

## Chapter 1 エフェクトの概要

1-1	ゲームエフェクトとは	14
1-1-1	さまざまなゲームエフェクト	14
1-1-2	本書の内容と構成	15
1-1-3	エフェクト制作に必要なスキルと伸ばし方	19
1-2	本書で使用するツールについて	21
1-2-1	VFX Graphについて	21
1-2-2	Shader Graphについて	22
1-2-3	Timelineについて	23
1-2-4	Houdiniについて	24
1-2-5	AfterEffectsについて	25
1-2-6	EmberGenについて	25
1-3	Unity HubとPackage Managerについて	27
1-3-1	Unity Hubとは	27
1-4	Unityの画面構成と基本機能について	34
1-4-1	Unityの画面構成	34
1-4-2	Sceneビューの設定項目	35
1-4-3	HierarchyビューとProjectビューの使用方法	40
1-4-4	検索機能の活用	43
1-4-5	Inspectorビューの使用方法	48
1-5	Prefab機能の解説	51
1-5-1	Prefab (プレハブ) とは	51
1-5-2	PrefabモードでのPrefab編集	55
1-5-3	ネスト状のPrefab	57
1-5-4	Prefabバリエーション	61
1-6	VFX GraphとShurikenの違い	63
1-6-1	ノードベースとモジュールベース	63
1-6-2	VFX Graphの利点	64
1-6-3	VFX Graphの不満点	65
1-7	VFX GraphとShader Graphの新機能について	67
1-7-1	Unity2021.2以降のVFX Graphの新機能	67
1-8	HoudiniとAfterEffectsについて	72
1-8-1	Houdiniの基礎解説	72
1-8-2	Houdiniのアトリビュートについて	75

1-8-3	AfterEffectsの基礎解説	78
1-8-4	AfterEffectsへのプラグインの導入	81

## Chapter 2 VFX Graph エディタの概要と機能

2-1	VFX Graphエディタの概要	86
2-1-1	レンダーパイプラインとVFX Graphの使用条件	86
2-1-2	プロジェクトの準備とVFX Graphの導入	87
2-1-3	VFX Graphの作成と編集方法	94
2-1-4	シーンの新規作成と注意すべき点について	97
2-2	エディタの基本構成	100
2-2-1	VFX Graphエディタの画面説明	100
2-2-2	ツールバーの解説	102
2-2-3	Blackboardパネルの解説	105
2-2-4	VFX Controlパネルの解説	107
2-3	VFX Graphのワークフローとブロックの設定方法	112
2-3-1	VFX Graphエディタにおける処理の流れ	112
2-3-2	ブロックとオペレーターの作成方法と接続方法	114
2-3-3	オペレーターの設定と変更方法	118
2-3-4	Inspectorビューからノードの内容を変更する方法	120
2-4	シミュレーションスペースの変更とサブグラフの使用方法	122
2-4-1	WorldスペースとLocalスペースの切り替え	122
2-4-2	サブグラフの使用方法	125
2-5	Particle StripとVFX Property Binder	128
2-5-1	Particle Stripの機能解説	128
2-5-2	Particle Stripの設定項目	132
2-5-3	VFX Property Binderの使用方法	134

## Chapter 3 VFX Graphの基礎と実践

3-1	アトリビュートを理解する	142
3-1-1	アトリビュートとは	142
3-1-2	各アトリビュートの役割について	143
3-1-3	アトリビュートの変更方法	146

<b>3-2</b>	パーティクルの発生方法	154
3-2-1	Spawnコンテキストと時間の概念	154
3-2-2	Spawn系ブロックの解説	158
3-2-3	Event機能の使用方法	162
<b>3-3</b>	ベクトルと三角関数の基礎	166
3-3-1	ベクトルとは	166
3-3-2	ベクトルの加算と減算	169
3-3-3	内積と外積	171
3-3-4	三角関数	176
<b>3-4</b>	ラジアンと度数	178
3-4-1	ラジアンとは	178
3-4-2	ラジアンと度数の変換	179
<b>3-5</b>	パーティクルの動きの仕組みを理解する	183
3-5-1	パーティクルの動きについて	183
3-5-2	旋回する動きを作成する	187
<b>3-6</b>	竜巻のような動きを作成する	199
3-6-1	竜巻の旋回部分を作成する	199
3-6-2	竜巻の細部を作り込んでいく	205
3-6-3	Turbulenceブロックについて	210
<b>3-7</b>	目標物に向かう動きを作成する	212
3-7-1	自機を敵の方向に向ける	212
3-7-2	ホーミングレーザーの動きを作成する	217
3-7-3	Particle Stripでレーザーの見た目を作成する	222
3-7-4	ウナギレーザーを作成する	227

## Chapter 4 より高度な機能

<b>4-1</b>	テクスチャの扱い方	232
4-1-1	VFX Graphにおけるテクスチャの扱い方	232
4-1-2	テクスチャアニメーションの設定方法	236
4-1-3	Image Sequencerを使用したアニメーションテクスチャの作成方法	241
4-1-4	Texture2D Arrayを使った再生方法	246
<b>4-2</b>	Outputコンテキストと各種設定について	249
4-2-1	Outputコンテキストについて	249
4-2-2	パーティクルの描画順を変更する方法	252

4-2-3	複数の種類のメッシュを設定する方法	255
<b>4-3</b>	パーティクルからパーティクルを発生させる	258
4-3-1	GPU EventとTrigger Event On Dieブロック	258
4-3-2	Trigger Event Alwaysブロックの説明	265
4-3-3	Trigger Event Rateブロック	266
<b>4-4</b>	メッシュからパーティクルを発生させる	268
4-4-1	静的メッシュからパーティクルを発生させる	268
4-4-2	Mixamoのアニメーションを使用する	275
4-4-3	動的なメッシュからパーティクルを発生させる	285
<b>4-5</b>	SDF (Signed Distance Field) とPoint Cacheについて	292
4-5-1	SDFとSDF Bake Toolについて	292
4-5-2	SDF Bake Toolの使用方法	293
4-5-3	Point CacheとPoint Cache Bake Toolについて	296
<b>4-6</b>	Vertex Animation Textureについて	302
4-6-1	VAT (Vertex Animation Texture) の解説と準備	302
4-6-2	リジッドボディシミュレーションの作成	307
4-6-3	HoudiniからVATを書き出す	312
4-6-4	Unity上でVATを再生する	318

## Chapter 5 Shader Graphの基礎と実践

<b>5-1</b>	シェーダーとは	324
5-1-1	シェーダーの基礎知識	324
5-1-2	Shader Graphでの設定項目の解説	326
<b>5-2</b>	Shader Graphの基礎	332
5-2-1	Shader Graphでできること	332
5-2-2	Shader Graphアセットの作成と画面構成	334
5-2-3	ノードの作成と接続	338
5-2-4	プロパティの作成方法とVFX Graphとの連携について	341
<b>5-3</b>	基本的なシェーダーを作成する	347
5-3-1	UVスクロール機能を制作する	347
5-3-2	マスキング機能を制作する	358
5-3-3	UVディストーション機能を制作する	363
<b>5-4</b>	ディストーションシェーダーとディゾルブシェーダー	374
5-4-1	ディストーションシェーダーを制作する	374

5-4-2	ディゾルブシェーダーを制作する	381
-------	-----------------	-----

## Chapter 6 爆発エフェクトの作成

6-1	爆発エフェクトを作成する	388
6-1-1	爆発エフェクトの構成要素と準備	388
6-1-2	メインの爆発要素の作成	392
6-2	2つの煙要素を作成する	399
6-2-1	地面に沿って広がる煙要素の作成	399
6-2-2	インパクト時の煙要素の作成	404
6-3	火花とその他の部分を作成する	410
6-3-1	火花のベースを作成する	410
6-3-2	火花の子パーティクル部分を作成する	414
6-3-3	火花に調整を加えて完成させる	420
6-4	破片と地面の亀裂を作成する	425
6-4-1	飛び散る破片を作成する	425
6-4-2	地面の亀裂を作成する	432

## Chapter 7 Sci-fiテイストなエフェクトの作成

7-1	おにぎりを作成する	438
7-1-1	おにぎりの形状をHoudiniで作成する	438
7-1-2	VDBを使用しておにぎりの形状を整える	445
7-1-3	おにぎりのエフェクトを作成する	451
7-1-4	ご飯粒のモデルを作成する	459
7-1-5	ご飯粒のエフェクトを作成する	464
7-2	リングエフェクトを作成する	474
7-2-1	リングエフェクトのモデルを作成する	474
7-2-2	リングエフェクトのテクスチャを作成する	478
7-2-3	リングエフェクトのシェーダーを作成する	488
7-2-4	リング部分をVFX Graphで調整する	499
7-2-5	調整を行いシーンにエフェクトを配置する	509
7-3	目盛り部分を作成する	514
7-3-1	目盛りのエフェクトのベースを作成する	514

7-3-2	目盛りのエフェクトの見た目を整える	521
-------	-------------------	-----

## 7-4 背景のパーツを作成する

7-4-1	背景に等間隔に並ぶドットのエフェクトを作成する	525
7-4-2	グリッド状エフェクトのシェーダーを作成する	531
7-4-3	背景にグリッド状のエフェクトを配置する	539
7-4-4	背景に青い円状のパーティクルを追加する	545

## Chapter 8 ビームエフェクトの作成

8-1	制作物の解説とアニメーションの準備	550
8-1-1	ビームエフェクトの解説	550
8-1-2	アニメーションを準備する	553
8-1-3	Timeline上でVFX Graphを制御する方法	562
8-2	チャージ部分を作成する	569
8-2-1	チャージ部分の作成の準備をする	569
8-2-2	チャージ部分のパーティクルを作成する	575
8-2-3	手を開いた時に粒子を発生させる	586
8-2-4	手の動きにトレイルを追加する	593
8-3	魔法陣を作成する	601
8-3-1	魔法時のモデルをHoudiniで制作する	601
8-3-2	魔法陣のパーツを作り込む	609
8-3-3	魔法陣の動きとタイミングを制作する	614
8-3-4	魔法陣発生時のテクスチャを制作する	625
8-3-5	プラグインを使用してテクスチャを書き出す	635
8-4	魔法陣から発生する2種類の粒子を作成する	643
8-4-1	魔法陣の周りから発生する粒子を作成する	643
8-4-2	魔法陣からキャラクターに向かう粒子を作成する	649
8-5	半球状のオーラを作成する	658
8-5-1	半球状のオーラのモデルをHoudiniで制作する	658
8-5-2	モデルに頂点アルファを設定して書き出す	667
8-5-3	オーラのシェーダーを作成する	671
8-5-4	オーラのエフェクトを作成する	686
8-6	ビームを作成する	694
8-6-1	ビームのテクスチャを作成する	694
8-6-2	ビーム本体を作成する	702
8-6-3	ビームの粒子を作成する	716

8-6-4	ビームの周りの渦巻く粒子を作成する	722
8-6-5	ライトを配置してアニメーションする	737

## Appendix 参考サイトの紹介

A-1	エフェクト制作に役立つサイトやコミュニティ	744
A-2	Houdiniの学習に役立つサイト	745

## 1-1

## ゲームエフェクトとは

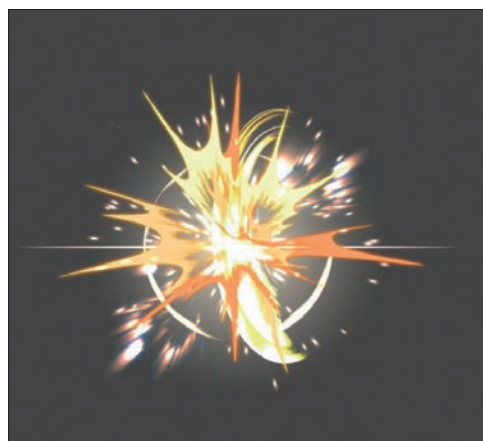
Chapter 1では、ゲームエフェクトに関する基礎知識、使用するツール、及びVFX Graphと既存のShurikenパーティクルシステムとの違いについて解説していきます。

## 1-1-1 さまざまなゲームエフェクト

皆さんは普段ゲームをプレイする際にゲームエフェクトを注意深く観察したことはあるでしょうか？ キャラクターが繰り出す魔法や斬撃、攻撃が当たった時に発生するヒットエフェクト(図1-1)など、エフェクトにはキャラクターが行った行為をより派手に見せたり、何が起こったのかをプレイヤーに視覚的にわかりやすく伝えたりする役割があります。

他にも、たき火の炎、空から降り注ぐ雨や雪、地面に滞留する土煙、滝から勢い良く落下する水しぶきなど現実世界に実際に存在する自然現象もゲームエフェクトの一部といえます(図1-2)。

敵に攻撃が当たったことをわかりやすく示すヒットエフェクト(画像提供:C&R Creative Academy)



自然現象もゲームエフェクトの一部といえる



図1-3は筆者が以前開催していたエフェクト講座に参加されていた生徒さんの作品です(現在は講座のほうは行っていません)。皆さん工夫を凝らした作品を制作されています。

エフェクト講座の生徒の皆さんが制作された作品



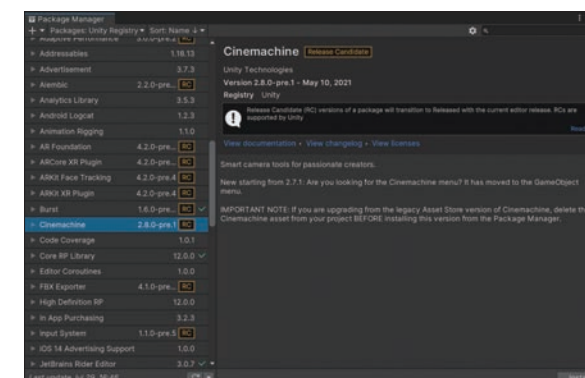
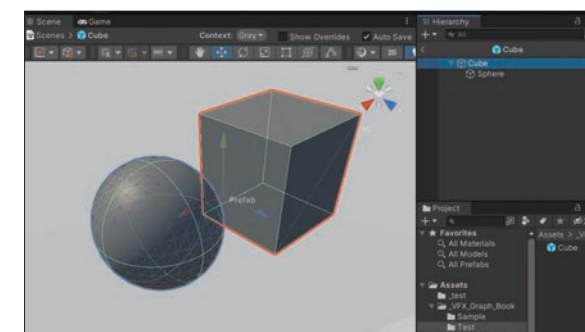
これらのエフェクトはUnityのShurikenパーティクルシステムを使用して制作されたものがほとんどですが、本書で解説するVFX Graphと各種のツールを併用することでも、高品質なエフェクトを作成することが可能です。本書で皆さんがVFX Graphの機能とゲームエフェクト作成手順を理解し、実際の制作の助けとなれば幸いです。

## 1-1-2 本書の内容と構成

本書の内容と構成について解説していきます。

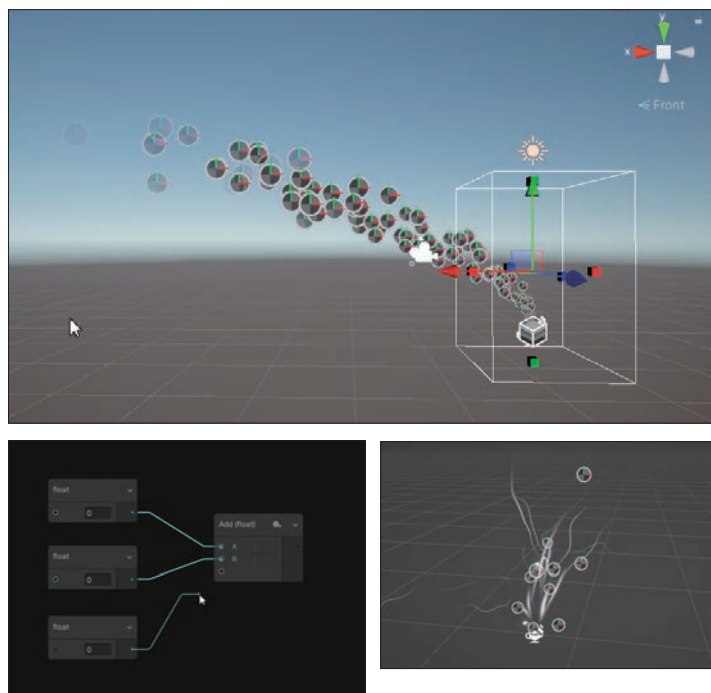
Chapter 1では、VFX Graphを解説する前に、Unity自体の基礎知識や最近のバージョンで導入された新しい機能、既存のShurikenパーティクルシステムとの違いについて説明します(図1-4)。

Chapter 1の内容



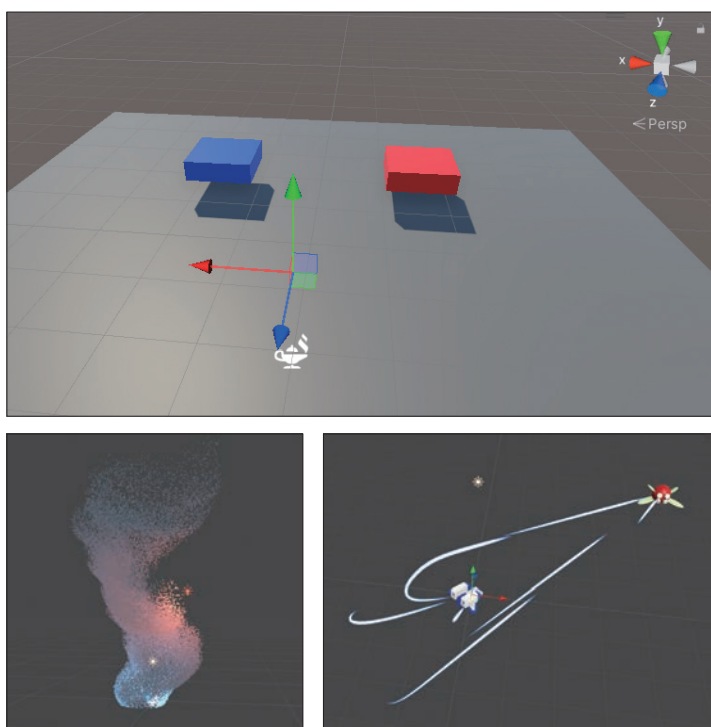
**Chapter 2**では、VFX Graphエディタの概要を解説していきます。エディタの基本と扱い方、ワークフローについて学習します(図1-5)。

Chapter 2の内容



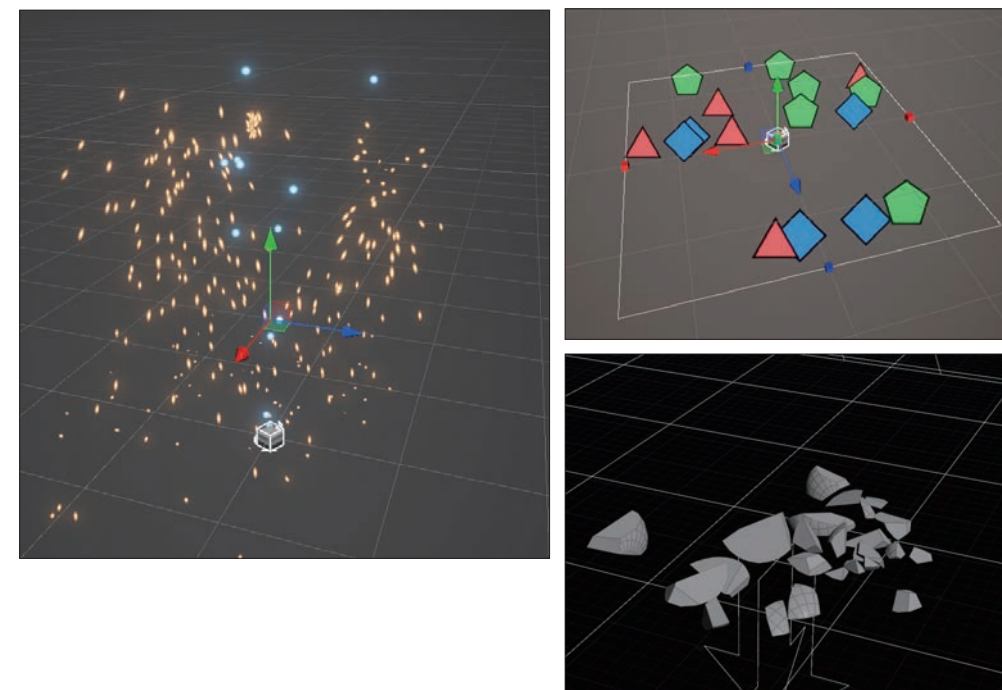
**Chapter 3**からは、実際にVFX Graphを操作しつつ、パーティクルの基礎的な動きや発生方法について解説します。またVFX Graphでエフェクトを作成していく上で重要な要素であるアトリビュートやイベントの機能、基礎的な数学の知識についても学んでいきます(図1-6)。

Chapter 3の内容



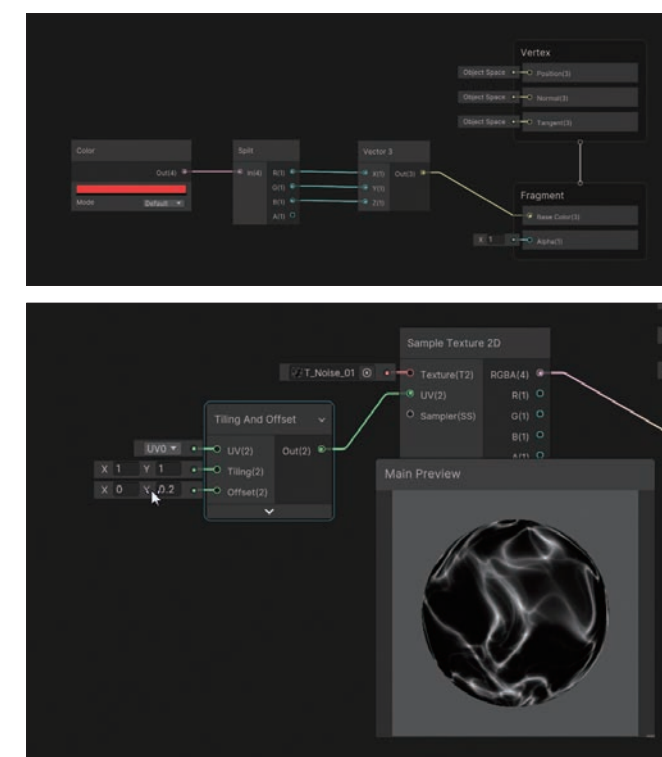
**Chapter 4**では、さらに高度な機能の解説と実践を行っていきます。パーティクルからパーティクルを発生させる方法やテクスチャアニメーション、SDFやVAT (Vertex Animation Texture) の簡単な作例を紹介しながら解説します(図1-7)。

Chapter 4の内容



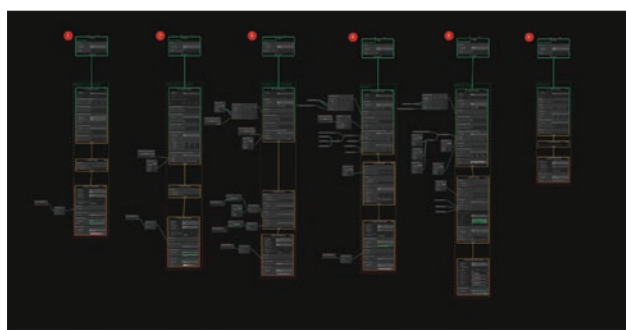
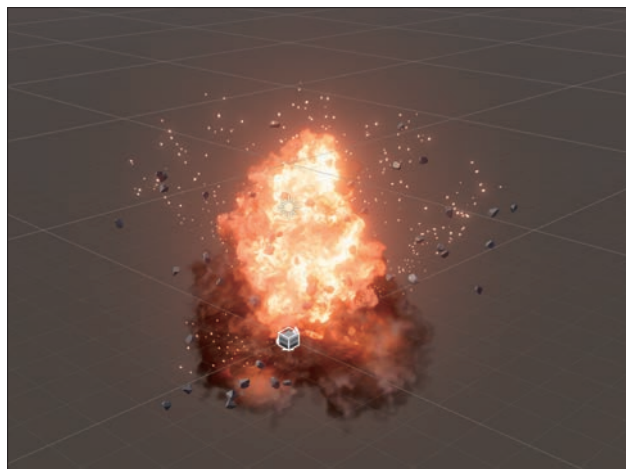
**Chapter 5**では、Shader Graphの基本的な使用方法を解説し、エフェクト制作で必要になる機能を実際に制作していきます(図1-8)。

Chapter 5の内容



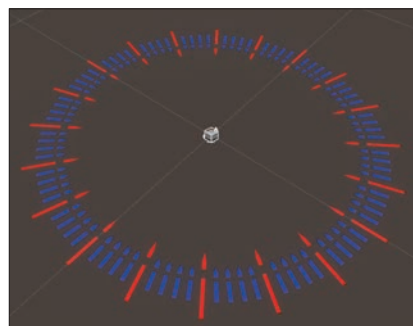
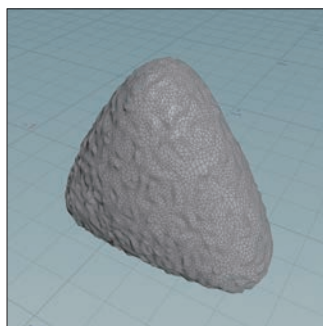
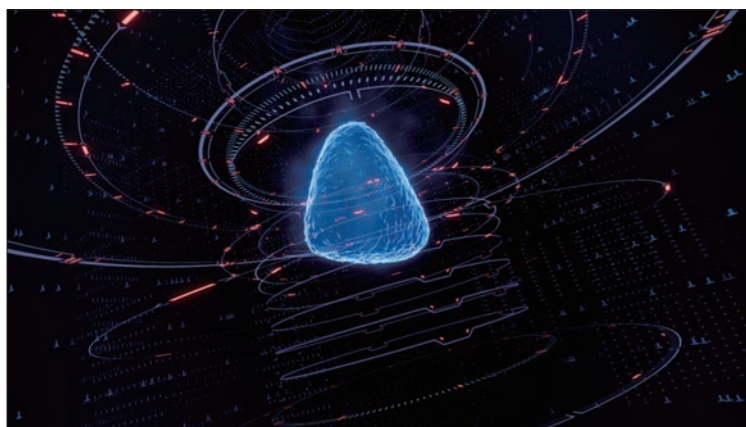
Chapter 6以降からはVFX Graphを使用したエフェクトの作例を解説しつつ、実際に制作していきます。Chapter 6では爆発エフェクトを制作します(図1-9)。

Chapter 6の内容



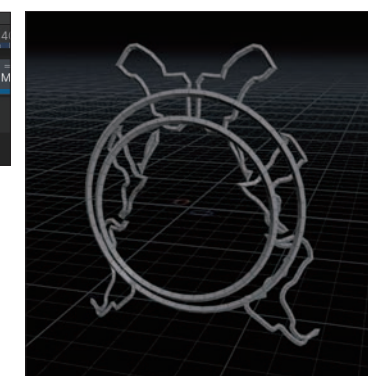
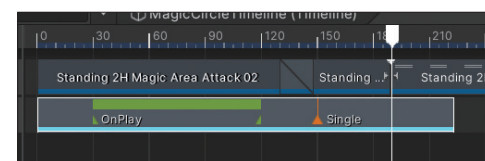
Chapter 7では、Shader Graphとの連携、HoudiniやAfterEffectsなどの外部ツールを使用した素材作成の方法を学習し、Sci-fi風エフェクトの制作を行います(図1-10)。

Chapter 7の内容



Chapter 8では、ビームエフェクトの制作を行います。Timelineの機能を用いてVFX Graphを制御し、技の発生から終了までの一連のエフェクトを制作します(図1-11)。

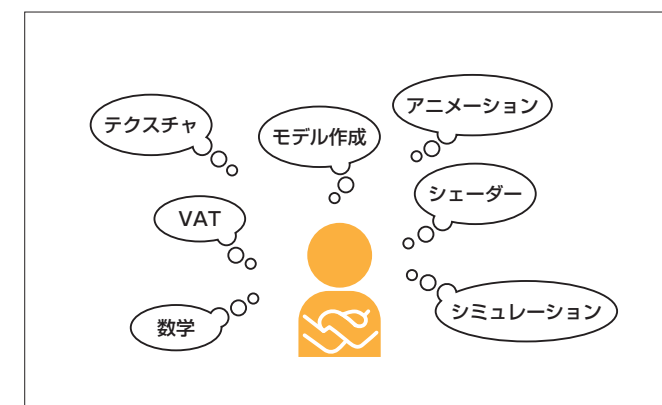
Chapter 8の内容



### 1-1-3 エフェクト制作に必要なスキルと伸ばし方

ゲームエフェクトを制作するには、さまざまなスキルが必要です。使用するゲームエンジン(UnityやUnreal Engine)に搭載されているパーティクルシステムの知識だけでなく、エフェクトを制作する際に必要になってくる各種の素材(モデル、テクスチャ、シェーダーなど)を作成するスキル、エフェクトをカッコ良く見せるためのアニメーション技術、またVFX Graphにおいては多少の数学的な知識も制作の上で必要になってくるかもしれません(図1-12)。

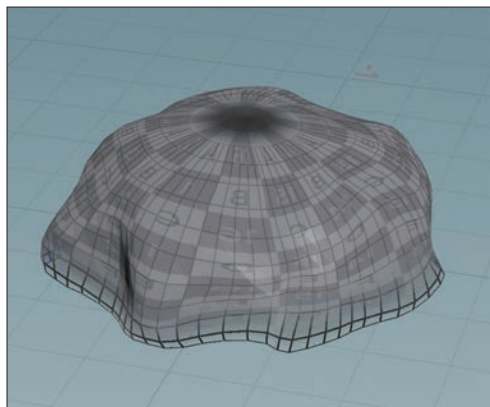
パーティクルを自在に操るためにはさまざまな知識が必要



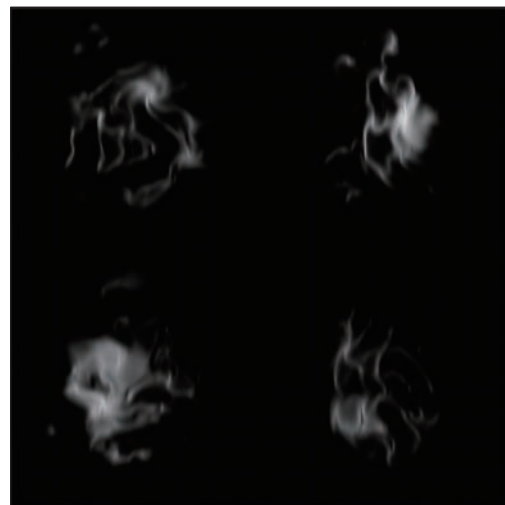
企業でエフェクトデザイナーとして働く場合、自社のライブラリなどがあり、テクスチャやシェーダーが揃っている場合もあるかと思いますが、ご自身でゼロから作成される場合は、エフェクトに必要なすべてのリソース(モデルやテクスチャ)を自分自身で作成するため、それぞれの分野について最低限の知識が必要になります。

本書籍ではこれらの各分野についてすべてをカバーしているわけではありませんが、VFX Graph以外のツールを使ったモデル制作(図1-13)やテクスチャ制作(図1-14)についても、ある程度解説していますので参考にしてください。

Houdiniを使用したモデル制作



AfterEffectsを使用したテクスチャ制作



筆者はエフェクト講座を開催していたこともあり、生徒の方からどのようにすれば効率的にスキルアップできるか、うまくなるコツなどはあるかといった質問を受けることが多々あります。しかしながら、特に近道はないのかなと考えています。

エフェクト講座で何人かの生徒さんを指導してきて、その中でも特に伸びの良かった人に共通していたことは「良く質問してくれる」と「講座の課題以外でも自主的に制作に取り組んでいる」ということです。課題以外で自主的に制作に取り組んでいるため、質問もそれに絡んだ具体的なものが多かったと思います。

実際に手を動かして普段から制作している人の質問は具体的なものが多く、逆に手を動かしていない人の質問は実際に制作していた際にぶつかった疑問ではないので、あいまいなものが多いです。

このサイクルを繰り返してスキルアップしていくのですが、特に③に関しては個人で制作している場合はなかなか独力で解決するのは難しいかもしれません。そういった場合に本書籍がお役に立てば幸いです。コミュニティなどに参加してアドバイスをもらうのも良いでしょう。

① 制作する



② 問題にぶつかる



③ 問題を解決する(調べる、人に聞く)



④ 再び制作する

1-2

# 本書で使用するツールについて

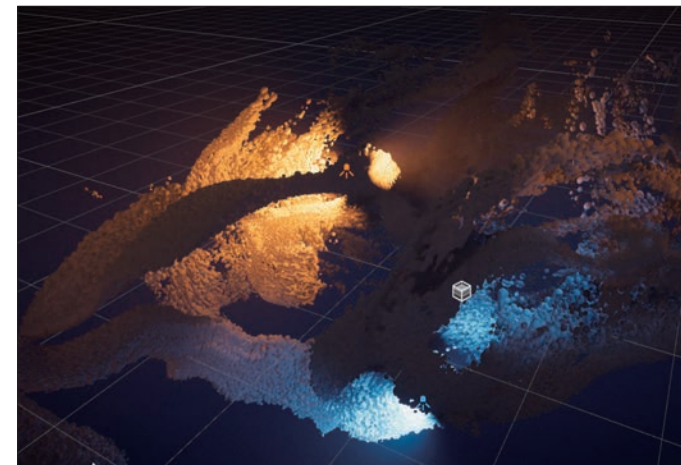
ここでは本書籍内で使用する Unity の機能と、その他の外部ツールについて解説しています。

## 1-2-1 VFX Graphについて

VFX Graphは新しいパーティクルシステムです。Unityには元々 Shuriken という既存のパーティクルシステムがありますが、ShurikenがCPUベースでパーティクルの計算を行うのに対し、VFX GraphではGPUベースでの計算を行い、大量のパーティクルを一度に処理することが可能です(図1-15)。

また、従来の Shuriken パーティクルシステムでは難しかった、対象物に向かって飛んでいくパーティクルを制作したり、シーンにあるオブジェクトの位置や回転、スケールといったトランスフォームの情報を取得して、パーティクルに反映させたりすることも可能です(図1-16)。

Unityの公式VFX Graphサンプル「Volumetric」



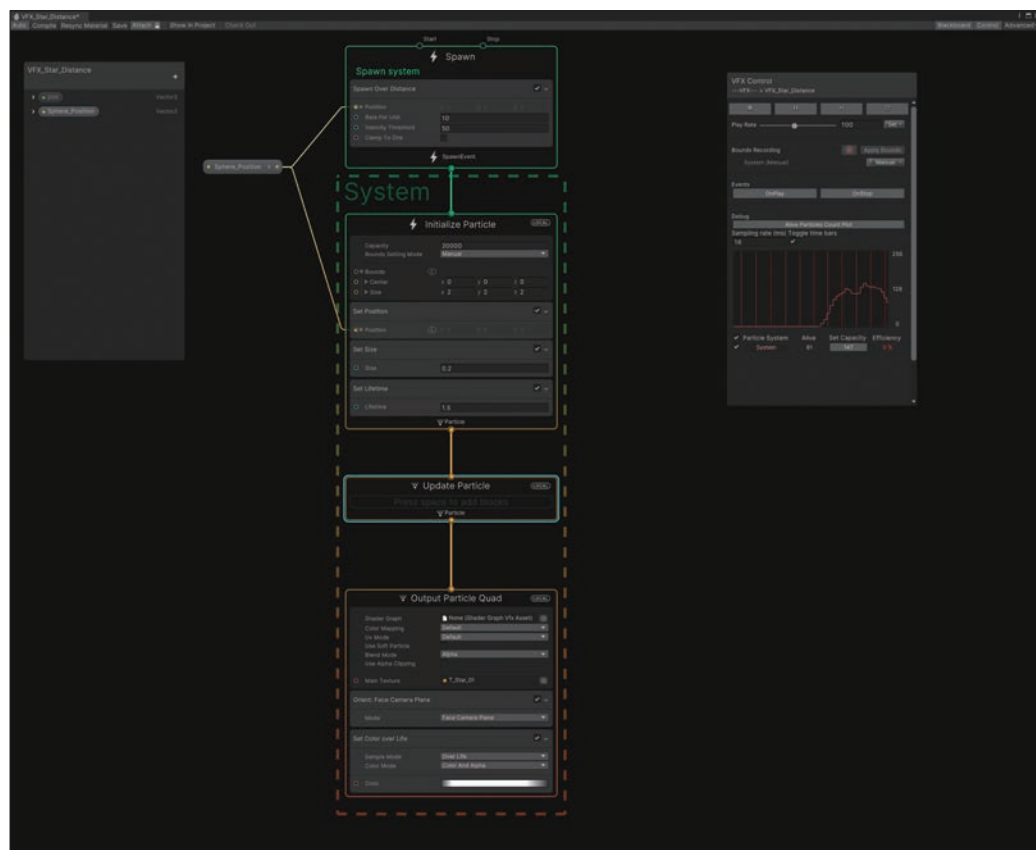
Unityの公式VFX Graphサンプル「Portal」





VFX Graph (図1-17)にはVFX GraphとVisual Effect Graphという2つの呼称がありますが、本書ではVFX Graphの呼称で統一しています。VFX GraphとShurikenの違い、VFX Graphの新機能については、1-6 (P.63)で解説していますのでそちらをご覧ください。

VFX Graphの画面

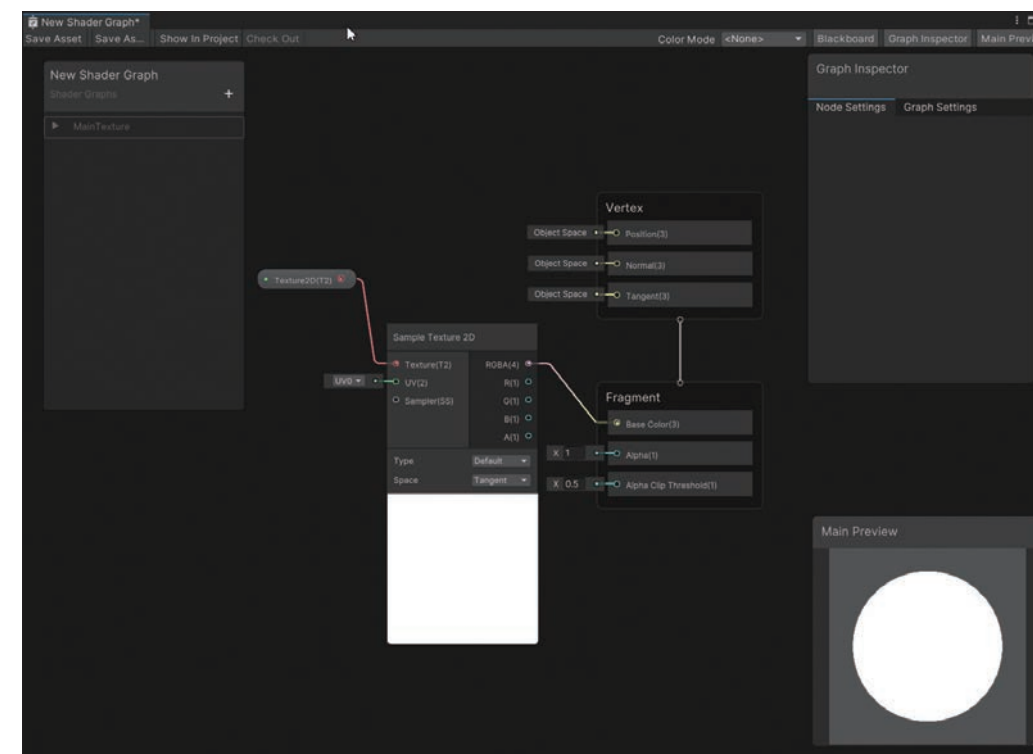


## 1-2-2 Shader Graphについて

Shader Graph (図1-18)はURPとHDRP及びビルトインのレンダーパイプラインで使用できるノードベースのシェーダー構築ツールです。以前はビルトインの環境では使用できませんでしたが、Unity2021.2で対応されました。

従来プログラマーがコードで記述していたシェーダーを、ノードベースで構築することができます。非常に便利ですが、シェーダーの最適化やパフォーマンスを追及する観点においては、コードで記述する場合に比べて、少し劣ってしまうかもしれません。

Shader Graphの画面



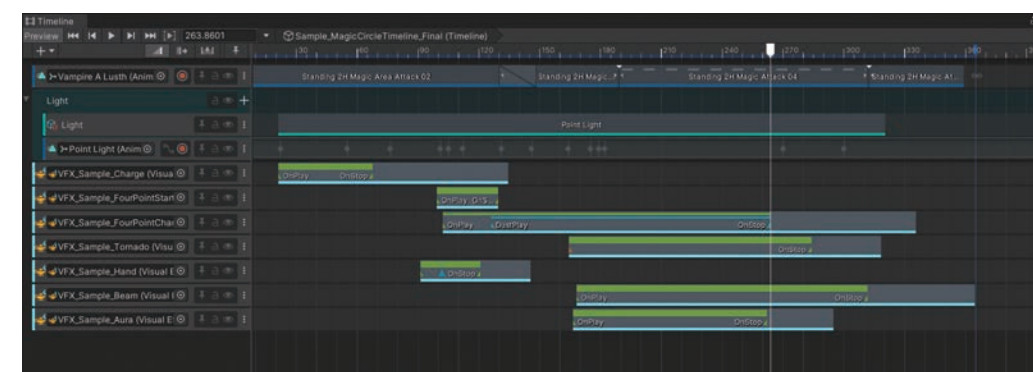
あとのChapterで詳しく説明しますが、Shader GraphはVFX Graphと連携することも可能です。Shader Graphで設定した各種のプロパティをVFX Graphから操作、設定することができます。

VFX GraphとShader Graphの連携は複雑なエフェクト表現を行う上で不可欠ですので、本書ではChapter 5 (P.324)でShader Graphの使用法、シェーダー構築の仕方について説明しています。

## 1-2-3 Timelineについて

UnityのTimeline機能を使用すると、オブジェクトのアニメーションやタイミングの調整や再生速度の変更などをタイムラインに配置したトラック上から調整することができます(図1-19)。

Timelineウィンドウの画面



実際のゲーム制作においてもゲーム内のカットシーンの制作や、あらかじめカメラワークやアニメーションが決まっているキャラクターの必殺技演出などにおいて広く採用されています。HierarchyビューなどからTimelineにエフェクトをドラッグアンドドロップすることで自動的にControlトラックが作成され、エフェクトの発生するタイミングなどを調整することができます。

## 1-2-4 Houdiniについて

本書籍ではSide Effects Software社(SideFX社)の開発する3DCGソフトウェア「Houdini」(図1-20)を使用して、エフェクトを作成する際に使用するメッシュを制作していきます。あとのChapterで解説する、VAT(Vertex Animation Texture)などの作例においてもHoudiniを使用してエフェクトに必要な素材を制作しています。

Houdiniのメイン画面



Houdiniの大きな特徴として「手続き型のワークフロー(プロシージャル)」が挙げられます。適切にネットワークを構成することで、さまざまなバリエーションを持つオブジェクトやシミュレーションなどを短時間で生成することが可能です。

本書では主にHoudiniに追加でインストールすることができる「SideFX Labs」ツールセットを使ってエフェクトに必要な素材を作成していきます。「SideFX Labs」(図1-21)はゲーム制作に便利な機能を多数搭載したツールセットで、こちらを導入することにより、通常は複雑なネットワークを組む必要がある機能を1ノードで手軽に作成することができます。

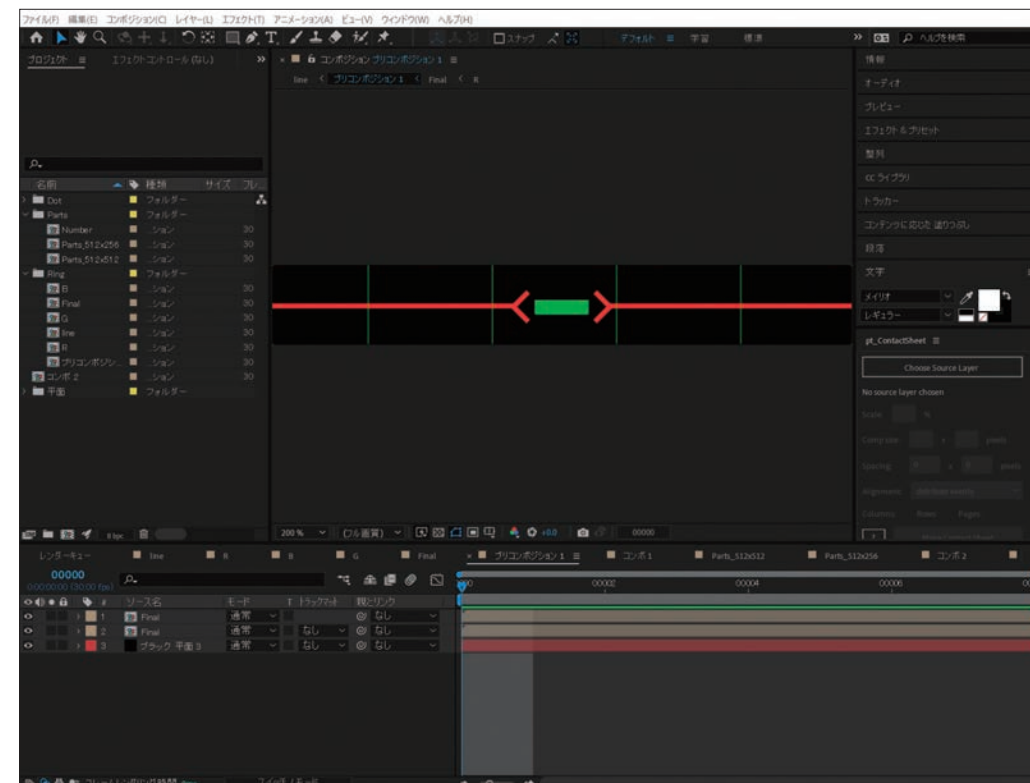
SideFX Labsのウェブページ



## 1-2-5 AfterEffectsについて

AfterEffects(図1-22)はAdobe社が開発している映像制作ソフトウェアです。モーショングラフィック映像やアニメの撮影業務、実写映像にVFXを合成するといった動画制作での使用機会が多いかと思えます。

AfterEffectsのメイン画面



本書籍ではAfterEffectsを用いて、エフェクトに使用するテクスチャを制作しています。テクスチャに関して、同じくAdobe社のPhotoshopやSubstance 3D Designerといった製品を使用しても制作することができますが、著者が使い慣れているということもあり、AfterEffectsでの制作方法をメインに解説していきます。

## 1-2-6 EmberGenについて

EmberGen(図1-23)はJangaFX社が開発している流体シミュレーションソフトウェアで、炎や煙といった自然現象を非常に簡単に作成することができます。通常、炎や煙といった流体シミュレーションでは、計算結果を確認するまでにそれなりの時間を必要としますが、EmberGenではビューポート上で、リアルタイムに計算結果を確認することができます(シミュレーションの解像度やビデオカードの性能に左右されます)。