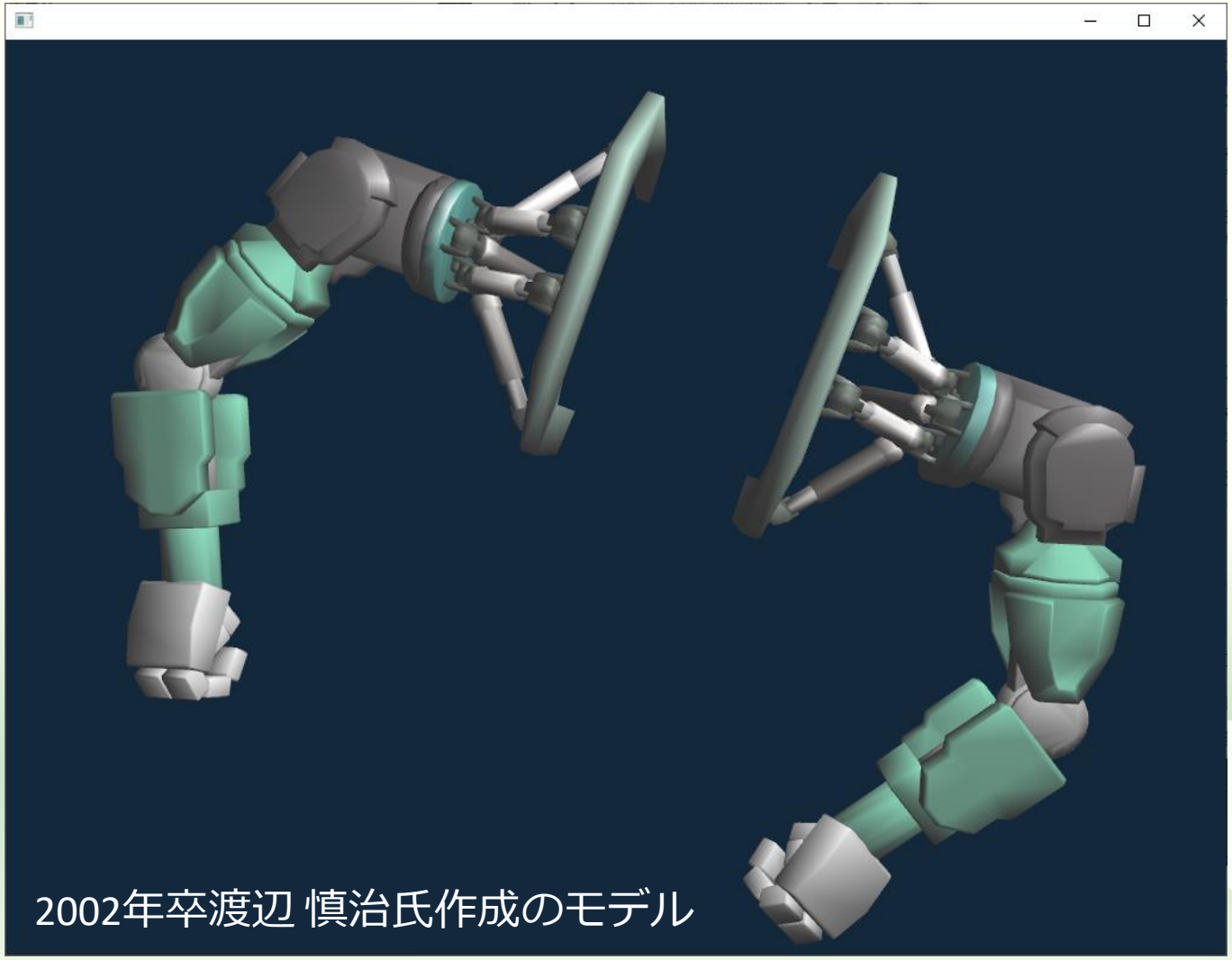
メディアプログラミング演習

第7回

ユーザインタフェースを持つアプリの作成

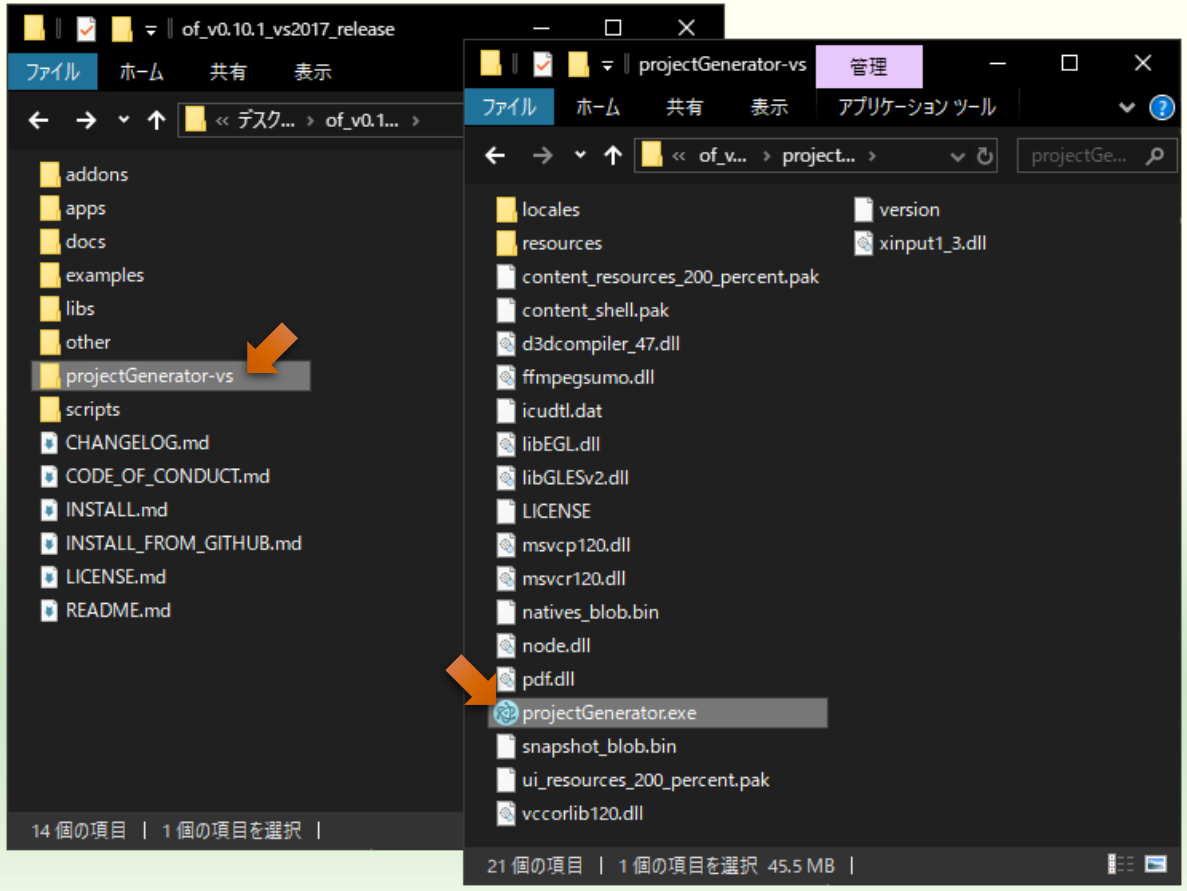


準備

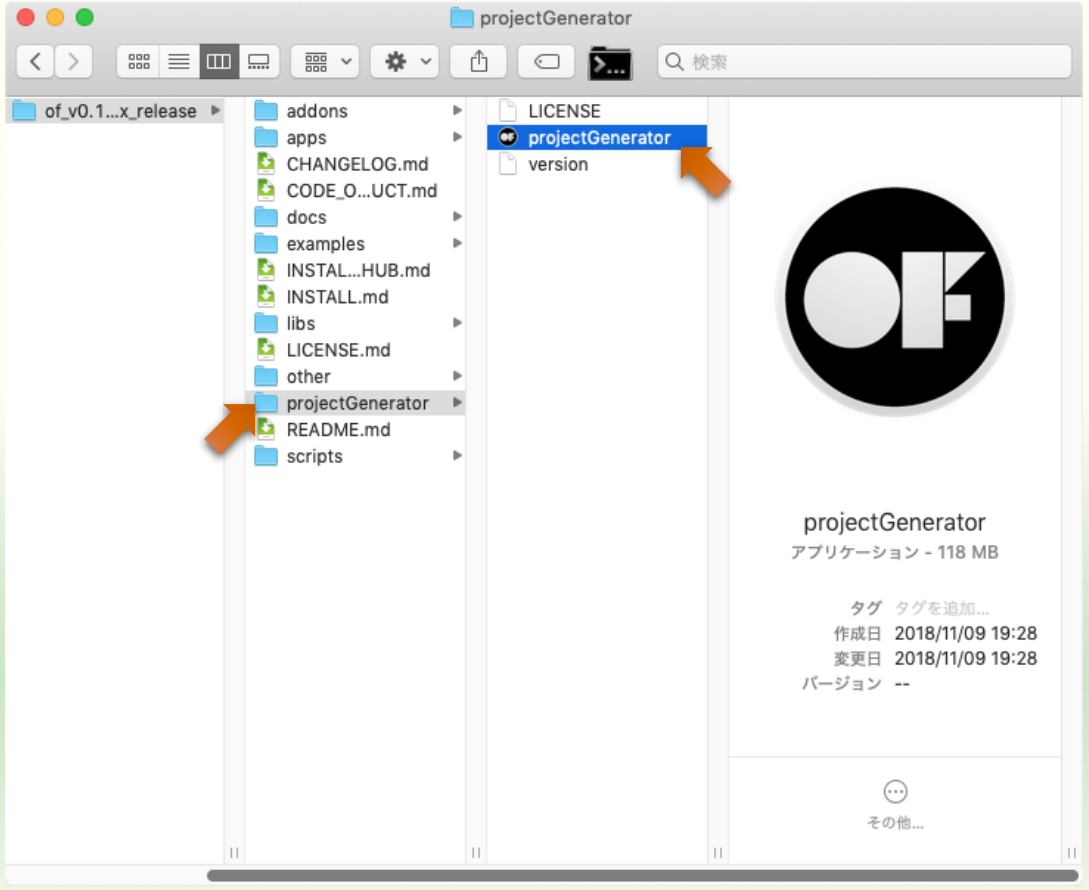
プロジェクトの作成

projectGenerator を起動する

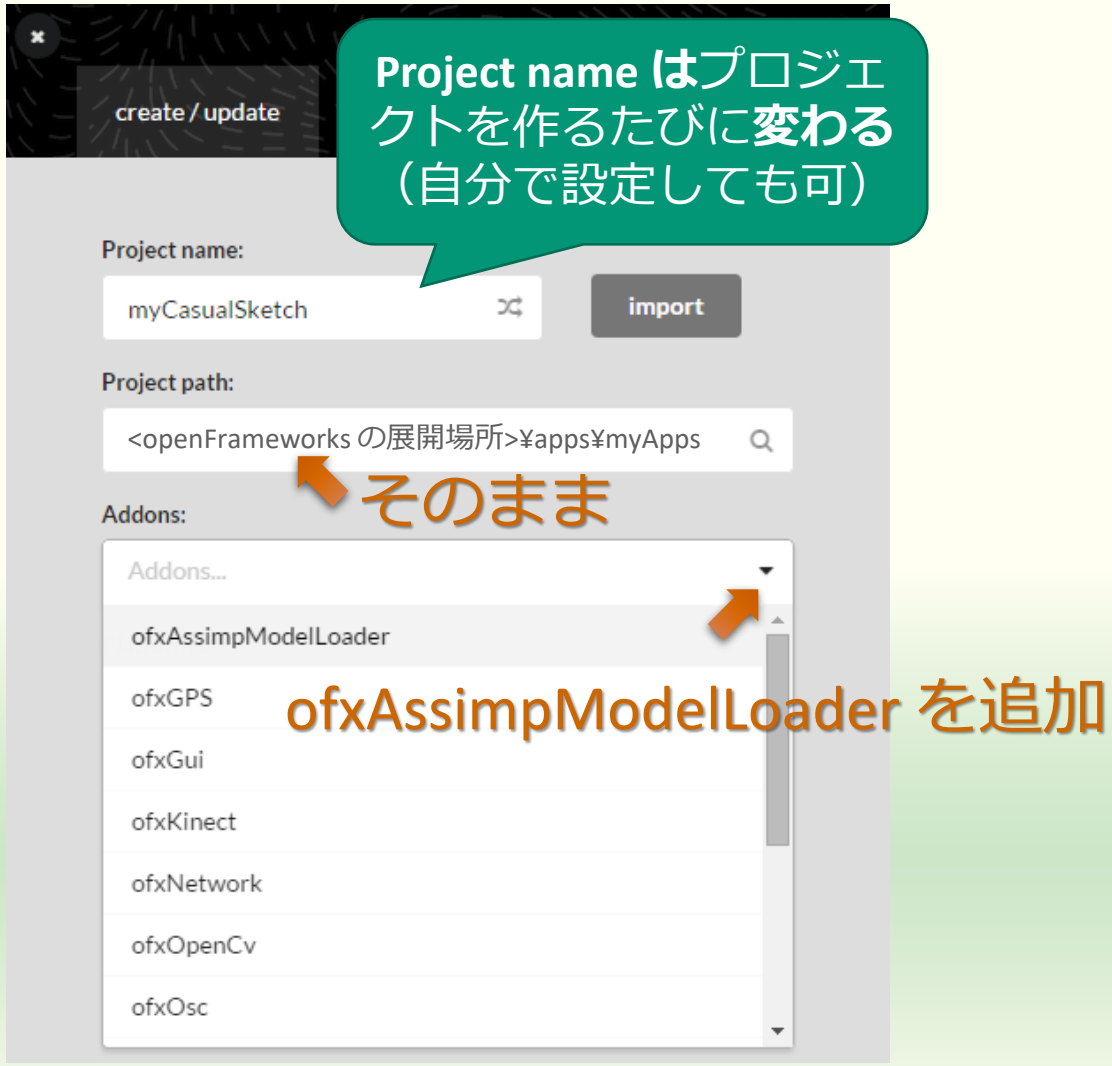
windows 版のパッケージ

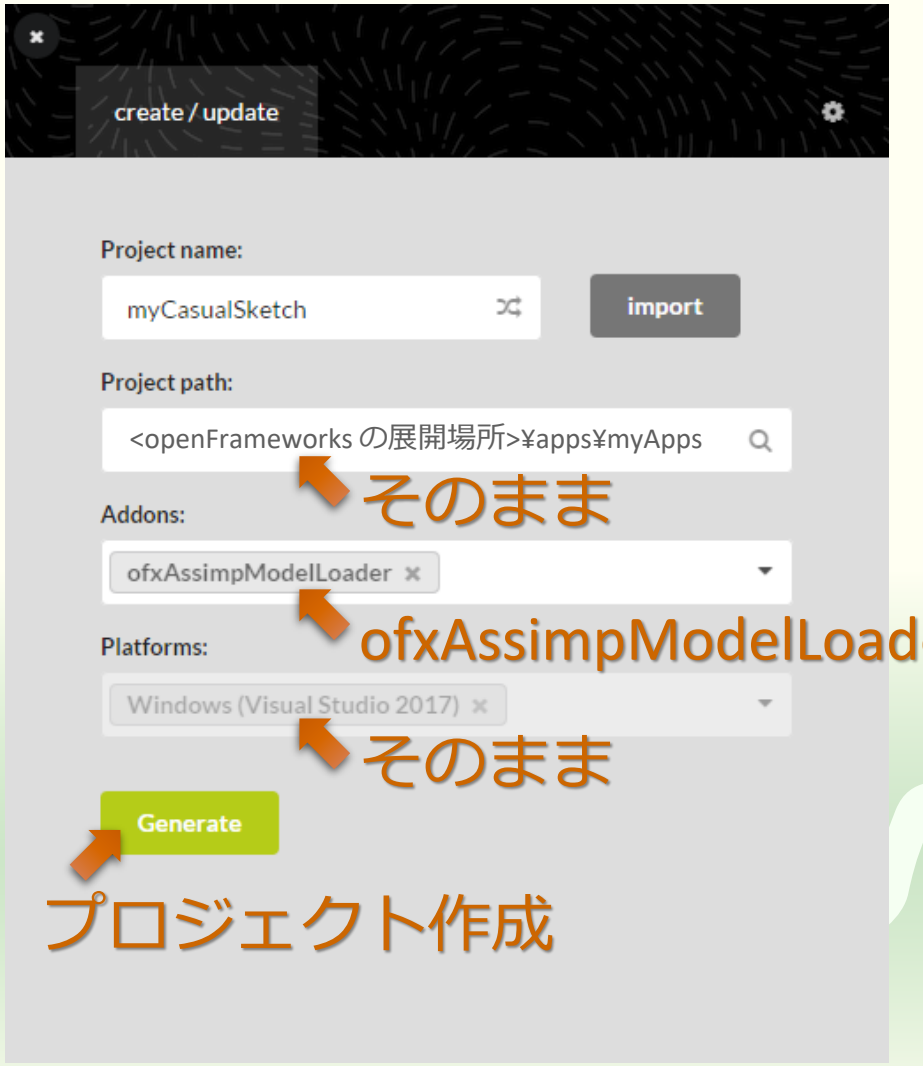


macOS 版のパッケージ



空のプロジェクトの作成

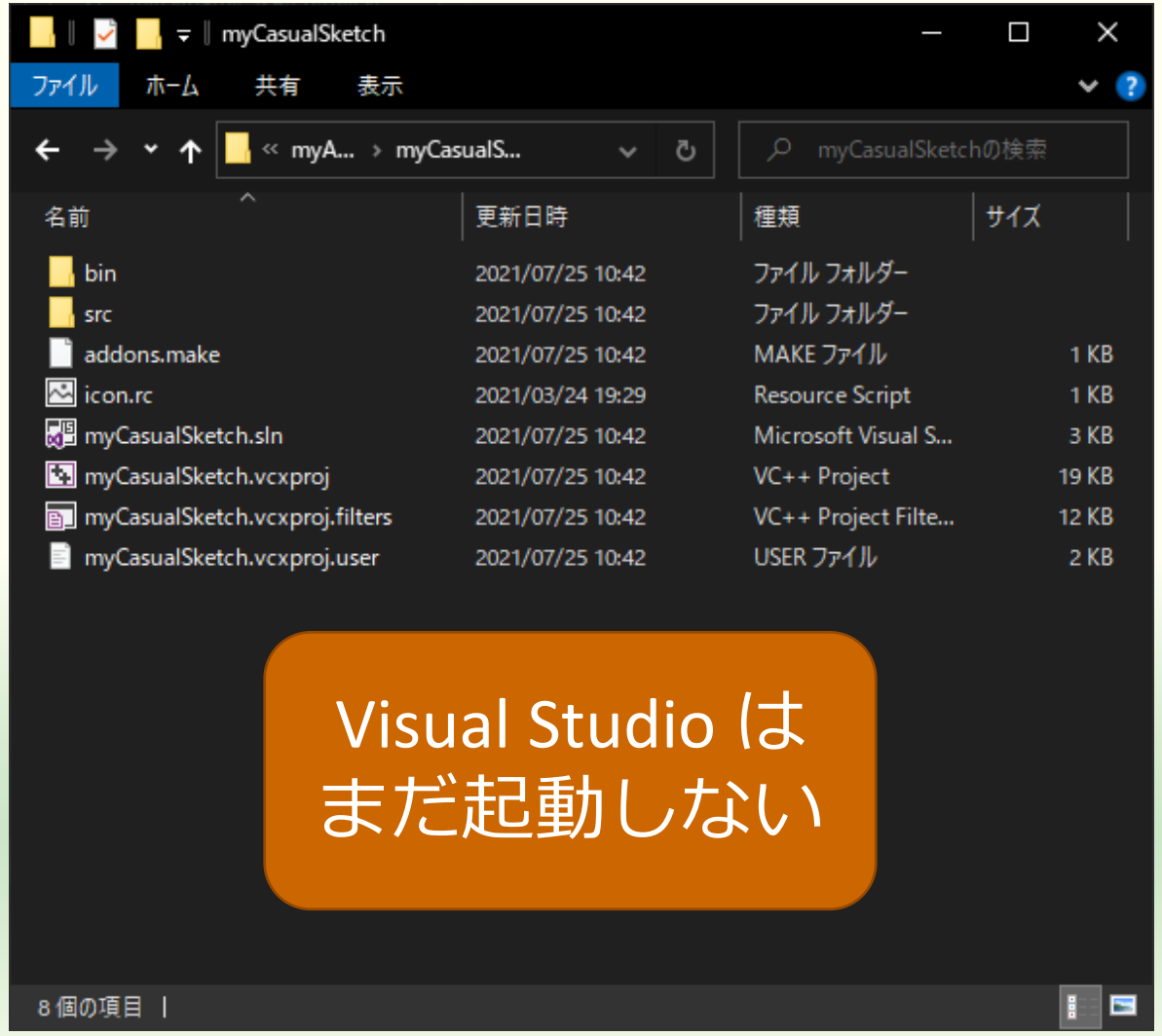




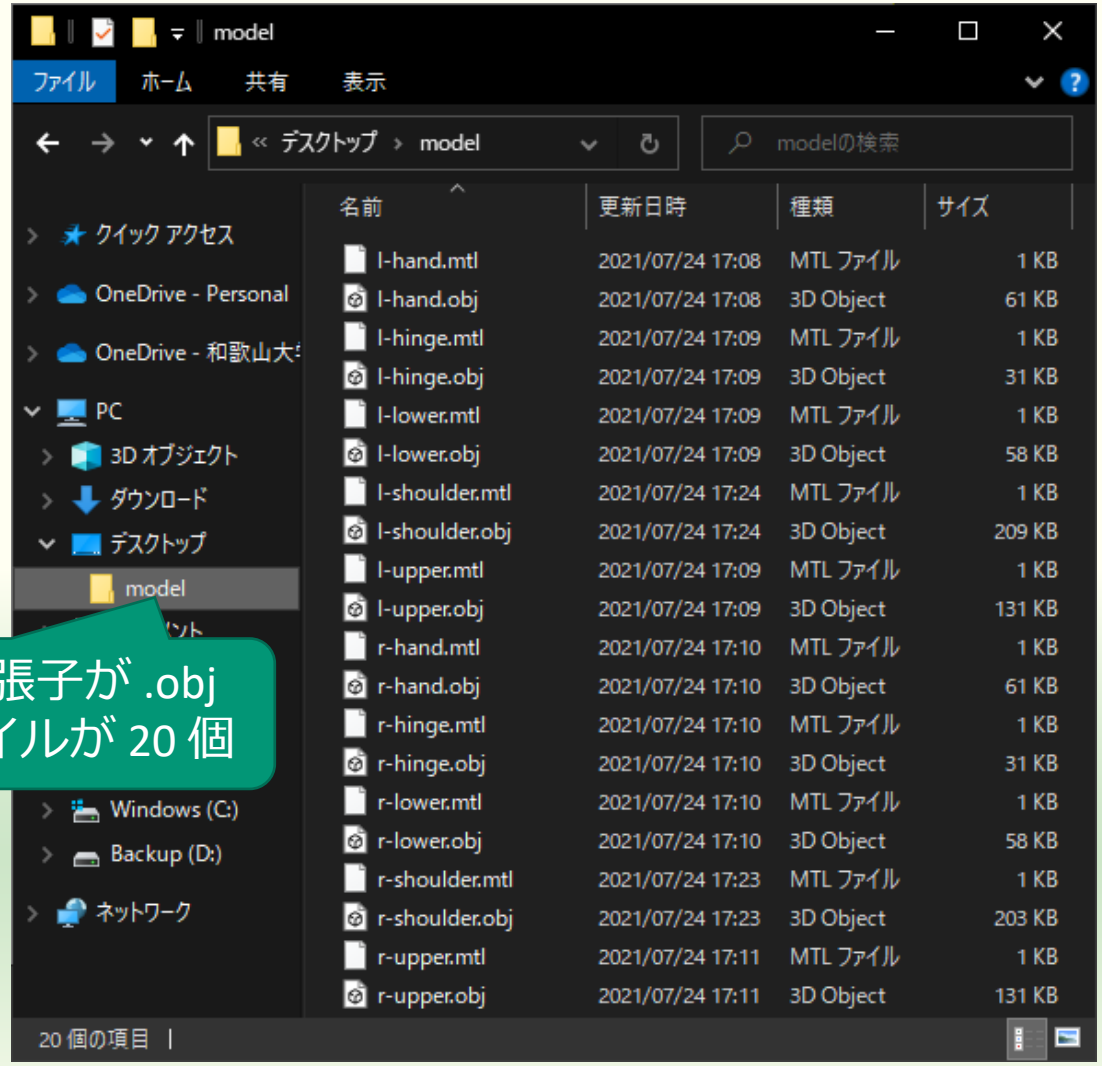
ofxAssimpModelLoader アドオンについて

- 3D モデルやアニメーションの読み込みと表示を行う
  - Open Asset Import Library" (assimp) https://www.assimp.org/
- マニュアル
  - https://openframeworks.cc/documentation/ofxAssimpModelLoader/ofxAssimpModelLoader/
  - 現時点で 3DS, ASE, DXF, HMP, MD2, MD3, MD5, MDC, MDL, NFF, PLY, STL, X, LWO, OBJ, SMD, Collada, Ogre XML, partly LWS の読み込みに対応

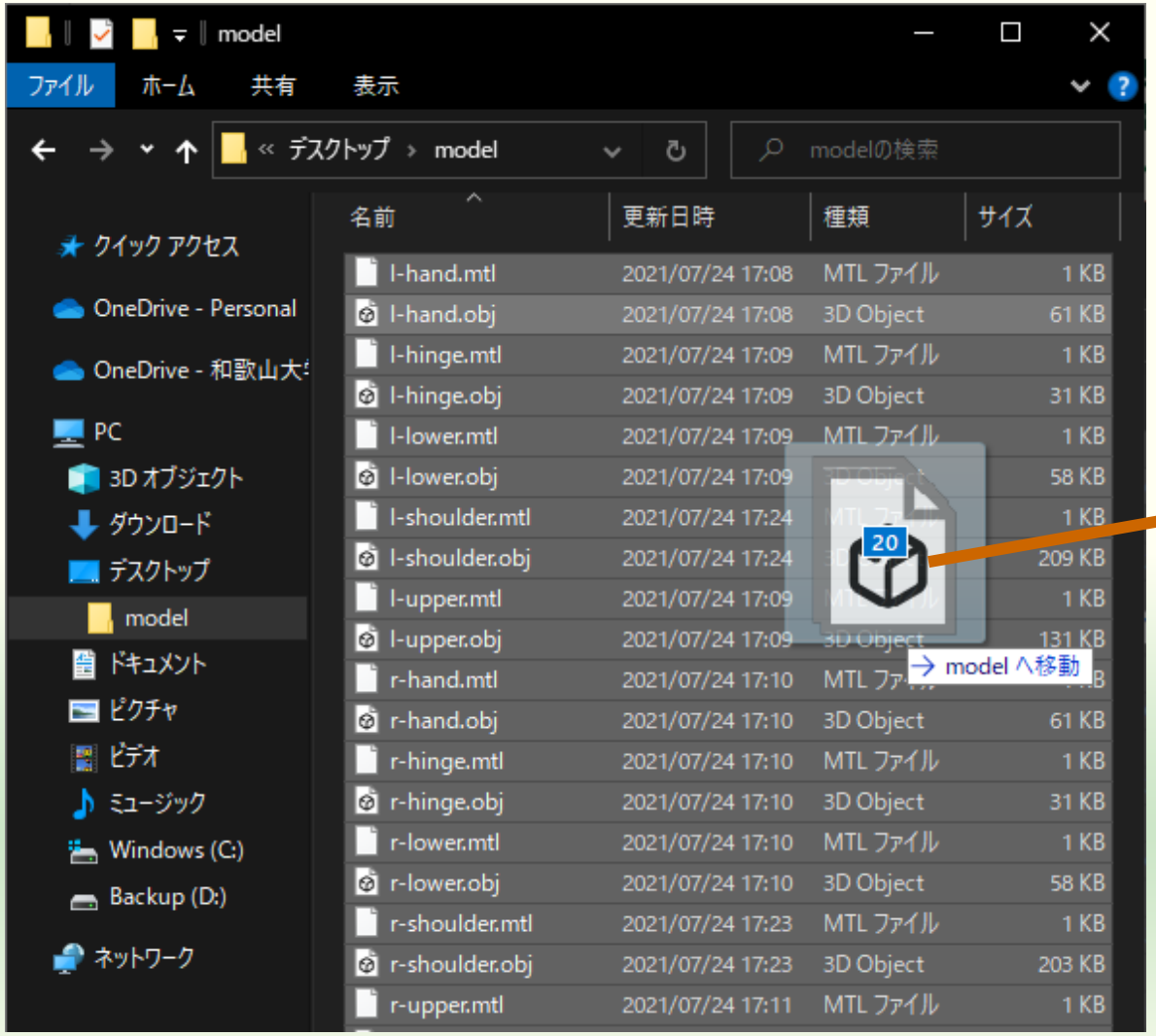
プロジェクトの作成成功

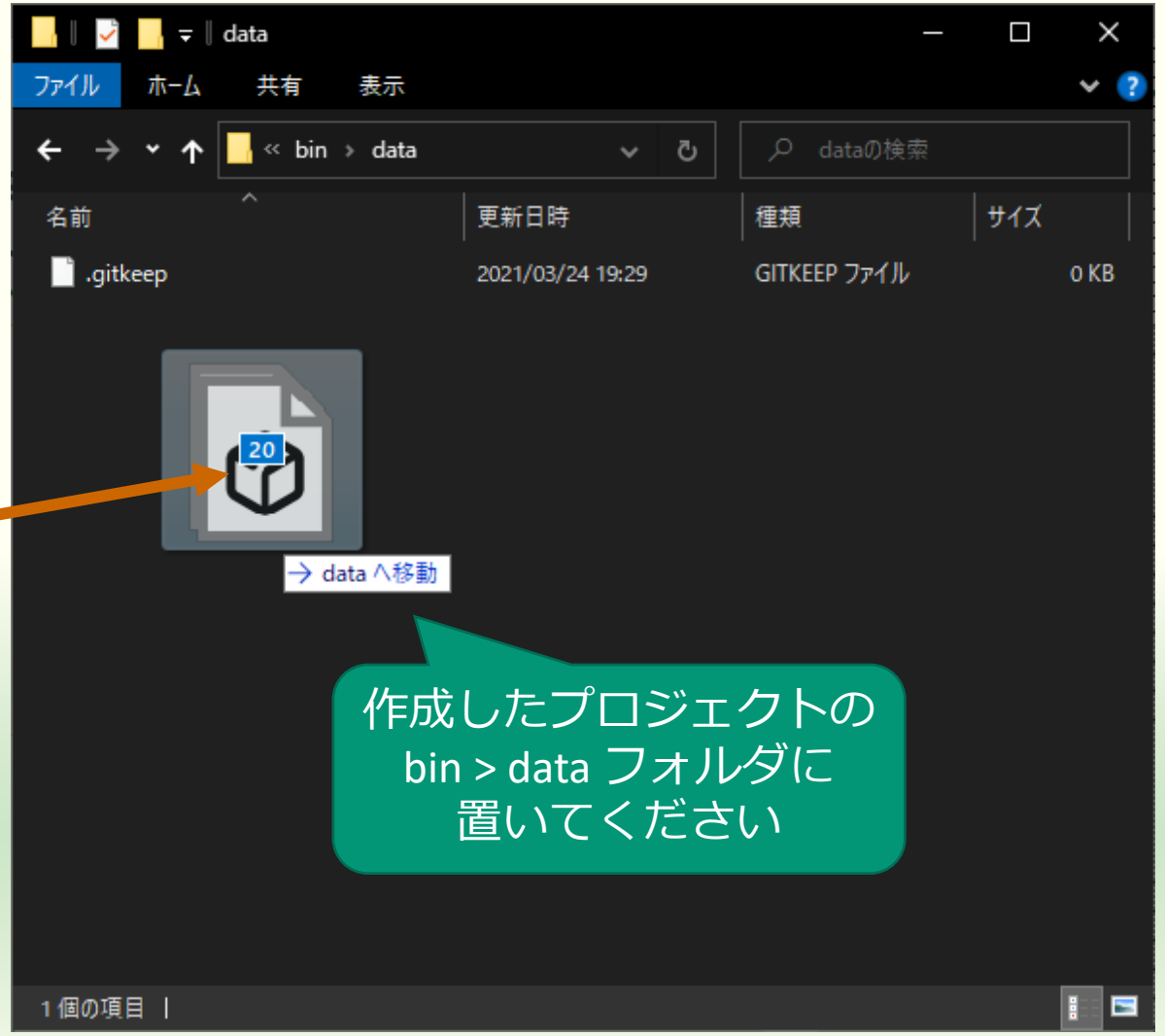


model.zip のダウンロードと展開



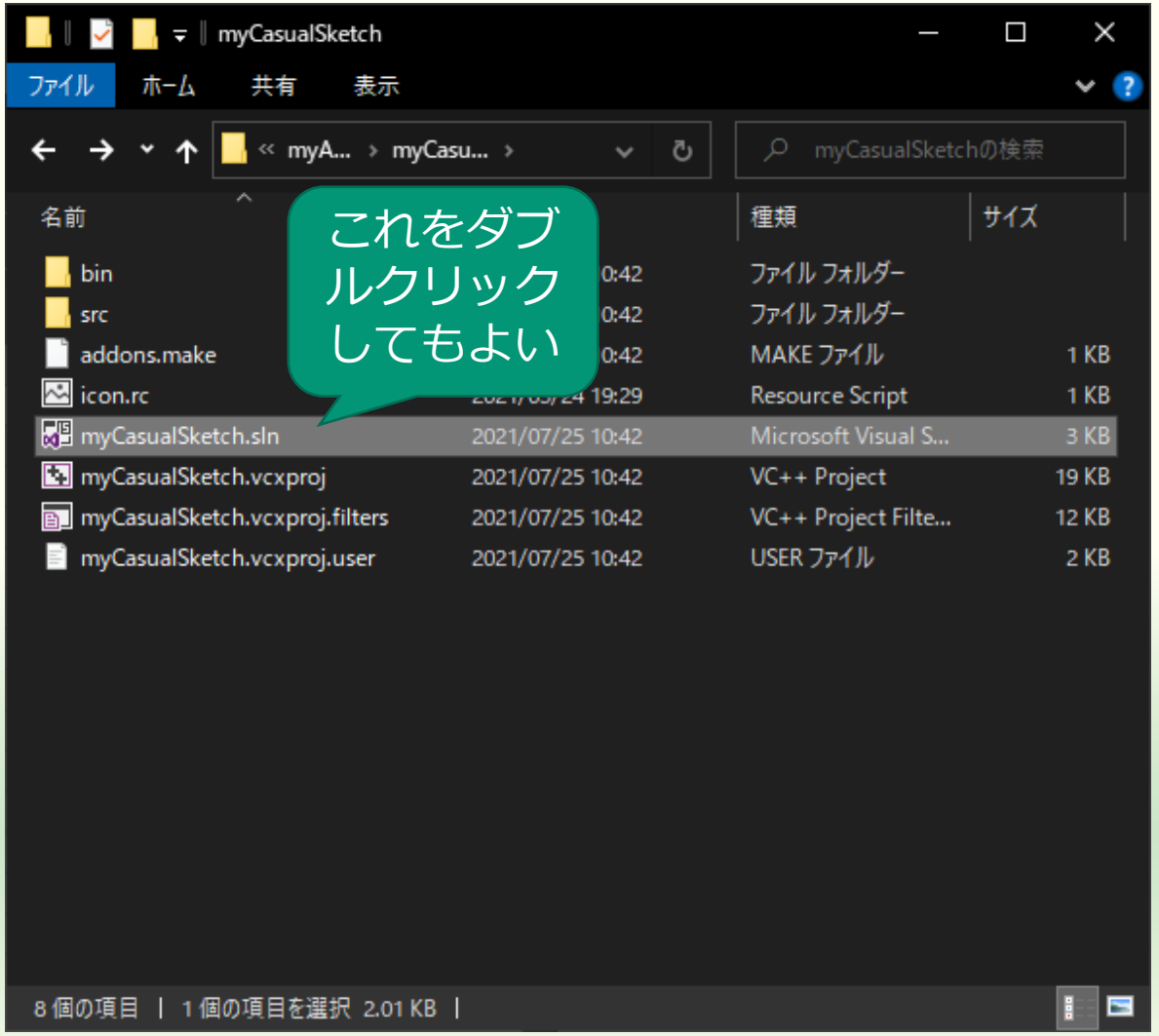
bin > data にファイルを配置



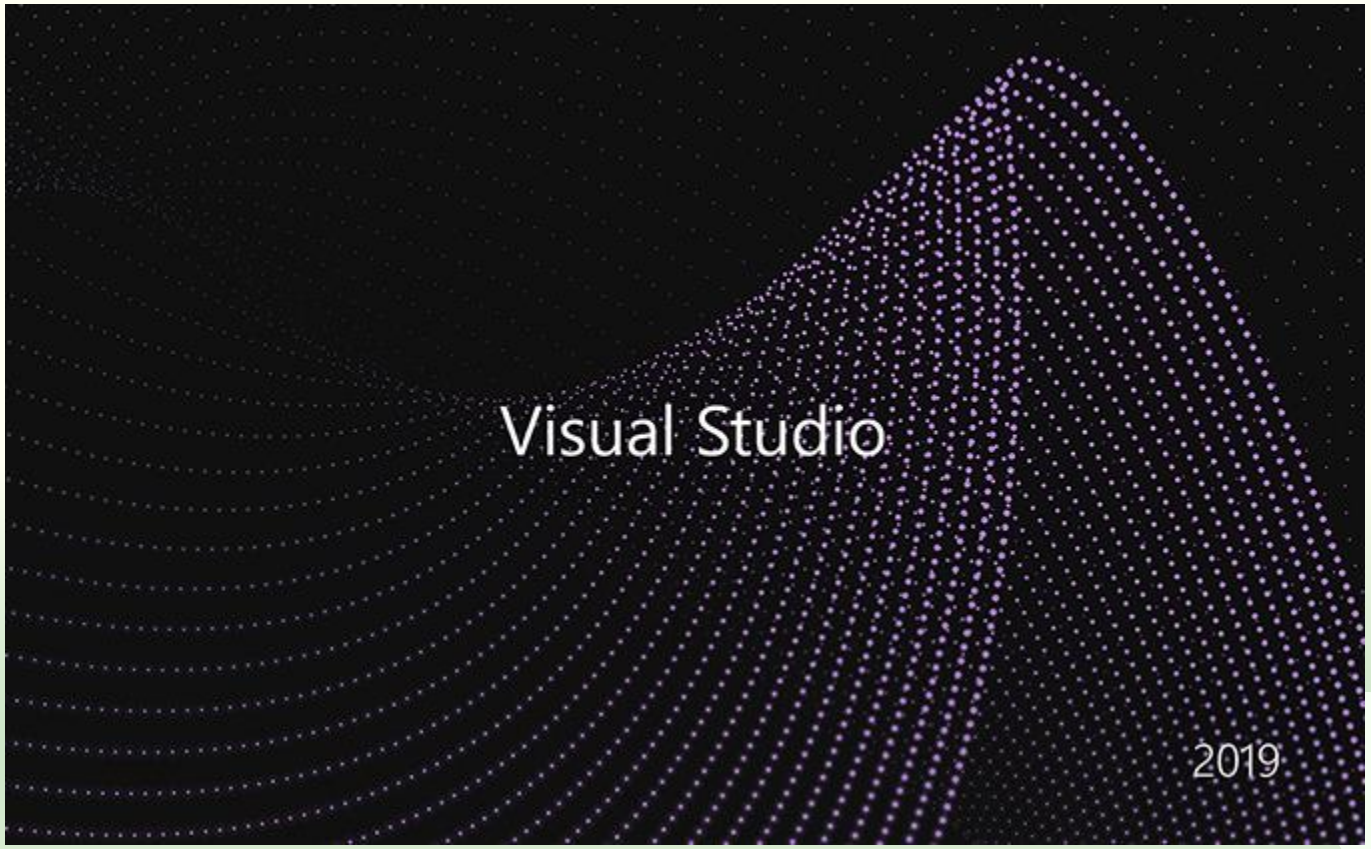


作成したプロジェクトの
bin > data フォルダに
置いてください

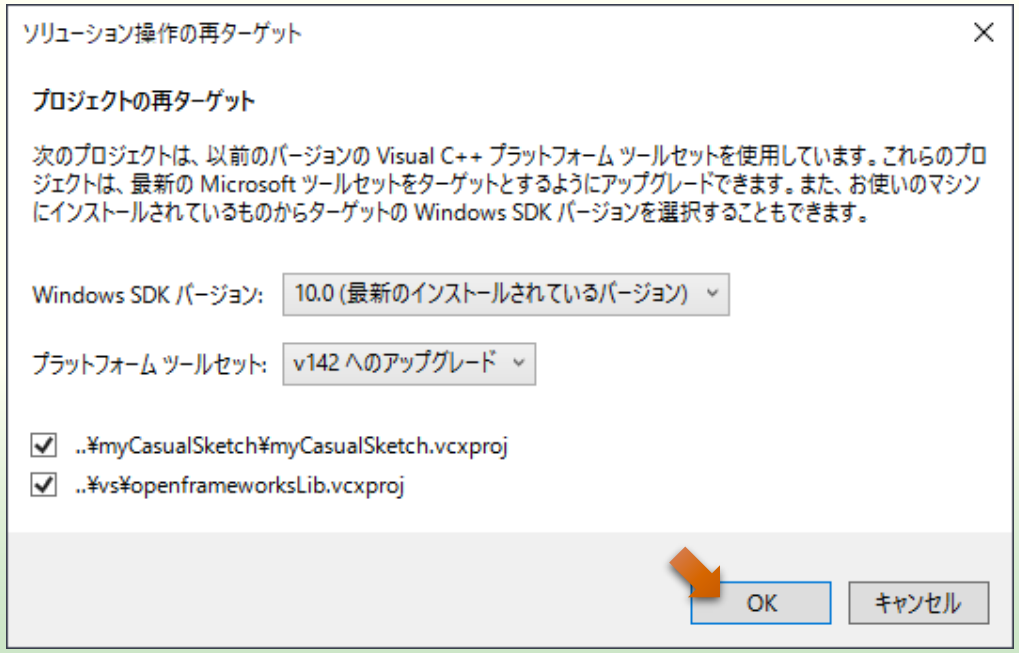
ソリューションファイルを開く



Visual Studio が起動する

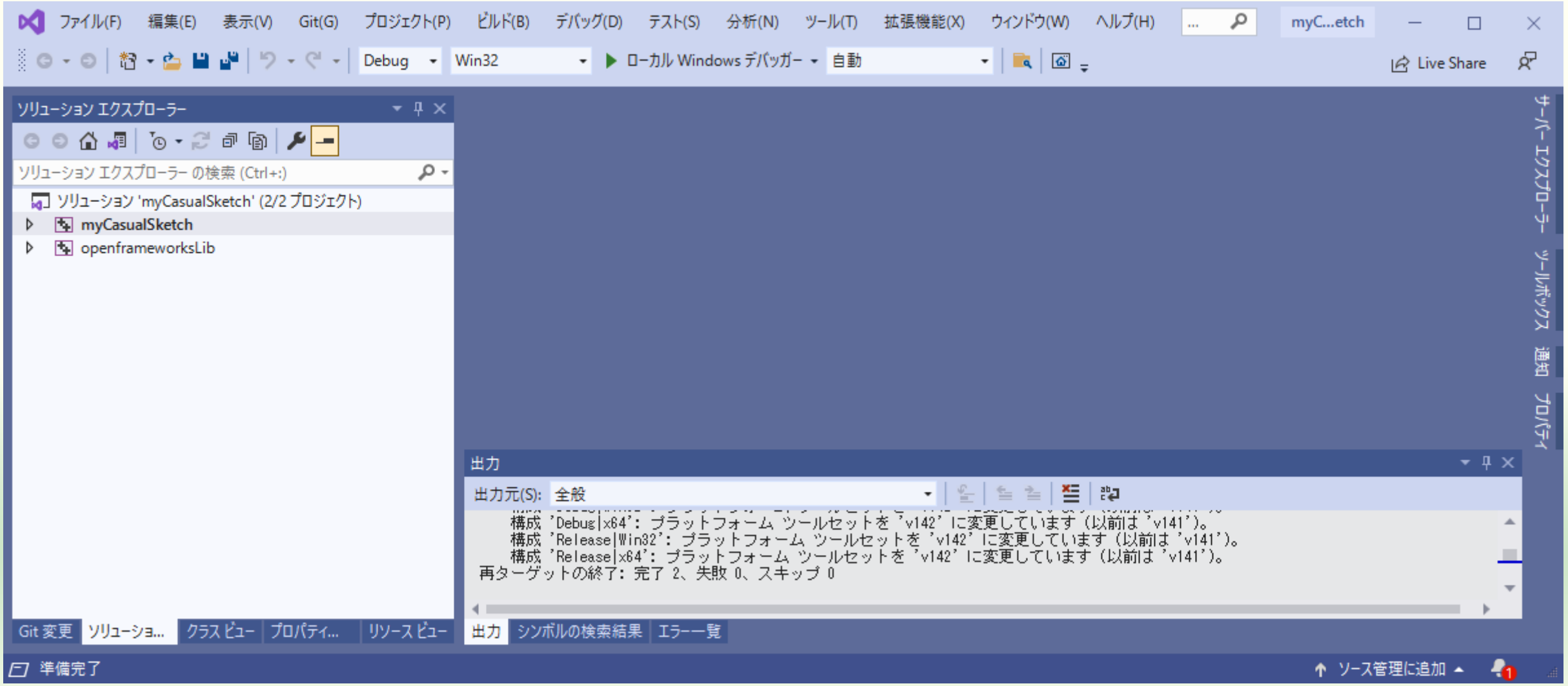


ソリューションの再ターゲット



Visual Studio は頻繁に更新しているので皆さんがお使いの Visual Studio SDK のバージョンと合わない場合がある

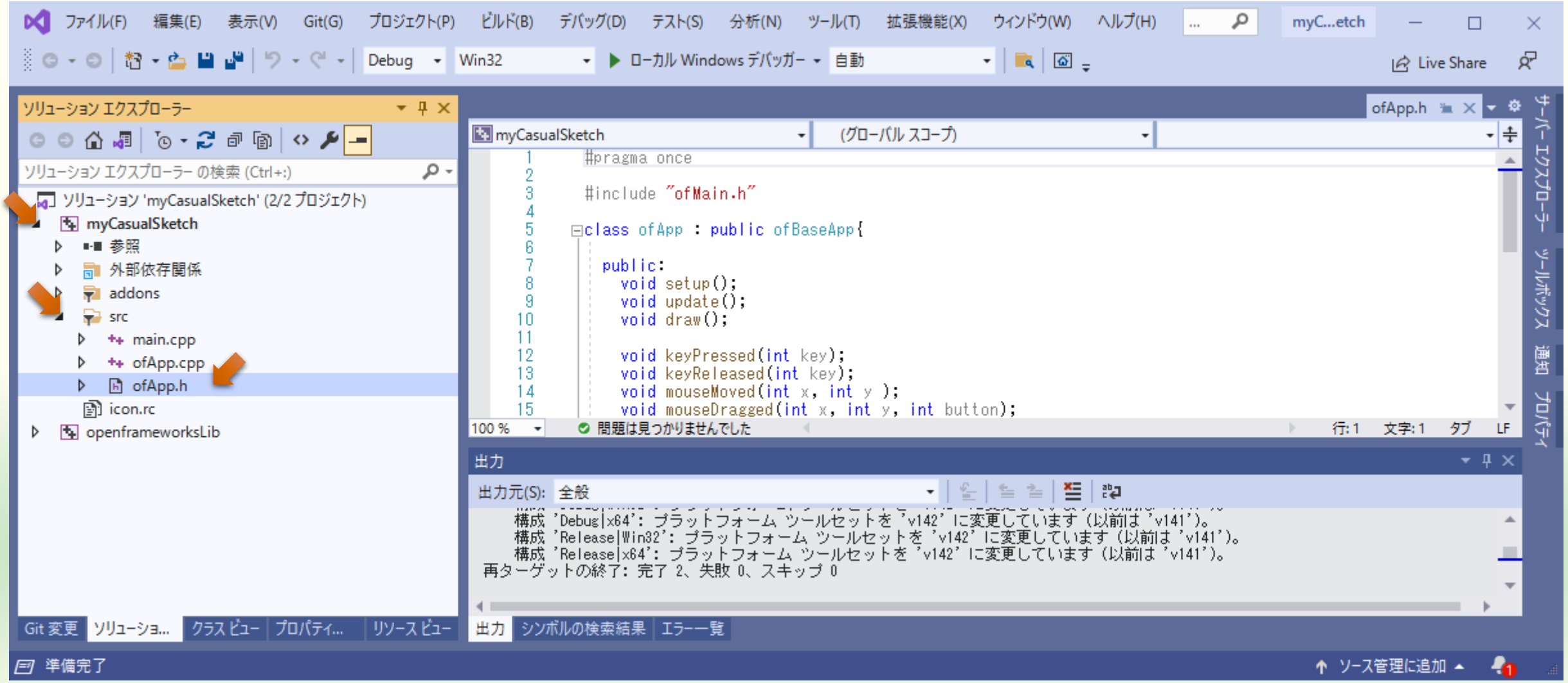
Visual Studio 起動



3D モデルの読み込みと表示

ofxAssimpModelLoader を使う

ofApp.h を開く

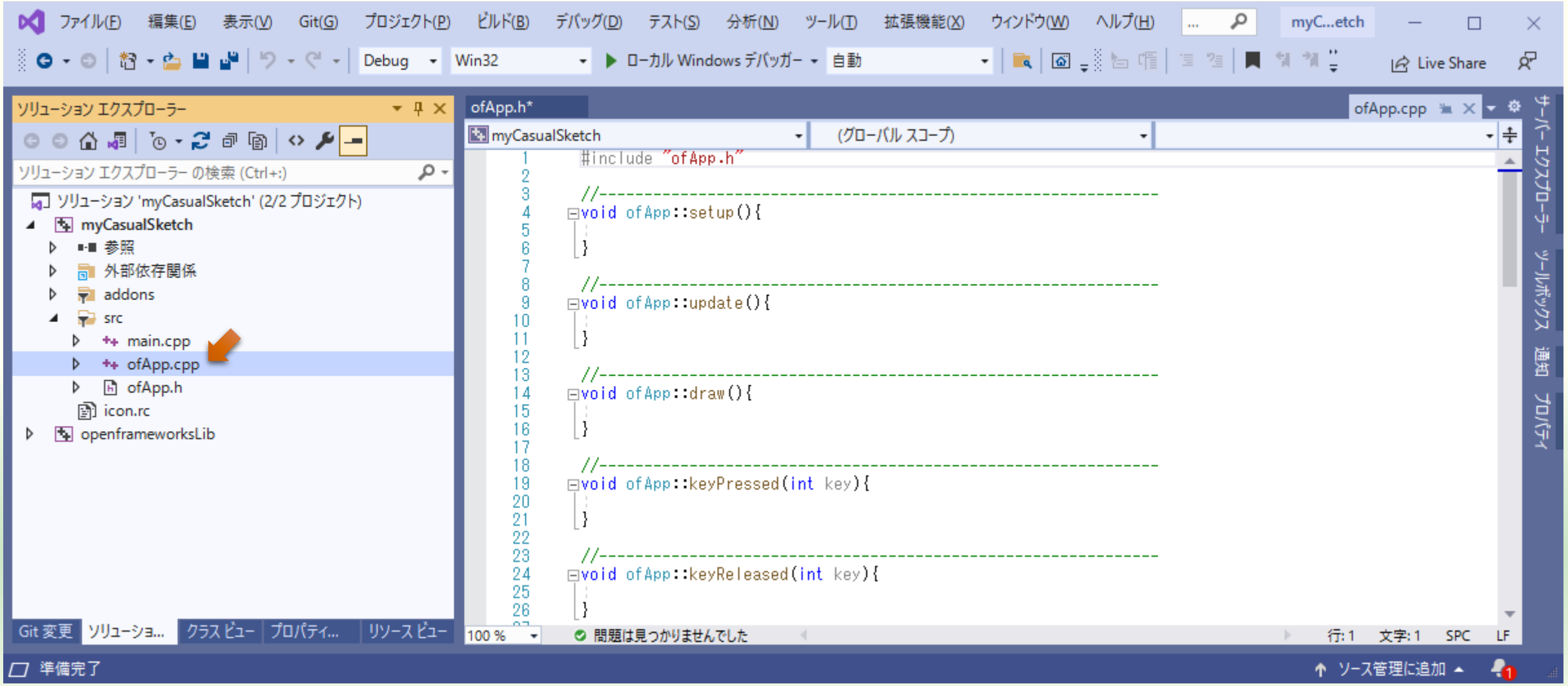

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) Git(G) プロジェクト(P) ビルド(B) デバッグ(D) テスト(S) 分析(N) ツール(T) 拡張機能(X) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
Debug
Win32
ローカル Windows デバッガー
自動
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト)
myCasualSketch
参照
外部依存関係
addons
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
ofApp.h
myCasualSketch
(グローバル スコープ)
#pragma once
#include "ofMain.h"
class ofApp : public ofBaseApp{
public:
void setup();
void update();
void draw();
void keyPressed(int key);
void keyReleased(int key);
void mouseMoved(int x, int y);
void mouseDragged(int x, int y, int button);
100 %
問題は見つかりませんでした
行: 1 文字: 1 タブ LF
出力
出力元(S): 全般
構成 'Debug|x64': プラットフォーム ツールセットを 'v142' に変更しています (以前は 'v141')。
構成 'Release|Win32': プラットフォーム ツールセットを 'v142' に変更しています (以前は 'v141')。
構成 'Release|x64': プラットフォーム ツールセットを 'v142' に変更しています (以前は 'v141')。
再ターゲットの終了: 完了 2、失敗 0、スキップ 0
Git 変更
ソリューショ...
クラス ビュー
プロパティ...
リソース ビュー
出力
シンボルの検索結果
エラー一覧
準備完了
ソース管理に追加
サーバー エクスプローラー
ツールボックス
通知
プロパティ

カメラ，ライト，モデルのメンバ変数を追加

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class ofApp : public ofBaseApp{
  ofEasyCam camera;
  ofLight light;
  ofxAssimpModelLoader model;

public:
  void setup();
  void update();
  void draw();

   （以下略）
```

- 3D 表示に必要なメンバを追加する
  - ofCamera クラスのメンバ変数を追加する
    - ofEasyCam クラスはマウス操作が可能
  - ofLight クラスのメンバ変数を追加する
- 3D モデルの読み込みと表示を行う
  - ofxAssimpModelLoader クラスのメンバ変数を追加する

ofApp.cpp を開く



3D 表示の設定と 3D モデルファイルの読み込み

```
#include "ofApp.h"

//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  model.loadModel("l-hand.obj");
}

   （以下略）
```

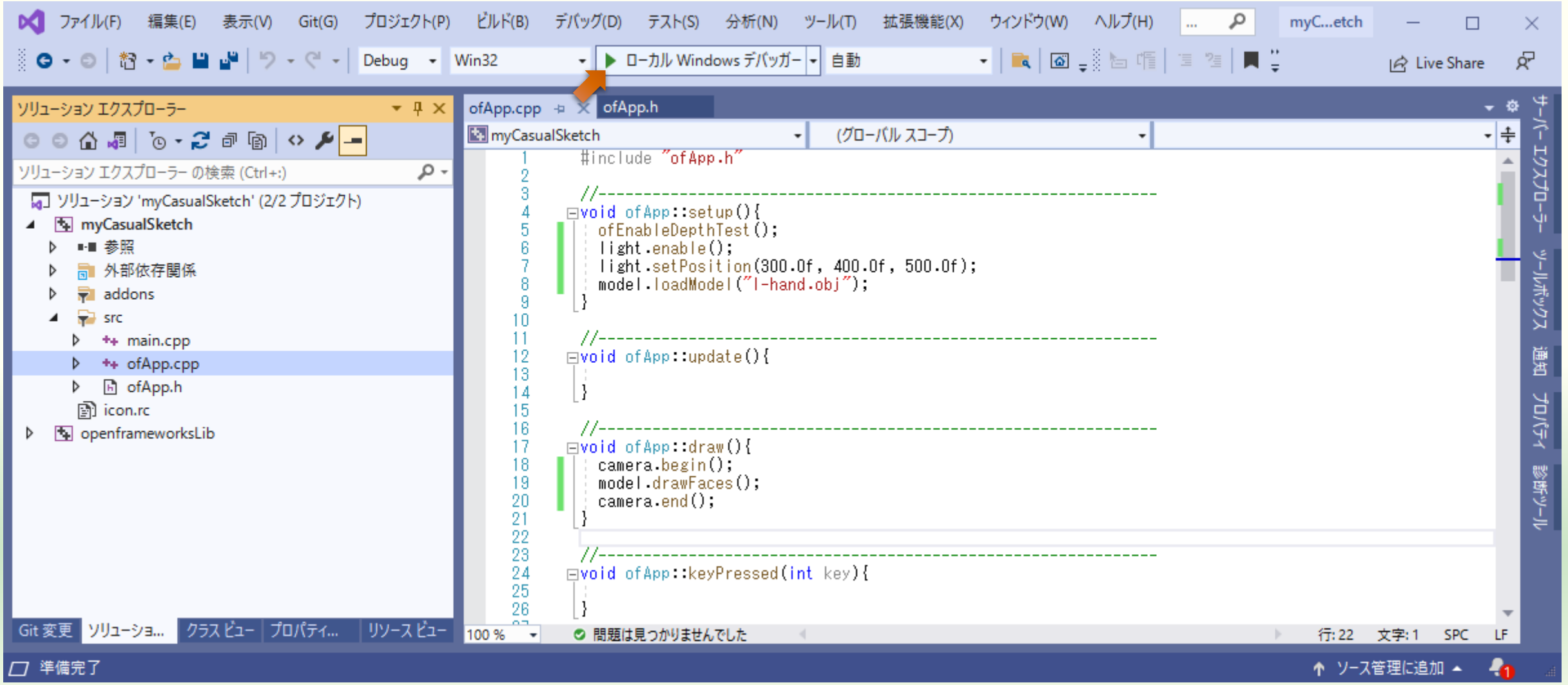
- ofEnableDepthTest();
  - 隠面消去処理を有効にする
- light.enable();
  - light による陰影付けを有効にする
- model.loadModel("l-hand.obj");
  - プロジェクトのフォルダの bin の data の中の l-hand.obj という3D モデルファイルを model に読み込む
  - “.obj” は Wavefront OBJ 形式の 3D モデルファイルで Blender 等で作成できる

カメラを有効にして 3D モデルを表示する

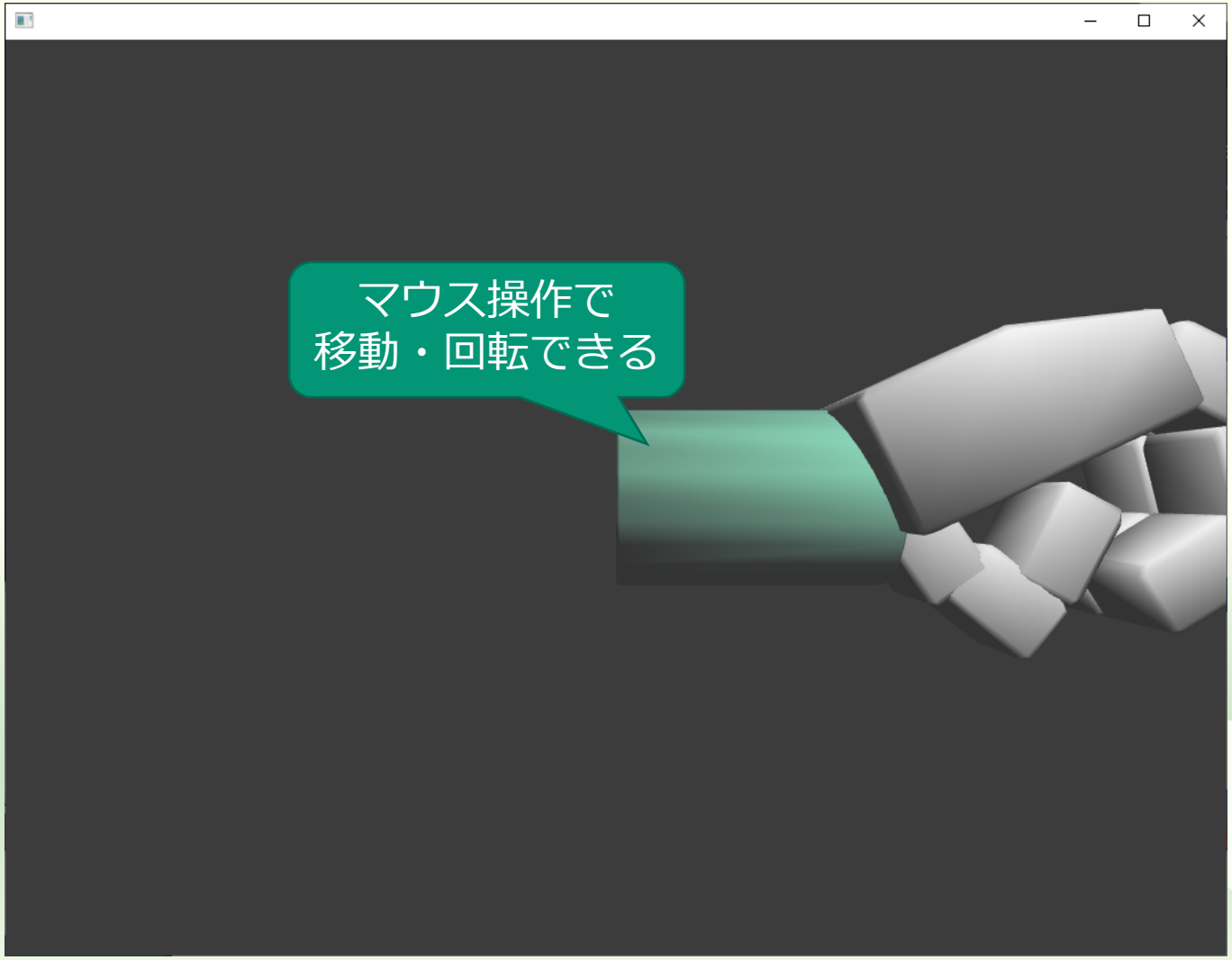
```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  model.drawFaces();
  camera.end();
}

   (以下略)
```

- camera.begin() と camera.end() の間は 3 次元空間の表示になる
- 第 3 回参照

ビルドと実行


ファイル(F)
編集(E)
表示(V)
Git(G)
プロジェクト(P)
ビルド(B)
デバッグ(D)
テスト(S)
分析(N)
ツール(T)
拡張機能(X)
ウィンドウ(W)
ヘルプ(H)
Debug
Win32
ローカル Windows デバッガー
自動
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト)
myCasualSketch
参照
外部依存関係
addons
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
ofApp.cpp
ofApp.h
myCasualSketch
(グローバル スコープ)
#include "ofApp.h"
//--
void ofApp::setup(){
ofEnableDepthTest();
light.enable();
light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
model.loadModel("l-hand.obj");
}
//--
void ofApp::update(){
}
//--
void ofApp::draw(){
camera.begin();
model.drawFaces();
camera.end();
}
//--
void ofApp::keyPressed(int key){
}
100 %
問題は見つかりませんでした
行: 22
文字: 1
SPC
LF
Git 変更
ソリューショ...
クラス ビュー
プロパティ...
リソース ビュー
サーバー エクスプローラー
ツールボックス
通知
プロパティ
診断ツール
準備完了
ソース管理に追加

実行結果

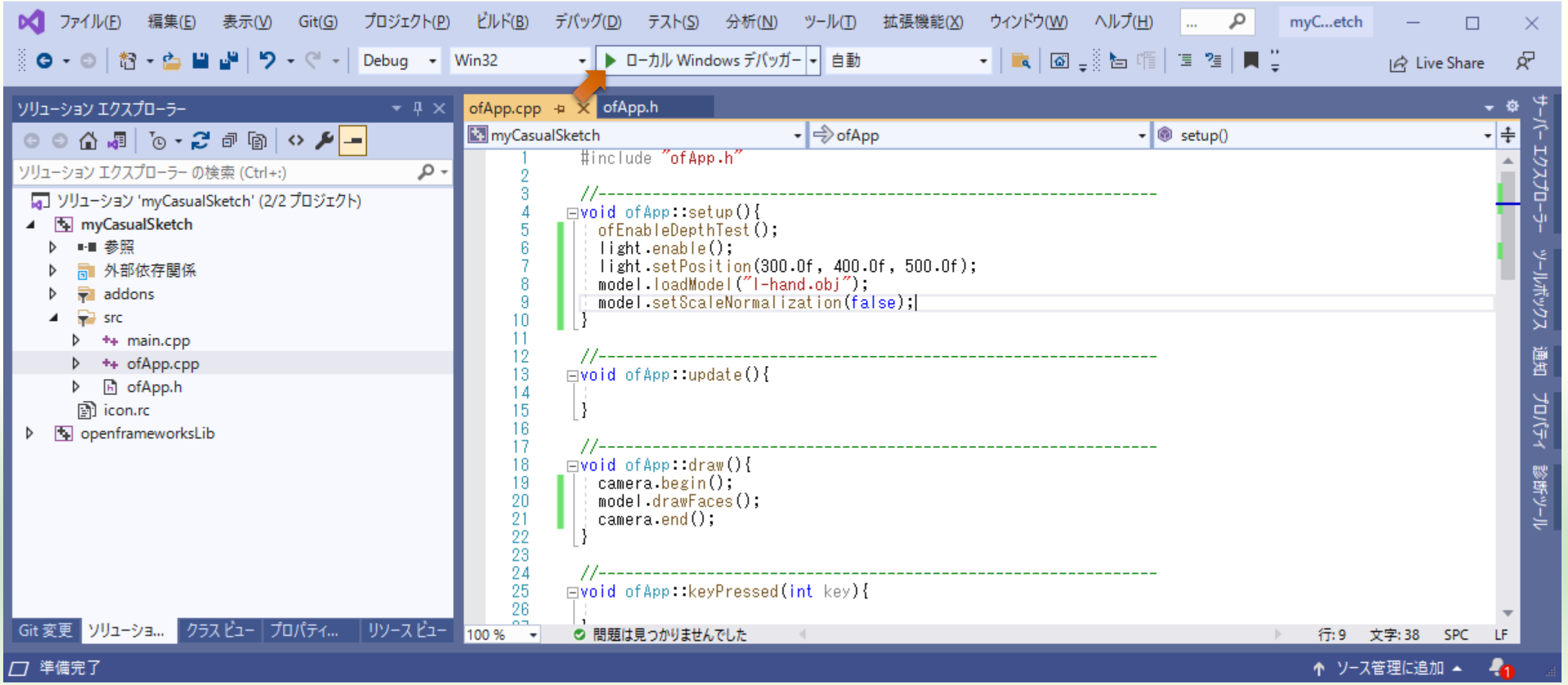


3D モデルの大きさを正規化しないようにする

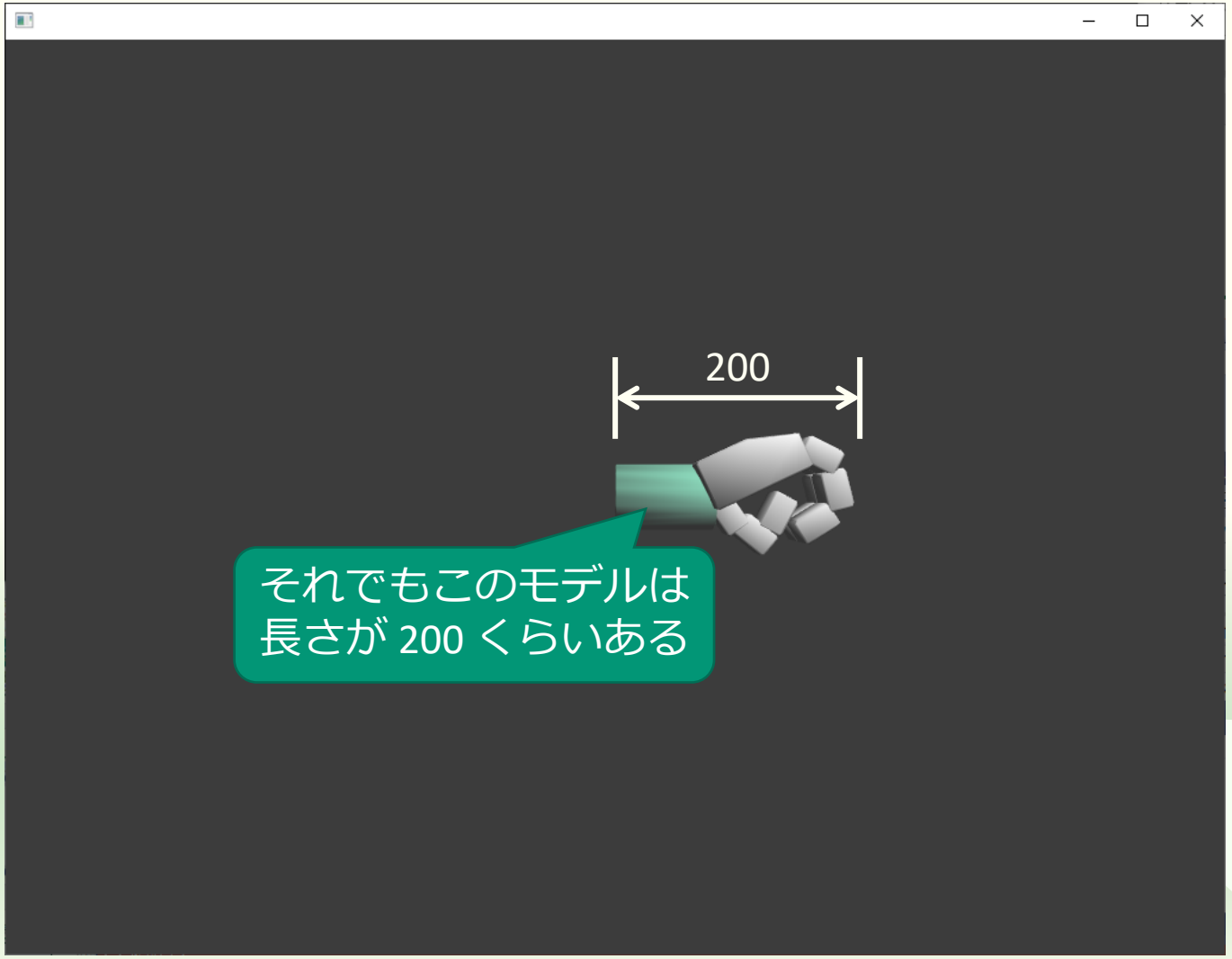
```
#include "ofApp.h"

//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  model.loadModel("l-hand.obj");
  model.setScaleNormalization(false);
}

    (以下略)
```

- model.setScaleNormalization(false)
  - 引数が false なら model に読み込んだ 3D モデルのサイズを**正規化しない**
    - openFrameworks の 3D モデルのサイズはウィンドウサイズを基準にしている(数100～数1000)
    - しかし一般的な 3D モデルのサイズはこれに準じていない
    - そこで openFrameworks はデフォルトで 3D モデルのサイズを正規化する
    - そうすると複数の 3D モデルを配置する際に位置の基準がサイズと一致しないため位置合わせが難しくなる

ビルドと実行


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) Git(G) プロジェクト(P) ビルド(B) デバッグ(D) テスト(S) 分析(N) ツール(T) 拡張機能(X) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
Debug
Win32
ローカル Windows デバッガー
自動
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト)
myCasualSketch
参照
外部依存関係
addons
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
ofApp.cpp
ofApp.h
myCasualSketch
ofApp
setup()
#include "ofApp.h"
//--
void ofApp::setup(){
ofEnableDepthTest();
light.enable();
light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
model.loadModel("l-hand.obj");
model.setScaleNormalization(false);
}
//--
void ofApp::update(){
}
//--
void ofApp::draw(){
camera.begin();
model.drawFaces();
camera.end();
}
//--
void ofApp::keyPressed(int key){
問題は見つかりませんでした
行: 9 文字: 38 SPC LF
準備完了
ソース管理に追加

実行結果



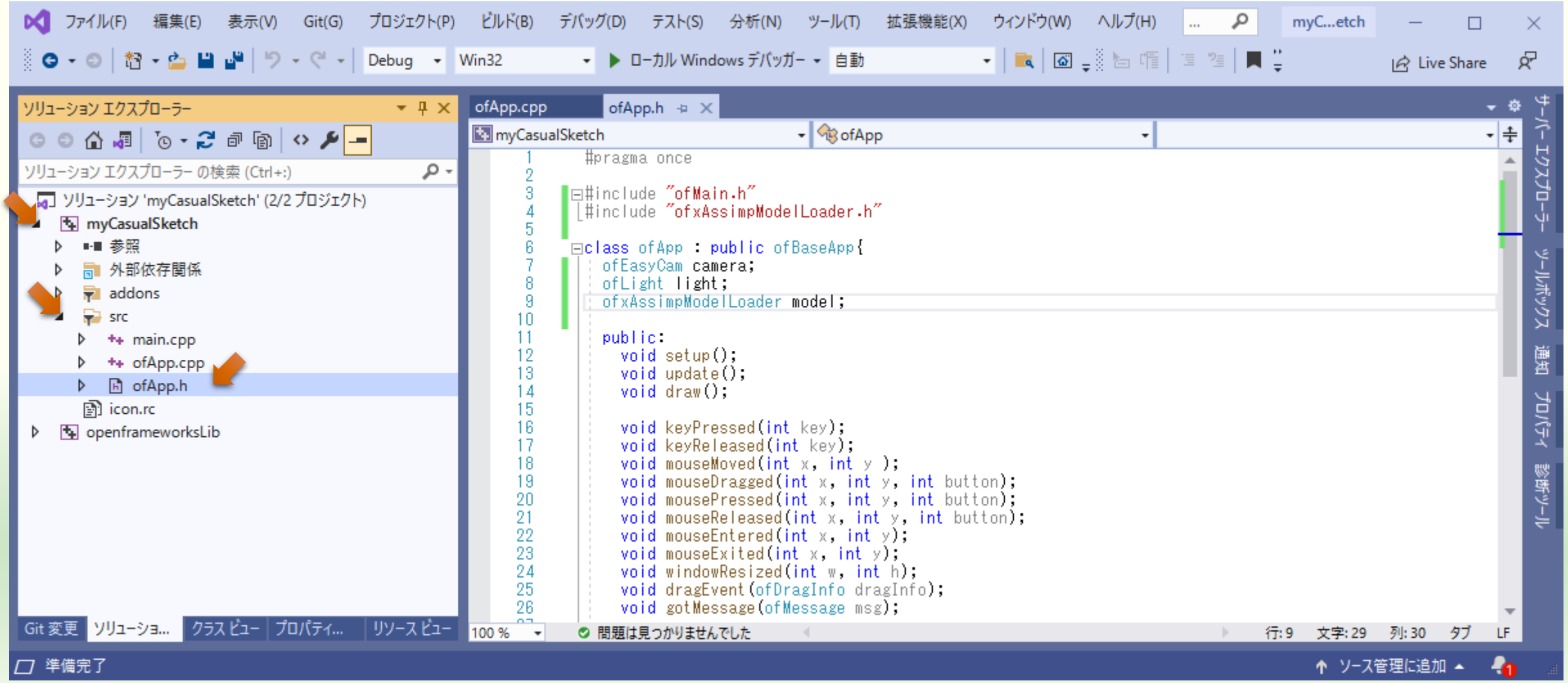
階層化できるクラスを作る

ofNode クラスから派生する

ofxAssimpModelLoader を階層化可能にする

- ofxAssimpModelLoader は ofNode の派生クラスではない
  - 階層化できない
    - setParent() メソッドを持たない
    - setPosition(), setScale(), setRotation() メソッドによる設定は対象の 3D モデルのみに対して行われる
- ofNode を継承したクラスを自分で定義する
  - of3dPrimitive は ofNode の派生クラス
    - ofBoxPrimiteve, ofSpherePrimitive などは of3dPrimitive の派生クラス
  - ofNode クラスから setParent() メソッドが**継承**される
  - 第３回参照

ofApp.h を開く


ファイル(F) 編集(E) 表示(V) Git(G) プロジェクト(P) ビルド(B) デバッグ(D) テスト(S) 分析(N) ツール(T) 拡張機能(X) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
Debug
Win32
ローカル Windows デバッガー
自動
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト)
myCasualSketch
参照
外部依存関係
addons
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
ofApp.cpp
ofApp.h
myCasualSketch
ofApp
#pragma once
#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"
class ofApp : public ofBaseApp{
ofEasyCam camera;
ofLight light;
ofxAssimpModelLoader model;
public:
void setup();
void update();
void draw();
void keyPressed(int key);
void keyReleased(int key);
void mouseMoved(int x, int y);
void mouseDragged(int x, int y, int button);
void mousePressed(int x, int y, int button);
void mouseReleased(int x, int y, int button);
void mouseEntered(int x, int y);
void mouseExited(int x, int y);
void windowResized(int w, int h);
void dragEvent(ofDragInfo dragInfo);
void gotMessage(ofMessage msg);
100 %
問題は見つかりませんでした
行: 9 文字: 29 列: 30 タブ LF
Git 変更
ソリューショ...
クラス ビュー
プロパティ...
リソース ビュー
サーバー エクスプローラー
ツールボックス
通知
プロパティ
診断ツール
準備完了
ソース管理に追加

ofNode を継承して Model クラスを定義する

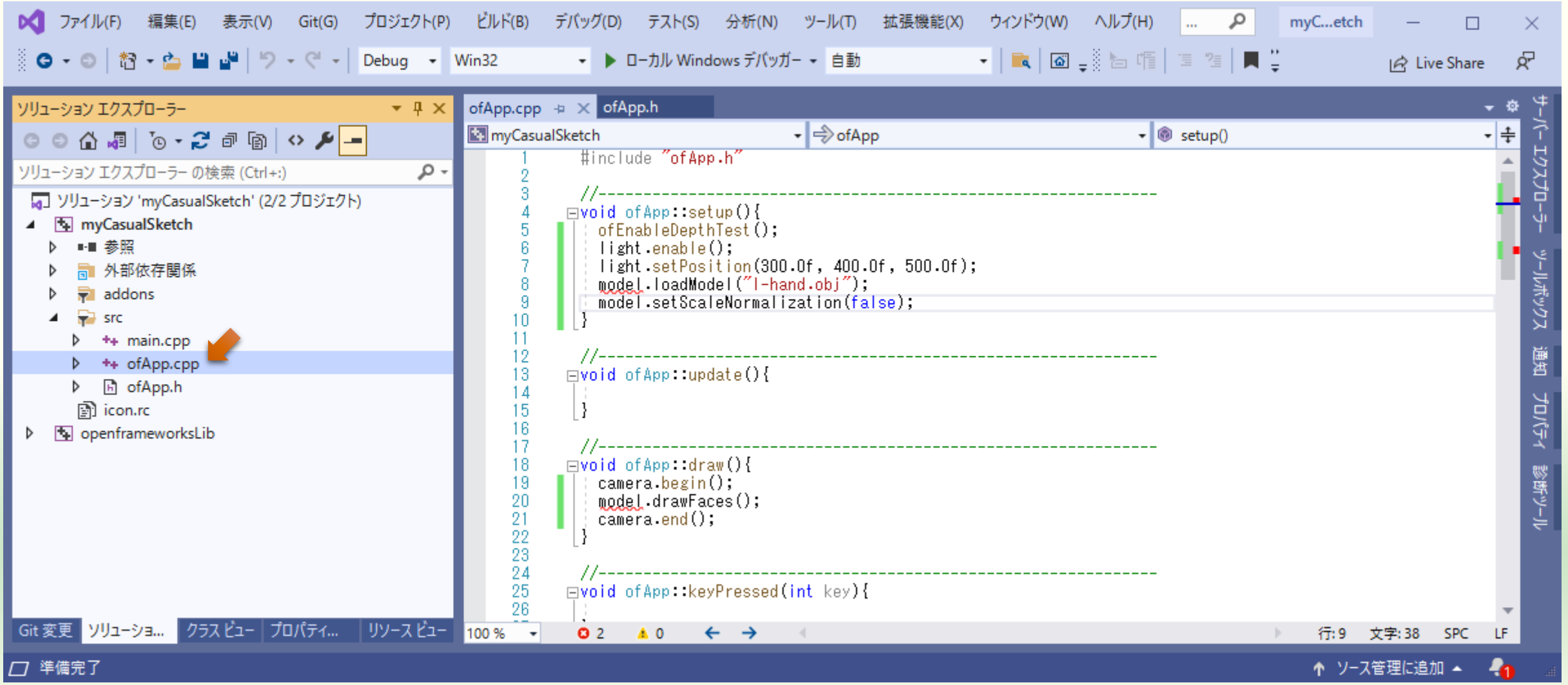
```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{

public:
  ofxAssimpModelLoader model;
};

class ofApp : public ofBaseApp{
  ofEasyCam camera;
  ofLight light;
  ofxAssimpModelLoader model;
  Model hand;

public:

   (以下略)
```

ofNode を継承する

削除

- class Model : public ofNode
  - ofNode クラスを public 継承して派生クラスの Model を定義する
    - 継承すると基底クラスである ofNode の機能（メソッド等）が使える
- ofxAssimpModelLoader model;
  - ofxAssimpModelLoader 型の変数 model を派生クラス Model のメンバにする
- Model hand;
  - model の代わりに自分で定義した Model 型の変数 hand を ofApp クラスのメンバにする

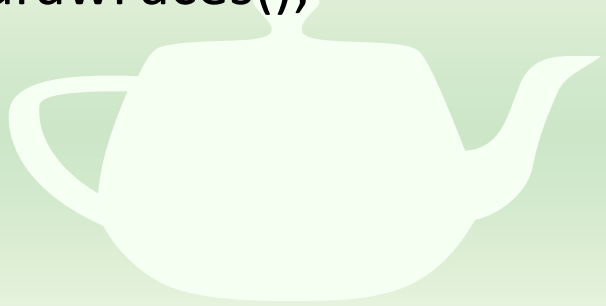
ofApp.cpp を開く



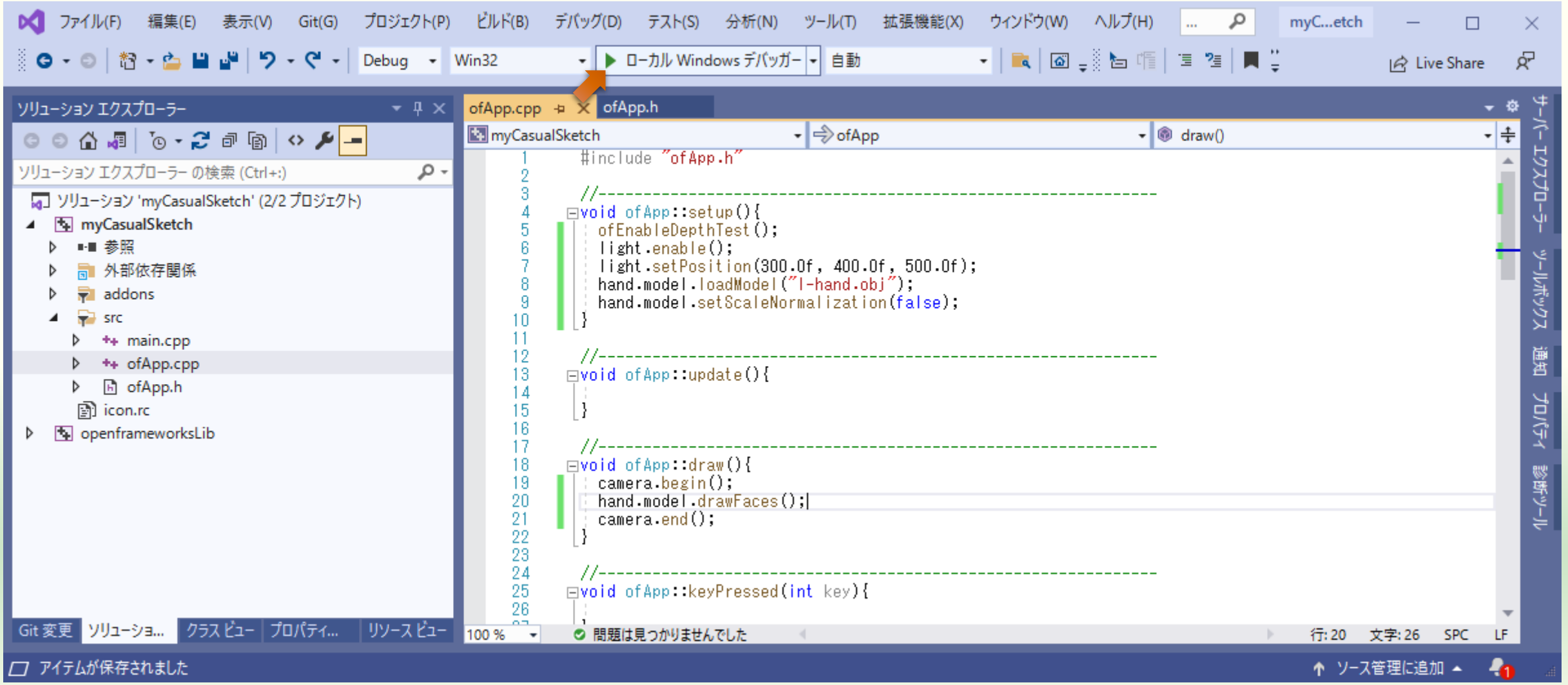
ofNode から派生した Model クラスを使う

```
#include "ofApp.h"

//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  hand.model.loadModel("l-hand.obj");
  hand.model.setScaleNormalization(false);
}

 (途中略)

//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  hand.model.drawFaces();
  camera.end();
}
```

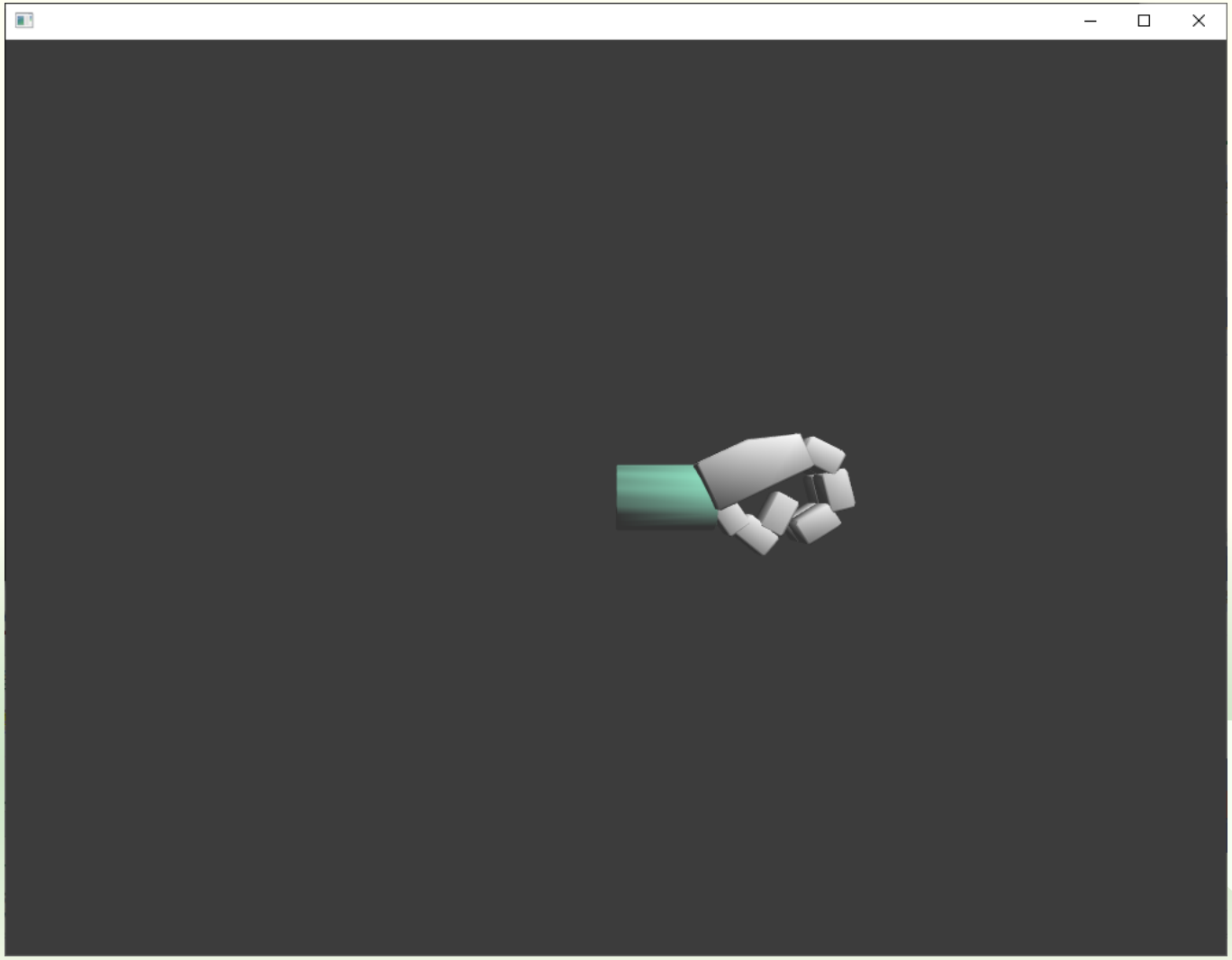
- hand は Model クラスのインスタンス（オブジェクト）
- model は Model クラスのメンバで ofAssimpModelLoader 型
  - hand.model.loadModel("l-hand.obj");
  - hand.model.setScaleNormalization(false);
  - hand.model.drawFaces();



ビルドと実行


ファイル(F)
編集(E)
表示(V)
Git(G)
プロジェクト(P)
ビルド(B)
デバッグ(D)
テスト(S)
分析(N)
ツール(T)
拡張機能(X)
ウィンドウ(W)
ヘルプ(H)
Debug
Win32
ローカル Windows デバッガー
自動
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト)
myCasualSketch
参照
外部依存関係
addons
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
ofApp.cpp
ofApp.h
myCasualSketch
ofApp
draw()
#include "ofApp.h"
//--
void ofApp::setup(){
ofEnableDepthTest();
light.enable();
light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
hand.model.loadModel("l-hand.obj");
hand.model.setScaleNormalization(false);
}
//--
void ofApp::update(){
}
//--
void ofApp::draw(){
camera.begin();
hand.model.drawFaces();
camera.end();
}
//--
void ofApp::keyPressed(int key){
100 %
問題は見つかりませんでした
行: 20
文字: 26
SPC
LF
Git 変更
ソリューショ...
クラス ビュー
プロパティ...
リソース ビュー
サーバー エクスプローラー
ツールボックス
通知
プロパティ
診断ツール
アイテムが保存されました
ソース管理に追加

実行結果は変わらない

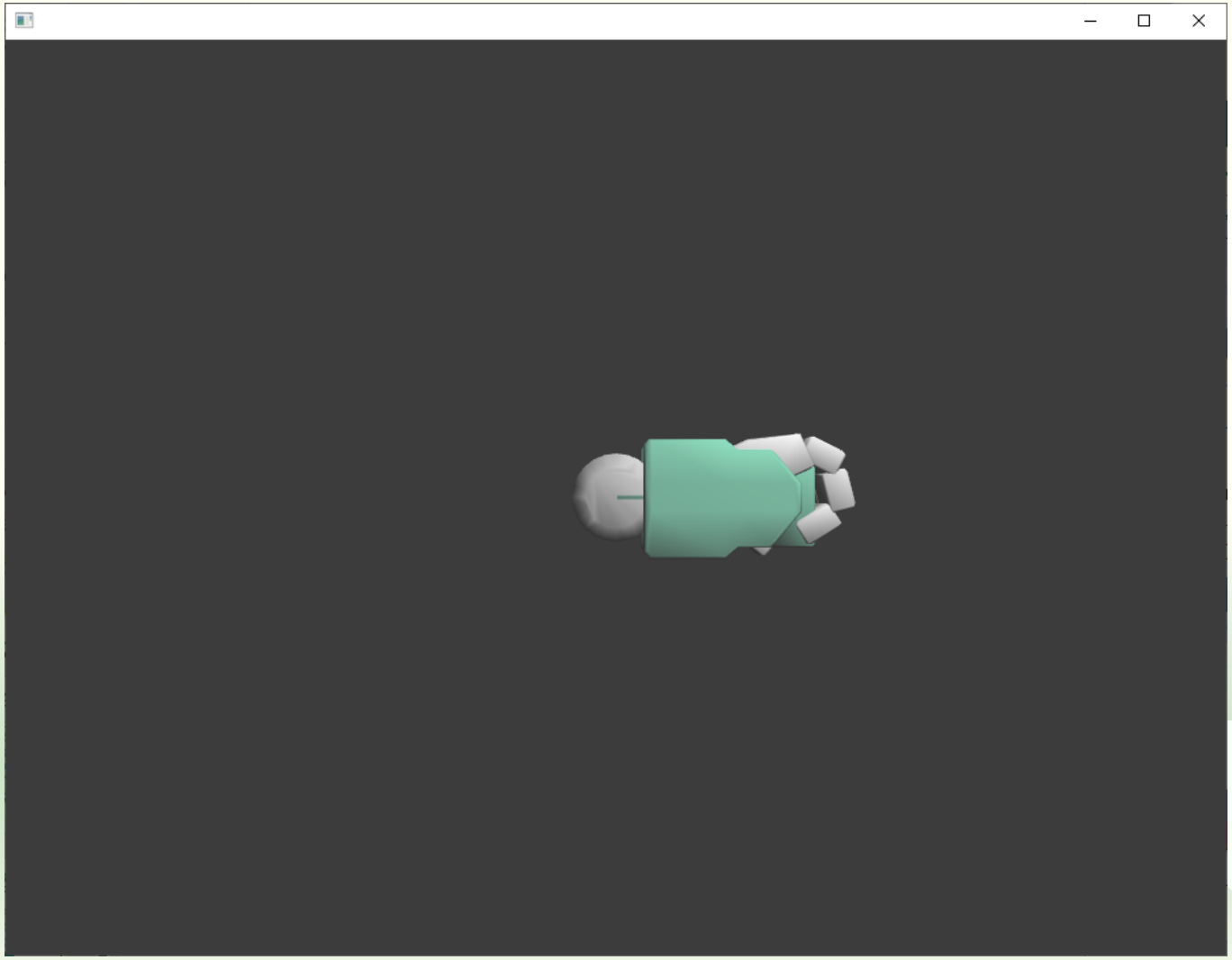


Model クラスにインスタンス lower を追加する

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{

public:
  ofxAssimpModelLoader model;
};

class ofApp : public ofBaseApp{
  ofEasyCam camera;
  ofLight light;
  Model hand, lower;

public:

   (以下略)
```

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  lower.model.loadModel("1-lower.obj");
  lower.model.setScaleNormalization(false);
  hand.model.loadModel("1-hand.obj");
  hand.model.setScaleNormalization(false);
}

 (途中略)

//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  lower.model.drawFaces();
  hand.model.drawFaces();
  camera.end();
}
```

ビルドして実行すると２つのモデルが重なる



hand の位置を設定する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  lower.model.loadModel("l-lower.obj");
  lower.model.setScaleNormalization(false);
  hand.model.loadModel("l-hand.obj");
  hand.model.setScaleNormalization(false);
  hand.setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
}

（以下略）
```

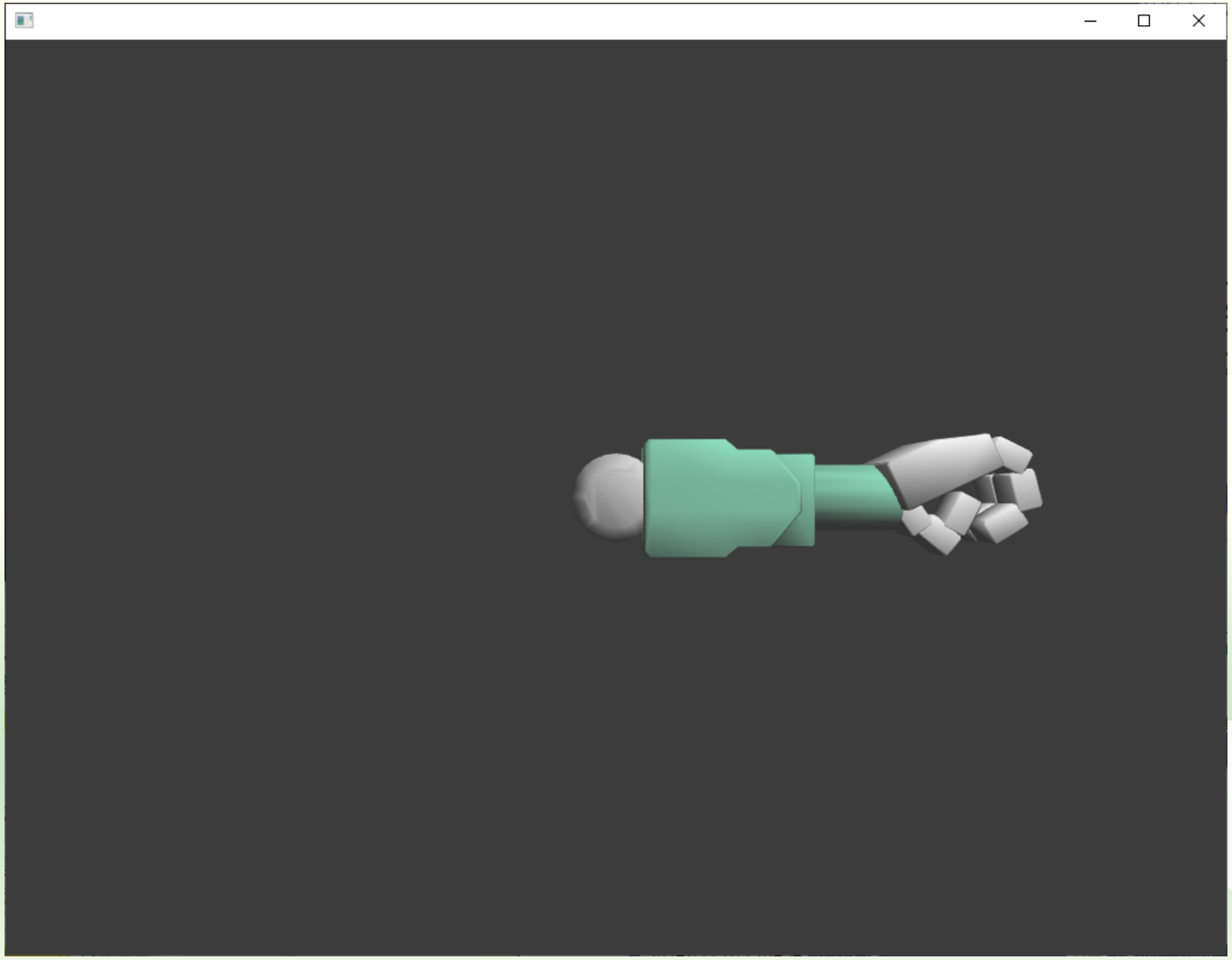
- ofNode を継承したクラス Model のインスタンス hand に位置を設定する
  - hand に設定した位置は親からの相対位置になる
    - 現時点ではまだ hand に親子関係（**階層構造**）は設定していない
  - hand.model.setPosition(...) のように model に直接位置を設定できるが、model は ofAssimpModelLoader クラスのインスタンスなので、階層構造を持つことができない

hand に設定した座標変換を使って表示する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  lower.model.drawFaces();
  hand.transformGL();
  hand.model.drawFaces();
  hand.restoreTransformGL();
  camera.end();
}

（以下略）
```

- transformGL() メソッド
  - 現在の座標変換を保存した後、それに ofNode クラスの階層構造にもとづいた座標変換を合成する
- restoreTransformGL() メソッド
  - transformGL() メソッドで保存した変換行列を復帰する
- この２つの間で図形の表示処理を行えば ofNode クラスに設定した階層構造にもとづいて座標変換を行って図形が表示される

ビルドして実行すると hand が移動している

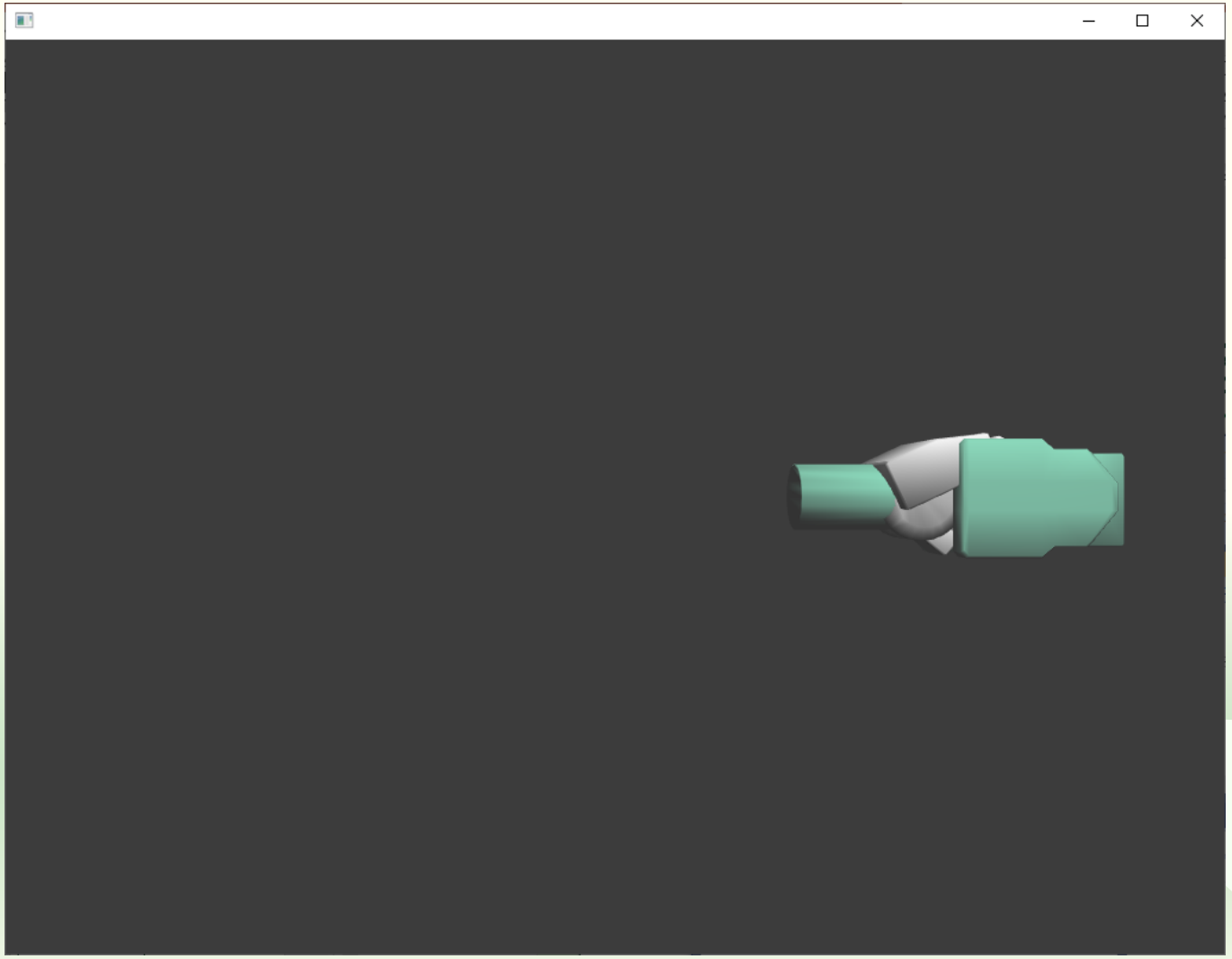


lowerの位置を設定して図形を表示する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  lower.model.loadModel("l-lower.obj");
  lower.model.setScaleNormalization(false);
  lower.setPosition(250.0f, 0.0f, 0.0f);
  hand.model.loadModel("l-hand.obj");
  hand.model.setScaleNormalization(false);
  hand.setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
}

（以下略）
```

```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  lower.transformGL();
  lower.model.drawFaces();
  lower.restoreTransformGL();
  hand.transformGL();
  hand.model.drawFaces();
  hand.restoreTransformGL();
  camera.end();
}

（以下略）
```

ビルドして実行すると lower だけ移動している

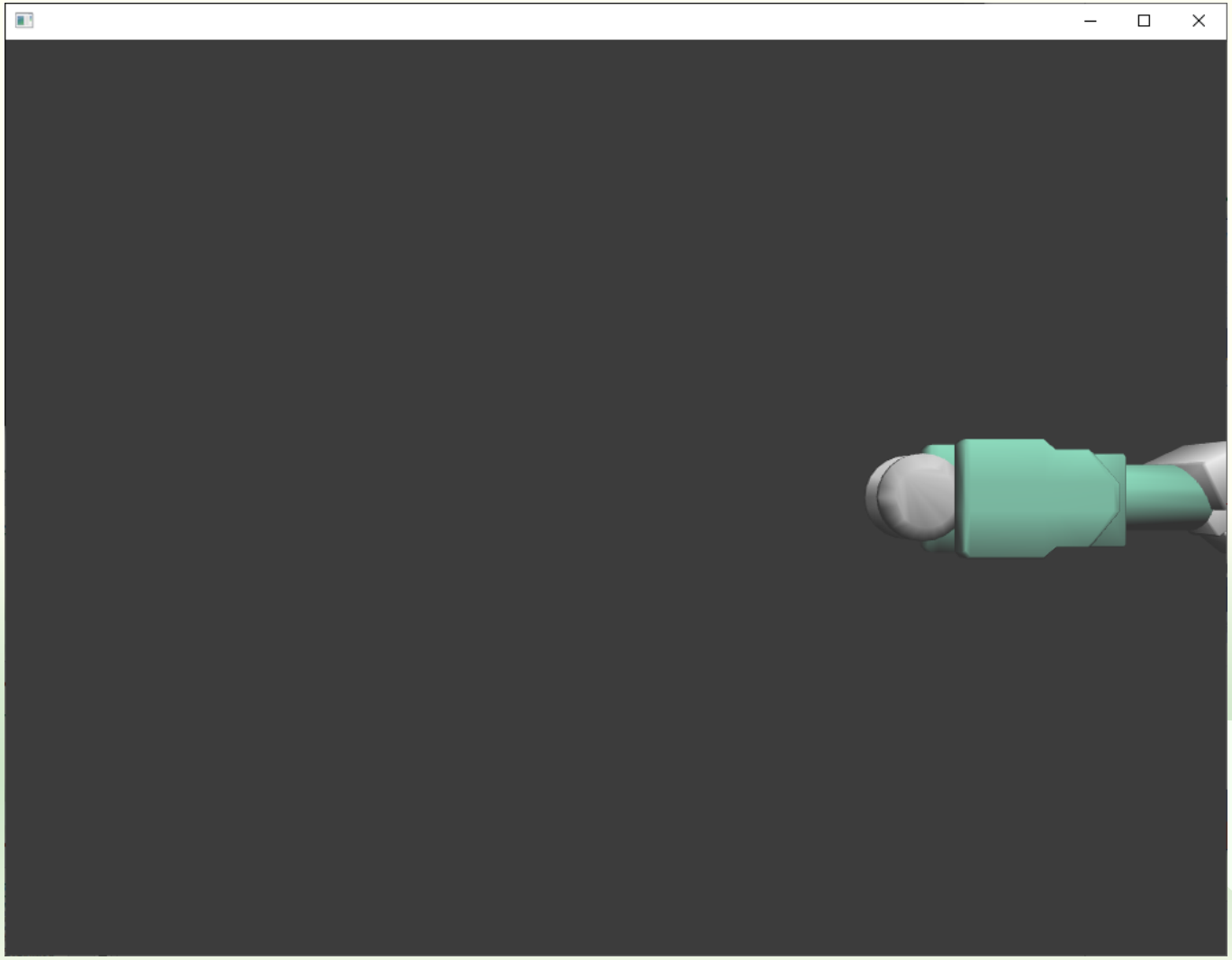


hand の親を lower にする

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  lower.model.loadModel("l-lower.obj");
  lower.model.setScaleNormalization(false);
  lower.setPosition(250.0f, 0.0f, 0.0f);
  hand.model.loadModel("l-hand.obj");
  hand.model.setScaleNormalization(false);
  hand.setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
  hand.setParent(lower);
}

（以下略）
```

- hand.setParent(lower);
  - hand の親を lower に設定する
  - setParent() は ofNode から継承されたメソッド

hand が lower の先に移動している



メソッドを追加する

インスタンスに共通する処理はメソッド化する

Model クラスに図形表示のメソッドを追加する

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{

public:
  ofxAssimpModelLoader model;

  void drawFaces(){
    transformGL();
    model.drawFaces();
    restoreTransformGL();
  }
};
```

drawFaces() というメソッド名に特別な意味はないので他の名前でもよい

- この例では drawFaces() という名前で定義している
  - drawFaces() 内にある transformGL() や restoreTransformGL() は適用するオブジェクトを指定していない
  - これらはこの drawFaces() を適用するオブジェクトに対して適用される
    - transformGL() や restoreTransformGL() は ofNode から継承された Model クラスのメソッド
  - model も drawFaces() を適用するオブジェクトのメンバが対象になる
    - model は Model クラスのメンバ
    - model に適用している drawFaces() は ofAssimpModelLoader クラスのメソッド

定義した drawFaces() メソッドを使う

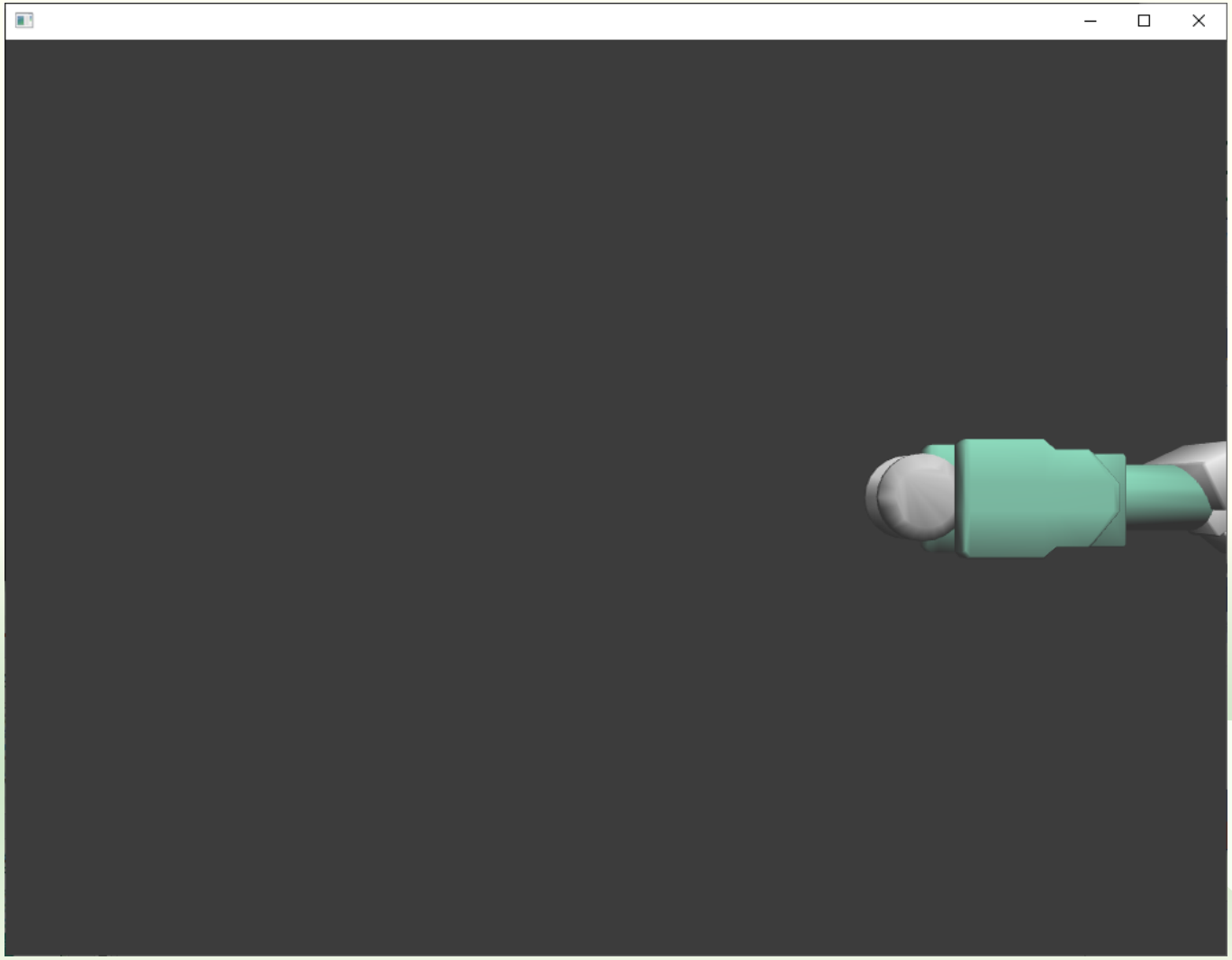
```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  lower.transformGL();
  lower.model.drawFaces();
  lower.restoreTransformGL();
  lower.drawFaces();
  hand.transformGL();
  hand.model.drawFaces();
  hand.restoreTransformGL();
  hand.drawFaces();
  camera.end();
}

（以下略）
```

削除

削除

- 定義した drawFaces() メソッドを使う
  - transformGL(), restoreTransformGL() および model.drawFaces() メソッドは draw() メソッドから呼び出している

ビルドして実行すると結果は変わらない



コンストラクタを定義する

オブジェクト（インスタンス）の生成時に実行する処理

Model の vector である parts をメンバにする

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{

public:
  ofxAssimpModelLoader model;
};

class ofApp : public ofBaseApp{
  ofEasyCam camera;
  ofLight light;
  Model hand, lower;
  vector<Model> parts;

public:

   (以下略)
```

削除

- parts は Model クラスの vector

parts にオブジェクトを追加する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  parts.emplace_back();
  parts.back().model.loadModel("l-lower.obj");
  parts.back().model.setScaleNormalization(false);
  parts.back().setPosition(250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back();
  parts.back().model.loadModel("l-hand.obj");
  parts.back().model.setScaleNormalization(false);
  parts.back().setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setParent(parts[0]);
}

（以下略）
```

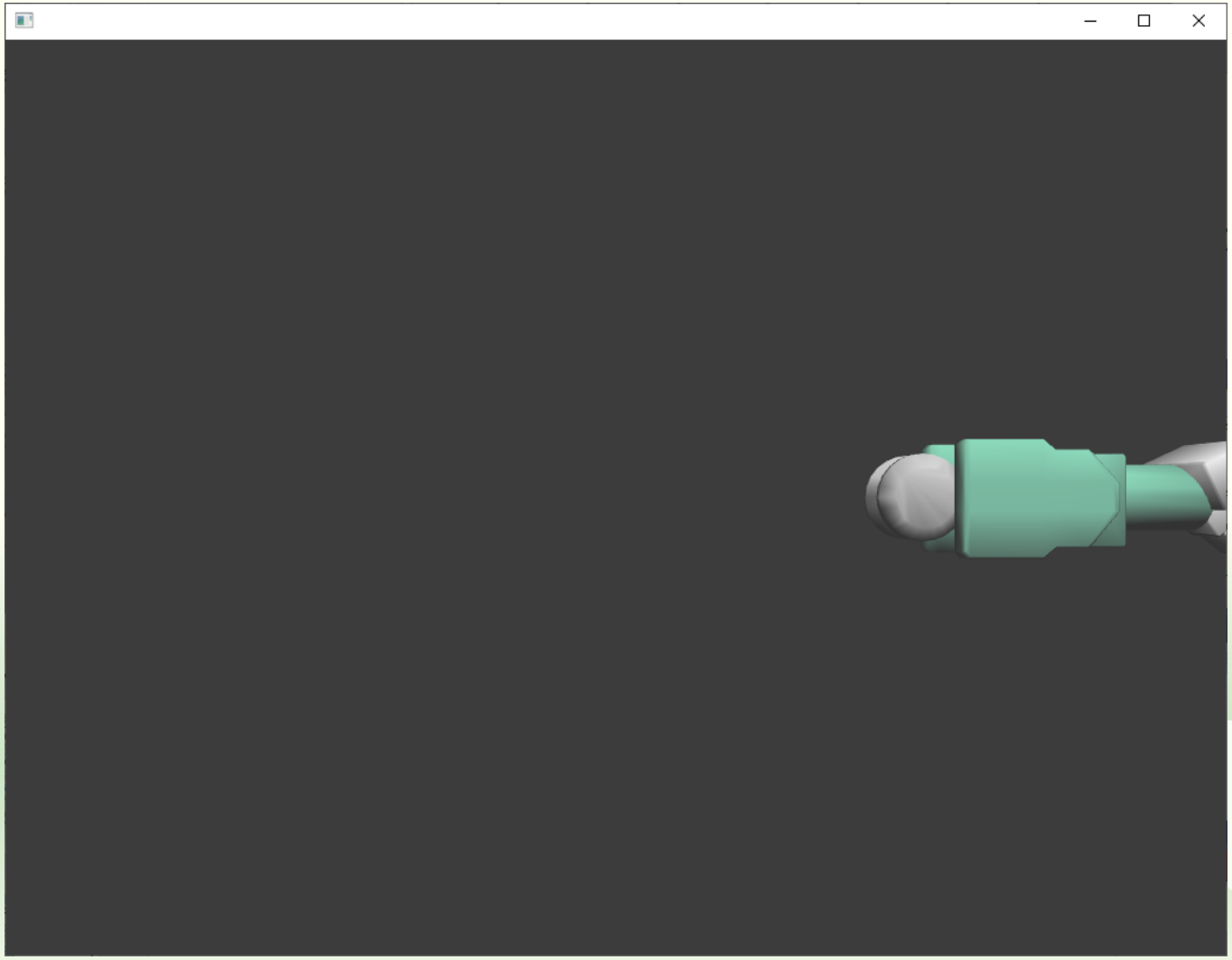
- parts.emplace_back();
  - parts の最後に空のオブジェクトを追加する
- parts.back()
  - parts の最後のオブジェクト
- parts[0]
  - parts の最初のオブジェクト
  - parts.front() と同じ
- 第３回参照

vector に格納されている全ての図形を表示する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  camera.begin();
  for (auto& part : parts){
    part.drawFaces();
  }
  camera.end();
}

（以下略）
```

- for (auto& part : parts){
  …
  }
  - parts の一つ一つの要素を part に入れて { … } を実行する
  - これを parts のすべての要素について繰り返す
- 第３回参照

ビルドして実行するとやっぱり変わらない



コンストラクタを定義する

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{
  ofxAssimpModelLoader model;

public:

  Model(const char* file){
    model.loadModel(file);
    model.setScaleNormalization(false);
  }

  void drawFaces(){
     (途中略)
  }

(以下略)
```

public を指定していないので private メンバになる

- コンストラクタはクラスと**同じ名前** (Model) の**メンバ関数**
  - オブジェクト（インスタンス）を生成するときに呼び出される
  - 値を返さない（戻り値はない）
- コンストラクタの引数 file で読み込むファイル名を受け取る
  - そのファイル名を使って 3D モデルファイルを読み込む
- メンバ変数の model はコンストラクタからしか操作しないので private にできる

3D モデルを emplace_back の引数に指定する

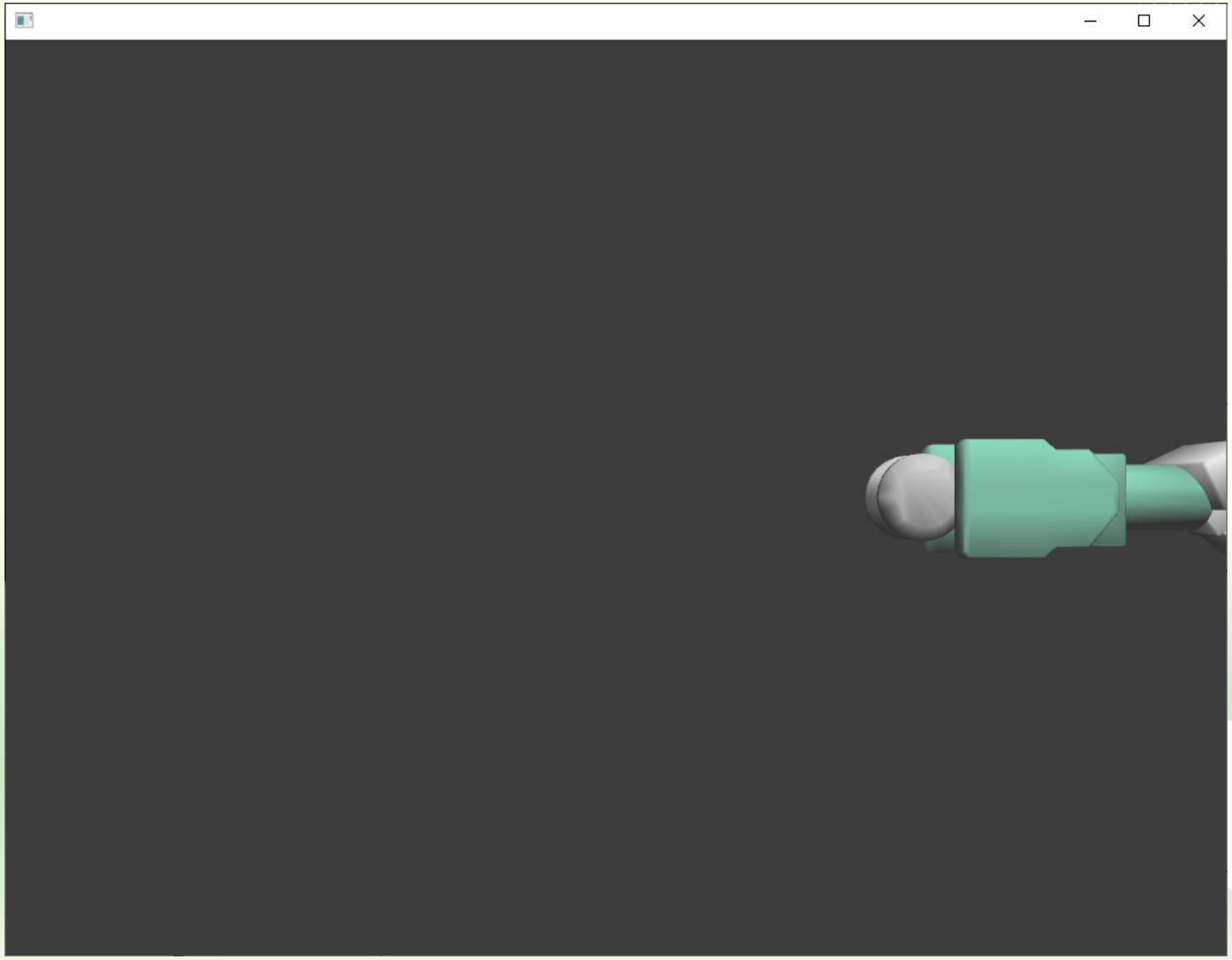
```
//--------------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  parts.emplace_back("l-lower.obj");
  parts.back().model.loadModel("l-lower.obj");
  parts.back().model.setScaleNormalization(false);
  parts.back().setPosition(250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-hand.obj");
  parts.back().model.loadModel("l-hand.obj");
  parts.back().model.setScaleNormalization(false);
  parts.back().setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setParent(parts[0]);
}

（以下略）
```

削除

削除

- emplace_back() はオブジェクトを一つ生成して vector の最後に追加する
  - その際にコンストラクタが実行される
  - emplace_back() の引数がコンストラクタの引数に与えられる
- 第３回参照

これも結果にコミットしない



位置もコンストラクタの引数で指定する

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"

class Model : public ofNode{
  ofxAssimpModelLoader model;

public:

  Model(const char* file, float x, float y, float z){
    model.loadModel(file);
    model.setScaleNormalization(false);
    setPosition(x, y, z);
  }

  void drawFaces(){
    （途中略）
  }

（以下略）
```

- コンストラクタの引数でモデルの位置 x, y, z を受け取る
- setPosition() は ofNode から継承した Model クラスのメソッド
  - 生成したオブジェクト（インスタンス）に対して適用される

emplace_back() の引数に位置を追加する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  parts.emplace_back("l-lower.obj",
    250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setPosition(250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-hand.obj",
    150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setPosition(150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setParent(parts[0]);
}

（以下略）
```

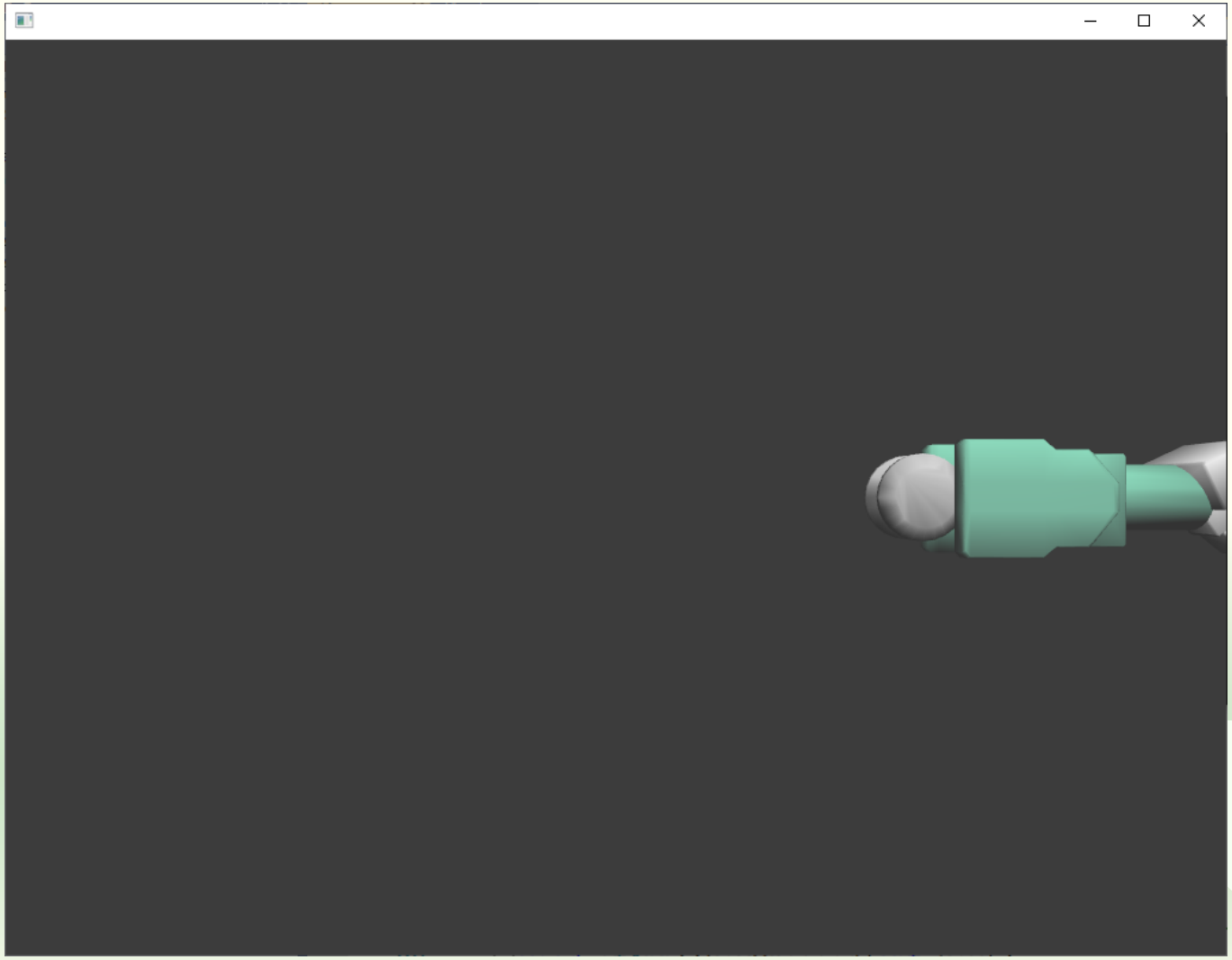
削除

削除

emplace_back() でコンマ “,” の後で改行しているのは、ここに書くには１行が長いから

- 読み込んだ 3D モデルの位置を emplace_back() の引数に指定する
  - Model クラスのコンストラクタは引数に指定したファイル名の 3D モデルファイルを読み込む
    - ofxAssimpModelLoader クラスの loadModel() メソッド
  - 読み込んだ 3D モデルを表示する位置を引数で指定された位置に設定する
    - ofNode クラスの setPosition() メソッド

まだ結果にコミットしない

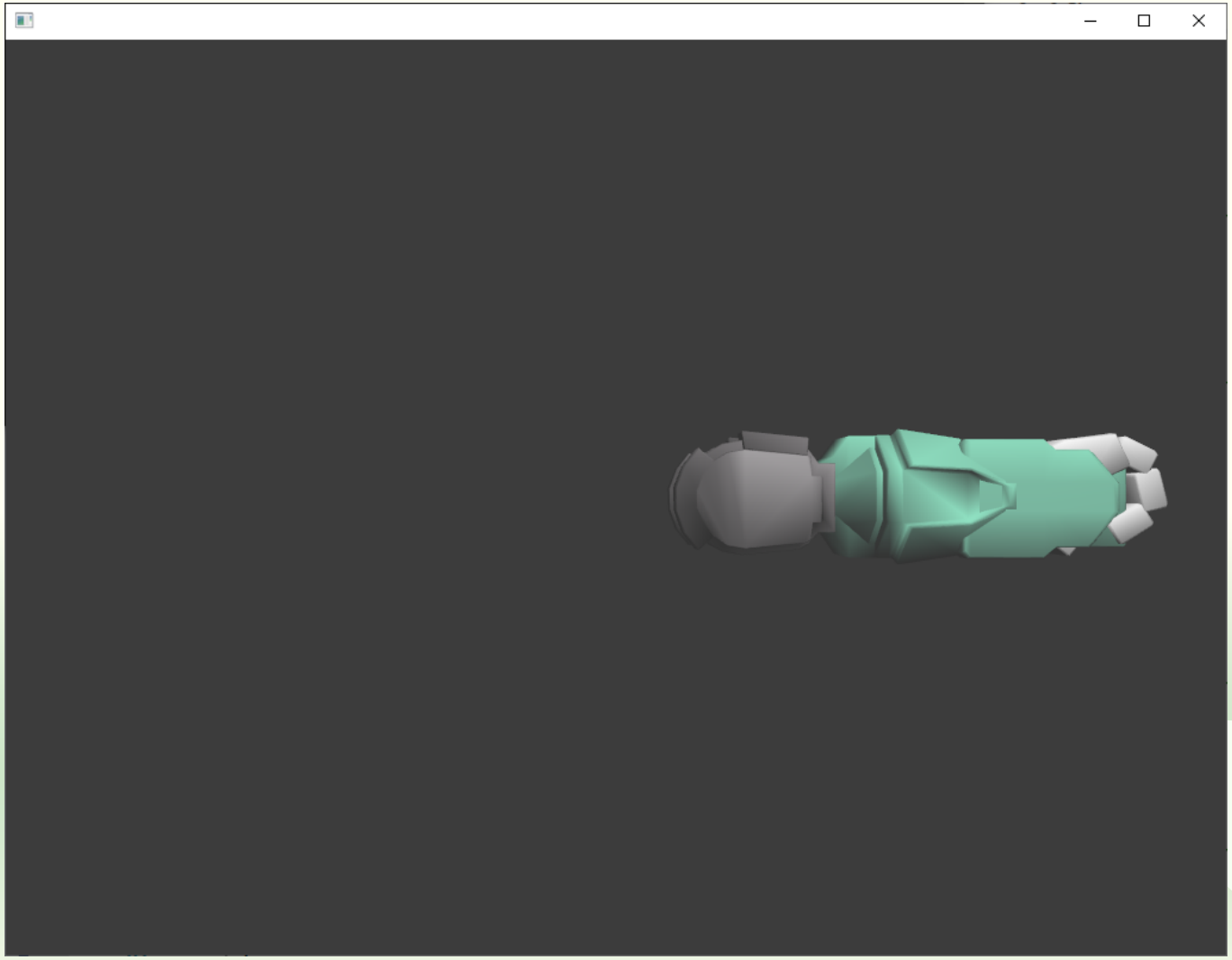


別のオブジェクトを追加する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  parts.emplace_back("l-upper.obj",
    100.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-lower.obj",
    250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-hand.obj",
    150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.back().setParent(parts[0]);
}

（以下略）
```

- "l-upper.obj" という 3D モデルファイルを読み込んで追加する
  - モデルの位置は (100, 0, 0) とする

ビルドして実行すると重なって表示される

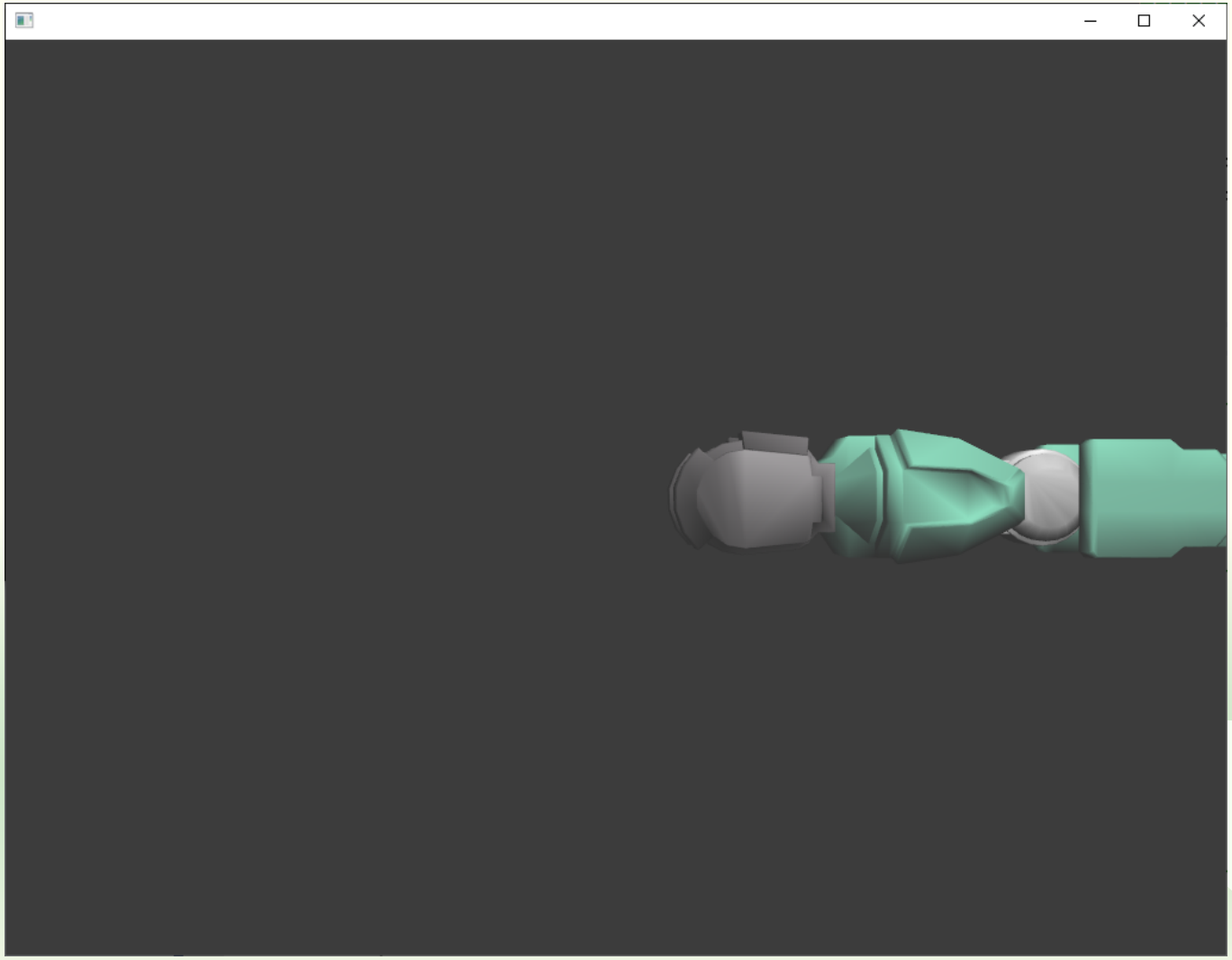


階層構造を修正する

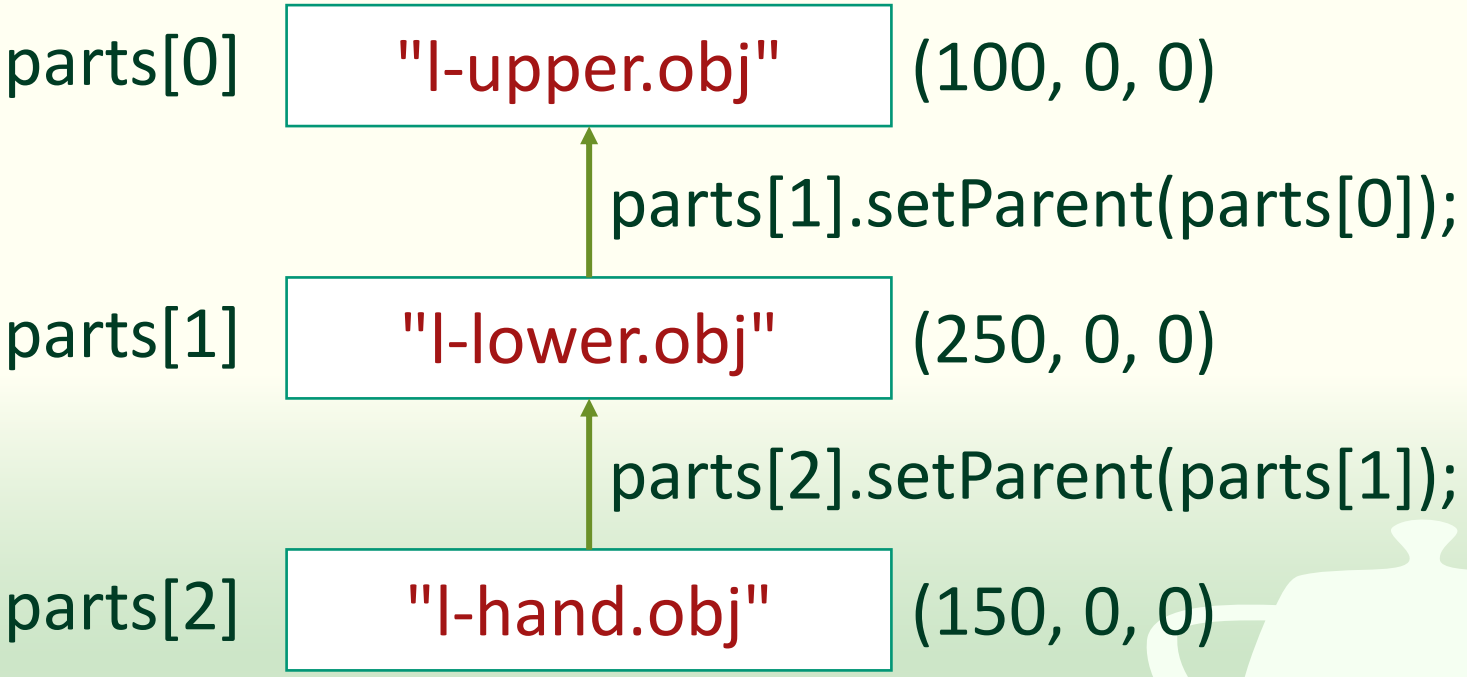
```
//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  parts.emplace_back("l-upper.obj",
    100.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-lower.obj",
    250.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts.emplace_back("l-hand.obj",
    150.0f, 0.0f, 0.0f);
  parts[1].setParent(parts[0]);
  parts[2].setParent(parts[1]);
}

 (以下略)
```

- 親子関係を変更する
  - ２つ目のパーツ (parts[**1**]) の親を１つ目のパーツ (parts[**0**]) にする
  - ３つ目のパーツ (parts[**1**]) の親を２つ目のパーツ (parts[**0**]) にする
- 階層構造の設定は vector への要素の追加が完了した後に行う
  - vector は要素を追加する際にメモリが足らないとメモリを確保し直す場合があり、その時にオブジェクトの格納場所が移動してしまう

ビルドして実行するとひと続きになる



3D モデルの階層構造


parts[0]
"l-upper.obj"
(100, 0, 0)
parts[1].setParent(parts[0]);
parts[1]
"l-lower.obj"
(250, 0, 0)
parts[2].setParent(parts[1]);
parts[2]
"l-hand.obj"
(150, 0, 0)

課題７－１

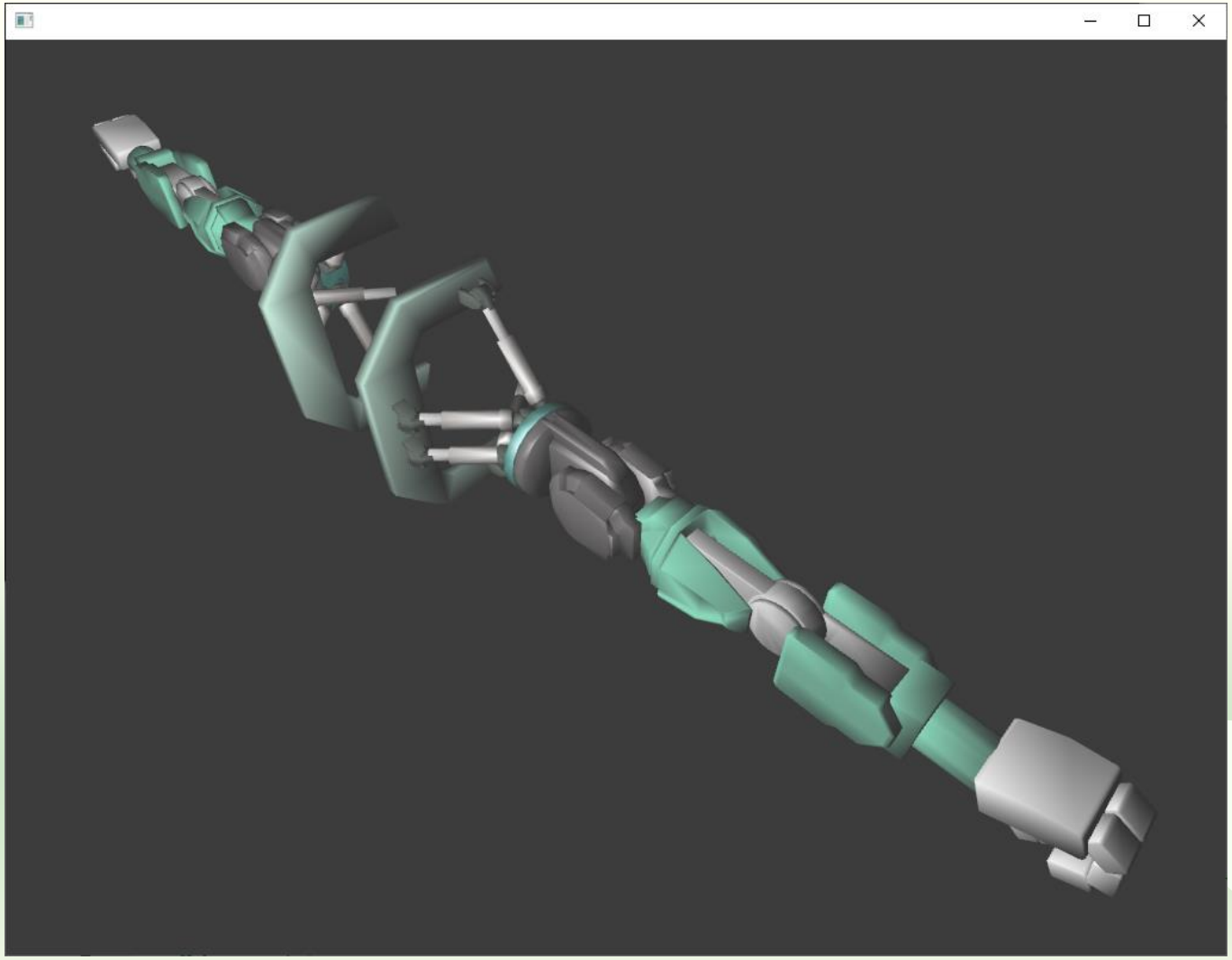
ロボットの両腕を完成させる

ロボットの両腕を完成させなさい

- bin > data フォルダに置いた 3D モデルファイルを読み込み、右の表に従って階層構造を与えて配置しなさい
  - l-upper.obj, l-lower.obj, l-hand.obj の読み込みと配置は完了している

ファイル名	相対位置	親
l-shoulder.obj	(100, 0, 0)	（指定しない）
l-hinge.obj	(170, 0, 0)	l-shoulder.obj
l-upper.obj	(100, 0, 0)	l-hinge.obj
l-lower.obj	(250, 0, 0)	l-upper.obj
l-hand.obj	(100, 0, 0)	l-lower.obj
r-shoulder.obj	(-100, 0, 0)	（指定しない）
r-hinge.obj	(-170, 0, 0)	r-shoulder.obj
r-upper.obj	(-100, 0, 0)	r-hinge.obj
r-lower.obj	(-250, 0, 0)	r-upper.obj
r-hand.obj	(-100, 0, 0)	r-lower.obj

結果の例



課題のアップロード

- 作成したプログラムの実行結果のスクリーンショットを撮って **7-1.png** というファイル名で保存し、Moodle の第 7 回課題にアップロードしてください
  - マウスを使ってウィンドウ内に両腕が全部収まるようにしてください

課題 7 − 2

GUI で操作する

ロボットの腕のすべての関節の角度を操作するユーザインタフェースを追加しなさい

- パーツの角度を変更するには rotate メソッドを使う

```
// 0 番目のパーツの角度を Y 軸中心に現状から 1 度回転する
parts[0].rotateDeg(1.0f, 0.0f, 1.0f, 0.0f);
```

  - https://openframeworks.cc/documentation/3d/ofNode/#show_rotateDeg
- ‘+’ キーか ‘-’ キーかで回転方向を変えられると良い
- パーツの番号 (0～9) もキー操作 (‘0’～‘9’) で切り替えられると良い
  - これは static 変数に保存しておく必要があると思う

課題のアップロード

- 作成したプログラムの実行結果のスクリーンショットを撮って **7-2.png** というファイル名で保存し、Moodle の第 7 回課題にアップロードしてください
  - GUI を操作してロボットの腕の姿勢を初期状態から変えてください
  - マウスを使ってウィンドウ内に両腕が全部収まるようにしてください
- ソースプログラム **ofApp.h** と **ofApp.cpp** を Moodle の第 7 回課題にアップロードしてください

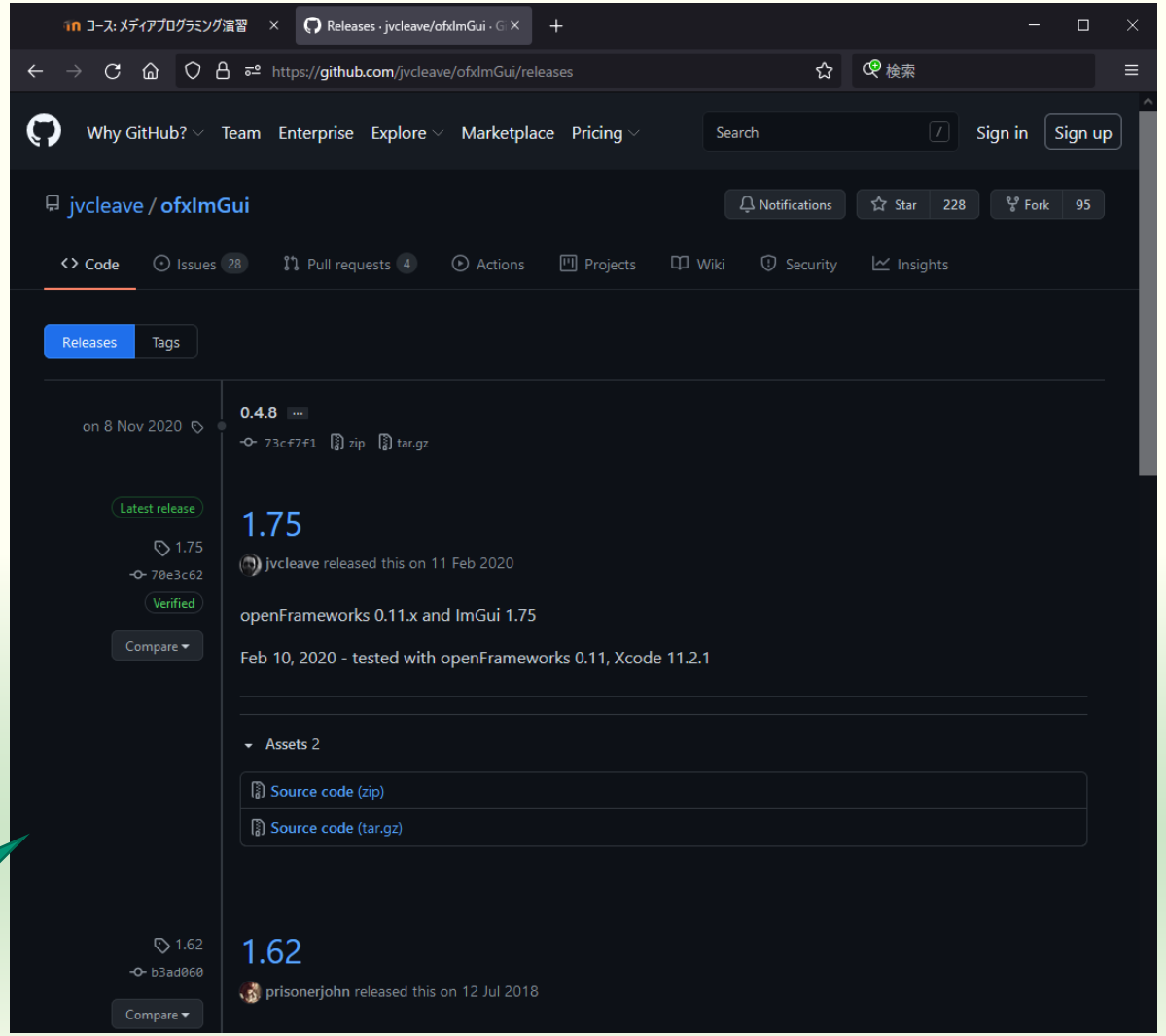
ユーザインタフェース

ofxImGui の使い方

ofxImGui を入手する

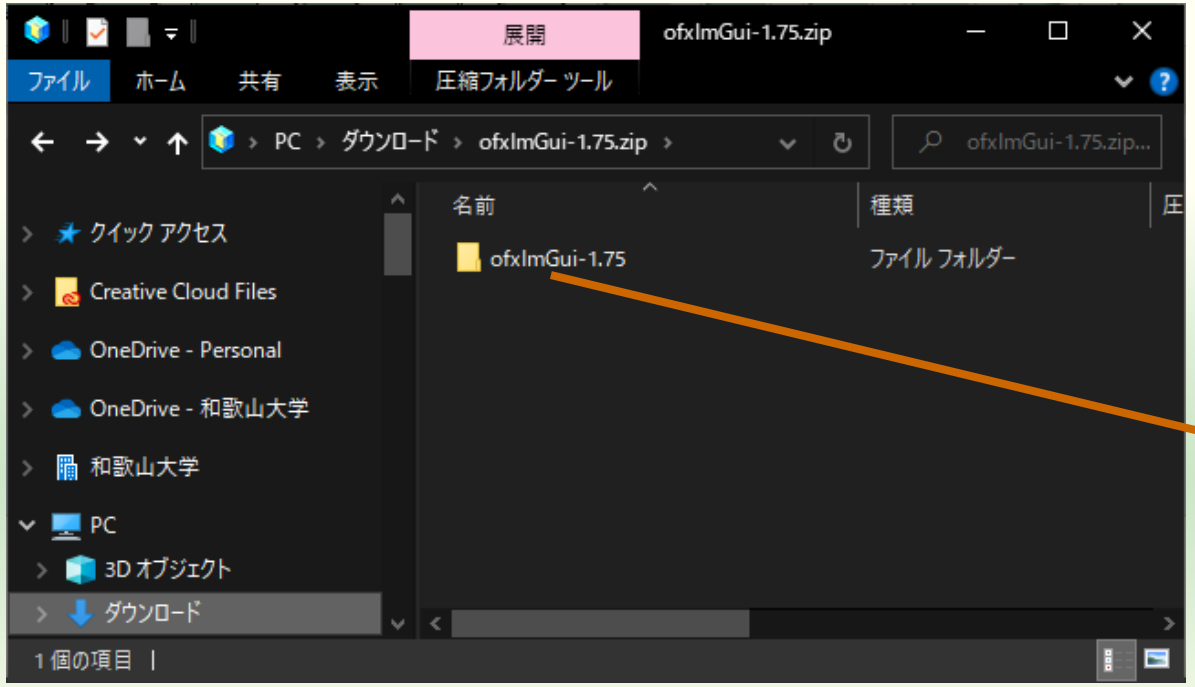
Moodle から ofxImGui-1.75.zip をダウンロードしてください

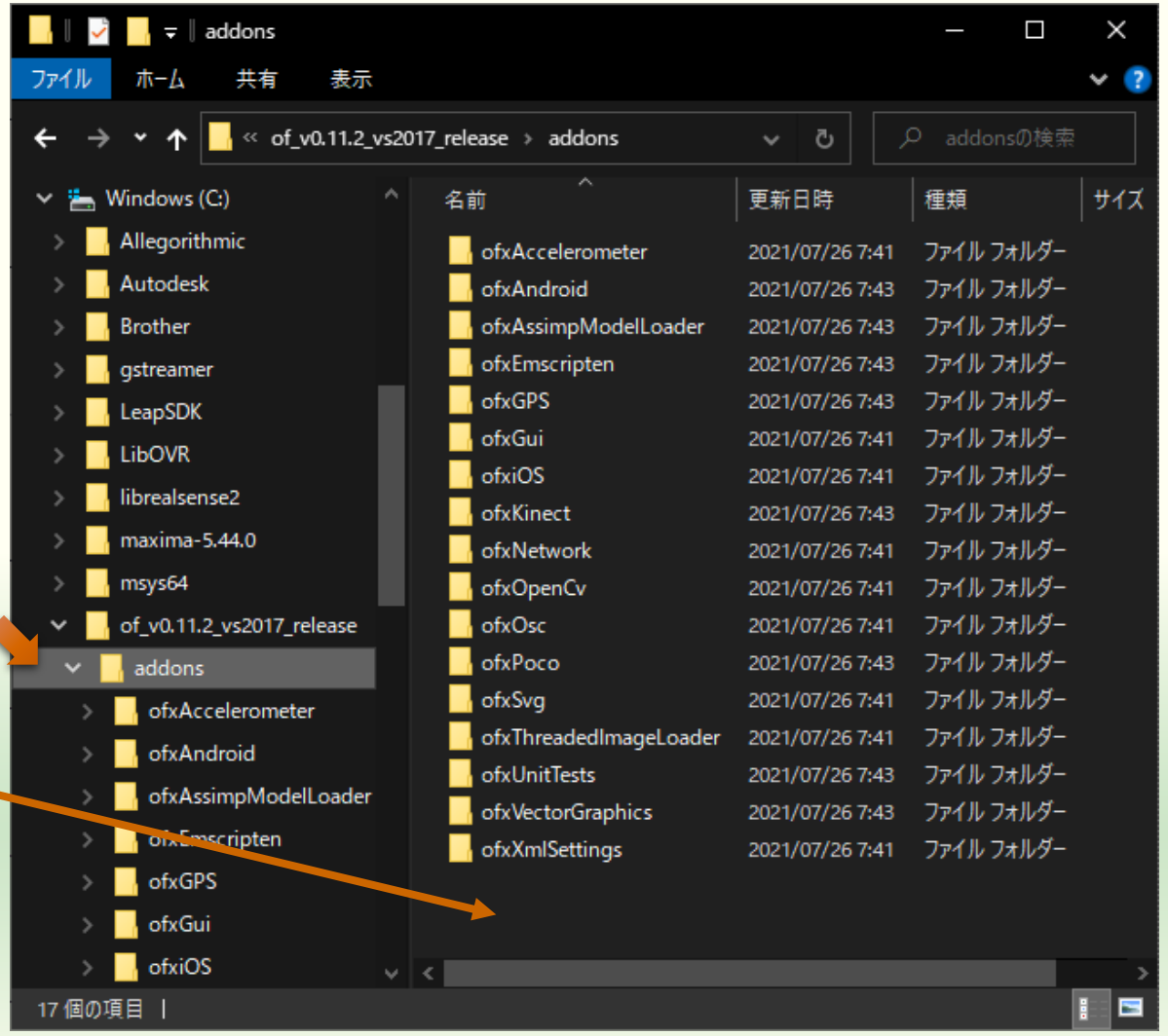
正式なものは GitHub にあります
https://github.com/jvcleave/ofxImGui/releases



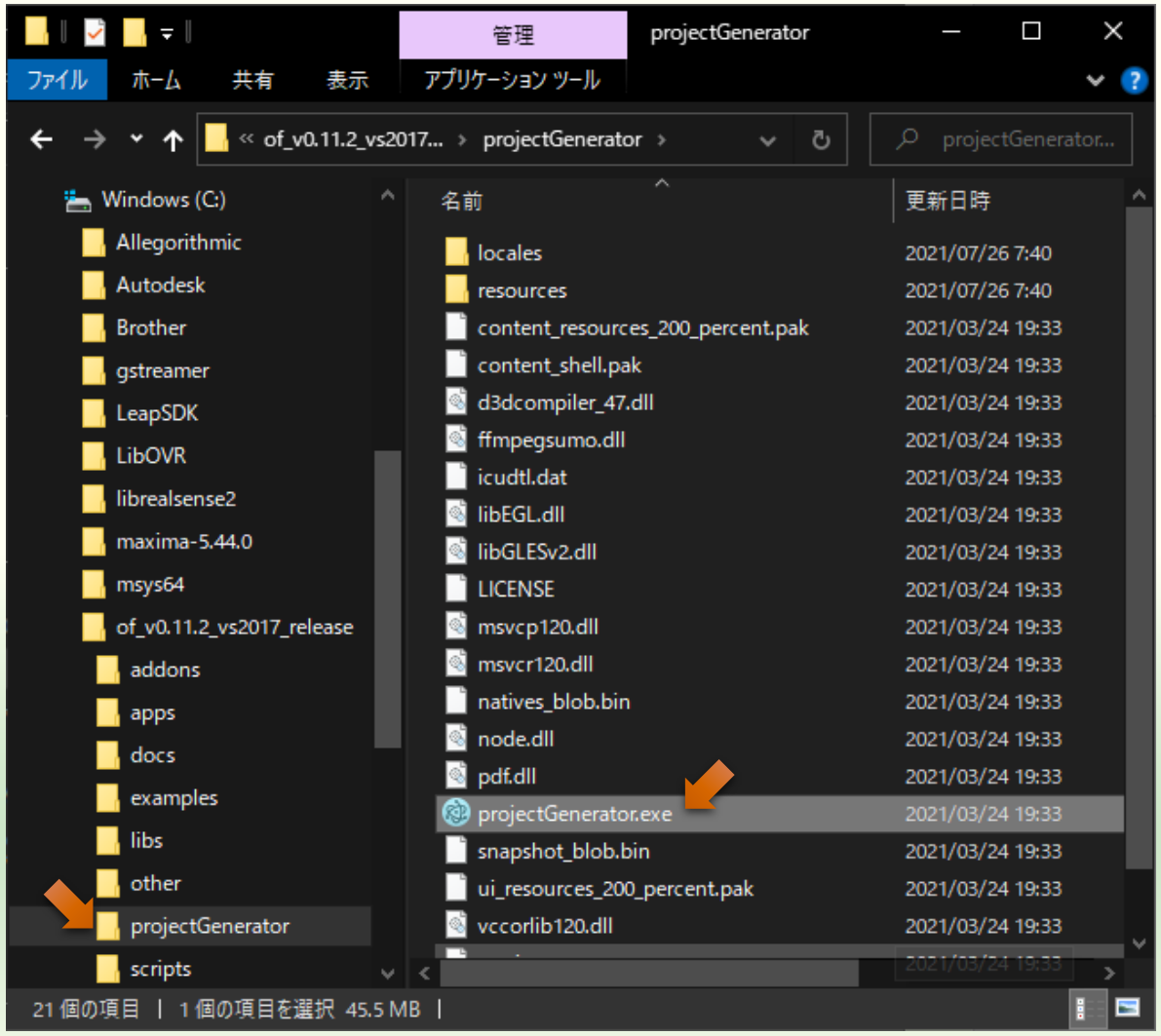
addons に追加する

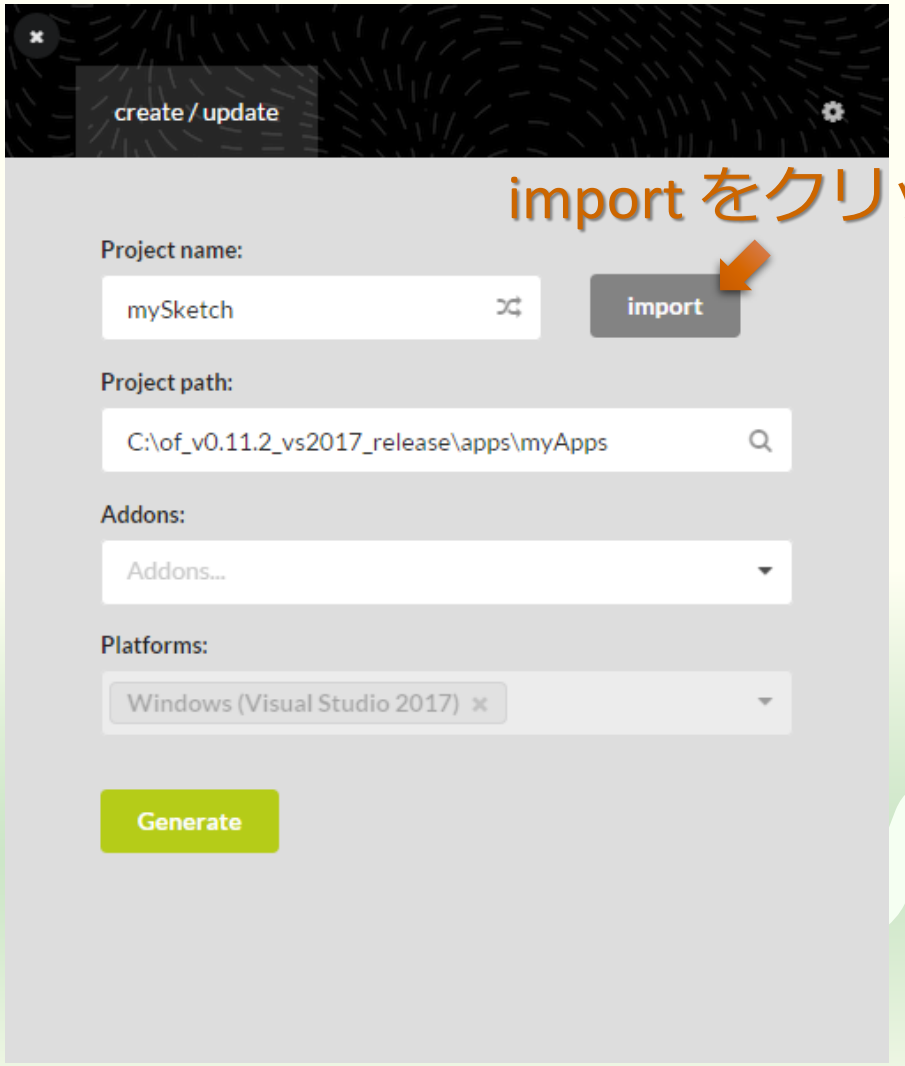
- ofxImGui-1.75.zip を展開した**中のフォルダ**を openFrameworks を展開したフォルダの中の addons の中に移す



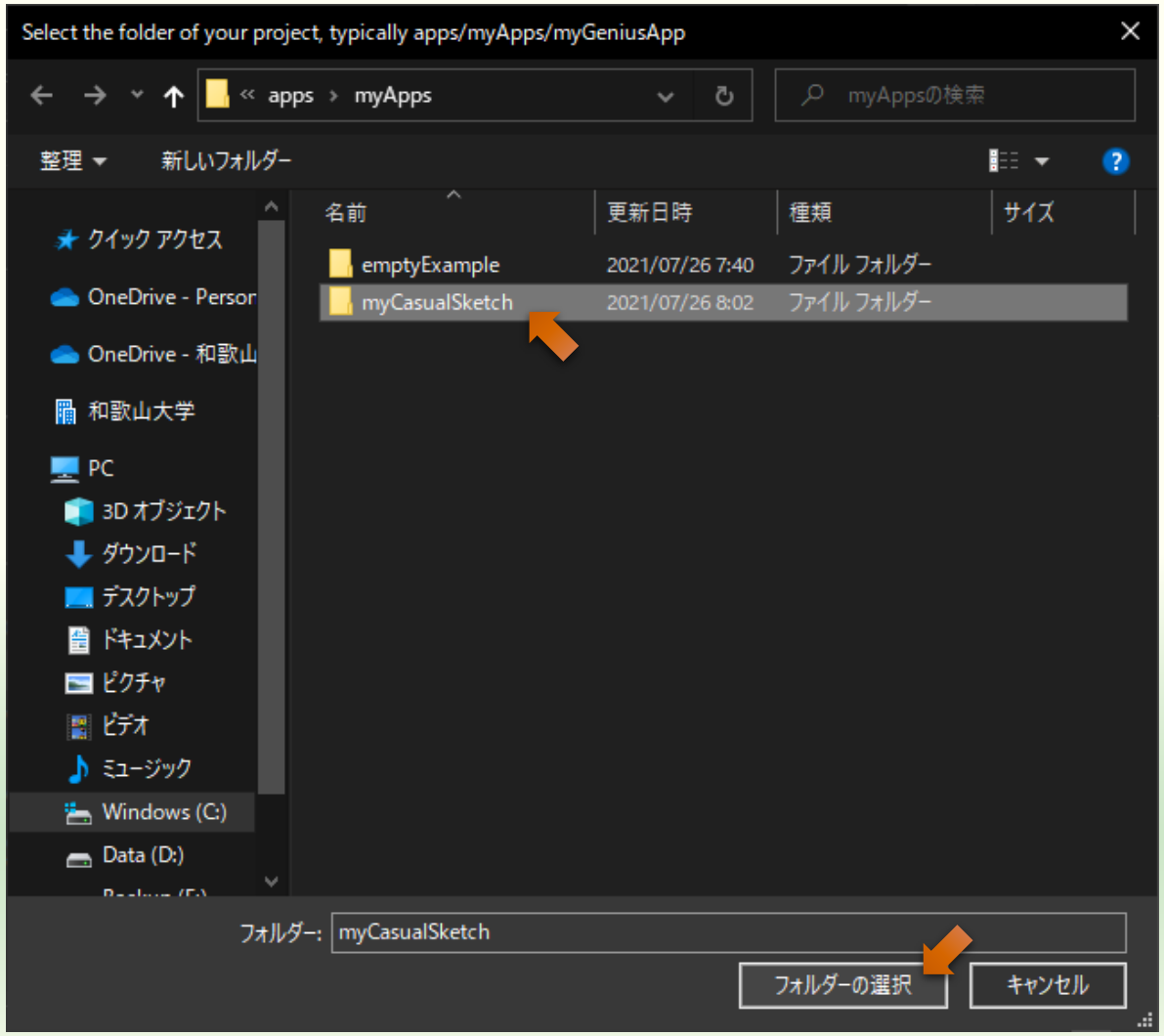


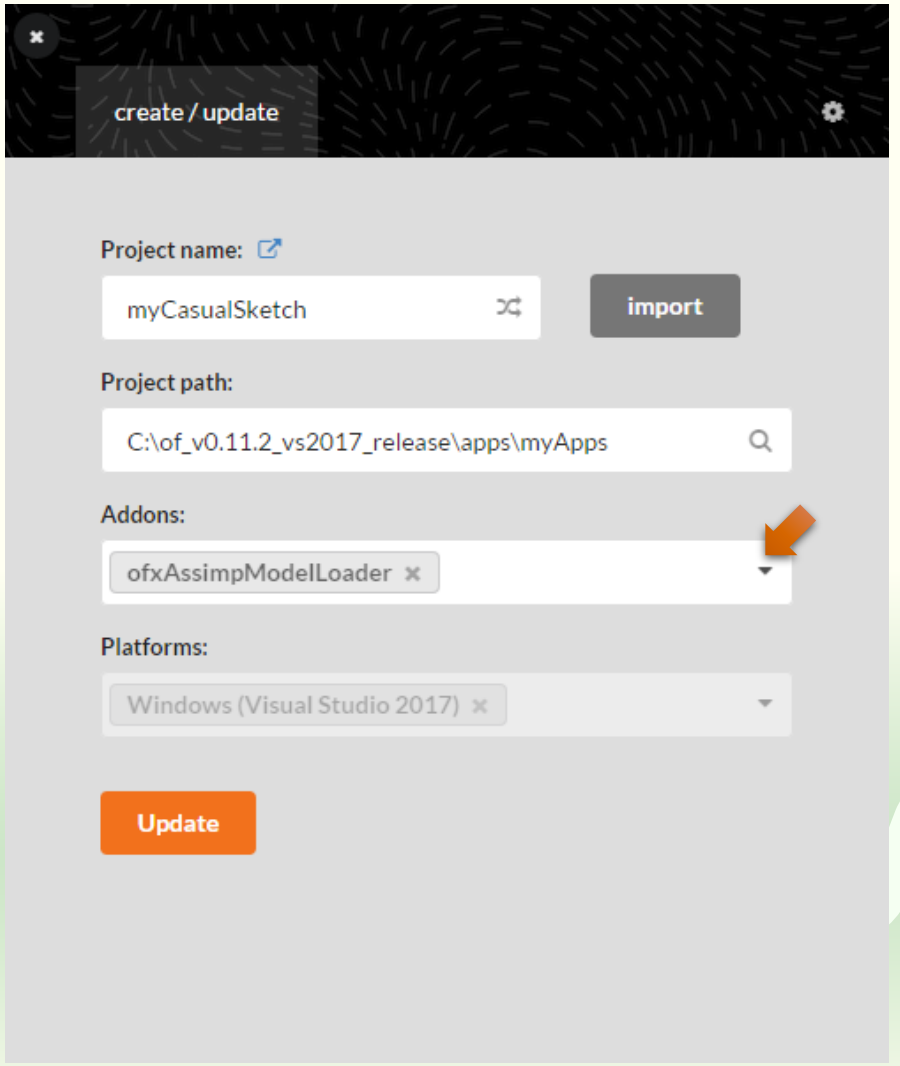
projectGenerator を起動する



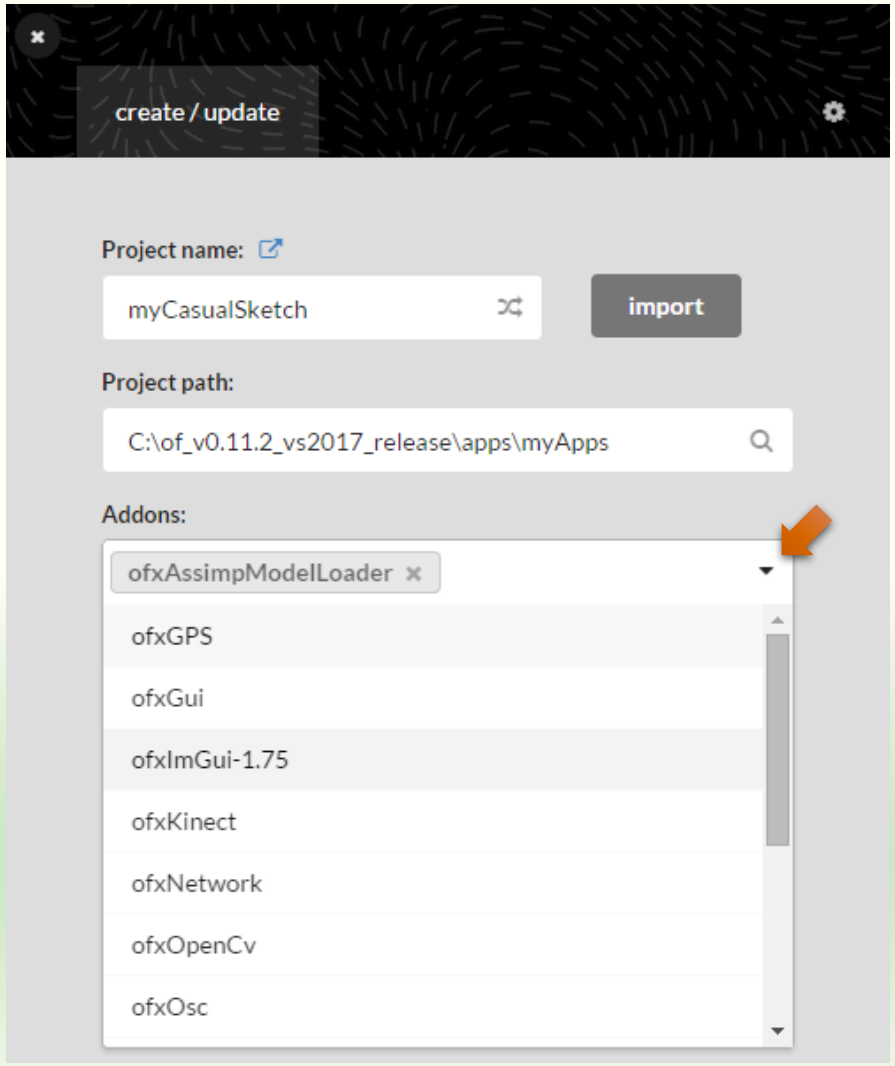


このプロジェクトのフォルダを選択する

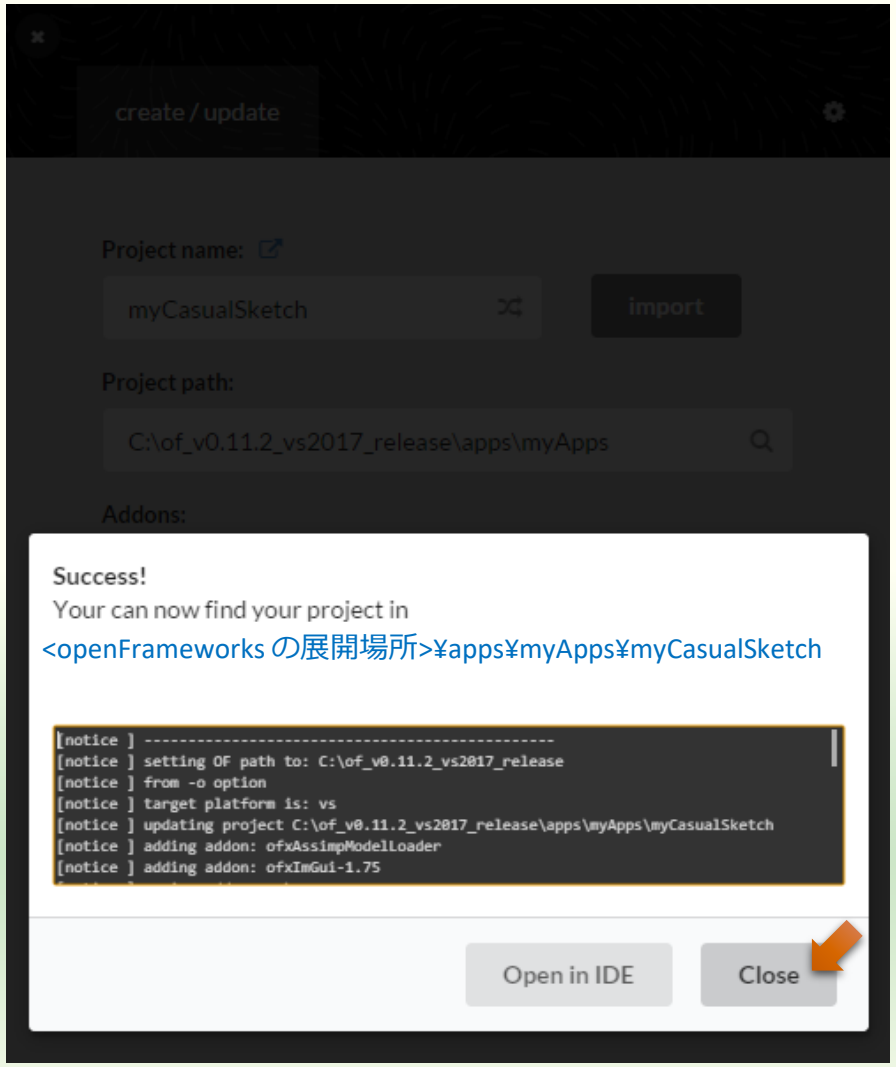




ofxImGui-1.75 を addon として追加

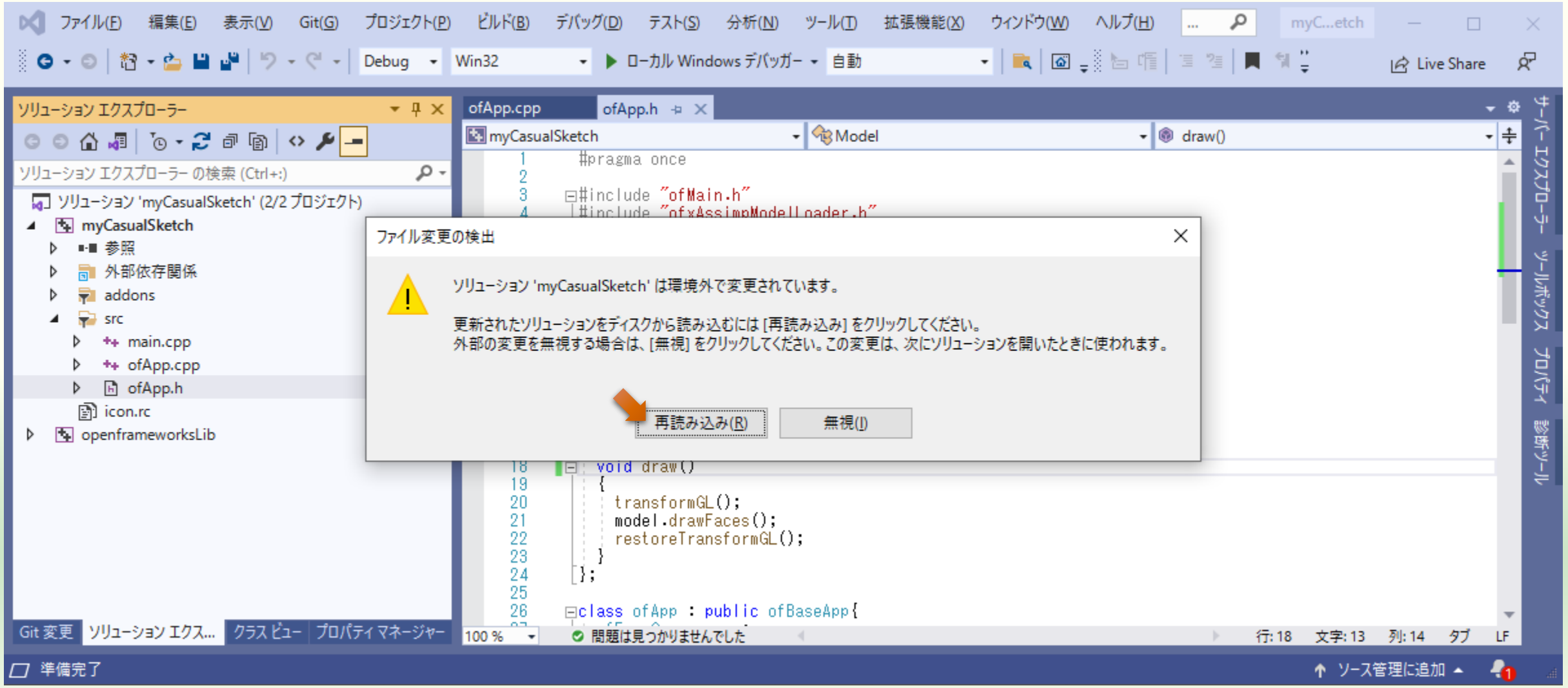


プロジェクト更新成功

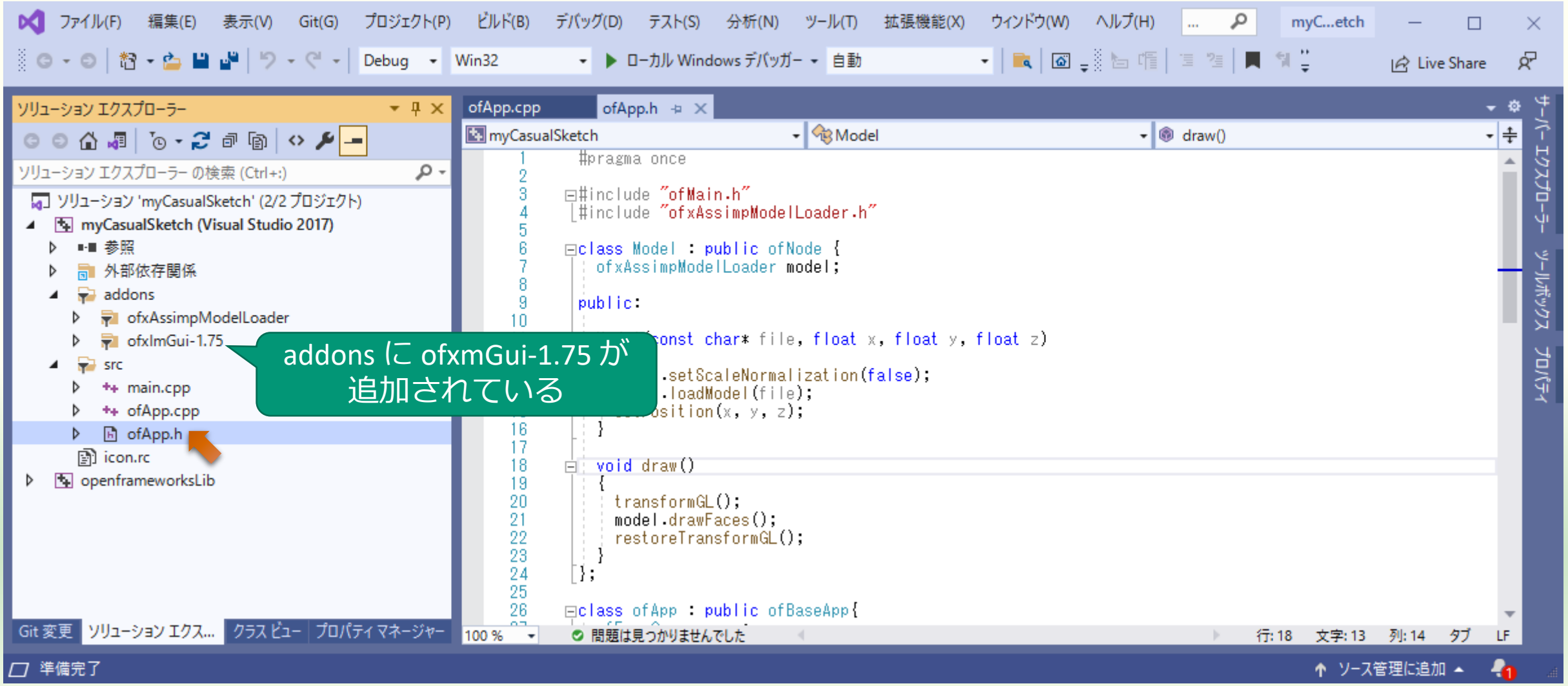


- 既に Visual Studio でプロジェクトを開いているときは Close
  - Visual Studio に戻るとこのスライドの次のページに示す警告が出る
- 現在 Visual Studio でプロジェクトを開いていなければ Open in IDE で構わない

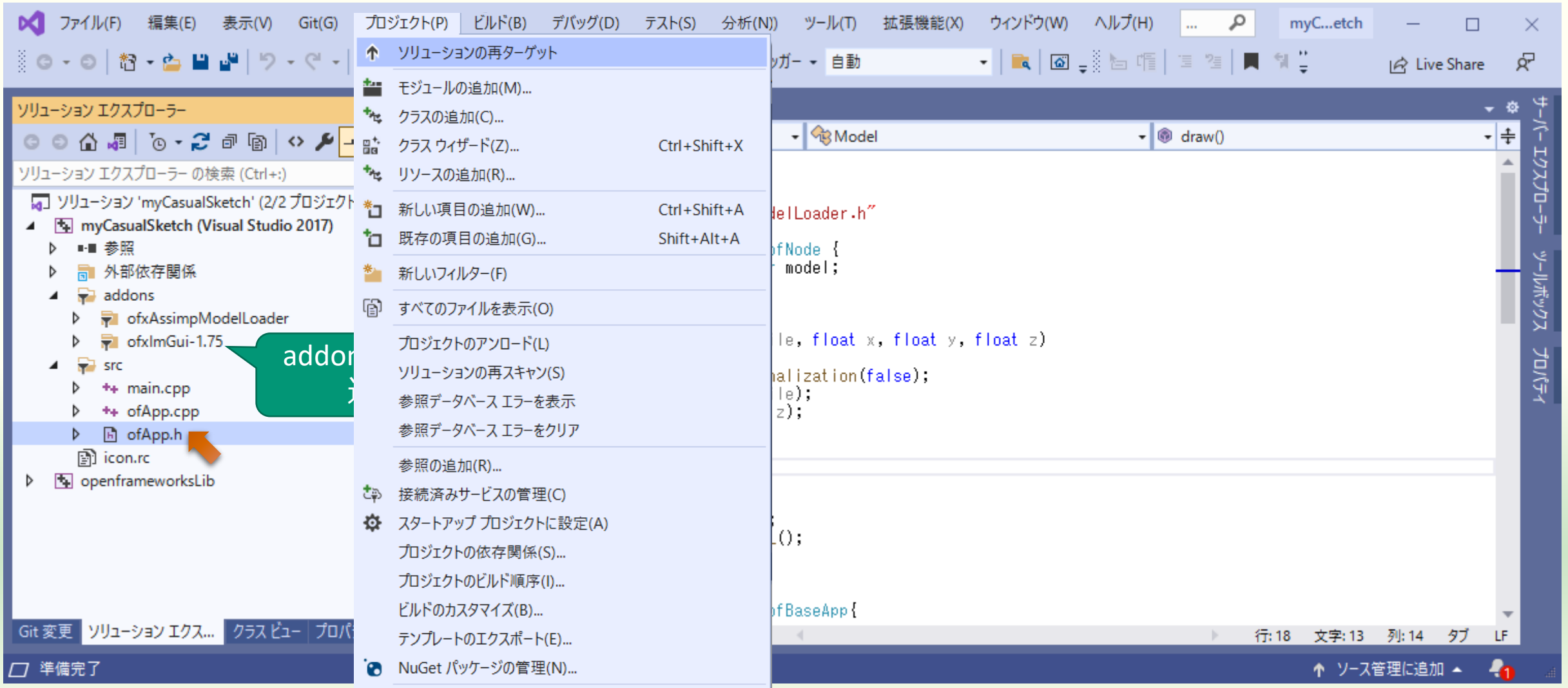
プロジェクトを開いているときは再読み込み



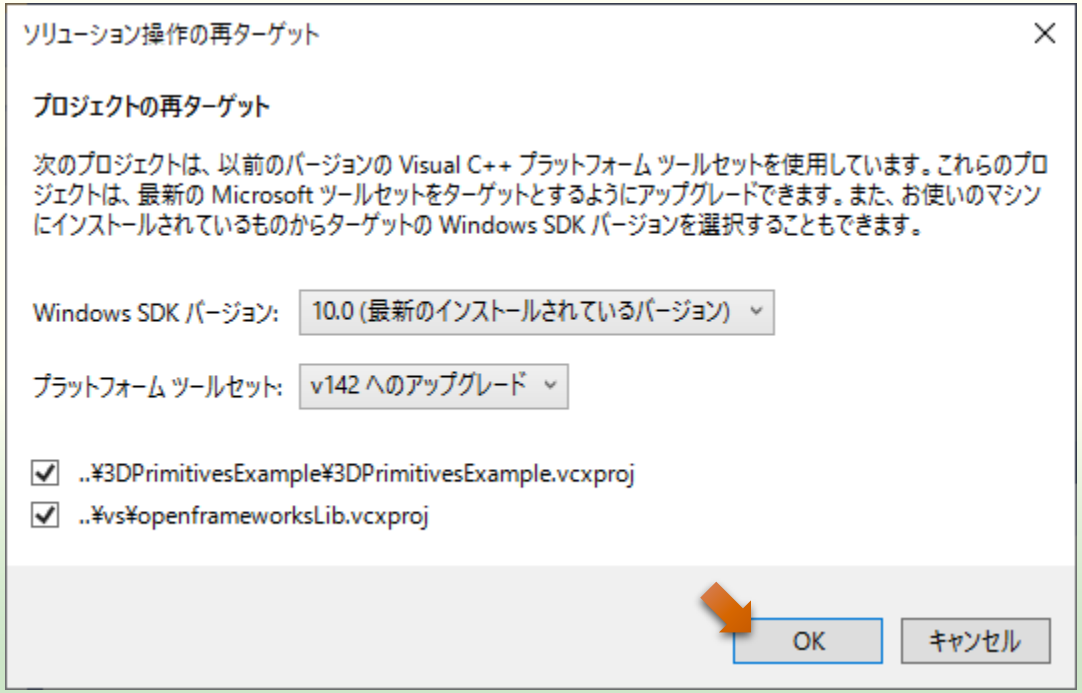
ofApp.h を開く



ofApp.h を開く


ファイル(F)
編集(E)
表示(V)
Git(G)
プロジェクト(P)
ビルド(B)
デバッグ(D)
テスト(S)
分析(N)
ツール(T)
拡張機能(X)
ウィンドウ(W)
ヘルプ(H)
Live Share
ソリューション エクスプローラー
ソリューション エクスプローラー の検索 (Ctrl+;)
ソリューション 'myCasualSketch' (2/2 プロジェクト
myCasualSketch (Visual Studio 2017)
参照
外部依存関係
addons
ofxAssimpModelLoader
ofxImGui-1.75
src
main.cpp
ofApp.cpp
ofApp.h
icon.rc
openframeworksLib
addon
ソリューションの再ターゲット
モジュールの追加(M)...
クラスの追加(C)...
クラス ウィザード(Z)... Ctrl+Shift+X
リソースの追加(R)...
新しい項目の追加(W)... Ctrl+Shift+A
既存の項目の追加(G)... Shift+Alt+A
新しいフィルター(F)
すべてのファイルを表示(O)
プロジェクトのアンロード(L)
ソリューションの再スキャン(S)
参照データベース エラーを表示
参照データベース エラーをクリア
参照の追加(R)...
接続済みサービスの管理(C)
スタートアップ プロジェクトに設定(A)
プロジェクトの依存関係(S)...
プロジェクトのビルド順序(I)...
ビルドのカスタマイズ(B)...
テンプレートのエクスポート(E)...
NuGet パッケージの管理(N)...
プロパティ(P) Alt+F7
Model
draw()
行: 18
文字: 13
列: 14
タブ
LF
準備完了
ソース管理に追加

ソリューションの再ターゲット



Visual Studio は頻繁に更新しているので皆さんがお使いの Visual Studio SDK のバージョンと合わない場合がある

ofxImGui.h を #include して ofxImGui::Gui のインスタンスをメンバーに追加

```
#pragma once

#include "ofMain.h"
#include "ofxAssimpModelLoader.h"
#include "ofxImGui.h"

class Model : public ofNode{
   （途中略）
};

class ofApp : public ofBaseApp{
  ofCamera camera;
  ofLight light;
  vector<Model> parts;
  ofxImGui::Gui gui;

public:

（以下略）
```

- ofApp.h で ofxImGui.h を #include する
- ofApp クラスに ofxImGui::Gui クラスの変数 gui をメンバに追加する
- camera オブジェクトのクラスを ofEasyCam から ofCamera に変更する
  - GUI の操作で視点位置が動いてしまわないようにするため

ofxImGui を初期化する

```
#include "ofApp.h"

//--------------------------------------------
void ofApp::setup(){
  ofEnableDepthTest();
  light.enable();
  light.setPosition(300.0f, 400.0f, 500.0f);
  gui.setup();
 (以下略)
```

- ofApp.cpp の setup() で gui.setup() を実行して gui を初期化する

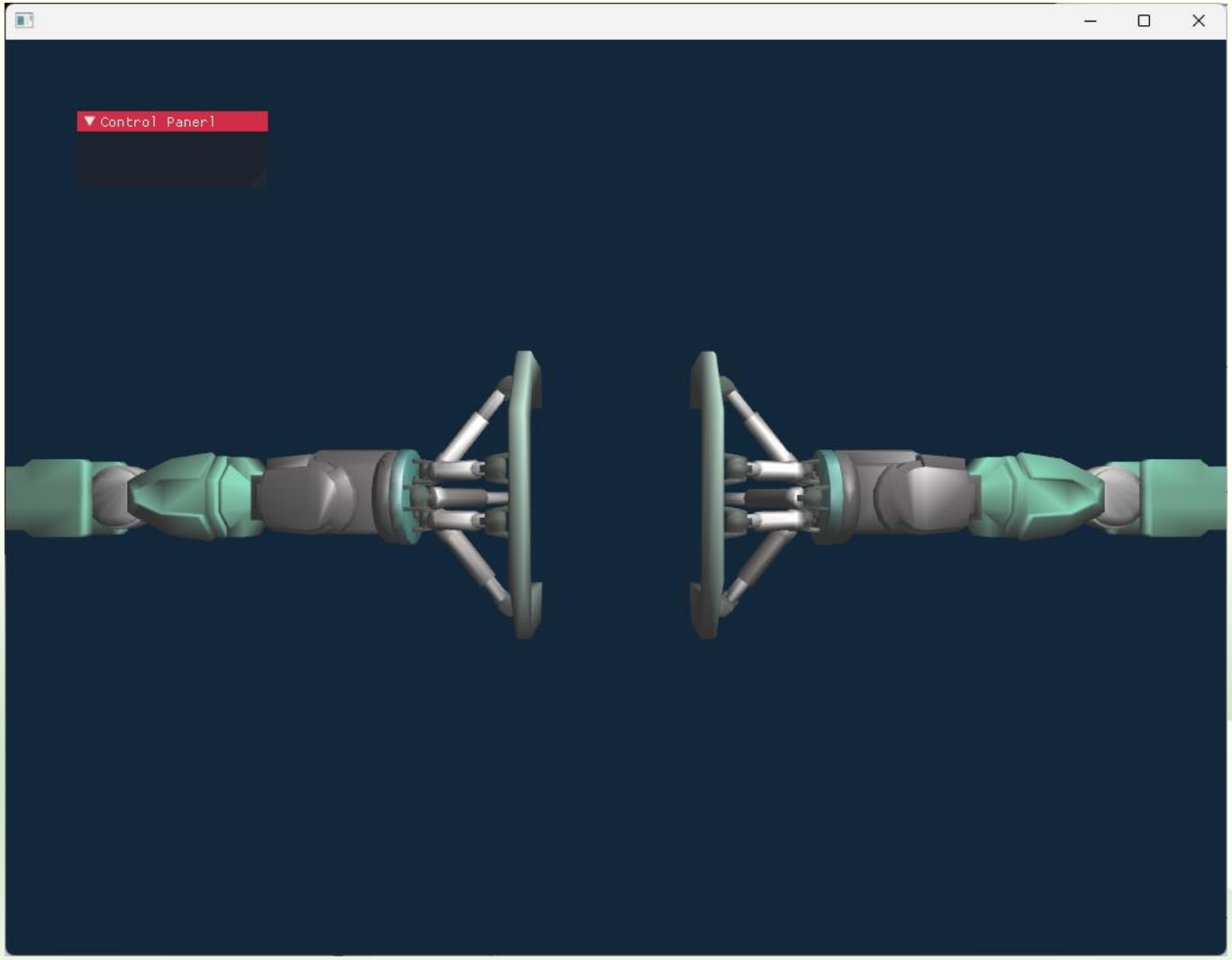
GUI のウィンドウを開く

```
//--------------------------------------
Void ofApp::draw(){
  ofBackground(20, 40, 60, 0);
  ofDisableLighting();
  gui.begin();
  ImGui::Begin("Control Panerl");
  ImGui::End();
  gui.end();
  ofEnableLighting();
  camera.begin();
  camera.setPosition(0.0f, 0.0f, 1000.0f);
  for (auto& part : parts){
    part.draw();
  }
  camera.end();
}
```

camera のクラスを ofEasyCam から ofCamera に切り替えたのでカメラの位置を設定する

- ofDisableLighting();
  - GUI は２次元なので陰影付け（ライティング）はオフにする
- gui.begin();～gui.end();
  - この間に GUI の設定を書く
- ImGui::Begin(“Control Panerl”);～ImGui::End();
  - この間に GUI ウィンドウの設定を書く
  - 引数 (“Control Panerl”) はウィンドウのタイトル

GUI のウィンドウが表示される

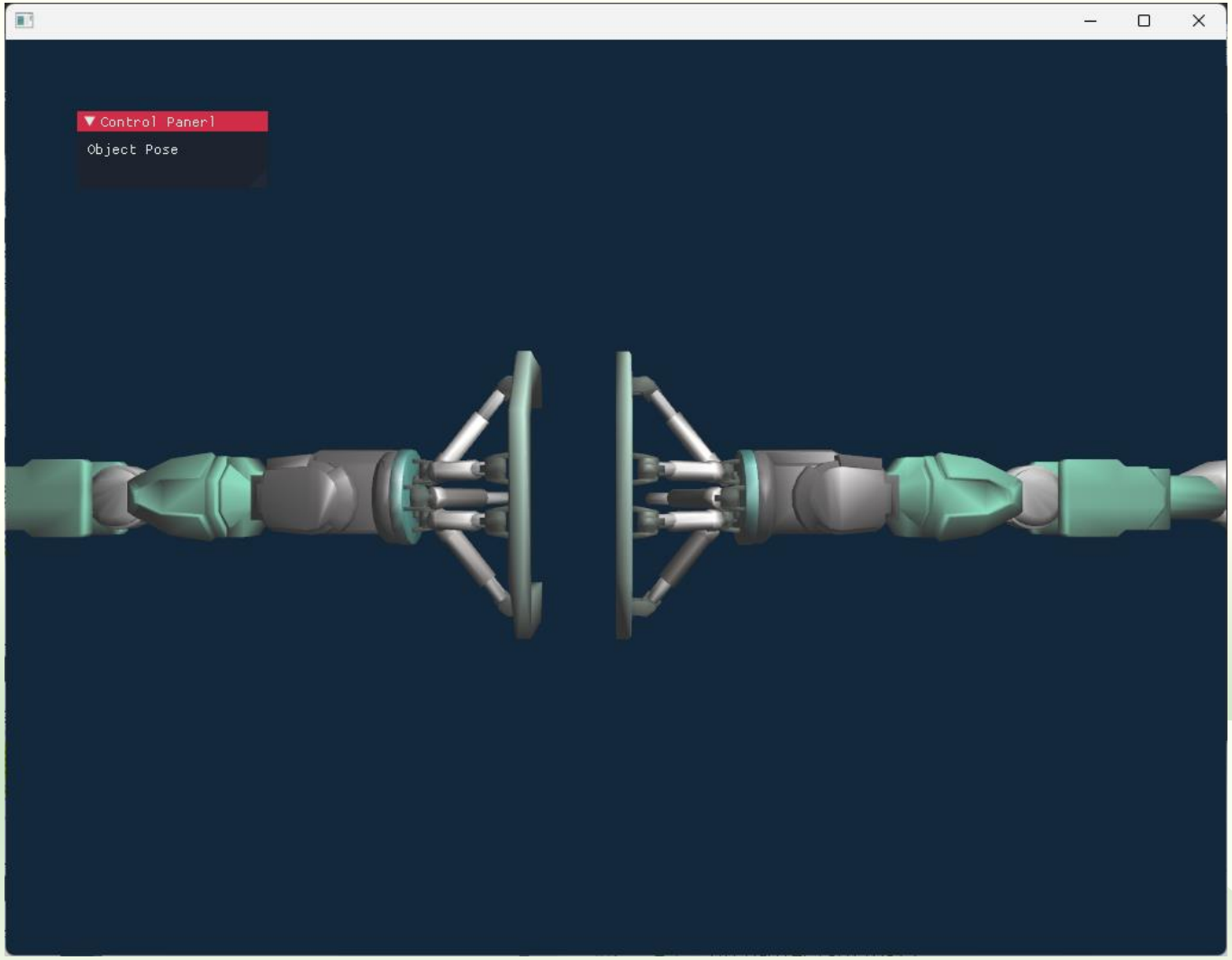


GUI に文字を表示する

```
//--------------------------------------
Void ofApp::draw(){
  ofBackground(20, 40, 60, 0);
  ofDisableLighting();
  gui.begin();
  ImGui::Begin("Control Panerl");
  ImGui::Text("Object Pose");
  ImGui::End();
  gui.end();
  ofEnableLighting();
  camera.begin();
  camera.setPosition(0.0f, 0.0f, 1000.0f);
  for (auto& part : parts){
    part.draw();
  }
  camera.end();
}
```

- ImGui::Text("Object Pose");
  - GUI のウィンドウに文字を表示する
    - 日本語も表示できるが日本語を表示できるフォントに切り替える必要がある
  - "Object Pose" は表示する文字列

GUI のウィンドウに文字が表示される



図形の位置のメンバを追加する

```
class ofApp : public ofBaseApp{
  ofCamera camera;
  ofLight light;
  vector<Model> parts;
  ofxImGui::Gui gui;
  glm::vec3 position;

  public:
    void setup();
    void update();
    void draw();

 (以下略)
```

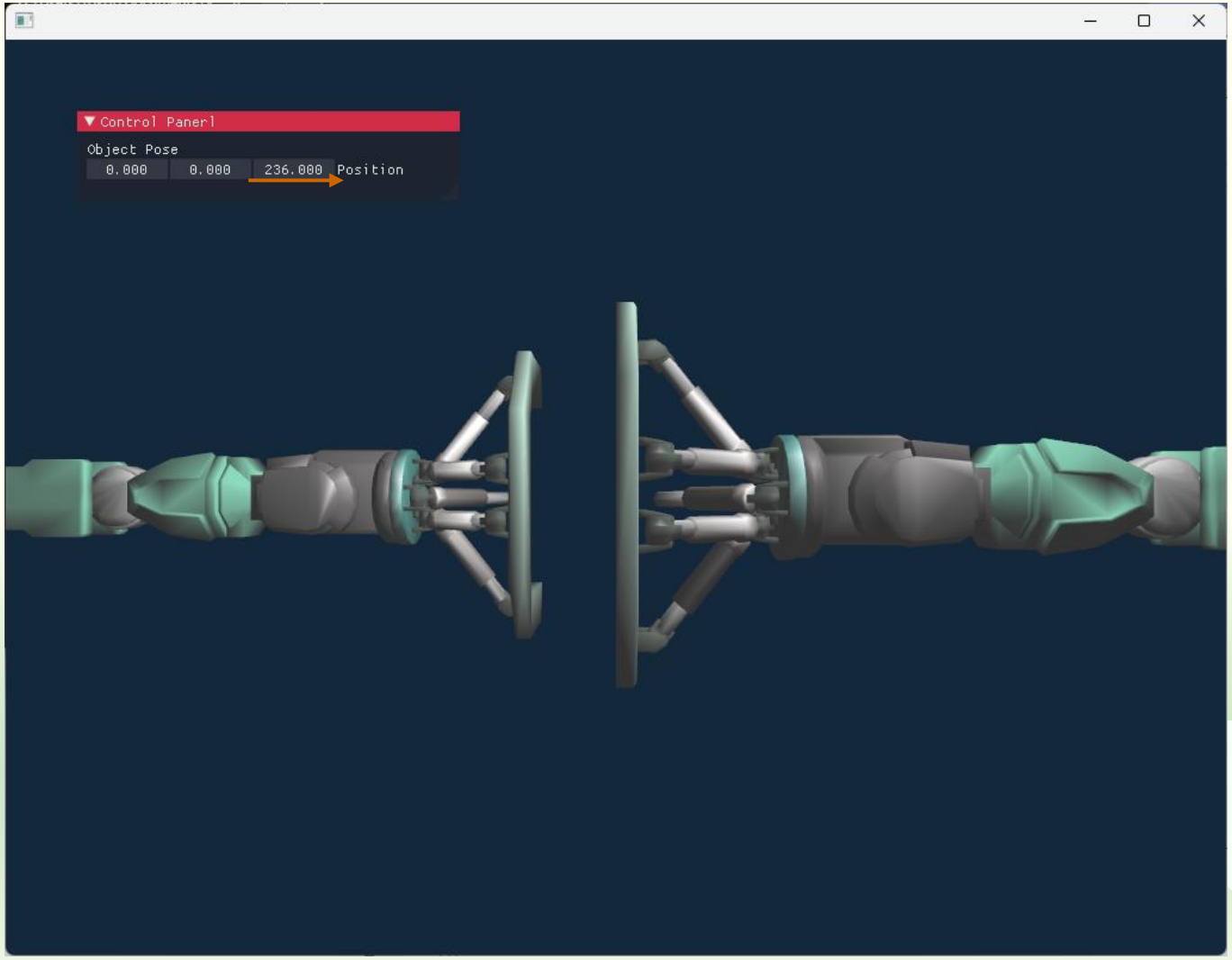
- ofApp.h で ofApp クラスに glm::vec3 型のメンバ変数 position を追加する

図形の位置を GUI で操作する

```
//--------------------------------------------
void ofApp::draw(){
  ofBackground(20, 40, 60, 0);
  ofDisableLighting();
  gui.begin();
  ImGui::Begin("Control Panerl");
  ImGui::Text("Object Pose");
  ImGui::DragFloat3("Position",
    reinterpret_cast<float*>(&position));
  ImGui::End();
  gui.end();
  ofEnableLighting();
  camera.begin();
  camera.setPosition(0.0f, 0.0f, 1000.0f);
  parts[0].setPosition(position);
  for (auto& part : parts){
    part.draw();
  }
  camera.end();
}
```

- ImGui::DragFloat3("Position", reinterpret_cast<float*>(&position));
  - ImGui::DragFloat3() は 3 つの要素を持つ float 型の配列の内容をマウスのドラッグで変更する
  - position は glm::vec3 型だがメモリ上のデータの並びは 3 つの要素を持つ float 型の配列と同じなので reinterpret_cast<float*>() を使ってそれに見せかけている
  - position には setup() で 0 を入れる

数字の上をドラッグすると右側だけ動く



図形の角度のメンバを追加する

```
class ofApp : public ofBaseApp{
  ofCamera camera;
  ofLight light;
  vector<Model> parts;
  ofxImGui::Gui gui;
  glm::vec3 position, orientation;
  public:
    void setup();
    void update();
    void draw();

 (以下略)
```

- ofApp.h で ofApp クラスに glm::vec3 型のメンバ変数 orientation を追加する

スライダーで角度を設定する

```
//--------------------------------------
void ofApp::draw(){
  ofBackground(20, 40, 60, 0);
  ofDisableLighting();
  gui.begin();
  ImGui::Begin("Control Panerl");
  ImGui::Text("Object Pose");
  ImGui::DragFloat3("Position",
    reinterpret_cast<float*>(&position));
  ImGui::SliderFloat("Yaw", &orientation.y,
    -180.0f, 180.0f);
  ImGui::SliderFloat("Pitch", &orientation.z,
    -180.0f, 180.0f);
  ImGui::SliderFloat("Roll", &orientation.x,
    -180.0f, 180.0f);
  ImGui::End();
  gui.end();
  ofEnableLighting();
  camera.begin();
  camera.setPosition(0.0f, 0.0f, 1000.0f);
  parts[0].setPosition(position);
  parts[0].setOrientation(orientation);
```

- ImGui::SliderFloat("Yaw", &orientation.y, -180.0f, 180.0f);
  - orientation.y に -180～180 の範囲でスライダで値を設定する

課題７－３

両方とも GUI で操作する

右側だけでなく左側も GUI で動くようにする

- これまでのプログラムでは左側の腕しか動きません
- これを右側の腕も GUI で動かせるように修正してください

課題のアップロード

- 作成したプログラムの実行結果のスクリーンショットを撮って **7-3.png** というファイル名で保存し、Moodle の第 7 回課題にアップロードしてください
  - GUI を操作してロボットの腕の姿勢を初期状態から変えてください
  - マウスを使ってウィンドウ内に両腕が全部収まるようにしてください
- ソースプログラム **ofApp.h** と **ofApp.cpp** を Moodle の第 7 回課題にアップロードしてください
  - 課題 7 – 2 に GUI を追加しただけなので上書きしてかまいません