

柔軟な表情を可能にするセットアップ手法

エンベロープによるフェイシャルセットアップについて

SETUP METHOD TO ALLOW FLEXIBLE EXPRESSION For Facial Setup by The Envelope

志茂 浩和 先端芸術学部映像表現学科 教授

Hiroyasu SHIMO Department of Image Arts, School of Progressive Arts, Professor

要旨

3DCG キャラクターを生き活きと表現するためには、表情が豊かでなくてはならない。豊かな感情表現を実現するために必要なのは、優れたアニメーターであり、キャプチャーをする場合には、訓練された役者だ。そして、忘れてはならないのが、3DCG キャラクターのフェイシャルセットアップである。優れた入力があっても、キャラクターの側に豊かな表情が出力できるポテンシャルがなければ意味を成さない。従来、フェイシャルセットアップはシェイプアニメーションを応用することで対応してきたが、より高度な感情表現を求めるには、限界があることがわかってきた。これに変わる方法として、スケルトンやコントロールスプラインを用いて表情筋を擬似的に表現する方法が考えられる。しかし、もともとの構造が複雑であるため、手法も複雑になり、方法論に多様性があるため、確定させることが困難であった。本稿では、授業化も視野に入れて考案したエンベロープによるフェイシャルセットアップの手法を報告する。

Summary

To represent a 3DCG character with lively expression, facial expression plays a vital role. That means the facial expression must be very rich and delicate. To achieve such rich emotional facial expression in a character one should be an excellent animator or in the case of facial motion capture, there is a need of a very trained actor. Also, the main point to consider is the facial setup of 3DCG characters. Even with excellent data input, if there is no potential to output rich facial expression on the character side, it does not make any sense. Traditionally, facial setup was performed using shape animation but it was found that there is a limitation to determine advanced emotional facial expression. So to overcome these limitations of shape animation an alternative method is thought, which is setting up the facial muscles using a spline control and skeleton. However, because the original facial structure of human being is complex, the process of setting up the face with spline control and skeleton is a very complex method. In this paper, there is the explanation of the method of facial setup which can be enveloped and used and also will be taught in the classroom.

1) 背景

人間の表情は、コミュニケーションにおいて重要であることは言うまでもない。私たちは、表情から多くの感情を読み取ることが出来る。感情は、言葉との相乗効果でより強く伝わる。逆に、表情から言葉とは裏腹の感情が伝わってしまうこともある。ただ、日常生活においては、言葉と表情がすべてではない。言葉数が少なく、表情が乏しくとも、コミュニケーション可能な場合もある。しかし、ドラマの中の役者は、不特定多数の観客に向けて、感情を言葉と表情によって、的確に表現しなくてはならない。これは、3DCG キャラクターにもいえることだ。しかし、人間の表情を形作る筋肉や骨格が複雑であるため、3DCG において、人間の表情を的確に表現することは難しいテーマのひとつである。この分野では、キャラクターに表情をつけることをフェイシャルアニメーションと呼び、フェイシャルアニメーションを制作するためのオブジェクトに対する仕掛け作りをセットアップと呼ぶ。この作業は、形だけの人形に、機械仕掛けのからくりを仕込み表情を作るロボットを作るのと似ている。このセットアップの良し悪しによって、フェイシャルアニメーションの品質は左右される。良質なセットアップを構築できれば、良いアニメーションができる確率が高まる。

2) フェイシャルアニメーションの現状

近年、予算が潤沢な制作現場では、役者の表情をキャプチャーしてCGキャラクターに適用する手法が用いられることが増えている。微妙な表情を得られるのが最大の利点だが、表情を豊かにコントロールできる優れた役者を雇うことが前提である。これは、全身の動きをモーションキャプチャーする場合と同じで、便利ではあるが、すべてを解決するものではない。したがって、伝統的なキーフレームアニメーションがなくなってしまうこともないだろう。しかし、いずれの手法を用いるにしても、CG キャラクターが柔軟でなければ、豊かな表情を得ることはできない。特にキーフレームアニメーションのためには、アニメーターの意欲を高めるためにも優れたセットアップが必要である。

3) フェイシャルセットアップの手法

■シェイプアニメーションによるセットアップ

シェイプアニメーションは、オブジェクトを構成するポイントが、

座標上を移動することで、変形を実現している。これにより、立方体が、円筒に、円筒が球体に変形するようなアニメーションを制作することができる。(図1)

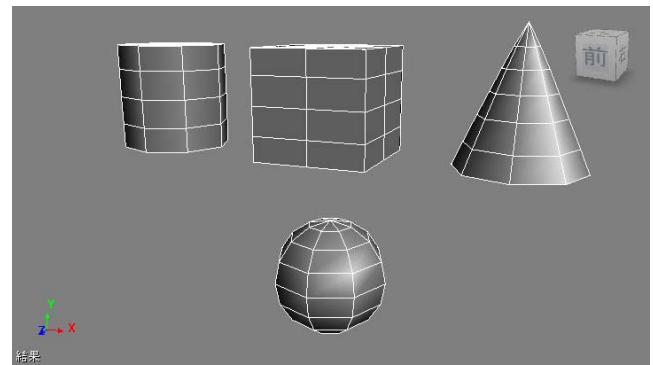


図1) シェイプアニメーションの例 (クリックで動画にリンク)

それぞれの形態は、対応するポイントを有している。オブジェクトの中心を基準に、形態を構成するポイントが、座標上、どれだけ移動したかという差分を補完し、変形のアニメーションを実現している。

フェイシャルアニメーションにシェイプアニメーションを応用するのが、従来最も多く使われてきた手法である。利点は、どんな表情が得られるかを、あらかじめ確認できる確実性の高さにある。欠点としては、豊かな表情を得るためには膨大な数の表情を制作する必要があり、制御が難しくなっていくことである。複雑な表現を求めない場合には、解りやすく、有効な手法である。(図2)

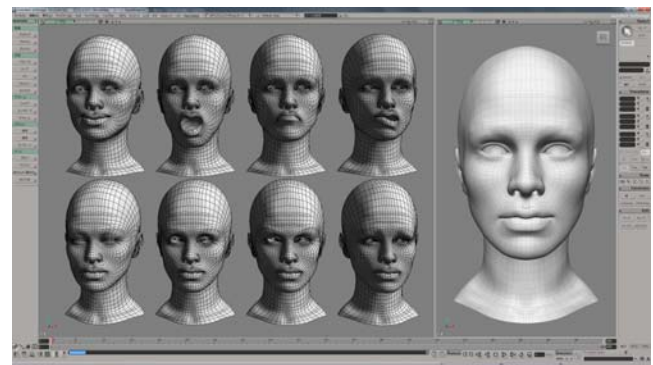


図2) シェイプアニメーションによるフェイシャルセットアップ

あらかじめ、どんな表情になるのかを確認できるが、表情を豊かにするためには、たくさんの表情を準備する必要がある。

■Face Robot によるセットアップ

本学で主に使用している Softimage には Face Robot という

ソフトが統合されている。フェイシャルセットアップの複雑さや問題点を解決するために開発された専用のソフトとしてスタートし高額で販売された時期もあった。実際の使用方法は、図 3～図 8 に示したように、頭部オブジェクトを準備し、Face Robot に提示される指示に従って、必要な項目を指定していけば、複雑なセットアップが完了するというものだ。ただし、適用できるのは、明瞭な顎を持つ人間型のオブジェクトに限られる。カートゥーン系のキャラクターのように顎と首の関係が簡略化されたようなオブジェクトでは使用できない。私のキャラクター、Hanume や Quon は、顔に限って言えば明瞭な顎を持つ人間的な造形をしているが、体とのつながりや、頭頂部に異なる要素を持つため、条件が合わず断念した。また、一旦エンベロープを解除すると再適用できない。

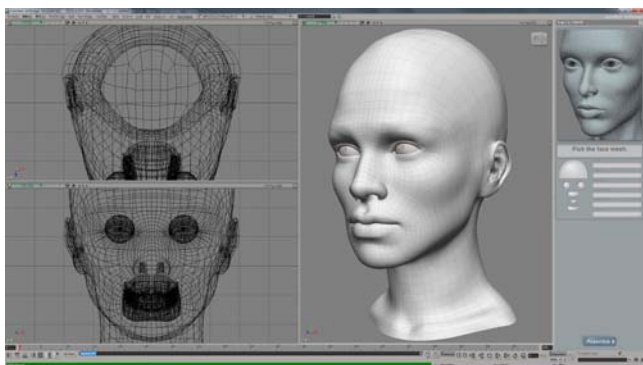


図 3) FaceRobot セットアップ 1

首以外は閉じた頭部、眼球、歯茎、舌のオブジェクトを準備する。

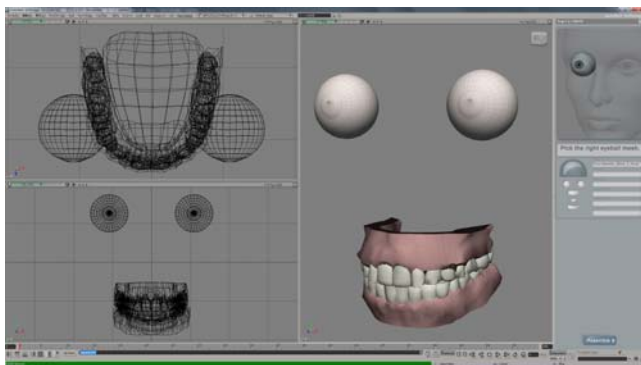


図 4) FaceRobot セットアップ 2

FaceRobot の指示に従い、各パーツを選択してゆく。

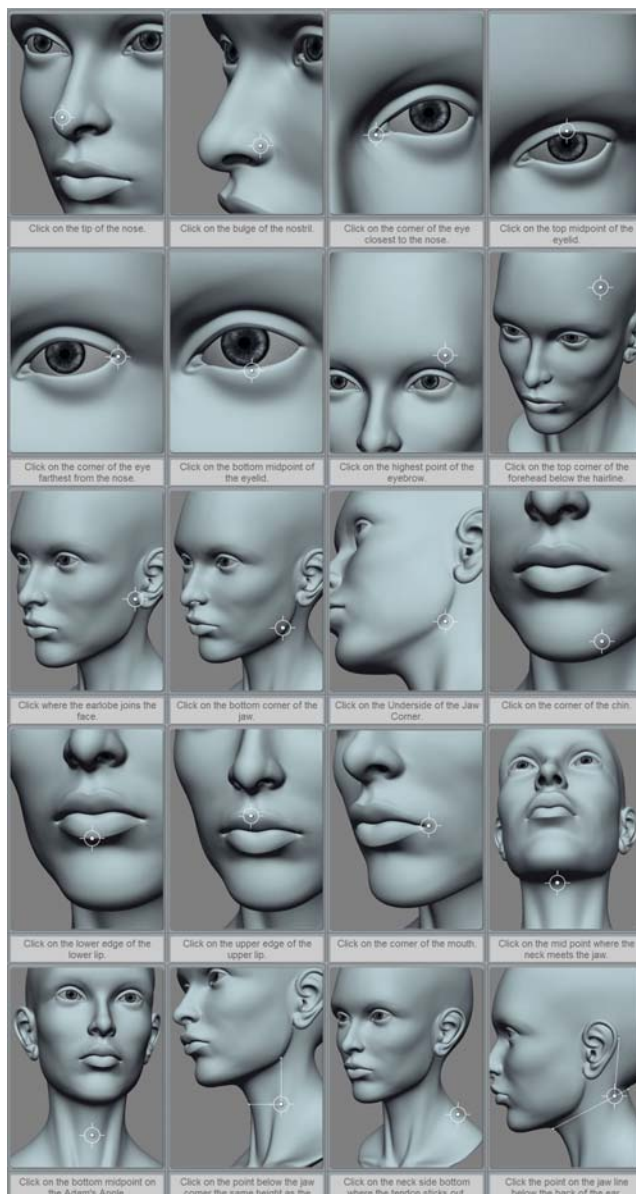


図 5) FaceRobot セットアップ 3

FaceRobot で示されたガイドに従って、対象オブジェクトの該当ポイントを指定していく。

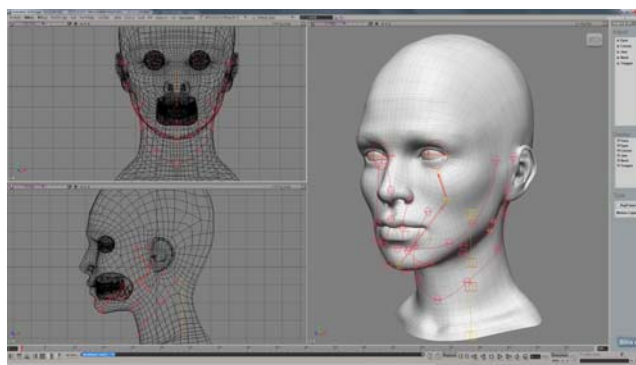


図 6) FaceRobot セットアップ 4

指定したポイントを基準にガイドラインが示される。ここで、赤いライン

が顎などに沿っているか否かを確認することができる。ポイントを移動させ、修正を加えることも可能だ。

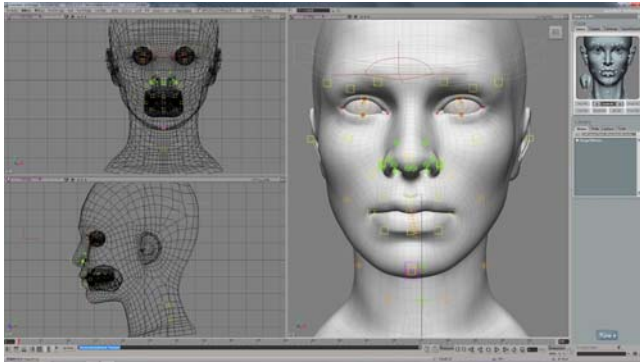


図 7) FaceRobot セットアップ 5

脛や唇を制御するためのポイントが生成される。

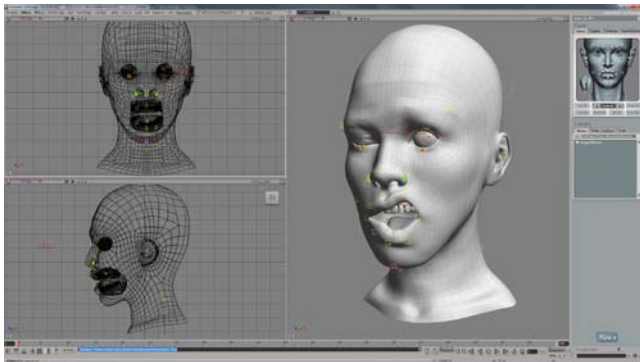


図 8) FaceRobot セットアップ 6

各ポイントを移動させることで、表情を作ることができるようになる。しかし、このままアニメーションを制作することは、効率的とは言えないので、さらに手を加える必要がある。

■エンベロープによるフェイシャルアニメーション

表情筋などをスケルトン(骨のような構造体)やコントロールスプライン(筋のような構造体)を用いて、擬似的に構築し、これを制御することで表情を作り出す方法である。FaceRobot も、この手法を応用しているものと推察されるが、プラグインによる特別な機能が働いているようだ。利点としては、シェイプアニメーションでは得られない豊かな表情を、比較的少ない操作肢で得ることが出来ることである。しかし、非常に複雑な構造になるので、それなりのスキルを要する。Web でシェイプアニメーションではないフェイシャルセットアップの方法がいくつか紹介されているが、データそのものが公開されているわけではないので、スケルトンなどの要素を用いて表情をコントロールしている

ことは理解できても、どのように構成されているかはわからない。また、いくつかの方法があるようだ。筆者研究制作において、エンベロープを用いたフェイシャルセットアップには以前から取り組んでいる。しかし、構成が複雑過ぎたり、手順が面倒であったため、自分自身でも再現が困難であり、ましてや学生指導に還元することは不可能に思えた。(図 9)



図 9) エンベロープを用いたフェイシャルセットアップの例

擬似的な筋肉を被せ、その変形をコントロールすることで、表情を作る試み。一応フェイシャルアニメーションは実現できるのだが、準備作業が複雑であるため、授業に落とし込むことは、難しい。

4) 目的

キャラクターアニメーションにおいて、フェイシャルセットアップを充実させることができれば、表情豊かなアニメーションを生み出せる可能性が高まる。ここまでで述べたとおり、シェイプアニメーションでは表現力に限界があり、FaceRobot では、条件が限定的で汎用性に欠ける。エンベロープによるフェイシャルアニメーションが実用性が高いと考えられるが、スケルトンとコントロールスプラインの組み合わせ方には様々な考え方があるので、最も効率的な方法を整理しなければ経験の浅い学生に使いこなすことはできない。また、セットアップができたとしても、扱うパラメーターが多すぎて結果を予想し難ければアニメーション制作の意欲は損なわれる。そこで、セットアップのプロセスを整理し、できるだけ少ない操作肢で、結果が予想できる制御の

ための手法をまとめた。筆者研究制作の効率化を図るとともに、授業として落とし込むことを目的としている。

5) コントロールスプラインによる瞼、眼球の制御

瞼や口は、主に筋肉の伸縮により変化する。ただ、その変化は一様ではなく、変化の先端部では大きく変化するが、末端では、ほとんど変化しない。また、先端と末端の間は、変化に応じて伸縮する。ここでは、まず基本となる瞼の部分だけを取り上げて、その構成と設定手順を解説する。(図 10～図 16)

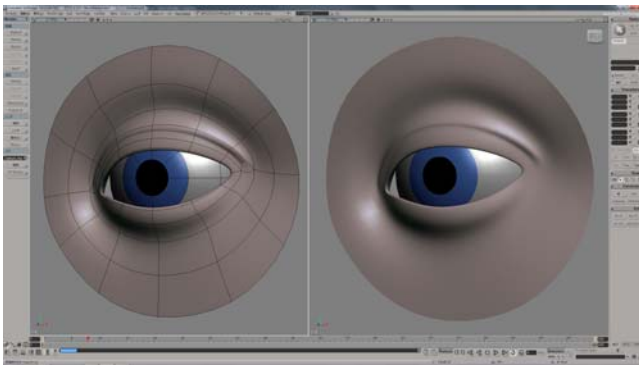


図 10) 瞼のセットアップ 1

良いセットアップのためには、モデリングも重要である。瞼は、眼球を中心とした同心円状にポリゴンを構成することを心がける必要がある。

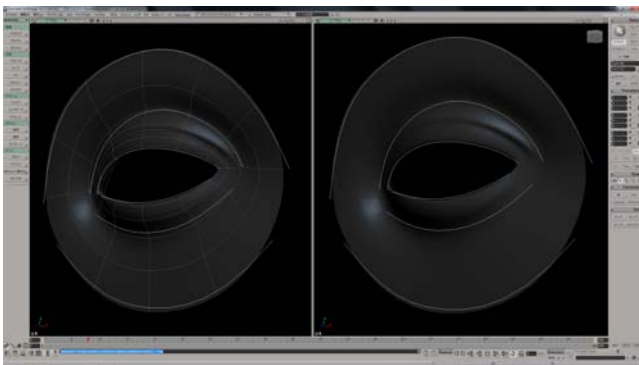


図 11) 瞼のセットアップ 2

コントロールスプラインを生成するためのラインを描く。ポイント数は 5 から 9 が妥当だろう。オブジェクトを構成するポイント数とは関係なくとも良い。

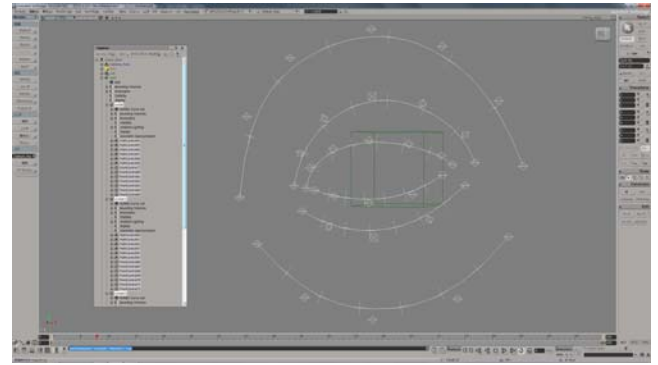


図 12) 瞼のセットアップ 3

スケルトン→コントロールスプラインの作成を実行する。生成されたヌルなどは、カーブの子にしておくと扱いやすいだろう。複数のコントロールスプラインを束ねるためにヌルを設定し、すべてを束ねておく。これを、瞼のルートとする。オブジェクトを選択し、エンベロープをかければ、コントロールポイントを操作することで、とりあえず表皮を動かすことができる。しかし、瞼の開閉のたびにいくつものコントロールポイントを操作するのは、現実的ではない。そこで、まず、連動するコントロールポイントに、2 ポイントコンストレインなどをかける。この場合は、上瞼と眉のラインの間に位置するポイントが対象になる。

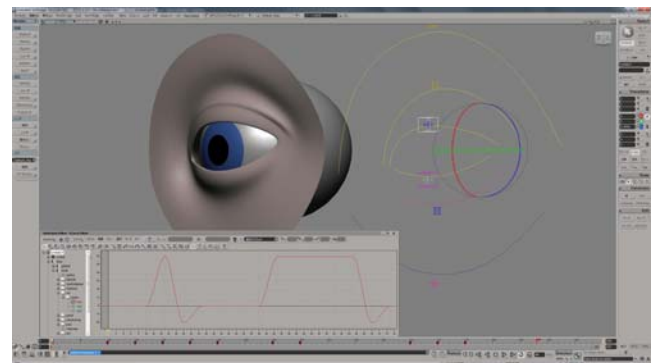


図 13) 瞼のセットアップ 4 (クリックで動画にリンク)

瞼は、眼球上を滑るように移動する。これは、言い換えれば、眼球の中心と同じ回転軸を持つことを意味する。これを実現するために以下の設定をする。まず、瞼上のコントロールポイントに位置合わせをしたリグオブジェクトを準備する(ここでは立方体)このオブジェクトは、瞼の開閉を司るので、センターだけを眼球の中心に移動する。次にトップビューから観察して、回転軸を調整する。このオブジェクトに、瞼上のコントロールポイントを位置コンストレインする。他のポイントも同様に扱い、周辺のリグオブジェクトを中央のリグオブジェクトの回転にリンクする。こうすることで、眼球の上を滑る瞼の開閉を上瞼中央のオブジェクトの 1 軸を回転運動させるだけで実現できる。

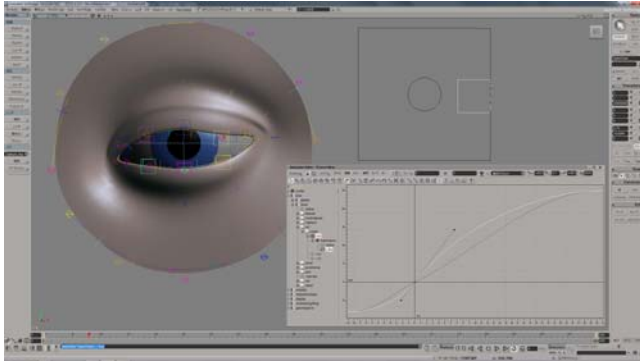


図 14) 瞼のセットアップ 5

すでに十分に効率化されているが、更に、コントロールパネルを用意して複数のオブジェクトの制御を束ねる。パネル内の正方形の上下(Y 軸)は瞼の開閉を制御する。中央より上では「見開く」リンクがついているアニメーションボタンからアニメーションエディターにアクセスし、ファンクションカーブを調整すれば、瞼の閉じ方を細かく制御することも可能だ。パネル内の円形は、眼球の動きを司る。Y軸に移動させることで、眼球は上下を向き、X 軸に移動させれば、視線は左右に移動する。更に、眼球の動きに連動する周辺部分の動きも実現できる。実質的にシェイプアニメーションでは、できないとっていい制御だ。これは、コントロールオブジェクトと瞼のルートとの間に組み込んだインプリシット球を眼球の回転に合わせて、回転させることで実現している。

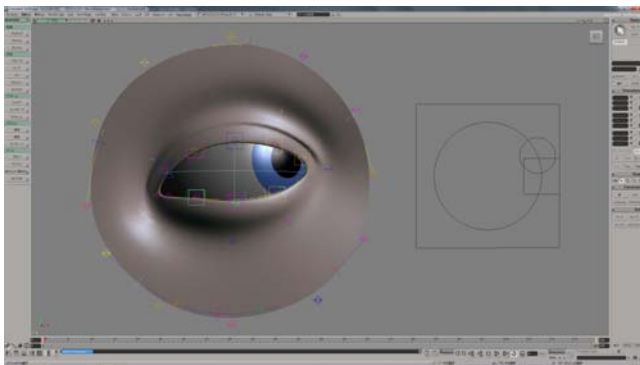


図 15) 瞼のセットアップ 6 (クリックで動画にリンク)

眼球を回転させたアニメーションを制作した。前半は、眼球の運動に伴い周辺部分が変化しているが、後半は、その関係ははずし、眼球のみが運動している。わずかな違いとはいえない効果が現れていることがわかるだろう。瞼を開閉させるだけであればシェイプアニメーションよりも手間がかかるが、それだけの効果がある。また、Face Robot と違い、キャラクターにいくつ目があろうとも、擬人化された自動車についてであろうとも、このモジュールを必要なだけ用意すれば、セットアップ可能である。

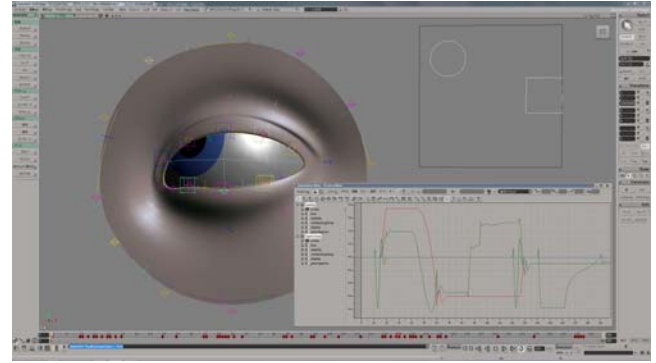


図 16) 瞼のセットアップ 7 (クリックで動画にリンク)

やや、大きさに感情表現を試みたアニメーション。瞼の開閉を司る正方形の上下(Y 軸)円形の上下左右(X, Y 軸)の 3 つのパラメータにアニメーションをつけるだけで、瞼とその周辺、眼球の運動を制御できていることがわかる。ウインクなど、左右の変化を考慮しなければ、両目をまとめて制御することも可能だ。瞼の開閉を円形のZ軸に割り当てれば、1 つのコントローラーにまとめることも可能だが、2 次元の画面では、位置が把握しにくいだけで、意味が薄い。

6) コントロールスプラインによる唇、顎、頬、鼻の制御

唇周辺の制御も基本的には瞼の制御と同じ考え方をを用いることができる。ただし、唇そのものが、とても柔軟であり、顔全体に及ぼす影響範囲も大きい。また、顎という大きな骨格と連動しているという事情もある。したがって、これを手軽に扱えるように制御することは、フェイシャルセットアップにおける難題である。問題を整理するために、骨格を考慮しない唇周辺の制御を試みた。図 17 のようなオブジェクトを用意し、セットアップを施す。



図 17) 唇の制御実験用オブジェクト

唇は顎と連動する動きと、頬の筋肉を含む、唇の運動が絡み合っている。ここでは、骨格を排除して実験をする。

顔と同様に唇を中心とした同心円状にポリゴンを構成する必要がある。鼻は、その一環として捉えるべきだろう。また、エンベロープは、コントロールポイントとオブジェクトを構成するポイントとの関係で決まるので、唇の形は、開き気味の形でセットアップすべきだ。コントロールスプラインを作成するプロセスは、顔と変わらないが、ポイントの数は、顔より多く必要になる。しかし、これといった決まりはないので、オブジェクトに合わせて検討しなくてはならない。また、ここでは、コントロールスプラインが、唇の周りを一周する形で用意してあるが、左右に分けて配置するという考え方もある。この後のリアル系のキャラクターの例では、唇以外、ほうれい線より外側のラインは左右に分けて配置している。鼻に関しては、あまり動かない唇上の付け根の部分と、それを延長した小鼻からトップへかけてラインを配置している。このラインにより表情や、呼吸によって動く鼻についても制御が可能だ。

唇の制御において、顔とは異なっている点、追加すべき項目を列挙しておく。

■唇は厚みを考慮しなくてはならないので、複数のコントロールスプラインで制御する必要がある。

■唇上の各コントロールポイントは、中心となるコントロールスプラインを構成するコントロールポイントに対して、ポーズコンストレインをかけて束ねる。これにより、唇全体の状態に応じた、唇の厚みの制御も可能になる。

■唇の形は多様であるため、束ねたコントロールポイントは、唇の形を制御するためのポイントクラスターを持つカーブを別途用意して、コントロールポイントをこれに「オブジェクトをクラスターに」でコンストレインをかける。このコントロールカーブをシェイプアニメーションさせることで、厚みを除く、唇の形を柔軟に制御することができる。

■唇の厚みは、コントロールポイントのスケールをシェイプアニメーションとリンクさせることで、自動化することもできる。

■頬の筋肉によって制御されている微笑などの制御は、頬に仕込んだスケルトンの伸縮により表現する。このスケルトンのエフェクターは、顎と頬骨の中間に位置するようにコンストレインをかける。

このサンプルを用いたテストアニメーションも制作したので参照いただきたい。図 18 に示したとおり、たった一つの操作肢

(X, Y軸制御)だけで、唇の柔軟な動きが実現できる可能性を持っていることがわかるだろう。

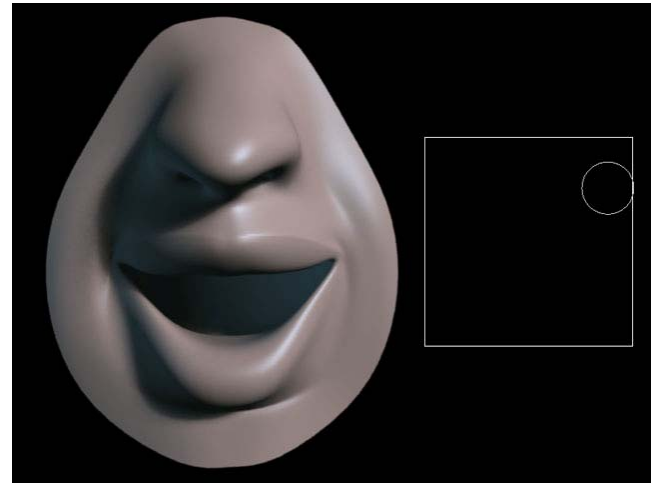


図 18)唇の制御例（クリックで動画にリンク）

たった一つの操作肢で唇の多様な表情を制御できていることがわかるだろう。ここでは、X軸に唇の広がり、Y軸に口尻の上げ下げを割り当てている。この制御により、微笑み、不満などを連続的に、インタラクティブに把握しながら制御することができる。バリエーションを得るためには、操作肢を増やし、新たな表情を割り当てていけばよい。ただし、どのようなパラメーターを構成すべきかは、操作性を考慮しながらの試行錯誤が必要になるだろう。

7) 顔と唇、眉の統合

表情は、目と口、眉それぞれの表情の組み合わせとして理解することができる。口が笑っていても、目が怒っていれば挑戦的な態度ととることができる。眉が困っていれば、苦笑いや、場合によってある種の悲しみを表現するだろう。顔や唇をそれぞれ十分に制御することができれば、その組み合わせでできる表情も豊かになるだろう。顔と唇、眉をそれぞれを制御できるようになったことを踏まえ、これらを統合する。ここまで生成した数多くのコントロールポイントなどの制御用の要素は、それぞれ、右目、左目モジュール、唇モジュールとして束ねてあるので、これらを頭蓋骨に当たるスケルトンの子にすることで容易に統合することができる。図 19 は、改めてセットアップし直した Hanume での作例である。

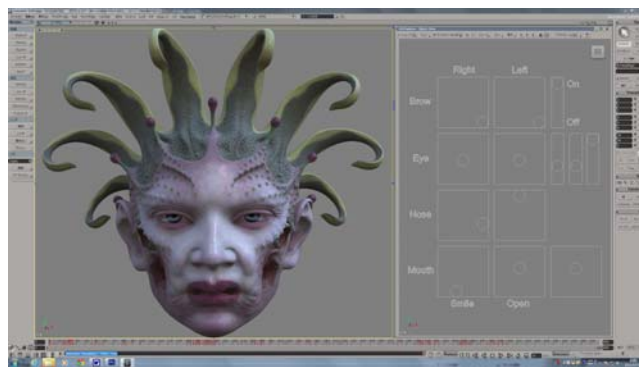
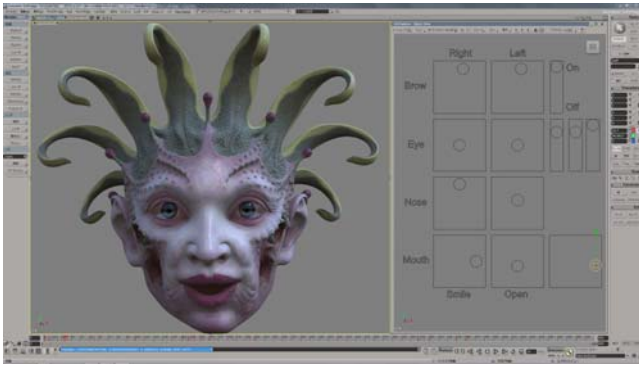
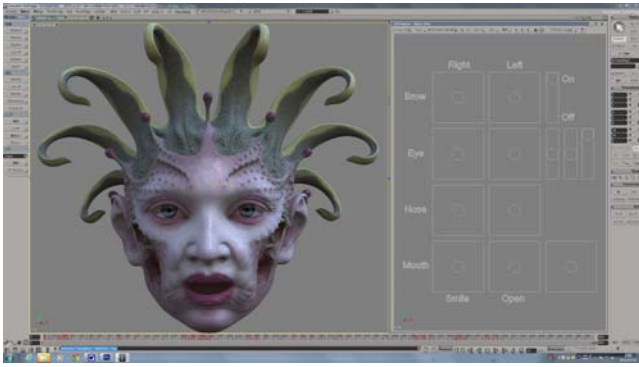


図 19)コントロールスプラインを用いた Hanume のセットアップ例

パラメーターが多くなっているのは、汎用性を高める試みである。たとえば、目の動きは、ほとんどの場合、左右連動しているが、まれに異なる場合がある。この左右の連動の On/Off を司るパラメーターも準備し、独立した制御も可能にしている。

すべての制御要素を束ね、頭部として運用する場合、頭蓋骨の表現も考慮しなくてはならない。シェイプアニメーションを用いる場合などには、1本のスケルトンで頭蓋骨を表現することも大いにありえるが、ここでは、図 20 に見られるように、頬骨と顎を表現したスケルトンを配置している。その中間にあるスケルトンは、伸縮する頬を制御するものである。このエフェクターは頬と顎の間に位置するように 2ポイントコンストレインが施

されている。笑顔を作るときには、唇の制御と合わせて、このスケルトンが縮む。また、その上方、中央よりに頬を制御するためのスケルトンも用意してある。スケルトンとは言っても、骨格だけではなく、筋肉の表現の一部としても使用することがある。図 20、図 21 は、骨組みとコントロールスプラインの様子やパラメーターとの関連を最終結果とともに示している。平面では把握しづらいので、動画を参照していただきたい。

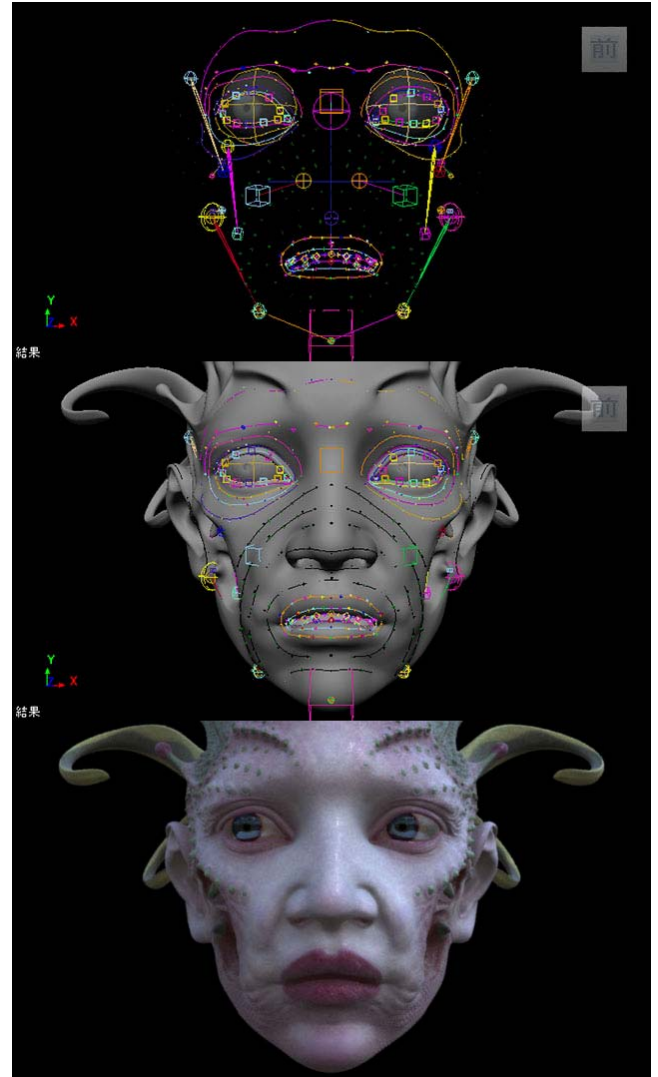


図 20) Hanume の表情を司る構造 (クリックで動画にリンク)

コントロールスプラインを統合するとともに、頬、顎の骨格を表現するスケルトン、頬の動きを制御するスケルトンが組み込まれている。コントロールポイントの多くはコンストレインにより、連携している。動画をみると、それらが、頬を包む網目状の構造を形成していることが観察できる。

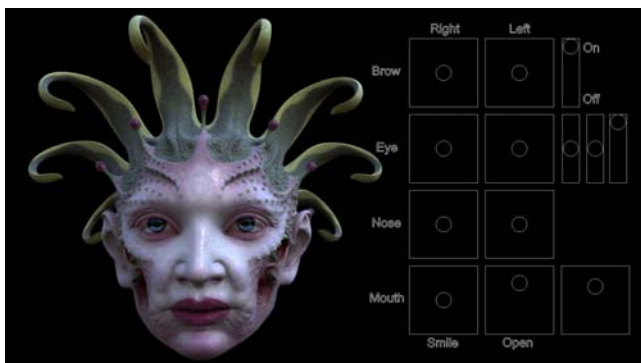


図 21) 表情とパラメーターの関係（クリックで動画にリンク）

感情表現を試みた例。豊かな感情表現は、結局のところ、アニメーターの手腕にゆだねられるのだが、整理されたパラメーターとレスポンスの良さは、アニメーターのやる気を誘う。

8) まとめ

本稿で述べたコントロールスプラインとスケルトンを用いたフェイシャルセットアップの手法は、他にまったく例がないというほど斬新なものではない。しかし、Softimage の基本機能のみを用いて構築できる点、対象となる形態を選ばない点などは教育的価値が大きい。図 22 に示した Quon も本稿で示したセットアップ手法を用い、十分な成果を得られることを確認している。



図 22) Quon への活用例（クリックで動画にリンク）

様々なセットアップを試みてきたが、改めてセットアップを施す。

また、図 23 のようなカートゥーン系のキャラクターであっても、リアル系のキャラクターとまったく同じ考え方で応用できる。高い汎用性と合わせ、これらの要件が整うことで、授業に落とし込むことが、可能になった。

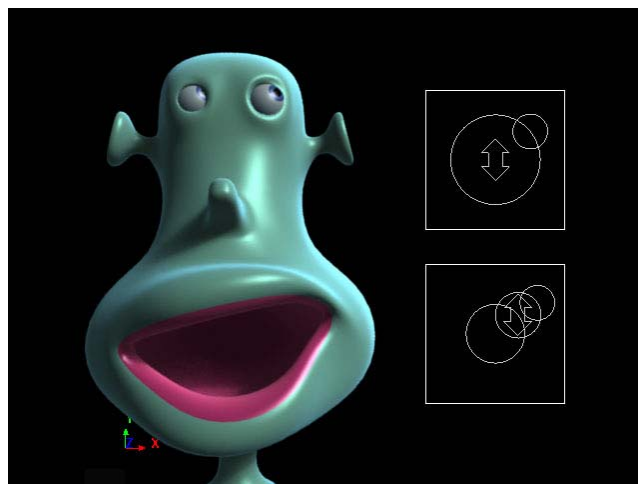


図 23) カトゥーン系キャラクターへの応用（クリックで動画にリンク）

Face Robot とは異なり、どんなキャラクターにも応用可能なうえ、シェイプアニメーションでは決して得られない大きく柔軟な変化を得ることができる。

おそらく、エンベロープを用いたフェイシャルセットアップをこれ以上には簡単にできないだろう。試行錯誤の段階を経て、コントロールスプラインの有用性を発見したことをきっかけにして、手法として完成したと考えている。しかし、簡単ではない。扱うべき要素が多く、空間上に重なるため、複雑であることは否めない。合わせて、以前に指導した様々なスキルの積み重ねの上に成り立つものなので、できる学生は限られるかもしれない。2012 年度 3 年生前期授業で、このテーマを取り上げた。説明には困難を要するが、具体的な作例を与え、基本的な考えを述べたところ、理屈としては、理解を得ることができた。ただ、本稿執筆時 2012 年 9 月の段階では、自作のキャラクターに応用し、成果を得たという報告は聞いていない。それは、彼らがリアル系の人物像のモデリングに初めて取り組んでいる段階であり、身体を含む総合的なセットアップに着手する最初の機会であるからだ。しかし、フェイシャルアニメーションに限って言えば、近年上映された 3DCG アニメーションと同等の表現力を持たせ得る手法だと考えている。超えてはいないが、基本的には追いついている。学生が実践できればかなりのアドバンテージを得ることができるはずだ。いずれにしても、本稿に示した手法の有効性を証明するには、優れた作品を提示するのが最善だろう。できれば筆者自身が、その先頭に立ちたいと考えている。現在も、その準備を進めているところだ。