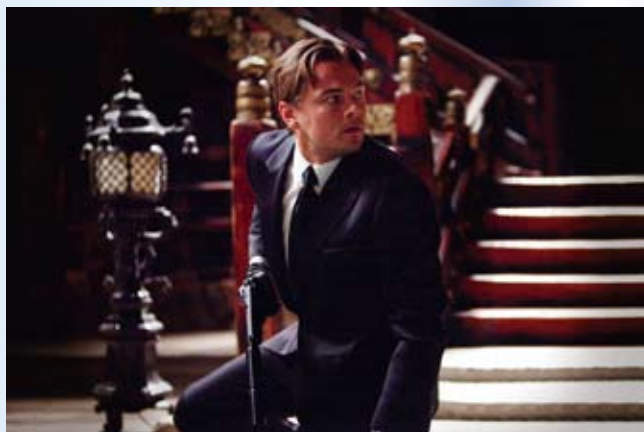




『インセプション』 - ロンドン発、 実写 VFX の新たな挑戦



© WARNER BROS. ENTERTAINMENT INC.

倉地 紀子

『ダークナイト』で一躍ハリウッドの寵児となったクリス・ノーラン監督が放った新作『インセプション』は、興行的な成功や話題性はもとより映像のオリジナリティーにおいても、ハリウッド映画の新たな局面を思わせる作品に仕上がっている。VFXを担当したのはノーラン監督が絶対的な信頼を寄せるロンドンのダブルネガティブ社 (Double Negative)。今年のSIGGRAPHでも話題となったように、同社のVFXは世界的にもその評価を大きく高めつつある。今回は同社のVFXスーパーバイザーをして長年活躍し『インセ

プション』ではVFX全体を統括したポール・フランクリン氏 (Paul Franklin) とのインタ

ビューを通して、本作品における映像マジックの舞台裏を紹介したい。

『インセプション』

配給：ワーナー・ブラザーズ映画 全国絶賛上映中!!

世界的な不況のあおりを受けてハリウッドのVFXベンダーも非常に苦戦している。しかし、そのような背景をものともせず、質・規模の両面においてとどまることを知らない勢いでハリウッド映画における活躍に場を広げているのがダブルネガティブ社だ。2000年の初めにロンドンの老舗CGプロダクションから“映画VFXに的を絞った映像制作プロダクション”という名目で独立したのが同社の発足だった。イギリスという土地において映画VFXプロジェクトだけで経営の成り立つプロダクションを存続させるということはまさに未知の可能性だったが、結果的には非常に短期間のうちにハリウッドを代表するVFXベンダーへと成長し、今日同社の経営は映画プロジェクトのみで成り立っている。

成功の要となったのは、独創性の高い技術力の蓄積とそれを複雑な映画のシーンに

どのように生かすかを熟知した技術者・スーパーバイザーらの育成で、それが数多くの監督の大きな信頼を勝ち取ることへとつながっていった。今回『インセプション』のVFXを担当したフランクリン氏は、このような同社の特徴を象徴する存在ともいえる。会社が発足した当時、同氏は技術開発 (R&D) 部門を統括するポジションにあった。筆者が最初にフランクリン氏と対面したのはちょうどその当時。ちなみに、その時R&D部門の見学に同伴してくれたのが、当時はダブルネガティブ社のレンダリング技術を担っており、現在はウエタ・デジタル社で毛やPRTなどの新しい



Paul Franklin
(VFX Supervisor: Double Negative)

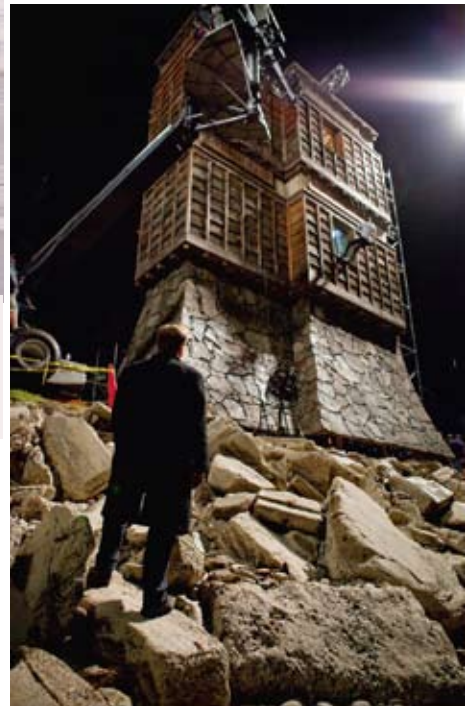


レンダリング技術を次々にハリウッド映画に取り入れているマーティン・ヒル氏だった。その後フランクリン氏はVFXスーパーバイザーの職務へと移行してゆくと、R&Dのバックグラウンドを生かして、同氏が担当したプロジェクトでは

世界的に見ても他に類を見ない独自性の強い技術開発が伴われてきた。その典型的な例が、すでにこれまでに何度も紹介してきた、HDRパノラマを用いた環境の復元だ。独自の階層構造をもったダブルネガティブ社のHDRパノラマは、その各部分が撮影時と同じ解像度を保持している。ゆえに通常のHDRパノラマのように環境全体を射影したり環境全体からのイメージベースト・ライティングをおこなったりするだけでなく、各部分を抽出して3Dモデルの構築やマッピングおよびエリアライト (小さな面積をもった光源) として用いることもできる。非常に自由度の高いイメージベーストの手法を映像制作に導入し、これまでに不可能であったフォトリアルな表現を可能にした。この手法を大幅に活用した『パッドマン・ビギンズ』は、ダブルネガティブ社の映像制作における潜在能力の大きさを世界に向けて大きくアピールし、「環境の復元」といえばダブルネガティブ」という揺ぎ無い評価をハリウッドで確立することになったのだ。また、フランクリン氏は『ハリー・ポッター』シリーズのプロジェクトを通してダブルネガティブ社におけるキャラクターアニメーションの新たなパイプラインを確立した。それは前回紹介したイベント・キャプチャーなどのように、同社におけるフォトリアルな人間の表現に向けた本格的な技術開発の口火を切ることにつながり、ハリウッドにおける評価の幅をさらに広げることにもなった。ハリウッド映画制作の各節目で、会社の技術レベルを将来的な展



建造物のリアリズム 新たなレンダリング技術の融合が最も効力を発揮したのが、CGで作成された建造物のリアリズムだった。建物がつくりだす影や光の透過・屈折がつくりだす効果を正確に表現するためには、レイトレーシングが大規模に活用された。間接光の影響を考慮するためには、ポイントクラウドを用いた前計算が用いられた。建物の微妙な質感をつくりだすためには、アーティストがプログラミングをおこなうことなくカスタムシェーダーを作成することを可能にした独自のシェーダーネットワーク・システムや、高い精度でテクスチャUVを自動生成できるように改善したp-texシステムが大きく貢献したという。



望に立って次のレベルへと引き上げていったことの意義は大きかった。そして今回の『インセプション』でも、まさにこれに相当する技術改革が行われた。

ハリウッドでその名を知られるほどのVFXプロダクションにも得意・不得意はある。ダブルネガティブ社の場合もしかりだが、どちらかというとな不得意としてきた分野を次々に得意な分野へと生まれ変わらせているところに技術開発の底力を感じる。

前述したキャラクターアニメーションや人間の表現などはその典型的な例だった。そして目下のところ同社が最も強く意識して取り組んでいるのが、ライティングおよびレンダリングにおける技術改革だ。映画が存続する限り映画VFXは成長し続けなくてはならない。なぜなら観客の目のリアリズムに対する感度は日々更新され、さらに一歩進んだリアリズムを求め続けるからだ。特定の表現に対するリアリズムをさらに追及することもあろうが、今ハリウッド映画のあらゆるVFXベンダーが強い必要性を感じているのが、あらゆる表現のリアリズムをおしなべて底上げするための方法論だ。それが物理的に正確なライティングおよびレンダリング技術の本格的な実装だといえる。

SIGGRAPH2010では、映画やゲームなどのエンタテインメント産業におけるこの方向性の技術開発をテーマにしたコースが多数登場し、中には入場制限がでるほどの人気を博していたものもあった。過去のSIGGRAPHにおいても同様のテーマをもったコースが開設されてきた経緯はあるが、

今年のような盛況ぶりが見られたのは初めてだった。またレイトレーシングやグローバルイルミネーションといった物理的に正確なライティングおよびレンダリングを象徴する技術用語が、決してCG技術に詳しくない人々の間でもトレンドワードのように飛び交っていたことも印象的だった。ダブルネガティブ社が挑んだ新たな技術改革は、エンタテインメント映像におけるCG技術がもつこのような背景の影響も受けているのだろう。

ダブルネガティブは、アニメーションにはMaya、シミュレーションにはHoudiniと自社開発ツール、レンダリングにはレンダーマンという制作パイプラインを貫いてきている。したがって、ライティング・レンダリングの能力を高める開発は、基本的にはレンダーマン上でおこなわれる。今日レンダーマンにはレイトレーシング機能も装備され、『インセプション』でいえば、特に複雑な日中のライティングが映像のリアリズムに大きな影響をあたえるパリのシーンでは、CGで復元された建造物などのレンダリングにできるかぎりこのレイトレーシング機能が用いられたという。建造物に対してこれほど大規模にレイトレーシングが用いられたのは初めてだった。またストーリー上で重要な役割を果たす鏡の付いた橋のレンダリングもすべてレイトレーシングを用いておこなわれた。もっとも建築シミュレーションのように間接光の影響まですべてレイトレーシングによってシミュレートする負荷はあまりに重い。間接光の影響は一回の間接反射のみをラジオシエ

法に似通ったアルゴリズムで前計算してポイントクラウドとよばれるデータ構造（物体表面上にサンプリングされた方向性をもった小さなディスク）に記録しておき、最終レンダリングにおいてこれらの記録をレイが拾い上げてゆくという方法をとっている。パリの建造物ではマテリアルの複雑さもリアルに表現する必要があった。そのため鍵となったのが緻密なテクスチャリングの作業だった。細かいテクスチャを物体の各部分に手作業であてがってゆく作業負荷は非常に重い。そこで、ダブルネガティブ社はディズニー社が開発したp-texというオープンソースに着目した。このシステムは、レンダーマン上で自動的に3Dモデルと整合性のとれたUV座標をテクスチャにあてがってくれる。ただし、今回のパリの建造物では、あてがうべきテクスチャが非常に細かく、加えて建造物の形状も非常に複雑であったため、その精度を高めるためにかなり手が加えられたという。結果的にはこのように改善されたp-texシステムを用いることによって3Dモデルにテクスチャをあてがうためのアーティストの作業負荷は大幅に削減され、逆にテクスチャそのものの作成などアーティストが本来おこなうべき作業に専念できたという意味で非



イメージベースト技術の活用 人物や物体がフリーズするようなシーンでは、モデリングやライティングにイメージベーストの手法が活用された。ただし、人物に関し

ては、今回は前回紹介したイベント・キャプチャーのように3DCGで復元するという方法是用いられておらず、撮影素材が用いられた。

常に効果的だったという。そしてもう一つの大規模な開発が、ダイナミック・シェーダーネットワークの構築だった。同社ではこれまでに膨大な数のレンダマンのシェーダーが独自に開発されてきたが、これらを使いこなす作業は主にテクニカルディレクターなど、スクリプトを書くことのできる人材に限られてきた。今回のプロジェクトでは、すべてのシェーダーの質を向上させると同時に、これらのシェーダーをアーティストが自在に結びつけて、あたかもプログラマーがコーディングしたかのようなカスタムシェーダーを自動的に作成することもできるようになった。シーンで必要とされる表現にベストマッチしたシェーダーのセットアップを高い自由度と効率性でアーティスト自らがおこなえるようになったことの意義は思いのほか大きく、一歩進んだ映像のリアリズムをつくりだすために大きく貢献したようだ。

『インセプション』におけるダブルネガティブ社のもう一つの大きな技術的チャレンジは、Limbo Cityと呼ばれる仮想都市のビジュアルを構築することだった。この仮想都市は主人公の潜在意識の中に現われるもので、現実の世界に存在するものとは程遠い。しかし今回の作品において監督は、表現すべき世界がいかに幻想的なものであっても、観客があたかもそれを現実のものとして強く望んでいた。現実の世界の都市にはあり得ない表情をもっていたため、『バッドマン・ビギンズ』や『ダークナイト』のようにHDRパノラマを用いて都市を復元するという方法論を用いることはできなかつ

た。そこで、ダブルネガティブ社は現実の自然界で観測されたデータと自然のメカニズムをシミュレートするプログラムを導入してこの仮想都市を自動生成するプロシージャルなシステムをつくりだした。具体的にはこの都市は遠くから見ると南極の地形を形造っており、少し近寄ると凍りついた崖のような表情が見えてくる。そしてさらに近づく、実は崖の各部分は、れっきとした建造物であることがわかる。3段階の表情のそれぞれに現実の世界のリアリズムを入れ込むべく、まずは南極で地形が生成されてゆくメカニズムを文献やビデオ映像などを見て学習し(1)、同時に実際に南極大陸に存在する都市の建造物がその地形の上にどのように分布しているかが調べられ(2)、さらに建造物についても映画に相応しいと思われる(3)初期の近代建築モデルのライブラリーが作成された(3)。実際の都市の生成は、都市のグローバルな形状を地形の一部と考え、(1)(2)の情報を参照して地形の生成をシミュレートするアルゴリズムによっておこなわれた。地形の生成シミュレーションはフラクタルなどの場合と同様だが、今回の場合には生成の最小単位となるユニットが(3)のライブラリーの建造物を複数組合せた建造物のブロックとなっていた点が大きな特徴といえる。存在する建造物のブロックの種類はその時点で生成されている地形の形状によっても変わってくる。したがって都市の生成のアルゴリズムは、建造物のブロックの自動生成と地形の自動生成という2段階構成から成るなかなか手の込んだものであったようだ。加えて、この都市は最後には海の中に崩れ落ちてゆ



く。この崩壊シーンは、Houdiniの剛体シミュレーションと自社開発による世界で最も新しいコンセプトの流体シミュレーション・システムを用いて作成された。人間の心理を代弁するアニメーションがこのように高度なシミュレーションの融合によって作りだされ、プロシージャルなアプローチがストーリーをシミュレーションによって語るためのガイド役として用いられたという点は非常に興味深い。映画VFXにおける物理シミュレーションの信頼性や使用頻度の高まりは、映画におけるプロシージャル技術の新たな方向性をつくりだしつつあるともいえそうだ。

ダブルネガティブ社が得意とするイメージベースト技術は『インセプション』でも大活躍した。特別に新しい技法が考案されたというわけではないが、映画の華となるような重要シーンの数々で、より成熟した活用方法が見出されていった。その代表例として、カーチェース・シーンが挙げられる。ここでは、白い軽量トラックが速度を落として滑るようにコーナーを曲がるシーンが何度か出てくるのだが、撮影そのものでは車は速度を落とすことなくカーブを曲がりきっていた。コーナーで速度を落とすように見せるという映像的アイデアは、ポストプロダクションの段階で監督から出てきたものだった。しかし、問題となったの



インプリシットなイメージベスト技術

実写のリアリズムを損なうことなく実写映像にストーリー的なインパクトを与えるという意図で、イメージベスト技術を活用した後処理が加えられることも多かった。カーチェイス・シーンはその代表例といえ、撮影はすべて一秒24フレームで行われていたが、ポストプロダクションで部分的に速度を変えようという処理が加えられた。実写映像に写っていた雨やモーションブラーの存在は単純に撮影映像をリタイミングする処理を困難にし、最終的には映像の中の個々の要素を3Dで復元するという方法がとられた。作業手順としては、まず雨やモーションブラーなどの要素を画像から取り除き、撮影画像内の個々の物体を3Dで復元。車のリタイミングはこの3Dモデルを用いておこなわれた。その後、撮影画像の中から個々の物体に相当する部分を抽出して3D形状にマッピング。雨なパーティクルベースの流体シミュレーションによって作成され加えられた。

は撮影画像に写っていた“雨”で、この存在ゆえに単純に車の速度をリタイミングすることが極めて難しかった。そこで、最終的には撮影画像内の要素をすべて3Dで復元したのちに、車の速度を調整するという方法がとられた。この作業に関していえば、アーティストの手作業に依存する部分が多かった。撮影画像の中からまず雨やモーションブラーにあたる要素を丹念に取り除き、さらにシーンに含まれる各物体に対応する要素を一つ一つ抽出してそれらを復元した3Dモデルにマッピングする。最後にプレートにもどす“雨”はどうするかというと、これはパーティクルベースの流体シミュレーションによって作成されたようだ。一見どうということのない実写映像に見えるシーンだが、実際には非常に手の込んだポストプロダクション処理によって成り立っており、それがストーリーに真実味を与えることにつながっている。今回の作品にはこのようなシーンが数多く登場するようだ。

これまで数多くの映画プロジェクトに参加してきたフランクリン氏だが、『インセプション』はVFXというものが作品そのものに最も深く入り込んでいたプロジェクトだったという。作品の中の重要なシーンの多



くは人間の潜在意識を象徴すべきシュールリアルなシーンとなっている。しかし、監督は今日のVFX技術をもってすれば、これらのシーンにも現実の世界と見境のつかないリアリズムを与えることができると信じて疑わなかったという。それゆえに、VFXスタッフとの間で最終的にどのようにビジュアライズするかという緻密なディスカッションを交えながら撮影が進められていった。もちろんこのようなディスカッションの上で撮影された映像であっても、上記のようにポストプロダクションの段階で大きな変更を必要とするショットも多かった。いってみれば映画制作の最も初期の段階から完成段階に至るまで常にVFXと二人三脚で映画制作が進められていったのだ。フィルムメーカーもこのような制作プロセスの重要性を強く意識していたという。そして、

このような制作プロセスにおいては、技術そのものも非常に重要だが、最終的には各ショットの制作において最も適切な人材がその能力を最大限に発揮できるように導いてゆくことが一番大切だったとフランクリン氏は指摘する。VFX技術の成熟は映画VFXのあり方を変えつつあるともいえ、逆にそれはVFX制作における“人”の重要性を強く意識させることになった。いかに技術が成熟しても、やはり映像を創造するための根本は“人”なのだ。それは今回のプロジェクトにおける大きな学習だったとフランクリン氏は語っている。

筆者の twitter アカウント@norikokurachi を公開します。ご要望などつぶやいてください。

Noriko Kurachi