

3Dキャラクターの魅力ある表情表現について

松 本 紘 子

目 次

- 1) はじめに
- 2) 3DCGの認識
 - ① 3DCGの使用場所
 - ② リアル表現とノンリアル表現の使い分け
 - ③ 3D表現にすることの意義
- 3) リアリティとの距離
 - ① 見た目
 - ② 動き
- 4) 3Dへの表現方法の変換
 - ① 変換から起こる問題点
 - ② ノンフォトリアリスティック表現の魅力
- 5) 表情について
 - ① 表情の重要性
 - ② コミュニケーションツールの表情
 - ③ 3DCGモデルへのモーションによる表情付与
 - ④ 顔の筋肉
- 6) 動作を前提としたモデル作り
 - ① ポリゴン構造
 - ② 様々な工夫
 - ③ パーツ毎のバリエーション
 - ④ 喜怒哀楽バリエーション
- 7) まとめ

参考文献

平成18年10月2日受理

1) はじめに

本論文は、作者が作品制作として行っている3Dモデルに関して、制作上の工夫や問題点、特に3Dモデルの魅力的な表情表現について論じたものである。

顔という部分にしぼって見た場合、表情は感情の動きに従って自然にわき上がるものである。

表情は、わずかの時間しか顔の上にとどまることがないことで、うつろいやすく、瞬間的にその意味内容をとらえるようにすることが難しい心の状態のあらわれである。

近代以前は絵によってしか表現できなかった顔の表情も、今日ではその魅力的な一瞬を写真などから捕らえることができるようになってきた。またその一瞬ごとの絵をつなぎあわせることで映像を作ることができるようになった。

ダーウィンが、基本的な表情は人という種に普遍的なものであると述べていたようであるが、確かに赤ちゃんは、誰に教えられなくても泣くときには顔をしかめ、嬉しいときには満面の笑みで感情を表現するものである。

表情は万人共通のコミュニケーション手段である、それだけに作者が制作する3Dモデルの顔に、シーン毎に適した表情を実現することは常に重要な課題であり、しかも難題である。

よく外国人の顔がみわけられないということがある、さらに慣れ親しんだ日本人の顔であっても見分けがつかないこともある、このようにわずかなものである人相の違いよりもさらに微妙な顔パーツ各部位の位置移動による微妙な違いによって形成された顔の上に発生する表情の変化を私たちは無意識で日常的に識別している。

しかし、識別ができてその内容を十分に理解することが困難なこともある。モナ・リザの微笑みが何を意図した微笑みであるのかいまだにわからないといったことのように、相手が大きく感情を出さない微妙な表情や、心の動きとは異なる意図を含んだ表情をする場合、真実の表情であるのか虚偽の表情であるのか明確な判断は難しい。

一方で、人の表情は多様な豊かさを備えており、一つの表情で前後のストーリーを想像できてしまうほど強い存在感を持つこともあり、時にそれだ

けでも人生のドラマを物語ることができる深い可能性を秘めている。

作者は、動画に登場する人をコンピュータ上の3D映像で作りアニメーションとして動かしてきた。今回一連の制作と研究を通して、慣れ親しみ日々目の当たりにし、自らも使っているにもかかわらず、実体のつかめないことで興味のつきることのない存在である多様な人の表情制作に、今までよりも更に工夫を重ねることによって、有名な巨匠の絵に見られるいきいきとした表情をもった人物のように、表情は3Dモデルのキャラクターに命を与え、作品をより魅力的に見せることになるだろう。

2) 3 DCGの認識

2) -① 3 DCGの使用場所

3Dモデルとは、さわることができない人形のような存在であり、中身のない風船のようなハリボテでできている。そのモデルをレンダリング(=コンピュータシステムの中で3Dモデルを制作し、それを仮想カメラで写真に撮り、ディスプレイに映し出す)で画像として表現する。

3 DCGは、通常見ただ目で大きく分けて、フォトリアリスティックとノンフォトリアリスティックに分けられる。※7

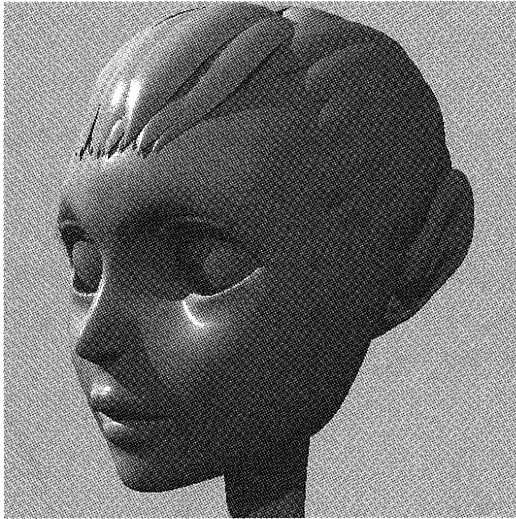
写真のようにリアルであるかそうでないのかという程度の分け方であるが、どちらも同じ被写体としてのモデルデータを使ったとしても、シェーディング(=影の付け方の違い)、ライティング(=あてる光源の違い)等、の画像生成方法の違いによって生成された画像の使用場所もまったく変わってくる。

二つの表現方法は技術的には同じところがあるが、現実的な見え方が平面的な見え方かの最終的に到達するイメージ画像の違いにより、3 DCGであっても別のものとする。

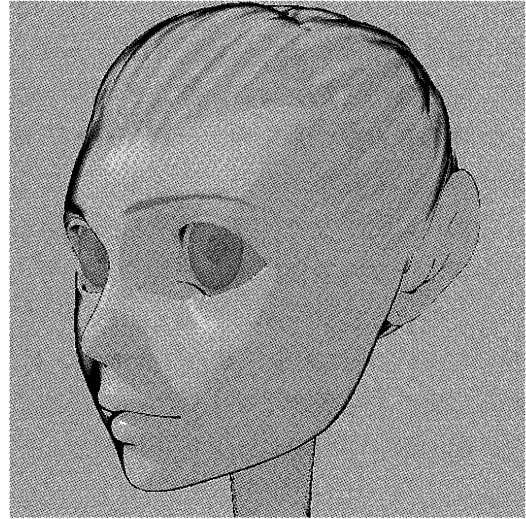
デフォルメを効かせたモデリングをした被写体であっても、影や光源、質感について工夫すれば、プラスチックでできたプラモデルの模型と見える現実的な画像生成が可能である。

画像生成の違いによってどちらの効果を生成することも可能であることから、使用場所や状況によって使い分ける選択が重要と言える。

レンダリングの違いによる見え方の違い



立体的にレンダリングしたもの



平面的にレンダリングしたもの

作者は、3DCGの利点を生かしながら立体的な見え方を極力おさえ、モデルが平面的に見えるように工夫をこらした。

この技法についてはいずれ後述することになるが、平面的表現によって作者が求める、「地」に対する「図」の形の識別のしやすさや“メリハリ”感を実現することができた。

2) 一② リアル表現とノンリアル表現の使い分け

フォトリアリスティックは、あたかも現実に存在する写真のような画像を生成することで見栄えがよい。主に実写との合成といった技術が発展し、実写の映画などのダイナミックな迫力ある動きを描写することに使用されている。

ノンフォトリアリスティックは、絵画やイラストレーションに見られるような質感の画像を生成し、主にリアリティのない背景や空間の中に配置される。

最近のフル3DCGアニメなどは、モデルに実際に落ちる影などが薄く画像生成されていて、あえてリアリティを感じさせない影や光の加工がされている。

3Dを使った映像は、いろいろなツールが日々生まれてきている、まだまだ発展途上の表現方法と言えるだろう。

2) 一③ 3D表現にすることの意義

これまで作者は3D表現に新たな手法を付加してきたわけであるが、そのことの説明の前に、アニメーションを3Dで表現することの意義について述べる。

アニメーションはどんな技術や素材を使って表現するのかの違いで細かく区分された名前がついている、セルアニメーションであったり、クレイアニメーション、切り絵であったり、FLASHであったりと多数の種類がある。

アニメーションは表現するさいに表示媒体としてモニターや映写機などを必要とし、また作業効率を上げることを必要とすることから、時代ごとに発達する最新の技術を吸収し、表現できる演出の範囲を広げつつ発展してきたことが、最近のアニメーションに3DCGが多く用いられるはじめた要因の一つにある。

アニメーション（英：animation）はコマ撮りなどによって、複数の静止画像を組み合わせ動くように見せる技術である。語源としてはラテン語で靈魂を意味するanima（アニマ）から来ており、生命のないものに命を与えて動かすことである。※7

動きを映像として表現するためには、例えばパラパラマンガで見られるように、腕を下げた画像と上げた画像があるとすれば、その中間の画像を足していき、それら多数の画像の瞬間的な表示を順番に連続させ、残像による目の錯覚で動いてい

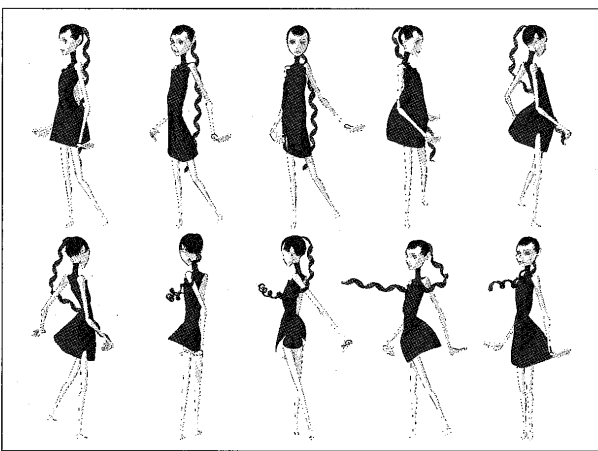
るように見せる必要がある。

従来のセルアニメーションは、コマごとの絵を手書きで描き、時間と多人数の手を要するものだったが、3D技術を用いると、クレイアニメのように、立体の3Dモデルを作り、それをどの角度の視線からも見ることが容易にできるようになった。このように自由なカメラワークを利用することができるようになったばかりでなく、今や、クレイアニメのようにコマ毎の動きを自らつける必要もなく、モデルにある一点の位置ポイントと、そこから移動した位置ポイントの二つを設定すれば、その間の動きを計算によって生成することができる。

このように現在はコマごとの絵を手書きで描く手間が短縮できるようになり、楽に動きを表現することができる、それが3D技術を用いることの背景でもある。

ツールとして3D技術を使うことで個人のアニメーション制作が容易で身近になったことが3Dにする一番の意義であるが、効率だけで3D表現を使うということではなく、純粹に3DCGの特性を十分に生かした目的性がそこに存在しなければならない。

画像の生成を今までのセルアニメーションのような平面的な表現方法や、実写映像のようにより現実的に近づけようとするのではなく、3Dならではの立体感、かげ、視点など魅力的な要素を生かして新たな表現を模索しながら制作することがこれからは求められる。



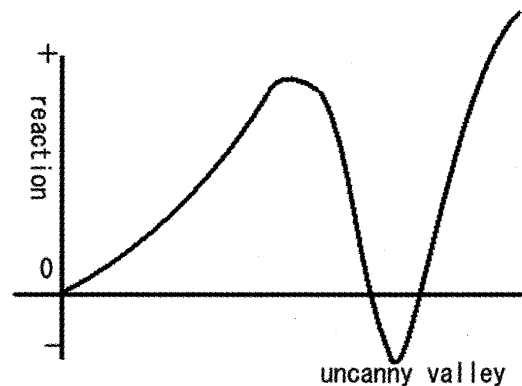
上の画像に見られるように、キャラクターにモーションを加えることで、動きのあるアニメ

ーションを容易に制作することができる。

3) リアリティとの距離

3) -① 見た目

フォトリアリスティックとは、3Dモデルをレンダリングし、生成された画像が写真のようにリアリティがあるものということである。リアリティを追求していった結果、それに対して人の抱く印象がどのように変化するかについて、次のように興味深い報告がある。



横軸を人間への類似度、縦軸を感情的反応（好感度）

image:<http://www.ed.ams.eng.osaka-u.ac.jp/indexj.htm>

これは、東工大の森政弘博士が1970年に「不気味な谷」と題する論文で提唱した仮説で、外見が人間に近づくほど好感度が上がっていた物が、一定の類似度の時点にくると急に嫌悪の段階まで落ちることを示している。※8

実際には人間に極めて類似したロボットが存在しないのははっきりとイメージできない仮説であるが、外見や動作の複合的な存在として人間に似通った様相を持つロボットが、ロボットらしさの範疇をこえて進化し、人間によりそった場合、中途半端なものでは嫌悪を抱かせてしまうということだろう。

人間の形を忠実に再現することについて見れば、Pierimo（ピエリモ）※5という複数台のデジタルカメラで実物の全方位撮影をし、その画像をコンピュータシステム内に取込み3Dポリゴンデータを自動生成する三洋電機株式会社の3次元モデリングシステムなどがあげられる。

3Dスキャナーによるモデリング生成方法を使えば、形のみであるならば再現可能であるが、そこにロボットであるならば素材、3DCGである

ならば質感の再現のしかたで、実物との違いが生じてしまう。

技術の発達は見た目の再現を最大限可能にしてきたが、見た目についての表現方法をコントロールし、3DCGの人物モデルというデジタル表示の人形を現実存在する人間らしさからどの程度の距離に置くか、という設定が製作者に必要となってきた。

3) ② 動き

レンダリングで画像生成された3DCGの静止画であればそれほど感じない違和感も、3Dモデルに骨を仕込み、そこにモーションをつけレンダリングすることでアニメーションにしたとき、画像がより現実の人間らしくあるほど大きく違和感をもってしまうことがある。

しかし、パントマイムでロボットの動きをするパフォーマンスを見たとき、驚きはあっても嫌悪感はない。それはロボットの動きに見えても、どこか人間の想像の範囲内にある、正確な筋肉の動きであったり、腕のかすかなブレであったりするような、人間らしい動作が正確に実現されているからだろう。

初見で魂をもった人間と見えたものが、人間と同じ動きをしないことは思った以上に落胆してしまうもので、反対に初めから魂をもっていないような人形的外見のモデルがスムーズな本物とみまちなような動きをすれば、すごいと感心してしまう。

モデルを人形として見るか、人間として見るかによって動きへの期待度が変わっているのである。

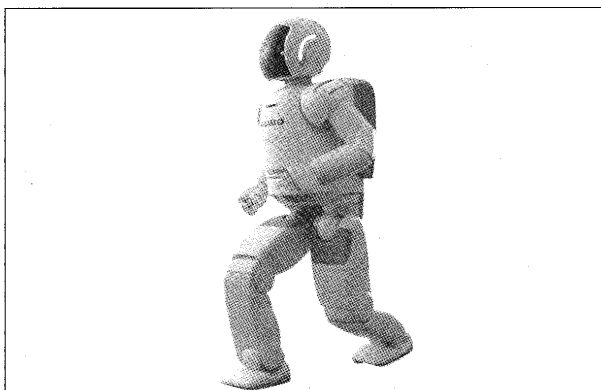


Image:<http://www.honda.co.jp>

例えば上のようなホンダの「ASIMO」についてみれば、この機能性重視のデフォルメデザインをした人間型ロボットが“走る”“踊る”などといったスムーズな人間的な動きを見せることは好意的に受け取られる。

動物は違和感に敏感だ、病気をもち弱った動きをする同種などを自分の周りから排除しようとする。

そんなふうに、暮らしの中で最も身近である人間により近い形をしたモデルが、少しでも不自然な動きを見せることは、人間の警戒感を抱かせるものになっているのではないだろうか。

そんな“動き”を付けるということについて、ロボットなどは関節に使われる素材の機構と構造の関係で制約が大きく、動きが直線的になり、3Dモデルであれば、筋肉がなく皮だけのハリボテの存在であることで動きに不自然さが出ることになりがちである。

3Dモデルによる動作は、筋肉の動きを仮想的に配慮しながら、本来人間のもつすべての筋肉に相当する個所にボーンを配置し、それら一つが何%縮めばもうひとつが何%伸びるかといった影響し合う数値を細かく設定して実現される。

筋肉の動きによって表面が変形することを配慮した関節設定などについて、微調整をしなければならぬ問題を抱えているにしても、「ジュラシックパーク3」に使われている、「Rig」(＝単純なモデルの動きをモデルに連動させて変形させ、筋肉を制御、膚のシミュレーションするための)※4といったものなど、動きの不自然さは技術の進歩により解消されつつある。

モーションキャプチャなどは、ゲームや映画など大きな収益が予想されるものでしか使用されず、まだまだ一般向けではないが、現在は比較的小規模な投資でも導入が可能となり、現実的な動きをモデルにつけることが実現できるようになってきた。

不自然な動きの問題解消がされることで、外見の見せ方について違いの重要性が今後ますます上がってくるだろう。

4) 3Dへの表現方法の変換

4) -① 変換から起こる問題点

最近のアニメーションの傾向は、3DCGを用いるものが増えてきた。ディズニーピクサーの映画「カーズ」は、登場するキャラクターをノンフォトリアリスティックな3DCGで作成し、背景には「マットペイント」というリアリスティックな手書きの絵を使い合成している。※9そんなことから、どこまで外見に3Dっぽさを残すのかということに十分な注意が払われている状況が見て取れる。

作者は、人間型3Dモデルのモデリングをする際に3Dモデルを最終的には平面に近い画像生成によって表現をしたいと考えていたことから、最初に紙に描いたイラストを基にしてモデリングを始めた。

モデリングとはフィギアを作るようなものであることから、表現方法がリアリスティックでない表現であっても、立体的にモデルを作ることになる、そのためある程度、実際の空間に存在することができる形を作らなくてはならないのだが、基にするためのイラストの正面と横顔の整合性が曖昧であったためにモデリングに苦労することになり、作者がデフォルメを効かせたイラストを描く時に顔のパーツの位置関係や影の付け方など矛盾点が多く、立体的に物を見ていなかったことを実感した。

モデリングには正面からの視点、斜めからの視点、真横からの視点とどの角度から見ても違和感がないものにしなければならず、矛盾点解決の試行錯誤をする必要がまだまだ大いにある。

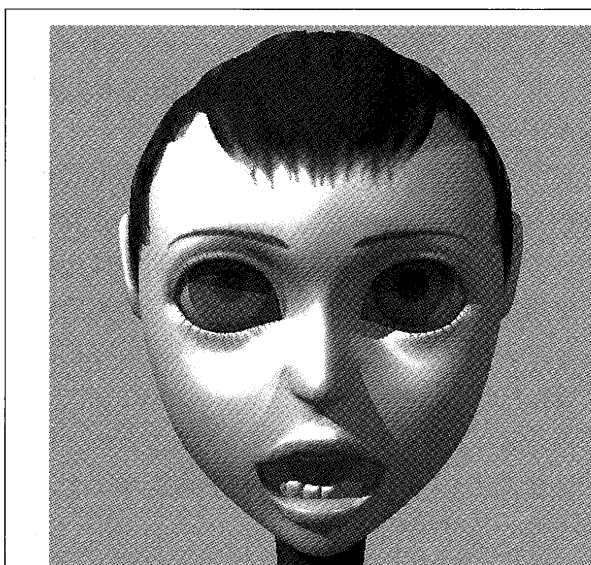
平面の絵をそのまま3Dモデルに直すことができないことから、2Dでみられる持ち味である、顔からはみだす口などの大げさな表情の表現は、モデルの破壊になり、ある程度までの変形しか行うことができないことや、空間とシンプルな個体の境目がはっきりしていることでの存在感、特色をもった体の部品などの特徴、セル画調の表現に使われる輪郭線の存在、それらを表現することが難しい。

こういった理由で、作者の考える性格が人相にあらわれているような解りやすいキャラクターの個性を、十分に伝えることができなくなっている。

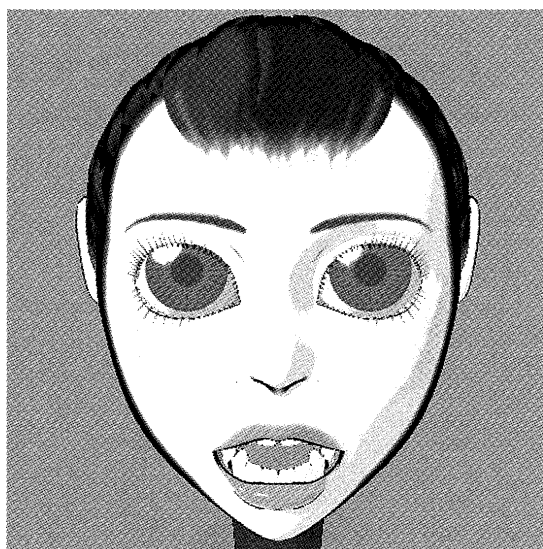
4) -② ノンフォトリアリスティック表現の魅力

2頭身であったり、実際にはありえないほどの目が大きいキャラクターであったり、人外の美しさやかわいらしさをもったキャラクターであったりを表現できることが、ノンフォトリアリスティックならではの特徴である。

3DCGは容易に動画を生成することができることから、平面的な画像表現であってもそこそこの表情の移り変わりのシュミュレートなど見ることができる。



これらは、どちらも「あ」の口のアクションをつけてみたものである。



かげの要素を減らすこと、また輪郭線をつけることで、立体感はないものの顔の部品がわかりや

すくなるというように平面的画像表現は、キャラクターの強調にもなる。

3 DCGであることで計算による正確な影が落とせることや、レンダリングの仕方によって平面的だけでなく立体的な画像生成も可能であり、彫刻とイラストレーションの間のような広い見え方の違いをもったいろいろなパターンの画像が生成できる。

ノンフォトリアリスティック表現の魅力は、現実的でもない、平面的でもない、3Dならではの微妙な立体感を含んだ画像の生成ができることが一番の魅力である。

5) 表情について

5) -① 表情の重要性

人間は相手の感情について大部分を顔の表情から読み取っている。そのことは現実存在する人間だけでなく、ロボットや3Dモデルであっても、人が対面する人を見るときにまず顔を注視し無意識に視線がいつてしまうということからもわかる。

2頭身のキャラクターを不自然と思わないのは、ある距離感のもとで人が情報を得る場所の多くが顔に集中することで、他の体の部分について大きさが小さくても経験的にあまり気にならないからなのだろう。

表情は脳との関連で、心理学、医学的見地からは認知障害や精神療法、心理療法などで注目されている領域である。

有名なもので、マガーク効果 (the McGurk effect: McGurk, 1976) といわれているものがあり、これは聴覚的には「ba」視覚的には「ga」という矛盾した内容を同時に映像で見ると、知覚的にはどちらでもない「da」もしくは「the」のような音声が知覚される、といったものがある。

またHumphreys (1993) は、静止画での感情カテゴリ判断が困難である失認症患者が、動きをもつ表情を見せると、カテゴリ判断が可能となった症例を発表している。※2

これらは脳のどの部分で表情や動きを判断しているのかといった調査がなされ、議論が継続して行われている例である。

心理学には、バーバルコミュニケーション (言

語) とノンバーバルコミュニケーション (非言語) と言われる言葉があるが、※1バーバルコミュニケーションが言葉によるコミュニケーションの方法であるのに対してノンバーバルコミュニケーションは、表情、服装、立ち居振る舞い、声のニュアンスなど言葉によるメッセージ以外のコミュニケーションのことで、人はノンバーバルコミュニケーションをより重視する。

「怒ってない」というセリフを“笑い顔”で言えば、本当に怒っていないのだと解釈し、“怒った顔”で言えば、本当は怒っているのだと解釈するといったことのように、受け取る側は相手の感情を言葉よりも表情で理解する。

言葉と表情が反する動作は、演技の演出として、ギャグとして、風刺的な表現や遠まわしなイヤミなどにと、使う例は数多くある。

「顔に書いてある」というように表情は意識せずとも自然に出てしまうもので、体の中で最も気持ちの情報の多くが出てしまう動きである。

5) -② コミュニケーションツールの表情

作者がノンフォトリアリスティック表現にこだわる背景の一つにマンガのような記号表現のわかりやすさを利用したいという考えがある。

記号表現の顕著な例として通信技術のメールやチャットで用いられる「顔文字」といわれる表情がある。

文章の中の記号で作られたアスキーアートの中の表情を備えた顔「顔文字」に見られるように、人は顔が見えない相手に自分の感情を表情として伝達したいと考え、また受け取った側は、簡潔な文章よりも「顔文字」を含む文章の方が親しみを持てるものである。

「顔文字」は非常に多くの種類があり、「絵文字」(=いろいろな端末機器に対応し、あらかじめ文字として登録され、日本語一文字と同じように2バイトで表示できる互換性のあるフォント)の存在をともない、記号が増えるごとに数を増やし、日々増え続ける存在である。「顔文字」が多くの種類をもつということは、人が微妙な表情のアクションについて伝達することを必要としているということだろう。

多数の種類が存在する顔文字の一部を上げる。

(^v^)	(^v^)	(^v^)	(-_-)
(^_^)	(^._.^)	(T_T)	(n^v^)
(^D^)	(^D^)	(^D^)	(@ω@)
(^ω^)	(((^v^;)))	.°. (つD`)	(*^_<^*)

コミュニケーションツールとしてパーソナルコンピュータや携帯端末のメールやグリーティングカードに、通信に用いられるメッセンジャーのキャラクターが登場している。

たとえば携帯電話で送ったテキストメッセージを、テキストに合わせた3DCGキャラクターの動く動画と音声に変換して送るサービスがあり。

その他には、テレビ電話のような通信で自分の映像のかわりに3Dキャラクターを使うものもあるが、これは複数のカメラやセンサーを設置しなければならず、一般での利用は難しい。この方法では、PCに接続したカメラで自分の表情の変化や、頭の動きなどを抽出し、顔の表情をリアルタイムに3DCGでできたキャラクターによって再現し音声と“リップシンク”する「Interactive Virtual Video Animation」(IVVA:イーバ)技術をもったものなどがある。※6

これらに見られるように、表情とは、感情を伝えるコミュニケーションの重要な表現方法であり、人は、顔の見えない相手に自分の感情を表情として伝えるツールを求めているということだろう。

5) ③ 3DCGモデルへのモーションによる表情付与

体の動きはモーションキャプチャによってある程度表現できるだろうが、顔の表情についてはどうだろう。

静止画での表示であれば、笑った顔、怒った顔と、あるていどのパターンから相手の感情がおおざっぱにも識別できる。

そこにモーションを加えることは、より人間のもつ微妙な表情を読み説かなければならず、表現識別と表現を難しくしていくのである。

3Dモデルに顔の表情をつけるツールとして、Avid TechnologyグループのSOFTIMAGEが発表した「SOFTIMAGE:FACE ROBOT」がある。※10

「フェイシャルアニメーション」技術をゲーム世界にもたらず開発ツールで、顔の骨格や筋肉組織といった顔の動きに、動作が変にならぬよう制約を与えるための形状データの解剖学的な情報を「ソルバー」として保持していて、これを役者の顔に付けたマーカーに接続する。

これは筋肉を制御する情報があらかじめ設定されているので、多くのマーカーポイントを必要としない特徴のシステムを持ち、実際の動きをデータ化し読み取りをしている。

この技術に競合するようなソフトはまだなく、非常に高価である。

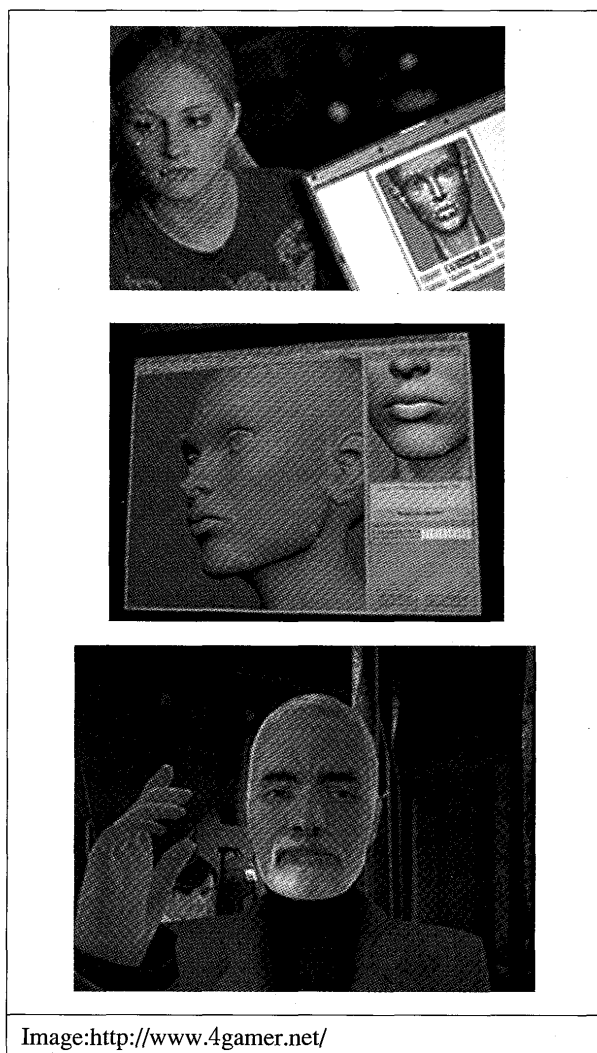


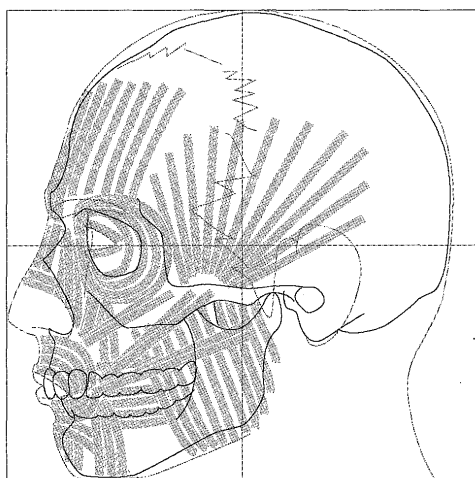
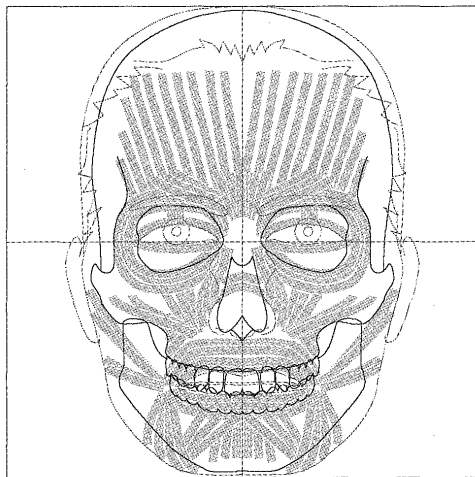
Image:<http://www.4gamer.net/>

ただ笑うだけでも、人間の表情であれば、口角が上がるだけでなく、ほほの筋肉が上がり、目は細くなる。眉の筋肉の動きもあるだろう。そんな連動した動きの制御を必要とし、また高笑い、微笑など、表情の種類は多数存在するため、表情の制御ソフトはあまりない。

5) -④ 顔の筋肉

作者は、表情の変化をモーフ (=ある3Dモデルを別モデルへ移行する変形) という単純な変形によって表現している。

当初モーフを付けるときに口角を上げた動きなどで起きた引きつりによるしわの発生が思ったように再現できず、表情をつけるためには筋肉のことについて知らなくてはならないと考えた。



顔面筋は、細い筋状の筋肉が複雑によりあつまったもので、入り組んだ“クモの巣”のように顔下に張り巡らされており、この筋肉の動き方で顔つきが変わる。クモの巣と表現されるように、と

てもうすいものだ。※1

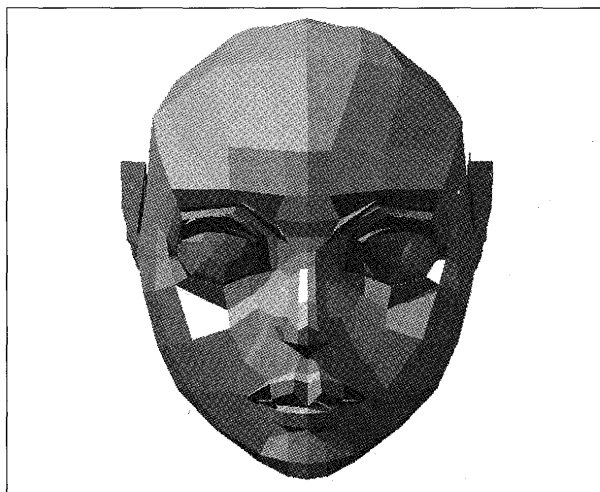
筋肉について調べて描くことでポリゴンの配置や、ならびについて移動や修正することになった。

たとえば、筋肉は筋に対して平行に収縮する、鼻の下の筋肉は横向きに走っており、鼻の下から上唇の距離にはあまり変化はせず、上唇の表情への影響はあまりないといったことや、上あごと下あごをつなげているのは頬の筋肉であることから、あごを下げるモーフを付ける場合は耳の前あたりを中心として回転すること、眉を上げる筋肉は、額の筋肉で、縦には収縮するが横に収縮するのは眉間の上あたりだけ、そこにしわを発生させるために、眉に横方向のポリゴンが必要であること、まぶたにうすく縦に筋肉がはいっているが、この筋肉によって驚いたときまぶたの上昇が見られ、モーフを付ける場合の位置を注意すべきであること、鼻の横の筋肉は目頭のあたりまでつながっていること、口角が上がる筋は、頬骨の位置までのびていること、といったことなどポリゴンの並びについて実際にある筋肉の配置に3Dモデルのポリゴンの並びラインに配置し反映すべきであるということに気づいた。

また、顔のある部分の大きさが他の部分の大きさと比べてどの割合になるかを様式化したプラトンの黄金比 ※3 を意識して3Dモデルを作った。

6) 動作を前提としたモデル作り

6) -① ポリゴン構造



モーションをつけることを前提としてモデルを作ろうとしたことから、ポリゴンの流れについて

は、筋肉のことを考慮して自分なりに作ってみた。

特に表情をつける上で重要になる口の横のしわができる位置を実際の人間と同じような位置になるように注意した。

まぶたについては、まぶたが閉じるときに下におりる動きをつけるために、縦方向のポリゴン数を増やした。

作者は、全体的に編集がしやすいように、できるだけポリゴン数を減らしている。

かげをつけたときに不自然にならないよう、高低差がある鼻と目頭の間にあるポリゴンについて帯になるように注意した。

鼻は、人相のバリエーションをつけるために小鼻と鼻の穴のためのポリゴンを増やした。

顔の中で表情をつくるために一番変化が大きくあらわれる口のまわりには自由なポイントの動きを妨げず、編集がしやすいようにポリゴン数を減らすように心がけた。

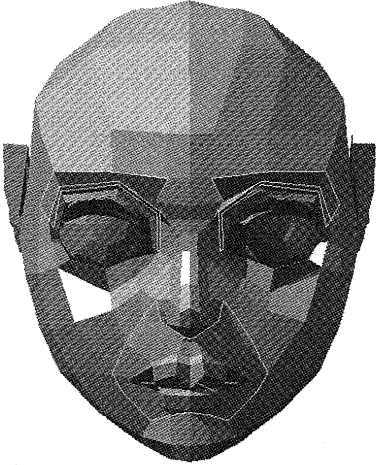
作者は、イラストを基にしてモデリングをはじめたことで、最初は頭部をただの球などのように凹凸のあまりないのっぺりした顔で作り始めたが、それは3Dモデルをつくる時にはあまり有

効でないことがわかる。

目について特にいえるが、眼球をのっぺりしたまぶたの表面円弧にそうように頭部をうめつくすような巨大なものとして作っていたが、そうするとライトから受けた光を反射するときに見える光沢が、巨大な球がもつゆるい円弧のほぼ平面の眼球表面では生成することができず、眼球はある程度きつい円弧を含む球でなくてはならず、その表面を覆うまぶたについてもきつい円弧をもつべきであることに気づいた。

6) -② 様々な工夫

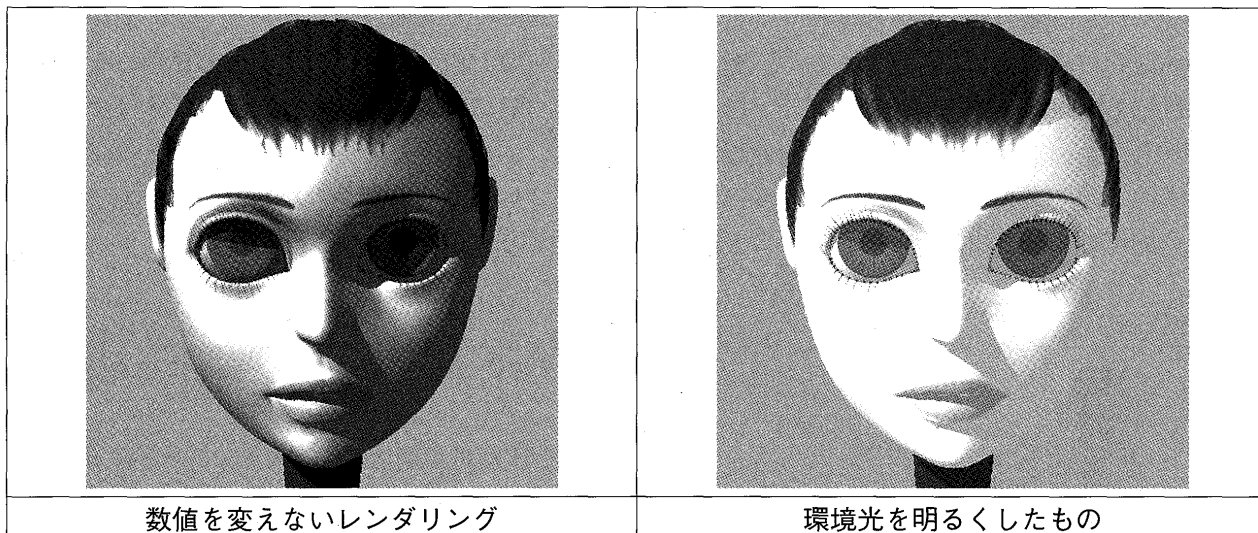
しわのできる位置や、周りのポリゴンにひっぱられ形が変形する唇・眉などの部品のまわりに、実際に見えているポリゴンのつなぎ目の位置に垂直のポリゴンを増やすことで、ポイントからの対角線を増やし、変形やポイントの移動しすぎを防ぎ、またつなぎ目のポイントと垂直に伸びている位置にあるポイントの二つの配置を動かすことでのしわの発生により、しわを含んだより自然な表情を形成することができる。

しわを発生させる位置	
	<p>口のまわり：笑った顔など口角が上がることで口とほほの間にしわを発生させ、嫌悪の表情のときに小鼻の横に出るしわを発生させる。</p> <p>まぶた：二重まぶたを作ることができる、目を閉じたときに眼球にそったまるみをつけることができる。</p> <p>まゆ：額のポリゴンを少なくしたことで、ポイントがひっぱられるのを防ぐためと、つけたアクションがそのまま反映するようにした。</p>

セル調の表現を出すためにはどんな方法が適しているのだろうか。作者は、質感やライトの数値を変えることや平面に見せるツールを使うことでのレンダリングを試みた。

そこでまずはライトの影響からコントラストをもったセル調の表現ができないだろうかと考えた。

以下の画像のように、環境光という自然光のように全方向からのライトで全体的に物体を明るく見せるライトの数値を上げ、普通の照らす方向を持ったライトの強さを下げることで影を薄くして平面に見えるようためしてみた。

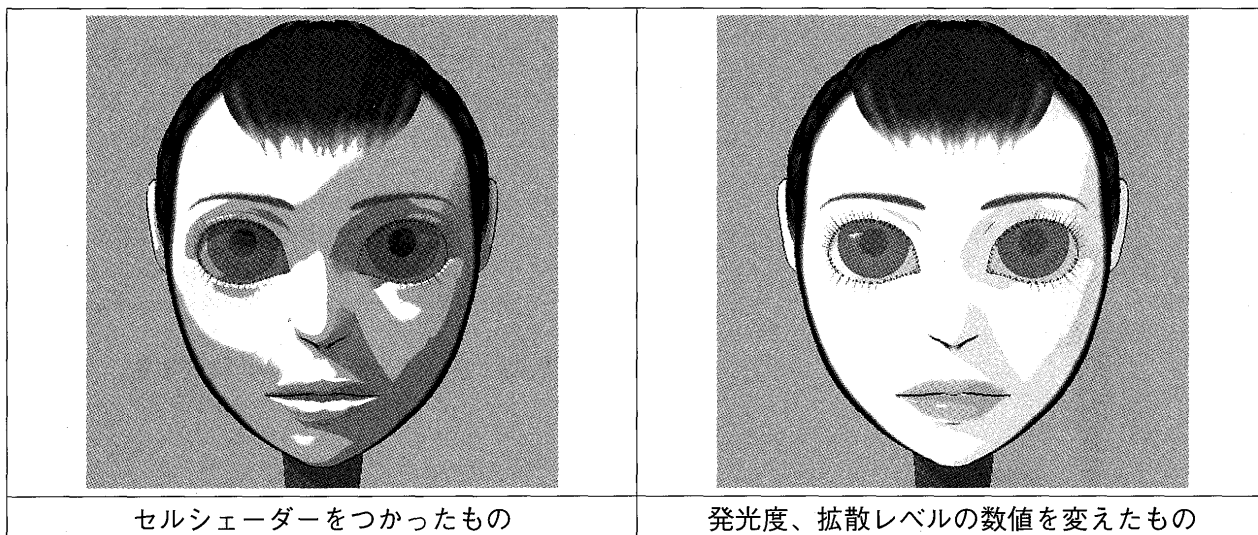


光によるコントラストをつけるために環境光の数値を上げ、ライトの数値を下げると3Dモデルの光が最もあたる部分の色がとんでしまって、ほとんどの表面が白くなってしまった。

平板で境界線のはっきりした陰影をつけるアニメのセル画調の画像を生成するツールに、トゥーンシェーダー (Toon Shader)、あるいはセルシェーダー (Cel Shader) という名前のあるものがある。※7

作者も実際に3D作成ソフトで利用してみたが、これは一つのライトから垂直に物体を見て、そのアングルによって見える位置にコントラストのついた色がつけてあるように見えて、影のつけかたがなっとくのいくものではなかった。

透過と反射についてもうまく表現することができず、計算を追加することからレンダリングの時間も延びることになった。



セル表現でよく見られる、空間と固体の間にあるシルエットの線、輪郭線を加えてみた。輪郭線はカメラからのアングルで、ちょうど垂直に見たときに見えなくなるギリギリのところに色をのせるようにした。

固体表面のコントラストを下げるためには、自己発光度を上げることで自己に落ちるかげを薄くし、拡散レベルを下げることで光があたっている

部分とかげが落ちている部分との差を低くし、光を受けることでなく、自らの色の明度を上げることで光の影響を受けすぎないようにしてみた。

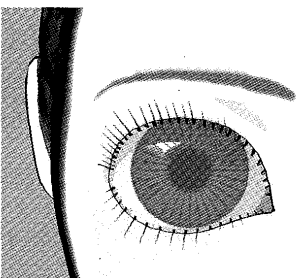
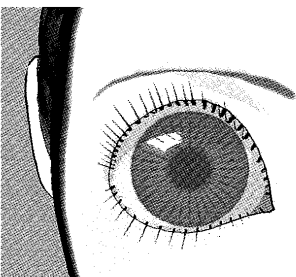
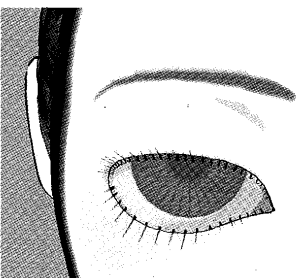
自己発光度を上げたことで、暗闇の中でモデルが闇にとけこまないことが改良すべきところである。

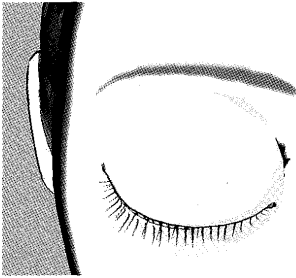
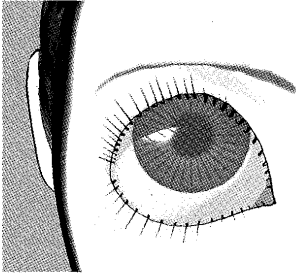
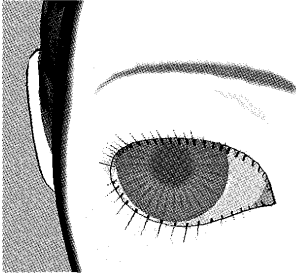
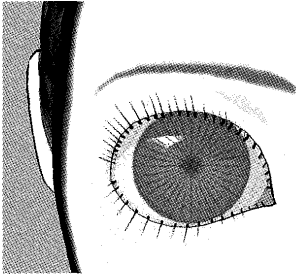
6) -③ パーツ毎のバリエーション

感情の変化によって起こる動きとして、開いた瞳孔・収縮した瞳孔、口角の釣り上がり・口角の引き下がり、目・口の開き具合、眉の湾曲程度といったものなどがある、部分によっての変形だけでも人の感情を表し、快・不快を伝えることがで

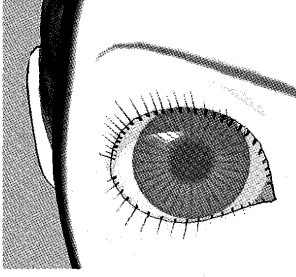
きるパーツである。

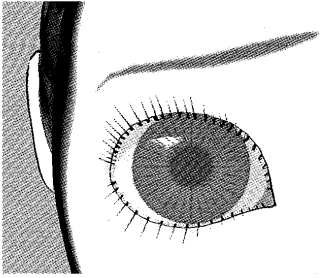
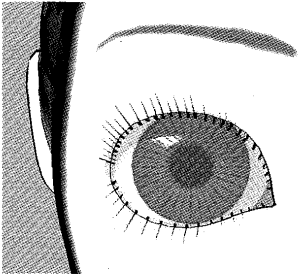
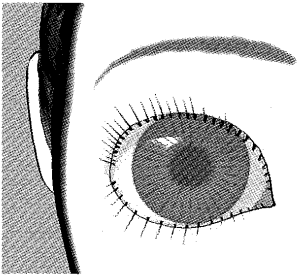
目・鼻・口といった部品変形の複合物である表情については多様であり、カテゴリ分けはできないが、人が持っている共通のものである筋肉の動きについて、何種類かの部分毎のバリエーション表示を試してみた。

目バリエーション	
	<p>上まぶたが黒目にかかる、瞳孔にはかからない。 下まぶたは黒目の下にかかっている、ほとんど動かすことはない。</p>
	<p>驚き 上まぶたを上げ、黒目の上に白目が見える。</p>
	<p>ねむい 上まぶたを下げ、まぶたが瞳孔にかかる。</p>
	<p>伏し目 上まぶたを下げ、黒目を下に移動する。</p>
	<p>苦悩 上まぶたを顔の中心に向かって収縮させる。</p>

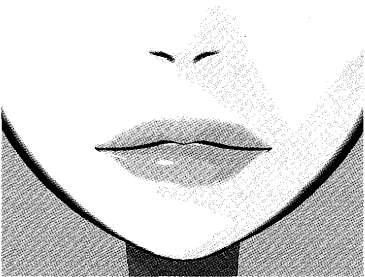
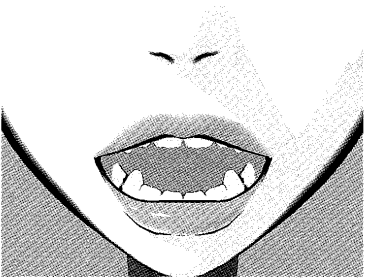
	<p>閉じた目 上まぶたを下げ、眼球を覆う。</p>
	<p>見上げる 上まぶたを上げ、黒目を上に移動させる。</p>
	<p>横を見る 上まぶたを下げ、黒目を横に移動させる。</p>
	<p>瞳孔を小さくする。</p>

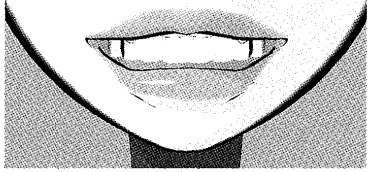
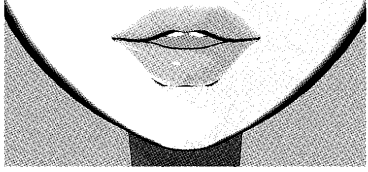
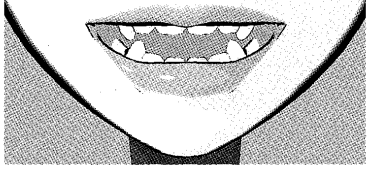
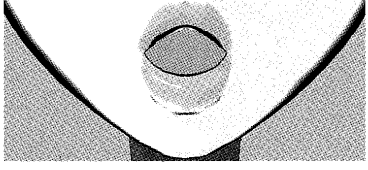
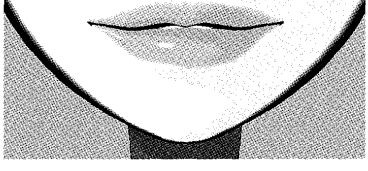
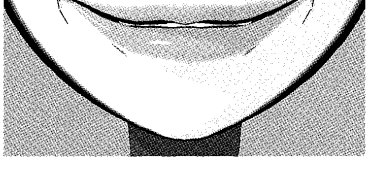
目の周りの筋肉は薄いので動きがあまりなくバリエーションは少ない、開閉以外では眼球の動きが多い。


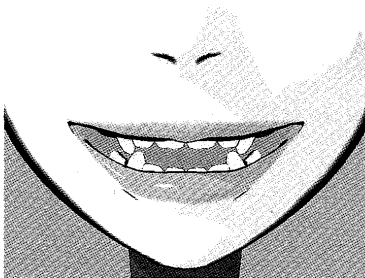




<p>眉のバリエーション</p>	
	<p>怒り 眉尻を上げ、眉頭を下げる。</p>

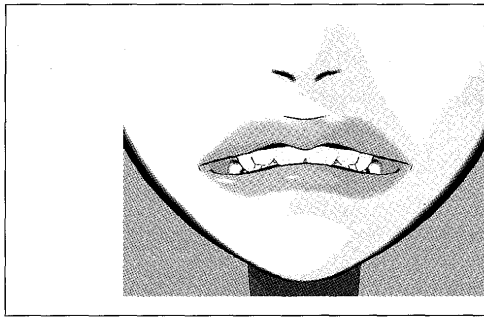
	<p>悲しみ 眉尻を下げ、眉頭を上げる。</p>
	<p>驚き 全体的に上に上げる。</p>
	<p>喜び 全体的に上に上げ、眉頭を下げる。</p>

眉の動きは顔のパーツの中で一番、わずかの動きによって感情を大きく出すことができる。

<p>口バリエーション</p>	
	<p>通常の間。</p>
	<p>あ あごを下げ下唇を下げる。</p>

	<p>い 口を横に開き、歯を見せるようにする。</p>
	<p>う 口の端を収縮させる。</p>
	<p>え あ、よりも口角を上げ口を横に開く。</p>
	<p>お 唇をOのかたちにする、全体的に口を中心に収縮させる。</p>
	<p>口角を少し上げる。</p>
	<p>口角を上げる。</p>

	<p>片側の口角を上げる。</p>
	<p>下唇を下げ、口角を上げる。</p>
	<p>口の端を下げ、中央を上げる。</p>
	<p>口角よりも中央の下唇を外側に移動し下げる。 口角よりも中央の上唇を上げる。</p>
	<p>上唇を上げる。</p>
	<p>片側の上唇を上げる。</p>

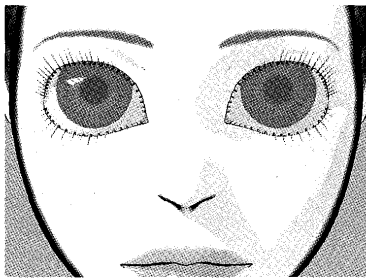


下唇を下げ、歯を見せるようにする。

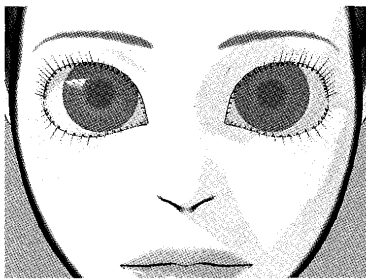
口の動きは多くのバリエーションをもち、左右で異なった動きを持つことが多い、あごの動きに

よる歯の開閉や、顔の輪郭変形について注意を必要とする。

その他のバリエーション



遠くを見る。



近くを見る。



鼻の横にしわを寄せる。
嫌悪のときに用いる。



ほおをふくらませる。

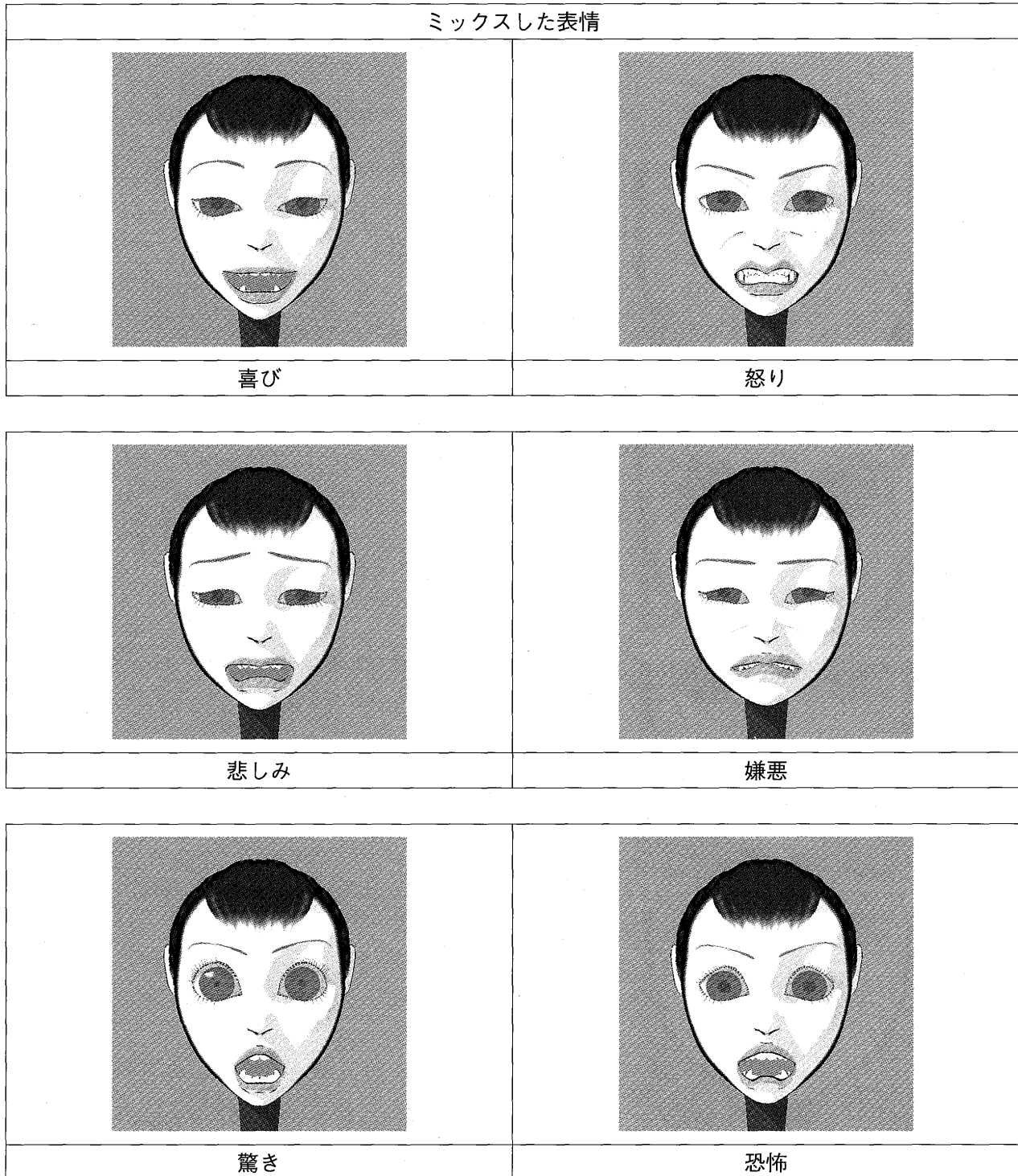
しわについて見れば、小鼻の横のしわは、嫌悪を、口の横のしわは喜びを、それらのちょうど中間あたりのものが悲しみをあらわすことができ、眉間のしわ、目尻のしわなど、しわの表現は表情をあらわす上で重要である。

のせることの組み合わせで、モデル表面を変形させ、頂点を移動させる単純な方法であるが細かい部品毎の動きを含む表情について有効と思われる。

6) -④ 喜怒哀楽バリエーション

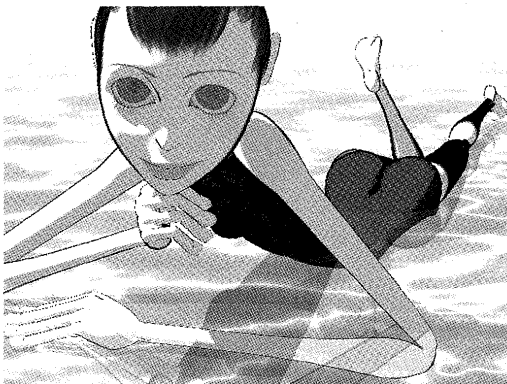
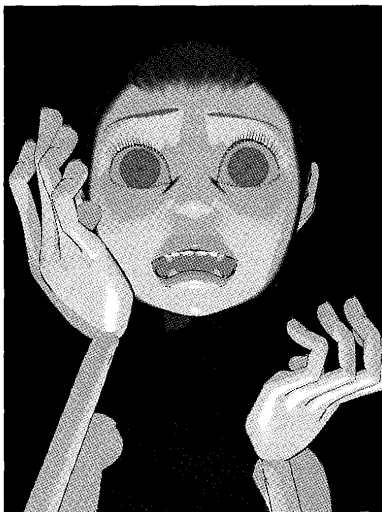
パーツごとのモーブを何%づつかモデルの顔に

部品毎の複合物である表情について、感情が大きく出たものについて以下に表示する。



表情の変化は3D的な処理よりも、どこをどう変位させればどういう表情になるかという実際に存在する人間の顔面上に起こる部位の位置変化について、制御系の理解を要求されることになる。

それぞれの顔のパーツの変形を混合したもので顔の上にならぬバリエーションの表情を作ることができるが、そのいくつもある中の一部の表情をともなったシーンを以下に示す。



7) まとめ

これまで作者は、顔の表情の実現にむけて、作品制作の過程で分析と表現上の実験を行ってきた。一定の成果を得る中で、特筆すべき気づきや今後解決すべき問題点について以下に述べる。

1) 3Dであっても実際の筋肉の動きを考慮した形状のモデリングでなければアクションをつけることが難しい。

2) 表情をつける上で、眉は思った異常に動きがある。当初使用したモデルでは眉部位に少数のポリゴンしか使っていなかったが、眉間にしわをよせる、ゆがんだ眉の表現のためにはしわができる位置と、横に並んだポリゴン増加の修正が必要であった。

3) 顔に左右の非対称が必要という指摘を受けて、より自然な表情の表現のためには顔の左と右の連動しすぎない動きをつけていくために、もっと多くの表情のバリエーションと左と右のモーフづけを別々にすべきである。

4) 日本的なマンガ絵のキャラクターの画像を生成するときの3D表示との間で起こる矛盾について、現実には存在しない輪郭線の存在がある。個体の裏側に回り込む表面が大きく傾斜しているものなどには輪郭線が表示されないことや緩やかに傾斜している表面では予想以上に太く輪郭線が表示されてしまうこともあり、従来の3DCGとはまた違ったモデリングを要求されることになった。

5) デフォルメを効かせた絵は、しわや質感などを省略しなくてはならない、そんなことから3Dのモデルについても、より凹凸のないのっぺりとしたものにすべきであると思っていたが、輪郭に線を加える画像表現方法を採用した場合は、立体感のある、ある程度写実的なモデリングであるほうが思ったような輪郭線を出すことができる。

6) 表情をつけようとしたときに、自分が顔の動きについて固定観念による曖昧な認識しかしていないことがわかった。慣れ親しんできた人間の顔であるが、感情の変化によっておこる顔上の筋肉の動きの制御のしかた、また感情ごとの表情共通点についてより知っていかなければならない。いずれは癖や性別、民族によっての表情の違いも考慮しなければならなくなるだろう。

7) 作品の中で人モデルを使うとき、表情をつけることが自由にできるようになるということは重要である。四肢によるパフォーマンスでの大きな感情表現だけでなく、顔の中での小さな感情表現もできるようになることが、悲しいときに顔に悲観の表情をのせ、首をかたむけ、背を曲げるといった、四肢と顔の表現の混合された動きによって、より感情を人に伝えられることになる。

8) 3D技術は身近になってきたように思われるが、まだまだ一般的とはいえない、3D技術が発展するためには、誰もがモデリングができ画像の生成ができるようになることが必要である。そのためには、複雑な操作・過程の簡略化、調整のしやすさが必要になる。

今回の作者の試みは、一般的なパーソナルコンピュータを用いての3Dキャラクターの表情表現について論じた。今後も試行錯誤することにより、個人としてできる最適な魅力的表現を実現していきたい。

参考文献

- ※1 「表情 顔の微妙な表情を描く」 Gery Faigin著 みつじまちこ訳
- ※2 「「顔」研究の最前線」 竹原卓真 野村理朗 編著
- ※3 「顔を読む」 Leslie A. Zebrowitz著 羽田節子・中尾ゆかり訳
- ※4 SOFTIMAGE
<http://www.softimage.jp/>
- ※5 三洋電機
<http://www.sanyo.co.jp/>
- ※6 ITmedia アイティメディア株式会社
<http://www.itmedia.co.jp/>
- ※7 フリー百科事典「ウィキペディア (Wikipedia)」
<http://ja.wikipedia.org/wiki/ウィキペディア>
- ※8 大阪大学 知能ロボット学研究室
<http://www.ed.ams.eng.osaka-u.ac.jp/indexj.htm>
- ※9 オンラインマガジン「ギガジン (GIGAZINE)」
<http://gigazine.net/>
- ※10 4Gamer.net
<http://www.4gamer.net/index.html>