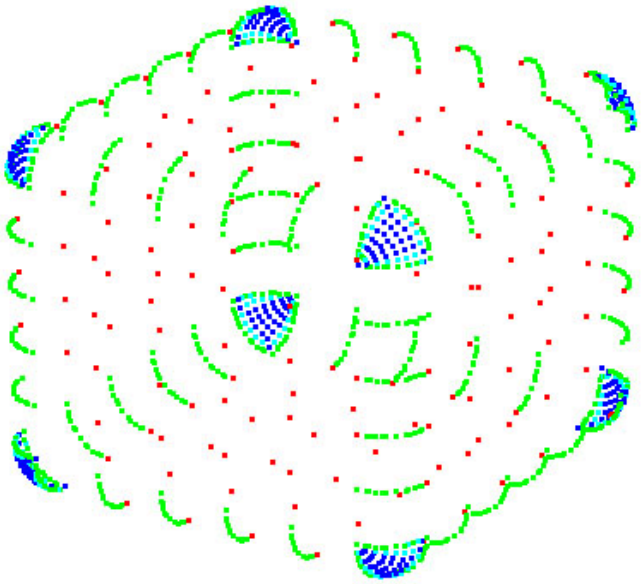
情報工学

2023年度後期　第5回 [11月22日]



静岡大学

工学研究科機械工学専攻
ロボット・計測情報講座
創造科学技術大学院
情報科学専攻

三浦 憲二郎

授業計画 (5-7回)

・第5週[11月22日]
モデリング、メニューの作成

・第6週[11月29日]
照明モデルと照光処理
期末試験模擬問題の配布

・第7週[12月6日]
期末試験

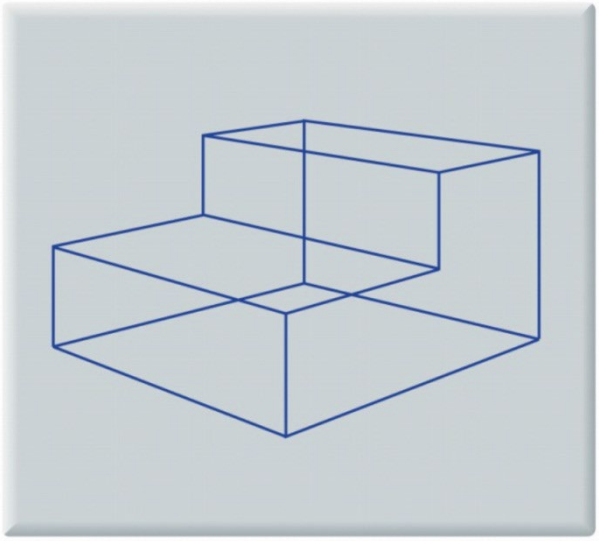
講義アウトライン [11月22日]

- ビジュアル情報処理
  - 2 モデリング
    - 2.1 形状モデル
    - 2.2 ソリッドモデルの形状表現
- OpenGL
  - 投影変換
  - メニューの作成

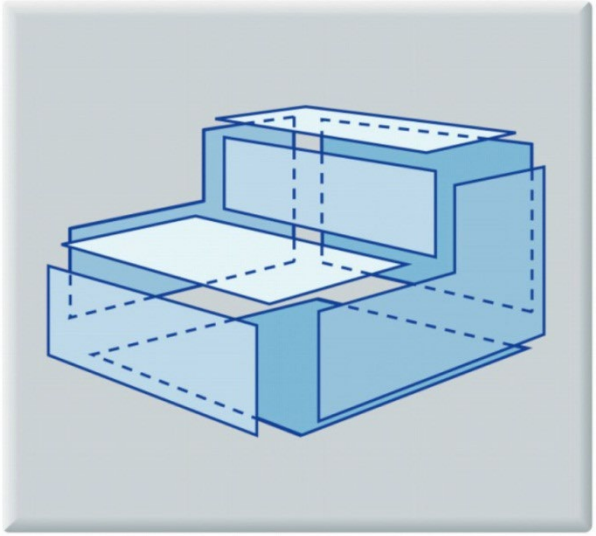
ビジュアル情報処理

- 2 モデリング
  - 2-1 形状モデル

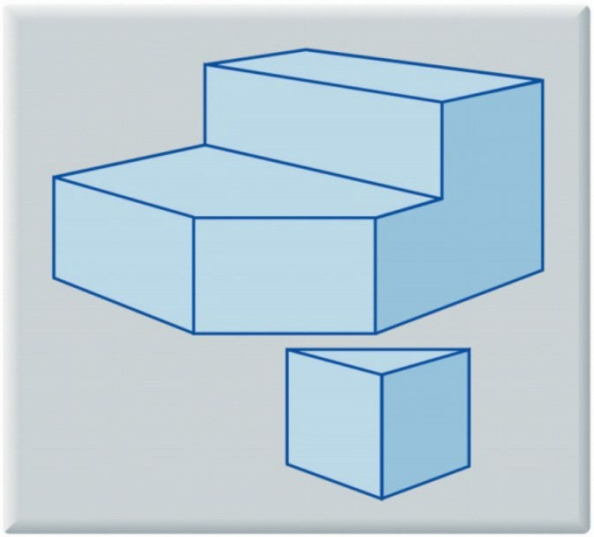
■図3.1——ワイヤフレームモデル



■図3.2——サーフェスモデル



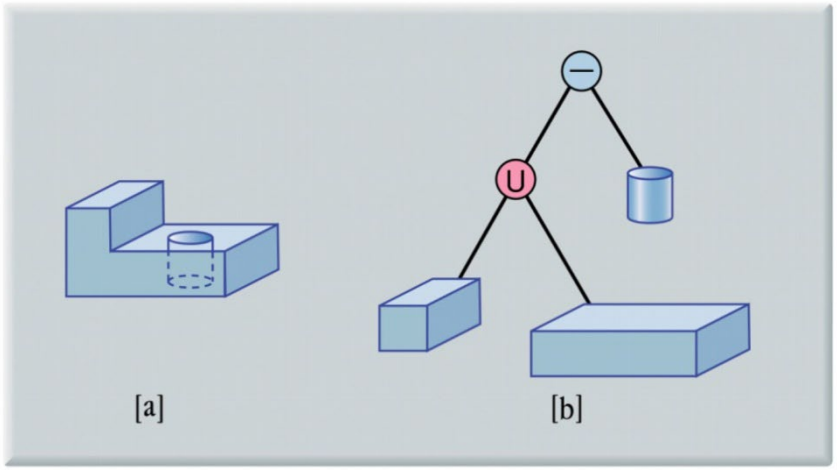
■図3.3——ソリッドモデル



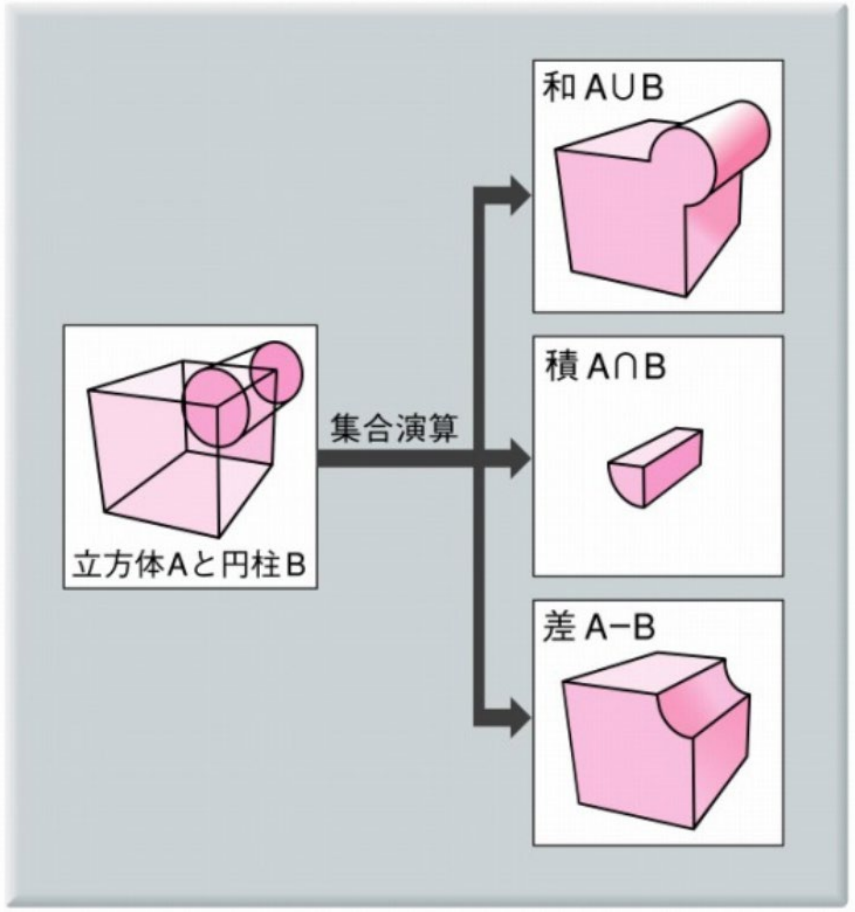
ビジュアル情報処理

- 2-2 ソリッドモデルの形状表現
  - 2-2-1 CSG表現

■図3.4——CSG表現の考え方



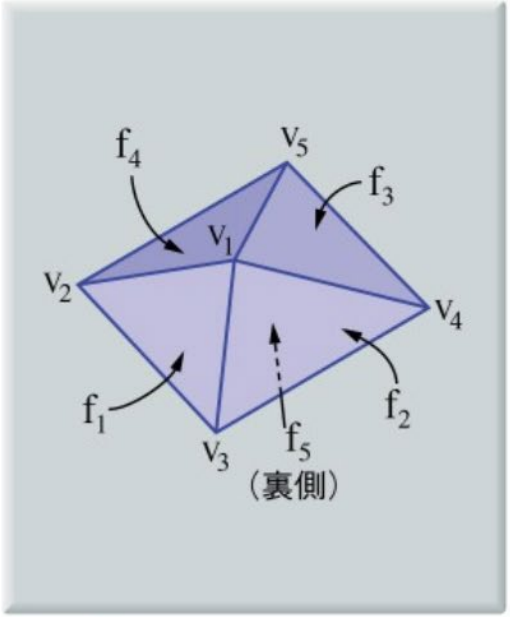
■図3.5——集合演算の例



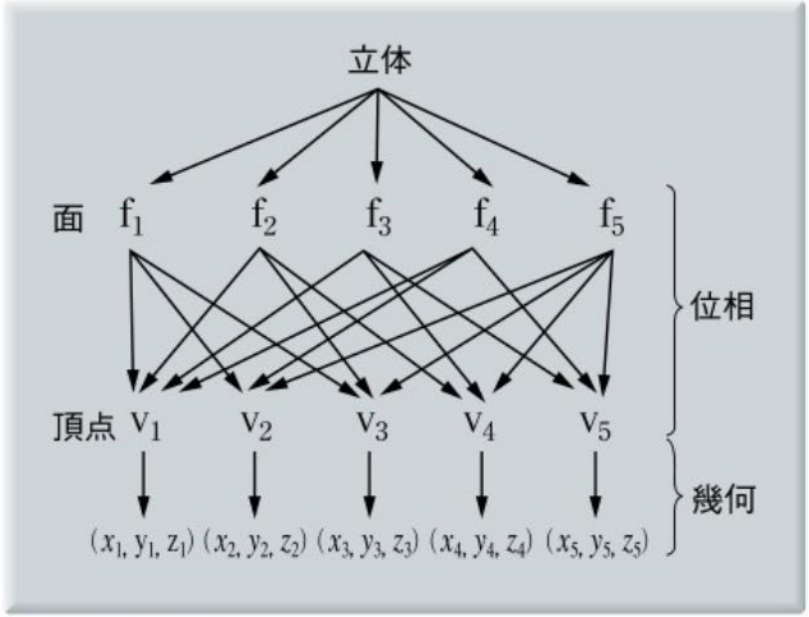
ビジュアル情報処理

- 2-2 ソリッドモデルの形状表現
  - 2-2-2 境界表現

■図3.6——境界表現



[a] 四角錐



[b] 形状表現の例

f_1	v_1, v_2, v_3
f_2	v_1, v_3, v_4
f_3	v_1, v_4, v_5
f_4	v_1, v_5, v_2
f_5	v_2, v_5, v_4, v_3

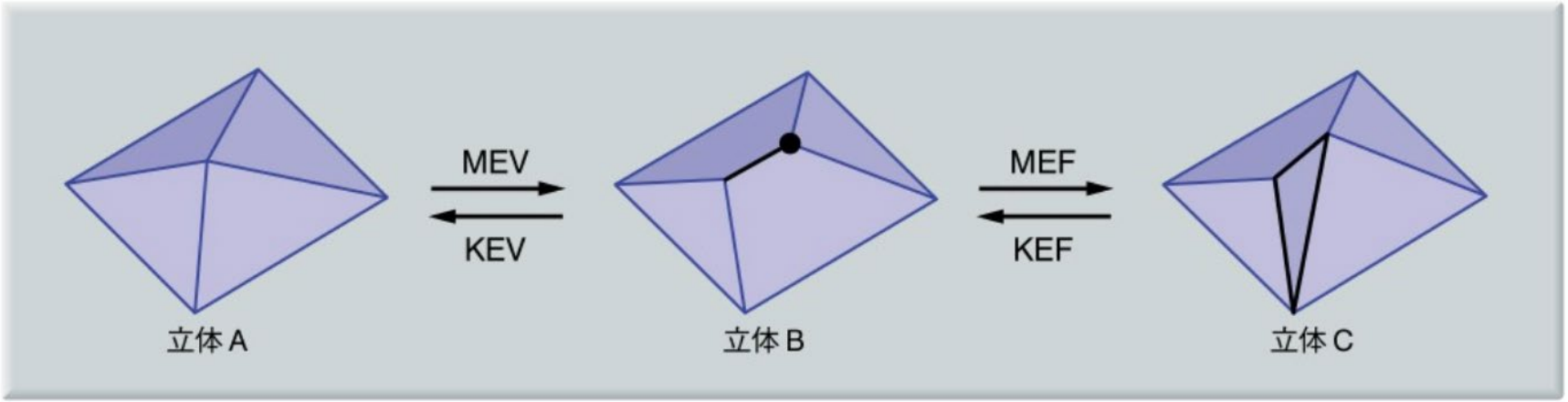
v_1	(x_1, y_1, z_1)
v_2	(x_2, y_2, z_2)
v_3	(x_3, y_3, z_3)
v_4	(x_4, y_4, z_4)
v_5	(x_5, y_5, z_5)

[c] コンピュータ上のデータ構造の例

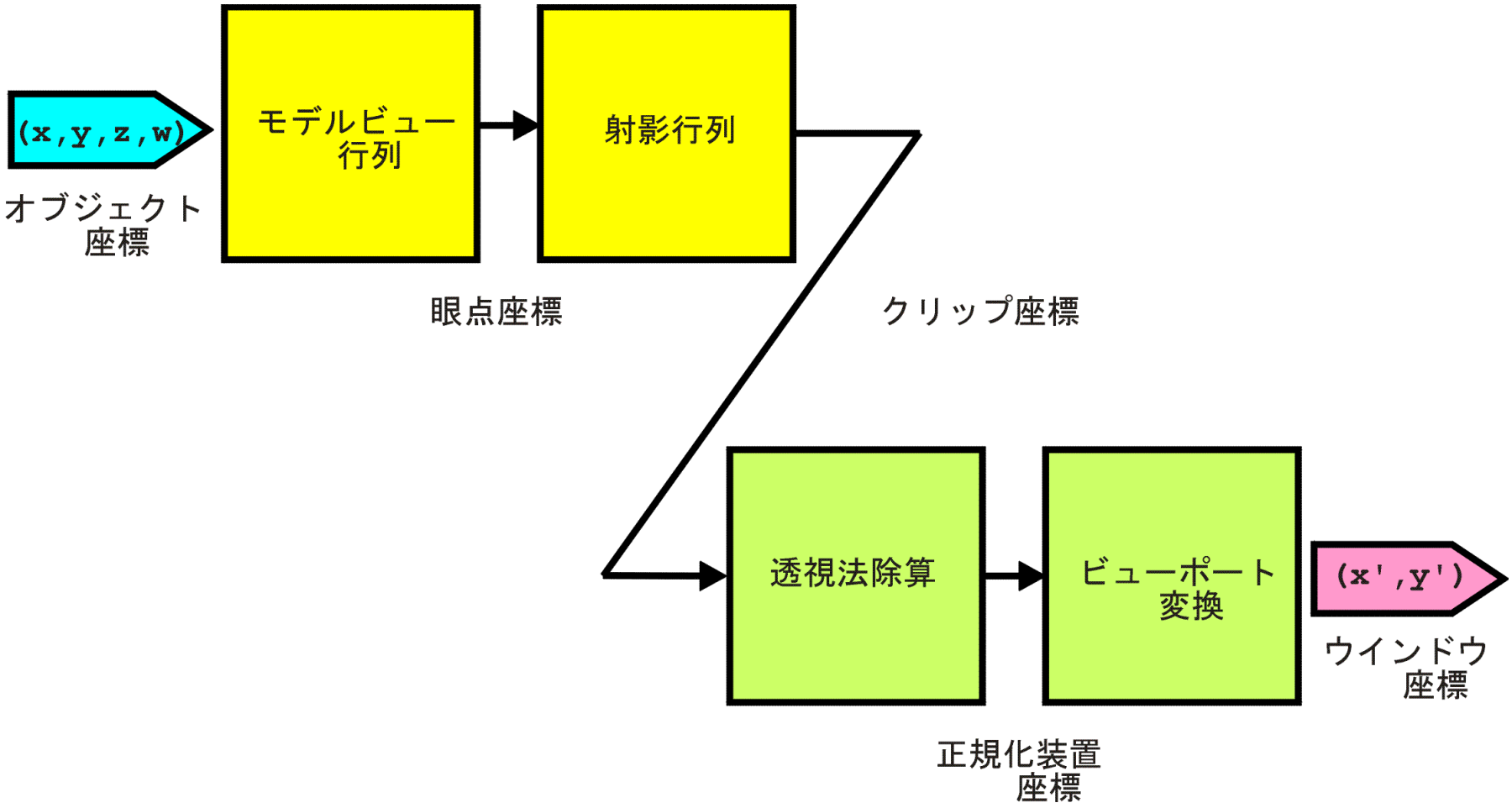
ビジュアル情報処理

- 2-2-2 境界表現
  - オイラー操作　　v-e+f=2

■図3.7——オイラー操作の例

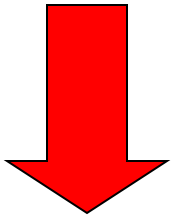


頂点変換の手順(復習)


(x,y,z,w)
オブジェクト
座標
モデルビュー
行列
射影行列
眼点座標
クリップ座標
透視法除算
ビューポート
変換
(x',y')
ウインドウ
座標
正規化装置
座標

射影変換の種類(復習)

3D図形をそのままの形で2Dディスプレイに表示することはできない.



3D図形を2D図形に変換 **射影変換**

「正射影変換 (orthographic projection)」

「透視変換 (perspective projection)」

正射影変換と透視変換(復習)

「正射影変換 (orthographic projection)」

1. 無限の位置から立体を見た場合に相当する
   射影変換
2. 視点と図形との相対的な位置関係とは無関係

「透視変換 (perspective projection)」

1. 視点から図形が離れれば離れるほど小さく変換
2. 見える領域(視体積)がピラミッド型

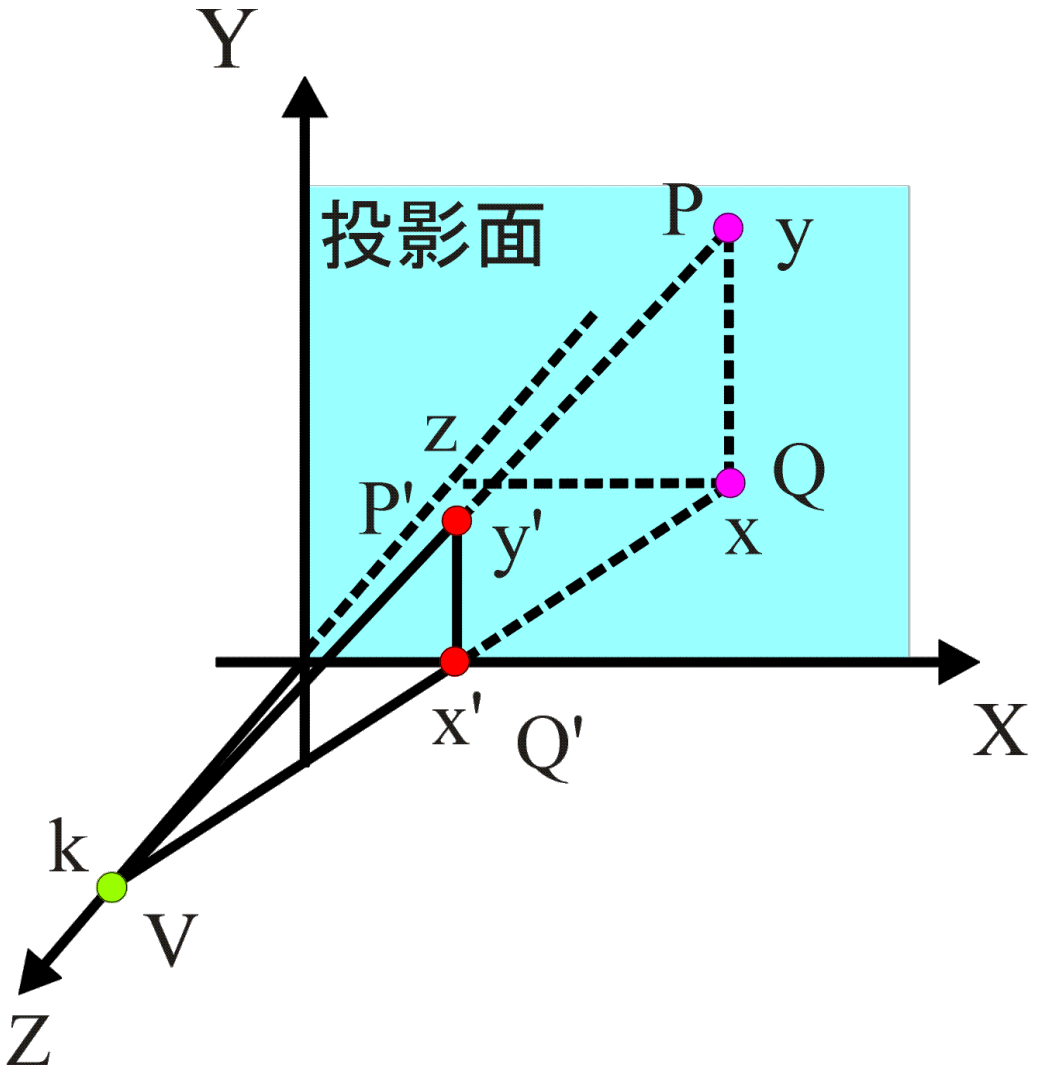
透視変換の計算(復習)

視点 V=(0,0,k)

$$\frac{x'}{k} = \frac{x}{-z+k}$$

$$x' = \frac{x}{1-\frac{z}{k}}$$

$$y' = \frac{y}{1-\frac{z}{k}}$$



透視変換を表す行列(復習)

視点 V=(0,0,k)

$$\frac{x'}{k} = \frac{x}{-z+k}$$

$$x' = \frac{x}{1-\frac{z}{k}}$$

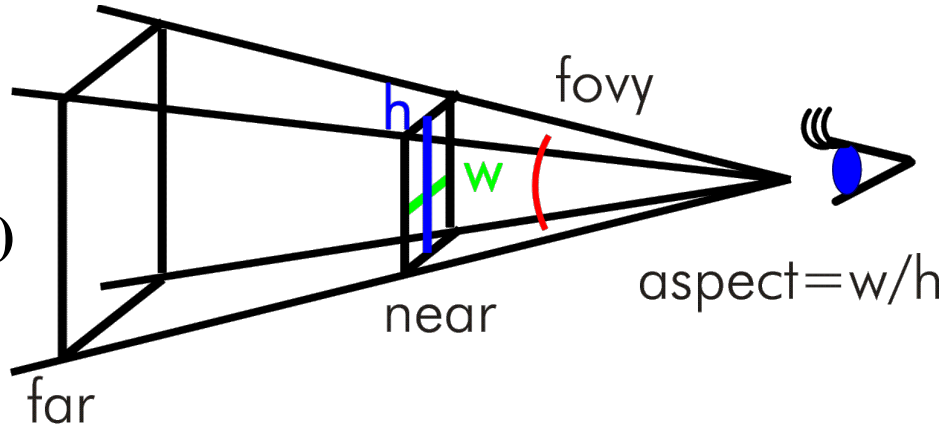
$$y' = \frac{y}{1-\frac{z}{k}}$$

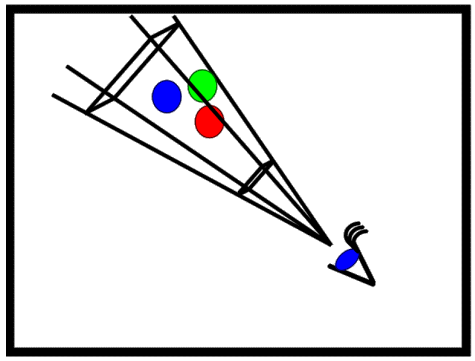
$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{k} & 1 \end{bmatrix}$$

透視変換:gluPerspective()（復習）

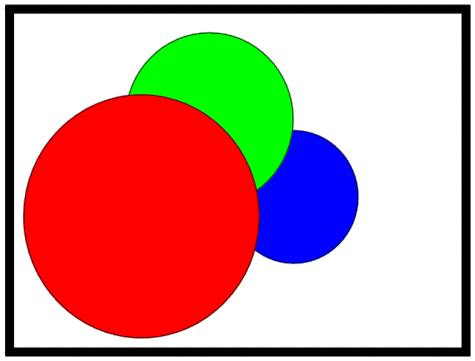
コマンド **gluPerspective()**

void
gluPerspective(GLdouble *fovy*,
GLdouble *aspect*,
GLdouble *near*, GLdouble *far*)





視体積の位置



視点からの図

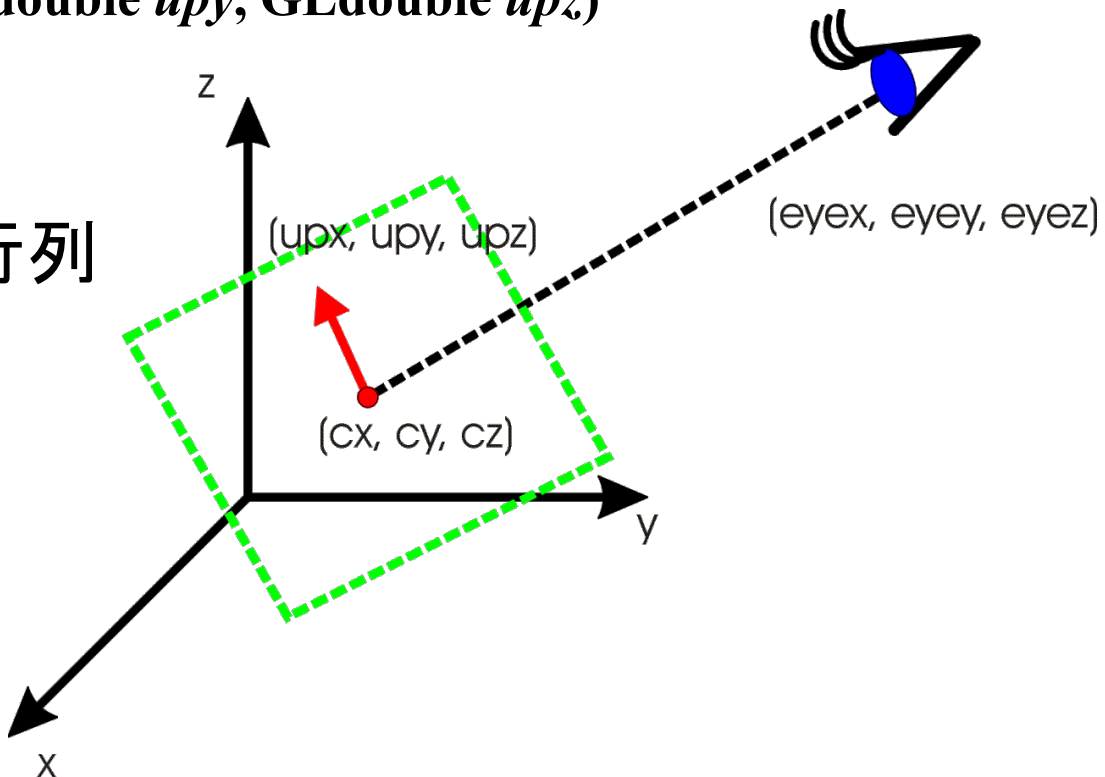
視界変換:gluLookAt()（復習）

コマンド **gluLookAt()**

void

gluLookAt(GLdouble *eyex*, GLdouble *eyey*, GLdouble *eyez*,
GLdouble *centerx*, GLdouble *centery*, GLdouble *centerz*,
GLdouble *upx*, GLdouble *upy*, GLdouble *upz*)

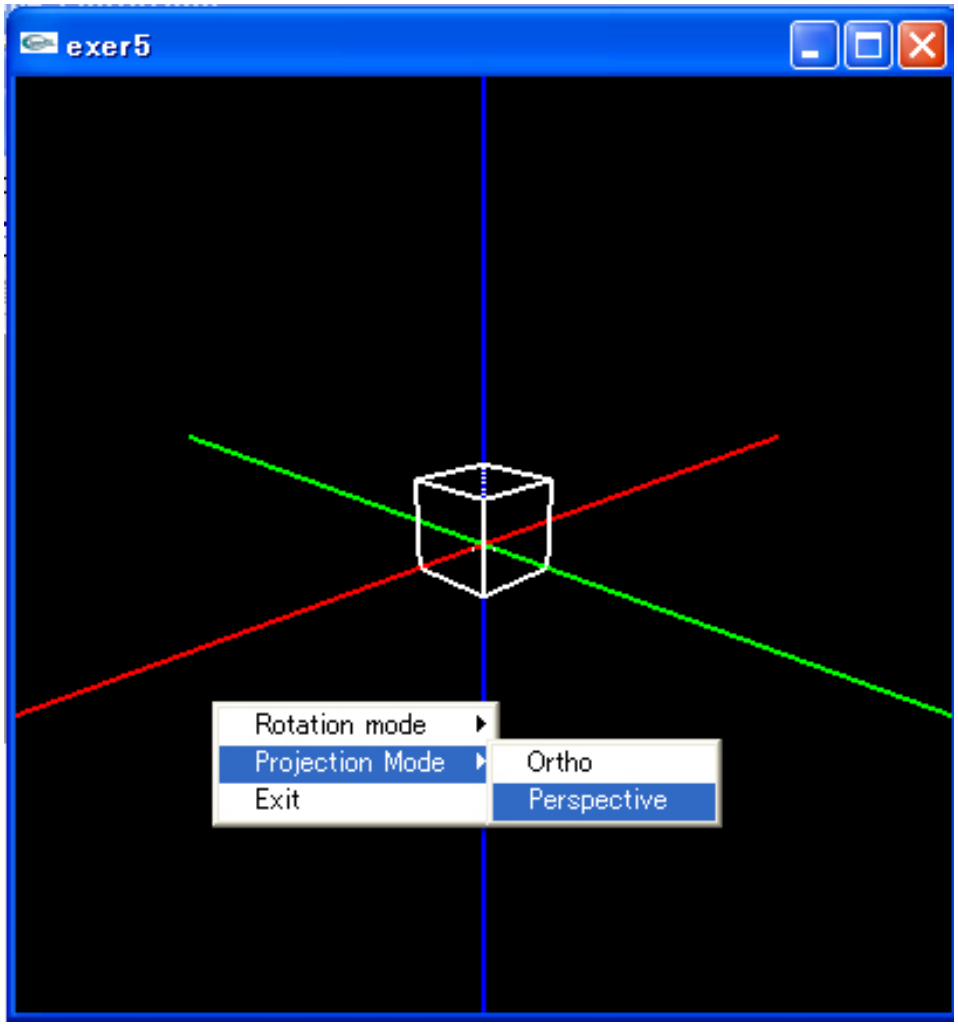
注意：モデルビュー行列
を変更する.



ウインドウサイズの変更

```
int
void ourReshape(int width, int height)
{
  glViewport(0, 0, width, height);
  glMatrixMode(GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity();
  gluPerspective(30.0,
         (GLfloat)width/(GLfloat)height,
                  10.0, 1000.0);
}
```

課題5サンプル(実行結果)



ソースコードは授業用ホームページを参照すること。

第5回課題

```
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <GL/glut.h>
#include <stdio.h>

/* 視点と注視点のデータ */
static GLdouble eye[3] = { 45.0, 45.0, 25.0 };/*視点の位置*/
static GLdouble center[3] = { 0.0, 0.0, 0.0 };/*注視点*/
static GLdouble up[3]; /* ビューアップベクトル */

/* 視点の回転角 */
static int spin_eye = 0;
static int globalWidth;
static int globalHeight;

/* 視点の正方向への回転 */
void rotEyePlus(void){
    spin_eye = ( spin_eye + 15 ) % 360;    /*１５°加える*/
}

/* 視点の負方向への回転 */
void rotEyeMinus(void){
    spin_eye = ( spin_eye - 15 ) % 360;    /*１５°差し引く*/
}
```

第5回課題（続き）

```
static int projection=1;

/*立方体の描画*/
void drawCube() {
        float  vertex[8][3]={{0.,0.,0.},{10.,0.,0.},{10.,10.,0.},{0.,10.,0.},
        {0.,0.,10.},{10.,0.,10.},{10.,10.,10.},{0.,10.,10.}};
        int i;
        glBegin(GL_LINE_LOOP);
        for(i=0;i<4;++i){
                glVertex3fv(vertex[i]);
        }
        glEnd();
        glBegin(GL_LINE_LOOP);
        for(i=0;i<4;++i){
                glVertex3fv(vertex[i+4]);
        }
        glEnd();
        glBegin(GL_LINES);
        for(i=0;i<4;++i){
                glVertex3fv(vertex[i]);
                glVertex3fv(vertex[i+4]);
        }
        glEnd();
}
```

第5回課題(続き2)

```
/* 座標軸の描画 */
void drawAxis() {
  /* x軸(レッド) */
  glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
  glBegin(GL_LINES);
    glVertex3f(-100.0f, 0.0f, 0.0f);
    glVertex3f(100.0f, 0.0f, 0.0f);
  glEnd();

  /* y軸(グリーン) */
  glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
  glBegin(GL_LINES);
    glVertex3f(0.0f, -100.0f, 0.0f);
    glVertex3f(0.0f, 100.0f, 0.0f);
  glEnd();

  /* z軸(ブルー) */
  glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
  glBegin(GL_LINES);
    glVertex3f(0.0f, 0.0f, -100.0f);
    glVertex3f(0.0f, 0.0f, 100.0f);
  glEnd();
}
```

第5回課題（続き3）

```
void ourDisplay(void){

  /* バッファのクリア */
  glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
  /* モデルビュー行列 */
  glMatrixMode ( GL_MODELVIEW );
  glLoadIdentity ();
  /* ビュー行列をセットする。*/
  gluLookAt(eye[0], eye[1], eye[2], center[0], center[1], center[2],
            up[0], up[1], up[2]);
                          /*視点の設定（視点、注視点、方向）*/

  /* 視点の回転移動 */
  glRotated ((GLdouble)spin_eye, 0.0, 0.0, 1.0 );/*z軸正の方向にspin_eye度回転*/

  glColor3f(1.,1.,1.);
  glLineWidth(2.);
  drawCube();               /* drawCube() を呼び出す */

  /* x, y, z軸の描画 */
  drawAxis();

  glFlush();
}
```

第5回課題(続き4)

```
void ourInit (void) {
  glClearColor(0.0, 0.0, 0.0, 1.0);                    /*背景色の指定*/
  glDepthFunc ( GL_LESS );
/*デプステストのための比較関数GL_LESS（より手前のフラグメントを描画）*/
  glEnable ( GL_DEPTH_TEST );                          /*デプステストを有効にする*/
}

/*
 *  ウインドウが最初にオープンした時やウインドウが移動やリサイズされた時
 *  呼ばれる。
 */
void ourReshape(int width, int height)
{
    int i; /* カウンター */
    GLdouble vector[3]; /* ビューアップベクトル計算用ベクトル */
    GLdouble norm; /* ベクトルのノルム */

        globalWidth=width;
        globalHeight=height;

    glViewport (0, 0, width, height);
    glMatrixMode (GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
```

第5回課題(続き5)

```
if(projection==2){  /* 透視変換  */
        gluPerspective(60.0, (GLfloat) width/(GLfloat) height, 0.1, 1000.0);
   }
   else{   /* 正射影変換 */
        glOrtho(-50.,50.,-50.*(GLfloat) height/(GLfloat) width,50.*(GLfloat)
                height/(GLfloat) width,-100.,1000.);
         }

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();

    /* ビューアップベクトルを計算する。*/
    for ( i=0; i<3; i++ ){
        vector[i] = center[i] - eye[i];
    }
    up[0] = - vector[0] * vector[2];
    up[1] = - vector[1] * vector[2];
    up[2] = vector[0] * vector[0] + vector[1] * vector[1];
    norm = up[0] * up[0] + up[1] * up[1] + up[2] * up[2];
    norm = sqrt ( norm );

    for ( i=0; i<3; ++i ) up[i] /= norm;
}
```

第5回課題(続き6)

```
void main_menu(int value)                                   /* メインメニュー */
{
    switch(value){
        case 999:
                exit(1);
                break;
        }
        glutPostRedisplay();
}

void Rotate(int value)    /*  視点回転  */
{
        switch(value){
        case 1:
                rotEyePlus();
                break;
        case 2:
                rotEyeMinus();
                break;
        }
        glutPostRedisplay();
}
```

第5回課題(続き7)

```
/*  メイン */
int main(int argc, char **argv)
{
        int submenu1,submenu2;
        …(省略)
        glutReshapeFunc(ourReshape);
        glutDisplayFunc(ourDisplay);

        submenu1=glutCreateMenu(Rotate);     /*Rotate eye のサブメニューの作成 */
        glutAddMenuEntry("positive",1);
        glutAddMenuEntry("negative",2);

        submenu2=glutCreateMenu(Projection);  /* Projection のサブメニュー*/
        glutAddMenuEntry("Ortho",3);
        glutAddMenuEntry("Perspective",4);

        glutCreateMenu(main_menu);                    /* メインメニュー */
        glutAddSubMenu("Rotation mode",submenu1);
       glutAddSubMenu("Projection Mode",submenu2);/* Projection Mode の作成 */
       glutAddMenuEntry("Exit",999);       /* Exit の作成 */
       glutAttachMenu(GLUT_RIGHT_BUTTON);/* マウス右クリックでポップアップメニュ */
        glutMainLoop();
        return 0;
}
```

課題5

課題A
四角錐（ピラミッド）を描画する関数drawPyramid（）を作成し，それをdrawCube()の代わりに呼び出せ。

課題B
サブメニューを追加して，立方体とピラミッドの描画を変更できるようにせよ。

Hint.

1. main関数にint submenu3; を追加する。
2. main関数にsubmenu3=glutCreateMenu(Geometry); を追加する。
3. メニューエントリーを追加する。
4. Rotate()やProjection()と同様に，関数Geometry()を追加する。
5. glutAddSubMenu("Change geometry",submenu3);

課題C（時間に余裕のある人のために）
立方体やピラミッドに対して，回転，平行移動，およびスケーリングを組み合わせて意味のある形状や模様を作成せよ。

まとめ

- ビジュアル情報処理
  - 2 モデリング
    - 2.1 多面体
    - 2.2 ソリッドモデルの形状表現
- OpenGL
  - 投影変換
  - メニューの作成