

オブジェクト指向と ゲームプログラミング

DirectX Graphics 3D編 - 第11回 フォグ

フォグ

フォグとは、ポリゴンを視点との距離に応じて霧がかかったようにぼやけて見えるようにする効果のことです。フォグをかけることで、オブジェクトを霧に包まれたようにしたり、遠くから徐々に現れるような効果を得ることができます。

フォグの種類

DirectX Graphicsのフォグには、ピクセルフォグとパーテックスフォグの2種類あります(ピクセルフォグは、事前に計算されたテーブルを利用してフォグの値を決定することから、テーブルフォグとも呼ばれます)。ピクセルフォグはポリゴンのピクセル単位に、パーテックスフォグはポリゴンの頂点単位にフォグの計算が行われます。

フォグは、デフォルトでは無効になっています。有効にするには、レンダリングステートの「D3DRS_FOGENABLE」を「TRUE」に指定します。

```
// フォグを有効にする(pD3DDeviceは初期化済みのDirect3DDevice9オブジェクト)
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGENABLE, TRUE);
```

フォグの色の設定は、レンダリングステートの「D3DRENDERSTATE_FOGCOLOR」で色を指定します。

```
// フォグカラー設定
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGCOLOR, D3DXCOLOR(0.0f, 0.0f, 0.5f, 1.0f));
```

フォグの公式

DirectX Graphicsでは、フォグの効果を計算する公式として、「線形」「指数」「指数の2乗」という3つの式が用意されています。

線形公式は、以下の式で計算されます。始点と終点の間で距離に比例してフォグが強くなります。

線形公式

$$\text{フォグの強さ} = \frac{\text{end} - d}{\text{end} - \text{start}}$$

start = フォグ効果が始まる距離(開始点)
end = フォグ効果がこれ以上増加しなくなる距離(終了点)
d = 視点からオブジェクトまでの距離

線形公式を用いたフォグを使用するには、レンダリングステートでフォグの種類「D3DRS_FOGTABLEMODE」(ピクセルフォグ)またはD3DRS_FOGVERTEXMODE」(パーテックスフォグ)を設定し、設定値に「D3DFOG_LINEAR」を指定します。

```
// パーテックスフォグ(線形公式)を使用
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGVERTEXMODE, D3DFOG_LINEAR);
```

開始点と終了点は以下のように設定します。

```
// フォグ範囲設定
float FogStart = 1.0f; // 開始点
float FogEnd = 100.0f; // 終了点
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGSTART, *((LPDWORD)&FogStart));
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGEND, *((LPDWORD)&FogEnd));
```

開始点、終了点、密度はfloat型で設定する必要があります。しかし、SetRenderStateメソッドはDWORD値を使用するため、上記のように値を格納したfloat型変数をキャストする必要があります。

2つの指数公式は、それぞれ以下の式で計算されます。

指数公式

$$\text{フォグの強さ} = \frac{1}{e^{(d \times \text{density})}}$$

e = 自然対数(約2.71828)

d = 視点からオブジェクトまでの距離

density = フォグ密度(0.0~1.0の任意の値)

指数公式(2乗)

$$\text{フォグの強さ} = \frac{1}{e^{(d \times \text{density})^2}}$$

指数公式を用いたフォグを使用するには、レンダリング状態でフォグの種類「D3DRS_FOGTABLEMODE」または「D3DRS_FOGVERTEXMODE」を設定し、設定値に「D3DFOG_EXP」(指数)または「D3DFOG_EXP2」(指数の2乗)を指定します。

```
// ピクセルフォグ(指数の2乗)を使用
```

```
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGTABLEMODE, D3DFOG_EXP2);
```

フォグ密度は以下のように設定します。

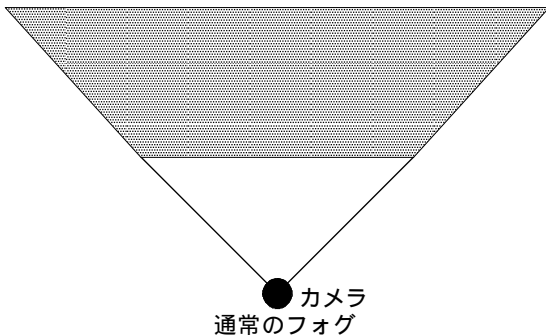
```
// フォグ密度設定
```

```
float FogDensity = 0.05f; // フォグ密度
```

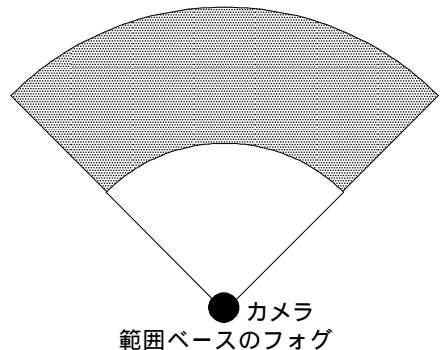
```
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_FOGDENSITY, *((LPDWORD)&FogDensity));
```

範囲ベースのフォグ

パーテックスフォグを使用するときのみ、フォグ効果をより正確に計算する範囲ベースのフォグを使用することができます。通常、フォグの計算はz値をもとに強さが決定されますが、範囲ベースのフォグでは、視点から頂点までの実際の距離をフォグの計算に使用します。頂点のz値ではなく2点間の距離の増加に従ってフォグ効果を増加させるため、視点の回転による不自然なフォグ効果を回避することができます。



通常のフォグ



範囲ベースのフォグ

範囲ベースのフォグは、デフォルトでは無効になっています。有効にするには、レンダリングステートの「D3DRS_RANGEFOGENABLE」を「TRUE」に指定します。

```
// 範囲ベースのフォグを使用
```

```
pD3DDevice->SetRenderState(D3DRS_RANGEFOGENABLE, TRUE);
```

フォグを設定してみましょう。

(1)以下のプログラムをCTestScene::CTestScene関数に追加し、どのようになるか確認しましょう。

```
// フォグ設定
float FogStart = 1.0f, FogEnd = 100.0f;
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_FOGENABLE, TRUE); // フォグ有効
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_FOGCOLOR, D3DXCOLOR(0.0f, 0.0f, 0.5f, 1.0f)); // フォグ色
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_FOGVERTEXMODE, D3DFOG_LINEAR); // パーテックスフォグ
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_RANGEFOGENABLE, TRUE); // 範囲ベースのフォグ
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_FOGSTART, *((DWORD*)&FogStart)); // フォグ開始点
DXGraphics().SetRenderState(D3DRS_FOGEND, *((DWORD*)&FogEnd)); // フォグ終了点
```

(2)フォグの色、開始点、終了点を変更し、フォグがどのように変更されるか確認しましょう。

(3)指数公式を用いたフォグを設定し、フォグがどのように変更されるか確認しましょう。

(4)ピクセルフォグに変更し、フォグがどのように変更されるか確認しましょう。

(5)3Dオブジェクトをz軸にそって前後に移動させ、どのようにフォグが掛けられるか確認しましょう。