

## Snow Deformation

雪の積もりや変形や物理ベースレンダリングを実装しました。

- 最初は雪の積もりです、雪の動画と写真を研究して、雪の積もりは二つに分けられています。

### 1. Snow Covered Object: Object that slightly under snow



雪の積もりを作るために、Snow mesh の頂点位置を少し改変して、元の形も持っています。

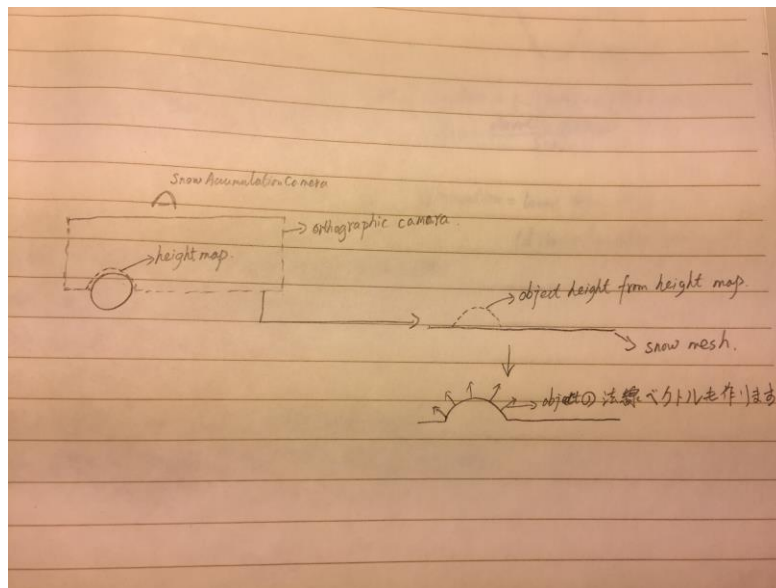
### 2. Snow Accumulated Object: Normal Object that has snow accumulated

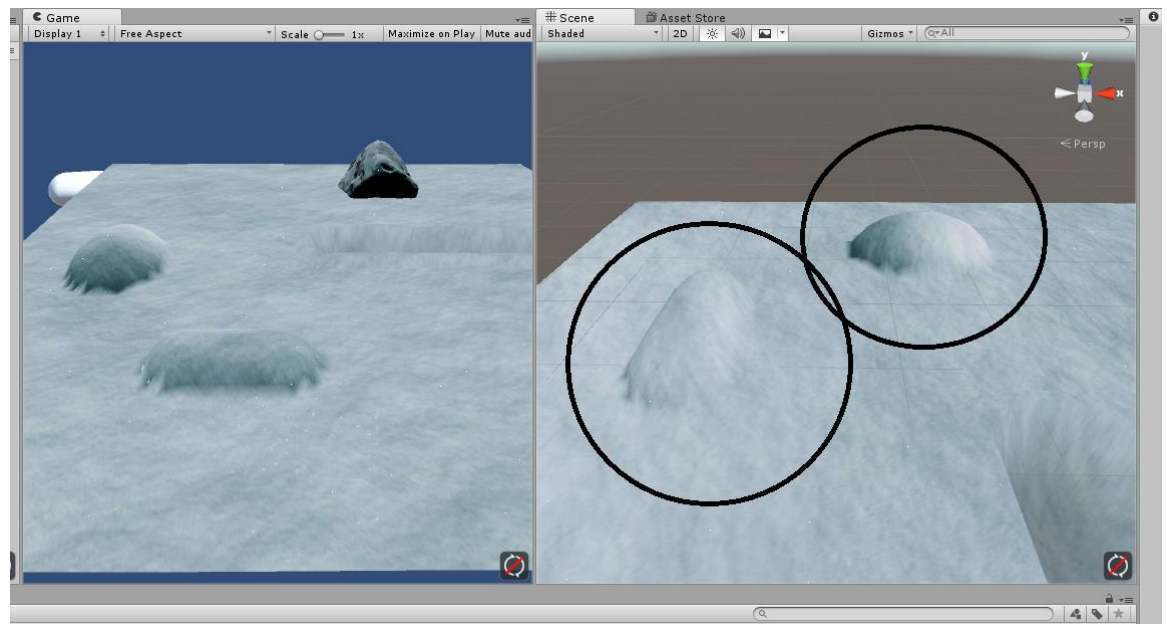




オブジェクトの頂点位置 (position) を改変して、雪のマテリアルを混合します。

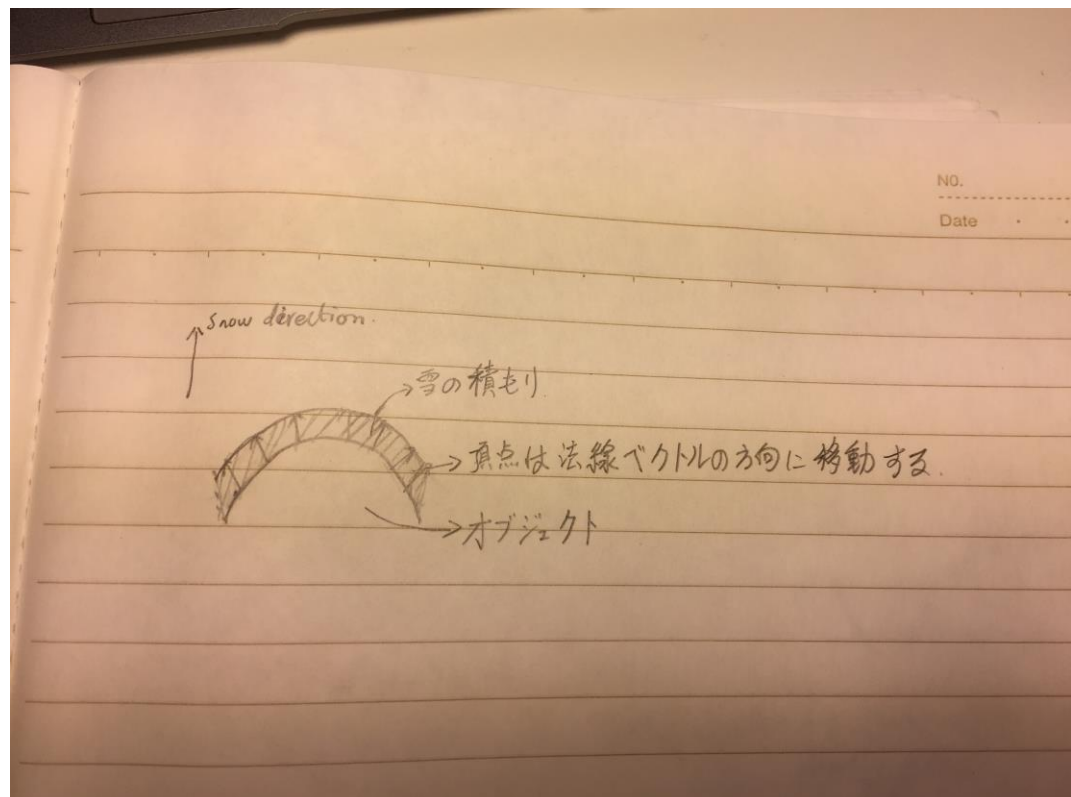
- このエフェクトを作るために、二つシェーダーを実装しました。
  - オブジェクトに SnowAccumulatedObject コンポーネントを追加して、SnowCoveredObject layer を設定して、このオブジェクトは Snow Covered Object になりました。オブジェクトが depth カメラ (SnowAccumulationCamera) で描画されて、height map を作りました。そして、SnowMesh が描画されるの時、頂点位置 (position) を改変して、雪の積もりエフェクトができました。

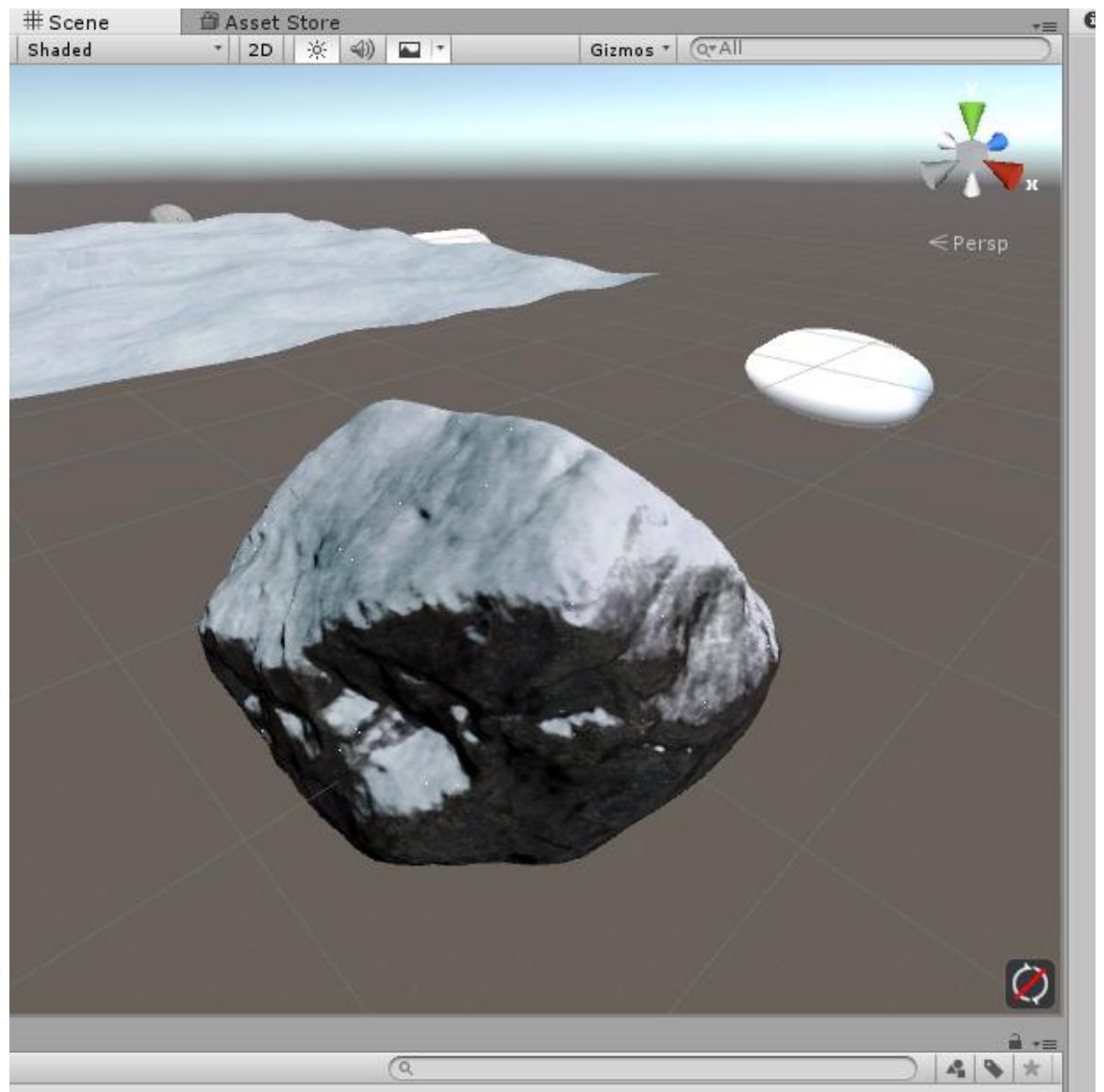




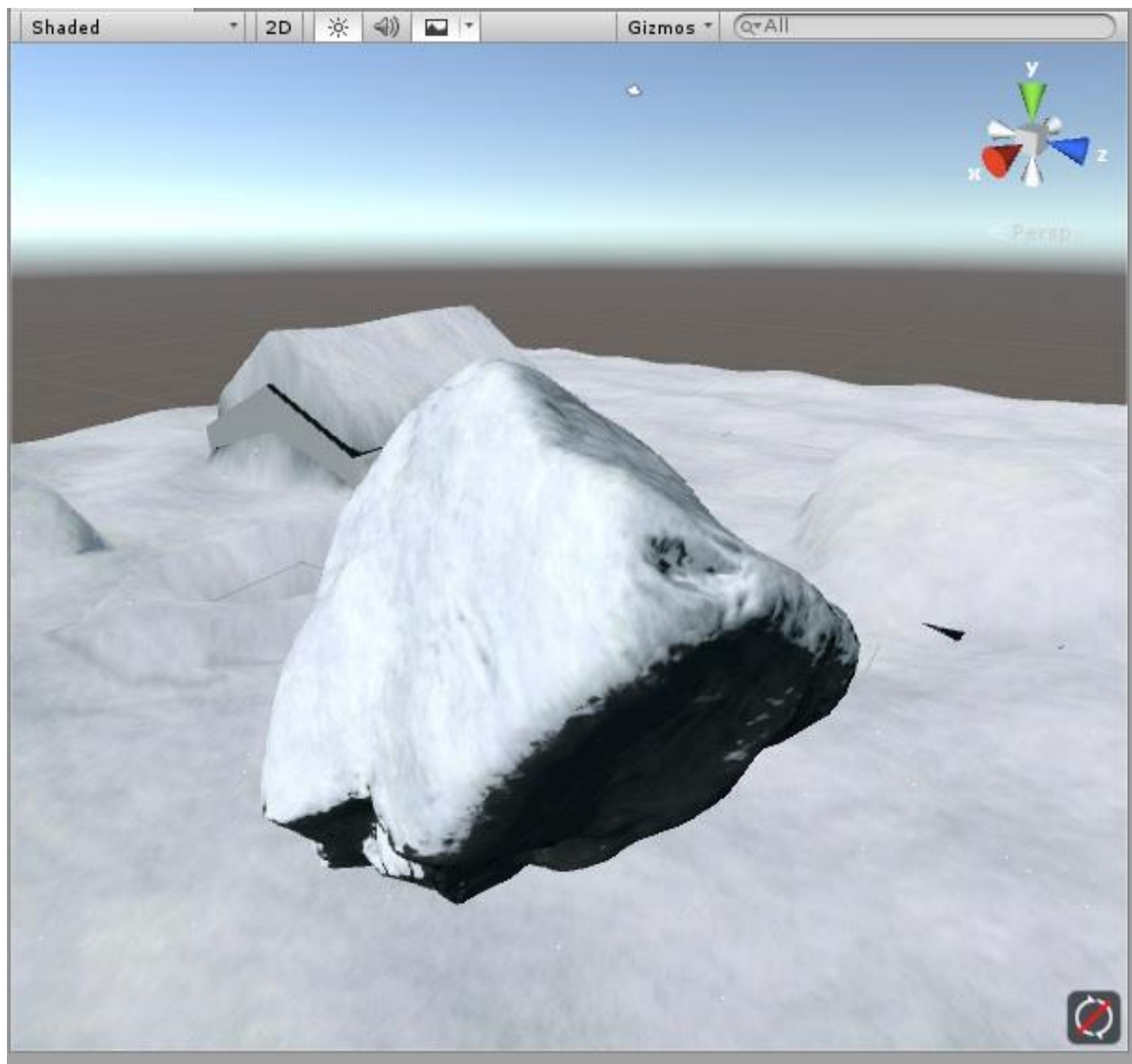
Source Files: SnowAccumulationCamera GameObject;  
SnowAccumulationCameraScript.cs; Height Map: SnowNormalsAndHeightTex

- Snow Accumulated Object はオブジェクトの頂点位置 (position) を改変して、雪のマテリアルを混合します。SnowObject.shader では “Snow level”, “Snow Direction”, “Snow Depth”, “Wetness”, “Accumulation Scale” パラメーターがあります。









Source Files: SnowAccumulatedObject.cs; Snow/SnowObject.shader

- 続きは snow deformation. このエフェクトを作るために、GPU PRO 7: Deferred Snow Deformation in Rise of the Tomb Raider と Deformable Snow Rendering in Batman: Arkham Origins を読みました。この中のエフェクトを実装しました。



snow deformation は二つがありますので、deformation と trail を作りました。オブジェクトに DynamicObject コンポーネントを追加して、DynamicObject layer を設定して、このオブジェクトは DynamicObject になりました。このオブジェクトは deformation と trail を作ることができました。

SnowDeformationCamera で height map を生成して (RenderDepthAndObjectHeight .shader) 、トレイルの高度と変形する程度と Texture 座標を計算して

(DeformationPostProcess.Shader) 、雪の形を作ります。生成した mesh で、雪が変形するのとトレイルを作ります (SnowMeshSimple.shader) 。

大きな雪で Deformation が回復するために、“Recover Speed” パラメーターも実装しました。

このレンダリングがアーティストの手伝いをいただければ、Texture を作って、理想なトレイルは作ることができます。アーティストは “Artist Scale” でトレイル高度をコントロールして、“Deformation Scale” で deformation size をコントロールすることができます。

深い Deformation は黒い色になりました。

SnowDeformationCamera で “Clear Deformation” ボタンは deformation をクリアするのができます。

SnowMesh で “Build Mesh” ボタンは新しい mesh をするのができます。

Source Files:

SnowDeformationCamera GameObject;

SnowDeformationCameraScript.cs;

DynamicObject.cs;

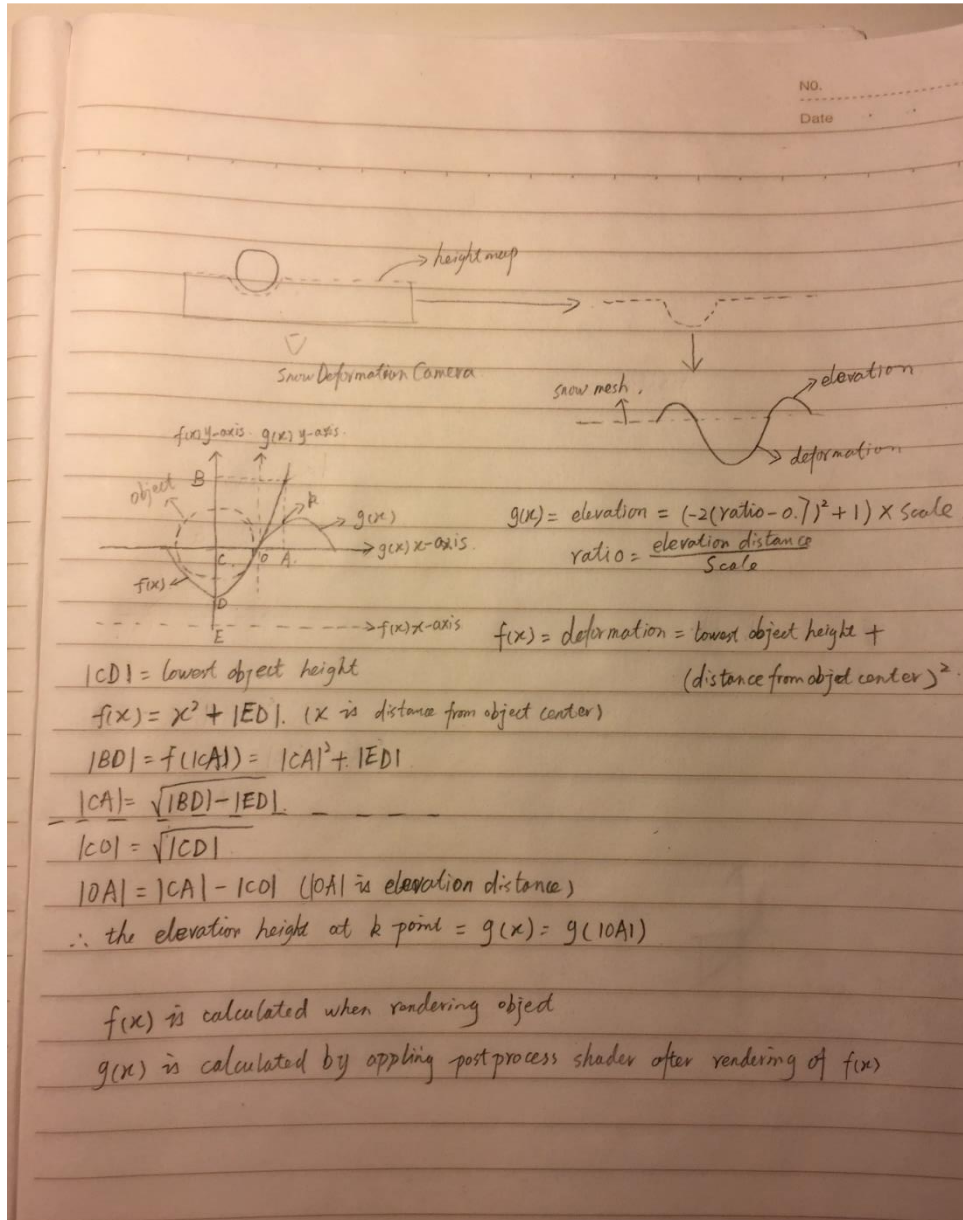
SnowMeshRendering.cs;

Snow/SnowMeshSimple.shader=>Rendering Snow Mesh;

Snow/RenderDepthAndObjectHeight.shader=>Calculate  $f(x)$ ;

Snow/DeformationPostProcess.shader=>Calculate  $g(x)$ ;

Height Map: SnowDeformationHeightTex



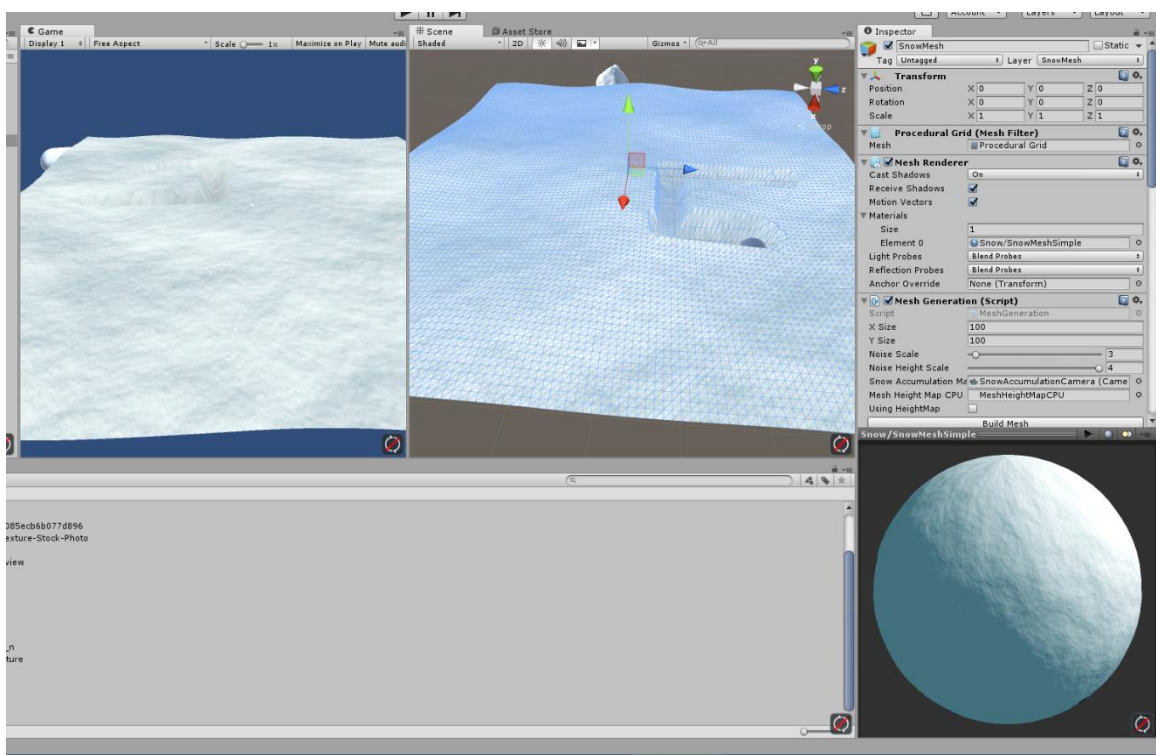
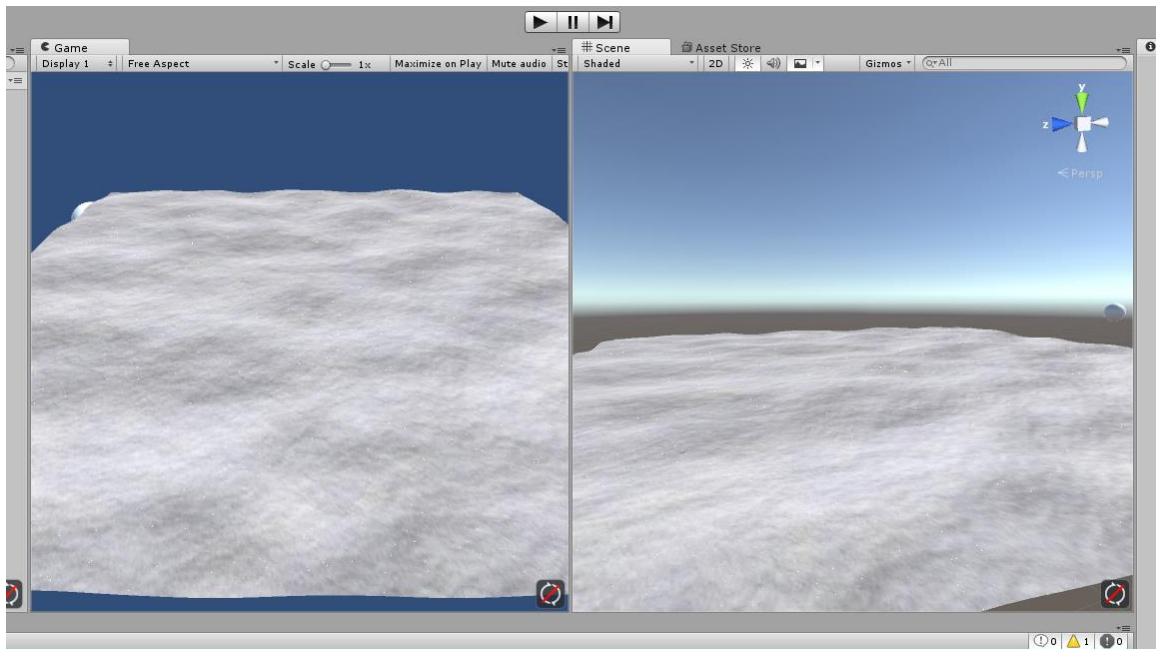




- 雪のレンダリングは[オーレン・ネイヤー反射](#)と [Cook-Torrance shading model](#) を実装します。



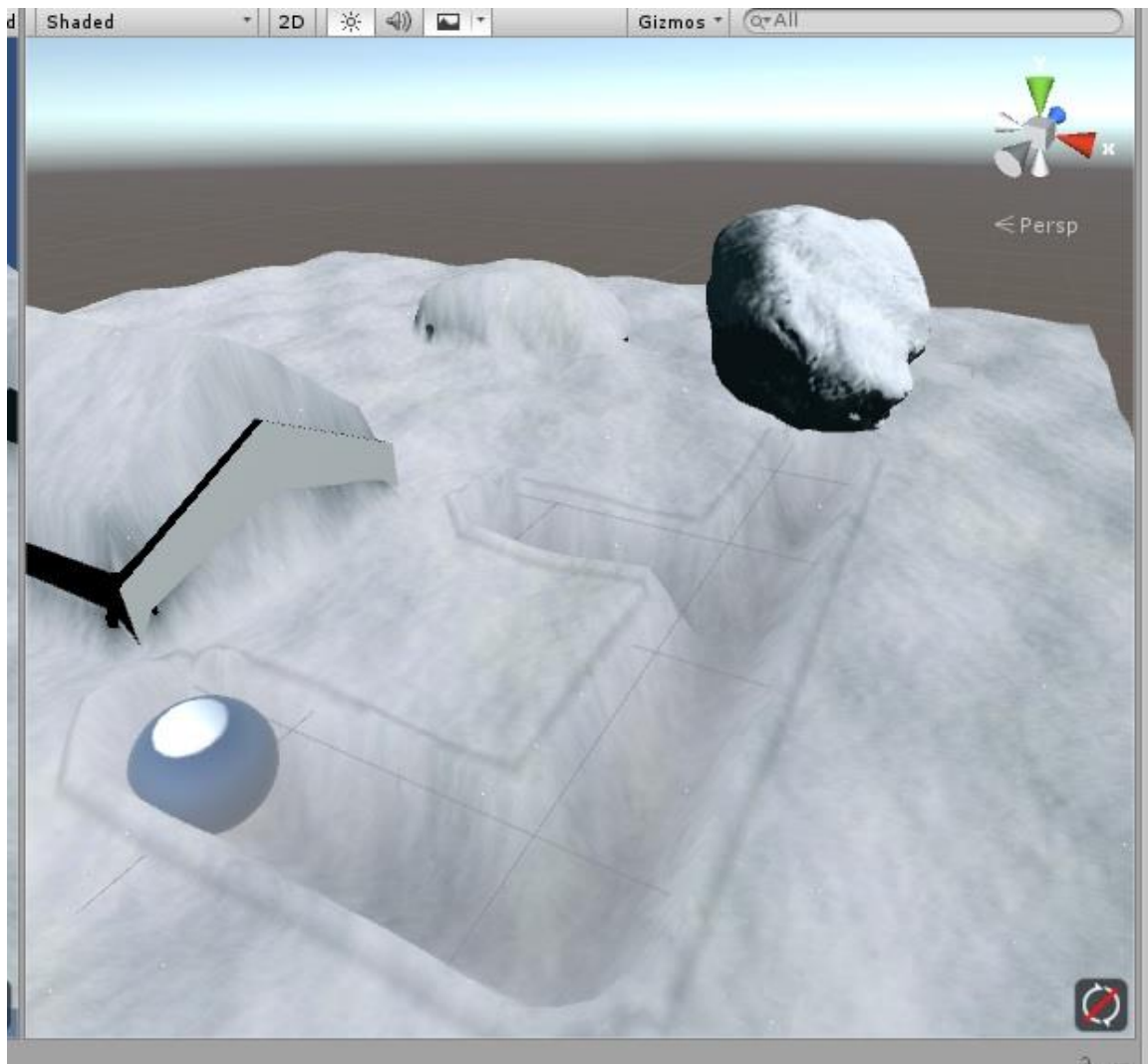
Sparkles も加えられました。



このレンダリングはアーティストの手伝いをいただければ、綺麗な色を選択して、法線マップと Specular マップも作ることができます。

Source Files: `LightingAndUtility.cginc` `CallLighting_OrenNayarBlinn` function

Final result:



Reference:

1. GPU PRO 7: Deferred Snow Deformation in Rise of the Tomb Raider
2. Deformable Snow Rendering in Batman: Arkham Origins
3. Real Shading in Unreal Engine 4
4. Writing a Cook-Torrance Surface Shader
5. Physically-Based Shading at Disney