

# ESライブラリ&& ゲームプログラミング

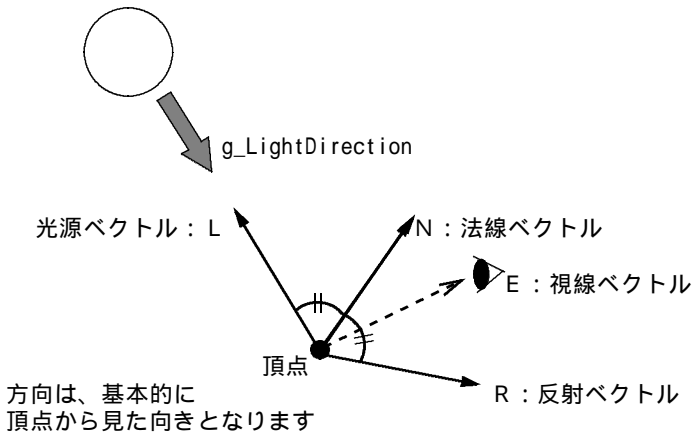
## バーテックスシェーダー編 - 第6回 スペキュラー

### スペキュラー

- ・スペキュラーとは、ツヤのある物体に光を当てたとき、視点と物体の角度によって光源自身がモデルに映り込んでできるハイライト部分のこと
- ・本来は、表面の滑らかさにより、弱く広がったり、小さな点状の強い輝きになる
- ・スペキュラーを適切に設定・計算することにより、上記のようなツヤの表現ができる

### 反射ベクトルによるスペキュラー

反射ベクトルによるスペキュラーは下のように、光源ベクトル、法線ベクトル、視線ベクトルから計算されます。



光源が物体(頂点・面)で跳ね返ったときの反射ベクトルRを求め、反射ベクトルと視線ベクトルEが近ければ強い光に、離れていれば弱い光になるようにするものです(視線ベクトルを反射させて光源ベクトルと近いかどうかを「 $I_s k_s (L \cdot R)^n$ 」で計算する方法もあります。どちらも結果は同じです)。

数式で表すと下のようになります。

$$I = I_s k_s \cos^n$$
$$= I_s k_s (E \cdot R)^n \quad ' \cdot ' \text{は2つのベクトルの内積}$$

Iは頂点のスペキュラー色、 $I_s$ はライトのスペキュラー色、 $k_s$ はマテリアルのスペキュラー反射です。また、 $n$ はハイライトの強さ(マテリアル構造体のPowerメンバ)で、大きくなるほどハイライトの面積が狭まり、鮮明になります。

$\cos$  の には、視線と反射からもとめる角度が必要です。2つのベクトルから角度を求め、 $\cos$ を計算するか、2つのベクトルを正規化(長さを±1.0にする)して内積を求めます。

ここで、反射ベクトルRは以下の式で求めます。

$$R = L - 2(N \cdot L)N \quad ' \cdot ' \text{はベクトルの内積}$$

(光源ではなく視線ベクトルEを反射させた場合は「 $R = -E + 2(N \cdot E)N$ 」)

HLSLには、反射ベクトルを計算するreflect関数があるため、プログラム自体は難しいものにはなりません。

注意点は、ディフューズのとく同じように、内積の結果が負になる場合があります。負の値を使うと正常な色合いにならないので、光が当たらないものとして0にします。

また、ディフューズの計算結果が0以下の場合、ライトが当たっていないため、スペキュラーの計算は不要です。

## 課 題

スペキュラー演算を行い、モデルにハイライト(鏡面反射)をつけましょう。

ヒント1：光源ベクトル、法線ベクトル、視線ベクトルは、念のためnormalize関数で正規化します

ヒント2：光源ベクトルは、ディフューズのと看と同様に、ライトの向きを反対にしたものです

ヒント3：法線ベクトルも、ディフューズのと看と同様に、ワールド座標系でのものを使います

ヒント4：視線ベクトル(頂点から見た視線への方向)は「視線座標 - 頂点ワールド座標」で求められます

ヒント5：パーテックスシェーダーに渡される頂点座標はローカル座標のため、ヒント4で用いる「頂点ワールド座標」は、「頂点ローカル座標 × ワールド変換行列」で求めます

ヒント6：ヒント3のため、シェーダーのグローバル変数に「ワールド変換行列」が必要になります

ヒント7：反射ベクトルはreflect関数に引数でベクトルを2つ与えるだけで簡単に求められます

ヒント8：reflect(光源ベクトル, 法線) 法線はワールド変換を考慮する必要有り

ヒント9：ヒント4とヒント8の内積を求めます( $E \cdot R$ の部分)

ヒント10：負の値対策で、 $\max(\text{ヒント9}, 0.0)$

ヒント11：さらにn乗(マテリアル構造体のPower乗)しなければならないので、 $\text{pow}(\text{ヒント10}, n)$

ヒント12：nはプログラム側から送ってもらうので、グローバル変数で定義しておきます

ヒント13：RegisterMaterialByName関数でスペキュラー、パワーの登録を忘れずに行います

ヒント14：エミッシブ+アンビエント+ディフューズ+スペキュラーが最終的な頂点色になります

ヒント15：

- ・スペキュラー演算に必要なグローバル変数(シェーダー)
  - ライトのスペキュラー色
  - マテリアルのスペキュラー反射
  - n乗(マテリアル構造体のPowerメンバ RegisterMaterialByName関数で登録)
  - ワールド変換行列(ローカルの頂点座標をワールドの頂点座標に変換するため)
  - (ワールド変換行列の逆行列の転置行列)
  - (ワールド変換行列 × ビュー変換行列 × プロジェクション変換行列)
- ・スペキュラー演算に必要なベクトル
  - 光源ベクトル(ワールド) 法線で反射させる(reflect関数) = 反射ベクトル
  - 法線ベクトル(ワールド) 法線 × ワールド変換行列の逆行列の転置行列
  - 視線ベクトル(ワールド) 視線座標 - 頂点ワールド座標
  - 念のため、すべて正規化する(normalize関数)
- ・スペキュラーの計算式
  - ライトのスペキュラー × マテリアルのスペキュラー × (視線ベクトル 内積 反射ベクトル)のn乗