

2023年度 実世界情報実験 2 「CG」テキスト

第1週：3次元CGソフトを使ったCGモデルの作成

立命館大学 情報理工学部 実世界情報コース

1. 実験の目的

第1週目の実験では、Web上で公開されている3次元CGアプリケーションソフトを用いて3次元CGを作成することで、3次元CGの制作過程、およびモデリング方法について学ぶ。また、この実験を通して、一般的な3次元CGソフトの使い方を学ぶことも目的としている。

2. 実験環境

2.1 3次元CGソフト

「3次元CGソフト」は、3次元CGのモデリング（形状の定義）やレンダリング（その表示）を行うソフトウェアである。現在、様々な「3次元CGソフト」が流通しており、工業デザインや映画、ゲーム、建築など、数多くの分野で活用されている。代表的なソフトに、Mayaや3ds maxなどがあるが、本実験では、自宅でもインストールして利用することができる「Blender」というフリーウェアを使用する。

2.2 Blenderのインストール方法

BlenderはWindowsOSとMacOSの両方に対応した無料のソフトウェアとなっており、幅広いスペックのPCで気軽に利用することができる。以下のURLからダウンロード可能で、インストール方法も記載されているので、参考にとすること。

<https://www.blender.org/download/>

本授業では、Blender ver3.6.2(LTS)を使用する。

3. 課題1：雪だるまの作成

3.1 目的

Blenderを使った3次元CGモデリングの基本を学ぶ。

3.2 初期設定

3.2.1 日本語対応

アプリケーション起動後、画面中央に現れるウィンドウのLanguageの項目を、EnglishからJapanese(日本語)に変更する。ウィンドウを閉じてしまった場合は、画面左上のEdit→Preferences→Interface→TranslationからJapaneseに変更する(図1)。

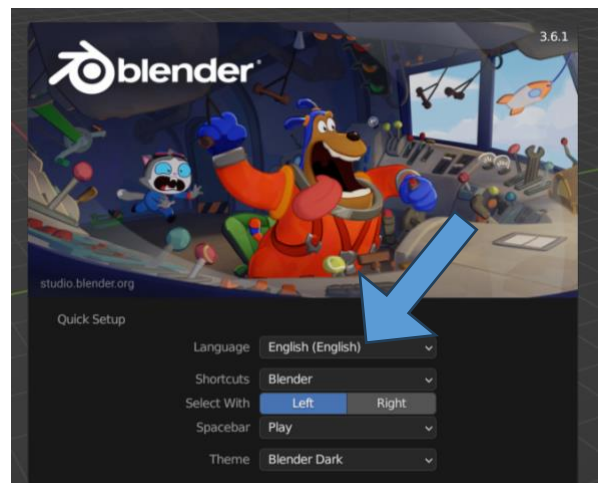


図1 起動時のウィンドウ（初回起動時のみ表示）

3.2.2 画面の説明

本資料で登場するウィンドウ、及び作成環境について説明する。まずは、本講義において特に使用頻度が高い3つのウィンドウについて説明する(図2)。

①3Dビューポート ②アウトライナー ③プロパティ

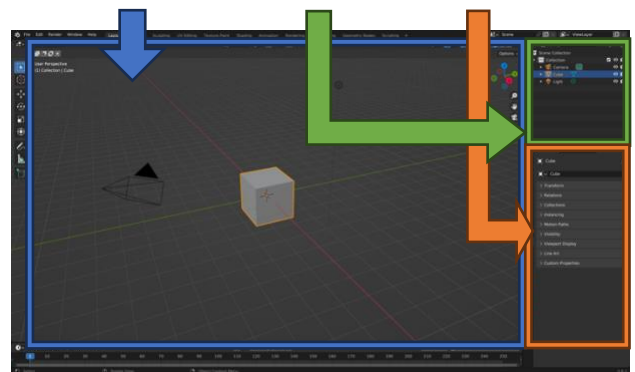


図2 ウィンドウ構成

① **3D ビューポート**：作成・編集を行う 3 次元モデルが描画される。クリック・ドラッグなどで 3 次元モデルの選択・移動のような直感的な操作が可能。

② **アウトライナー**：3D ビューポート内に存在するオブジェクトを一覧で表示する。

③ **プロパティ**：カメラ、マテリアルなどの細かいパラメータ設定を統括する。機能が多岐にわたるので、主要な機能の詳細は後の工程で紹介する。

作成環境は基本的に自由であり、利用者の使い勝手に合わせてカスタマイズすることができる。

各ウィンドウの端にカーソルを合わせ、ドラッグすることでサイズの変更などが可能なので、表示が小さく見づらいウィンドウなどは変更しても良い。

(四隅をドラッグすると複製や削除が行われるので注意)

3.2.3 基本操作とショートカットキー

Blender ではマウスとショートカットキーを活用した 3 次元モデルの直感的な操作が実現されている。本項では、頻出となる 3D ビューポート内の基本操作(A. ~ E.)と対応したショートカットキーを紹介するので、雪だるま作成の前に試すことを推奨する。また、ここでは WindowsOS で マウス を使用した際の操作一覧を抜粋するため、MacOS や トラック (タッチ) パッド を扱う場合は対応表 (表 1) を確認すること。

表 1 OS・入力デバイス対応表

Windows		Mac	
Ctrl		Command	
Alt		Option	

マウス	パッド
左クリック	押し込み (1 本指)
中クリック	押し込み (2 本指)
右クリック	タップ (2 本指)
ホイール操作	ピンチ (2 本指)

A. 視点操作

3D ビューポート内では、マウスのホイール長押し

とホイール回転を使用することで、3D 空間を映す視点を操作することができる。

操作	対応ショートカット
並行移動	Shift+ホイール長押し
回転	ホイール長押し
ズーム (拡大・縮小)	ホイール回転

B. オブジェクトの削除と追加

Blender の新規プロジェクトを作成した際には、デフォルトで立方体が中央に配置されている。現段階では使用しないので左クリックで選択した状態で X キーを押し、削除する。新規オブジェクトを追加する際には Shift+A で表示される「メッシュ」内の基本図形から選択する (図 3)。また、一般的なソフトウェアと同様に、操作を一つ戻す (undo) と進める (redo) も実装されているので、誤ってオブジェクトを削除した際などには活用してほしい。

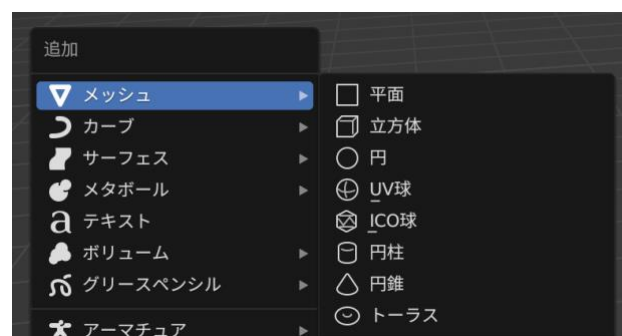


図 3 オブジェクトの追加と一覧

操作	対応ショートカット
オブジェクトを選択	左クリック
オブジェクトを複数選択	Shift+左クリック
全て選択/解除	A
オブジェクト削除	X
オブジェクト追加	Shift+A
操作を一つ戻す	Ctrl+Z
戻した操作を一つ進める	Ctrl+Shift+Z

C. オブジェクトモードと編集モード

3 次元モデルの編集方法には、オブジェクト全体を操作する **オブジェクトモード** と、ポリゴン (点、

辺, 面)を操作し, 細かい形状の編集を可能とする**編集モード**の 2 種類が主流となっている. 操作したいオブジェクトを選択した後に, Tab キー入力かウィンドウ左上のメニューから切り替えることができる (図 4).

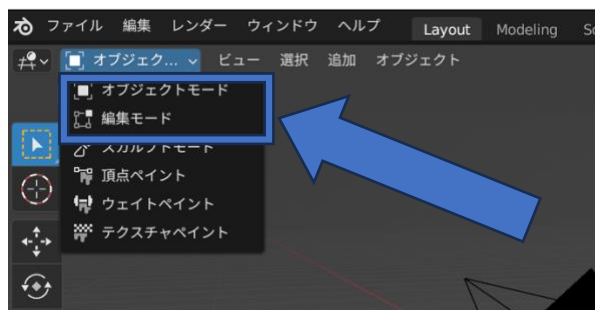


図 4 オブジェクトモードと編集モードの切り替え

操作	対応ショートカット
モード切り替え	Tab キー

オブジェクトモードでオブジェクトを選択が完了すると, 選択中であることを示すオレンジ色のアウトラインが表示され, 編集モードでも同様にポリゴンがオレンジ色になる (図 5).

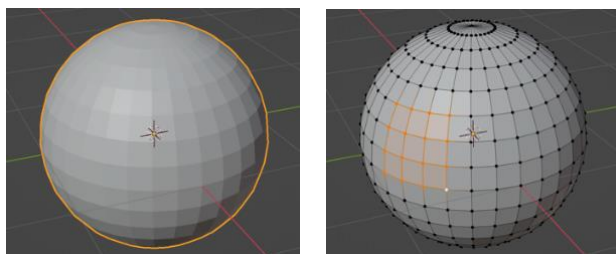


図 5 オブジェクトモード/編集モードの UV 球選択

編集モードにおける選択する対象は, ウィンドウ左上の 3 つの点, 辺, 面のアイコンを左クリックすることで選択が可能となる (図 6).

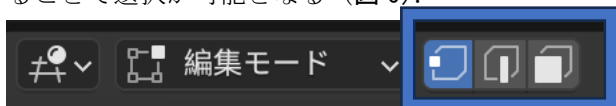


図 6 編集モード中の 3 つの選択対象アイコン

D. 選択物の移動・回転・拡大縮小

ここからはモデリングにおいて最も重要となる 3

つの基本操作を紹介する. オブジェクトモードと編集モードの両方の選択物において**移動・回転・拡大縮小**を行うことで目的の CG モデルを作り上げていく. 選択した状態で G キーを押してマウスを移動させると選択物が移動し, クリックで変更が確定する. 同様に R で回転し, S で拡大縮小ができる (図 7).

また, 移動を例に挙げると, G を押した後に X か Y か Z を押すことで作用させる軸を指定することができる (推奨). 移動量はマウスのスライド量への対応だけでなく, G を押した後に 5.0 など具体的な数値を入力することも可能となっている.

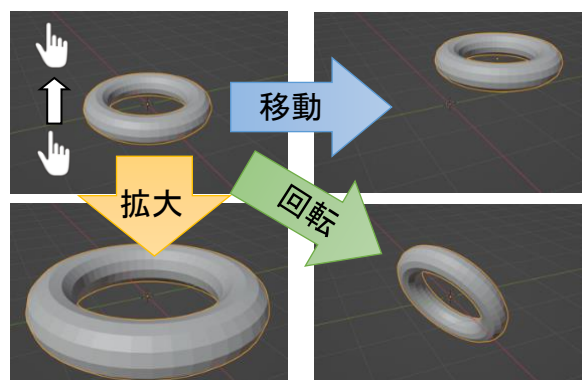


図 7 選択物(トーラス)の移動・回転・拡大縮小例

操作	対応ショートカット
選択物を移動	G (Grab の G)
選択物を回転	R (Rotate の R)
選択物を拡大縮小	S (Scale の S)
軸を指定して上記操作	G/R/S→X/Y/Z
具体的な変化量を入力	G/R/S→数値入力
現在の各変化量の確認	N

E. 編集モード中の詳細な操作

編集モードにおけるオブジェクトの形自体の編集について順に説明する. どれも課題 2 のオリジナル CG モデル作成で役立つ操作なので, 触れておくことを推奨する. まず, 面を追加したい場合は, オブジェクトの面を選択した状態で I キーを押すことで新たな面を差し込み, E キーで面を押し出すことができる (図 8). 差し込みや押し出しの度合いはキー入力後のマウスの移動量で決定できる.

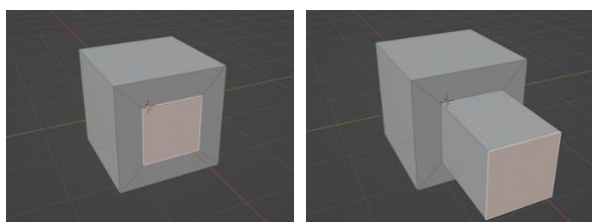


図 8 面の差し込みと押出し

辺の追加に関しては、Ctrl+R で形状に沿った 1 周する辺を追加できる。また、辺を選択した状態で Ctrl+B を押すことで角を丸めることができる。(図 9)。これらは一度決定した際にウィンドウ左下に表示されるメニューから、分割数やセグメントを変更することで変化の度合いを調整することができる。

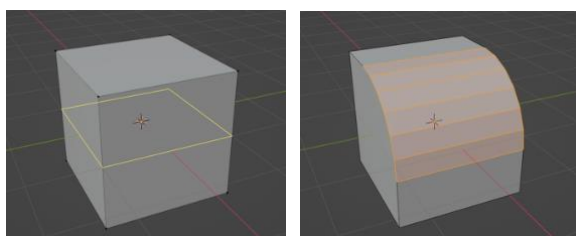


図 9 辺の 1 周追加と角の丸める処理

最も自由な編集例としては、K キーを押して辺や点を 2 箇所選択し、Enter キーで確定することで、自由な辺の追加ができる (図 10)。

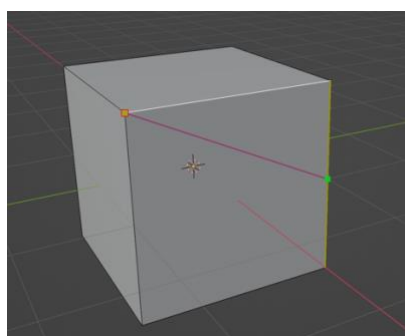


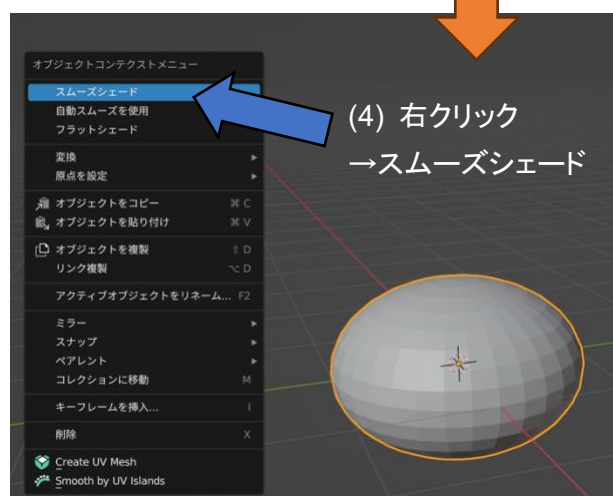
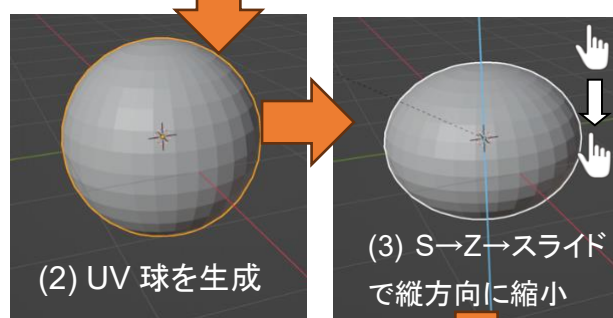
図 10 K キー(ナイフツール)による点と辺の追加

操作	対応ショートカット
面の差し込み	I (Inset の I)
面の押し出し	E (Extrude の E)
辺の一周追加	Ctrl+R
辺を丸める	Ctrl+B
2 点を指定して辺を追加	K (Knife の K)

3.3 胴の作成

本節から、課題 1 の雪だるま作成に取り組む。まず初めに胴体部を作成する。胴体部はメッシュの UV 球を使用する。作業手順は以下の通り (図 11)。

- (1) オブジェクトモードで 3D ビューポート内にカーソルを合わせ、Shift+A で追加メニューを開く。
- (2) メニューの「メッシュ」→「UV 球」を選択する。
- (3) その後追加した UV 球を選択 (左クリック) し、S→Z→マウススライドで UV 球の縦(Z 軸方向)の大きさを縮小する。
- (4) オブジェクトの表面の角度に応じて滑らかにするために、右クリックで開くメニューから「スムーズシェード」を選択する。



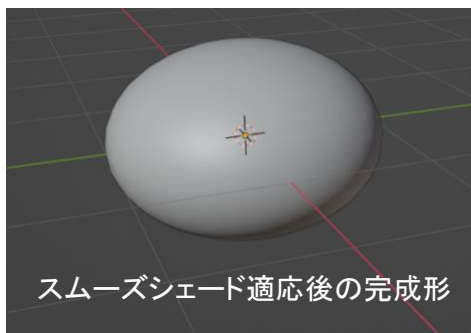


図 11 胴体部作成の手順

3.4 頭の作成

頭部も 3.3 の胴体部と同様に、UV 球を使用して作成する。作業手順は以下の通り (図 12)。

- (1) オブジェクトモードで 3D ビューポート内にカーソルを合わせ、Shift+A で追加メニューを開く。
- (2) メニューの「メッシュ」→「UV 球」を選択する。
- (3) 追加した UV 球を選択 (左クリック) し、G→Z→マウススライドで縦(Z 軸方向)の上方向に移動する。
- (4) S→マウススライドで UV 球の大きさを縮小する。
- (5) 右クリックで開くメニューから「スムーズシェード」を選択する。

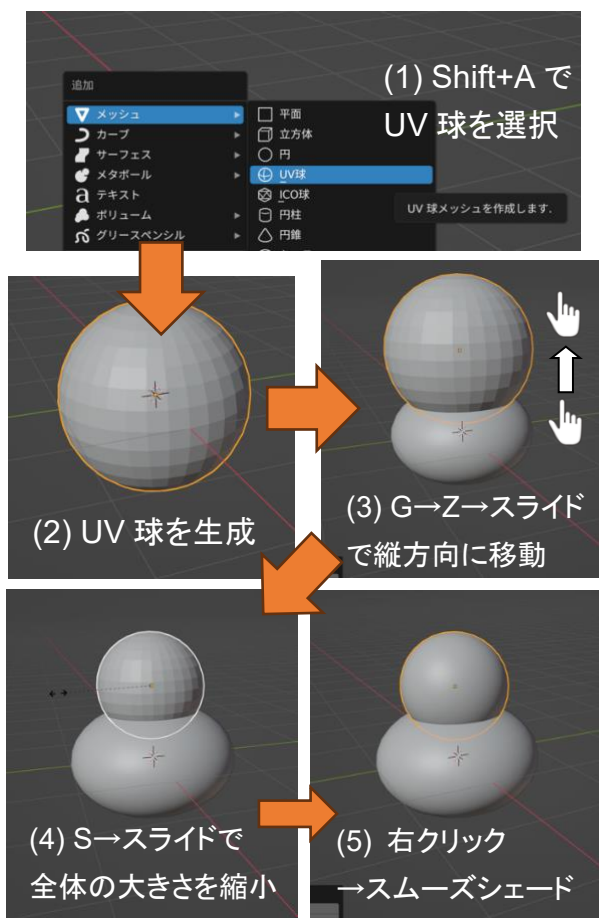


図 12 頭部の作成手順

補足事項：アウトライナーの活用

オブジェクトを追加すると、3.4 の(2)のように胴体部が頭部の UV 球に埋もれてしまうなど、内側にあるオブジェクトを選択 (クリック) できない場合が生じる。その際には、アウトライナーからオブジェクト単位の選択・表示/非表示を操作可能となっている。

(1) オブジェクトの選択

アウトライナー上のオブジェクト名を選択することは、3D ビューポート上でオブジェクトを選択することと同義となるため、別オブジェクトに埋もれる際には活用してほしい。

(2) オブジェクトの表示

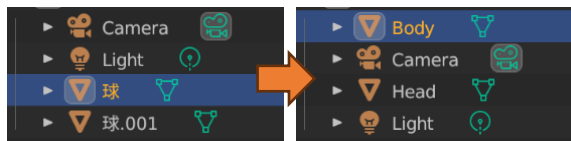
作成を進めるにつれてオブジェクト数が増え、画面が見づらくなる際には、特定のオブジェクトを非表示にすることができる。アウトライナーのオブジェクト名の右にある目のアイコンをクリックまたは H キーを押すことで非表示が可能。



操作	対応ショートカット
選択物の非表示	H
全オブジェクトの表示	Alt+H

(3) オブジェクトの名前変更

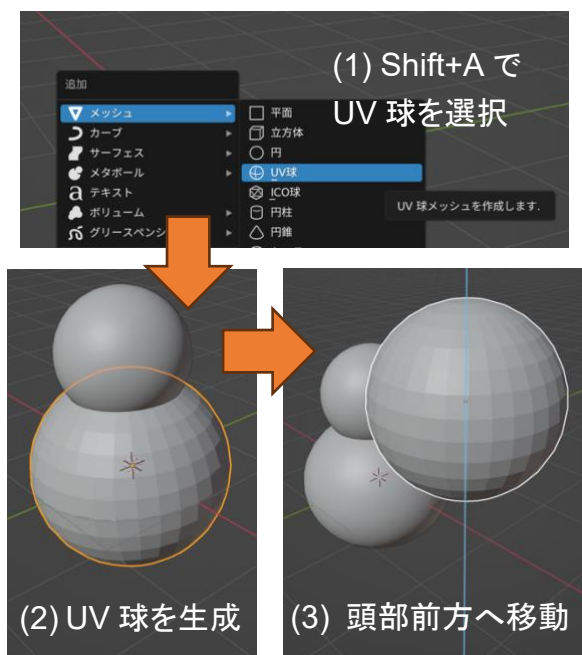
オブジェクト名はアウトライナー上でダブルクリックすることにより変更することができる。後工程におけるオブジェクトの識別に役立つので、推奨する (例：球→Body, 球.001→Head)



3.5 目の作成

目はUV球を使用し、作成した右目を複製することで左目を完成させる。作業手順は以下の通り(図13)。

- (1) (2)は3.4と同様
- (3) G→X→マウススライドで奥行き(X軸方向)の前方向に移動し、G→Z→マウススライドで縦(Z軸方向)の上方向に移動する。(胴体部に埋もれないために)
- (4) S→マウススライドで全体の大きさを縮小し、S→X→マウススライドでX軸方向に平たくする。
- (5) R→Z→マウススライド or -20を入力でZ軸を中心として回転し、R→Y→マウススライド or -15を入力でY軸を中心として回転する。
- (6) G→マウススライドを活用して移動させ、雪だるまの目の位置に配置する。
- (7) ここからY軸方向を対称とした複製(ミラー)を行う。オブジェクトの中心を原点(0,0,0)に戻すために、画面上部のオブジェクトメニューから、「適用」→「全トランスフォーム」を選択する。
- (8) プロパティ内の青いスパナのアイコンから、「モディファイアを追加」→「ミラー」を選択する。
- (9) ミラーの「座標軸」をXからYへ変更する。この工程により、原点(0,0,0)を中心としたY軸方向への複製を行う。
- (10) 右クリックで開くメニューから「スムーズシェード」を適用する。



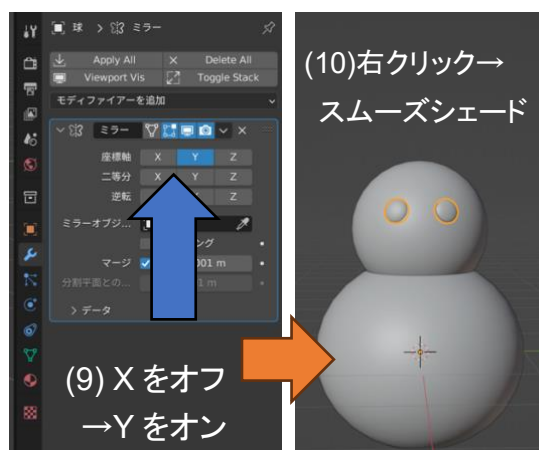


図 13 目の作成手順

3.6 鼻の作成

鼻はメッシュの円錐を使用する。作業手順は以下の通り（図 14）。

- (1) オブジェクトモードで 3D ビューポート内にカーソルを合わせ、Shift+A で追加メニューを開く。
- (2) メニューの「メッシュ」→「円錐」を選択する
- (3) G→X→マウススライドで奥行き(X 軸方向)の前方向に移動し、G→Z→マウススライドで縦(Z 軸方向)の上方向に移動する。（胴体部に埋もれないために）
- (4) R→Y→90 を入力で Y 軸を中心として 90° 回転し、先端が前方(X 軸方向)を向くようにする。
- (5) S→マウススライドで全体の大きさを縮小する。
- (6) S→X→マウススライドで拡大する。
- (7) G→X→鼻の位置に移動する。

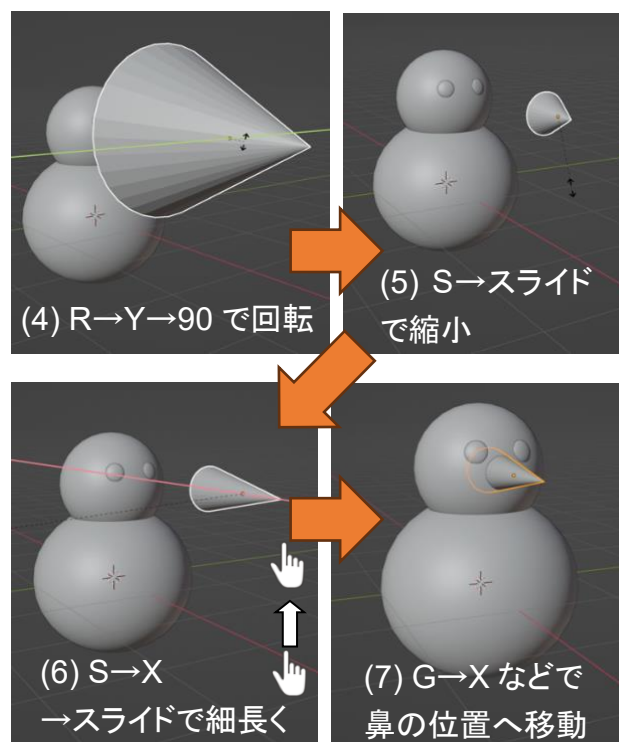
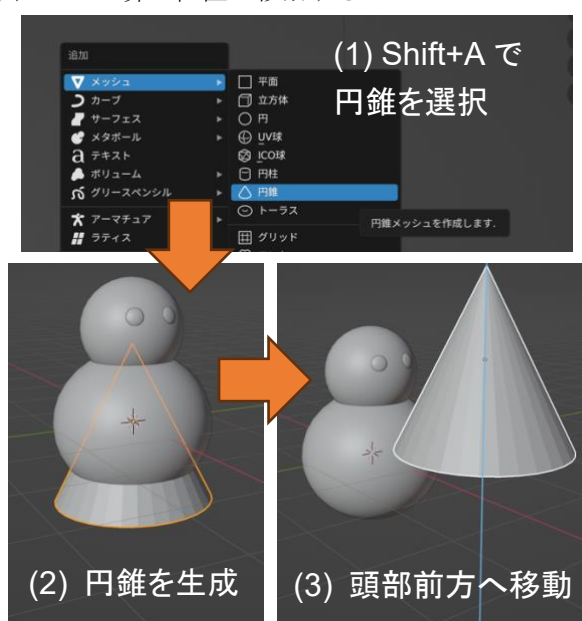


図 14 鼻の作成手順

3.7 口の作成

口はメッシュの円柱を使用し、中央を折り曲げることで表現する。作業手順は以下の通り（図 15）。

- (1) オブジェクトモードで 3D ビューポート内にカーソルを合わせ、Shift+A で追加メニューを開く。
- (2) メニューの「メッシュ」→「円柱」を選択する。
- (3) G→X→マウススライドで奥行き(X 軸方向)の前方向に移動し、G→Z→マウススライドで縦(Z 軸方向)の上方向に移動する。（胴体部に埋もれないために）
- (4) S→マウススライドで全体の大きさを縮小し、S→Z→マウススライドで Z 軸方向に長くする。
- (5) R→X→90 を入力で X 軸を中心として 90° 回転する。
- (6) Tab で編集モードに切り替える。
- (7) Ctrl+R で円柱の中心を一周する辺を追加する。
- (8) 追加した辺を選択し、G→Z→マウススライドで下(Z 軸方向)に移動する。
- (9) Tab でオブジェクトモードに切り替え、口の位置に移動する。

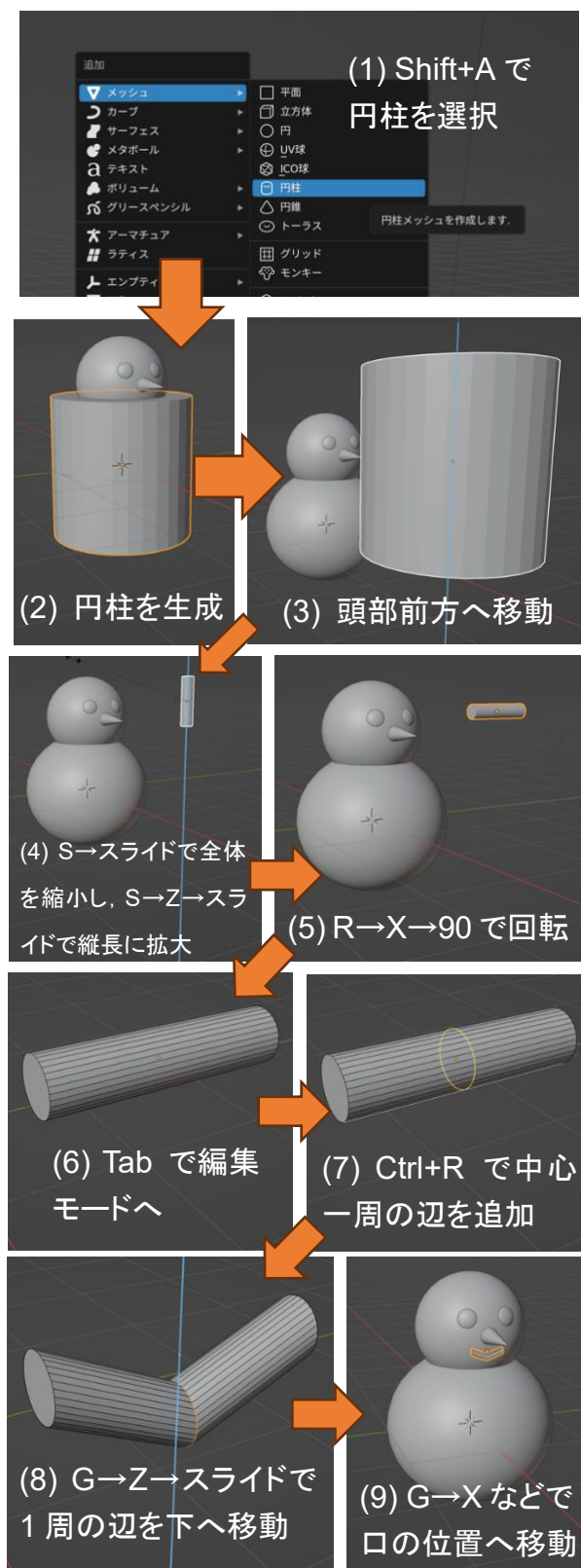


図 15 口の作成手順

3.8 バケツの作成

バケツはメッシュの円柱を使用する．1 つの底面を拡大し，バケツの形を表現する．作業手順は以下の通り（図 16）．

- (1) (2) (3) は 3.7 と同様
- (4) S→マウススライドで全体の大きさを縮小する．
- (5) Tab で編集モードに切り替える．
- (6) 面選択で底面(上)を選択し，S→マウススライドで縮小する．
- (7) Tab でオブジェクトモードに切り替え，R→X→マウススライドで X 軸を中心に回転させ，傾ける．
- (8) G→X→マウススライドなどで頭部にバケツを設置する．

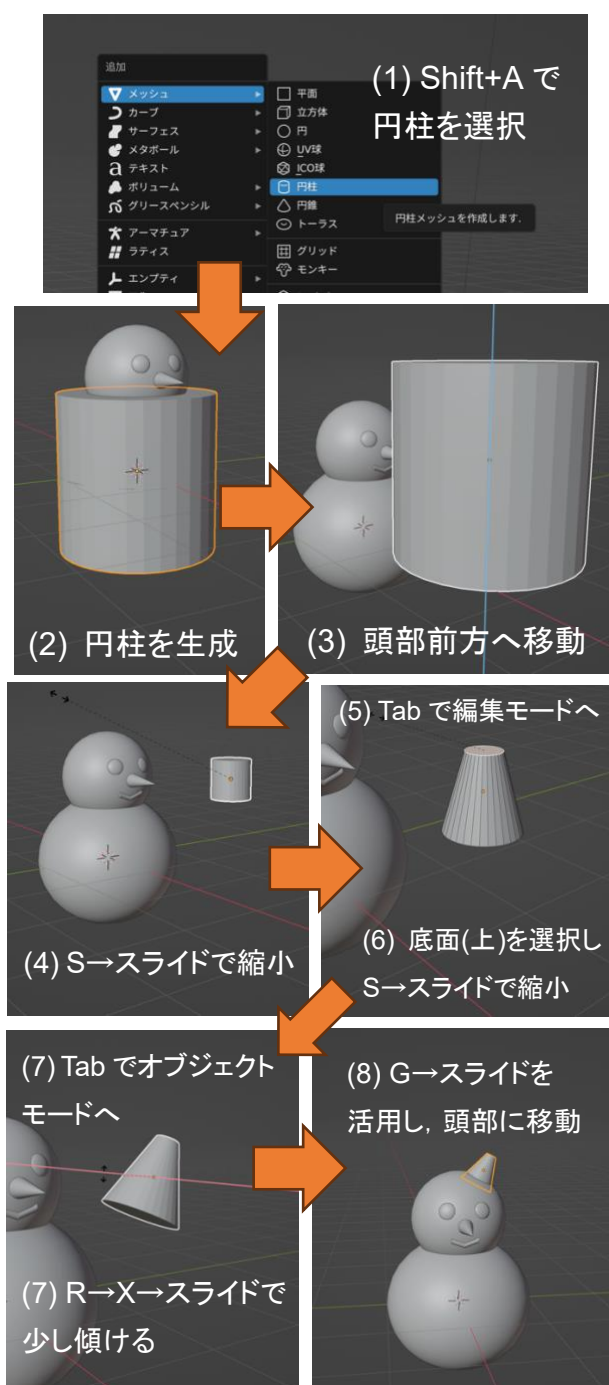


図 16 バケツの作成手順

3.8 ボタンの作成

ボタンはUV球を使用し、1つのボタンを複製することで複数のボタンを完成させる。作業手順は以下の通り（図17）。

- (1) (2) (3)は 3.5 と同様
- (4) S→マウススライドで全体の大きさを縮小する。
- (5) 右クリックで開くメニューから「スムーズシェード」を適用する。
- (6) G→X→マウススライドで胴体部の前方に移動する。
- (7) Ctrl+C→Ctrl+Vで複製し、G→Zで1つ目のボタンと上下に並ぶよう配置する。

操作	対応ショートカット
オブジェクトをコピー	Ctrl+C
オブジェクトをペースト	Ctrl+V
上記2つ（コピペ）を一括	Shift+D

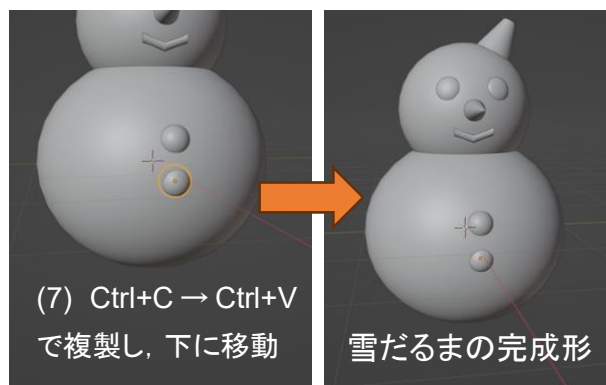
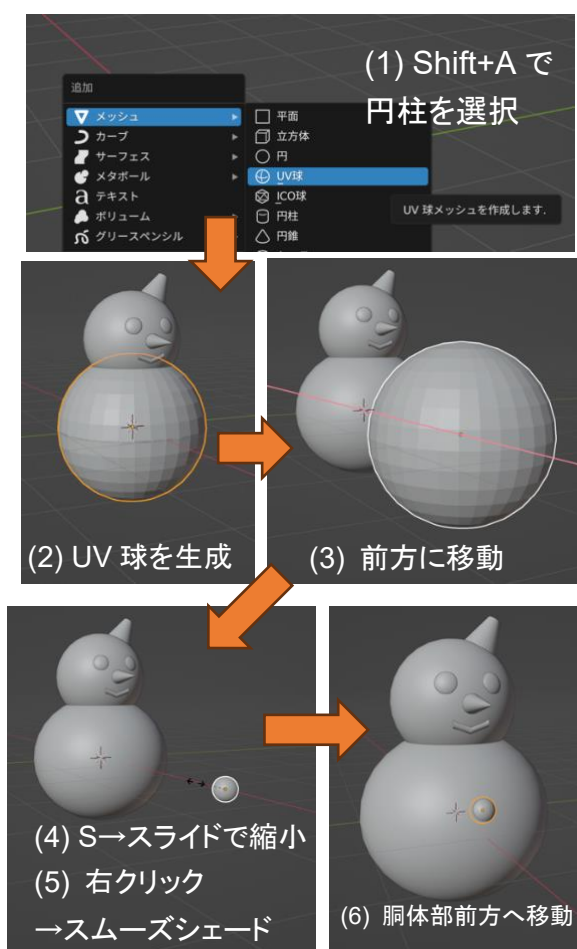


図17 ボタンの作成手順

3.9 マテリアルの設定

完成した雪だるまの各オブジェクトに対し、図18のような外見になるようマテリアル（色などの見た目の情報）を設定する。

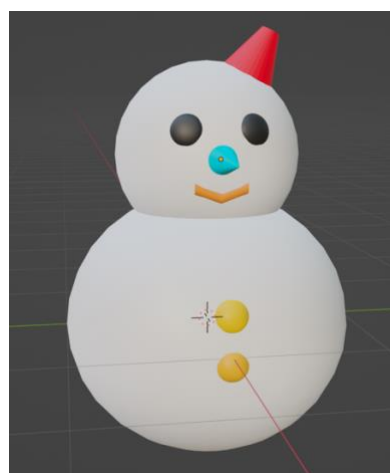


図18 マテリアル設定後の完成形

設定例として、バケツのオブジェクトの色を赤色に設定する。作業手順は以下の通り（図19）。

- (1) 3Dビューポート上でZキーを押し、表示方法一覧から「マテリアルプレビュー」を選択する。マテリアルプレビューでは初期設定の「ソリッド」とは異なり、3Dビューポート上でマテリアル設定後の3次元モデルを確認することができる。
- (2) バケツのオブジェクトを選択する。
- (3) プロパティ内の「赤い球体のアイコン」を選択し、表示されたメニューの「+新規」を選択する。
- (4) 下部に表示されるベースカラーの右の「白色の長方形」をクリックする。
- (5) 色選択ツール（HSV色相環）から赤に近い色をク

リックする。

(6) バケツ以外の他のオブジェクトも同様に、(2)～(5)の工程に取り組み、マテリアルを設定する。

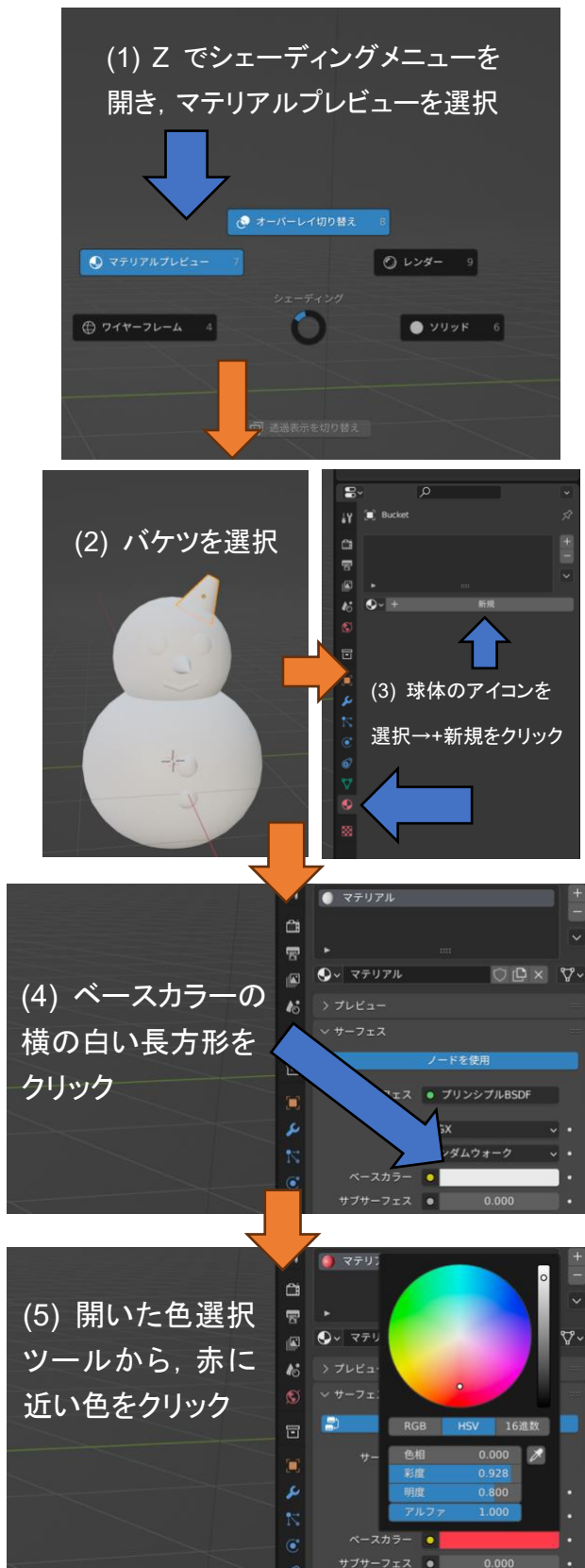


図 19 オブジェクトにマテリアルを設定

3.10 レンダリング

現在のマテリアルプレビューでは、モデリングのための色の識別に特化しており、照明の影響や陰影や計算されていない。そこで、これらの計算と描画を行うレンダリング機能を活用し、課題 1 を完了とする。作業手順は以下の通り (図 20)。

(1) 3D ビューポート上で Z キーを押し、表示方法一覧から「レンダー」を選択する。(任意)

(2) プロパティ内のカメラのアイコンを選択し、表示されたメニューのレンダーエンジンを「Eevee」から「Cycles」に変更する。

(3) Blender の画面左上の「レンダー」を選択し、メニュー内の「画像をレンダリング」を選択する。この際、画像はカメラの位置と向き対応しているため、カメラ (Camera) のオブジェクトを移動や回転をさせて調整すること。また、光源 (Light) のオブジェクトの複製や移動を行うことで 3D 空間の照明を調整しても良い。



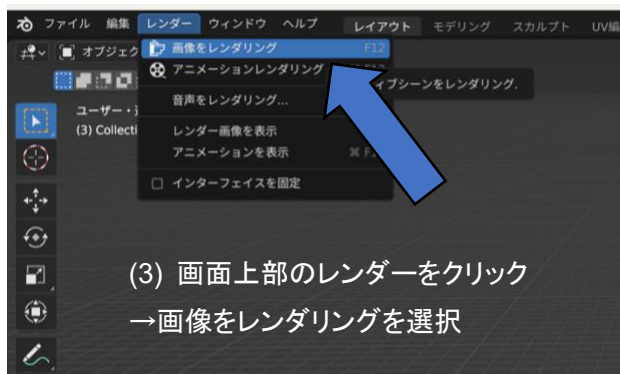
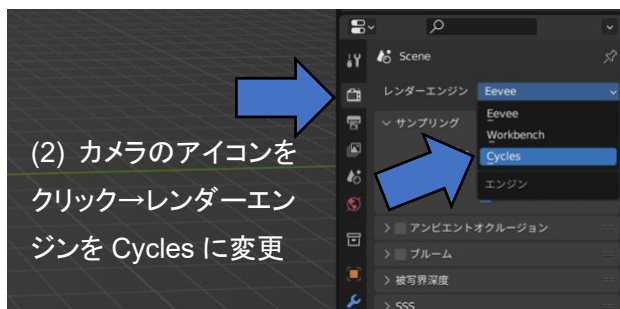


図 20 レンダリング結果

4. 課題 2 : オリジナル CG 作品の制作

課題 1 を参考にして、オリジナル CG 作品を制作しなさい。レポートには、作品のレンダリング画像またはスクリーンショットを添付し、何をどういう意図で制作したのか、作品のポイントについて述べ、制作に当たって工夫した点について説明すること。また、作品を構成するオブジェクトの数、各オブジェクトの種類、作成手順、オブジェクト単位のレンダリング画像またはスクリーンショットを記載すること。作品の巧拙自体は問わないが、充実したレポートを書くためには、必然的にある程度の自己主張を持った作品となるはずであると期待する。表面上の巧拙にとらわれることなく、自由な発想を期待する。モデリングだけでなく、カメラアングルや照明の工夫も重要である。

提出物とそのフォーマットについては、本紙後ろの「注意事項」と「レポートテンプレート」内の諸注意にしたがうこと。

参考書籍・Web ページ

- [1] Blender 公式サイト「Blender.org」
<https://www.blender.org/>
- [2] Road to 3DCG : Blender チートシート・基本操作ショートカット一覧表（日本語）3.2+業界互換キーマップ
<https://rt3dgc.blogspot.com/2022/07/blender-cheatsheet-v32.html>