

#### UNITY 2022 LTS EDITION $\rightarrow$ E $\forall \neg \gamma$



完全ガイド

HD レンダー パイプラインにおける ライティングと環境

### 目次

はじめに	9
HDRP のライティングと環境 10	0
インストール12	2
システム要件12	2
Unity Hub1	3
Package Manager のインストール14	4
HDRP の 3D サンプル 10	6
その他の HDRP のサンプルコンテンツ1	8
プロジェクト設定2	1
グラフィックス設定2	2
品質設定2	2
HDRP の最適化24	4
HDRP グローバル設定24	4
HDRP 機能の有効化24	4
フォワードレンダリングとディファードレンダリング	6
レンダリングパスのカスタマイズ2	7
レンダリングパスに関する詳細2	7
フォワードレンダリング2	7
ディファードシェーディング20	8
アンチエイリアシング 3(	0
マルチサンプルアンチエイリアシング(MSAA)	0
ポストプロセスでのアンチエイリアシング	2
ボリューム	4
ーーーーー ローカルとグローバル3	5

	パフォーマンスに関するヒント37
	ボリュームプロファイル
	ボリュームオーバーライド37
	オーバーライドのワークフロー38
	ブレンディングと優先度39
出。	
	露出値を理解する41
	露出値の計算式43
	Exposure オーバーライド44
	$\lceil Fixed  floor = -  floor$
	「Automatic」モード44
	「Metering Mode」のオプション45
	自動ヒストグラム46
	カーブマッピング47
	物理カメラ
	「Physical Camera」のその他のパラメーター49
イト	
	ライトのタイプ51
	形状
	色と温度53
	追加のプロパティ53
	ライトレイヤー
	ライトアンカー
7理^	ベースのライト単位と強度57
	単位
	ライティングと露出の一般的な値58
	IES プロファイルとクッキー59

DRP	グローバルイルミネーション6	0
	グローバルイルミネーションを理解する6	0
	HDRP グローバルイルミネーションの機能6	1
	ベイクしたグローバルイルミネーション6	2
	ライトマッピングのワークフロー6	3
	ライトマップの最適化6	5
	GPU ライトマッピング6	6
	ライトマップ UV6	6
アル	タイムグローバルイルミネーション6	7
	Enlighten GI6	7
	Enlighten Realtime GI を使う6	8
	スクリーンスペースグローバルイルミネーション6	9
ን ተ ኮ ፣	プローブ	0
	ライトプローブグループ7	0
	Sponza Palace とは?7	2
	アダプティブプローブボリューム7	2
境ラ	イティング	6
	HDRI Sky	7
	HDRI Sky のアニメーション7	8
	Gradient Sky7	9
	Physically Based Sky7	9
	色についてのヒント8	0
イトレ	レーシングとパストレーシング8	1
	設定8	1
	オーバーライド8	2
	パフォーマンス8	6
	パストレーシング	7

	DirectX 12
フォグ	と大気散乱90
	グローバルフォグ90
	ボリュメトリックライティング93
	ボリュメトリックライティングやシャドウについてのヒント93
	ローカルボリュメトリックフォグ95
シャド	ウ97
	シャドウマップ97
	シャドウカスケード98
	コンタクトシャドウ100
	マイクロシャドウ101
	エリアライトソフトシャドウ102
リフレ	クション 103
	スクリーンスペースリフレクション104
	リフレクションプローブ105
	最適化のヒント106
	平面リフレクションプローブ106
	スカイリフレクション107
	リフレクションヒエラルキー107
	リフレクションプロキシボリューム108
リアル	タイムライティングエフェクト 109
	Screen Space Ambient Occlusion109
	Screen Space Refraction111
ポスト	プロセス112
	Post-processing $\neg - \neg - \neg - \neg + \cdots - \neg + \cdots - \cdots$
	トーンマッピング113
	Shadows、Midtones、Highlights114

	ブルーム115
	被写界深度116
	White Balance118
	カラーカーブ118
	色の調整119
	Channel Mixer119
	Lens Distortion120
	ビネット121
	モーションブラー121
レンズ	フレア122
動的解	<b>锋度 125</b>
	NVIDIA DLSS (NVIDIA RTX GPU および Windows)125
	AMD FSR (クロスプラットフォーム)126
	TAA Upscale (クロスプラットフォーム)127
レンダ	リングデバッガー128
	カラーモニター131
	HDR10 スクリーン向けサポート132
	Runtime Frame Stats132
シェー	ダーとマテリアル
	マテリアルのサンプル133
	マテリアルバリアント134
	マテリアルのプロパティ135
	透明度136
	サブサーフェススキャタリングと透過度137
	デカール
	Shader Graph140
	HDRP マスタースタック141

	ボリュメトリックシェーダーグラフフォグ142
	全画面 Shader Graph144
Terra	in (地形)
	地形の作成146
	スカルプティング146
	テクスチャリングとディテーリング147
	樹木および植生147
	SpeedTree インテグレーション148
	Terrain Tools パッケージ149
	地形のペイント149
	ノイズエディター151
	Terrain Toolbox152
	地形におけるレイトレーシングサポート153
	HDRP 地形デモ153
Cloud	ls 155
	Cloud Layer156
	大気および太陽に基づいたライティング157
	ボリュメトリッククラウド158
	HDRP Clouds プリセットブレンディング159
HDRP	ウォーターシステム 160
	ウォーターシステムについて160
	開始方法162
	Unity 2023 の新機能162
	Water Surface コンポーネント163
	HDRP 水サンプル164
	物理ベースシェーディング166
	波や風のシミュレーション168

C

Η

-	5ねり、攪拌、波紋16	8
7	★流マップ165	9
-	プロシージャルレンダリング16	9
7	k面のデフォーム170	0
ì	包の追加17	1
	表面の泡17	1
Ì	包ジェネレーター172	2
デカール	しとマスキング17:	3
<u>-</u>	デカール	3
Ţ	ウォーターマスク17	3
-	コースティクス174	4
7	Kの除外17	5
7	K中シーンのレンダリング170	6
г.	ウォーターラインエフェクトとカスタムパス170	6
7	kのスクリプティング17	7
)	パフォーマンスと最適化178	8
	ウォーターシステムの追加デモ175	9
Į	急のシーン175	9
<u>-</u>	デモシーンのナビゲーション180	0
J	IIのシーン	0
-	プールのシーン	0
次のスラ	テップ	1
-	ーーー その他のリソース	2



「Book of the Dead」では、HDRP を使用して雰囲気のあるライティングを作成しています。

ゲームの世界を作ることは、計り知れない規模で創造力を解き放つことを意味します。

HD レンダーパイプライン(HDRP)の革新的なリアルタイム 3D グラフィック作成能力を 用いれば、アーティストや開発者は、ゲームデザインの限界を押し上げる視覚的に素晴らしい 環境をプレイヤーに提供できるようになります。

超現実的なレイトレーシングによるリフレクション面や放射面が光り輝く、近未来の巨大都市が広がっているところを想像してみてください。あるいは、密集した植物が SpeedTree で 生成され、サブサーフェススキャタリングで逆光が再現された太古の熱帯雨林を思い浮かべて みてください。物理ベースレンダリングを利用すると、映画のようなライティングをシーンに 適用し、現実世界のカメラと同様の露出度でそれらをキャプチャすることができます。

雰囲気やムードを演出する必要がありますか?ボリュメトリックフォグとシャドウを駆使し、 シーンに奥行きや没入感を加えましょう。その後、デカールプロジェクターで細部を重ね、 本格的なカラーグレーディングや、被写界深度やブルームなどのポストプロセスエフェクトで 仕上げましょう。

今回、この HDRP ガイドを更新し、最新のワールド作成ツールー式を含めました。 Terrain Tools で、文字通り山を動かしたり、渓谷を削り出しましょう。上にある太陽が輝く 空を Cloud Layers で飾り、下にある海、湖、川などのアニメーションを新しいウォーター システムで作りましょう。

あなたが伝えたい物語はどのようなものですか?HDRPを使って、ビジョンを具現化しましょう。

## HDRP のライティングと環境

HDRP は、多様な機能で Unity の既存のライティングシステムを拡張し、より現実世界の ライティングに近いシーンのレンダリングを可能にします。

- 物理のライト単位と高度なライティング:HDRP では、現実世界の光の強度と単位を使用します。既知の光源の基準に合わせて、物理カメラを使用して露出を設定します。スポットライトやエリアライトの新しい形状オプションを使用して、ライトの配置を制御できます。スクリーンスペースグローバルイルミネーションや Screen Space Refraction などのリアルタイムエフェクトを適用できます。
- 空の景色:様々なテクニックで自然な空を創造することができます。Physically Based Sky (物理ベースのスカイ)ボリュームオーバーライドで大気のシミュレーションを プロシージャルに行ったり、ボリュメトリッククラウドやクラウドレイヤーを追加したり、 HDRI を適用して静的な空のシミュレーションを行ったりできます。
- Terrain(地形):HDRP で強化されたスカルプティングツール、テクスチャレイヤリング、 カスタムブラシで、現実的な風景を作り出しましょう。ハイトマップで地形を作り、風に 揺れる植生を追加して、リッチかつ動的なシーンを生み出せます。
- ウォーターシステム: HDRP の新しいウォーターシステムは、インタラクティブな水面を 再現します。物理的に正確な波のシミュレーション、水流、そして泡を追加し、シーンに 動きを与えましょう。
- フォグ:フォグを使用して、シーンに奥行きや立体感を加えましょう。ボリュメトリックを 有効にして、フォグエフェクトを前面のオブジェクトに組み込むことで、シネマティックな 光の軌跡をレンダリングできます。ボリュメトリックライトやシャドウをライトごとに 管理して、Local Volumetric Fog コンポーネントを使用し、3D マスクテクスチャーで フォグの密度を細かく調整することが可能です。

- ボリュームシステム:HDRP には直感的なシステムが採用されており、カメラの位置や 優先度に応じて、様々なライティングエフェクトや設定の適用を調整できます。ボリューム を重ねたりブレンドしたりすることで、シーン内のあらゆる領域に対してエキスパートレ ベルの制御を実現できます。
- ポストプロセス:HDRP のポストプロセスは、既存のボリュームシステムからうまく
   処理を行い、ボリュームオーバーライドにてまとめて管理されています。アンチエイ
   リアシング、トーンマッピング、カラーグレーディング、被写界深度、その他のさまざまな
   エフェクトを追加できます。
- 高度なシャドウ: HDRP は、シャドウに対するビジュアル面とパフォーマンス面での 高度な制御を提供しています。色合いやフィルタリング、解像度、メモリバジェット、 更新モードを調整できます。コンタクトシャドウやマイクロシャドウを利用して、細かい ディテールやさらなる深みを際立たせましょう。
- 高度なリフレクション:さまざまな手法を使用して反射面をレンダリングできます。リ フレクションプローブでは、従来のリフレクションマッピング手法に加え、フラットな表 面向けのより高度なオプションを持つ平面リフレクションプローブを使用できます。さ らにスクリーンスペースリフレクション(SSR)によって、深度バッファーを使用したリ アルタイム手法を利用できます。

HDRP に触れるのがまったく初めてという方は、HD レンダーパイプライン(HDRP)の概要を ご覧ください。

### インストール

Unity 2022 LTS 以降では、常に検証済みの最新のグラフィックスコードを利用していただける よう、インストールファイルに HDRP パッケージが含まれています。Unity の最新リリースを インストールすると、それに対応するバージョンの HDRP もインストールされます。

HDRP の パッケージバージョン	互換性のある Unity バージョン
15.x	2023.1
14.x	2022.3(このガイドで使用)
13.x	2022.1

HDRP グラフィックスパッケージを Unity の特定のリリースに関連付けることで、互換性が 確保されます。ただし、マニフェストファイルをオーバーライドすることで、HDRP のカスタム バージョンに切り替えることもできます。

#### システム要件

HRDP は、現在、次のターゲットプラットフォームと互換性があります。

- DirectX 11 または DirectX 12 と Shader Model 5.0 搭載の Windows および Windows ストア
- 最新のコンソール (Sony PlayStation<sup>®</sup>4 または Microsoft Xbox One 以上)
- Metal グラフィックス対応の MacOS(バージョン 10.13 以降)
- Vulkan 対応の Linux および Windows プラットフォーム

HDRP は、コンピュートシェーダー対応のコンソールおよびデスクトッププラットフォーム でのみ機能します。HDRP は、OpenGL または OpenGL ES デバイスには対応していません。 詳しくは、要件と互換性に関するドキュメントをご覧ください。

対応している VR プラットフォームおよびデバイスについては、「HD レンダーパイプライン (HDRP)における VR」をご覧ください。

#### Unity Hub

Unity Hub を使用するのが、最も簡単に HDRP プロジェクトを設定する方法です。

まず、新しいプロジェクトを作成します。選択できるテンプレートの中から「**3D (HDRP)**」の 空のテンプレートまたは「**3D Sample Scene (HDRP)**」を選択します(旧バージョンの Hub では「High Definition RP」とも呼ばれる)。最新のものを選択し、いくつかのプリセット例を 含む HDRP パッケージをインポートします。

•••	New project Editor Version: 2021.2.9f1 🗘	
i≡ All templates	Q Search all templates	
<ul> <li>Core</li> <li>Sample</li> </ul>	Core	
🗢 Learning	Core	
	2D (URP) Core	3D Sample Scene (HDRP) Walk through a High Definition Render Pipeline (HDRP) demo and learn how to develop state- of-the art graphics on high-end platforms.
	STP 3D (URP) Core	Read more
	3D (HDRP) Core	Download template
	3D Sample Scene (HDRP) Sample	٥

<sup>「3</sup>D Sample Scene (HDRP)」テンプレートを選択します。



**サンプルシーン**をロードします。次のようなシーンが表示されます。

「3D Sample Scene」のプロジェクト設定

#### Package Manager のインストール

「3D Core」テンプレートを使用してプロジェクトを作成した場合は、以前までのビルトイン レンダーパイプラインが使用されることになります。Package Manager(「Window」 > 「Package Manager」)からであれば HDRP に手動でプロジェクトを移行することが できます。

Unity Registry で「High Definition RP」パッケージを確認(または検索フィールドを使用して 確認)し、インストールします。

Package Manager	p.		: 🗆 ×
+ ▼ Packages: Unity Registry ▼ Sort			۵.
▶ Cinemachine	2.8.0-pre.1 RC 🗸 🕇		
▶ Code Coverage			
▶ Core RP Library		Version 12.0.0 - July 27, 2021	
Editor Coroutines		View documentation • View changelog •	
▶ FBX Exporter	4.1.0-pre.2 RC	The High Definition Render Pipeline (HDRP)	is a high-fidelity Scriptable Render Pipeline
V High Definition RP		built by Unity to target modern (Compute Sha	ader compatible) platforms. HDRP utilizes
	12.0.0 <b>R</b>	hybrid Tile/Cluster deferred/Forward lighting	architecture and gives you the tools you
▶ In App Purchasing	3.2.3	need to create games, technical demos, anin standard.	nations, and more to a high graphical
▶ Input System	1.1.0-pre.5 RC 🗸		
▹ iOS 14 Advertising Support		▼ Samples	
▶ JetBrains Rider Editor	3.0.7 🗸	Additional Post-processing Data	Import
▶ Live Capture	1.0.1-pre.465 RC	35.34 MB	
	1.0.0-pre.9 RC	22.47 KB	Import
Magic Leap XR Plugin	6.2.2	Particle System Shader Samples	Import
▶ ML Agents	2.0.0-pre.3 RC	Material Samples	
		69.25 MB	Import
Oculus XR Plugin		Lens Flare Samples 26.96 MB	Import
▶ OpenXR Plugin	1.2.8	Local Volumetric 3D Texture Samples	Import
▶ Polybrush		418.38 KB	- Import
Last update Aug 2, 11:15	C -		Remove

Package Manager のインストール

現行のプロジェクト設定で競合が発生した場合には、トラブルシューティングに対応した HD レンダーパイプラインのウィザードが表示されます(「Window」> Rendering」 > 「HDRP Wizard」で開くこともできます)。

「Configuration Checking」で「Fix All」をクリックするか、個別に「Fix」をクリックして それぞれの問題を修正します。このチェックリストは、非 SRP プロジェクトからの移行時にも 役立ちます。

Embed Configuration Editable Package	
Default Path Settings	
Default Resources Folder HDRPDefaultResources	
Configuration Checking	
HDRP HDRP + VR HDRP + DXR	
Fix All	
Global	
Assigned - HDRP Settings	
Assigned - Graphics	
Color space	
Lightmap encoding	
Shadows	
Shadowmask mode 🗸	
Runtime resources	
Editor resources	
Default Look Dow volume profile	
Default Look Dev volume profile must be assigned in the HDRP Settings! Also,	
for it to be editable, it should be outside of package.	
Assets Migration	
Current Quality	
Assigned - Quality	
SRP Batcher 🗸	
Project Migration Quick-links	
Convert All Built-in Materials to HDRP	
Convert Selected Built-in Materials to HDRP	
Lingrade HDRP Materials to Latest Version	
Opgrade HDKP Materials to Latest Version	
ORP ウィザード	
DRPゥィザード ウィザードでの操作が完了すると、新規 HDRP パイプラインアセットの作成を促すプロンで 気示されます。対象のファイルはディスク上の、設定したこの特定のパイプライン設定を こるためのものになります。「Create One」を選択して、新しいレンダーパイプラインアセ 自加し、ファイルを割り当てます。	プト と保 ット
DRP ウィザード マイザードでの操作が完了すると、新規 HDRP パイプラインアセットの作成を促すプロンで 気示されます。対象のファイルはディスク上の、設定したこの特定のパイプライン設定を するためのものになります。「Create One」を選択して、新しいレンダーパイプラインアセ 自加し、ファイルを割り当てます。 IDRP が適切に機能するようになると、「Configuration Checking」内のチェックボック すべて緑色になり、背景環境の色調がはっきりと変わります。	プト こうかい アイト アイト・ション アイス・ション クロ・ション クロ・ション アイ・ション アン・ション アン・シー アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン・シー アン・シー アン アン・シー アン・シー アン アン・シー シー シー アン・シー シー シー シー シー シー シー シー シー シー

# HDRP の 3D サンプル

Unity Hub から入手できる「HDRP 3D Sample Scene」は、HDRP の入門用テンプレートとしての プロジェクトです。この軽量プロジェクトは、いつでも素早くロードしてリファレンスとして活用 できるライトウェイトなゲームレベルです。

このガイドでは、定期的にこのプロジェクトを使用して、HDRP のさまざまな機能を説明します。



「3D Sample Scene」の環境を表すワイヤーフレーム

小さな部屋がいくつも繋がった構成になっており、ライティングの設定が異なる3種類のエリアが あります。日光を表すディレクショナルライトは、現実世界と同じ強度である100,000 ルクスに 設定されており、各部屋のライティング環境に合わせてカメラの露出が補正されています。

WASD キーとマウスを使用して、FPS コントローラーを移動させてみましょう。



「3D Sample Scene」は 3 つの部屋で構成されています。

- Room 1 は、頭上からの日光に照らされた円形の舞台です。デカールによって、 コンクリートの床に埃や水たまりが追加されています。
- Room 2 は、空の光からのボリュメトリックライトシャフトのほか、ガラスケース内の
   木の高度なマテリアルが追加されています。
- Room 3 は、室内の人工照明とエミッシブマテリアルのディスプレイです。



この 3D サンプルシーンは、HDRP の機能を説明するための軽量プロジェクトです。

HDRP の「3D Sample Scene」の詳細については、Unity テクニカルアーティストの Pierre Yves Donzallaz が執筆したこちらのブログ記事をご覧ください。このテンプレートシーンが 詳しく説明されています。

### 合 その他の HDRP のサンプルコンテンツ

サンプルを見終わった方のために、参考になるプロジェクトが他にも用意されています。

「The Book of the Dead: Environment」は、ゲーム制作用のハイエンド映像のレンダリングを 紹介するために作られた HDRP インタラクティブデモです。デモのアセットは、屋外の自然 環境からフォトグラメトリでスキャンされた現実世界のオブジェクトとテクスチャです。この パッケージは Unity 2022 LTS にアップデートされており、アセットストアで入手可能です。



「Book of the Dead:Environment」

「Enemies」デモプロジェクトは、デジタルな人間のキャラクターの紹介だけではなく、 心を揺さぶるアニメーション背景環境も含まれています。このデモは、プローブボリュームや レイトレーシングエフェクトを活用し、NVIDIAのディープラーニングスーパーサンプリング (DLSS)のネイティブサポートを統合することで、4K 解像度での動作を可能にしています。



「Enemies」デモは入念に作り込まれた内装が特徴です。

「Sponza Palace Atrium」は、グラフィックプログラマーやアーティストに広く利用されて います。屋内と屋外のエリアの両方を備えており、ライティングのテスト環境として最適です。 このバージョンは HDRP でリマスターされています。



#### 「Sponza Atrium」

HDRP を VR で使用している場合は、「VR Alchemist Lab」が参考になります。このプロジェ クトでは、西洋の中世の小さな研究室の中で、インタラクティブなエフェクトが使用されて います。



「VR Alchemist Lab」デモ

Unity Hub またはアセットストアから「Cinematic Studio Template」をインストールして、シネマティクスやアニメーション映像の作り方を学びましょう。このテンプレートでは、スタイル化されたレンダリングと写実的なレンダリングの両方を取り入れた面白いショートムービー「Mich-L」を使って、ショットの設定とライトの適用方法を学ぶことができます。



Cinematic Studio Sample

# **Project Settings**

「Project Settings」(「Edit」 > 「Project Settings」)の「Graphics」、「HDRP Global Settings」、 「Quality」には、欠かせない基本設定がいくつかあります。

Inspector     Inspector	🕫 Project Settings		:
Adaptive Performance Audio	Graphics	0	⊉ :
Burst AOT Settings	Scriptable Render Pipeline Settings		
Editor	HDRPHighQuality (HD Render Pipeline Ass	set)	$\odot$
HDRP Global Settings Input Manager	A Scriptable Render Pipeline is in use, some s		
Input System Package Memory Settings	Built-in Shader Settings		
Package Manager	Video	Always include	-
Physics	Always Included Shaders		
Physics 2D			
Player Brosot Managor	Element 0	S Legacy Shaders/Diffuse	$\odot$
▼ Quality	Element 1	S Hidden/CubeBlur	$\odot$
HDRP	Element 2	S Hidden/CubeCopy	$\odot$
Scene Template	Element 3	S Hidden/CubeBlend	$\odot$
Script Execution Order	Element 4	Sprites/Default	$\odot$
Ade	Element 5	🖻 UI/Default	$\odot$
Cloud Build	Element 6	S Hidden/VideoComposite	$\odot$
Cloud Diagnostics	Element 7	S Hidden/VideoDecode	$\odot$
Collaborate In-App Purchasing	Element 8	S Hidden/Compositing	۲
Legacy Analytics	Shader Stripping		
ShaderGraph	Lightmap Modes	Automatic	•
Tags and Layers	Fog Modes	Automatic	•
TextMesh Pro Time	Instancing Variants	Strip Unused	•
Timeline	Shader Loading		
UI Builder	Log Shader Compilation		
Version Control	Preloaded Shaders		
VFX		0	
Visual Scripting	Preload shaders after showing first scene		
Alter agin management	Currently tracked: 14 shaders 20 total varian		
		Save to asset	Clear

Project Settings

#### グラフィックス設定

最上部の「Scriptable Render Pipeline Settings」フィールドは、すべての HDRP 設定を 保持するディスク上のファイルを指しています。

プロジェクトごとにこのようなパイプラインアセットを複数使用できます。各アセットが別々の 設定ファイルだと考えてください。たとえば、各種ターゲットプラットフォーム (Xbox、 PlayStation など)の専用設定を保管するために使用したり、プレイヤーがランタイム時に切り 替えることができる個別のビジュアルクオリティーレベルを示すために使用したりできます。

この **3D サンプルシーン**は、「Settings」フォルダーにあるいくつかのパイプライン アセットから始まります。「HDRPHighQuality」、「HDRPLowQuality」、そして 「HDRPMediumQuality」です。さらに、「HDRPDefaultResources」フォルダーには 「DefaultHDRPAsset」があります。



「3D Sample Scene」には、低品質、中品質、高品質のパイプラインアセットが含まれています。

#### 品質設定

「Quality」設定では、任意のパイプラインアセットを、事前に定義した品質のレベルへ一致 させるようにすることができます。最上部の「Level」を選択して、特定のレンダーパイプライン アセットを有効にします。これは「Rendering」オプションに表示されます。

🌣 Project Settings			: 🗆	×
Adaptive Performance Audio Editor © Graphics HDRP Global Settings Input Manager Input System Package Memory Settings Package Manager Physics 2D Player Drost Manager	Quality	evels	❷ ⊉	•
V Quality	A Scriptable Render Pipeline is in use,			
HDRP Scene Template Script Execution Order Services Ads Cloud Build Cloud Diagnostics Collaborate In-App Purchasing ShaderGraph Tags and Layers TextMesh Pro Time Timeline UI Builder Version Control VFX XR Plugin Management	Rendering Render Pipeline Asset Resolution Scaling Fixed DPI Factor VSync Count Textures Texture Quality Anisotropic Textures Texture Streaming Particles Particle Raycast Budget Terrain Billboards Face Camera Position Async Asset Upload Time Slice Buffer Size Persistent Buffer Level of Detail	HDRPMediumQuality (HD Render Pipeline Asset)  HDRPMediumQuality (HD Render Pipeline Asset)  Full Res Forced On  256  2 16 2 16 2 16 2 16 2 1 1 1 1 1 1 1 1	•	

最上部でクオリティーレベルを選択し、パイプラインアセットを有効にします。

デフォルト設定をカスタマイズしたり、品質レベルを追加したりした後で、追加のパイプライン アセットとペアリングできます。

品質レベルは、パイプライン内でアクティブ状態になっている特定のビジュアル機能を 表します。たとえば、1 つのアプリケーションに複数のグラフィックスレベルを作成できます。 ランタイム時には、プレイヤーがハードウェアに合わせてアクティブな品質レベルを選択 できます。

「Quality/HDRP」のサブセクションで、実際のパイプライン設定を編集できます。 Project ウィンドウでパイプラインアセットを選択し、「Inspector」で設定を編集することも できます。

1 Inspector			а:
HDRP High Quality (HD Rend	ler Pipelir	ne Asset)	07:
-			Open
▼ Rendering			
Color Buffer Format	R16G16	B16A16	
Lit Shader Mode	Deferred	d Only	
Multisample Anti-aliasing Q			
Motion Vectors	~		
Runtime AOV API			
Dithering Cross-fade	~		
Terrain Hole			
Transparent Backface	~		
Transparent Depth Prepass	~		
Transparent Depth Postpass	~		
Custom Pass	~		
Custom Buffer Format	R8G8B8	A8	
Realtime Raytracing (Preview)			
Supported Ray Tracing Mod			
LOD Bias	Low	1	
	Medium	1	
	High	1	
Maximum LOD Level	Low	0	
	Medium	0	
	High	0	
▶ Decals			
Dynamic resolution			
Low res Transparency			
▶ Lighting			
Lighting Quality Settings			
Material     Dest pressesing			
Post-processing Post-processing Quality Setting	19		
<ul> <li>XR</li> </ul>	,		
Virtual Texturing			

パイプラインアセットの編集

### HDRP の最適化

パイプラインアセットで多くの機能を有効にすればするほど、消費リソースも増える点には ご注意ください。一般的には、目標とする効果を実現するために必要なものだけを使用する ように、プロジェクトを最適化します。不要な機能がある場合は、オフにすることで、パフォー マンスを高めてリソースを節約できます。

不要な場合は無効にしても問題ない機能の典型例は次のとおりです。

- 「HDRP Asset」内:デカール、低解像度透明度、透明バックフェイス/デプスプリパス/ デプスポストパス、SSAO、SSR、コンタクトシャドウ、ボリュメトリック、サブサーフェス スキャタリング、歪曲
- カメラの「Frame Settings」(メインカメラ、リフレクションなどの統合エフェクトに使われるカメラ、またはカスタムエフェクトに使われる追加のカメラ)内:屈折、ポストプロセス、ポストプロセス後、トランスミッション、リフレクションプローブ、平面リフレクションプローブ、ビッグタイルプリパス

パフォーマンス向上のための HDRP 設定について、詳しくはこちらのブログ記事を ご覧ください。

#### HDRP グローバル設定

HDRP グローバル設定セクション(またはバージョン 12 以前のHDRP デフォルト設定)は、 プロジェクトのベースライン設定を決定します。カメラの位置に応じて、ローカルまたは グローバルの Volume コンポーネントを配置することで、シーン内のこれらの設定を上書き することができます(下記の「ボリューム」を参照)。

「Global Settings」は、最上部のフィールドで定義されている個別のパイプラインアセットに保存 されます。ここでデフォルトのレンダリングおよびポストプロセスのオプションを設定します。

#### R HDRP 機能の有効化

プロジェクトを進めている時に、場合によっては、**グローバル**設定へ戻って、特定の機能を 切り替えてオンまたはオフに設定することが必要になる場合もあります。一部の機能は、 「HDRP Global Settings」内の対応するチェックボックスをオンにしないとレンダリング されません。レンダリングのパフォーマンスやメモリ使用量に悪影響を与える可能性がある ため、必要な機能のみを有効にしてください。また、用途に応じて、「Volume Profiles」に 表示される設定もあれば、「Frame Settings」に表示される機能もあります。 HDRP のさまざまな機能について調べる際は、「Project Settings」の右上にある検索 フィールドを活用しましょう。表示対象が関連するパネルのみに絞られるようになり、検索 用語が強調表示されます。

	Project	Settings		
Project Settings				
			<b>q</b> refraction	
	HDRP Default Settings			
	Custom Pass	~		
	Motion Vectors			
	Opaque Object Motion			
	Transparent Object Motion	~		
	Refraction	~		
	Rough Distortion			
	Post-process	~		
	Custom Post-process	~		
	Stop NaN	~		
	Depth Of Field	~		

HDRP 機能の検索

「HDRP Global Settings」で機能を有効化しても、すべてのカメラでいつでもレンダリング 可能になるわけではありません。「Projects Settings」>「Quality」で Quality レベルが 選択されているレンダーパイプラインアセットが、その機能をサポートしていることを確認 することも必要です。例えば、カメラがボリュメトリッククラウドをレンダリングできるように するには、「HDRP Global Settings」>「Frame Settings」>「Camera」>「Lighting」と、 アクティブなレンダーパイプラインアセットの「Lighting」>「Volumetrics」で切り替える 必要があります。

フォワードレンダリングと ディファードレンダリング

パイプラインアセットで HDRP 設定を指定する場合、通常は「Rendering」の「Lit Shader Mode」を開きます。ここでは、「Deferred」、「Forward」、または「Both」を選択できます。 これらは、パイプラインによるジオメトリのレンダリングおよびライティング方法に関連する 一連の処理であるレンダリングパスを表します。

	Project	Settings	
Project Settings			
Adaptive Performance Audio	HDRP Default Settings		
Editor		DefaultHDRPAsset (HD Render Pipeline Asset)	â
Graphics	Render Pipeline Resources	In HDRenderPipelineResources (Render Pipeline Resources)	
HDRP Default Settings	Render Pipeline Editor Resources	E HDRenderPipelineEditorResources (HD Render Pipeline Editor Resources)	
Input Manager	Shader Variant Log Level	Disabled	
Package Manager	Lens Attenuation Mode	Imperfect Lens	
Physics		~	
Physics 2D	▶ Light Layer names		
Player	Decal Layer names		
Preset Manager	Frame Settings		
HDRP		0	
Scene Template	Default Frame Settings For	Camera	
Script Execution Order	Rendering		
▶ Services	Lit Shader Mode	Deferred	
Tags and Layers	Olean Opution		
Time	Clear GBuffers		
Timeline			
Version Control	Opeque Objects	-	
VFX	Transparent Objects	2	
XR Plugin Management	Decals	7	

デフォルトの HDRP 設定の変更

#### レンダリングパスのカスタマイズ

「Lit Shader Mode」で「Forward」または「Deferred」を選択し、デフォルトのレンダリング パスを設定します。

HDRP は柔軟性が高いので「**Both**」を選択することもできます。このオプションを利用した 場合はほとんどのレンダリングにレンダリングパスを1つ使用することとなり、カメラごとに そのパスをオーバーライドできるようになります。ただし、この方法では GPU メモリの使用量が 多くなってしまいます。ほとんどのケースでは、「Forward」か「Deferred」のいずれかを選択する ことをおすすめします。

 デフォルトですべてのカメラを 対象にするには、「HDRP Default Settings」に移動し、「Default Frame Settings」を確認します。こ れはカメラ、ベイク済み、 カスタム反射、リアルタイム反射 のいずれにも適用できます。

> 「Rendering」グループの「Lit Shader Mode」でレンダリング パスを設定します。

特定のカメラについては、
 「Custom Frame Settings」を
 確認してオーバーライドします。

その後「Rendering」グループで、 「Lit Shader Mode」の レンダリングパスをオーバー ライドし変更します。

▼.■	🕻 🗸 Camera		8	0	랴	:
	Projection				0	
	Projection	Persp	bective	_	_	-
	Field of View Axis	Horiz	ontal	-		×
	Field of View		•	8	6.55	502
	Physical Camera	blaan.	0.01			
	Cilpping Planes	For	30000			
		Fai	30000			
	Rendering				0	
	Allow Dynamic Resolution					
	Post Anti-aliasing	Temp	ooral Anti-aliasing (TAA)	_	_	
	Quality Preset	Medi	um	-		
	Sharpen Strength			0		
	History Sharpening	-•		0		
	Anti-flickering		•	0		
	Stop NaNs					
	Dithering					
		Every	rtning			
	Occlusion Culling	× .	(0 0+:+)			
	Exposure rarget	None	(Game Object)			
	Custom Frame Settinge					
		×				
	Frame Settings Overrides					
	Mence					
~	Lit Shader Mode					•
	Dopth Propose within Do					
	Transparent Postpass		<u>×</u>			

カメラのカスタムフレーム設定の変更

### しンダリングパスに関する詳細

こうしたレンダリングパスの仕組みを理解し、「Lit Shader Mode」がパイプラインのその他の 設定にどのように影響するのかを確認することをおすすめします。

フォワードレンダリング

フォワードレンダリングでは、グラフィックスカードによって画面上のジオメトリが頂点に 分割されます。これらの頂点は、さらにフラグメントやピクセルに分割され、それが画面に レンダリングされて最終的な画像が作成されます。

各オブジェクトは1度に1つずつグラフィックス API に渡されます。フォワードレンダリングには、 各ライトのコストが伴います。シーン内のライトが増えると、レンダリングの所要時間も長く なります。



フォワードレンダリングでは、別々のパスでライトを描画します。同じゲームオブジェクトに 複数のライトが当たる場合、ライトやオブジェクトの数が多いと、大幅なオーバードローが 生じ、動作が遅くなることがあります。

従来のフォワードレンダリングとは異なり、HDRP では、フォワードレンダラーに効率面の 改良が加えられています。たとえば、オブジェクトマテリアルごとに 1 つのパスで、複数の ライトをまとめてカリングし、レンダリングします。ただし、それでもプロセスのコストは 比較的大きくなります。パフォーマンスに問題がある場合は、ディファードシェーディングを 使用することをおすすめします。

ディファードシェーディング

HDRP では、オブジェクト単位でのライティング計算が発生しないディファードシェーディングも 使用できます。ディファードシェーディングでは負荷の大きいレンダリングを後の段階に遅らせ、 2つのパスを使用します。





### アンチエイリアシング

「Lit Shader Mode」のレンダリングパスは、アンチエイリアシングを使用してレンダリングから ギザギザのエッジを取り除く方法に影響します。HDRP では、制作のニーズに合わせて複数の アンチエイリアシング手法を使用できます。

#### マルチサンプルアンチエイリアシング(MSAA)

マルチサンプルアンチエイリアシング(MSAA)は、PC ゲームで一般的なアンチエイリアシング 手法です。個々のポリゴンのエッジを滑らかにする高性能ハードウェア向けの手法で、 Unity ではフォワードレンダリングを使用する場合のみ機能します。最新の GPU は、2x、4x、 8x MSAA サンプルに対応しています。

Color Buffer Format	R16G16B16A16	
Lit Shader Mode	Forward Only	
Multisample Anti-aliasing Quality	✓ None	
Motion Vectors	MSAA 2x	
Runtime Debug Display	MSAA 4x	

MSAA のクオリティー設定

アクティブなパイプラインアセットで、「Lit Shader Mode」を「Forward Only」に設定します。 続いて、「Multisample Anti-aliasing Quality」で、「MSAA 2x」、「MSAA 4x」、または 「MSAA 8x」を選択します。値が大きいほどアンチエイリアシングの質が上がりますが、 動作は遅くなります。 これは、カメラビューでズームインしたときにより顕著になります。



元のシーン



MSAA 設定を適用した画像

次の制約事項にご注意ください。

- MSAA は、シーンのジオメトリをテクスチャーに保管するディファードシェーディングの G バッファと互換性はありません。そのため、ディファードシェーディングでは、いずれか のポストプロセスでのアンチエイリアシング手法(後述)を使用する必要があります。
- MSAA では、ポリゴンのエッジのエイリアシングのみを処理するため、シャープな スペキュラーライトが届く特定のテクスチャーやマテリアルに対するエイリアシングに ついては防ぐことができません。これが問題になる場合は、MSAA と別で、ポスト プロセスでのアンチエイリアシング手法(後述)を組み合わせる必要があります。

#### ポストプロセスでのアンチエイリアシング

ポストアンチエイリアシングを次のように設定して、ポストプロセスの技術でカメラにアンチ エイリアシングを適用することもできます。

- Temporal Anti-aliasing (TAA)では、過去と現在のフレームからの情報を組み 合わせ、現在のフレーム内のジャギーを取り除きます。この設定を使用するためには、 モーションベクトル を有効にする必要があります。大半の場合 TAA は良い成果を 生み出しますが、状況によって (コントラストのあるサーフェスの前面でゲームオブ ジェクトが高速で移動した場合など)ゴーストアーティファクトが発生することが あります。HDRP10 では、一般的な TAA アーティファクトを削減するための改良 が加えられています。Unity の実装ではゴーストの発生が抑制され、シャープネス が改善されたほか、他のソリューションで見られるちらつきが防止されています。
- Fast Approximate Anti-aliasing (FXAA) は、ハイコントラストの領域間のピクセルを ブレンドするスクリーンスペースアンチエイリアシング アルゴリズムです。比較的高速な 手法で、大規模な演算能力は不要ですが、画像の全体的なシャープネスは落ちる場合が あります。
- Subpixel Morphological Anti-aliasing (SMAA) では、画像内の境界を検出してから、 ブレンドする特定のパターンを検出します。これによって、FXAA よりシャープな結果が 生成されます。フラットスタイルやカートゥーン調のスタイル、クリーンなアートスタイルに 適しています。

🔻 💶 🖌 Camera		<b>9</b> ∓:	:
Projection		8	
Projection	Perspective		
Field of View Axis	Horizontal		▼
Field of View	<b>_</b>	- 142.	1
Physical Camera			
Clipping Planes	Near 0.1		
	Far 1000		
▼ Rendering			
Allow Dynamic Resolution	No Anti-aliasing		
Post Anti-aliasing	✓ Temporal Anti-aliasing (TAA)		
Quality Preset	Subpixel Morphological Anti-aliasing (S	MAA)	
Sharpen Strength	•	0.1	
History Sharpening	•	0.1	
Anti-flickering	•	0.7	
Stop NaNs			

ディファードシェーディングを使用する際は、カメラのポストアンチエイリアシングを調整します。



ポストプロセスのアンチエイリアシング:FXAA、SMAA、TAA の各設定の結果を比較。

注:ポストプロセスでのアンチエイリアシングとマルチサンプルアンチエイリアシングを組み 合わせる際は、レンダリングコストに注意してください。いつでもビジュアルクオリティーと パフォーマンスのバランスがとれるように、プロジェクトは常に最適化を心がけるように しましょう。

# ボリューム

HDRP ではボリュームフレームワークを使用します。このシステムでは、シーンを分割し、 カメラの位置に合わせて特定の設定や機能を有効化できます。たとえば、この HDRP テン プレートレベルは3 つに分かれており、それぞれに独自のライティング設定があります。 その形で、各部屋も別々のボリュームを内包しています。



それぞれにライティング条件が異なるスペースをボリュームが覆っています。

ボリュームは、ボリュームコンポーネントが含まれたプレースホルダーオブジェクトに過ぎ ません。ボリュームは、「GameObject」>「Volume」メニューから、プリセットを選択する ことで作成できます。または、適切なコンポーネントを含めたゲームオブジェクトを手動で 作成します。

VolumeCinemachine	Global Volume Sky and Fog Global Volume
Camera Rendering Visual Effects Visual Scripting Scene Variables	Box Volume Sphere Volume Convex Mesh Volume
Center On Children	Custom Pass

プリセットを使用してボリュームオブジェクトを作成

ボリュームコンポーネントは任意のゲームオブジェクトに追加できるため、階層から見つけ るのが困難になる場合があります。ライトエクスプローラー(「Window」>「Rendering」 >「Light Explorer」>「Volumes」)を使用すると、ロードされているシーンのボリュームを 見つけやすくなります。このインターフェースを使用して手早く調整することができます。

🌻 Light Explore							: 🗆 ×
	Lights Volumes			anar Reflection Probes Light Probe	s Probe Volumes Emiss		
Isolate Sele							
🖌 Vo				📓 VolumeRoom2Skylight (Voli 🖸			
✓ Vo		Global 🔻	0	📓 VolumeGlobal (Volume Prof 💿			
🖌 Vo	lume Room 3 Sitting			📱 VolumeRoom3Sitting (Volur 💿			
🗸 Vo	lume Room 3 Corridor			📓 VolumeRoom3Corridor (Volu 💿			
🗸 Vo			1	🛛 🗟 VolumeRoom1 (Volume Prof ⊙			
✓ Vo	lume Room 2		2	📓 VolumeRoom2 (Volume Prot 💿			
🖌 Vo			2	SVolumeRoom3 (Volume Prot 👁			

ライトエクスプローラーには、開いているシーン内のすべてのボリュームが一覧表示されます。

#### ローカルとグローバル

コンテキストに合わせて、ボリュームコンポーネントの「Mode」を「Global」または「Local」に 設定します。

グローバルボリュームは、境界のない「包括的な」ボリュームとして使用できます。その場合、 シーン内のすべてのカメラに影響します。HDRP テンプレートシーンでは、レベル全体の HDRP 設定のベースラインが VolumeGlobal によって定義されます。

🔻 😭 🗹 Volume		Ø	다. (	:
Mode	Global			
Weight		• [·	1	
Priority	0			
Profile	🖻 VolumeGlobal (Volume Profile)	<ul><li>New</li></ul>	Clor	ne
Visual Environment			0	
🕨 🗹 HDRI Sky			0	
Tonemapping			0	
► 🗸 Exposure			0	
▶ 🗹 Fog			8	
Shadows			0	
Contact Shadows			0	
Ambient Occlusion			0	
Bloom			0	
🕨 🗹 Motion Blur			0	
Film Grain			0	
Screen Space Refraction			0	
	Add Override			

ローカルボリュームでは、設定を 適用する限定的なスペースを定義 します。Collider コンポーネントを 使用して境界を決定します。 コライダーによって FPS プレイ ヤーコントローラーなどの物理 ボディの動きが妨げられないよう にするには、「IsTrigger」を有効に します。

このテンプレートシーンでは、 各部屋に、グローバル設定を オーバーライドする BoxCollider を含むローカルボリュームがあります。

Volume Room 1		
Tag Untagged	▼ Layer Default	
► 🙏 Transform		07‡ :
🔻 🟟 🖌 Volume		0 ‡ :
Mode	Local	
Blend Distance	0	
Weight		<b>—</b> • 1
Priority		
Profile	🗟 VolumeRoom1 (Volume Profile) 🛛 📀	New Clone
🕨 🗸 White Balance		0 i
Exposure		0 i
	Add Override	
🔻 🎁 🗹 Box Collider		0 ‡ ∶
Edit Collider	ሌ	
Is Trigger	✓	
Material	None (Physic Material)	
Center	X 0 Y 5 Z	
Size	X 33 Y 16 Z	36

Room 2 には、ガラスケースの横の中央の明るい場所に小さな球面ボリュームがあります。 同様に、Room 3 には、入口の通路と、つり下げの照明の下の椅子があるエリアに、より 小さなボリュームがあります。



特殊なライティング条件では小さいボリュームを使用します。

SampleScene では、ローカルボリュームによって「White Balance」、「Exposure」、「Fog」が オーバーライドされます。明示的にオーバーライドされない要素は、すべてグローバルの デフォルト設定にフォールバックされます。

シーン内でカメラが動く際は、グローバル設定をオーバーライドするローカルボリュームに プレイヤーコントローラーが接触するまでは、グローバル設定が適用されます。
#### **パ**フォーマンスに関するヒント

ボリュームは大量に使用しないようにしてください。各ボリュームの評価(ブレンディング、 立体化、オーバーライドの計算など)には、CPU コストが伴います。

#### ボリュームプロファイル

ボリュームコンポーネント自体には、実際のデータは含まれません。その代わり、ボリューム コンポーネントはボリュームプロファイルを参照します。これは、シーンをレンダリングするため の HDRP 設定を含むディスク上の ScriptableObject アセットです。新しいボリュームプロファ イルを作成するには、「Profile」フィールドで、「New」または「Clone」ボタンを使用します。

🔻 😭 🗹 Volume		e	) ‡	
Mode	Global			
Weight		• [		
Priority	0			
Profile	🖻 VolumeGlobal (Volume Profile)	⊙ New	Clo	ne

「Profile」フィールドでボリュームプロファイルを切り替えるか、新しく作成します。

保存済みの別のプロファイルに切り替えることもできます。ボリュームプロファイルをファイル として使用することで、以前の設定を再利用したり、ボリューム間でプロファイルを共有したり しやすくなります。

再生モード中にボリュームプロファイルに加えられた変更内容は、再生モードを終了した 後も残ります。

#### ボリュームオーバーライド

各ボリュームプロファイルでは最初、一連のプロパティがデフォルト値に設定されています。 この値を編集するには、ボリュームオーバーライドを使用し、個々の設定をカスタマイズ します。たとえば、ボリュームオーバーライドでは、ボリュームのフォグ、ポストプロセス、 露出を変更できます。

ボリュームプロファイルを設定したら、「Add Override」をクリックし、プロファイル設定を カスタマイズします。フォグのオーバーライドは次のようになります。

🔻 🖌 Fog	Q	:
ALL NONE		
<ul> <li>Enable</li> </ul>		
Fog Attenuation Distance	20000	
✓ Base Height	0	
<ul> <li>Maximum Height</li> </ul>	50	
Max Fog Distance	5000	
Color Mode	Sky Color	
Tint	HDR	674
Volumetric Fog		
✓ Albedo		6XP
Ambient Light Probe Dimm	• 1	
Volumetric Fog Distance	64	
Denoising Mode	Gaussian	
Quality	Custom	•

ボリュームオーバーライドの各プロパティーでは、左側にチェックボックスがあり、そこで 対象のプロパティーの編集を有効化できます。ボックスを無効のままにすると、HDRP では、 ボリュームの初期値が使用されます。

各ボリュームオブジェクトには、複数のオーバーライドを設定できます。それぞれのオーバー ライドで、必要に応じてプロパティーを編集できます。左上の「All」または「None」のショート カットを使用すると、オンとオフを一括で切り替えることができます。

A	オーバーライドのワークフロー

オーバーライドの追加は、HDRP の重要なワークフローです。プログラミングの継承という 概念を理解していれば、ボリュームオーバーライドも理解しやすくなります。

上位レベルのボリューム設定は、下位レベルのボリュームのデフォルト設定として使用されます。ここでは、HDRPのデフォルト設定がグローバルボリュームに渡されます。それがローカルボリュームの「ベース」として使用されます。

🔻 😭 🖌 Volume					•	9≓:
Mode		Global				
Weight					•	1
Priority		0				
Profile		VolumeGlobal	(Volume Prof	ile)	<ul><li>New</li></ul>	Clone
🕨 🗹 Visual Environment						0 i
🕨 🗹 HDRI Sky						0 i
🕨 🗸 Tonemapping						0 i
🕨 🗹 Exposure						0 i
🕨 🗹 Fog						0 i
Shadows						0 i
Contact Shadows						0 i
Ambient Occlusion						0 i
🕨 🗸 Bloom						0 i
🕨 🗸 Motion Blur						0 i
🕨 🗸 Film Grain						0 i
Screen Space Refraction						0 i
		Add Override				
	٩					
		Volume Override				
	Lighting			>		
	Material					
	Post-pro	cessing				
	Ray Trac	ing				
	Shadowi	ng				

ボリュームオーバーライドを使用して HDRP 機能を追加

グローバルボリュームによって、HDRP のデフォルト設定がオーバーライドされます。次に、 ローカルボリュームによってグローバルボリュームがオーバーライドされます。「Priority」、 「Weight」、「Blend Distance」(概要は後述)を使用して、ボリュームの重複に起因する 競合を解消します。

特定のボリュームコンポーネントの現在の値をデバッグするには、レンダリングデバッガーの 「Volume」タブを使用します。

	Component Camera		Fog MainCamera	
	Parameter Volume lofe		/_And_Fog (Mich-L_Sky_and_Fog_S	
	Albedo		-	
		0	0	0
Volume	Base Height			
		HDR	-	HDR
	Ambient Light Probe Dimmer			
	Resolution Depth Ratio			
	Max Fog Distance			5000
	Maximum Height	7.92	7.92	
	Fog Attenuation Distance	100		400
	Mip Fog Far	1000		1000
	Mip Fog Max Mip			
	Mip Fog Near			
	Screen Resolution Recentage			
	Slice Distribution Uniformity			0.75
	Tint	NDE	100	HDR
	Volume Slice Count	64		64

#### ブレンディングと優先度

レベルごとに複数のボリュームが必要な場合もあるため、HDRP ではボリューム間の ブレンドが可能になっています。これにより、ボリューム間の遷移がスムーズになります。

ランタイム時、HDRP はカメラ位置を基に、最終的な HDRP 設定に影響するボリュームを 判断します。

「Blend Distance」によって、ボリュームのコライダー外にどの程度離れたらフェードオン またはフェードオフを開始するかを指定します。「Blend Distance」の値を「0」に設定すると 即座に遷移が開始されます。正の値を設定すると、カメラが指定された範囲内に入ったときに ボリュームオーバーライドによってブレンディングが開始されます。



「Blend Distance」を使用して、ボリューム周辺の遷移ゾーンを定義します。

ボリュームフレームワークは柔軟性が高く、必要に応じてボリュームとオーバーライドを 組み合わせることができます。同一スペース内に複数のボリュームが重複している場合、 「Priority」に基づいて、優先されるボリュームが決定されます。この値が大きいほど優先度が 高くなります。

通常は、あいまいになるのを防ぐために「Priority」を明示的に設定します。明示的に設定しない場合、「Priority」が同じであれば作成された順番で優先順が決定されますが、それによって予期しない結果が生じることがあります。

🔻 😭 🖌 Volume		0		
Mode	Local			
Blend Distance	3			
Weight	•	1		
Priority	3			
Profile	SolumeRoom2Skylight (Volume P 💿 New	1	Clor	ne

ローカルボリュームが重複する場合は、「Blend Distance」、「Weight」、「Priority」を使用します。



HDRP は、現実世界のライティングモデルを使用して各シーンをレンダリングします。そのため、 従来の写真術で使われてきたプロパティーと類似するプロパティーが多数あります。

露出値を理解する

**露出値(EV)**は、カメラのシャッタースピードとF値(レンズの開口部または絞りのサイズ) の組み合わせによって決まる数値です。明度を最適化し、シャドウとハイライトの両方で ディテールを高精度に捉えるためには、露出を適切に設定する必要があります。そうしないと、 画像の露出がオーバーまたはアンダーになり、好ましくない結果につながってしまいます。



露出オーバー、露出アンダー、適正露出の画像の比較

HDRP における露出範囲は、一般的にこのスペクトルのどこかに当てはまります。



月のない夜から、明るい晴天日までの露出範囲

露出値が大きくなるほどカメラに入る光が少なくなり、より明るい状況に適します。露出値 13 から 16 の範囲は、晴天の日中の屋外に適しています。一方、暗く、月がない夜空には、 露出値 -3 から 0 が適しています。

実際のカメラ設定で、次のようなさまざまな要素を変更し、露出値を調整できます。

- シャッタースピード:画像センサーを光にさらす時間
- F 値: 絞り/レンズ開口部のサイズ
- ISO:フィルム/センサーの感度

写真家の間では、これは露出の三角形と呼ばれています。Unity では、現実のカメラと同様、 これらの数値をさまざまな形で組み合わせて同じ露出値を実現できます。



露出の三角形

HDRP では、すべての露出値が EV<sub>100</sub> で表現されます。これにより、感度は 100 国際標準化 機構 (ISO) フィルムの感度に固定されます。



これは底を2とする対数スケールです。露出値が1単位増加すると、レンズに入る光の量が 半分に減少します。

HDRP では、実際の画像の露出に合わせることができます。カメラやスマートフォンでデジ タル写真を撮影するだけで、その画像からメタデータを取得し、F 値、シャッタースピード、 ISO を特定できます。



デジタル写真の Exif データを基に露出を合わせます。

そのうえで、上記の計算式によって露出値を計算します。Exposure オーバーライド(後述) と同じ値を使用すると、レンダリングされる画像は、現実の画像と同じ露出になります。

この方法を使うことで、レベルのライティングを設定する際にデジタル写真を参照情報として 使用できます。その画像を完全に再現することが目的とは限りませんが、実際の写真に 合わせることによって、勘に頼ることなくライティングを設定できます。

#### Exposure オーバーライド

HDRP では、露出はボリュームオーバーライドです。ローカルボリュームまたはグローバル ボリュームに追加することで利用可能なプロパティを確認できます。

「Mode」ドロップダウンで、以下のうち1つを選択できます。「Fixed」、「Automatic」、「Automatic Histogram」、「Curve Mapping」、「Physical Camera」

「Compensation」では、露出を変更、調整できます。通常はこれを利用して小さな調整を 加え、レンダリングされた画像を上下にわずかに「ストップ」させます。

「Fixed」モード

「Fixed」モードでは、露出値を手動で設定できます。

▼ ✓ Exposure			¢	0	:
✓ Mode	Fixed				
<ul> <li>Fixed Exposure</li> </ul>		•			
	10.72				
<ul> <li>Compensation</li> </ul>	0				

「Fixed」モードの露出

「Fixed Exposure」スライダーの目盛りが参考にな ります。また、右側のアイコンをクリックすると プリセットのドロップダウンが表示されます (「Sunlit Scene」の13から「Moonless Scene」の -2.5まで)。フィールドの値を任意の数値に設定する こともできます。

「Fixed」モードはシンプルですが、柔軟性に劣ります。 通常は、ライティングが比較的均一で、1つの露出値 で対応できるボリュームやシーンを使用する場合に 効果的です。 Sunlit Scene ✓ Cloudy Scene Low Sun Scene Interior Scene Moonlit Scene Moonless Scene

「Fixed」モードの露出のプリセット

#### 「Automatic」モード

「Automatic」モードでは、画面上の明度の範囲に応じて露出が動的に設定されます。この 設定は、人間の目が暗さの変化に適応し、黒と認識されるものを再定義する仕組みと非常に 似ています。

「Automatic」モードは、さまざまなライティングの状況下で有効ですが、カメラが非常に 暗い場所や非常に明るい場所を向いたときに、意図せず画像の露出過多や露出不足が 生じる場合もあります。

露出レベルを適切な範囲内に収めるためには、「Limit Min」と「Limit Max」を使用します。 テストプレイを行って、レベル全体で上限値が適切な露出の範囲内に収まっているか確認して ください。

▼ ✓ Exposure		¢	0	:
✓ Mode	Automatic			
Adaptation of Adapta	Crat			
<ul> <li>Metering Mode</li> </ul>	Spot			
Limit Min				*
	5			
✓ Limit Max		•		*
	13			
<ul> <li>Compensation</li> </ul>	0			
Adaptation				
✓ Mode	Progressive			
Speed Dark to Light	4			
<ul> <li>Speed Light to Dark</li> </ul>	4			

「Automatic」モードの露出

「Metering Mode」をマスクオプションと組み合わせると、フレーム内のどの部分を自動 露出に使用するか決定できます。

「Adaptation」モードでは、暗い場所と明るい場所の間をカメラが遷移する際に、スピード 調整オプションで、自動露出をどのように変化させるかを制御できます。人間の目と同じ ように、非常に暗いエリアから非常に明るいエリアにカメラが移動すると(またはその 逆)、一時的にどこを向いているのかわからなくなる場合があります。

## f Metering Mode」のオプション

「Automatic」、「Automatic Histogram」、「Curve Mapping」モードでは、「Metering Mode」を使用して、フレーム内のどの部分を露出の計算に使用するかを制御します。「Metering Mode」は次のように設定できます。

- 「Average」:フレーム全体を使用して露出を測定します。
- 「Spot」:画面の中央部のみを使用して露出を測定します。
- 「Center Weighted」:画面の中央部にあるピクセルを優先的に使用し、フレームの 端に向かうにつれて使用率を減らしていきます。
- 「Mask Weighted」:指定した画像(「Weight Texture Mask」)を使用して、露出を測 定する際にどのピクセルを最も重視するかを決めます。
- 「Procedural Mask」:プロシージャルに生成されたテクスチャーを基に露出を評価 します。オプションを使用して、中心の位置、半径、ぼかし具合を変更できます。

	Spot	Center Weighted
「Metering Mode」の「Spot」と「Center Weighted」		

#### 自動ヒストグラム

「Automatic Histogram」モードは、「Automatic」モードをさらに発展させたものです。 露出設定時に画像のヒストグラムを計算し、最も暗いピクセルと最も明るいピクセルを 無視します。

▼ ✓ Exposure		¢	0	:
✓ Mode	Automatic Histogram			
Metering Mode	Center Weighted			
✓ Limit Min	•			c
	0.3072053			
✓ Limit Max				¥
	7.615147			
<ul> <li>Compensation</li> </ul>	0			
Histogram				
<ul> <li>Histogram Percentages</li> </ul>		- 9	0	
Use Curve Remapping				
Adaptation				
✓ Mode	Progressive			
Speed Dark to Light	4			
Speed Light to Dark	4			

「Automatic Histogram」モード

露出の計算から非常に暗いピクセルと非常に明るいピクセルを排除することで、フレーム内に 極端に明るいピクセルや暗いピクセルがある場合でも、安定した露出を得られます。これに より、発光が強いサーフェスや黒いマテリアルがあったとしても、レンダリング結果で深刻な 露出過多や露出不足が生じることはありません。

「Histogram Percentages」設定を使用すると、ヒストグラム内の指定したパーセンテージ 範囲に含まれないデータをすべて無視できます(たとえば、ヒストグラムの左端と右端から、 最も明るいピクセルと最も暗いピクセルを除外することができます)。

「Curve Remapping」を使用すると、露出カーブも再マップできます(後述のカーブマッピングを参照)。



「Automatic Histogram」では、ヒストグラム中央部にあるピクセルを基に露出を計算します。

#### カーブマッピング

「Curve Mapping」モードは、「Automatic」モードのもう1つのバリアントです。

🔻 🗹 Exposure	0 i
ALL NONE	
✓ Mode	Curve Mapping 🔹 👻
Metering Mode	Center Weighted 🔹
🗸 Curve Map	
<ul> <li>Limit Min</li> </ul>	
🗸 Limit Max	
<ul> <li>Compensation</li> </ul>	-1.5
Adaptation	
✓ Mode	Progressive 🔻
Speed Dark to Light	4
Speed Light to Dark	4

「Curve Mapping」モード

この設定では、カーブの X 軸は現在の 露出を表し、Y 軸はターゲットとする 露出を表します。露出カーブの 再マップによって、非常に高精度な 結果を生成できます。



カーブを変えて露出を調整します。

#### 物理カメラ

写真に詳しい方は、「Physical Camera」モードを使用すると、カメラのパラメーターを 設定しやすいかもしれません。

Exposure オーバーライドの「**Mode**」を「**Physical Camera**」に切り替えてから、「Main Camera」を確認します。



「Physical Camera」モード

「Physical Camera」を有効にします。「Inspector」に次のプロパティーが表示されます。

	<ul> <li>Camera</li> </ul>			0 <del>,</del> ⊧ :
► G	eneral			
▼ PI	hysical			
Ca	amera Body			
	Sensor Type	Custom		•
	Sensor Size	X 36	Y 24	
	lso	200		
	Shutter Speed	200		1 / Secor 🗸
	Gate Fit	Horizontal		•
Le	ens			
	Focal Length	21.45157		
	Aperture	•		- f/ 2
	Shift	X 0	Y 0	
A	perture Shape			
	Blade Count		•	9
	Curvature	2 -		— 11
	Barrel Clipping	•		0.25
	Anamorphism		•	0

カメラの「Physical Camera」プロパティー

露出関連で重要なのは、「ISO」(感度)、「Aperture」(F値)、「Shutter Speed」です。 参照用の写真に合わせる場合は、画像の Exif データから適切な設定をコピーします。 または、こちらの表を参考にすると、F値とシャッタースピードを基に露出値を推測できます。

### Physical Camera」のその他のパラメーター

露出とは無関係ですが、「Physical Camera」のその他のプロパティも、現実世界のカメラの 属性に合わせる助けになります。

たとえば、Unity(および他の多数の 3D アプリケーション)では通常、**有効視野(FOV)**を 使用して、カメラがワールド内を一度に撮影できる範囲を決定します。

しかし、実際のカメラでは、有効視野はセンサーのサイズとレンズの焦点距離によって決ま ります。直接有効視野を設定するのではなく、「Physical Camera」の設定を使用すると、 実際のカメラのデータの「Sensor Type」、「Sensor Size、「Focal Length」を入力できます。 データを入力すると、それに対応する有効視野の値が自動的に算出されます。



焦点距離、センサーサイズ、有効視野の関係

実際の写真に合わせて露出を設定する には、その画像ファイルに含まれる カメラのメタデータを利用します。 Windows と macOS の両方で、デジタル 画像から Exif データを読み取ることが できます。そのうえで、対象のフィールドを バーチャルカメラにコピーできます。

注:場合によっては、メタデータから カメラのメーカーとモデル名を確認し、 そのメーカーのウェブサイトで正確な センサーのサイズを調べる必要が あります。こちらの記事には、一般的な 画像センサーのフォーマットの推定が 記載されています。

下にあるパラメーターのいくつかは、 有効視野ボリュームに影響します。

Unity 2021 LTS 以降では、 カメラの「Inspector」から 「Focus Distance (焦点 距離)」を制御できます。 Depth of Field ボリューム コンポーネントから、「Focus Mode」と「Focus Distance Mode」を「Physical Camera」にセットします。

V Projection		0
Projection	Perspective	
Field of View Axis		
Field of View	<b>_</b>	26.9914
Physical Camera	~	
Camera Body		
Sensor Type		
Sensor Size	X 36 Y 24	
ISO	200	
Shutter Speed	200	1 / Second 🔻
Lens		
Focal Length	50	
Aperture	•	f/ 16
	[10]	
Aperture Shape		
Blade Count	•	
Curvature	2	
Barrel Clipping	•	0.25
Anamorphism	•	
Clipping Planes	Near 0.3	
	Far 1000	



# ライト

HDRP には、シーン内のイルミネーションの制御に役立つさまざまなタイプのライトや形状が 用意されています。

#### ライトのタイプ

Unity の他のレンダーパイプラインと同様に、次のタイプのライトを利用できます。

- ディレクショナル:無限遠に位置する光源からの光のような特性を持ちます。強度が 落ちない完全な平行光線です。ディレクショナルライトは、多くの場合、日光として 使用されます。一般的に、屋外のシーンでは、これがキーとなるライトです。
- スポット:現実世界のスポットライトに似ており、円錐、ピラミッド、ボックスといった形状があります。スポットは、前方 Z 軸に沿って、円錐/ピラミッド形状のエッジに向かって落ちていきます。
- ポイント:空間内のある1点からすべての方向に光を放つ全方向性ライトです。
   ランプやろうそくなどの放射光源に適しています。
- エリア:特定の形状(矩形、チューブ、またはディスク)のサーフェスから光を投影します。
   エリアライトは、窓や蛍光灯のような、中央部の強度が均一である面的な光源においての使用に適しています。

「Range」を使用して、スポットライト、ポイントライト、エリアライトをどのように減衰させるかを 調整できます。多くの HDRP ライトは、現実世界の光源と同じように、逆2乗の法則に従って 減衰します。 スポットライトとエリアライトには、各ライトの減衰方法を制御するために独自の形状が 追加されています。

HDRP のスポットライトでは、3 つの形状を使用できます。

- Cone (円錐):1 点から円錐形に広がる光を投影します。「Outer Angle」(角度)と
   「Inner Angle」(パーセンテージ)を使用して、円錐の形と角度減衰を調整します。
- Pyramid (ピラミッド):1 点から四角錐型に広がる光を投影します。「Spot Angle」と 「Aspect Ratioを使用して四角錐の形状を調整します。
- Box(ボックス):矩形のボリューム全体へ均一に光を投影します。X サイズと Y サイズに よって基部となる長方形を定めて、「Range」によって Y 次元を調整します。この光は、 「Range Attenuation」がオンになっていなければ減衰しないようになっているので、 ボックスの範囲内で日光のシミュレーションなども行うことができます。



HDRP のスポットライトの形状

HDRP のエリアライトでは、3つの形状を使用できます。

- Rectangle (矩形): 矩形の形状からローカルの正の Z 方向に、定義された「Range」 まで光を投影します。
- Tube (チューブ):1本の線から全方向に、定義された「Range」まで光を投影します。
   このライトは「Realtime Mode」でのみ使用できます。
- Disc(ディスク):ディスク型の形状からローカルの正の Z 方向に、定義された 「Range」まで光を投影します。このライトは「Baked Mode」でのみ使用できます。



HDRP のエリアライトの形状

#### 色と温度

HDRPのすべてのタイプのライトに、ライトの外観を定義する「Emission」プロパティがあります。

Emission		0 i
Light Appearance	Filter and Temperature	
Filter		D.
Temperature		х Х
	15000	Kelvin 👻
Intensity	•_	
	1000	Lumen 👻
Range	20	
Indirect Multiplier	1	

「Emission」の「Light Appearance」プロパティを変更

「Light Appearance」を「Color」に切り替えると、RGB カラーを指定できます。または、 これを「Filter and Temperature」に変更し、より物理的に正確なデータを入力できます。

色温度では、ケルビン度に基づいて色を設定します。詳しくは、ライティングと露出のチート シートをご覧ください。



ケルビン温度で表された色温度

別の色を追加して**フィルター**のように作用させることで、別の色相を使ってライトに色を 付けることもできます。これは、現実の写真撮影でカラージェルフィルターを使用する方法と 似ています。

#### 追加のプロパティ

「Inspector」プロパティの右上にある「More Items」(:)メニューの下にも、高度な コントロールがいくつか用意されています。追加のオプションを見るには「Show Additional Properties」を選択します。

「Affect Diffuse」、「Affect Specular」などのトグルがあります。たとえば、カットシーンや 映画のようなライティングでは、明るいハイライトを制御するライトと、よりソフトなディフュー ズライトを生成するライトを分離することができます。

Emission		0 i
Light Appearance	Filter and Temperature	✓ Show Additional Properties
Temperature		Show All Additional Properties
	6687	
Intensity		•·•
	10	
Range	4	
Indirect Multiplier	10	
⊙Cookie		
IES Profile	None (IES Object)	
Affect Diffuse	<ul> <li>Image: A set of the set of the</li></ul>	
Affect Specular	<ul> <li></li> </ul>	
Range Attenuation	~	
Fade Distance	10000	
Intensity Multiplier	-•	
Include For RayTracing	×	

各ライトに追加のプロパティがあります。

「Intensity Multiplier」を使用して、ライトの元の強度の値を変更せずに全体的なライトの 強度を調節することもできます。複数のライトを一括で明るくしたり暗くしたりするのに 便利です。



ディフューズライティングとスペキュラーライティングの設定を細かく調整できます。

#### ライトレイヤー

HDRP では、ライトレイヤーを使用して、ライトの影響範囲をシーン内の特定のメッシュに 限定できます。これは、Light コンポーネントと MeshRenderer に関連付けることができる LayerMask になります。

ライトのプロパティで、「More Options」ボタンをクリックします。「General」に「Light Layer」 ドロップダウンが表示されます。ライトに関連付ける LayerMask を選択します。

ライトのプロパティで、「More Items」メニュー(:)から「Show Additional Properties」を選択します。「General」に「Light Layer」ドロップダウンが表示 されます。ライトに関連付ける LayerMask を選択します。

General     Image: Constraint of the second se	🔻 🔦 🔽 Light		<b>9</b> ‡	:
General     Directional       Type     Directional       Mode     Mixed       Light Layer     Mixed			~	
Type Directional   Mode Mixed   Light Layer Mixed	▼ General		•	
Mode Mixed  Light Layer Mixed	Туре	Directional		•
Light Layer Mixed	Mode	Mixed		
	Light Layer	Mixed		•
▼ Shape Nothing	▼ Shape	Nothing		
Angular Diameter	Angular Diameter	Everything		
✓ Light LayerDefault		✓ Light LayerDefault		
▼ Celestial Body InteriorOnly	Celestial Body	InteriorOnly		
Affect Physically Based Sky	Affect Physically Based Sky	✓ ExteriorOnly		
Elare Size	Elare Size	LampsOnly		
ReflectionsOnly		ReflectionsOnly		
	FIBIE FBIION	Light Layer 5		
Flare Tint Light Layer 6	Flare Tint	Light Layer 6		
Surface Texture	Surface Texture	Light Layer /		
Surface Tint	Surface Tint			64
Distance 1.5e+08	Distance	1.5e+08		

「Light Layer」の選択

次に、レンダリングレイヤーマスクを使用して MeshRenderer を設定します。対応する LayerMask 上のライトのみがメッシュに影響します。これは、光漏れを解消し、意図した 対象のみに確実にライトを当てるために欠かせない機能です。また、カットシーンのライ ティングを設定するワークフローにこの機能を組み込むことで、映画的な演出でキャラクター だけに専用のライトが当たるようにすることができます。

たとえば、建物内部のライトが意図せず壁を貫通し、屋外に出るのを防ぎたい場合は、屋内用 と屋外用のライトレイヤーを設定します。この機能を使えば、ライト設定を細かく制御できます。

V	Щ ~ м	esh Renderer		<b>8</b> :	₽ :
	Material	6		4	
	= Elen	nent 0	Brass_Mat		
	= Elen	nent 1	Subber_Mat		$\odot$
	= Elen	nent 2	● Brass_Mat		$\odot$
	= Elen	nent 3	Rubber_Mat		$\odot$
				+	
	Lighting				
	Cast S	hadows	On		
	Static	Shadow Caster			
	Contril	oute Global Illumination			
	Probes				
	Addition	al Settings			
	Motior	Vectors	Per Object Motion		
	Dynan	nic Occlusion	✓		
	Rende	ring Layer Mask	Everything		
	Priority	/	0		

「Rendering Layer Mask」を設定し、特定のライトのみがメッシュに適用されるようにします。

ライトレイヤーを設定するには、「HDRP Default Settings」にアクセスします。「Layers Names」セクションでは、Light Layer 0 から 7 に文字列の名前を設定できます。

Layers Names		0		
Light Layer Names		0		
Light Layer 0	Light LayerDefault			
Light Layer 1	InteriorOnly			
Light Layer 2 ExteriorOnly				
Light Layer 3	LampsOnly			
Light Layer 4	ReflectionsOnly			
Light Layer 5	Light Layer 5			
Light Layer 6	Light Layer 6			
Light Layer 7	Light Layer 7			

「HDRP Default Settings」の「Layers Names」

ライトのプロパティの完全なリストを含めた詳細については、Light コンポーネントに関する ドキュメントをご覧ください。

#### ライトアンカー

Unity 2021 LTS 以降には、カメラと被写体間の角度と距離を制御することで、ライトを素早く 設定できる**ライトアンカー**システムが搭載されています。また、9 つのプリセットで一般的な ライトの角度を選択できます。

キャラクターや小道具の周りで複数のライトを使用して、シーン、製品、またはシネマティックの ショットを照らす必要がある場合、Light Anchor コンポーネントを使用すると、アンカー ターゲットを中心としたスクリーンスペース内で高速なライト操作を行うことができます。

まず、ライトアンカーが動作するように、カメラが「MainCamera」としてタグ付けされて いることを確認してください。次に、制御したいスポットライトに Light Anchor コンポー ネントを追加します。ライトを被写体に合わせます。その位置が、スポットライトのアンカー ポイントになります。アンカーポイントとスポットライトの距離を増やします。シーンビューで ライトの「Transform」を手動で調整するのではなく、ゲームビュー内でライトの「Orbit」、 「Elevation」、「Roll」を調整することで、アンカーポイント周りのライトの位置を調整できる ようになりました。



Light Anchor コンポーネント



#### 詳しくは、ライトアンカーに関するこちらのプレゼンテーションをご覧ください。

「Transform」を直接変更する代わりに、Light Anchor コンポーネントを使用してライトの照準を合わせることができます。



HDRP では、物理ベースのライト単位(PLU)を光の強度の測定に使用します。これは、カンデラ、 ルーメン、ルクス、ニトなど、現実世界での照度の SI 測定単位と一致しています。PLU では、正 確性を確保するため、Unity の1単位は1メートルに等しいことが前提になっていることにご 注意ください。

#### 単位

物理ベースのライト単位には、光束と照度の両方の単位が含まれる場合があります。光束とは 光源から放出される光の総量であり、照度とはオブジェクトに当たる光の総量を指します (単位面積あたりの光束で表されるのが一般的)。

商用のライティングや写真の分野では、用途によって使用される単位が異なる場合があります。 そのため、Unity では互換性を確保するために、次のように複数の物理ベースのライト単位に 対応しています。

- カンデラ:1 単位が、1 本のろうそくの光束に相当します。燭(燭光)などの呼称も
   一般的です。
- ルーメン:SIの光束単位で、1ステラジアン(立体角)に対する1カンデラの光束と 定義されます。ルーメンは、商用電球の仕様によく見られます。Unityのスポット、 ポイント、エリアライトで使用します。
- ルクス:1平方メートルのエリアに1ルーメンの光を放出する光源が、照度1ルクスに 相当します。現実世界で光を測定する際は、ルクスを読み取るのが一般的です。通常、 Unityのディレクショナルライトではこの単位を使用します。
- ニト:1 平方メートルあたり1カンデラに相当する輝度単位です。ディスプレイデバイスや LED パネル(テレビやモニターなど)では、明るさをニト単位で測定するのが一般的です。

 EV<sub>100</sub>:EV<sub>100</sub>、つまり露出値 100 ISO フィルムに相当する強度を使用します(前述の 露出値の計算式を参照)。露出を上げると、対数的な計算により、ライティングが 倍増します。

現実世界の光源を再現するには、技術仕様に記載されている単位に切り替え、適切な光束 または輝度を設定します。HDRPによって物理ベースのライト単位に合わせることで、勘に 頼らずに強度を設定できます。

アイコンをクリックし、「Exterior」、「Interior」、「Decorative」、「Candle」のいずれかの プリセットを選択します。特定の値に合わせる必要がない場合は、このような設定から始める ことをおすすめします。

#### ライティングと露出の一般的な値

以下のチートシートには、現実世界の一般的な光 源の色温度の値とライトの強度がまとめ られています。また、さまざまなライティングシナリオに合った露出値も紹介されています。

Color temperature treiving Candle Readescent Fluorescent Sunlight (Noon) Cloudy Shade Blue Sky 1,900 K 3,000 K 4,000 K 5,500 K 6,500 K 8,000 K 15,000 K Directional Light Intensities trues Directional Light Intensities trues Moon Cover Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 100,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 100,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 100,000 lx 100,000 lx 100,000 lx Low Sun (Noon) Sun (PBS Sky) Sun (P	Ligh Che	ting 8 at She	∝Expo	osure		🚭 unity
Candle         Incandescent         Fluorescent         Sunlight (Noon)         Cloudy         Shade         Blue Sky           1,900 K         3,000 K         4,000 K         5,500 K         6,500 K         8,000 K         15,000 K           Directional Light Intensities [Lux]         Image: State	Color t	emperatu	re [Kelvin]	<u></u>	× 🔺	~~
1,900 К 3,000 К 4,000 К 5,500 К 6,500 К 8,000 К 15,000 К Directional Light Intensities [Lux]	1 Candle	Incandescent F	Fluorescent Sunli	ght (Noon) Clor	udy Shade	≁ Blue Sky
Directional Light Intensities [Lux]         Image: Dark Night       Image: Dark Night	1,900 K	3,000 K	4,000 K 5,	500 K 6,50	ок 8,000 <b>к</b>	15,000 K
Image: Sum (Night Moon       Image: Sum (Night S	Directi	onal Light	Intensiti	es [Lux]		
Dark Night Moon Low Sun Cloudy Sun (Noon) Sun (PBS Sky) 0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Local Light Intensities [Lumen] Candlelight Decorative Light Interior Light Exterior Light 12 lm 300 lm 1,000 lm 10,000 lm Exposure Value [Ev] Montlit Exterior Low Sun Cloudy Sun (Voon)	6	C	*	à	-¥-	
0.001 lx 0.5 lx 5,000 lx 20,000 lx 100,000 lx 130,000 lx Local Light Intensities [Lumen] Candielight Decorative Light Interior Light Exterior Light 12 lm 300 lm 1,000 lm 10,000 lm Exposure Value [Ev] Montilt Interior Low Sun Cloudy Sunit	Dark Night		Low Sun	Cloudy	Sun (Noon)	Sun (PBS Sky)
Local Light Intensities (Lumen) Candlelight Decorative Light Interior Light Exterior Light 12 Im 300 Im 1,000 Im 10,000 Im Exposure Value (Ev) Montilt Interior Low Sun Cloudy Sunit	0.001 lx	0.5 lx	5,000 lx	20,000 lx	100,000 lx	130,000 lx
Candlelight Decorative Light Light Light Exterior Light Exterior Light 12 Im 300 Im 1,000 Im 10,000 Im Exposure Value [Ev] Constant Light	Local L	ight Inten	ISITIES [Lum	en]		
Candlelight Decorative Light Interior Light Exterior Light 12 Im 300 Im 1,000 Im 10,000 Im Exposure Value [Ev] Montlit Interior Low Sun Cloudy Sunit	4	-	L .		R	
12 Im 300 Im 1,000 Im 10,000 Im Exposure Value [Ev]	Candlelight	Decorativ	ve Light	Interior Light	Exterior Light	
Exposure Value [Ev]	12 lm	300	Im	1,000 lm	10,000 lm	ı
Koonless Montlit Interior Low Sun Cloudy Sunlit						
	Exposi	ire Value (	EV]			
	Exposi	ire Value :	₌v] :` <b>`</b>	¥	<u> </u>	- <u>)</u>
-2 EV 1 EV 4 EV 7 EV 10 EV 14 EV	Exposi 6	Ire Value ( Montiit	EV]	Low Sun	Cloudy	

ライティングと露出のレベルに関するガイダンス

ー般的なイルミネーションの値をまとめた詳細な表については、物理ベースのライト単位に 関するドキュメントをご覧ください。

#### IES プロファイルとクッキー

IES プロファイルを使用すると、ポイント、スポット、エリアライトの減衰を、現実世界の光に 近い形で再現できます。これは、特定の製造元の仕様をライトのパターンに適用するライト クッキーのように機能します。IES プロファイルを使用すれば、ライトのリアリティをさらに 高めることができます。



さまざまなライトに適用される IES プロファイル

IES プロファイルを「Assets」>「Import New Asset」からインポートします。インポーターに よって、適切な強度で ライトのプレハブが自動的に作成されます。続いて、プレハブをシーン ビューまたは階層にドラッグし、色温度を調整します。

Point

IES Resolution 128

Reset

Inspector

Å

IES プロファイルのソース の例は次のとおりです。

#### 実際の製造元

- Philips
- Lithonia Lighting
- Efficient Lighting
   Systems
- Atlas
- Erco
- Lamp
- Osram

IES プロファイルとインポート設定

アーティストのソース

Renderman

IES プロファイルのインポーターの詳細については、ドキュメントをご覧ください。

## HDRP グローバル イルミネーション

#### グローバルイルミネーションを理解する

現実世界で光が表面に当たると、ただ止まるのではなく、反射したり、屈折したり、散乱したり します。ブラックホールでなければ、環境中に拡散する光子を捕らえることはできないでしょう。 そのため、コンクリートや砂、石などのくすんだマテリアルでも光を反射します。

人間の目は、このような光の微かな挙動に反応します。光とさまざまなマテリアルの相互作 用を正確に描写しているレンダリングは「リアル」であると認識されます。

グローバルイルミネーション(GI)は、まさにそれを再現しようとしているのです。GIを使用 しない場合、直接光の当たらない場所はデフォルトで暗くなります。GIは乱反射を再現しようと するもので、現実世界と同じように、色のついた光は1つの表面からまた別の表面へと移動し ます。このバウンスされた間接光は、ゲームの世界を現実に根付かせるのに役立ちます。



グローバルイルミネーションは、リアルな結果を生み出すことができます。出典:ArchVizPro Vol. 10.

HDRP グローバルイルミネーションの機能

GI は単一の技術ではなく、この現象を説明するのに役立つ一連のアルゴリズムです。 Unity には、物理的環境における光の挙動を再現すツールのエコシステム全体が含まれて います。リアルなレンダリングには、以下のテクニックを組み合わせて使うことが多いでしょう。

- Baked GI (ベイクしたライトマップ):静的オブジェクトの間接光を事前に計算し、ランタイムで使用できるように結果を保存します。
- プリコンピュートリアルタイム GI:間接光のバウンスを事前に計算しますが、最終的な ライティングはランタイムで適用するため、ライティングの動的な変更(昼夜サイクル など)が可能です。



グローバルイルミネーション(右)で、乱反射や間接光をシミュレートします。

- ライトプローブ:ベイクしたライティング情報をキャプチャして補間する、シーン内の 小さな点のことで、通常は動くオブジェクトに対して使用されます。これにより、動的 オブジェクトを静的環境の事前計算されたライティングとシームレスにブレンドする ことができます。
- 環境ライティング:ハイダイナミックレンジ画像 (HDRI スカイボックスなど)を使用して、
   画像ベースの技術を駆使した環境ライティングのシミュレーションを行い、リアルな
   アンビエントライトを提供します。
- リアルタイムレイトレーシング:フォトリアリスティックなライトとマテリアルの相互作 用を表現し、詳細な反射と影を捉えます。
- パストレーシング:カメラからの光線を再現し、HDRP が様々な効果(影、リフレクション、屈折、間接光など)を統一されたプロセスで計算できるようにします。

HDRP のグローバルイルミネーションは、動的環境と静的環境の両方をサポートしています。 これは、ゲームの世界を生き生きとしたものにし、反応性を向上させるのに役立ちます。

さらにヒントを見たい場合は、「Unityで環境を照らす4つのテクニック」の動画をご覧ください。

ベイクしたグローバルイルミネーション

ベイクしたグローバルイルミネーション(ベイクした GI)はシーン内の光の相互作用を事前に 計算し、ライトマップと呼ばれるテクスチャとして結果を保存します。この手法は、光が表面で どのように反射および屈折するかを捉えるものですが、これをランタイム時に計算しようと することはありません。



モバイルプラットフォーム向けの開発において、この戦略はゲーム環境にリアルなライティング を追加するためによく使われます。ライティングをベイクする際、集中的な計算はオフラインで 一度だけ実行されます。

つまり、ランタイムにおいて、これらのライティング計算に関連する追加的なパフォーマンス コストは発生しません。

ベイクした GI には、いくつかの明確な利点が存在します。その1つがパフォーマンスにおける もので、ライトの計算を事前に行うことで、ランタイム中の要求を大幅に軽減できます。この プロセスでは、ソフトシャドウや微かな乱反射など、複雑なニュアンスを捉えることができます。 また、リアルタイムのライティング計算で発生しがちな、多くの視覚的なアーティファクトも 排除します。

Inspect	or 🌻 Lighting	J									а	:
😭 🗵	Sponza_Modula	ır									🖌 Static	•
Tag	Untagged					Laye	r 🗖	)efa	1	Nothing Everything		
Drofob	Change Made	lar							1	Contribute GI		
Prerab	sponza_woou	lar							1	Occluder Stat	tic	
	Overrides					Se	elec	t	1	Batching Stat	ic	
<b>∀ 人</b> 1	ransform								1	Navigation St	atic	
Desition			v	~			v		*	Occiudee Sta	UC Conorativ	
Position				0			Y	U				
Rotation	า		х	0			Υ	0	4	Reflection Pro	bbe Static	
Scale		2	х	1				1		Z 1		
			Ad	ld Co	ompo	nent						
	1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 - 1997 -									- <b>1</b>		

ライトマッピングは静的なオブジェクトに対してのみ機能します。

しかし、事前にベイクしたライティングは、静的な要素に対してのみグローバルイルミネー ションをキャプチャします。シーン内の動的な要素や動く要素は、事前計算されたライティング データの恩恵を十分に受けることができません。

注意すべきなのは、ライトマップがテクスチャアセット同様、追加のメモリとディスクスペースを 必要とすることです。メモリリソースに制限があるプラットフォーム(モバイルなど)向けに 開発している場合、この要件に注意してください。

最後に、GIのベイクは、シーンの複雑さや使用ハードウェアによって、かなり時間がかかる ことがあります。静的ジオメトリの多い非常に大きな環境では、ライトマップの作成に数分、 あるいは数時間かかることもあります。

#### ライトマッピングのワークフロー

ベイクした GI を使ってシーンのライトマッピングを行う場合、以下の手順に従ってください。

- 1. ライトモードを設定: ベイキング処理に含めるためには、各ライトを「Baked」または 「Mixed」のいずれかに設定する必要があります。
- オブジェクトを「lightmap static」としてマーク:さらに、ベイク処理に含めるオブ ジェクトは、「Static」ドロップダウンメニューから、「Contribute GI」または「Static Everything」としてフラグを立てる必要があります。

- 3. ライティング設定アセットを新規作成:「Lighting」ウィンドウを使用して、 「LightingSettings」クラスの保存されたインスタンスを表す新しい「Lighting Settings Asset」を生成します。ここには、ベイクされた GI (および以下で説明している 「Enlighten Realtime GI」)用に事前計算されたライティングデータが保存されます。
- ライティングモードを選択:「Lighting Settings Asset」で、「Bake Indirect (間接 ベイク)」、「Shadowmask (シャドウマスク)」または「Subtractive (減法)」を選 択します。ライティングモードの決め方については、こちらのガイドをご覧ください。
- 5. ライトマップ設定で、基本パラメーターを調整:「Lightmap Resolution (ライトマップ 解像度)」と「Sample Count (サンプル数)」を使用して、ベイクの精度と品質を制御 します。一般的に、解像度が高くサンプル数が多くなるほど高品質な結果が得られ ますが、ベイク時間が長くなり、リソースの消費が激しくなる可能性があります。
- 6. 「Generate Lighting」をクリックし、ライトマッピングを開始します。

ベイクしたライトマップの作成時には、計算と同時にプログレッシブにライトマップの練度を 上げる「Progressive Lightmapper」が使われます。

ベイキング処理をリアルタイムでプレビューできます。必要な場合はベイクを中断し、設定を 調整してリベイクしましょう。この反復型のプロセスにより、よりインタラクティブなライティング ワークフローが実現されます。結果は、「Lighting」ウィンドウの「**Baked Lightmaps**」タブに 表示されます。

Inspector	9 Lighting					:
	Scene Environm	ent Realtime Ligh	itmaps Ba	ked Lightmaps		0 ¢
= Lighting Sotti	nac					1
Lighting Settin	ngs vas Ascat	CoopzoHigh	Quality		O New Cl	ano
Lighting Settin	igs Assel	Sponzanigi	iquality			SILE
Realtime Ligh	ting					
V Mixed Lightin	g					
Baked Global I	Illumination					
Lighting Mode		Baked Indirec	t			
▼ Lightmapping	y Settings					
Lightmapper		Progressive G	PU (Previe	w)		•
Progressive	Updates					
Importance	Sampling					
Direct Samp	oles	1				_
Indirect San	nples	4096				_
Environmen	t Samples	2048				
Light Probe	Sample Multiplier	8				_
Max Bounce	es	10 Advanced				
Piltening	poicor	OpenimageDe	noico			
Direct Di	tor	None	nuise			-
Dilectri		None				
Indirect D	Denoiser	OpenImageDe	enoise			•
Indirect F	ilter	None				•
						-
						•
Lightmap Reso		28.35			texels per	unit
Lightmap Pade	ding				texels	
Max Lightmap		2048				•
Lightmap Com	pression	None				•
Ambient Occlu	ision					
Directional Mo	ode	Directional				•
Albedo Boost		•			1	
Indirect Intensi	ity				1	
Lightmap Para	meters	Default-Medic	um			/iew
▶ Workflow Set	tings					
			Auto Ger	nerate Ge	nerate Lighting	•
1 Directional Lightn	nap: 2048x2048px		64.0 N	ИВ		

ライトマップの最適化

ベイクした GI の最適化は、ビジュアルの品質と計算効率およびメモリ管理の戦略的バランスを とることを意味します。

ライトマッピングの一般的なヒントは以下の通りです。

- ライトマップの解像度:解像度が高いほど細部をキャプチャできますが、メモリ使用量も 増加します。主要オブジェクトは優先的に解像度を上げ、背景に映り込む要素には 解像度を下げましょう。
- テクセルの無駄遣いに注意:小石やワイヤーのような小さかったり細かったりする オブジェクトは、ライトマップのリソースを不当に消費する可能性があります。 「Static」メニューまたは「MeshRenderer」で「Contribute Global Illumination」を 無効にすると、シーンのライティングに大きな影響を与えるオブジェクト(色が明る かったり、エミッシブマテリアルがあるものなど)以外は、GIの計算から除外されます。



小さいオブジェクトや薄いオブジェクトに無駄なテクセルを使わないようにしましょう。

- サンプリング:サンプル数はライトベイクの品質に直接影響します。サンプル数が多い ほどライティングのディテールが豊かになりますが、ベイク時間が長くなります。
- ノイズ除去:低照度などの特定の条件下では、ベイキングによって視覚的なノイズが 発生することがあります。「Auto」を選択して、HDRP がノイズ除去アルゴリズムを 自動的に選択できるようにします。それ以外の場合は「Advanced」を選択して 「Direct Denoiser」と「Indirect Denoiser」を選択します。
- ライトマップの圧縮: 圧縮技術はメモリ使用量を減らすことができるものの、画質が わずかに低下する可能性があります。
- アンチエイリアシング:パフォーマンスを最適化するには、アンチエイリアスレベルを 下げることを検討してください。例えば、「Project Settings」 > 「Quality」で「8x Multi Sampling」から「2x Multi Sampling」に切り替えることができます。

## GPU ライトマッピング

プログレッシブライトマッパーには、CPU または GPU の2種類のバックエンドから選択 できます。プログレッシブ GPU ライトマッパー は、コンピューターの GPU と専用ビデオラ ム (VRAM)を使ってベイクしたライトマップの生成を加速します。

GPU ライトマッパーを使用する場合、ベイク速度を最適化するために以下をご検討ください。

- GPU によって加速された他のアプリケーション、特に VRAM を使用するアプリケーションを閉じる
- 「Intel Open Image」のような CPU ベースのノイズ除去機能に切り替え、VRAM の 領域を解放する
- 複数の GPU がある場合、1 つをレンダリング用に、もう1 つをベイク用に割り当てる
- ライトマップのサイズが 4096 以上の場合は特に、アンチエイリアシングのサンプル数を 減らす

マニュアルのパフォーマンスガイドラインを参照してください。

#### ライトマップ UV

ライトマップはテクスチャであるため、Unity はそれらをシーンで正しく使用するために UV を 必要とします。

インスタンスのグループ化とメッシュのスケーリングに違いがあるため、Unity は、ベイクした グローバルイルミネーションとリアルタイムのグローバルイルミネーションにそれぞれ異なる ライトマップ UV のセットを使用します。UV はメッシュ単位なので、同じメッシュのインスタンスは すべて同じ UV を使用します。

Unity はモデルのインポート時にこれらの UV を生成するか、モデル内の既存の UV セットを 使用することができます。Unity は、ベイクしたライトマップの UV を「Mesh.uv2」チャンネルに 保存します。このチャンネルは「TEXCOORD1」シェーダーのセマンティックにマップされ、一般に 「UV1」と呼ばれます。



ライトマップを正しく表示するには UV が必要です。

Unity はリアルタイムライトマップの UV を再パックして、各チャートの 境界に少量のパディングを持たせ、 にじみ(特定の UV アイランドから 次の UV アイランドに光が漏れる) などのグラフィック関連の問題を 減らします。

UV の計算は、インスタンスの スケールとライトマップの解像度に 依存します。Unity は可能な限り これを最適化し、同じメッシュ、 スケール、ライトマップ解像度を持つ Mesh Renderer コンポーネントが UVを共有できるようにします。

ライトマップUVの技術的な詳細については、ドキュメントのページをご参照ください。

## リアルタイムグローバル イルミネーション

Unity には、リアルタイムグローバルイルミネーションのための、より動的なソリューションも 含まれています。これらが提供する間接光は、ベイクしたライトマップに比べて質は劣るかも しれませんが、アプリケーション制作に役立つかもしれません。

#### Enlighten GI

Unity は「Enlighten Realtime Global Illumination」というミドルウェアソリューションを 採用しています。「Enlighten」は、太陽の動きによって生じる光のように、ゆっくりと変化し、 視覚に大きな影響を与えるライトに最適です。



「Baked GI」(左)と「Enlighten GI」(右)の比較。

この機能は、ミドルからハイエンドの PC システム、コンソール、一部のハイエンドモバイル デバイスに最も適しています。モバイルデバイスで最適なパフォーマンスを得るためには、 シーンを小さくし、リアルタイムライトマップの解像度を低く保ってください。

「Enlighten」を有効にするには、(「Lighting」ウィンドウまたは「Create」コンテキスト メニューから)新しいライティング設定アセットを作成し、「Lighting」ウィンドウで 「Realtime Global Illumination」を有効にします。

「Enlighten GI」は、シーンを小さなサーフェスパッチに分割し、互いの可視性を決定します。 そして、この事前に計算された可視性に基づいて、リアルタイムのライトの反射を近似的に 再現します。計算コストがかかるため、リアルタイムライトマップの更新は数フレームに わたって行われます。

「Enlighten Realtime GI」は、点滅するネオンサインのような、急速に変化する光源には 向いていません。また、シナリオによっては、ベイクされた GI ほどは、複雑なライトの ディテールを効果的に捉えられないこともあります。

## R Enlighten Realtime GI を使う 「Enlighten Realtime GI」を有効にすると、このような変更があります。 ライトプローブ:「Enlighten Realtime GI」を有効にすると、ライトプローブ(下記 参照)の動作が変わります。ランタイムに反復的にライトをサンプリングするように なります。 影:ライトが影を落とす場合、Unity は動的な ゲームオブジェクトと静的なゲー ムオブジェクトの両方をライトのシャドウマップにレンダリングします。「Enlighten Realtime Gl」の結果には、ソフトシャドウも含まれます。シャドウディスタンスの設定 は、プロジェクト設定で変更できます。 パフォーマンス:「Enlighten Realtime GI」はメモリ要件を増加させます。また、ライト マップとライトプローブの追加セットをサンプリングするため、シェーダーの計算回数も 増えます。 最適化:シーンライティングの変化に対する「Enlighten Realtime GI」の反応が遅い 場合、リアルタイムライトマップの解像度を下げるか、「Quality Settings」ウィンドウ から「Realtime GI」の「CPU Usage」設定を上げることができます。 「Enlighten Realtime GI」と他のライティングテクニックを組み合わせることで、最適な 結果を得ることができます。 注意:「Baked GI with Enlighten」は Unity 2023.1 で廃止されましたが、「Enlighten Realtime GI」は影響を受けません。

#### スクリーンスペースグローバルイルミネーション

スクリーンスペースグローバルイルミネーション(SSGI)では、画面の深度とカラーバッファを 使用して、反射するディフューズライトを計算します。ライトマッピングで間接光を静的レベルの ジオメトリのサーフェスにベイクする方法と似ていますが、SSGIでは光子がサーフェスに 衝突して反射する際に色やシェーディングが変化する仕組みのシミュレーションを正確に 行うことができます。

SSGI は「Volume」システムから利用可能です。オーバーライドを追加し、「Lighting」 > 「Screen Space Global Illumination」を選択します。HDRP のボリュームフレームワークに ついては、「ボリューム」を参照してください。



Screen Space Global Illumination オーバーライド

#### このサンプルシーンの Room 2 では、SSGI を有効にすることで、揺れる木の葉の緑が反射光 として壁面に映っていることがわかります。



スクリーンスペースグローバルイルミネーションは、植物の葉の反射光をリアルタイムで描画します。

カメラの有効視野外のオブジェクトはグローバルイルミネーションには影響しないため、 フレームバッファに依存する他のエフェクトと同様、画面端が問題になります。このジレンマは、 フレームバッファの外側でレイマーチングを行う場合のフォールバックを提供する、リフレク ションプローブを使うことで部分的に改善できます。

SSGI は、「Lighting」の「Frame Settings」で有効にします。また、パイプラインアセットの「Lighting」セクションでも有効にする必要があります。

# ライトプローブ

ベイクした、またはリアルタイムのグローバルイルミネーションは、静的な環境にリアルな ライティングを追加できます。しかし、動的なオブジェクトには、ライトプローブと呼ばれる 別のライティングテクニックを使うことが可能です。

ライトマップと同様に、ライトプローブには、シーンのライティングに関する「ベイキング」 情報が格納されます。ここでの違いは、ライトマップはシーン内のサーフェスに当たるライトに 関する情報を格納しているのに対し、ライトプローブはシーン内の何もない空間を通り抜ける ライトに関する情報を格納しているという点です。

ライトプローブを使用して、「Level of Detail」 (LOD) システムを活用し、動くオブジェクトや 静止した風景にライティングを適用できます。プローブは、間接的な反射光も含めた、高品質の 光をキャプチャします。

ライトプローブグループ

シーンにライトプローブを配置するには、空の ゲームオブジェクトに Light Probe Group コンポーネント(「Component」>「Rendering」>「Light Probe Group」)を追加します。 次に、コンポーネント設定を使用して、プローブの位置を編集したり、プローブを追加したり、 削除したりします。

動的なオブジェクトが動く可能性のある場所に、ライトプローブをグリッド状またはクラス ター状に配置しましょう。ライティングの変化が顕著な場所(出入り口付近、屋内と屋外の間 など)の周りにプローブを設置するのが効率的です。



ライトプローブは、何もないスペースのライトをサンプリングします。

ライトプローブを設置した後、シーンのアンビエントライトをキャプチャするためにベイクする 必要があります。ベイクしたライトマップの場合と同様に、「Lighting」ウィンドウの「Generate Lighting」ボタンを使います。

プローブライティングはランタイムのコストが比較的低く、事前計算も短時間で完了します。 ライトマップはアンラップに時間がかかり、メモリを大量に消費する可能性がありますが、 ライトプローブはそれらを必要としません。

しかし、ライトプローブで照らされたオブジェクトは、最も近い 4 つのプローブ間の結果を ブレンドするため、ライティングが不正確になることがあります。下の画像では、ライトプ ローブを通してカプセルを動かすと、特にシーンの明るい部分と暗い部分の間を移行する ときに、ライティングが不自然になるのがわかります。



ライトプローブは低コストである一方、結果が不正確になることがあります。

ライトプローブは計算が早いものの、手動配置が必要です。ライティング環境のサンプリングは 反復プロセスであり、アーティストにとっては手間のかかる作業となります。HDRP を使用する 場合、ライトプローブをシーン内に個別に配置する代わりに、プローブボリュームを使うことを ご検討ください。

ライトプローブやライトプローブグループの詳細については、ライトプローブについての ドキュメントのページとこちらのブログ記事を参照してください。

### Sponza Palace とは?

グローバルイルミネーションレンダリングのリファレンスモデルとして広く使われている 「Sponza Atrium」3D コンピュータグラフィックスモデルは、16 世紀のクロアチアの宮殿を もとに作られています。HDRP でリマスターされたバージョンをGitHub リポジトリでご覧 いただけます。

#### アダプティブプローブボリューム

ライトプローブを手作業で配置するのは、面倒なうえ不正確な場合があります。アダプティブ プローブボリューム(エディター内の名称は「Probe Volumes」)は、ライトプローブの位置を 自動化することで、より正確な配置を行えるようにします。これにより、オブジェクト単位では なくピクセル単位で動作する、より高品質なライティングが実現可能になります。プローブ ボリュームレンダリングを、手動で配置したライトプローブと比較しましょう。



プローブボリュームはライトプローブのレンダリングを向上させます。

「HDRP Quality Settings」または HDRP アセットの「Lighting」 > 「Light Probe System」で、 プローブボリュームを有効にします。「Probe Volumes」を有効にすると「Light Probe Groups」は無効になり、その逆も然りです。

その名の通り、プローブボリュームはボリュームベースのシステムで、シーン内のジオメトリ 密度に適応することができます。プローブボリュームは、プローブをシーン全体に自動的に 分配することができます。
ベイクしたプローブボリューム内の個々のプローブを可視化すると、以下のようになります。



プローブボリュームはジオメトリの密度に適応します。

それぞれのプローブボリュームはライトプローブの「ブリック」を含んでおり、各ブリックは 4 × 4 × 4 のグリッド上に配置された 64 個のライトプローブで構成されています。これらの ライトプローブ間の間隔は様々で、1、3、9、または 27 ユニットの間で、これによりブリック 全体のサイズが決定されます。

ジオメトリの密度が高いエリアでは、HDRP は密に詰まったブリックを使用するため、より 解像度の高いライティングデータが得られます。密度が低い場所では、プローブの間隔も 離れています。これにより、必要なところにリソースを集中させられます。

プローブボリュームのその他の機能は以下の通りです。

- ピクセル単位のライティング:オブジェクトの各ピクセルには、その位置と周囲の環境に基づいて適切なライティングが適用されます。その結果、光と影の切り替えがスムーズになり、全体的な精度が向上します。
- 「Streaming」モード:プローブボリュームには、大規模なオープンワールドを舞台と するゲームに高品質のライティングを提供できる「Streaming」モードも含まれて います。
- ベイキングセット:プローブボリュームを使用するシーンは、それぞれベイキング セットの一部でなければなりません。これは単に、1セットの設定を1つまたは複数の シーンにマップするものです。手動でベイキングセットを作成しない場合、HDRP は デフォルトのベイキングセットにシーンを追加します。
- デバッグ:レンダリングデバッガーは、ブリックとライトプローブのレイアウトを可視化します。この例では、プローブの密度がどのように色分けされているか見ることができます。



プローブボリュームは自動的にライトプローブのブリックを作成します。

シーン内のオブジェクトは、最も近い8つのライトプローブからライティングに関する情報を 取得します。これを微調整することで、オブジェクトがどのプローブをリファレンスとして使用 するかを調整できます。

「Window」 > 「Rendering」 > 「Probe Volume Settings」でプローブボリュームを設定 します。

ベイキングセットは、ベイキングプローブのボリュームの管理に役立ちます。これは、
 1セットの設定を1つまたは複数のシーンにマップするものです。

「Baking Mode:Bakings Sets (Advanced)」を選択すると、任意のベイキングセットを 選択できます。これを行わない場合、Unity は自動的に、シーンをデフォルトのベイ キングセットに追加します。

 ベイクしたプローブボリュームはライティングシナリオ内に保存されます。ライティング シナリオは、ライティング設定を変更する場合と同様に、ランタイムでの切り替えが 可能です。例えば、特定のライティングシナリオを昼間のライティングに使い、別の ライティングシナリオを夜間のライティングに使うことができます。

新しいライティングシナリオを作成するには、ベイキングセットを選択し、「+」を選択して ライティングシナリオを追加します。ライティングシナリオには**アクティブなシナリオ**が 表示されます。 ライティングシナリオにベイク結果を保存するには「Generate Lighting」を選択します。

Probe Volume Settings (E					: 🗆 ×
Baking Sets	Probe Volume Settin	ngs			*
New Baking Set					
	= 😭 SponzaDay = 😭 Sponza		喿 Light Settings In U		<b>5</b>
					+ -
					Not Baked
	Probe Placement				+ -
					243m
	Max Distance Between Probes		•		
	Min Distance Between Probes				
	Scene will contain at most 3 s				
	▶ Renderers Filter Settings				
	V Dilation Settings				
	Dilation Validity Threshold			•	0.75
	Dilation iteration Count Squared Distance Weighting	-			
	- Mariel Officer Octoberry				
	Virtual Offset	-			
	Advanced				
					0.2
					0.01
					-0.001
			•		10
		Default, Transp	oarent⊢X, Water, UI		-

HDRP は効率化のため、 ベイクしたデータを複数 に分割します。これにより、 複数のライティングシナ リオを使用しても、 各プローブがベイク間で 同じプローブ配置とジオ メトリを維持する限り、 プローブボリュームが ディスク上のベイクデータ と重複することはありま せん。

プローブボリュームの設定

場合によっては、ベイクしたライトマップを使う代わりに、プローブボリュームに完全に切り 替えることもご検討ください。そうした場合、すべてのシーンオブジェクトに対して単一の 一貫したライティングシステムを使用して、ワークフローを縮小できる可能性があります。



ベイクしたライトマップ(左)とプローブボリュームのみ(右)の比較

プローブボリュームは、ベイクしたライトマップのニュアンスをすべて捉えることはできない かもしれませんが、Screen Space Ambient Occlusion (スクリーンスペースアンビエントオ クルージョン) などのリアルタイムエフェクトと組み合わせることで、環境ライティングの 別のアプローチを提供します。

ローブボリュームの設定とプロパティの完全版リストをご参照ください。また、シーンにベイク した GI とプローブボリュームを適用する方法については、「Unity で環境のライティングを 行う4つのテクニック」をぜひご覧ください。

環境ライティング

光は私たちの周りで反射したり散乱したりするため、現実世界では空や地面が環境ライ ティングに影響を及ぼしています。これは、ランダムな光子が大気と地球の間で跳ね返り、 最終的に観測者に届くためです。

HDRP では、Visual Environment オーバーライドを使用して、シーンの空と環境光を定義 できます。

「Ambient Mode: Dynamic」を使用して、空のライティングを、「Visual Environment」の 「Sky」 >「Type」に表示される現在のオーバーライドに設定します。または、「Ambient Mode: Static」を使用する場合は、「Lighting」ウィンドウの「Environment」タブの空の 設定がデフォルトになります。

他の光源を無効にしている場合でも、SampleScene は「Visual Environment」の環境光に 照らされます。



© 2024 Unity Technologies

環境ライティングのみ:日光のディレクショナルライトが無効化されていても、空には環境光が残っています。

太陽のキーとなるライトを追加することで、シーンの全般的なイルミネーションが決まります。 環境光は、シャドウエリアを照らして、不自然に暗くならないようにするのに役立ちます。



直接的な日光と環境ライティングの組み合わせ

HDRP には、空を生成する手法が3種類あります。「**Type**」を「HDRI Sky」、「Gradient Sky」、 または「Physically Based Sky」のいずれかに設定します。続いて、「Sky」メニューから 適切なオーバーライドを追加します。

「Visual Environment」の空を適用すると、バーチャルワールド全体が、明るく照らされた 巨大な球体で囲まれたような状態になります。この球体の色付きのポリゴンが、空、地平線、 地面からの全般的なライトを提供します。

#### HDRI Sky

HDRI Sky は、ハイダイナミックレンジの写真から作成したキューブマップを使用して空を 表現できます。HDRI については、無料のソースや低コストのソースがオンラインに多数 あります。出発点としては、アセットストアにある Unity HDRI Pack が適しています。

 Image: Weight of the second system of the

挑戦してみたいと思っている方のために、自分で HDRI を撮影するためのガイドも用意して います。

HDRI Sky

HDRI アセットをインポートしたら、HDRI Sky のオーバーライドを追加し、HDRI Sky アセット をロードします。「Distortion」、「Rotation」、「Update Mode」のオプションを調整することも できます。

空はイルミネーションのソースになるため、「Intensity Mode」を指定してから、対応する 「Exposure/Multiplier/Lux」の値を選択して環境ライティングの強度を制御します。 強度と露出の値の例については、前述のライティングと露出のチートシートを参照して ください。



キューブマップとして球体の内部に適用された HDRI Sky

## HDRI Sky のアニメーション

HDRI マップをプロシージャルまたはフローマップで歪ませることで、HDRI Sky をアニメー ション化できます。これにより、静的な HDRI に風のエフェクトを追加したり、より特殊な VFX を 作成したりできます。

#### **Gradient Sky**

「Visual Environment」で「Gradient Sky」を選択すると、カラーランプを使用して背景の 空を近似します。続いて、Gradient Sky オーバーライドを追加します。「Top」、「Middle」、 「Bottom」を使用して、グラデーションの色を指定します。



Gradient Sky		0	:	😎 Game			8
ALL NONE					Display 1	Free Aspect	Scale 🔵 1x
🗸 Тор	HDR		8				
Middle	HDR		*				
✓ Bottom	HDR		8				
<ul> <li>Gradient Diffusion</li> </ul>	4.7						
Intensity Mode	Exposure						
Exposure	10.5						
Update Mode							
A	Add Overnde						
Add	Component						

「Gradient Sky」では、「Top」、「Middle」、「Bottom」の色をブレンドします。

#### Physically Based Sky

グラデーションより大幅にリアルさを高めたい場合は、Physically Based Sky オーバー ライドが有効です。これにより、ミー散乱やレイリー散乱などの現象を再現した空が手続き型で 生成されます。この空では、大気を通って分散する光のシミュレーションが行われ、自然な空の 配色が再現されます。Physically Based Skyでは、正確なシミュレーションを行うために ディレクショナルライトが必要です。



Physically Based Sky オーバーライド



プロシージャル生成された空(「Fountainebleau」デモより)

● 色についてのヒント

地面の色は、オブジェクトがリフレクションプローブの影響を受けない実際の地面(地形 など)の平均的な色に合わせて選んでください。

レイトレーシングと パストレーシング

レイトレーシングは、従来のラスタライゼーションよりも訴求力のあるレンダリングを生成 できる手法です。従来は計算コストが大きい処理でしたが、近年のハードウェアアクセラ レーションの発達により、レイインターセクション(またはトレーシング)のリアルタイム 利用が可能になりました。

HDRP のレイトレーシングは、依然としてフォールバックとしてラスタライズされたレンダ リングに依存しているハイブリッドシステムであり、一部の GPU ハードウェアと DirectX 12 API におけるレイトレーシングのプレビューサポートを含みます。システム要件の一覧に ついては、「Getting started with ray tracing」を参照してください。

Unity 2023.1 (HDRP 15以上)では、レイトレーシングのプレビューステータスが終了します。

#### 設定

レイトレーシング(プレビュー版)を有効に するためには、HDRP プロジェクトの デフォルトのグラフィックス API を DirectX 12 に変更する必要があります。

「Render Pipeline Wizard」(「Window」 >「Rendering」>「HDRP Wizard」)を 開きます。「HDRP + DXR」タブで「Fix All」 をクリックすると、エディターの再起動を 促されます。

ender Pipeline Wizard			□×
Current HDRP version: 10.6.0			i î
Default Bath Sattings			
Jerault Path Settings			
Default Resources Folder HDRPDefau	ItResources		
Configuration Checking			
HDRP	HDRP + VR		
	Eise All		
	Clobal		
	Giobal	-	
Lightman encoding		. j	
Elignumap encoding			
Shadowmask mode			
Assigned - Graphics			
Runume resources			
Editor resources			
Default volume profile			
Default Look Dev volume profile			
Default Look Dev volume pr be outside of package.			
Auto Graphics API is not sup			

「Render Pipeline Wizard」でレイトレーシングを有効にします。



指示に従って無効になっている機能を修正します。

レイトレーシングを手動で設定することもできます。

プロジェクトでレイトレーシングを有効にしたら、「HDRP Global」または「Camera Frame Settings」でもレイトレーシングが有効になっていることを確認します。「Build Settings」で、 互換性のある 64 ビットアーキテクチャーを使用していることを確認します。また、「Edit」 > 「Rendering」 > 「Check Scene Content for HDRP Ray Tracing」から、シーンのオブ ジェクトを検証します。

オーバーライド

レイトレーシングの導入により、新しいボリュームオーバーライドがいくつか追加され、 HDRP の既存のオーバーライドが多数強化されています。

レイトレーシングによるアンビエントオクルージョン:スクリーンスペースアンビエントオクルージョンに代わって、レイトレーシングによるアンビエントオクルージョンが導入されます(以下の「リアルタイムライティング効果」をご覧ください):スクリーンスペースアンビエントオクルージョンと異なり、レイトレーシングによるアンビエントオクルージョンでは、画面外のジオメトリを使用してオクルージョンを生成できます。これにより、フレームの端に向かうにつれてエフェクトが消えたり、不正確になったりする問題が解消されます。



スクリーンスペースアンビエントオクルージョン(画像左)とレイトレーシングによるアンビエントオクルージョン(画像右)の比較

ライトクラスター:レイトレーシングによるリフレクション、GI、SSS、および再帰的な レンダリングを使用する場合、アーティファクトを回避してパフォーマンスを最適化 するために、ライトがライトクラスターに効率的に格納されるようにする必要があり ます。HDRPは、シーンをカメラ中心の座標軸に沿ったグリッドに分割します。HDRPは この構造を使い、光線がサーフェスに当たるたびに、ライティングに寄与する可能性の あるローカルライトのセットを決定します。その後、特定のエフェクトの反射光を計算 します(レイトレーシングによるリフレクション、レイトレーシングによるグローバルイル ミネーションなど)。Camera Cluster Range ボリュームオーバーライドを使用してこ の構造の範囲を変更し、考慮する必要があるゲームオブジェクトやライトを確実に含 めるようにします。

「Windows」>「Analysis」>「Rendering Debugger」>「Lighting」>「Full Screen Debug mode」から、「HDRP Debug」モードを使用することができます。 ライト数が HDRP アセットの「Maximum Lights per Cell」に達しているライト クラスターセルは赤でハイライトされるため、可視化に役立ちます。この設定を調整 することで、不要なライトの漏れやアーティファクトを減らすことができます。



デバッグモードでのレイトレーシングライトクラスター

 レイトレーシングによるグローバルイルミネーション:これは、バウンスされた間接光をシ ミュレートする際、SSGIや ライトプローブの代わりに使えるものです。レイトレーシ ングによるグローバルイルミネーションはリアルタイムで計算され、ライトマップをベ イクする長いオフライン処理を回避しつつも同等の結果を得ることができます。

複数のバウンスやサンプルが役に立つ複雑な室内環境には、「Quality」設定を使用 します。「Performance」モード(1つのサンプルと1つの反射に限定)は、ライティングの ほとんどがメインのディレクショナルライトによって行われる屋外の状況に適しています。



レイトレーシングによるグローバルイルミネーションによって、反射光がリアルタイムで表示されます。

レイトレーシングによるリフレクション:レイトレーシングによるリフレクションでは、
 リフレクションプローブやスクリーンスペースリフレクションよりも質の高いリフレクションを再現できます。オフスクリーンのメッシュは、生成されたリフレクションで
 適切に表示されます。

「Minimum Smoothness」と「Smoothness Fade Start」の値を調整すると、滑ら かなサーフェスがレイトレーシングによるリフレクションを受け始めるしきい値を 変更できます。必要に応じて「Bounces」を増やすこともできますが、パフォーマンス コストに注意してください。

以下の例は、合わせ鏡などの「無限の鏡」の設定における、レイトレースバウンスの効果 を示しています。この数枚の画像からは、1回、3回、6回、8回とバウンスの回数が増える につれて複雑になっていくリフレクションの進行を確認できます。バウンスの回数が 増えるにつれてリフレクションが遠ざかっていくように見え、奥行き感が生まれています。





レイトレーシングによるリフレクションは、画面外のオブジェクトを含むこともあります。

🔻 📦 🗹 Volume		07≓:
		• 1
	■ VolumeRoom3Sitting (Volume Pr ④ Ne	
🕨 🗸 White Balance		0 i
🔻 🗸 Screen Space Reflection		0 i
<ul> <li>State (Opaque)</li> </ul>	Enabled	
State (Transparent)	Enabled	
	Ray Tracing (Preview)	
		0.665
		0.836
✓ Bounce Count	•	- 6
✓ Denoise	×	
✓ Denoiser Radius		
	~	
	Add Override	

レイトレーシングは、スクリーンスペースリフレクションを改善することができます。

レイトレーシングによるシャドウ:ディレクショナル、ポイント、スポット、矩形エリアの
 各ライトのレイトレーシングによるシャドウを、不透明なゲームオブジェクトのシャドウ
 マップの代わりに使用することができます。ディレクショナルライトは、透明または
 半透明のゲームオブジェクトにレイトレーシングによるシャドウを落とすこともできます。



レイトレーシングによるシャドウはキャスターから離れるにつれてぼやけるため、シャドウマッピングとは異なる効果が得られます。ディレクショナルライト、ポイントライト、 スポットライトも半透明のシャドウを生成できます。

レイトレーシングは、現実世界の影と同様、キャスターからの距離が遠くなるにつれて 柔らかくなる自然な影を作り出すことができます。

HDRP のディレクショナルライトで、半透明の色付きシャドウを生成することも可能です。 以下の画像では、ガラスのサーフェスが、リアルな色合いのシャドウを床に落とします。



透明のシャドウキャスターには「Transmittance Color」を使用します。



ディレクショナルライトで、レイトレーシングによる色付きシャドウ(右)を生成できます。

HDRP のレイトレーシング機能のウォークスルーは、「Activate ray tracing with HDRP」から 確認できます。詳細については、HDRP のマイクロサイトのレイトレーシングに関するドキュ メントを参照してください。

#### パフォーマンス

レイトレーシングには、追加のパフォーマンスコストが必要になります。レイトレーシングが 適用されたワールドの構築や更新を GPU 上で行うコストはワールドの複雑さと更新頻度に 応じてスケールしますが、光線の送信とエフェクトの適用にかかるコストは影響を受ける ピクセルの数に比例してスケールします。

ここでは、パフォーマンスの最適化に使えるヒント、システム、設定をいくつかご紹介します。

- 動的解像度:レイトレーシングはピクセル数に比例してスケールするため、低い解像度で 描画するとパフォーマンスが大幅に向上します。リアルタイムでレイトレーシングを 使用する多くのコンテンツは、最新のアップスケーラー(例:NVIDIA DLSS)を活用して、 視覚的忠実度の損失をごく僅かに抑えつつ、最終的な画面解像度に到達するように アップスケールされるサブ解像度でフレームバッファをレンダリングします。例えば、 DLSS を有効にして、強制的に画面の解像度を 75%にすることから始めることが できます。これによって GPU の時間を稼ぐことができ、CPU 依存の場合はフレーム 時間も稼ぐことができます。
- 使用するエフェクトを絞る:レイトレーシングエフェクトをゲーム内ですべて実行する ことが難しい可能性が高いです。例えば、レーシングゲームでは車の視覚的な忠実度を 向上させるためにレイトレーシングによるリフレクションを採用するかもしれませんし、 屋外のアドベンチャーゲームでは環境への没入感を向上させるためにレイトレー シングによるダイレクショナルシャドウやグローバルイルミネーションを使うほうが 好ましいかもしれません。
- 必要な場合のみレイトレーシングを使用する:レイトレーシングによるリフレクションや グローバルイルミネーションのような複数のエフェクトが必要な場合、高速レイマー チングを使用して画面上の光線を解決し、必要な場合にのみレイトレーシングに フォールバックする「Mixed」トレーシングモードを試すと良いでしょう。また、エフェクト 設定を微調整し、高速なフォールバック(「Probe Volumes」、Sky Volume オーバー ライド、または反射用のリフレクションプローブ)をより多く使用することで、最終的な 結果の品質を下げることなく、長い光線の必要性を減らすこともできます。

- 評価を最適化する:
  - 一 一部のエフェクトでは、レイヤーマスクを使用して、エフェクトの評価時に一部の オブジェクトを除外することができます。
  - 光線の長さ(長ければ長いほどノイズが多くなり、必要なサンプルの数も増え ます)、ノイズ除去の設定(Temporal Anti-aliasing(TAA)を使うことがノイ ズ削減の鍵になる)、サンプル数(サンプル数が多ければ多いほどノイズは減 る一方、コストは上がる)、解像度(光線1本あたりのピクセル数)について、さ まざまな品質設定を選択するか、カスタム品質設定を作成しましょう。
  - リフレクションについては、反射性のあるオブジェクトが他の反射性のある オブジェクトの中に映り込む必要がない場合、バウンスの回数を減らすことが できます。また、滑らかさのパラメーターを微調整し、レイトレーシングによる リフレクションを使用するオブジェクトの数を減らし、レイトレーシングによって 視覚的に大きく改善されるオブジェクトのみに適用することもできます。
  - 最後に、テクスチャを必要とするレイトレーシングエフェクトに関しては、テク スチャ LOD バイアスを使用すればマテリアル評価中のテクスチャフェッチの コストを削減できるため、より低いテクスチャ MIP の使用が可能になります。
- 一般的なレイトレーシング設定:これらの設定からは、パフォーマンスとビジュアルの 品質のバランス、光線の設定、加速構造の構築方法を調整することができます。

パフォーマンスを分析するには、再生モードでレンダリングデバッガー(「Window」-> 「Render Pipeline Debug」)からアクセス可能なディスプレイ統計を使用し、マーカー セットにアクセスして、すべてのレイトレーシングエフェクトのコストを確認します。「CPU タイミング RT」は、対象となるエフェクト(属性バインディング、C# コードなど)をCPU 上で 実行するのにかかるミリ秒単位のコストと一致しています。一方、「GPU timings RT」は、 GPU 上の効果を評価するためのミリ秒単位の実行時間と一致しています。

#### パストレーシング

パストレーシングはレイトレーシングの一種で、複数の表面での光線の反射を含め、各光線が 辿り得る多くの経路のシミュレーションを行います。これにより、ライトとマテリアルの間の 複雑な相互作用を捉えることができます。

パストレーシングも、レイトレーシングと同様に、カメラからの光線をシーンに照射すること から始まります。しかし、レイはサーフェスにぶつかった段階で止まるのではなく、様々な オブジェクトと相互作用しながら、シーン内で何度もバウンスし続けます。

バウンスごとに、レンダラーは直接光と間接光の両方を考慮してライトの情報を収集します。 これらすべてのバウンスから色情報が蓄積され、最終的なピクセルの色が決定されます。



パストレーシングスキャタリング。出典:Wikipedia

パストレーシングは、微かな乱反射やソフトシャドウなど、グローバルイルミネーション エフェクトをより自然な形で捉えます。この技術は、基本的なレイトレーシングに比べ、 より物理的に正確でリアルな画像を生み出すことができます。

しかし、パストレーシングは複数のバウンスを計算するため、レイトレーシングよりも計算量が 多くなります。特にリアルタイムのパフォーマンスにおいては、必要なサンプル数が少ないため、 ノイズが問題になることもあります。



パストレーシングはサンプルが少ないとノイズが発生します。出典:Wikipedia

- NVIDIA Optix<sup>™</sup> AI-accelerated denoiser
- Intel® Open Image Denoise (オプトインパッケージとして利用可能)

また、HDRP は、パストレーシングを使用するマテリアルシェーダーに **AOV** (Arbitrary Output Variables)を使用する設定を追加し、新たなパストレーシングのノイズ除去をサポートしています。この設定を有効にすると、HDRP はアルベドと法線の値を AOV に入力し、パストレーシングの結果の向上に役立てることができます。

## DirectX 12

エディターまたはスタンドアロンプレイヤーでは、デフォルトのグラフィックス API として Direct X11 (DX11) または Direct X12 (DX12) を選択できます。Unity 2022 LTS から、DX12 は プレビュー段階を終了しました。

Unity の Direct X12 (DX12) グラフィックスバックエンドには、著しい改良が施されています。 多くのドローコールが必要になる状況で、DX12 はスタンドアロンビルドにおいて優れた CPU 性能を発揮します。

ただし、DX12 のパフォーマンスが常に DX11 を上回るとは限りません。例えば、DX11 の ドライバーは、DX12、Metal、または Vulkan よりも効率的にコンピュートシェーダーの ディスパッチコールの順序を変更できます。GPU ワークロードが多いシーンや複雑なコン ピュートシェーダーを使用するシーンに関しては、DX11 の方がより高いパフォーマンスを 発揮する可能性があります。

エディターのパフォーマンスに対応するため、DX12 ではエディターでネイティブグラフィックス ジョブを実行するオプションが導入されました。この機能はまだ実験段階ですが、ユーザーは コマンドライン引数「-force-gfx-jobs native.」を使用してこの機能を有効化できます。

詳しくは、「複数のプラットフォームやフォームファクターをまたいでより多くのプレイヤーに リーチする」のブログ記事をご覧ください。



Unity 2022 LTS で Direct X12 と Direct X11を比較するパフォーマンステスト。

Unity 2022 LTS 以降のバージョンをお使いの場合:

- GPU 依存のプロジェクトの場合、DX11 をお選びください。
- CPU 依存の場合は、DX12 を使用してください。
- エディター性能を最大限に引き出したい場合は、エディターのネイティブグラフィックス ジョブと DX12 を併用してみてください。

# フォグと大気散乱

スモーク、フォグ、もやは、映画的な画面作りの定番のツールです。奥行きや立体感を加えて ライティングを演出したり、趣のある雰囲気を創出したりするのに役立ちます。HDRP では、 フォグを使用して同様の効果を実現できます。

不透明度は、オブジェクトとカメラの距離に応じます。フォグを利用すると、カメラのファーク リップ面を非表示にして、遠くにあるジオメトリをシーンにブレンドすることもできます。

#### グローバルフォグ

HDRP では、Fog オーバーライドとしてグローバルフォグを実装しています。この例では、 カメラとの距離とワールド空間の高さに合わせて、フォグが急激にフェードしていきます。

▼ 🖌 Fog		<b>*</b> °	8	:
ALL NONE				
Enable	×			
<ul> <li>Fog Attenuation Distance</li> </ul>	10			
✓ Base Height	0			
✓ Maximum Height	20.5			
✓ Max Fog Distance	100			
✓ Color Mode	Constant Color			•
✓ Color	HDR			e a come de la come de
Volumetric Fog	~			
✓ Albedo				6×
Ambient Light Probe Dimmer	<b>_</b>	0	.262	
Volumetric Fog Distance	10.2			
Denoising Mode	Gaussian			•

Fog オーバーライド

シーン内のボリュームで Fog オーバーライドを設定します。「Base Height」では、一定の 濃いフォグが上方向に向かうにつれ、薄くなり始める境目を指定します。この値を上回ると、 「Maximum Height」に到達するまで、フォグの密度が急激にフェードしていきます。

Fog disabled

Maximum Height 2



**Maximum Height 8** 

Maximum Height 100



「Base Height」と「Maximum Height」の設定を使用して、低い位置に漂うフォグを表現します。

同様に、「Fog Attenuation Distance」と「Max Fog Distance」では、カメラから距離が 離れるにつれ、フォグをどのようにフェードさせるのかを設定します。「Color Mode」は、 「Constant Color」と既存の「Sky Color」のどちらかに設定します。 Attenuation Distance 5





「Fog Attenuation Distance」の設定は、フォグがどのように背景にフェードインするかを変更します(表示されているのは「ボリュメトリックフォグ」)。

「Volumetric Fog」を有効にすると、大気散乱のシミュレーションが行われます。「Lighting」の「Frame Settings」(カメラの下、または「HDRP Default Settings」内からアクセス可能)で、 「Fog」と「Volumetrics」がオンになっていることを確認します。また、HDRP パイプライン アセットで「Volumetric Fog」も有効にします。

ボリュメトリックフォグの距離では、カメラのニアクリップ面からボリュメトリックライティング バッファの背部までの距離(メートル単位)を設定します。これにより、大気中に浮遊物質が 満たされ、範囲内のゲームオブジェクトが部分的に隠れます。



92 of 183 | unity.com

#### ボリュメトリックライティング

ボリュメトリックライティングによって、日没時の雲の背後や木々の間から射す光芒など、 印象的な太陽光線をシミュレーションでレンダリングできます。

それぞれの Light コンポーネント (エリアライト以外) に、「Volumetrics」グループが あります。「Enable」をオンにしてから、「Multiplier」と「Shadow Dimmer」を設定します。 「Real-timeまたは「Mixed Mode」のライトを使用すると、ボリュメトリックフォグ内に 「薄明光線」が生成されます。

「Multiplier」で強度を調整し、「Shadow Dimmer」を使用して、シャドウを投影するサーフェスが ライトを遮る具合を設定します。

🔻 🗞 🔽 Light		0 7		:
General			3	:
Shape			3	
Celestial Body			3	
Emission		(	3	•
Volumetrics		(	3	
Enable	$\checkmark$			
Multiplier	_ <b>_</b>	1		
Shadow Dimmer	•	1		Ī
Shadows		(	3	:

Light コンポーネントの「Volumetrics」

光の軸はボリュメトリックフォグ内にしか現れないので、フォグの「Base Height」と「Maximum Height」を調整することで減衰を制御できます。





ディレクショナルライトのボリュメトリックオプションを有効にすると、ボリュメトリックフォグ内に光軸が表示されます。

これらの例では、ディレクショナルライトとスポットライトに対する「Volumetric Multiplier」の効果を見て取れます。



HDRP サンプルの天井のスポットライトに適用されたボリュメトリックライティング

#### ローカルボリュメトリックフォグ

HDRP では、Fog オーバーライドよりも細かいフォグエフェクトが必要な場合に、Local Volumetric Fog コンポーネント(古いバージョンの HDRP での呼称は「Density Volume」)を利用できます。

これはボリュームシステムの外にある別個のコンポーネントです。メニューからローカル ボリュメトリックフォグのゲームオブジェクトを作成(「GameObject」>「Rendering」> 「Local Volumetric Fog」)するか、「Hierarchy」を右クリックします(「Rendering」> 「Local Volumetric Fog」)。

🔻 🔁 🖌 Local Volumetric Fog				0	ᅷ	:
	ふ 🛊					
Single Scattering Albedo						24
Fog Distance	10					
▼ Volume						
Size	X 10	Y 10	Z 10			
Per Axis Control						
Blend Distance	0.2					
Falloff Mode	Exponential					
Invert Blend						
Distance Fade Start	10000					
Distance Fade End	10000					
Density Mask Texture						
Texture	3DTexture_Sir	nplexNoise				$\odot$
Scroll Speed	X 0.1	Y 0	Z 0.1			
Tiling	X 1	Y 1	Z 1			
Per Axis Control Blend Distance Falloff Mode Invert Blend Distance Fade Start Distance Fade End <b>Density Mask Texture</b> Texture Scroll Speed Tilling	0.2 Exponential 10000 10000 8 3DTexture_Sin X 0.1 X 1	nplexNoise Y 0 Y 1	Z 0.1 Z 1			

Local Volumetric Fog コンポーネント

#### これにより、フォグが満ちたバウンディングボックスが生成されます。サイズ、軸のコントロール、 ブレンディング/フェーディングのオプションを調整します。



ローカルボリュメトリックフォグはバウンディングボックスに表示されます。

デフォルトではフォグは一様ですが、3D **テクスチャ**を「Density Mask Texture」サブセク ションの「Texture」フィールドに適用できます。これにより、ユーザーはより柔軟にフォグ の外観をコントロールできます。Package Manager の「Local Volumetric 3D Texture Samples」からサンプルをダウンロードするか、ドキュメントの手順に従って密度マスクを 作成します。

アニメーションの「Scroll Speed」を追加し、「Tiling」を調整します。これで、ボリュメトリックフォグが徐々にシーン内に描画されます。



「Local Volumetric 3D Texture Samples」の「Density Mask Texture」

注:HDRP では、ローカルボリュメトリックフォグをボクセル化してパフォーマンスを高めます。 ただし、ボクセル化によって外観が非常に粗くなる場合があります。エイリアシングを低減する ためには、「Density Mask Texture」を使用し、「Blend Distance」を上げてフォグのエッジを 滑らかにします。HDRP パイプラインアセットで、最大 256x256x256 のローカルボリューメ トリック解像度を有効化でき、より精密で大規模なエフェクトを生み出すことが可能に なります。



暗闇がなければ光を認識することはできません。シーン内に適切に配置されたシャドウは、 ライティングそのものと同じくらい趣を生み出し、シーンに奥行きや立体感を加えることが できます。HDRP には、シャドウを微調整し、レンダリングが単調になるのを防ぐための機能が 多数あります。

シャドウマップ

シャドウは、シャドウマッピングという手法でレンダリングされます。この手法では、ライトの 視点からの深度の情報がテクスチャに保存されます。

Light コンポーネントの「Shadows」サブセクションで、シャドウマッピングの「Update Mode」と「Resolution」を変更できます。解像度と更新頻度の設定値が高くなるほど、リソースの消費が 大きくなります。

🔻 🔆 🔽 Light		8	칶	:
General			0	
Shape			•	
Celestial Body			8	
Emission			8	
Volumetrics			8	
▼ Shadows			8	:
▼ Shadow Map				
Enable				
Update Mode	Every Frame			•
Resolution	Ultra – 2048 (HDRPMediumQuality)			
Shadowmask Mode	Distance Shadowmask			•
▼ Contact Shadows				
Enable	Custom 💌 🗸			

ライトごとのシャドウ設定

#### シャドウカスケード

ディレクショナルライトの場合は、シャドウマップがシーンの大部分を覆うため、透視エイリア シングと呼ばれる問題が生じることがあります。カメラから近い位置にあるシャドウマップの ピクセルは、遠くにあるものよりも、ギザギザで粗くなります。



透視エイリアシングと粗いシャドウ

Unity では、カスケードシャドウマップを使用してこの問題を解決しています。この手法では、 カメラの錐台を、それぞれにシャドウマップがある複数のゾーンに分割します。これにより、 透視エイリアシングのエフェクトが低減されます。



シャドウカスケードでは、カメラの錐台を複数のゾーンに分割します。各ゾーンにそれぞれシャドウ マップがあります。



シャドウカスケードによって透視エイリアシングが低減されます。

HDRP では、Shadows オーバーライドで、シャドウカスケードをより詳細に制御できます。 ボリュームごとのカスケード設定を使用して、それぞれのカスケードの始点と終点を微調整 できます。

▼ ✓ Shadows		0	:
All None	Show Cascades		
<ul> <li>Max Distance</li> </ul>	26.7		
Directional Light			
Working Unit	Metric		•
Transmission Multiplier	•	1	
Cascade Count	•	4	
✓ Split 1	_ <b>●</b>	2.9	
Split 2	<b>●</b>	4.2	
✓ Split 3	•	9.1	
✓ Border 1	•	0.1	
✓ Border 2	•	0.2	
✓ Border 3	<b>_</b>	0.5	
<ul> <li>Border 4</li> </ul>	•	0.5	
Cascade splits			
0 1 2 ÷ 2.8m l.1m 4.4m ÷	3 17.1m		e e e e e e e e e e e e e e e e e e e

Shadows オーバーライドはシャドウカスケードを調整できます。

「Show Cascades」ボタンを切り替えて、カスケードの分割をより簡単に可視化できます。 ある程度の調整を加えることで、透視エイリアシングを最小限に抑えることができます。



「Show Cascades」のオプションをクリックすると、カスケードの分割を可視化できます。

#### コンタクトシャドウ

シャドウマップは、特に2つのメッシュサーフェスが結合する目立ちやすいエッジで、小さな ディテールを取り込めないことがよくあります。HDRPでは、**Contact Shadows** オーバー ライドを使用して、こうしたコンタクトシャドウを生成できます。

コンタクトシャドウはスクリーンスペースエフェクトの一種で、フレーム内の情報を基に計算を 行います。フレーム外のオブジェクトは、コンタクトシャドウには影響しません。コンタクト シャドウは、画面上のフットプリントが小さいシャドウのディテールに使用します。

「Frame Settings」で「Contact Shadows」を有効にします。「Lighting Quality Settings」の「Pipeline Asset」で、「Sample Count」を調整することもできます。



Contact Shadows オーバーライド



コンタクトシャドウ

シャドウの厚み、品質、フェードの設定を調整します。

この機能の「Terrain」および「Speedtree」との相性は改善されています。詳細はブログにて ご確認ください。

#### マイクロシャドウ

HDRP では、小さなシャドウのディテールをマテリアルに広げることができます。マイクロ シャドウは、法線マップとアンビエントオクルージョンマップを使用して、メッシュのジオメトリ そのものを使用せずに、非常に細かいサーフェスのシャドウをレンダリングします。



Micro Shadows オーバーライド

Micro Shadows オーバーライドをシーン内のボリュームに追加し、「Opacity」を調整します。 マイクロシャドウを利用できるのはディレクショナルライトのみです。



「Micro Shadows」によって、植え込みのコントラストが強められています。

#### エリアライトソフトシャドウ

Unity 2022 LTS 以降では、ソフトエリアシャドウがより正確になりました。HDRP アセットの 「Area Shadow Filtering Quality」を「High」に設定すると、エリアライトつきのソフト シャドウが改善されます。



エリアライトによって、ソフトシャドウが改善されています。

Inspector	а:
B HD Render Pipeline Asset (HD Render Pipeline Asset)	)‡: Open
▶ Rendering	
▼ Lighting	
Screen Space Ambient Occlusior 🗸 Screen Space Global Illumination Light Layers Rendering Layer Mask Buffer	
Volumetrics Light Probe Lighting Light Probe System Light Probe System	
Light Probe System	
<ul> <li>▶ Cookies</li> <li>▶ Reflections</li> <li>▶ Sky</li> <li>▼ Shadows</li> </ul>	
Shadowmask 🗸	
Maximum Shadows on Screen 128	
Punctual Shadow Filtering Qualit; Medium	
Directional Shadow Filtering Qua	•
Area Shadow Filtering Quality High	
Screen Space Shadows	
Maximum 4	
Buffer Format R16G16B16A16	
Use Contact Shadows Low	
Medium Liab	
<ul> <li>Punctual Light Shadows</li> <li>Directional Light Shadows</li> <li>▲ Area Light Shadows</li> <li>▶ Lights</li> </ul>	
▶ Lighting Quality Settings	
▶ Material	
Post-processing     Dest-processing	
<ul> <li>▶ Post-processing</li> <li>▶ Post-processing Quality Settings</li> <li>▶ Volumes</li> </ul>	
<ul> <li>▶ Post-processing</li> <li>▶ Post-processing Quality Settings</li> <li>▶ Volumes</li> <li>▶ XR</li> </ul>	

「Area Shadow Filtering Quality」

## リフレクション

リフレクションは、ゲームオブジェクトと周囲の環境を統合するのに役立ちます。通常、リフレクションは、滑らかで光沢のあるサーフェスに関連付けますが、滑らかではないマテリアルの場合でも、PBR ワークフローで適切なリフレクションを受ける必要があります。HDRP では、次のようなさまざまな手法でリフレクションを生成できます。

- スクリーンスペースリフレクション
- リフレクションプローブ
- スカイリフレクション

各リフレクションタイプは、リソース消費が多くなる場合があるため、ユースケースに合わせて 最適な手法を選択してください。複数のリフレクション手法がピクセルに適用される場合、 各リフレクションタイプの効果がブレンドされます。「Influence Volume」という名前の バウンディングサーフェスを使用して 3D スペースを分割し、リフレクションが適用される オブジェクトを指定してください。



「Influence Volume」では、リフレクションプローブによってリフレクションを生成する場所を指定します。

#### スクリーンスペースリフレクション

スクリーンスペースリフレクションでは、深度とカラーバッファを使用してリフレクションを 計算します。そのため、反射するのはカメラビュー内のオブジェクトのみになり、画面上の 位置によっては適切にレンダリングされない場合があります。光沢のある床や濡れた平面 サーフェスが、スクリーンスペースリフレクションを適用する対象として適しています。

スクリーンスペースリフレクションでは、フレーム外のオブジェクトはすべて無視されるため、 それがエフェクトの制限となる場合があります。



Screen Space Reflection のオーバーライド



スクリーンスペースリフレクションは、透明および不透明のマテリアルに使用できます。

「Lighting」の「Frame Settings」(「HDRP Default Settings」またはカメラの「Custom Frame Settings」)で、「Screen Space Reflection」が有効になっていることを確認して ください。続いて、Screen Space Reflection オーバーライドをボリュームオブジェクトに 追加します。

スクリーンスペースリフレクションを表示するには、マテリアルのサーフェスを「Minimum Smoothness」の値以上にする必要があります。比較的粗いマテリアルに SSR を適用したい場 合は、この値を引き下げます。ただし、「Minimum Smoothness」のしきい値を下げると、計 算コストが大きくなる場合があります。スクリーンスペースリフレクションの効果をピクセルに適 用できなかった場合は、HDRP はリフレクションプローブを使用する方法にフォールバックし ます。

「Quality」ドロップダウンを使用して、既定数の「Max Ray Steps」を選択します。「Max Ray Steps」が多くなると、クオリティーは上がりますが、コストは大きくなります。すべてのエフェクトと同様、パフォーマンスとビジュアルクオリティーのバランスをとることが大事です。

**注:**蓄積を使用した物理ベースのアルゴリズムか、より精度の低い近似アルゴリズム(デフォルト)のいずれかを選択できます。

Algorithm		Approximation 👻						
Minimum Smoothness	~	Approximation	— 0 — 1					
Smoothness Fade Start		PBR Accumulation	- 0.255					

スクリーンスペースリフレクションを表示するには、マテリアルのサーフェスを「Minimum Smoothness」の値以上にする必要があります。

#### リフレクションプローブ

リフレクションプローブを使用すると、画像ベースの手法でリフレクションが生成されます。 プローブは、周囲全方向の球面ビューを取り込み、その結果をキューブマップのテクスチャーに 保管します。シェーダーは、そのキューブマップを使用してリフレクションを再現します。

各シーンに複数のプローブを適用し、結果をブレンドできます。以降、ローカライズされた リフレクションが環境内のカメラの動きに合わせて変化します。

各プローブの「Type」を「Baked」または「Real-time」に設定します。

- 「Baked」のプローブは、静的環境でキューブマップのテクスチャを1回だけ処理します。
- 「Real-time」プローブは、ランタイム時にエディターではなくプレイヤー内にキューブ マップを作成します。そのためリフレクションが静的オブジェクトに限定されなくなり ますが、リアルタイム更新によってリソース消費が多くなる場合があることに注意して ください。

🔻 😄 🖌 Reflection Probe			8	
	▲ 🛊 🔄 🛟			
Туре	Baked			
Projection Settings				
Proxy Volume	Reflection Pro	xy Volume Room 2	(Reflection Proxy Volu	ume 💿
Distance Based Roughness	~			
▼ Influence Volume				
Shape	Box			-
Box Size	X 7.53857	Y 9.365744	Z 6.011903	ふ
Per Axis Control	<b>~</b>			
Blend Distance	X 2.161776	Y 0	Z 1.367247	
	-X 0.4486923	-Y 0	-Z 4.768372e-07	
Blend Normal Distance	X 0	Y 0	Z O	Ŷ
	-X 0	-Y 0	-Z 0	
Face Fade	X 1	Y 1	Z 1	
	-X 1	-Y 1	-z <mark>1</mark>	
▼ Capture Settings				
Capture Position	X 11.5443	Y -3.651671	Z -2.203494	$( \stackrel{\uparrow}{\downarrow} )$
Clear Mode	Sky			
Background Color		HDR		54
Clear Depth	~			
Volume Layer Mask	Default			
Volume Anchor Override	None (Transform	ר)		
Use Occlusion Culling	~			
Culling Mask	Everything			
Clipping Planes	Near 0.05			
	Far 1000			
Droke Lever Meele	Eventhing			
Custom Frame Settings	Everything			•
Custom Frame Settings				
Render Settings				
	Ваке			•

Reflection Probe コンポーネント

### 🔒 最適化のヒント

リアルタイムのリフレクションプローブを最適化するには、全般またはリフレクションプローブ ごとのカメラ設定を上書きして、リフレクションのビジュアルの品質に大きく影響しないレンダ リング機能を無効にしましょう。更新をタイムスライスするスクリプトを作成しても良いでしょう。

Unity 2022 LTS では、Reflection Probe コンポーネントに「Time Slicing」プロパティが 追加されました。このプロパティを表示するには、リフレクションプローブの「Type」を 「Realtime」にセットします。これを使用してキューブマップを更新し、複数のフレームに わたってコンボリューションを実行します(プローブ全体を一度に更新するのではなく、 フレームごとに1つの面を更新します)。これにより、リアルタイムでのリフレクションプローブの パフォーマンスコストを節約できます。

HDRP 14 では、キューブリフレクションプローブキャッシュ配列が、八面体投影の 2D テクス チャアトラスキャッシュに置き換えられています。これにより、それぞれのリフレクション プローブの解像度を制御してメモリを節約することができます。

「Influence Volume」によって、ゲームオブジェクトにリフレクションが適用される 3D の境界を 指定します。一方「Capture Settings」では、リフレクションプローブによってキューブマップの スナップショットを取得する方法をカスタマイズできます。

Planar Reflection Probe コンポーネント

Planar Reflection Probe コンポーネントでは、サーフェスの滑らかさを考慮して、反射する 平面サーフェスを再現できます。鏡や光沢のある床を表現するのには最適です。

平面リフレクションプローブは、通常のリフレクションプローブとの共通点が多数ありますが、 処理が若干異なります。環境をキューブマップとして取り込むのではなく、プローブの鏡面で 反射されたカメラのビューを再現します。

その後、生成された反射像が 2D RenderTexture として保存されます。この画像が矩形の プローブの境界に描画され、平面リフレクションを生み出します。



平面リフレクションプローブでは、平面にカメラを反射させることで、鏡面画像を取り込みます。



平面リフレクションプローブは、平らなオブジェクトの反射を作成します。

#### スカイリフレクション

近傍のリフレクションプローブの影響を受けないオブジェクトは、スカイリフレクションに フォールバックします。



リフレクションプローブは周囲の部屋を映し、スカイリフレクションは「Gradient Sky」を反映します。

## りフレクションヒエラルキー

HDRP では質の高いリフレクションが得られるよう、各ピクセルの精度を最大限に高め、 他の手法とブレンドすることができる手法を使用しています。HDRP では、加重優先度を基に、 3 つのリフレクション方法(SSR、リフレクションプローブ、空)をチェックします。リフレクションを 評価する際のこのシーケンスは、リフレクションヒエラルキーと呼ばれます。

1 つのピクセルで、ある手法によってリフレクションを特定できなかった場合は、その次の 手法にフォールバックします。つまり、スクリーンスペースリフレクションはリフレクション プローブにフォールバックし、次にスカイリフレクションにフォールバックします。

リフレクションプローブに「Influence Volume」を適切に設定することが大事です。これを 設定しないと、不適切なスカイリフレクションからライトが漏れる場合があります。

これは、SampleScene の Room 3 で顕著です。いずれかのリフレクションプローブを無効に するか、「Influence Volume」を変更すると、リフレクションが強制的に空にフォールバック されます。これにより、HDRI の明るい空が、強力なリフレクションによってシーンよりも過剰に 強調されます。



リフレクションプロキシボリューム

リフレクションプローブのキャプチャーポイントは固定されており、リフレクションプローブの 近くのカメラ位置と一致することはほとんどないため、生成されたリフレクションで、透視の シフトが目立つ場合があります。それにより、リフレクションが環境になじんでいないように 見える場合があります。

リフレクションプロキシボリュームは、これを部分的に修正するのに役立ちます。カメラ位置を 基に、プロキシボリューム内でより正確にリフレクションを再投影します。



リフレクションプロキシボリュームでは、部屋のワールド空間の位置に合わせてキューブマップを再投影します。
# リアルタイムライティング エフェクト

HDRP は、ボリュームシステムを通じて、いくつかのリアルタイムライティングエフェクトを利用 することもできます。ローカルまたはグローバルボリュームを選択してから、「Add Override」 >「Lighting」で適切なエフェクトを追加します。

# Screen Space Ambient Occlusion

アンビエントオクルージョンでは、近接した溝や穴、サーフェスの影のシミュレーションを 行います。アンビエントライトが遮断されるエリアは、陰影が付いているように見えます。

Ambient Occlusion	8	:
ALL NONE		
✓ Intensity	1.25	
Direct Lighting Strength	0.25	
✓ Radius	2.16	
✓ Quality High		
✓ Maximum Radius In Pixels —	40	
✓ Full Resolution		
✓ Step Count	6	
Temporal Accumulation		
Bilateral Aggressiveness	0.15	
Ghosting reduction	0.5	

Ambient Occlusion のオーバーライド



「Sponza Atrium」における「Screen Space Ambient Occlusion」の可視化

Unity のライトマッパーを使用して静的ジオメトリのアンビエントオクルージョンをベイク できますが、HDRP によって、リアルタイム処理を行うScreen Space Ambient Occlusion (スクリーンスペースアンビエントオクルージョン)を追加で利用できます。これはスクリーン スペースエフェクトなので、フレーム内の情報のみが生成されるエフェクトに影響します。SSAO では、カメラの有効視野外のオブジェクトはすべて無視されます。

「Lighting」の「Frame Settings」で、「Screen Space Ambient Occlusion」を有効にします。 続いて、ローカルまたはグローバルボリュームで「Add Override」をクリックし、「Lighting」 > 「Ambient Occlusion」を選択します。

# Screen Space Refraction

Screen Space Refraction (スクリーンスペース屈折) オーバーライドは、大気よりも密度が 高いメディアを通過する光の動きのシミュレーションを行う際に役立ちます。HDRP の Screen Space Refraction では、深度とカラーバッファーを使用して、ガラスなどの透明なマテリアルを 透過する光の屈折を計算できます。



Screen Space Refraction オーバーライド

HDRP/Lit シェーダーでこのエフェクトを有効にするには、マテリアルの「Surface Type」が「Transparent」になっていることを確認します。

続いて、「Transparency Inputs」で「Refraction Model」と「Index of Refraction」を 選択します。中身の詰まったオブジェクトの場合、「Refraction Model」には「Sphere」を 使用します。中が空洞のオブジェクトについては「Thin」(泡など)または「Box」(わずかに 厚みがあるもの)を選択します。



屈折を制御する「Transparency Inputs」



Screen Space Refraction

# ポストプロセス

最新のハイエンドグラフィックスにおいては、ポストプロセスを行わずして完成することは ないとも言えます。必ずしもプロセッシングで問題を修正できるわけではありませんが、 シネマティックな効果を高めるフィルターやフルスクリーンのイメージエフェクトを使用せずに 画像をレンダリングすることは、ほとんど考えられません。そのため、HDRP には組み込みの ポストプロセスエフェクトがバンドルされています。



© 2024 Unity Technologies

ポストプロセスエフェクトを使用すると、よりシネマティックなレンダリングが可能になります。

HDRP のプロセッシングでは、ボリュームシステムを使用してイメージエフェクトをカメラに 適用します。オーバーライドを追加する方法を理解してしまえば、ポストエフェクトを適用する プロセスも分かるはずです。



### トーンマッピング

トーンマッピングとは、ハイダイナミックレンジの色を、使用する画面の狭いダイナミック レンジにマッピングする手法です。レンダリングでのコントラストやディテールを改善できます。



「ACES」と「Neutral」のトーンマッピングの比較

ビジュアルをフィルム調にしたい場合は、「Mode」を業界標準の「ACES」(Academy Color Encoding System)に設定します。彩度やコントラストを落とす場合は、「Neutral」を選択します。経験豊富なユーザーであれば、「Custom」を選択し、トーンマッピングカーブを自分で定義することもできます。



カスタムカーブを使用したトーンマッピング

# Shadows、Midtones、Highlights

Shadows Midtones Highlights オーバーライドでは、レンダリング対象のシャドウ、中間調、 ハイライトそれぞれの色調と色の範囲を制御できます。それぞれのトラックボールを使用して、 画像内のそれぞれの特性を調整できます。その後、色補正をクリップまたはプッシュしすぎない ように、「Shadow Limits」と「Highlight Limits」を使用します。



Shadows、Midtones、Highlights

# ブルーム

「Bloom」では、光源の周囲に発生する光のにじみのエフェクトを生成できます。これにより、 強烈に輝く、まばゆい光の印象を生み出すことができます。

▼ ✓ Bloom		0	:
<ul> <li>Quality</li> </ul>	High		
Bloom			
✓ Threshold	0		
Intensity	•	0.2	
✓ Scatter	•	0.65	
Lens Dirt			
Texture	None (Texture)		
Intensity	0		

Bloom オーバーライド

「Intensity」と「Scatter」を設定することで、ブルームのサイズと明度を調整します。「Lens Dirt」は、ブルームエフェクトを散乱させる汚れやちりのテクスチャを適用します。明るくない ピクセルの鋭さを維持するには「Threshold」を使用します。



「Bloom」のエフェクト

「Depth of Field」は、実際のカメラレンズの焦点特性のシミュレーションを行います。カメラの 焦点距離より近い、または遠いオブジェクトは、ぼやけて見えます。

焦点距離の設定は以下より行えます。

- 「Manual Ranges」フォーカスモードのボリュームオーバーライド:ここでは、ボリューム 自体が焦点距離を制御します。例えば、場所によって意図的にカメラをぼかすのに 使えます(例:水中シーンなど)。
- 「Cinemachine」カメラを「Volume Settings」拡張機能で使用する:これを使うと、
   ターゲットを追跡して自動フォーカスすることができます。
- 「Physical Camera」フォーカスモードでの「Physical Camera」プロパティ:これにより、Camera コンポーネントの「Focus Distance」パラメーターをアニメーション化できます。

「Depth of Field」が有効な場合は、ボケと呼ばれるフォーカス外のぼかしエフェクトが、 画像の明るいエリアを中心に現れます。カメラの開口形状を調整し、ボケの見え方を変える ことができます(前述の「Physical Camera」のその他のパラメーターを参照)。

Depth Of Field	Ø :
V Focus Mode	Physical Camera 👻
When using the Physical Camera the Focal Length and the Sensor	mode, the depth of field will be influenced by the Aperture, size set in the physical properties of the camera.
Focus Distance Mode	Volume 🔹
Focus Distance	10
✓ Quality	High 🔹
Near Blur	
✓ Sample Count	• 8
✓ Max Radius	<b>7</b> 7
Far Blur	
✓ Sample Count	• 14
✓ Max Radius	• 13

「Depth of Field」では、実際のカメラの焦点距離のシミュレーションを行います。



「Depth of Field」では、実際のカメラの焦点距離のシミュレーションを行います。

シネマティクスやオフラインレンダリングでは、「Additional Settings」と「Custom Quality」を 有効にすることで、より高コストな物理ベースの被写界深度を選択することができます。

Depth Of Field		0	:
Focus Mode	Physical Camera		•
When using the Physical by the Aperture, the Foo properties of the camera	Camera mode, the depth of field will be infl cal Length and the Sensor size set in the ph a.	luenced ysical	
Focus Distance Mode			•
<ul> <li>Focus Distance</li> </ul>	2.82		
Quality	Custom		•
Near Blur			
Far Blur			
Advanced Tweaks			
			Ŧ
Physically Based	~		
Physically Based DoF cu TAA is highly recommen	rrently has a high performance overhead. I ded when using this option.		

被写界深度で「Custom Quality」を有効化

### White Balance

White Balance オーバーライドを使用すると、最終的な画像で白色が適切にレンダリング されるようにシーンの色を調整できます。「Temperature」で、黄色(暖色)と青(寒色)の間を 調整することもできます。「Tint」では、緑とマゼンタの間で色かぶりを調整します。

この HDRP サンプルプロジェクトでは、各部屋のローカルボリュームに White Balance オーバーライドが含まれています。



White Balance

# カラーカーブ

グレーディングカーブを使用して、色相、彩度、明るさの特定の範囲を調整できます。8 つの グラフのいずれかを選択し、色とコントラストをリマップします。



カラーカーブ

このエフェクトを使用して、最終的にレンダリングされる画像の全体的なトーン、明度、色相、 コントラストを調整します。



色の調整

# **Channel Mixer**

「Channel Mixer」では、カラーチャンネルの「組み合わせ」に、さらに別のカラーチャンネルを 適用できます。RGB 出力を選択してから、いずれかの入力の影響度を調整します。たとえば、 「Red Output Channel」で「Green」の影響度を上げると、画像内のすべての緑色の部分が 赤みがかって表示されます。

🔻 🗹 Channel Mixer		0 i
ALL NONE		
Red Output Channel		
✓ Red	•	100
✓ Green	•	— 0
✓ Blue	•	— 0
Green Output Channel		
✓ Red	•	— 0
✓ Green	•	— 100
✓ Blue	•	— 0
Blue Output Channel		
✓ Red	•	— 0
✓ Green	•	— 0
✓ Blue	•	— 100

Channel Mixer

# Lens Distortion

「Lens Distortion」では、現実世界のレンズの製造過程で発生する歪みによって生じる放射 パターンのシミュレーションを行います。これを設定すると、特にズームレンズや広角レンズを 使用したときに、直線がわずかに曲がって見えます。



「Lens Distortion」を使用すると、放射パターンの歪みを画像に適用します。

この「魚眼」効果は、特定のムードやスタイルを作り出すのに役立ちます。例えば、フラッシュ バックのカットシーケンスを強調したり、精神状態の変化を表すのに使うことができます。 また、緊張感や方向感覚の喪失を強調することもできます。

# ビネット

「Vignette」では現実世界の写真に生じる効果を再現し、画像の端部の明度や彩度を下げます。 この現象は、広角レンズを使用した場合や、レンズフードや重ね付けしたフィルターリングに よって光が遮られた場合に発生することがあります。見る人の視線を画面中央に集める ために、このエフェクトが使用されることもあります。



「Vignette」を使用すると、フレームの端部が暗くなります。

モーションブラー

現実世界では、カメラの露出時間よりも速く移動する物体を撮影すると、線状になったり ぼやけたりした状態で写ります。Motion Blur オーバライドで、このような効果のシミュ レーションを行うことができます。

パフォーマンスコストを最小限に抑えるためには、「Sample Count」を減らして「Minimum Velocity」を上げ、「Maximum Velocity」を下げます。「Additional Properties」で「Camera Clamp Mode」のパラメーターを下げることもできます。

# レンズフレア

レンズフレアは、カメラのレンズに明るい光が当たったときに現れるアーティファクトです。 レンズフレアは、1つの明るい輝きとして現れることもあれば、カメラの絞りに合わせた 多数の色の多角形フレアとして現れることもあります。

現実世界において、フレアは好ましくない効果を持ちますが、ナラティブや芸術面の演出に おいては役に立つことがあります。例えば、強いレンズフレアは、プレイヤーの注意を引いたり、 場面やシーンの雰囲気を変えたりするのに使えます。



実際の写真からのレンズフレアです。レンズフレアの物理的な側面については、こちらの Wikipedia の記事をご参照ください。

レンズフレアはレンダリングプロセスの後半段階でレンダリングされるため、実質的には ポストプロセスエフェクトです。

フレアの外観は「Flare」アセットで示されていますが、効果をレンダリングするには、シーン ビューのオブジェクトに Lens Flare (SRP) コンポーネントを追加する必要があります。例えば、 光源やフレアを発生させるオブジェクトなどです。 このコンポーネントは、効果の一般的な強度、スケール、オクルージョンのパラメーターを 制御します。また、フレアがカメラビューの外側にある場合、オフスクリーンで実行するオプ ションも提供しますが、例えば静的なソースからフレアが発生している場合など、シーン内で 見えるフレアエフェクトを投影する必要があります。

レンズフレアに慣れる最良の方法は、Package Manager からサンプルをインストールする ことです。これは、定義済みの「Flare」アセットセットを追加し、レンズフレアエフェクトを 含むように HDRP サンプルシーンを変更します。また、レンズフレアを参照するためのテスト シーンも含まれており、自分でレンズフレアをビルドするのにも役立ちます。

▼ Features		
Engineering 7 packages		
✓ Packages - Unity		Version 12.1.2 - December 11, 2021
► Cinemachine	2.8.2 🕜	
► High Definition RP		The High Definition Render Pipeline (HDRP) is a high-fidelity Scriptable Render Pipeline
▶ Input System	1.2.0 🗸	Physically-Based Lighting techniques, linear lighting, HDR lighting, and a configurable
JetBrains Rider Editor	3.0.7 🕤	hybrid Tile/Cluster deferred/Forward lighting architecture and gives you the tools you need to create games, technical demos, animations, and more to a high graphical
▶ Test Framework	1.1.29 🕤	standard.
▶ TextMeshPro		Samples
▶ Timeline	1.6.3 🗸	Additional Dect-proceeding Data
Tutorial Framework	2.1.1 🕜	35.34 MB
▶ Unity UI		Procedural Sky Import
Version Control	1.15.4 🕤	Particle System Shader Samples
▶ Visual Scripting	1.7.6 🗸	2.26 MB
Visual Studio Code Editor	1.2.4 🗸	Material Samples Import
▶ Visual Studio Editor	2.0.12 🕤	Lens Flare Samples Painport
		25.99 MB Local Volumetric 3D Texture Samples Import 413.38 KB

「Lens Flare」のサンプルは、Package Manager の「High Definition RP」で見つかります。

プロジェクトで「**Directional Light Sun**」を選択すると、ライトに接続された Lens Flare (SRP) コンポーネントと、レンズフレアのデータアセットが見つかります。アセットを変更すると、 さまざまなフレア効果を観察できます。



「Lens Flare」のサンプルでは、リアルなレンズエフェクトからよりスタイリッシュな外観まで、さまざまなプリセットが用意されています。

レンズフレアは、レンズフレアの要素で構成されています。それぞれの要素は、フレアが生成 するさまざまなアーティファクトを表しています。要素の形状は、ポリゴン、円、またはカスタム 画像にすることができます。

要素パラメーターでは、「Color、「Transform」位置、デフォーメーション、またはフレア要素が 複数の要素を持つレンズフレアエフェクトの一部である場合の位置、カラー、スケールを 微調整できます。光源に接続されている場合、フレア要素はティントカラーを使用できるため、 同じ「Flare」アセットをさまざまな光源で再利用できます。

レンズフレアがどのように機能するかについては、「こちらの SIGGRAPH トーク」で詳しく 学ぶことができます。

📣 Anamorphic_Sci-Fi 2 (Lens I	Flare Data SRP)		07‡:
••			Open
Elements			6
■ ▶ ✓ Lens Flare Element Type Tint Intensity	Circle 7.67		: • •
► ✓ Lens Flare Element Type Tint Intensity Count	Polygon 1.44 10		: • •
✓ Lens Flare Element     Type     Gradient     Falloff     Side Count     Roundness     Invert	Image Circle ✓ Polygon		0.751
<b>Color</b> Tint Modulate By Light Color Intensity Blend Mode	✓ 1.44 Additive		*
<b>Transform</b> Position Offset Auto Rotate Rotation Scale Uniform Scale	X 0 120.89 X 3.45 1.62	Y 0 Y 11.04	
Axis Transform Starting Position Angular Offset Translation Scale Radial Distortion Enable	0 0 X 1		
Multiple Elements Enable			

いくつかの要素と使用可能なパラメーターを持つ「Flare」アセットです。また、ゲームに合った雰囲気を作り出すために、 独自のカスタムフレアエフェクトライブラリを作成することもできます。

# 動的解像度

CPU 依存ではない場合、解像度はパフォーマンスに強く影響します。動的解像度は、レンダリングの解像度を下げ、結果を出力画面の解像度にスケーリングします。このアップスケールを実行するフィルターによって、視覚的な損失をほとんど伴わずに、70%以下の解像度でレンダリングすることができます。

Unity 2022 LTS において、HDRPは最新のスーパーサンプリング技術で複数の選択肢を 提供します。

#### NVIDIA DLSS (NVIDIA RTX GPU および Windows)

NVIDIA DLSS (Deep Learning Super Sampling) は、Unity 2022 LTS の HDRP でネイティブに サポートされています。NVIDIA DLSS は、高度な AI レンダリングを使用し、ごく一部のピク セルのみを従来の形でレンダリングするだけで、ネイティブ解像度に匹敵する画質を実現 します。

リアルタイムレイトレーシングと NVIDIA DLSS により、NVIDIA RTX GPU 上でより高い フレームレートと解像度で動作する美しいワールドを生み出すことができます。DLSS は また、従来のラスタライズされたグラフィックスのパフォーマンスを大幅に向上させます。 詳しくは、NVIDIA の Unity 開発者ページ、こちらのブログ記事、および Unity のドキュメントを ご覧ください。



このプログをお読みいただくと、24 Entertainment の「Nakara Bladepoint」のようなゲームを 4K で動作させる DLSS 技術の内部構造に ついて学ぶことができます。

AMD FSR (クロスプラットフォーム)

「AMD FidelityFX™ Super Resolution」(FSR)には、HDRP と URP に対するサポートが 組み込まれています。HDRP アセットとカメラで動的解像度を有効にし、アップスケール フィルターオプションで「**FidelityFX Super Resolution 1.0**」を選択すると、FSR を使用 できます。

「AMD FidelityFX Super Resolution (FSR)」は、低解像度入力から高解像度フレームを 生成するための、オープンソースかつ高品質なソリューションです。特に高品質なエッジを 作成することに重点を置いた一連のアルゴリズムを使用しており、ネイティブ解像度で直接 レンダリングした場合に比べてパフォーマンスが向上します。

FSR は、ハードウェアレイトレーシングのような、高コストなレンダリング操作の実用的な パフォーマンスを可能にします。詳しくは、AMD の Unity ウェブページと Unity フォーラムを ご覧ください。



Steamで入手可能な「Spaceship」デモで FSR 技術をお試しください。

TAA Upscale (クロスプラットフォーム)

「Temporal Anti-Aliasing (TAA) Upscale」は、テンポラルインテグレーションを使用して シャープな画像を生成します。Unity は、このメソッドを通常のアンチエイリアシングと並行 して実行します。HDRP はこのアップスケールフィルターをポストプロセスの前に、TAA と 同時に実行します。

このフィルターは他のアンチエイリアスメソッドと互換性がないため、TAA アンチエイリアス メソッドしか使えないということになります。「Temporal Anti-Aliasing (TAA) Upscale」は、 それぞれのフレームに対してアンチエイリアスを実行します。つまり、動的解像度を有効に すると、画面の割合が 100% の解像度でも実行されます。詳細については、「Notes on TAA Upscale」のドキュメントセクションをご覧ください。



画像A(左)は、Temporal Anti-aliasing (TAA)アップスケールメソッドを使用しており、シャープで明瞭です。画像B(右)は、Catmull-Rom アップスケールメソッドを使用しており、明瞭さに欠けています。

HDRP アセットで強制的にスケーリングするか、ロジックをコードして動的にスケールを 調整することができます。

プロジェクトで動的解像度を設定し、ニーズに最適なアルゴリズムを選択する方法についての ガイダンスを得るには、ドキュメントをお読みください。

# レンダリングデバッガー

「Rendering Debugger」ウィンドウ(「**Window」 > 「Analysis」 > 「Rendering Debugger**」) には、「Scriptable Render Pipeline」用のデバッグツールと可視化ツールがあります。左側は カテゴリ別に分類されています。各パネルでは、ライティング、マテリアル、ボリューム、カメラ などの問題を分割できます。

Rendering Debugger			
			Reset
	Shadows		
	Shadow Debug Mode		
	Global Shadow Scale Factor	•	
Lighting	Clear Shadow Atlas		
	Shadow Range Minimum Value		
	Shadow Range Maximum Value		
Rendering		og Cached Shadow Atlas Status	
	Lighting		
Main Camora	▶ Show Lights By Type		
Main Camera	► Exposure		
BloomCamera	Lighting Debug Mode	None	
	Light Hierarchy Debug Mode	Nothing	
	Light Layers Visualization		
	Material Overrides		
	Override Smoothness		
	Override Albedo		
	Override Normal		
	Override Specular Color		
	Override Ambient Occlusion		
	Override Emissive Color		
	Fullscreen Debug Mode	None	
	Tile/Cluster Debug	None	
	Display Sky Reflection		
	Display Light Volumes		
	Display Cookie Atlas		
	Display Planar Reflection Atlas		
	Display Local Volumetric Fog Atlas		
	Debug Overlay Screen Ratio	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	0.33

レンダリングデバッガー

「Rendering Debugger」は、「Game」ビューの再生モード、または開発ビルドでビルドされた プレイヤーの実行時にも使用できます。メニューを開くには「**Ctrl+Backspace**」を使うか、 ゲームコントローラーの2本のスティックを押してください。



「Game」ビューの「Rendering Debugger」ウィンドウ、またはプレイヤー

このデバッガーは、特定のレンダリングパスのトラブルシューティングに役立ちます。 「Lighting」パネルで「**Fullscreen Debug Mode**」と入力し、デバッグ機能を選択できます。

Fullscreen Debug Mode	✓ None
Tile/Cluster Debug	ScreenSpaceAmbientOcclusion
Display Sky Reflection	ScreenSpaceReflections TransparentSpaceReflections
Display Light Volumes	ContactShadows
Display Cookie Atlas	ContactShadowsFade
Display Planar Reflection Atlas	ScreenSpaceShadows BroBefrontionColorDuramid
Display Local Volumetric Fog Atlas	DepthPyramid
Debug Overlay Screen Ratio	FinalColorPyramid
	ScreenSpaceGlobalIllumination
	RecursiveRayTracing
	RayTracedSubSurface
	VolumetricClouds

「Fullscreen Debug Mode」オプション

デバッグモードでは、さまざまな情報を手掛かりにして、ライティングやシェーディングの 問題の原因を具体的に突き止めることができます。左側のパネルには、カメラ、マテリアル、 ボリュームなどの重要な統計情報が表示されており、レンダリングの最適化に役立てることが できます。

フルスクリーンのデバッグモードが有効な場合、シーンビューとゲームビューが切り替わり、 特定の機能が一時的に可視化されます。この機能を利用して、効率的に診断を進めることが できます。



「Lighting Debug Mode」と「Fullscreen Debug Mode」は、シーン内の光源を把握するのに有効です。

一般的なマテリアルプロパティーのデバッグを行うこともできます。「Material」スクリーンで、 「Common Material Properties」の中から、「Albedo」、「Normal」、「Smoothness」、 「Specular」などを選択します。

Rendering Debugger	: 🗆 ×
	Reset
Decals Common Material Properties Albedo	
Material None	
Engine Albedo	
Lighting Attributes Normal	
Volume Properties Smoothness	
GBuffer Ambient Occlusion	
Rendering Material Validator Metal	
Override Global Material Texture Mip Bias	
Scene Camera Alpha	
Main Camera	

マテリアルの基本プロパティ



レンダーパイプラインデバッガーを使用すると、マテリアルのトラブルシューティングを行えます。

カラーモニター

Unity 2022 以降には、シーンの全体的な外観と露出を制御するために使用できる業界標準の 一連のカラーモニターが含まれています。これらのモニターは「Rendering Debugger」 ウィンドウ(「Windows」>「Analysis」>「Rendering Debugger」)の「Rendering」タブで アクセス可能です。

「Waveform」モニターは、レンダリングされた画像のルミナンス(輝度)値をグラフィカルに 表示します。

「Parade Mode」は、波形画像を赤、緑、青の各チャンネルに分割し、色のアンバランスや 不一致の特定と修正を簡単に行えるようにします。

「Vectorscope」モニターには、画像の色相(色)と彩度(色の強度)を測定する円形のグラフが あります。このツールは、肌の色調が正確であることを確認し、支配的なカラーキャストを 識別するにあたって特に便利です。

これらのモニターをワークフローに組み込むことは、色の正確さとバランスの確保に役立ちます。



カラーモニター。

HDR10 スクリーン向けサポート

標準的なダイナミックレンジのディスプレイとは異なり、ハイダイナミックレンジ (HDR) ディスプレイは、人間の目が自然環境で知覚するものに近い、より広い範囲の輝度レベルを 再現することができます。

HDRP は以前からハイダイナミックレンジ画像をレンダリングすることができたものの、 以前は HDR ディスプレイ向けの特別な出力を行うための専用のトーンマッパーがありません でした。出力が最適化されていないと、画像の最も明るい部分と最も暗い部分のディテールが 失われる可能性があります。

Unity 2022 LTS の HDRP には、HDR10 での出力を有効にするオプションがあります。これは カラーチャンネル 1 つあたり 10 ビットを使用し、より広範なカラーパレットとより細かい明度を 実現できます。HDR10 ディスプレイで HDRP コンテンツを閲覧する場合、より鮮やかな色と、 シャドウとハイライトの両方において改善されたディテールを見ることができます。

### **Runtime Frame Stats**

SRP は「Profiler」の「Runtime Frame Stats」パネルにアクセスできます。このツールは エディターとプレイヤーの両方で利用でき、何が GPU の使用時間の大半を占めているのか 簡単に把握することができます。

アーティスト、テクニカルアーティスト、開発者にとっては、HDRP のフレームごとのパフォーマンスについてより詳しく知るのに役立つツールです。

**注意:**正確さを確保するため、エディターではなくプレイヤービルドでプロファイリングを 行うことをおすすめします。

「Player Settings」で「Frame Timing Stats」を有効化します。その後、再生モードで 「Rendering Debugger」(エディターでは「Window」 >「Analysis」 >「Rendering Debugger」、プレイヤーでは「Ctrl」キー +「Backspace」キー)から「Display Stats」画面に アクセスできるようになります。

					: 🗆 ×
					Reset
Display Stats	▼ Frame Stats				Ĩ
					- 1
	Frame Time				
					- 1
	▶ Bottlenecks				
	Update every second with average				
		CPU	CPUINIne	GPU	

「Runtime Frame Stats」(再生モードの場合)

詳細については、レンダーパイプラインデバッガーに関するドキュメントをご覧ください。

# シェーダーとマテリアル

マテリアルは、オブジェクトの光の反射や発光の仕方を決定するため、レンダリングにおいて 重要な役割を果たします。マテリアルを使うと、オブジェクトを金属、ガラス、木、あるいは 抽象的だったり不思議なものに見せることができます。

マテリアル にはシェーダーオブジェクトへのリファレンスが含まれています。シェーダー オブジェクトがマテリアルのプロパティを定義している場合、マテリアルには色やテクス チャリファレンスなどのデータも含まれます。

シェーダー自体は GPU 上で動作するプログラムで、各ピクセルの色を決定するものです。 テクスチャ、ライト情報、マテリアルプロパティなどの入力データに基づいて計算を行います。

マテリアルのサンプル



HDRP の Package Manager には「Materials」サンプルが含まれています。

「HDRP マテリアル」サンプル には、HDRP に特化したマテリアルやシェーダーの様々な サンプルが含まれています。サンプルからは、サブサーフェススキャタリング、ディスプレイス メント、異方性などの効果が確認できます。Shader Graph は、「Lit Shader Stack」、「Fabric Master Stack」、「Decal Master Stack」などの「Master Stack」 (下記参照)を利用します。

マテリアルによっては、正しく視覚化するためにレイトレーシングをサポートする GPU が 必要であることにご注意ください。

#### マテリアルバリアント

どうすれば Unity で複雑なマテリアルライブラリを効率的に管理し、変更を適用できるのか 疑問に思ったことはありませんか?マテリアルバリアントを使用すると、通常のマテリアルを ベースにしたテンプレートやマテリアルプレハブを作成できます。

バリアントは、テンプレートマテリアルと共通のプロパティを共有し、必要なものだけを オーバーライドすることができます。ゲームオブジェクトにおけるプレハブと同じように、 マテリアルバリアントでは、特定のプロパティをオーバーライドされたくない場合にロックする ことができます。

例えば、プロジェクトに木のマテリアルを複数設定したい場合、「Wood Base」マテリアルから 始めて、異なるテクスチャを持つ「Oak」や「Cherry」などのバリエーションを作ることができ ます。これらのいずれかを基に、通常色の色合いなどの他のプロパティをオーバーライドする 独自のマテリアルバリアント(例:ホワイトオーク、レッドオーク)を作成することもできます。



マテリアルバリアントの例。

マテリアルバリアントを使用すると、複数のプロジェクトで使用できるベースマテリアルの 汎用ライブラリを作成し、必要に応じてオーバーライドすることが可能になります。そのため、 アーティストは微調整のためにマテリアルを複製する必要がなくなり、特に大規模なプロ ジェクトでは視覚的なバグやパフォーマンスの問題を減らすことができます。

マテリアルバリアントの詳細については、こちらのブログ記事とドキュメントページをご覧ください。

# 🔒 マテリアルのプロパティー

シーンのマテリアルの多くは「HDRP Lit シェーダー」を使用します。以下はその最も重要な プロパティの一部で、他の HDRP シェーダーにも見られる可能性があります。

Base Color:マテリアルの色および不透明度を制御します。

Metallic:表面がどの程度「金属的」に見えるかを決定します。値が高いほど金属光沢が増し、 値が低いほど非金属的(または誘電的)な外観になります。

Specular:非金属マテリアルの反射率を決定します。金属的なマテリアルの場合、スペキュラー ハイライトカラーは通常色から算出されます。

Smoothness:マテリアルのリフレクションの透明度を決定します。滑らかさの値を高くするとより光沢のある滑らかな表面になり、値を低くすると、よりマットで粗いマテリアルになります。

Anisotropy:マテリアルのハイライトが一方向に伸びる視覚効果を生み出します(例:カーボンファイバー、ブラッシュドメタルなど)。



異方性は、ハイライトを一方向に伸ばします。

Thickness:通常、サブサーフェススキャタリング(SSS)とともに使用され、ライトが半透明の マテリアルの表面を通過し、内部で散乱するように見せます。

Emission:マテリアルを「光らせる」ことができ、ライトとして機能するオブジェクト(例:ネオン ライト)を作る際に役立ちます。

Normal Map:凹凸や溝などの詳細な特性をサーフェスに追加できる、特殊なテクスチャタイプです。

**Detail Map**:ベースマップの上にさらにテクスチャをレイヤーできるようになり、近くで見た ときのテクスチャの外観をより正確に制御できるようになります。



### Transparency

透明度とは光を通す性質のことで、ガラスや透明なプラスチックなどのマテリアルによく 見られます。

HDRP では、透明度はマテリアルの通常色のアルファ値を調整することで処理されます。 アルファ値が低いとマテリアルの透明度が上がり、アルファ値が1だとマテリアルは完全に 不透明になります。



透明なマテリアルは光を通します。

HDRP は「Alpha」と「Premultiply」の2つの透明度モードをサポートしています。「Alpha」は テクスチャのアルファ値を直接使用し、「Premultiply」は適用する前にアルファ値と色を 乗算します。 マテリアルサンプルの「Transparency」シーンでは、さまざまなレンダリングメソッド(ラスタ ライゼーション、レイトレーシング、パストレーシング)を使用して透明マテリアルを設定する 方法を確認できます。



「Transparency」サンプルは、さまざまなレンダリングの設定方法を示しています。

#### サブサーフェススキャタリングと透過度

**サブサーフェススキャタリング(SSS)**は、半透明のマテリアルに関連する現象です。透過とは、 光が物質を通過することはできるものの、その過程で散乱される特殊な透明性のことです。

この効果は、皮膚や植生のような特定の有機マテリアルを通過する光が、ざらざらした プラスチックではなく、滑らかに見えるようにするソフトな輝きを生み出します。

半透明のマテリアルに光が当たった時、そのすべてが反射するわけではありません。一部が 内部を貫通し、マテリアル内部で跳ね返りながら散乱するのです。散乱した光の一部は、 最終的に入った場所とは異なる地点でマテリアルから放出されます。

HDRP は、スクリーンスペースブラー技術を用いてサブサーフェススキャタリングを実装して います。また、光がゲームオブジェクトの背後から浸透して、ゲームオブジェクトを透明に 見えるようにする透過も扱います。透過の場合は、光が通過する際に色をつけることも できます。

HDRP では、SSS のマテリアルタイプが 2 つあります。

- サブサーフェススキャタリングは、スクリーンスペースブラーエフェクトと透過の両方を 実装します。
- 「Translucent」は透過のみを扱います。



Translucency

Subsurface scattering

「Transparency」サンプルは、さまざまなレンダリングの設定方法を示しています。

HDRP アセット、および「**Project Settings > HDRP Default Settings**」でサブサーフェス スキャタリングを有効にします。次に、SSS 設定を保存する「Diffusion Profile」アセットを作 成します。HDRP は、オーバーライドオプションとともに、同時に最大 15 個のカスタムプ ロファイルを表示できます。

必要に応じて各マテリアルタイプを「Subsurface Scattering」または「Translucent」に 設定し、「Diffusion Profile」を割り当てます。



このシーンのドレープのような SSS マテリアルは「Diffusion Profile」を使用します。

「Diffusion Profile」は、散乱光の色、透過の色合い、厚みなどのプロパティを制御します。

また、各マテリアルには、SSS に影響する他のオプションが2つあります。

- 「Thickness Map」は、オブジェクトのさまざまな部分にわたる散乱と透過の効果を 制御します。
- 「Transmission Mask」は、透過の全体的な強度を制御します。例えば、これを使用 することで、木の幹と葉の両方に1つのシェーダを使用できるでしょう。



サブサーフェススキャタリングを使用すると植生をよりリアルにレンダリングできます。

**注:**Unity 2022 LTS では、「SpeedTree 8 Sub Graph Assets」(HDRP/Nature/ SpeedTree8.shadergraph)が、「Transmission Mask」ノードのサブサーフェスマップを 使用して、樹皮や小枝からの意図しない光の透過を除去するようになりました。これにより、 3D ジオメトリのライティングとマッチしていなかった、明るすぎるビルボードライティングの 問題も修正されました。

#### デカール

デカールとは「Decal Shader」または「Decal Master Stack」を使用するマテリアルです。 ジオメトリを追加することなく、グラフィカルなオーバーレイとしてマテリアルやサーフェスに ディテールを追加します。

要するに、デカールとはシーン内の他のオブジェクトに投影されるテクスチャのことで、平面 画像(投影デカール)としても、3D オブジェクトの形状に合わせたもの(メッシュデカール) としても使用できます。

デカールを作成するための主要ツールは Decal Projector コンポーネントです。これを 使用して、デカールのサイズ、深度、その他のプロパティを制御できます。

距離によるデカールの可視性を決定するには「Start Fade」と「Draw Distance」を使用 します。デカールの向きに沿って、頂点法線に対してフェードさせるには「Angle Fade」を 有効化しましょう。

デカールを使用すると、街の壁に落書きを重ねたり、床や機械に磨耗や傷を追加したり、 乗り物やオブジェクトにパターンやエンブレムを追加したりできます。



デカールはディテールを追加する手法です。

# Shader Graph

Shader Graph は、コードを書くのではなく、視覚的にシェーダーをビルドできる強力な ビジュアルツールです。HLSL のような言語でシェーダーコードを書いたり、デバッグしたり、 保守したりする必要がなく、複雑なシェーダーを作成するためのノードベースのインター フェースを提供します。

Shader Graph のノードをつなげることで、開発者は複雑なシェーダーを視覚的に構築する ことができ、シェーダープログラミングの熟練者でない人にとっても、プロセスがより扱いや すいものとなります。Shader Graph の各ノードは、数学演算、関数、またはシェーダーの プロパティを表します。



ノードベースの Shader Graph でグラフィカルにシェーダーをビルドしましょう。

Shader Graph は HDRP と完全に統合されており、HDRP 向けに特別に設計された一連の ノードや機能を提供します。これには、HDRP の物理ベースのライティングモデル、高度な マテリアルタイプ、ポストプロセスエフェクトのサポートが含まれます。

HDRP は高解像度のビジュアルを優先するため、よりリアルな物理ベースのマテリアルを 作成するのに役立つ様々なサポートシェーダーが含まれています。各 HDRP マテリアル タイプは、Shader Graph のマスタースタックに対応しています。

HDRP マスタースタック

マスタースタックは Shader Graph の終点で、シェーダーのサーフェスの外観を最終定義する ものです。「Shader Graph」には、マスタースタックが1つのみ含まれます。

HDRP のマスタースタックには以下が含まれます。

- Lit マスタースタック:物理ベースのライティングを持つ汎用マテリアルを作成します。
   現実味のあるマテリアルの最も一般的なマスタースタックで、サブサーフェススキャタリング、透過度、異方性など、幅広い機能をサポートしています。
- StackLit マスタースタック: 複数のレイヤーを持つ複雑なマテリアル向けに設計されており、ライトが各レイヤーとどのように相互作用するかを詳細に制御できます。例えば、ベースレイヤー、メタリックフレークレイヤー、クリアコートを必要とする自動車塗装材料には、StackLit マスタースタックを使用します。
- Unlit マスタースタック:ライトと相互作用しないマテリアルに最適で、光と影を考慮 することなく、色とテクスチャを完全に制御できます。
- デカールマスタースタック:サーフェスにグラフィカルなオーバーレイを追加します。
   完成したシェーダーを使用して、サーフェスに汚れ、傷、落書きなどのディテールを 加えることができます。
- Water マスタースタック:このシェーダーは、反射、屈折、その他の水に関連する ビジュアルエフェクトなど、水面のシミュレーションに特化しています。詳しくは ウォーターシステムのセクション をご覧ください。
- Fabric マスタースタック:布マテリアルのシミュレーションを行います。対応する シェーダーは布マテリアルをレンダリングすることができ、光沢の色や強度に関する オプションが含まれています。



布マテリアルには、光沢の色と強さを変更するためのオプションがあります。

- Eye マスタースタック:角膜、強膜、虹彩を含むリアルな目のレンダリングに役立ち、
   反射や屈折を詳細に制御できます。
- Hair マスタースタック:髪や毛皮をシミュレートするためのもので、色、スペキュラー ハイライト、光の散乱の仕方を制御できます。



「Enemies」のデモには、デジタルな人型のキャラクターが登場します。

Eye および Hair のマスタースタックの実用例については「Enemies」デモプロジェクト を ご覧ください。

Shader Graph のノードの中には、HDRP 専用の機能を提供するものもあります。これには「Diffusion Profile」、「Emission」、「Exposure」、「HD Scene Color」、「HD Scene Depth」などが含まれます。特にEyeマスタースタックやWaterマスタースタックには、そのスタック専用のノードが数多くあります。HDRP 専用ノードの完全なリストについては、ドキュメントをご覧ください。

# ボリュメトリックシェーダーグラフフォグ

ボリュメトリックマテリアルを使って、高度なプロシージャルフォグとボリュメトリックエフェクト を作成しましょう。これらは、任意のLocal Volumetric Fog コンポーネントに適用される Shader Graph の組み合わせを使用します。



ボリュメトリックプロシージャルフォグの一例。

これを使用することで、カスタムグラウンドフォグや雲エフェクトを作成できます。また、砂嵐や オーロラなど、他の自然現象をシーン内で作り出すこともできます。

より多くの例を確認するには「HDRP Volumetrics」のサンプルを Package Manager からインポートしてください。ここでは、Shader Graph は HDRP マテリアルとしてフォグ ボリュームを使用し、Local Volumetric Fog コンポーネントにディテールとアニメーションを 追加しています。



HDRP ボリュメトリックサンプルコレクションは Package Manager で利用できます。

	Graph Inspector	
	Node Settings Gra	ph Settings
	Precision Target Settings	Single 🔻
	Active Targets HDRP	
		+
	▼ HDRP	
	Material	Fog Volume 🛛 🔻
	Custom Editor	Lit
	GUI Support VFX Graph Support Compute for Vertex Satur	Fullscreen
		Fabric
Spacebar to Add Node		Hair
<b>P</b>		StackLit
		Decal
. 1		<ul> <li>Fog Volume</li> </ul>
		Eye
Eraamant		Unlit
Progniterit		Water
· Base Color(a)		
Alpha(1)		

「Fog Volume」を「Shader Graph」マテリアルとして設定します。

# 全画面 Shader Graph

Unity の全画面シェーダーは、開発者やアーティストがスクリーンビュー全体にまたがる カスタムエフェクトを作成することを可能にします。これを使用することで、キャラクターが ダメージを受けると画面が赤くなったり、画面に水滴がついたりといったエフェクトをかけ られるようになります。

全画面シェーダーの用途は3つあります。

- カスタムパスエフェクトの作成
- カスタムポストプロセスエフェクトの作成
- 「HDUtils.DrawFullscreen」または「Graphics.Blit」 関数を使用した C# スクリプ
   ト内での使用

全画面シェーダーを作成するには、新しい全画面 Shader Graph を作成するか、既存の ものを修正します。全画面マスタースタックを必ず含めてください。

HDRP には全画面シェーダーのサンプルも含まれており、Package Manager を介して プロジェクトにインポートすることができます。これらは全画面 Shader Graph ででき ることの代表例です。



全画面 Shader Graph サンプル
# Terrain(地形)

ゲームの世界はプレイヤーの足元から始まります。Unity の「Terrain Editor」を使えば、 規模にかかわらず、詳細かつ現実に忠実な風景を作ることができます。

地形オブジェクトは、地形図のようにスカルプトできる平面として始まります。高さの値を ペイントすることで、山を高くしたり谷を削ったりすることができ、相互につながったタイルから バーチャルな世界を組み立てることができます。次に、プロシージャルまたはアーティストの ブラシによって、テクスチャと植物で風景を仕上げます。

「Terrain Tools」パッケージは、追加のスカルプトブラシや、地形アセットの編集や設定を 自動化する一連のユーティリティによって、ビルトインのワークフローをさらに改善します。



地形システムは、Cloud Layer ボリュームコンポーネントオーバーライドと連動します。

Unity Learn のチュートリアルシリーズで、特定のツールやテクニックを使って地形を作成し、 カスタマイズする方法を学びましょう。

#### 地形の作成

「Hierarchy」で新しい地形を作成すると、Unity はシーンに大きな平面を追加します。この点の グリッドは、各頂点で変更することができます。

地形の形状は、グレースケールの**ハイトマップ**によって決定されます。このグレースケールの マップは、グリッド上の各頂点をどのように上げ下げするかを決定します。白は最も高い点、 黒は最も低い点を表します。



ハイトマップにペイントして地形を修正します。

## スカルプティング

Terrain コンポーネントには、 地形をスカルプトするための さまざまなブラシが含まれて います。これらを使って地形の 一部を上下させたり、エリアを 滑らかにしたり、特定の形状や パターンのカスタムブラシを 作成することもできます。



ブラシを使って地形をスカルプトします。



テクスチャリングとディテーリング

スプラットマップを使えば、地形にさまざまなテクスチャ を描くことができます。これは画像編集ソフトのレイヤー のようなもので、テクスチャを定義してブレンドすること ができます。

そして、草や花、小さな岩などの細かいディテールには ディテールマップを使用します。これらは地形に直接 ペイントしましょう。

スプラットマップを使って地形のテクスチャを描きます。

## 樹木および植生

地形を完成させるには植物が必要です。Unity は Terrain コンポーネントの一部として 「Tree Editor」を提供しています。これは、さまざまな樹木の種類やバリエーションを含む、 リッチな森やジャングルを作成したい場合に便利です。



地形システムは高度な植生機能を提供しています。

Terrain コンポーネントの樹木パレットは、異なる成熟段階の樹木を混ぜることで、より自然な ビジュアルを作り出すことができます。樹木を個別に配置することも、大量配置ツールを使う こともできます。その後、草や花のテクスチャのビルボードを使って、ディテールのレイヤーを 追加することができます。

「Wind Zones」を追加すれば、樹木や植生が風で揺れ、シーンに命が吹き込まれます。

## SpeedTree インテグレーション

Unity は、「SpeedTree」モデル (.SPM または .ST ファイル)の直接インポートもサポート しており、標準のゲームオブジェクトと同様に扱うことができます。Terrain Editor を使用して、 SpeedTree の植生を地形に直接ペイントしましょう。ペイントされた樹木には、ランタイムに 他のオブジェクトと相互作用するためのコライダーが自動的に与えられます。

SpeedTree モデルには、パフォーマンスを最適化するための LOD が組み込まれています。 レンダリングシステムは、効率化のためにモデルをバッチ処理します。SpeedTree の植生には 影を与えることができ、グローバルイルミネーションに貢献できます。



SpeedTree の植生。

Terrain Tools パッケージ

「Terrain Tools」パッケージは、Unity に地形スカルプト用のブラシやツールを追加します。 このアドオンツールセットは、地形の外観をより細かく制御する必要があり、地形のワーク フローを合理化したい場合に最適です。

■ Package Manager     +      +      Packages: Unity Registry      Sort: Name	(asc) 🔻 Filters	s ▼ Clear Filters : ٩	: 🗆 ×
All Services			
		Terrain Tools	
			more
		5.0.3 · February 08, 2023 Release	
		From Unity Registry by Unity Technologies Inc.	
		com.unity.terrain-tools	
Test Framework	1.1.33 🗸		
TextMeshPro		Download Asset Samples from Asset Store	
Timeline		Download HDRP Demo Scene from Asset Store	
Toolchain Linux x64		Description Version History Dependencies	
Toolchain MacOS Linux x64			
Toolohain Win Linux x64		V 5.0.3 K Installed Rer	nove
Tutorial Authoring Teals		Released February 08, 2023	
Tutorial Authoring Tools	1.2.2	Changelog	
Tutorial Framework	3.1.3	With Observed	
Unity Denoising		### Changed: - Fixed the example code in the documentation to work with the latest version of terrain	
Unity Distribution Portal	2.2.5		
Unity Logging			
Universal RP			
Last update Aug 1, 16:56			

「Terrain Tools」パッケージを追加すると高度な機能をご利用いただけます。

このパッケージは、より複雑に見える地形を作成したり、外部のデジタルコンテンツ作成 ツールで地形テクスチャデータをオーサリングしたりするのに役立ちます。

詳しくは「Getting started with Terrain Tools」をご覧ください。

#### 地形のペイント

「Terrain Tools」パッケージは、ビルトインツールに追加のツールを追加し、「Paint Texture」、「Smooth Height」、「Stamp Terrain tools」といったビルトイン機能を向上させます。 「Paint Terrain」ツールの完全なリストについては、こちらのドキュメントページをご覧 ください。

▼ Layers		
Layer Palette Profile	None (Terrain Palet	tte) 💿 Save Save As Revert
Layer Palette		
= scree	٥	
moss	٥	
■ Sand	۵	
= C Snow	0	
Add Layer	Remove Layer	Remove Selected Layers
Create New Layer	NewLayer	Create

<sup>「</sup>Terrain Tools」を使い、レイヤーでペイントしましょう。

「Sculpt」ツールは、加算法と減算法で地形の形状を変更します。

- 「Bridge」は、選択した2点間にブラシストロークを作成し、陸橋を作成します。
- 「Clone」は、任意の領域から別の領域に地形を複製します。
- 「Noise」は、異なるノイズタイプとフラクタルタイプを使用して地形の高さを変更します。
- 「Terrace」は、地形を階段のような一連の平らなエリアへと変化させます。



「Noise」は地形の高さを変更します。

「Effects」ツールは、地形の既存の高さに基づいて修正します。

- 「Contrast」は、地形の高さの全体的な範囲を拡大または縮小します。
- 「Sharpen Peaks」は、地形の頂点をより鋭角化したり、すでに平坦な部分をより平らに することができます。
- 「Slope Flatten」は、勾配の平均を維持したまま地形を平らにします。

「Erosion」ツールは、流水や風の影響、堆積物の動きの効果のシミュレーションを行います。

- 「Hydraulic」は、水の浸食と流れ場に沿った堆積物のシミュレーションを行います。
   このツールを使って、谷や河川の地形を作成しましょう。
- 「Thermal」は、自然な勾配を維持しながら、堆積物が地形に積もる効果のシミュレーションを行います。
- 「Wind」は、風による浸食と堆積物の再分配の効果のシミュレーションを行います。



「Erosion」ツールは、風や流水の影響、土砂の動きの効果のシミュレーションを行います。

「Transform」ツールは、地形をプッシュしたり、引いたり、回転させたりします。

- 「Pinch」は高さを引っ張ってブラシの中心に寄せたり、膨らませるようにして中心から 遠ざけたりします。
- 「Smudge」は、地形の特徴をブラシストロークのパスに沿って移動させます。
- 「Twist」は、ブラシの中心を軸に、地形の特徴をブラシストロークのパスに沿って 回転させます。



「Twist」は、ブラシの中心を中心に、地形の特徴をブラシの中心に沿って回転させます。

また、独自のカスタム地形ペイントツールを作成することもできます。詳しくは「TerrainAPI. TerrainPaintTool」および「Create a custom terrain tool」をご覧ください。

## ノイズエディター

「ノイズエディター」では、「Noise Height Tool」や「Noise Brush Mask Filter」で使用できる ノイズ設定アセットの作成と管理を行うことができます。また、ノイズエディターを使って 外部で使用するプロシージャルテクスチャを生成することもできます。

#### ノイズエディターを開くには、メニューから「Window」>「Terrain」>「Edit Noise」を選択します。



ノイズエディター

## **Terrain Toolbox**

「Terrain Toolbox」は、地形ワークフローの効率化に役立つツールを提供するエディター ウィンドウです。プリセット設定やインポートしたマップから新しい地形を作成したり、地形設定を 一括で変更したり、スプラットマップやハイトマップをインポートまたはエクスポートしたり できます。

「Terrain Toolbox」を起動するには「Window」 >「Terrain > 「Terrain Toolbox」を選択します。

		Terr	ain Toolbox		
Terrain Toolbox					
	Create New Terrai	n Terrain Setting	gs Terrain Utilities	Terrain Visualization	
General					
Total Terrain	Width(m)	1000			
Total Terrain	Length(m)	1000			
Terrain Heig		600			
Start Position		ХО	Y 0	Z	
Tiles X Axis					
Tiles Z Axis					
Grouping ID		0			
▶ Group Setting	IS				
▶ 🗌 Import He	ightmap				
▶ Gizmo					
Preset					
None (Terrai	n Creation Settings)				
S	Save	S	ave As	Refre	esh
▼ Options					
TerrainData I	Directory		Assets/Terrain	1/	
TerrainData I	Name Enable Guid	~			
Replace Terr			Group ID: 0		
Enable Auto	Generate Lighting				
			Create		

## ● 地形におけるレイトレーシングサポート

Unity 2022 LTS は、いくつかの制限付きで地形のレイトレーシングをサポートしています。 地形はレイトレーシングエフェクトの影響を受ける一方、積極的にそれに貢献することは ありません。

具体的には、レイトレーシングによるリフレクションでは地形が省略されます。代わりに、 必要に応じて平面反射を使う必要があります(例:湖面など)。また、レイトレーシングに よるアンビエントオクルージョンやグローバルイルミネーションも地形に影響しません。

#### HDRP 地形デモ

このパッケージには、Unity の地形システムを最大限に活用するためのサンプルコンテンツが 含まれています。このサンプルパックに含まれるテクスチャ、ブラシ、モデルは、ご自身のプロ ジェクトにも使用できます。



「HDRP 地形デモ」は、Package Manager を介して入手できます。

このシーンには、メモやヒントが書かれた一連のブックマークロケーションが含まれて います。「Inspector」のボタンを使って、興味のあるポイントにカメラの焦点を合わせ、 ブックマークを見ていきましょう。



「HDRP 地形デモ」の地形タイル。

このシーンで使用されている植生シェーダーは、サブサーフェススキャタリングに「HDRP Diffusion Profile」アセットを利用しています。これにより、半透明の有機マテリアルを、 ざらざらしたプラスチックのようではなく、滑らかで自然に見せることができます。



サブサーフェススキャタリングの設定は「Diffusion Profiles」に保存されます。

# Clouds

空は雲がないと完成しません。Cloud Layer ボリュームコンポーネントオーバーライドは、 自然な雲を生成し、Sky オーバーライドおよび Visual Environment オーバーライドを 補完します。ボリュメトリッククラウドはライティングや風に反応し、実際に厚みを持つリアルな 雲を作り出します。



「Cloud Layer」は HDRI の空の前に表示されます。

© 2024 Unity Technologies

## **Cloud Layer**

Cloud Layer オーバーライドは、フローマップでアニメーション化できる 2D テクスチャで、 赤と緑のチャンネルを使ってベクターのディスプレイスメントを制御します。再生モードで、 雲は空にわずかな動きを加えることができ、背景をより動的なものにします。雲のレイヤーは 空の前に位置し、地面に影を落とすオプションもあります。

🔻 🗸 Visual Environment		0	:
ALL NONE			
Sky			
✓ Sky type	HDRI Sky		•
Background clouds	Cloud Layer		•
Ambient Mode	Dynamic		•

Visual Environment オーバーライドで Cloud Layer オーバーライドを有効にします。

ローカルまたはグローバルのボリュームで、「Visual Environment」の「**Background clouds**」 を有効にし、**Cloud Layer** オーバーライドを追加します。

Cloud Layer		0 i
Opacity	•	0.05
Layers	Single	
Layer A		
Cloud Map	DefaultCloudMap	
Opacity R	•	1
<ul> <li>Opacity G</li> </ul>	_ <b>•</b>	0.066
Opacity B	•	0.166
Opacity A	•	0.098
Rotation	•	1
✓ Tint		64
Exposure	-0.56	
Distortion Mode	Procedural	
<ul> <li>Scroll Orientation</li> </ul>	•	0
Scroll Speed		
<ul> <li>Lighting</li> </ul>	~	
✓ Steps		10
Thickness	•	0
Cloud Shadows		
Shadow Multiplier	[1]	
		04
Shadow Size	500	

Cloud Layer オーバーライド。

雲マップ自体は円筒投影を使ったテクスチャで、RGBA チャンネルはすべて異なる雲のテク スチャ (積雲、層雲、巻雲、さざ波雲)を含んでいます。その後、雲レイヤーの制御を使って 各チャンネルをブレンドし、お好みの雲を形成することができます。.4 つのチャンネルを 持つ2つのレイヤーで、最大8つの雲のシミュレーションを行い、ブレンドすることができます。



「DefaultCloudMap」の4つのチャンネル。

そして、好みのスカイスケープを作り出せるまで、雲のアニメーション、ライティング、カラー、 シャドウを修正します。

## ↑ 大気および太陽に基づいたライティング

Unity 2022 LTS では、雲レイヤーの物理ベースのレンダリングが改善されました。

雲レイヤーを Physically Based Sky オーバーライドと組み合わせて使用する場合、太陽光の 色が大気の減衰を正しく反映するようになりました。

さらに、レイマーチングが無効になっている場合でも、太陽光の色は常に雲の色に影響する ようになりました。また、散乱を改善するためにレイマーチングのアルゴリズムにも改良が 加えられ、ステップ数を変更しても、HDRPでより一貫した結果を得られるようになりました。



「Physically Based Sky」をオーバーライドした「Cloud」レイヤー。

HDRP の以前のバージョンと外観を合わせるために、濃度と露出のスライダーを微調整する 必要がある可能性があることに注意してください。 ボリュメトリッククラウド

雲が光と相互作用する必要がある場合、Volumetric Clouds オーバーライドを使用しましょう。これらは、シャドウをレンダリングし、フォグを受け取り、ボリュメトリックな光軸を作り出すことができます。これらをクラウドレイヤーの雲と組み合わせたり、別々に追加したりしましょう。

Volumetric Clouds オーバーライドを有効にする方法

- HDRP アセット内:「Lighting」>「Volumetric Clouds」>「Volumetric Clouds」を 選択します。
- ローカルまたはグローバルボリューム内:Volumetric Clouds オーバーライドを追加します。



ボリュメトリッククラウドはメインのディレクショナルライトに反応できます。

#### 「Advanced」および「Manual」の「Cloud Control」オプションでは、雲の種類ごとにマップを 定義できます。

Volumetric Clouds (Preview ALL NONE	)	0 i
General	P	
Local Clouds		
Shape		
Cloud Control	Simple	
Cloud Preset	Sparse	
✓ Shape Offset X		-0.34
✓ Shape Offset Z	•	-0.9
<ul> <li>Earth Curvature</li> </ul>	•	0
Lowest Cloud Altitude	500	
<ul> <li>Cloud Thickness</li> </ul>	9999	
Wind		
<ul> <li>Global Wind Speed</li> </ul>	2000	
Quality		
<ul> <li>Temporal Accumulation Factor</li> </ul>	•	1
<ul> <li>Num Primary Steps</li> </ul>	•	512
Num Light Steps	•	10
Lighting		
<ul> <li>Ambient Light Probe Dimmer</li> </ul>	•	0.385
<ul> <li>Erosion Occlusion</li> </ul>	•	0.49
<ul> <li>Scattering Tint</li> </ul>		24
Powder Effect Intensity	•	0.609
Multi Scattering	•	0
Shadows		
✓ Shadows	×	
Shadow Resolution	High 512	
Shadow Plane Height Offs	-5.81	

Volumetric Clouds オーバーライド

Cloud Layer オーバーライドおよびVolumetric Clouds オーバーライドについては、HDRP の ドキュメントを参照してください。

## HDRP の雲のプリセットブレンディング

クラウドレイヤーシステムの最新アップデートでは、2 つの異なるクラウド設定間のブレンドが サポートされるようになりました。これにより、より滑らかな遷移が可能になります。例えば、 2 つの設定の間でボリュームブレンドを調整するだけで、雲がまばらな空を曇に覆われた 空に変更できます。

ボリュームフレームワークにカーブブレンディングが導入されたことで、ボリュームプロファ イルとボリュメトリッククラウドをシームレスにブレンドできるようになりました。さらに、 刷新されたプリセットでは、マイクロディテールが向上し、パフォーマンスが強化されています。

このアップデートにより、(ルックアップテーブルに依存していた以前のプリセットで見られた) ちらつきや揺らぎなどの視覚的なアーティファクトが軽減されました。

# HDRP ウォーターシステム

### ウォーターシステムについて

水は現実世界ではどこにでもあるものですが、Unityのウォーターシステムによって、ゲームの 世界にもこれまで以上に簡単に組み込むことができるようになりました。プロジェクトで、 人里離れた熱帯のラグーンや、危険な氷に覆われたフィヨルドのデザインを行っていますか? HDRP 環境への水要素の追加は、ほんの数クリックで完了します。



ウォーターシステムを使用し、海、川、湖を追加しましょう。

ウォーターシステムの主な特徴の一部を以下に示します。

- 物理ベースの水レンダリング:ウォーターシステムには、滑らかさ、屈折、光散乱のプロパティを調整できる物理ベースのウォーターシェーダーが含まれています。
- 水の動き:ウォーターシステムは、うねり、攪拌、波紋、流れを含む水面の変形のシミュレーションを行います。
- 水中エフェクト:カメラが水面下に沈むと、水中レンダリングが水の物理的特性を 考慮し、光の屈折と吸収を再現します。
- 泡:水面シミュレーションと風速に基づいて、泡を自動的に生成できます。ローカルの
   泡ジェネレーターによって、ボートの航跡などの小さなエリアにおける白波効果の
   シミュレーションを行うこともできます。
- インテグレーション:マスク、デカール、デフォーマーなど、アーティストにとって使いや すいコンポーネントを活用し、水面を周囲の小道具や地形につなげることができます。
- パフォーマンス:このシステムは様々なプラットフォームに最適化されており、可視化の ための複数のデバッグモードが用意されています。



ウォーターシステムは柔軟かつカスタマイズ可能です。

Unity のウォーターシステムを利用するには HDRP 14 が必要です (Unity 2022 LTS 以降の バージョンで利用可能)。

## **1** Unity 2023 の新機能

初めてウォーターシステムを使用する場合、以前のバージョンと比べて、以下に挙げるいくつかの顕著な改良が実装された Unity 2023.1 (HDRP 15) で始められることをお勧めします。

- ローカルの水流
- ー サーフェスデフォーマー
- ウォーターエクスクルーダー
- ローカルの泡ジェネレーター
- 水の境界および水中用の機能
- 追加のデバッグモード

また、サンプルシーンの探索にも Unity 2023.1 以降のバージョンが必要です。

プロジェクトをウォーターシステムに対応させる方法:

- 各レンダーパイプラインアセット(水を必要とする品質レベルごと)に対して水をアク ティベートし、設定します。
- カメラのフレーム設定で水を有効にします(「Edit」>「Project Settings」>「Graphics」> 「HDRP Global Settings」)。
- シーン内の Water Rendering ボリュームオーバーライドを使用し、カメラの位置に 基づいて水のレンダリングがアクティブになる場所を制御します。

🔻 📦 🖌 Volume		0 ∓	
Mode			
Weight	•	1	
Priority	0		
Profile	SkyandFogSettingsProfile (\⊙ New	Clor	ne
🕨 🗸 Visual Environment		0	
🕨 🗸 Physically Based Sky		0	
▶ 🗸 Fog		0	
🕨 🗸 Exposure		0	
Volumetric Clouds		0	
🕨 🗸 Screen Space Ambient	Occlusion	0	
Probe Volumes Options			
🔻 🗸 Water Rendering		0	
General			
State	Enabled		
Level of Detail			
Lighting			
Contact Shadows		0	
Depth Of Field		0	
Shadows		0	
	Add Override		

ボリュームオーバーライドで「Water Rendering」を有効化します。

水が有効になったら、ゲームオブジェクトメニューから設定済みの水域を追加できます。 HDRP には、プール、川、海の3つの水面タイプがあります。

Create Empty				
3D Object				
Effects				
Light				
Audio				
Video				
UI				
UI Toolkit				
Rendering				
Volume				
Camera		Excluder		
Cinemachine	I	Surface		Ocean Sea or Lake
Visual Effects		Deformer	•	Pool
Water	×.	Foam Generator		River

ゲームオブジェクトメニューから水オブジェクトを追加します。

## Water Surface コンポーネント

水面オブジェクトには、水の全般的なパラメーターを制御する Water Surface コンポーネント スクリプトがあります。

🔻 🚾 🖌 Water Surface (Script)		0 ‡ :
▼ General		
Surface Type	Ocean, Sea or Lake	
Geometry Type	Infinite	· ·
	_	1
Tessellation		
	·	
Max Tessellation Factor	•	3
Simulation	Beeck Mack00	0
	V 500 V 500	U
Offeet	X 49.65 X 47.51	
Demanning	A 46.05 T 47.51	
Swell		
Repetition Size	<b>_</b>	3010
Distant Wind Speed		36.6
Chaos		0.863
Orientation	268.9	
Current Speed	2.5	
Current Map	None (Texture)	$\odot$
First Band		
Amplitude Dimmer		1
Second Band		
Amplitude Dimmer		1
	0.93 m	
Ripples	<b>~</b>	
Local Wind Speed	•	5
Chaos	•	0.8
Motion	Inherit from Swell	<b>•</b>
▶ Deformation		
Appearance		
V Miscellaneous		
Rendering Laver Mask	Everything	-
Debug Mode	None	-

Water Surface コンポーネント

これらのパラメーターは、水面のシミュレーションとレンダリングを設定します。

- General:水域の全体的な種類(例:海洋/海/湖、川、プール)と、水面のレンダリングに 使用するジオメトリ(例:クアッド、カスタム、InstancedQuads、Infinite)を定義します。
- Simulation:風と月が水面に与える影響のエミュレーションを行い、波のパターンと 波紋の形成を制御します。
- Deformation:ローカルデフォーメーションが水の一部をどのように上下させるかを 左右し、滝やその他の高低差を作るのに役立ちます。
- Appearance:水の色、滑らかさ、屈折、光の散乱を決定します。コースティクスと特殊な 水中設定で、物理ベースのシェーディングを強化します。
- Foam: 波の頂上、水中のオブジェクトの周辺、海岸線における泡の外観と挙動を 制御します。
- Miscellaneous:レンダリングレイヤーマスクとデバッグモードを制御します。

#### HDRP 水サンプル

ウォーターシステムのすべてのプロパティに慣れる最善の方法は、ウォーターシステムの 実際の挙動を確認することです。HDRP にはいくつかのサンプルシーンが含まれており、 機能のデモおよびスタートポイントを提供します。

**Package Manager** で、HD レンダーパイプライン (HDRP) の「Samples」タブからインストールしてください。

それぞれのサンプルを見てみましょう。

**スイミングプール:**このシーンでは、高さの異なるプールの複数の水面をご紹介しています。 また、カスタムメッシュを使用して、基本的な長方形以外のユニークな形状のプールを作成 できることも示しています。



「スイミングプール」サンプル

**島:**このシーンでは、波のある水域に囲まれた小さな陸地が描かれています。ウォーターマ スクは島の周りのうねりを取り除き、デフォーマーは波を作り出します。デカールと泡ジェ ネレーターによって、砕ける波に泡が追加されています。水面には、スクリプティング API を 使って物理的にシミュレートされたカモメが浮かんでいます。



「島」サンプル

**氷河:**このシーンには、川、滝のデフォーマー、水の流れを生み出す水流シミュレーション、 動く氷山の後ろの泡、水しぶき効果を作るデカール、そして投影されたコースティクスが 含まれています。



「氷河」サンプル

**水の境界:**このシーンでは、カスタムパスを使用して水面レベルと水中レンダリングを変更し、 より大きくぼやけた水の境界線を生成し、カメラレンズにかかる水をシミュレートしています。



水の境界線のレンダリング

初めてウォーターシステムを使用する場合は、これらのサンプルのいずれかを、同じような 環境を想定したスタートテンプレートとして使ってみてください。その後、ゲームの世界に 合わせて水の外観をカスタマイズしましょう。

物理ベースのシェーディング

ウォーターシステムでは、物理ベースのウォーターシェーダーが使われています。 「Appearance」パラメーターで、滑らかさ、屈折、光散乱のプロパティを変更できます。

散乱は水の通常色のように機能し、全体的な雰囲気を確立します。その後、「Absorption Distance」と「Refraction Color」を変更して、水の透明度を制御します。これによって、屈折 した水を通して見えるオブジェクトが色づきます。



Appearance パラメーターのカスタマイズ

例えば、水を深みのあるきれいなカリビアンブルーに見せたい場合は、散乱色や屈折色を シアン色にし、「Absorption Distance」を大きく設定しましょう。濁った川の汚れた水には、 小さい「Absorption Distance」とダークブラウンの散乱色を採用しましょう。



Absorption Distance パラメーターの変更

#### また、カスタム Shader Graph を使ってウォーターマテリアルを変更することもできます。 サンプルの「**River**」Shader Graph アセットを参考にしてください。



River Shader Graph がウォーターマテリアルをカスタマイズします。

#### 波や風のシミュレーション

各Water Surface コンポーネントには、波や風などの要因に対する水の反応を決定する シミュレーションパラメーターが多数含まれています。波は高速フーリエ変換 (FFT) シミュ レーションを使って連続的に生成されます。これにより、異なる周波数の単純な波を合計して、 より複雑な波を形成します。

うねり、攪拌、波紋

特定の周波数帯域では、「**うねり**」(海、海洋、湖面)と呼ばれる、より幅が広い波を発生さ せます。swell パラメーターは、より大きなゲルストナー波の振幅、方向、波長を変更しま す。これらは、遠くの風や月の引力の影響を近似します。



より大きな波形がうねりを決定します。出典:Wikipedia「Trochoidal waves (英語)」

攪拌はうねりに相当しますが、川の水面にのみ使われます。うねりが大きな水域に最適化 されているのに対し、agitation パラメーターは河川で見られる、より動的で乱れた水の 状態のシミュレーションを行います。

より高い周波数の別の帯域では、**波紋**を発生させる海流や局地風のシミュレーションが 行われます。これはより間隔が近い小さな波で、水面に細かいディテールを加えることが できます。

これらのパラメーターは、グローバルまたは水域ごとにカスタマイズできます。そのため、 同じシーン内の異なる水域に、そのローカル設定に基づいて異なる方向に動く波を持たせる ことも可能です。

▼ Simulation		
Water Mask	None (Texture)	
Ripples		
Local Wind Speed	3	
Chaos	● 1	
Orientation	0	
Speed	0	
Current Map	None (Texture)	
▶ Deformation		
Appearance		
▶ Foam		
Miscellaneous		

Simulation パラメーターはうねりと波紋を制御します。

#### 水流マップ

**水流マップ**は、水面の流れの向きとスピードを示す 2D テクスチャです。ここでは、テクスチャの レッドチャンネルとグリーンチャンネルが向きを決定し、アルファチャンネルがそのスピードを 示しています。テクスチャを Unity にインポートし、ウォーターマテリアルまたはボリューム オーバーライドで使用するための設定を行います。

Photoshop や Krita などのサードパーティ製のソフトウェアで水流マップを作成する場合は、 以下のガイドラインに従ってください。

「Miscellaneous」 > 「Debug Mode」ドロップダウンメニューを使用して、最終的な水流を プレビューします。



「Debug」モードで確認できる水流マップ

### プロシージャルレンダリング

ウォーターシステムは、水面のデフォーメーションをレンダリングするために頂点変位を 使用します。この地形レンダリングに似たプロシージャルなアプローチは、無限に広がる 海や長い川のような広大な水面を生み出すのに有効です。

HDRP は、小さな波紋の詳細なレンダリングを行う際、GPU テッセレーションを使用します。 このプロセスでは、特殊なシェーダーで三角形を細分化し、視聴者に近い部分の三角形の 密度を上げます。



水の描画には GPU テッセレーションが使用されます。

水面のデフォーム

Water Deformer コンポーネントは、水面の形状を変えることができます。あらかじめ定義 された形状から選ぶことも、テクスチャを使ってデフォーメーションをカスタマイズすることも 可能です。

Water Deformer コンポーネントは、同じ場所に配置されると互いに加算的に影響し合う ことがあります。例えば、1メートルのボックスデフォーマーを2つ積み重ねると、2メートルの ボックスデフォーマー1つと同等になります。これにより、水面を形成する際の制御と柔軟性が 向上します。



デフォーマーを追加して滝を作りましょう。

ただし、同時にアクティブにできるデフォーマーの最大数に注意してください。この制限は、 HDRP アセットの「**Rendering」 > 「Water」 > 「Deformation」 > 「Maximum Deformer Count**」で調整できます。

また、デフォーメーションを行えるのは、水面の特定の領域だけであることにもご注意 ください。この限定された領域のサイズとオフセットは、水面の Inspector ウィンドウ から直接調整できます。デバッグを行うには、「Miscellaneous」 > 「Debug Mode」から 「Deformation」を選択します。

デフォーメーションを作成するには、「GameObject」>「Water」>「Deformer」に移動し、 希望のデフォーマータイプを選択します。ウォーターデフォーマーの影響を水面に反映させる には、「Deformation」ドロップダウンで水面が有効になっている必要があります。また、この 機能が、プロジェクトの HDRP アセットと「Frame Settings」でも有効になっていることを 確認してください。

Inspector で利用可能なプロパティは、選択したデフォーマータイプによって異なります。 サイズと高さを制御するには「Scale Mode」、「Region Size」、「Amplitude」を使用します。



ウォーターデフォーマーには様々な形があります。

© 2024 Unity Technologies

それぞれのデフォーマー(「Sphere」、「Box」、「Bow Wave」、「Shore Wave」、「Texture」) 固有のプロパティは、このドキュメントページで説明されています。

🔻 # 🗹 Water Deformer (S	cript)	0	ᅷ	Ξ
Scale Mode Region Size Turpo	Scale Invariant X 10 Y 40			•
Amplitude Range Remap Texture	Sphere Box Bow Wave			•
,	Shore Wave  Texture			

Water Deformer コンポーネント

#### 泡の追加

泡は、波の頂上や水がオブジェクトと相互作用する場所で見られる、白い泡状の水のシミュ レーションを行います。この効果は、水面とそこに接触するオブジェクトを結びつけるのに 便利です。

#### 表面の泡

ゲームオブジェクトの泡を有効にするには、Water Volume コンポーネントの対応する チェックボックスを有効にし、「Foam」パラメーターを調整します。

現時点では、変える必要のある設定は2つのみです。

- 「Foam Amount」は泡のパッチのサイズを決定し、水面における泡効果の全体的な 強度と顕著さを制御します。この値を大きくすると泡がより強調され、小さくするとより 繊細な効果が得られます。
- 「Wind Speed Dimmer」は、「Distant Wind Speed」パラメーターに泡の量をマップ します。カーブツールを使用して、適用する「Foam Amount」のパーセンテージを決定 します。



「Surface Foam」は泡立った白波のシミュレーションを行います。

これらのパラメーターを微調整した後、シーンを再生し、ランタイムでの泡の挙動を確認 しましょう。動的なオブジェクトが水と相互作用する場所や、波が周囲とつながる場所に 注意を払ってください。

▼ Foam							
Enable	~						
Resolution	М	edium 512					•
Area Size	х	300	Υ	256			
Area Offset	х	-64	Y	0			
Persistence Multiplie						0.942	2
Smoothness						0.733	
Texture Tiling	0.	36					
Simulation Foam	~						
Amount					-•	1	
Mask		FoamMask					•
Extent	х	150	Y	120			
Offset	х	0	Y	0			
Wind Speed Dimn	2						

「Water Surface」の泡パラメーターを調整しましょう。

### 泡ジェネレーター

オブジェクトやキャラクターが水中を移動するとき、しばしば水面を乱すことがあります。 泡ジェネレーターを使用すると、局所的に泡を発生させ、それらのオブジェクトを統合できます。 これはボートの周りや、開かれた水域の岩の周りに白波を追加することができます。

泡ジェネレーターには、ディスク、長方形、テクスチャベースの3種類があります。パラメーター を調整して、泡の大きさ、深さ、強度を制御しましょう。



泡ジェネレーターはオブジェクトの周りにローカルの泡を作り出します。

# デカールとマスキング

#### デカール

水面デカールをデカールレイヤーマスクとして使用し、水面に浮かぶゴミなどを再現する ことができます。

デカールは、局所的な泡を追加したり、水の滑らかさをオーバーライドしたり、法線マップを 使用して水滴、衝撃、カスタム波紋などの小さな局所的な変形をシミュレートすることが できます。また、ウォーターシステムとは別に、砂や岩の濡れた部分(「島」のサンプルシーンを 参照)や壁のコースティクス(「氷河」のサンプルシーンを参照)のシミュレーションを行うのに 使用することもできます。

なお、デカールはグレースケールとしてしか扱われないため、色の変更はできないことに ご注意ください。「Global Opacity」は、デカールが水面の外観に与える影響度を決定します。

#### ウォーターマスク

Water Mask コンポーネントは、定義されたエリアの波紋、うねり、泡を減衰したり除去する ことができます。これは、水面の特定の領域におけるシミュレーションの制御を行い、水を 周囲の地形やプロップと統合するのに役立ちます。



ウォーターマスクは定義された領域の波形、波紋、泡を除去または減衰させます。

コースティクス

Unity におけるコースティクスは、光線が曲面で屈折または反射し、別の曲面に投影された ときに生み出されるパターンです。

「Absorption Distance」を下げることで、より濁った海をシミュレートでき、コースティクスの 強度が下がります。



コースティクスはデフォルトで「Ripples Simulation Band」を使用します。

HDRP はデフォルトで、コースティクスの計算に「Ripples」プロパティを使用します。川や 海洋では、「Simulation Band」を切り替えて、より大きな波に基づいたコースティクスを 生成します。

コースティクスは、カスタムスクリプトなしでは水面上に現れないことにご注意ください (例:水に浮かぶボートの船体、屋内プールの壁や天井など)。また、「Decal Projector」を 使って水面上に現れるコースティクスを模倣することもできます(例として「氷河」のサンプルを ご覧ください)。



カスタムデカールプロジェクターで近似されたコースティクス

#### 水の除外

時には、水が他の表面の上に現れないようにしたい場合もあるでしょう。静的な環境には ウォーターマスクが使えますが、動的なオブジェクトには別の解決策が必要です。

動的なオブジェクトには、水面が当たらないように画面の一部をマークするゲームオブジェ クトである**ウォーターエクスクルーダー**を使うことができます。

ー般的な用途として、ボート内部などの浮遊するオブジェクト内にある水面を除去する 場合が挙げられます。ここでは、エクスクルーダーが浮遊物のくぼんだ部分に水が溜まら ないようにしているのが分かります。



ウォーターエクスクルーダーが使われたボート。

ウォーターエクスクルーダーを使用しないと、ボート内に水面が現れる可能性があります。 ボート内部の形状に合わせたカスタムメッシュをウォーターエクスクルーダーとして使用する ことで、ボート内部の水面が見えなくなります。

新しいメッシュを、水面を除外したい移動するモデルの子要素にします。モデルが移動すると、 除外用のメッシュも一緒に移動し、効果を維持します。

注:この例のボートのメッシュそのものをウォーターエクスクルーダーとして使った場合、 Z ファイティングが発生する可能性があります。そのため、別の簡略化されたメッシュを 割り当てることが推奨されます。

水中シーンのレンダリング

カメラが水面下にあるときに水をレンダリングするには、Water Surface コンポーネントの「Underwater」オプションを有効にします。これにより、吸収、屈折、散乱に関する追加の オプションが提供されます。



水中設定は、視界の悪い水をシミュレートします。

無限ではない水面 (川やプール)を水中から見るには、コライダーを「Volume Bounds」 として指定します。HDRP が自動的に提供する Box Collider コンポーネントを使用するか、 シーン内の Box Collider コンポーネントを選択してください。

無限の水面(海洋、海、湖)を水中から表示するには「Volume Depth」を指定します。

#### ウォーターラインエフェクトとカスタムパス

カメラが部分的に水面下にある場合、水の上のレンダリングと水中レンダリングの間に 現れる「ウォーターライン」を見ることができます。デフォルトでは、非常に鮮明な境界線 として表示されます。 「ウォーターライン」のシーンからは、カスタムパスがどのように役立つかを見て取れます。 主に2つのテクニックが使用されています。

ボケ:現実世界のシナリオでは、水と空気(あるいは水中に沈んだオブジェクト)の
 境界は、光の屈折や微小な水滴などの要因により、鮮明な線にはならないことが
 多いです。少しぼかすことで、よりリアルな表現ができます。



 UV の湾曲:UV を水面上に伸ばすことで小さな歪曲を加え、メニスカスのような効果を 生み出しています。

カスタムパスはよりリアルな水の境界線を作り出します。

## 水のスクリプティング

ウォーターシステムは、効率化のために主に GPU で波のシミュレーションを実行しますが、 一部の処理は CPU でミラーリングできます。これによって水位と水流のサンプリングが可能に なり、オブジェクトを浮かせるのに役立ちます。

これは特に、インタラクションに関するスクリプトを作成する際に便利です。例えば、水面の 高さをクエリした後、オブジェクトを水面に浮かせることなどができます。



カスタムスクリプトでゲームオブジェクトを浮かせることができます。

これを有効にするには、HDRP アセットの「Water」セクション(「Project Settings」 > 「HDRP」 > 「Quality」)と Water Surface コンポーネントの「Script Interactions」を 有効にします。

サンプルシーンには、サンプルスクリプトの「FitToWaterSurface.cs」と 「FitToWaterSurfaceBurst.cs」が含まれています。これらはそれぞれ、単一のオブジェクト またはオブジェクトの配列に対して浮力を近似する方法を示しています。

ただし、スクリプトとウォーターシステムとのインタラクションにかかる CPU コストには 注意が必要です。可能な限り Burst コンパイラーを使用し、不要な場合は無効にしてください。

また、ウォーターマスクは CPU シミュレーションには影響しないことをご留意ください。 このため、浮力スクリプトは、マスクされた水面に対して正しくない結果を出す可能性が あります。

パフォーマンスと最適化

新しいウォーターシステムのベンチマークシーンとして「氷河」のサンプルを使用した場合、 最新世代のコンソールハードウェアの GPU では、レンダリングにかかる時間は約 4 ミリ秒 でした (旧世代では 7 ミリ秒)。

品質設定やシミュレーションの複雑さによって結果は異なりますが、システムはさまざまな プラットフォーム上でスムーズに動作します。

このシステムは、シェーディングを最適化し、多数の光源をサポートするためにディファード クラスターライティングを使用していることに注意してください。描画にかかる時間のほとんど は「GBuffer」パスによるもので、遠くの波であっても、きれいな波を得るために必要な頂点数が 多いことが原因です。



テッセレーション設定を減らし、リソースを節約しましょう。

ビジュアルの品質とパフォーマンスのバランスを取りたい場合、水のシミュレーションの以下の 側面の調整をご検討ください。

- 三角形のサイズ:各ボリュームには、画面上の三角形の平均サイズを変更するオプ ションがあります。三角形が小さいと情報はより細かくなりますが、計算量は多く なります。
- GPU テッセレーション:「Water Surface」には、ディテールを向上させる代わりにポ リゴン数を増やすテッセレーションのオプションがあります。海洋、海、湖のような表面 は、シミュレーションの帯域が多いため、プールよりも多くの計算を必要とすることに 注意してください。「Max Tessellation Factor」、「Tessellation Factor Fade Range」、 「Tessellation Factor Fade Start」を下げると、それに応じてメモリを節約できます。
- スクリプトインタラクションの無効化:GPU と CPU の両方でシミュレーションを

実行すると計算量が増えるため、スクリプトで水位データを使用する場合のみスクリ プトを有効にしましょう。

- 滑らかさの範囲:リソースを節約するには、「Value Range」間のサイズを小さくするか、
   「Fade Range」の「Start」と「Distance」の値を調整しましょう。こうすると、水面の
   ディテールが減少し始める地点のカメラからの距離を調整することができます。
- 屈折の強さ:メモリを節約するために「Maximum Distance」プロパティを下げると、
   屈折効果の可視性も低下します。
- 解像度:マスク、コースティクス、シミュレーションにおいて低解像度を選びましょう。 「Project Settings」>「Quality」>「HDRP」で、「Simulation Resolution」、「Caustics Resolution」、およびマスク、デカール、カスタム泡テクスチャのソースファイルの解像 度を調整します。

これらの設定を微調整することで、異なるデバイス間でスムーズなパフォーマンスを確保 できます。

パフォーマンスのトラブルシューティングを行う際には、各水面の「Miscellaneous」セクションに ある「Debug Mode」を活用しましょう。このツールは、水流の方向、デフォーメーション、泡、 適用されたマスクなどの属性を視覚化するのに役立ちます。

#### 追加のウォーターシステムデモ

HDRP パッケージのサンプルから基本的なことは理解できるかと思いますが、Unity は GitHub リポジトリの作成も行っており、より複雑な環境とウォーターシステムの相互作用を 確認できるようになっています。このプロジェクトには大規模なメッシュやテクスチャ、完全な ポストプロセススタック、および実際のゲームアプリケーションの制作例によく見られるその 他の要素が含まれています。

こちらでは、孤立したサンプルではなく、コンテキスト内での水のレンダリングを見ることが できます。リポジトリをクローンするか、GitHub を使って zip 圧縮されたバージョンをダウン ロードしてください。

#### 島のシーン

このシーンでは、海洋をシミュレートするために無限の水面を使用しています。また、この シーンでは、海岸線周辺のビジュアルを改善するために、ウォーターデフォーマーと泡ジェ ネレーターを使用しています。また、カスタムレンダーテクスチャを使用してウォーターデ フォーマーを生成している作例もあります。



© 2024 Unity Technologies

「島」のテモンーン

## デモシーンのナビゲーション

デモの多くでは、三人称視点のコントローラーを使って環境を探索することができます。 WASD キーまたは配列キーで移動し、スペースキーでジャンプしましょう。

あるいは、ゲームパッドを使って三人称視点のコントローラーを動かしてください。

川のシーン

このシーンでは、流れのシミュレーションを行う水流マップに加えて、インスタンス化された クアッドを水面に使用しています。再生モードでは、固定カメラが2つあります。タブキーで 切り替えてください。



「川」のデモシーン

プールのシーン

このシーンからは、プールのパラメーターと、ウォーターデフォーマーにカスタムレンダー テクスチャを使用する方法が学べます。再生モードでは、三人称視点のコントローラーを 使って環境内を歩き回ることができます。



「プール」のデモシーン
## 次のステップ

このガイドが、皆様が次のプロジェクトで HDRP に取り組むきっかけとなれば幸いです。 さらに詳しく知りたい方は、Unity Hub から入手できる「**3D Sample Project**」をご利用 ください。このガイドに関するご質問やフィードバックは、フォーラムのスレッドにてお寄せ ください。

以下の追加リソースも必ずご確認ください。また、Unity ブログやHDRP コミュニティ フォーラムでは、いつでもヒントを得ることができます。

Unity は、リアルタイムコンテンツを作成するための最高のツールを用意して、アーティストや 開発者の皆様を支援したいと考えています。ゲームの世界や環境を作ることは芸術であり、 科学です。芸術と科学を融合させることで、魔法のような効果が生まれます。





unity.com