

CプログラミングIII (2024)

<STEP3>

プリミティブの三角形ポリゴン化

STEP 2 に引き続いて、以下の処理を行うようにプログラムを拡張せよ.

(想定完成日時=11月19日12:15) (3週)

(レポート提出は不要)

<STEP3>

プリミティブの三角形ポリゴン化

STEP 2 までは、一つの三角形を表示するプログラムを作成してきたが、STEP 3 では、プリミティブのデータを与えて、そこから自動的に複数の三角形のデータを生成するプログラムを作成する。対象とするプリミティブは、直方体、円柱、球など自由に決めてよい。

<STEP3>

プリミティブの三角形ポリゴン化

簡易CSGモデルでは、プリミティブの和集合のみを扱うため、各プリミティブを三角形化できれば、全体の三角形化が完了する。

ただし、複数の三角形を表示するには、一つの三角形表示プログラム（STEP2）を繰り返し呼び出して各三角形を表示することと、隠面消去が必要となる。

STEP3では、後面除去やペインタアルゴリズムなどの簡易隠面消去法を組み込むことを想定する。

STEP3対応1

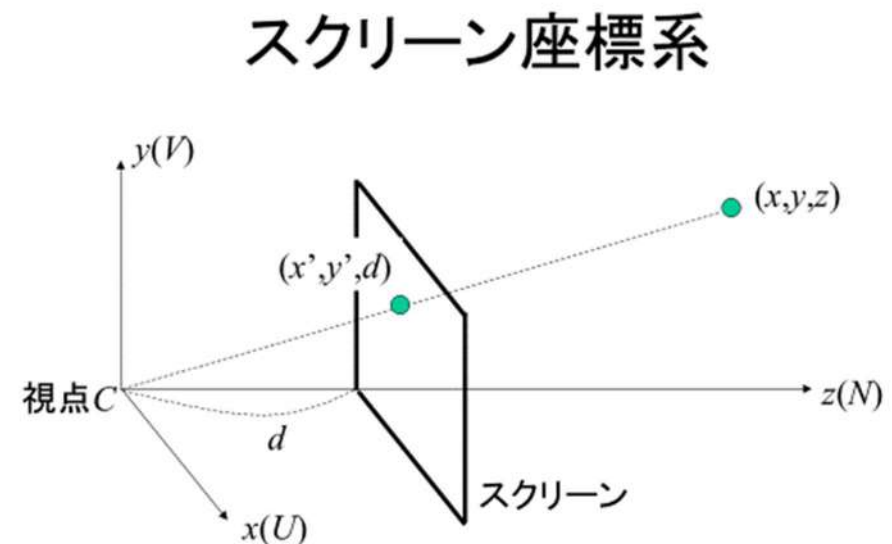
以下のスライドは「プリミティブの三角形ポリゴン化」についての説明であり、具体例として、直方体プリミティブ、円柱プリミティブ、球プリミティブについての三角形ポリゴン化の手法を説明している。

1. プリミティブデータ定義
2. プリミティブデータから三角形データの生成
(プリミティブの種類毎に異なる)

各プリミティブの向きは単純なものにしておくが良い(軸が z 軸に平行な円柱など).

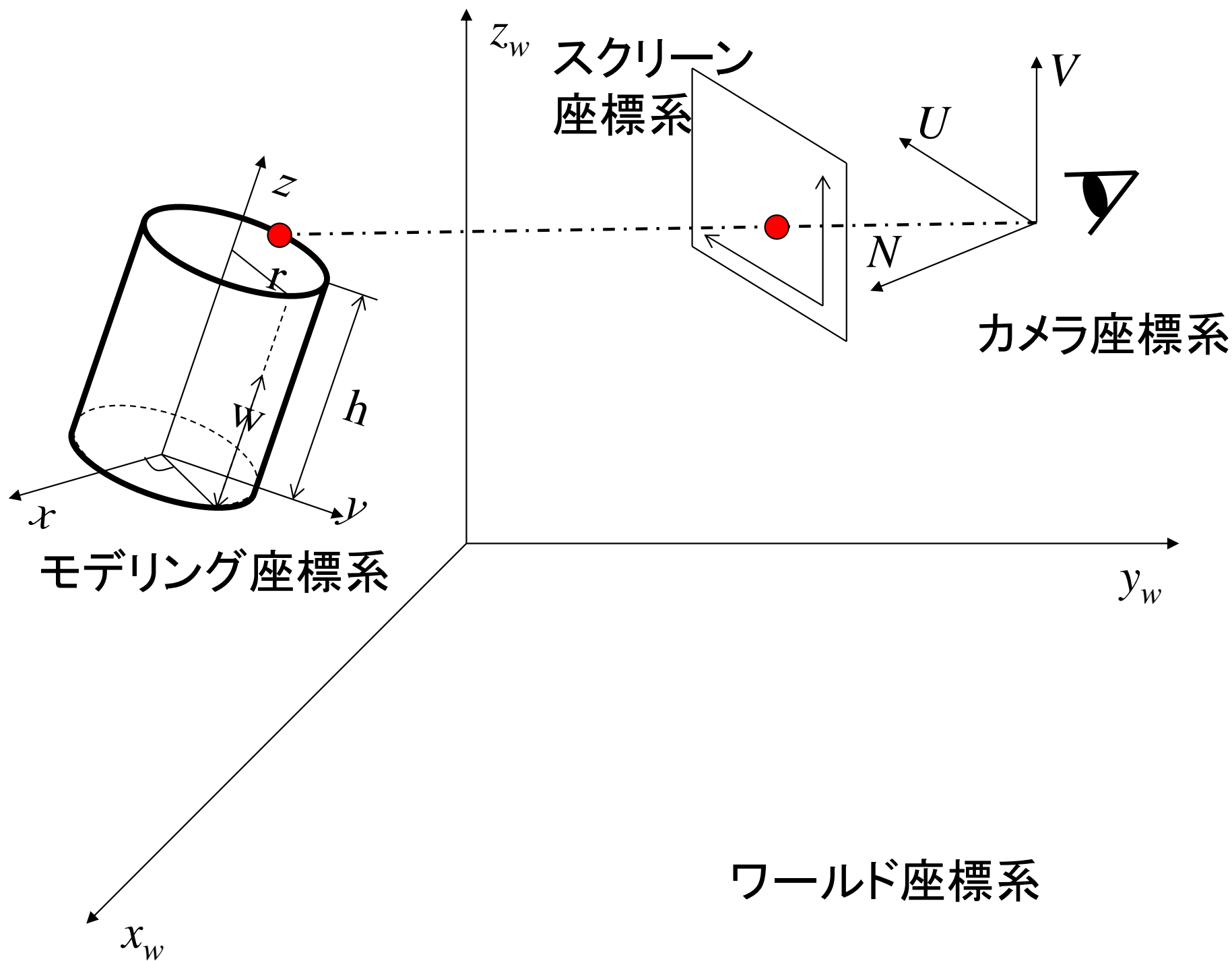
(可能なら, 後で, 任意の向きに変換すると良い. モデリング座標系からワールド座標系へ幾何変換するなど)

ただし, 現段階ではカメラ座標系(左手系. 視点が原点. 視線が z 軸方向)で定義する方がやりやすいと思われる.



カメラ座標系において透視投影を行う

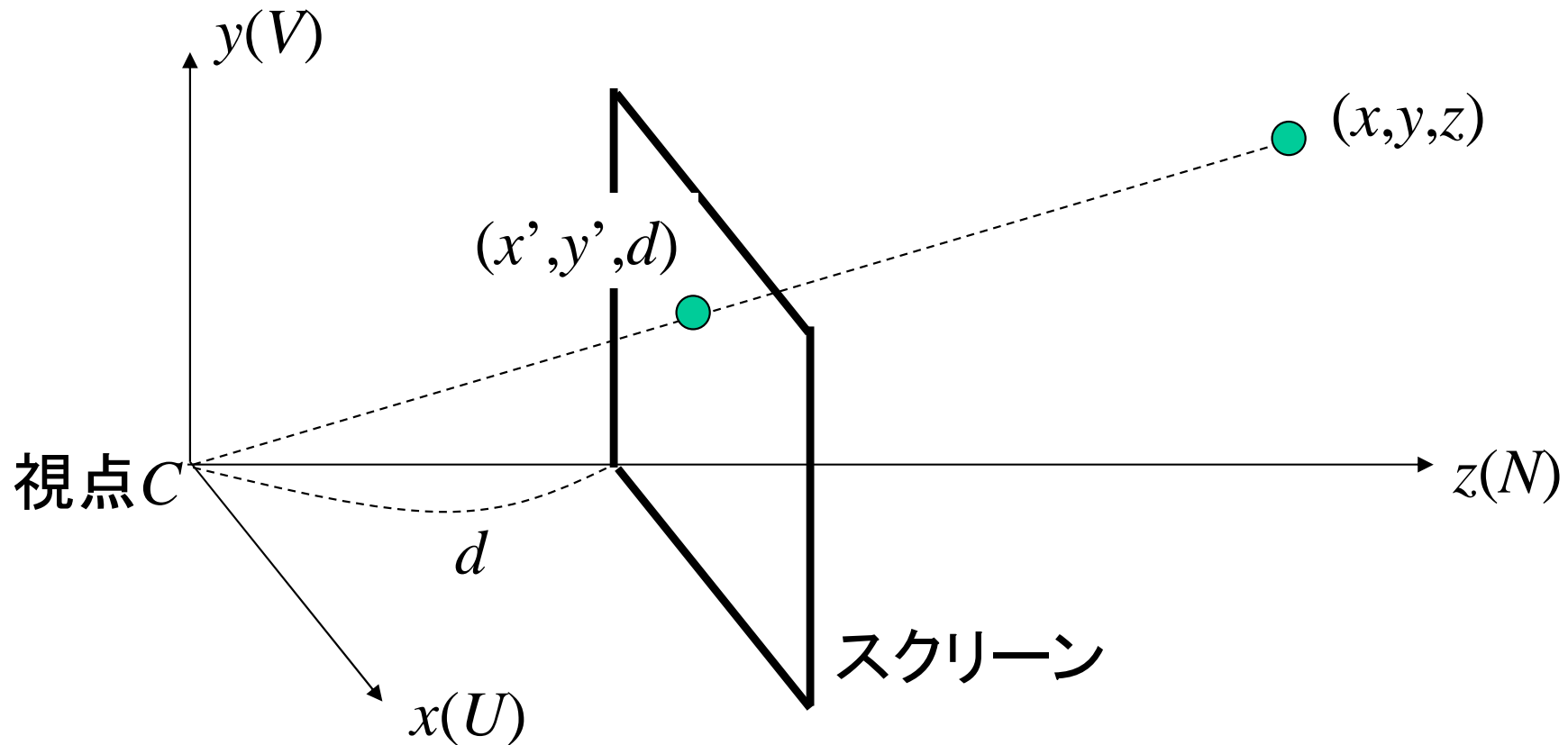
透視投影 $x'=(d/z)x, y'=(d/z)y, z'=d$ ただし, $z>0$



三角形面のデータ

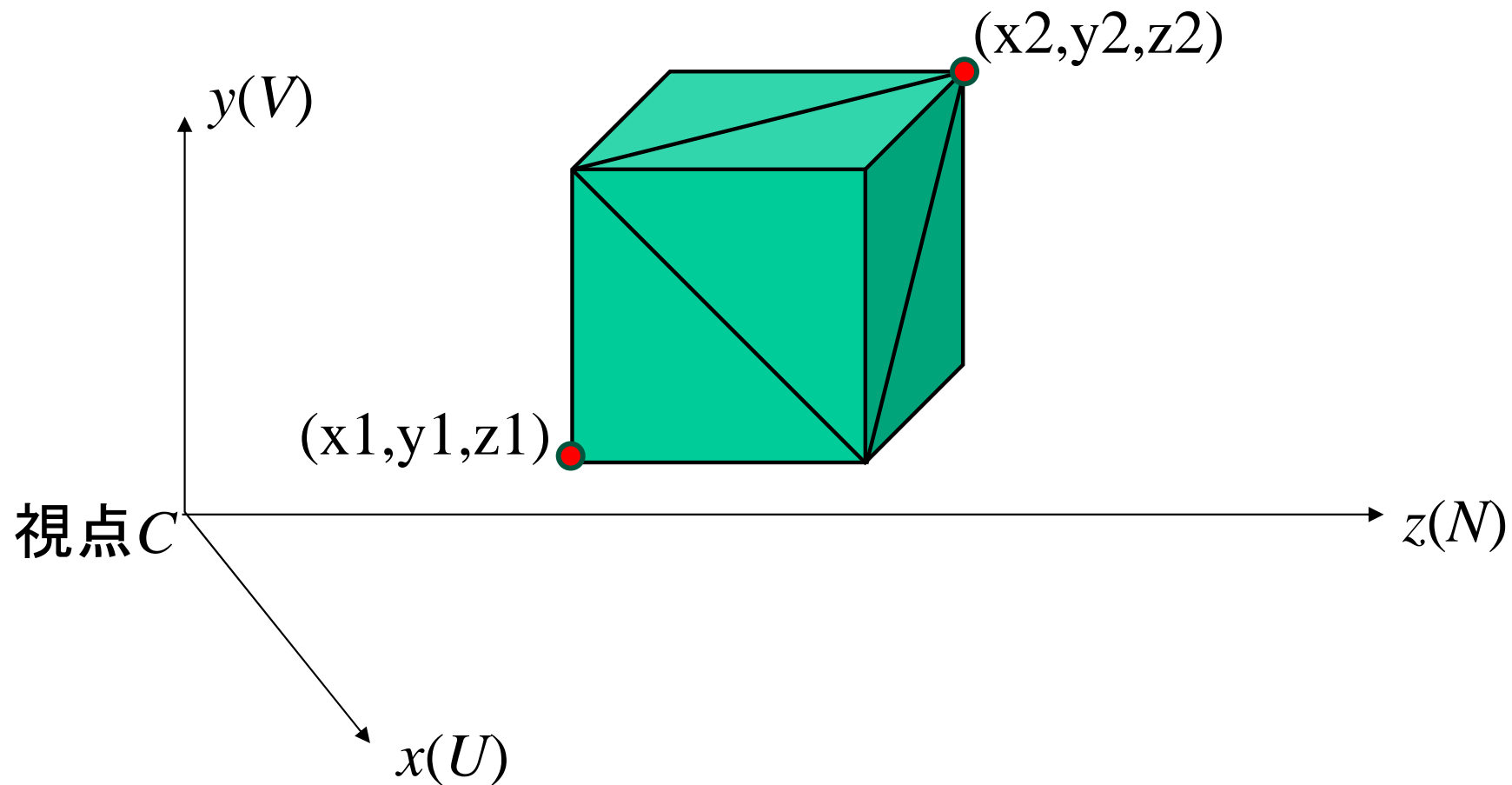
- 3頂点の座標(x, y, z)
- 面の法線ベクトル(f_nx, f_ny, f_nz)
- (3頂点の法線ベクトル(n_x, n_y, n_z))

- 面の元の色(r, g, b)
- 拡散反射係数(k_d)
- 鏡面反射係数(k_s)
- ハイライト係数(n_h)



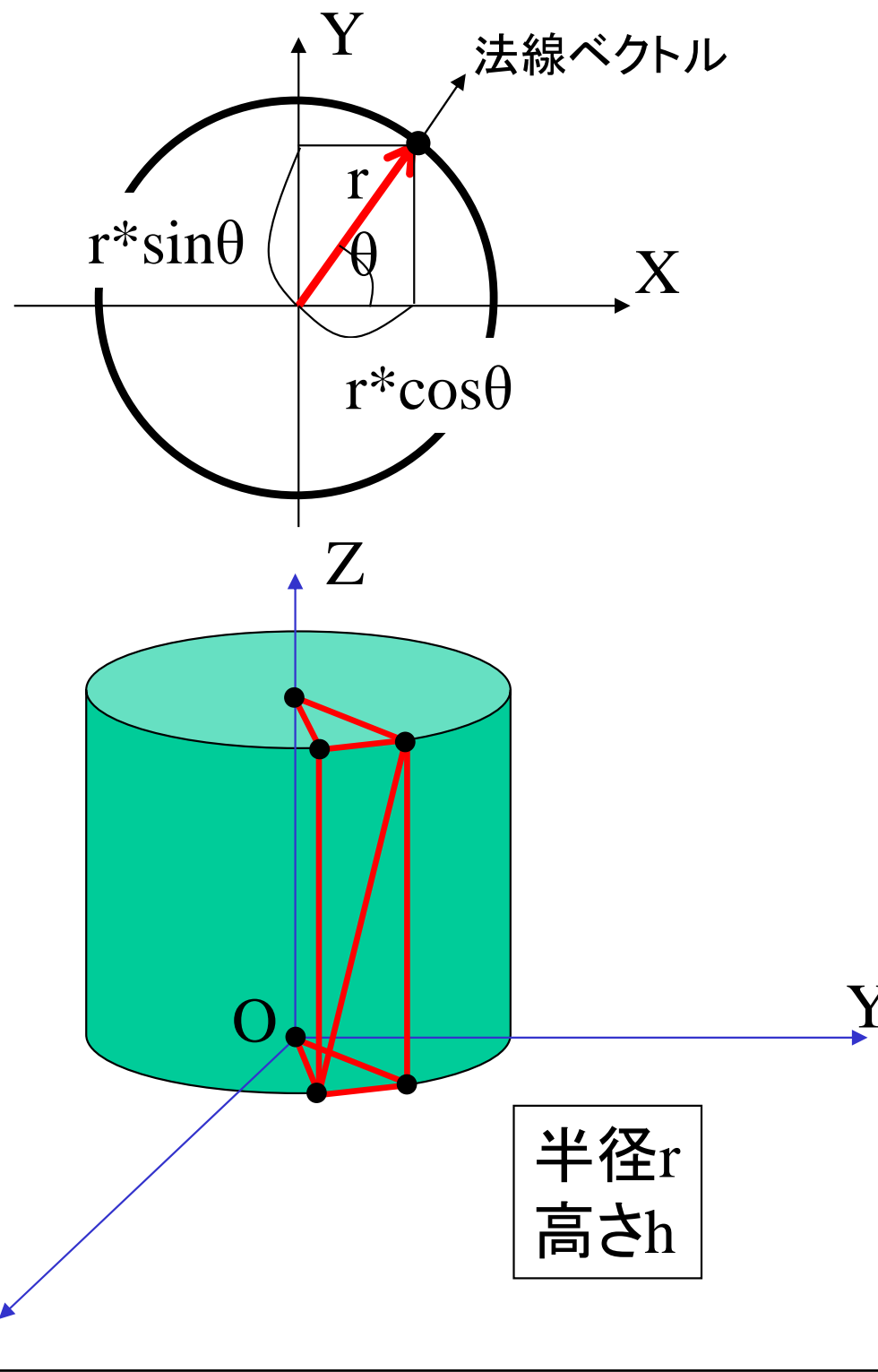
カメラ座標系 ($x-y-z:U-V-N$)

(カメラ座標系で x, y, z 軸に平行な)直方体の3角形面化



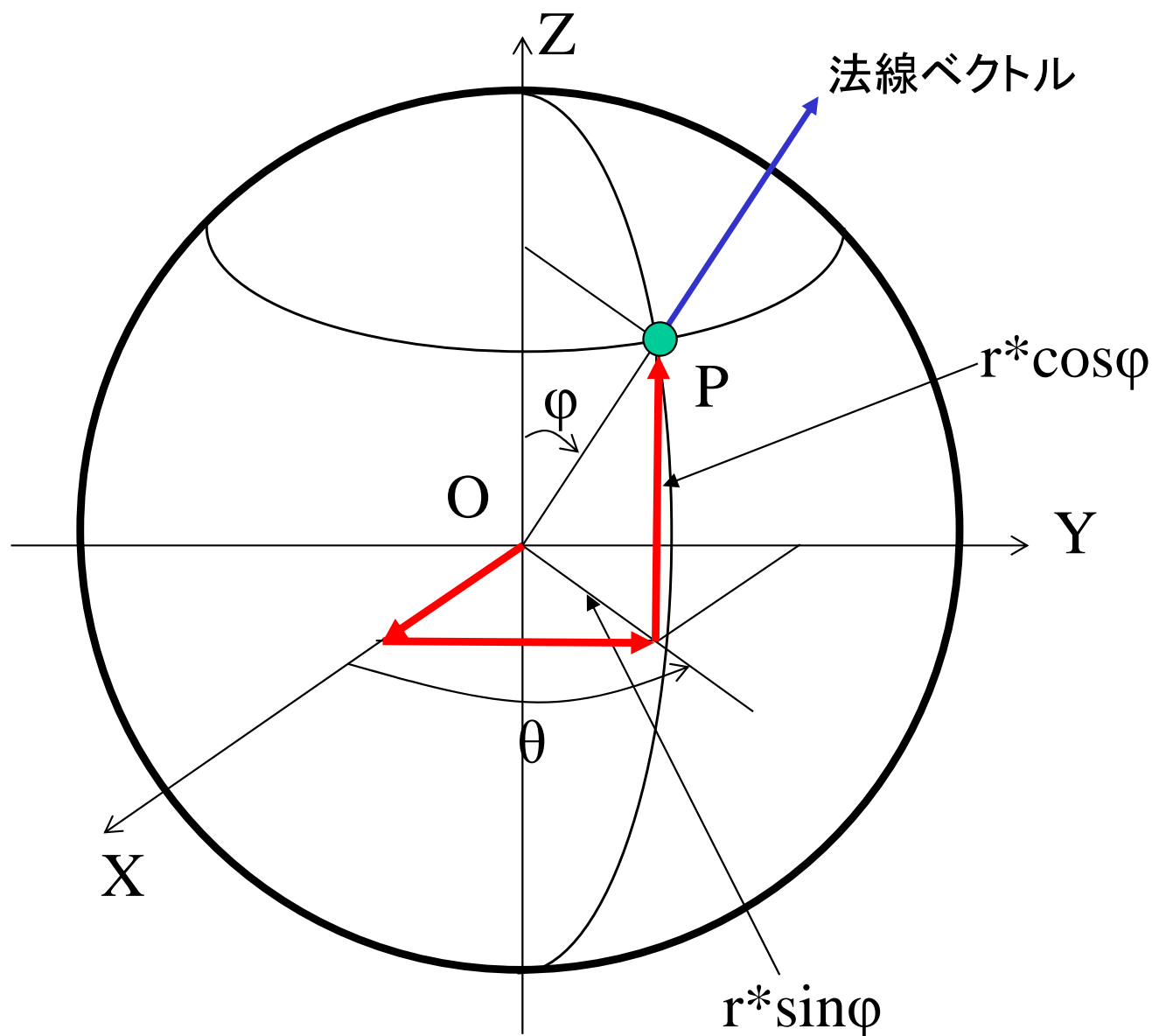
(モデリング座標系) 円柱の三角形面化

1. 底面および上面(円)をパラメータ θ で等分割する
2. 対応する底面2点および上面2点を用いて長方形を作る
3. その長方形を対角線で2分割すると三角形になる
4. 底面および上面は中心と円周上の2点で三角形になる



球面のパラメータ表現

$$P = P(\theta, \phi) = (r \cos \theta \sin \phi, r \sin \theta \sin \phi, r \cos \phi)$$



半径 r
中心 (x_0, y_0, z_0)

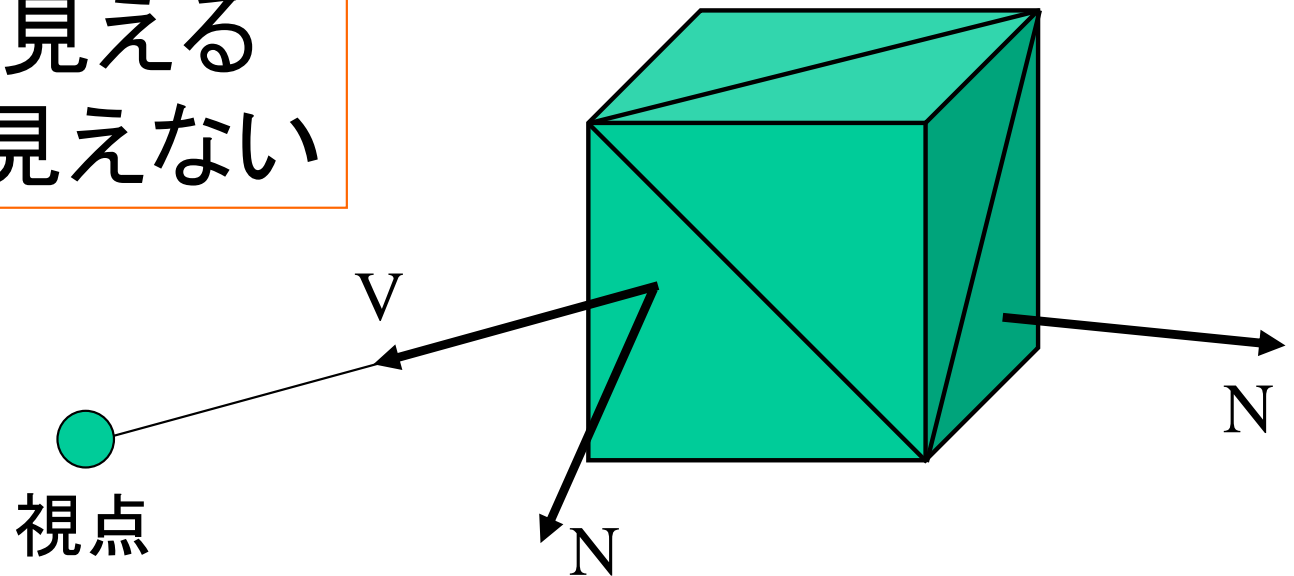
STEP3対応2

以下のスライドは「CG説明」からの抜粋であり、STEP3対応1以外で、主に必要な部分である。

後面除去

- 凸多面体1個に対してのみ有効
- 面の法線ベクトルと視線ベクトルのみで判定

$N \cdot V \geq 0$ なら見える
 $N \cdot V < 0$ なら見えない



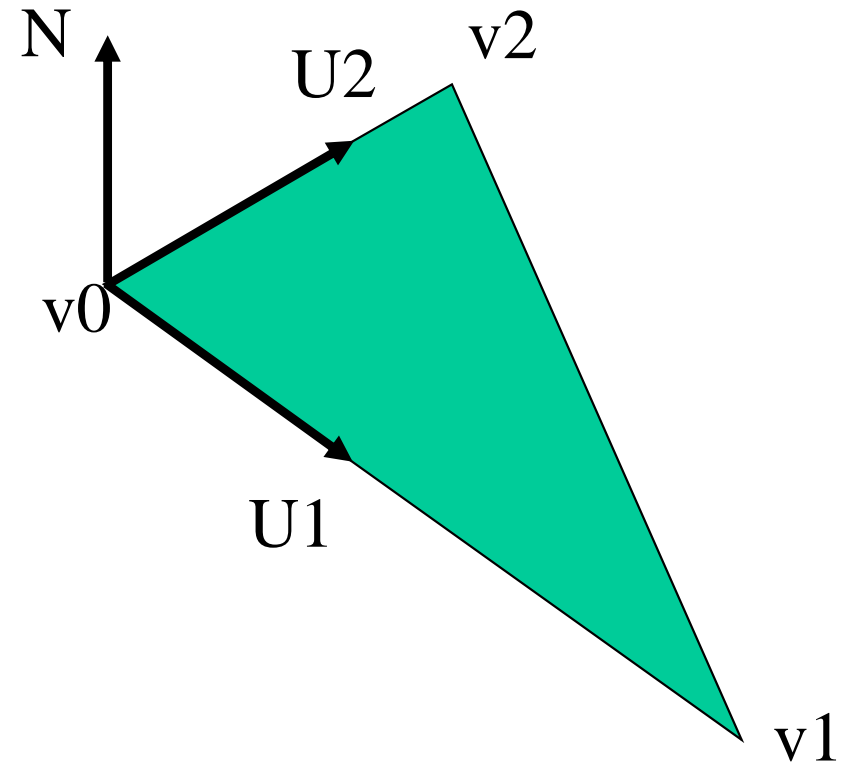
3角形面の法線ベクトル(左手系では逆向き?)

3角形面 $f = (v_0, v_1, v_2)$
に対して,
ベクトル $U_1 = v_1 - v_0$
ベクトル $U_2 = v_2 - v_0$
とすると,
法線ベクトル N は,
 $N = U_1 \times U_2$

$$U_1 = (x_1, y_1, z_1)$$

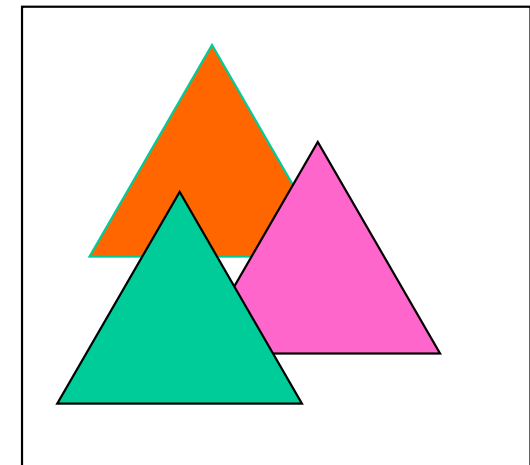
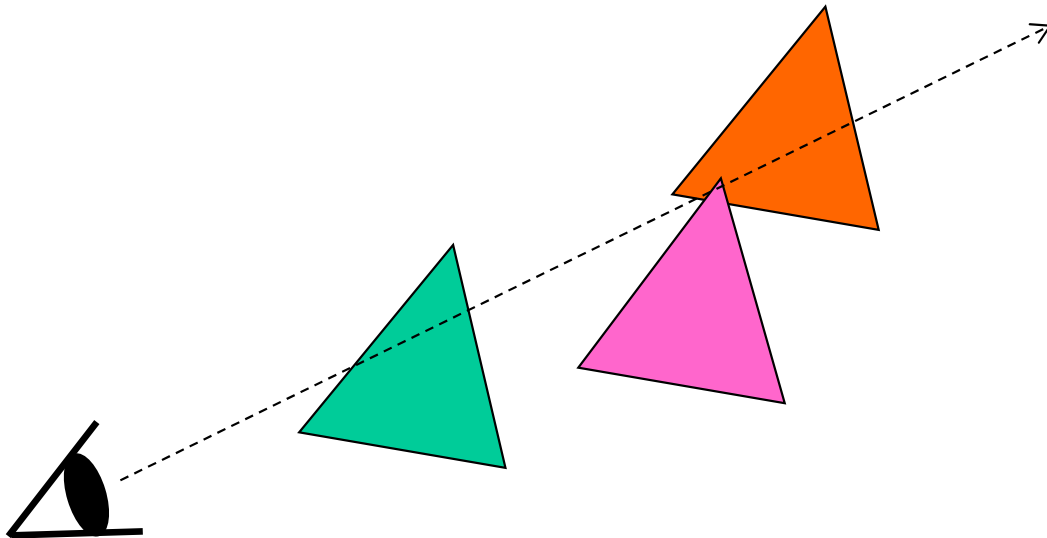
$$U_2 = (x_2, y_2, z_2)$$

$$U_1 \times U_2 = (y_1 z_2 - z_1 y_2, z_1 x_2 - x_1 z_2, x_1 y_2 - y_1 x_2)$$



ペインタアルゴリズム (奥行き優先度法)

- 視点から見て, 奥(遠く)にある面から順に塗る.
- 三角形の重心の z 値でソートする.
- 失敗することがある.



実習

次回の解説は12月03日