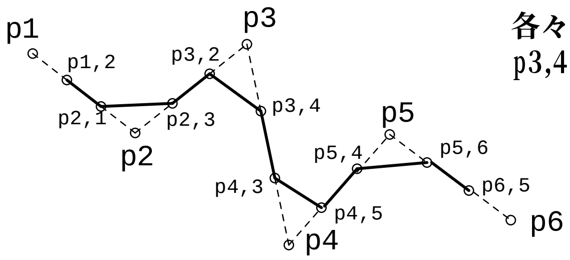
サッカーボールは、辺の長さが同じ正六角形 20枚と、正五角形 12枚から構成されています。黒い正五角形から見れば、周りは全部正六角形で囲まれていますが、正六角形から見れば、周りは、五角形と六角形が交互に敷き詰められています。

正二十面体は、全ての面が、正三角形で、どの頂点を見ても、正三角形が 5枚ずつ集まっています。頂点付近の部分を、平面で切り落とすと、切り口は五角形になります。全ての頂点に対して、同じように切り落としていくと、結果は、サッカーボールに類似のものになります。

正二十面体の全ての稜線を 3等分して、上記の切り口が、その等分点を通るように切断すると、切断面が正五角形に、正三角形だった部分は頂点部分が切り取られて正六角形になります。その結果が、サッカーボールです。

元のなる正二十面体の座標データは、既にあります。次ページの Sheet2 です。全座標点は、順番にたどっていけば、正二十面体が形成されます。

サッカーボールを作るには、正二十面体の各座標点で、次の図のp1-p2-p3-p4- のように追う場合に、各々の、座標点間を 3分割した点を p1,2-p2,1-p2,3-p3,2-p3,4-p4,3-p4,5- のように追跡します。




(注) Sheet3 は、小さな文字にしても 1ページに収めるのは無理なので、印刷できない右ページにおいてあります。印刷データとして欲しいときは、印刷ページへ移動させてください。

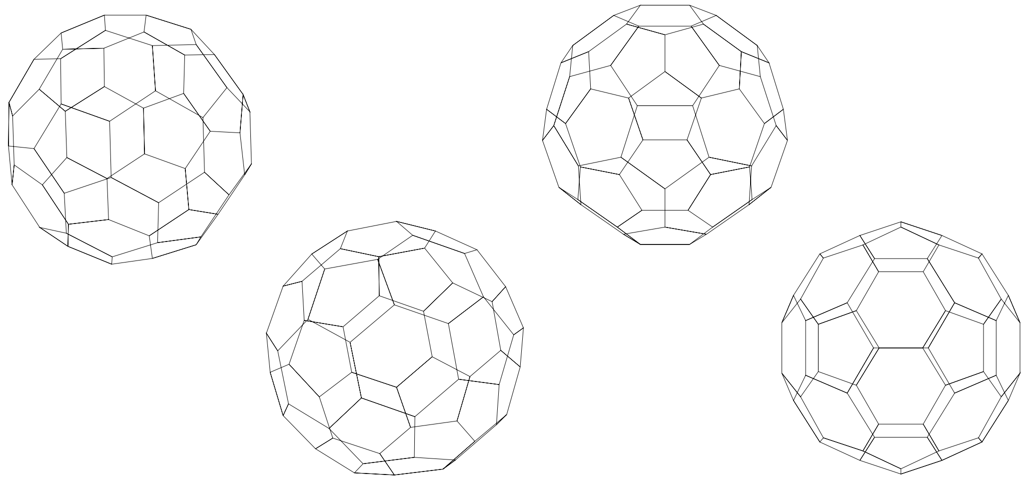
一筆書きに使う頂点を、表 Sheet3 の p 欄へ、順番を間違えないように、抜け落ちがないように、並べます。各点の、x-y-z 座標は、p1,2の場合には、p1*2+p2、p4,3 なら、p3+p4*2 となるように入れて、表を完成させます(計算上、全て 3で割り付けるべきだが、ここでは手抜き)。

実際には、それだけでは不足する線が発生するため、印刷した正二十面体のグラフの中へ、手作業で、実際に線を引きながら、かなりの量の不足データを追加挿入して表を仕上げました。この作業は、極めて間違いやすい作業です。(c は、代入定義が生きている。) 表が正しいかどうか? は、グラフが期待通り書けたかどうかで決めました。勿論、表も、グラフも、完成しています。

グラフを描くためには、表の項目行(1行目)と、頂点名列(1列目)以外の部分を、ドラッグして、選択状態にします。実行　3D-グラフ データ型[X-Y-Z軸]　と指示すると、グラフが作れます。大半の作業は、3Dのリニアタイプと同様です。

Sheet2

| p | x | y | z |
|---|---|---|---|
| p1 | 0 | c | 1 |
| p2 | c | 1 | 0 |
| p3 | 1 | 0 | c |
| p1 | 0 | c | 1 |
| p8 | -c | 1 | 0 |
| p6 | -1 | 0 | c |
| p1 | 0 | c | 1 |
| p7 | 0 | -c | 1 |
| p6 | -1 | 0 | c |
| p11 | -c | -1 | 0 |
| p12 | -1 | 0 | -c |
| p6 | -1 | 0 | c |
| p8 | -c | 1 | 0 |
| p2 | c | 1 | 0 |
| p4 | 0 | c | -1 |
| p8 | -c | 1 | 0 |
| p12 | -1 | 0 | -c |
| p4 | 0 | c | -1 |
| p12 | -1 | 0 | -c |
| p10 | 0 | -c | -1 |
| p4 | 0 | c | -1 |
| p9 | 1 | 0 | -c |
| p10 | 0 | -c | -1 |
| p9 | 1 | 0 | -c |
| p2 | c | 1 | 0 |
| p3 | 1 | 0 | c |
| p9 | 1 | 0 | -c |
| p5 | c | -1 | 0 |
| p3 | 1 | 0 | c |
| p7 | 0 | -c | 1 |
| p5 | c | -1 | 0 |
| p7 | 0 | -c | 1 |
| p11 | -c | -1 | 0 |
| p5 | c | -1 | 0 |
| p10 | 0 | -c | -1 |
| p11 | -c | -1 | 0 |



以上のように、一度データが完成すると、グラフを好きなように回転させて、気に入ったものをビットマップで、コピーします。Windows のペイントへ貼り付け、色入れします。

このグラフが、ワイヤフレームスタイルであるため、裏面(視点から見て遠い部分)が、見る人にとって煩わしいものです。ペイントで色入れする際には、裏面サイドの稜線を全部消去することが必要です。

このサッカーボールなら、中央付近にある正六角形のうち最大のものが、直接見える面で、それに直接接している正五角形を黒で塗りつぶします。図 A は、塗りつぶし完了段階です。ここで不要となった、背面側の稜線を全て、ペイントの消しゴムで消して、図 B で完成です。

図 A

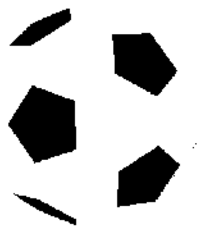
→

図 B

図 C

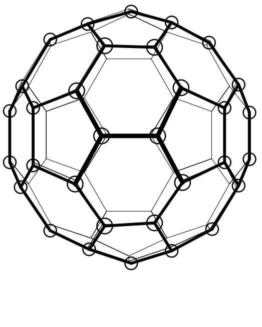
→

図 D



改めて、全てを選択し、コピーをとります。貼り付け先は、カルキングでも、お手持ちの、ワープロや表計算でもOKです。尚、貼り付け先で、枠付(図 C)は面白くありません。枠の内側を右クリックすると、プロパティで、オブジェクトの属性を修正できます。ここで、輪郭線を「なし」に指定すれば、図 D となってOKです。

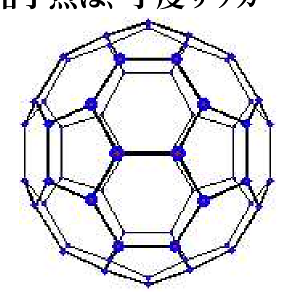
ペイントで処理したビットマップは、かなり重たいものになります。本来小さかったファイルが、ビットマップを乗せたお陰で、大きくなり、メールで送信する際に、驚くほど送信時間が掛かります。印刷時のサイズが小さいものは、ビットマップでコピーする(色入れ前の)サイズを、最初から、小さくしておくことをお勧めします。



左の絵は、フラーレン60 をイメージしたものです。炭素ばかりが 60個集まって、できた分子で、半導体だそうです。炭素原子の存在する格子点は、丁度サッカーボール型の、各頂点に該当します。

元は勿論上記のグラフです。遠近感を与えるためには、オプション　作図モードをON にして、近景のみに点と線を入れました。

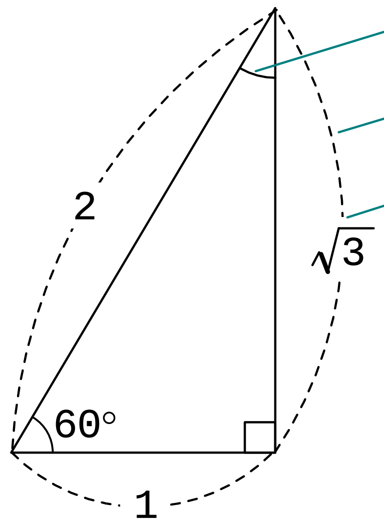
右は、ペイントで同様の作業をしたものです。



◆以上は、データグラフと作図の融合例です。

# ＜作図機能＞

（ドロー系の作図機能）




中心を指定する方法で円弧を作成します。

両端を指定する方法で円弧を作成します。

テキストの背景部分は、枠線のない長方形を作成して円弧の一部を削除しています。

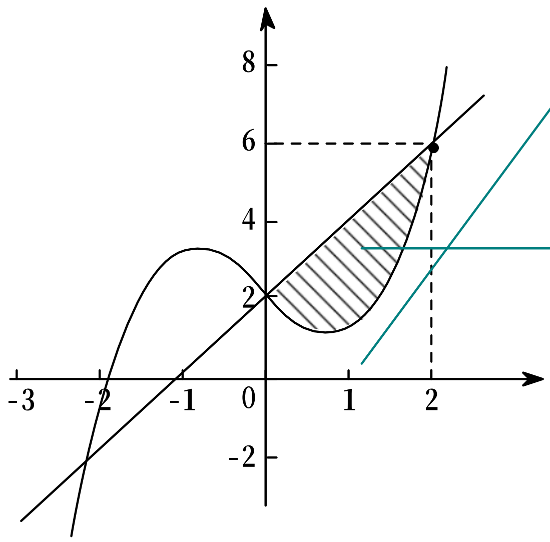
●直線・曲線・多角形等の基本機能

●正多角形・円弧・扇型

●各頂点への自動スナップ・自由領域への網掛け

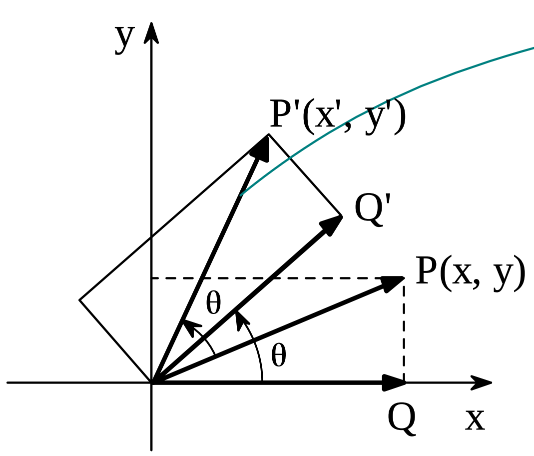
●多様な矢印機能（大きさ、向き等）

●作図モードのもとで文字、数式、関数グラフとの重ね書き使用




各軸の目盛りは点ツールの目盛りスタイルを使用しています。
目盛りの幅は「編集」－「位置合わせ」コマンドで均等化しています。

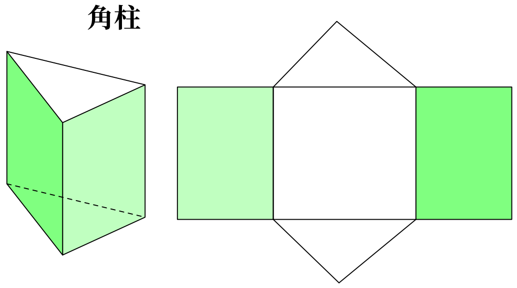
領域の網掛け部分は、連続直線ツールを使用しています。領域の内側をクリックしながらトレースして、最後に閉じた図形にします。
仕上げに枠線を「なし」にして黒で塗り潰して、網掛けのスタイルを指定します。



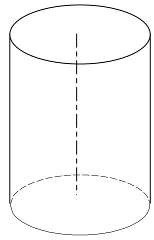

PからP’へのベクトルの回転は、
まずカット＆コピーでコピーを作成し、
ドラッグして同じ位置に移動します。
次に回転軸を原点に移動して、適当に回転します。
他のベクトルや補助線の回転も同様です。

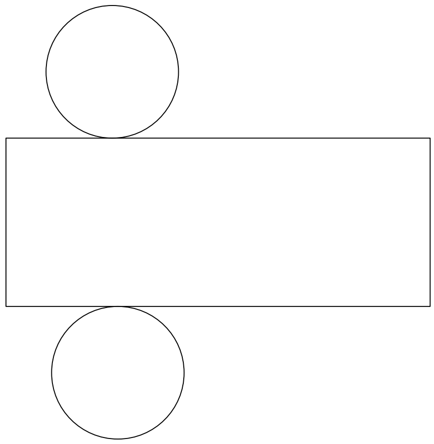
# いろいろな立体の作図(見取り図と展開図)

## 角柱



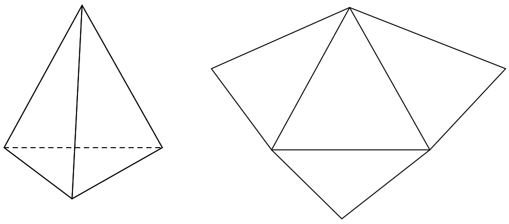
## 円柱



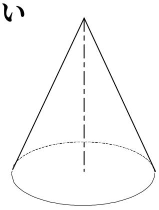


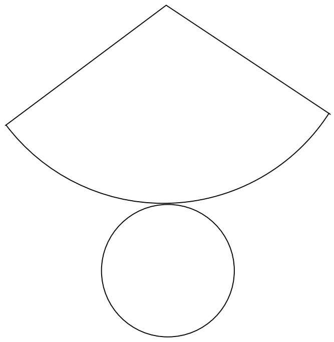
底面はグラフで点線の半円と
実線の半円を作成し、
グラフのみをグラフの大きさを
適当にかえて貼り付ける。

## 三角すい



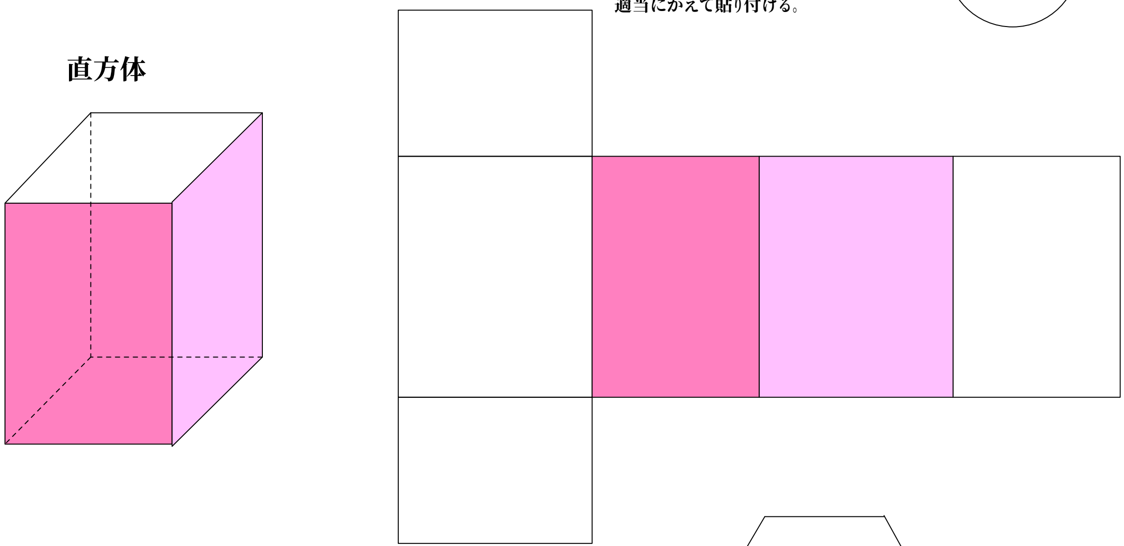
## 円すい



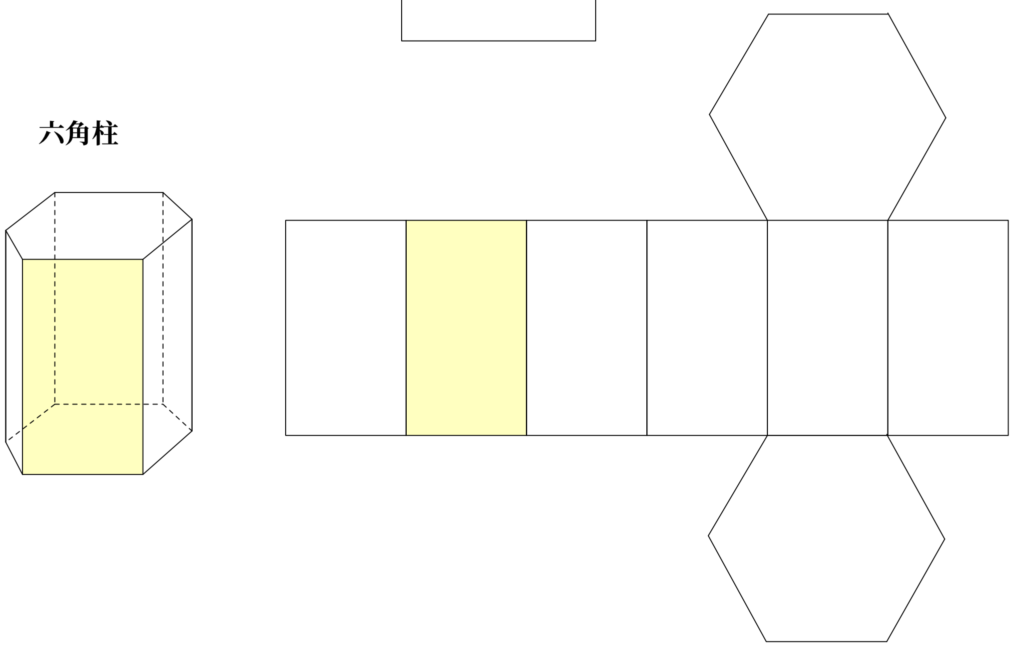


底面はグラフで点線の半円と
実線の半円を作成し、
グラフのみをグラフの大きさを
適当にかえて貼り付ける。

## 直方体

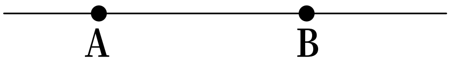


## 六角柱

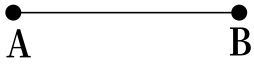


# カルキング平面図形

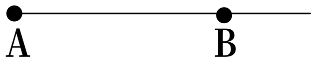
直線ＡＢ



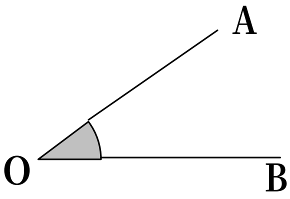

線分ＡＢ



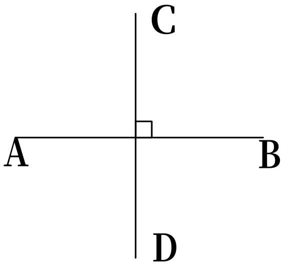

半直線ＡＢ



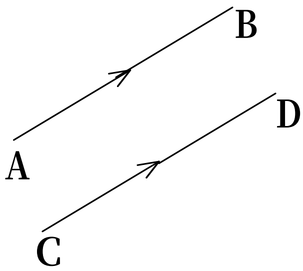

角　∠ＡＯＢ



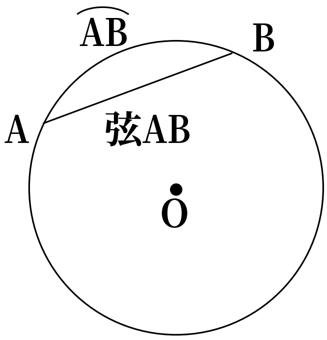

垂直　AB⊥CD

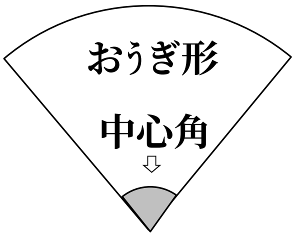


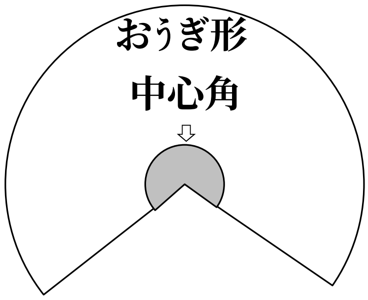

平行　ＡＢ ∥ ＣＤ



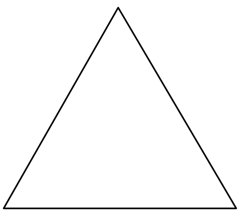

円O



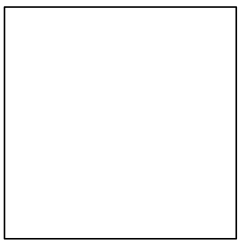



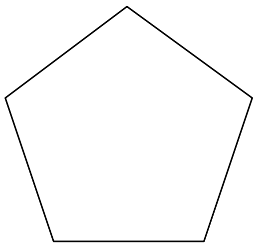

正多角形



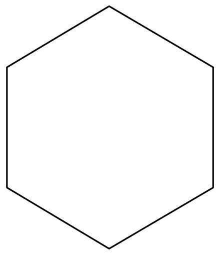
正三角形



正方形

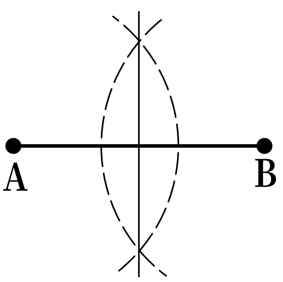


正五角形

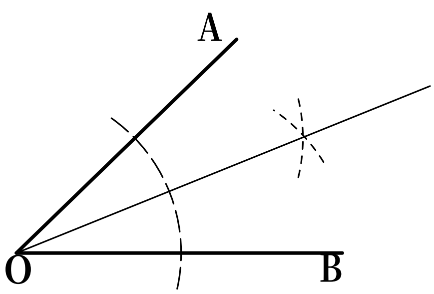


正六角形

線分ABの垂直2等分線




∠AOBの2等分線



## 直線、線分の作り方

●直線ツールで Shift をおしながら直線を引きます。

●点ツールで点を作り、作図オプションの点の種類で半径:4を選び、内部の色を黒にします。

## 角の作り方

●角は円弧ツールで作図オプションの円弧の種類を扇形にして作成し、
内部の色を灰色にします 。

## 垂直の作り方

●垂直を表す四角は長方形ツールで、Shift をおしながらマウスをドラッグして、
正方形を作ります。作成してから適当な位置に移動します。
移動は矢印キーを使ってドット単位で行えます。

## 平行の作り方

●まず直線を作って、作図オプションで矢印の種類で終点に付けるを選び、
矢印のプロパティで矢印の形を適当な形にします。
これをコピーして、2本の矢印つき直線にします。
次に元の直線を矢印のある側にコピーしてつながった位置になるところまで移動します。
この直線には矢印はつけません。これで、直線の真中に矢印があるように作れます。

⫽　記号はSimplex　Martiniにあります。または ∥ をイタリックにします。⫽

## 円弧記号の入力

●$\overset{\frown}{AB}$の入力は「入力」－「文字修飾」－「円弧」を使います。

## 扇形の作り方

●おうぎ形は円弧ツールで作図オプションの円弧の種類を扇形にして大小2個作成し、
小さいほうの内部の色を灰色にします。

## 垂直2等分線、角の2等分線の補助線の作り方

● 垂直2等分線、角の2等分線の補助線は円弧ツールで作成し
線のスタイルを点線にします。

# 作図とテキストの関係

作図機能で作成した図と、ふつうに入力した式や文字は別々のものです。
片方を移動しても、もう片方はそのままですが、空白の削除、挿入は、図と式が
位置関係を保って移動できます。

# ＜３直線に接するすべての円の導出＞

## 連立多項式方程式と関数グラフ機能の応用例

**一般公式**

| |
|---|
| $ax+by+c=0$ に接する円の方程式は $(ax_0+by_0+c)^2=(a^2+b^2)r^2$ で与えられる。<br>ここで中心座標 $(x_0,\ y_0)$ 半径 $r$ |

中心座標を $(a,b)$ 半径を$r$とすると以下の３直線に内接する円の方程式は以下のようになります。

直線の式　$2x-5y=0$
$x+2y-9=0$　のとき
$4x-y=0$

**連立多項式方程式**

$(2a-5b)^2=29r^2$

$(a+2b-9)^2=5r^2$

$(4a-b)^2=17r^2$

$r>0$　（条件式も方程式の一部）

**方程式の全ての解（４組）**

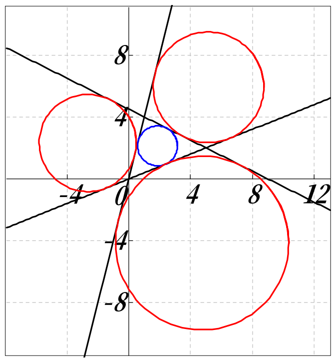
| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_1=1.8598$ | $a_2=-2.6561$ | $a_3=5.1629$ | $a_4=4.7445$ |
| $b_1=2.1306$ | $b_2=2.3185$ | $b_3=5.9146$ | $b_4=-4.1415$ |
| $r_1=1.2875$ | $r_2=3.1391$ | $r_3=3.5742$ | $r_4=5.6073$ |

**４つの円を表す関数群**

$x(t)=r_1\cos(t)+a_1$　　$x(t)=r_2\cos(t)+a_2$
$y(t)=r_1\sin(t)+b_1$　　$y(t)=r_2\sin(t)+b_2$

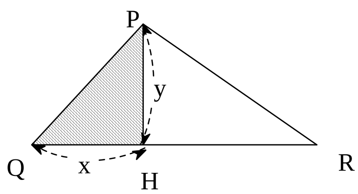
$x(t)=r_3\cos(t)+a_3$　　$x(t)=r_4\cos(t)+a_4$
$y(t)=r_3\sin(t)+b_3$　　$y(t)=r_4\sin(t)+b_4$

**３直線とこれに接する円**




# ☆無理方程式

ΔPQRの底辺$\overrightarrow{QR}$の長さを５とする。
Pから底辺$\overrightarrow{QR}$への垂線をPHとする。
QHの長さをｘ、PHの長さをｙとする。
ここでPQとPRの長さの和が７とする。
ΔPQHの面積を2.1としたとき、x､yの
それぞれの値を求めよ。




作図機能で作成

**このとき方程式は次の無理方程式になる。**

$\sqrt{x^2+y^2}+\sqrt{(5-x)^2+y^2}=7$
$\frac{1}{2}xy=2.1$
$x<5$

$z=\sqrt{x^2+y^2}$
$a=\sqrt{(5-x)^2+y^2}$
→ zとaを導入

$z+a=7$
$\frac{1}{2}xy=2.1$
$z^2=x^2+y^2$
$a^2=(5-x)^2+y^2$
$x<5$

→ 連立多項式方程式を解く

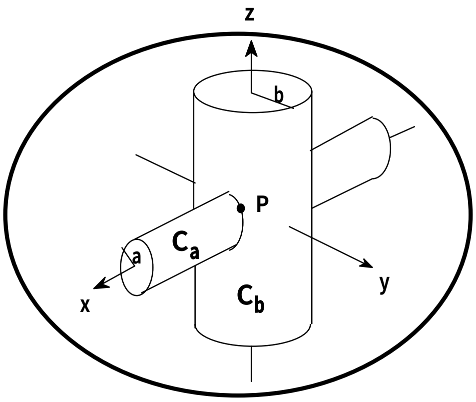
$a = 4.0322$
$x = 1.7549$
$y = 2.3933$
$z = 2.9678$

ニュートン法より楽に解ける

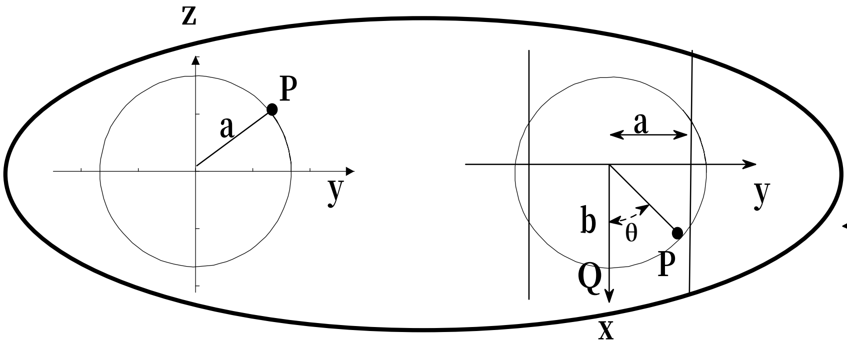
ｎ乗根記号と多項式の組み合わせから構成される方程式
↓ 簡単な変換規則
連立多項式方程式

# ＜交差する円筒の交線の長さ＞

2つの円筒($C_a$, $C_b$)があり、図1のように交差しているとする。
b > aであるとする。
円筒$C_a$の半径をa, 円筒$C_b$の半径をbとし、
このとき、$C_a$が$C_b$に交差する曲線と長さ表示せよ。




交差する曲線を媒介変数で表すと以下のようになる。



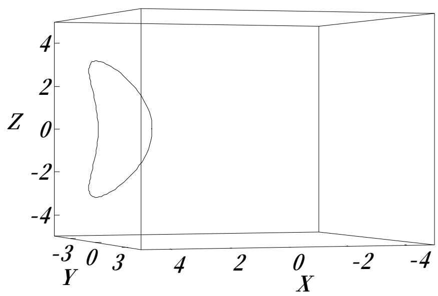

作図機能で作成

$x(t)=\sqrt{b^2-a^2\cos^2 t}$

$y(t)= a\cos t$

$z(t)= a\sin t$

下の3次元関数は
a=3
b=5
の時のものです。




長さは以下の式で与えられる。

$$長さ=\int_0^{2\pi}\sqrt{\left(\frac{dx(t)}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy(t)}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz(t)}{dt}\right)^2}\,dt$$

被積分式の部分を求める

$$\sqrt{\left(\frac{dx(t)}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy(t)}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz(t)}{dt}\right)^2}=\sqrt{\frac{-a^4\cos^4 t+a^2b^2\cos^2 t+a^2b^2\sin^2 t}{-a^2\cos^2 t+b^2}}$$

$$\sqrt{\frac{-a^4\cos^4 t+a^2b^2\cos^2 t+a^2b^2\sin^2 t}{-a^2\cos^2 t+b^2}}=a\sqrt{\frac{-a^2\cos^4 t+b^2}{-a^2\cos^2 t+b^2}}$$

従って

$$長さ=\int_0^{2\pi}a\sqrt{\frac{-a^2\cos^4 t+b^2}{-a^2\cos^2 t+b^2}}\,dt$$

となる

a=3cm　　b=5cm　　のとき

$$\int_0^{2\pi}a\sqrt{\frac{-a^2\cos^4 t+b^2}{-a^2\cos^2 t+b^2}}\,dt=19.36272269163 7\text{cm}$$

定積分値の中での
自動単位計算

# 神奈川県公立高等学校入試問題

数式・文書・作図・表すべてカルキングで作成

**問1**　次の計算をしなさい。

(ア)　$-9+4$

(イ)　$7-5\times(1-3)$

(ウ)　$\dfrac{1}{4}-\dfrac{3}{5}$

(エ)　$16a^3b^3\div 8ab^2$

(オ)　$\dfrac{7x+3}{4}-\dfrac{3x-1}{2}$

(カ)　$\dfrac{10}{\sqrt{2}}-\sqrt{18}$

(キ)　$x(x+1)-(x-4)^2$

**問2**　次の問いに答えなさい。

(ア)　$(x+1)(x-5)+2x+2$ を因数分解しなさい。

(イ)　2次方程式 $5x^2-3x-1=0$ を解きなさい。

(ウ)　不等式 $\dfrac{3x-4}{7}>\dfrac{x-2}{3}$ を解きなさい。

(エ)　$x$ の値が 2 から 4 まで増加するとき、2つの関数 $y=ax^2$ と $y=5x$ の変化の割合が等しくなるような $a$ の値を求めなさい。

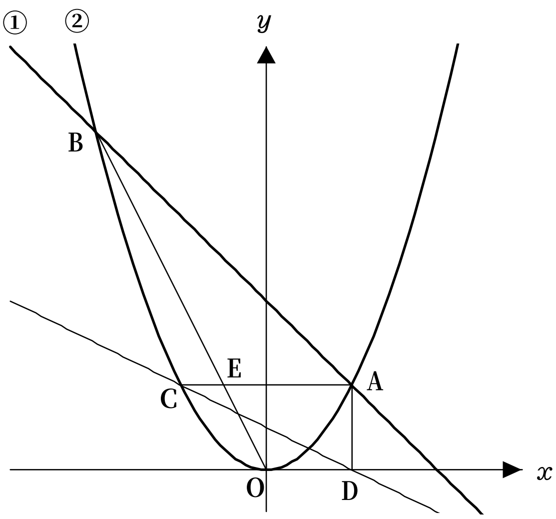
(オ)　$\sqrt{175n}$ が自然数となるような自然数 $n$ のうち、最も小さい $n$ の値を求めなさい。

**問3**　右の図において、直線①は関数 $y=-x+4$ のグラフであり、曲線②は関数 $y=ax^2$ のグラフである。

2点A,Bはともに直線①と曲線②との交点で、点Aの $x$ 座標は 2 , 点Bの $x$ 座標は $-4$ である。
点Cは曲線②上の点で、線分ACは $x$ 軸に平行である。

また、点Dは $x$ 軸上にあり、線分ADは $y$ 軸に平行である。

原点をOとするとき、次の問いに答えなさい。

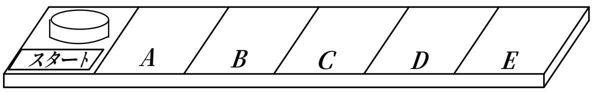



(ア)　曲線②の式 $y=ax^2$ の $a$ の値を求めなさい。

(イ)　直線CDの式を $y=mx+n$ とするとき、$m,n$ の値を求めなさい。

(ウ)　線分OBと線分ACとの交点をEとするとき、三角形ABEと三角形ACDの面積の比を最も簡単な整数の比で表しなさい。

**問4**　右の図のように横に長い長方形の盤があり、その盤面は縦の線で6等分され、左から順に スタート ,A,B,C,D,Eと書かれている。また、スタート の位置にはコインが1枚置かれている。




大、小2つのさいころを同時に1回投げ、出た目の数によって、次の①,②の操作を順に行い、スタート の位置にあるコインを動かすことにする。

① 大きいさいころの出た目の数だけ、スタート の位置にあるコインを1コマずつ右に動かす。
ただし、Eの位置まできたらEで止める。

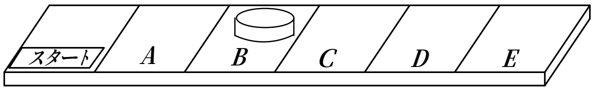
② 小さいさいころの出た目の数だけ、①の操作で動かしたコインを1コマずつ左に動かす。
ただし、スタート の位置まできたら スタート で止める。

**例**

大きいさいころの出た目の数が 2、小さいさいころの出た目の数が 4 のとき

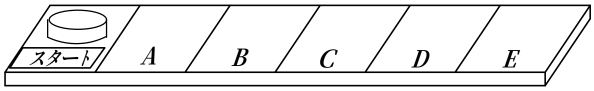
① 最初に、スタート の位置にあるコインを右に 2 コマ動かす。

①の操作後の図




② 次にBの位置にあるコインを左に 4 コマ動かすところであるが、2 コマ動かすと スタート の位置にくるので、そこで止める。

②の操作後の図




この結果、コインは最後に スタート の位置にある。

いま、コインが スタート の位置にある状態で、大,小2つのさいころを同時に1回投げるとき、次の問いに答えなさい。

(ア) コインが最後にCの位置にある確率を求めなさい。

(イ) コインが最後に スタート の位置にある確率を求めなさい。

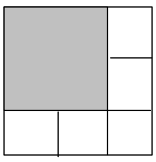
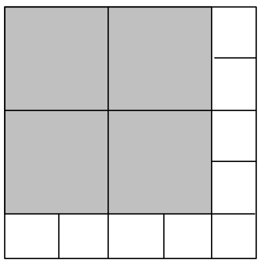
**問5**　1辺の長さが 2cm の黒い正方形のタイルと、1辺の長さが 1cm の白い正方形のタイルがある。
次の①と②をともにみたす方法で、1辺の長さが $a$cm の正方形を作る。ただし $a$ は3以上の奇数である。

**正方形を作る方法**

① 黒と白の2種類のタイルをかならず使い、それぞれが重ならないよううに、すき間なくしきつめる。

② 黒いタイルをできるだけ多く使い、使う2種類のタイルの合計枚数を最も少なくなるようにする。

下の表は $a = 3$ と $a = 5$ のときの、それぞれのつくられた正方形の一例と、使われた黒いタイルと白いタイルの枚数を示したものである。

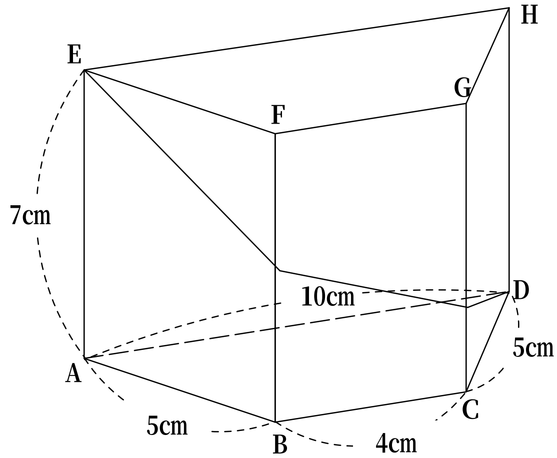
| つくられた正方形の1辺の長さ | 3cm | 5cm |
|---|---|---|
| つくられた正方形の一例 |  |  |
| 黒いタイルの枚数 | 1枚 | 4枚 |
| 白いタイルの枚数 | 5枚 | 9枚 |

このような方法で正方形をつくるとき、次の問いに答えなさい。

(ア) 1辺の長さが 7cm の正方形をつくるには、黒いタイルと白いタイルは合計何枚必要であるか、その数を求めなさい。

(イ) 使われた黒いタイルの枚数が白いタイルの枚数より11枚多くなるのは、つくられた正方形の1辺の長さが何cmのときであるか、その長さを求めなさい。

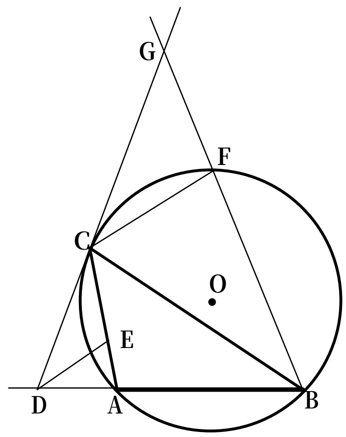
**問6**　右の図は、辺ADと辺BCが平行で、AD = 10cm, BC = 4cm, AB = CD = 5cm の台形ABCDを底面とし、AE = BF = CG = DH = 7cm を高さとする四角柱である。
このとき、次の問いに答えなさい。




(ア)　この四角柱の側面上に、頂点Eから辺BFと辺CGに交わるように、頂点Dまで線を引く。
このような線のうち、最も短い線の長さを求めなさい。

(イ)　平行な2つの線分AD,FGを含む平面でこの四角柱を切り、2つの立体に分けるとき、頂点Bをふくむほうの立体の体積を求めなさい。

**問7**　右の図のように、∠Aが鈍角の三角形ABCが円Oに内接している。
いま、点Cにおける円Oの接線と線分BAの延長との交点をDとし、∠ADCの二等分線と線分ACとの交点をEとする。
また、点Fを円Oの周上に、DE // CFとなるようにとり、直線CDと線分BFの延長との交点をGとする。
このとき、次の問いに答えなさい。




(ア)　三角形ADEと三角形FBCが相似であることを次のように証明した。
空欄(くうらん)にあてはまることがらとして最も適するものを、
(あ) ～ (う) には【A群】から、(a) ～ (c) には【B群】から、それぞれ1つ選び、その番号を書きなさい。

[証明]
△ADEと△FBCにおいて、
まず、線分DEは∠ADCの二等分線であるから、
$\boxed{(a)}$ ……①
また、平行線の同位角は等しいから、
$\boxed{(b)}$ ……②
①、②より、∠ADE=∠GCF ……③
さらに、$\boxed{(あ)}$ から、
$\boxed{(c)}$ ……④
③、④より、∠ADE=∠FBC ……⑤
次に、$\boxed{(い)}$ から、
∠DAE=∠BFC ……⑥
⑤、⑥より、$\boxed{(う)}$ から、
△ADE∽△FBC

【A群】
1. 四角形ABFCは円Oに内接している
2. 平行線の錯角は等しい
3. 直線CGは円Oの接線である。
4. 3組の辺の比が等しい
5. 2組の辺の比が等しく、その間の角が等しい
6. 2組角がそれぞれ等しい

【B群】
1. ∠ABC = ∠ACD
2. ∠ADE = ∠CDE
3. ∠AED = ∠FCB
4. ∠BAC = ∠CFG
5. ∠CDE = ∠GCF
6. ∠GCF = ∠FBC

(イ)　∠ABC=38°, $\overset{\frown}{AB}=\overset{\frown}{AC}$のとき、∠CGFの大きさを求めなさい。

# 解答

問1

| (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|---|---|---|---|
| $-5$ | 17 | $-\dfrac{7}{20}$ | $2a^2b$ |

| (オ) | (カ) | (キ) |
|---|---|---|
| $\dfrac{x+5}{4}$ | $2\sqrt{2}$ | $9x-16$ |

問2

| (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|---|---|
| $(x+1)(x-3)$ | $x=\dfrac{3\pm\sqrt{29}}{10}$ | $x>-1$ |

問2(ウ)は$-1<x$も可とする

| (エ) | (オ) |
|---|---|
| $\dfrac{x+5}{4}$ | $2\sqrt{2}$ |

問3

| (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|---|---|
| $a=\dfrac{1}{2}$ | $m=-\dfrac{1}{2}$, $n=1$ | △ABE : △ACD = 9 : 4 |

問4

| (ア) | (イ) |
|---|---|
| $\dfrac{1}{12}$ | $\dfrac{11}{18}$ |

問4(ア)は$\dfrac{3}{36}$に2点を与える　問4(イ)は$\dfrac{22}{36}$に2点を与える

問5

| (ア) | (イ) |
|---|---|
| 22 枚 | 13 cm |

問6

| (ア) | (イ) |
|---|---|
| $7\sqrt{5}$ cm | 84 $cm^2$ |

問6(ア)は$\sqrt{245}$に2点を与える

問7

| (ア) | | | | | | (イ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (a) | (b) | (あ) | (c) | (い) | (う) | ∠CGF= 43 ° |
| 2 | 5 | 3 | 6 | 1 | 6 | |

問7(ア)は(a)と(b)がともに正答で1点、(あ)と(c)がともに正答で1点、(い)と(う)がともに正答で1点を与える

**採点上の注意**

1. 中間点は、問4(ア)、(イ)、問6(ア)、問7(ア)以外には設けないこと。
2. 正の数については、+の符号をつけても可とする。
3. 多項式の項の順序、積の順序は入れかわっても可とする。
4. 有限小数で表される分数は小数で表しても可とする。循環小数になるものを有限小数で表したり、「…」を用いて表したものは不可とする。仮分数は帯分数で表しても可とする。
5. 問4(ア)、(イ)以外は、分数で約分していないものは不可とする。
6. 問6(ア)以外は、根号の中を最も小さい整数にしていないもの、分母を有理化していないものは不可とする。

| 問 | 配点 |
|---|---|
| 1 | (ア)～(エ) 各1点 計4点 / (オ)～(キ) 各2点 計6点 |
| 2 | 各2点 計10点 |
| 3 | 各2点 計6点 |
| 4 | 各3点 計6点 |
| 5 | 各3点 計6点 |
| 6 | 各3点 計6点 |
| 7 | 各3点 計6点 |
| 計 | 50点 |

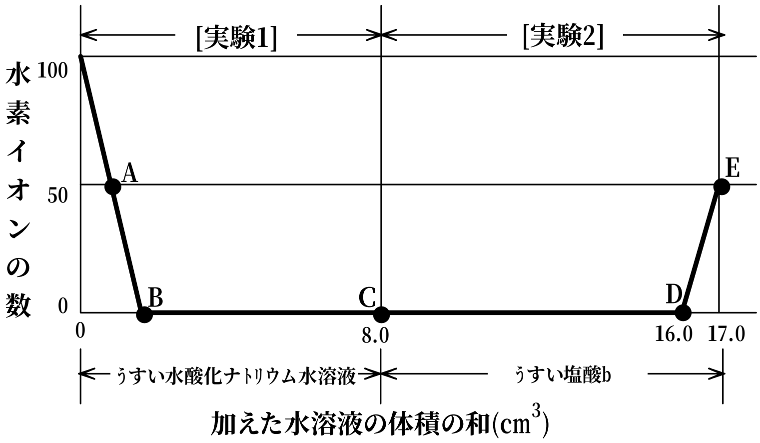
# 高校入試問題理科（抜粋）

**問1**　中和反応を理解するために、濃度の異なるうすい塩酸 a とうすい塩酸 b、およびうすい水酸化ナトリウム水溶液を用いて次のような実験を行った。

[実験1]　16.0cm$^3$のうすい塩酸 a に、BTB溶液を数滴加えた。この水溶液をかき混(ま)ぜながら、8.0cm$^3$のうすい水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていったところ、水溶液の色は黄色から緑色になり、そして青色へと変化した。

[実験2]　次に [実験1] で得られた青色の水溶液をかき混ぜながら、これに9.0cm$^3$のうすい塩酸 b を少しずつ加えていったところ、8.0cm$^3$加えたところで水溶液は緑色になり、中性になった。
その後、残りのうすい塩酸 b をすべて加えたところ、水溶液は黄色に変化した。

右のグラフは、[実験1] でうすい水酸化ナトリウム水溶液を加え、引き続き [実験2] でうすい塩酸 b を加えていったときの、加えた水溶液の体積の和に対する水溶液中の水素イオンの数の変化を、中和反応の考え方を基(もと)にして表したものである。ただし、縦軸の水素イオンの数は、実験をはじめる前の16.0cm$^3$のうすい塩酸 a にふくまれていた水素イオンの数を100として表したものであり、[実験2] が終了した時点の水溶液にふくまれていた水素イオンの数は、50であることを示している。




この実験とその結果に関して、次の各問いに答えなさい。
答えはそれぞれの1～4の中から最も適するものを一つ選び、その番号を書きなさい。

(ア)　次の文は、中和反応について述べたものである。文中の ① ～ ③ に入る言葉の組み合わせとして、正しいものはどれか。

塩酸を水酸化ナトリウム水溶液で中和して中性になった水溶液を加熱して乾かすと、白色の固体が残る。この白色の固体のように、酸の ① とアルカリの ② とが結びついてできる化合物を ③ という。

1. ① 陰イオン　② 陽イオン　③ 塩　　2. ① 陰イオン　② 陽イオン　③ 水
3. ① 陽イオン　② 陰イオン　③ 塩　　4. ① 陽イオン　② 陰イオン　③ 水

(イ)　グラフの中の各点A～Eの中で水溶液が中性になっているのはどの点であると考えられるか。

1. AとE　　2. BとCとD　　3. C　　4. BとD

(ウ)　[実験1] で用いた16.0cm$^3$のうすい塩酸 a にふくまれていた水素イオンの数を100とするとき、9.0cm$^3$のうすい塩酸 b にふくまれていた水素イオンの数はいくつになると考えられるか。

1. 50　　2. 100　　3. 450　　4. 900

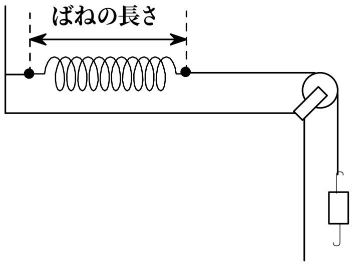
(エ)　[実験1] が終了した時点の水溶液中の水素イオンの数と、[実験2] で用いたうすい塩酸 b の8.0cm$^3$にふくまれる水素イオンの数が等しくなることに着目(ちゃくもく)すると、[実験1] において、16.0cm$^3$のうすい塩酸 a を中和して中性にするのに必要なうすい水酸化ナトリウム水溶液の体積は、何cm$^3$であったと考えられるか。

1. 1.2cm$^3$　　2. 1.4cm$^3$　　3. 1.6cm$^3$　　4. 1.8cm$^3$

**問2**　力のつりあいや仕事について調べるために、次のような実験を行った。ただし、実験に用いた糸は伸び縮みしないものとし、ばねと糸の質量や、糸と滑車(かっしゃ)の間の摩擦(まさつ)は考えないものとする。
この実験とその結果に関して、あとの生物Dは生物Cのみを、各問いに答えなさい。
答えはそれぞれの1～4の中から最も適するものを一つ選び、その番号を書きなさい。

[実験1]　図1のようにばねの一端を固定し、もう一端についている糸は、滑車を通しておもりとつながっている。糸に1個の質量が100gのおもりを1個から5個まで順につるしていき、おもりの数とばねの長さとの関係を調べたところ、表のような結果になった。
おもりをすべて取り去ると、ばねはもとの長さにもどった。

図1

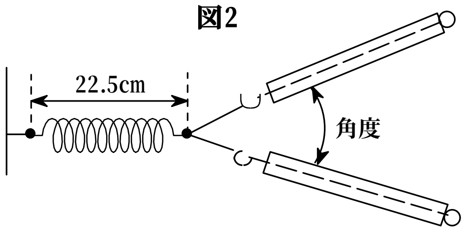



表

| おもりの数（個） | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| ばねの長さ（cm） | 17.5 | 20.0 | 22.5 | 25.0 | 27.5 |

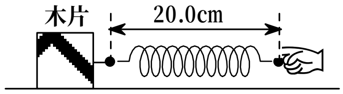
[実験2]　なめらかな水平面において、図2のように [実験1] で用いたばねの一端を固定し、もう一端に同じ長さの糸を2本つけて、それぞれに同じばねばかりを取り付けた。ばねの長さが常に 22.5cm となるように保ち、2つのばねばかりの示す値がたがいに等しくなるようにしながら、2つのばねばかりの間の角度を 0°から 90°まで少しずつ開いていった。ただし、ばねばかりは水平に使用しても正しい値を示すように調整してある。

図2




[実験3]　適当な大きさの木片を水平な] 机の上に置き、[実験1] で用いたばねを図3のように取り付け、一直線上を一定の速さでゆっくりと50.0cm 引いて動かした。
この間、ばねの長さは常に一定で 20.0cm であった。

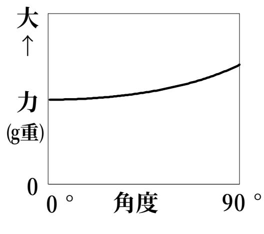
図3

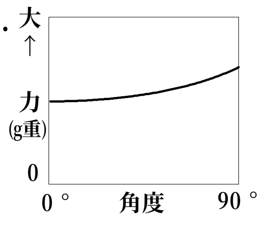


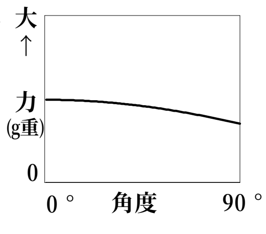

(ア)　[実験2] において2つのばねばかりの間の角度を 0°とした場合、1つのばねばかりが示す力の大きさはいくらであると考えられるか。

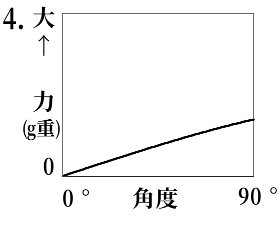
1.  100g重　　2.  150g重　　3.  200g重　　4.  300g重

(イ)　[実験2] において2つのばねばかりの間の角度と、1つのばねばかりが示す力の大きさとの関係を表していると考えられるグラフはどれか。

1.



2.



3.



4.



(ウ)　[実験3]　において、運動している木片に働いている摩擦力の大きさについて述べた次の文の中で、正しいものはどれであると考えられるか。

1.  摩擦力の大きさは200g重よりも小さな値である。
2.  摩擦力の大きさは200g重よりも大きな値である。
3.  摩擦力の大きさは200g重である。
4.  摩擦力の大きさを求めることはできない。

(エ)　[実験3] において、摩擦力にさからってする仕事は、いくらであると考えられるか。

1.  0.10kg重m　　2.  1.00kg重m　　3.  1000kg重m　　4.  10000kg重m

**問3**　光の進み方を調べるために、次のような実験を行った。この実験とその結果に関して、あとの各問いに答えなさい。答えは文中の［　　　］に入る言葉や記号の組み合わせとして正しいものを、それぞれの1～4の中から一つ選び、その番号を書きなさい。

[実験1]　図1のように、厚いガラスの横に鉛筆を斜めに立て、セロハンテープでとめた。ただし、図ではセロハンテープは省略してある。図2は図1を真上から見たものであり、矢印の方向からほぼ水平に鉛筆を観察した。

**図1**

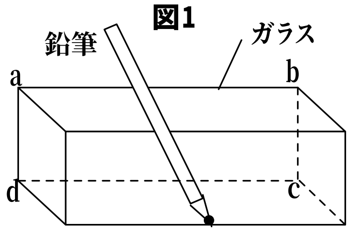
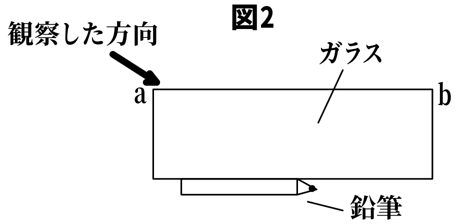



**図2**




[実験2]　2枚の鏡Ⅰと鏡Ⅱを直角になるように立て、サイコロを置いてそのうつり方を観察した。そのときのサイコロと鏡、および見る位置との関係を真上から見たように示したものが図3である。目の位置を図3の点Pの上方において、斜め上から鏡にうつるサイコロの像を観察したところ、図4のように3つの像A、B、Cが見えた。

**図3**

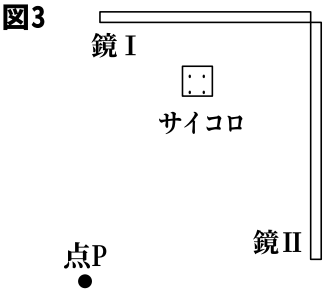
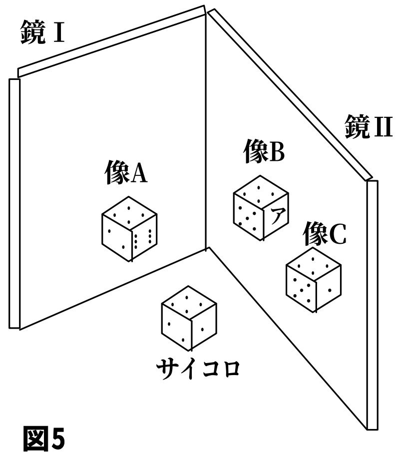



**図4**

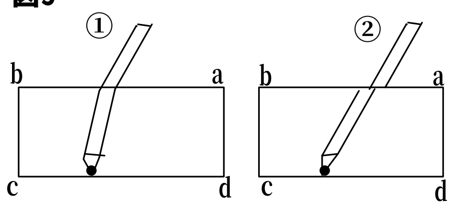



(ア)　次の文は [実験1] の観察結果について説明したものである。

[実験1] では、鉛筆は図5の①、②のうち［（あ）］のように見えた。ただし図5ではガラスの厚みを省略し、面abcdのみを示してある。このように見えるのは、空気とガラスの境（さかい）の面で光が［（い）］するためである。

1.　(あ) は①、(い) は「反射」　2.　(あ) は①、(い) は「屈折（くっせつ）」
3.　(あ) は②、(い) は「反射」　4.　(あ) は②、(い) は「屈折」

**図5**

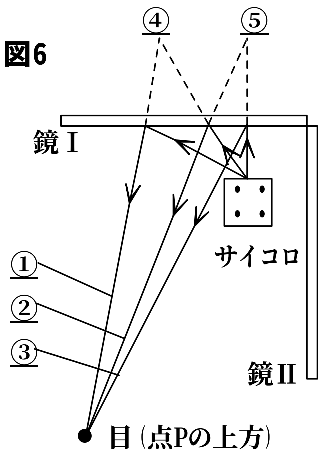



(イ)　図6は [実験2] において像Aの ⚅ の面がどこにあるように見えるかを考えるために、光の道筋（みちすじ）などを示したものである。ただし図は目・鏡・サイコロの位置関係を真上から見たように描（えが）いたものである。

サイコロの ⚅ の面から来た光が、鏡Ⅰに反射して目に届くまでの道筋を正しく示しているのは、図6の①～③のうち［（う）］であることから、⚅ の面は、図6の④、⑤のうち［（え）］にあるように見えた。

1.　(う) は①、(え) は④　2.　(う) は②、(え) は④
3.　(う) は②、(え) は⑤　4.　(う) は③、(え) は⑤

**図6**

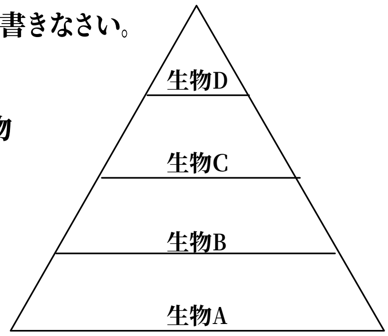



(ウ)　次の文は図4の像Bについて述べたものである。

像Bが見えるのは、サイコロから来た光が［（お）］で反射して目に届くためであり、像Bのアの面は［（か）］である。

1.　(お) は「鏡Ⅰと鏡Ⅱ」、(か) は ⚀　2.　(お) は「鏡Ⅰと鏡Ⅱ」、(か) は ⚅
3.　(お) は「鏡Ⅱのみ」、(か) は ⚀　4.　(お) は「鏡Ⅱのみ」、(か) は ⚅

**問4**　下の図は、ある島のある地域における、植物を含む4種類の生物A、B、C、Dの数量の関係を模式的に示したものであり、生物Aが最も多く、生物Bよりも生物Cが少なく、生物Cよりも生物Dが少ない状態で、それぞれの生物の数量はほぼ一定に保たれていた。
また生物A、B、C、Dは食物連鎖の関係にあり、ここでは生物Dは生物Cのみを、生物Cは生物Bのみを、生物Bは生物Aのみを食べるものとして、次の各問いに答えなさい。
答えはそれぞれの1～4の中から最も適するものを一つ選び、その番号を書きなさい。




(ア)　生物Bはどのような生物であると考えられるか。

1. 草食動物　　2. 肉食動物　　3. 菌類や細菌類　　4. 植物

(イ)　生物Dの数量がこれ以上増えずに安定している理由として考えられるものはどれか。

1. 生物Dが生物Bと食物を奪い合うため。
2. 生物Cの数量が限られているため。
3. 生物Dが分解者によって分解されるため。
4. 生物Dの寿命が短いため。

(ウ)　ある年、生物Cの数量が大幅に減少した。このことによって他の生物の数量にどのような影響が出ると考えられるか。

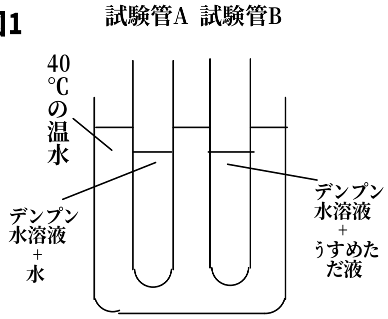
1. 一時的に生物Bは増加し、生物Aも増加する。
2. 一時的に生物Bも減少し、生物Aは増加する。
3. 一時的に生物Bも減少し、生物Dも減少する。
4. 一時的に生物Bは増加し、生物Dは減少する。

(エ)　生物のからだをつくる有機物は、自然界に存在する炭素や窒素をふくんだ無機物や有機物を、生物が体内に取り入れてつくり変えたものである。この有機物は、のちに生物のはたらきによってふたたび無機物へと分解される。このように、炭素や窒素が物質の変化とともに自然界を循環(じゅんかん)する過程について説明した次の文の中で、誤っていると考えられるのはどれか。

1. 生物Aには、炭素や窒素をふくむ無機物を取り入れて、それを炭素や窒素をふくむ有機物につくり変えるはたらきがある。
2. 生物Aにふくまれる有機物の炭素や窒素の一部は、生物A→B→C→Dの順に生物のからだを移動していく。
3. 生物Bには、生物Dの死がいや分の中の炭素や窒素をふくむ有機物を、炭素や窒素をふくむ無機物に分解するはたらきがある。
4. 生物Cには、取り入れた炭素をふくむ有機物の一部を、無機物の二酸化炭素に分解するはたらきがある。

**問6**　だ液のはたらきを調べるために、次のような実験を行った。
この実験とその結果に関して、あとの各問いに答えなさい。
答えはそれぞれの1～4の中から最も適するものを一つ選び、その番号を書きなさい。

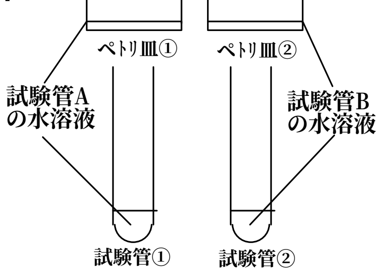
**図1**




[実験1]　2本の試験管A、Bを用意し、それぞれに0.5%デンプン水溶液を$6cm^3$ずつ入れ、さらに試験管Aには水を$2cm^3$、試験管Bには水で2倍にうすめただ液を$2cm^3$加え、**図1**のように40℃の温水に10分間ひたした。

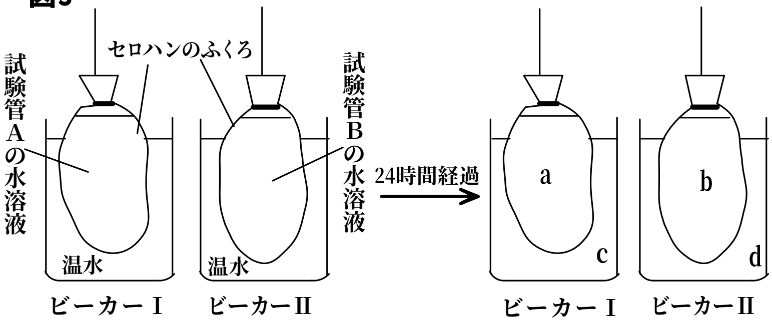
[実験2]　**図2**のように、試験管Aの水溶液を少量とり、ペトリ皿①と試験管①にわけて入れた。同時に試験管Bの水溶液を少量とり、ペトリ皿②と試験管②にわけて入れた。その後、ペトリ皿①、②にはうすいヨウ素液を加えて、色の変化を観察した。
また、試験管①、②にはベネジクト液を加えてからガスバーナーで加熱して、色の変化を観察した。

**図2**



[実験3]　試験管Aと試験管Bの残りの水溶液を、それぞれセロハンのふくろの中に入れ、中の液が漏(も)れないようにしっかりとひもで縛(しば)った。
図3のように40℃の温水をいれてあるビーカーⅠ、ビーカーⅡを用意し、ビーカーⅠには試験管Aの水溶液をいれたセロハンのふくろを、ビーカーⅡには試験管Bの水溶液をいれたセロハンのふくろをそれぞれひたし、ときどきセロハンのふくろを上下にゆすりながら24時間置いた。

図3




(ア)　だ液のはたらきによって、すべてのデンプンが糖に変化したとすると、[実験2] のペトリ皿①、②および試験管①、②のそれぞれにあらわれる色の変化を下の表の (あ) ～ (え) に記入するとすれば、どの組み合わせになると考えられるか。

| ヨウ素液を加えた水溶液 | | ベネジクト液を加えた水溶液 | |
|---|---|---|---|
| ペトリ皿① | ペトリ皿② | 試験管① | 試験管② |
| (あ) | (い) | (う) | (え) |

1.　(あ) 青紫色に変化する　(い) 変化しない　(う) 変化しない　(え) 赤褐色(かっしょく)に変化する
2.　(あ) 青紫色に変化する　(い) 変化しない　(う) 赤褐色に変化する　(え) 変化しない
3.　(あ) 変化しない　(い) 青紫色に変化する　(う) 変化しない　(え) 赤褐色に変化する
4.　(あ) 変化しない　(い) 青紫色に変化する　(う) 赤褐色に変化する　(え) 変化しない

(イ)　[実験3] で図3のように24時間置いたビーカーⅠのふくろの中の液を a、外の液を c、またビーカーⅡのふくろの中の液を b、外の液を dとする。だ液のはたらきによって、すべてのデンプンが糖に変化し、もとのデンプンよりも粒(つぶ)の小さな物質になり、セロハンを通れるようになったとすると、[実験3] により、デンプンと糖は、a ～ d のどこに存在すると考えられるか。

1.　デンプンは a と b に、糖は c と d に存在する。　2.　デンプンは a と c に、糖は b と d に存在する。
3.　デンプンは a のみに、糖は b と d に存在する。　4.　デンプンは a のみに、糖は c と d に存在する。

(ウ) デンプンは体内において消化液のはたらきによりブドウ糖にまで分解される。
体内におけるブドウ糖のその後のようすについて説明した次の文の中で誤っているものはどれか。

1.　ブドウ糖は、小腸の柔毛(じゅうもう)から吸収されて血管内に入る。
2.　ブドウ糖は、ヘモグロビンと結びつきやすいため赤血球によってからだ全体の細胞へと運ばれる。
3.　ブドウ糖は、細胞内で酸素を使って二酸化炭素などに分解される。
4.　ブドウ糖は、生物が生きていくために必要なエネルギーのもととなる

# ＜表機能＞

$人口密度=\dfrac{人口}{面積}$　　　$世帯当り人数=\dfrac{人口}{世帯数}$

**★複数の表で使う式を関数として定義しておくと表の中で計算可能**

北海道

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯当り人数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北海道 | 5627424 | 2674752 | 83456 | 67.43 | 2.52 |
| 合計 | 5627424 | 2674752 | 83456 | 67.43 | 2.52 |

**縦方向の余白つき**

**★漢字フォントも使える**　　　**★表は画面上どこにでも配置できる**

東北

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯当り人数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 青森 | 1436628 | 678989 | 8918 | 161.09 | 2.12 |
| 岩手 | 1385037 | 663510 | 15279 | 90.65 | 2.09 |
| 宮城 | 2359991 | 1148928 | 6862 | 343.92 | 2.05 |
| 秋田 | 1145471 | 540530 | 11434 | 100.18 | 2.12 |
| 山形 | 1216116 | 584946 | 6652 | 182.82 | 2.08 |
| 福島 | 2091223 | 1016588 | 13783 | 151.72 | 2.06 |
| 合計 | 9634466 | 4633491 | 62928 | 153.10 | 2.08 |

**縦方向の余白なし**

**★集計操作はワンタッチ →**

**★表の名前で修飾し、表の外でも参照できる**

東北.青森={1436628, 678989, 8918, 161.09, 2.12}

東北.人口={1436628, 1385037, 2359991, 1145471, 1216116, 2091223, 9634466}

numerical_table

| $a$ | $a$ | $\frac{1}{a}$ | $\log_e a$ | $a\sum_{n=1}^{5} n$ | $a\int_0^1 x\,dx$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\pi$ | 3.14159 | 0.31831 | 1.14473 | 47.12389 | 1.57080 |
| $2\pi$ | 6.28319 | 0.15915 | 1.83788 | 94.24778 | 3.14159 |
| $\pi^2$ | 9.86960 | 0.10132 | 2.28946 | 148.04407 | 4.93480 |
| $\sqrt{\pi}$ | 1.77245 | 0.56419 | 0.57236 | 26.58681 | 0.88623 |
| $\sqrt[3]{\pi}$ | 1.46459 | 0.68278 | 0.38158 | 21.96888 | 0.73230 |

**←★表の中には数式も記述でき、計算できる**

**★表の名前を使って表の値を参照する**

$\sum_{k=2}^{6}$ numerical_table$_{6,k}$=11.26572

| 項目 | | |
|---|---|---|
| 主食 | 米 | 10,000 |
| | パ　ン | 3,000 |
| | 麺 | 1,000 |
| | そ　の　他 | 0 |
| | 合計 | 14,000 |
| 副食 | 野菜・果物 | 7,000 |
| | 肉・魚 | 10,000 |
| | 乳　製　品 | 4,000 |
| | 卵 | 2,000 |
| | そ　の　他 | 15,000 |
| | 合計 | 38,000 |
| 嗜好品 | 菓　子　類 | 2,000 |
| | 酒 | 5,000 |
| | 飲　料 | 1,000 |
| | そ　の　他 | 20,000 |
| | 合計 | 28,000 |
| 外食 | | 7,000 |
| 合計 | | 87,000 |

**★表の中に表を挿入でき、表の名前で参照可能**

| | |
|---|---|
| 野菜・果物 | 7,000 |
| 肉・魚 | 10,000 |
| 乳　製　品 | 4,000 |
| 卵 | 2,000 |
| そ　の　他 | 15,000 |
| 合　　計 | 38,000 |

食費.合計=嗜好品.合計+副食.合計+主食.合計+食費.外食

# ＜表を使った数式作成＞

## 変数に制限があるときの２次関数の最大、最小

２次関数　$f(x)=ax^2+bx+c$（$a \neq 0$）の区間　$\alpha \leqq x \leqq \beta$　における最大、最小は、$y=f(x)$ のグラフの対称軸 $x=p$ の位置によって場合分けして求める。

$$\left(p=-\frac{b}{2a}, q=-\frac{b^2-4ac}{4a}\right)$$

| | | $p \leqq \alpha$ | $\alpha \leqq p \leqq \frac{\alpha+\beta}{2}$ | $\frac{\alpha+\beta}{2} \leqq p \leqq \beta$ | $\beta \leqq p$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha>0$ | **最大値** | | $f(\beta)$ | $f(\alpha)$ | |
| | **最小値** | $f(\alpha)$ | $f(p)=q$ | | $f(\beta)$ |
| $\alpha<0$ | **最大値** | $f(\alpha)$ | $f(p)=q$ | | $f(\beta)$ |
| | **最小値** | | $f(\beta)$ | $f(\alpha)$ | |

## 三角比

| $\theta$ | $\theta$ | $sin\theta$ | $cos\theta$ | $tan\theta$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{\pi}{6}$ | 30° | 0.5000000 | 0.8660254 | 0.5773503 |
| $\frac{\pi}{4}$ | 45° | 0.7071068 | 0.7071068 | 1.0000000 |
| $\frac{\pi}{3}$ | 60° | 0.8660254 | 0.5000000 | 1.7320508 |
| $\frac{\pi}{2}$ | 90° | 1.0000000 | 0 | 557135183.9441555 |
| $\frac{2}{3}\pi$ | 120° | 0.8660254 | -0.5000000 | -1.7320508 |
| $\frac{3}{4}\pi$ | 135° | 0.7071068 | -0.7071068 | -1.0000000 |
| $\frac{5}{6}\pi$ | 150° | 0.5000000 | -0.8660254 | -0.5773503 |
| $\pi$ | 180° | 0 | -1.0000000 | 0 |

# ★スクリプトの例１　相関係数の計算　（プログラミング機能）

サンプルファイル「回帰分析１」にある２つの変量xとyの間の相関係数を
スクリプトを使って求めてみましょう。

$x$={52, 54, 47, 49, 48, 50, 46, 45, 52, 50}
$y$={62, 63, 56, 60, 58, 62, 57, 56, 61, 60}

変量のxとyは配列で与えられています。次のスクリプトは相関係数を求める例です。
xとyの次数が異なりますと、異常な値999が出力されます。

```
sokan(x,y)
var  cov,n                          この関数でのみ使われる変数cov,nを宣言します
n=||x||                             ||  ||は配列の要素数を求めます
return 999    n≠||y||
cov=(1/n)Σ[k=1..n](x_k-x̄)(y_k-ȳ)    x̄,ȳは平均値を求めるカルキングの組込み関数
                                    このような式がスクリプト内で書けます
return cov/(stdevp(x)·stdevp(y))    stdevpは標準偏差を求めるカルキングの組込み関数
```

$$cov=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(x_k-\bar{x})(y_k-\bar{y})$$

このスクリプトにより、xとyの間の相関係数は次のように計算されます。

sokan(x,y)=0.9335

# ★スクリプトの例２　素数の列挙計算

**素数判定関数**

```
Prime( x )
var  m
( for k = 2 to x step 1 )            ループ文
  m=k
  break        ⌊x÷k⌋×k=x             xがkで割り切れる時にループから抜ける
return  m
```

$A_{1..100}$=0　　配列定義

c=2　　j=1　　変数の初期設定

**素数列挙のメインプログラム**

```
( for k = 1 to 500 step 1 )          ループ文
d=Prime(c)                           関数呼び出し
  A_j=c     c=d                      条件のついた式
  j=j+1                              cとPrime(c)が等しい時に実行される
c=c+1
break       j>100
```

**計算結果**

A={2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 157, 163, 167, 173, 179, 181, 191, 193, 197, 199, 211, 223, 227, 229, 233, 239, 241, 251, 257, 263, 269, 271, 277, 281, 283, 293, 307, 311, 313, 317, 331, 337, 347, 349, 353, 359, 367, 373, 379, 383, 389, 397, 401, 409, 419, 421, 431, 433, 439, 443, 449, 457, 461, 463, 467, 479, 487, 491, 499, 0, 0, 0, 0, 0}

# カルキングのプログラミング機能

Sheet1

| | | |
|---|---|---|
| 12 | 65 | 38 |
| 53 | 16 | 19 |
| 140 | 77 | 120 |
| 23 | 85 | 3 |
| 234 | 156 | 56 |

(1) プログラム例 1

表Sheet1の全体で値が40以上のものを合計する。

```
a=0
( for K = 1 to 5 step 1 )
( for L = 1 to 3 step 1 )
b=Sheet1_{L,o}
a=a+b   b≥40
```

a=986

(2) プログラム例 2

表Sheet1の第x列中で値が40以上のものを合計する関数。

```
TableSum( x )
a=0
( for k = 1 to 5 step 1 )
b=Sheet1_{x,o}
a=a+b   b≥40
return a
```

TableSum(1)=427

TableSum(2)=383

TableSum(3)=176

(3) プログラム例 (他の表への出力)

表Sheet1の各行の合計をSheet2にセットする。

( for k = 1 to 5 step 1 )

$$\mathrm{Sheet2}_{1,o}=\sum_{L=1}^{3}\mathrm{Sheet1}_{L,o}$$

Sheet2

| |
|---|
| 115 |
| 88 |
| 337 |
| 111 |
| 446 |

(4) プログラム例 (他の表への出力)

表Sheet1の各行の合計の二乗をSheet3にセットする。

( for k = 1 to 5 step 1 )

$$\mathrm{Sheet3}_{1,o}=\left(\sum_{L=1}^{3}\mathrm{Sheet1}_{L,o}\right)^{2}$$

Sheet3

| |
|---|
| 13225 |
| 7744 |
| 113569 |
| 12321 |
| 198916 |

# ＜円周率計算＞

**1000桁の演算例**

```
sqrtf(x)
var sq
sq=sqrt(x)
( for k = 1 to 6 step 1 )
sq=(sq+x/sq)/2
return sq
```

```
pif(m)
var A,B,C,D,S,A1
A=1
B=1/sqrtf(2)
S=1
( for k = 0 to m step 1 )
C=A^2-B^2
A1=(A+B)/2
B=sqrtf(AB)
A=A1
S=S-2^kC
D=2A^2/S
return D
```

## 計算結果

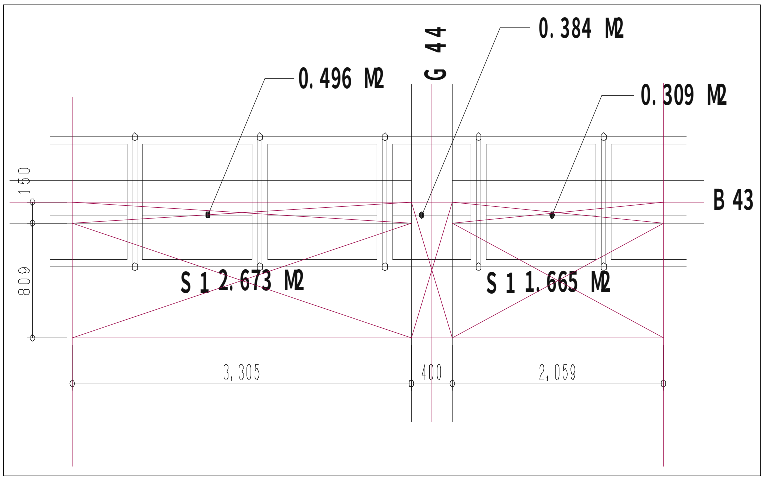
pif(12)=3.14159265358979323846264338327950288419716939937
7510582097494459230781640628620899862803482534211706
7982148086513282306647093844609550582231725359408128
4811174502841027019385211055596446229489549303819644
2881097566593344612847564823378678316527120190914564
8566923460348610454326648213393607260249141273724587
0066063155881748815209209628292540917153643678925903
6001133053054882046652138414695194151160943305727036
5759591953092186117381932611793105118548074462379962
7495673518857527248912279381830119491298336733624406
5664308602139494639522473719070217986094370277053921
7176293176752384674818467669405132000568127145263560
8277857713427577896091736371787214684409012249534301
4654958537105079227968925892354201995611212902196086
4034418159813629774771309960518707211349999998372978
0499510597317328160963185950244594553469083026425223
0825334468503526193118817101000313783875288658753320
8381420617177669147303598253490428755468731159562863
8823537875937519577818577805321712268066130019278766
1119590921901474 6

# カルキングに Excelと ＣＡＤを貼り付けた例

**文書と数式はカルキングで作成。 図はＣＡＤ．表はExcel で作成し貼り付け。**

（ａ）荷重計算　　　※ **数値は適当にいれています。**

## ●カルキングにＣＡＤのデータを貼り付けた例




**CADの図を貼り付け**

**スラブ荷重**

0.064×(2.753+1.655)×10000=2821　　(kg)

**大梁荷重**

0.286×0.365×10000=1044　　(kg)

**小梁荷重**

0.140×(0.312+0.488)×10000=1120　　(kg)

**総荷重**

$W$=2821+1044+1120=4985　　(kg)

$PH$=4985×0.025=124　　(kg)

**カルキングで作成**

## ●カルキングにExcelのデーター-を貼り付けた例

**上記のCAD図との関連性はありません。**

**荷重計算（cm²当り）**　　　**※数値は適当にいれています。**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 固定荷重 | ： | $W_1$ | = | 2650 | × | 0.160 | = | 424 | (kg/m²) |
| 仮設荷重 | ： | $W_2$ | = | 80 | | | = | 80 | (〃) |
| 衝撃荷重 | ： | $W_3$ | = | $(W_1+W_2)$ | × | 0.20 | = | 100 | (〃) |
| 作業荷重 | ： | $W_4$ | = | | | | | 180 | (〃) |
| 荷重合計 | ： | $\Sigma W$ | = | $W_1+W_2+W_3+W_4$ | | | = | 784 | (〃) |
| 単位荷重 | ：(cm²当り) | | | | | $w_0$ | = | 0.097 | (kg/cm²) |

**Excelで作成した表を貼り付け**

# Excelとの連携

**「Excel」のデータをカルキングに取り込み、計算した結果を「Excel」でグラフにしてカルキングに貼り付ける。**

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 |
|---|---|---|---|
| 茨城 | 2975023 | 1479644 | 6096 |
| 栃木 | 2016452 | 1001877 | 6408 |
| 群馬 | 2024044 | 996225 | 6363 |
| 埼玉 | 7053689 | 3554373 | 3767 |
| 千葉 | 6056159 | 3029018 | 5082 |
| 東京 | 12570904 | 6261068 | 2103 |
| 神奈川 | 8790900 | 4443955 | 2416 |

Excelのデータ

関東

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 |
|---|---|---|---|
| 茨城 | 2975023 | 1479644 | 6096 |
| 栃木 | 2016452 | 1001877 | 6408 |
| 群馬 | 2024044 | 996225 | 6363 |
| 埼玉 | 7053689 | 3554373 | 3767 |
| 千葉 | 6056159 | 3029018 | 5082 |
| 東京 | 12570904 | 6261068 | 2103 |
| 神奈川 | 8790900 | 4443955 | 2416 |

## １．データの取り込み

① Excelのデータをコピーする

② 「表の貼り付け」を行い、データを取り込む

## ２．データを使って計算する

① 計算する式を関数定義する　$人口密度=\frac{人口}{面積}$　$世帯当り人数=\frac{人口}{世帯数}$

② 計算するための列を右上の表に追加する。

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯当り人数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 茨城 | 2975023 | 1479644 | 6096 | | |
| 栃木 | 2016452 | 1001877 | 6408 | | |
| 群馬 | 2024044 | 996225 | 6363 | | |
| 埼玉 | 7053689 | 3554373 | 3767 | | |
| 千葉 | 6056159 | 3029018 | 5082 | | |
| 東京 | 12570904 | 6261068 | 2103 | | |
| 神奈川 | 8790900 | 4443955 | 2416 | | |

③ 計算に使う「人口」「世帯数」「面積」のセルを選んで「列の名前」－「登録」を行う

④ 「人口密度」の列、「世帯当り人数」の列をそれぞれ選んで「実行」－「計算」する

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯当り人数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 茨城 | 2975023 | 1479644 | 6096 | 488.03 | 2.01 |
| 栃木 | 2016452 | 1001877 | 6408 | 314.68 | 2.01 |
| 群馬 | 2024044 | 996225 | 6363 | 318.10 | 2.03 |
| 埼玉 | 7053689 | 3554373 | 3767 | 1872.50 | 1.98 |
| 千葉 | 6056159 | 3029018 | 5082 | 1191.69 | 2.00 |
| 東京 | 12570904 | 6261068 | 2103 | 5977.61 | 2.01 |
| 神奈川 | 8790900 | 4443955 | 2416 | 3638.62 | 1.98 |

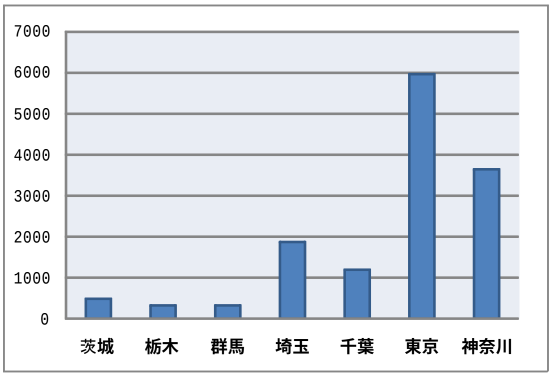
## ３．　計算結果をExcelでグラフにする

① 「県名」の列と「人口密度」の列をコピーしてExcelに貼り付ける

② グラフにする

| | |
|---|---|
| 茨城 | 484.5 |
| 栃木 | 308.1 |
| 群馬 | 314.1 |
| 埼玉 | 1756.7 |
| 千葉 | 1116.8 |
| 東京 | 5336.9 |
| 神奈川 | 3390.3 |

Excelのデータ




Excelで作成したグラフ

# 建設関係資料

## 計算書

### 柱型枠の計算

荷重計算 → せき板（縦端太間隔） → 縦端太（横端太間隔） → 横端太（フォームタイ間隔） → フォームタイ

[設計条件]

- 縦端太間隔: 18㎝
- 横端太間隔: 50㎝
- フォームタイ間隔: 40㎝

[使用材料]

- せき板: 合板（厚さ12㎜）
- 縦端太: 単管φ48.6×2.4
- 横端太:単管φ48.6×2.4(2本)
- フォームタイ:丸セパ W$\frac{5}{16}$（2分5厘）

[設計方針]

- せき板、縦端太、横端太の応力計算は単純梁と仮定する。
- 型枠用合板は、縦使いとして計画する。
  （許容曲げ応力度 $f_b$=120kg/㎝$^2$、ヤング率 E=2×10$^4$kg/㎝$^2$）
- 許容たわみ量は、0.3㎝以下とする。
- コンクリートは普通コンクリートを使用する。

[最大側圧の計算]

- コンクリートの打ち込み速さ:15m/h
- コンクリートの打ち込み高さ:2.9m
- コンクリートの単位容積重量:2.3t/m$^2$
  コンクリートの最大側圧：P

P = 側圧（15,2.9,柱,0,2.3） = 6.26$_{t/m^2}$　　※側圧を求める式はライブラリに定義してある

$P_0$ = P =6.26$_{t/m^2}$=0.63$_{kg/cm^2}$

# せき板の検討

## せき板の仕様

・型枠用合板厚さ:　$t = 1.2_{cm}$

・断面二次モーメント　$b = 1_{cm}$　$I = \dfrac{b \cdot t^3}{12} = \dfrac{1_{cm} \times (1.2_{cm})^3}{12} = 0.144_{cm^4}$

・断面係数　$Z = \dfrac{b \cdot t^2}{6} = \dfrac{1_{cm} \times (1.2_{cm})^2}{6} = 0.24_{cm^3}$

・許容曲げ応力度:　$f_b = 120_{kg/cm^2}$

・ヤング率:　$E = 2 \times 10^4_{kg/cm^2}$

## a. 荷重計算

・せき板に作用する単位幅1cm当りの荷重:　$\omega 1 = P_0 \times 1_{cm} = 0.63_{kg/cm^2} \times 1_{cm} = 0.63_{kg/cm}$

## b. 最大曲げモーメント$M_{max}$に対する検討

$\ell_1$（せき板の設計スパン:縦端太間隔）　$\ell_1 = 18_{cm}$

$$M_{max} = \frac{\omega 1 \cdot \ell_1^2}{8} = \frac{0.63_{kg/cm} \times (18_{cm})^2}{8} = 25.52_{kg \cdot cm}$$

曲げ応力度$\sigma_b$の計算

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{25.52_{kg \cdot cm}}{0.24_{cm^3}} = 106.33_{kg/cm^2}$$

$$\frac{\sigma_b}{f_b} = \frac{106.33_{kg/cm^2}}{120_{kg/cm^2}} = 0.89 \quad < 1.0 \quad \mathrm{OK}$$

## c. 最大たわみ$\delta_{max}$に対する検討

$\delta_{max}$（中央部のたわみ:0.3cm以下にする）

$$\delta_{max} = \frac{5 \omega 1 \ell_1^4}{384EI} = \frac{5 \times 0.63_{kg/cm} \times (18_{cm})^4}{384 \times 20000_{kg/cm^2} \times 0.144_{cm^4}} = 0.299_{cm} \quad \leqq 0.3_{cm} \quad \mathrm{OK}$$

# ＜建　設＞

## 建設計算の１例

### １．一般事項

１）工事名：

２）工事場所:

３）設計方針

本計算は、建築基準法・同試行法令及び関連告示と労働安全衛生法
同施行令・同規則・日本建築学会計算基準に従って行う。

４）使用材の許容応力度

| | Z(cm³) | I(cm) | E(kg/cm²) | fb(kg/cm²) |
|---|---|---|---|---|
| 60角鋼管 | 9.44 | 28.3 | 2100000 | 2000 |
| 60角鋼管ﾀﾞﾌﾞﾙ | 18.88 | 56.6 | 2100000 | 2000 |
| 90角ばた | 122 | 547 | 70000 | 105 |
| 100角鋼管 | 37.5 | 187 | 2100000 | 2000 |
| ＧＴ24 | 677 | 80000 | 100000 | 105 |

| | |
|---|---|
| パイプサポート | 1200 |
| 建枠 | 4500 |
| 簡易枠 | 3500 |
| Ｇ６サポート | 5500 |

スラブ荷重

固定荷重　$2400kg/m^2 \times 0.15 = 360kg/m^2$

作業荷重　$50kg/m^2$

仮設荷重　$150kg/m^2$

衝撃荷重　20%　$360kg/m^2 \times 0.2 = 72kg/m^2$

$360kg/m^2 + 50kg/m^2 + 150kg/m^2 + 72kg/m^2 = 632kg/m^2$

梁荷重

固定荷重　$2400kg/m^2 \times 1.6 = 3840kg/m^2$

作業荷重　$50kg/m^2$

仮設荷重　$150kg/m^2$

衝撃荷重　20%　$3840kg/m^2 \times 0.2 = 768kg/m^2$

$W = 3840kg/m^2 + 50kg/m^2 + 150kg/m^2 + 768kg/m^2 = 4808kg/m^2$

### ２．梁下支保工について

せき板の検討

$l = 15cm$

$$M_{max} = \frac{W \times l^2}{8} = \frac{4808kg/m^2 \times (15cm)^2}{8} = 13.5225kg$$

$$\delta_b = \frac{M_{max}}{z} = \frac{13.5225kg}{0.24cm^2} = 56.3438kg/cm^2 \quad < \ fb\ \ OK$$

合板の断面性能

$z = 0.24cm^2$

$I = 0.144cm^2$

$E = 7 \times 10^4 kg/cm$

$fb = 120kg/cm^2$

たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{5 \times W \times l^4}{384 \times E \times I} = \frac{5 \times 4808kg/m^2 \times (15cm)^4}{384 \times 70000kg/cm \times 0.144cm^2} = 0.03144182478cm^2 \quad < \ 0.3cm^2\ \ OK$$

# <土　木>

（お断り）計算で使われている数値は、
テスト用に適当に与えたもので、
現実に即しているわけではありません。

## 圧入抵抗力(p)を求める

$\Sigma p=(pf+p_{ha})-W-Wf$　　pf:周面摩擦力(t)　　$p_{ha}$:刃先部の貫入抵抗力($t/m^2$)

W:刃先部の貫入抵抗力($t/m^2$)　Wf:浮力

### 1）周面摩擦力（pf）

$pf=Af_0$　　pf:周面摩擦力(t)　　A:ケーソン周面積($m^2$)

$A=23.0x-46.0$　　$f_0$:単位面積当りの摩擦抵抗($t/m^2$)　粘性土の場合

$f_0=0.016x+0.15$　　x:地表よりの深さ

地表よりの深さ(x)が以下の時のpfを求める。　x={2.00，3.00，4.00，5.00，5.455}

2.00m(据え付け時）3.00m 4.00m 5.00m 5.455m(掘削完了時)

$pf=\max(A\times f_0)$

| x | A | $f_0$ | $A\times f_0$ | $pf_0$ |
|---|---|---|---|---|
| 2.00 | 0 | 0.182 | 0 | |
| 3.00 | 23.000 | 0.198 | 4.554 | |
| 4.00 | 46.000 | 0.214 | 9.844 | |
| 5.00 | 69.000 | 0.230 | 15.870 | |
| 5.455 | 79.465 | 0.237 | 18.855 | |

### 2）刃先部の貫入抵抗力（$p_{ha}$）

$p_{ha}=K_0\times C\times N_0+K\times r_1\times B\times N_1/2+r_2\times D_1\times N_q$

$p_{ha}$:刃先抵抗力($t/m^2$)　$K_0$,K:支持力低減係数　C:土の粘着力($t/m^2$)

$D_1$:刃先の根入れ深さ(m)　$r_1,r_2$:刃先より上、下の土の単位重量($t/m^3$)

B:刃先の土と接触する幅（壁厚）(m)　$N_0,N_1,N_q$:支持力係数

$K_0=1.5$　$K=1.9$　$N_0=0.9$　$N_1=2$　$N_q=5.9998$

$C=5t/m^2$　$D_1=5m$　$r_1=3t/m^3$　$r_2=2t/m^3$　$B=5m$

$p_{ha}=K_0\times C\times N_0+K\times r_1\times B\times N_1/2+r_2\times D_1\times N_q$

$=1.5\times 5t/m^2\times 0.9+1.9\times 3t/m^3\times 5m\times 2/2+2t/m^3\times 5m\times 5.9998=95.248t/m^2$

### 3）躯体重量（w）

| | | | |
|---|---|---|---|
| 躯体ブロックの重量 | コの字型ブロック | | 5.0t×4=20t |
| | 側壁ブロック | 大 | 5.125t×4=20.5t |
| | | 小 | 3.625t×4=14.5t |
| | | 合計 | w=20t+20.5t+14.5t=55t |

### 4）浮力（wf）　地下水位2.0m

$wf=r\omega\times Vw$　　wf:浮力(t)　　$r\omega$:水の単位重量($t/m^3$)

Vw:浮力の影響を受ける躯体体積($m^3$)

$r\omega=1t/m^3$　$Vw=19.0025m^3$

$wf=r\omega\times Vw=1t/m^3\times 19.0025m^3=19.0025t$

### 5）所要圧入力

所要圧入力は抵抗力の最大値を用いる

$\Sigma p=(pf+p_{ha})-w+wf=(18.855t+95.248t)-55t+19.0025t=78.1055t$

# ＜測　量＞

## 測量計算の例

### （例1）横断曲線ｙの計算

路頂高　C=0.15ｍ　　　路面幅員　W=11.0ｍ

中心より路肩に向つての距離 x

（１）２次放物線

$$y=\frac{C}{W}x+\frac{2C}{W^2}x^2$$

| x | y |
|---|---|
| 1.0 | 0.016 |
| 2.0 | 0.037 |
| 3.5 | 0.078 |
| 5.5 | 0.150 |

（２）双曲線

$$y=\frac{C}{16}\left\{-7+\sqrt{49+1900\frac{x^2}{W^2}}\right\}$$

| x | y |
|---|---|
| 1.0 | 0.010 |
| 2.0 | 0.034 |
| 3.5 | 0.080 |
| 5.5 | 0.149 |

.........................................................................

### （例2）座標の逆計算

$\Delta x=X_2-X_1$　　　$\Delta y=Y_2-Y_1$

$$\beta=\tan^{-1}\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$$

測線方位角

$$\delta=\begin{cases}\beta & \Delta x>0\wedge\Delta y>0\\ 180^\circ-\beta & \Delta x<0\wedge\Delta y>0\\ 180^\circ+\beta & \Delta x<0\wedge\Delta y<0\\ 360^\circ-\beta & \Delta x>0\wedge\Delta y<0\\ 0^\circ & \Delta x>0\wedge\Delta y=0\\ 90^\circ & \Delta x=0\wedge\Delta y>0\\ 180^\circ & \Delta x<0\wedge\Delta y=0\\ 270^\circ & \Delta x=0\wedge\Delta y<0\end{cases}$$

点間距離

$$L=\sqrt{|\Delta x^2|+|\Delta y^2|}$$

これらを関数定義しておく

| $X_1$ | $Y_1$ | $X_2$ | $Y_2$ | Δx | Δy | β | δ | L | 測点名 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69.841 | -106.511 | 76.518 | -95.746 | 6.677 | 10.765 | 58°11′27″ | 58°11′27″ | 12.668 | T.12 |
| 76.518 | -95.746 | 84.212 | -97.025 | 7.694 | -1.279 | 09°26′17″ | 350°33′43″ | 7.800 | A.34 |
| 84.212 | -97.025 | 88.207 | -77.091 | 3.995 | 19.934 | 78°40′03″ | 78°40′03″ | 20.330 | A.65 |
| 88.207 | -77.091 | 85.439 | -59.305 | -2.768 | 17.786 | 81°09′15″ | 98°50′45″ | 18.000 | A.44 |
| 85.439 | -59.305 | 69.841 | -106.511 | -15.598 | -47.206 | 71°42′55″ | 251°42′55″ | 49.716 | A.100 |

# 数 量 計 算 書

| 名称 | 計算式 | 数量 | 単位 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|
| 掘削 | (0.54+0.33)×0.9×10.0 | 7.83 | $m^2$ | |
| 埋め戻し | 9.9-(0.5+0.43)×0.745+0.063+0.06+0.27 | 9.60 | $m^2$ | |
| 残土処理 | 9.9-5.5 | 4.40 | $m^2$ | |
| 基面整正 | 0.63×10 | 6.30 | $m^2$ | |
| 基礎砕石 | 0.63×0.1×10.0 | 0.63 | $m^2$ | (c-50) |
| モルタル | 0.43×0.015×10.0 | 0.06 | $m^2$ | (1:3)空 |
| コンクリート | 0.53×0.05×10.0 | 0.27 | $m^2$ | 21-8-20 |

「計算式」の欄で計算結果を出すこともできます。
数値を変更して、再計算もできます。

| 名称 | 計算式 | 数量 | 単位 | 摘要 |
|---|---|---|---|---|
| 掘削 | (0.54+0.33)×0.9×10.0=7.83 | 7.83 | $m^2$ | |
| 埋め戻し | 9.9-(0.5+0.43)×0.745+0.063+0.06+0.27=9.60 | 9.60 | $m^2$ | |
| 残土処理 | 9.9-5.5=4.40 | 4.40 | $m^2$ | |
| 基面整正 | 0.63×10=6.30 | 6.30 | $m^2$ | |
| 基礎砕石 | 0.63×0.1×10.0=0.63 | 0.63 | $m^2$ | (c-50) |
| モルタル | 0.43×0.015×10.0=0.06 | 0.06 | $m^2$ | (1:3)空 |
| コンクリート | 0.53×0.05×10.0=0.27 | 0.27 | $m^2$ | 21-8-20 |

# ＜構造計算＞

一部抜粋

（3－3）柱（柱脚部）

$N=15.5_t$　　$b\times D=55\times 70_{cm}$　　主筋　2-22Φ HOOP　9Φ　@250

a）曲げ耐力・せん断耐力

$$M_f=\begin{cases} M_{fs}+M_{RC} & Q_{RC}\cdot H_C>M_{RC} \\ \max(M_{fs},Q_{RC}\cdot H) & Q_{RC}\cdot H_C<M_{RC} \end{cases}$$

$Q_{RC}$：鉄骨部分を無視した根巻部分のＲＣ部のせん断耐力（N=0）

$$Q_{RC}=\left(\frac{0.052Pt^{0.23}\times(180+Fc)}{\frac{M}{Q_d}+0.12}+2.7\sqrt{Pw\cdot\sigma_{wy}}\right)\times B\times j$$

$$=\left(\frac{0.052\times0.217^{0.23}\times(180+180)}{\frac{330}{110}+0.12}+2.7\times\sqrt{0.001\times2400}\right)\times55\times\left(0.8\times70\times10^{-3}\right)=25.89$$

$H_c$：根巻きの最上部せん断補強鉄筋の高さ

$H_c=340_{cm}$　　$M/Q=H_c$　　$M/(Q\cdot d)=340/70=4.86\ \rightarrow 3.0$

$M_{RC}$：鉄骨部分を無視した根巻部分のＲＣ部の曲げ耐力（N=0）

$M_{RC}=0.8\cdot at\cdot\sigma_y\cdot D=0.8\times3.8_{kg}\times(2\times2400\times1.1)\times70_{cm}=11.24_{t\cdot m}$

$Q_{RC}\cdot H_C=25.89\times3.4=88.03\ >\ M_{RC}=11.24_{t\cdot m}$　　∴　　$M_f=M_{fs}+M_{RC}$

$M_{fs}$：根巻きを無視した露出形式柱脚の曲げ耐力（A.BOL　4-22Φ）

$D=52_{cm}$　　$B=40$　　（ベースプレート寸法）

$T_Y=0.75_t\times2\times3.8\times2.4=13.68_t$

$$M_{fs}=T_Y\cdot dt+0.5D(N+T_Y)\left(1-\frac{N+T_Y}{0.85BD_2F_C}\right)$$

$$=13.68_t\times16_{cm}+0.5\times52_{cm}\times\left(15.5_t+13.68_t\right)\times\left(1-\frac{15.5_t+13.68_t}{0.85\times40\times52\times180_{kg}}\right)=9.08_{t\cdot m}$$

dt：引張側ボルト群と柱図芯の距離

$T_Y$：片側アンカーボルト群の降伏耐力　$0.75\cdot n_t\cdot A_B\cdot F_Y$

BD：ベースプレートの寸法

$Q_{fs}$：根巻きを無視した露出形式柱脚のせん断耐力

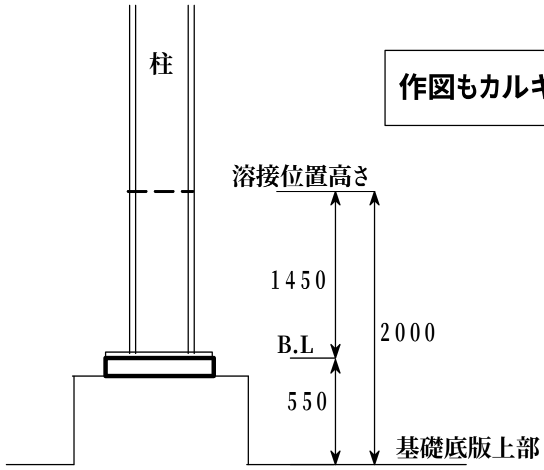
$Q_{fs}=\max(0.5N,1.15T_Y)=\max\left(0.5\times15.5_t,1.15\times13.68_t\right)=15.73_t$

∴　$M_f=M_{fs}+M_{RC}=9.08_{t\cdot m}+11.24_{t\cdot m}=20.32_{t\cdot m}$

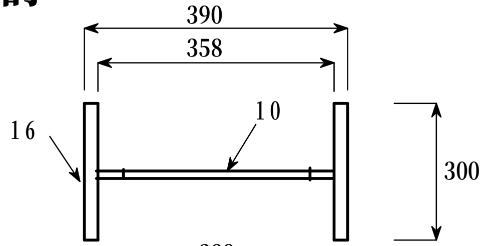
∴　$Q_f=15.731$

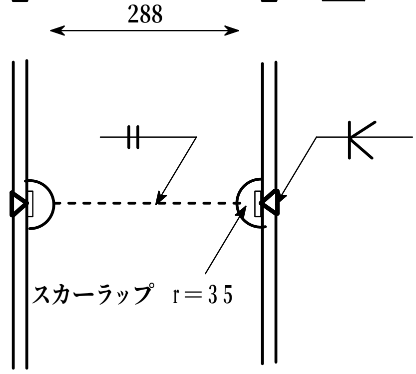
# 柱継手（溶接）の検討

（3通り、A軸にて検討）




作図もカルキングで作成




## 1) 一次設計時の検討

柱　H－390×300×10×16　　材種　SS400　　Z＝1824 cm$^3$

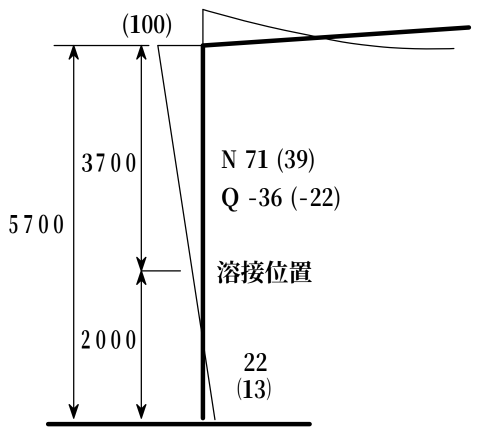
断面欠損による断面性能

$$A = 2\times Bf\cdot tf + tw\cdot hw = 2\times 30\times 1.6 + 1.0\times 28.8 = 124.8 \quad \text{cm}^2$$

$$Z = 1824 - \frac{b(h_1^3 - h_2^3)}{6h_1} = 1824 - \frac{1.0\,(35.8^3 - 28.8^3)}{6\times 35.8} = 1721.6 \quad \text{cm}^3$$

3　フレーム設計応力 (応力図より地震時応力より積雪時の方が大きい)について検討する。

### 長期応力　（　積雪時応力　）




反曲点高さ

長　期　$H_L = \frac{22}{167+22}\times 5700 = 663.5$

積　雪　$H_S = \frac{13}{100+13}\times 5700 = 655.8$

短　期　$H_D = \frac{22+13}{167+22+100+13}\times 5700 = 660.6$

### 継手部の応力

長　期　$M_L = \frac{(167+22)}{5.7}\times(2.0-0.6635) = 44.3$ kNm　　$Q_L = 36.0$ kN　　$Nc = 71.0$ kN

積　雪　$M_S = \frac{(100+13)}{5.7}\times(2.0-0.6605) = 71.0$ kNm　　$Q_S = 22.0$ kN　　$Nc_s = 39.0$ kN

積雪時　$M_D = \frac{(167+22+100+13)}{5.7}\times(2.0-0.6605) = 71.0$ kNm　　$Q_D = 36.0+22.0 = 58.0$ kN　　$Nc_D = 71.0+39.0 = 110.0$ kN

**断面の検討**　（検討する応力が最大応力に対してかなり小さいので積雪時の曲げに対する検討のみを行う。）

$M_D = 44.3 + 71.0 = 115.3$ kNm　　$Q_D = 36.0 + 22.0 = 58.0$ kN　　$Nc_D = 71.0 + 39.0 = 110.0$ kN

$Z = 1721$　　$A = 124.8$　　$f_c = 115.21$　　${}_Lf_b = 156.67$　　${}_Sf_b = 235.0$

$${}_S\sigma_b = \frac{M_D}{Z} = \frac{115.3\times 10^6}{1721\times 10^3} = 67.0 \qquad \frac{{}_S\sigma_b}{{}_Sf_b} = \frac{67.0}{235.0} = 0.29$$

＜1.0・・ OK　十分に安全である。

# 型枠設計用コンクリートの側圧(t/㎡)

| 打ち込み速さ | | 速さ≦$10_{m/h}$ | | $10_{m/h}$< 速さ ≦$20_{m/h}$ | | $20_{m/h}$< 速さ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 高さ | | 高さ ≦$1.5_{m}$ | $1.5_{m}$< 高さ ≦$4.0_{m}$ | 高さ ≦$2.0_{m}$ | $2.0_{m}$< 高さ ≦$4.0_{m}$ | 高さ≦$4.0_{m}$ |
| 柱 | | 重量×高さ | $1.5_{m}$×重量＋0.6重量×(高さ-$1.5_{m}$) | 重量×高さ | 重量＋0.8重量×(高さ-$2.0_{m}$) | 重量×高さ |
| 壁 | 長さ≦$3_{m}$ | | $1.5_{m}$×重量＋0.2重量×(高さ-$1.5_{m}$) | | $2.0_{m}$重量＋0.4重量×(高さ-$2.0_{m}$) | |
| | 長さ>$3_{m}$ | | $1.5_{m}$×重量 | | $2.0_{m}$×重量 | |

**※高さ:まだ固まらないコンクリートのヘッド(m)(側圧を求める位置から上のコンクリート打ち込みの高さ)**
**※重量:まだ固まらないコンクリートの単位容積重量(t/m$^3$)**

**表から判断する側圧を条件式で計算する。**

柜=1
壁=2

(代入定義)

$$\text{側圧}(\text{速さ},\text{高さ},\text{部位},\text{長さ},\text{重量})=\begin{cases}\begin{cases}\text{重量}\times\text{高さ} & \text{高さ}\leqq 1.5_{m}\\ \begin{cases}1.5_{m}\times\text{重量}+0.6\text{重量}\times(\text{高さ}-1.5_{m}) & \text{部位}=\text{柱}\\ 1.5_{m}\times\text{重量}+0.2\text{重量}\times(\text{高さ}-1.5_{m}) & \text{部位}\neq\text{柱}\wedge\text{長さ}\leqq 3_{m}\\ 1.5_{m}\times\text{重量} & \text{部位}\neq\text{柱}\wedge\text{長さ}>3_{m}\end{cases} & 1.5_{m}<\text{高さ}\leqq 4.0_{m}\end{cases} & \text{速さ}\leqq 10_{m/h}\\ \begin{cases}\text{重量}\times\text{高さ} & \text{高さ}\leqq 2.0_{m}\\ \begin{cases}2.0_{m}\times\text{重量}+0.8\text{重量}\times(\text{高さ}-2.0_{m}) & \text{部位}=\text{柱}\\ 2.0_{m}\times\text{重量}+0.4\text{重量}\times(\text{高さ}-2.0_{m}) & \text{部位}\neq\text{柱}\wedge\text{長さ}\leqq 3_{m}\\ 2.0_{m}\times\text{重量} & \text{部位}\neq\text{柱}\wedge\text{長さ}>3_{m}\end{cases} & 2.0_{m}<\text{高さ}\leqq 4.0_{m}\end{cases} & 10_{m/h}<\text{速さ}\leqq 20_{m/h}\\ \text{重量}\times\text{高さ} & 20_{m/h}<\text{速さ}\end{cases}$$

$$\text{側圧}(15_{m/h},2.9_{m},\text{壁},3.1_{m},2.3_{t/m^3})=2_{m}\times 2.3_{t/m^3}=4.60_{t/m^2}$$

$$\text{側圧}(15_{m/h},2.9_{m},\text{柱},0_{m},2.3_{t/m^3})=2_{m}\times 2.3_{t/m^3}+0.8\times 2.3_{t/m^3}\times(2.9_{m}-2_{m})=6.26_{t/m^2}$$

$$\text{側圧}(15_{m/h},2.9_{m},\text{壁},2.9_{m},2.3_{t/m^3})=2_{m}\times 2.3_{t/m^3}+0.4\times 2.3_{t/m^3}\times(2.9_{m}-2_{m})=5.43_{t/m^2}$$

# 某地区開発J街区

作図･数式すべてカルキングで作成

1.仕様　　$P_{max}=184kg/m^2$

（座屈防止吊りボルトM　×　本分）

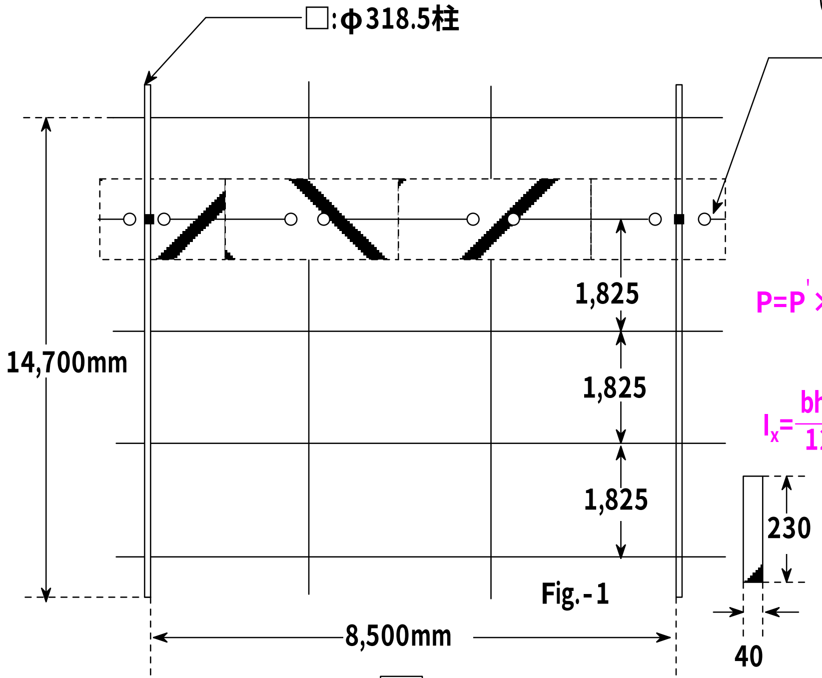



Fig.-1

イ:FB-40×230　チェック（Fig-2でチェック）

$P'=184[kg/m^2]$　　　$L=850[cm]$

$S'=\frac{L}{3}\times 1825[mm]$

$=\frac{850[cm]}{3}\times 1825[mm]=5.1708[m^2]$

$P=P'\times S'=184[kg/m^2]\times 5.1708[m^2]=951.4[kg]$

$b=40[mm]$　　　$h=230[mm]$

$I_x=\frac{bh^3}{12}=\frac{40[mm]\times(230[mm])^3}{12}=4056[cm^4]$

$Z_x=\frac{I_x}{\frac{h}{2}}=\frac{4056[cm^4]}{\frac{230[mm]}{2}}=352.7[cm^3]$

$I_y=122.7[cm^4]$　　　$Z_y=61.3[cm^3]$

$A=bh=40[mm]\times 230[mm]=92[cm^2]$

$i=\sqrt{\frac{I_y}{A}}=\sqrt{\frac{122.7[cm^4]}{92[cm^2]}}=1.155[cm]$

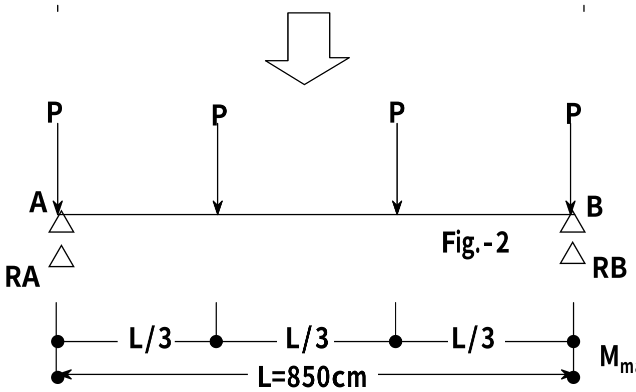



Fig.-2

RA=RB=2P

$M_{max}=\frac{PL}{3}=\frac{951.4[kg]\times 850[cm]}{3}=269563[kg\cdot cm]$

Q=P　　　$\tau c=\frac{Q}{A}=\frac{951.4[kg]}{92[cm^2]}=10.34[kg/cm^2]$

$\sigma_{max}=\sigma c=\frac{P\times\frac{L}{3}}{Z_x}=\frac{951.4[kg]\times\frac{850[cm]}{3}}{352.7[cm^3]}=764.3[kg/cm^2]$

複合　$\sigma=\sqrt{\sigma_{max}^2+3\tau c^2}=\sqrt{(764.3[kg/cm^2])^2+3\times(10.34[kg/cm^2])^2}=764.5[kg/cm^2]$

$f=2400[kg/cm^2]$

$\sigma/f=764.5[kg/cm^2]/2400[kg/cm^2]=0.319\quad <1$　　　∴OK

# 計算書作成例

この計算書は、入力項目を変更し，すべての式を再実行することで
自動的に項目の変更を反映した新しい計算書を作成することができます。

**定数表**

Sheetk

| トラフ角 | 側角 | 10 | 20 | 30 |
|---|---|---|---|---|
| 0° | 1 | 0.0292 | 0.0591 | 0.0906 |
| 20° | 2 | 0.0963 | 0.1245 | 0.1538 |
| 25° | 3 | 0.1112 | 0.1285 | 0.1660 |
| 30° | 4 | 0.1248 | 0.1488 | 0.1757 |
| 45° | 5 | 0.1485 | 0.1698 | 0.1915 |

Sheetw

| ベルト巾 | w |
|---|---|
| 400 | 22.4 |
| 450 | 28 |
| 500 | 30 |
| 600 | 35.5 |
| 750 | 53 |
| 900 | 63 |
| 1050 | 80 |
| 1200 | 90 |
| 1400 | 112 |
| 1600 | 125 |
| 1800 | 150 |
| 2000 | 160 |
| 2200 | 200 |
| 2400 | 215 |
| 2600 | 230 |
| 2800 | 300 |
| 3000 | 315 |

**入力** 項目の値を設定して下さい。

1.輸送量

$灰=輸送量_{2,1}$

$セメント=輸送量_{2,2}$

$水=輸送量_{2,3}$

輸送量

| | |
|---|---|
| 灰 | 2000[kg] |
| セメント | 300[kg] |
| 水 | 1260[kg] |
| 合計 | 3560[kg] |

2.コンベヤ仕様 輸送物 :灰固化造粒物

$トラフ角=コンベヤ仕様_{2,1}$

$側角=コンベヤ仕様_{2,2}$

$ベルト巾=コンベヤ仕様_{2,3}$

$V=コンベヤ仕様_{2,4}$

$機長=コンベヤ仕様_{2,5}$

$BD=コンベヤ仕様_{2,6}$

$H=コンベヤ仕様_{2,7}$

$電動機=コンベヤ仕様_{2,8}$

$\eta=コンベヤ仕様_{2,9}$

$f=コンベヤ仕様_{2,10}$

$L_0=コンベヤ仕様_{2,11}$

$P=コンベヤ仕様_{2,12}$

コンベヤ仕様

| | |
|---|---|
| トラフ角 | 20 |
| 側角 | 30 |
| ベルト巾:mm | 1200[mm] |
| ベルト速度:m/min | 6 |
| 機長:m | 10.3[m] |
| BD | 0.9 |
| 揚程:m | 0 |
| 電動機:KW | 1.50 |
| 機械効率 | 0.80 |
| アイドラーの回転摩擦係数 | 0.02 |
| 修正機長:m | 66 |
| スカート抵抗:kg | 15 |

運搬物の積載断面積計算の定数 K=0.1538

輸送物以外の運動部分重量 w=90 ←表より抜き出した値の出力

### 3.連続運転時のベルト速度

$A = K \cdot (BD \cdot \text{ベルト巾} - 0.05[m])^2 = 0.1538 \cdot (0.9 \times 1200[mm] - 0.05[m])^2 = 0.1632[m^2]$

置き換え計算機能で項目の値を
数値に置き換えて表示します。

（積載断面積）

$V = \dfrac{Q_m}{A} = \dfrac{3.5600[m^3/h]}{0.1632[m^2]} = 0.364[m/min]$

理論輸送量 $Q_m = 3.56[m^3/h]$

### 4.間欠運転時のベルト速度

計算結果の表示桁数は式ごとに
設定できます。
ここは小数点以下3桁

滞留時間=25[min] の時

必要ベルト速度 V1 = 機長 / 滞留時間 =10.3[m]/25[min]=0.412[m/min]

項目の名前は英字だけでなく漢字やギリシャ文字もＯＫ

間欠運転時のベルト速度 4 sec/min （1秒動いて14秒休む）

$V' = V1 \times 60/4 = 0.412[m/min] \times 60/4 = 6[m/min]$

---

### ベルトコンベヤ動力計算

無負荷動力

$P1 = 0.06 \times f \times w \times v \times \dfrac{L+L_0}{367} = 0.06 \times 0.02 \times 90 \times 6 \times \dfrac{10.3+66}{367} = 0.135$

水平荷動力

$P2 = f \times Q \times \dfrac{L+L_0}{367} = 0.02 \times 3.56 \times \dfrac{10.3+66}{367} = 0.015$

垂直荷動力

$P3 = \dfrac{Q \times H}{367} = \dfrac{3.56 \times 0}{367} = 0$

スカート抵抗動力

$P4 = \dfrac{P \times v \times L}{6120} = \dfrac{15 \times 6 \times 10.3}{6120} = 0.151$ KW

$P_t = P1+P2+P3+P4 = 0.135+0.015+0+0.151 = 0.301$

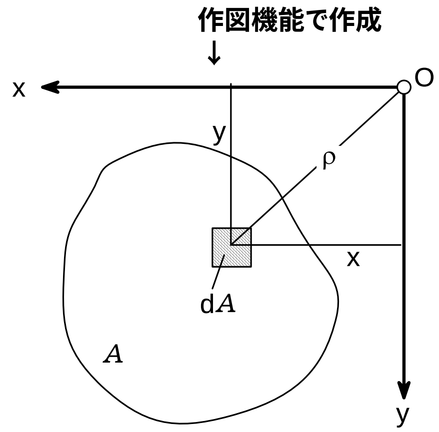
電動機出力

$P_m = \dfrac{P_t}{\eta} = \dfrac{0.301}{0.8} = 0.38$ $<$ 1.50KW

判定=OK ←判定結果(OK or NG) を自動出力できます。

# 材料力学＜断面2次モーメント＞

## 定義




軸に関する断面2次モーメント(慣性モーメント):

$$J_x=\int_A y^2 dA>0 \qquad J_y=\int_A x^2 dA>0$$

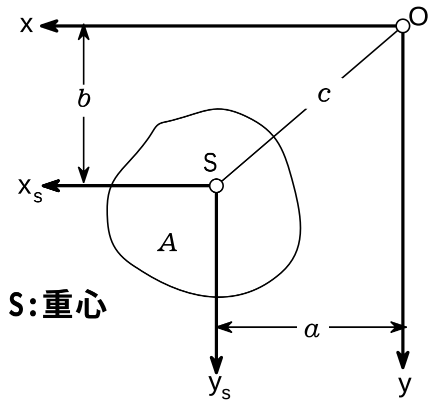
断面相乗モーメント:

$$J_{xy}=\int_A xy\,dA \gtreqless 0$$

断面2次極モーメント:

$$J_P=\int_A \rho^2 dA=J_x+J_y>0$$

## 平行な軸への断面モーメントの換算



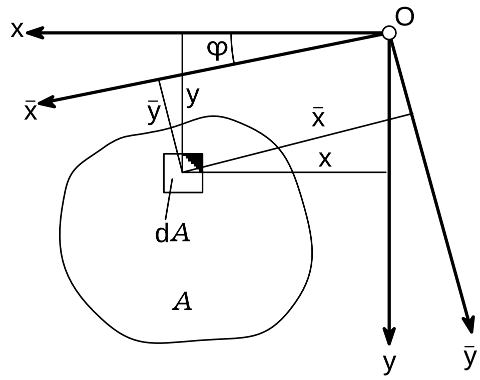

シュタイナーの法則

$$J_x=J_{xs}+b^2A \qquad J_y=J_{ys}+a^2A$$

$$J_{xy}=J_{xsys}+abA \qquad J_{po}=J_{ps}+c^2A$$

断面モーメントの中では、重心軸に関する
モーメントが最小である。

## 軸を回転した場合の断面モーメント

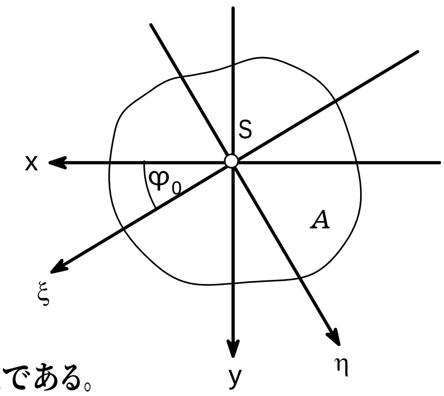



$$J_{\bar{x}}=\frac{J_x+J_y}{2}+\frac{J_x-J_y}{2}\cos 2\varphi-J_{xy}\sin 2\varphi$$

$$J_{\bar{y}}=\frac{J_x+J_y}{2}-\frac{J_x-J_y}{2}\cos 2\varphi+J_{xy}\sin 2\varphi$$

$$J_{\bar{x}\bar{y}}=\frac{J_x-J_y}{2}\sin 2\varphi+J_{xy}\cos 2\varphi$$

## 主軸 ξ、η の位置




$$\tan 2\varphi_0=\frac{2J_{xy}}{J_y-J_x}$$

この軸に対して、軸まわりの断面モーメントは
極値をとり、断面相乗モーメントは消失する。

## 主断面モーメント(極値):

$$J_{\xi}=\frac{J_x+J_y}{2}+\frac{J_x-J_y}{2}\cos 2\varphi_0-J_{xy}\sin 2\varphi_0$$

$$J_{\eta}=\frac{J_x+J_y}{2}-\frac{J_x-J_y}{2}\cos 2\varphi_0+J_{xy}\sin 2\varphi_0$$

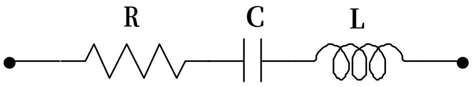
両軸まわりの断面モーメントの和は、座標系の回転に対して不変である。
ある断面の対称軸は常に主軸である。
逆に、主軸はかならずしも対称軸であるとは限らない。

$$J_x+J_y=J_{\bar{x}}+J_{\bar{y}}=J_{\xi}+J_{\eta}$$

技術評論社「工学技術の公式」より抜粋

# ＜インピーダンス＞

[例1]　図の回路のインピーダンスは
60サイクルでいくらか。




上の図の作成方法

抵抗、コンデンサ、コイルの部品をそれぞれ
コピーして貼り付けます。これらの部品は
大きさや位置を自由に変えられるので
適当な大きさにして、配置します。
作図モードに切り換えて、点や線を補います。

ここで　$R=100[\Omega]$

$C=\ 20[\mu F]$

$L=0.1[H]$　　とする。

[解答]

周波数をfで示すと　　$f=60[Hz]$

角周波数をωとすると　　$\omega=2\pi f$

回路の複素インピーダンスは　　$\overline{Z}=R+\dfrac{1}{i\omega C}+i\omega L$

$\overline{Z}=(100\ -\ 94.93i)[\Omega]$

$|\overline{Z}|=137.88[\Omega]$

複素数でも単位計算OK!
絶対値をとって結果を出力

[例2]　上の回路において、インピーダンスを最小にする周波数はいくらか

[解答]

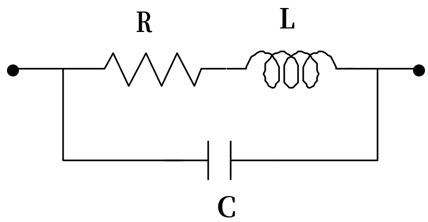
インピーダンスは次式であたえられる。　　$\sqrt{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$

これは　　$\omega L=\dfrac{1}{\omega C}$　　(1)　　のとき，最小となる。

式(1)を満たすωを$\omega_0$とすれば　　$\omega_0=\sqrt{\dfrac{1}{LC}}$　　← 平方根の式でも単位付き計算OK

求める周波数は　　$\dfrac{\omega_0}{2\pi}=112.54[Hz]$

[例3]　右図の回路におけるインピーダンスは
60サイクルでいくらか。




ここで　$R=100[\Omega]$

$C=\ 20[\mu F]$

$L=0.1[H]$　　とする。

[解答]

周波数をfで示すと　　$f=60[Hz]$

角周波数をωとすると　　$\omega=2\pi f$

回路の複素インピーダンスは次式で与えられる。

$$\overline{Z}=\frac{1}{\dfrac{1}{R+i\omega L}+\dfrac{1}{\dfrac{1}{i\omega C}}}\qquad(2)$$

$\overline{Z}=(92.52\ -\ 44.80i)[\Omega]$

$|\overline{Z}|=102.80[\Omega]$

# プリント基板におけるインピータンス計算

インピータンス計算式は何種類かあります。
インピータンス測定や断面の測定等のデーターをお持ちの方は、計算結果と比較を行い、精度の良い式を選択するのも良いでしょう。
このファイルでは、マイクロストリップ、ストリップについての計算式、計算例をご紹介します。
コプレーナ、エッジカップリング等その他減衰率等基礎から説明しています。
基礎を理解すれば、計算式がないものも基礎より計算式を導き出す事も可能です。

## マイクロストリップライン

| | |
|---|---|
| 目標インピータンス | 50Ω |

$Z0=Sheet2_{2,1}$

単位は　mm

| | |
|---|---|
| 導体間距離（誘電体の厚さ） | 0.2mm |
| 銅箔の幅 | 0.15mm |
| 銅箔の厚さ | 0.035mm |
| 比誘電率 | 4.7 |

$h=Sheet1_{2,1}$
$W=Sheet1_{2,2}$
$t=Sheet1_{2,3}$
$\varepsilon_r=Sheet1_{2,4}$

比誘電率は真空の誘電率 $8.854\times10^{-12}$[F/m] を1とした誘電体の比率です。

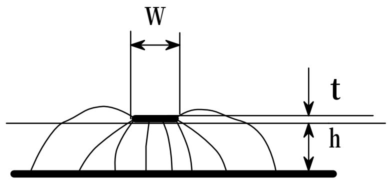
### マイクロストリップラインのインピータンス計算の関数

基板設計上は、厚み方向は、基板材料や目標とする基板厚さ、メッキの回数で決まりますので、銅箔の幅でインピータンスを合わせます。
目標とするインピータン値も入力して、目標値の値を得るための銅箔の幅を算出する事をやってみました。

microstrip( x )
$h=Sheet1_{2,1}$
$t=Sheet1_{2,3}$
$\varepsilon_r=Sheet1_{2,4}$

$$\varepsilon_w=\frac{\varepsilon_r+1}{2}+\frac{\varepsilon_r-1}{2}\left(1+\frac{10h}{x}\right)^{-\frac{1}{2}}-\frac{\varepsilon_r-1}{4.6}\frac{\frac{t}{h}}{\sqrt{\frac{x}{h}}}$$

実効比誘電率




$$\Delta W=\frac{t}{\pi}\ln\left(\frac{4e}{\left\{\left(\frac{t}{h}\right)^2+\frac{1}{\pi^2\left(\frac{x}{t}+1.1\right)^2}\right\}^{\frac{1}{2}}}\right)$$

$Wo=x+\Delta W$

$$Z_c^a=30\left[\ln\left\{1+\frac{4h}{Wo}\left(\frac{8h}{Wo}+\sqrt{\left(\frac{8h}{Wo}\right)^2+\pi^2}\right)\right\}\right][\Omega]$$ 真空中のインピーダンス

$$Z_c=\frac{Z_c^a}{\sqrt{\varepsilon_w}}$$

return $Z_c$

マイクロストリップのインピータンス

$Z_{cd}=microstrip(W)$

$Z_{cd}=71.6199992029725[\Omega]$

計算式は「実用 マイクロ波技術講座理論と実際 第1巻」に掲載されている物を使用しています。
著者 工学博士 「小西良弘」 ケイラボ出版
http://www.quest.co.jp/koni/top.html
作成者　有限会社　テクノール　山本　健治

# ＜回路計算の例＞

$R_1=100[\Omega]$ $R_2=150[\Omega]$ $f=60[Hz]$

$\omega=2\pi f$ $L_1=0.1[H]$ $L_2=0.3[H]$

$V_1=5[V]$ $V_2=12[V]$ $M=0.5[H]$

$C_1=20[\mu F]$ $C_2=25[\mu F]$ $C_{12}=30[\mu F]$

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \left( \begin{pmatrix} i\omega L_1+R_1+\frac{1}{i\omega C_1} & -i\omega M \\ -i\omega M & i\omega L_2+R_2+\frac{1}{i\omega C_2} \end{pmatrix}^{-1} + \begin{pmatrix} i\omega C_{12} & -i\omega C_{12} \\ -i\omega C_{12} & i\omega C_{12} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

ローカル変数一覧表表示機能

| name | attribute | value |
|---|---|---|
| $C_1$ | variable | 20μF |
| $C_{12}$ | variable | 30μF |
| $C_2$ | variable | 25μF |
| $L_1$ | variable | 0.1H |
| $L_2$ | variable | 0.3H |
| M | variable | 0.5H |
| $R_1$ | variable | 100Ω |
| $R_2$ | variable | 150Ω |
| $V_1$ | variable | 5V |
| $V_2$ | variable | 12V |
| f | variable | 60Hz |
| π | variable | 3.1416 |
| ω | variable | 376.99Hz |

計算結果を単位を指定しないで計算する時は式の左辺に単位が示されていることが必要です。
そこで置き換え計算を間にいれました。

$$\begin{pmatrix} i\omega L_1+R_1+\frac{1}{i\omega C_1} & -i\omega M \\ -i\omega M & i\omega L_2+R_2+\frac{1}{i\omega C_2} \end{pmatrix}^{-1} + \begin{pmatrix} i\omega C_{12} & -i\omega C_{12} \\ -i\omega C_{12} & i\omega C_{12} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} (i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 0.1\mathrm{H}+100\Omega+\frac{1}{(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 20\mu\mathrm{F}} & -(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 0.5\mathrm{H} \\ -(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 0.5\mathrm{H} & (i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 0.3\mathrm{H}+150\Omega+\frac{1}{(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 25\mu\mathrm{F}} \end{pmatrix}^{-1}$$

$$+ \begin{pmatrix} (i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 30\mu\mathrm{F} & -(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 30\mu\mathrm{F} \\ -(i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 30\mu\mathrm{F} & (i)\times 376.99\mathrm{Hz}\times 30\mu\mathrm{F} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} (0.0027047 + 0.012162i)\mathrm{S} & (-0.00091016 - 0.0078685i)\mathrm{S} \\ (-0.00091016 - 0.0078685i)\mathrm{S} & (0.002284 + 0.010059i)\mathrm{S} \end{pmatrix}$$

結果の単位を$\Omega^{-1}$に指定した場合（単位として℧（ムーオ）を定義して使うこともできます。）

$$\begin{pmatrix} i\omega L_1+R_1+\frac{1}{i\omega C_1} & -i\omega M \\ -i\omega M & i\omega L_2+R_2+\frac{1}{i\omega C_2} \end{pmatrix}^{-1} + \begin{pmatrix} i\omega C_{12} & -i\omega C_{12} \\ -i\omega C_{12} & i\omega C_{12} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} (0.0027047 + 0.012162i)\Omega^{-1} & (-0.00091015 - 0.0078685i)\Omega^{-1} \\ (-0.00091015 - 0.0078685i)\Omega^{-1} & (0.002284 + 0.01006i)\Omega^{-1} \end{pmatrix}$$

# ＜複素数の積分例＞

$$g(x,y,\xi,\eta)=e^{-2\pi i(2x\xi+10y\eta)}$$

$$h(\xi,\eta)=\int_0^1 \left[ \int_0^{\sqrt{1-x^2}} g(x,y,\xi,\eta)dy \right] dx$$

$$h(1,2)=-0.00050675 + 0.0028177i$$

# ＜固有値を求める＞

## ★対称行列のとき

$$A=\begin{pmatrix}1&2&3&4&5&6&7&8&9&10\\2&3&4&5&6&7&8&9&10&1\\3&4&5&6&7&8&9&10&1&2\\4&5&6&7&8&9&10&1&2&3\\5&6&7&8&9&10&1&2&3&4\\6&7&8&9&10&1&2&3&4&5\\7&8&9&10&1&2&3&4&5&6\\8&9&10&1&2&3&4&5&6&7\\9&10&1&2&3&4&5&6&7&8\\10&1&2&3&4&5&6&7&8&9\end{pmatrix}$$

V=0

s=eigen(A,V)

（eigenは固有値を求める関数）

**求まった固有値**

s={55.0000，16.1803，8.5065，6.1803，5.2573，-5.0000，-5.2573，-6.1803，-8.5065，-16.1803}

**求まった固有ベクトル**

$$V=\begin{pmatrix}-0.316&-0.263&0.203&0.138&0.070&0.316&0.442&0.425&-0.398&-0.362\\-0.316&0&-0.316&-0.447&-0.316&-0.316&-0.316&0&-0.316&-0.447\\-0.316&0.263&-0.398&0.138&0.442&0.316&0.070&-0.425&0.203&-0.362\\-0.316&0.425&0.070&0.362&-0.398&-0.316&0.203&0.263&0.442&-0.138\\-0.316&0.425&0.442&-0.362&0.203&0.316&-0.398&0.263&0.070&0.138\\-0.316&0.263&0.203&-0.138&0.070&-0.316&0.442&-0.425&-0.398&0.362\\-0.316&0&-0.316&0.447&-0.316&0.316&-0.316&0&-0.316&0.447\\-0.316&-0.263&-0.398&-0.138&0.442&-0.316&0.070&0.425&0.203&0.362\\-0.316&-0.425&0.070&-0.362&-0.398&0.316&0.203&-0.263&0.442&0.138\\-0.316&-0.425&0.442&0.362&0.203&-0.316&-0.398&-0.263&0.070&-0.138\end{pmatrix}$$

## ★非対称行列のとき

$$C=\begin{pmatrix}1&2&3&4&5&6&4&5&6\\7&2&3&4&9&8&6&5&4\\3&2&1&2&3&4&6&5&4\\3&2&3&4&5&6&9&0&7\\8&9&4&3&21&4&6&7&8\\9&3&4&5&6&7&9&9&8\\8&7&7&6&6&5&4&2&1\\3&4&6&7&8&3&2&1&3\\4&5&8&9&7&0&3&4&5\end{pmatrix}$$

j=1..||C||　　**代入定義**

||　||**は行列の行数を計算**

**単位行列Eを作る**

| | |
|---|---|
| $B_{j,j}=0$ | **配列定義** |
| $B_{j,j}=1$ | **代入定義** |
| E =create_matrix(B) | **代入定義** |

**方程式機能を使って固有値を求める**

det(C-xE)=0

**これを解くと**

x = 47.7760550996517
x = 12.0090694744043
x = -0.773897463182094

# ＜信号処理の例＞

$$i_r=\frac{V_b}{[V_s/I_r]}=1[mA]$$ 基準電によるR成分

$$i_c=2\pi f_b C V_b=1.25664[mA]$$ 基準電圧によるｃ成分

$$i_0=I_0\times 10^{-I_{db}/20}=0.316228[mA]$$ ＡＤ入力ＩＯ量

$$I_c=2\pi f_b C V_s=251.327[mA]$$ 商用電圧換算Ｃ成分

$$t_{sp}=\frac{1}{N_{sp}\times f_b}=1.5625[ms]$$ サンプリング周期

$$f_{sp}=N_{sp}f_b=640[Hz]$$ サンプリング周波数

$$i_p=\left(\sqrt{i_r^2+i_c^2}+i_0\right)\times\sqrt{2}\times\frac{100}{V_b}=543.68[mS]$$

ピーク値は　$A_s\times A_w$　を越えないこと

$A_s\times A_w=382.5[mA]$

$$i_{nct}=\{i_r\sin(2\pi f_b n t_{sp}+dly)+i_c\cos(2\pi f_b n t_{sp}+dly)$$
$$+i_0\sin(2\pi f_s n t_{sp}+dly)\}\times\sqrt{2}$$ 入力信号

$$i_{dg}=i_{nct}\times\frac{V_b}{100}\times\frac{2^{A_{bt}-1}}{A_s}$$ 入力量子化

$$R_{dg}=\sin(2\pi f_b n t_{sp})\times 2^{D_{bt}-1}$$ sin量子化

$$C_{dg}=\cos(2\pi f_b n t_{sp})\times 2^{D_{bt}-1}$$ cos量子化

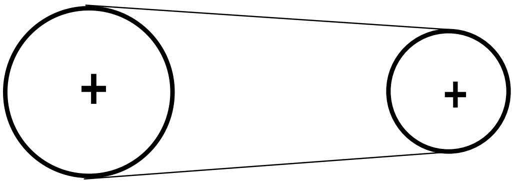
$$M_r=\frac{1}{m}\times\sum_{n=0}^{m}[i_{nct}\times R_{dg}]$$

$$M_r=\frac{1}{128}\times\sum_{n=0}^{128}\Big[\Big(\{1[mA]\times\sin((2\times 3.14159265\times 20[Hz]\times n\times 1.5625[ms]+00°))$$
$$+1.25664[mA]\times\cos((2\times 3.14159265\times 20[Hz]\times n\times 1.5625[ms]+00°))$$
$$+0.316228[mA]\times\sin((2\times 3.14159265\times 50[Hz]\times n\times 1.5625[ms]+00°))\}$$
$$\times\sqrt{2}\Big)\times\Big(\sin((2\times 3.14159265\times 20[Hz]\times n\times 1.5625[ms]))\times 2^{10-1}\Big)\Big]$$
$$=0.362039[A]$$

# エレベータ 駆動部設計計算

台形ねじ側（エレベータ側）
18L075-A
（三ッ星）
PCD=54.57

モータ側
14L075-A
（三ッ星）
PCD=42.45



ﾘｰﾄﾞ 7 mm
Z軸方向負荷
エレベータ　20 kgf
カセット（実）18 kgf
合　計　　38 kgf

レバーシブルモ-タ（オﾘエンタル）60Hz時、定格回転数 1550 rpm
4RK25GN-C　→ 起動ﾄﾙｸ 1400 gf・cm 、定格ﾄﾙｸ 1600 gf・cm
出力 25W、電圧 200V
ギヤヘッﾄﾞ(1/25)
4GN25K　→ ギヤヘッﾄﾞ許容ﾄﾙｸ 72 rpm、29 kgf・cm
ブレーキﾘバースパック
SBR502

ねじの効率（回転運動を直線運動に変換）$\eta_t$
ねじの進み角 $\alpha$ 、ﾘｰﾄﾞ p mm、 有効径 $d_2$ mm
摩擦角 $\lambda'$、摩擦係数 $\mu'$（鋼とポﾘアセタール 0.15）　$\mu'=0.15$

$$\alpha=\tan^{-1}\left(\frac{7}{\pi\times22.5}\right)=0.09871 \quad \text{rad}$$

$$\lambda'=\tan^{-1}\mu'=\tan^{-1}0.15=0.1489 \quad \text{rad}$$

$$\eta_t=\frac{\tan\alpha}{\tan(\alpha+\lambda')}=\frac{\tan 0.09871}{\tan(0.09871+0.1489)}=0.3917$$

ねじの逆効率（直線運動を回転運動に変換）$\eta'_t$

$$\eta'_t=\frac{\tan(\alpha-\lambda')}{\tan\alpha}=\frac{\tan(0.09871-0.1489)}{\tan 0.09871}=-0.5072$$

符号がマイナスにつき、この運動は、不可能である。ねじは自立する。→ ブレーキ不要

ﾘバーシブルモータのブレーキ機構利用
4RK25GNの場合 保持ﾄﾙｸ　150 gf・cm

発生推力 W kgf とねじ軸ﾄﾙｸ T kgf・m　$\left(=F\times\frac{d}{2}\right)$

$W\times p\times10=2\pi\times\eta\times T$　　$W=38[kgf]$　　$p=7[mm]$　　$\eta=0.39$

$$T=\frac{W\times p\times10}{2\pi\times\eta}=\frac{38\times7\times10}{2\times0.39}=0.1086\ \text{kgf}\cdot\text{m}\ =\ 10.86\text{kgf}\cdot\text{cm}$$

ベルﾄ張力　$F=\frac{10.86[kgf\cdot cm]}{2.7285[cm]}=3.98\ \text{kgf}$

モータ側出力軸所要ﾄﾙｸ（減速機出力軸）　$T_m=3.98\times2.12=8.438\ \text{kgf}\cdot\text{cm}$

安全率　$s=\frac{29}{8.438}=3.437$

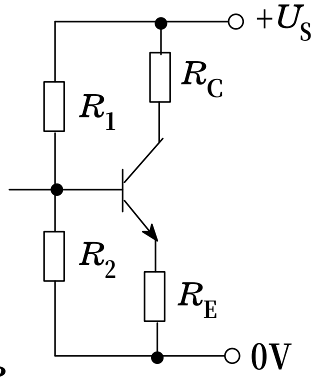
すべてカルキングで作成

# ＜トランジスタ＞

技術評論社
「工学技術の公式」より抜粋

## バイポーラトランジスタ

### 動作点設定および安定化:




↑作図機能

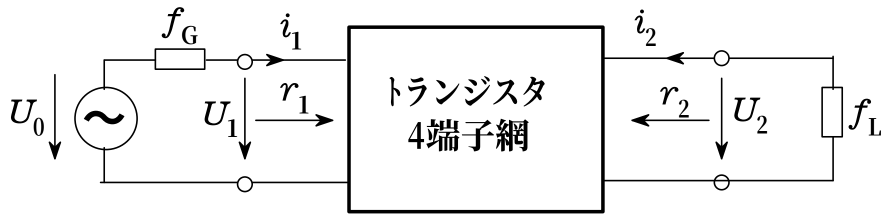
$$R_1=\frac{U_S-U^0_{BE}-I^0_C R_E}{(K+1)I^0_C}B \qquad B=\frac{I^0_C}{I^0_B} \qquad R_2=\frac{I^0_C R_E+U^0_{BE}}{KI^0_C}B$$

$U^0_{BE}=0.6V$ （シリコンに対して）　　$K=3\sim10$

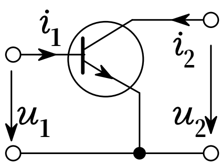
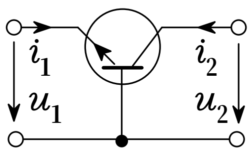
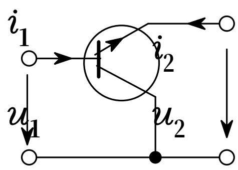
$$R_C=\frac{U_S-U^0_{CE}}{I^0_C}-R_E \qquad R_E\gg\frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)B}$$

概算値　$R_E\approx0.1R_C$

### 増幅回路におけるトランジスタの動作特性値




↓カルキングの表機能と作図機能で作成

| | トランジスタ基本回路 | | |
|---|---|---|---|
| 動作特性値 | エミッタ接地回路  | ベース接地回路  | コレクタ接地回路  |
| 入力抵抗 $r_1=\frac{u_1}{i_1}$ | $\beta r_e$ | $r_e$ | $\beta(r_e+r_L)$ |
| 出力抵抗 $r_1=\frac{u_1}{i_1}$ | $\frac{1}{g_{ce}}$ | $\frac{\beta}{g_{ce}}$ | $r_e+\frac{r_G}{\beta}$ |
| 電圧増幅率 $r_1=\frac{u_1}{i_1}$ | $-Sr_L$ | $+Sr_L$ | $\frac{r_L}{r_e+r_L}$ |
| 電流増幅率 $r_1=\frac{u_1}{i_1}$ | $\beta$ | $\alpha=\frac{\beta}{1+\beta}$ | $r=\beta+1$ |
| 遮断周波数 | $f_\beta=\frac{f_T}{\beta_0}$ | $f_\alpha=f_1\approx f_T$ | $f_r\approx f_\beta$ |

# ＜交流(単相)＞

**電流および(場合によっては位相のずれた)電圧の瞬時値[実数および複素表現]：**

$$\left.\begin{matrix} i=\hat{i}\sin\omega t & i=\hat{i}e^{j\omega t} \\ u=\hat{u}\sin(\omega t+\varphi) & u=\hat{u}e^{j(\omega t+\varphi)} \end{matrix}\right\} \quad \varphi=\frac{2\pi}{T}\Delta t \qquad \omega=2\pi f=\frac{2\pi}{T}$$

**任意の波形の交流の実効値、平均値(整流値)、および波形率:**

一般

$$U=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2 dt} \qquad \overline{|u|}=\frac{1}{T}\int_0^T |u| dt \qquad F=\frac{U}{\overline{|u|}}$$

正弦波電圧に対して

$$U=\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}=0.707\hat{u} \qquad \overline{|u|}=\frac{2}{\pi}\hat{u}=0.637\hat{u} \qquad F=\frac{\pi}{2\sqrt{2}}=1.11$$

**自己誘導による電流と電圧の瞬時値:**

一般 $$u_L=L\frac{di_L}{dt}$$

正弦波電圧に対して $$u_L=\omega L\hat{i}\cos\omega t$$

複素表現: $$u_L=j\omega L\hat{i}e^{j\omega t}=j\omega L i_L$$

**容量における電流および電圧の瞬時値:**

一般 $$u_C=\frac{1}{C}\int_0^t i_C dt$$

正弦波電流に対して $$u_C=-\frac{1}{\omega C}\hat{i}\cos\omega t$$

複素表現: $$u_C=\frac{1}{j\omega C}\hat{i}e^{j\omega t}=\frac{1}{j\omega C}i_C$$

**交流回路の複素抵抗(インピーダンス)：**

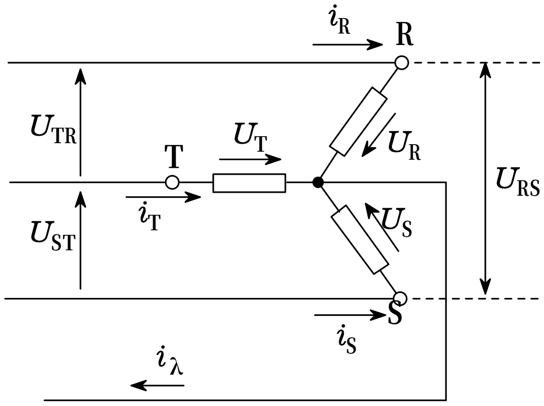
$$Z=\frac{u}{i}=R+jX=Ze^{j\varphi} \qquad Z=\frac{U}{I}=\sqrt{R^2+X^2} \qquad \tan\varphi=\frac{X}{R}$$

**交流回路の複素コンダクタンス(アドミッタンス)：**

$$Y=\frac{i}{u}=\frac{1}{Z}=G+jB=Ye^{j\varphi} \qquad Y=\frac{I}{U}=\sqrt{G^2+B^2} \qquad \tan\varphi=\frac{B}{G}$$

# ＜3相交流＞

**線間電圧と相電圧との関係 (対称系)**



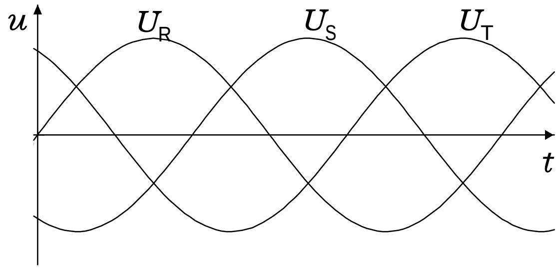

$$U_{RS}=U_{ST}=U_{TR}=\sqrt{3}\,U_R=\sqrt{3}\,U_S=\sqrt{3}\,U_T$$

**対称負荷の場合の複素全皮相電力および中性点電流**

$$P_S=P_W+jP_b=3P_{S相}=3P_{W相}+j3P_{b相}$$

$$i_\lambda=i_R+i_S+i_T=0$$

**3相対称負荷の場合の1個の負荷で消費される有効電力**



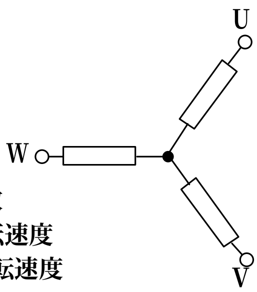

$$P_w=U_R I_R 3\cos\varphi=U_{RS}I_R\sqrt{3}\cos\varphi$$

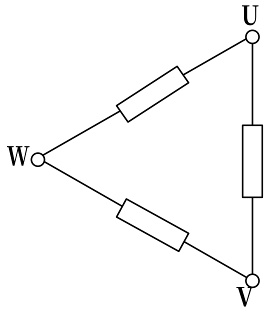
**中性点に近接不可能で、φ を直接測れない場合**

$$P_w=U_{RS}I_R\sqrt{3}\cos(\varphi'-30°)$$

**星形結線/3角結線変換の場合の消費有効電力の変化 (負荷は3つの同じインピーダンス)**

$$P_\lambda=3\frac{U_R^2}{Z}\cos\varphi \qquad P_\Delta=3\frac{U_{RS}^2}{Z}\cos\varphi=3P_\lambda \qquad Z=Ze^{j\varphi}$$



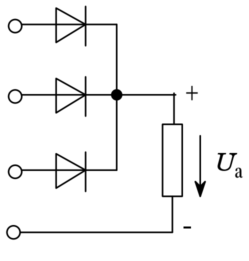

**3相機の回転磁界の回転速度**
**(同時に同期機の回転速度):** $n_1=\dfrac{f}{p}$

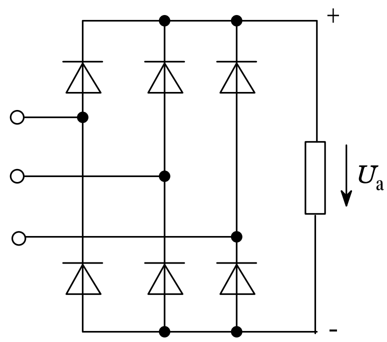
$f$:電源周波数
$p$:固定子の極対数
$n$:電動機軸の回転速度
$n_1$:回転磁界の回転速度

**非同期3相電動機のすべり:** $s=\dfrac{n_1-n}{n_1}$

**非同期3相電動機の消費電力および出力:** $P_1=2\pi n_1 M \qquad P_m=2\pi nM=(1-s)P_1$

**星形およびブリッジ (全波) 整流の場合の**
**3相電圧の整流出力電圧値**

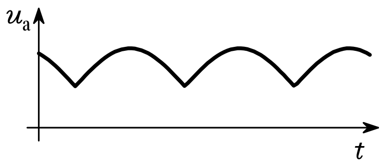


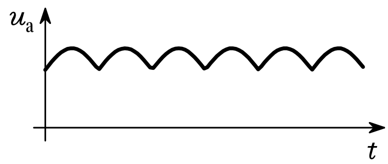




$$\overline{|u_a|}=\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}\hat{u}=0.827u$$

$$\overline{|u_a|}=\frac{3}{\pi}\hat{u}=0.955u$$

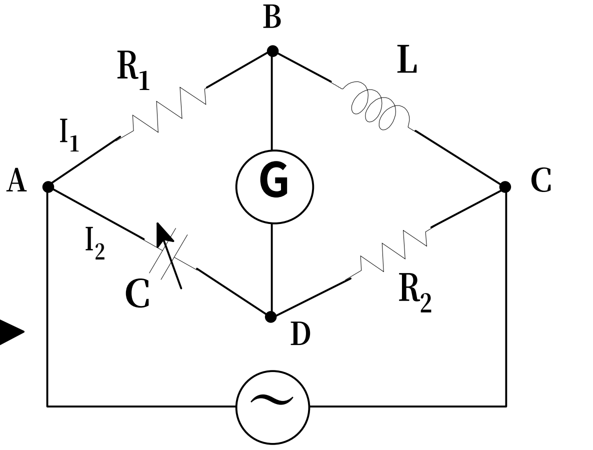
$\hat{u}$:相電圧の波高値



# ＜ブリッジ回路＞

図のようなブリッジ回路で、抵抗$R_1$, $R_2$
およびコンデンサCの値は既知であるとき
コイルLの値を求めよ。




関数グラフと作図機能の組み合せで作成

平衡のときはBDには電流は流れない。

ABCの複素インピーダンス$Z_1^*$は

$$Z_1=R_1+i\omega L$$

ADCの複素インピーダンス$Z_2^*$は

$$Z_2^*=R_2+\frac{1}{i\omega C}$$

交流電圧を$E^*$, ABCを流れる電流を
$I_1^*$, ADCを流れる電流を$I_2^*$とすると

$$I_1^*=E^*/Z_1^* \qquad I_2^*=E^*/Z_2^*$$

またAB間とAD間は同じ電圧であるから

$$I_1^*R_1=I_2^*\frac{C}{i\omega}$$

それゆえ

$$\frac{R_1}{R_1+i\omega L}=\frac{1}{i\omega C}\frac{1}{R_2+\frac{1}{i\omega C}}$$

$$R_1(i\omega C)(R_2+\frac{1}{i\omega C})=R_1+i\omega L$$

$$i\omega CR_1R_2+R_1=R_1+i\omega L$$

ゆえにLは次のように与えられる。

$$L=CR_1R_2$$

## ●パーツの描画資料（上記資料の舞台裏の説明）

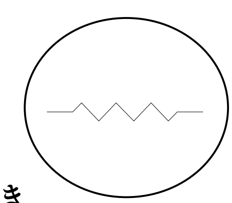
### ★抵抗、コンデンサ、コイル等の回路部品は以下のように作成できる。

抵抗は「データのグラフ化」
機能を利用する

Res1

| | |
|---|---|
| -9 | 0 |
| -6 | 0 |
| -5 | 2 |
| -3 | -2 |
| -1 | 2 |
| 1 | -2 |
| 3 | 2 |
| 5 | -2 |
| 6 | 0 |
| 9 | 0 |

左の表をグラフ化すると
右のような図ができる。



この図は自由に拡大縮小ができ、
コピー、移動等も簡単

作図部品

### ★斜めの抵抗部品の作り方

ここでは30°回転した抵抗部品を作る。

カルキングの繰り返し計算機能で求める。

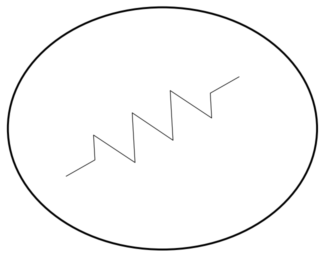
r=1..10

$$Res2_{1,r} = Res1_{1,r}\cos(30°) - Res1_{2,r}\sin(30°)$$

$$Res2_{2,r} = Res1_{1,r}\sin(30°) + Res1_{2,r}\cos(30°)$$

Res2

| | |
|---|---|
| -7.7942 | -4.5000 |
| -5.1962 | -3.0000 |
| -5.3301 | -0.7679 |
| -1.5981 | -3.2321 |
| -1.8660 | 1.2321 |
| 1.8660 | -1.2321 |
| 1.5981 | 3.2321 |
| 5.3301 | 0.7679 |
| 5.1962 | 3.0000 |
| 7.7942 | 4.5000 |



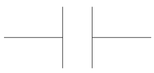
作図部品

★同様にコンデンサ部品を作る。

Con1

| | |
|---|---|
| -5 | 0 |
| -1 | 0 |
| | |
| -1 | 4 |
| -1 | -4 |
| | |
| 1 | 4 |
| 1 | -4 |
| | |
| 1 | 0 |
| 5 | 0 |

ここでも「データのグラフ化」
機能を活用する。
左の表で下のコンデンサ部品ができる。



-30°回転させる

r=1..8

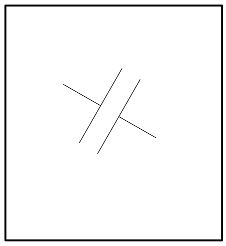
$$Con2_{1,r}=\frac{1}{2}(\sqrt{3}\,Con1_{1,r}+Con1_{2,r})$$

$$Con2_{2,r}=\frac{1}{2}(-Con1_{1,r}+\sqrt{3}\,Con1_{2,r})$$

表に空白行を挿入して、データを
切断する。

Con2

| | |
|---|---|
| -4.3301 | 2.5000 |
| -0.8660 | 0.5000 |
| | |
| 1.1340 | 3.9641 |
| -2.8660 | -2.9641 |
| | |
| 2.8660 | 2.9641 |
| -1.1340 | -3.9641 |
| | |
| 0.8660 | -0.5000 |
| 4.3301 | -2.5000 |

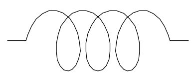


作図部品

★コイルは関数グラフで作成する。

$$x(t)=\begin{cases} t+4\sin(t-3\pi) & |t|\leqq 3.5\pi \\ t+4t/|t| & 3.5\pi<|t|\leqq 5.5\pi \end{cases}$$

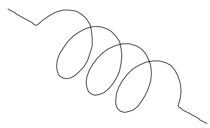
$$y(t)=\begin{cases} 6\cos(t-3\pi) & |t|\leqq 3.5\pi \\ 0 & 3.5\pi<|t|\leqq 5.5\pi \end{cases}$$



-30°回転させる

$$u(t) = x(t)\cos(-30°) - y(t)\sin(-30°)$$

$$v(t) = x(t)\sin(-30°) + y(t)\cos(-30°)$$



作図部品

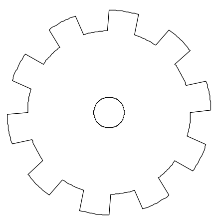
# ＜単純な歯車とその描画関数＞

$$f(t,n)=\begin{cases} 10 & \mathrm{mod}(\lfloor \frac{nt}{\pi} \rfloor, 2)=0 \\ 8 & \mathrm{mod}(\lfloor \frac{nt}{\pi} \rfloor, 2)\neq 0 \end{cases}$$

f(t,n)は補助関数

**10枚歯** $x(t)=f(t,10)\sin(t)$

$y(t)=f(t,10)\cos(t)$



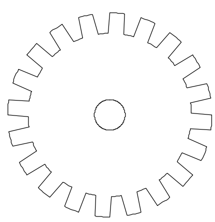
作図部品

**20枚歯** $x(t)=f(t,20)\sin(t)$

$y(t)=f(t,20)\cos(t)$

**芯の円** $x(t)=1.5\sin(t)$

$y(t)=1.5\cos(t)$



作図部品

# アナログ集積回路

「工学技術の公式」より 抜粋
技術評論社

## 演算増幅器

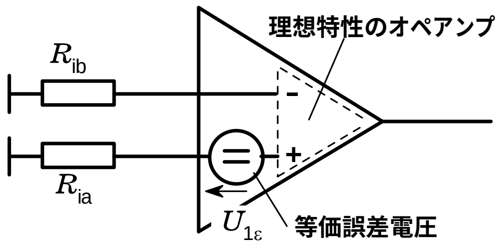
### 動作中の演算増幅器の入力における等価誤差電圧：　$U_{1\varepsilon}=U_{D\varepsilon}+U_{C\varepsilon}$

入力における誤差電圧：

$$U_{D\varepsilon} \leq U_{IO}+|R_{ia}-R_{ib}|I_{IB}+\frac{R_{ia}+R_{ib}}{2}I_{IO}$$

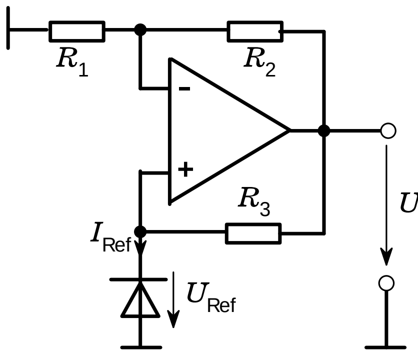
入力における同相誤差：

$$U_{C\varepsilon}=\frac{U_{IC}}{k_{CMR}}$$



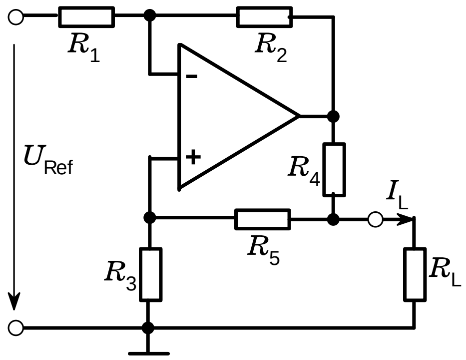

### 演算増幅器を用いた標準回路

#### 定電圧源



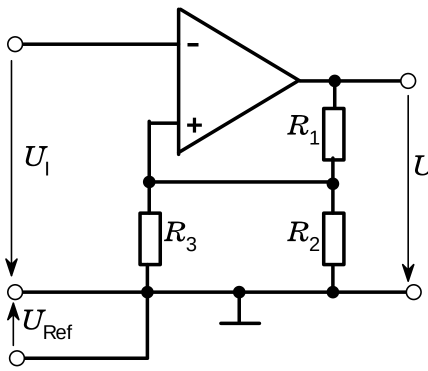

$$U_O=U_{Ref}\left(\frac{R_2}{R_1}+1\right) \qquad R_3=\frac{U_O-U_{Ref}}{I_{Ref}}$$

#### 両極性電流源




$R_1=R_2$　$R_3=R_4+R_5$　のとき　$I_L=\dfrac{U_{Ref}}{R_4}$

#### ヒステリシスのあるコンパレータ

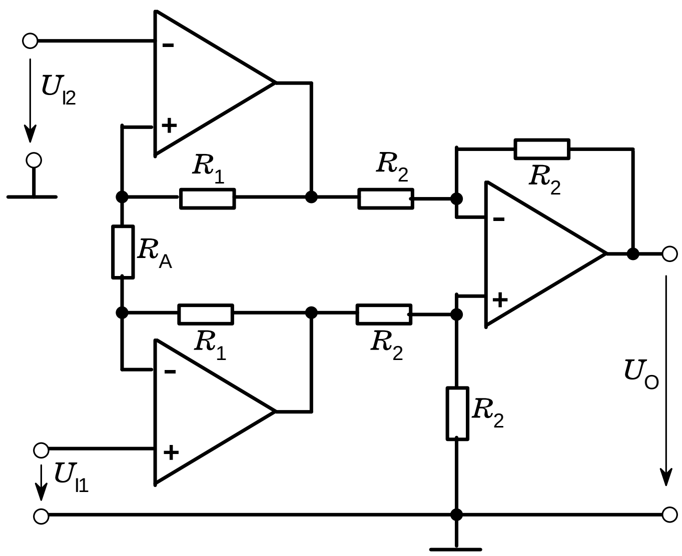



しきい値電圧　$U_{Is}=U_{Ref}\dfrac{R_2}{R_2+R_3}$

ヒステリシス　$H=2|U_{Omax}|\dfrac{R_2}{R_1+R_2}$

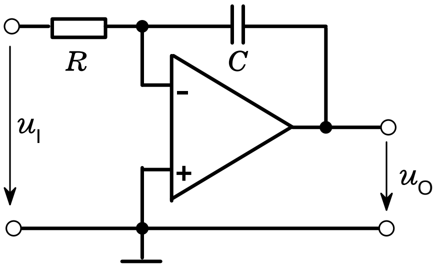
($R_2 \ll R_1$ および $R_2 \ll R_3$ に対し)

#### 高入力抵抗差動増幅器




$$U_o=(U_{I1}-U_{I2})\left(2\frac{R_1}{R_A}+1\right)$$

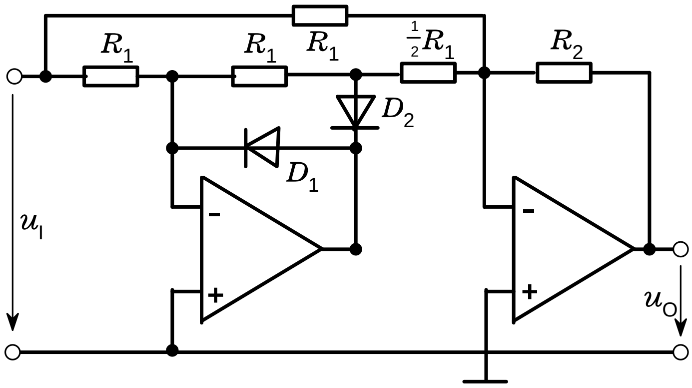
## 積分器



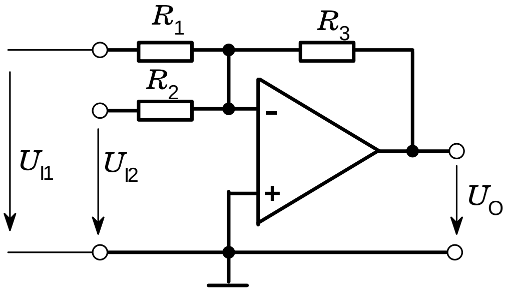

$$u_O=-\frac{1}{RC}\int u_I(t)dt+U_{CO}$$

## 全波整流器

$$-u_O=|u_I|\frac{R_2}{R_1}$$

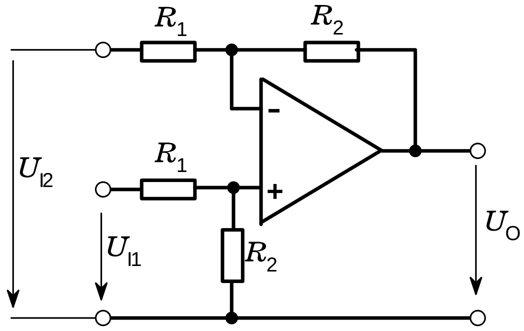



## 加算器 (反転)

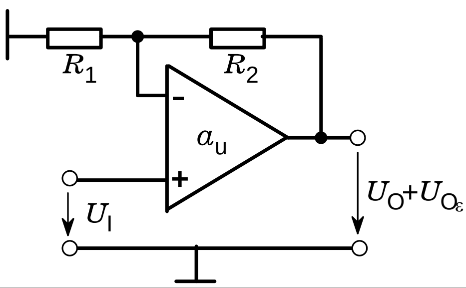
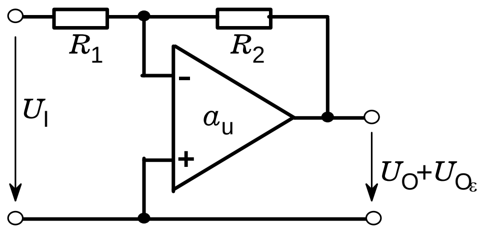



$$-U_O=R_3\left(\frac{U_{I1}}{R_1}+\frac{U_{I2}}{R_2}\right)$$

## 減算器

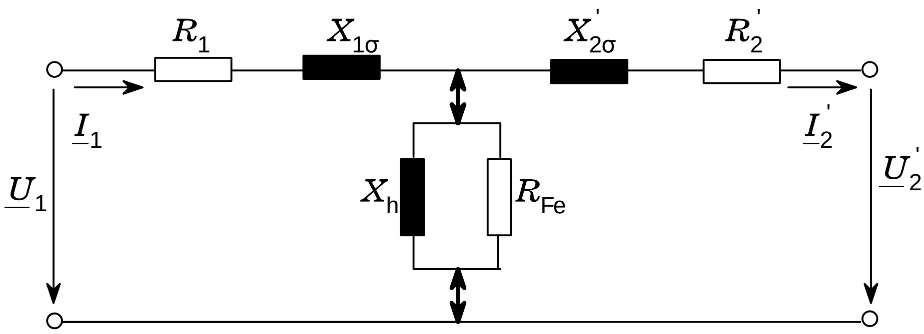



$$U_O=\frac{R_2}{R_1}(U_{I1}-U_{I2})$$

| 増幅器基本回路 | 非反転増幅器 | 反転増幅器 |
|---|---|---|
| 回路 |  |  |
| 直流電圧増幅率 | $A_{un}=\frac{U_O}{U_I}=1+\frac{R_2}{R_1}$ | $A_{ui}=\frac{U_O}{U_I}=\frac{R_2}{R_1}$ |
| 交流電圧増幅率 | $a_{un}=A_{un}\frac{a_u}{a_u+A_{un}}$ | $a_{ui}=A_{ui}\frac{a_u}{a_u+A_{ui}}$ |
| 入力インピーダンス | $z_{In}\approx z_{IC}$ | $z_{Ii}\approx R_1$ |
| 出力インピーダンス | $z_{On}\approx z_O\frac{A_{un}}{a_u}$ | $z_{Oi}\approx z_O\frac{A_{ui}}{a_u}$ |
| 出力誤差 | $U_{O\varepsilon n}\leq A_{un}\left(U_{IO}+\frac{U_I}{k_{CMR}}\right)+R_2(I_{IB}+0.5I_{IO})$ | $U_{O\varepsilon i}\leq A_{ui}U_{IO}+R_2(I_{IB}+0.5I_{IO})$ |

# 電気機械　変圧器

2次側を1次側に換算した( ' )完全な等価回路




$$U'_2 = U_2\frac{N_1}{N_2}$$

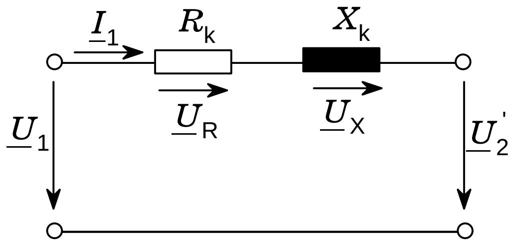
$$I'_2 = I_2\frac{N_1}{N_2}$$

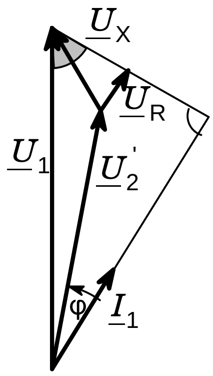
$$R'_2 = R_2\left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

およその大きさの比： $R_1 : X_{1\sigma} : X_h : R_{Fe} = 1 : 10 : 10^4 : 10^5$

主方程式 (損失および磁化なしの場合)： $U_1 : U_2 = N_1 : N_2$　　$I_1 : I_2 = N_2 : N_1$

簡略化した等価回路および回路計算のためのベクトル図




$R_k = R_1 + R'_2$　　$U_R = R_k I_1$

$X_k = X_{1\sigma} + X'_{2\sigma}$　　$U_X = X_k I_1$

任意負荷の場合の電圧変化: $U_2 = \dfrac{N_2}{N_1}(U_1 - \Delta U)$　　$\Delta U = U_X \sin\varphi + U_R \cos\varphi$

百分率インピーダンス電圧: $u_k = \dfrac{\sqrt{R_k^2 + X_k^2}}{U_{1N}} I_{1N} \cdot 100\%$　　$u_k = 4\% \sim 12\%$

定格電圧のときの接続短絡電流: $I_{kN} = I_{1N}\dfrac{100\%}{u_k}$

2つの並列変圧器 I および II の負荷配分比: $\left(\dfrac{I}{I_N}\right)_{I} : \left(\dfrac{I}{I_N}\right)_{II} = u_{k\,II} : u_{k\,I}$

短絡後の最大電流尖頭値: $I_S \leqq 1.8 \cdot \sqrt{2}\, I_{kN}$

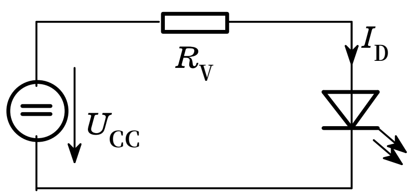
# オプトエレクトロニクス　発光ダイオード

## さまざまなLEDの特性（概略値）

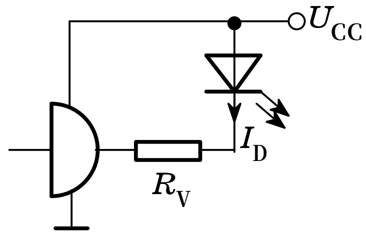
| 材料 | 発光色 | ピーク発光波長λ | $U_{DF}$[V] | $U_{DBr}$[V] |
|---|---|---|---|---|
| GaAs | 赤外 | 940nm | 1.4 | 10 |
| GaAsP | 赤 | 650nm | 1.6 | 26 |
| GaAsP | 橙 | 610nm | 2.0 | 30 |
| GaAsP | 黄 | 590nm | 3.0 | 50 |
| GaP | 緑 | 560nm | 3.0 | 50 |

## 発光ダイオードの駆動法

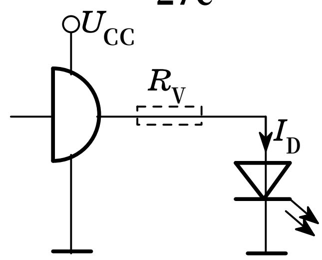
27a




27b




27c




$$R_V=\frac{U_{CC}-U_{DF}}{I_D}$$

$$R_V=\frac{U_{CC}-U_{DF}-U_{OL}}{I_D}$$

LEDの電流はゲートの内部回路によって決定される

［例題1］　電流増幅率 β=250, コレクタ_ベース間容量 3pF, 遷移周波数 120MHz の
フォトトランジスタに 5kΩの負荷抵抗が接続されている。
出力信号の立上がりおよび立下り時間を求めよ。

**解**

$$t_r=t_f=\sqrt{\left(\frac{\beta}{2f_T}\right)^2+(2.2\beta C_{cb}R_V)^2}$$

$$=\sqrt{\left(\frac{250}{2\times120\mathrm{MHz}}\right)^2+(2.2\times250\times3\mathrm{pF}\times5\mathrm{k\Omega})^2}=8.3\mu\mathrm{s}$$

$\beta=250$
$C_{cb}=3\mathrm{pF}$
$f_T=120\mathrm{MHz}$
$R_V=5\mathrm{k\Omega}$

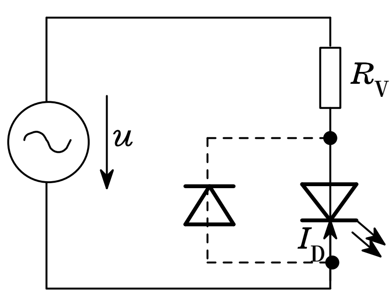
［例題2］　右の回路において、GaAsP_LED（赤）を
$I_D$= 10mA, $u_{eff}$= 12V の交流で駆動するには
いくらの直列抵抗が必要か？

**解**

$$R_V=\frac{u-U_{DF}}{2I_D}=\frac{12\mathrm{V}-1.6\mathrm{V}}{2\times10\mathrm{mA}}=520\Omega$$

↑
（半波なので係数2を用いる）

$u=12\mathrm{V}$
$I_D=10\mathrm{mA}$
$U_{DF}=1.6\mathrm{V}$




すべて「カルキング」で作成

# ＜部品検査成績表の作成＞

（1/4角文字が可能･上下左右混在可能）

| 部品検査成績表（1／1） | | | | | | 課長 | | 担当 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 部品名称 | ABCDEF | 部 番 | 12345 | | 材質 | AZ91D-T | | | |
| 納入者 | ㈱シンプレックス | 納入日及び納入ロット数 | | | 8月27日　15台 | | | | |
| 検査日 | H13-08-27（月） | 試料数 | 2 | 判定 | | | | | |

測定単位：mm

| 検査位置 | 検査項目 | 1 | 2 | | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\phi 52.0^{+0.054}_{0}$ | + 0.045 | + 0.039 | | | | | |
| | $\phi\ 8.0^{+0.020}_{+0.005}$ | + 0.014 | + 0.014 | | | | | |
| X | $62.2^{+}_{-}0.03$ | 0.1 | - 0.038 | | | | | |
| Y | $89.3^{+}_{-}0.03$ | - 0.025 | - 0.085 | | | | | |
| | $\phi\ 7.0^{+0.020}_{+0.005}$ | + 0.016 | + 0.065 | | | | | |
| X | $80.8^{+}_{-}0.03$ | + 0.004 | - 0.052 | | | | | |
| Y | $69.3^{+}_{-}0.03$ | - 0.028 | - 0.052 | | | | | |
| | $\phi\ 8.5^{+0.021}_{0}$ | + 0.018 | + 0.054 | | | | | |
| | 70.3 | - 0.035 | - 0.005 | | | | | |
| | 16.90 | - 0.016 | - 0.021 | | | | | |
| | $\phi 26.0^{+0.021}_{0}$ | + 0.013 | + 0.039 | | | | | |
| | 12.2 | - 0.023 | - 0.019 | | | | | |
| | 93.8 | + 0.048 | - 0.002 | | | | | |
| | $\phi 15.0^{+0.021}_{0}$ | + 0.018 | + 0.029 | | | | | |
| | 32.9 | + 0.039 | 0 | | | | | |
| | 82.1 | - 0.021 | + 0.001 | | | | | |
| | $58.0^{-0.1}_{0.3}$ | - 0.031 | - 0.134 | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

MEMO　&　PLAN

※1/4角文字の上下左右の間隔調整は微調整機能でできます。

# 工　程　表

カルキング で作成

| | | |
|---|---|---|
| 1　工事名　山成川 特定保水池事業工事<br>2　工事番号　２４－１号<br>3　工事場所　山成郡城山町大字正徳寺地内 | 請負者 | 住所<br>氏名 |

| 工程 | 種別 | 数量 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10月 | 11月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 | 10 20 30 |
| 準備工 | | | | | | | | | | |
| 池底掘削 | | $2520m^3$ | | | | | | | | |
| 立抗築造工 | | 2箇所 | | | | | | | | |
| 薬液注入工 | | 51.54kℓ | | | | | | | | |
| 推進工 | φ800mm | 46m | | | | | | | | |
| 構造物取壊工 | | $50m^3$ | | | | | | | | |
| 堤体土工 | | 1式 | | | | | | | | |
| 取水施設築造 | | 1式 | | | | | | | | |
| 張ブロック工 | | $298m^2$ | | | | | | | | |
| 仮設進入路工 | | 1式 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

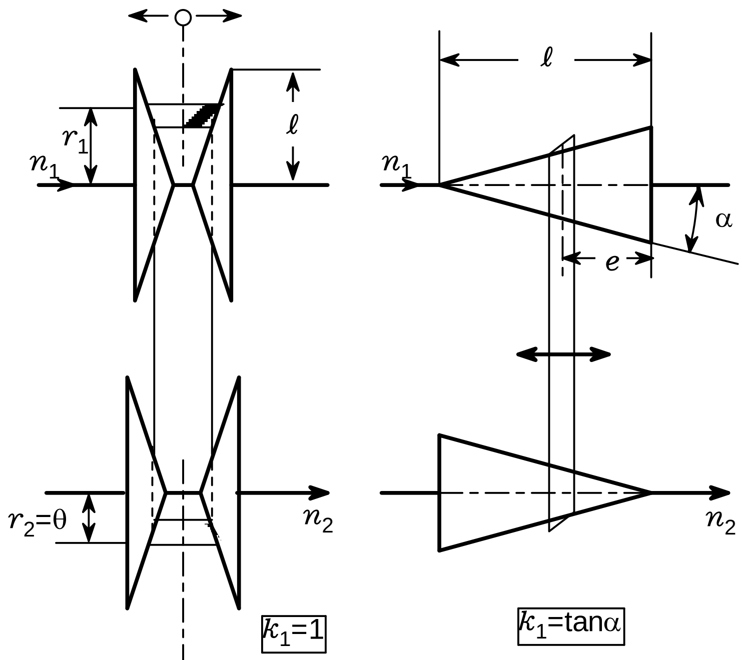
| 監督員の確認印 | |
|---|---|

# 機械式無段伝動装置

接線力を摩擦結合で伝達する装置の場合は、摩擦力を完全に利用することと、
$F_u$=一定であることを前提とする。
その他に、$n_1$=一定および$P_1=P_2$、すなわちη=1であることが前提となる。

# 無段変速ベルト伝動装置

伝達要素として平ベルト、Vベルトチェーンあるいは摩擦車が使われる。




可変速ベルト伝動装置の見取り図

**出力側回転速度：**

$$n_2=n_1\frac{\ell-e}{e}$$

**接線力：**

$$F_u=M_1\frac{1}{(1-e)k_1}$$

**出力トルク：**

$$M_2=F_u\ell\frac{n_1}{n_1+n_2}k_1$$

**変速範囲：**

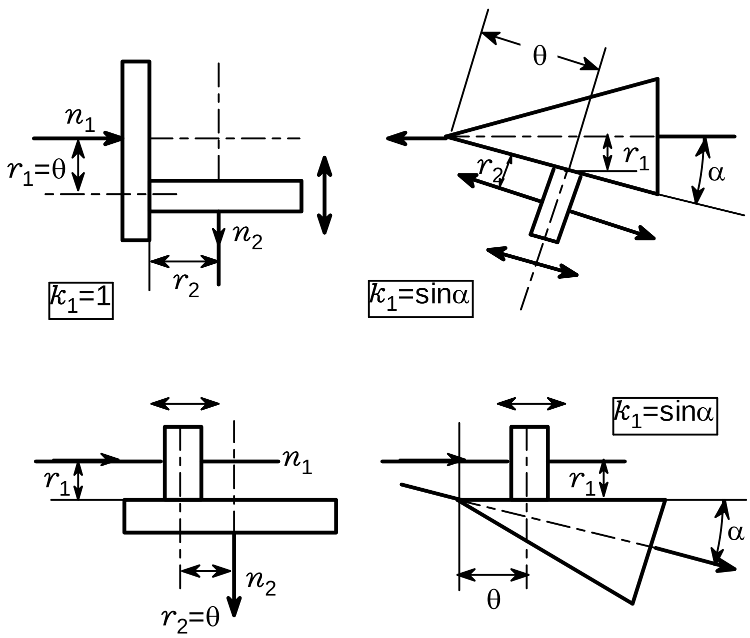
Vベルトの場合

1個の変速プーリ　1:4まで

2個の変速プーリ　1:10まで

チェーンの場合　　1:6から1:10

# 無段変速摩擦車伝動装置




**摩擦車伝動装置**

$$n_2=n_1\frac{e}{r_2k_1}$$

$$F_u=\frac{M_1}{ek_1}=\text{一定}$$

$$M_2=F_ur_2=\text{一定}$$

**摩擦車伝動装置**

$$n_2=n_1\frac{r_1}{ek_1}$$

$$F_u=M_1/r_1=\text{一定}$$

$$M_2=F_ur_2=F_ur_1\frac{n_1}{n_2}$$

# ＜燃焼後のガス量と組成＞

気体燃料の組成

| 名前 | % |
|---|---|
| 水素 | 50 |
| 一酸化炭素 | 9 |
| メタン | 26 |
| エチレン | 4 |
| 酸素 | 0.1 |
| 窒素 | 8 |
| 二酸化炭素 | 2.5 |
| 水蒸気 | 0.4 |

この表の組成の気体燃料1$m_N^3$を燃焼させたときの理論酸素量、理論空気量、供給した燃焼用空気量、燃焼ガス量と組成を求める。

空気過剰率　　$\lambda=1.4$　　とする

燃焼の化学式は

$$H_2+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad CO+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$$

$$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O \qquad C_2H_4+3O_2 \rightarrow 2CO_2+2H_2O$$

理論酸素量$=\frac{1}{2}\times$水素$+\frac{1}{2}\times$一酸化炭素$+2\times$メタン$+3\times$エチレン$-$酸素

$=\frac{1}{2}\times 0.5[m^3]+\frac{1}{2}\times 0.09[m^3]+2\times 0.26[m^3]+3\times 0.04[m^3]-0.001[m^3]=0.934[m^3]$

空気中の酸素は21%とすると

理論空気量=理論酸素量$\times\frac{1}{0.21}=0.934[m^3]\times\frac{100}{21}=4.448[m^3]$

供給した燃焼用空気量=理論空気量$\times\lambda=4.448[m^3]\times 1.4=6.227[m^3]$

湿り燃焼ガス量

=供給した燃焼用空気量$+1[m^3]-$理論酸素量$+2\times$メタン$+3\times$エチレン

$=6.227[m^3]+1[m^3]-0.934[m^3]+2\times 0.26[m^3]+3\times 0.04[m^3]=6.933[m^3]$

乾き燃焼ガス量

=供給した燃焼用空気量$+1[m^3]-$理論酸素量+エチレン$-$水素

$=6.227[m^3]+1[m^3]-0.934[m^3]+0.04[m^3]-0.5[m^3]=5.833[m^3]$

燃焼生成水蒸気量=湿り燃焼ガス量$-$乾き燃焼ガス量$=6.933[m^3]-5.833[m^3]=1.1[m^3]$

燃焼ガスの組成を求めていく。次の表にいれる。

燃焼ガスの組成

| 名前 | % |
|---|---|
| $O_2$ | 5.4 |
| $CO_2$ | 6.6 |
| $N_2$ | 72.1 |
| $H_2O$ | 15.9 |
| 計 | 100 |

$O_2$の割合

燃焼後の酸素の量=理論空気量$\times(\lambda-1)\times 0.21=4.448[m^3]\times(1.4-1)\times 0.21=0.374[m^3]$

燃焼ガスの組成$_{2,2}$=燃焼後の酸素の量/湿り燃焼ガス量$\times 100=0.374[m^3]/6.933[m^3]\times 100=5.4$

$CO_2$の割合

燃焼後の二酸化炭素の量=一酸化炭素+メタン+2×エチレン+二酸化炭素

=0.09[$m^3$]+0.26[$m^3$]+2×0.04[$m^3$]+0.025[$m^3$]=0.455[$m^3$]

燃焼ガスの組成$_{2,3}$=燃焼後の二酸化炭素の量/湿り燃焼ガス量×100

=0.455[$m^3$]/6.933[$m^3$]×100=6.6

$N_2$の割合

燃焼後の窒素の量=供給した燃焼用空気量×0.79+0.08[$m^3$]

=6.227[$m^3$]×0.79+0.08[$m^3$]=4.999[$m^3$]

燃焼ガスの組成$_{2,4}$=燃焼後の窒素の量/湿り燃焼ガス量×100=4.999[$m^3$]/6.933[$m^3$]×100=72.1

$H_2O$の割合

燃焼後の水蒸気の量=水素+2×メタン+2×エチレン+水蒸気

=0.5[$m^3$]+2×0.26[$m^3$]+2×0.04[$m^3$]+0.004[$m^3$]=1.104[$m^3$]

燃焼ガスの組成$_{2,5}$=燃焼後の水蒸気の量/湿り燃焼ガス量×100

=1.104[$m^3$]/6.933[$m^3$]×100=15.9

理論燃焼温度を求める

燃料温度100℃、余熱空気温度300℃、空気温度30℃のとき空気過剰率1.0～1.5に対する
理論燃焼温度を求める

燃料の低発熱量
=水素の低発熱量×水素+一酸化炭素の低発熱量×一酸化炭素+メタンの低発熱量×メタン
+エチレンの低発熱量×エチレン

=10800[kJ/$m^3$]×0.5[$m^3$]+12700[kJ/$m^3$]×0.09[$m^3$]+35900[kJ/$m^3$]×0.26[$m^3$]

+59900[kJ/$m^3$]×0.04[$m^3$]=18273[kJ]

燃料の熱量

=(1.292[kJ/$m^3$K]×水素+1.301[kJ/$m^3$K]×一酸化炭素+1.652[kJ/$m^3$K]×メタン

+2.105[kJ/$m^3$K]×エチレン+1.319[kJ/$m^3$K]×酸素+1.306[kJ/$m^3$K]×窒素

+1.725[kJ/$m^3$K]×二酸化炭素+1.499[kJ/$m^3$K]×水蒸気)×100[℃]
=534.0[kJ]

供給された空気の熱量(λ)

=理論空気量×λ×(0.21×1.356[kJ/$m^3$K]+0.79×1.314[kJ/$m^3$K])×300[℃]

t℃のときの燃焼後のガスの熱量

比熱(t,1)×燃焼後の酸素の量+比熱(t,2)×燃焼後の窒素の量
+比熱(t,3)×燃焼後の二酸化炭素の量+比熱(t,4)×燃焼後の水蒸気の量

燃焼後のガスの熱量(λ,t)

=比熱(t,1)×理論空気量×(λ-1)×0.21+比熱(t,2)×(理論空気量×λ×0.79+0.08[$m^3$])

+比熱(t,3)×0.455[$m^3$]+比熱(t,4)×1.103[$m^3$]

$$t\_new(\lambda,t)=\frac{燃料の低発熱量+燃料の熱量+供給された空気の熱量(\lambda)}{燃焼後のガスの熱量(\lambda,t)}-273.15$$

平均定圧比熱

| 温度℃ \ ガスの種類 | $O_2$ | $N_2$ | $CO_2$ | $H_2O$ | $H_2$ | $CO$ | $CH_4$ | $C_2H_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1.306 | 1.302 | 1.620 | 1.490 | 1.277 | 1.299 | 1.544 | 1.871 |
| 100 | 1.319 | 1.306 | 1.725 | 1.499 | 1.292 | 1.301 | 1.652 | 2.105 |
| 200 | 1.335 | 1.310 | 1.775 | 1.520 | 1.290 | 1.307 | 1.765 | 2.327 |
| 300 | 1.356 | 1.314 | 1.892 | 1.545 | 1.300 | 1.316 | 1.890 | 2.530 |
| 400 | 1.381 | 1.327 | 1.955 | 1.557 | 1.303 | 1.329 | 2.019 | 2.720 |
| 500 | 1.402 | 1.335 | 2.022 | 1.582 | 1.305 | 1.342 | 2.143 | 2.892 |
| 600 | 1.419 | 1.348 | 2.070 | 1.607 | 1.308 | 1.357 | 2.263 | 3.049 |
| 700 | 1.436 | 1.360 | 2.122 | 1.633 | 1.312 | 1.372 | 2.381 | 3.189 |
| 800 | 1.453 | 1.373 | 2.164 | 1.662 | 1.317 | 1.386 | 2.489 | 3.342 |
| 900 | 1.469 | 1.386 | 2.202 | 1.691 | 1.323 | 1.399 | 2.590 | 3.447 |
| 1000 | 1.482 | 1.398 | 2.235 | 1.716 | 1.329 | 1.412 | 2.689 | 3.562 |
| 1100 | 1.490 | 1.411 | 2.265 | 1.741 | 1.336 | 1.424 | 2.780 | |
| 1200 | 1.503 | 1.423 | 2.294 | 1.766 | 1.344 | 1.436 | 2.862 | |
| 1300 | 1.511 | 1.432 | 2.315 | 1.792 | 1.352 | 1.446 | | |
| 1400 | 1.524 | 1.444 | 2.340 | 1.817 | 1.360 | 1.456 | | |
| 1500 | 1.532 | 1.453 | 2.361 | 1.838 | 1.368 | 1.465 | | |
| 1600 | 1.540 | 1.461 | 2.382 | 1.863 | 1.376 | 1.474 | | |
| 1700 | 1.549 | 1.469 | 2.399 | 1.884 | 1.385 | 1.482 | | |
| 1800 | 1.557 | 1.478 | 2.415 | 1.905 | 1.393 | 1.490 | | |
| 1900 | 1.566 | 1.482 | 2.428 | 1.925 | 1.401 | 1.497 | | |
| 2000 | 1.574 | 1.490 | 2.445 | 1.946 | 1.409 | 1.503 | | |
| 2100 | 1.578 | 1.500 | 2.457 | 1.967 | 1.417 | 1.510 | | |
| 2200 | 1.586 | 1.503 | 2.470 | 1.984 | 1.425 | 1.516 | | |
| 2300 | 1.595 | 1.511 | 2.482 | 2.001 | 1.433 | 1.521 | | |
| 2400 | 1.599 | 1.515 | 2.491 | 2.018 | 1.440 | 1.526 | | |
| 2500 | 1.607 | 1.520 | 2.499 | 2.030 | 1.448 | 1.531 | | |
| 2600 | 1.612 | 1.528 | 2.507 | 2.047 | 1.455 | 1.537 | | |
| 2700 | 1.616 | 1.532 | 2.520 | 2.060 | 1.462 | 1.541 | | |
| 2800 | 1.624 | 1.536 | 2.528 | 2.076 | 1.469 | 1.545 | | |
| 2900 | 1.628 | 1.540 | 2.537 | 2.089 | 1.476 | 1.549 | | |
| 3000 | 1.637 | 1.545 | 2.541 | 2.097 | 1.482 | 1.533 | | |

```
比熱(x,y)
xi=⌊x/100⌋
CpDown=平均定圧比熱_{y+1,xi+2}
CpUp=平均定圧比熱_{y+1,xi+3}
return (CpDown+(CpUp-CpDown)(x/100-xi))[kJ/m^3]
```

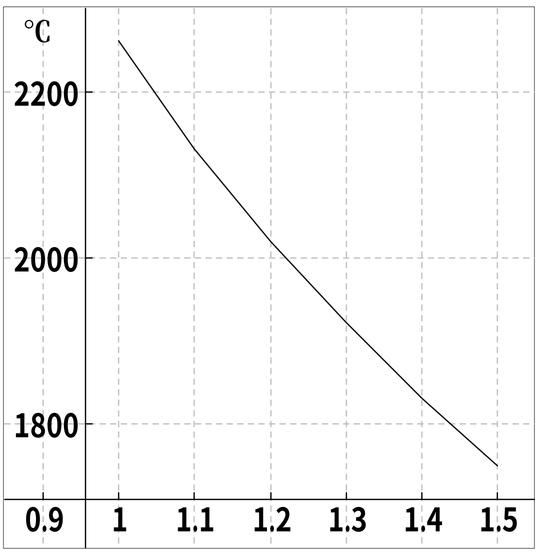
理論燃焼温度$_{1..6}$=0　　空気過剰率$_{1..6}$=0

```
( for k = 1 to 6 step 1 )
λ=1+0.1(k-1)
空気過剰率_k=λ
t=2000
( for j = 1 to 100 step 1 )
t2=t_new(λ,t)
break  |t2-t|<0.1
t=t2
理論燃焼温度_k=t
```

理論燃焼温度={2262, 2131, 2019, 1921, 1830, 1750}

グラフを描く　　{空気過剰率,理論燃焼温度}

カルキングのデータ-グラフで作成



# ＜ディーゼルサイクルのP－V線図を描く＞

動作液体の比熱比 $k=1.4$

$R$=空気のデータ$_{2,ガス定数}$ ガス定数=1

$C_p$=空気のデータ$_{2,定圧比熱}$ 定圧比熱=2

$C_v$=空気のデータ$_{2,定積比熱}$ 定積比熱=3

空気のデータ

| | |
|---|---|
| ガス定数 | 0.2872[kJ/kgK] |
| 定圧比熱 | 1.0050[kJ/kgK] |
| 定積比熱 | 0.7171[kJ/kgK] |

$V_1$=気体のデータ$_{2,状態1の体積}$ 状態1の体積=1

$P_1$=気体のデータ$_{2,状態1の圧力}$ 状態1の圧力=2

$T_1$=気体のデータ$_{2,状態1の温度}$ 状態1の温度=3

$V_2$=気体のデータ$_{2,状態2の体積}$ 状態2の体積=4

$Q_{23}$=気体のデータ$_{2,状態2から3の加熱量}$ 状態2から3の加熱量=5

気体のデータ

| | |
|---|---|
| 状態1の体積 | 800[cm$^3$] |
| 状態1の圧力 | 0.1[MPa] |
| 状態1の温度 | 400[K] |
| 状態2の体積 | 45[cm$^3$] |
| 状態2から3の加熱量 | 3[kJ] |

## このときのディーゼルサイクルのP－V線図を求める

$$M=\frac{P_1V_1}{RT_1}=\frac{0.1[\mathrm{MPa}]\times 800[\mathrm{cm^3}]}{0.2872[\mathrm{kJ\cdot K^{-1}\cdot kg^{-1}}]\times 400[\mathrm{K}]}=0.0006964[\mathrm{kg}]$$

$$T_1V_1^{k-1}=T_2V_2^{k-1}\quad\Rightarrow\quad T_2=T_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1}=400[\mathrm{K}]\times\left(\frac{800[\mathrm{cm^3}]}{45[\mathrm{cm^3}]}\right)^{1.4-1}=1265[\mathrm{K}]$$

$$P_1V_1^k=P_2V_2^k\quad\Rightarrow\quad P_2=P_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k}=0.1[\mathrm{MPa}]\times\left(\frac{800[\mathrm{cm^3}]}{45[\mathrm{cm^3}]}\right)^{1.4}=5.62[\mathrm{MPa}]$$

$$Q_{23}=MC_p(T_3-T_2)$$

$$T_3=\frac{Q_{23}}{MC_p}+T_2=\frac{3[\mathrm{kJ}]}{0.0006964[\mathrm{kg}]\times 1.005[\mathrm{kJ\cdot K^{-1}\cdot kg^{-1}}]}+1265[\mathrm{K}]=5551[\mathrm{K}]$$

$$\frac{V_3}{V_2}=\frac{T_3}{T_2}\quad\Rightarrow\quad V_3=\frac{T_3}{T_2}V_2=\frac{5551[\mathrm{K}]}{1265[\mathrm{K}]}\times 45[\mathrm{cm^3}]=197[\mathrm{cm^3}]$$

$P_3=P_2$ $\qquad$ $V_4=V_1$

$$P_3V_3^k=P_4V_4^k\quad\Rightarrow\quad P_4=P_3\left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{k}=5.62[\mathrm{MPa}]\times\left(\frac{197[\mathrm{cm^3}]}{800[\mathrm{cm^3}]}\right)^{1.4}=0.79[\mathrm{MPa}]$$

$$T_3V_3^{k-1}=T_4V_4^{k-1}\quad\Rightarrow\quad T_4=T_3\left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{k-1}=5551[\mathrm{K}]\times\left(\frac{197[\mathrm{cm^3}]}{800[\mathrm{cm^3}]}\right)^{1.4-1}=3169[\mathrm{K}]$$

# 工作機械駆動用主クラッチ

条件：　$n_1$=1430rpm　$M_L$=20N·m　$i$=2.8　$J_2$=0.04kg·m$^2$

高速作動　$v$=1m/s　$z_h$=200h$^{-1}$　$J_3$=0.5kg·m$^2$　$m$=800kg　(工具送り台)

選択：多板クラッチ　$M_S$=50N·m　μ=0.1　$d_a$=125mm　$d_i$=80mm

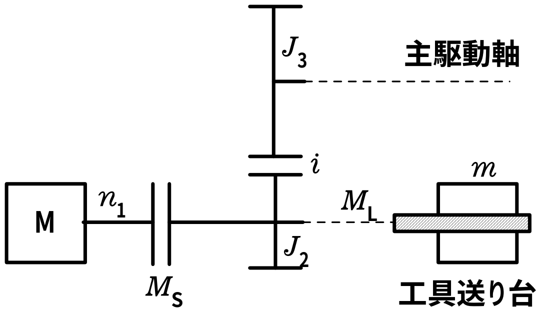
回転角速度：　$\omega_{10}=n_1=150\mathrm{s}^{-1}$

被動側の質量慣性モーメント：

$$J_{2等価}=J_2+\frac{J_3}{i^2}+m\left(\frac{v}{\omega_{10}}\right)^2=0.04\mathrm{kg\cdot m^2}+\frac{0.5\mathrm{kg\cdot m^2}}{2.8^2}+800\mathrm{kg}\times\left(\frac{1\mathrm{m/s}}{150\mathrm{s}^{-1}}\right)^2=0.14\mathrm{kg\cdot m^2}$$

すべり時間：

$$t_r=\frac{J_{2等価}\,\omega_{10}}{M_S-M_L}=\frac{0.14\mathrm{kg\cdot m^2}\times150\mathrm{s}^{-1}}{50\mathrm{N\cdot m}-20\mathrm{N\cdot m}}=0.7\mathrm{s}$$




摩擦仕事：

$$W_v=\frac{J_{2等価}\,\omega_{10}^2 M_S}{2(M_S-M_L)}=\frac{0.14\mathrm{kg\cdot m^2}\times\left(150\mathrm{s}^{-1}\right)^2\times50\mathrm{N\cdot m}}{2\times(50\mathrm{N\cdot m}-20\mathrm{N\cdot m})}=2625\mathrm{N\cdot m}$$

摩擦仕事率：

$$P_v=W_v z_h=2625\mathrm{N\cdot m}\times200\mathrm{h}^{-1}=146\mathrm{W}$$

摩擦面面積：

$$A_B=\frac{\pi\left(d_a^2-d_i^2\right)}{4}=\frac{3.14\times\left((125\mathrm{mm})^2-(80\mathrm{mm})^2\right)}{4}=72.4\mathrm{cm^2}$$

摩擦面の数：

$$z=\frac{P_v}{A_B q_{許容}}=\frac{146\mathrm{W}}{72.4\mathrm{cm^2}\times0.3\mathrm{W/cm^2}}=6.7$$

$q_{許容}$=0.3W/cm$^2$

xより大きい最小の偶数を返す関数

```
Even( x )
a=⌈x⌉
b=divmod(a,2)
{c=a      b2=0
{c=a+1
return c
```

クラッチ板の数：

$z_L=z+1=8+1=9$　　$z$=Even($z$)

摩擦面圧力：

$$r_m=\frac{1}{4}(d_a+d_i)=\frac{1}{4}\times(125\mathrm{mm}+80\mathrm{mm})=5.125\mathrm{cm}$$

$$p=\frac{M_S}{A_B z\,\mu\,r_m}=\frac{50\mathrm{N\cdot m}}{72.4\mathrm{cm^2}\times8\times0.1\times5.125\mathrm{cm}}=16.8\mathrm{N/cm^2}$$

# はずみ車つき6気筒エンジン

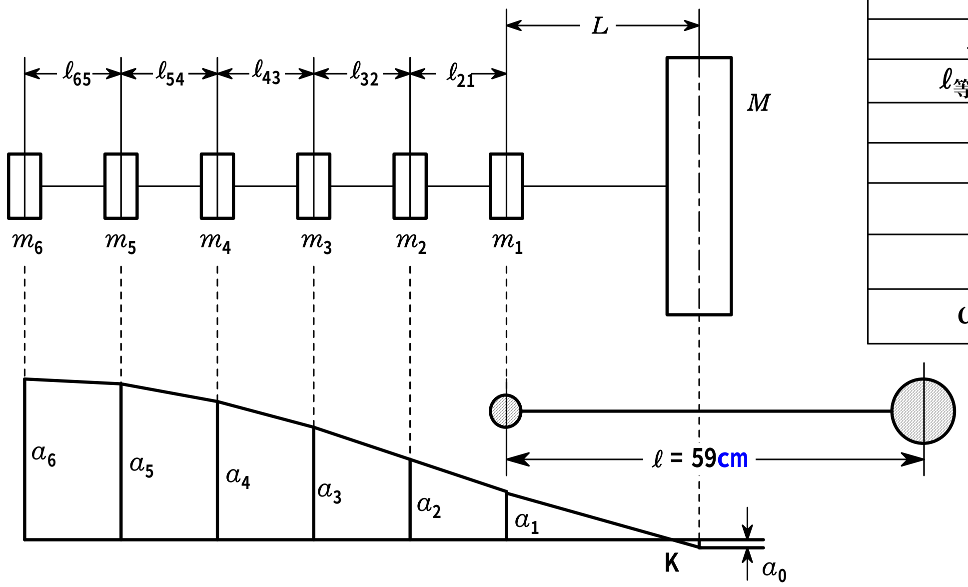
$m_1=m_2=m_3=m_4=m_5=m_6=m$　　$m=\mathrm{Data}_{2,1}$　　$M=\mathrm{Data}_{2,2}$　　初期データ=8

$\ell_{等価}=\mathrm{Data}_{2,3}$　　$L=\mathrm{Data}_{2,4}$　　$r=\mathrm{Data}_{2,5}$　　$G=\mathrm{Data}_{2,6}$　　$J_p=\mathrm{Data}_{2,7}$

**固有振動数を求める**

Data

| | |
|---|---|
| $m$ | 7.02kg |
| $M$ | 1522.5kg |
| $\ell_{等価}$ | 17cm |
| $L$ | 25cm |
| $r$ | 8cm |
| $G$ | $0.83\times10^7$N/cm$^2$ |
| $J_p$ | 201cm$^4$ |
| $\omega_e$ | 1065.8s$^{-1}$ |




システム定数: $K=\dfrac{GJ_p}{r^2}=\dfrac{(8.3\times10^6)\,\mathrm{N/cm^2}\times201\mathrm{cm^4}}{(8\mathrm{cm})^2}=2.607\times10^7\mathrm{N}$

2質量ー等価系: $\ell=2\ell_{等価}+L=2\times17\mathrm{cm}+25\mathrm{cm}=59\mathrm{cm}$

$$\omega_{elim}=\sqrt{\frac{K}{\ell}\,\frac{6m+M}{6mM}}=\sqrt{\frac{(2.607\times10^7)\,\mathrm{N}}{59\mathrm{cm}}\times\frac{6\times7.02\mathrm{kg}+1522.5\mathrm{kg}}{6\times7.02\mathrm{kg}\times1522.5\mathrm{kg}}}=1038\mathrm{s^{-1}}$$

**最初の仮定**: $\omega_e=\mathrm{Data}_{2,初期データ}$

$a_{1..6}=0$　　配列定義します。

$a_0$だけは別扱いします。

$a_6=1.0\mathrm{cm}$

$n=\dfrac{\omega_e-\omega_{elim}}{0.1\mathrm{s^{-1}}}=278$　　最大繰り返し数

残差$R$が負から正になったら終了します。

$(\ \mathrm{for}\ k=1\ \mathrm{to}\ n\ \mathrm{step}\ 1\ )$
残差計算$(\ \omega_e^2\ )$
break　$R/1\mathrm{N}\geqq0$
$\omega_e=\omega_e-0.1\mathrm{s^{-1}}$

求める値が$\omega_e$にセットされています。

$\omega_e$ の値にしたがって$a_k$を求め、
残差$R$を求める関数を定義します。

残差計算$(\ \omega\ )$
$c=\dfrac{\omega}{K}\ell_{等価}m$
$(\ \mathrm{for}\ k=5\ \mathrm{to}\ 1\ \mathrm{step}\ -1\ )$
$a_k=a_{k+1}-c\sum_{n=k+1}^{6}a_n$
$c_L=\dfrac{\omega}{K}Lm$
$a_0=a_1-c_L\sum_{n=1}^{6}a_n$
$R=\omega\left(\sum_{n=1}^{6}a_n m+a_0M\right)$
return

**値の確認**　　$\omega_e=1065.7\mathrm{s^{-1}}$　　$R=754\mathrm{N}$　　$a_0=-0.0199064\mathrm{cm}$

$a=\{0.310896\mathrm{cm},\ 0.519677\mathrm{cm},\ 0.70144\mathrm{cm},\ 0.846736\mathrm{cm},\ 0.948011\mathrm{cm},\ 1\mathrm{cm}\}$

# ＜品質管理1＞

## 常態分布図

**左側にかかれた計算式と、次のページの計算式を実行すると、右のような計算結果になります。**

Sheet1

| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | Mean | Sigma | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y1 | 3.95 | 4.64 | 3.81 | 3.40 | 3.80 | 3.57 | 3.35 | 4.02 | 3.50 | 3.74 | | | |
| Y2 | 3.27 | 3.22 | 4.16 | 3.15 | 4.03 | 4.00 | 3.74 | 3.99 | 3.72 | 3.71 | | | |
| mean | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

| Mean | Sigma | |
|---|---|---|
| 3.778 | 0.377 | |
| 3.699 | 0.367 | |
| 3.739 | 0.372 | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

### 実行前

N=20

MIN(A)=

MAX(A)=

R=MAX(A)-MIN(A)=

K=7

H=R/K=

| 組別 | 下限 | 上限 | f(pcs) | u | uf | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01X | | | | | | |
| 02X | | | | | | |
| 03X | | | | | | |
| 04X | | | | | | |
| 05X | | | | | | |
| 06X | | | | | | |
| 07X | | | | | | |
| 08X | | | | | | |
| 09X | | | | | | |
| | TOTAL | | | | | |

| | f |
|---|---|
| 01X | |
| 02X | |
| 03X | |
| 04X | |
| 05X | |
| 06X | |
| 07X | |

**規格下限** SL=3

**平均** $\chi=\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC+2,2+DataIndexR}}=3.739$

**標準差** $\sigma=\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC+3,2+DataIndexR}}=0.372$

$$Cpk=\frac{\chi-SL}{3\sigma}=\frac{3.739-3}{3\times0.372}=$$

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{\left\{\frac{-(x-\chi)^2}{2\sigma^2}\right\}}$$

### 再実行後

N=20

MIN(A)=3.15

MAX(A)=4.64

R=MAX(A)-MIN(A)=1.49

K=7

H=R/K=0.213

| 組別 | 下限 | 上限 | f(pcs) | u | uf | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01X | 3.15 | 3.36 | 4 | | | |
| 02X | 3.36 | 3.58 | 3 | | | |
| 03X | 3.58 | 3.79 | 4 | | | |
| 04X | 3.79 | 4.00 | 5 | | | |
| 05X | 4.00 | 4.22 | 3 | | | |
| 06X | 4.22 | 4.43 | 0 | | | |
| 07X | 4.43 | 4.64 | 1 | | | |
| 08X | | | | | | |
| 09X | | | | | | |
| | TOTAL | | 20 | | | |

| | f |
|---|---|
| 01X | **** |
| 02X | *** |
| 03X | **** |
| 04X | ***** |
| 05X | *** |
| 06X | |
| 07X | * |

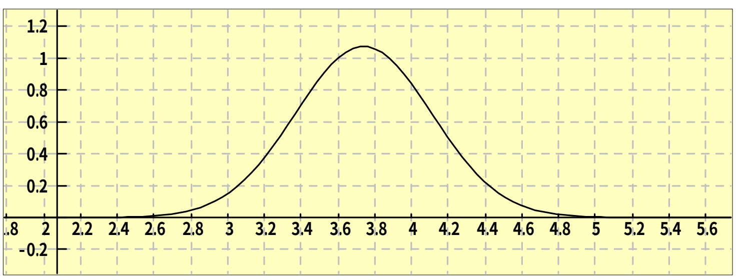
SL=3

$\chi=\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC+2,2+DataIndexR}}=3.739$

$\sigma=\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC+3,2+DataIndexR}}=0.372$

$$Cpk=\frac{\chi-SL}{3\sigma}=\frac{3.739-3}{3\times0.372}=0.662$$

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{\left\{\frac{-(x-\chi)^2}{2\sigma^2}\right\}}$$



# ＜品質管理２＞ カルキングで作成した常態分布図のプログラム

DataIndexC=table_column(Sheet1)-4　　DataIndexR=2

table_row(Sheet1)=8　　table_column(Sheet1)=14

DataIndexC=10　　DataIndexR=2

$A_{1..20}=0$

( **for** k = 1 **to** 10 **step** 1 )
$A_k=\text{Sheet1}_{k+1,2}$
( **for** k = 11 **to** 20 **step** 1 )
$A_k=\text{Sheet1}_{k+1-10,3}$

A={3.95, 4.64, 3.81, 3.4, 3.8, 3.57, 3.35, 4.02, 3.5, 3.74, 3.27, 3.22, 4.16, 3.15, 4.03, 4, 3.74, 3.99, 3.72, 3.71}

( **for** k = 2 **to** 2+DataIndexR-1 **step** 1 )

$$\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+2,k}=\frac{\sum_{i=1}^{\text{DataIndexC}}\text{Sheet1}_{1+i,k}}{\text{DataIndexC}}$$ Calculation of Mean

$$\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+3,k}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\text{DataIndexC}}\left(\text{Sheet1}_{1+i,k}-\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+2,k}\right)^2}{\text{DataIndexC}-1}}$$ Calculation of Sigma

$$\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+2,2+\text{DataIndexR}}=\frac{\sum_{i=1}^{\text{DataIndexR}}\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+2,2+i-1}}{\text{DataIndexR}}$$ Mean of Mean

$$\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+3,2+\text{DataIndexR}}=\frac{\sum_{i=1}^{\text{DataIndexR}}\text{Sheet1}_{\text{DataIndexC}+3,2+i-1}}{\text{DataIndexR}}$$ Mean of Sigma

( **for** k = 1 **to** 7 **step** 1 ) for making 上限 and 下限 data
$\text{Sheet2}_{2,1+k}=3.15+(k-1)H$
$\text{Sheet2}_{3,1+k}=3.15+kH$

$x_1=0$　$x_2=0$　$x_3=0$　$x_4=0$　$x_5=0$　$x_6=0$　$x_7=0$

( **for** k = 1 **to** 20 **step** 1 )

$$\begin{cases} x_1=x_1+1 & A_k\le \text{Sheet2}_{3,2} \\ x_2=x_2+1 & \text{Sheet2}_{3,2}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,3} \\ x_3=x_3+1 & \text{Sheet2}_{3,3}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,4} \\ x_4=x_4+1 & \text{Sheet2}_{3,4}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,5} \\ x_5=x_5+1 & \text{Sheet2}_{3,5}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,6} \\ x_6=x_6+1 & \text{Sheet2}_{3,6}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,7} \\ x_7=x_7+1 & \text{Sheet2}_{3,7}<A_k\le \text{Sheet2}_{3,8} \end{cases}$$ Count each areas

$\text{Sheet2}_{4,2}=x_1$ Set f
$\text{Sheet2}_{4,3}=x_2$
$\text{Sheet2}_{4,4}=x_3$
$\text{Sheet2}_{4,5}=x_4$
$\text{Sheet2}_{4,6}=x_5$
$\text{Sheet2}_{4,7}=x_6$
$\text{Sheet2}_{4,8}=x_7$
$\text{Sheet3}_{2,2}=|x_1 * "*"|$ Draw Histgram
$\text{Sheet3}_{2,3}=|x_2 * "*"|$
$\text{Sheet3}_{2,4}=|x_3 * "*"|$
$\text{Sheet3}_{2,5}=|x_4 * "*"|$
$\text{Sheet3}_{2,6}=|x_5 * "*"|$
$\text{Sheet3}_{2,7}=|x_6 * "*"|$
$\text{Sheet3}_{2,8}=|x_7 * "*"|$
$\text{Sheet2}_{4,11}=x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7$

# ＜成績管理＞

## 成績計算 (成績表,30)

これを実行すると30人の平均点を求め、偏差値、順位を表にセットしていきます。
また、table_spec1にしたがって度数分布表を作成します。

**実行前**

成績表

| 番号 | 合計点 | 偏差値 | 順位 |
|---|---|---|---|
| 1 | 204 | | |
| 2 | 241 | | |
| 3 | 239 | | |
| 4 | 210 | | |
| 5 | 220 | | |
| 6 | 205 | | |
| 7 | 206 | | |
| 8 | 185 | | |
| 9 | 193 | | |
| 10 | 234 | | |
| 11 | 218 | | |
| 12 | 219 | | |
| 13 | 198 | | |
| 14 | 188 | | |
| 15 | 213 | | |
| 16 | 238 | | |
| 17 | 221 | | |
| 18 | 182 | | |
| 19 | 229 | | |
| 20 | 208 | | |
| 21 | 219 | | |
| 22 | 231 | | |
| 23 | 237 | | |
| 24 | 215 | | |
| 25 | 224 | | |
| 26 | 217 | | |
| 27 | 198 | | |
| 28 | 205 | | |
| 29 | 231 | | |
| 30 | 245 | | |

**実行後**

成績表２

| 番号 | 合計点 | 偏差値 | 順位 |
|---|---|---|---|
| 1 | 204 | 43 | 24 |
| 2 | 241 | 65 | 2 |
| 3 | 239 | 64 | 3 |
| 4 | 210 | 47 | 19 |
| 5 | 220 | 52 | 12 |
| 6 | 205 | 44 | 22 |
| 7 | 206 | 44 | 21 |
| 8 | 185 | 32 | 29 |
| 9 | 193 | 37 | 27 |
| 10 | 234 | 61 | 6 |
| 11 | 218 | 51 | 15 |
| 12 | 219 | 52 | 13 |
| 13 | 198 | 40 | 25 |
| 14 | 188 | 34 | 28 |
| 15 | 213 | 48 | 18 |
| 16 | 238 | 63 | 4 |
| 17 | 221 | 53 | 11 |
| 18 | 182 | 30 | 30 |
| 19 | 229 | 58 | 9 |
| 20 | 208 | 45 | 20 |
| 21 | 219 | 52 | 13 |
| 22 | 231 | 59 | 7 |
| 23 | 237 | 62 | 5 |
| 24 | 215 | 50 | 17 |
| 25 | 224 | 55 | 10 |
| 26 | 217 | 51 | 16 |
| 27 | 198 | 40 | 25 |
| 28 | 205 | 44 | 22 |
| 29 | 231 | 59 | 7 |
| 30 | 245 | 67 | 1 |

**左の表作成実行プログラム**

```
成績計算 (Sheet,n)
var a,b,c,d
b_{1..n}=0
( for k = 1 to n step 1 )
  b_k=Sheet_{2,k+1}
a=message_dialog("成績計算","平均点を求めます",1)
stop  a=2
平均点=average(b)
a=message_dialog("成績計算","偏差値をセットします",1)
stop  a=2
c=stdevp(b)
( for k = 1 to n step 1 )
  Sheet_{3,k+1}=(b_k-平均点)/c ×10+50
a=message_dialog("成績計算","順位をセットします",1)
stop  a=2
d=sort(b)
( for k = 1 to n step 1 )
  ( for j = 1 to n step 1 )
    { Sheet_{4,k+1}=n+1-j   b_k=d_j
a=message_dialog("成績計算","度数分布を作成します",1)
stop  a=2
度数分布表作成(b)
```

**度数分布の表作成実行プログラム**

度数分布

| 合計点 | |
|---|---|
| 246～250 | 0 |
| 241～245 | 2 |
| 236～240 | 3 |
| 231～235 | 3 |
| 226～230 | 1 |
| 221～225 | 2 |
| 216～220 | 5 |
| 211～215 | 2 |
| 206～210 | 3 |
| 201～205 | 3 |
| 196～200 | 2 |
| 191～195 | 1 |
| 186～190 | 1 |
| 181～185 | 2 |
| 計 | 30 |

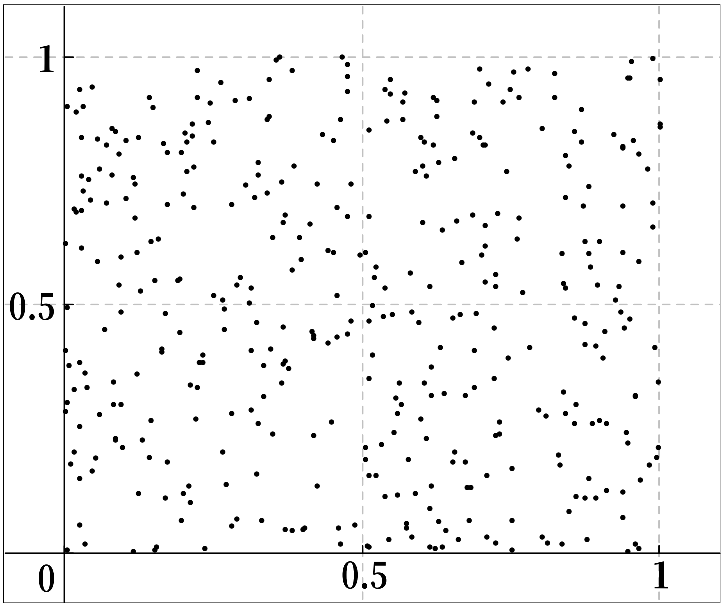
```
度数分布表作成 (x)
var a,c,p,s,t,u
command_interface_table(table_spec1)
度数分布_{1,1}=¦"合計点"¦
度数分布_{1,16}=¦"計"¦
度数分布_{2,16}=‖x‖
t=250
s=246
( for k = 1 to 14 step 1 )
  u=≪s≫+"～"+≪t≫
  度数分布_{1,k+1}=¦u¦
  s=s-5
  t=t-5
p=table_row(度数分布)
( for k = 2 to p-1 step 1 )
  度数分布_{2,k}=0
( for k = 1 to n step 1 )
  c=ceil((b_k-180)/5)
  度数分布_{2,p-c}=度数分布_{2,p-c}+1
a=message_dialog("成績計算","度数分布表を作成しました",0)
```

table_spec1

| table_interface | 引数 | 備考 |
|---|---|---|
| function | create | 新規作成 |
| 表の名称 | 度数分布 | |
| 行数 | 16 | |
| 列数 | 2 | |
| 作成位置(X) | 40 | スクリーン座標 |
| 作成位置(Y) | 1000 | スクリーン座標 |
| テキスト配置(X) | 2 | 左(0):中央(1):右(2) |
| テキスト配置(Y) | 1 | 上(0):中央(1):下(2) |
| フレームID | 41 | 作成された表のID |

# 散　布　図

カルキングの乱数のデータの散らばり具合を2Dデータグラフの散布図で表示します。これにより数値データでは分りにくいデータの散らばりが明瞭に分かります。
以下の代入定義をひとつづつ実行してください




x=random(400)

y=random(400)

{x,y}

この式選択して「実行」-
「2D-グラフ」-「データ型-「x,y軸」」でデータ型のスタイルを散布図にします。

具体的データを以下に表示します。

{x,y}=　　　計算実行で以下のようになります。

このようにマウスクリックし、shiftキー+→　でデータ部を選択して2D－グラフで散布図を描くこともできます。

({x,y}={{0.951577, 0.778708, 0.127214, 0.83791, 0.196165, 0.510497, 0.312305, 0.729214, 0
.363737, 0.117298, 0.957105, 0.937156, 0.283817, 0.164935, 0.70712, 0.365499, 0.5728, 0.5
47227, 0.948592, 0.146527, 0.872328, 0.805772, 0.222417, 0.379909, 0.678429, 0.871611, 0
.743143, 0.51075, 0.415604, 0.537317, 0.602081, 0.00437562, 0.70092, 0.746601, 0.243124,
0.800995, 0.565997, 0.0789978, 0.439773, 0.171895, 0.119947, 0.98666, 0.75094, 0.808728
, 0.999788, 0.872796, 0.665552, 0.08387, 0.605974, 0.598332, 0.0346306, 0.167942, 0.1427
21, 0.221086, 0.0546622, 0.332267, 0.822525, 0.207656, 0.032359, 0.280315, 0.688442, 0.8
46177, 0.719256, 0.558508, 0.672099, 0.016442, 0.6868, 0.958309, 0.600331, 0.505657, 0.2
29871, 0.945888, 0.554428, 0.474269, 0.626847, 0.757819, 0.486357, 0.891237, 0.170948, 0
.988296, 0.0157844, 0.34834, 0.160762, 0.749083, 0.854656, 0.754202, 0.614158, 0.448047,
0.6117, 0.203867, 0.562436, 0.705982, 0.00316607, 0.084244, 0.0433448, 0.287185, 0.5461
79, 0.263248, 0.998376, 0.829216, 0.896898, 0.634059, 0.859349, 0.579678, 0.637383, 0.26
3063, 0.312498, 0.308614, 0.430986, 0.990723, 0.454773, 0.688797, 0.683464, 0.841192, 0.
696021} })

# ＜光学レンズ＞

**レンズの結像方程式** $-\dfrac{1}{a}+\dfrac{1}{a'}=\dfrac{1}{f'}$　　**結像方程式のニュートンの形式** $\bar{z}z'=-f'^2$

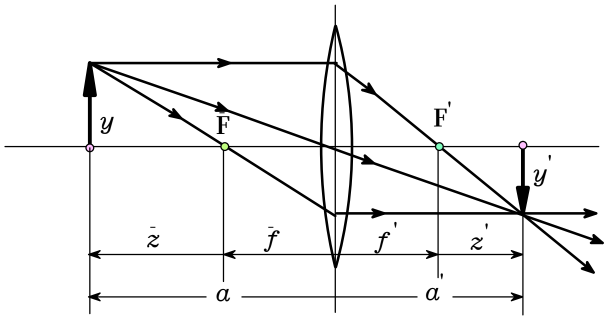
$a$:物体までの距離
$a'$:像までの距離
$f'$:焦点距離
$\bar{z}$:焦点$\bar{F}$からの物体の距離
$z'$:焦点$F'$からの物体の距離

**結像倍率** $\beta'=\dfrac{y'}{y}=\dfrac{a'}{a}$　　**奥行き倍率** $\alpha'=\dfrac{a'}{a}=\beta'^2$

$y$:物体の大きさ
$y'$:像の大きさ

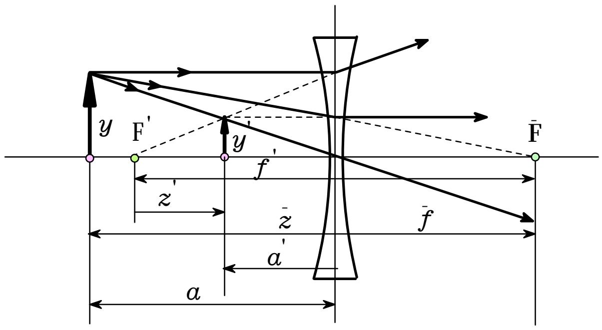
凸レンズによる像 ($f'>0$; $\bar{f}<0$)

| 物体の位置 | 像の位置 | 像の倍率 | 像の種類 |
|---|---|---|---|
| $a=-\infty$ | $a'=f'$ | $\beta'=0$ 縮小 | 実像、倒立 |
| ↓ | ↓ | ↓ | |
| $-2f'$ | $2f'$ | $-1$ 等倍 | |
| ↓ | ↓ | ↓ 拡大 | |
| $-f'$ | $+\infty$ | $-\infty$ | |
| $-f'$ | $-\infty$ | $-\infty$ 拡大 | 虚像、正立 |
| ↓ | ↓ | ↓ | |
| 0 | 0 | $+1$ 等倍 | |




凹レンズによる像 ($f'<0$; $\bar{f}>0$)

| 物体の位置 | 像の位置 | 像の倍率 | 像の種類 |
|---|---|---|---|
| $a=-\infty$ | $a'=f'$ | $\beta'=0$ 縮小 | 虚像、正立 |
| ↓ | ↓ | ↓ | |
| 0 | 0 | $+1$ 等倍 | |




**レンズの屈折力:** $D=\dfrac{1}{f'}=-\dfrac{1}{\bar{f}}$　　**薄いレンズの屈折力:** $D=(n-1)\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)$

$D$:屈折力 ($m^{-1}$=dpt)
$n$:ガラスの屈折率
$r_1,r_2$:レンズの曲率半径
$d$:レンズ中央間の距離

**距離$d$を置いた2枚の薄いレンズの合成焦点距離および屈折力:** $f'=\dfrac{f_1'f_2'}{f_1'+f_2'-d}$　　$D=D_1+D_2-dD_1D_2$

## 例題

**問1**　焦点距離 $f'$=0.1m の凸レンズで、レンズの前 $a$=-0.15m のところにある $y$=5cm の物体の像を結ばせる。
a) 像のレンズからの距離 $a'$ はいくらか。
b) 像の大きさはいくらか。

**解1**　a)　$f'=0.1\mathrm{m}$　　$a=-0.15\mathrm{m}$　　$a'=\dfrac{af'}{a+f'}=\dfrac{(-0.15)\,\mathrm{m}\times0.1\mathrm{m}}{(-0.15)\,\mathrm{m}+0.1\mathrm{m}}=0.3\mathrm{m}$　　レンズの後方

b)　$y=5\mathrm{cm}$　　$\dfrac{y'}{y}=\dfrac{a'}{a}$　　$y'=\dfrac{a'}{a}y=\dfrac{0.3\mathrm{m}}{(-0.15)\,\mathrm{m}}\times5\mathrm{cm}=-10\mathrm{cm}$　　像は倒立で、大きさは10cm

**問2**　曲率半径が20cmと30cm の両凸面レンズがある。
ガラスの屈折率 $n$=1.6 とすると、レンズの屈折率と焦点距離はいくらか。

**解2**　$r_1=20\mathrm{cm}$　　$r_2=-30\mathrm{cm}$　　$n=1.6$

$D=(n-1)\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)=(1.6-1)\times\left(\dfrac{1}{20\mathrm{cm}}-\dfrac{1}{(-30)\,\mathrm{cm}}\right)=5\mathrm{m}^{-1}$　　$f'=\dfrac{1}{D}=\dfrac{1}{5\mathrm{m}^{-1}}=0.2\mathrm{m}$

**問3**　問2 の両凸面レンズに、焦点距離 $f'$=-15cm の凹面レンズを組み合わせた。
その組み合わせレンズは凸レンズか凹レンズか。また焦点距離はいくらか。

**解3**　$D_1=5\mathrm{m}^{-1}$　　$f_2'=-15\mathrm{cm}$　　$D_2=\dfrac{1}{f_2'}=\dfrac{1}{(-15)\,\mathrm{cm}}=-6.67\mathrm{m}^{-1}$

$D=D_1+D_2=5\mathrm{m}^{-1}+(-6.67)\,\mathrm{m}^{-1}=-1.67\mathrm{m}^{-1}$　　組み合わせレンズは凹レンズとして働く

$f'=\dfrac{1}{D}=\dfrac{1}{(-1.67)\,\mathrm{m}^{-1}}=-0.60\mathrm{m}$

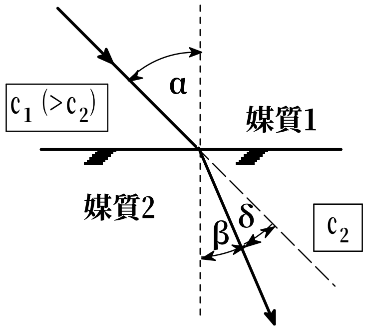
(技術評論社) 工学技術の公式より

# ＜光の屈折＞

## スネルの屈折の法則

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{c_1}{c_2}=n_{21}$$

α:入射角　$c_1$:媒質1中の光速
β:屈折角　$c_2$:媒質2中の光速




## 2つの物質間の相対的な屈折率は絶対屈折率の比である。

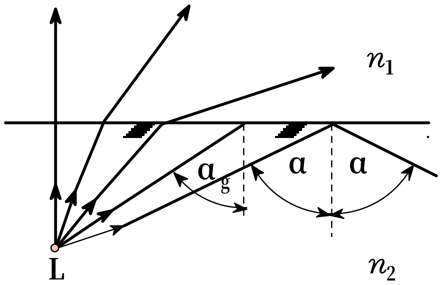
$$n_{21}=\frac{n_{20}}{n_{10}}=\frac{n_2}{n_1}$$

$n_{10}$:真空に対する媒質1の屈折率$=\dfrac{c_0}{c_1}$

$n_{20}$:真空に対する媒質2の屈折率$=\dfrac{c_0}{c_2}$

## 全反射の臨界角

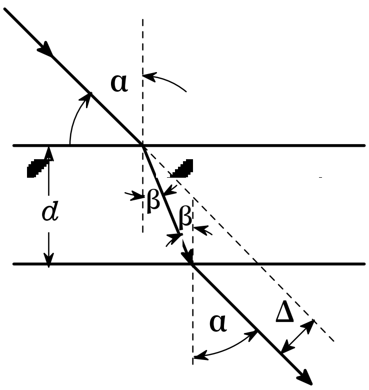
$$\sin\alpha_g=\frac{1}{n_{21}}=n_{12}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{c_2}{c_1}$$




## 平行平面板を通過する際の光路の平行移動量

$$\Delta=\frac{d\sin(\alpha-\beta)}{\cos\beta}=d\sin\alpha\times\left(1-\frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}}\right)$$

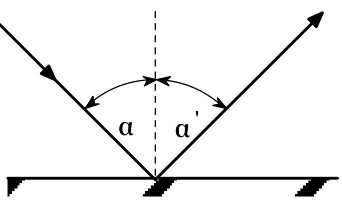
$d$:板厚
$n$:ガラスの屈折率




# ＜光の反射＞

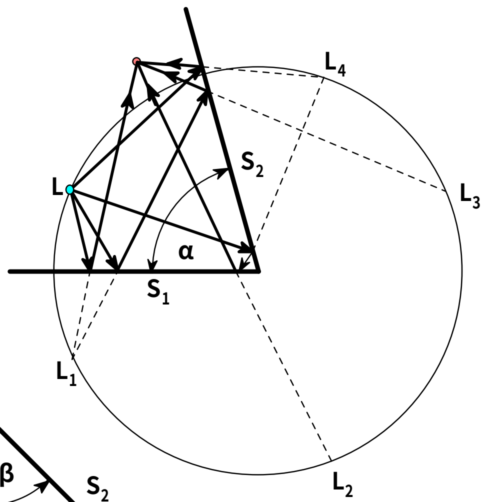
## 平面による反射

$\alpha=\alpha'$



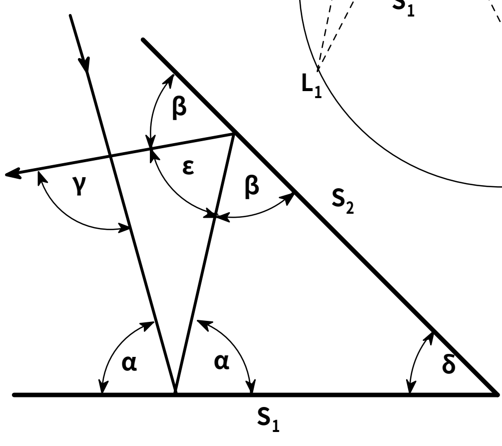

## 2面鏡による像の数（対象物も含める）

$$n=\frac{2\pi}{\alpha}$$

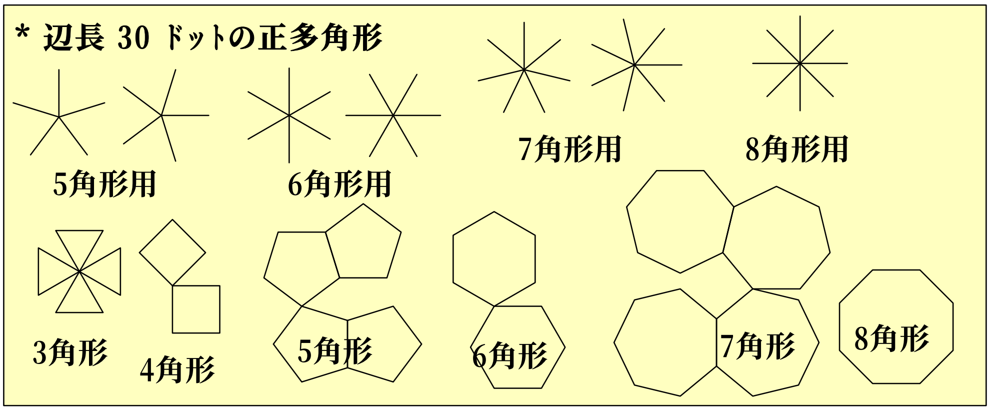


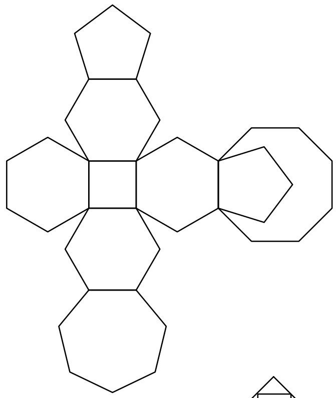

## 角度δをなす2枚の鏡による反射

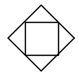
$\gamma=2\pi-2(\alpha+\beta)=2\delta$



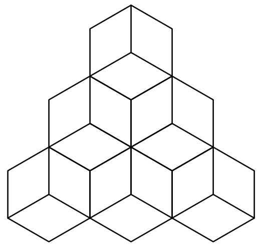
# ＜化学構造式の作図例＞





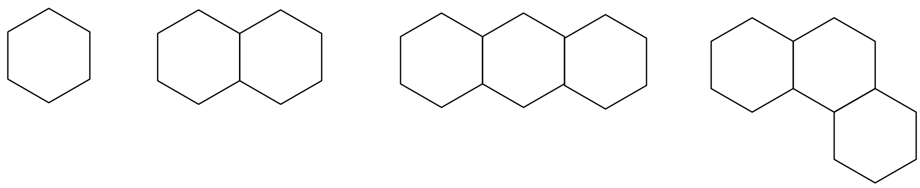
正多角形を形成する素材として、線長 30ドットで、各種の傾斜を持った線分を準備しました。
正多角形といっても、画面上で定義されたドットを単位としているので、精度で言えば、
最低に抑えても、±半ドットになります。その作成方法は、解説するだけでも暑苦しいので、
力仕事だったとだけ言っておきましょう。



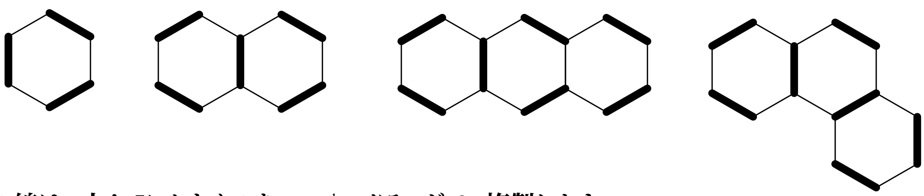
作図機能では、頂点へスナップを利かせるのが便利です。
この機能を利用して、上記の線分群は、何角形用かを分別するため、頂点接触させています。
それらの線分を材料として作った、正多角形は、特例を除き、どれか1辺が、水平、又は、
垂直の辺を持つようなものを準備しました。

このようにして作った正多角形は、組み合わせによって、右側上部に描いたような、組み合わせ図形にすることができます。
これが、多員環を含んだ化学構造式作成に効力を発揮します。

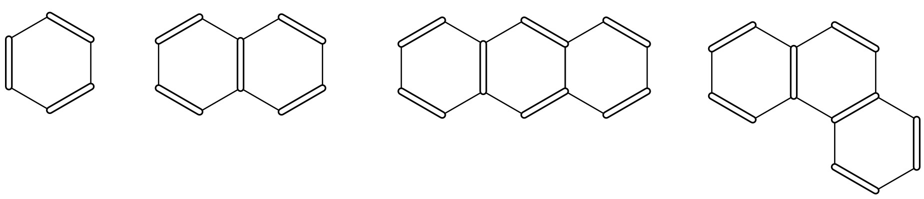
多員環の場合は、二重結合が必要だ! その通りです。二重結合は、太線の上に、やや細めの白線を被せます。
ベンゼン、ナフタレン、アントラセン、及び、ナフタセンを描いてみます。
先ず、垂直線を含んだ、正6角形です。ctrl を押しながら。ドラッグを繰り返します。

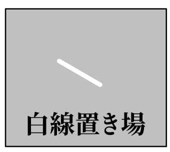


骨格を作るだけなら簡単です。この状態から、二重結合にしたいところへ、合致するはずの線分を、ctrl + ドラッグで、
1つ貼り付けます。線の太さを、5 にします。



同じ向きの線は、太さ 5にしたものを、ctrl + ドラッグで、複製します。
これだけでも雰囲気は十分です。同様に、同じ線分を、複写してから、太さを 3にし、色も、白にします。
これも、太線全部に、複製を被せます。



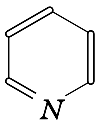


グレーボード

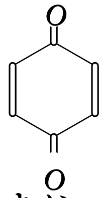
これで完成! 結構簡単です。後から作った図形は、上に被さります。
太線が、細線に被さるだけでなく、細線が、太線に被さって、二重線になります。
後から作った図形が、上に被さるのだ、と覚えます。6員環のみの炭化水素は、これで完了です。

複写元の線を掴みそこなうと、他の図形しか選択できなくなることがあります。
目的の線を捉まえるまで、邪魔な図形を他へ移動させて、目的の作業が済んでから、外した図形を元へ戻すのが得策です。
この作業は、頂点へのスナップを利かせている場合には、特に好都合です。

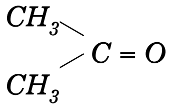
炭素のCが他の元素に置き換わる場合は、頂点に、例えば、窒素N、酸素Oを書きます。



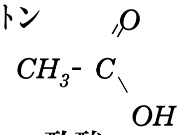
ピリジン



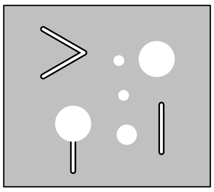
キノン



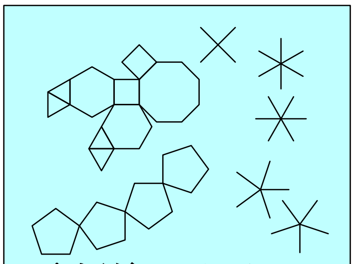
アセトン



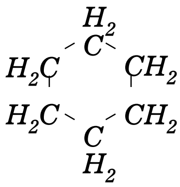
酢酸



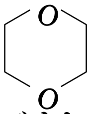
O
N
C
$CH_3$
$CH_2$



* 辺長 16 ドットの
正多角形



シクロヘキサン



ジオキサン

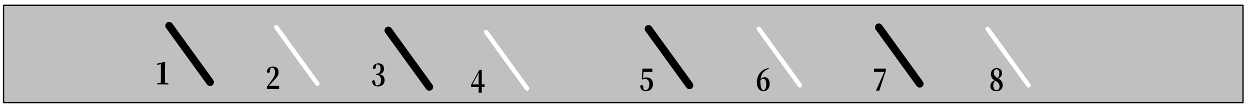
ここでは、化学記号のフォントを、*SMPLX martini* にしてみました。
幾つか並べた化学構造式も、このようにしかならない訳ではなく、理科年表を開いて、目に留まったものを並べただけです。
どんな構成になっているかをチェックしたい方は、最後にこのファイルを破棄終了する積りで、こねくり回し、中間段階を
保存したくなったら、ファイルに 名前をつけて保存で、別名を付けてください。

構成のチェック方法は、右上にあるようなグレーボードを、これも作図で作ります。長方形の中へ、色を付けておきます。
通常、このボードに部品類を並べて、白い図形を紛失しないためのものです。
注意して欲しいのは、ファイルの中で、最初に作った状態にしておくことです。順序を、「最下面へ移動」にしておきます。

図形は、各ファイルの中で、製造番号が連番で付けられていて、古い図形の上に、新しい図形が上書きされます。
不透明なグレーボードを、「最下面へ移動」の操作で、製造番号を 1(最も古い状態)にして、何をおいても、下へ隠れることが
無いようにしておきます。

本題へ戻りましょう。部品類(各種多角形と、構成要素の直線)は、各々の頂点に引き寄せられる性質があります。
詳しく言えば、わざわざ、オプションメニューで、「頂点へスナップ」のチェックを外した場合でなければ、スナップしてしまいます。
この機能があるので、部品類をグレーボードへ移動させても、元の状態は復帰させるには簡単です。

元へ戻したはずが、戻らない場合があれば、ばらした部品の一部が入れ替わったことが考えられます。
これも、製造番号の問題です。太い直線の上に載せたはずの中太の白い直線が、見えなくなった場合です。




数字は、製造順です。1から2、2から3、3から4を複製し、各々の太さと色にしました。まとめて、1～4 の複製を作り、順番に、
5～8 にしました。作図モードで、黒をドラッグして白へ、或いは、白をドラッグして黒へ被せてみましょう。
結果は、番号が大きい方が上にきます。

先程の作戦が見えなくなった例は、1～4 を同時にばらし、組み立て時に、「1と3」或いは、「2と4」を取り違えた! といったことが
考えられます。
ばらしてチェックした結果を、「良い例」だけでなく、「悪い例」も捉えて、さらに良い構造式を創造して頂けたらと思います。

できるだけ精度の良い部品を準備し、それを使うのは、あくまでも、安定感のある見やすい構造式を描きたいからで、
フリーハンドに近い作業で上手に描けるなら、面倒くさい作業は止めた方がいいでしょう。
部品だけでは描けないものが出てきたら如何すればいいのでしょう?

作図機能は、そのためにあることを忘れないで下さい。
ベンゼン核のような決まりきった「定型品」でバランスを取り、特殊部分は、より手間をかけて、それらしいものを作りましょう。
正多角形だけでなく、平べったい多角形を使ったり、個人用の定型の連続曲線を組むのもいいと思います。

# ＜svdデータ解析＞

## 多変量データに対する特異値分解

右の表は種々の色サンプルの分光反射率のデータです。
第1行目は400nmから700nmまでの40nmごとの波長の値、
第1列目は色サンプルの番号です。
それらサンプルの分光反射率の値を1000倍した値が
データとして記入されています。
このデータに対して特異値分解を行ってみましょう。

Data

| | 400 | 440 | 480 | 520 | 560 | 600 | 640 | 680 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 307 | 470 | 456 | 422 | 517 | 862 | 891 | 893 |
| 2 | 201 | 226 | 214 | 205 | 234 | 508 | 532 | 530 |
| 3 | 72 | 73 | 69 | 58 | 56 | 279 | 317 | 312 |
| 4 | 53 | 53 | 44 | 35 | 37 | 296 | 489 | 492 |
| 5 | 236 | 309 | 332 | 445 | 568 | 817 | 845 | 847 |
| 6 | 83 | 90 | 102 | 178 | 273 | 507 | 525 | 523 |
| 7 | 37 | 38 | 48 | 140 | 243 | 590 | 643 | 649 |
| 8 | 22 | 22 | 24 | 47 | 98 | 233 | 231 | 222 |
| 9 | 128 | 147 | 175 | 489 | 671 | 687 | 697 | 697 |
| 10 | 35 | 45 | 86 | 407 | 734 | 739 | 736 | 757 |
| 11 | 42 | 45 | 58 | 235 | 338 | 367 | 349 | 348 |
| 12 | 20 | 19 | 22 | 87 | 134 | 149 | 140 | 133 |
| 13 | 109 | 153 | 266 | 650 | 680 | 539 | 480 | 527 |
| 14 | 45 | 55 | 86 | 320 | 367 | 248 | 190 | 217 |
| 15 | 27 | 28 | 34 | 137 | 146 | 99 | 74 | 81 |
| 16 | 245 | 388 | 580 | 758 | 632 | 393 | 298 | 341 |
| 17 | 109 | 162 | 305 | 445 | 323 | 144 | 93 | 114 |
| 18 | 44 | 60 | 112 | 223 | 125 | 39 | 25 | 29 |
| 19 | 15 | 17 | 28 | 66 | 29 | 11 | 9 | 10 |
| 20 | 303 | 548 | 755 | 772 | 607 | 365 | 271 | 305 |
| 21 | 160 | 267 | 451 | 452 | 276 | 122 | 80 | 96 |
| 22 | 63 | 109 | 246 | 228 | 92 | 35 | 24 | 27 |
| 23 | 19 | 27 | 70 | 61 | 20 | 10 | 9 | 9 |
| 24 | 243 | 442 | 604 | 477 | 222 | 135 | 136 | 153 |
| 25 | 114 | 202 | 322 | 219 | 69 | 37 | 37 | 41 |
| 26 | 30 | 52 | 121 | 55 | 14 | 9 | 9 | 9 |
| 27 | 323 | 569 | 550 | 376 | 244 | 206 | 247 | 282 |
| 28 | 199 | 301 | 286 | 165 | 90 | 70 | 86 | 102 |
| 29 | 63 | 121 | 130 | 49 | 18 | 13 | 15 | 16 |
| 30 | 321 | 518 | 424 | 269 | 230 | 376 | 385 | 646 |
| 31 | 208 | 261 | 194 | 103 | 83 | 167 | 171 | 337 |
| 32 | 353 | 603 | 558 | 484 | 460 | 826 | 874 | 876 |
| 33 | 265 | 336 | 285 | 213 | 190 | 524 | 572 | 697 |
| 34 | 145 | 150 | 112 | 70 | 58 | 247 | 279 | 371 |
| 35 | 177 | 162 | 119 | 58 | 45 | 193 | 544 | 588 |

### Step 1　データ配列の準備

表の名前はDataとしています。
データ格納用の2次元配列を準備します。

m=table_row(Data)-1

n=table_column(Data)-1

i=1..m　　j=1..n

$A_{i,j}=0$

表データを配列に格納します。

$A_{i,j}=Data_{j+1,i+1}/1000$

**備考**　表の名前のDataについては、第1添字は列を、
第2添字は行を参照することに注意してください。
Dataの第1行目と第1列目は項目名になっているので、
それぞれ添字変数に1を加えてスキップしています。

### Step 2 特異値分解の計算

データ行列の特異値分解を行います。

w=svd(A, U, V)　　U=0　　V=0

wに特異値、Uに右行列、Vに左行列が格納されます。
これによって行列Aは次のように特異値分解されました。

$A=UWV^T$

ここでWは$w_1, w_2, \ldots, w_n$を要素とする対角行列です。成分で書くと

$$A_{p,q}=\sum_{r=1}^{n} w_r U_{p,r} V_{q,r}$$

この式の展開において、$w_r$の小さい項を無視することにより、データを近似を検討します。
総和が100になるよう基準化した相対特異値fを計算します。

特異値の相対値の計算　　$tr=\sum_{r=1}^{n} w_r$　　$f=\frac{w}{tr}\times 100$

累積相対特異値gの計算　　$g_j=0$　　$g_j=\sum_{r=1}^{j} f_r$

| r | w | f | g |
|---|---|---|---|
| 1 | 5.3822 | 58.41 | 58.41 |
| 2 | 1.8225 | 19.78 | 78.19 |
| 3 | 1.1106 | 12.05 | 90.24 |
| 4 | 0.2875 | 3.12 | 93.36 |
| 5 | 0.2665 | 2.89 | 96.25 |
| 6 | 0.1572 | 1.71 | 97.96 |
| 7 | 0.1125 | 1.22 | 99.18 |
| 8 | 0.0757 | 0.82 | 100.00 |

右の表は、特異値の値 (e)と相対特異値 (f) と累積相対特異値寄与率 (g) を示しています。右表を参照し、3までとって近似します。

$$A_{p,q}=\sum_{r=1}^{3} S_{p,r}V_{q,r} \qquad \text{ここで} \qquad S_{p,r}=e_r U_{p,r}$$

これらの形式から、Vは主成分分析の主成分ベクトル, Sは主成分得点に対応しています。

## 右行列Vの縦ベクトル

Vの最初の3つの縦ベクトルを表示します。

$$V_{*,1}=\begin{pmatrix}-0.168225\\-0.250212\\-0.279051\\-0.329634\\-0.342307\\-0.429556\\-0.443182\\-0.473776\end{pmatrix} \qquad V_{*,2}=\begin{pmatrix}0.177016\\0.364690\\0.537935\\0.429746\\0.121717\\-0.268414\\-0.384779\\-0.355943\end{pmatrix} \qquad V_{*,3}=\begin{pmatrix}-0.305183\\-0.458014\\-0.243431\\0.413687\\0.621933\\0.108389\\-0.114790\\-0.234445\end{pmatrix}$$

結果を主成分との結果を比較してみましょう。
このため、適当に-1を掛けて主成分ベクトルと符号を合わせます。

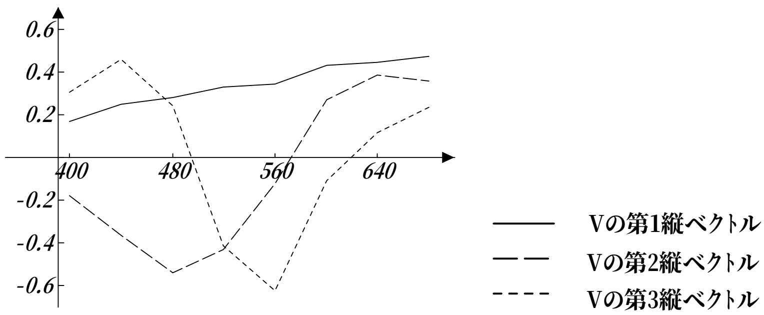
$V_{j,1}=-V_{j,1}$　　$V_{j,2}=-V_{j,2}$　　$V_{j,3}=-V_{j,3}$

このデータではベクトルの要素番号は波長に対応していました。
そこで各番号に対応する波長を設定します。

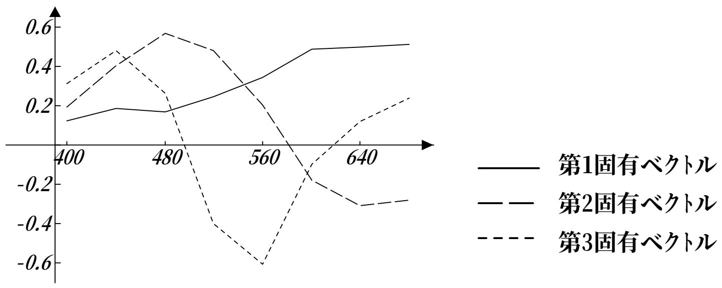
$\lambda_j=0$　　$\lambda_j=400+40*(j-1)$

下の表は各波長に対するVの3つの縦ベクトルの値を示しています。グラフはそれらの図示です。

| λ | $V_{*,1}$ | $V_{*,2}$ | $V_{*,3}$ |
|---|---|---|---|
| 400 | 0.168 | -0.177 | 0.305 |
| 440 | 0.250 | -0.365 | 0.458 |
| 480 | 0.279 | -0.538 | 0.243 |
| 520 | 0.330 | -0.430 | -0.414 |
| 560 | 0.342 | -0.122 | -0.622 |
| 600 | 0.430 | 0.268 | -0.108 |
| 640 | 0.443 | 0.385 | 0.115 |
| 680 | 0.474 | 0.356 | 0.234 |




右のグラフは同じデータの主成分分析に対する固有ベクトルです。
主成分ベクトルと特異値分解ベクトルが類似な形状であることが興味深く思えます。




※ 以上すべて「カルキング」で作成しています。

# <統 計>

## 区間推定1

**正規母集団における母平均の区間推定(母分散既知)**

【設問】 標本数 $n = 25$ 標本の平均 $\bar{x} = 8.493$ 母分散 $v_p = 0.1225$

このとき 信頼係数 $\alpha = 0.95$ として母平均 m の信頼区間を推定せよ。

【計算】 $w = \mathrm{norminv}\left(\frac{1+\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{v_p}{n}}$ を定めると区間推定は $[\bar{x} - w, \bar{x} + w] = [8.356, 8.630]$

参考：平均値と下限、上限の3つの値をまとめて、右のような表記も可能 $8.493_{8.630}^{8.356}$

【要点】 標本の平均値を表す変量を $\bar{X}$ とすると、その分散 V は $V = \frac{v_p}{n}$ (1)

次式により変数 Z を定めると、Z は N(0, 1) に従う。 $Z = \frac{\bar{X} - m}{\sqrt{V}}$ (2)

$P(-z \leqq Z \leqq z) = \alpha$ となる z を求める。

$P(Z \leqq z) = P(Z \leqq 0) + P(0 \leqq Z \leqq z) = \frac{1}{2} + \frac{\alpha}{2}$ それゆえ $z = \mathrm{norminv}\left(\frac{1+\alpha}{2}\right)$

区間$(-z \leqq Z \leqq z)$に式(2)を適用すると $\bar{X} - z\sqrt{V} \leqq m \leqq \bar{X} + z\sqrt{V}$ (3)

式(3)に式(1)を代入すると $\bar{X} - z\sqrt{\frac{v_p}{n}} \leqq m \leqq \bar{X} + z\sqrt{\frac{v_p}{n}}$

信頼区間は $\bar{X}$ にその実現値である $\bar{x}$ の値を代入して求められる。

## 主因子法

相関行列 $R = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.72 & 0.62 \\ 0.72 & 1.00 & 0.55 \\ 0.62 & 0.55 & 1.00 \end{pmatrix}$

準備 n=3 V=0

i=1..n $a_i=1$

$R^a=R$ a=create_matrix(a)

係数ベクトルを計算するスクリプト

```
aCalc
R^a_{i,i}=a_i^2
w=eigen(R^a, V)
V_{i,1}=-V_{i,1}   Σ_{h=1}^{n} V_{h,1}<0
a_i=√(w_1) V_{i,1}
return a
```

1回目 $aCalc = \begin{pmatrix} 0.9039 \\ 0.8747 \\ 0.8249 \end{pmatrix}$

2回目 $aCalc = \begin{pmatrix} 0.8802 \\ 0.8306 \\ 0.7470 \end{pmatrix}$

3回目 $aCalc = \begin{pmatrix} 0.8785 \\ 0.8155 \\ 0.7147 \end{pmatrix}$

……………………

収斂 $aCalc = \begin{pmatrix} 0.9008 \\ 0.7993 \\ 0.6883 \end{pmatrix}$

# ＜統計＞　回帰分析（最小2乗多項式近似）

次のデータに対して、3次の最小2乗多項式 $P(x)=a_1+a_2x+a_3x^2+a_4x^3$ を求める。

Sheet1

| $x$ | $y$ |
|---:|---:|
| 0 | 0 |
| 0.1 | 0.1002 |
| 0.2 | 0.2013 |
| 0.3 | 0.3045 |
| 0.4 | 0.4108 |
| 0.5 | 0.5211 |
| 0.6 | 0.6367 |
| 0.7 | 0.7586 |
| 0.8 | 0.8881 |
| 0.9 | 1.0265 |
| 1 | 1.1752 |

1. $x$,$y$を代入定義する。（$x$, $y$ それぞれの列を選択して代入定義するか、1行目を選択して「列の名前」として登録する。）

2. 表のデータを表の外で参照する際には表名（シート名）が必要なので、変数（配列）に置き換える。

   $x$=Sheet1.$x$　　$y$=Sheet1.$y$　　代入定義する

3. 正規方程式を作る。

   $n=\|x\|$　　代入定義する（$\|\ \|$は要素の数を返す演算）

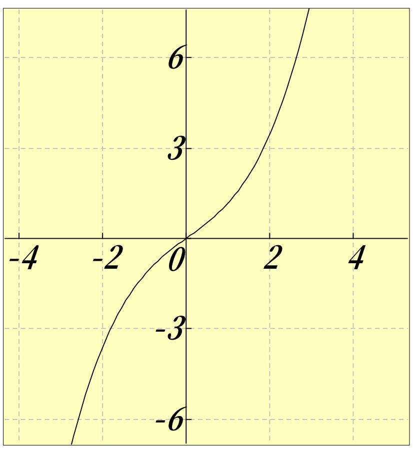
$$\begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^2 y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^3 y_i) \end{pmatrix}$$

4. 正規方程式を解く。

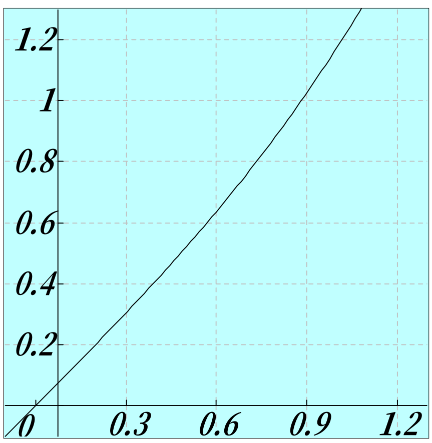
$$\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^2 & \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 \\ \sum_{i=1}^{n} x_i^3 & \sum_{i=1}^{n} x_i^4 & \sum_{i=1}^{n} x_i^5 & \sum_{i=1}^{n} x_i^6 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^2 y_i) \\ \sum_{i=1}^{n} (x_i^3 y_i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.0001434 \\ 1.0045726 \\ -0.0201107 \\ 0.1906954 \end{pmatrix}$$

求める式は　$P(x)=-0.0001434+1.0045726x-0.0201107x^2+0.1906954x^3$

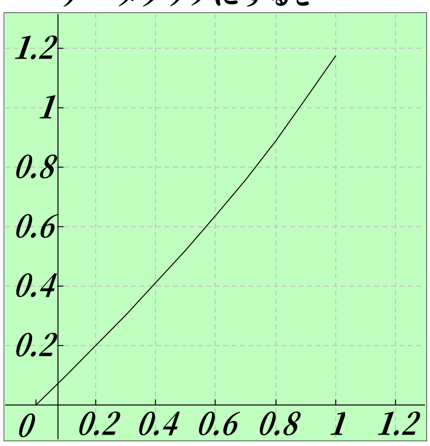
グラフにすると




データの範囲に拡大すると




{ Sheet1.$x$ , Sheet1.$y$ }をデータグラフにすると



# ＜正準相関分析 (統計)＞

## (1) 正準相関分析とは

q個の変量$(x_1, x_2, \ldots, x_q)$があるとき、この内のr個の変量の組$(x_1, x_2, \ldots, x_r)$と、q-r個の変量の組$(x_{r+1}, x_{r+2}, \ldots, x_q)$との関係を知りたい場合、これらの各組の変量の線形結合

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + \ldots + a_rx_r \qquad z = b_1x_{r+1} + b_2x_{r+2} + \ldots + b_{q-r}x_q$$ を考え

yとzの間の相関係数$r_{y,z}$を最大にするように係数$a_1, a_2, \ldots, a_r; b_1, b_2, \ldots, b_{q-r}$を推定するのが正準相関分析である。
これによって、第1の組と第2の組の関係の程度を知ろうとするものである。ここで、$r \leqq q-r$とする。

## (2) 係数の求め方

q個の変量$(x_1, x_2, \ldots, x_q)$がN個の標本について測定されているとする。
それらの測定値から、標本の分散共分散行列Σを求める。q×q行列であるΣの小行列を考える。

$$\Sigma = \left(\begin{array}{c|c} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \hline \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{array}\right)$$

**数式記法の自然さとドキュメント性の良さ**
**計算機能の融合**

$s = q - r$として、$\Sigma_{11}$は$r \times r$, $\Sigma_{12}$は$r \times s$, $\Sigma_{21}$は$s \times r$, $\Sigma_{22}$は$s \times s$行列である。

$T = \Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21}$としたとき、固有方程式 $Ta = \lambda a$ の固有値の最大値が求める相関係数の自乗に対応する。

係数ベクトル

$$a=\begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_r \end{pmatrix} \text{ と } b=\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_s \end{pmatrix} \text{ は } \begin{cases} Ta = \lambda a \\ a^T\Sigma_{11}a = 1 \end{cases} \text{ と } b = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21}a$$ より求める。

## (3) 計算例1

右の表はある集団の身長、座高、体重、胸囲のデータに対する分散共分散行列である。
身長、座高を第1組の変量、体重、胸囲を第2組の変量として、第1組と第2組の正準相関係数を求める。

| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ |
|---|---|---|---|---|
| 身長 $x_1$ | 26.76 | 11.67 | 16.91 | 6.38 |
| 座高 $x_2$ | 11.67 | 8.81 | 10.57 | 4.69 |
| 体重 $x_3$ | 16.91 | 10.57 | 32.45 | 17.39 |
| 胸囲 $x_4$ | 6.38 | 4.69 | 17.39 | 15.07 |

$$\Sigma = \left(\begin{array}{cc|cc} 26.76 & 11.67 & 16.91 & 6.38 \\ 11.67 & 8.81 & 10.57 & 4.69 \\ \hline 16.91 & 10.57 & 32.45 & 17.39 \\ 6.38 & 4.69 & 17.39 & 15.07 \end{array}\right)$$

小行列

$$\Sigma_{11}=\begin{pmatrix} 26.76 & 11.67 \\ 11.67 & 8.81 \end{pmatrix} \quad \Sigma_{12}=\begin{pmatrix} 16.91 & 6.38 \\ 10.57 & 4.69 \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_{21}=\begin{pmatrix} 16.91 & 10.57 \\ 6.38 & 4.69 \end{pmatrix} \quad \Sigma_{22}=\begin{pmatrix} 32.45 & 17.39 \\ 17.39 & 15.07 \end{pmatrix}$$

$T=\Sigma_{11}^{-1}\Sigma_{12}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21}$ よって $T=\begin{pmatrix} 0.191532 & 0.104693 \\ 0.423092 & 0.270868 \end{pmatrix}$

Tは非対称行列であるので固有値は行列式を解いて求める。

$\det(T-\lambda E)=0$ ただし $E=\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

区間指定法より $\lambda = 0.0170312423897269$ $\lambda = 0.445367788744155$

大きい方の値をλに定めると正準相関係数は $\sqrt{\lambda}=0.6674$

次に係数ベクトルaを計算する。 $A=T-\lambda E$ として $Au=0$ の解を求める。

今の場合、2次元であるので手計算で求めることもできるが、ここでは一般的な方法を用いる。
線形方程式の解法に特異値分解を利用する。

$U=0$ $V=0$ $w=\mathrm{svd}(A,U,V)$ $u=V_{*,2}$ $u=\begin{pmatrix} -0.381284169721717 \\ -0.924457885422381 \end{pmatrix}$

符号をかえて $u=-u$ $a=\dfrac{1}{\sqrt{u^T\Sigma_{11}u}}u$ 従って $a=\begin{pmatrix} 0.0860 \\ 0.2086 \end{pmatrix}$ $b=\dfrac{1}{\sqrt{\lambda}}\Sigma_{22}^{-1}\Sigma_{21}a$ 従って $b=\begin{pmatrix} 0.2296 \\ -0.1131 \end{pmatrix}$

以上の計算より、正準変量は

$$y = a_1x_1+a_2x_2 = 0.0860x_1+0.2086x_2$$
$$z = b_1x_3+b_2x_4 = 0.2296x_3-0.1131x_4$$

正準相関係数は 0.6674

# ＜金 融＞

カルキングでは変数や関数に漢字が使えます。公式等をそのまま関数として定義し、計算できます。

### ★金利・利回りの計算

元金均等償還方式の例（1,000万円、10回返済、利率3%）

$$\left.\begin{array}{l}\text{当初借入額}=10{,}000{,}000\\ \text{返済回数}=10\\ \text{利率}=3\end{array}\right\}\ \text{代入定義する}$$

以下の式を関数定義する

$$\text{元金返済}=\frac{\text{当初借入額}}{\text{返済回数}}$$

$$\text{返済金合計}=\text{元金返済}\times\left\{1+(\text{返済回数}-\text{回次}+1)\times\frac{\text{利率}}{100}\right\}$$

$$\text{利息支払}=\text{元金返済}\times(\text{返済回数}-\text{回次}+1)\times\frac{\text{利率}}{100}$$

$$\text{借入金残高}=\text{当初借入額}-\text{元金返済}\times\text{回次}$$

カルキングの表計算機能を使って下のように求める

| 回次 | 元金返済 | 利息支払 | 返済金合計 | 借入金残高 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 10,000,000 |
| 1 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 | 9,000,000 |
| 2 | 1,000,000 | 270,000 | 1,270,000 | 8,000,000 |
| 3 | 1,000,000 | 240,000 | 1,240,000 | 7,000,000 |
| 4 | 1,000,000 | 210,000 | 1,210,000 | 6,000,000 |
| 5 | 1,000,000 | 180,000 | 1,180,000 | 5,000,000 |
| 6 | 1,000,000 | 150,000 | 1,150,000 | 4,000,000 |
| 7 | 1,000,000 | 120,000 | 1,120,000 | 3,000,000 |
| 8 | 1,000,000 | 90,000 | 1,090,000 | 2,000,000 |
| 9 | 1,000,000 | 60,000 | 1,060,000 | 1,000,000 |
| 10 | 1,000,000 | 30,000 | 1,030,000 | 0 |
| 合計 | 10,000,000 | 1,650,000 | 11,650,000 | |

# ＜簿 記＞

### ★割賦販売

$$\left.\begin{array}{l}\text{割賦売上利益}=\text{割賦売上高}-\text{割賦売上原価}\\[6pt] \text{割賦売上金残高}=\text{割賦売上高}-\dfrac{\text{割賦売上高}}{\text{割賦回数}}\times\text{回収回数}\\[6pt] \text{繰り延べられる利益}=\text{割賦売上金残高}\times\dfrac{\text{割賦売上利益}}{\text{割賦売上高}}\end{array}\right\}\ \text{関数定義する}$$

（例）商品¥14,000（原価¥10,000）を10ヶ月のローンで販売した。8回目の割賦金を回収したところで決算日を迎えた。繰り延べられる利益を求める。

割賦売上原価=10000　割賦売上高=14000　割賦回数=10　回収回数=8　（代入定義）

$$\left.\begin{array}{l}\text{割賦売上利益}=4000\\ \text{割賦売上金残高}=2{,}800\\ \text{繰り延べられる利益}=800\end{array}\right\}\ \text{計算}$$

### ★固定資産の減価償却

定額法　$\text{減価償却費}=\dfrac{\text{取得原価}-\text{残存価格}}{\text{耐用年数}}$　（関数定義）

定率法　$\text{償却率}=1-\sqrt[\text{耐用年数}]{\dfrac{\text{残存価格}}{\text{取得原価}}}$　（関数定義）

（例）建物の取得原価¥2,000,000 残存価格¥200,000 耐用年数30年とした時の減価償却費を求める。

$$\left.\begin{array}{l}\text{取得原価}=2{,}000{,}000\\ \text{残存価格}=200{,}000\\ \text{耐用年数}=30\end{array}\right\}\ \text{代入定義}$$

定額法　減価償却費=60,000　（計算）

定率法　償却率=0.074　（計算して代入定義）

減価償却費を求める。

一年目の減価償却費=取得原価×償却率=2,000,000×0.074=148,000

二年目の減価償却費=(取得原価-一年目の減価償却費)×償却率=(2,000,000-148,000)×0.074=137,048

三年目の減価償却費=(取得原価-二年目の減価償却費-一年目の減価償却費)×償却率
=(2,000,000-137,048-148,000)×0.074=126,906

（小数点以下0桁表示）

# ＜外貨建て商品の実質利回りの計算＞

データ

| 運用資金（万） | 年利回り（%） | 為替レート（ドル） |
|---|---|---|
| 200 | 6 | 125 |

運用表

| 運用期間（月） | 解約時の為替レート | 運用後の資金 | 実質年利回り（%） |
|---|---|---|---|
| 24 | 113 | 2024960 | 0.62 |

の部分の値を変更してすべての式を再実行すると
運用後の資金と実質年利回りが変更されます。

計算式は次のようになります。単利計算です。

$$当初元金=データ_{1,2}\times 10^{4}$$

$$ドル換算した当初元金=\frac{当初元金}{データ_{3,2}}$$

$$利率=\frac{\frac{1}{12}\times データ_{2,2}}{100}$$

$$解約時のドル換算での元利合計=ドル換算した当初元金\times(1+利率\times 運用表_{1,2})$$

$$運用表_{3,2}=解約時のドル換算での元利合計\times 運用表_{2,2}$$

$$運用表_{4,2}=\frac{(運用表_{3,2}-当初元金)}{当初元金}\times\frac{1}{\frac{1}{12}\times 運用表_{1,2}}\times 100$$

# ＜ローン返済表（スクリプトの例）＞

の部分の値を変更してすべての式を再実行すると返済表が更新されます。

データ

| 借入額（万） | 年利率（%） | 返済回数（年） | 返済をはじめた年（西暦） |
|---|---|---|---|
| 1000 | 4 | 20 | 2001 |

返済表

| 年（西暦） | 月 | 元金返済 | 利息支払 | 返済額合計 | 借入金残高 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2020 | 1 | 58226 | 2372 | 13876942 | 653438 |
| | 2 | 58420 | 2178 | 13937540 | 595018 |
| | 3 | 58615 | 1983 | 13998138 | 536403 |
| | 4 | 58810 | 1788 | 14058736 | 477593 |
| | 5 | 59006 | 1592 | 14119334 | 418587 |
| | 6 | 59203 | 1395 | 14179932 | 359384 |
| | 7 | 59400 | 1198 | 14240530 | 299984 |
| | 8 | 59598 | 1000 | 14301128 | 240386 |
| | 9 | 59797 | 801 | 14361726 | 180589 |
| | 10 | 59996 | 602 | 14422324 | 120593 |
| | 11 | 60196 | 402 | 14482922 | 60397 |
| | 12 | 60397 | 201 | 14543520 | 0 |

返済表を残しておきたいときは
コピーして貼り付けます。
表の名前が変わりますので、
表のプロパティで適当な名前に
変更します。
返済表は計算で使っていますので、
このままにしておきます。

計算式は次のようになります

$当初借入額=データ_{1,2}\times 10000$　　$返済回数=データ_{3,2}\times 12$　　$利率=\dfrac{\frac{1}{12}\times データ_{2,2}}{100}$

$毎回の返済金額=当初借入額\times\dfrac{利率}{1-(1+利率)^{-返済回数}}$　　毎回の返済金額=60598

$借り入れ残高_{1..600}=1$　　$元本部分_{1..600}=1$　　$借り入れ残高_1=当初借入額$

( for k = 1 to 返済回数-1 step 1 )
$元本部分_{k+1}=毎回の返済金額-(借り入れ残高_k\times 利率)$
$借り入れ残高_{k+1}=借り入れ残高_k-元本部分_{k+1}$

$最終回元本部分=借り入れ残高_{返済回数}$　　最終回元本部分=60397

$最終回返済金額=借り入れ残高_{返済回数}\times(1+利率)$　　最終回返済金額=60598

$年=返済表_{1,2}-データ_{4,2}$

( for k = 1 to 12 step 1 )
回数=12×年+k

回数=返済回数

$返済表_{2,k+1}=k$
$返済表_{3,k+1}=最終回元本部分$
$返済表_{4,k+1}=最終回返済金額-返済表_{3,k+1}$
$返済表_{5,k+1}=毎回の返済金額\times(返済回数-1)+最終回返済金額$
$返済表_{6,k+1}=0$

$返済表_{2,k+1}=k$
$返済表_{3,k+1}=元本部分_{回数+1}$
$返済表_{4,k+1}=毎回の返済金額-返済表_{3,k+1}$
$返済表_{5,k+1}=毎回の返済金額\times回数$
$返済表_{6,k+1}=借り入れ残高_{回数+1}$

計算式

# 経常収支分析



**経常収入**=売上高×$\left\{1-(\text{売上債権の当期の回転期間}+\text{収益関係経過勘定の当期の回転期間})\times\frac{1}{12}\right\}$
+売上債権期首金額+収益関係経過勘定期首金額+営業外収益

**経常支出**=売上高×$\left\{\text{変動比率}+(\text{運転資金の当期の回転期間}-\text{売上債権の当期の回転期間}-\text{収益関係経過勘定の当期の回転期間})\times\frac{1}{12}\right\}$+(固定費+営業外収益)+負債性引当金目的使用額
-非資金費用-(運転資金期首金額-売上債権期首金額-収益関係経過勘定期首金額)

**経常収支差**=売上高×$\left\{(1-\text{変動比率})-\text{運転資金の当期の回転期間}\times\frac{1}{12}\right\}$
-(固定費+負債性引当金目的使用額-非資金費用)+運転資金期首金額

**収支分岐点**=$\dfrac{\text{固定費}+\text{負債性引当金目的使用額}-\text{非資金費用}-\text{運転資金期首金額}}{1-\text{変動比率}-\text{運転資金の当期の回転期間}\times\frac{1}{12}}$

**費用**=売上高×変動比率+固定費

**経常利益**=売上高×(1-変動比率)-固定費

**損益分岐点**=$\dfrac{\text{固定費}}{1-\text{変動比率}}$

データ

| | | |
|---|---|---|
| 売上高=1,200 | 負債性引当金目的使用額=30 | 売上債権の当期の回転期間=1.8 |
| 変動比率=0.6 | 売上債権期首金額=200 | 収益関係経過勘定の当期の回転期間=0.1 |
| 固定費=384 | 収益関係経過勘定期首金額=10 | 運転資金の当期の回転期間=2.5 |
| 営業外収益=20 | 運転資金期首金額=300 | |
| 非資金費用=70 | | |

上記データを使った計算

経常収入=$1{,}200\times\left\{1-(1.8+0.1)\times\frac{1}{12}\right\}+200+10+20=1{,}240$

経常支出=$1{,}200\times\left\{0.6+(2.5-1.8-0.1)\times\frac{1}{12}\right\}+(384+20)+30-70-(300-200-10)=1{,}054$

経常収支差=$1{,}200\times\left\{(1-0.6)-2.5\times\frac{1}{12}\right\}-(384+30-70)+300=186$

収支分岐点=$\dfrac{384+30-70-300}{1-0.6-2.5\times\frac{1}{12}}=230$

費用=$1{,}200\times0.6+384=1{,}104$

経常利益=$1{,}200\times(1-0.6)-384=96$

損益分岐点=$\dfrac{384}{1-0.6}=960$

# ＜Excelへのリンク機能＞
## 関東地区の気象データ

## 概要

12か月分の仮想気象データが「マイドキュメント」のサブフォルダにExcelファイルとしてあります。
これをカルキングに自動で取り込み、処理をする過程を示します。
この例でカルキングのエクセルリンク機能の有効さが示されます。
さらに、定型業務パターンをカルキングで実現する典型的な例を示します。
重要な点は、操作をわかりやすくするためのインターフェース表の利用です。
ExcelLinkのような複雑な情報を表の形にまとめ、これを再利用します。
インターフェース表は単なる表ではなく、「実行」される資格を持った表です。
このため「実行」メニューに「インターフェース表」が用意されています。

## ステップ1

### Excelファイルからカルキングの表への取り込み

(1)Excelインタフェース表ファイルからテンプレートをコピーして取り込みます。ここでは標準仕様3のstyle3をコピーしました。
2列目の白色セル部分には必要な情報をセットします。
第3列目の備考欄は自由に記述可能です。
また、この欄は削除することも可能です。

folder="C:¥Documents and Settings¥akiyoshi¥My Documents¥excel¥"
file1=folder+"関東9月.xls"　← フルパス名の定義

サンプル1

| excel_interface | parameter | 備考 |
|---|---|---|
| function | style3 | 関数名 |
| sheet name | "Sheet1" | アルファベット |
| excel top cell | "A1" | 先頭セル番地 |
| excel last cell | "E8" | 最終セル番地 |
| full path name | file1 | Excelファイル名 |
| calking table | 関東9月 | 受け皿テーブル名 |
| calking top cell | (1,1) | 先頭セル番地 |
| calking last cell | (5,8) | 最終セル番地 |

サンプルで使用するインターフェース表

(2)受け皿となるカルキングの表（関東9月）をすべて空白にして準備しておきます。
(マニュアル操作でも、自動でも可能)

関東9月

| 地域 | 気圧(hPa) | 気温(°C) | 湿度(%) | 降水量(mm) |
|---|---|---|---|---|
| A地点 | | | | |
| B地点 | | | | |
| C地点 | | | | |
| D地点 | | | | |
| E地点 | | | | |
| F地点 | | | | |
| G地点 | | | | |

(3)インターフェース表の実行(2通りあります)

(a)手動操作
右の「サンプル1」の表を選択して、「実行」メニューの「インターフェース表」をマウスクリック

(b)プログラム操作
command_interface_table(サンプル1)
ここでサンプル1は参照されるインターフェース表の名前です。

インターフェース表の実行により受け皿の表にデータがセットされた結果

関東9月

| 地域 | 気圧(hPa) | 気温(°C) | 湿度(%) | 降水量(mm) |
|---|---|---|---|---|
| A地点 | 1016.5 | 12.3 | 38.2 | 265.4 |
| B地点 | 1012.4 | 15.5 | 46.3 | 299.3 |
| C地点 | 1012.6 | 14.9 | 48.2 | 293.5 |
| D地点 | 1024.5 | 18.2 | 40.0 | 278.4 |
| E地点 | 1014.9 | 18.2 | 54.3 | 304.9 |
| F地点 | 1025.5 | 20.0 | 47.2 | 262.2 |
| G地点 | 1014.4 | 19.9 | 57.3 | 287.5 |

この操作ではExcelの起動、Excelデータの読み取り、カルキングの表へのセット、Excelの終了がすべて自動で行われています。

# ステップ2

## 加工データ表の作成

作成する表の情報を右のtable_spec表にセットします。

r1=抽出表作成("気温データ1",9,2,7,50,1700 )

r2=create_table(table_spec)

この式の実行で、下の気温データ1の表が空白状態で作成されます。

table_spec

| テーブル仕様 | デフォルト |
|---|---|
| 表の名称 | 気温データ1 |
| 行数 | 2 |
| 列数 | 7 |
| 作成位置(X) | 50 |
| 作成位置(Y) | 1700 |

右の抽出表作成関数でデータがセットされます。

抽出表作成(name, m ,row,col,x,y)
該当月=9
文字変数="関東"+≪該当月≫+"月"
気象データ表=search_name(文字変数)
$table\_spec_{2,2}$=¦name¦
$table\_spec_{2,3}$=row
$table\_spec_{2,4}$=col
$table\_spec_{2,5}$=x
$table\_spec_{2,6}$=y
return 1

データ書き込み(item, M )
( for k = 1 to 7 step 1 )
p=≪$M_{1,k+1}$≫
気温データ$1_{k,1}$=¦p¦
気温データ$1_{k,2}$=$M_{item,k+1}$

気温データ1

| A地点 | B地点 | C地点 | D地点 | E地点 | F地点 | G地点 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12.3 | 15.5 | 14.9 | 18.2 | 18.2 | 20 | 19.9 |

気象項目=3　　「関東9月」表の3列目

r3=データ書き込み(気象項目,気象データ表)

この式の実行で上の気温データ表1に「関東9月」表から必要なデータが抽出されます。

# ステップ3

## 加工された表をExcelの3次元棒グラフで描画する

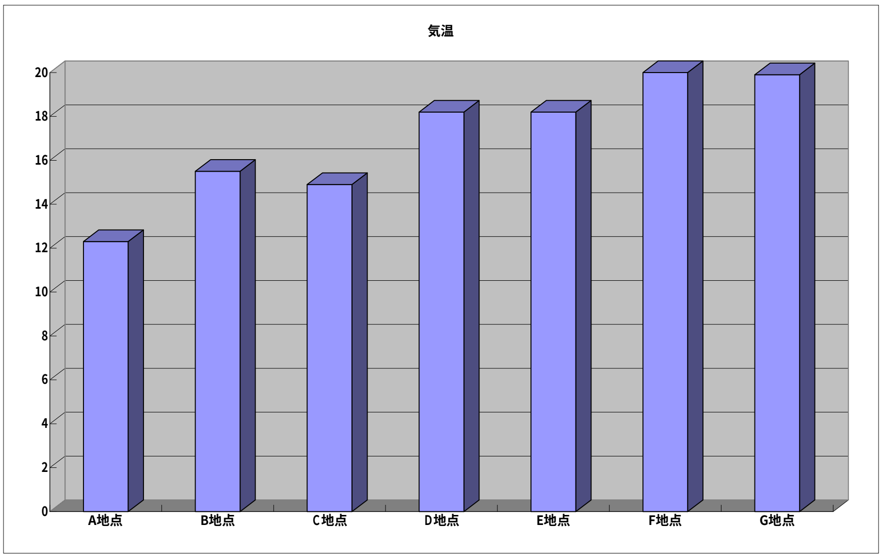
右のインターフェース表に必要なデータをセットします。

・functionのdefault1とは標準仕様1のことで、Excel起動、グラフ化などの一連の作業が定義済みの関数名のことです。

・full path nameは作成されたExcelのブックを保存するファイル名です。

・graphの値は、ExcelのVBAで定義されているものを使用します。カルキンググラフライブラリで定義されています。

| excel_interface | parameter | 備考 |
|---|---|---|
| function | default1 | 関数名 |
| sheet name | "気温" | アルファベット |
| excel top cell | "A1" | "A2" |
| excel last cell | "G2" | 設定不要 |
| full path name | file2 | 保存ファイル名 |
| calking table | 気温データ1 | カルキングテーブル名 |
| calking top cell | (1,1) | 例　1,1 |
| calking last cell | (7,2) | 例　4,2 |
| graph | xl3DColumn | グラフ種別 |




Excelで作成された表を貼り付けたものです。

file2=folder+"気温9月.xls"

| excel_interface | | インタフェース |
|---|---|---|
| function | end | 関数名 |
| sheet name | "気温" | アルファベット |

Excel終了のためのインタフェース表

# ステップ4

## 気圧、気温、湿度、降水量の平均値、分散、標準偏差を求める。

関東9月統計処理

| | 気圧 | 気温 | 湿度 | 降水量 |
|---|---|---|---|---|
| 平均 | 1017.3 | 17.0 | 47.4 | 284.5 |
| 分散 | 30.0 | 8.2 | 47.8 | 270.7 |
| 標準偏差 | 5.1 | 2.6 | 6.4 | 15.2 |

| excel_interface | parameter | 備考 |
|---|---|---|
| function | default1 | 関数名 |
| sheet name | "気温" | アルファベット |
| excel top cell | "A1" | "A2" |
| excel last cell | "E4" | 設定不要 |
| full path name | file2 | 保存ファイル名 |
| calking table | 関東9月平均地表 | カルキングテーブル名 |
| calking top cell | (1,1) | 例　1,1 |
| calking last cell | (5,4) | 例　4,2 |
| graph | xl3DColumn | グラフ種別 |

カルキングでの平均、分散、標準偏差関数は配列をパラメータとします。従って、下記スクリプトでは、それぞれ配列に対しての代入を含みます。

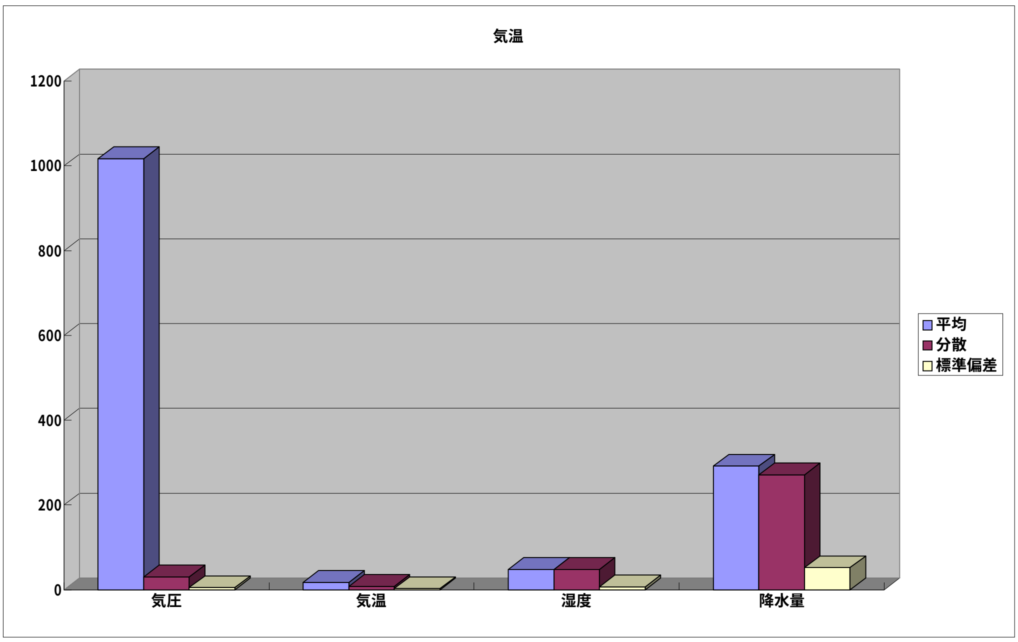
a={0,0,0,0,0,0,0}

( for k = 2 to 5 step 1 )
( for m = 1 to 7 step 1 )
$a_m$=関東9月$_{k,m+1}$
関東9月統計処理$_{k,2}$=average(a)

( for k = 2 to 5 step 1 )
( for m = 1 to 7 step 1 )
$a_m$=関東9月$_{k,m+1}$
関東9月統計処理$_{k,3}$=var(a)

( for k = 2 to 5 step 1 )
( for m = 1 to 7 step 1 )
$a_m$=関東9月$_{k,m+1}$
関東9月統計処理$_{k,4}$=stdevp(a)

関東9月統計処理データのExcelを使ったグラフ描画はステップ3と同様です。




今回の例はカルキングをExcelのVBA的に利用した例です。
VBAとは全く操作イメージが異なりますが遙かに直感的です。
またスクリプト中でExcelリンクコマンドを使用できるので、多様な用途に対応できます。

# ＜カルキング数式をMath_MLに変換する例＞

カルキングの数式をルート、分数、指数のみに制限します。
ただし式のネストは何段でも可能です。
他の制限事項としてシンボルフォント、SMPLX　Martiniフォントは使えません。
可能な式の例題は以下の配列Expressionに示しています。

### 操作方法

はじめの二つのパラメータは答えの表示開始位置です。
3番目はカルキング数式の文字列で、以下のExpressionのどれか一つだけを指定します。
Main関数を「実行」－「計算」します。
再度実行するときは答えを消してください。

$$\mathrm{Expression}=\left\{\text{"}4ac\text{"}, \text{"}\sqrt{x+1}+5\text{"}, \text{"}\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\text{"}, \text{"}\frac{a}{b+\frac{d}{c}}\text{"}, \text{"}x+x^2+1=0\text{"}, \text{"}x+x^{a^2}+1=0\text{"},\text{"}\sqrt{x+\sqrt{1+y}}+5\text{"}, \text{"}\frac{1+\sqrt{5}}{2}\text{"}, \text{"}\frac{-b+\sqrt{b^2-\sqrt{4ac}}}{2a+\sqrt{\frac{1}{2}abc}}\text{"}\right\}$$

Main(10,800, $\mathrm{Expression}_2$ )
　この式を「実行」－「計算」

```
Main(x,y, es )
mlM=Translate_Main( es )
MathML_Print( x,y,mlM )
```

### 実行結果

```
<mrow>
  <msqrt>
    <mrow>
    <mi>x</mi>
    <mo>+</mo>
      <mn>1</mn>
    </mrow>
  </msqrt>
  <mo>+</mo>
    <mn>5</mn>
</mrow>
```

```
MathML_Print( x,y,ml )
disp_array=IndentMathML( x,y,ml )
( for k = 1 to disp_array_1-1 step 1 )
  a=disp_array_(k+1)
  print({"display",a_1,a_2,a_3})
```

# カルキングの数式をMathML形式に変換するプログラム群

Translate_Main(es )
rename
local={0,0,0,0}
create_stack(local)
tkna={0,0,0,0}
tkind=0
prekind=0
step=0
daT={0,0,0,0}
mlx="?"
mlT1="?"
mlM=τ( es,tkna )
return mlM

char_node=0
fract_node=1
suffix_node=2
pow_node=3
sqrt_node=5

mlOp( c )="<mo>≪c≫</mo>"
mlNum( c )="<mn>≪c≫</mn>"
mlId( c )="<mi>≪c≫</mi>"

**プログラムを簡潔にするために別名を定義する**

別名のギリシャ文字

システムの基本関数

rename
Δ=search_name("decompose_string")
IsNumC=search_name("IsNumberChar")
IsAlphaC=search_name("IsAlphabetChar")
IsOpC=search_name("IsOperatorChar")

τ( es,tkna )
tkna_init
token(stringToarray( es ))

総和記号であるが実際は文字列の総和である

mlT3= $\sum_{k=2}^{tkna_1}$ Mo( $tkna_k$,daT)

return $\begin{cases} \text{"<mrow>≪mlT3≫</mrow>"} & tkna_1>2 \\ \text{"≪mlT3≫"} & \end{cases}$

stringToarray( es )
$ea_{1..\|es\|}=0$
( for k = 1 to ‖es‖ step 1 )
$ea_k=es_k$
return ea

get_tkind( ds )
daT1=Δ(ds)
return $\begin{cases} 1 & daT1_1=0 \wedge IsNumC(daT1_2) \\ 2 & daT1_1=0 \wedge IsAlphaC(daT1_2) \\ 0 & \end{cases}$

tkna_init
$tkna_{1..4}=0$
create_stack(tkna)

isAtom( ds )
daT2=Δ( $ds_1$ )
return 1   $daT2_1=0 \wedge \|ds\|=1$
return 0

trace1( n ,k)
nRtn=message_dialog( n+"第≪k≫回目","tkind=≪tkind≫",1)
stop   nRtn=2

```
mlAtom( da )
         ⎧mlNum( da_2 )   IsNumC((da_2)_1)
return   ⎨mlId( da_2 )    IsAlphaC((da_2)_1)
         ⎩mlOp( da_2 )    IsOpC((da_2)_1)
```

return文に条件式を書いている例

### MathMLの平方根定義

```
mlSqrt(ds)
mlT=τ( ds,tkna )
return "<msqrt>≪mlT≫</msqrt>"
```

### MathMLの分数定義

```
mlFract( dsx,dsy ,mlT1)
mlT1=τ( dsx,tkna )
mlT2=τ( dsy,tkna )
return "<mfrac>≪mlT1≫≪mlT2≫</mfrac>"
```

### MathMLの指数定義

```
mlSupFx( dsx,dsy,mlx )
mlx=Mo(dsx,daT)
mly=Mo( dsy,daT)
return "<msup>≪mlx≫≪mly≫</msup>"
```

```
Mo( ds,daT )
molecule
daT=Δ(ds)
         ⎧mlAtom( daT )                daT_1=char_node
return   ⎨mlSupFx( daT_2,daT_3,mlx )   daT_1=pow_node
         ⎪mlFract( daT_2,daT_3 ,mlT1)  daT_1=fract_node
         ⎩mlSqrt(daT_2)                daT_1=sqrt_node
```

```
token( ea )
tkind=0
prekind=0
  ( for k = 1 to ||ea|| step 1 )
  tkind=get_tkind( ea_k )
  trace1("token",k)
  ⎧tkna_{tkna_1}=tkna_{tkna_1}+ea_k         tkind=1∧prekind=1
  ⎪ push(tkna,"&invisibletimes;")          tkind=2∧prekind=1
  ⎪ push(tkna,ea_k)
  ⎨ push(tkna,"&invisibletimes;")          tkind=2∧prekind=2
  ⎪ push(tkna,ea_k)
  ⎩push(tkna,ea_k)
  ⎧prekind=1   tkind=1
  ⎨prekind=2   tkind=2
  ⎩prekind=0
```

コメントになっているがコメント解除でデバッグ文になる

```
IndentMathML( x,y,s1)
initial
loop_limit=||s1||
s=s1
xPos=x
yPos=y
  ( for k = 1 to loop_limit step 1 )
  tag = get_tag_stringMain(k)
  push(debug_stk,{"point1","k=",k,left,right})
  break   tag="?"
    begin_tag   tag = "<mrow>"
    end_tag     tag = "</mrow>"
    begin_tag   tag = "<msup>"
    end_tag     tag = "</msup>"
    begin_mi    tag = "<mi>"
    begin_mn    tag =  "<mn>"
    begin_mo    tag = "<mo>"
    begin_tag   tag ="<mfrac>"
    end_tag     tag ="</mfrac>"
    begin_tag   tag ="<msqrt>"
    end_tag     tag ="</msqrt>"
return disp   mrow_stk_1=1
message_dialog("MathML","構文エラー",1)
return disp
```

```
initial
mrow_stk={0,0,0,0}
debug_stk={0,0,0,0}
disp={0,0,0,0}
create_stack( mrow_stk )
create_stack( debug_stk )
create_stack( disp )
left=1
right=0
line="?"
```

```
begin_mi
yPos = yPos+20
line=get_sandwich
push(disp,{xPos,yPos,line})
line="?"
```

```
begin_mo
yPos = yPos+20
sub=get_sandwich
push(disp,{xPos,yPos,sub})
```

```
begin_mn
NewIndentPos
sub=get_sandwich
line=line+sub
push(disp,{xPos,yPos,line})
line="?"
```

```
get_sandwich
line_sub=tag
sub=get_contents
line_sub=line_sub+sub
tag = get_tag_string
line_sub=line_sub+tag
return line_sub
```

```
NewIndentPos
xPos=xPos+10
yPos = yPos+20
```

```
get_tag_string
sub="?"
return sub   left≥||s||
left=find( s,left,"<" )
return sub   left=0
right=find( s,left,">" )
return sub   left=0
sub=s_left..right
return sub
```

```
get_contents
sub="?"
return sub   s_left="<" ∨ left≧||s||
left_n=find( s,left,"<" )
sub=s_left..left_n-1
left=left_n
return sub
```

```
get_tag_stringMain(k)
tag = get_tag_string
left = right+1
trace("stringMain",k)
return tag
```

```
begin_tag
NewIndentPos
push(mrow_stk,xPos)
push(disp,{xPos,yPos,tag})
```

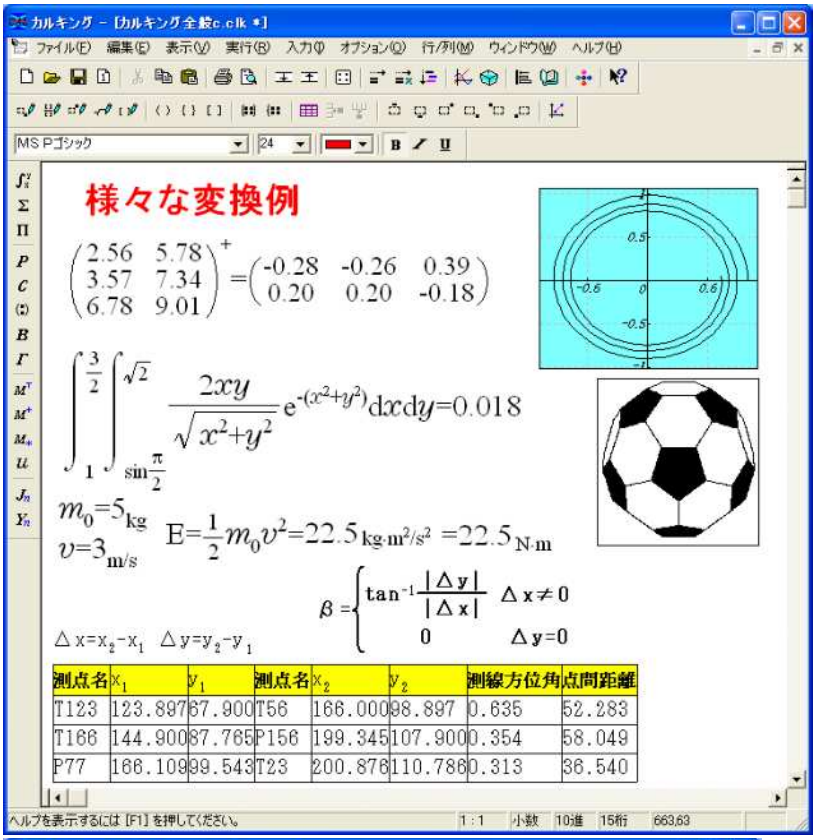
```
end_tag
yPos = yPos+20
xPos=pop(mrow_stk)
push(disp,{xPos,yPos,tag})
```

```
trace( n ,k)
nRtn=message_dialog( n+"第≪k≫回目","left=≪left≫, right=≪right≫, tag=≪tag≫",1)
stop   nRtn=2
```

# ＜HTML変換例＞

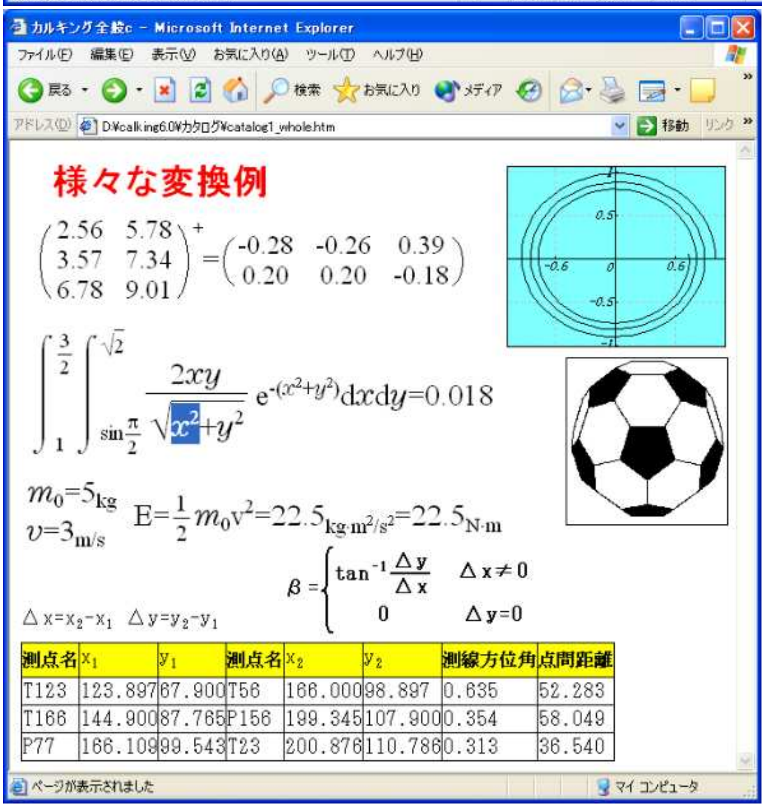
カルキング上の全ての文章･数式･グラフ･表等を、HTMLファイルに変換する機能です。
ひと目見ただけでは、カルキングの画面かブラウザの画面かわからないほどの高水準の変換を実現しています。さらに数式をそのまま画像ファイルに変換するのではなく、ルートや長い括弧等の一部のものを除いて、テキストベースの変換を行っています。　　(IE5.5以上に対応)

実際に変換例をご覧ください。これだけ複雑なファイルを完全に変換しています。
グラフは変換時に、PNGファイルとして自動的に保存されます。




HTML変換機能を利用することで、カルキングをお持ちでない方にも、簡単にドキュメントの受け渡しが可能となります。

⇐ **カルキング画面**




⇐ **インターネットエクスプローラ画面**

$x^2$を選択しています。
これにより、数式が丸ごと画像化されているのではなく、テキストベースの変換であることがわかります。

# LaTeXソースへの変換機能

★ 四則演算、分数式、添字、指数などの変換
★ sin, cos などの三角関数や log などの変換
★ ルート記号（n乗根を含む）の変換
★ 行列、行列式の変換
行列中に積分記号やさらに行列式が記述されているような複雑な式も変換できる
★ $\int$ や $\sum$ などの数学関数も変換できる
★ 文章中に数式が記述されているときも変換できる
★ 装飾文字にも対応（ベクトル、ハット、チルダ等）
★ 数式のナンバリングも可能
★ 積分式中の dx の前への微小な空白挿入やルート直後への微小な空白挿入なども実現
★ 次ページの例のような、複数行にまたがる式にも対応
★ ¥newpage 等、Tex の命令をそのままソースファイルに落とす機能
これにより、カルキングでは表記が難しい文章の体裁にも対応
★ 表の変換　　セル単位で、右揃え、左揃え、センタリングに対応

# LaTeXソースへの変換例

## カルキングの画面（変換元）

**基本的な数式**

$$\sin^2\frac{\pi}{4}+\cos^2\frac{\pi}{4}=1$$

$$\frac{d}{dx}\log_2 x=\frac{1}{x\log_e 2}$$

$$\frac{1}{3}\times\left[3+3\times\left\{\frac{3}{4+\frac{2}{5}}\times\left(\frac{\frac{3}{17}+3}{13}-\frac{7\frac{1}{3}}{12}\right)+6\right\}\right]=\frac{196909}{29172}$$

$$2\sqrt{3}+5\sqrt{7}\times\sqrt[3]{120+\sqrt[4]{256}}=5\sqrt{7}\sqrt[3]{124}+2\sqrt{3}$$

## LaTexソース

**基本的な数式**

¥[ ¥sin ^{2}¥displaystyle ¥frac{¥pi }{4}+¥cos ^{2}¥displaystyle ¥frac{¥pi }{4}=1 ¥]

¥[ ¥displaystyle ¥frac{d}{dx}¥log _{2}x=¥displaystyle ¥frac{1}{x¥log _{¥epsilon }2} ¥]

¥[ ¥displaystyle ¥frac{1}{3}¥times ¥left[3+3¥times ¥left¥{¥displaystyle ¥frac{3}{4+¥displaystyle ¥frac{2}{5}} ¥times ¥left(¥displaystyle ¥frac{¥displaystyle ¥frac{3}{17}+3}{13}-¥displaystyle ¥frac{7¥displaystyle ¥frac{ 1}{3}}{12}¥right)+6¥right¥}¥right]=¥displaystyle ¥frac{196909}{29172} ¥]

¥[ 2¥sqrt{3}+5¥sqrt{7}¥times ¥sqrt[3]{120+¥sqrt[4]{256}¥, }=5¥sqrt{7}¥, ¥sqrt[3]{124}+2¥sqrt{3}¥,  ¥]

**行列·行列式**

$$2\left(\begin{array}{@{\,}ccc@{\,}} 5 & 4 & 6 \\ 5 & 7 & 1 \\ 9 & 1 & 5 \end{array}\right)\left(\begin{array}{@{\,}ccc@{\,}} \displaystyle\frac{1}{2} & 0.7 & \sqrt{5}\, \\ e^{3} & \sin 20^{\circ} & \log 10 \\ 6.4^{2} & e & \displaystyle\int_{0}^{1} xdx \end{array}\right)=\left(\begin{array}{@{\,}ccc@{\,}} 657.20 & 42.36 & 36.36 \\ 368.12 & 17.22 & 37.36 \\ 458.77 & 40.47 & 47.25 \end{array}\right)$$

$$\left|\begin{array}{cccc} \sqrt{5}\, & 2.5647 & \displaystyle\frac{87}{97} & 10 \\ 4\times 8+7 & \log 10 & \sin 10 & \cos 30^{\circ} \\ -5375 & 0 & e^{2} & 2^{3} \\ 16000 & \sqrt[3]{5} & 13 & \left|\begin{array}{cc} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{array}\right| \end{array}\right|=-1247171.15183719$$

**行列·行列式**

¥[ 2¥left(

¥begin{array}{@{¥,}ccc@{¥,}}

5 & 4 & 6 ¥¥

5 & 7 & 1 ¥¥

9 & 1 & 5

¥end{array}

¥right)¥left(

¥begin{array}{@{¥,}ccc@{¥,}}

¥displaystyle ¥frac{1}{2} & 0.7 & ¥sqrt{5}¥, ¥¥

¥epsilon ^{3} & ¥sin 20^{¥circ} & ¥log 10 ¥¥

6.4^{2} & ¥epsilon & ¥displaystyle ¥int_{0}^{1} xdx

¥end{array}

¥right)=¥left(

¥begin{array}{@{¥,}ccc@{¥,}}

657.20 & 42.36 & 36.36 ¥¥

368.12 & 17.22 & 37.36 ¥¥

458.77 & 40.47 & 47.25

¥end{array}

¥right) ¥]

¥[ ¥left|

¥begin{array}{cccc}

¥sqrt{5}¥, & 2.5647 & ¥displaystyle ¥frac{87}{97} & 10 ¥¥

4¥times 8+7 & ¥log 10 & ¥sin 10 & ¥cos 30^{¥circ} ¥¥

-5375 & 0 & ¥epsilon ^{2} & 2^{3} ¥¥

16000 & ¥sqrt[3]{5}¥,  & 13 & ¥left|

¥begin{array}{cc}

1 & 2 ¥¥

4 & 5

¥end{array}

¥right|

¥end{array}

¥right|=-1247171.15183719 ¥]

**複雑な連立した式**

$$
\begin{aligned}
g_x(x,y)\,[\&]=[\&]&\frac{1}{XY}\int_{x-\frac{X}{2}}^{x+\frac{X}{2}}\int_{y-\frac{Y}{2}}^{y+\frac{Y}{2}} g(\hat{x},\hat{y})\exp[-2\pi i\hat{x}/X]\,d\hat{x}\,d\hat{y}\\
[\&]=[\&]&\frac{1}{XY}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{m=-\infty}^{\infty} G_{nm}\int_{x-\frac{X}{2}}^{x+\frac{X}{2}}\int_{y-\frac{Y}{2}}^{y+\frac{Y}{2}}\exp\left[2\pi i\left(\frac{n\Delta_x}{X}+\frac{m\Delta_y}{Y}\right)\right]\\
[\&\ \ \&]&\times\exp\left[2\pi i\left\{\frac{(n-1)\hat{x}}{X}+\frac{m\hat{y}}{Y}\right\}\right]d\hat{x}\,d\hat{y}
\end{aligned}
$$

**複雑な連立した式**

¥begin{eqnarray*}

g_{x}(x,y)& =& ¥displaystyle ¥frac{1}{XY}¥displaystyle ¥int_{x-¥frac{X}{2}}^{x+¥frac{X}{2}} ¥displaystyle ¥int_{y-¥frac{Y}{2}}^{y+¥frac{Y}{2}} g(¥hat{x} ,¥hat{y} )¥exp [-2¥pi i¥hat{x} /X]¥,d¥hat{x} ¥,d¥hat{y} ¥¥
 & =& ¥displaystyle ¥frac{1}{XY}¥displaystyle ¥sum_{n=-¥infty }^{¥infty } ¥displaystyle ¥sum_{m=-¥infty }^{¥infty } G_{nm}¥displaystyle ¥int_{x-¥frac{X}{2}}^{x+¥frac{X}{2}} ¥displaystyle ¥int_{y-¥frac{Y}{2}}^{y+¥frac{Y}{2}} ¥exp ¥left[2¥pi i¥left(¥displaystyle ¥frac{n¥Delta _{x}}{X}+¥displaystyle ¥frac{m¥Delta _{y}}{Y}¥right)¥right]¥¥

& & {} ¥times ¥exp ¥left[2¥pi i¥left¥{¥displaystyle ¥frac{(n-1)¥hat{x} }{X}+¥displaystyle ¥frac{m¥hat{y} }{Y}¥right¥}¥right]¥,d¥hat{x} ¥,d¥hat{y}

¥end{eqnarray*}

**表**

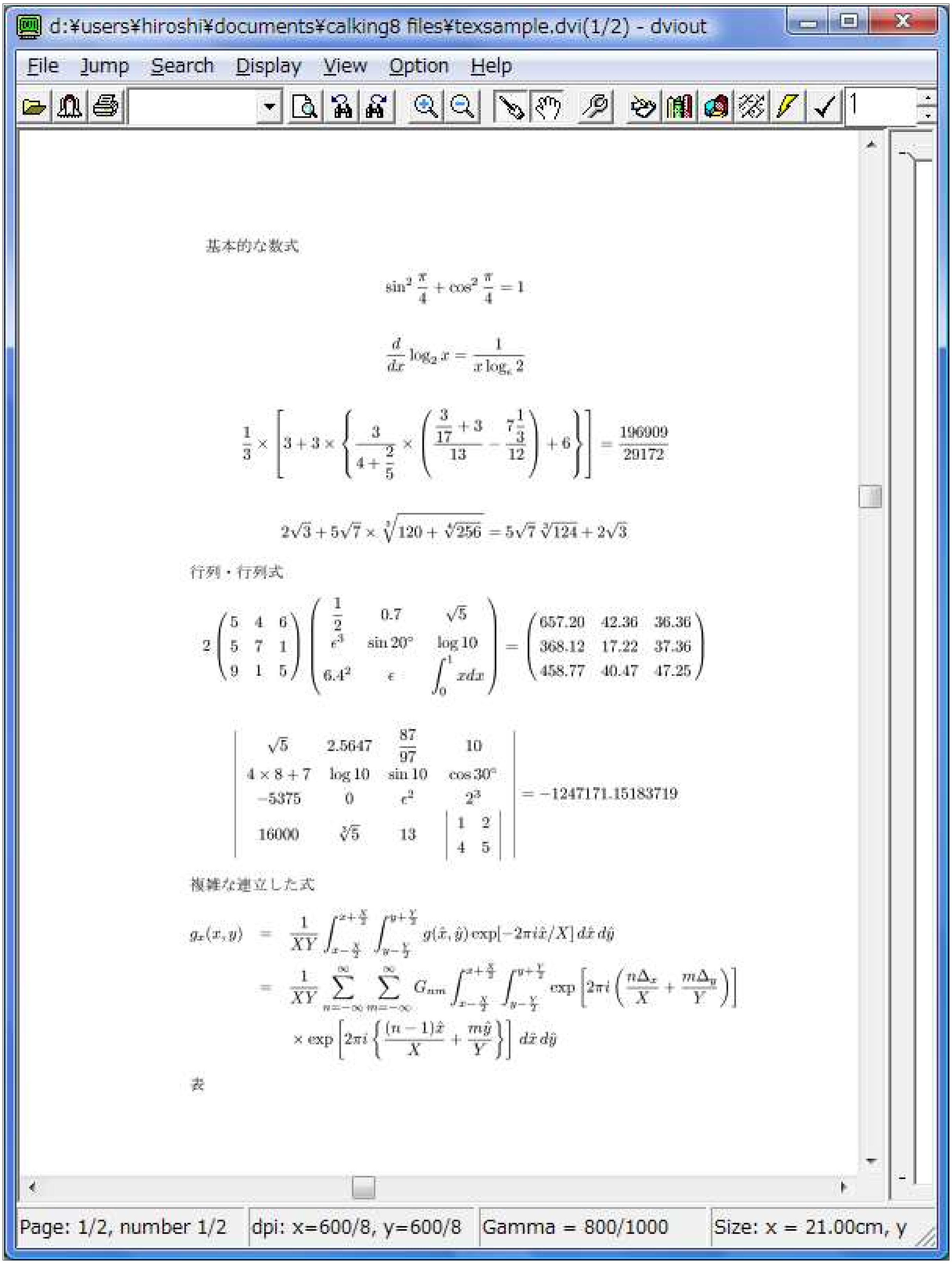
四国

| 県名 | 人口 | 世帯数 | 面積 | 人口密度 | 世帯当り人数 |
|---|---:|---:|---:|---:|---:|
| 徳島 | 809974 | 384627 | 4146 | 195.36 | 2.11 |
| 香川 | 1012261 | 486053 | 1862 | 543.64 | 2.08 |
| 愛媛 | 1467824 | 691569 | 5677 | 258.56 | 2.12 |
| 高知 | 796211 | 374357 | 7105 | 112.06 | 2.13 |

**表**

```
¥newline
¥begin{table}[htbp]
¥caption{四国}
¥label{四国}
¥begin{center}
¥begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|} ¥hline
¥multicolumn{1}{|r|}{県名} & ¥multicolumn{1}{|r|}{人口} & ¥multicolumn{1}{|r|}{世帯数} & ¥multicolumn{1}{|r|}{面積} & ¥multicolumn{1}{|r|}{人口密度} & ¥multicolumn{1}{|r|}{世帯当り人数} ¥¥ ¥hline
¥multicolumn{1}{|r|}{徳島} & ¥multicolumn{1}{|r|}{809974} & ¥multicolumn{1}{|r|}{384627} & ¥multicolumn{1}{|r|}{4146} & ¥multicolumn{1}{|r|}{195.36} & ¥multicolumn{1}{|r|}{2.11} ¥¥ ¥hline
¥multicolumn{1}{|r|}{香川} & ¥multicolumn{1}{|r|}{1012261} & ¥multicolumn{1}{|r|}{486053} & ¥multicolumn{1}{|r|}{1862} & ¥multicolumn{1}{|r|}{543.64} & ¥multicolumn{1}{|r|}{2.08} ¥¥ ¥hline
¥multicolumn{1}{|r|}{愛媛} & ¥multicolumn{1}{|r|}{1467824} & ¥multicolumn{1}{|r|}{691569} & ¥multicolumn{1}{|r|}{5677} & ¥multicolumn{1}{|r|}{258.56} & ¥multicolumn{1}{|r|}{2.12} ¥¥ ¥hline
¥multicolumn{1}{|r|}{高知} & ¥multicolumn{1}{|r|}{796211} & ¥multicolumn{1}{|r|}{374357} & ¥multicolumn{1}{|r|}{7105} & ¥multicolumn{1}{|r|}{112.06} & ¥multicolumn{1}{|r|}{2.13} ¥¥ ¥hline
¥end{tabular}
¥end{center}
¥end{table}
```

## DVIOUTでの表示例



## 現場ですぐ役たつ

# ★　測量計算ライブラリ　★

１．Traverse 計算

２．同方位測線座標計算

３．座標面積計算

４．２直線交点計算

５．座標逆計算（ＳＴ計算）

６．単曲線の諸数値計算

７．縦断曲線ｙの計算

８．縦断計画高の計算

９．曲線布設偏角及び弦長の計算

１０．緩和曲線(Clothoid曲線)の計算

１１．三角形面積計算（ヘロン公式）

※このライブラリは、（株）シンプレックス社「カルキング 」で作成。

# 1．（測量）Traverse計算

**カルキングで作成例**

（初期値）

| | | | |
|---|---|---|---|
| Z=98°50′40″ | 代入定義１ | $Z=Z_P$ | 代入定義４ |
| X=85.439 | 代入定義 １ | $X=X_P$ | 代入定義４ |
| Y=-59.305 | 代入定義１ | $Y=Y_P$ | 代入定義４ |

θ=332°52′10″　（測角値）　代入定義１

L=49.716　（測距値）　代入定義１

$Z_P$=MOD[{(Z+θ)-180°}+360°,360°]=251°42′50″　代入定義２

$X_P$=X+(cos$Z_P$×L)=69.840　代入定義３

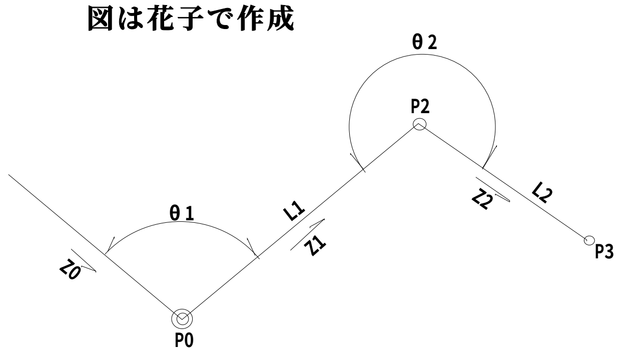
$Y_P$=Y+(sin$Z_P$×L)=-106.510　代入定義３

## 座標一覧表

★表もカルキングで作成

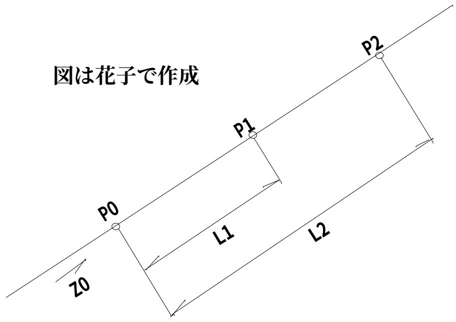
| 視点 | θ（測角値） | Z（測線方位角） | L（測距値） | X | Y | 測点名 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T.11 | | 184°01′15″ | | 69.841 | -106.511 | T.12 |
| | 54°10′15″ | 58°11′30″ | 12.667 | 76.518 | -95.746 | A.34 |
| | 112°22′10″ | 350°33′40″ | 7.800 | 84.212 | -97.025 | A.65 |
| | 268°06′30″ | 78°40′10″ | 20.330 | 88.207 | -77.091 | A.44 |
| | 200°10′30″ | 98°50′40″ | 18.000 | 85.439 | -59.305 | A.100 |
| | 332°52′10″ | 251°42′50″ | 49.716 | 69.840 | -106.510 | T.12 |
| | 346°28′40″ | 58°11′30″ | | | | A.34 |
| Σ= | 1260°00′00″ | | 108.513 | Δx=-0.001 | Δy=0.001 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

**図は花子で作成**



## 2．（測量）同方位測線座標計算

図は花子で作成




x=-379.747

y=-92.049

z=174°31′39″

以下代入定義

測点座標一覧表

区間１

| 既点 | 測点 | L | x+(cosz×L) | y+(sinz×L) |
|---|---|---|---|---|
| EC.10 | | 0 | -379.747 | -92.049 |
| | NO.33 | 19.00 | -398.660 | -90.237 |
| | NO.34 | 39.00 | -418.569 | -88.330 |
| | NO.35 | 59.00 | -438.478 | -86.422 |
| | +11.90 | 70.90 | -450.324 | -85.287 |
| | NO.36 | 79.00 | -458.387 | -84.515 |
| | NO.37 | 99.00 | -478.296 | -82.608 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

区間２

| 既点 | 測点 | L | x+(cosz×L) | y+(sinz×L) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

※Ｌ＝追加距離

区間３

| 既点 | 測点 | L | x+(cosz×L) | y+(sinz×L) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

区間４

| 既点 | 測点 | L | x+(cosz×L) | y+(sinz×L) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

## ３．（測量）座標面積計算

X={-379.747,-372.790,-374.637,-403.935,-449.257,-452.420,-452.795,
-448.362,-451.361,-426.862,-429.109,-400.639,-402.642}

以下代入定義

Y={-92.049,-19.431,-17.064,-12.632,-3.353,-2.693,-4.492,-8.939,
-41.047,-43.351,-66.443,-68.952,-89.856}

n=index(X)　　関数定義

$$A=\left|\frac{1}{2}\left\{X_1(Y_n-Y_2)+\sum_{i=2}^{n-1}X_i(Y_{i-1}-Y_{i+1})+X_n(Y_{n-1}-Y_1)\right\}\right|=4261.873\quad m^2$$

**測点座標一覧表**

| 測点 | X | Y |
|---|---|---|
| X1 | -379.747 | -92.049 |
| K206 | -372.790 | -19.431 |
| K205 | -374.637 | -17.064 |
| K204 | -403.935 | -12.632 |
| K203 | -449.257 | -3.353 |
| K60 | -452.420 | -2.693 |
| K61 | -452.795 | -4.492 |
| K154 | -448.362 | -8.939 |
| X5 | -451.361 | -41.047 |
| K212 | -426.862 | -43.351 |
| X4 | -429.109 | -66.443 |
| X3 | -400.639 | -68.952 |
| X2 | -402.642 | -89.856 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# ４． （測量） ２直線の交点計算

$x_1$=-400.000　　$x_2$=-240.000　　以下代入定義１

$y_1$=226.000　　$y_2$=210.000

$z_1$=200°00′00″　　$z_2$=164°15′30″

$m_1$=tan$z_1$　　$m_2$=tan$z_2$

$$\Delta x=\frac{(y_2-y_1)-m_2(x_2-x_1)}{m_1-m_2}=45.057$$

代入定義２

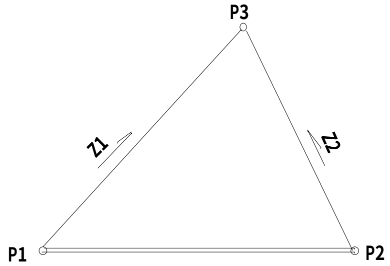
$\Delta y=m_1\times\Delta x$=16.399　　代入定義３

$x_3=x_1+\Delta x$=-354.943

$y_3=y_1+\Delta y$=242.399

交点座標

図は花子で作成




## 交点座標一覧表

| 既点P1 | $x_1$ | $y_2$ | $z_1$ | 既点P2 | $x_2$ | $y_2$ | $z_2$ | 交点P3 | $x_3$ | $y_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T.34 | -400.000 | 226.000 | 200°00′00″ | T.2 | -240.000 | 210.000 | 164°15′30″ | NO.23 | -354.943 | 242.399 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

## 5．（測量）座標逆計算

基準測点(1)→基準測点(2)

$x_1=459.800$　　$x_2=469.960$　　　　**以下代入定義**

$y_1=99.990$　　$y_2=89.001$

$\Delta x=x_2-x_1$　　$\Delta y=y_2-y_1$　　　　**以下関数定義**

$$\beta=\tan^{-1}\frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$$

$$\delta=\begin{cases} \beta & \Delta x>0 \wedge \Delta y>0 \\ 180^\circ-\beta & \Delta x<0 \wedge \Delta y>0 \\ 180^\circ+\beta & \Delta x<0 \wedge \Delta y<0 \\ 360^\circ-\beta & \Delta x>0 \wedge \Delta y<0 \\ 0^\circ & \Delta x>0 \wedge \Delta y=0 \\ \dfrac{\pi}{2} & \Delta x=0 \wedge \Delta y>0 \\ \pi & \Delta x<0 \wedge \Delta y=0 \\ 1.5\pi & \Delta x=0 \wedge \Delta y<0 \end{cases}$$

$\delta=312°45'19''$　　　　（方位角）

$L=\sqrt{|\Delta x^2|+|\Delta y^2|}=14.966$　　m　（点間距離）

測点数値一覧表

| 基点名 | $X_1$ | $Y_1$ | 測点名 | $X_2$ | $Y_2$ | 距離L | 方位角δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T.45 | 459.800 | 99.990 | A.123 | 469.960 | 89.001 | 14.966 | 312°45′19″ |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

## 6．（測量）単曲線の諸数値

I=24°20′00″　代入定義

R=100m　代入定義

$$T.L=R\tan\left(\frac{I}{2}\right)=21.560_{m}$$

$$C.L=RI=42.470_{m}$$

$$S.L=R\left(\sec\frac{I}{2}-1\right)=2.298_{m}$$

$$M=R\left(1-\cos\frac{I}{2}\right)=2.246_{m}$$

$$C=2R\sin\frac{I}{2}=42.151_{m}$$

$$\delta=\frac{I}{2}=12°10'00''$$

**弦長Cが与えられI.Aを求める**

C=15.00　代入定義

$$I.A=\sin^{-1}\left(\frac{C}{2R}\right)\times 2=08°36'09''$$

**曲線諸数値一覧**

| IP.No | I.A | R | T.L | C.L | S.L | M | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IP.12 | 24°20′00″ | 100 | 21.560 | 42.470 | 2.298 | 2.246 | 42.151 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

## 7. （測量）縦断曲線ｙの計算

V.C.L　　L=30.000　　以下代入定義

勾配１(±%)　　S1=1.14

勾配２(±%)　　S2=-3.5

V.C1

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| BC | 0 | 0 |
| | 5.00 | 0.019 |
| | 10.00 | 0.077 |
| | 13.50 | 0.141 |
| | 15.00 | 0.174 |
| | | |
| | | |
| | | |

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| EC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

V.C2

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| BC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| EC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

V.C3

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| BC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| EC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

V.C4

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| BC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 基点名 | l | $\frac{\lvert S1-S2\rvert}{200\times L}l^2$ |
|---|---|---|
| EC | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## ８．（測量）縦断計画高の計算

勾配変化点計画高　　H=125.117　　以下代入定義

計画勾配(±%)　　S=0.8/100

※Ｌは追加距離

★表もカルキングで作成

区間１　S=0.8%

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| NO.24 | 0 | 125.117 |
| NO.25 | 20.00 | 125.277 |
| +3.00 | 23.00 | 125.301 |
| NO.26 | 40.00 | 125.437 |
| NO.27 | 60.00 | 125.597 |
| +6.50 | 66.50 | 125.649 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

区間２

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

区間３

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

区間４

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

区間５

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

区間６

| 測点 | L | H+(S×L) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# ９．（測量）曲線偏角及び弦長の計算

以下代入定義

曲線半径　　R=100

BCorECよりの追加弦長　　L={15,35,55}

以下関数定義

$$\theta=\frac{L}{2R}$$

$$C=2R\left\{\frac{L}{2R}-\frac{1}{6}\left(\frac{L}{2R}\right)^{3}+\frac{1}{120}\left(\frac{L}{2R}\right)^{5}\right\}$$

偏角　　θ={04°17′50″, 10°01′36″, 15°45′23″}

弦長　　C={14.986, 34.822, 54.309}

偏角及び弦長の数値一覧表

カルキングで作成

| IP No. | R | STA No. | L | θ | C |
|---|---|---|---|---|---|
| IP 12 | 100 | BC 5 | 0 | | |
| | | NO.15 | 15.00 | 04°17′50″ | 14.986 |
| | | NO.16 | 35.00 | 10°01′36″ | 34.822 |
| | | NO.17 | 55.00 | 15°45′23″ | 54.309 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

# 10．（測量）緩和曲線(Clothoid)の計算

（主要点ＫＥの計算）

$R=200_m$ 代入１

$A=100_m$ 代入１

$L=\frac{A^2}{R}$ 代入２

（中間点の計算）

$A=100$ 代入１

$L=\{14.638, 34.638, 54.638\}$ （KAよりの距離） 代入１

$R=\frac{A^2}{L}=\{683.153,\ 288.700,\ 183.023\}$ 代入２

$$X=L\left(1-\frac{L^2}{40R^2}+\frac{L^4}{3456R^4}-\frac{L^6}{599040R^6}+\frac{L^8}{175472640R^8}-\frac{L^{10}}{7.8033715\times10^{11}\times R^{10}}\right)=\{14.638,\ 34.626,\ 54.516\}$$ 代入３

$$Y=\frac{L^2}{6R}\left(1-\frac{L^2}{56R^2}+\frac{L^4}{3456R^4}-\frac{L^6}{1612800R^6}+\frac{L^8}{588349440R^8}-\frac{L^{10}}{3.1337349\times10^{11}\times10\times R^{10}}\right)=\{0.052,\ 0.692,\ 2.714\}$$ 代入３

$\tau=\frac{L}{2R}=\{00°36'50'',\ 03°26'14'',\ 08°33'08''\}$ 代入４

$\sigma=\tan^{-1}\frac{Y}{X}=\{00°12'17'',\ 01°08'44'',\ 02°51'01''\}$ 代入４

$\Delta R=Y+R\cos\tau-R=\{0.013,\ 0.173,\ 0.679\}$

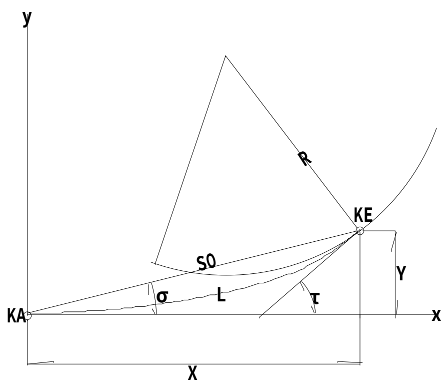
$X_M=X-R\sin\tau=\{7.319,\ 17.317,\ 27.299\}$

$T_K=Y\operatorname{cosec}\tau=\{4.879,\ 11.550,\ 18.251\}$

$T_L=X-Y\cot\tau=\{9.759,\ 23.096,\ 36.468\}$

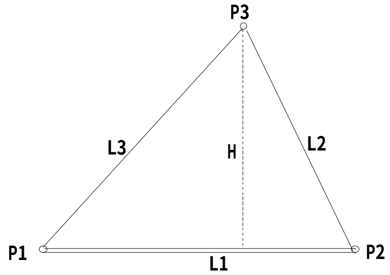
$S_0=\sqrt{X^2+Y^2}=\{14.638,\ 34.632,\ 54.584\}$

図は花子で作成



## １１．（測量）三角形面積計算（ヘロン公式）

図は花子で作成




$X_1=-352.790_m$　　$X_2=-359.747_m$　　$X_3=-401.639_m$

代入定義１

$Y_1=-19.831_m$　　$Y_2=-92.349_m$　　$Y_3=-67.952_m$

$L_1=\sqrt{|(X_1-X_2)|^2+|(Y_1-Y_2)|^2}=72.851_m$　　代入定義２

$L_2=\sqrt{|(X_2-X_3)|^2+|(Y_2-Y_3)|^2}=48.478_m$　　代入定義２

$L_3=\sqrt{|(X_3-X_1)|^2+|(Y_3-Y_1)|^2}=68.570_m$　　代入定義２

$A=\frac{1}{4}\sqrt{(L_1+L_2+L_3)(-L_1+L_2+L_3)(L_1-L_2+L_3)(L_1+L_2-L_3)}=1603.815_{m^2}$　　代入定義３

$H=\frac{2A}{L_1}=44.030_m$　　代入定義４

$L_1$を底辺とした場合の面積検

$2A'=H\times L_1=3207.630_{m^2}$　　倍面積

### 面積計算一覧表

| 三角区分 | 底辺(L) | 高さ(H) | 倍面積 | 面　積（A） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 72.851 | 44.030 | 3207.630 | 3207.630÷2=1603.815 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

# （A） $S_3$スラブ型枠支保工の検討（抜粋）

## （1）荷重計算

**ＣＡＤ図以外はすべてカルキングで作成**

屋根ｽﾗﾌﾞ荷重計算 (㎡当り)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 固定荷重 | ： | $W_1$ | = | 2400 | × | 0.130 | = | 312 | (kg/㎡) |
| 仮設荷重 | ： | $W_2$ | = | 50 | | | = | 50 | (〃) |
| 衝撃荷重 | ： | $W_3$ | = | $(W_1+W_2)$ | × | 0.20 | = | 72 | (〃) |
| 作業荷重 | ： | $W_4$ | = | | | | | 150 | (〃) |
| 荷重合計 | ： | $\Sigma W$ | = | $W_1+W_2+W_3+W_4$ | | | = | 584 | (〃) |
| 単位荷重 | ：(㎠当り) | | | | | $w_0$ | = | 0.058 | (kg/㎠) |

以下単位荷重計算式ははは上記に習う

## （2）せき板の検討

use型枠用合板 t 12

根太ﾋﾟｯﾁ @35.0(cm)とする　∴$\ell$=35.0(cm)

### (a)曲げの検討

$w_0$=0.058　(kg/cm$^2$)

$$M_{max} = \frac{1}{8}w\ell^2 = \frac{1}{8}\times 0.058\times 35.0^2 = 8.88$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z_x} = \frac{8.88}{0.24} = 37.00$$

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b} = \frac{37.00}{140} = 0.26 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

### (b)せん断力の検討

$$Q_{max} = \frac{1}{2}w\ell = \frac{1}{2}\times 0.058\times 35.0 = 1.02 \qquad (\text{kg})$$

$$\tau_{max} = \alpha\frac{Q_{max}}{A} = 1.50\times\frac{1.02}{1.20} = 1.28 \qquad (\alpha=1.50)$$

$$\frac{\tau_{max}}{f_s} = \frac{1.28}{9.00} = 0.14 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

### (c)たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{5w\ell^4}{384EI_x} = \frac{5\times 0.058\times 35.0^4}{384\times 5.6\times 10^4\times 0.144} = 0.14 \qquad < 0.30 \text{ (cm)} \quad \text{ok}$$

## （3）根太の検討

use　単管パイプ　48.6φ-2.4（STK51）

$w=w_0\times$負担巾$=0.058\times35.0=2.03$　　( kg / cm )

最大ｽﾊﾟﾝ　$\ell$ = 91.4(㎝)

### (a)曲げの検討

半固定梁として計算する

$$M_{max}=\frac{1}{12}w\ell^2=\frac{1}{12}\times2.03\times91.4^2=1413 \quad (\mathrm{kg\cdot cm})$$

$$\sigma_{max}=\frac{M_{max}}{Z_x}=\frac{1413}{3.83}=369 \quad (\mathrm{kg/cm^2})$$

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b}=\frac{369}{2400}=0.15 \quad < 1.0 \text{ ok}$$

### (ｂ)せん断力の検討

$$Q_{max}=\frac{1}{2}w\ell=\frac{1}{2}\times2.03\times91.4=92.77$$

$$\tau_{max}=\alpha\frac{Q_{max}}{A}=2.0\times\frac{92.77}{3.48}=53.32$$

$$\frac{\tau_{max}}{f_s}=\frac{53.32}{1300}=0.04 \quad < 1.0 \text{ ok}$$

### (ｃ)たわみの検討

$$\delta_{max}=\frac{w\ell^4}{128EI_x}=\frac{2.03\times91.4^4}{128\times2.1\times10^6\times9.32}=0.06 \quad < 0.30\ (\mathrm{cm}) \quad \text{ok}$$

## （4）大引の検討

use 端太角 90×90

$w=w_0\times$負担巾$=0.058\times(68.6+91.4)\times1/2=4.64$　　( kg / cm )

最大ｽﾊﾟﾝ　$\ell$ = 91.4(㎝)

### (a)曲げの検討

$$M_{max}=\frac{1}{8}w\ell^2=\frac{1}{8}\times4.64\times91.4^2=4845 \quad (\mathrm{kg\cdot cm})$$

$$\sigma_{max}=\frac{M_{max}}{Z_x}=\frac{4845}{121.5}=39.88 \quad (\mathrm{kg/cm^2})$$

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b}=\frac{39.88}{105}=0.38 \quad < 1.0 \text{ ok}$$

### (ｂ)せん断力の検討

$$Q_{max} = \frac{1}{2}w\ell = \frac{1}{2} \times 4.64 \times 91.4 = 212 \quad \text{(kg)}$$

$$\tau_{max} = \alpha\frac{Q_{max}}{A} = 1.50 \times \frac{212}{81.0} = 3.93 \quad \text{( kg / cm}^2\text{)} \qquad (\alpha = 1.5)$$

$$\frac{\tau_{max}}{f_s} = \frac{3.93}{7.50} = 0.52 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

### (ｃ)たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{5w\ell^4}{384EI_x} = \frac{5 \times 4.64 \times 91.4^4}{384 \times 5.6 \times 10^4 \times 547} = 0.14 \qquad < 0.30 \text{ (cm)} \quad \text{ok}$$

## （5）サポート・建枠の検討

荷重負担面積小につき省略

## （6）建枠の検討

荷重負担面積小につき省略
大梁荷重を同時に受ける支保工の項で検討

# （B）大梁ＲＧ4型枠支保工の検討

## （1）荷重計算

RG4荷重計算 (㎡当り)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 固定荷重 | ： | $W_1$ | = | 2400 | × 0.900 | = | 2,160 | (kg/㎡) |
| 仮設荷重 | ： | $W_2$ | = | 50 | | = | 50 | (〃) |
| 衝撃荷重 | ： | $W_3$ | = | $(W_1+W_2)$ | × 0.20 | = | 442 | (〃) |
| 作業荷重 | ： | $W_4$ | = | | | | 150 | (〃) |
| 荷重合計 | ： | $\Sigma W$ | = | $W_1+W_2+W_3+W_4$ | | = | 2,802 | (〃) |
| 単位荷重 | ：(cm²当り) | | | | $w_0$ | = | 0.280 | (kg/㎠) |

## （2）せき板の検討

use型枠用合板ｔ12
根太ﾋﾟｯﾁ @20.0(cm)とする　∴ℓ=20.0(cm)

### (a)曲げの検討　$w_0$=0.28　(kg/cm²)

$$M_{max} = \frac{1}{8}w\ell^2 = \frac{1}{8} \times 0.28 \times 20.0^2 = 14.00 \quad \text{(kg・cm)}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z_x} = \frac{14.00}{0.24} = 58.33 \quad \text{(kg/cm}^2\text{)}$$

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b} = \frac{58.33}{140} = 0.42 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

（b）せん断力の検討

$$Q_{max} = \frac{1}{2} w\ell = \frac{1}{2} \times 0.28 \times 20.0 = 2.80$$

$$\tau_{max} = \alpha \frac{Q_{max}}{A} = 1.50 \times \frac{2.80}{1.20} = 3.50$$

$$\frac{\tau_{max}}{f_s} = \frac{3.50}{9.00} = 0.39 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

（c）たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{5w\ell^4}{384EI_x} = \frac{5 \times 0.28 \times 20.0^4}{384 \times 5.6 \times 10^4 \times 0.144} = 0.07 \qquad < 0.30\ (\text{cm}) \quad \text{ok}$$

## （3）根太の検討

use　単管パイプ　48.6φ-2.4（STK51）

$w = w_0 \times$負担巾$= 0.28 \times 20.0 = 5.60$　　( kg / cm )

最大ｽﾊﾟﾝ　$\ell$ = 91.4(cm)

(a)曲げの検討

半固定梁として計算する

$$M_{max} = \frac{1}{12} w\ell^2 = \frac{1}{12} \times 5.6 \times 91.4^2 = 3899 \qquad (\text{kg・cm})$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z_x} = \frac{3899}{3.83} = 1018 \qquad (\text{kg / cm}^2)$$

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b} = \frac{1018}{2400} = 0.42 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

（b）せん断力の検討

$$Q_{max} = \frac{1}{2} w\ell = \frac{1}{2} \times 5.60 \times 91.4 = 256 \qquad (\text{kg})$$

$$\tau_{max} = \alpha \frac{Q_{max}}{A} = 2.00 \times \frac{256}{3.48} = 147 \qquad (\text{kg / cm}^2)$$

$$\frac{\tau_{max}}{f_s} = \frac{147}{1300} = 0.11 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

（c）たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{w\ell^4}{128EI_x} = \frac{5.60 \times 91.4^4}{128 \times 2.1 \times 10^6 \times 9.32} = 0.16 \qquad < 0.30\ (\text{cm}) \quad \text{ok}$$

## （４）大引の検討

use 端太角 90×90

$w = w_0 \times$負担巾$= 0.28\times(68.6+91.4)\times1/2=22.40$　　( kg / cm )

ｽﾊﾟﾝ(梁巾)　$\ell$ = 40.0(cm)

### (a)曲げの検討

$$M_{max} = \frac{1}{8} w\ell^2 = \frac{1}{8} \times 22.4 \times 40.0^2 = 4480$$　( kg・cm )

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z_x} = \frac{4480}{192.9} = 23.22$$　( kg / cm$^2$ )

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b} = \frac{23.22}{105} = 0.22$$　< 1.0 ok

### (ｂ)せん断力の検討

$$Q_{max} = \frac{1}{2} w\ell = \frac{1}{2} \times 22.4 \times 40.0 = 448$$　(kg)

$$\tau_{max} = \alpha \frac{Q_{max}}{A} = 1.50 \times \frac{448}{110.3} = 6.09$$　( kg / cm$^2$ )　($\alpha$=1.5)

$$\frac{\tau_{max}}{f_s} = \frac{6.09}{7.50} = 0.81$$　< 1.0 ok

### (ｃ)たわみの検討

$$\delta_{max} = \frac{5w\ell^4}{384EI_x} = \frac{5\times22.4\times40.0^4}{384\times5.6\times10^4\times1012} = 0.01$$　< 0.30 (cm)　ok

**荷重負担面積**

$A=(68.6+91.4)\times1/2\times40.0\times1/2=1600$　(cm$^2$)

$W=w_0\times A=0.28\times1600=448$　(kg)

**サポート１本当りの許容軸力 $N_f$=2000(kg/本)**

$$\frac{W}{N} = \frac{448}{2000} = 0.22$$　<　1.0　( ok )

## （５）均し大引の検討

use端太角 105×105ﾀﾞﾌﾞﾙ使用

大引ｽﾊﾟﾝ $\ell$=91.4(cm)　単純梁２点集中荷重として計算する

### (a)曲げの検討

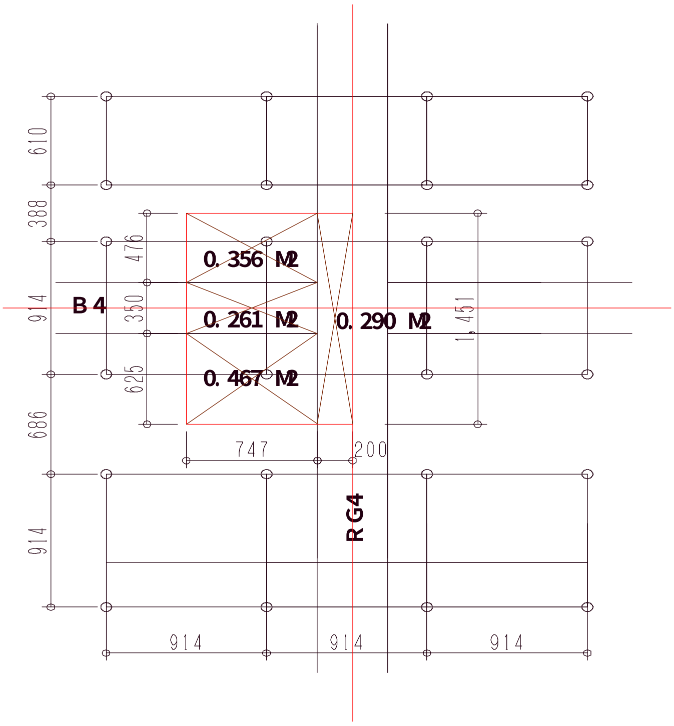
$P = 448$　(kg)　　$a=(91.4-40.0)\times1/2=25.7$

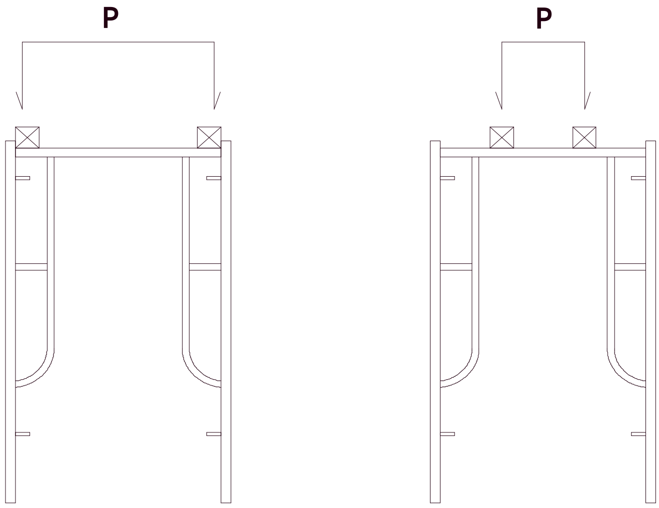
$$M_{max} = Pa = 448\times25.7 = 11514$$　(kg・cm)

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z_x} = \frac{11514}{193\times2} = 29.83$$　(kg/cm$^2$)

$$\frac{\sigma_{max}}{f_b} = \frac{29.83}{140} = 0.21$$　< 1.0 ok

## （６）建枠軸力の検討




最大許容荷重 5. 0t　　　　最大許容荷重 2. 0t

荷重点位置による許容荷重の違い
（ TF 1216DA）

荷重計算

屋根スラブ　$w_0$=((2400×0.15+50)×1.2+150) =642　(kg/m$^2$)

大梁RG4　$w_0$=((2400×0.90+50)×1.2+150) =2802

小梁B4　$w_0$=((2400×0.70+50)×1.2+150) =2226

総重量$W$　642×(0.467+0.356)+2802×0.290+2226×0.261=1922　(kg)

建枠直上の荷重ではなく横材上に大小梁・ｽﾗﾌﾞ荷重混在して作用しているので
許容強度として前記荷重位置の違いの強度3.5（t）と2.0（t）の
中間値を許容耐力とする。

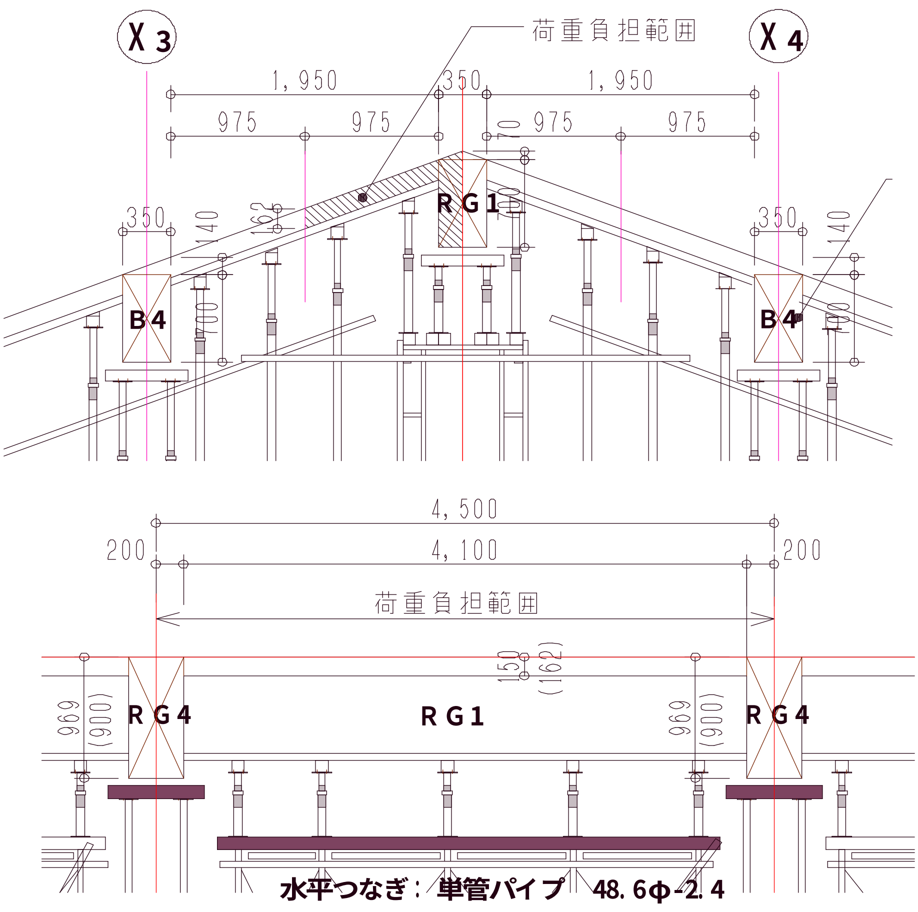
$$\frac{W}{P_f}=\frac{1922}{2750}=0.70 \qquad < 1.0 \text{ ok}$$

（C）水平力の検討

支保工ブレース構面としてY2通り　X3～X4間を検討する。

（1）荷重計算

ブレース1構面の受ける総荷重の算定




Y2 通り 立面図

**屋根スラブ**　$w_0$=((2400×0.162+50)×1.2+150) =677　(kg/m$^2$)

**大梁RG1**　$w_0$=((2400×0.77+50)×1.2+150) =2428

**大梁G4**　$w_0$=((2400×0.969+50)×1.2+150)　=3001

**屋根スラブ**　$W$=677×0.975×4.10=2706　(kg)

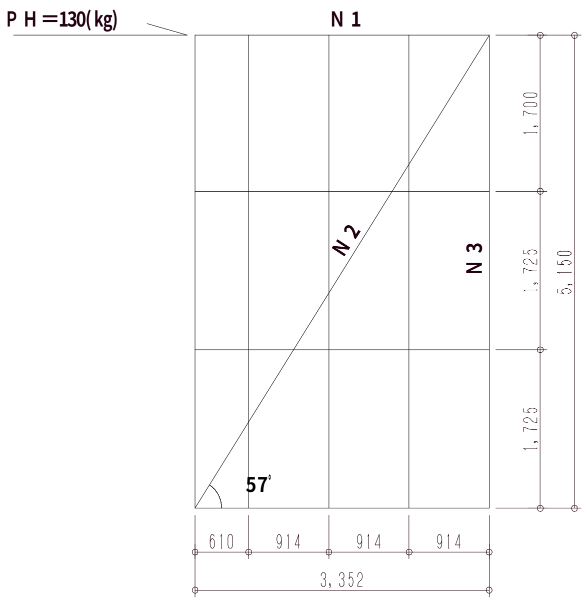
**大梁RG1**　$W$=2428×0.35×0.77×4.10×1/2=1341

**大梁G4**　$W$=3001×0.20×0.975×2=1170

**総重量$W$**　2706+1341+1170=5217　(kg)

**水平力の算定**

$PH = W \times 0.025 = 5217 \times 0.025 = 130$　( kg )




**(b)斜材を緊桔するｸﾗﾝﾌﾟ強度の検討**

$$N_2 = PH \times \frac{1}{\cos\theta} = 130 \times \frac{1}{0.515} = 252$$　cos59.0° =0.515

**ｸﾗﾝﾌﾟ１個当りの許容すべり耐力は　350（kg/個）**

$\frac{252}{350}$ =0.72　　**ｸﾗﾝﾌﾟ１ヶ所の緊桔でok　（実際には２個以上）**

**(c)斜材座屈強度の検討**

**914（㎜）2ｽﾊﾟﾝでｸﾗﾝﾌﾟ緊結する**

**914×2=1828**

$$\ell_k = \frac{\ell}{\cos\theta} = \frac{182.8}{0.515} = 355$$　(cm)

$$\lambda = \frac{\ell_k}{i} = \frac{355}{1.64} = 216 \quad > \Lambda \quad (\Lambda = 98)$$

$$f_k = \frac{0.277}{(\lambda / \Lambda)^2} F = \frac{0.277}{(216/98)^2} \times 3600 = 205$$　(kg/cm$^2$)

$$F_k = A \times f_k = 205 \times 3.48 = 713 \quad > 252$$　(kg)　ok

**ＣＡＤ図以外**
**カルキングで作成**

# 土圧係数の計算

**すべてカルキングで作成**

3－1　**満液時及び照査荷重時**

a）**主働係数**

$$K_A=\frac{\cos^2(\phi-\theta)}{\cos^2\theta\cdot\cos(\theta+\delta)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-B)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-B)}}\right]^2}$$

$\phi$=30°　**内部摩擦角**

$\theta$=0°　**壁背面と鉛直面とのなす角度**

$\delta$=0　**壁背面と土との間の壁面摩擦角**

**(壁背面の法線と土圧の作用方向とのなす角度とみなす)**

B =0°　**地表面と水平面とのなす角度**

$$K_A=\frac{\cos^2(30°-0°)}{\cos^2 0°\cos(0°-0°)\times\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(30°+0°)\sin(30°-0°)}{\cos(0°+0°)\cos(0°-0°)}}\right]^2}=0.333$$

$$K_A=\frac{0.75}{1\left[1+\sqrt{\dfrac{0.25}{1}}\right]^2}=0.333$$

b）**受働係数**

$$K_P=\frac{\cos^2(\phi+\theta)}{\cos^2\theta\cdot\cos(\theta+\delta)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi-\delta)\sin(\phi+B)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-B)}}\right]^2}$$

$$K_p=\frac{\cos^2(30°+0°)}{\cos^2 0°\cos(0°-0°)\times\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(30°-0°)\sin(30°-0°)}{\cos(0°+0°)\cos(0°-0°)}}\right]^2}=3.000$$

$$K_P=\frac{0.75}{1\left[1-\sqrt{\dfrac{0.25}{1}}\right]^2}=3.000$$

3－2　**地震時**　（$\alpha$ =**1.0の時の主働、受働土圧係数**　）

a）**主働土圧係数**

$$K_{SA}=\frac{\cos^2(\phi-\theta-\theta_0)}{\cos\theta_0\cos^2\theta\ \cos(\delta+\theta+\theta_0)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-B-\theta_0)}{\cos(\delta+\theta+\theta_0)\cos(\theta-B)}}\right]^2}$$

$\phi$=30° 内部摩擦角

$\theta$=0° 壁背面と鉛直面とのなす角度

$\delta$=0 壁背面と土との間の壁面摩擦角

(壁背面の法線と土圧の作用方向とのなす角度とみなす)

B =0° 地表面と水平面とのなす角度

$\theta_0$ = 16.67°

$\theta_0 = \tan^{-1}K_h = \tan^{-1}0.30 = 0.291 = 16.67°$

$\alpha$ =1.0の時の主働、受働土圧係数

$K_h = 0.15\times\alpha\times V_1\times V_2$

$0.15\times1.0\times1.0\times2.0=0.300$

$K_{SA}$ =

$$\frac{\cos^2(30°-0°-16.67°)}{\cos16.67°\cos0°\cos(0°+0°+16.67°)\times\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(30°+0°)\sin(30°-0°-16.67°)}{\cos(0°+0°+16.67°)\cos(0°+0°)}}\right]^2}$$

=0.569

b ) 受働土圧係数

$$K_{SP}=\frac{\cos^2(\phi+\theta-\theta_0)}{\cos\theta_0\cos^2\theta\ \cos(\delta+\theta-\theta_0)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi-\delta)\sin(\phi+B-\theta_0)}{\cos(\delta+\theta+\theta_0)\cos(\theta-B)}}\right]^2}$$

$K_{SP}$ =

$$\frac{\cos^2(30°+0°-16.67°)}{\cos16.67°\cos^2 0°\cos(0°+0°-16.67°)\times\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(30°-0°)\sin(30°+0°-16.67°)}{\cos(0°+0°+16.67°)\cos(0°-0°)}}\right]^2}$$

=2.419

3−3 地震時 ($\alpha$ =0.5の時の主働、受働土圧係数 )

a ) 主働土圧係数

$$K_{SA}=\frac{\cos^2(\phi-\theta-\theta_0)}{\cos\theta_0\cos^2\theta\ \cos(\delta+\theta+\theta_0)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-B-\theta_0)}{\cos(\delta+\theta+\theta_0)\cos(\theta-B)}}\right]^2}$$

$\phi$=30° 内部摩擦角

$K_{SA}$ =

$\theta$=0° 壁背面と鉛直面とのなす角度

$\delta$=0 壁背面と土との間の壁面摩擦角

(壁背面の法線と土圧の作用方向とのなす角度とみなす)

B =0° 地表面と水平面とのなす角度

=0.433

$\theta_0$ = 8.54°

$\theta_0 = \tan^{-1} K_h = \tan^{-1} 0.15 = 0.149 = 8.54°$

$\alpha$ =0.5の時の主動、受動土圧係数

$K_h = 0.15 \times \alpha \times V_1 \times V_2$

$0.15 \times 0.5 \times 1.0 \times 2.0 = 0.150$

$K_{SP}$ =

$$\frac{\cos^2(30° - 0° - 8.54°)}{\cos 8.54° \cos 0° \cos(0° + 0° + 8.54°) \times \left[1 + \sqrt{\dfrac{\sin(30° + 0°)\sin(30° - 0° - 8.54°)}{\cos(0° + 0° + 8.54°)\cos(0° + 0°)}}\right]^2}$$

b ) 受働土圧係数

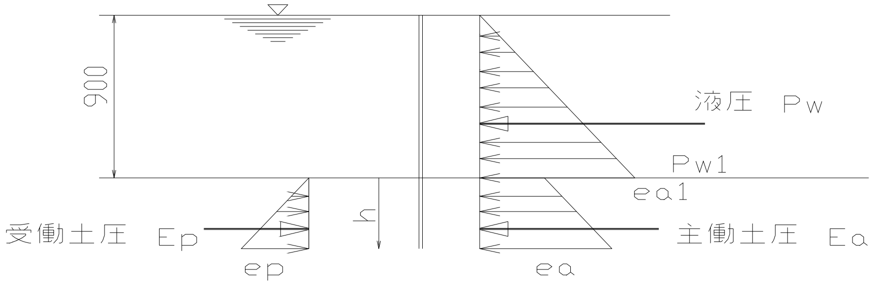
$$K_{SP} = \frac{\cos^2(\phi + \theta - \theta_0)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\delta + \theta - \theta_0)\left[1 - \sqrt{\dfrac{\sin(\phi - \delta)\sin(\phi + B - \theta_0)}{\cos(\delta + \theta + \theta_0)\cos(\theta - B)}}\right]^2}$$

$$\frac{\cos^2(30° + 0° - 8.54°)}{\cos 8.54° \cos^2 0° \cos(0° + 0° - 8.54°) \times \left[1 - \sqrt{\dfrac{\sin(30° - 0°)\sin(30° + 0° - 8.54°)}{\cos(0° + 0° + 8.54°)\cos(0° - 0°)}}\right]^2}$$

=2.727

## 4章　立壁（防油提）に作用する水平力及び転倒モーメント

### 4－１満液時




a）外力の計算　　　　　　　　　**CAD図をカルキングに貼り付け**

1）液圧　；Pw

$$Pw = \frac{1}{2} rw \cdot h^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 0.9^2 = 3.973 \quad KN/m$$

rw ； 9.81　液体の単位体積重量　　　$KN/m^3$

2）土圧　；Pw

主働土圧係数　　K a ＝ 0.333

主働土圧強度　　$ea = Ka\,(rw \cdot h + rs \cdot h)$

$$= 0.333 \times (9.81 \times 0.9 + 16.67 \times h)$$
$$= 5.551h + 2.94 \quad KN/m^2$$

rs ； 16.67　土の単位体積重量　　　$KN/m^3$

受働土圧係数　　K p ＝ 3.00

受働土圧強度　　$ep = Kp \cdot rs \cdot h = 3.0 \times 16.67 \times h$

$$= 50.01\ h \quad KN/m^2$$

3）仮想地盤面の決定

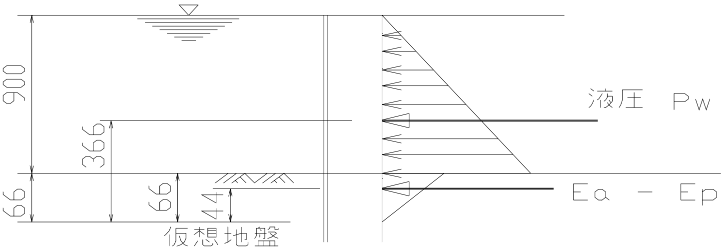
主働土圧強度 ＝ 受働土圧強度なる深さhを仮想地盤面とする

ea ＝ ep　より

$$5.551h + 2.94 = 50.01h$$

$$h = \frac{2.94}{50.01 - 5.551} = 0.066 \quad m$$

4） **荷重図**




$$(\mathrm{Ea}-\mathrm{Ep}) = 0.333 \times 16.67 \times 0.066 \times \frac{1}{2} = 0.183$$

5） **作用外力の合計**

**水平力** ；H

$$H = Pw + (Ea + Ep) = \quad 3.973 + 0.183 = 4.156 \quad KN/m$$

**水平力の作用位置**

$$L = \frac{0.366 \times Pw + 0.044 \times (Ea - Ep)}{H} = \frac{0.366 \times 3.973 + 0.044 \times 0.183}{4.156} = 0.352 \quad m$$

**転倒ﾓｰﾒﾝﾄ**；M

$$M = 4.156 \times 0.45 = 1.870 \quad KNm/m$$

6） **立壁用作用外力の合計**

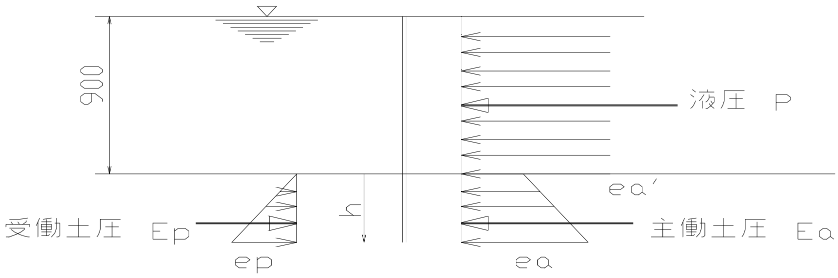
**水平力** ；H

$$H = 3.973 \quad KN/m$$

**転倒ﾓｰﾒﾝﾄ**；M

$$M = 3.973 \times 0.300 = 1.192 \quad KNm/m$$

## 4－ 2 照査荷重時




### a ) 外力の計算

1) 液圧 ; Pw KN/m

$$P = 19.73 \times h = 19.73 \times 0.9 = 17.757$$

ωω

2) 土圧 ; Pw

主働土圧係数 $Ka = 0.333$

主働土圧強度 $ea = Ka\,(rw \cdot h + rs \cdot h)$

$= 0.333 \times (9.81 \times 0.9 + 16.67 \times h)$

$= 5.551h + 2.94$ $KN/m^2$

rs ; 16.67 土の単位体積重量 $KN/m^3$

受働土圧係数 $Kp = 3.00$

受働土圧強度 $ep = Kp \cdot rs \cdot h = 3.0 \times 16.67 \times h$

$= 50.01\ h$ $KN/m^2$

3) 仮想地盤面の決定

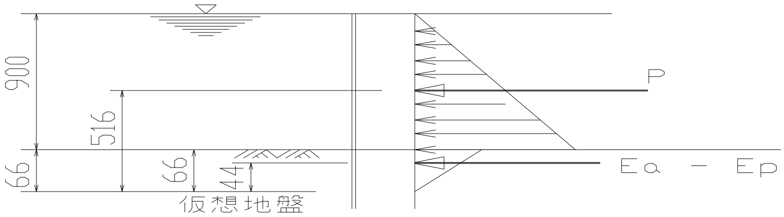
主働土圧強度 ＝ 受働土圧強度なる深さhを仮想地盤面とする

ea = ep より

$5.551h + 2.94 = 50.01h$

$$h = \frac{2.94}{50.01-5.551} = 0.066 \quad m$$

4） **荷重図**




$$( Ea - Ep ) = 0.333 \times 16.67 \times 0.066 \times \frac{1}{2} = 0.183$$

5） **作用外力の合計**

**水平力** ；H

H = P + ( Ea - Ep ) = 17.757 + 0.183 = 17.940 KN/m

**水平力の作用位置**

$$L = \frac{0.516 \times P + 0.044 \times (Ea-Ep)}{H} = \frac{0.516 \times 17.940 + 0.044 \times 0.183}{17.940} = 0.516 \text{ m}$$

6） **立壁用作用外力の合計**

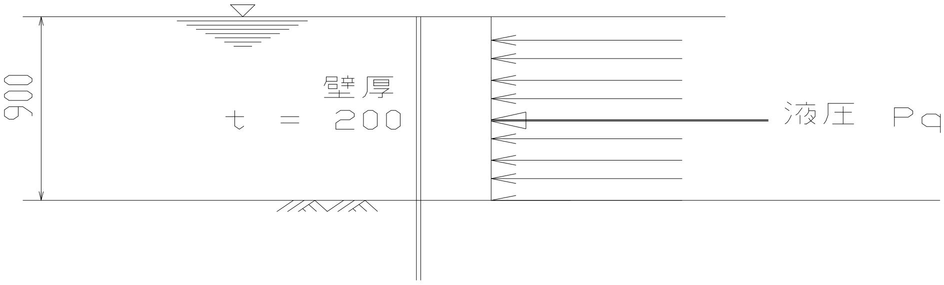
**水平力** ；H

H = 17.757 KN/m

**転倒モーメント**；M

M = 17.757 × 0.45 = 7.991 KNm/m

4－ 3 地震時




a ) 外力の計算

1) 地震時慣性力 ; Pq

KN/m

$$Pq = 0.30 \times 0.9 \times 0.2 \times 24.5 = 1.323$$

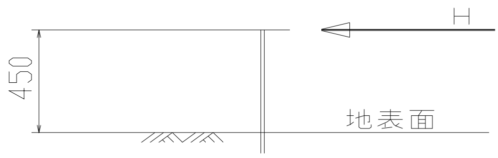
2) 土圧

主働土圧強度と受働土圧強度が等しくなるのは地表面であり考慮しない。

3) 作用外力の合計

水平力 ; H　　$H = Pq = 1.323$ KN/m

水平力の作用位置 ; L　　$L = \dfrac{0.9}{2} = 0.450$ m




H ＝ 1.323 KN/m

4) 作用外力の合計

水平力 ; H

H = 1.323 KN/m

5) 立壁用作用外力の合計

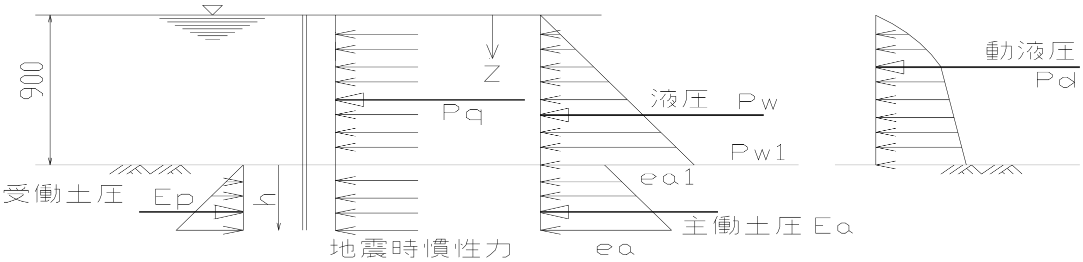
水平力 ; H

H = 1.323 KN/m

転倒ﾓｰﾒﾝﾄ ; H

H = 1.323×0.45=0.595 KNm/m

## 4－ 4 満液地震時




a )

1） **液圧**　; Pw

$$Pw = \frac{1}{2} rw \cdot h^2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times 0.9^2 = 3.973 \quad KN/m$$

2） **動液圧**　; Pd

$$Pd = \frac{7}{12} Kh \cdot Wo \cdot h^2 = \frac{7}{12} \times 0.15 \times 9.81 \times 0.9^2 = 0.695 \quad KN/m$$

**作用位置**　$L = \frac{2}{5} \times 0.9 = 0.360$ m

3） **土圧**　; Pw

**主働土圧係数**　$Ka = 0.433$

**主働土圧強度**　$ea = Ka\,(rw \cdot h + rs \cdot h)$

$= 0.433 \times (9.81 \times 0.9 + 16.67 \times h)$

$= 7.22h + 3.82$　$KN/m^2$

rs ; 16.67　**土の単位体積重量**　$KN/m^3$

**受働土圧係数**　$Kp = 2.727$

**受働土圧強度**　$ep = Kp \cdot rs \cdot h = 2.727 \times 16.67 \times h$

$= 45.46\ h$　$KN/m^2$

3） **仮想地盤面の決定**

**主働土圧強度 ＝ 受働土圧強度なる深さhを仮想地盤面とする**

ea = ep より

$7.22h + 3.82 = 45.46h$

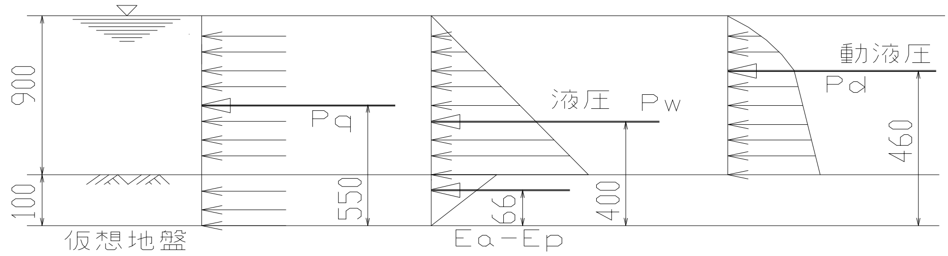
$$h = \frac{3.82}{45.46-7.22} = 0.100 \quad m$$

4） **地震時慣性力；Pq**

$$Pq = 0.15 \times 0.9 \times 0.2 \times 24.5 = 0.662 \quad KN/m$$

5） **作用外力の合計**

**CAD図をカルキングに貼り付け**




$$Ea\text{-}Ep = 0.433 \times 16.67 \times 0.066 \times \frac{1}{2} = 0.238$$

**水平力 ；H**

$$H = Pq+Pw+Pd-(Ea+Ep) = 0.662+3.973+0.695+0.238=5.568 \quad KN/m$$

**水平力の作用位置**

$$L = \frac{Pq \times hq+Pw \times hw+Pd \times hd+(Ea-Ep) \times hap}{H}$$

$$= \frac{0.662 \times 0.55+3.973 \times 0.40+0.695 \times 0.46+0.238 \times 0.066}{5.147} = 0.445 \quad m$$

6） **立壁用作用外力の合計**

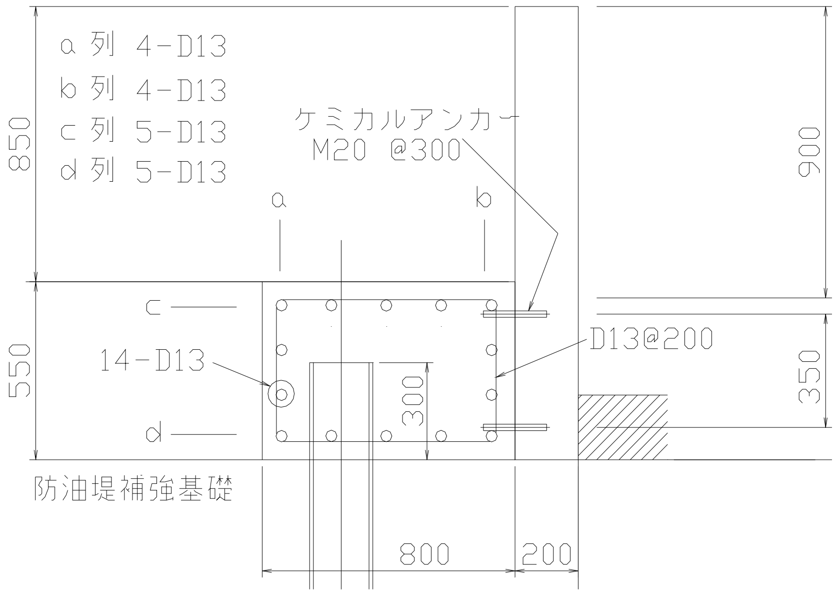
**水平力 ；H**

$$H = Pq+Pw+Pd = 0.662+3.973+0.695 = 5.330 \quad KN/m$$

**転倒モーメント；M**

$$M = 0.662 \times 0.45+3.973 \times 0.30+0.695 \times 0.36 = 1.740 \quad KNm/m$$

## 5章　立壁断面算定　　　　　　　　カルキングにCAD図を貼り付け




**立壁用作用外力の合計**

**水平力**　　H = 17.757 KN/m　　17頁より

**転倒モーメント**　　M = 17.757 × 0.45 = 7.991

**主筋（上下方向）**　既設の図面よりD13@250ダブル　$As=4\text{-}D13=5.08cm^2$

**配力筋（水平方向）**　既設の図面よりD13@300ダブル

$D = 20\ \mathrm{cm}$

$d = 14\ \mathrm{cm}$

$As=5.08\ \mathrm{cm^2}$

$$P=\frac{5.08}{100\times 14}=0.00363 \quad 0.36\ \%$$　表よりK=0.279　j=0.907

$$\frac{\Sigma M}{bd^2}=\frac{799}{100\times 14^2}=0.041\ \mathrm{KN/cm^2}$$

$$\frac{1}{Lc}=\frac{2}{Kj}=\frac{2}{0.279\times 0.907}=7.90$$

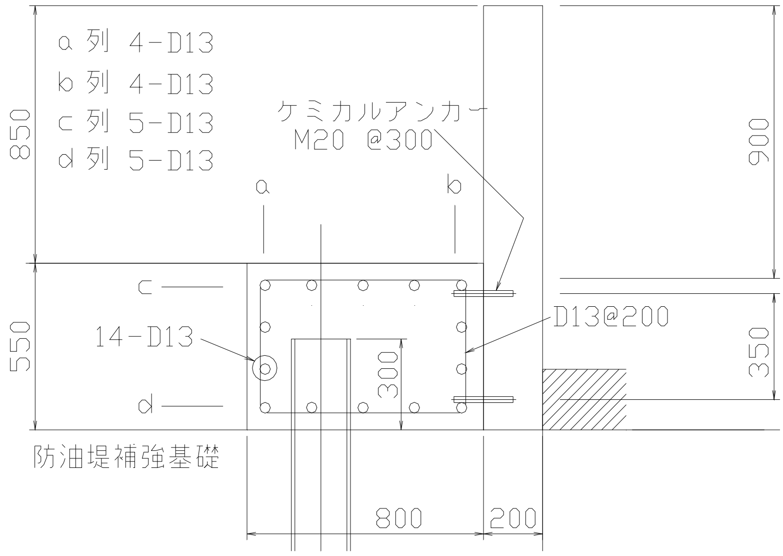
$$\frac{1}{Ls}=\frac{1}{Pj}=\frac{1}{0.00363\times 0.907}=303$$

$$\sigma c=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Lc}=0.041\times 7.90=0.324\ \mathrm{KN/cm^2} < 1.029\ \mathrm{KN/cm^2}\quad \mathrm{ok}$$

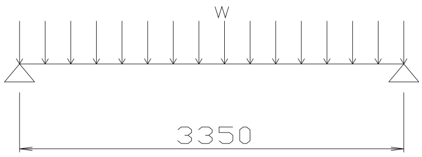
$$\sigma s=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Ls}=0.041\times 303=12.4\ \mathrm{KN/cm^2} < 26.478\ \mathrm{KN/cm^2}\quad \mathrm{ok}$$

$$\tau s=\frac{\Sigma H}{bjd}=\frac{17757}{100\times 0.907\times 14}=14.0\ \mathrm{N/cm^2} < 35.0\ \mathrm{N/cm^2}\quad \mathrm{ok}$$

## 6章　地中梁断面算定　(杭頭部基礎）　　カルキングにCAD図を貼り付け




照査荷重時




H = 17.940 KN/m　　13頁のH　より

w = 17.940 KN/m　　13頁のH　より

$$S = \frac{17.940\times3.35}{2} = 30.05 \text{ KN}$$

$$M = \frac{17.940\times3.35^2}{8} = 25.166 \text{ KNm}$$

a b 列配筋

$As=4\text{-}D13=5.08\ cm^2$

D = 80 cm

d = 72 cm

As=5.08 $cm^2$

$$P=\frac{5.08}{50\times72}=0.00141 \quad 0.14\ \%$$

表よりK=0.185　j=0.938

$$\frac{\Sigma M}{bd^2}=\frac{2517}{50\times72^2}=0.00971 \quad KN/cm^2$$

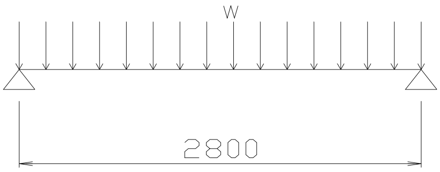
$$\frac{1}{Lc}=\frac{2}{Kj}=\frac{2}{0.185\times0.938}=11.5$$

$$\frac{1}{Ls}=\frac{1}{Pj}=\frac{1}{0.00141\times0.938}=756$$

$$\sigma c=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Lc}=0.00971\times11.5=0.112\ KN/cm^2 < 1.029\ KN/cm^2 \quad ok$$

$$\sigma s=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Ls}=0.00971\times756=7.3\ KN/cm^2 < 26.478\ KN/cm^2 \quad ok$$

$$\tau s=\frac{\Sigma H}{bjd}=\frac{30050}{50\times0.938\times72}=9\ N/cm^2 < 35.0\ N/cm^2 \quad ok$$




**照査荷重時**

H = 17.940 KN/m　13頁のH　より

w = 17.940 KN/m　13頁のH　より

$$M = \frac{17.940 \times 2.80^2}{8} = 17.581 \text{ KNm}$$

$$S = \frac{17.940 \times 2.80}{2} = 25.116 \text{ KN}$$

a b 列配筋

As=4-D13=5.08 $cm^2$

D = 50 cm

d = 42 cm

As=5.08 $cm^2$

$$P=\frac{5.08}{50\times42}=0.00242 \quad 0.24\ \%$$

表よりK=0.235　j=0.922

$$\frac{\Sigma M}{bd^2}=\frac{1758}{50\times42^2}=0.0199 \text{ KN/cm}^2$$

$$\frac{1}{Lc}=\frac{2}{Kj}=\frac{2}{0.235\times0.922}=9.2$$

$$\frac{1}{Ls}=\frac{1}{Pj}=\frac{1}{0.00242\times0.922}=448$$

$$\sigma c=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Lc}=0.0199\times9.2=0.183 \text{ KN/cm}^2 < 1.029 \text{ KN/cm}^2 \quad \text{ok}$$

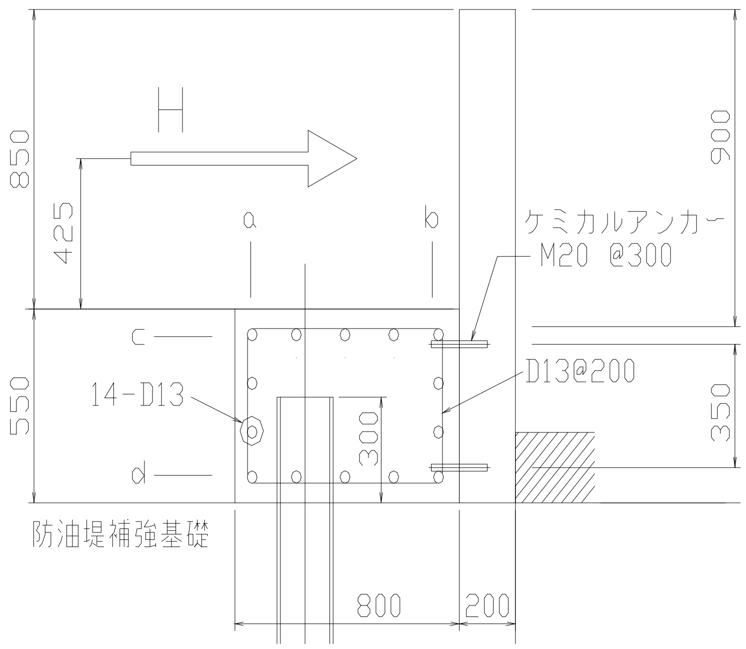
$$\sigma s=\frac{\Sigma M}{bd^2}\times\frac{1}{Ls}=0.0199\times448=8.9 \text{ KN/cm}^2 < 26.478 \text{ KN/cm}^2 \quad \text{ok}$$

$$\tau s=\frac{\Sigma H}{bjd}=\frac{25116}{50\times0.922\times42}=13 \text{ N/cm}^2 < 35.0 \text{ N/cm}^2 \quad \text{ok}$$

# 土木関係資料

## 7章　杭断面算定

**ＣＡＤ図以外はすべてカルキングで作成**




**カルキングにCAD図を貼り付け**

1)　**杭応力解析準備計算**

**地中部最大曲げモーメントは Y. L.changの式より杭頭自由**

**(地上に突出している杭 ) で計算する。**

**杭材は H－200x200x8x12@ 3. 35mで配置する。**

**H－200x200x8x12の諸元**

$Ix = 4720 \quad cm^4 \qquad Zx = 472 \quad cm^3 \qquad A = 63.53 \quad cm^2$

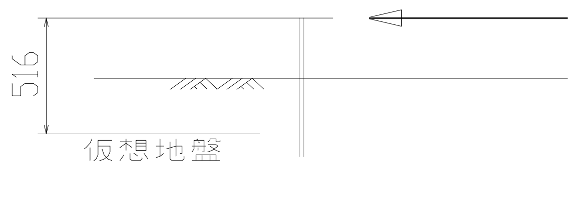
$\beta = \sqrt[4]{\dfrac{k \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}}$

k；横方向地盤反力係数　$= 1.0 \ kg/cm^3 \quad 9.81 \ N/cm^3$

D；杭径　$= 20 \quad cm$

E；鋼材のヤング係数　$= 2.1 \times 10^6 \ kg/cm^2 \quad 20.6 \times 10^6 \ KN/cm^2$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{9.81 \times 20}{4 \times 20.60 \times 10^6 \times 4720}} = 0.004739 \ cm^{-1} = 0.474 \ m^{-1}$$




$$H = 17.940 \ KN/m \left(\frac{3.35}{2} + 0.93\right) = 46.734 \ KN \quad 4.766 \ t$$

2） 地中部最大曲げモーメント

$$M_{max} = -H\ h\ \psi m\ (\beta\ h)$$

$\psi m(\beta h)$ $\beta h = 0.474 \times 0.516 = 0.245$

$$\psi m(\beta h) = 2.313 - \frac{2.313-2.003}{0.25-0.20} \times 0.045 = 2.034$$

βh=0.045の比例配分

$$M_{max} = -46.734 \times 0.516 \times 2.034 = -49.049\ \text{KNm}$$

3） 地表面変位の計算

$$f = \frac{H\ h^3}{2E\ I}\ \psi m(\beta\ h)\ \text{cm}$$

$\psi m(\beta h)$ $\beta h = 0.474 \times (0.516 - 0.066) = 0.213$

$$\psi m(\beta h) = 150 - \frac{150.0-80.0}{0.25-0.20} \times 0.013 = 131.800$$

βh=0.045の比例配分

$$f = \frac{46.734 \times (51.5-6.6)^3}{2 \times 20600 \times 4720} \times 131.8 = 2.867\ \text{cm} < 5.0\ \text{cm}\quad \text{ok}$$

4） H型鋼の応力度

$H = 46.734$ KN　$M_{max} = 49.05$ KNm　KN/$cm^2$

ok

$$\sigma s = \frac{M\ max}{Zx} = \frac{4905}{472} = 10.392\ \text{KN/cm}^2 < 13.729\ \text{KN/cm}^2$$

$$\tau s = 1.1 \times \frac{s}{A\ w} = 1.1 \times \frac{46.734}{16.0} = 3.213 < 7.845\ \text{KN/cm}^2$$

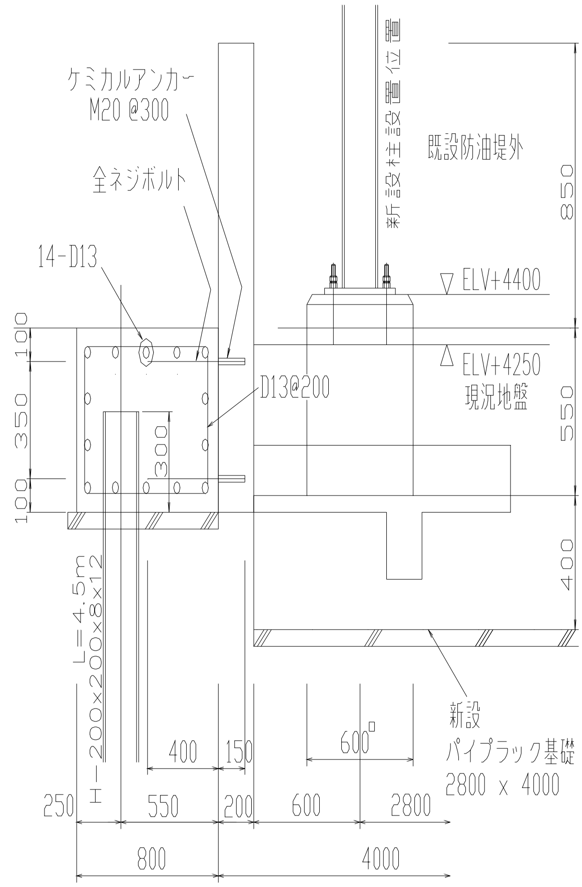
5） 杭長の検討

$$\beta = 0.474^{-1} = 2.11$$

$$L = \frac{2.25}{\beta} = \frac{2.25}{2.11} = 1.066\ \text{m} < 4.5\ \text{m}$$

長い杭

# 8章　ケミカルアンカーの検討




**水平力が最大となる照査荷重時について検討する。**

**照査荷重時**　　$H = 17.940\ ^{KN/m}$

13頁のH　より

**合計水平力　；H 1**

$$H\,1 = 17.94^{KN} \times 2.605^{m} = 46.734^{KN}$$

$$\frac{3.35}{2} + 0.93 = 2.605$$

$$M = 60.099 \times 0.70 = 42.069^{KNm}$$

$$\frac{0.85}{2} + \frac{0.55}{2} = 0.700$$

**カルキングにCAD図を貼り付け**

**ケミカルアンカーの張力**

$$T = \frac{42.07^{KNm}}{0.35_{m}} = 120.200^{KN}$$

**ケミカルアンカー許容耐力**

M 20　　　3.9 $^{ton/本}$　　　38.246 $^{KN/本}$　　（長期時）

**必要ケミカルアンカー本数　；n**

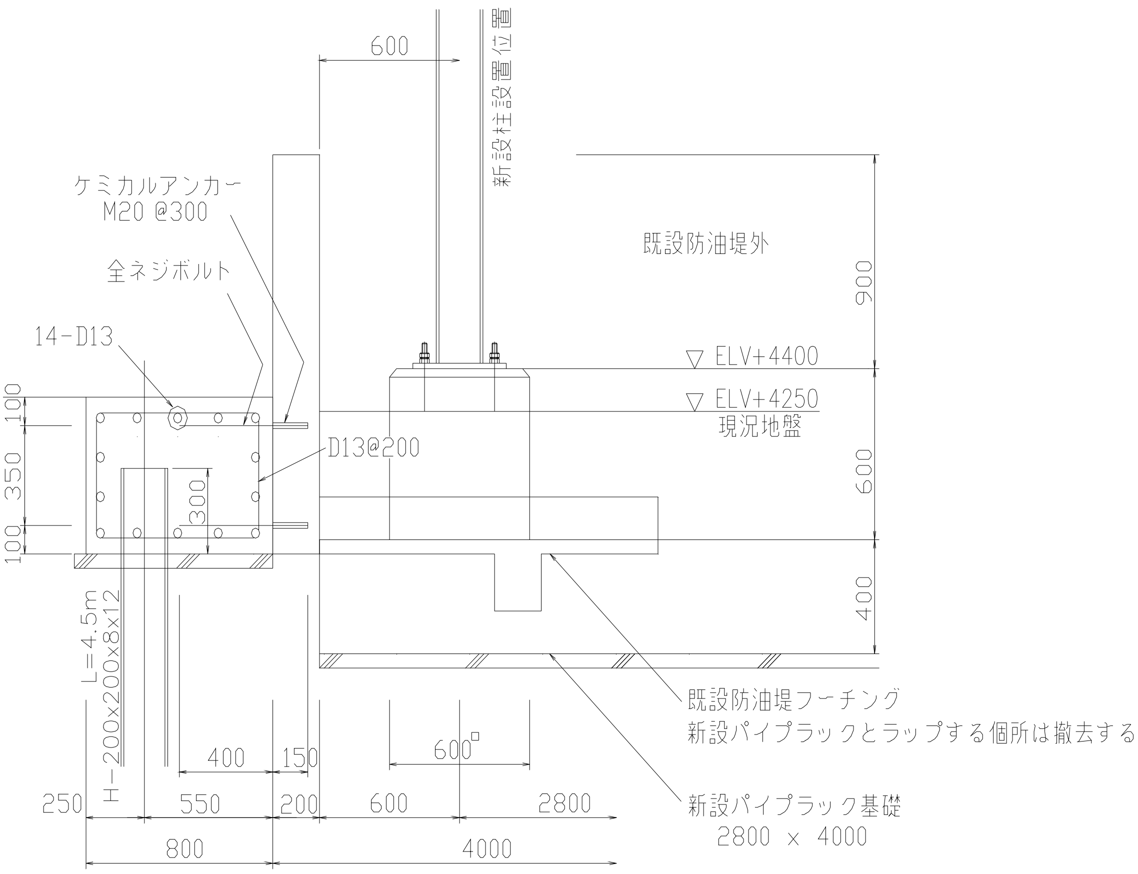
$$n = \frac{120.20}{38.246 \times 1.5} = 2.095\ ^{本}$$

（短期時）

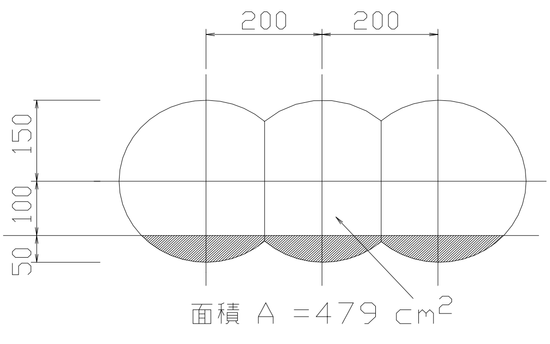
**上記により杭 1本当たり3本のケミカルアンカーを上下に設置すれば良いが**

**上下に 300ピッチで設置する。**

## ケミカルアンカー コーン破壊検討




**カルキングにCAD図を貼り付け**




**D 13の短期張力**

$\mathrm{cm}^2$ 　$\mathrm{KN/cm}^2$

**T=1.27×17.65×1.5=33.623** 　**KN**

$\mathrm{kg/cm}^2$ 　$\mathrm{KN/cm}^2$

**180×9.80665=1765**

**張力のみ作用する時のコーン破壊耐力**

**Pa1=** $0.6 \times \sqrt{1765} \times 479 = 12074$ **N/本** $<$ **28097 N/本** 　**ok**

$<$ **57859 N/本** **M 20 ケミカルアンカーの短期張力**

$<$ **32369 N/本** **M 16 ケミカルアンカーの短期張力**

(2)　滑動に対する検討

**カルキング で作成例抜粋**

滑動抵抗力 $(R_H)$

$A' = B - 2e = 3.1_m - 2\times 0.284_m = 2.532_m$

$R_H = C\times A' + \Sigma V\tan\phi = 2_t \times 2.532_m + 19.703_{t\cdot m}\times\tan 20° = 12.235_{t\cdot m}$

安全率 (F)

$$F = \frac{R_H}{\Sigma P_{AH}} = \frac{12.235_{t\cdot m}}{5.668_{t\cdot m}} = 2.159 \quad > 1.5 \quad OK$$

(3) 地盤反力 (σ)

$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{B}\times\left(1+\frac{6e}{B}\right) = \frac{19.703_{t/m}}{3.1_m}\times\left(1+\frac{6\times 0.284_m}{3.1_m}\right) = 9.849_{t/m^2} \quad < 12_{t/m^2} \quad OK$$

$$\sigma_2 = \frac{\Sigma V}{B}\times\left(1-\frac{6e}{B}\right) = \frac{19.703_{t/m}}{3.1_m}\times\left(1-\frac{6\times 0.284_m}{3.1_m}\right) = 2.862_{t/m^2}$$

図－2参照

5、部材の応力度の検討

(1) 前壁の検討

図－3参照

ア、①－①'断面の検討

土圧

$$P_{1H} = \left(K_A\times q\times H + \frac{1}{2}\times K_A\times\gamma\times h^2\right)\times\cos(\theta+\delta)$$

$$= \left(0.438_t\times 1.0\times 3.20 + \frac{1}{2}\times 0.438_t\times 1.6\times 3.20^2\right)\times\cos((00° + 13°20'))$$

$$= 4.855_t$$

曲げMoment

$$M_1 = K_A\times q\times H\times\cos(\theta+\delta)\times\frac{h'}{2} + \frac{1}{2}K_A\times\gamma\times h^2\times\cos(\theta+\delta)\times\frac{h'}{3}$$

$$= 0.438_t\times 1.0\times 3.20\times\cos((00° + 13°20'))\times\frac{3.20_m}{2}$$

$$+ \frac{1}{2}\times 0.438_t\times 1.6\times 3.20^2\times\cos((00° + 13°20'))\times\frac{3.20_m}{3} = 5.906_{t\cdot m}$$

**鉄筋応力の検討**

**図―4参照**

鉄筋量$A_S$＝D16　@100＝19.90$_{cm^2}$

$d=30_{cm}-5_{cm}=25_{cm}$

$$p=\frac{A_S}{b\times d}=\frac{19.90_{cm^2}}{100_{cm}\times 25_{cm}}=0.008 \qquad n=\frac{E_S}{E_C}=15$$

$$k=\sqrt{2pn+(pn)^2}-pn$$
$$=\sqrt{2\times 0.008\times 15+(0.008\times 15)^2}-0.008\times 15=0.384$$

$$j=1-\frac{k}{3}=1-\frac{0.384}{3}=0.872$$

$$\sigma_S=\frac{M}{A_S\times j\times d}=\frac{590600_{kg\cdot cm}}{19.90_{cm^2}\times 0.872\times 25_{cm}}=1,361.394_{kg/cm^2} \quad <\sigma_{sa}=1,800_{kg/cm^2} \quad \text{OK}$$

**コンクリート圧縮応力度の検討**

$$\sigma_c=\frac{2M}{k\times j\times b\times d^2}=\frac{2\times 590600_{kg\cdot cm}}{0.384\times 0.872\times 100_{cm}\times(25_{cm})^2}=56.441_{kg/cm^2} \quad <\sigma_{ca}=70_{kg/cm^2} \quad \text{OK}$$

**コンクリートのせん断応力度の検討**

$$\tau=\frac{S}{b\times j\times d}=\frac{4855_{kg}}{100_{cm}\times 0.872\times 25_{cm}}=2.227_{kg/cm^2} \quad <\tau_a=7_{kg/cm^2} \quad \text{OK}$$

**イ、②―②' 断面の検討 (擁壁Hの$\frac{1}{3}$の位置)**

$$P_{2H}=(K_A\times q\times h_2+\frac{1}{2}\times K_A\times\gamma\times h_2^2)\times\cos(\theta+\delta)$$
$$=\left(0.438_t\times 1.0\times 1.07+\frac{1}{2}\times 0.438_t\times 1.6\times 1.07^2\right)\times\cos((00°+13°20'))=0.846_t$$

$$M_2=(K_A\times q\times h_2\times\cos(\theta+\delta)\times\frac{h_2'}{2})+(\frac{1}{2}K_A\times\gamma\times h_2^2\times\cos(\theta+\delta)\times\frac{h_2'}{3})$$
$$=\left(0.438_t\times 1.0\times 1.07\times\cos((00°+13°20'))\times\frac{1.07_m}{2}\right)+$$
$$\left(\frac{1}{2}\times 0.438_t\times 1.6\times 1.07^2\times\cos((00°+13°20'))\times\frac{1.07_m}{3}\right)=0.383_{t\cdot m}$$

鉄筋量$A_S$D16@200＝9.93$_{cm^2}$　　$d=23.6_{cm}-5_{cm}=18.6_{cm}$

$$p=\frac{A_S}{b\times d}=\frac{9.93_{cm^2}}{100_{cm}\times 18.6_{cm}}=0.005$$

$$k=\sqrt{2pn+(pn)^2}-pn=\sqrt{2\times 0.005\times 15+(0.005\times 15)^2}-0.005\times 15=0.319$$

$$j=1-\frac{k}{3}=1-\frac{0.319}{3}=0.894$$

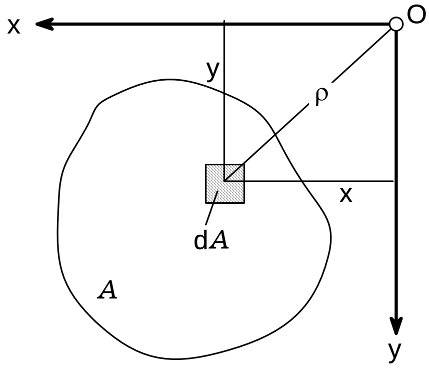
カルキングで作成

# 材料力学 ＜断面2次モーメント＞

すべてカルキングで作成

## 定義

↓作図機能で作成



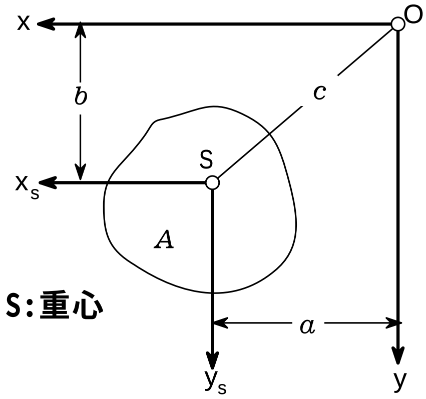

軸に関する断面2次モーメント（慣性モーメント）：

$$J_x=\int_A y^2 dA>0 \qquad J_y=\int_A x^2 dA>0$$

断面相乗モーメント：　　　断面2次極モーメント：

$$J_{xy}=\int_A xy\,dA \lessgtr 0 \qquad J_P=\int_A \rho^2 dA=J_x+J_y>0$$

## 平行な軸への断面モーメントの換算



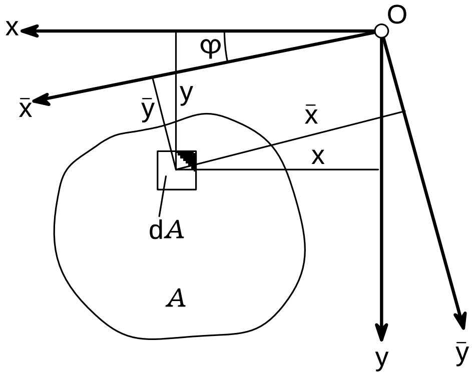

シュタイナーの法則

$$J_x=J_{xs}+b^2A \qquad J_y=J_{ys}+a^2A$$

$$J_{xy}=J_{xsys}+abA \qquad J_{po}=J_{ps}+c^2A$$

断面モーメントの中では、重心軸に関する
モーメントが最小である。

## 軸を回転した場合の断面モーメント




$$J_{\bar{x}}=\frac{J_x+J_y}{2}+\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi-J_{xy}\sin2\varphi$$

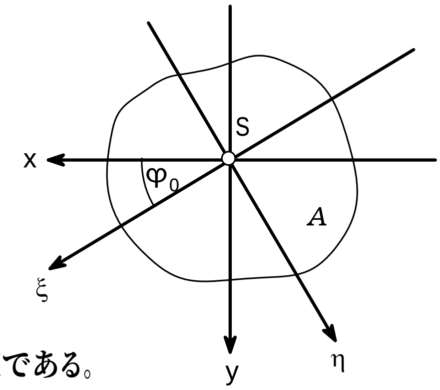
$$J_{\bar{y}}=\frac{J_x+J_y}{2}-\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi+J_{xy}\sin2\varphi$$

$$J_{\bar{x}\bar{y}}=\frac{J_x-J_y}{2}\sin2\varphi+J_{xy}\cos2\varphi$$

### 主軸 ξ、η の位置

$$\tan2\varphi_0=\frac{2J_{xy}}{J_y-J_x}$$

この軸に対して、軸まわりの断面モーメントは
極値をとり、断面相乗モーメントは消失する。




主断面モーメント（極値）：

$$J_\xi=\frac{J_x+J_y}{2}+\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi_0-J_{xy}\sin2\varphi_0$$

$$J_\eta=\frac{J_x+J_y}{2}-\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi_0+J_{xy}\sin2\varphi_0$$

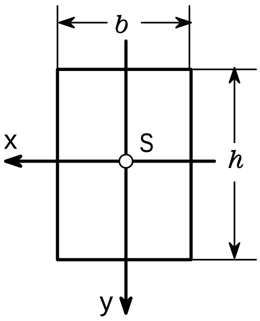
両軸まわりの断面モーメントの和は、座標系の回転に対して不変である。

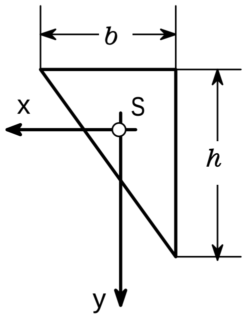
ある断面の対称軸は常に主軸である。
逆に、主軸はかならずしも対称軸であるとは限らない。

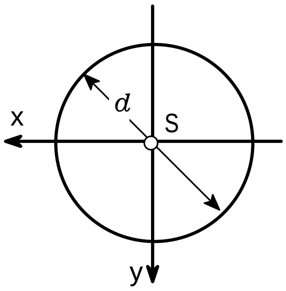
$$J_x+J_y=J_{\bar{x}}+J_{\bar{y}}=J_\xi+J_\eta$$

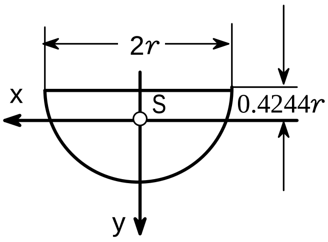
## 技術的に重要な面の断面モーメント

↓カルキングの作図機能で作成




$J_X=\dfrac{bh^3}{12}$ $J_Y=\dfrac{b^3h}{12}$

$J_X=\dfrac{bh^3}{36}$ $J_Y=\dfrac{b^3h}{36}$ $J_{XY}=\dfrac{b^2h^2}{12}$

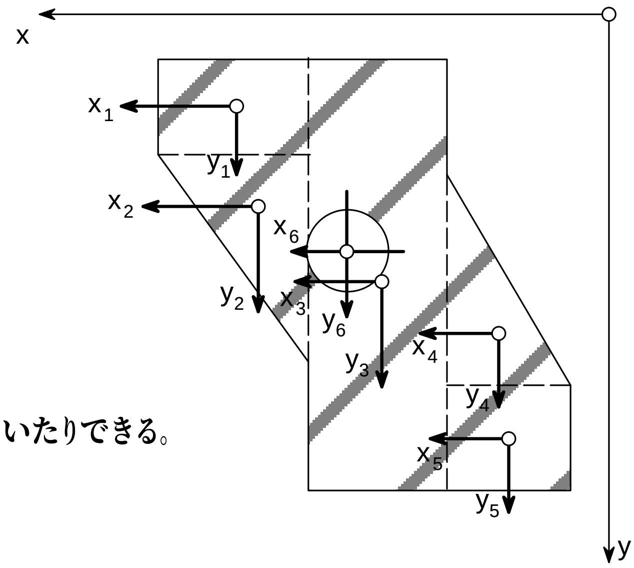
$J_X=J_Y=\dfrac{\pi d^4}{64}$ $J_P=\dfrac{\pi d^4}{32}$

$J_X=0.1098r^4$

$J_Y=\dfrac{\pi r^4}{8}$

↓作図機能で作成

## 合成した面の断面モーメント




$J_x=J_{1x}+J_{2x}+\ldots+J_{nx}=\sum_i J_{ix}$

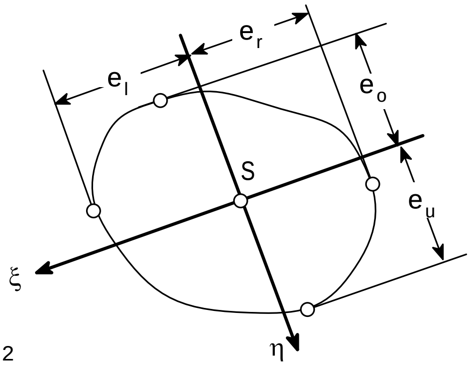
$J_y=J_{1y}+J_{2y}+\ldots+J_{ny}=\sum_i J_{iy}$

$J_{xy}=J_{1xy}+J_{2xy}+\ldots+J_{nxy}=\sum_i J_{ixy}$

同じ軸に関する断面モーメントだけが足したり引いたりできる。

## 断面係数

$W_{\xi u}=\dfrac{J_\xi}{e_u}$ $W_{\xi o}=\dfrac{J_\xi}{e_0}$ および $W_{\eta l}=\dfrac{J_\eta}{e_l}$ $W_{\eta r}=\dfrac{J_\eta}{e_r}$

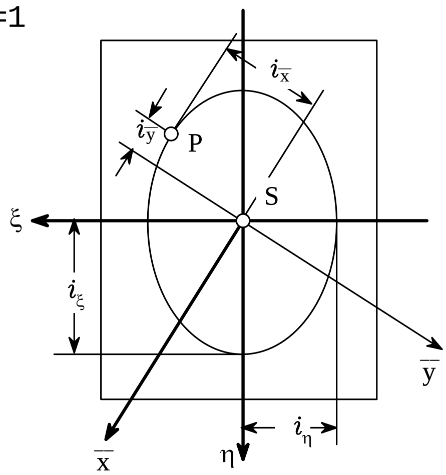



断面係数は主軸に関して、しかも常に両者の中の小さいほうに関してのみ意味がある。

## 断面2次半径（慣性半径）および慣性楕円

$i_\xi=\sqrt{\dfrac{J_\xi}{A}}$ $i_\eta=\sqrt{\dfrac{J_\eta}{A}}$ 慣性楕円の方程式: $\dfrac{\xi^2}{i_\eta^2}+\dfrac{\eta^2}{i_\xi}=1$

面重心Sを通る主軸を断面の主軸と呼ぶ。



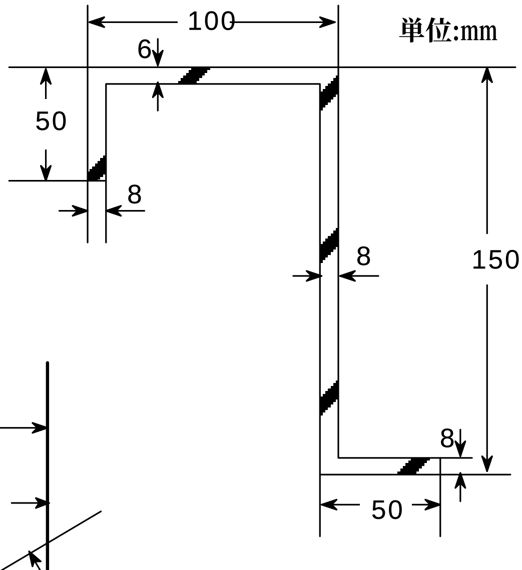

回転した軸$\overline{x}$,$\overline{y}$に関する断面モーメント:

$J_{\overline{x}}=i_{\overline{x}}^2A$ $J_{\overline{y}}=i_{\overline{y}}^2A$ $J_{\overline{xy}}=\overline{x}i_{\overline{x}}A=\overline{y}i_{\overline{y}}A$

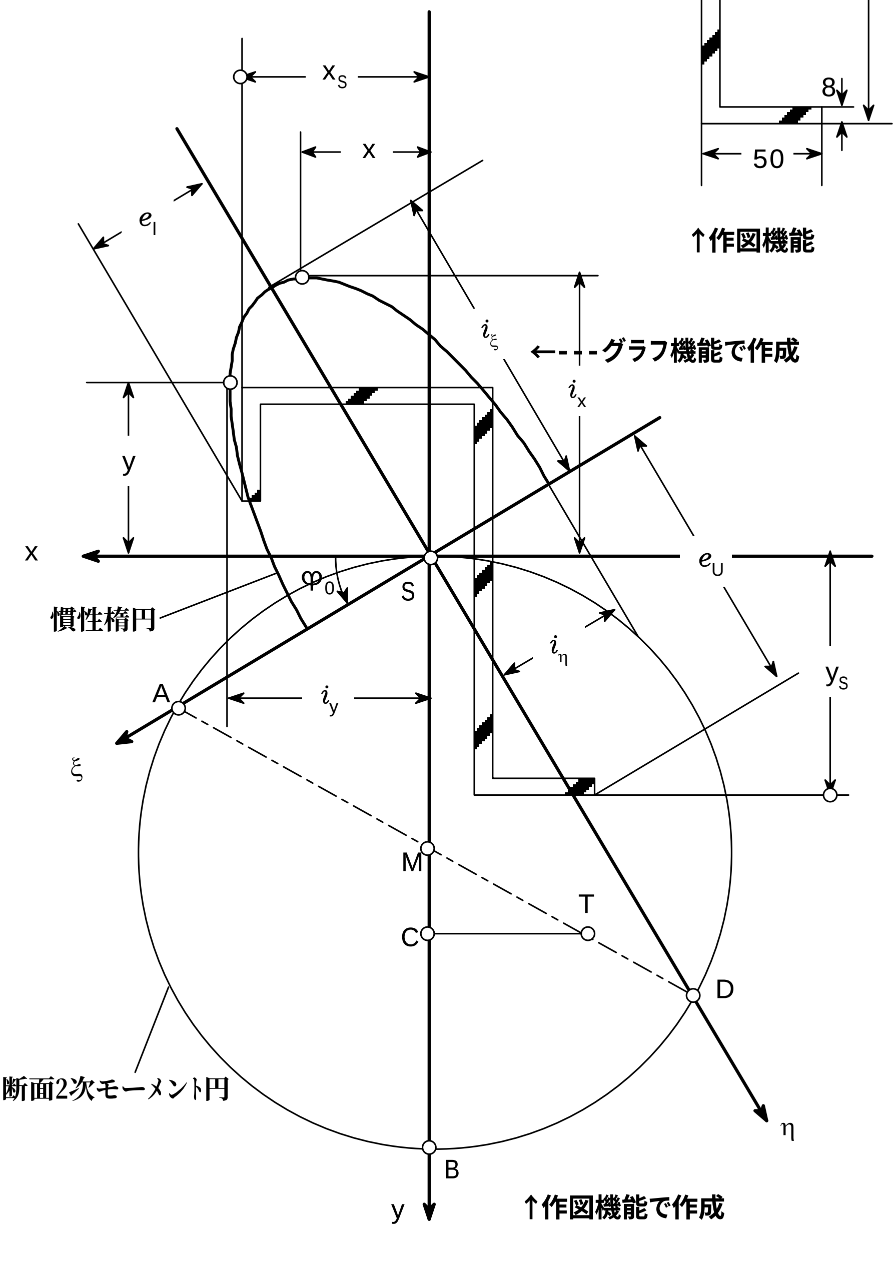
接線の接点Pの座標$\overline{x}$および$\overline{y}$の符号、ならびに断面2次半径$i_{\overline{y}}$および$i_{\overline{y}}$の符号が断面相乗モーメントの符号を決定する。

2つの主軸に関する断面モーメントが同じ場合は、慣性楕円は慣性円となる。

**例題**　右の図に示された断面形状より、重心の位置、重心軸に関する断面モーメント、主軸、主断面モーメント、最小断面係数、主慣性半径、$x-y$軸に関する断面モーメントを慣性楕円を使って求めよ。




↑作図機能




↑作図機能で作成

計算表

| | | | 重心 | | | | | | 断面 | 2次モ | ーメント | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| i | $A_i$cm$^2$ | $x_i$cm | $y_i$cm | $x_iA_i$cm$^3$ | $y_iA_i$cm$^3$ | $J_{ixi}$cm$^4$ | $J_{iyi}$cm$^4$ | $J_{ixiyi}$cm$^4$ | $a_i$cm | $b_i$cm | $a_i^2A_i$cm$^4$ | $b_i^2A_i$cm$^4$ | $a_ib_iA_i$cm$^4$ |
| 1 | 3.52 | 0.4 | 12.2 | 1.41 | 42.94 | 5.68 | 0.19 | 0 | 7.09 | -3.37 | 176.94 | 39.98 | -84.10 |
| 2 | 6.00 | 5.0 | 14.7 | 30.00 | 88.20 | 0.18 | 50.00 | 0 | 2.49 | -5.87 | 37.20 | 206.74 | -87.70 |
| 3 | 10.88 | 9.6 | 7.6 | 104.45 | 82.69 | 167.70 | 0.58 | 0 | -2.11 | 1.23 | 48.44 | 16.46 | -28.24 |
| 4 | 4.00 | 11.7 | 0.4 | 46.80 | 1.60 | 0.21 | 8.33 | 0 | -4.21 | 8.43 | 70.90 | 284.26 | -141.96 |
| | 24.40 | | | 182.66 | 215.43 | 173.77 | 59.10 | 0 | | | 333.48 | 547.44 | -342.00 |

↑ カルキングの表機能で作成

## 計算表に値をいれていく

$$\left\|\begin{array}{l}(\ \textbf{for}\ i=1\ \textbf{to}\ 4\ \textbf{step}\ 1\ )\\ 計算表_{5,i+2}=計算表_{2,i+2}\times 計算表_{3,i+2}\\ 計算表_{6,i+2}=計算表_{2,i+2}\times 計算表_{4,i+2}\end{array}\right.$$

$x_iA_i$の列の計算

$y_iA_i$の列の計算

この計算表のk列の3行から6行までを集計する関数を定義しておく　$集計(k)=\sum_{m=3}^{6}計算表_{k,m}$

$計算表_{2,7}=集計(2)$　　$計算表_{5,7}=集計(5)$　　$計算表_{6,7}=集計(6)$

$b=\{0.8,10,0.8,5\}$

$h=\{4.4,0.6,13.6,0.8\}$

$$\left\|\begin{array}{l}(\ \textbf{for}\ i=1\ \textbf{to}\ 4\ \textbf{step}\ 1\ )\\ 計算表_{7,i+2}=\dfrac{b_ih_i^3}{12}\\ 計算表_{8,i+2}=\dfrac{b_i^3h_i}{12}\end{array}\right.$$

$J_{ixi}$の列の計算

$J_{iyi}$の列の計算

$計算表_{7,7}=集計(7)$　　$計算表_{8,7}=集計(8)$

重心座標を求める

$$x_S=\frac{\sum_i x_iA_i}{\sum_i A_i}=\frac{182.66[\mathrm{cm}^3]}{24.4[\mathrm{cm}^2]}=7.49[\mathrm{cm}]$$

$$y_S=\frac{\sum_i y_iA_i}{\sum_i A_i}=\frac{215.43[\mathrm{cm}^3]}{24.4[\mathrm{cm}^2]}=8.83[\mathrm{cm}]$$

$x_S=7.49$

$y_S=8.83$

$$\left\|\begin{array}{l}(\ \textbf{for}\ i=1\ \textbf{to}\ 4\ \textbf{step}\ 1\ )\\ 計算表_{10,i+2}=x_S-計算表_{3,i+2}\\ 計算表_{11,i+2}=y_S-計算表_{4,i+2}\end{array}\right.$$

$a_i$の列の計算

$b_i$の列の計算

$$\left\|\begin{array}{l}(\ \textbf{for}\ i=1\ \textbf{to}\ 4\ \textbf{step}\ 1\ )\\ 計算表_{12,i+2}=計算表_{2,i+2}\times(計算表_{10,i+2})^2\\ 計算表_{13,i+2}=計算表_{2,i+2}\times(計算表_{11,i+2})^2\\ 計算表_{14,i+2}=計算表_{2,i+2}\times 計算表_{10,i+2}\times 計算表_{11,i+2}\end{array}\right.$$

$a_i^2A_i$の列の計算

$b_i^2A_i$の列の計算

$a_ib_iA_i$の列の計算

$計算表_{12,7}=集計(12)$　　$計算表_{13,7}=集計(13)$　　$計算表_{14,7}=集計(14)$

## 計算表にいれた値を使って指定された値を計算する

$x$-$y$座標系に関する断面モーメント:

$J_x=\sum_i J_{ixi}+\sum_i b_i^2A_i$　　$J_x=173.77[\mathrm{cm}^4]+547.44[\mathrm{cm}^4]=721.21[\mathrm{cm}^4]$

$J_y=\sum_i J_{iyi}+\sum_i a_i^2A_i$　　$J_y=59.10[\mathrm{cm}^4]+333.48[\mathrm{cm}^4]=392.58[\mathrm{cm}^4]$

$J_{xy}=\sum_i J_{ixiyi}+\sum_i a_ib_iA_i=-342.0[\mathrm{cm}^4]$　　$J_{xy}=-342.0[\mathrm{cm}^4]$

主軸の位置:

$$\varphi_0=\frac{1}{2}\left(\tan^{-1}\frac{2J_{xy}}{J_y-J_x}\right)=\frac{1}{2}\times\left(\tan^{-1}\frac{2\times(-342)[\mathrm{cm}^4]}{392.58[\mathrm{cm}^4]-721.21[\mathrm{cm}^4]}\right)=32.2°$$

**主断面モーメント:**

$$J_\xi=\frac{J_x+J_y}{2}+\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi_0-J_{xy}\sin2\varphi_0$$

$$J_\xi=\frac{721.21[\mathrm{cm}^4]+392.58[\mathrm{cm}^4]}{2}+\frac{721.21[\mathrm{cm}^4]-392.58[\mathrm{cm}^4]}{2}\cos(2\times32.2°)$$
$$-(-342.00)[\mathrm{cm}^4]\sin(2\times32.2°)$$
$$=936.32[\mathrm{cm}^4]$$

$$J_\eta=\frac{J_x+J_y}{2}-\frac{J_x-J_y}{2}\cos2\varphi_0+J_{xy}\sin2\varphi_0$$

$$J_\eta=\frac{721.21[\mathrm{cm}^4]+392.58[\mathrm{cm}^4]}{2}-\frac{721.21[\mathrm{cm}^4]-392.58[\mathrm{cm}^4]}{2}\cos(2\times32.2°)$$
$$+(-342.00)[\mathrm{cm}^4]\sin(2\times32.2°)$$
$$=177.47[\mathrm{cm}^4]$$

**断面の縁までの距離の最大値:** $e_u=11.06[\mathrm{cm}]$ $e_l=5.63[\mathrm{cm}]$

**最小断面係数:**

$$W_{\xi u}=\frac{J_\xi}{e_u}=\frac{936.32[\mathrm{cm}^4]}{11.06[\mathrm{cm}]}=84.7[\mathrm{cm}^3] \qquad W_{\eta l}=\frac{J_\eta}{e_l}=\frac{177.47[\mathrm{cm}^4]}{5.63[\mathrm{cm}]}=31.5[\mathrm{cm}^3]$$

**主断面2次半径:**

$A=24.4[\mathrm{cm}^2]$

$$i_\xi=\sqrt{\frac{J_\xi}{A}}=\sqrt{\frac{936.32[\mathrm{cm}^4]}{24.4[\mathrm{cm}^2]}}=6.19[\mathrm{cm}] \qquad i_\eta=\sqrt{\frac{J_\eta}{A}}=\sqrt{\frac{177.47[\mathrm{cm}^4]}{24.4[\mathrm{cm}^2]}}=2.7[\mathrm{cm}]$$

**吟味:**

$$i_x=\sqrt{i_\eta^2\sin^2\varphi_0+i_\xi\cos^2\varphi_0} \qquad i_x=\sqrt{(2.7[\mathrm{cm}])^2\times\sin^2 32.2°+(6.19[\mathrm{cm}])^2\times\cos^2 32.2°}=5.43[\mathrm{cm}]$$

$$i_y=\sqrt{i_\eta^2\cos^2\varphi_0+i_\xi\sin^2\varphi_0} \qquad i_y=\sqrt{(2.7[\mathrm{cm}])^2\times\cos^2 32.2°+(6.19[\mathrm{cm}])^2\times\sin^2 32.2°}=4.01[\mathrm{cm}]$$

$x$, $y$を求める

$2.7\times\sin32.2°\times\sin t+6.19\times\cos32.2°\times\cos t=5.44$　　これを解くと　　t = 6.55

このとき　$x=2.7\times\cos32.2°\times\sin t-6.19\times\sin32.2°\times\cos t=-2.579$　　$x=-2.58[\mathrm{cm}]$

$2.7\times\cos32.2°\times\sin t-6.19\times\sin32.2°\times\cos t=4.02$　　これを解くと　　t = 2.54

このとき　$y=2.7\times\sin32.2°\times\sin t+6.19\times\cos32.2°\times\cos t=-3.504$　　$y=-3.50[\mathrm{cm}]$

$$J_x=i_x^2A=(5.43[\mathrm{cm}])^2\times24.4[\mathrm{cm}^2]=719.43[\mathrm{cm}^4]$$

$$J_y=i_y^2A=(4.01[\mathrm{cm}])^2\times24.4[\mathrm{cm}^2]=392.35[\mathrm{cm}^4]$$

$$J_{xy}=xi_xA=(-2.58)[\mathrm{cm}]\times5.43[\mathrm{cm}]\times24.4[\mathrm{cm}^2]=-341.83[\mathrm{cm}^4]$$

あるいは

$$J_{xy}=yi_yA=(-3.5)[\mathrm{cm}]\times4.01[\mathrm{cm}]\times24.4[\mathrm{cm}^2]=-342.45[\mathrm{cm}^4]$$

**技術評論社**
**「工学技術の公式」より抜粋**
**すべてカルキングで作成**

# 気体の流れ

ノズル入り口の圧力 $p_1=200[kPa]$ 気体の比熱 $k=1.4$

ノズル入り口の温度 $T_1=400[K]$ ガス定数 $R=287.2[J/kgK]$

ノズル出口の面積 $F_2=0.0001[m^2]$

ノズル出口の圧力$p_2$を、0から200kPaまで変えたときのノズル出口の流速$w_2[m/s]$と、ノズルの通過流量$G[kg/s]$を求める。

$p_2=150[kPa]$ のときは

$$w_2=\sqrt{2\times\frac{k}{k-1}RT_1\left\{1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right\}}$$

$$=\sqrt{2\times\frac{1.4}{1.4-1}\times 287.2[J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}]\times 400[K]\times\left\{1-\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}\right\}}=252[m/s]$$

$$w_2=\sqrt{2\times\frac{k}{k-1}RT_1\left\{1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right\}}$$

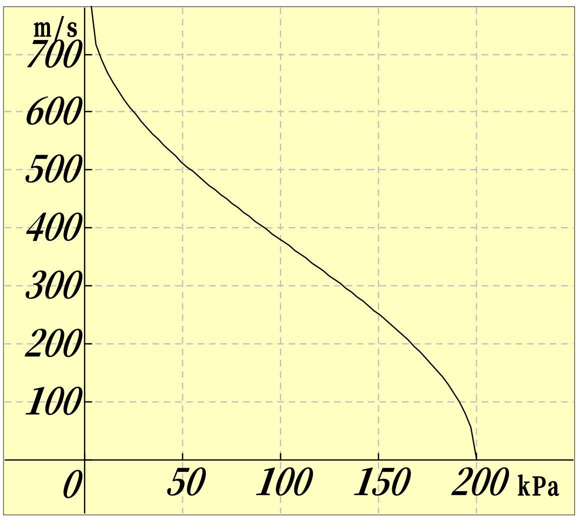
$$=\sqrt{2\times\frac{1.4}{1.4-1}\times 287.2[J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}]\times 400[K]\times\left\{1-\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}\right\}}$$

単位をはずすと

$$\sqrt{2\times\frac{1.4}{1.4-1}\times 287.2\times 400\times\left(1-\left(\frac{p_2}{200}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}\right)}=\sqrt{-804160\cdot\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{2}{7}}p_2^{\frac{2}{7}}+804160}$$

グラフは

$$f(x)=\sqrt{-804160\cdot\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{2}{7}}x^{\frac{2}{7}}+804160}$$



$p_2$=150[kPa]　　のときは

ノズルの通過流量

$$G=\sqrt{2}F_2\frac{p_1}{\sqrt{RT_1}}\times\sqrt{\frac{k}{k-1}\left\{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}}-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right\}}$$

$$=\sqrt{2}\times0.0001[m^2]\times\frac{200[kPa]}{\sqrt{287.2[J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}]\times400[K]}}$$

$$\times\sqrt{\frac{1.4}{1.4-1}\times\left\{\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{2}{1.4}}-\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{1.4+1}{1.4}}\right\}}=0.035709[kg/s]$$

$$G=\sqrt{2}F_2\frac{p_1}{\sqrt{RT_1}}\times\sqrt{\frac{k}{k-1}\left\{\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}}-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right\}}$$

$$=\sqrt{2}\times0.0001[m^2]\times\frac{200[kPa]}{\sqrt{287.2[J\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}]\times400[K]}}$$

$$\times\sqrt{\frac{1.4}{1.4-1}\times\left\{\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{2}{1.4}}-\left(\frac{150[kPa]}{200[kPa]}\right)^{\frac{1.4+1}{1.4}}\right\}}$$

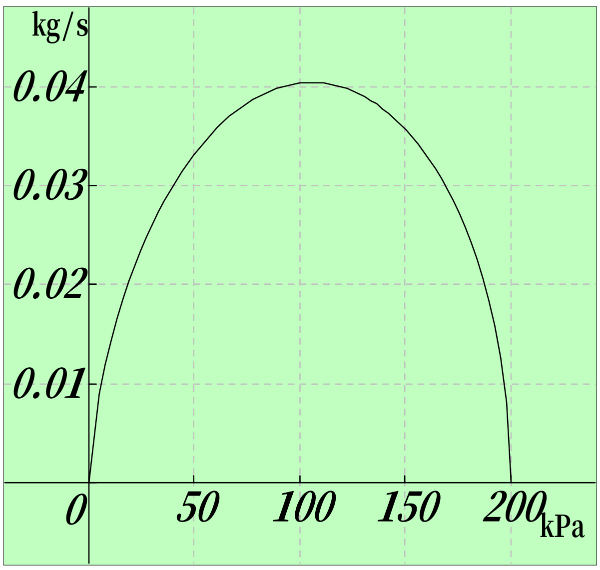
単位をはずして調整すると

$$\sqrt{2}\times0.0001\times\frac{200000}{\sqrt{287.2\times400}}\times\sqrt{\frac{1.4}{1.4-1}\times\left(\left(\frac{p_2}{200}\right)^{\frac{2}{1.4}}-\left(\frac{p_2}{200}\right)^{\frac{1.4+1}{1.4}}\right)}$$

$$=\frac{25000\sqrt{-7\left(\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{12}{7}}p_2^{\frac{12}{7}}-\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{10}{7}}p_2^{\frac{10}{7}}\right)}}{10000\sqrt{1795}}$$

グラフは

$$g(x)=\frac{25000\sqrt{-7\left(\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{12}{7}}x^{\frac{12}{7}}-\left(\frac{1}{200}\right)^{\frac{10}{7}}x^{\frac{10}{7}}\right)}}{10000\sqrt{1795}}$$



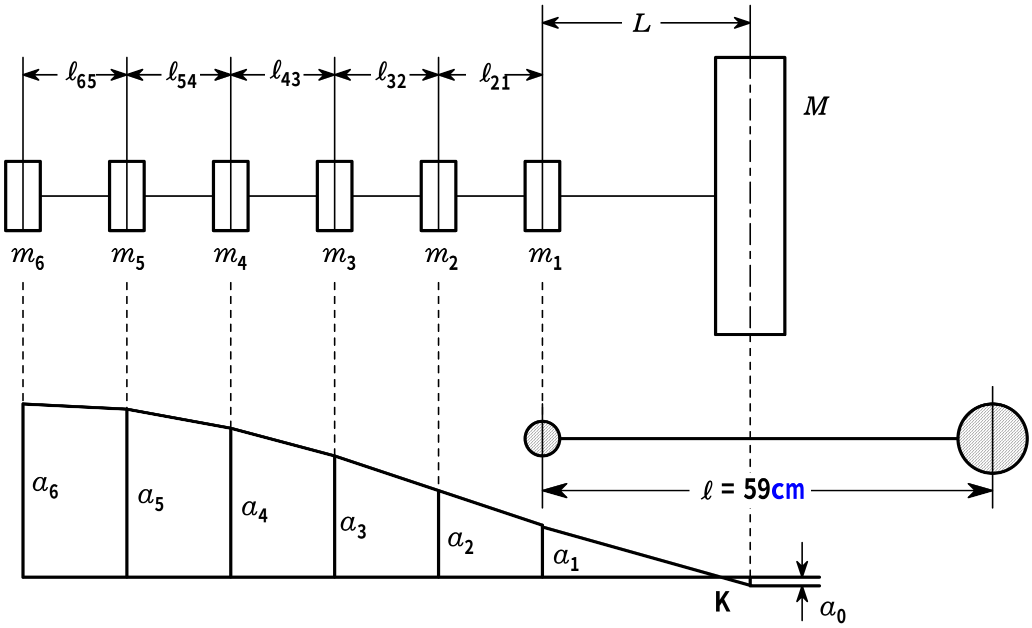
# はずみ車つき6気筒エンジン A

「工学技術の公式」より

$m_1=m_2=m_3=m_4=m_5=m_6=m$ $m$=7.02kg $M$=1522.5kg

$\ell_{等価}$=17cm $L$=25cm $r$=8cm $G=0.83\times10^7$N/cm$^2$ $J_p$=201cm$^4$

**固有振動数を求める**




システム定数：

$$K=\frac{GJ_p}{r^2}=\frac{(8.3\times10^6)\,\text{N/cm}^2\times201\text{cm}^4}{(8\text{cm})^2}=2.607\times10^7\text{N}$$

2質量一等価系： $\ell=2\ell_{等価}+L=2\times17\text{cm}+25\text{cm}=59\text{cm}$

$$\omega_e=\sqrt{\frac{K}{\ell}\frac{6m+M}{6mM}}=\sqrt{\frac{26070000\text{N}}{59\text{cm}}\times\frac{6\times7.02\text{kg}+1522.5\text{kg}}{6\times7.02\text{kg}\times1522.5\text{kg}}}=1038\text{s}^{-1}$$

修正したωの値を使って残差$R$を求める。

最初の仮定： $\omega_e=1065.8\text{s}^{-1}$

$a_6=1.0$cm

$$a_5=a_6-\frac{\omega_e^2}{K}\ell_{等価}ma_6=1.0\text{cm}-\frac{(1065.8\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times17\text{cm}\times7.02\text{kg}\times1.0\text{cm}=0.948001\text{cm}$$

$$c=\frac{\omega_e^2}{K}\ell_{等価}m=\frac{(1065.8\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times17\text{cm}\times7.02\text{kg}=0.051999$$ とおく

$a_4=a_5-c(a_6+a_5)=0.948001\text{cm}-0.051999\times(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm})=0.846707\text{cm}$

$a_3=a_4-c(a_6+a_5+a_4)$
$=0.846707\text{cm}-0.051999\times(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm}+0.846707\text{cm})=0.701385\text{cm}$

$a_2=a_3-c(a_6+a_5+a_4+a_3)$
$=0.701385\text{cm}-0.051999\times(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm}+0.846707\text{cm}+0.701385\text{cm})=0.519592\text{cm}$

$a_1=a_2-c(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2)$
$=0.519592\text{cm}-0.051999\times(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm}+0.846707\text{cm}+0.701385\text{cm}+0.519592\text{cm})$
$=0.31078\text{cm}$

$$c_L=\frac{\omega_e^2}{K}Lm=\frac{(1065.8\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times25\text{cm}\times7.02\text{kg}=0.076469$$

$a_0=a_1-c_L(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2+a_1)$
$=0.31078\text{cm}-0.076469\times(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm}+0.846707\text{cm}+0.701385\text{cm}+0.519592\text{cm}$
$+0.31078\text{cm})=-0.0200605\text{cm}$

$R=\omega_e^2\{(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2+a_1)m+a_0M\}$
$=(1065.8\text{s}^{-1})^2\times\{(1.0\text{cm}+0.948001\text{cm}+0.846707\text{cm}+0.701385\text{cm}+0.519592\text{cm}$
$+0.31078\text{cm})\times7.02\text{kg}+(-0.0200605)\text{cm}\times1522.5\text{kg}\}=-1935\text{N}$

残差が負であるということは $\omega_e$ が大きすぎることを意味する。
したがって第2の仮定：　$\omega_e=1065.7 1/\text{s}$

$$a_5=a_6-\frac{\omega_e^2}{K}\ell_{等価}ma_6=1.0\text{cm}-\frac{(1065.7\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times17\text{cm}\times7.02\text{kg}\times1.0\text{cm}=0.948011\text{cm}$$

$$c=\frac{\omega_e^2}{K}\ell_{等価}m=\frac{(1065.7\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times17\text{cm}\times7.02\text{kg}=0.051989$$

$a_4=a_5-c(a_6+a_5)=0.948011\text{cm}-0.051989\times(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm})=0.846736\text{cm}$

$a_3=a_4-c(a_6+a_5+a_4)$
$=0.846736\text{cm}-0.051989\times(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm}+0.846736\text{cm})=0.70144\text{cm}$
$a_2=a_3-c(a_6+a_5+a_4+a_3)$
$=0.70144\text{cm}-0.051989\times(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm}+0.846736\text{cm}+0.70144\text{cm})=0.519677\text{cm}$
$a_1=a_2-c(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2)$
$=0.519677\text{cm}-0.051989\times(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm}+0.846736\text{cm}+0.70144\text{cm}+0.519677\text{cm})$
$=0.310896\text{cm}$

$$c_L=\frac{\omega_e^2}{K}Lm=\frac{(1065.7\text{s}^{-1})^2}{(2.607\times10^7)\text{N}}\times25\text{cm}\times7.02\text{kg}=0.076455$$

$a_0=a_1-c_L(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2+a_1)$
$=0.310896\text{cm}-0.076455\times(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm}+0.846736\text{cm}+0.70144\text{cm}+0.519677\text{cm}$
$+0.310896\text{cm})=-0.0199064\text{cm}$

$R=\omega_e^2\{(a_6+a_5+a_4+a_3+a_2+a_1)m+a_0M\}$
$=(1065.7\text{s}^{-1})^2\times\{(1.0\text{cm}+0.948011\text{cm}+0.846736\text{cm}+0.70144\text{cm}+0.519677\text{cm}$
$+0.310896\text{cm})\times7.02\text{kg}+(-0.0199064)\text{cm}\times1522.5\text{kg}\}=754\text{N}$