

メディアテクノロジーシリーズ 4

ゲームグラフィックス 表現技法

金久保哲也

【著】

コロナ社

メディアテクノロジーシリーズ 編集委員会

編集委員長	近藤 邦雄 (元東京工科大学, 工学博士)
編集幹事	伊藤 貴之 (お茶の水女子大学, 博士 (工学))
編集委員 (五十音順)	五十嵐悠紀 (お茶の水女子大学, 博士 (工学))
	稲見 昌彦 (東京大学, 博士 (工学))
	牛尼 剛聡 (九州大学, 博士 (工学))
	大淵 康成 (東京工科大学, 博士 (情報理工学))
	竹島由里子 (東京工科大学, 博士 (理学))
	鳴海 拓志 (東京大学, 博士 (工学))
	馬場 哲晃 (東京都立大学, 博士 (芸術工学))
	日浦 慎作 (兵庫県立大学, 博士 (工学))
	松村誠一郎 (東京工科大学, 博士 (学際情報学))
	三谷 純 (筑波大学, 博士 (工学))
	三宅陽一郎 (株式会社スクウェア・エニックス, 博士 (工学))
	宮下 芳明 (明治大学, 博士 (知識科学))

(2023 年 5 月現在)

刊行のことば

“Media Technology as an Extension of the Human Body and the Intelligence”

「メディアはメッセージである (The medium is the message)」というマクルーハン (Marshall McLuhan) の言葉は、多くの人々によって引用される大変有名な言葉である。情報科学や情報工学が発展し、メディア学が提唱されたことでメディアの重要性が認識されてきた。このような中で、マクルーハンのこの言葉は、つねに議論され、メディア学のあるべき姿を求めてきたといえる。

人間の知的コミュニケーションを助けることができるメディアは生きていくうえで欠かせない。このようなメディアは人と人との関係をより良くし、視野を広げ、新しい考え方に目を向けるきっかけを与えてくれる。

また、マクルーハンは「メディアはマッサージである (The medium is the massage)」ともいっている。マッサージは疲れた体をもみほぐし、心もリラックスさせるが、メディアは凝り固まった頭にさまざまな情報を与え、考え方を広げる可能性があるため、マッサージという言葉はメディアの特徴を表しているともいえるだろう。

さらにマクルーハンは“人間の身体を拡張するテクノロジー”としてメディアをとらえ、人間の感覚や身体的な能力を変化させ、社会との関わりについて述べている。現在、メディアは社会、生活のあらゆる場面に存在し、五感を通してさまざまな刺激を与え、多くの技術が社会生活を豊かにしている。つまり、この身体拡張に加え、人工知能技術の発展によって“知能拡張”がメディアテクノロジーの重要な役割を持つと考えられる。このために物理的な身体と情報や知識を扱う知能を融合した“人間の身体と知能を拡張するメディアテクノロジー”を提案・開発し、これらの技術を活用して社会の構造や仕組みを変革し、

どのような人にとっても住みやすく、生活しやすい社会を目指すことが望まれている。

一方、大学におけるメディア学の教育は、東京工科大学が1999年にメディア学部を設置して以来、全国の大学でメディア関連の学部や学科が設置され文理芸分野を融合した多様な教育内容が提供されている。その体系化が期待されメディア学に関する教科書としてコロナ社から「メディア学大系」が発刊された。この第一巻の『改訂メディア学入門』には、メディアの基本モデルの構成として「情報の送り手、伝達対象となる情報の内容（コンテンツ）、伝達媒体となる情報の形式（コンテナ）、伝達形式としての情報の提示手段（コンペア）、情報の受け手」と書かれている。これからわかるようにメディアの基本モデルには文理芸に関連する多様な内容が含まれている。

メディア教育が本格的に開始され20年を過ぎるいま、多くの分野でメディア学のより高度で急速な展開が見られる。文理芸の融合による総合知によって人間生活や社会を理解し、より良い社会を築くことが必要である。

そこで、このメディア分野の研究に関わる大学生、大学院生、さらには社会人の学修のため「メディアテクノロジーシリーズ」を計画した。本シリーズは“人間の身体と知能を拡張するメディアテクノロジー”を基礎として、コンテンツ、コンテナ、コンペアに関する技術を扱う。そして各分野における基本的なメディア技術、最近の研究内容の位置づけや今後の展開、この分野の研究をするために必要な手法や技術を概観できるようにまとめた。本シリーズがメディア学で扱う対象や領域を発展させ、将来の社会や生活において必要なメディアテクノロジーの活用方法を見出す手助けとなることを期待する。

本シリーズの多様で広範囲なメディア学分野をカバーするために、電子情報通信学会、情報処理学会、人工知能学会、日本ソフトウェア科学会、日本バーチャルリアリティ学会、ヒューマンインタフェース学会、日本データベース学会、映像情報メディア学会、可視化情報学会、画像電子学会、日本音響学会、芸術科学会、日本図学会、日本デジタルゲーム学会、ADADA Japan などにおいて第一線で活躍している研究者の方々に編集委員をお願いし、各巻の執筆者選

定、目次構成、執筆内容など検討を重ねてきた。

本シリーズの読者が、新たなメディア分野を開拓する技術者、クリエイター、研究者となり、新たなメディア社会の構築のために活躍されることを期待するとともにメディアテクノロジーの発展によって世界の人達との交流が進み相互理解が促進され、平和な世界へ貢献できることを願っている。

2023年5月

編集委員長 近藤邦雄

編集幹事 伊藤貴之

表紙・カバーデザインについて

私たちは五感というメディアを介して世界を知覚し、自己の存在を認知することができます。メディア技術の進歩によって五感が拡張され続ける中、「人」はなにをもって「人」と呼べるのか、そんな根源的な問いに対する議論が絶えません。

本書の表紙・カバーデザインでは、二値化された五感が新しい機能や価値を再構築する様子をシンプルなストライプ柄によって表現しました。それぞれのストライプは5本のゆらぎを持った線によって描かれており、手描きのような印象を残しました。

しかし、この細かなゆらぎもプログラム制御によって生成されており、十分に細かく量子化された表現によって「デジタル」と「アナログ」それぞれの存在がゆらぐ様子を表しています。乱雑に描かれたストライプをよく観察してみてください。本書を手にとった皆さんであれば、きっともう一つ面白いことに気づくでしょう。

デザインを検討するにあたって、同じコンセプトに基づき、いくつかのグラフィックパターンを生成可能なウェブアプリケーションを準備しました。下記 URL にて公開していますので、あなただけのカバーを作ってみてください。読者の数だけカバーデザインが存在するのです。世界はあなたの五感を通じて存在しているのですから。

馬場哲晃

〈Cover Generator〉 ぜひお試しください

<https://tetsuakibaba.github.io/mtcg/>

(2023年5月現在)



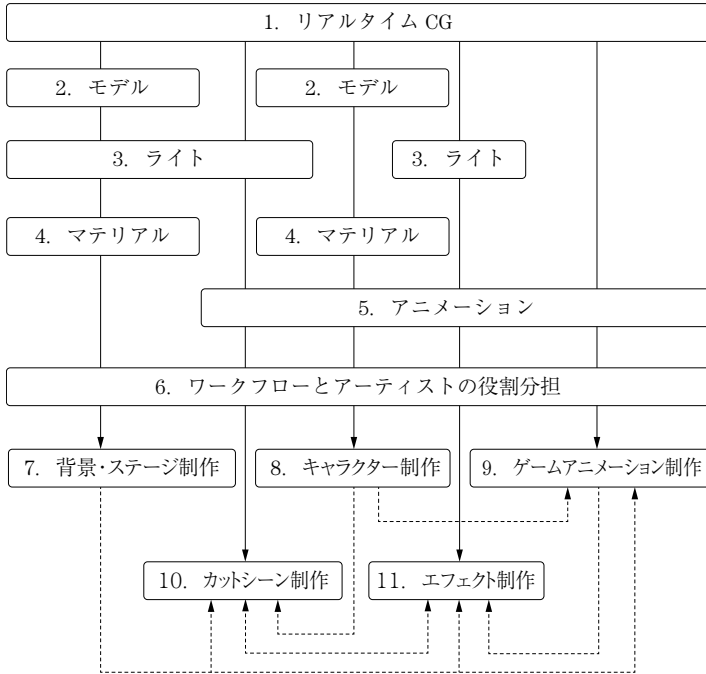
ま え が き

デジタルゲームのグラフィックス表現はリアルタイム CG の技術と映像表現手法が相互に関連することによって表現されている。現在も進化を続けているゲームグラフィックスではその傾向はより強く、技術とアートの関連性はより複雑化している。そしてデジタルゲームのアーティストにはアートの側面からの表現手法だけでなく、リアルタイム CG がどのような仕組みによって作り出されるのかを理解し、さまざまな技術分野の専門家と協力して、技術とアートを融合させた新たな表現を生み出す力が求められている。

本書ではデジタルゲームのアーティスト向けにリアルタイム CG 技術と映像表現手法の二つの側面からゲームグラフィックスがどのように表現されているかを解説する。

1 章ではリアルタイム CG の仕組みと制作環境、3DCG ゲームグラフィックス表現の変遷について解説する。2～5 章ではリアルタイム CG を表現するためのアセットを構成するモデル、ライト、マテリアル、アニメーションの仕組みや制作手法、環境について解説する。6 章ではゲーム制作におけるアーティストの役割分担とチーム制作を進める上で必要な工程管理や制作したアセットの管理について解説する。7～11 章はゲーム制作におけるアセット制作を背景・ステージ、キャラクター、ゲームアニメーション、カットシーン、エフェクトに分けて、アーティストに求められること、必要な知識や具体的な制作方法について解説する。また、それぞれの担当で使用されるリアルタイム CG 技術に関して解説する。なお、誌面の都合上口絵に掲載できなかったカラー図は、コロナ社の Web ページ（次ページ QR コード参照）で確認してほしい。

以下の図は本書の各章をゲーム制作の分担ごとにどのように読み進めればよいかを示したマップである。点線の矢印は背景・ステージ、プロップ、キャラクター、ゲームアニメーション、カットシーン、エフェクトの各分担で制作したアセットの関連を表したものである。例えば、背景・ステージ制作で作成さ



れたモデルは、カットシーン制作では演出する映像の背景に使用する可能性が考えられる。また、エフェクト制作では、煙や炎などで背景の特定の位置から発生するようなエフェクトを制作する場合は、背景のモデルが必要になる。分担した役割がそれぞれどのように連携することがあるかアーティストは把握しておかなければならない。マップでは各役割分担で1～6章までの関連する章を示してはいるが、アーティストの基本知識としてすべて目を通すことを推奨する。

2023年12月

金久保哲也

注1) 本書の書籍詳細ページ (<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339013740/>) からカラー図面などの補足情報が確認できます。

注2) 本書で使用している会社名、製品名は一般に各社の登録商標です。本書では®やTMは省略しています。

注3) 本書で紹介している URL は 2023 年 12 月現在のものです。



目 次

第 1 章

リアルタイム CG

1.1	リアルタイム CG とは	1
1.2	リアルタイム CG の仕組み	2
1.3	フレームレート, レイテンシ	3
1.4	リアルタイム CG のアセット制作環境	4
1.5	ゲームエンジン	5
1.6	3DCG ゲームグラフィックス表現の変遷	6
1.7	アーティストが学ぶこと (アートとテクニカル)	8

第 2 章

モ デ ル

2.1	モデルデータの基本的な構成要素	9
2.1.1	ポ リ ゴ ン	9
2.1.2	法 線	10
2.1.3	トポロジー	11
2.1.4	UV 座 標	12
2.2	モデルの種類	13
2.2.1	背景モデル	13
2.2.2	プ ロ ッ プ	13
2.2.3	キャラクター	14
2.3	モデルの制作手法	14
2.3.1	一般的なポリゴンモデリング	14

2.3.2	スカulpting	15
2.3.3	スキャンニング, デジタイズ	15
2.3.4	フォトグラメトリ	16
2.3.5	ビルボード表現	17
2.3.6	プロシージャルモデリング	19

第 3 章 ラ イ ト

3.1	実写ライティングの知識	22
3.1.1	直接光と拡散光	23
3.1.2	光の方向による対象物の見え方の違い	23
3.1.3	三灯照明 (三点照明)	25
3.1.4	キャッチライト	26
3.2	CGのライトの特徴	26
3.2.1	ライトが影響する対象の設定	27
3.2.2	減衰率の設定	27
3.2.3	影の表現	28
3.3	ライトの種類	29
3.3.1	Environment ライト	29
3.3.2	Directional ライト	31
3.3.3	Point ライト	31
3.3.4	Spot ライト	32
3.3.5	Area ライト	32
3.4	グローバルイルミネーション	33
3.5	ライトマップ	34
3.6	頂点への輝度情報のベイク	35

第 4 章 マテリアル

4.1	マテリアルの種類	36
4.1.1	Albedo (Base Color)	36
4.1.2	Metallic (Metalness)	37
4.1.3	Smoothness (Roughness)	38
4.1.4	Transparency	39
4.1.5	Normal Map	40
4.1.6	Height Map	41
4.1.7	Emission	42
4.1.8	Reflection	43
4.2	テクスチャの制作手法	44
4.2.1	ペイントツールでの作成	44
4.2.2	写真からのテクスチャ作成	45
4.2.3	プロシージャルテクスチャツール	47
4.3	メモリを効率的に使用する手法	47
4.3.1	圧縮テクスチャ	48
4.3.2	ミップマップ	50
4.3.3	マスクテクスチャ	50

第 5 章 アニメーション

5.1	手描きアニメーションの理論	51
5.1.1	コントラスト	52
5.1.2	スローイン・スローアウト	52
5.1.3	誇張表現	53
5.1.4	予備動作	53

5.1.5	伸 縮	54
5.1.6	ヒップファースト	55
5.1.7	アーク (弧)	55
5.1.8	オーバーラップ	55
5.1.9	フォロースルー	56
5.2	ビデオゲームのアニメーション要素	56
5.2.1	位置, 回転, スケールによるアニメーション	57
5.2.2	形状を変化させるアニメーション	58
5.2.3	テクスチャのアニメーション	60
5.2.4	カメラのアニメーション	61
5.2.5	ライトのアニメーション	62
5.3	RIG (リグ)	62
5.3.1	階層構造による制御	63
5.3.2	パスアニメーション	64
5.3.3	コンストレイン	64
5.3.4	IK (インバースキネマティクス)	65
5.3.5	スクリプト	66
5.3.6	アニメーションのベイク (プロット)	66
5.4	アニメーションの制作手法	67
5.4.1	キーフレームアニメーション	67
5.4.2	モーションキャプチャ	69
5.4.3	シミュレーション	70
5.5	アニメーションの編集手法	71
5.5.1	グラフエディタ	71
5.5.2	アニメーションレイヤー	72
5.5.3	ドープシート	74
5.5.4	ノンリニアアニメーションツール	74
5.5.5	タイムワープ	75

第 6 章

ワークフローと
アーティストの役割分担

6.1 基本的なワークフロー	77
6.1.1 プロトタイピング	77
6.1.2 プリプロダクション	78
6.1.3 本 制 作	78
6.1.4 ブラッシュアップ	79
6.1.5 実装までのフロー整備	79
6.2 アーティストの役割分担	80
6.2.1 コンセプトアート	80
6.2.2 背景・ステージ制作	80
6.2.3 キャラクター制作	81
6.2.4 アニメーション制作	81
6.2.5 エフェクト制作	81
6.2.6 ライティング	82
6.2.7 ルックデベロップメント	82
6.2.8 UI	82
6.3 リファレンス	83
6.4 データのバージョン管理	85
6.5 工 程 管 理	86
6.6 役割分担の細分化と変化するアーティストの役割	87

第 7 章

背景・ステージ制作

7.1 背景デザインに求められること	88
7.1.1 現実味を感じさせるデザインとスケール感	88

7.1.2	空間の演出	89
7.1.3	レベルデザインの視点	89
7.2	背景制作のフロー	90
7.2.1	ビジュアルデザイン	91
7.2.2	レベルデザイン	91
7.2.3	モデル制作	92
7.2.4	エフェクトやアニメーションを伴う背景モデル	92
7.2.5	背景のヒットチェック設定	93
7.2.6	ライティング	93
7.2.7	ライトプロープの配置	94
7.3	ブロック展開	95
7.4	テッセレーション	96

第 8 章

キャラクター制作

8.1	キャラクターデザインに求められること	97
8.1.1	立体表現と動きを考慮したデザイン	97
8.1.2	プロポーシオン	99
8.1.3	キャラクター制作に関連する知識	100
8.1.4	キャラクターのプロップ	102
8.1.5	乗り物, メカのプロップ	103
8.2	キャラクター制作のフロー	103
8.2.1	モデル制作	104
8.2.2	フェイシャルモデル	105
8.2.3	ボーン配置とスキンウェイト設定	107
8.2.4	テクスチャ作成	109
8.2.5	キャラクター RIG	110
8.3	補助ボーン	111

8.4	小物, 衣服, 髪の毛などの揺れ物	112
8.5	キャラクターのヒットチェック設定	113
8.6	LOD	114

第 9 章

ゲームアニメーション制作

9.1	ゲームアニメーションに求められること	116
9.1.1	レスポンス	116
9.1.2	動きの滑らかさと連続性	117
9.1.3	わかりやすさ, シルエット	118
9.1.4	アニメーションシステムの理解	118
9.1.5	汎用性と標準化	118
9.2	ゲームアニメーション制作のフロー	119
9.2.1	遷移図とリストの作成	119
9.2.2	仮アニメーションの制作	120
9.2.3	ヒットチェックのアニメーション調整	121
9.2.4	ブラッシュアップ	122
9.2.5	プロップのアニメーション	122
9.2.6	乗り物, メカのアニメーション	123
9.2.7	手付けアニメーションかモーショントラッキング	123
9.3	ステートマシン	124
9.4	シミュレーション, ラグドール	125
9.5	IKによるアニメーション補正	126
9.6	アニメーションデータ圧縮	127

第 10 章

カットシーン制作

10.1	カットシーンに求められること	128
------	----------------------	-----

10.2 カメラワーク	129
10.2.1 画角	129
10.2.2 被写界深度	130
10.2.3 圧縮効果	131
10.2.4 ショットサイズ	132
10.2.5 イマジナリーライン	133
10.2.6 カメラオペレーション	134
10.3 カットつなぎ	138
10.3.1 連続性を維持する	138
10.3.2 リズムをつくる	140
10.3.3 カットのつなぎ方	140
10.4 フェイシャル	143
10.4.1 フェイシャルアニメーションの二つの要素	144
10.4.2 効率の良いフェイシャルコントロールを考える	144
10.4.3 感情の変化	145
10.4.4 リップシンク	145
10.4.5 フェイシャルキャプチャ	146
10.5 カットシーンの方式	147
10.6 カットシーン制作のフロー	148
10.6.1 プリビズ, コンテムービー	149
10.6.2 モーションリスト	149
10.6.3 モーションキャプチャ	150
10.6.4 レイアウトとアニメーション編集(ライティング, エフェクト)	153
10.6.5 フェイシャルアニメーション	153
10.7 カットシーン制作での留意点	154
10.7.1 データのローディング	154
10.7.2 ゲームシーケンスとのつながり	154
10.7.3 シミュレーションの使用	155

第 11 章

エフェクト制作

11.1	エフェクトの役割	156
11.2	エフェクト制作に求められること	157
11.2.1	物理法則, 物理現象の理解	157
11.2.2	CG のテクニカル知識	157
11.2.3	観察と再構築	158
11.2.4	見えないものをデザインする	158
11.2.5	物理現象としての正解とゲームエフェクトの役割としての正解	159
11.3	エフェクトの制作環境	159
11.4	エフェクトの制作手法	159
11.4.1	物理シミュレーション	160
11.4.2	ビルボード	164
11.4.3	ポストエフェクト	165
11.5	エフェクト制作のフロー	166
11.5.1	エフェクトリストの作成	167
11.5.2	プロトタイピング, 汎用エフェクトの作成	167
11.5.3	背景データ, アニメーションデータの引継ぎと エフェクト作成	167
11.5.4	ポストエフェクトの処理負荷検証	168
参 考 文 献	169
索 引	173

第 1 章

リアルタイム CG

本章ではリアルタイム CG について解説する。最初にリアルタイムで CG 映像を生成するパイプラインやフレームレート、レイテンシについて解説する。つぎに現在のゲーム開発のグラフィックス制作に欠かせない総合型 3DCG ツールとゲームエンジンについて解説し、リアルタイム CG によるゲームグラフィックス表現の変遷についても解説する。本章を通じてゲームグラフィックスの仕組みや表現の変遷を踏まえ、アーティストとして取り組む課題について学ぶ。

1.1 リアルタイム CG とは

リアルタイム CG とは即時にレンダリングされる CG でリアルタイムレンダリングともいう。これに対して事前に数時間から数日の時間を掛けてレンダリングするものをプリレンダリング、あるいはオフラインレンダリングという。リアルタイム CG はデジタルゲームの画面表示だけでなく、VR (virtual reality) やシミュレータ、インベント展示、近年では VTuber 配信でのキャラクター表示やバーチャルセットなど幅広く利用されている。

リアルタイム CG はその仕組み上、使用できるデータや計算量に限りがあるため、さまざまな工夫や制限を要求される。また、即時性を優先するためにプリレンダリングよりも表現の精度を低くする場合が多い。基本的に最新のプリレンダリングの CG 技術の後を追うような形でリアルタイム CG は進化を続けてきたが、ハードウェアや技術の進歩によってその差は短くなりつつある。現在ではリアルタイム CG の技術がプリレンダリングに応用されることもあり、

相互に影響を与えながら進化している。

1.2 リアルタイム CG の仕組み

リアルタイム CG は比較的単純な演算を一度に大量に処理する必要がある。現在は **GPU** と呼ばれるグラフィックス演算に特化したチップでこれらの処理が行われている。図 1.1 は GPU の基本的な処理の流れを示したもので、この処理の流れが並列に行われている。これをパイプラインと呼ぶ。

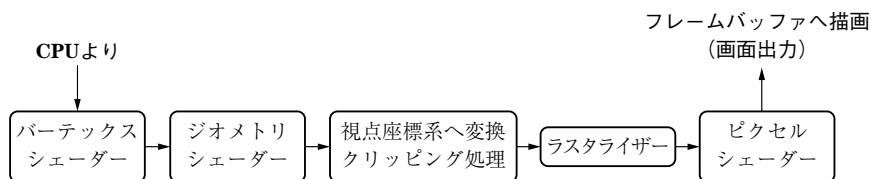


図 1.1 GPU の基本的な処理の流れ

1. CPU でオブジェクトを 3 次元空間に配置する。
2. バーテックス（頂点）シェーダーでオブジェクトの頂点座標をワールド座標に変換する。
3. 必要に応じてジオメトリシェーダーでオブジェクトの頂点数を増減させる。
4. 視点座標への変換とクリッピング処理（ビュー範囲外の部分を切り取る処理）を行う。
5. ラスタライザーで 3 次元のオブジェクトを 2 次元のピクセルに変換させる。
6. ピクセルシェーダーでピクセル単位の明るさや色を決定する。

3DCG に特化したハードウェアの性能向上によって、リアルタイム CG もさまざまな表現が可能となり進化してきたが、ハードウェアの仕様に従う必要があるため、さまざまな制限を受けることにもなった。

ゲーム専用機は基本的にリリースされたハードウェアの仕様がかわらないた

め、絶え間なく進化するリアルタイム CG の表現を限られたリソース内で工夫しながらゲーム開発を行う必要がある。逆に PC やスマートフォンのゲーム開発においては、多様なハードウェアの仕様が存在する状況で、要求されるリアルタイム CG のスペックを実現するグラフィックス表現を見定めることが課題となる。

1.3 フレームレート、レイテンシ

リアルタイム CG の動きの滑らかさはフレームレートによって決まる。1 秒間に処理できる画面枚数を単位 fps (frame per second) で表す。ビデオゲームでは 60 fps つまり、1 秒間に 60 枚の画面を表示させるのが標準的フレームレートとなっている。fps が高いほどリアルタイム CG の動きはなめらかになる。逆に極端に fps が低い場合、動きはカクカクしたものになる。これをフレーム落ちという。

プレイヤーが何かしらの操作を行い、それが画面に反映するまでに数 ms (ミリ秒, 1 000 ms = 1 秒) の遅延が発生する。これをレイテンシという。数値が小さいほどリアルタイム CG の即時性が高いことを意味する。

リアルタイム CG でのフレームレートやレイテンシは条件によって随時変化する。例えば、ある視点から見た場合で処理負荷が許容範囲内であったとしても、別の視点から見た場合にレンダリングするオブジェクトの数が増えることで、急激に処理負荷が掛かってフレーム落ちが発生したり、レイテンシが高くなることで、プレイヤーの操作で意図しない急激な挙動の変化が発生してゲームプレイを阻害する原因になる。レイテンシはネットワーク環境やディスプレイ環境が原因で発生する場合もある。

アーティストはフレームレートとレイテンシに関してシーン内にあるオブジェクトやキャラクターの数は多すぎないか、またモデルのポリゴン数やテクスチャのサイズが必要以上に高精度でないか、エフェクトの数や画面処理の重さなどに留意する必要がある。

4 1. リアルタイム CG

作成したモデルやエフェクトを実際にゲームステージに配置して、さまざまな視点から処理負荷が適切であるかどうかを確認する。もし、処理負荷が適切でない場合は処理負荷が大きな要素を見つけ出し、ポリゴン数を減らす、テクスチャサイズを変更する、画面に入るモデルが増えないよう配置を変更する、根本的に表現の代替案を検討するなどの対処を試みる。

1.4 リアルタイム CG のアセット制作環境

リアルタイム CG のモデルやテクスチャ、アニメーションなどに代表されるアセットは図 1.2 のような Maya や Blender など総合型 3DCG ツール（DCC (digital content creation) ツール）で作成する。

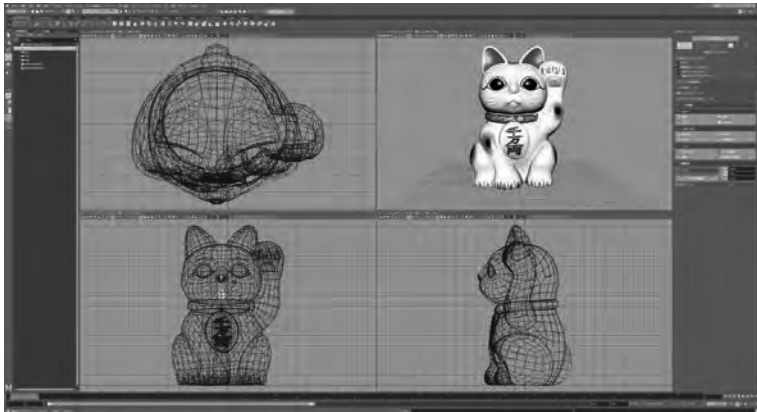


図 1.2 Maya の画面

総合型 3DCG ツールの機能はプリレンダリングでの制作も想定しているため、ツール上で実現するすべての表現がリアルタイム CG で可能というわけではない。例えば、物理シミュレーションの表現はそのままの計算精度をリアルタイムで計算することは困難なため、計算結果をアニメーションや VAT (vertex animation texture, 詳細は 11.4.1 項〔4〕で解説) に変換して表現する。キャラクターの髪の毛や衣服の揺れ等プレイヤーの操作に追従しなければならない

表現に関しては、ゲームエンジンに実装されている計算負荷の低い物理シミュレーションを設定して表現する。また総合型 3DCG ツール上でスクリプトや計算式によってコントロールされている補助骨や小物などのアニメーションは、スクリプトや計算式の挙動を再現したプログラムをゲームエンジン実装する必要がある。

リアルタイム CG のアセットの制作フローは総合型 3DCG ツールで作成されたアセットをゲームエンジンにインポートして、モデルやマテリアル、アニメーション等の各アセット間の関連付けやゲームエンジン上でしか設定できないパラメータを設定して結果をゲームエンジンで確認するという流れになる。これを繰り返す必要がある。イテレーションの効率化や直感的な調整を目的として、総合型 3DCG ツールとゲームエンジン間でデータの更新を同期化したり、総合型 3DCG ツール上で設定したパラメータをゲームエンジン上でも調整可能にする環境が開発されている。

近年ではゲームエンジンでもモデリング機能やアニメーション機能が追加され、これまでは総合型 3DCG ツールと連携していたアセット制作がゲームエンジンだけで完結される環境が整えられてきている。

1.5 ゲームエンジン

ゲームエンジンとはゲーム開発においてよく使われる基本的なフローがツールとして実装されており、効率的に開発を進めることができる統合開発環境である。

ゲームエンジン登場以前はゲーム専用機の開発環境は限られたデベロッパーしか使用することができないクローズされた環境であった。また、リアルタイム CG をコントロールすることは技術的に敷居が高かったが、ゲームエンジンが登場したことでゲーム開発の裾野が大きく広がり、現在では VR やシミュレーション、映像制作などゲーム開発以外の分野にも使用されている。

ゲームエンジンには図 1.3 のような Unity や Unreal Engine など市販されて

索引

【あ】			
アクション編集	142	カット割り	136
アセット	4, 147	カメラ RIG	135
圧縮効果	131	カラーグレーディング	168
圧縮テクスチャ	48	カラーブリーディング	33
アニメーションレイヤー	72	仮アニメーション	120
アルファチャンネル		感情の輪	145
	17, 40, 44	ガントチャート	86
アンビエント		【き】	
オクルージョン	168	キーフレーム	160
【い】		キーフレーム	
イマジナリーライン	133	アニメーション	67
インバース		キーポーズ	145
キネマティクス	62, 65	キャッチライト	26
インポスター	18	キャラクター	14
		キャラクター RIG	111
		キーライト	25
【え】		【く】	
エイミング	126	グラフエディタ	71
エフェクトアーティスト	157	クレーンアップ	136
【お】		クレーンダウン	136
オーバーラップ	55, 140	クローズアップショット	132
オフラインレンダリング	1	クロスシミュレーション	160
【か】		クロスフェード	140
階層構造	135	グローバル	
画角	129, 130	イルミネーション	33
拡散光	23	【け】	
仮現運動	51	ゲームエンジン	5, 125
カットシーン	128, 147	【こ】	
カットつなぎ	138, 140	弧	55
カットバック	141	広角レンズ	129
		香盤表	150
		コリジョン判定	93, 113
		コンストレイン	62, 64, 135
		コンセプトアート	80
		コントラスト	52
		【さ】	
		三点照明	25
		三灯照明	25
		【し】	
		シェイプアニメーション	
			105, 144
		絞り	130
		シミュレーション	70, 125
		ジャンプカット	141
		ショットサイズ	132
		シルエット	118
		伸縮	54
		【す】	
		水平画角	129
		スカulptティング	15
		スキニング	59
		スキンウェイト	59, 107
		スキン変形	59, 105
		スクリプト	62, 66
		ステートマシン	124
		ズーム	136, 137
		ズームアウト	136
		ズームイン	136
		スローイン・	
		スローアウト	52

	【せ】	パ ン	135	プロトタイピング	77
遷移図	119	汎用エフェクト	166	プロポーシオン	99
	【そ】	【ひ】		【へ】	
総合型 3DCG ツール	4	被写界深度	130	バイク	35, 67, 125
ソフトボデイ	161	被写界深度が浅い	131	【ほ】	
	【た】	被写界深度が深い	131	ポイント	10
タイムワープ	75	ヒットチェック 93, 113, 121		望遠レンズ	130
	【ち】	ヒップファースト	55	法 線	10
中望遠レンズ	129	標準レンズ	129	補助ボーン	111
頂点番号	10	【ふ】		ポストエフェクト	165, 168
直接光	23	フィルライト	25	ポリゴン	10
	【て】	フェイシャル	144	ボーン	107
ディゾルブ	140	フェイシャル		【ま】	
テイルト	135	アニメーション	144	マスクテクスチャ	50
テクスチャ UV	12	フェイシャルキャプチャ	146	マップ展開	95
テクスチャ		フェードアウト	141	【み】	
アニメーション	60	フェードイン	141	ミップマップ	50
手付けアニメーション	67	フォーカス送り	137	ミディアムショット	132
テッセレーション	96	フォトグラメトリ	16	ミドルウェア	125
	【と】	フォロースルー	56, 116	【も】	
ドープシート	74	フォワード		モーシオンキャプチャ	69
トポロジー	11	キネマティクス	66	【よ】	
トラッキングショット	136	ブラッシュアップ	79	予備動作	53, 116
ドリー	136	プリビジュアリ		【ら】	
ドリーアウト	136	ゼーション	149	ライティング	22
ドリーイン	136	プリピズ	149	ライトプローブ	34, 94
	【な】	プリプロダクション	78	ライトマップ	33, 34
ノンリニアアニメーション		プリレンダリング 1, 138, 147		ラグドール	125
ツール	74	フルイド		【り】	
	【は】	シミュレーション	162	リアルタイム CG 1, 147, 157	
パイプライン	2	フルショット	132	リアルタイム	
パスアニメーション	64, 136	ブルーム	168	レンダリング	1
バックライト	25	フレーム落ち	3	リ グ	62
パーティクル	160	フレームレート	3	リジッドボデイ	160
バーテックス番号	10	ブレンドシェイブ	58	リップシンク	107, 144, 145
		プロシージャル			
		モデリング	19		
		ブロッキング	68		
		ブロック展開	95		
		プロット	67, 125		
		プロップ	13, 102		

リターゲット	70	【る】	【れ】		
リトポロジー	15				
リファレンス	83				
		ルックデベロップメント	82	レイテンシ	3
				レベルデザイン	89,91

【A】		【H】		【R】	
After Effects	159	Height Map	41	Reflection Capture	44
Aim コンストレイント	65			Reflection Probe	44
Albedo	36	【I】		RIG	62
Area ライト	32	IK	62, 66, 126	Rotation コンストレイント	
A チャンネル	17, 40, 44	【L】			65
【B】		LOD	114	Roughness	38
Base Color	36	Look At	65	【S】	
【D】		【M】		Scale コンストレイント	65
DCC ツール	4	Metallic	37	Smoothness	38
Directional ライト	31	Metalness	37	Spot ライト	32
DOF	131	【N】		【T】	
【E】		Normal Map	40	Transparency	39
Emission	42	【P】		【U】	
Environment ライト	29	Parent コンストレイント	65	UI	82
【F】		PBR	36	UV	12
FK	66	PBR テクスチャ	45	UV 座標	12
【G】		Point ライト	31	UV スクロール	61
GPU	2	Position コンストレイント	65	【V】	
				VAT	160, 162

— 著者略歴 —

東京工芸大学芸術学部ゲーム学科教授

1991年株式会社ナムコ（現、株式会社バンダイナムコエンターテインメント）入社。

CG映像制作にアーティストとして携わり、3DCGゲーム開発が主流になるのを機会に、ビデオゲーム開発でアニメーション関連に携わる。

2006年よりアニメーション制作の開発支援、MOCAPスタジオ運営に携わり、鉄拳シリーズ、アイドルマスターシリーズなど自社タイトルに留まらず、他社ゲームタイトル開発やアニメ制作、ライブでのキャラクターのリアルタイム・パフォーマンスやVTuber配信にMOPCAPクルーとして参加。

ゲームグラフィックス表現技法

Creative Techniques for Game Graphics

© Tetsuya Kanakubo 2024

2024年2月22日 初版第1刷発行

検印省略

著者 かな く ぼ てつ や
金 久 保 哲 也
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 壮光舎印刷株式会社
製本所 株式会社 グリーン

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01374-0 C3355 Printed in Japan

(松岡)



JCOPY < 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。