コンピュータグラフィックス基礎

第1回 イントロダクション

金森　由博

学習の目標

- コンピュータグラフィックスの基本原理を理解する
- グラフィックスライブラリ OpenGL を用いて、CGを使用したプログラムの開発を行えるようになる

× 3DCGソフトを使ってかっこいい映像を作る

× 3DCGゲームを開発する

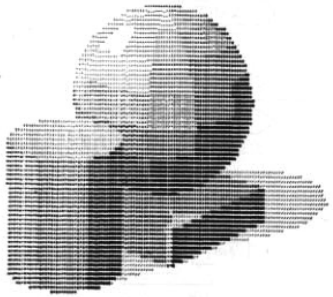
CGの歴史

1960年代

CGの誕生

Sutherland, Sketchpad 1959

1970年代



ラスターグラフィックス

1980年代

CGの普及・ラジオシティ

1990年代

CGの実用化
人工現実感

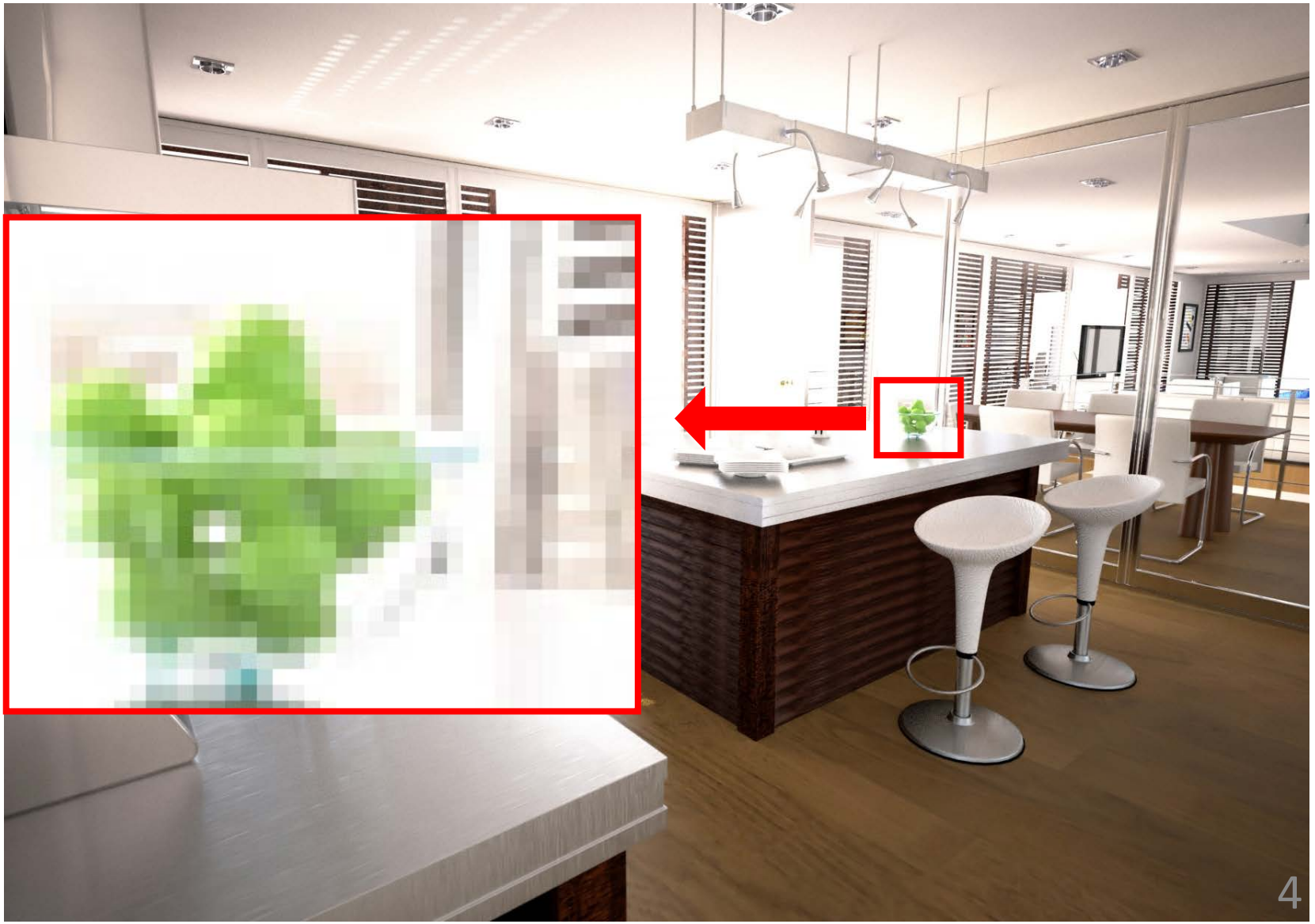
2000年代

映像産業

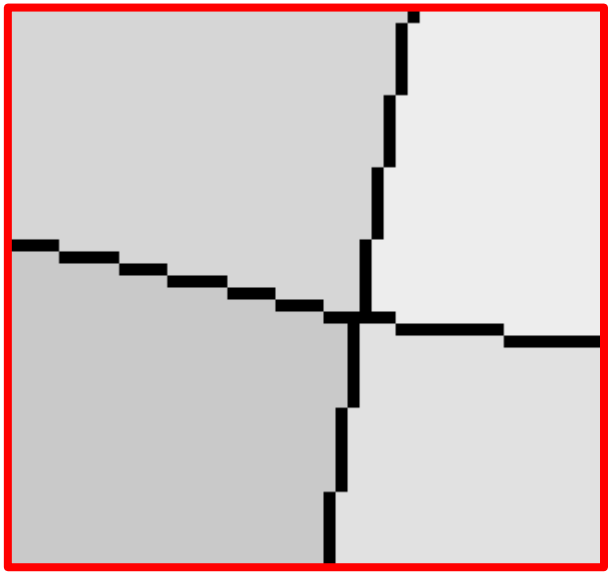
2010年代

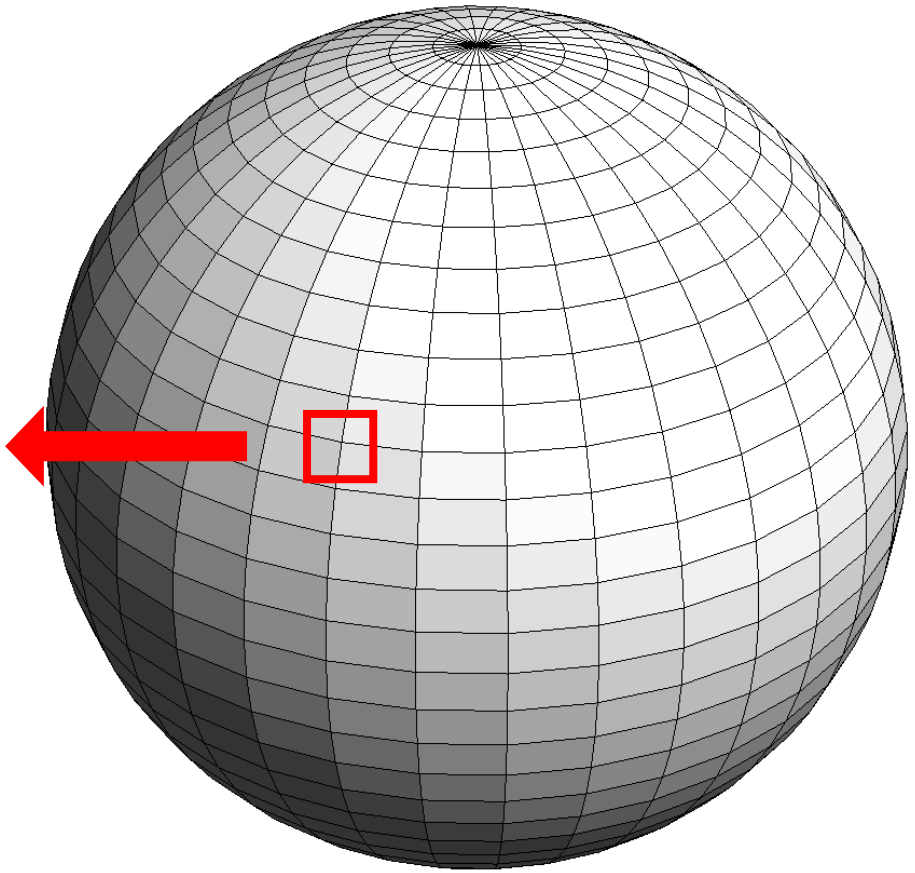
AR・大衆化

そもそもCGとは？



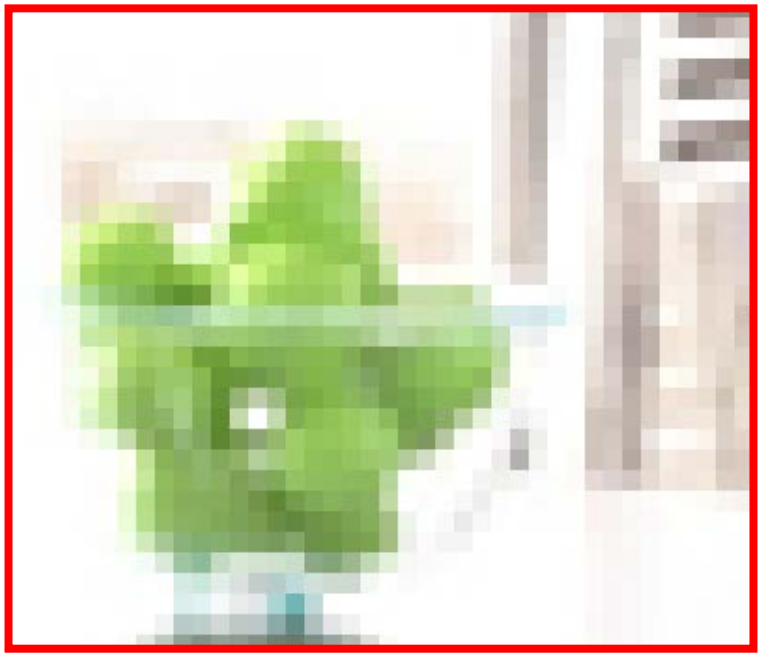
そもそもCGとは？





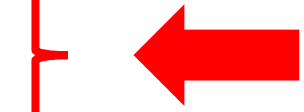
そもそもCGとは？

- 画面を構成する「画素」の色を決定すること
- フルHDの場合 1920x1080ピクセル x (R,G,B)
- 色の解像度は一般的に
  (R,G,B) = (0～255, 0～255, 0～255)

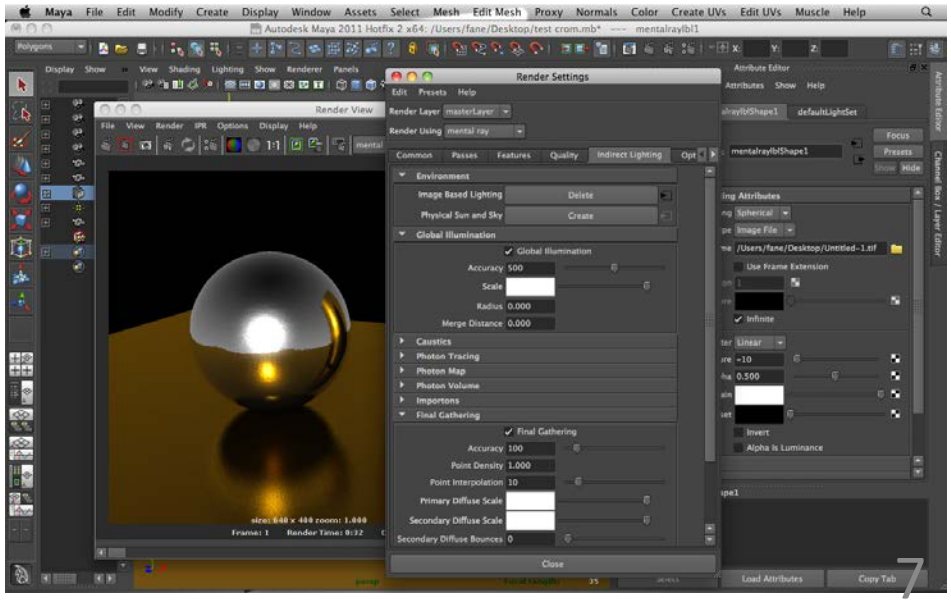


どうやって画素の色を決定するか

- 自分のプログラムで計算する
- ある程度は既存のライブラリを活用する



× 便利なソフトウェアを利用する



大学で学習する一般的なプログラムの例

C 言語

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *args[])
{
    printf("Hello, world!¥n");
    return 0;
}
```

Java 言語

```
public class Example {
    public static void main(String[] args){
        System.out.println("Hello, world!");
    }
}
```

Hello, world!

グラフィックスを表示するには？

OpenGL ライブラリ

- グラフィックライブラリの一つ
  - グラフィックス用の便利な関数が準備されている
  - 関数を実行することで、簡単に図を画面に表示することができる
  - どのような関数があるのか、どのように使用するかを覚える必要がある
- Windows, Linux などでソースレベルの互換性、幅広く使用されている（iPhoneアプリの開発でも）
- ウィンドウ、入出力処理をサポートしていない

  （GLUT ライブラリを併用することで対処）

GLUT ライブラリ

- OpenGL には備わっていない機能を備えたライブラリ
  - ウィンドウ表示
  - キーボード、マウスなどの入力処理

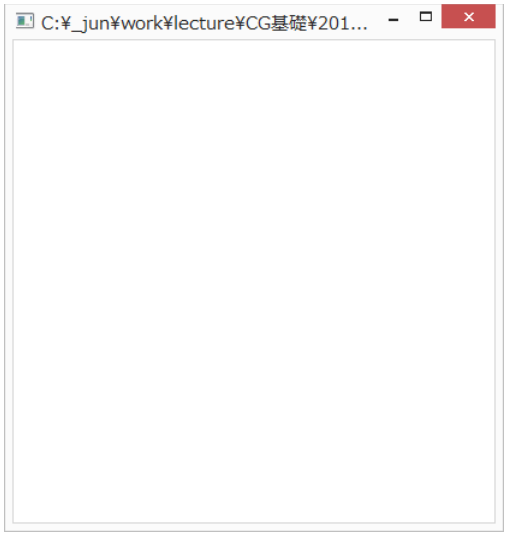
- OpenGL を便利に使うための機能も持つ

本日の目標

- 情報科学類の計算機のアカウントを作成し、計算機を使用できるようになる
- OpenGL を用いた C 言語のプログラムをコンパイルして動作させることができるようになる
- OpenGLを用いたプログラムの構成を理解する（ある程度はそのようなものであると、丸のみせざるを得ない点はある）
- サンプルプログラムを動作させ、パラメータを変更して結果の違いを確認する

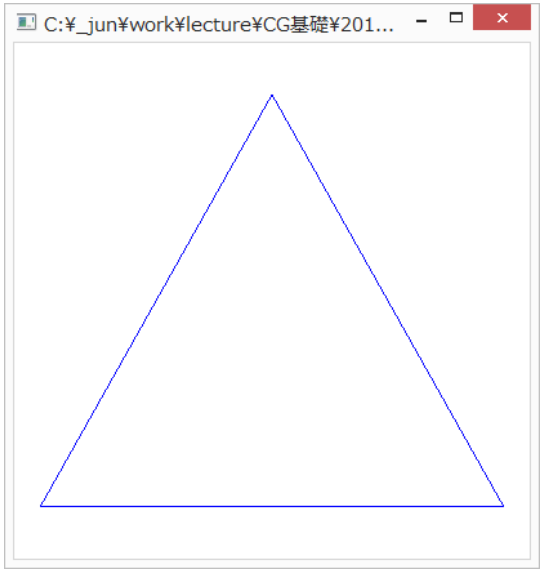
OpenGL + GLUT を用いたプログラムコードの例
ウィンドウの表示

```
#include <GL/glut.h> // ライブラリ用ヘッダファイルの読み込み

// 表示部分をこの関数で記入
void display(void) {
    glClearColor (1.0, 1.0, 1.0, 1.0);  // 消去色指定
    glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT );     // 画面消去

    /* ここに描画に関するプログラムコードを入れる */

    glFlush(); // 画面出力
}

// メインプログラム
int main (int argc, char *argv[]) {
    glutInit(&argc, argv);              // ライブラリの初期化
    glutInitWindowSize(400 , 400);      // ウィンドウサイズを指定
    glutCreateWindow(argv[0]);          // ウィンドウを作成
    glutDisplayFunc(display);           // 表示関数を指定
    glutMainLoop();                     // イベント待ち
    return 0;
}
```



```
/*  ここに描画に関するプログラムコードを入れる  */
```

```
glColor3d(0.0, 0.0, 1.0);   // 色指定(R,G,B)で0～1まで
glBegin(GL_LINE_LOOP);      // 描画するものを指定
   glVertex2d(-0.9, -0.8); // 頂点位置の指定(1つめ)
   glVertex2d( 0.9, -0.8); // 頂点位置の指定(2つめ)
   glVertex2d( 0.0,  0.8); // 頂点位置の指定(3つめ)
glEnd();
```

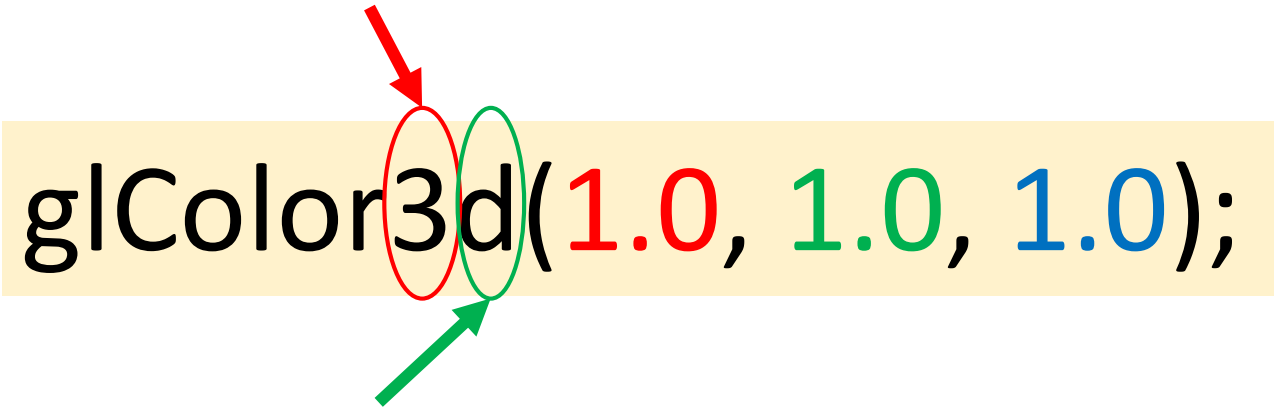


OpenGLの基本：図形の描画

```
glColor3d(★, ★, ★);          // 色を指定する
glBegin (GL_★★);              // 何を描画するか指定する
  glVertex2d(x 座標, y 座標);   // 頂点の位置を指定する
  glVertex2d(x 座標, y 座標);   // 頂点の位置を指定する
  // glVertex2d を 必要なだけ繰り返す

glEnd();
```

```
GL_POINTS        // 点
GL_LINES         // 線
GL_LINE_STRIP    // 折れ線
GL_LINE_LOOP     // 多角形
GL_TRIANGLES     // 三角形
GL_QUADS         // 四角形
```

Red, Green, Blueの3つで指定するという意味
glColor4d で透明度を含めた指定もできる ※

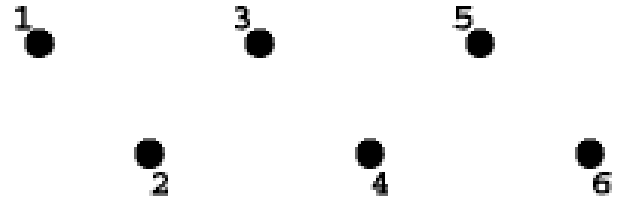


「double型の値で指定する」
という意味

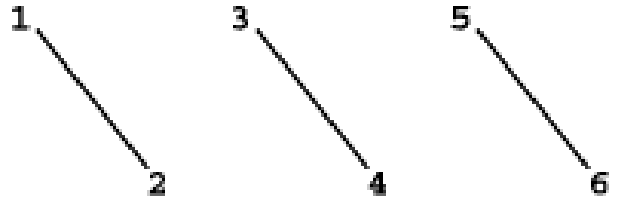
glColor3f なら float型

指定できる値は 0.0 ～1.0

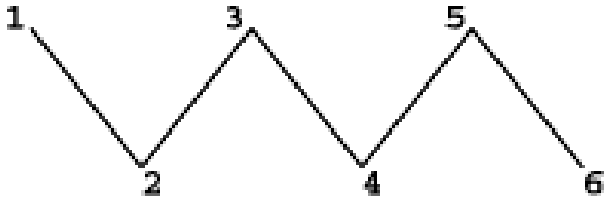
GL_POINTS



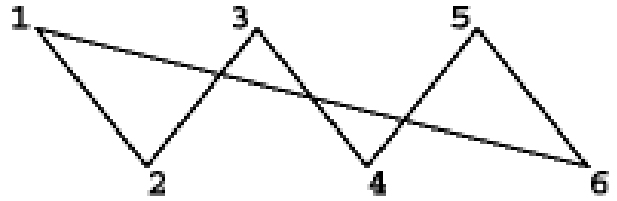
GL_LINES



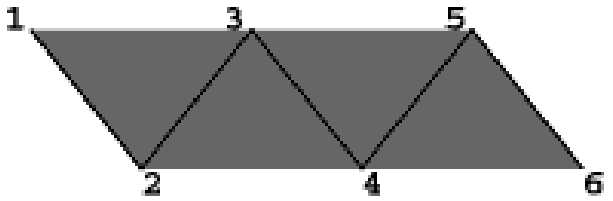
GL_LINE_STRIP



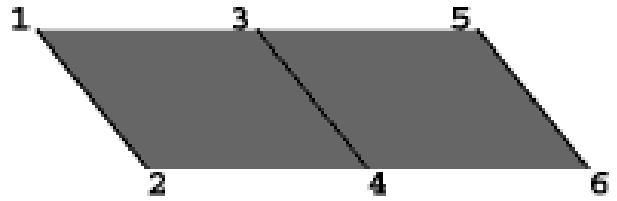
GL_LINE_LOOP



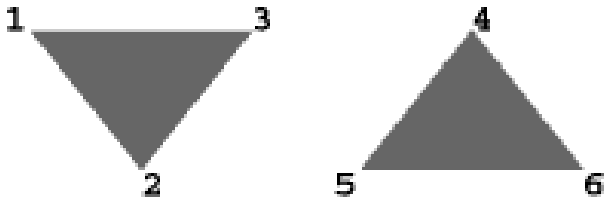
GL_TRIANGLE_STRIP



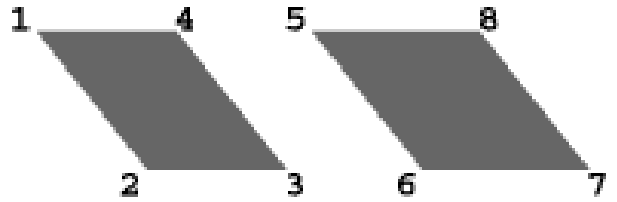
GL_QUAD_STRIP



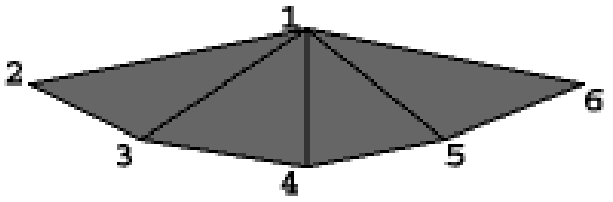
GL_TRIANGLES



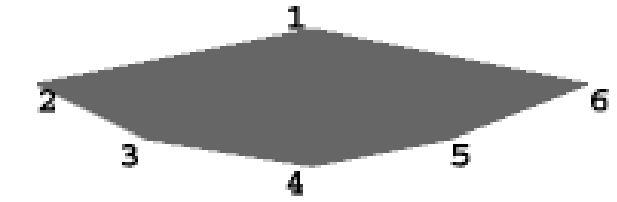
GL_QUADS



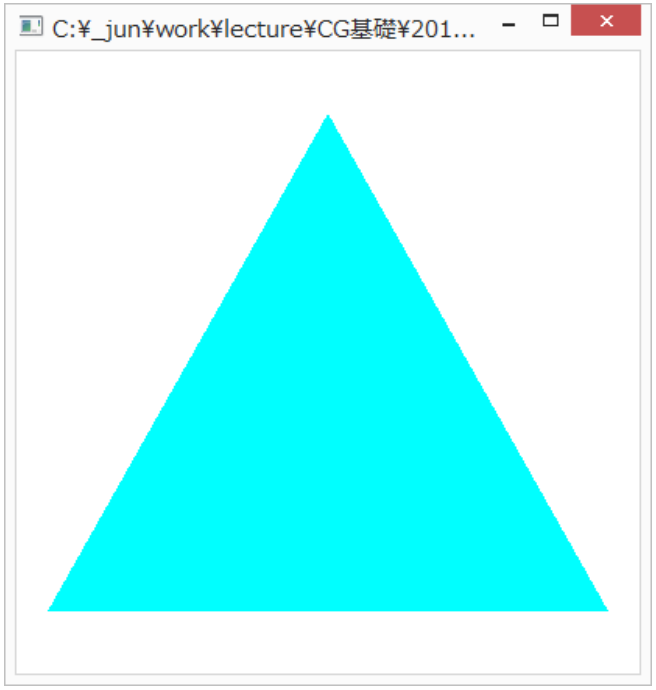
GL_TRIANGLE_FAN



GL_POLYGON



```
glColor3d(0.0, 1.0, 1.0);   // 色指定(R,G,B)で0～1まで
glBegin(GL_TRIANGLES);      // 描画するものを指定
   glVertex2d(-0.9, -0.8); // 頂点位置の指定(1つめ)
   glVertex2d( 0.9, -0.8); // 頂点位置の指定(2つめ)
   glVertex2d( 0.0,  0.8); // 頂点位置の指定(3つめ)
glEnd();
```



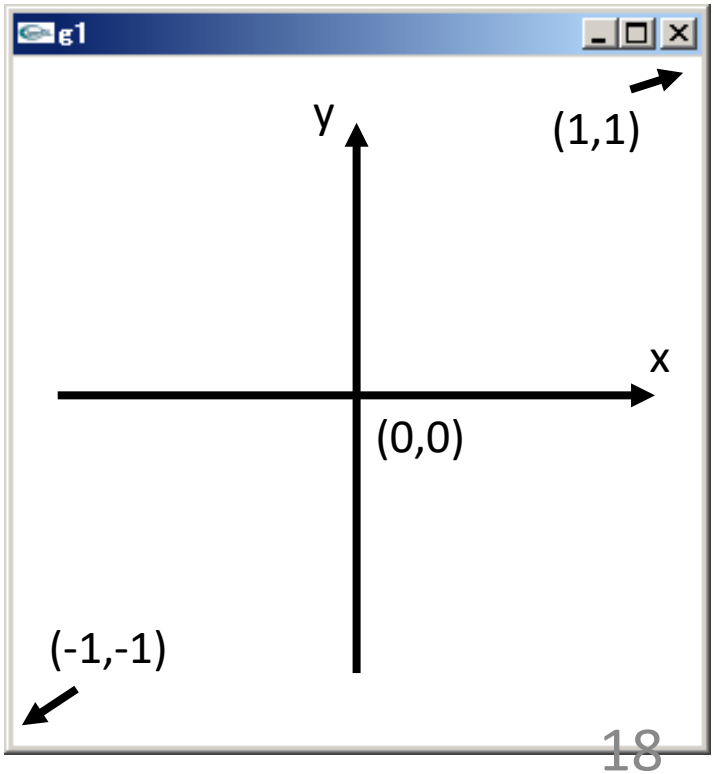
メモ：
円を描くコマンドは存在しない！
折れ線や多角形で近似する。

「2次元座標」という意味
glVertex3d で 3次元座標を指定することもできる

```
glVertex2d(x 座標, y 座標);
```

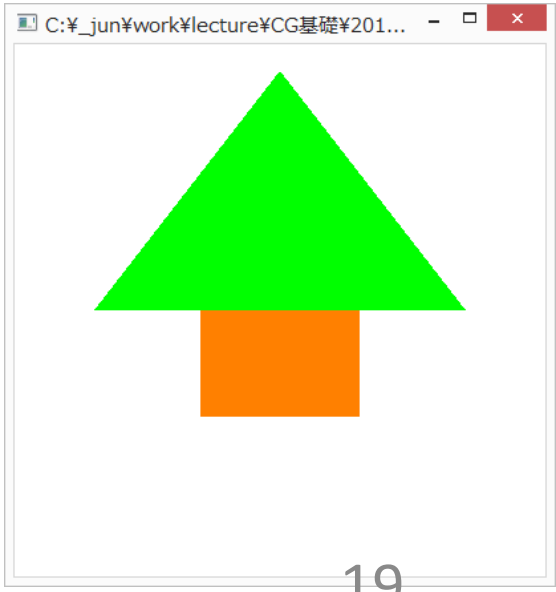
「double型の値で指定する」という意味

glVertex2f なら float型
glVertex2i なら int型
glVertex2dv ならdouble 型の配列
glVertex2fv なら float型の配列



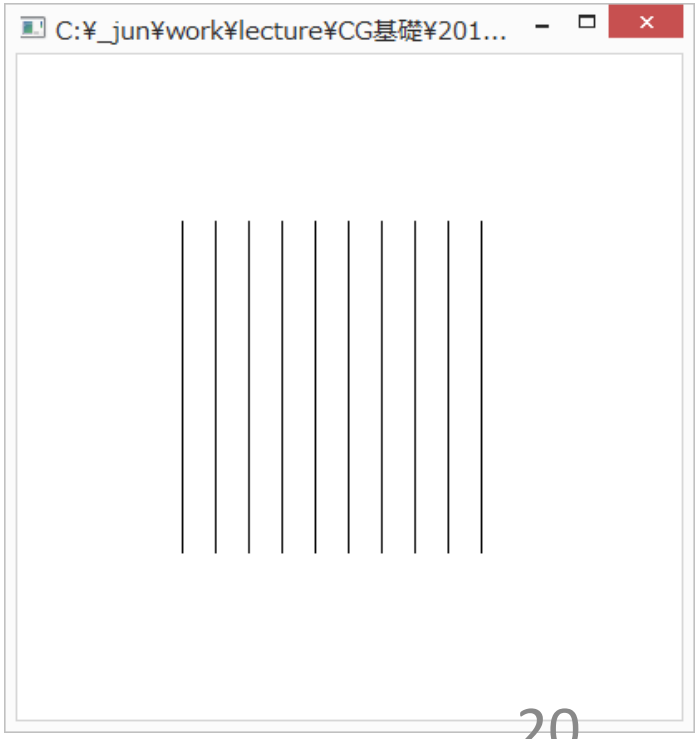
複数の図形を描く

```
// 表示部分をこの関数で記入
void display(void) {
  glClearColor (1.0, 1.0, 1.0, 1.0);  // 消去色指定
  glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT );     // 画面消去

  // 1つ目の図形
  glColor3d(1.0, 0.5, 0.0); // 色指定(R,G,B)で0～1まで
  glBegin(GL_QUADS);        // 描画するものを指定
    glVertex2d(-0.3,  0.0); // 頂点位置の指定(1つめ)
    glVertex2d(-0.3, -0.4); // 頂点位置の指定(2つめ)
    glVertex2d( 0.3, -0.4); // 頂点位置の指定(3つめ)
    glVertex2d( 0.3,  0.0); // 頂点位置の指定(4つめ)
  glEnd();

  // 2つ目の図形
  glColor3d(0.0, 1.0, 0.0);// 色指定(R,G,B)で0～1まで
  glBegin(GL_TRIANGLES);   // 描画するものを指定
    glVertex2d( 0.0, 0.9); // 頂点位置の指定(1つめ)
    glVertex2d(-0.7, 0.0); // 頂点位置の指定(2つめ)
    glVertex2d( 0.7, 0.0); // 頂点位置の指定(3つめ)
   glEnd();

  glFlush(); // 画面出力
}
```



ループ処理と組み合わせる

```
glColor3d(0.0, 0.0, 0.0);    // 色指定
glBegin(GL_LINES);
for(int i = 0; i < 10; i++) {
   glVertex2d(i*0.1 - 0.5,  0.5);
   glVertex2d(i*0.1 - 0.5, -0.5);
}
glEnd();
```

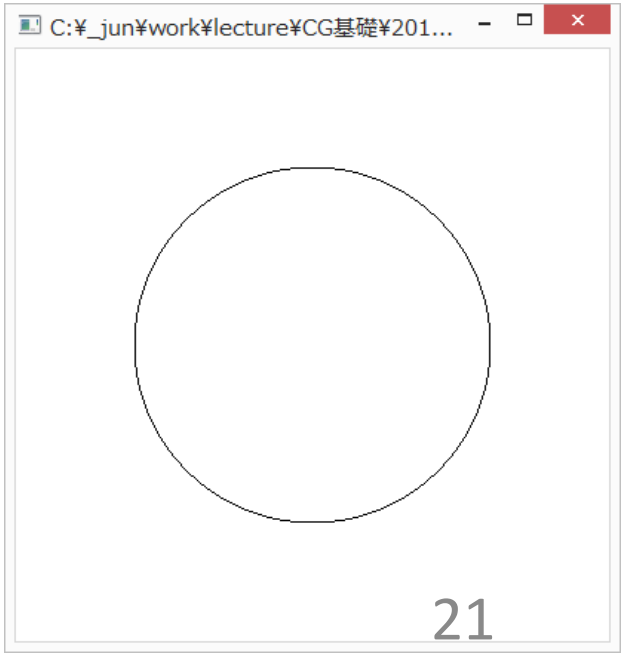


ループ処理と組み合わせる

```
#include <math.h>
```

← 三角関数を使うためプログラム冒頭に入れておく

```
glColor3d(0.0, 0.0, 0.0);
glBegin(GL_LINE_LOOP);
for(int i = 0; i < 360; i++) {
  double x = cos(i * 3.14159 /180.0);
  double y = sin(i * 3.14159 /180.0);
  glVertex2d(x * 0.6, y * 0.6);
}
glEnd();
```



- C++ なら math.h の代わりに cmath をインクルードすることが多い
- 円周率を表す定数マクロ M_PI を Visual Studio で使いたければ
  #define _USE_MATH_DEFINES
  #include <math.h>　　// または #include <cmath>

課題

- サンプルコードをコンパイルして実行してみる
- コード中の数字を変えて、結果がどのように変化するか確認する
- 自由にいろいろな図形を表示させてみる←提出
- 「コッホ曲線」を描いてみる← 任意

サンプルコードの注意点

- 拡張子を cpp にしている
  C++ 言語の便利なところを使いたいため

- OpenGLの古典的な使い方をしている
  最新のゲーム開発などで使われている
  OpenGL プログラムコードとは異なる
  （教育的観点から）

1限終了後

- manabaのコース登録（全員）

- 参考書「コンピュータグラフィックス」の購入
  （希望者、第3エリアの書籍販売コーナー）

- 情報科学類計算機室のアカウント申請および
  入室許可申請
  （情報科学類生以外）