

UE4を用いた 人間から狼男の変身表現の解説

自己紹介

石川陽介

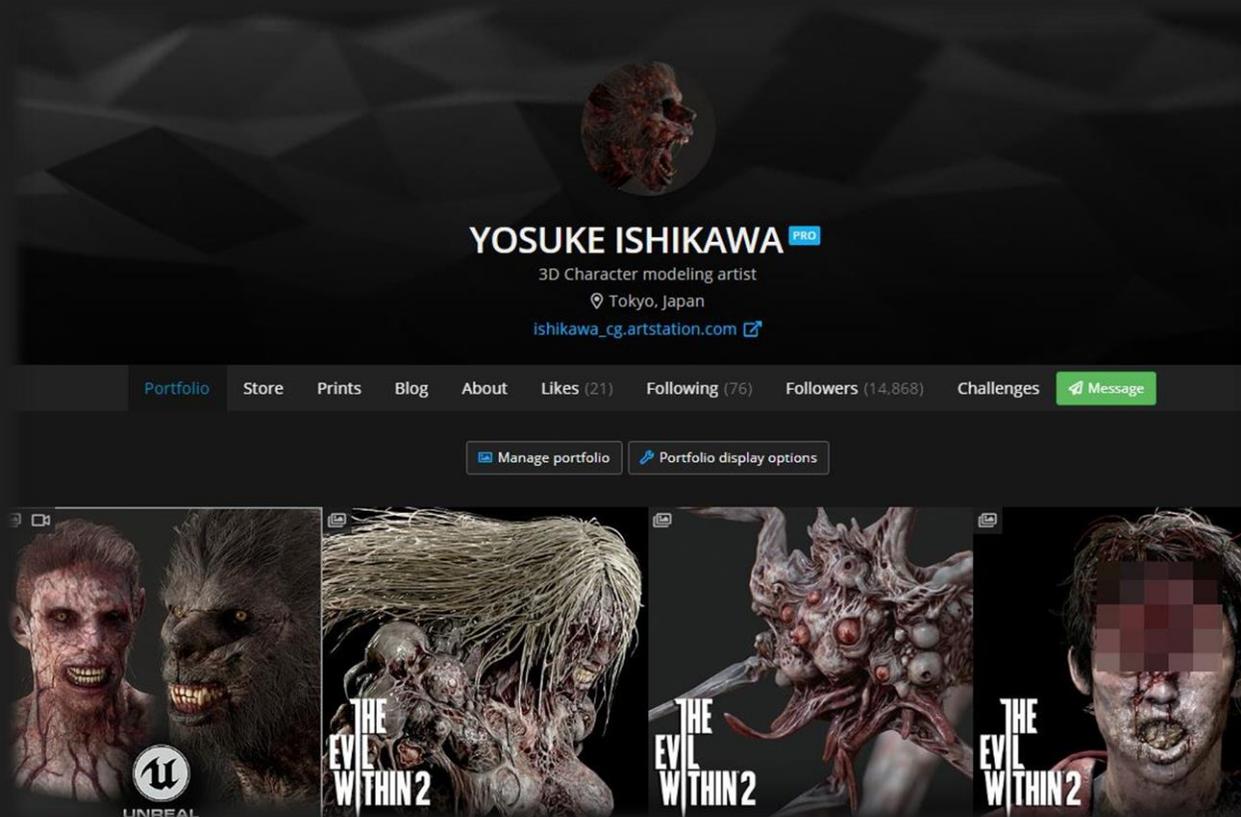
ゼニマックスアジア・株式会社

TangoGameworks

ゲームのキャラモデラーやっています

Artstation→ [ishikawa_cg](#)

Twitter→ [ishi_maya](#)



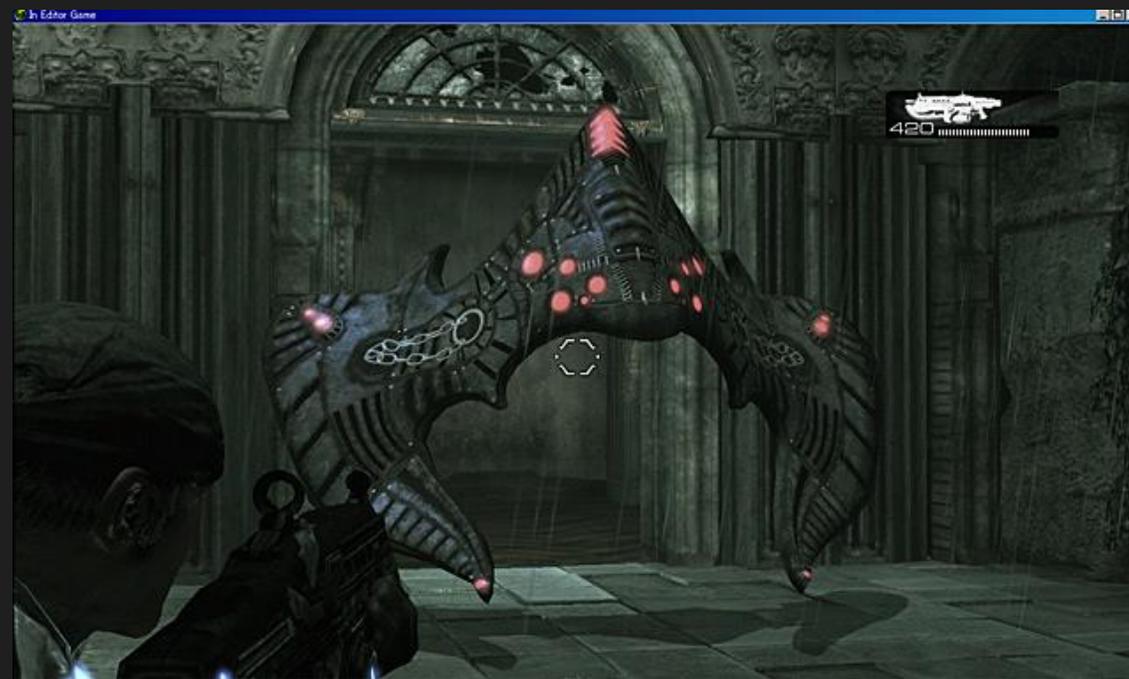
自己紹介

UE歴？

PC版Gearsのアンリアルエディターから。
以降キャラのレンダラーとして使い始めました。

UDK時代に作った物は
ZBrushCentralに上がってます

2008年 初UE



本日の内容

前半 - 主に人間の顔

- ・ 顔、髪 の作成
- ・ サンプルプロジェクトの活用

後半 - 主に狼男

- ・ ブレンドシェイプの作成
- ・ UE4シェーダーの調整
- ・ おまけ



注意事項

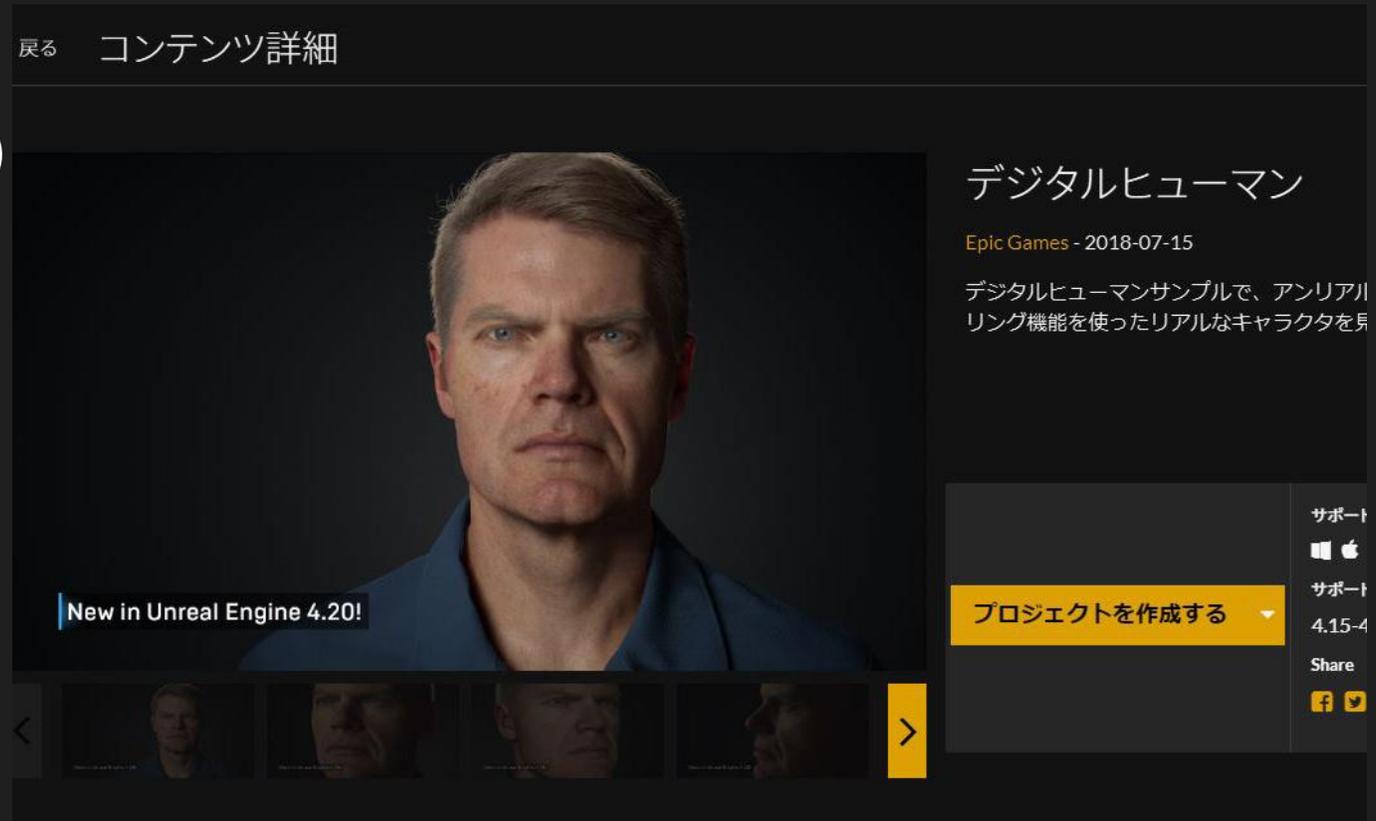
- 本日講演するのは全て私個人の『趣味・自主制作』の内容です。
- テクスチャ容量など、処理負荷の事は考えておりません。
- メインツールはmaya
- 切り離して書くのが難しかったので、MayaとUE4の両ツールの話が多く行き来します。
なんとなく、常にインポートをしながら作業してるようなイメージでお願いします。

よろしくお願いします。

使用したサンプルファイル

DigitalHuman(マイクさん)

- ・ 眼球モデル
- ・ 眼球関連のシェーダーを使用



使用したサンプルファイル

Photorealistic Character

- ・ 現在はDigitalhumanに同梱
- ・ ヘアシェーダーを使用





制作期間

制作期間

- ・ 2018年12月6日～2019年1月20日

平日は少しずつやって、土日でがっつり進めました。

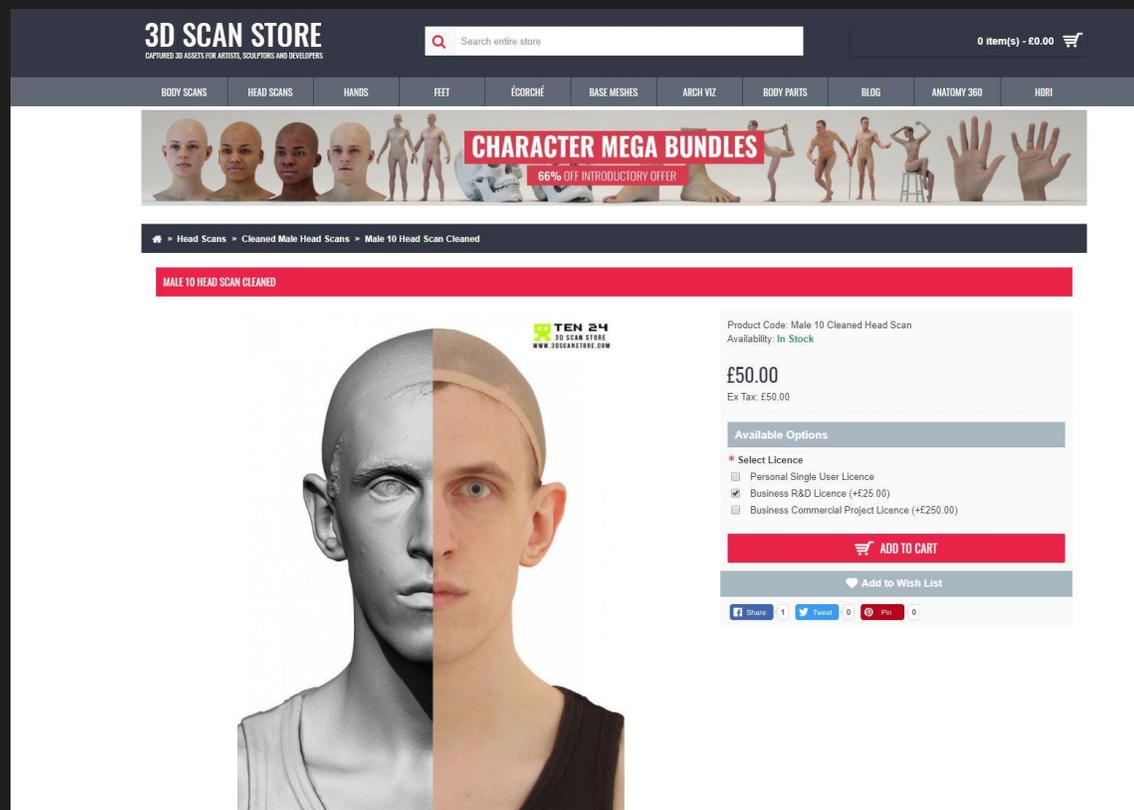
人間の顔



人間の顔の作成

Ten24 3D SCAN STORE

- ・今回は変身過程を見せるのが目的
- ・時間の節約のためデータ購入



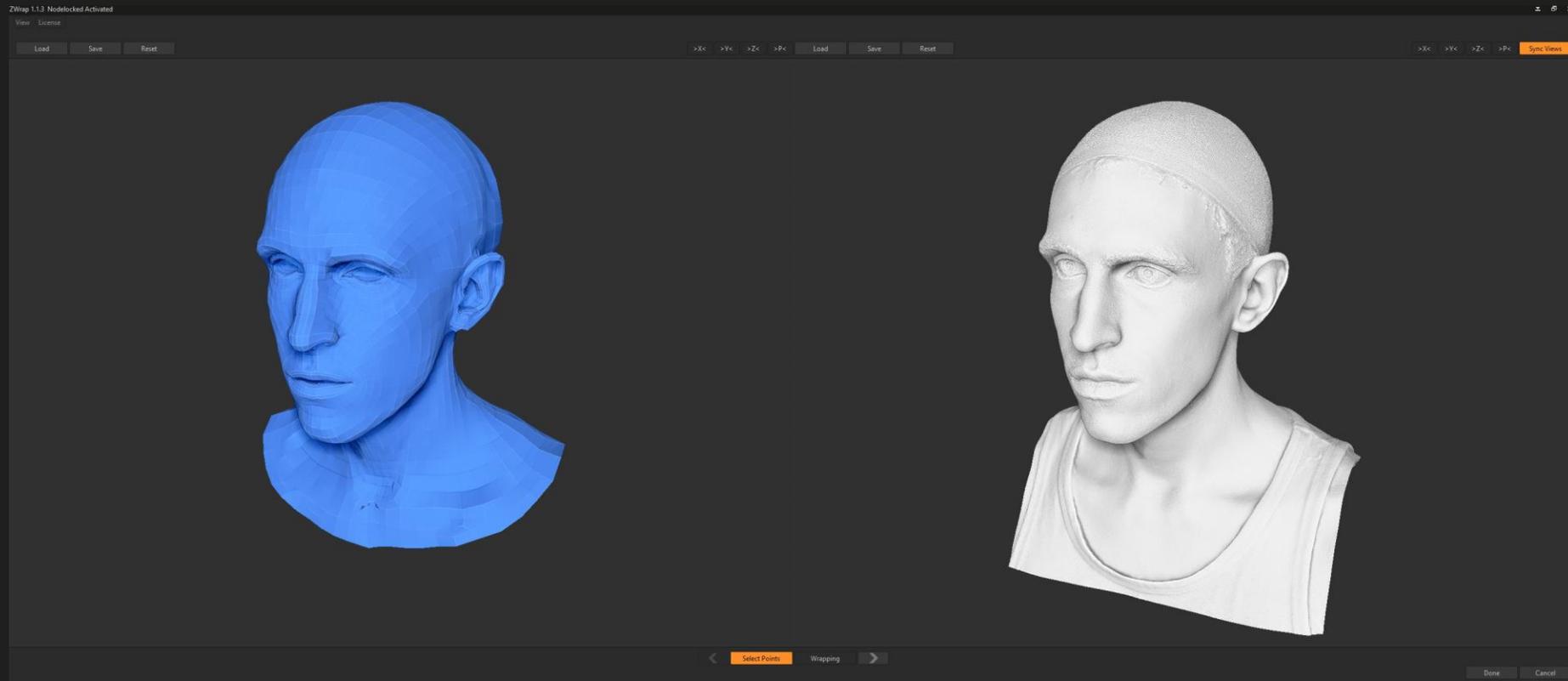
人間の顔の作成

- 過去に作ったベースメッシュをインポートし、位置合わせしてProjectAllしました。



人間の顔の作成

- 過去に作ったベースメッシュをインポートし、位置合わせしてProjectAllしました。
- Zwrapがあれば簡単。



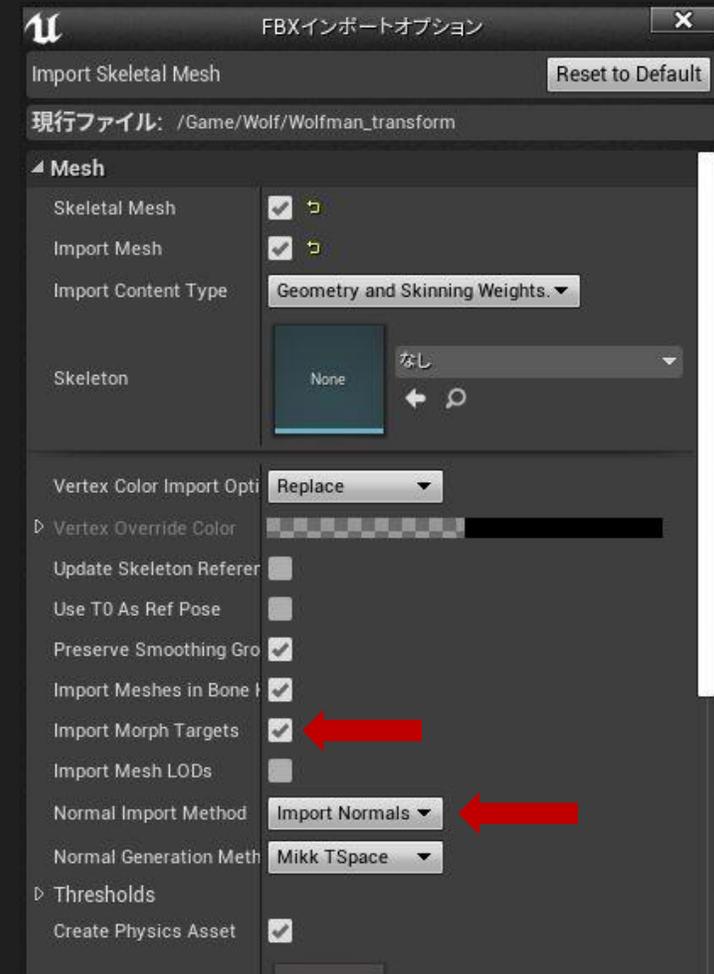
インポート

Import Option

- import Morph Target

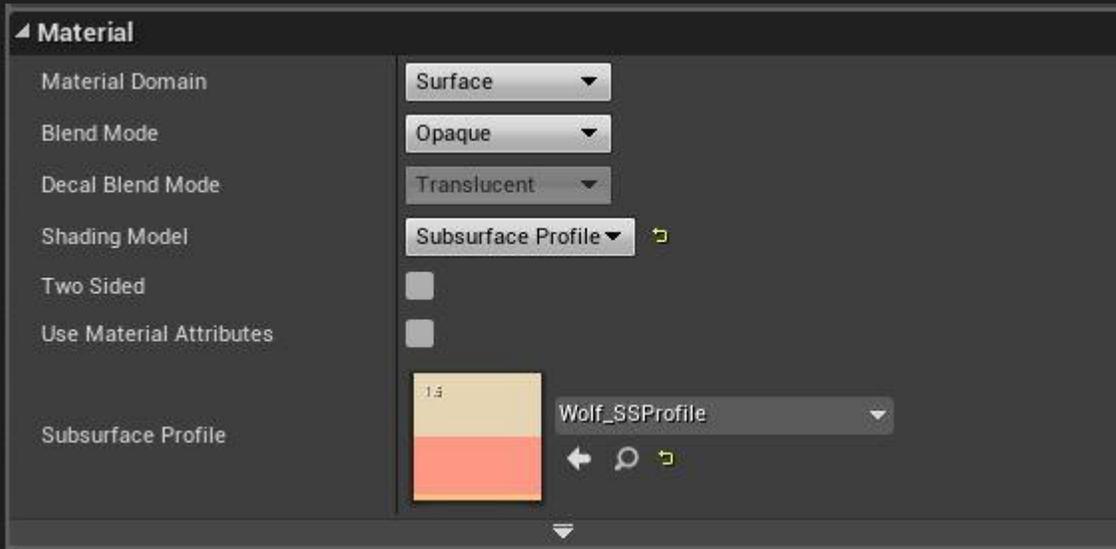
今日の内容はブレンドシェイプを使うので

モーフトargetのチェックを忘れないように・・・。



インポート

- ・インポート



眼球

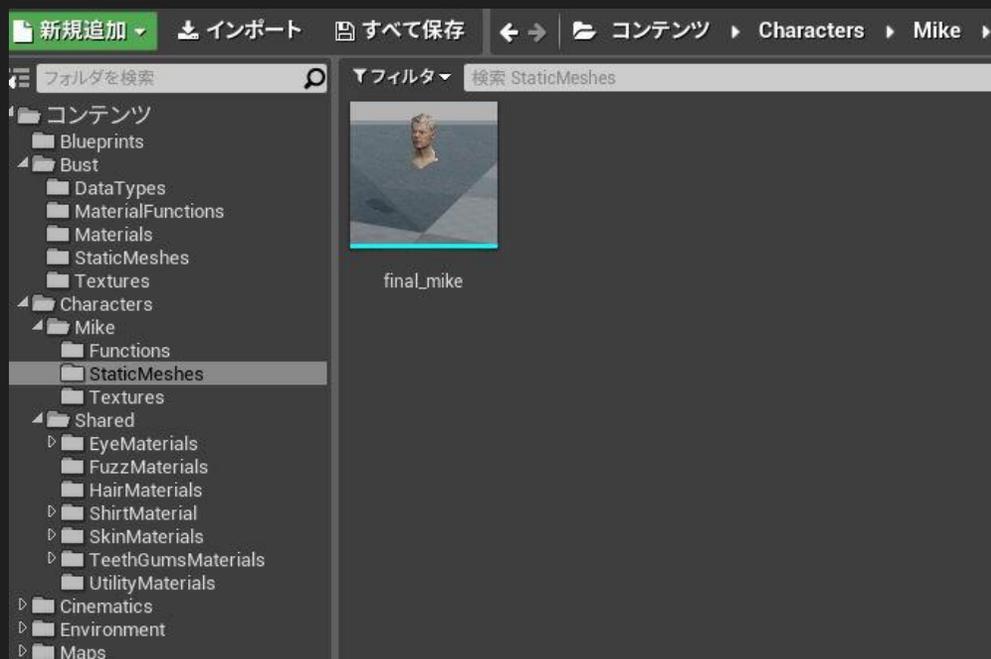


眼球の移植

DigitalHuman(マイク)



使用するシェーダー場所



眼球の移植

眼球を取り出す

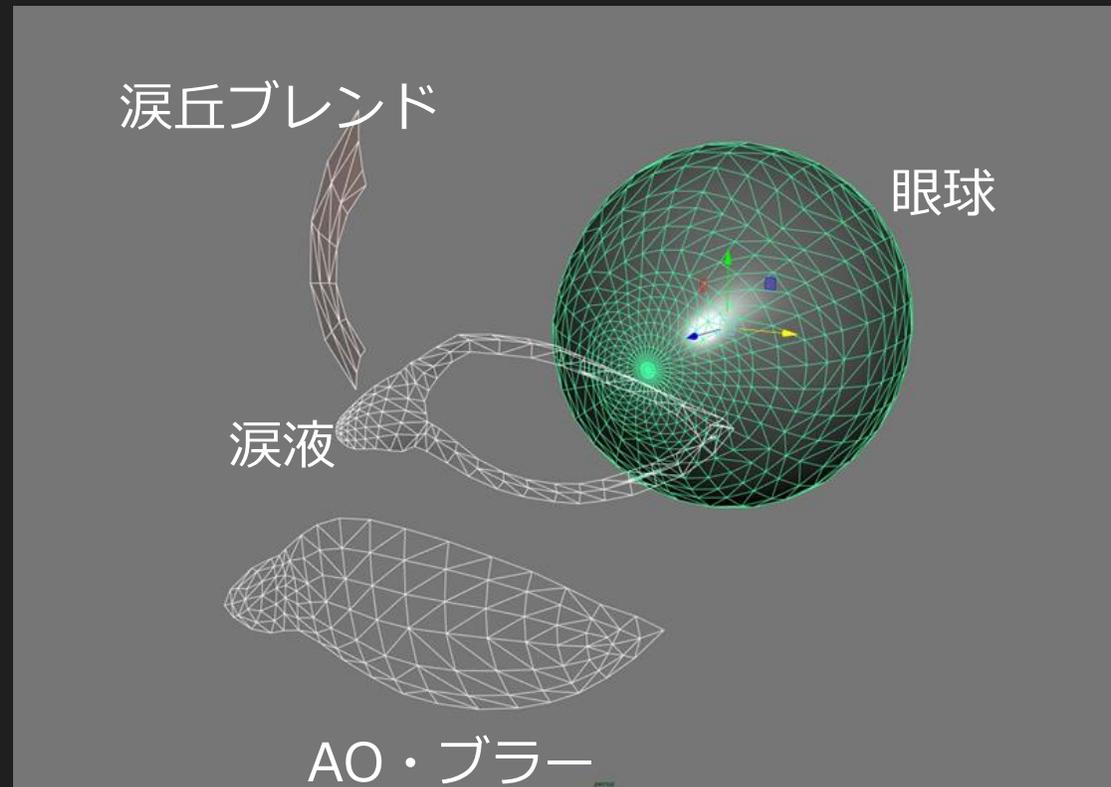
- ・ マイクさんのモデルをUEからエクスポート
- ・ mayaに読み込んで眼球以外は削除



眼球の移植

眼球を取り出す

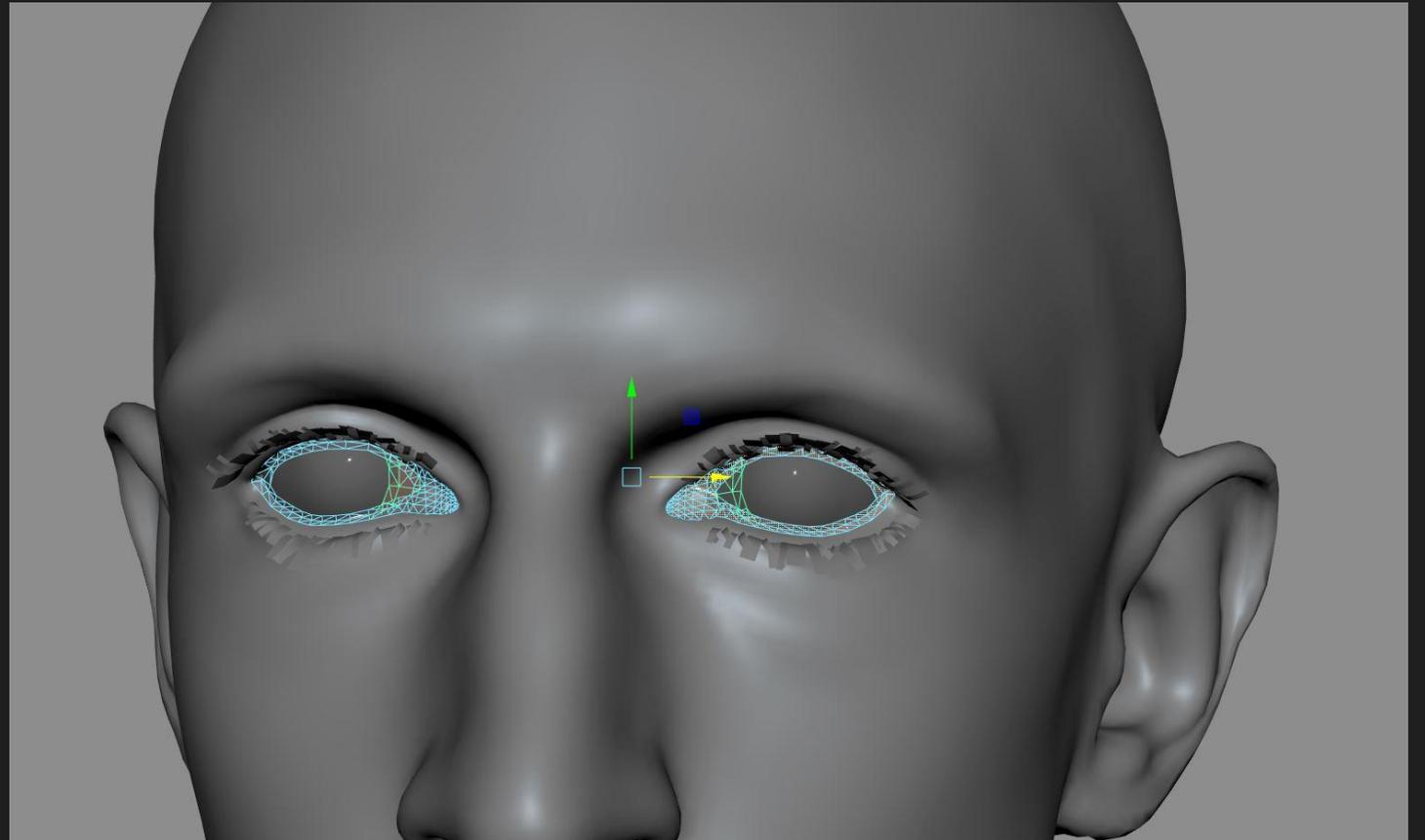
- ・ 眼球本体
- ・ 涙液のメッシュ
- ・ 涙丘ブレンドメッシュ
- ・ AO・ブラーメッシュ



眼球の移植

眼球の配置と調整

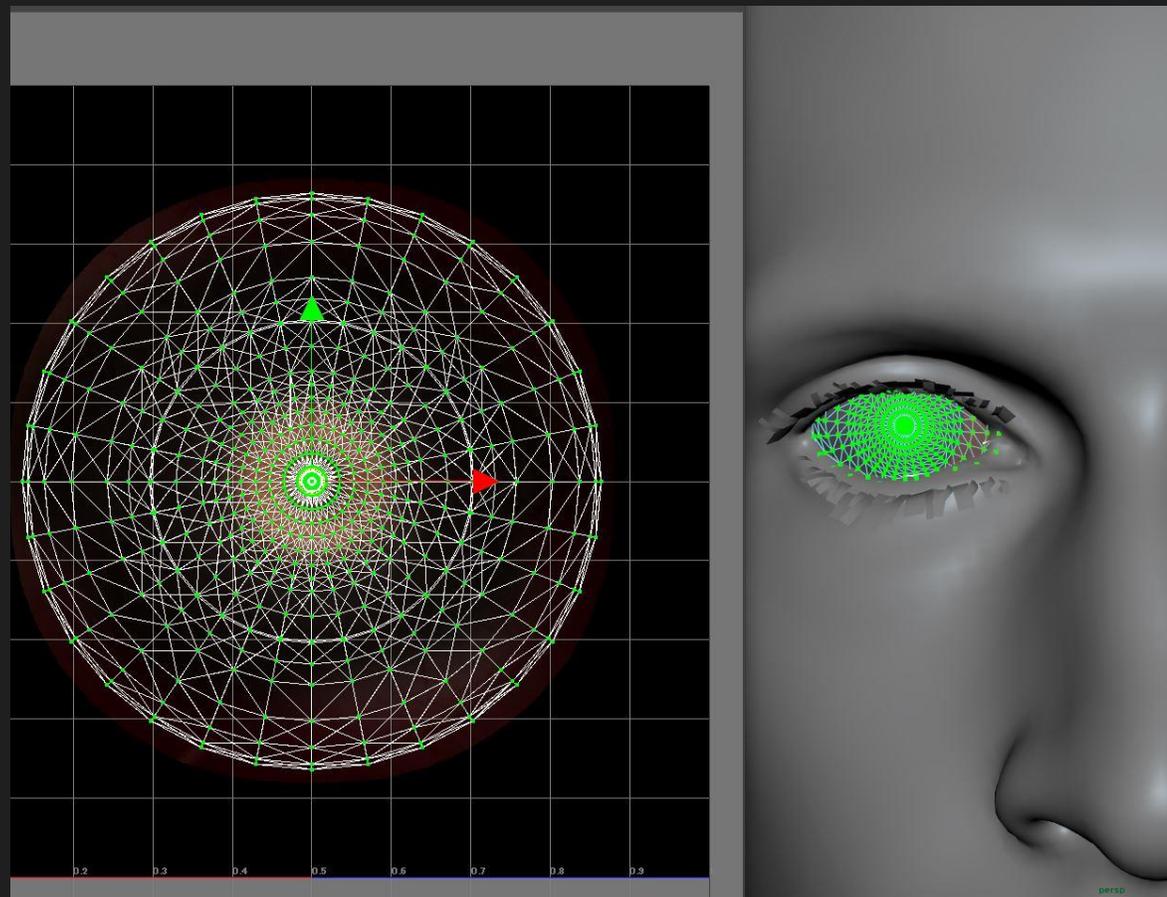
- ・少し補足していきます。



眼球の移植

眼球の配置の注意点

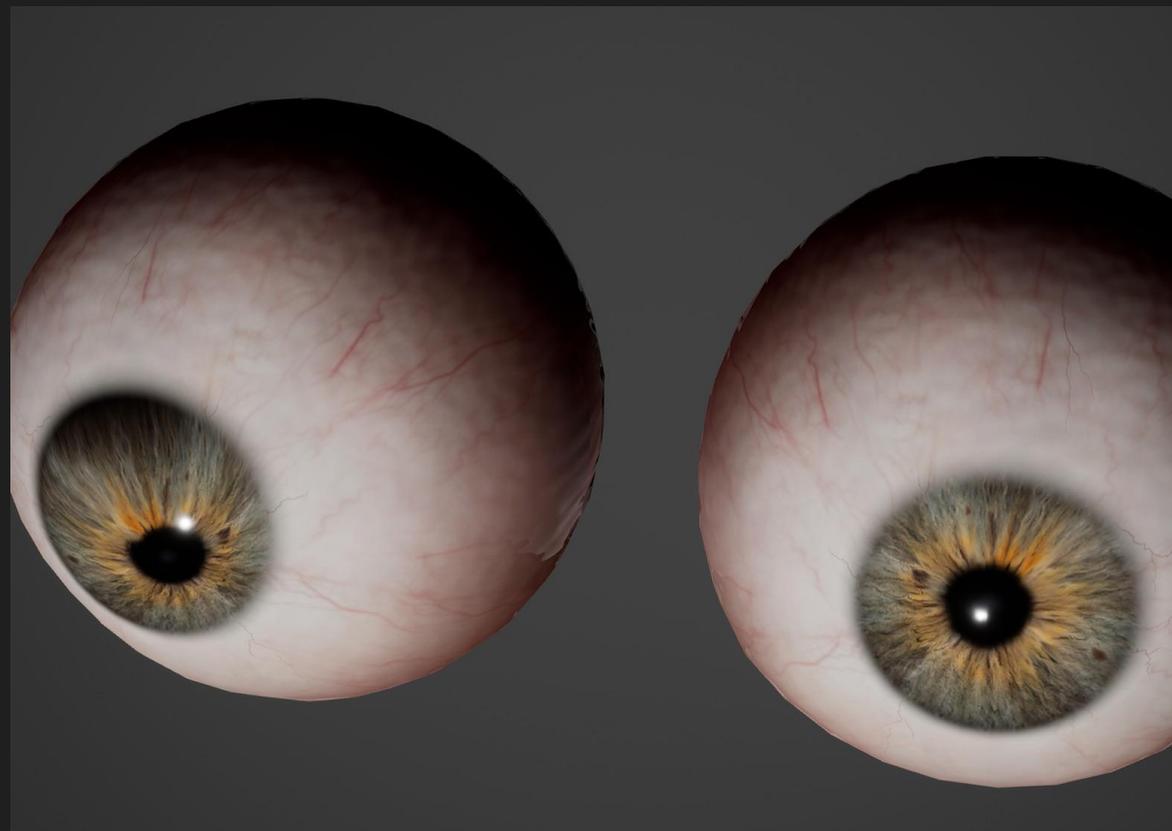
- ・ もし眼球を反転コピーしたら
UVを反転する。



眼球の移植

眼球の配置の注意点

- ・ もし眼球を反転コピーしたら
UVを反転する。
反転しないとUE上で視差が崩れます。



眼球シェーダー

Veinsの追加

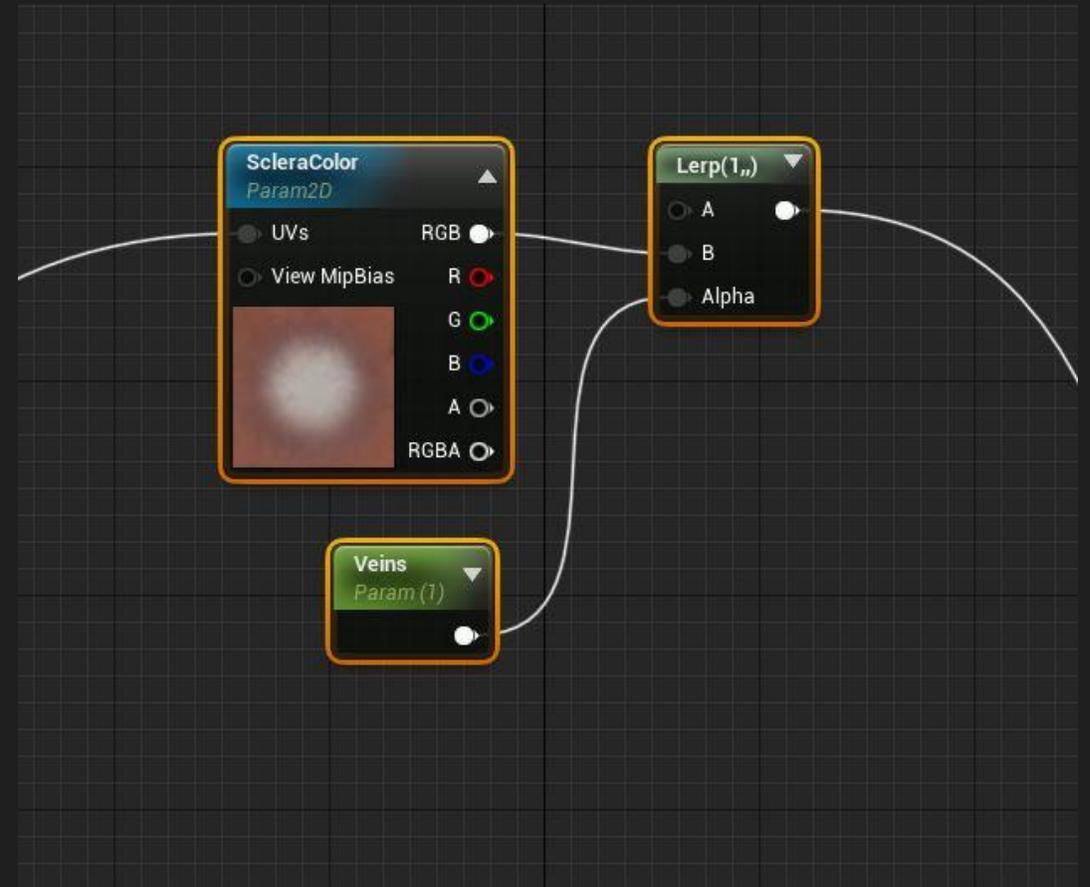
- 血管の濃さを変えられる
- 以前までPhotorealistic Characterのシェーダーに存在していたが、DigitalHumanでは消えている。



眼球シェーダー

Veinsの追加

- 血管の濃さを変えられる
- 以前までPhotorealistic Characterのシェーダーに存在していたが、DigitalHumanでは消えている。

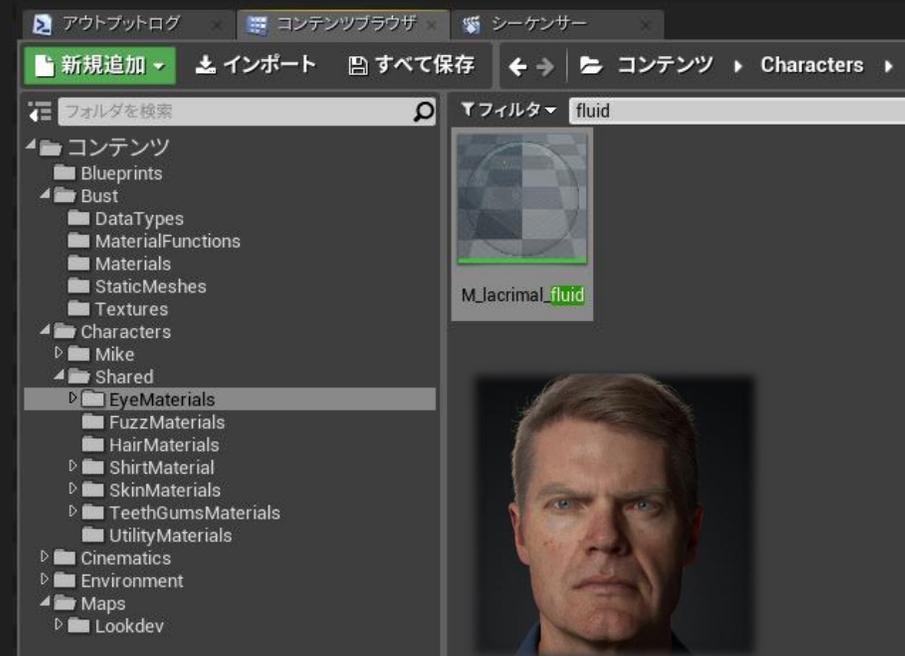


眼球の移植・涙液

× M_TearLine_Bust



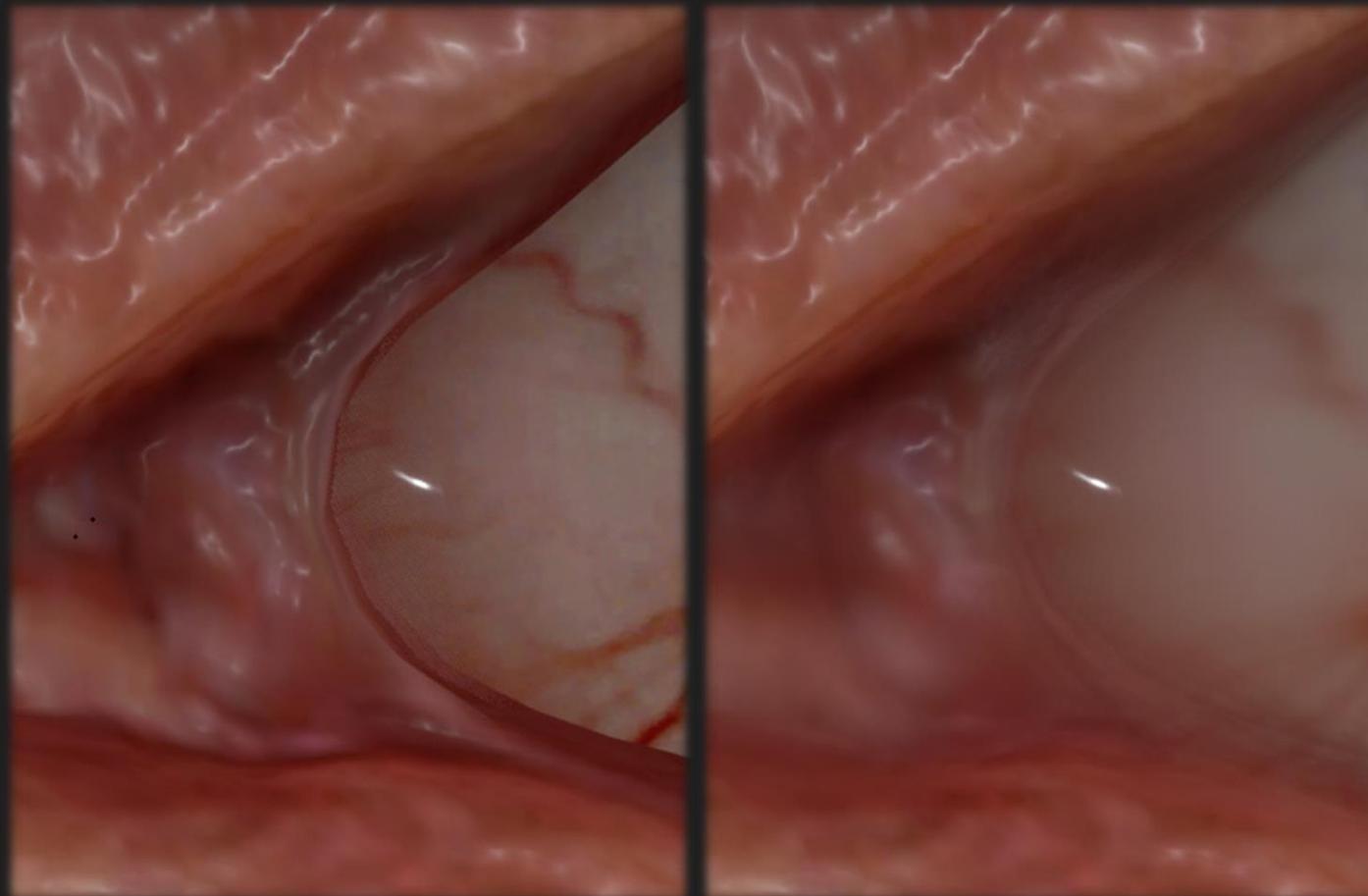
○ M_Lacrimal_fluid



AO・ブラー

AO・ブラー

- ・ぼかし機能が最高に素晴らしい



AO・ブラー

AO・ブラー

- ・ 眼球影のパラメータ
- ・ 上下左右、影の濃さを調整出来る



<input checked="" type="checkbox"/>	Bottom vert offset	0.07
<input checked="" type="checkbox"/>	Corner vert offset	0.15
<input checked="" type="checkbox"/>	DepthOffset	1.2
<input checked="" type="checkbox"/>	Duct scale	5.4000001
<input checked="" type="checkbox"/>	Duct shift	0.64
<input checked="" type="checkbox"/>	Duct transition pos	7.5
<input checked="" type="checkbox"/>	Duct vert offset	-0.05
<input checked="" type="checkbox"/>	Fade distance	0.37
<input checked="" type="checkbox"/>	Opacity	10.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Opacity power	12.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Perimeter blur	10.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow amount	0.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow bottom	0.25
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow bottom ex	4.3000002
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow inner corn	0.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow inner corn	3.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow outer corn	0.06
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow outer corn	6.0
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow top	0.77
<input checked="" type="checkbox"/>	Shadow top expon	1.8
<input checked="" type="checkbox"/>	Top vert offset	0.1

Save Sibling Save Child

一般

Phys Material None なし

Parent M_Eye_Occlusion_Bust

Lightmass Settings

マテリアルプロパティオー

プレビュー中

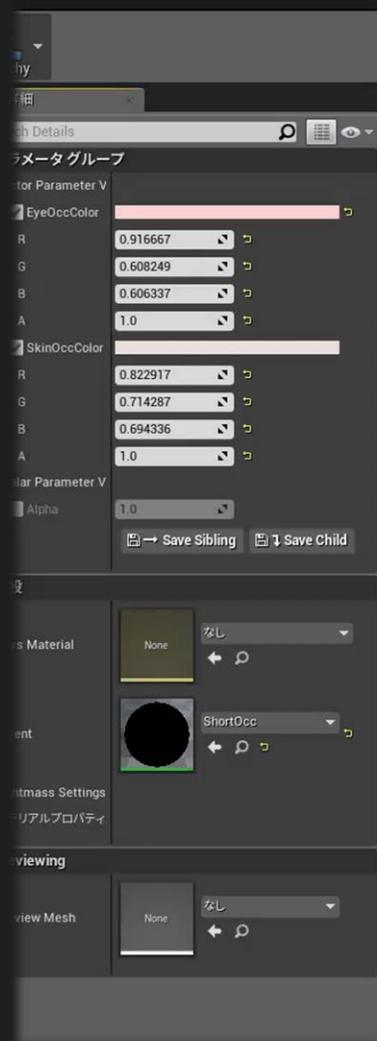
Preview Mesh None なし



AO・ブラー

マイクさんのAO

- ・ AOシェーダーの影パラメータは使われていない
- ・ ShortOccポストプロマテリアルでポストのAOで調整してるから(多分)



眼球の移植完了



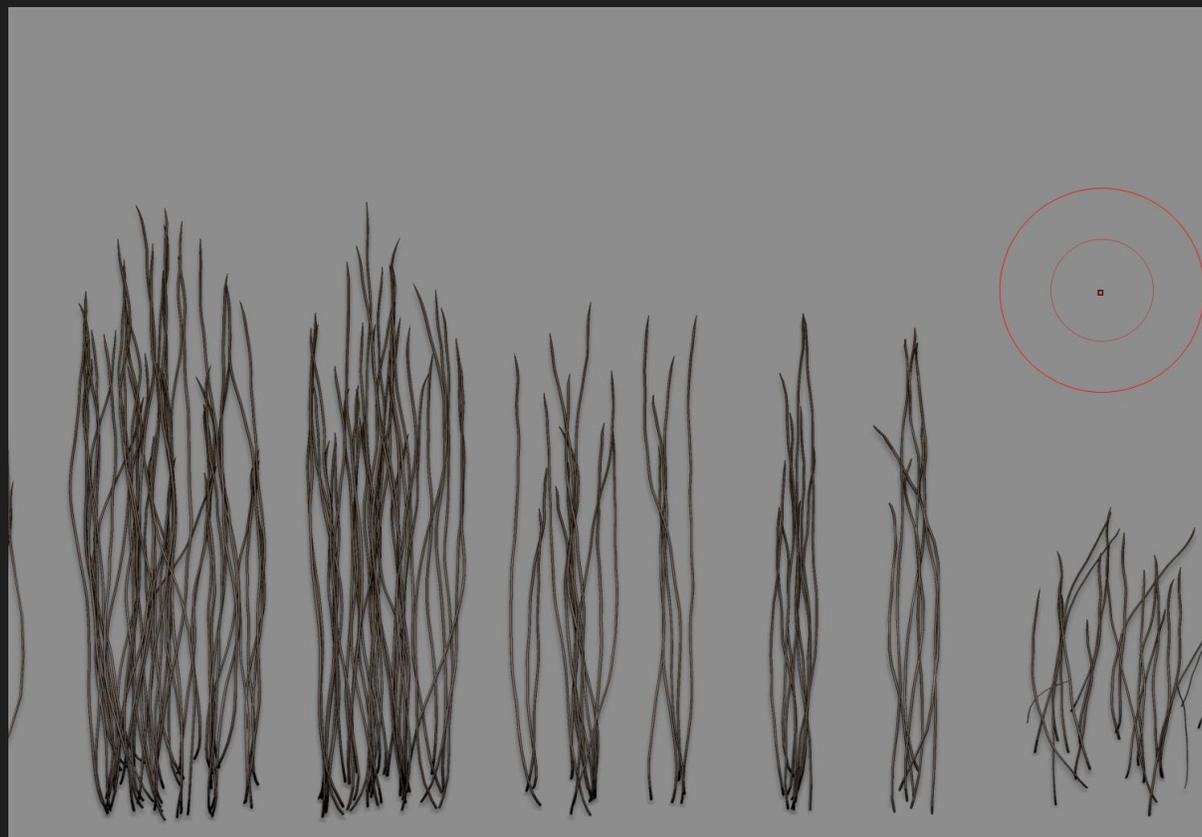
ヘアーの作成



ヘアーの作成・テクスチャ

テクスチャの制作

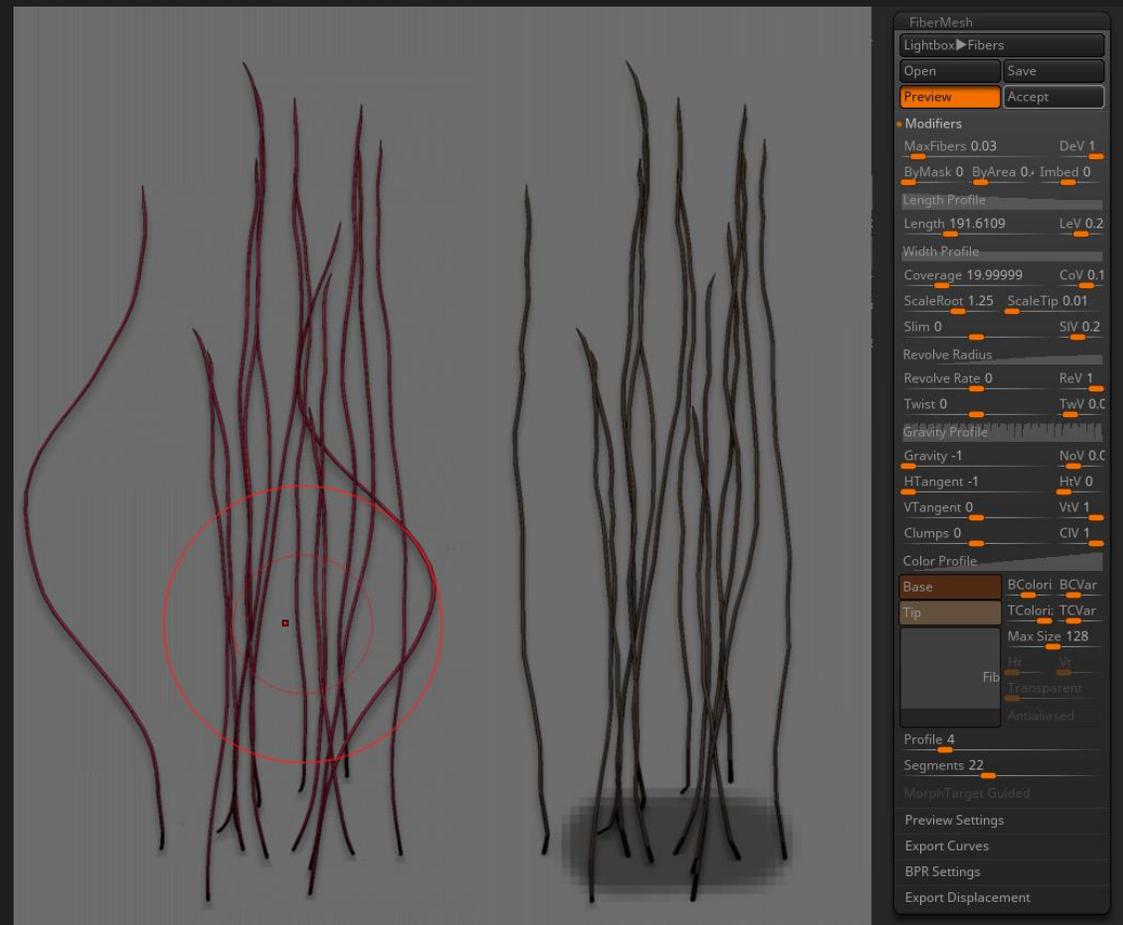
- Zbrushに板ポリを読み込み、FiberMeshを生やし、各ソフトでベイク
 - SubstancePainter
 - Xnormal



ヘアーの作成・テクスチャ

FiberMeshにした理由

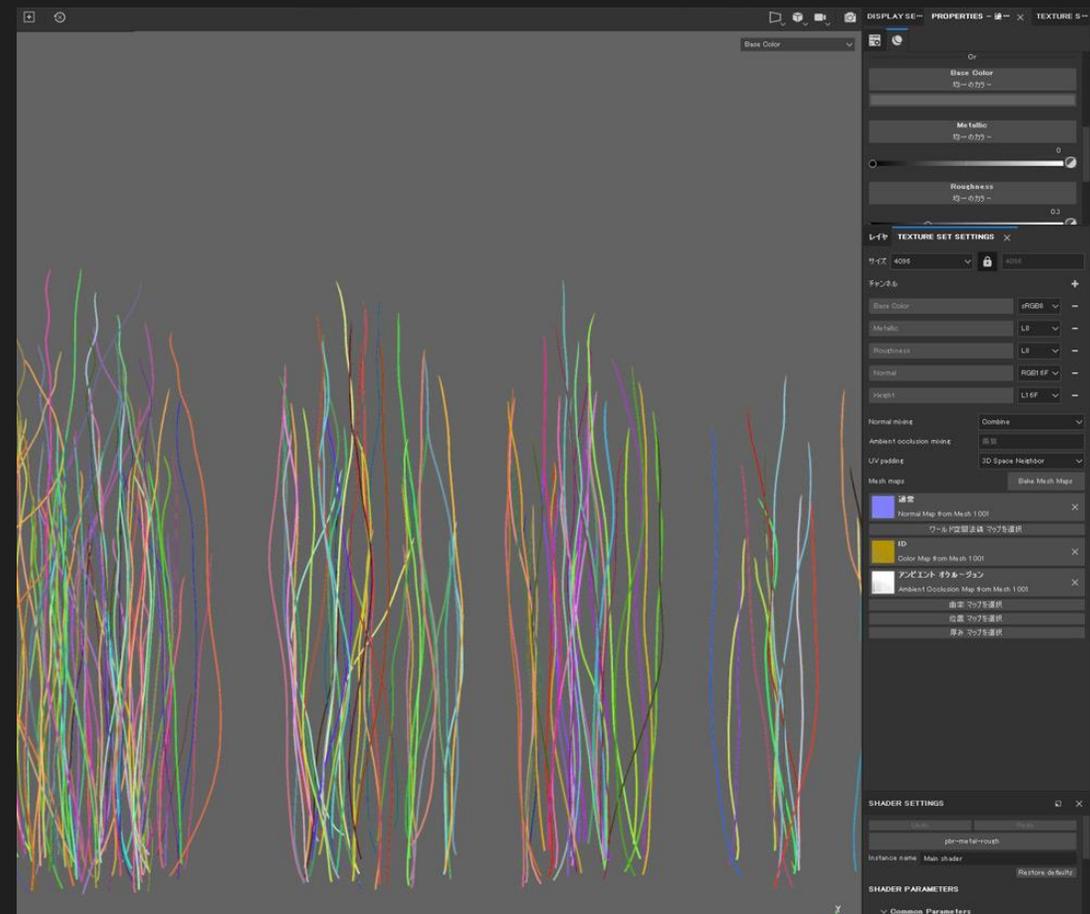
- Zbrushさえあれば出来る
- 毛量や散り具合を簡単に調整出来る
- 自宅の古いmayaではxgenは不安定だった



ヘアーの作成・テクスチャ

SubstancePainterでベイク

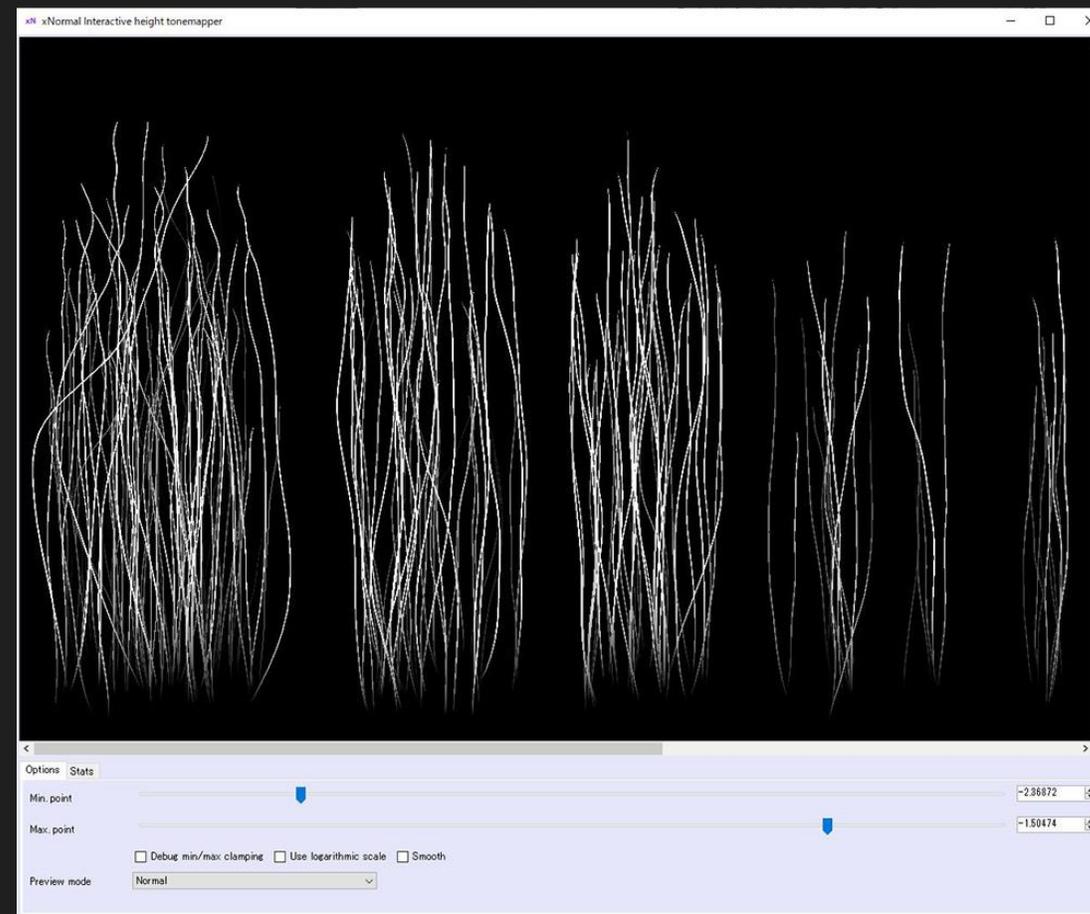
- **ID**
アルファとUniqueHairValue
- **AO**
Diffuse用



ヘアーの作成・テクスチャ

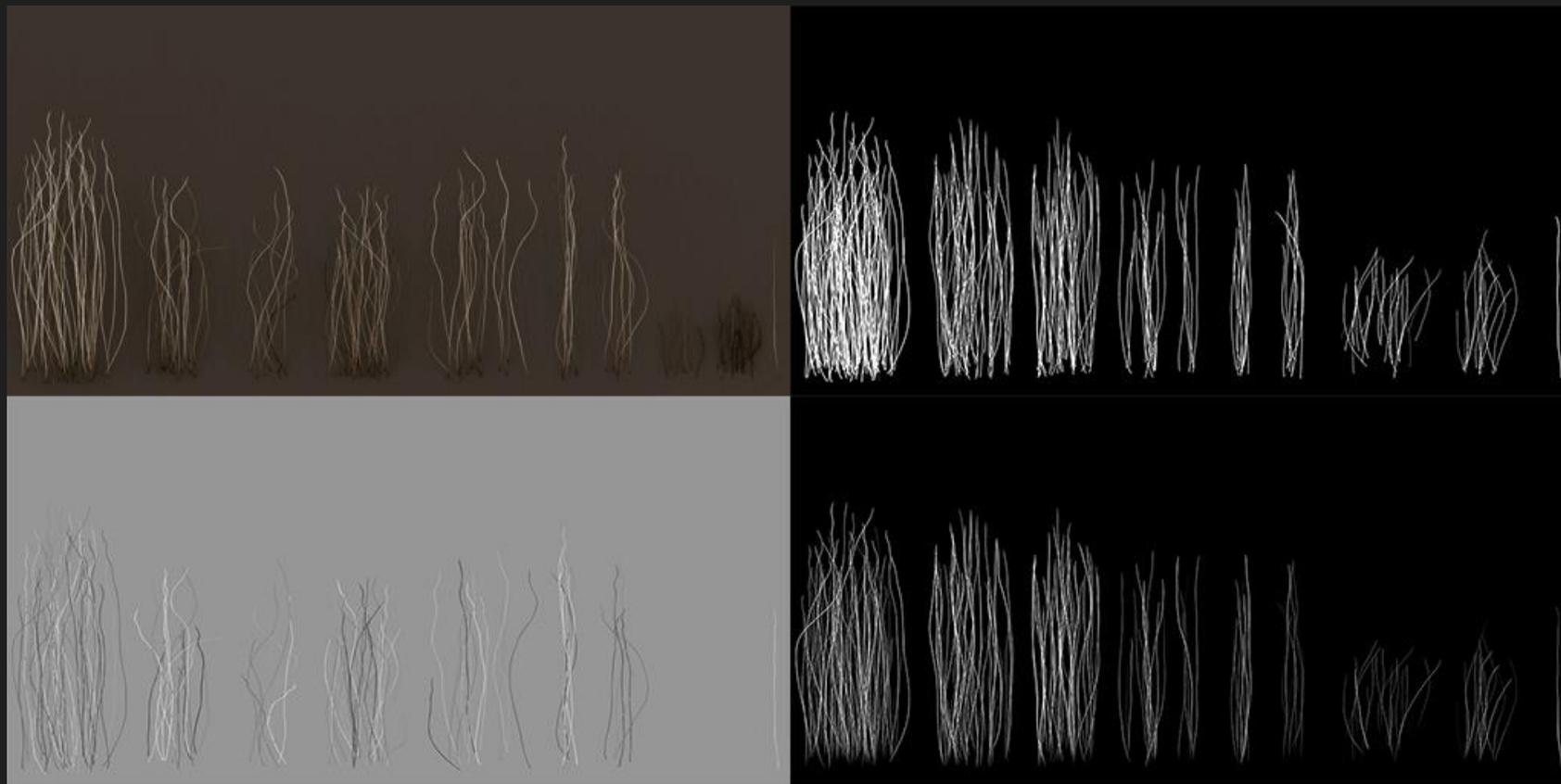
XnormalでDepthをベイク

- Depthはxnormalのheightを使用した
- ベイク時に明暗の調整も出来て便利



ヘアーの作成・テクスチャ

テクスチャ完成

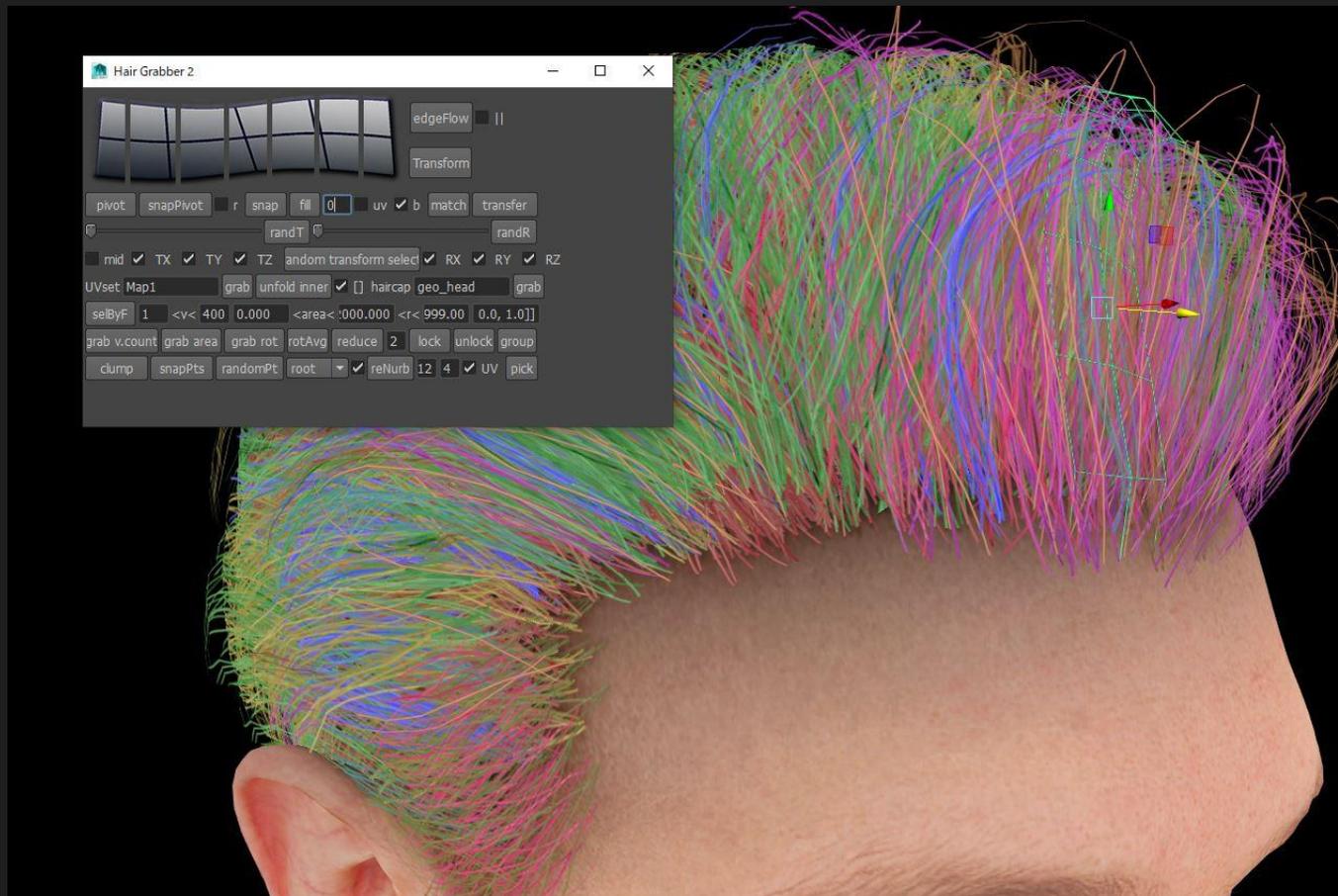


ヘアーの作成・配置

配置

- ・配置は手置き

微調整にHairGrabber2

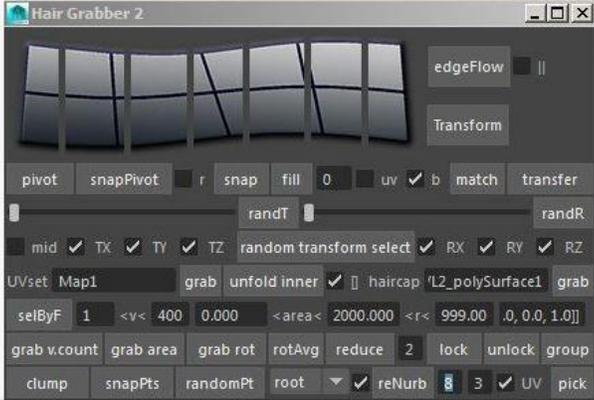


ヘアーの作成・配置

HairGrabber2 sizov氏

※Gumroadで検索

- 板ポリの割りの変更や、スムーズが可能
- 板の根本だけなど選択が容易に。色々機能あり



CAD\$0+

Hair Grabber 2

投稿者  [sizov](#)

A tool for batch selection population and manipulation of hair cards on characters or other poly plane assets. Gives the ability to select roots tips middles and other selection options for multiple hair card objects. Reconstructs proper orientation for hair cards that have lost their transforms. Fill the space between hair cards with more cards procedually. Randomize translation and rotation on cards and snap them to another object. smooths out and evens out polygons on cards.

You've purchased this product

See it in your library

[ダウンロード](#)

公平な価格を設定して下さい: \$

[Purchase again](#)

★★★★★ 6 ratings

ヘアーの作成・配置

髪の色分け

- ・ 同じ色が重なりすぎないように
バランスを考えて配置



ヘアの作成・配置

髪の色分け

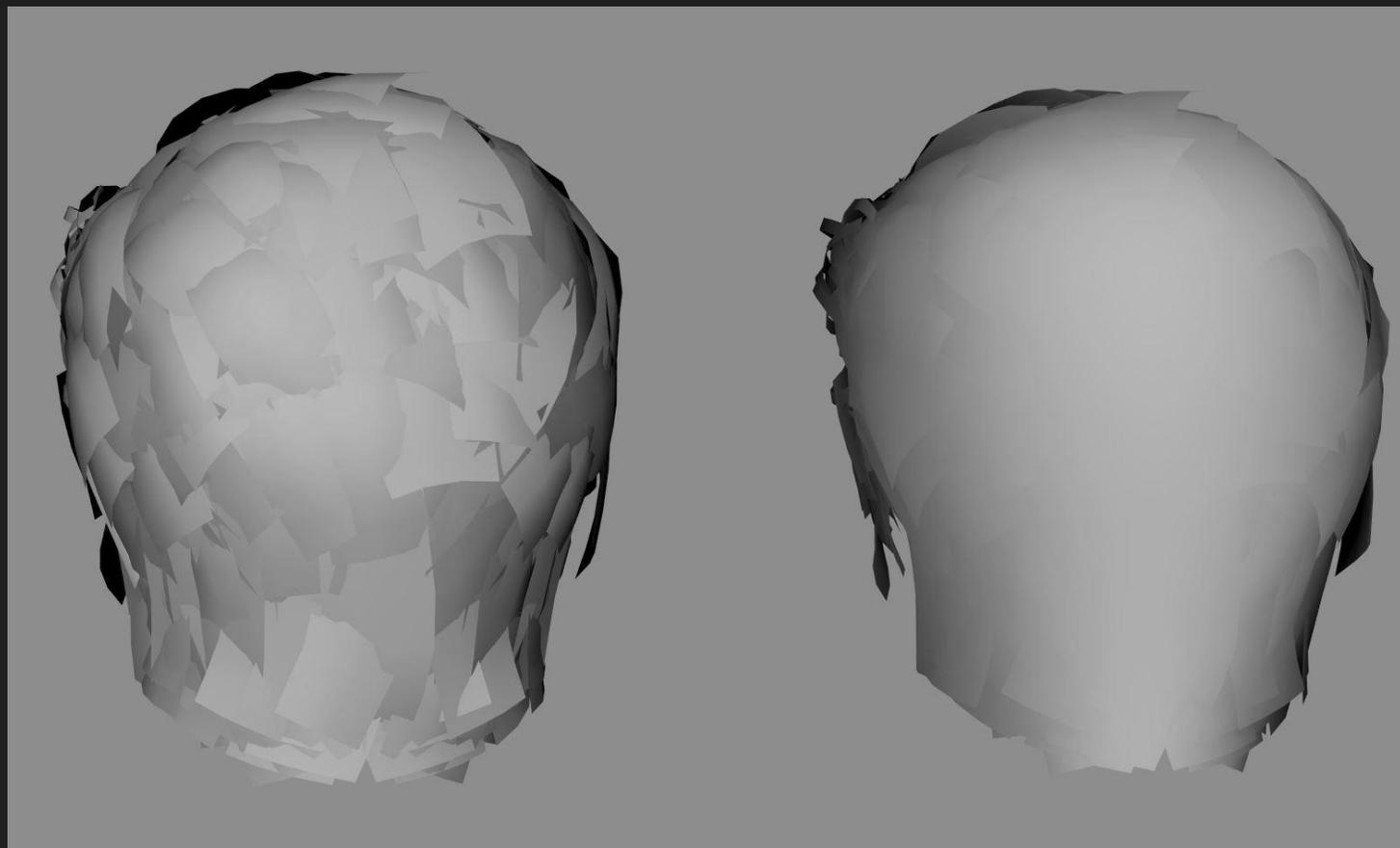
- ・ 同じ色が重なりすぎないように
バランスを考えて配置



ヘアーの作成・配置

法線を編集

- ・ シンプル法線をコピー



ヘアーの作成・配置

完成



ヘアーの作成・シェーダー

HairShader

- **PhotorealisticCharacter**
のヘアーを使用する

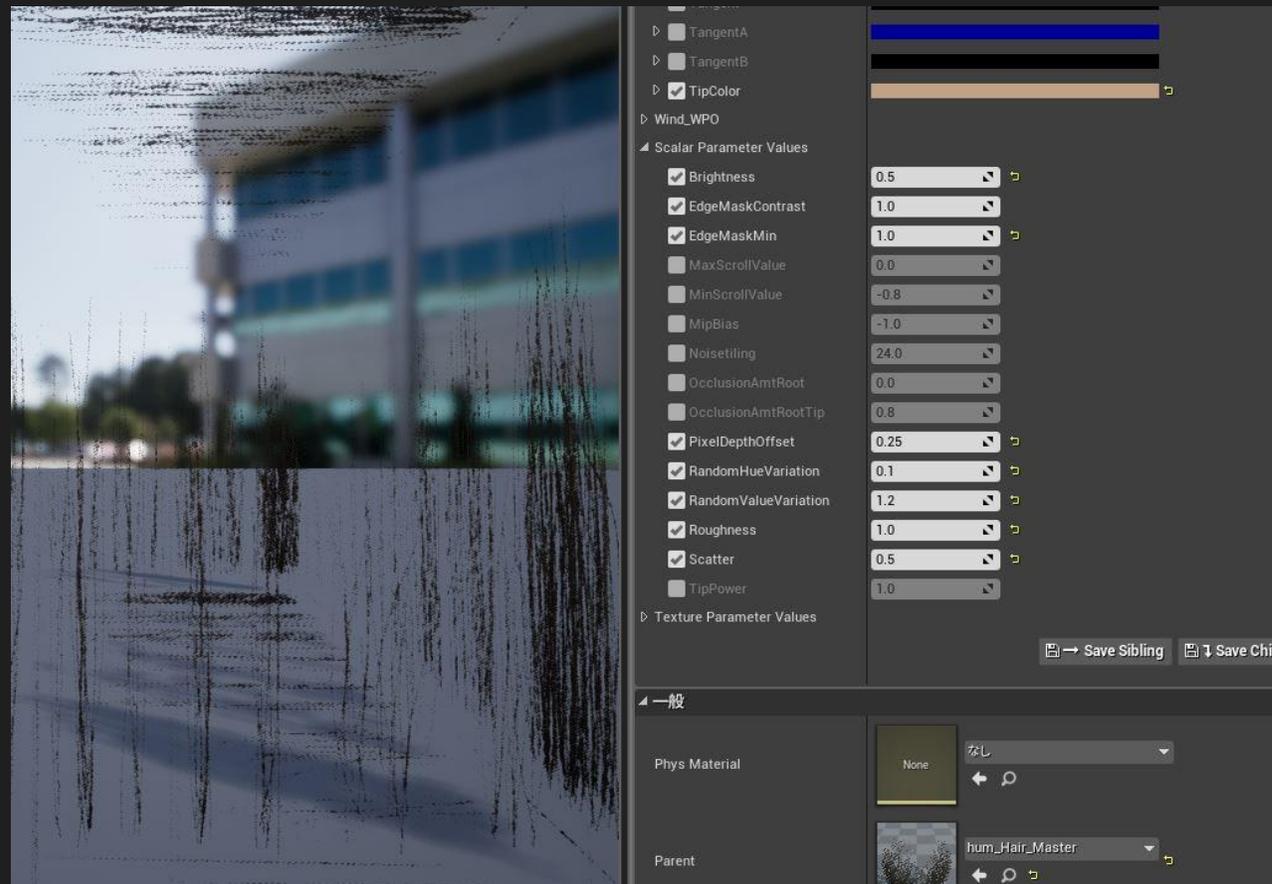


ヘアーの作成・シェーダー

パラメータの中から

- EdgeMaskMin
- PixelDepthOffset
- Roughness

を軽く説明します。



ヘアーの作成・シェーダー

EdgeMaskMin

カメラに対して板ポリが平面に近づくと、
ディザ半透明でフェードしていく機能



ヘアーの作成・シェーダー

EdgeMaskMin

- ・ 良い点

平面感を無くす

- ・ 悪い点

場合によってはスカスカに。



ヘアの作成・シェーダー

EdgeMaskMin

- ・良い点

平面感を無くす

- ・悪い点

場合によってはスカスカに。



ヘアの作成・シェーダー

PixelDepthOffset

- ・頭皮との境界や、毛の重なりを
Ditherでなじませてくれる。

ヘアシェーダーでピクセル深度オフセットを使用する

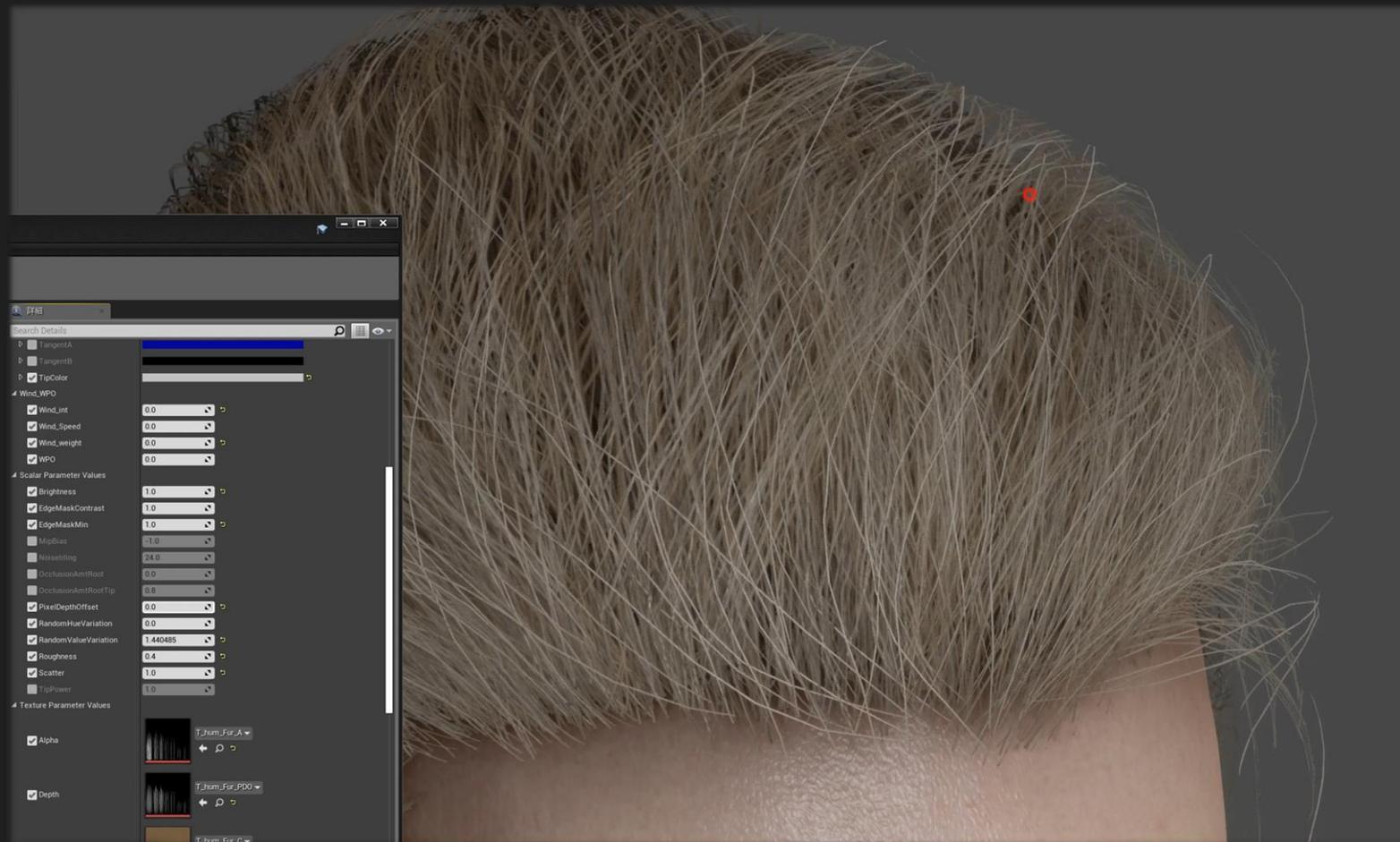
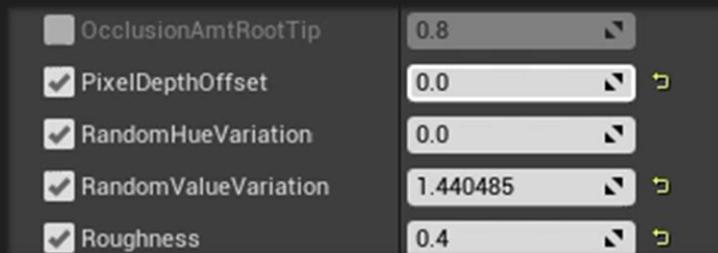
Pixel Depth Offset (PDO、ピクセル深度オフセット)は、ヘアシェーダー固有のプロパティではありません。わかりやすく説明すると、PDOすると、全体として髪に深度を加えます。以下のように髪のジオメトリの面が頭皮に接触する交差点も分けます。



ヘアの作成・シェーダー

PixelDepthOffset

- ・ 生え際に注目
- ・ 奥行、陰影が増す



ヘアーの作成・シェーダー

PixelDepthOffset

- DepthMap On



ヘアーの作成・シェーダー

PixelDepthOffset

- DepthMap Off



ヘアーの作成・シェーダー

Roughness

- UE4のHairshaderではラフネスと
バックスキャッター(つぼみ効果)の二つのパラメータが共通
- バックスキャッター単体を強度を弄ったり、
柔らかくしたりという事は出来ない。

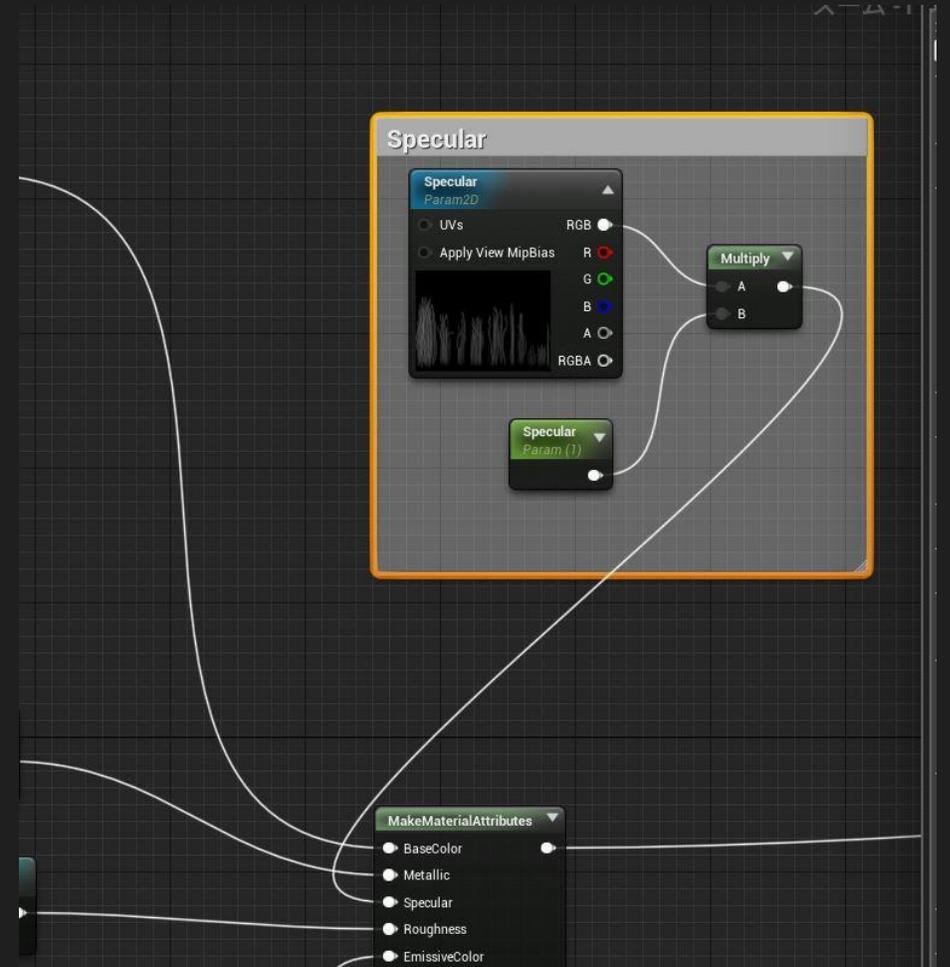
ヘアーの作成・シェーダー



ヘアーの作成・シェーダー

Specular追加

- ・標準ではスペキュラスロットに何も無いのでパラメータを指しておくとなら、スペキュラの強度が調整出来るので便利

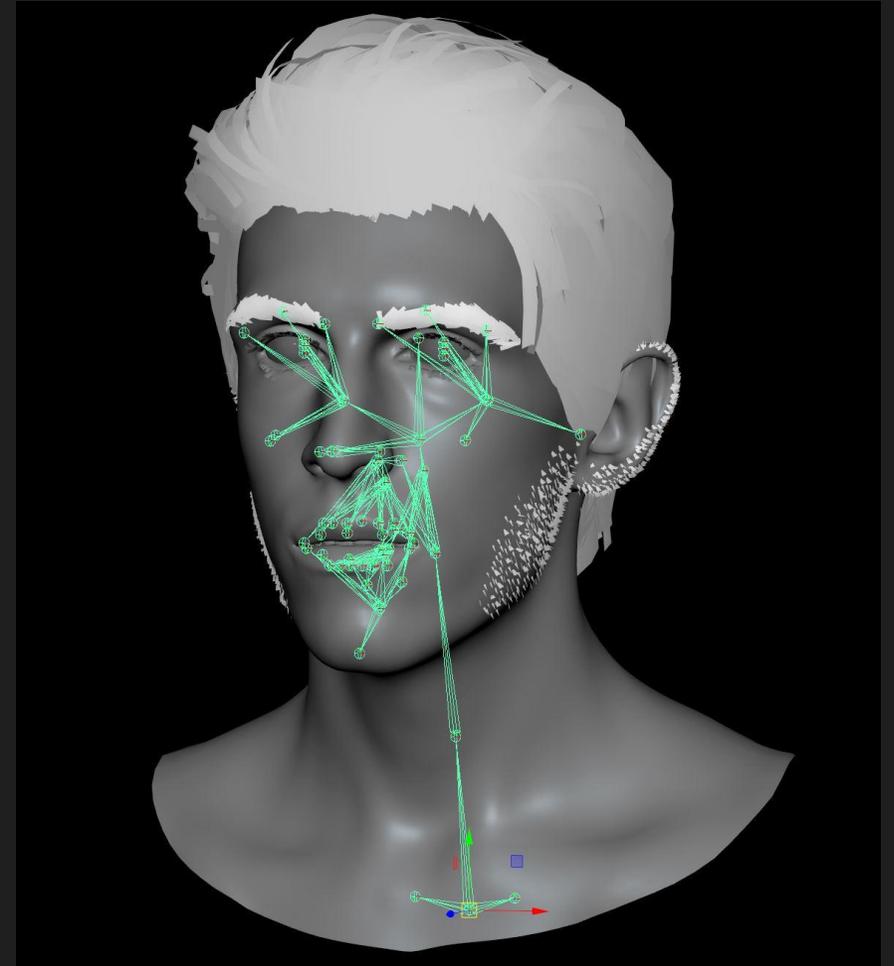


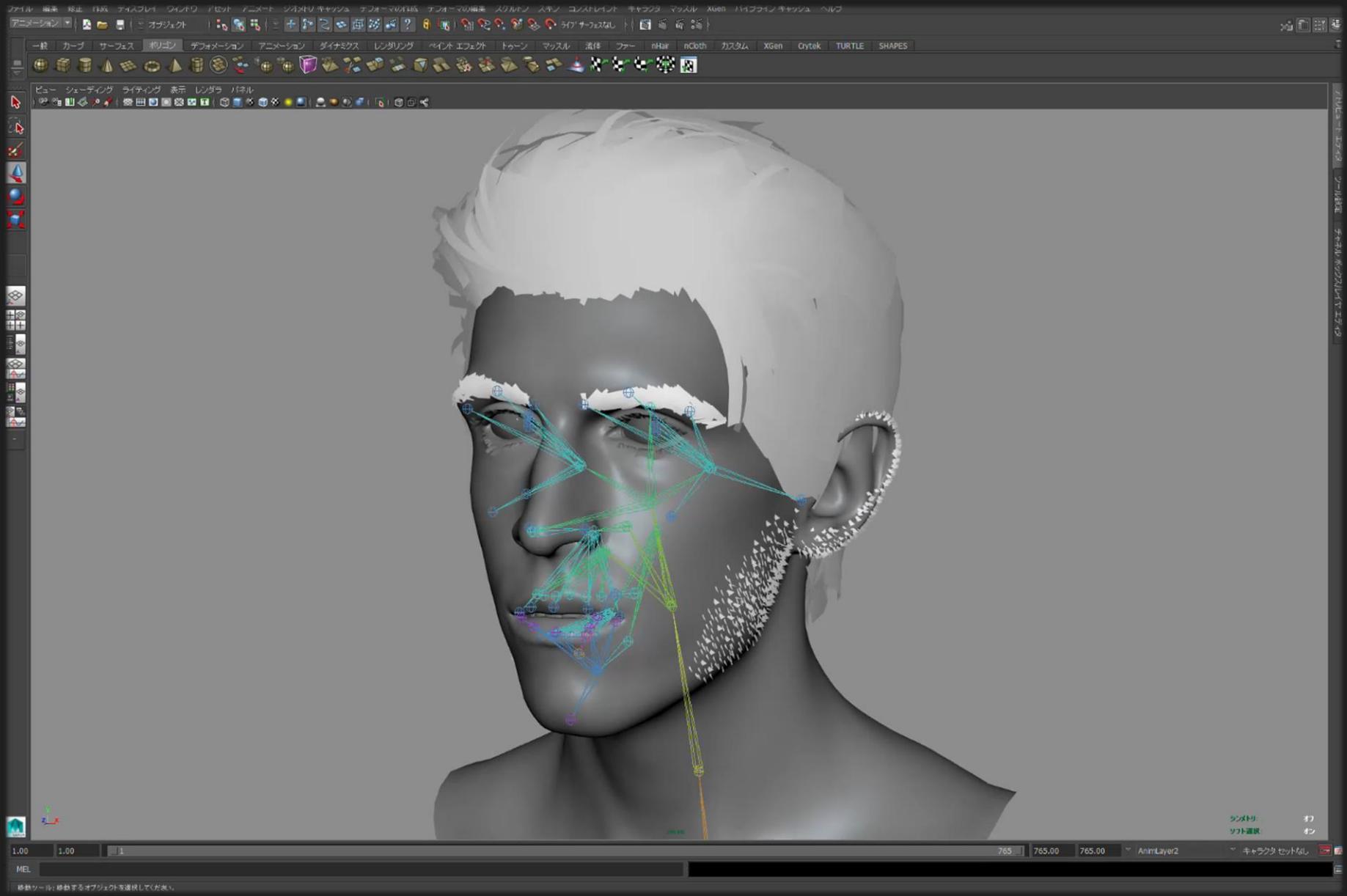


ジョイント

ジョイント入れ

- ・ 表情作りのためではない
- ・ 変形過程を想像しながら
絶対動かすだろうという箇所想定して入れた





人間完成！



狼男の作成





狼男の作成

Zbrushでスカルプト

- ・ トポロジは変えない
- ・ 人との差を大きく出しつつ
無理な変形には気を付ける



狼男の作成

Zbrushでスカルプト

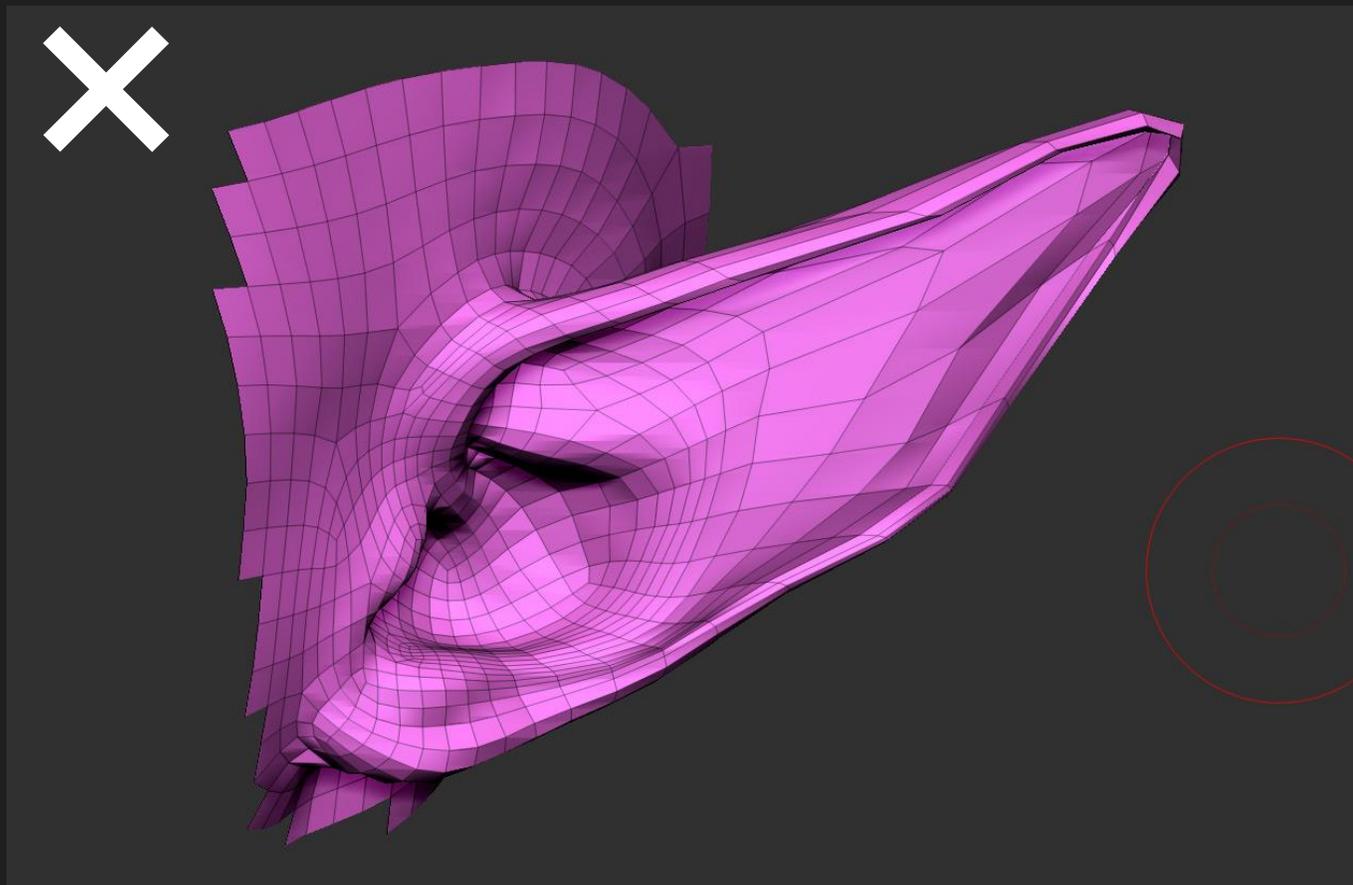
- ・ トポロジは変えない
- ・ 人との差を大きく出しつつ
無理な変形には気を付ける



狼男の作成

無理な変形には気を付ける

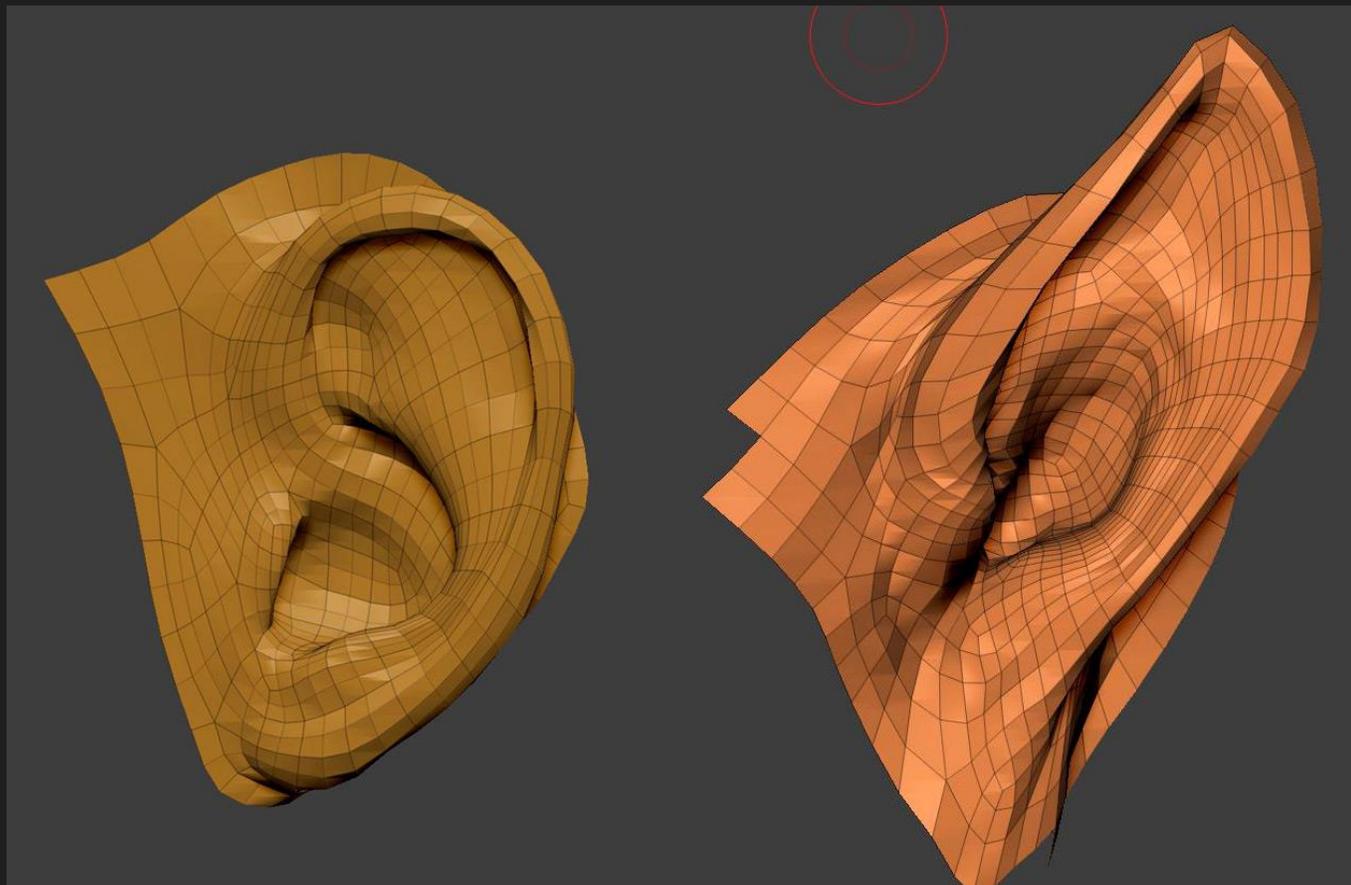
- ・ 極端ですがダメな例



狼男の作成

無理な変形には気を付ける

- ・ 耳は歪みやすい
- ・ Divideが低い状態でポリゴン密度を気にしながらスカルプトする



狼男の作成

無理な変形には気を付ける

- ・ 没にした変身途中のモデル
- ・ 皮膚が削れる表現をよく見せるのは難易度が高めだった



狼男の作成

無理な変形には気を付ける

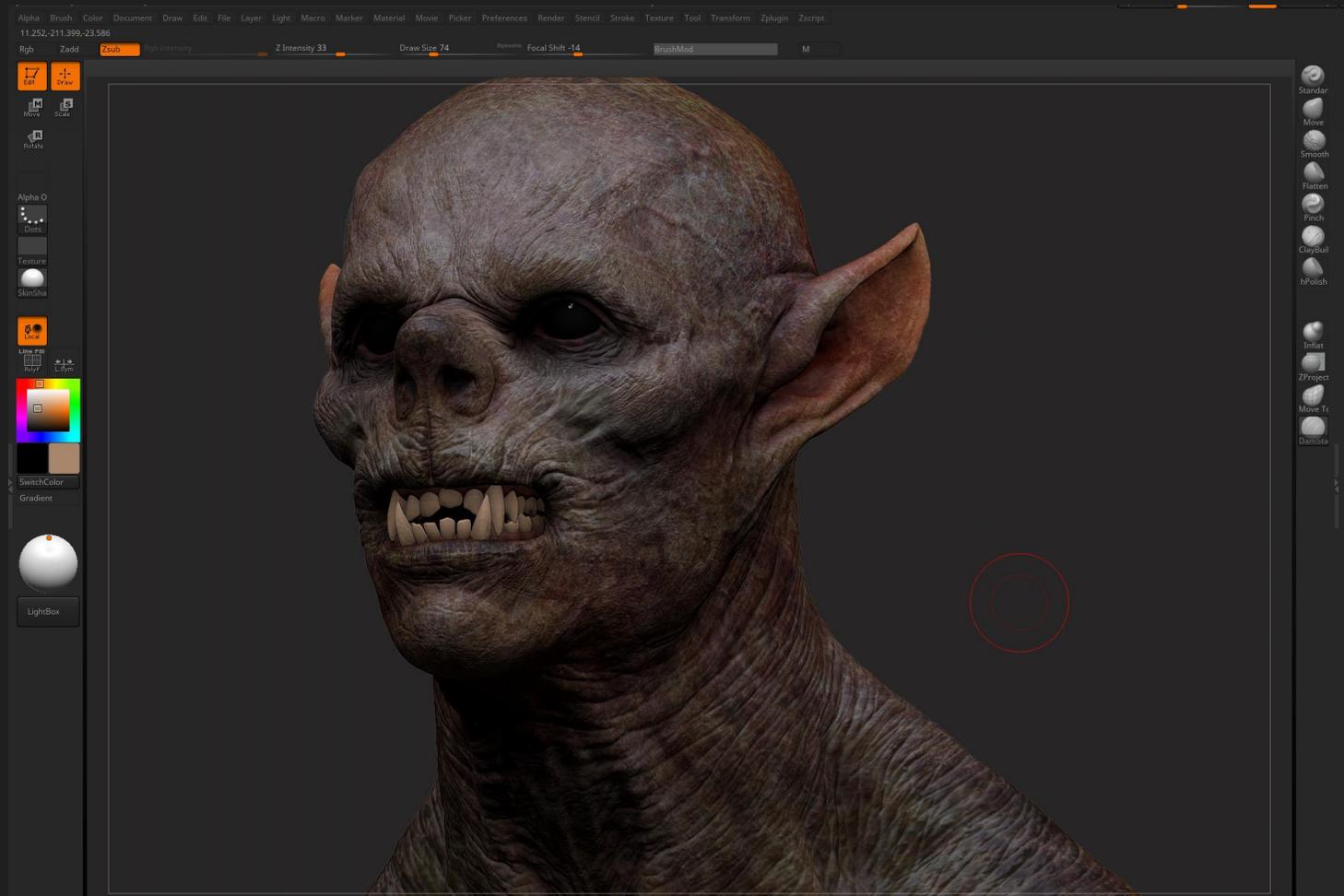
- ・ 没にした変身途中のモデル
- ・ 皮膚が削れる表現をよく見せるのは難易度が高めだった



狼男の作成

Polypaint

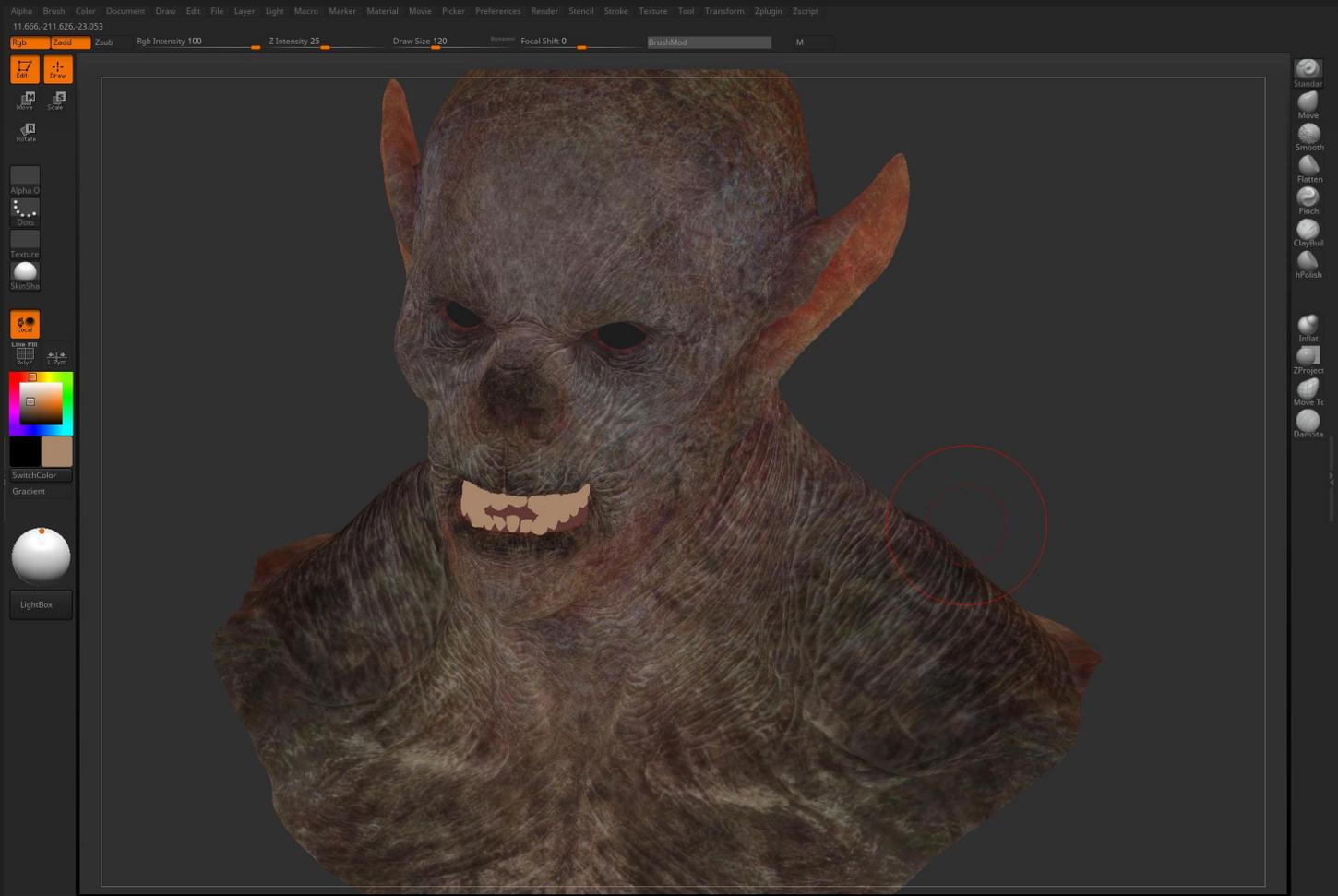
- ・ 作り始めの早い段階で塗る
- ・ 早い段階で変化のテスト



狼男の作成

Polypaint

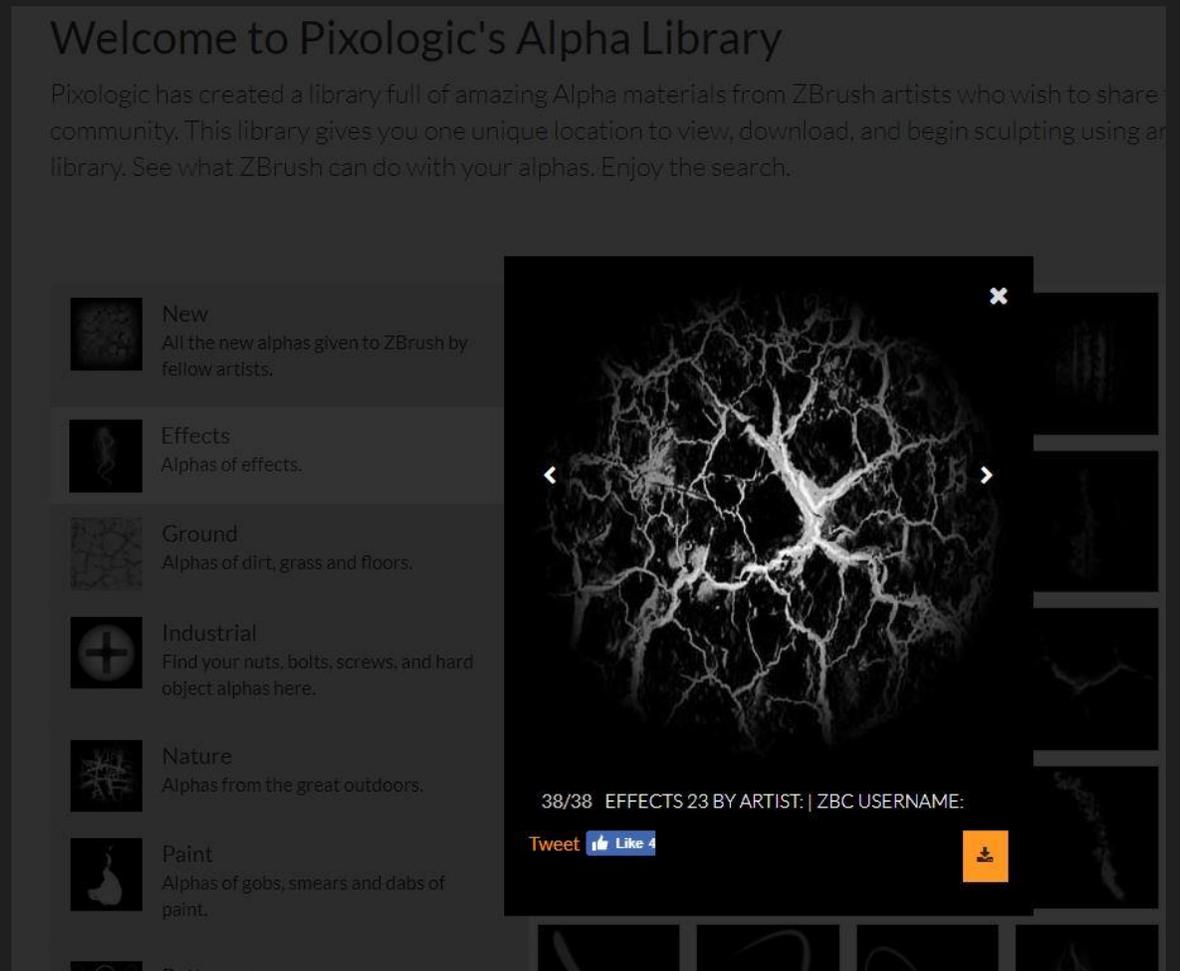
- ・ 作り始めの早い段階で塗る
- ・ 早い段階で変化のテスト



狼男の作成

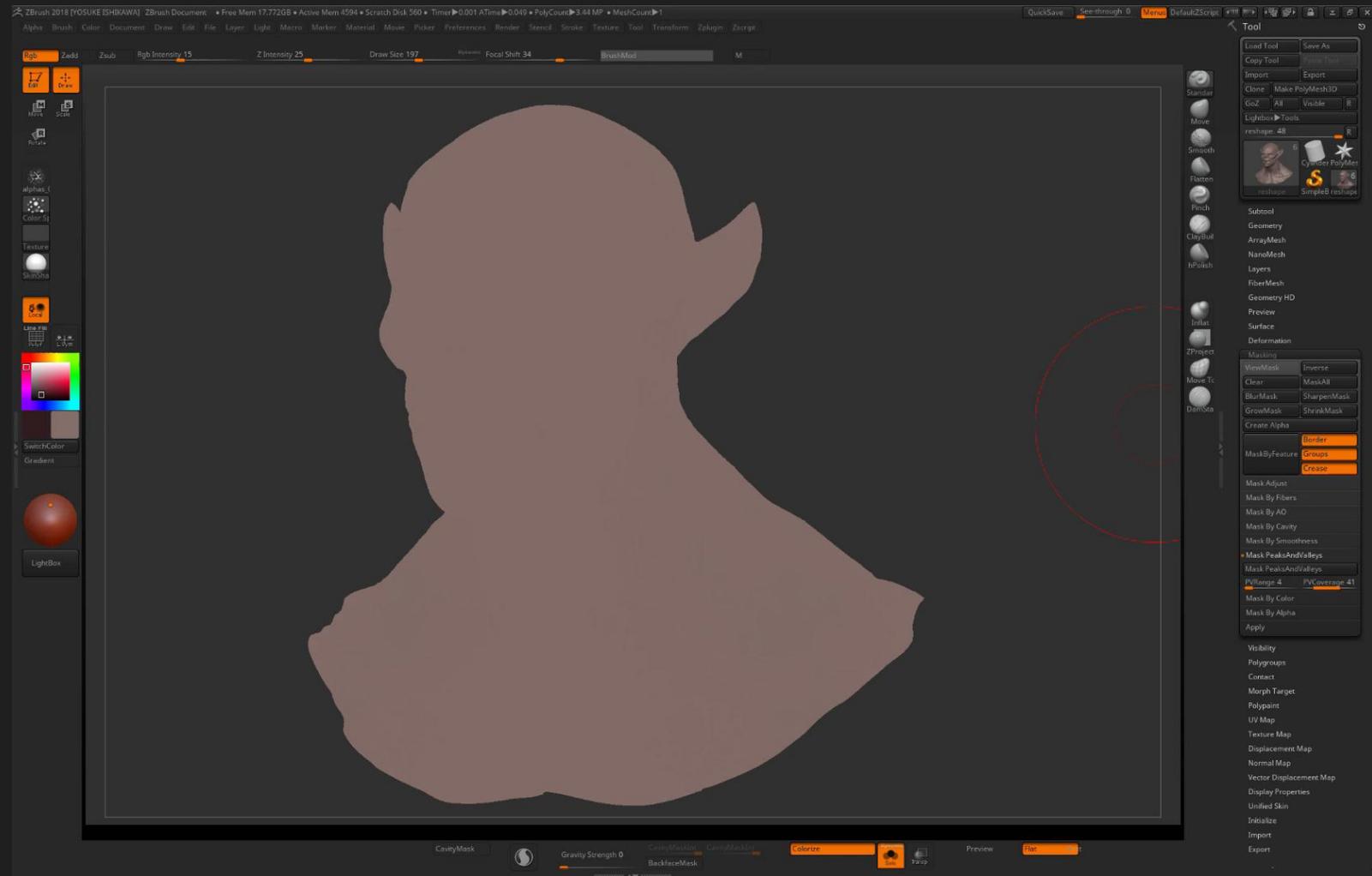
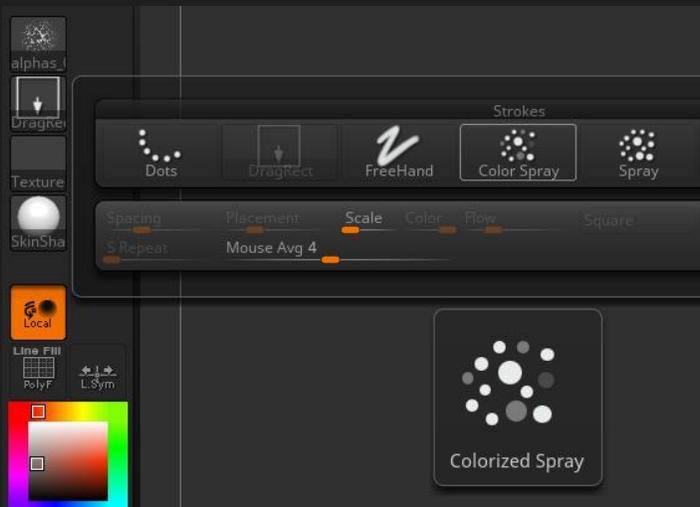
よく使うアルファ

- EFFECTS 23



狼男の作成

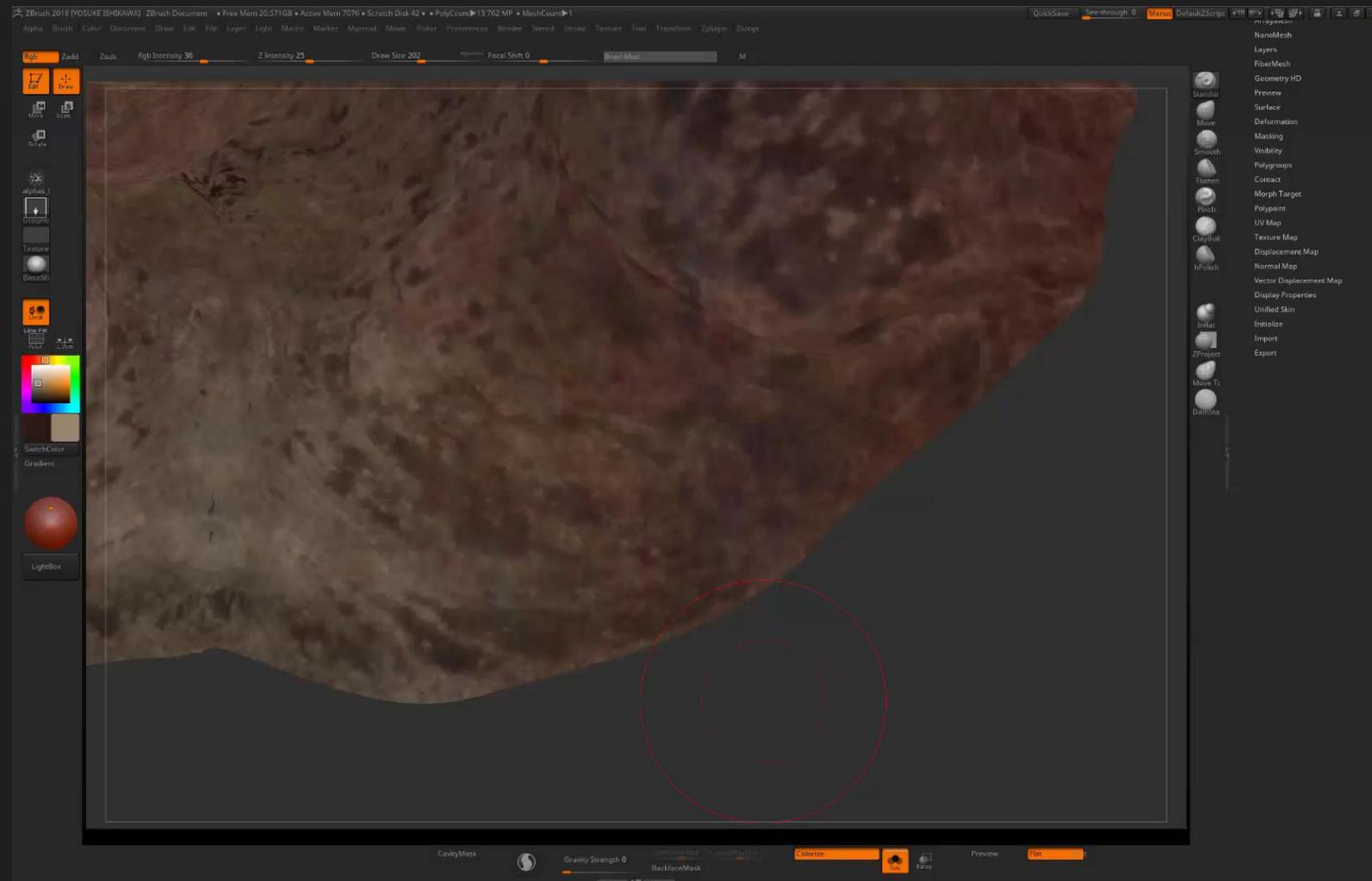
Colorized Spray



狼男の作成

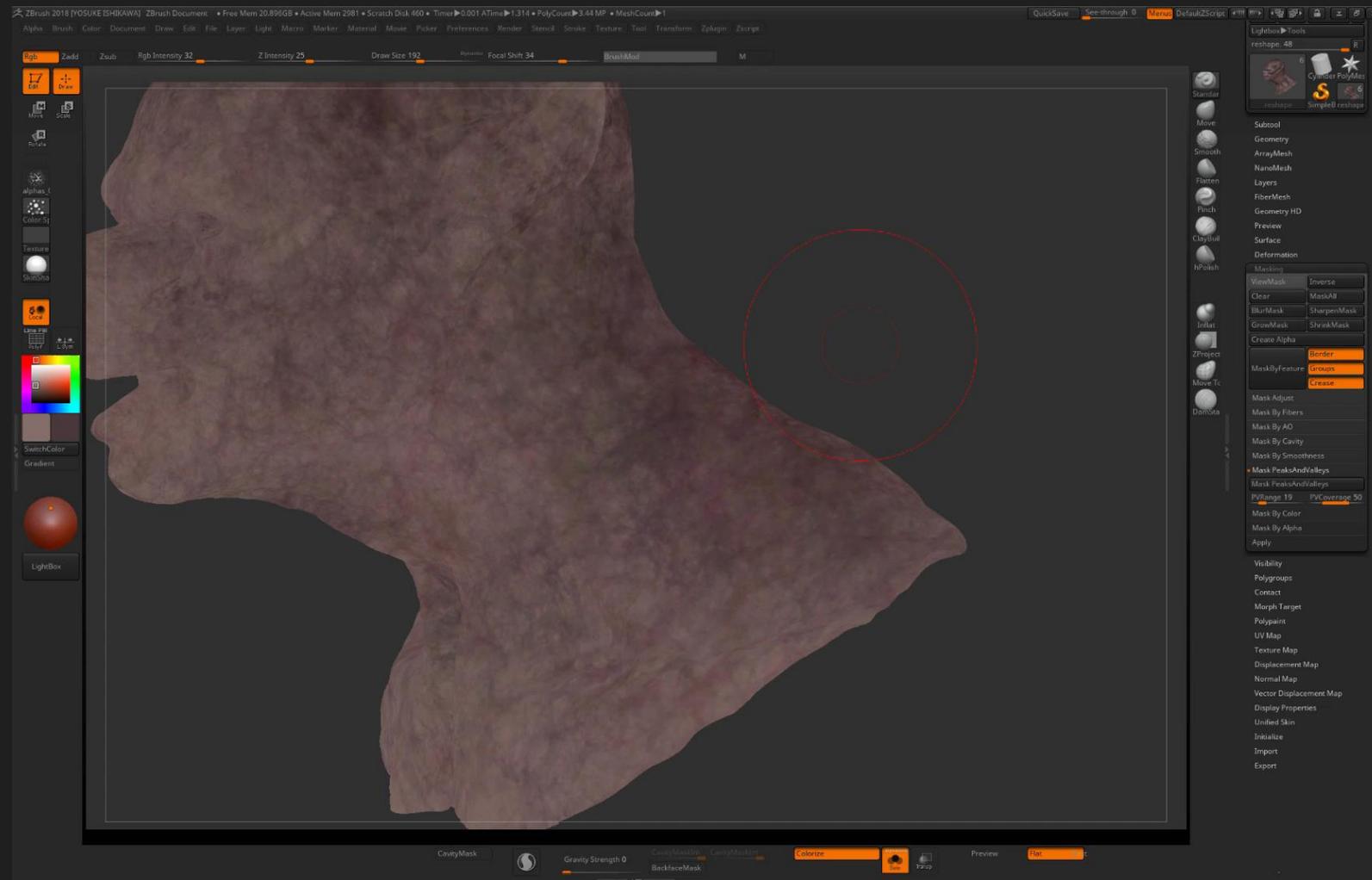
DragRect

- ・サクッと斑点を作る時



狼男の作成

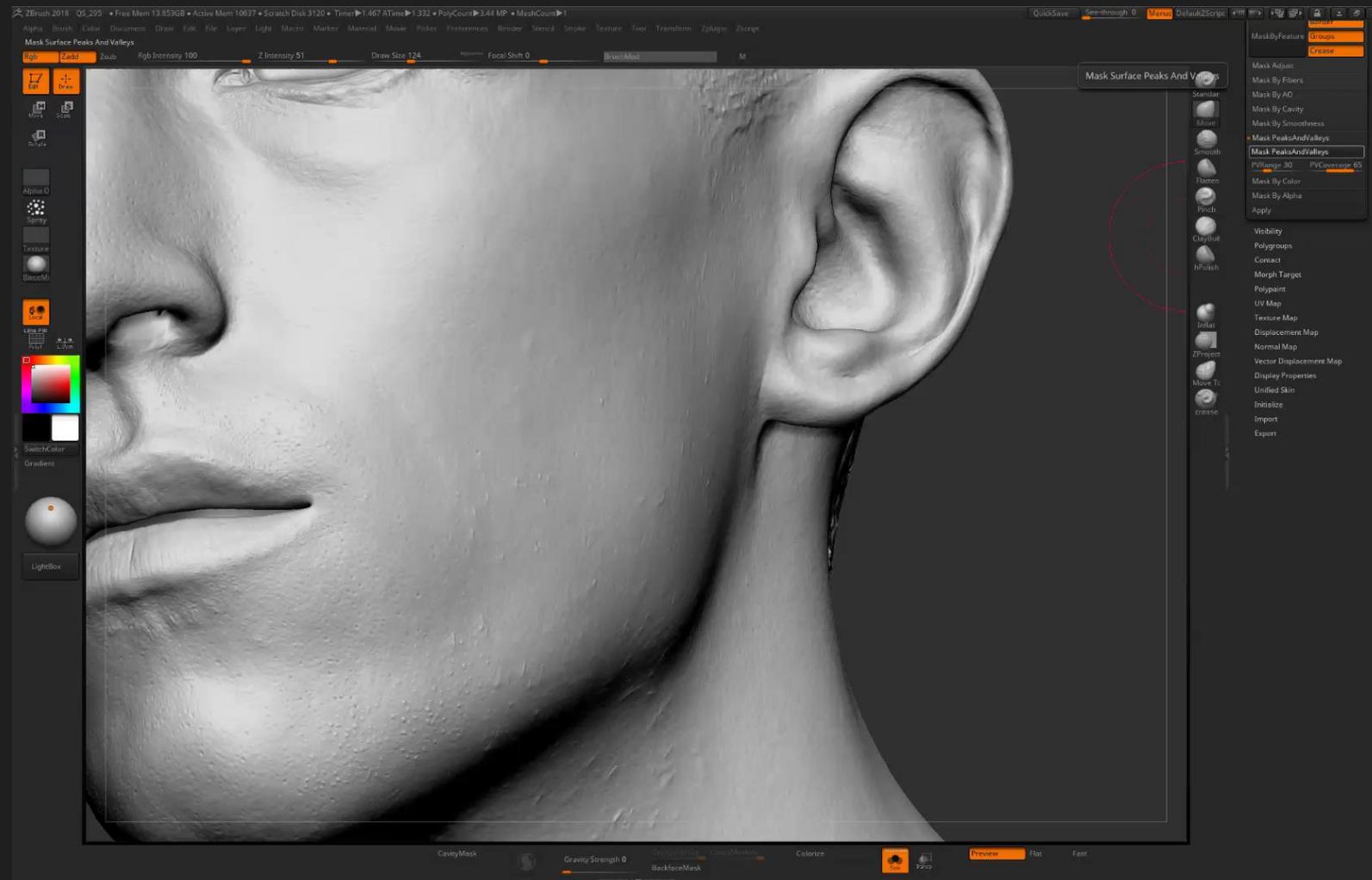
Mask PeaksAndValleys



狼男の作成

Mask PeaksAndValleys

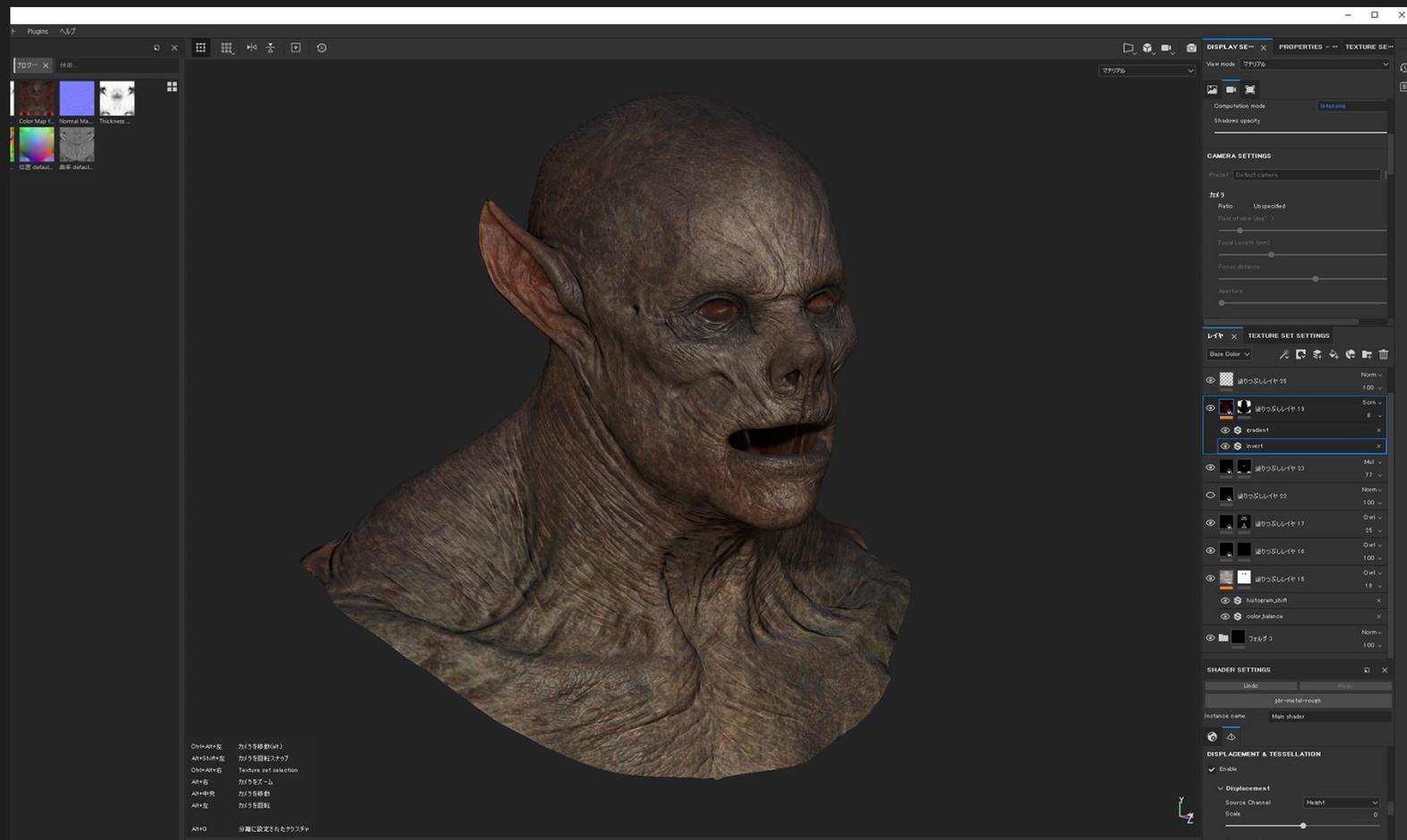
- ・モデリングでも使用
- ・今回は主に中間の皮膚



狼男の作成

Substance Painter

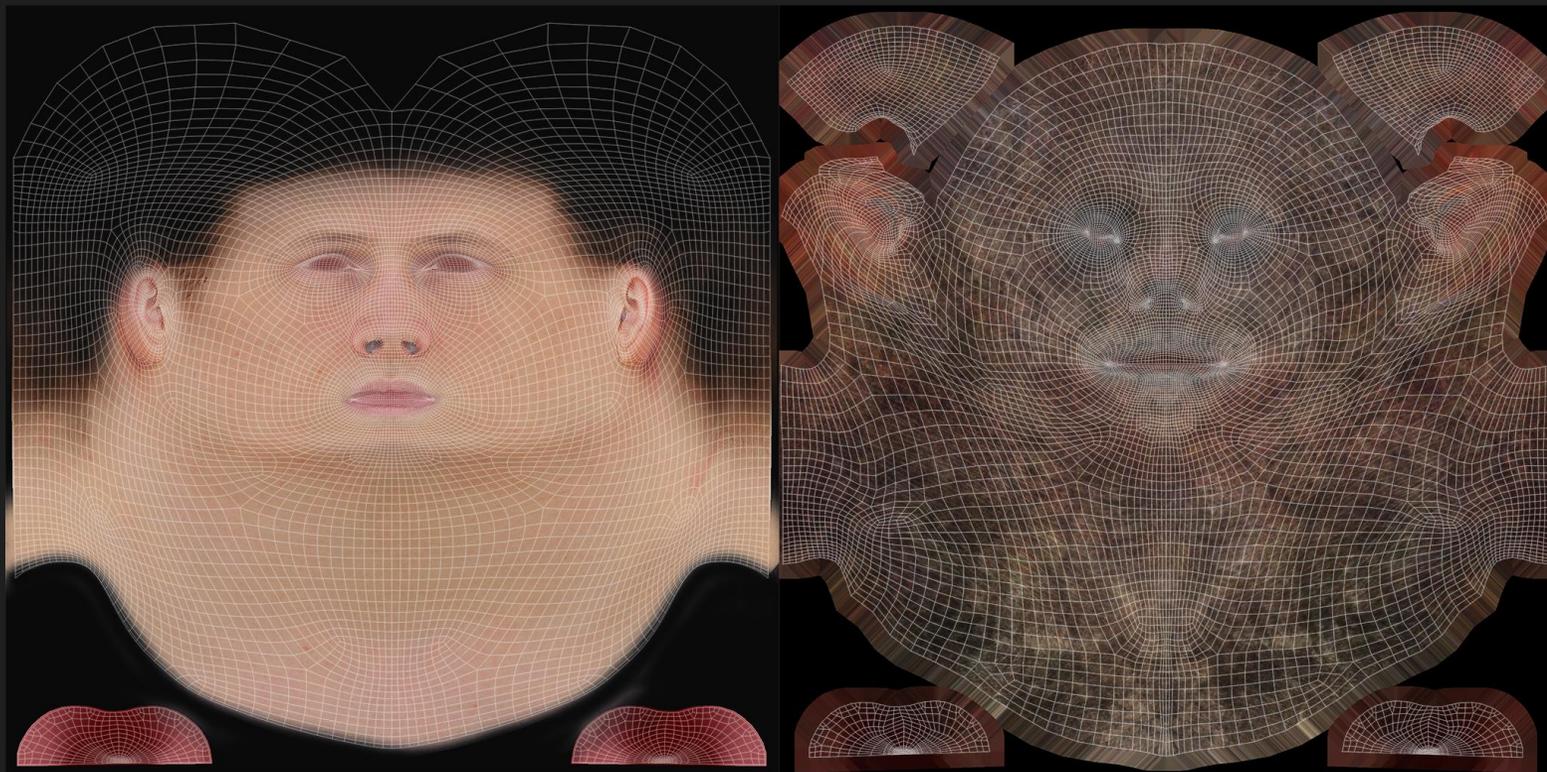
- ・少しノイズを足したり
色見の調整したり程度



狼男の作成

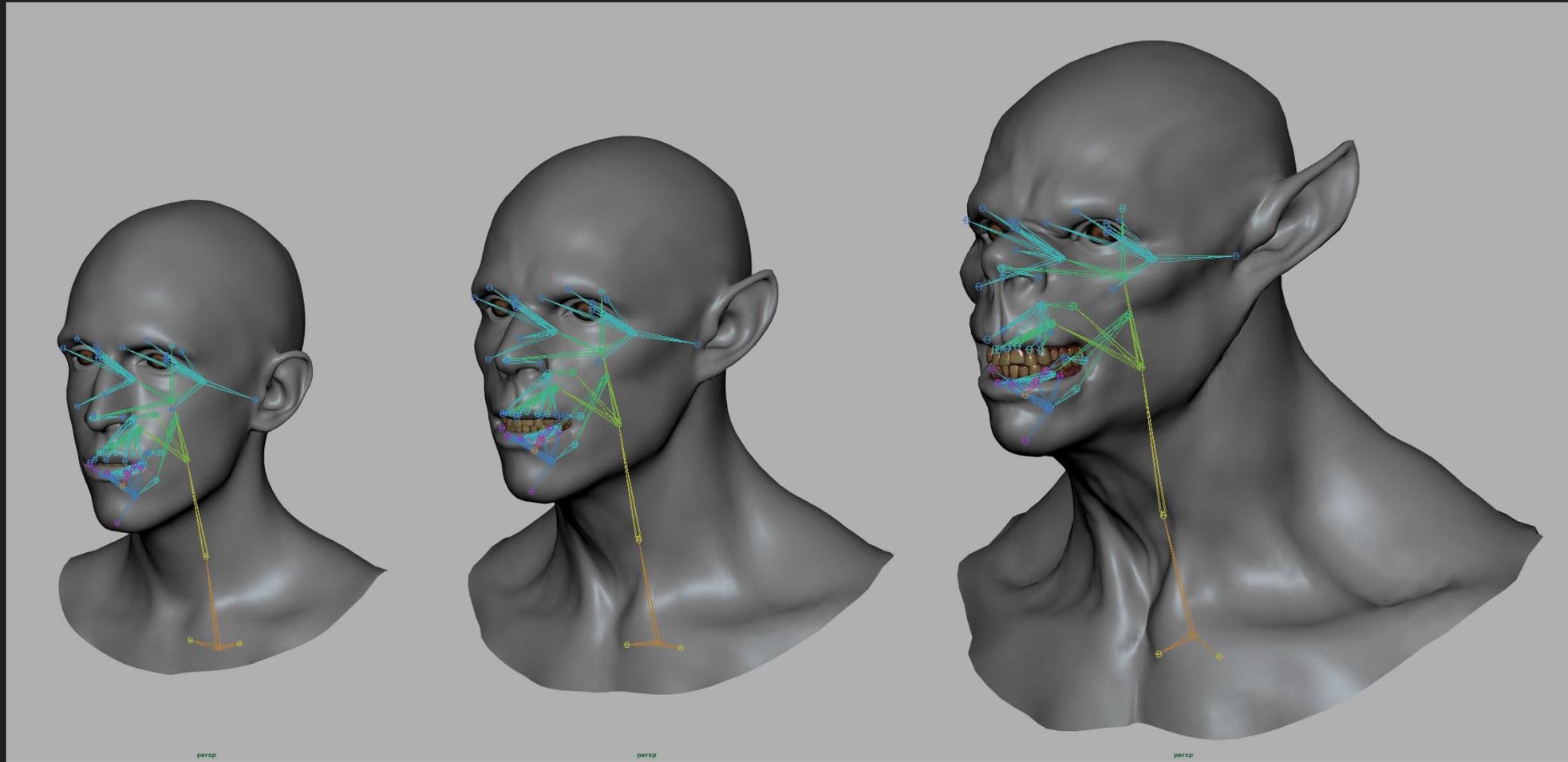
UVsetの用意

- 形状変化でUVが伸びるのでUVsetを用意してバイク
- UE4ではCoordinate IndexでUVsetを指定する





ブレンドシェイプ



ブレンドシェイプ作成補助ツール

braverabbitというサイトで販売・配布されているプラグイン

- SHAPES
有料
- extractDeltas
無料

SHAPES is an easy to use blend shape editing tool providing a unified workflow to create and edit blend shape targets and related dependencies for character articulation.

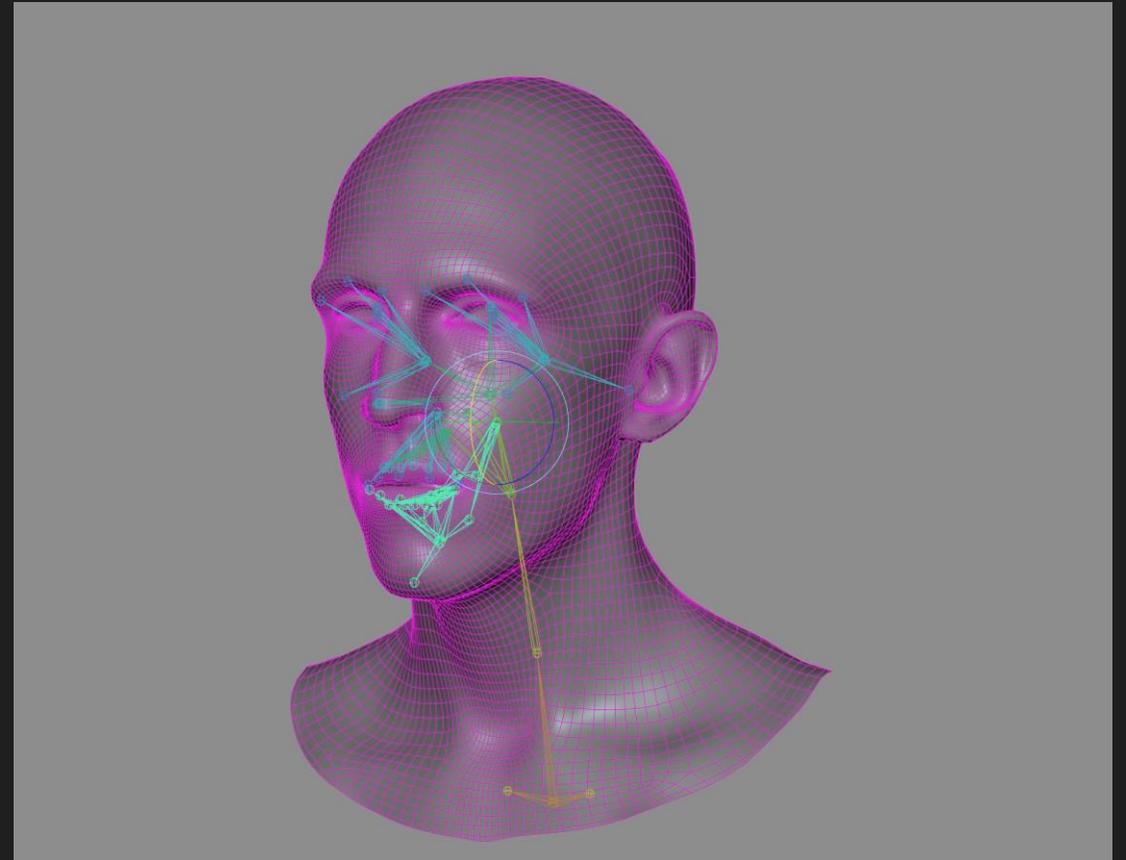
SHAPES is a production proven tool, inspired by industry professionals and designed for the artist to focus on the creative process and it has become the tool of choice by many computer art schools and universities.



ブレンドシェイプ

通常通りのブレンドシェイプ

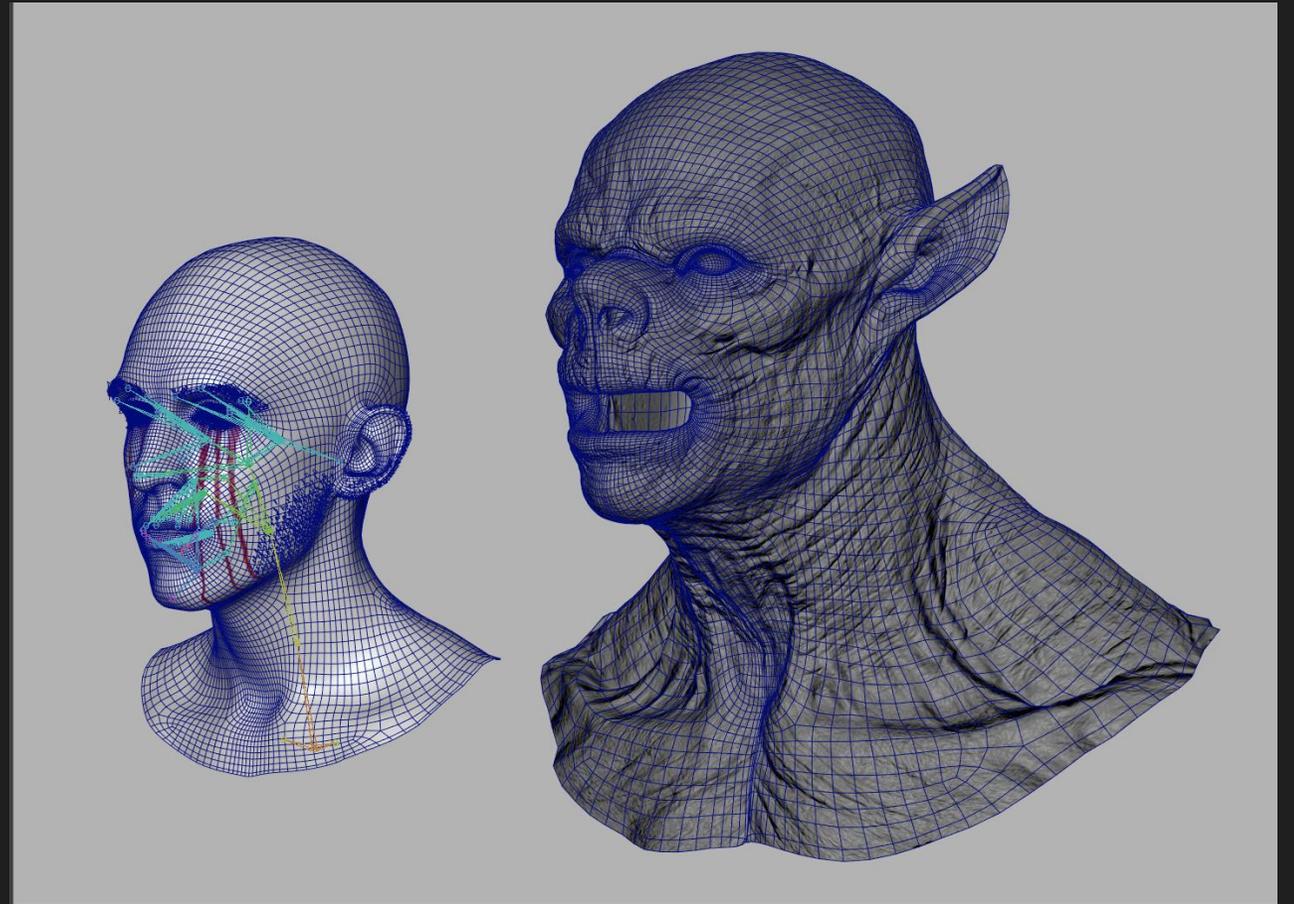
- ・ 当然そのままブレンドシェイプをかけると
ジョイントの位置が大幅にズれる



ブレンドシェイプ

ジョイントの移動

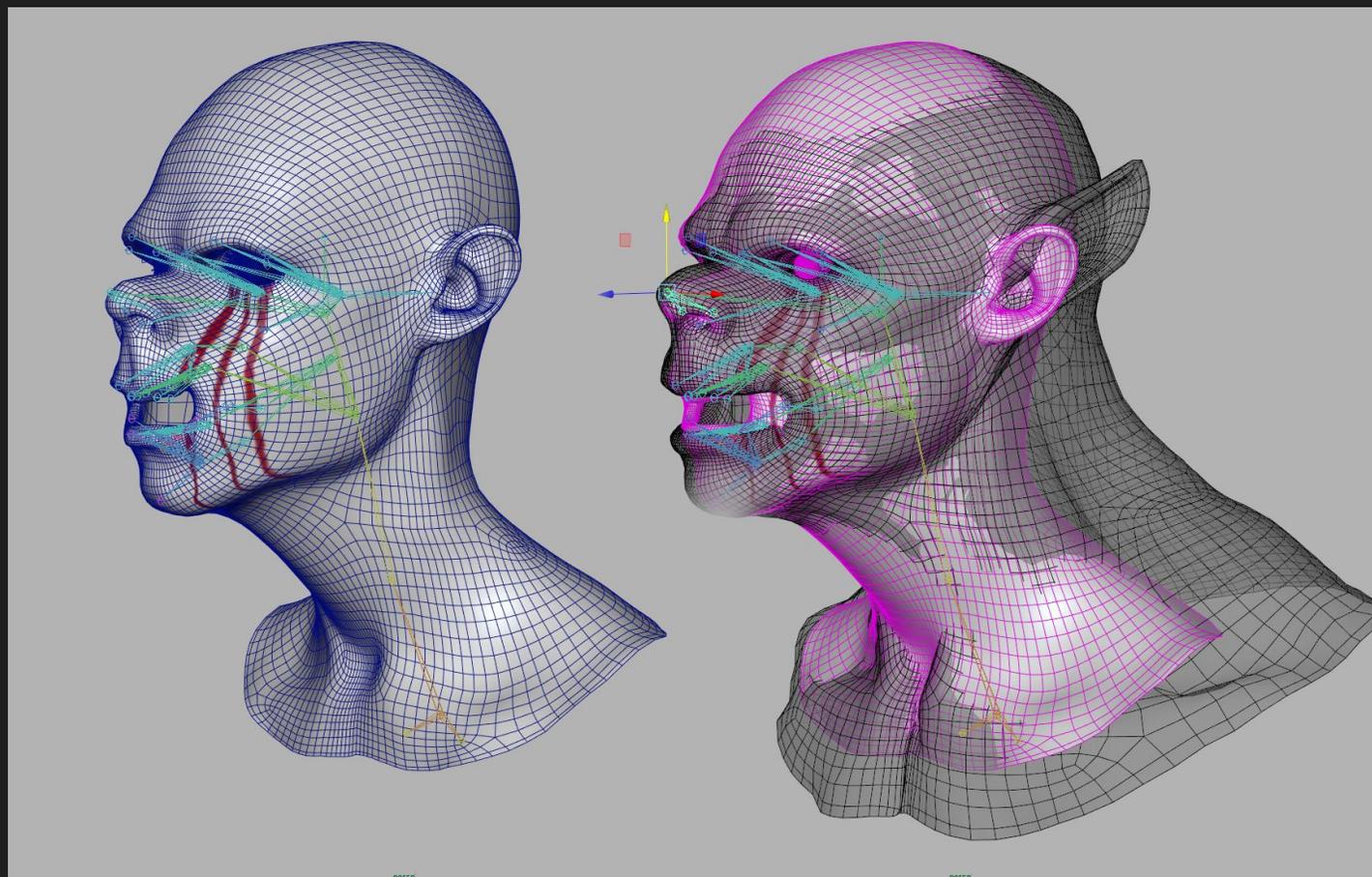
- ローモデル(今回はSdiv2)をmayaに読み込む
- 人間パートで入れておいたジョイントを移動



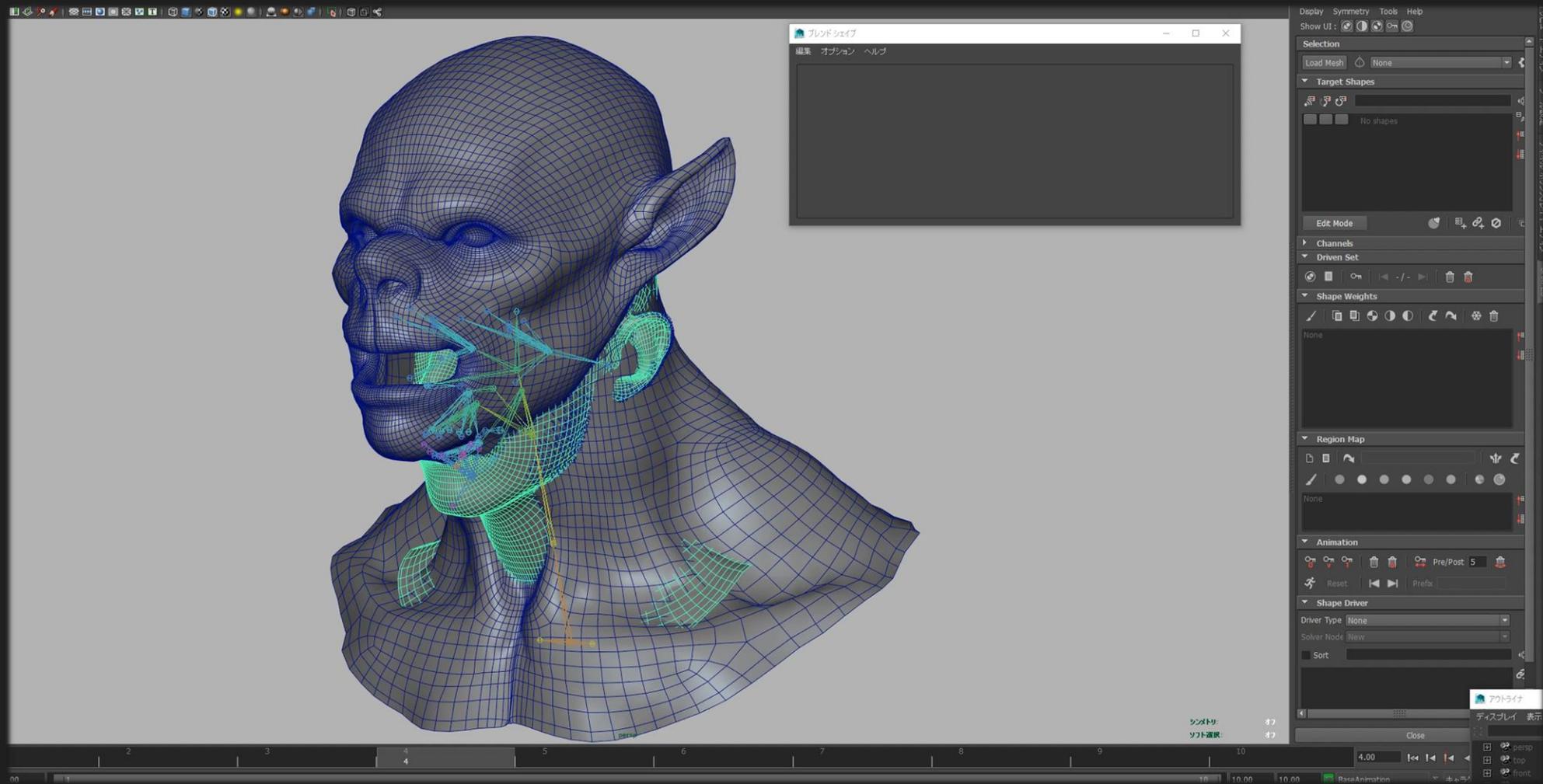
ジョイントの移動

ジョイントの移動

- ・ 狼男のメッシュに合わせる
- ・ 目の位置は出来るだけ正確に。
それ以外は大雑把でOK



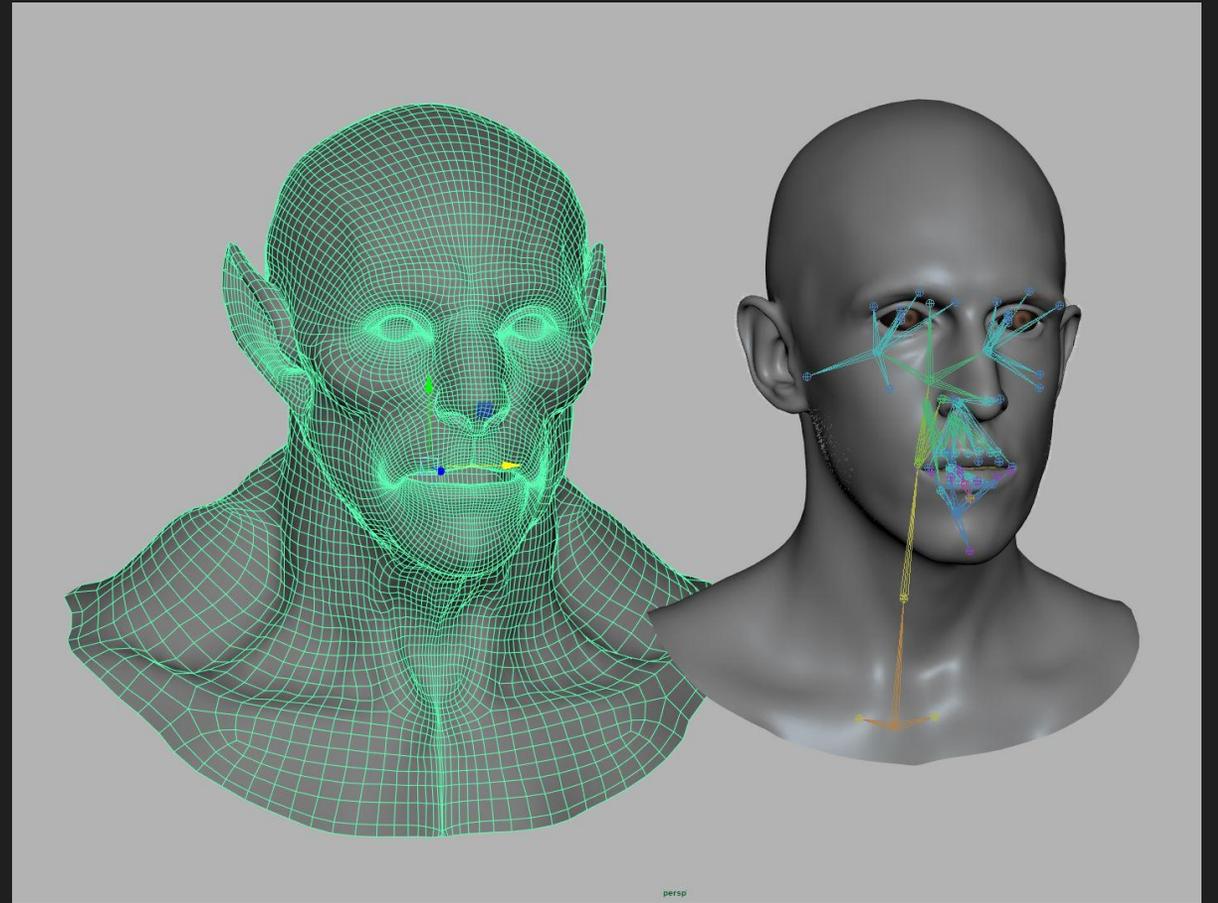
SHAPESでブレンダーシェイプ抽出



SHAPESでブレンドシェイプ抽出

抽出したシェイプ

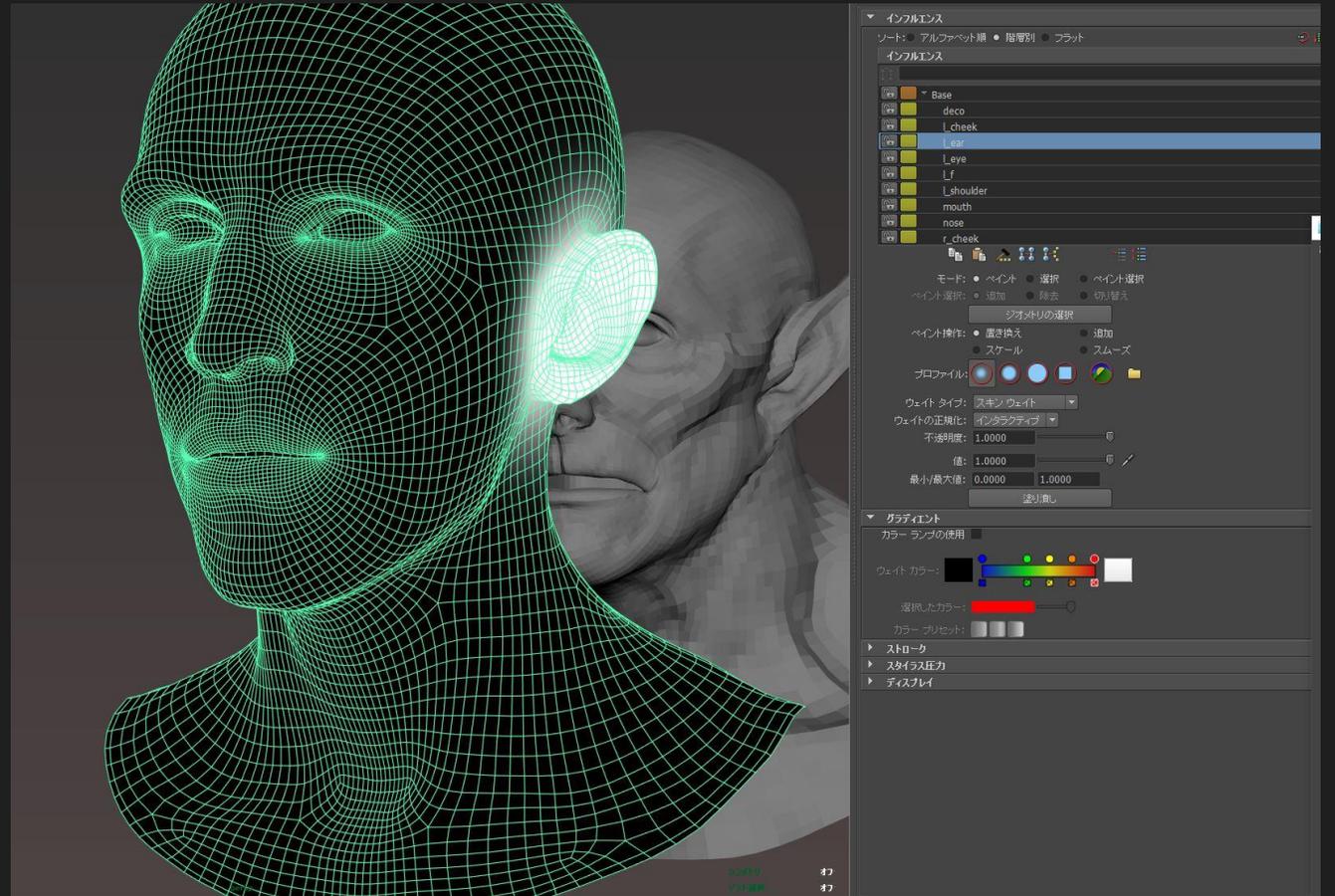
- ・ ジョイント移動を考慮したシェイプ



シェイプを部位毎に分離

シェイプを分割

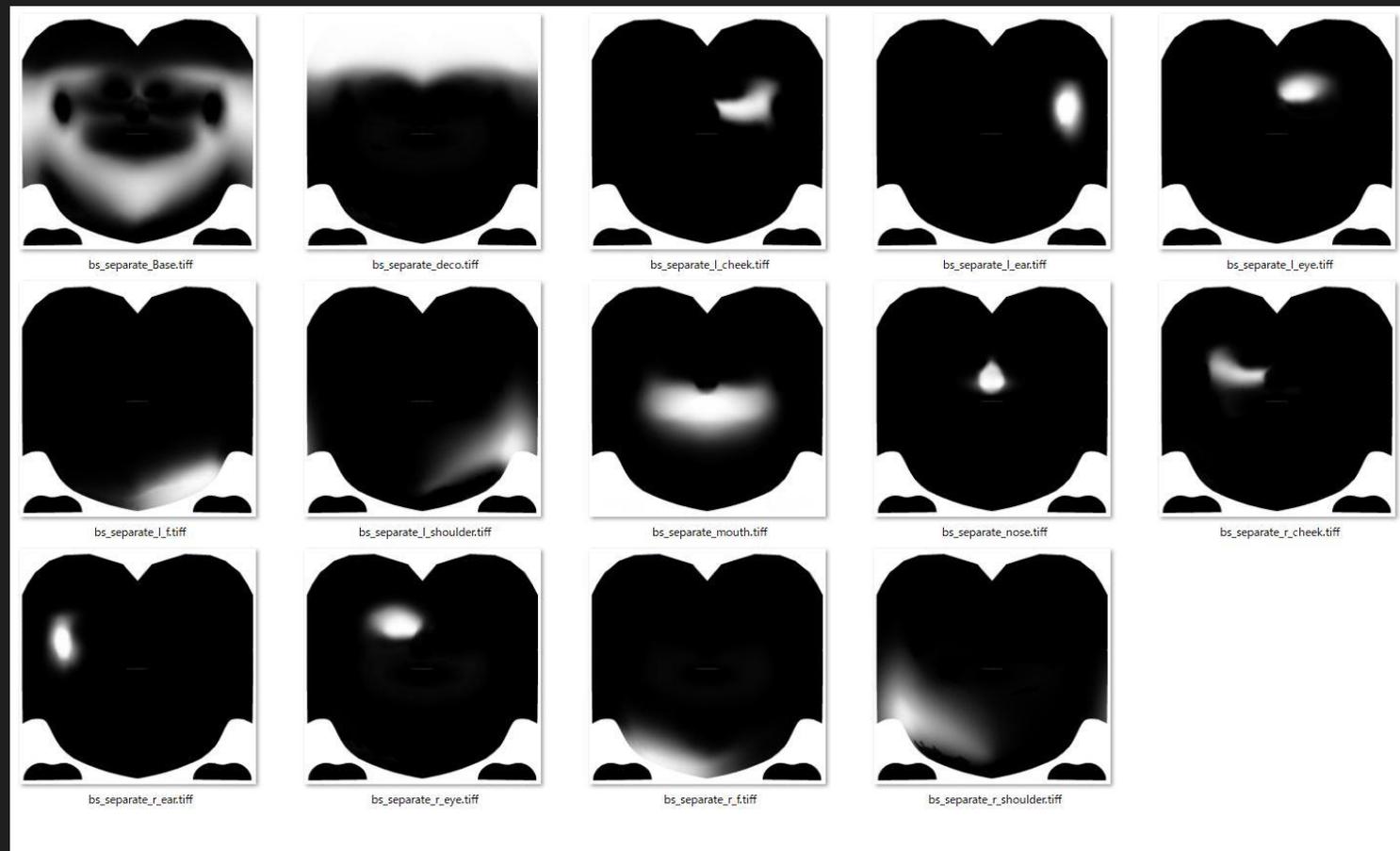
- ・ 白黒マップを塗り分け



シェイプを部位毎に分離

シェイプを分割

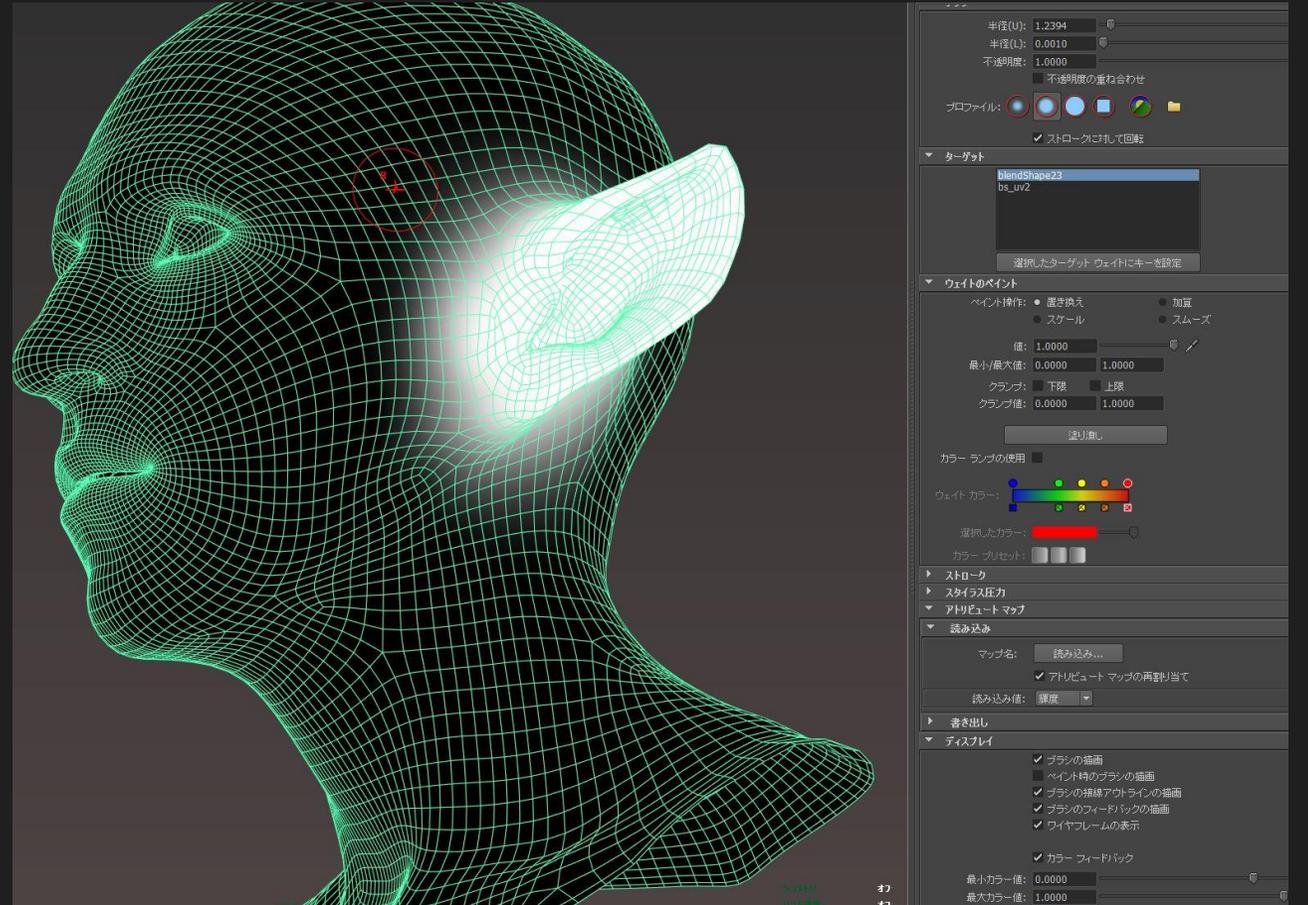
- ・ 白黒マップを塗り分け



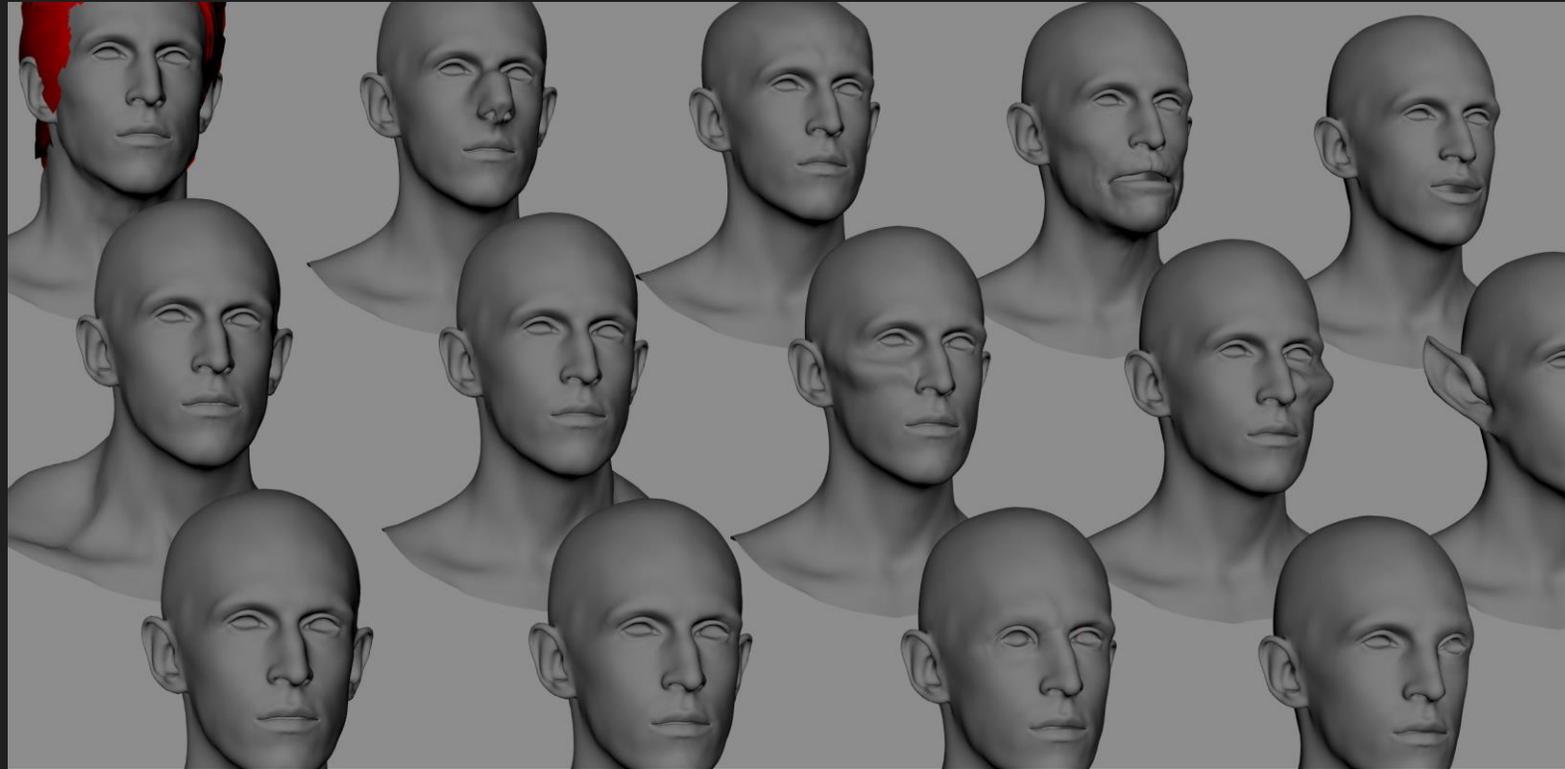
シェイプを部位毎に分離

シェイプを分割

- ・ ブレンドシェイプウェイト
ペイントツールで分割



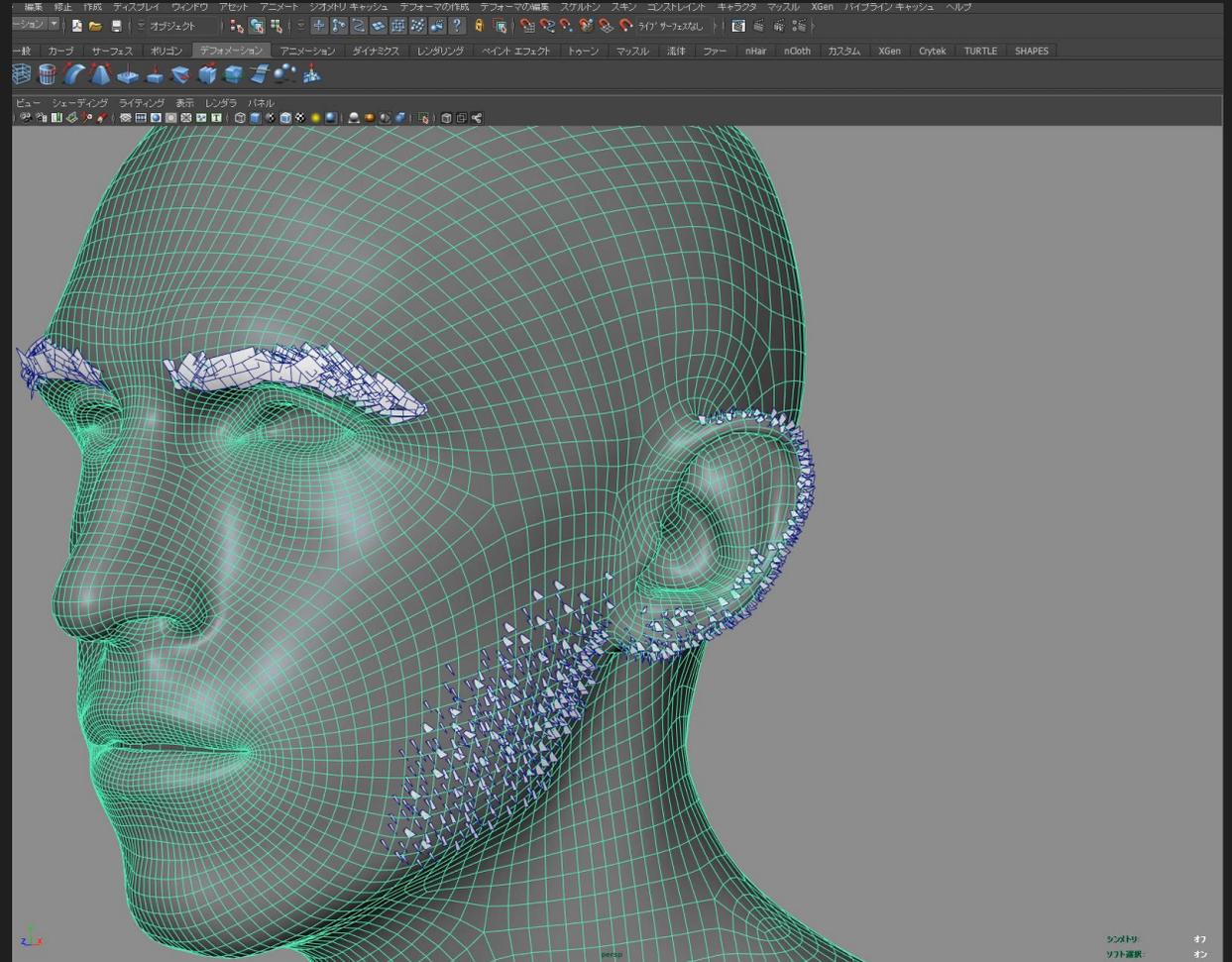
シェイプを部位毎に分離



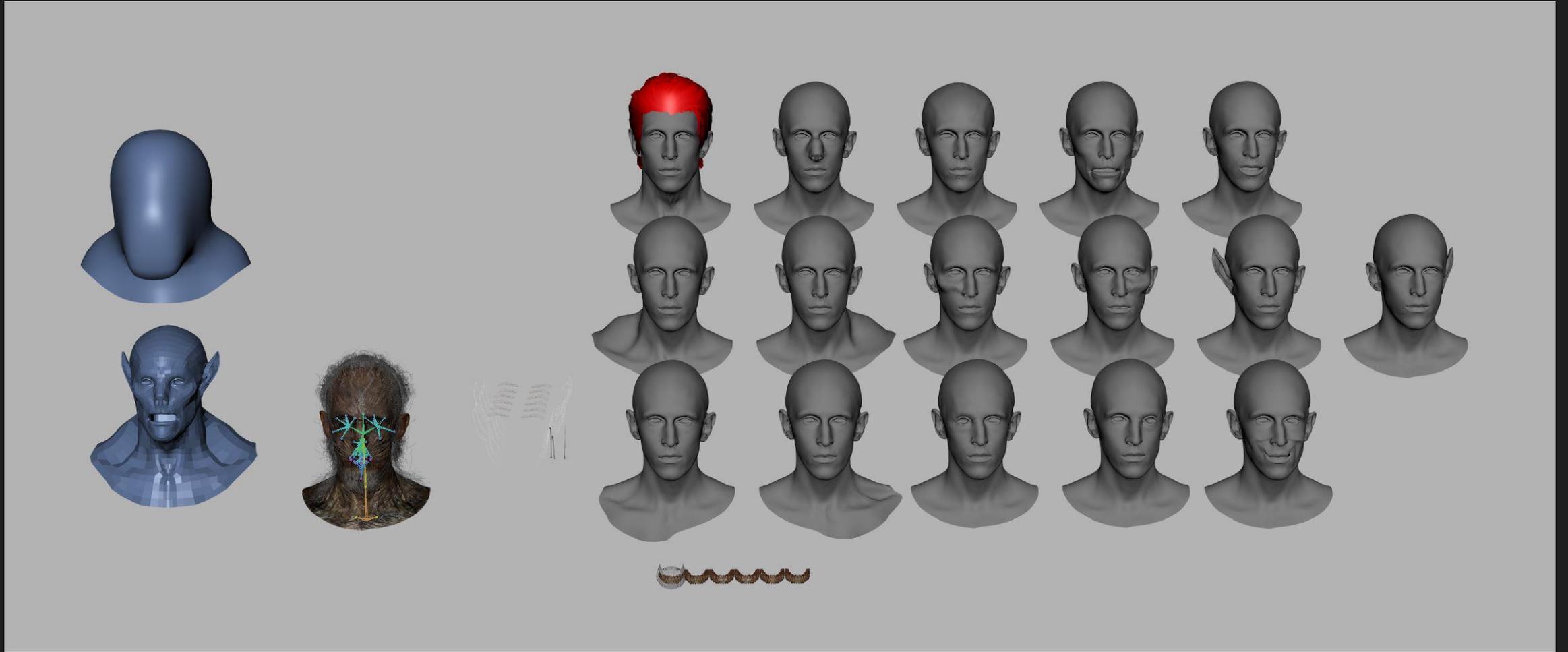
他パーツのブレンドシェイプ

Wrap deform

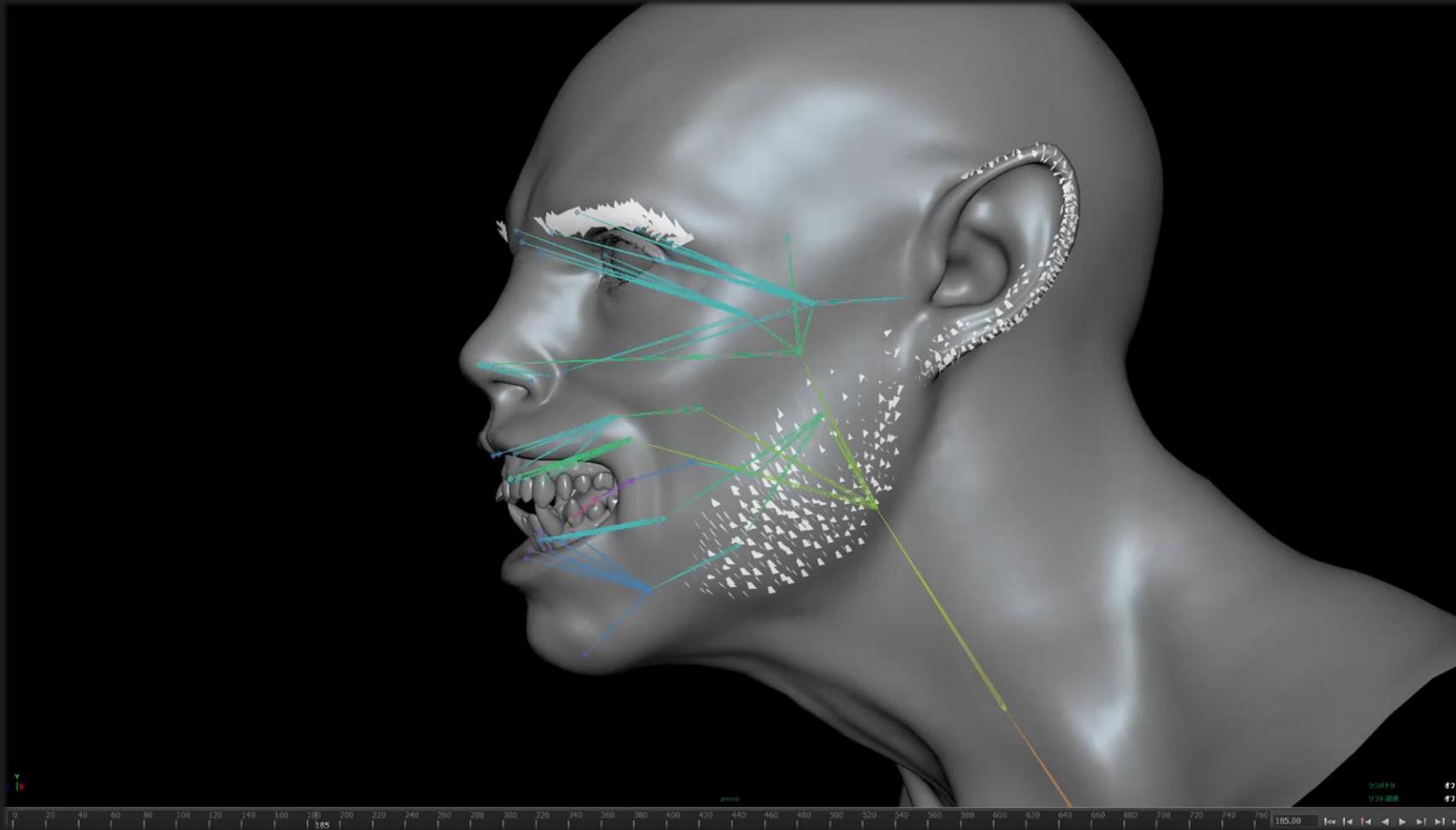
- 眉毛や産毛など、追従が必要なパーツをラップして複製
- Wrapで壊れた箇所を直してブレンドシェイプのターゲットにする



全てのブレンドシェイプ完成



アニメーション・・・



変身用シェーダー



変身用シェーダー

シェーダー作成とはいえ・・・

- ・ 基本は知人から教えてもらったり

ググったら出てくるものを参考にしているのが基本です。

協力してくれた方や、参考資料あげている方々、ありがとうございます。

変身用シェーダー

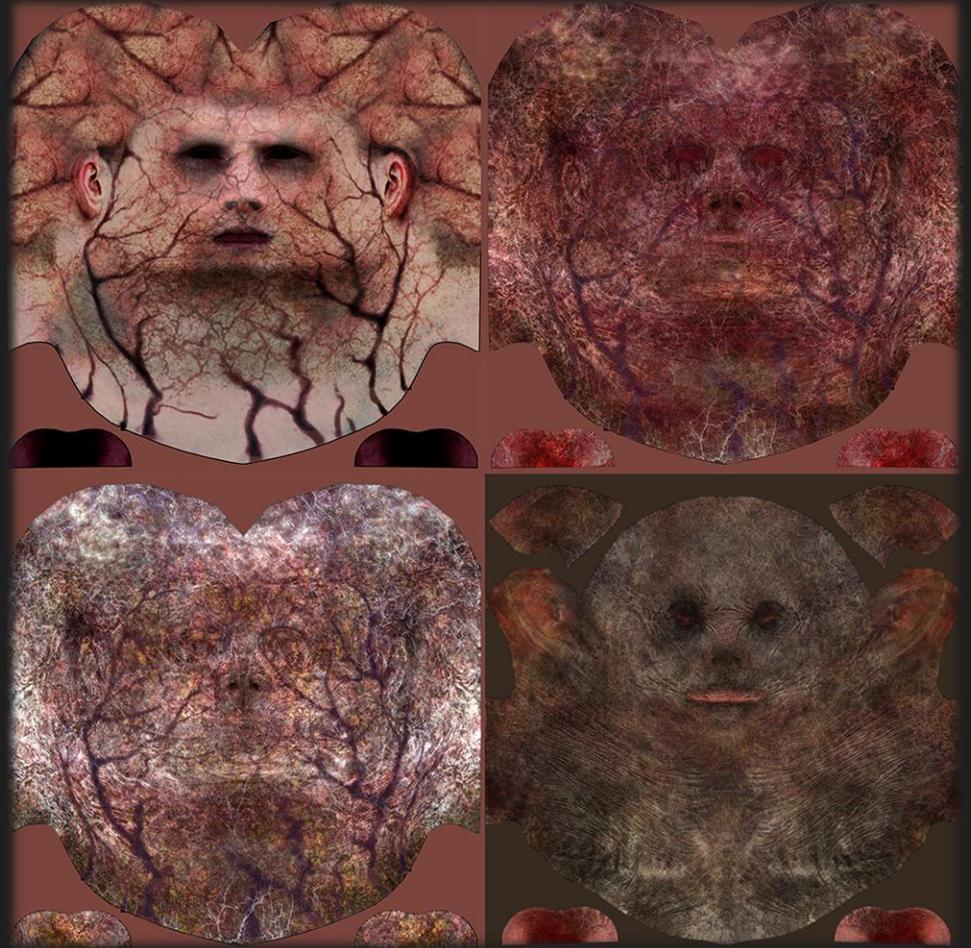
テクスチャを切り替えていく

1, ベース

2, 血管

3, 中間

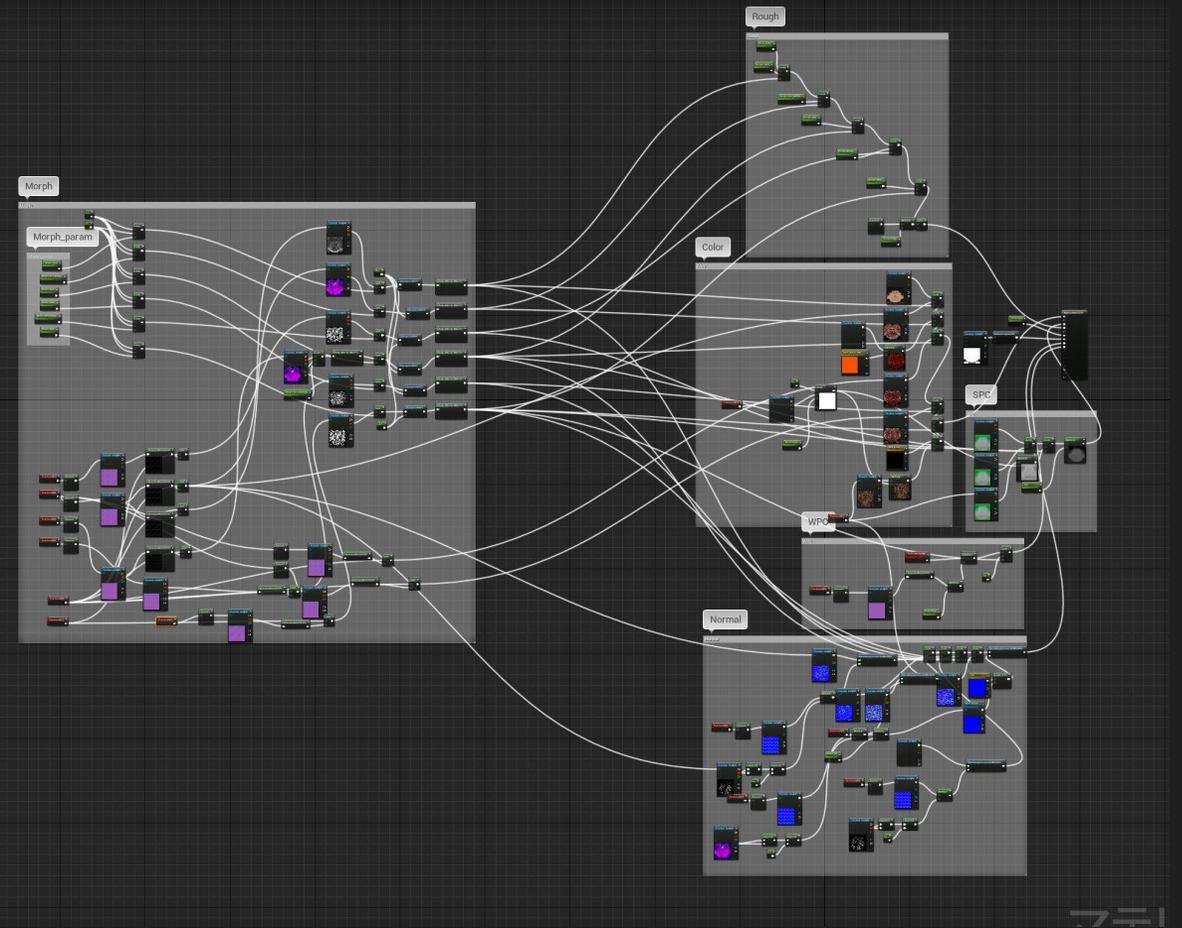
4, 狼男(UV2)



変身用シェーダー

肌の切り替え

- 一見複雑ですが、ひたすらLerpでテクスチャ変えを繰り返してるだけ



変身用シェーダー

肌の切り替え 3パターン比較

- ・ リニア変化
- ・ マスク変化
- ・ テクスチャ歪み変化

変身用シェーダー

リニア

- ・ 単純な切り替え

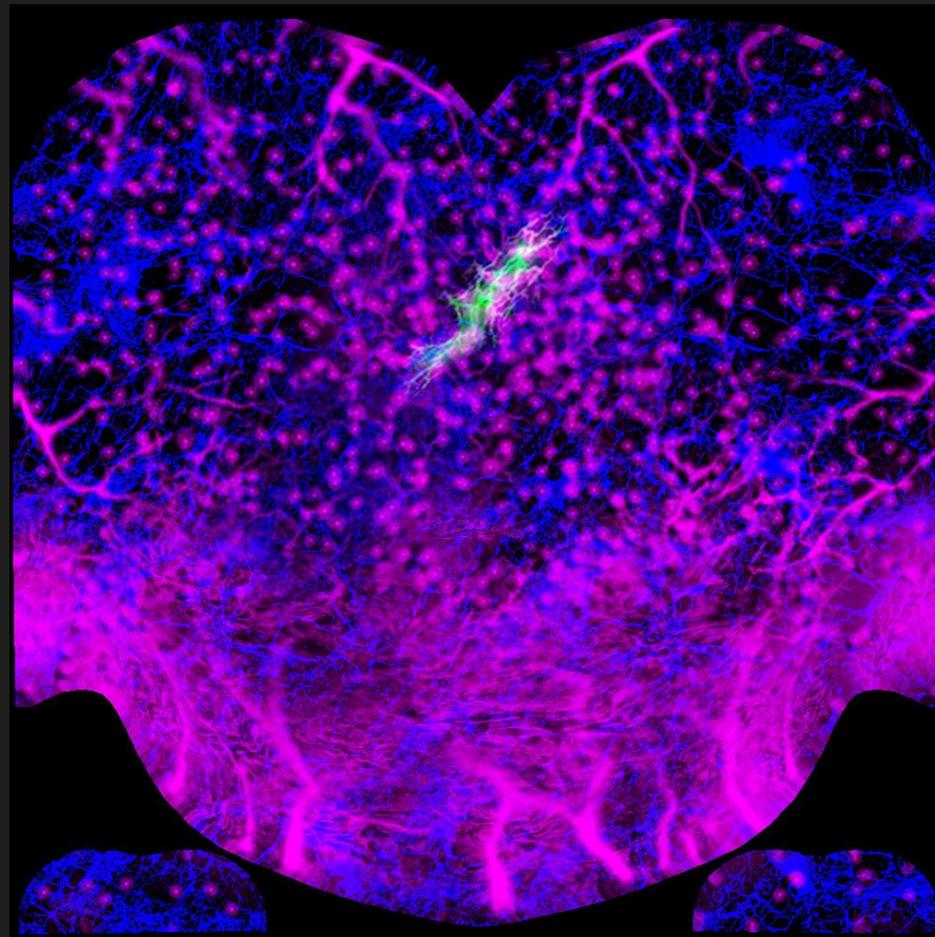
[Not Active - CineCameraActor]



変身用シェーダー

マスクを用意

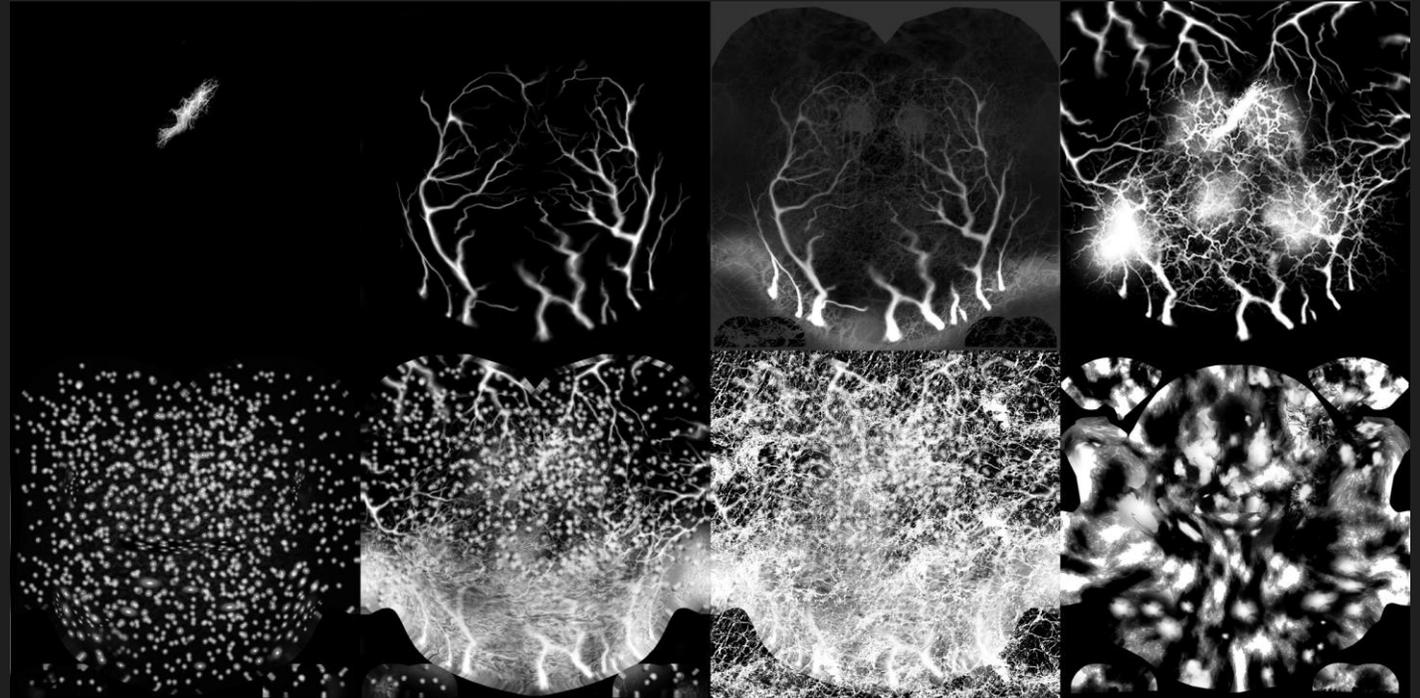
- ・ マスクは血管や、
肌の変化が始まりやすい箇所
ブツブツしてそうな箇所など。



変身用シェーダー

マスクを用意

- ・ マスクは血管や、
肌の変化が始まりやすい箇所
ブツブツしてそうな箇所など。



変身用シェーダー

マスクの制作

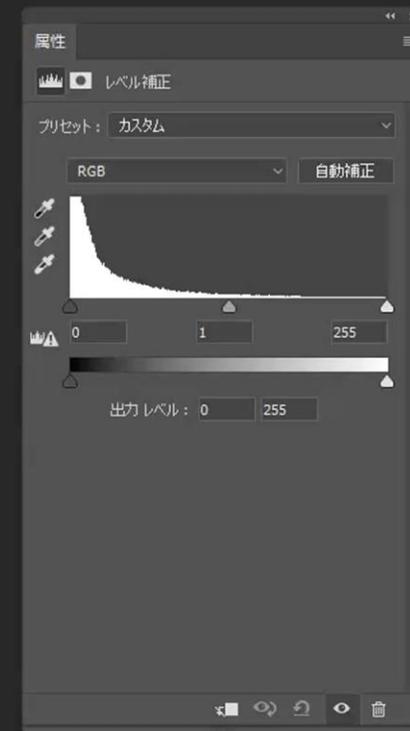
- ・ベースは、大体Zbrushで描いときます



変身用シェーダー

マスクの制作

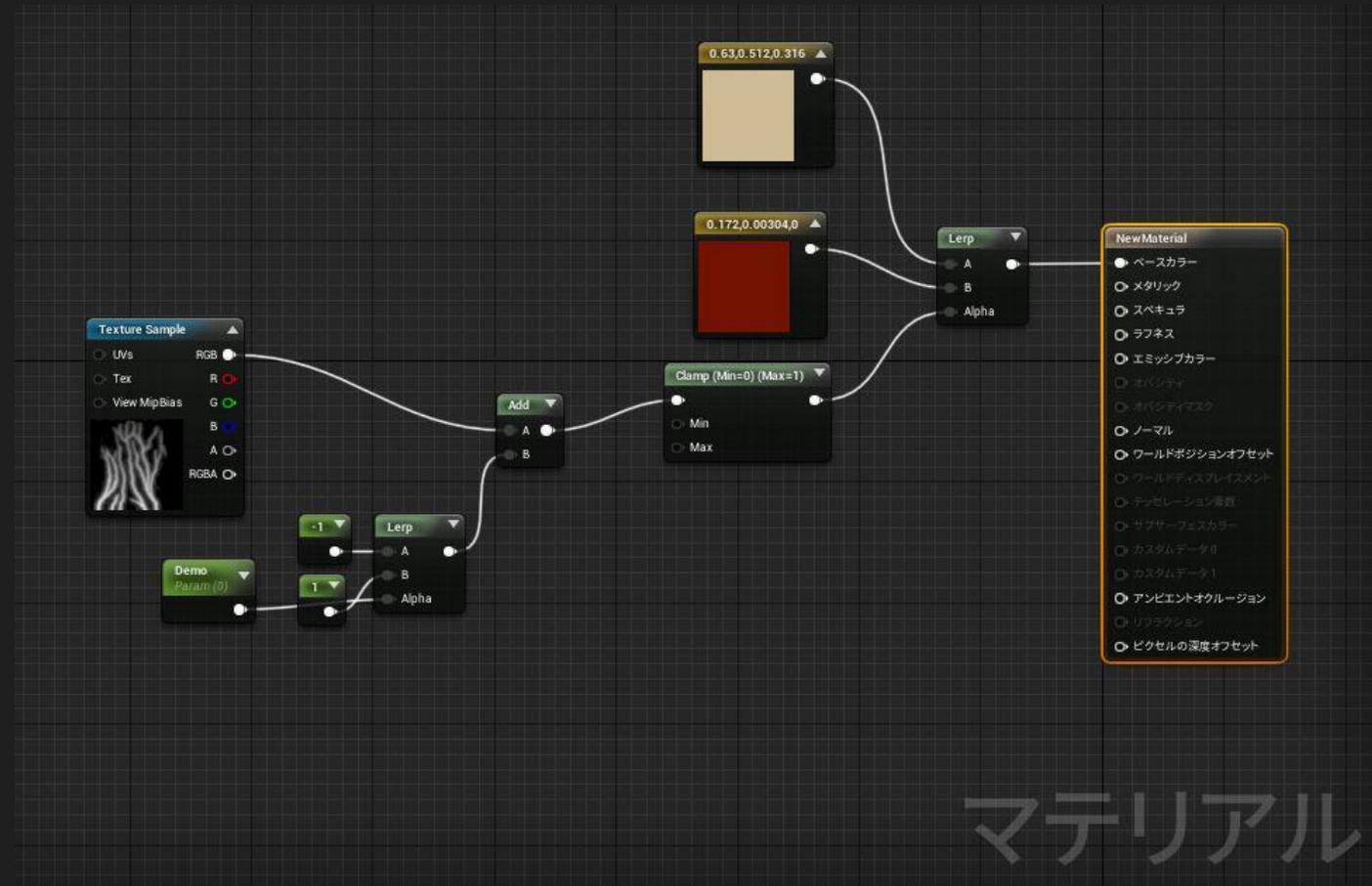
- ・ photoshopのレベル補正で
真ん中をスライドさせたイメージ



変身用シェーダー

マスクを用意

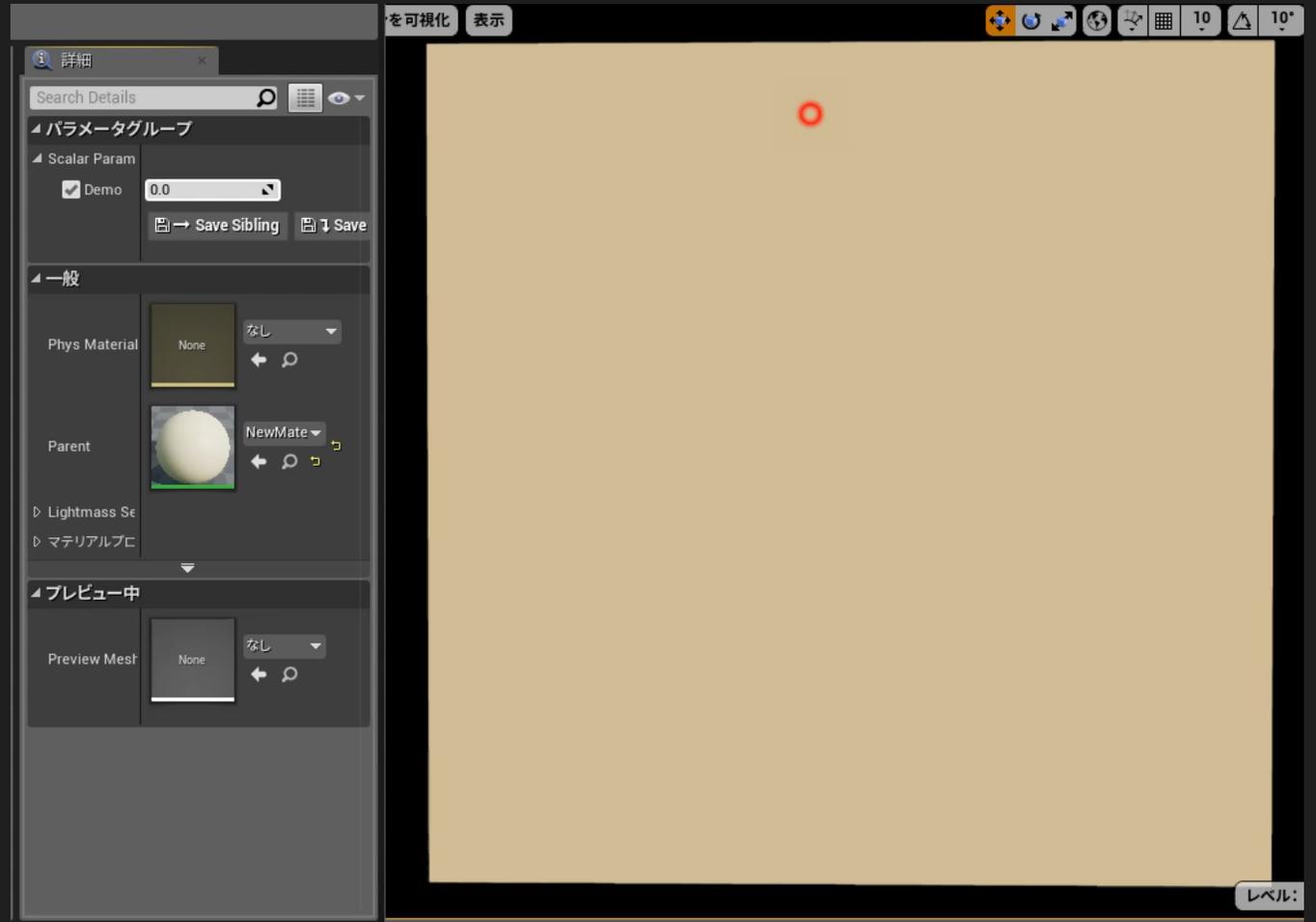
- clampとマスクをつなげて
lerpにさす



変身用シェーダー

マスクを用意

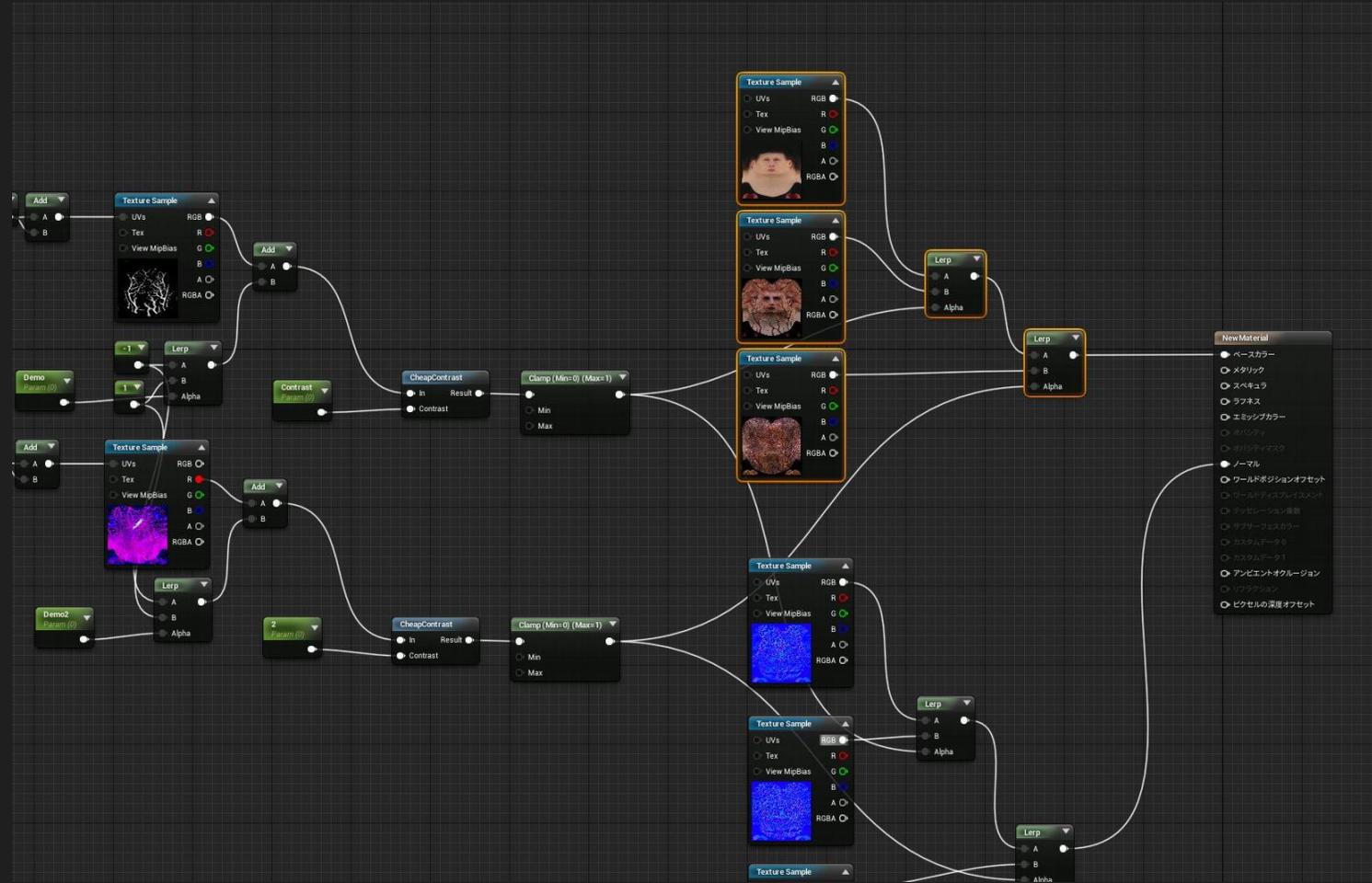
- ・血管が下から濃くなっていく



変身用シェーダー

マスクを用意

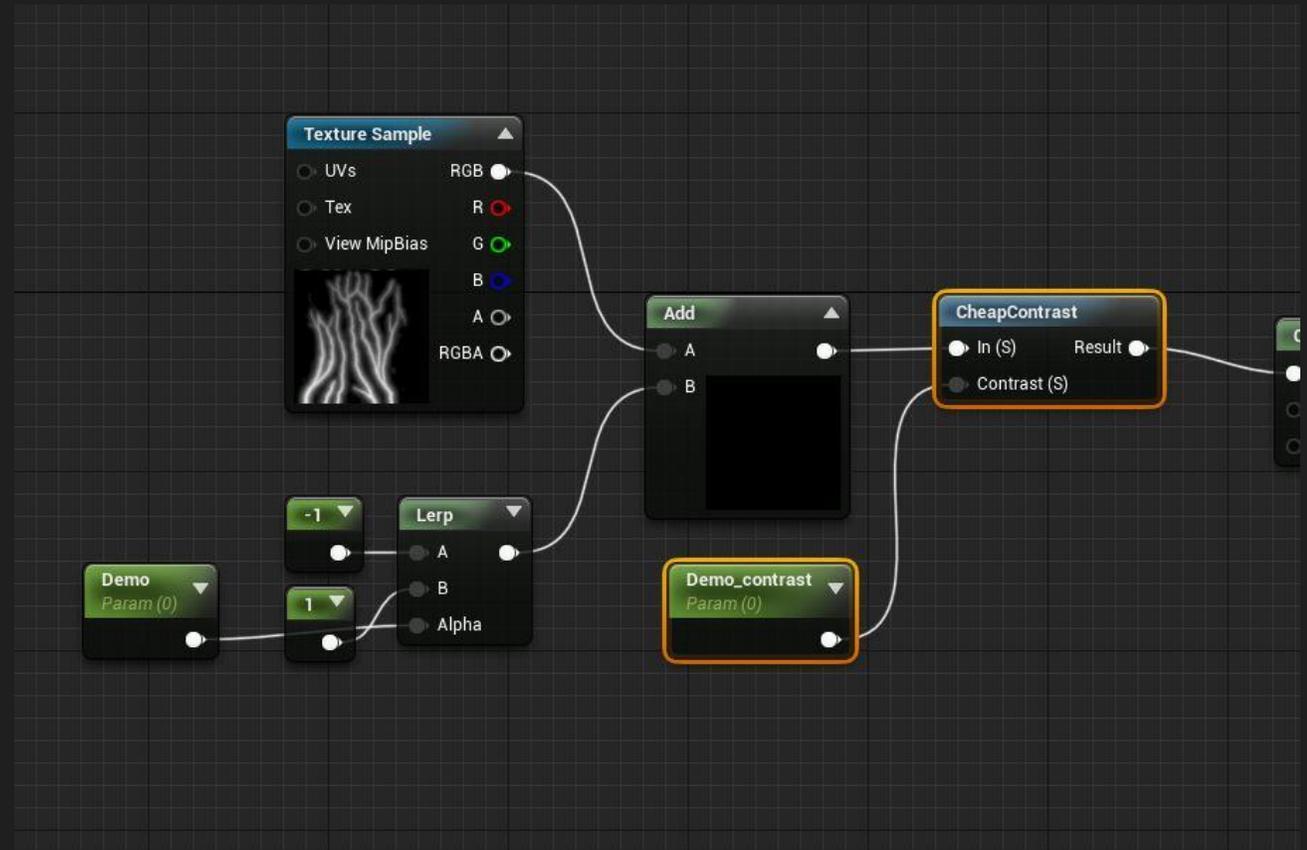
- 最終的には複数のマスクを
Lerpで重ねていくだけ



変身用シェーダー

コントラスト

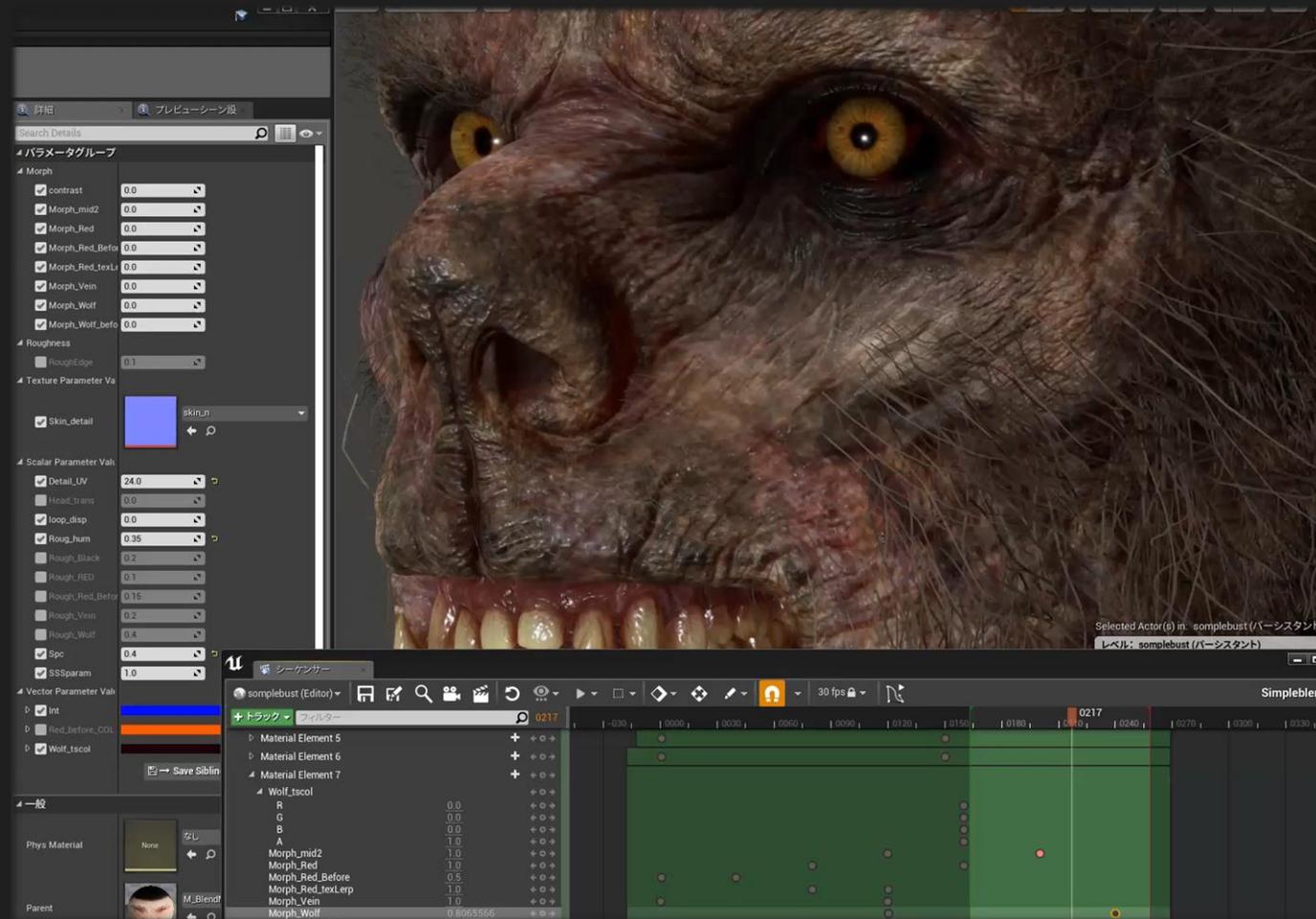
- ・ 浸食のぼけ感をクッキリさせる



変身用シェーダー

コントラスト

- ・ 浸食のぼけ感をクッキリさせる



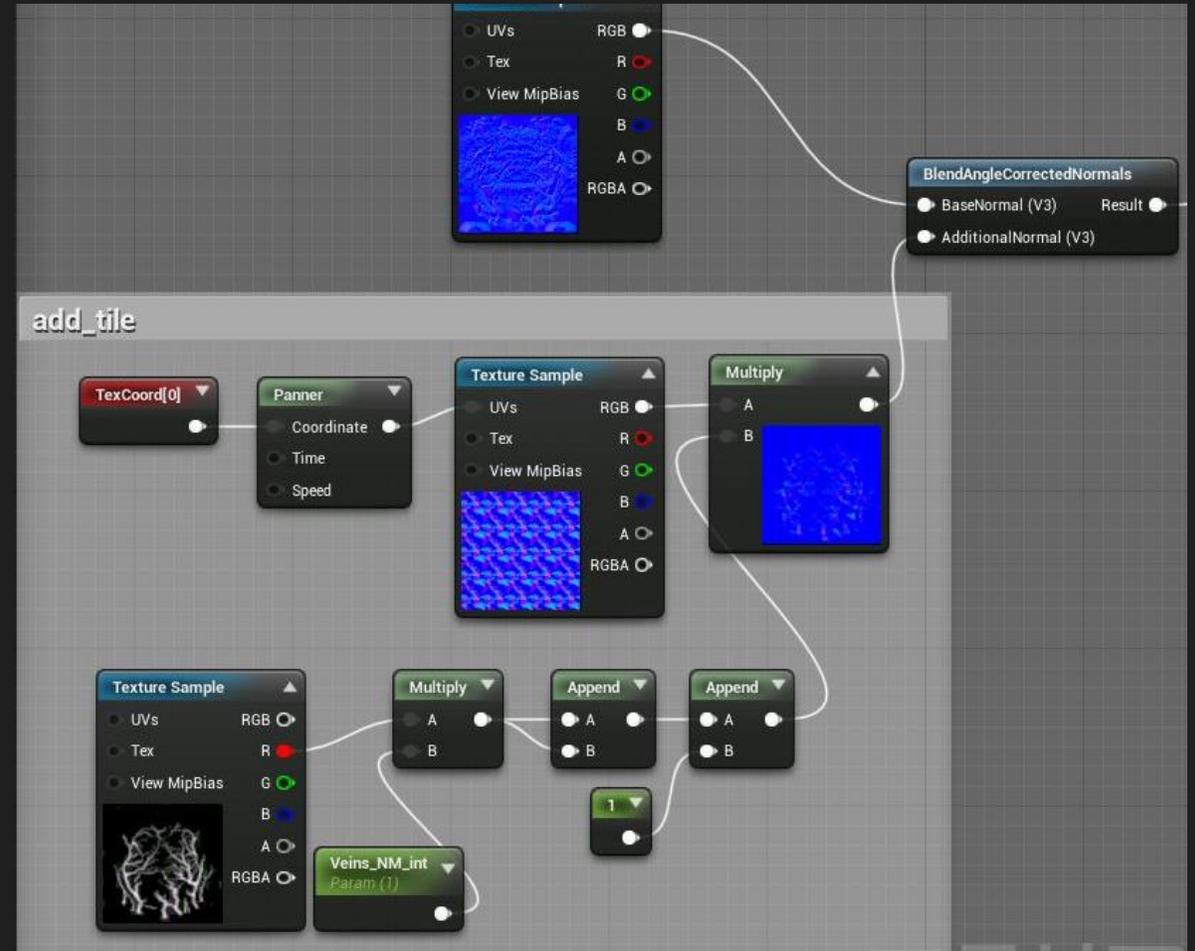
変身用シェーダー

ノーマルマップのスクロール

- 血管部分に、スクロールノーマルを追加

- 参考にした動画

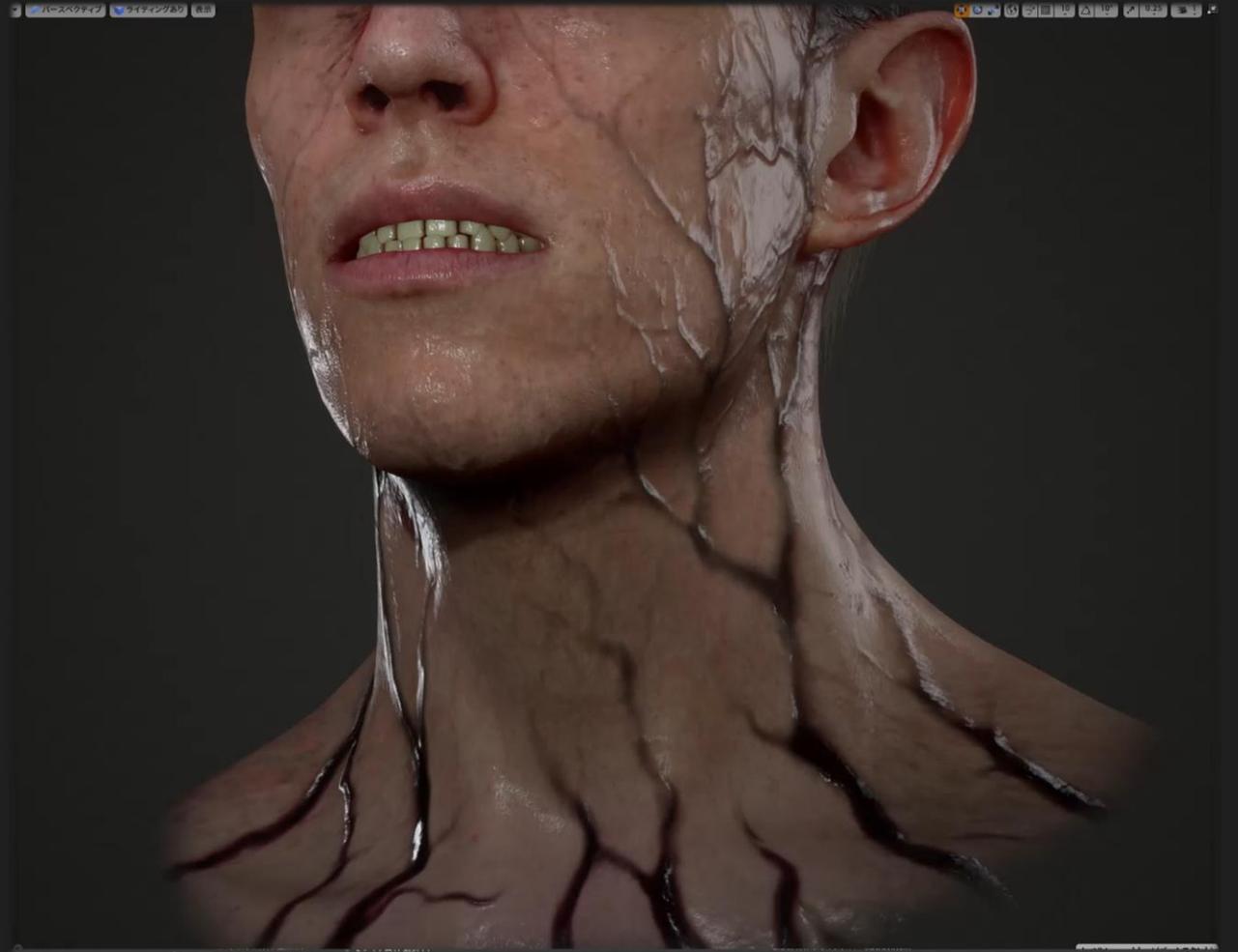
<https://www.youtube.com/watch?v=i2LCO6Lr2YE>



変身用シェーダー

ノーマルマップのスクロール

- ・血管だけドクドクさせた



変身用シェーダー

マスクブレンダー

- ・コントラスト
- ・血管のノーマル

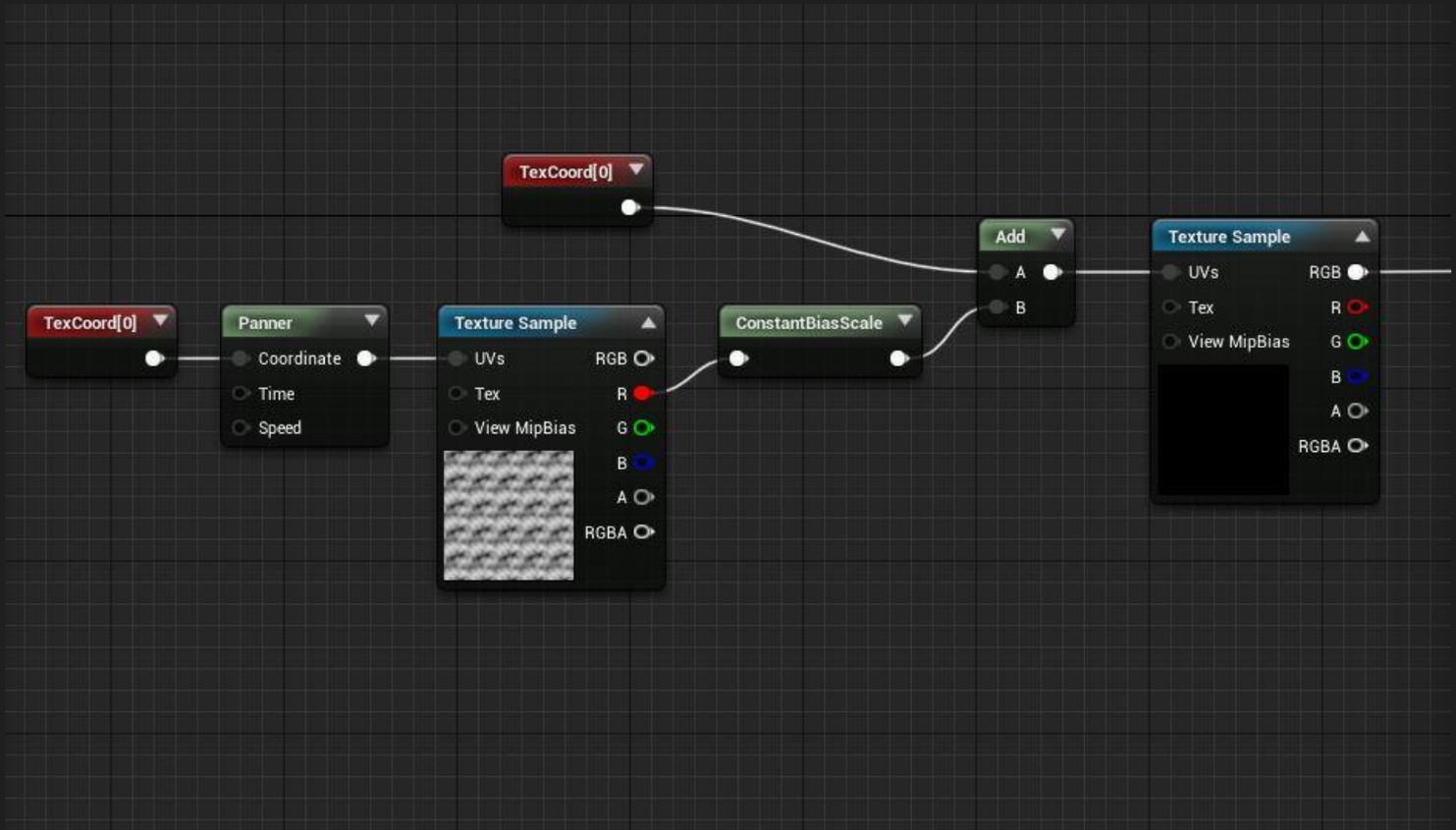
[Active - CineCameraActor]



変身用シェーダー

テクスチャを歪ませたい

- ・ テクスチャのUVの slots にスクロールテクスチャを追加



変身用シェーダー

テクスチャを歪ませたい

Muterikuさんの ゲームCG勉強の部屋

Uvdistortionについて
分かりやすく解説されています。

gamecgben.blogspot.com/2017/12/ue4tips-uv-distortion.html

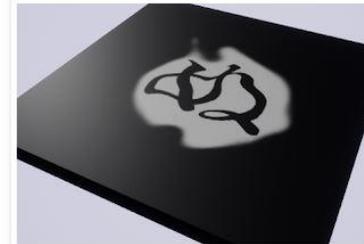
ゲームCG勉強の部屋

ゲーム分野にからむCG技術の研究と情報の共有を目的につれづれと。Houdini, Unreal Engine 4, Substance Designer などについて取り上げます。

2016年1月8日曜日

[UE4][TIPS] UV Distortion の仕組み

前回紹介した UV Distortion の仕組みについて解説します。



Unreal Engine 4 の UV オフセット

UV Distortion の理解のために、まず UV のオフセットという基本的なところを確認したいと思います。

UV Distortion はこれから確認する基本の仕組みを使っているだけなので、イコール UV Distortion の解説でもあつたりします。

ということで UV のオフセットですが、ご存知「TextureCoordinate」に対して足し算をすることで位置のオフセットが可能です。

「TextureCoordinate」は2チャンネルのベクター情報なので、ここでは「Constant2Vector」を使って足し算しています。

• twitter: Muteriku

むてりく

ゲーム系CGアーティスト。shadeで3Dというものにふれ、LightWaveで本格的な仕事をし、現在はMayaをメインにしているツールで仕事をしています。ここ最近Houdiniを使い始めました。

ブログアーカイブ

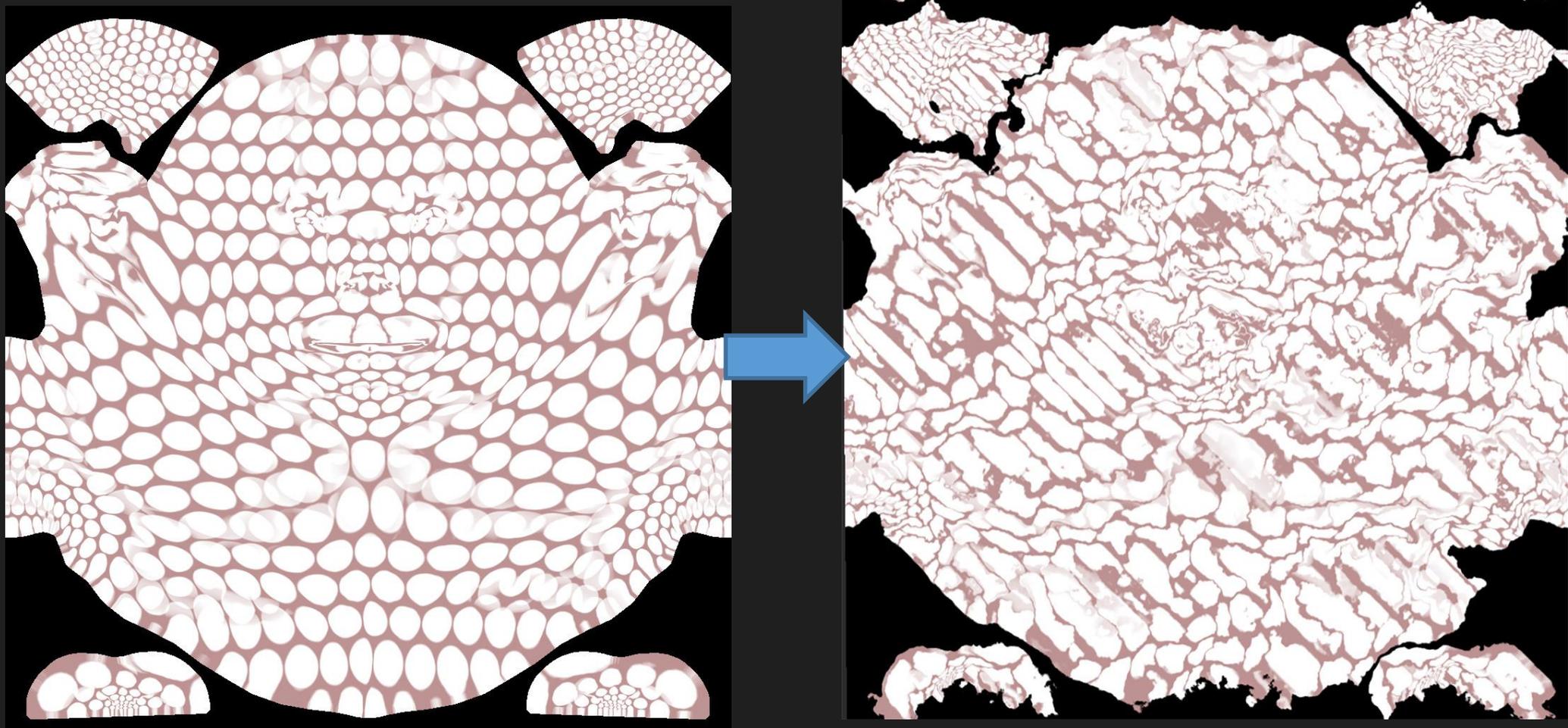
1月 2019 (1)
11月 2018 (1)
5月 2018 (1)
2月 2018 (1)
1月 2018 (2)
12月 2017 (2)
11月 2017 (2)

不正行為を報告

このブログを検索

検索

変身用シェーダー

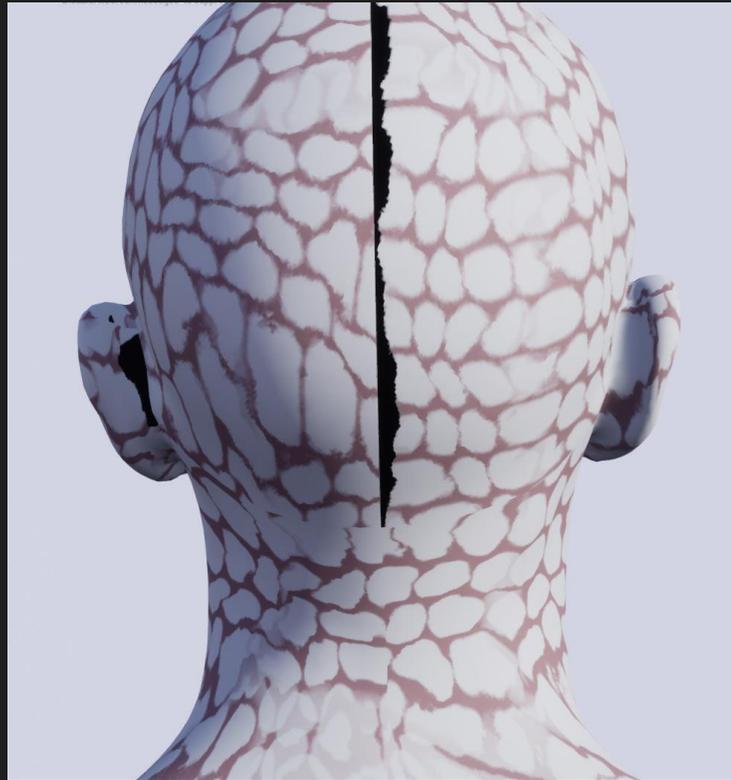


変身用シェーダー

テクスチャを歪ませたい

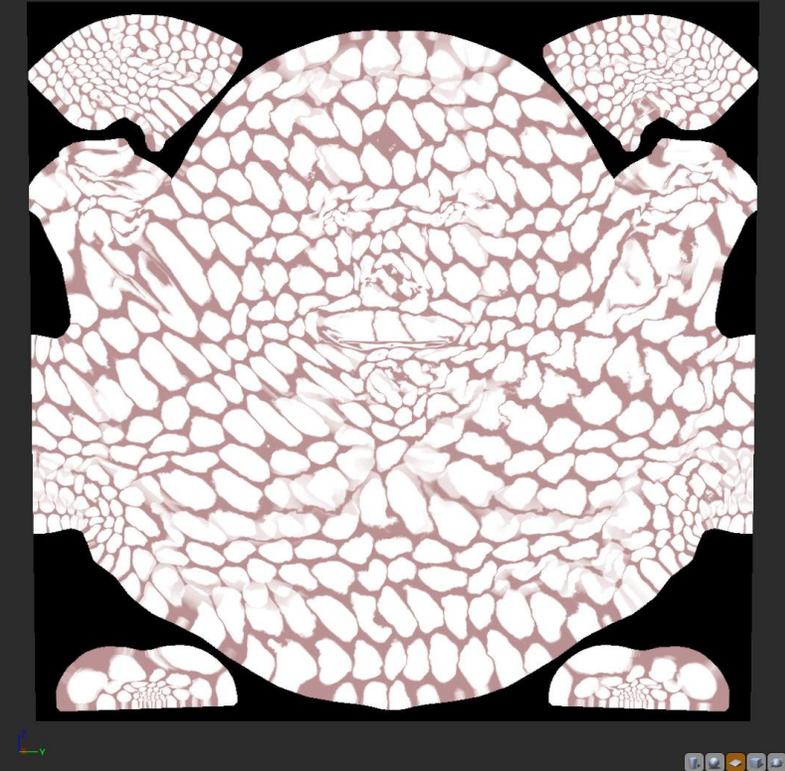
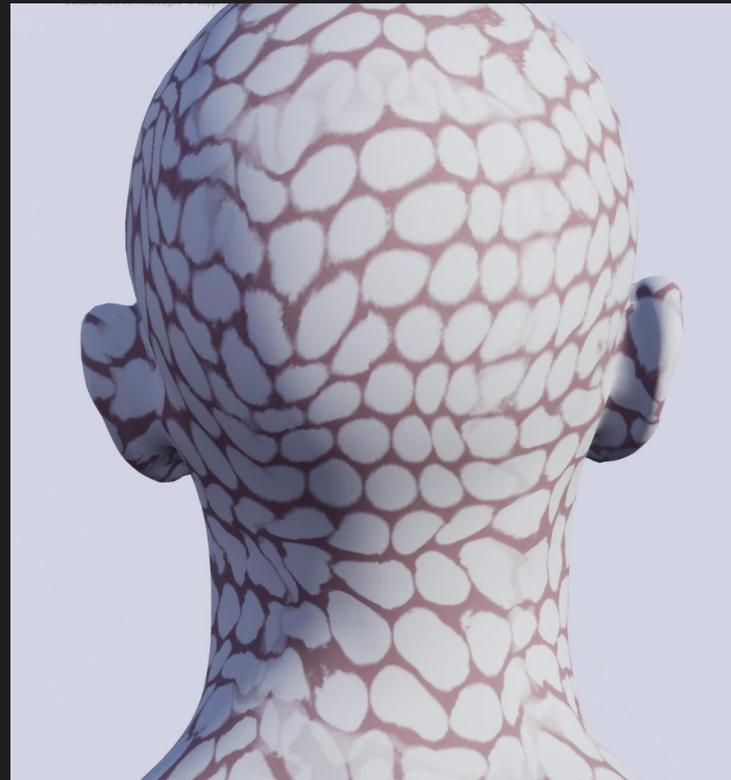
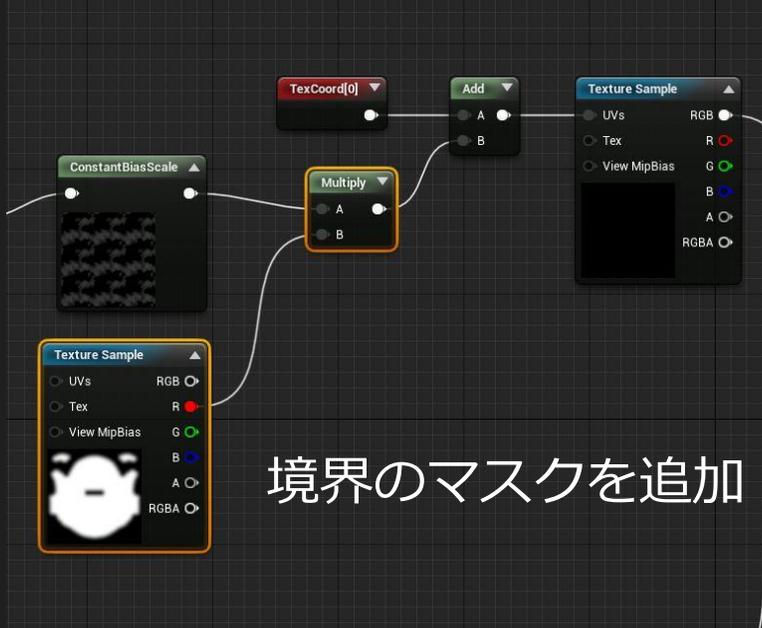
- ・ 注意点

テクスチャが歪むので
UVの切れ目が出る



変身用シェーダー

境界のマスクを忘れずに。



変身用シェーダー

歪みを追加したブレンド

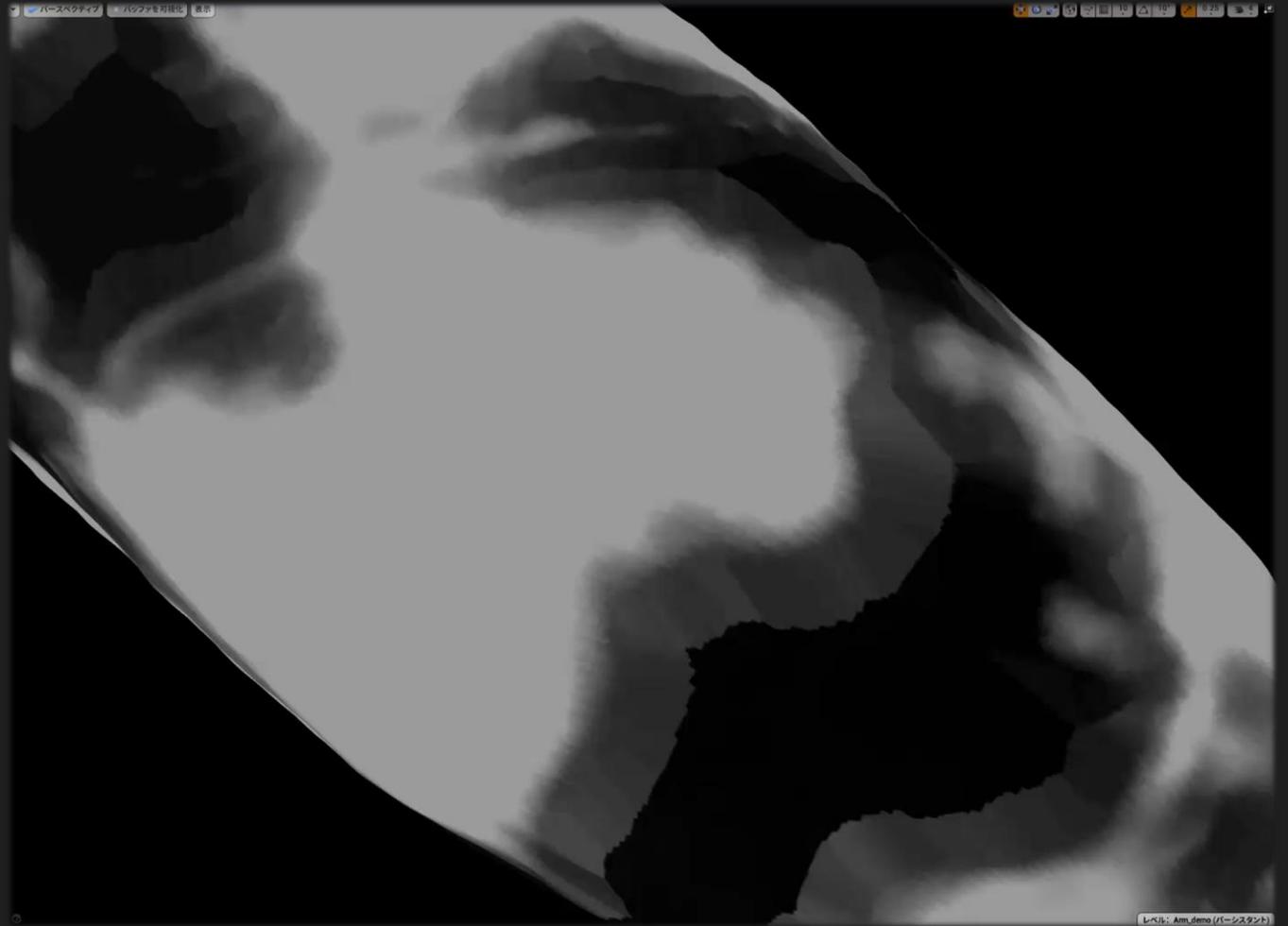
- ・少しやりすぎくらいが丁度良い
- ・UVの切れ目に注意。



変身用シェーダー

皮膚のラフネス差

- ・ 極端に変えておいた方が
歪みも相まって、
より変化が強調されます。



変身用シェーダー

歪みブレンド

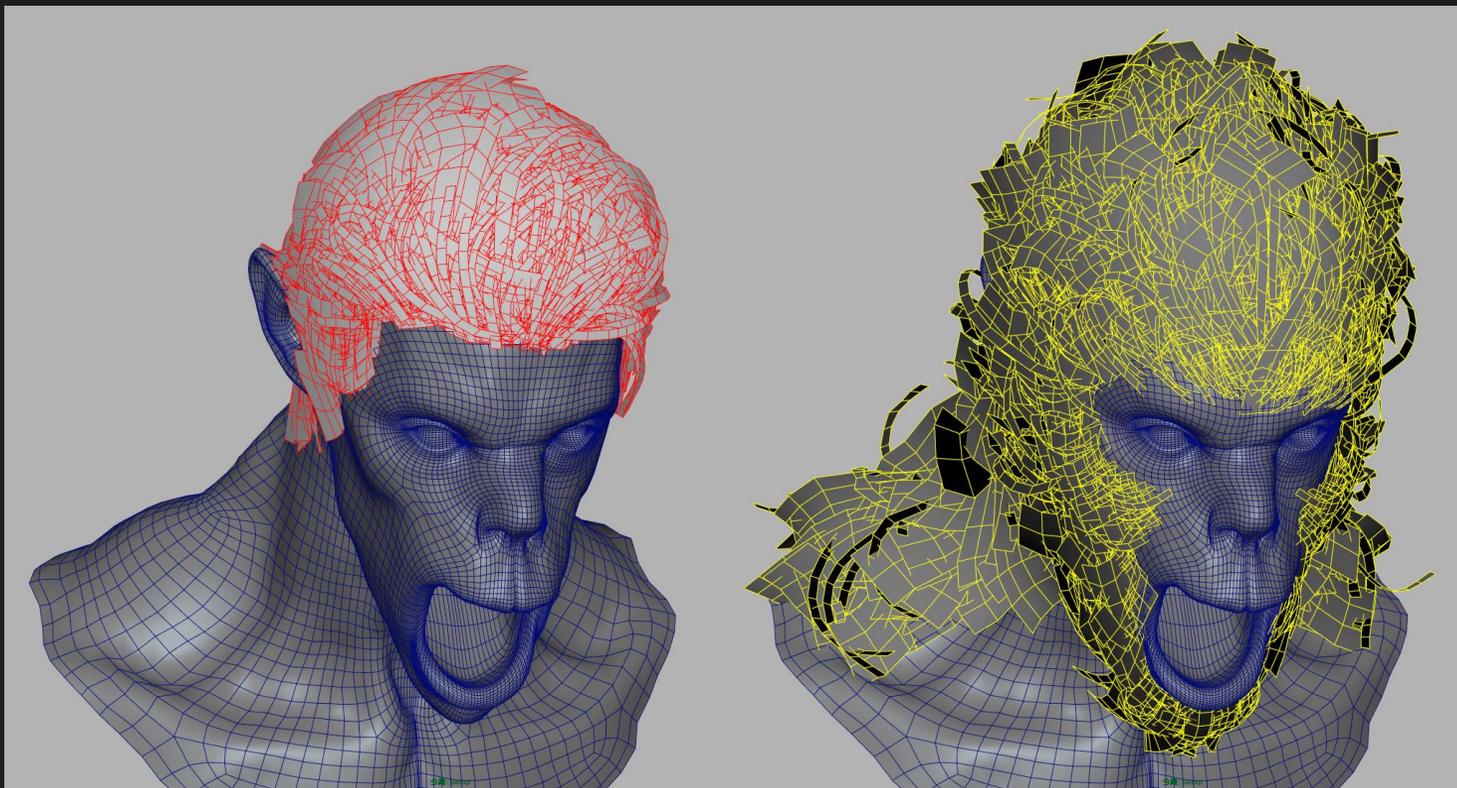
[Active - CineCameraActor]



ヘアー

生え変わり

- ・ 髪メッシュはモーフではなく、
単純に2つ置いてるだけ



ヘアシェーダー

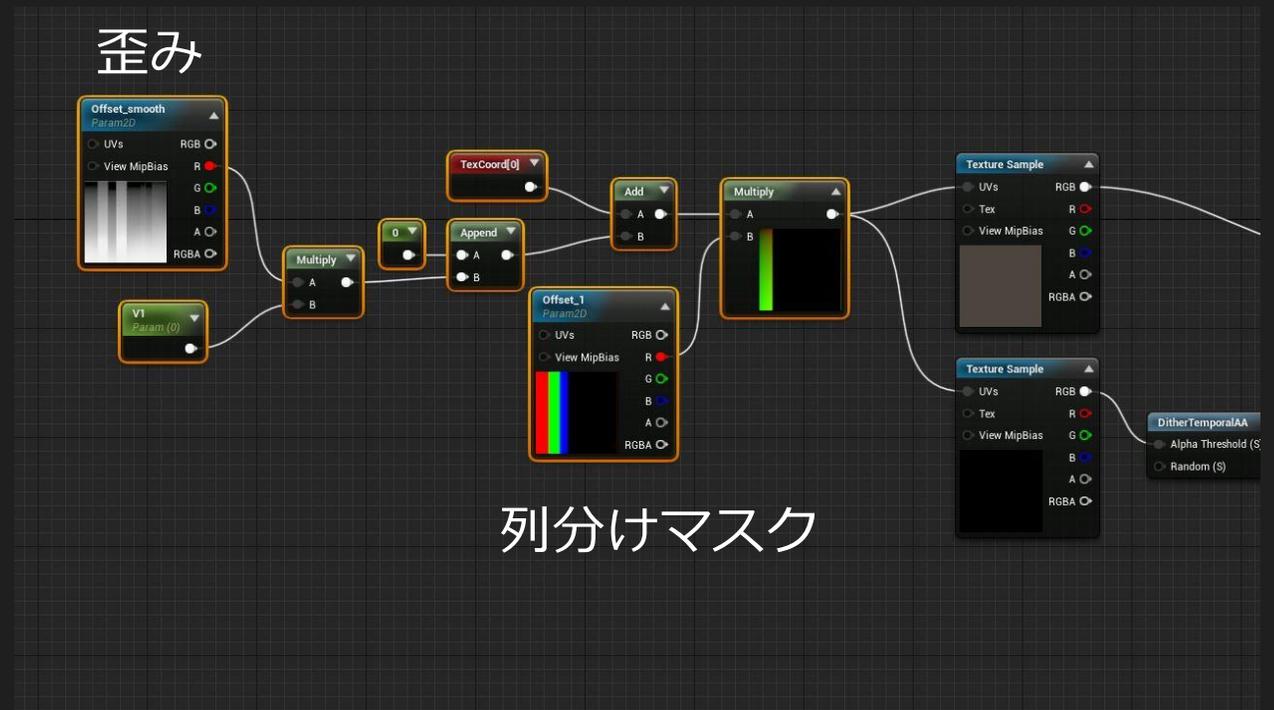
生え変わりを表現するには

- ・ヘアテクスチャを列ごとに、上下に移動したい
- ・更にその列毎にズレて上下するようにし、一括制御したい。

ヘアシェーダー

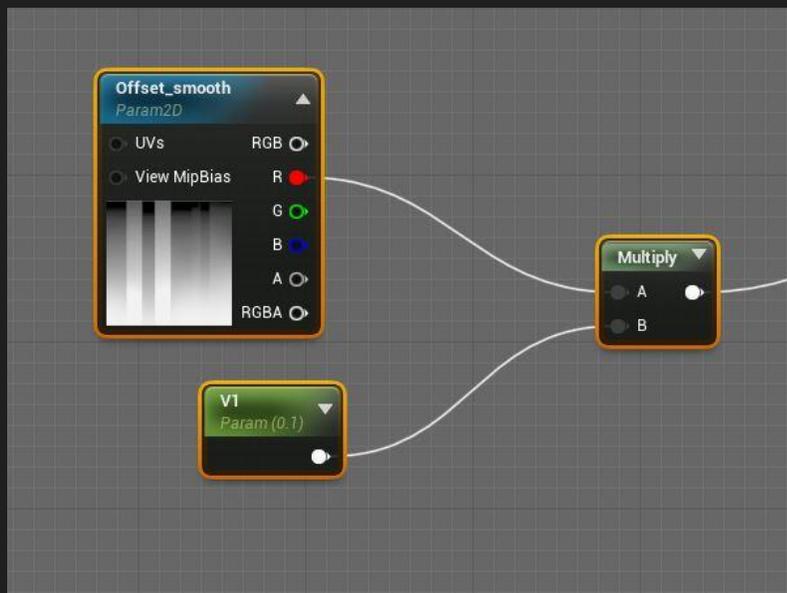
UV上下に移動したい

- ヘアを列毎動かす用にマスクを追加
- 一番最後に歪み用のマスクも追加



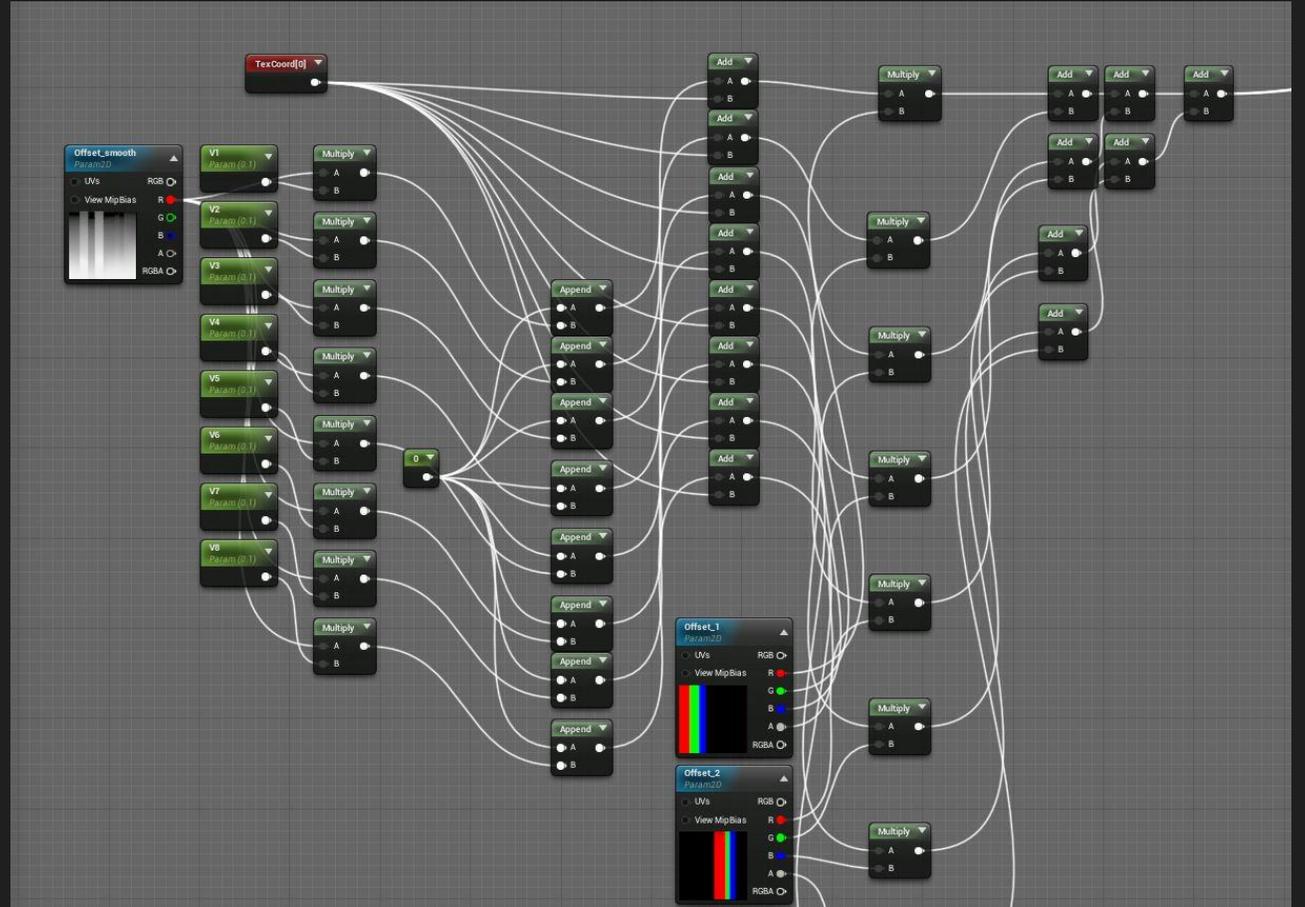
ヘアシェーダー

歪み



ヘアーシェーダー

8列分をつなげる

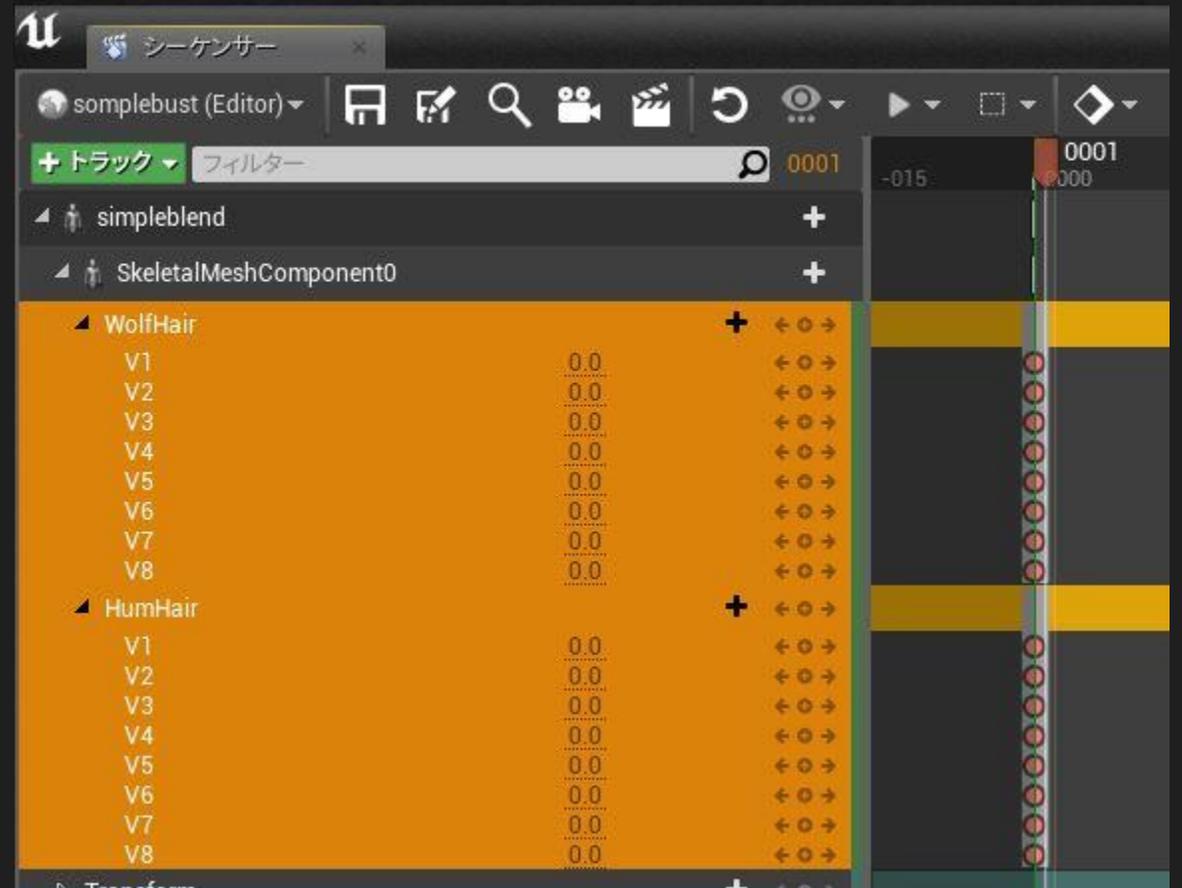


ヘアシェーダー

16列の移動

- ・シーケンサーで打ち込んだところ

とてもめんどくさい・・・

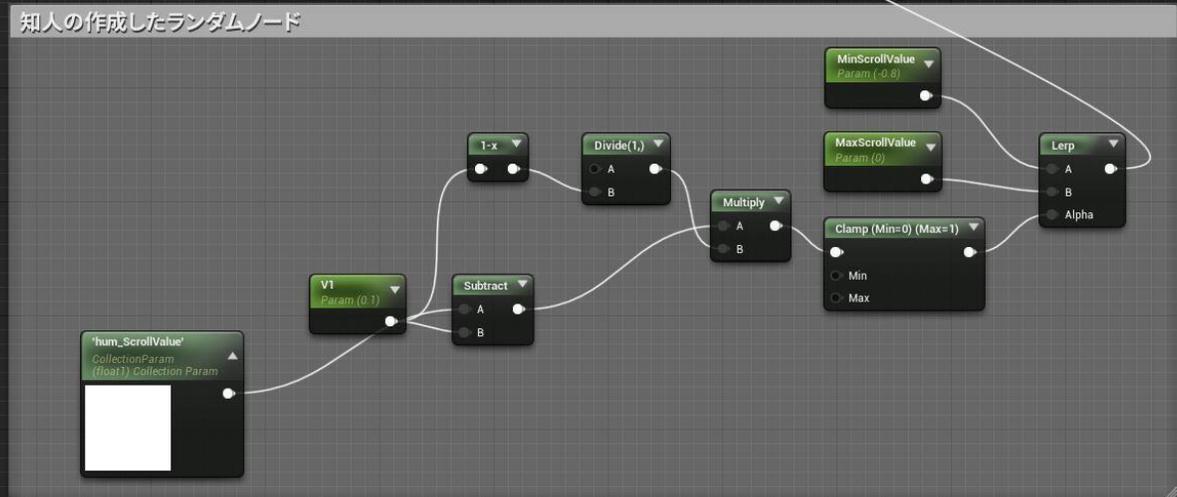
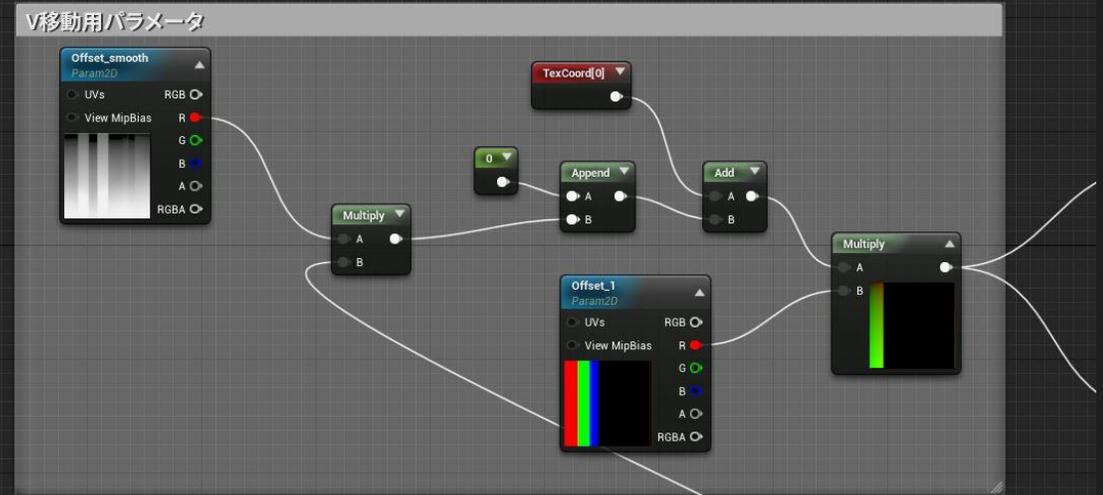


ヘアシェーダー

友人に相談

- ・サクッと作ってくれました
- ・最後のパラメータコレクションをシーケンサーで使います。

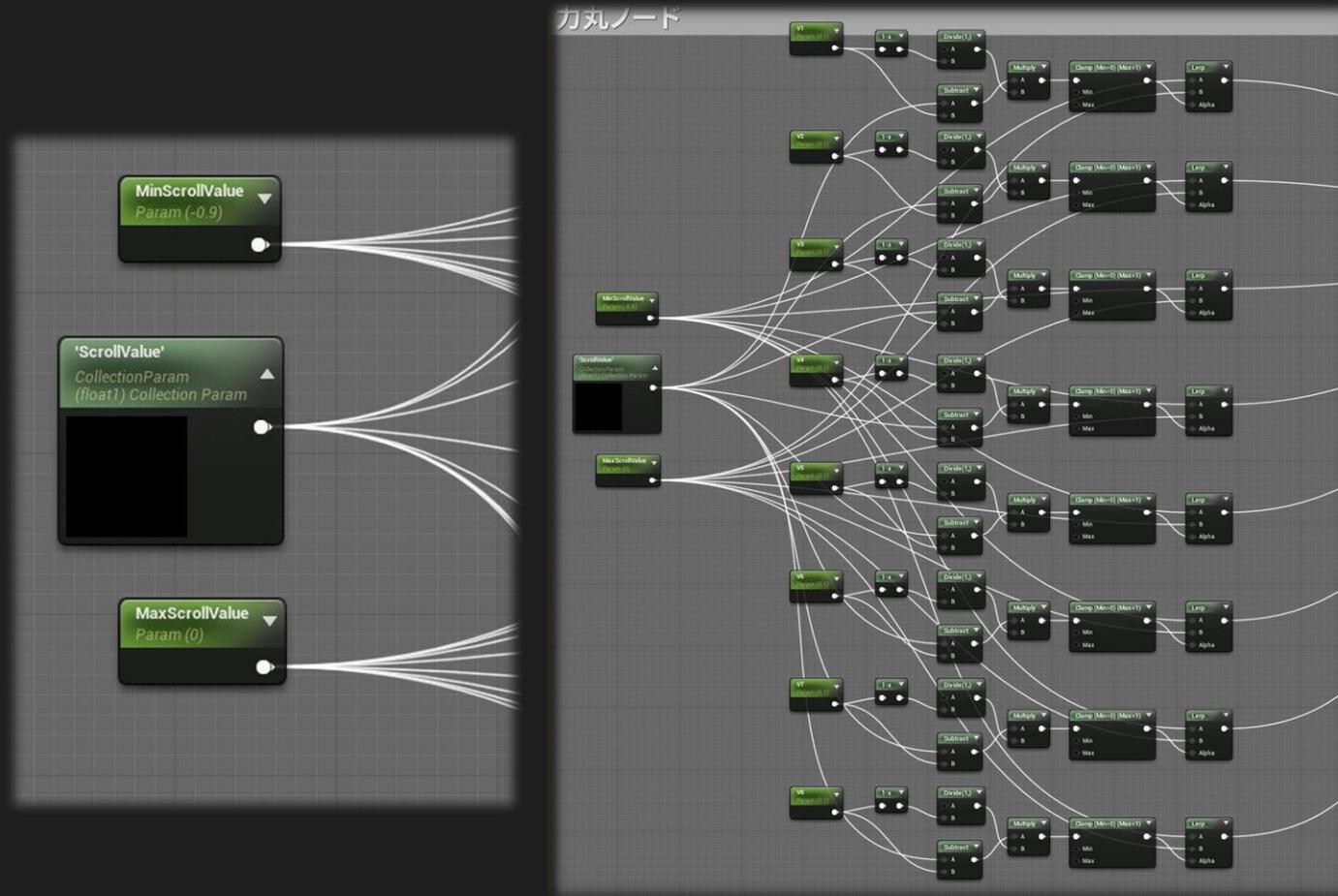
SpecialThanks 林 力丸



ヘアースェーダー

パラメータコレクション

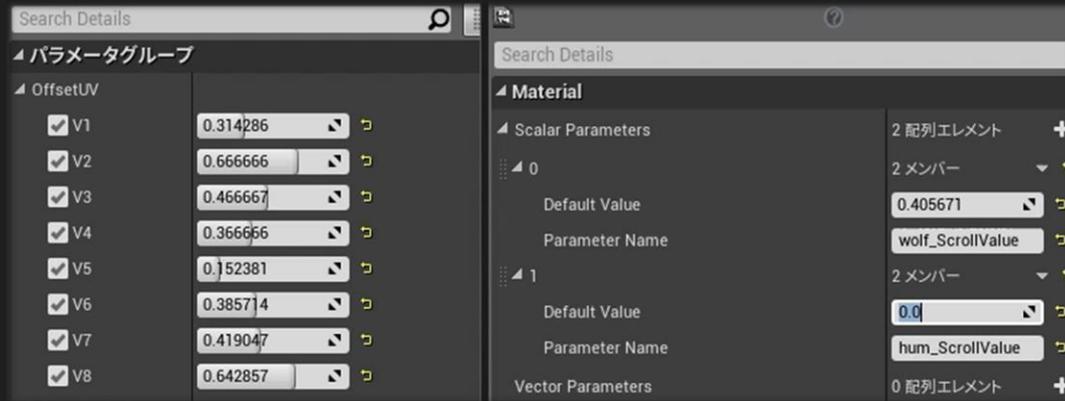
- ・ 8列分の数値
- ・ このノードで一括制御



ヘアースライダー

パラメータコレクション

- ・ 8列のパラメータに、適当に入れた数値に応じてズレて移動



ヘアシェーダー

・作っていただいた解説

SpecialThanks 林力丸

シーケンサーの0の値 (すべての毛が生えていない) 0

シーケンサーの1の値 (すべての毛が生える) 1

V1の値 (0.1) 0.1だけ髪が生え始める タイミングが遅れる。

0-1の値にクランプされているので0以下の値は無視される。 V1の値で-0.1されているので生え始めが-0.1遅れる。

0から1
シーケンサーの値の入力

②

シーケンサーの0の値 (すべての毛が生えていない) 0

シーケンサーの1の値 (すべての毛が生える) 1

V1の値 (0.1) 0.1だけ髪が生え始める タイミングが遅れる。

0から1
シーケンサーの値の入力

(シーケンサーの値) - (V1の値) Subtractになっている その分生え始めが遅れる。

①

シーケンサーの0の値 (すべての毛が生えていない) 0

シーケンサーの1の値 (すべての毛が生える) 1

スタートのタイミングが遅れた分早いスピードで生える

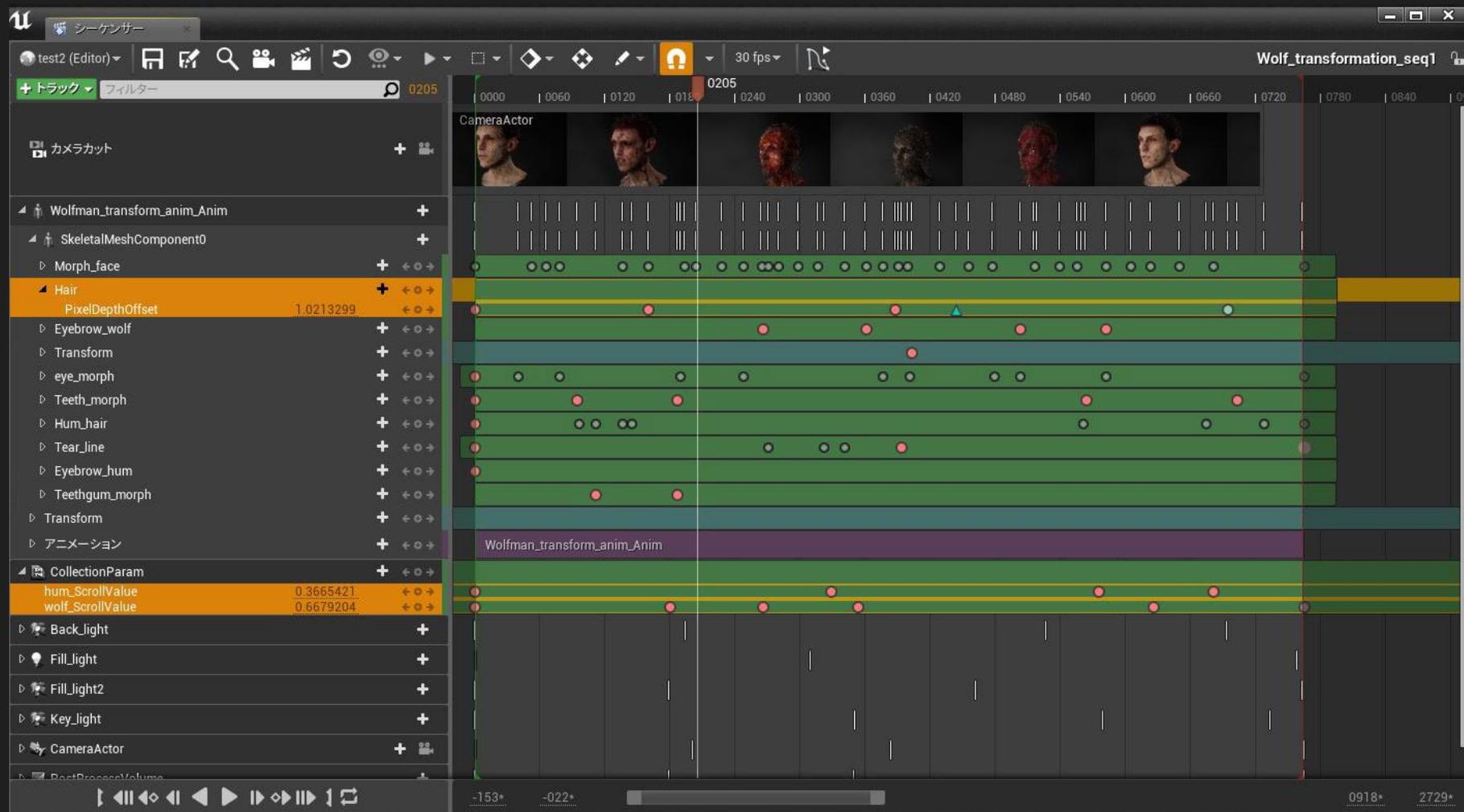
V1の値 (0.1)

0から1
シーケンサーの値の入力

1をV1の逆数で割ったもの (どれだけ早くなるかの数値) をシーケンサーの値にかける (この場合だと1.111...倍早くなる)

③

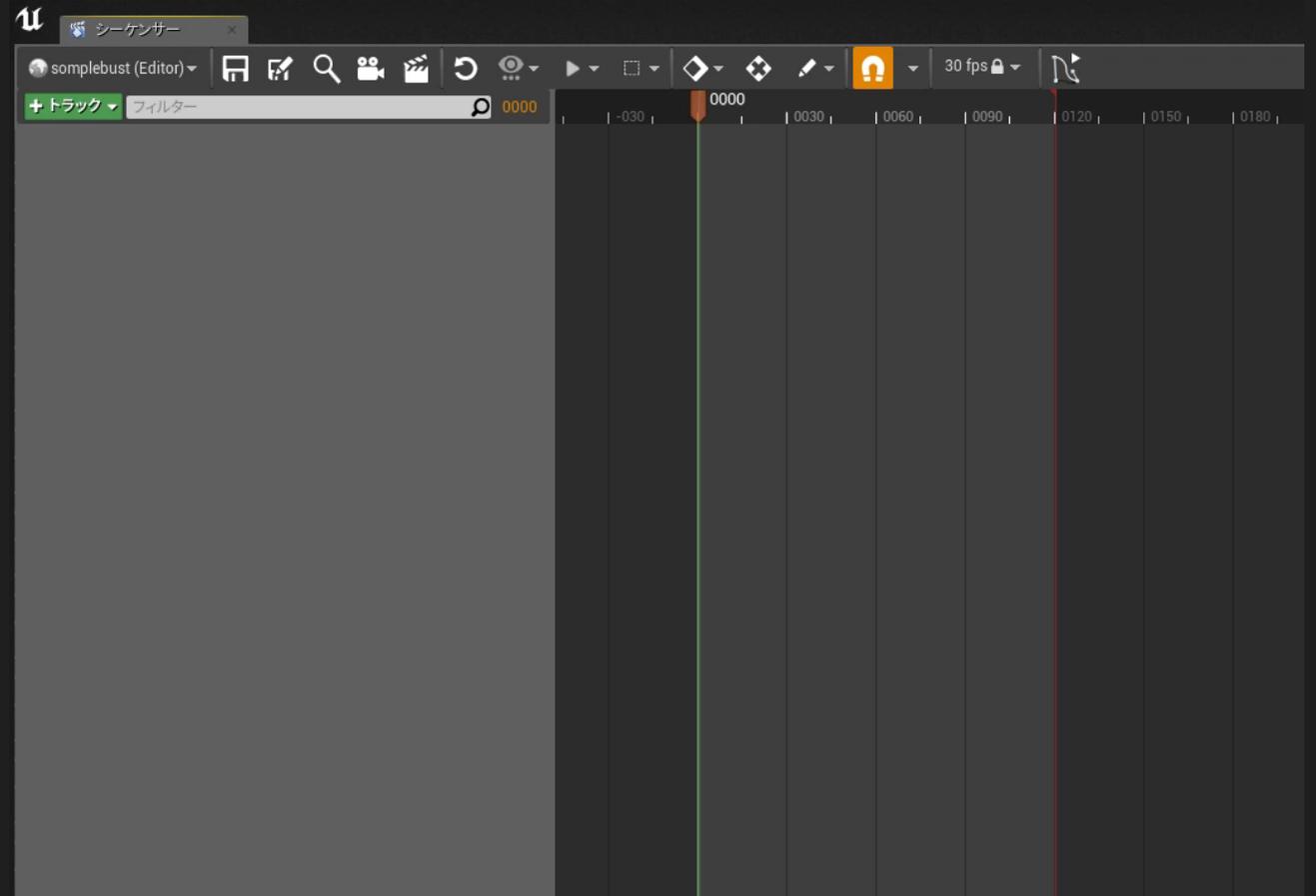
シーケンサー



シーケンサー

シーケンサーに追加

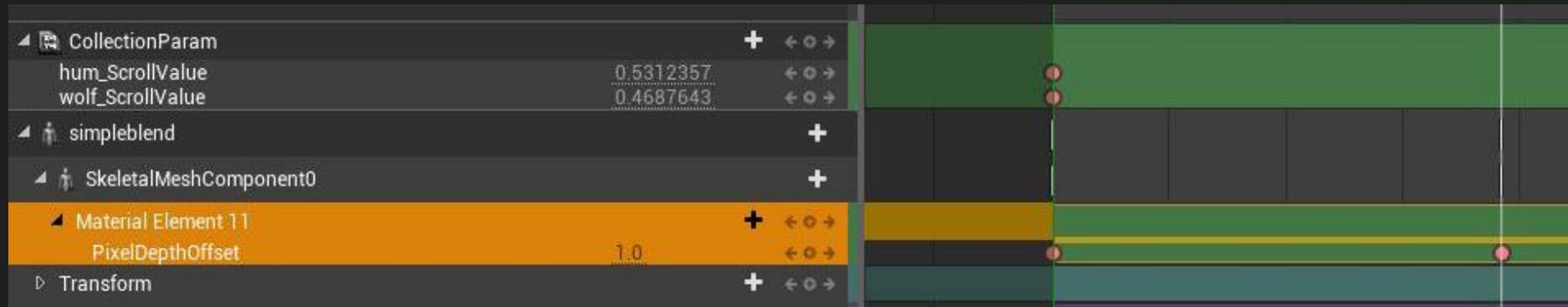
- ・アニメーションや、
マテリアルのパラメータを追加
- ・髪のコレクションパラメータも追加



シーケンサー

またPixelDepthOffset

- ・ 髪の毛の生え変わりの瞬間に、PDOの数値を調整。
これをやらないと、髪の毛の生え変わりが自然に見えない。



ヘアシェーダー

スクロール時にPDO未調整



スクロール時にPDO調整あり



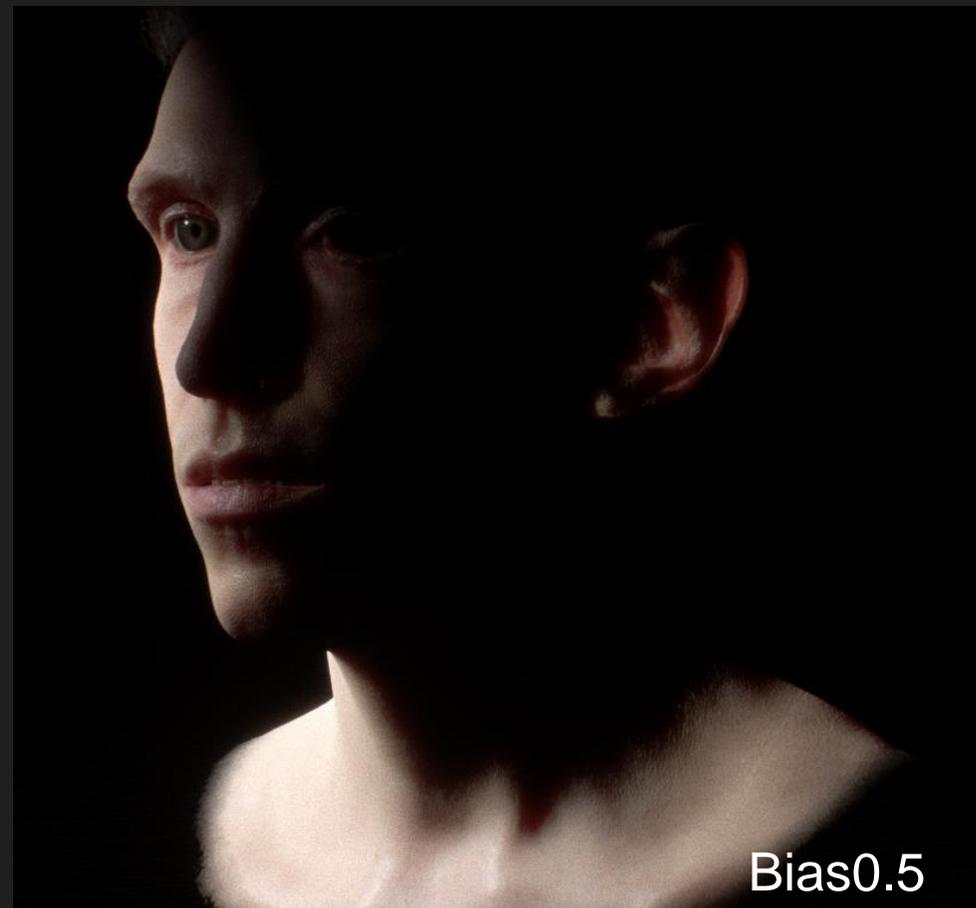
ヘアー完成



影

Shadow Bias

- ・ライティングする上で重要なパラメータ
- ・口の中が明るい、鼻横の影が出ないなど
大体このパラメータを調整していない
- ・低くしすぎるとノイズになるので注意



影

Shadow Bias

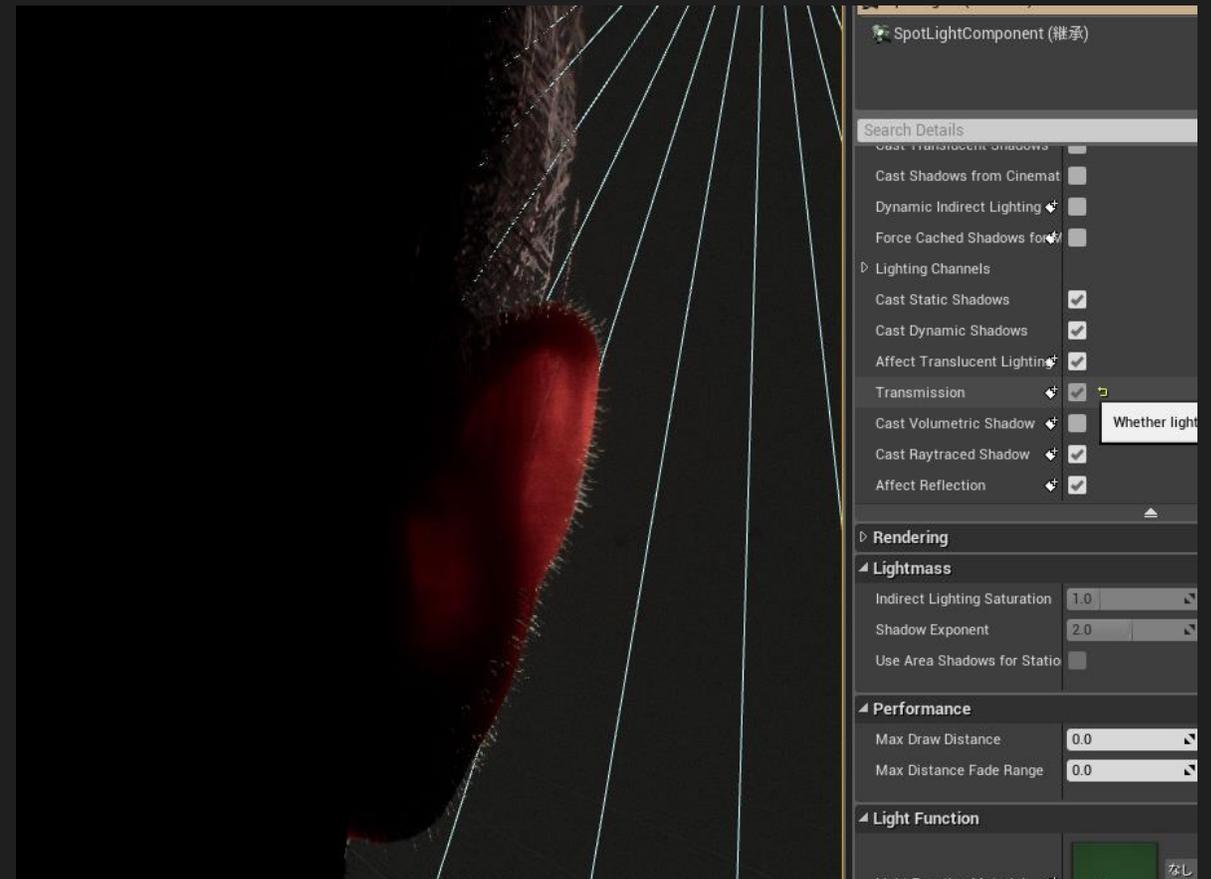
- ・ライティングする上で重要なパラメータ
- ・口の中が明るい、鼻横の影が出ないなど
大体このパラメータを調整していない
- ・低くしすぎるとノイズになるので注意



バックスキッター

Transmission

- UE4.20からSSprofileのSSSでバックスキッターが可能に。
- LightのオプションからTransmissionのチェックを入れる



完成



参考にさせていただいた変形資料

- [Real-Time Transformations in The Order: 1886](#)

SIGGRAPH2015の資料、この資料以外も素晴らしいです。

- [Andy Serkis Digital Human & Osiris Black Blended Performance](#)

アンディサーキスさんがフェイシャルアニメしながらクリーチャに変形する動画

- [Wolfman VFX Technical Breakdown](#)

MPCによる映画のメイキング

おまけ・狼男の腕の再生

念のためですが、
グロテスクな物が苦手な方は
ご注意ください。

おまけ・狼男の腕の再生

腕の再生



おまけ・狼男の腕の再生

腕の再生



おまけ・データ配布

注意事項

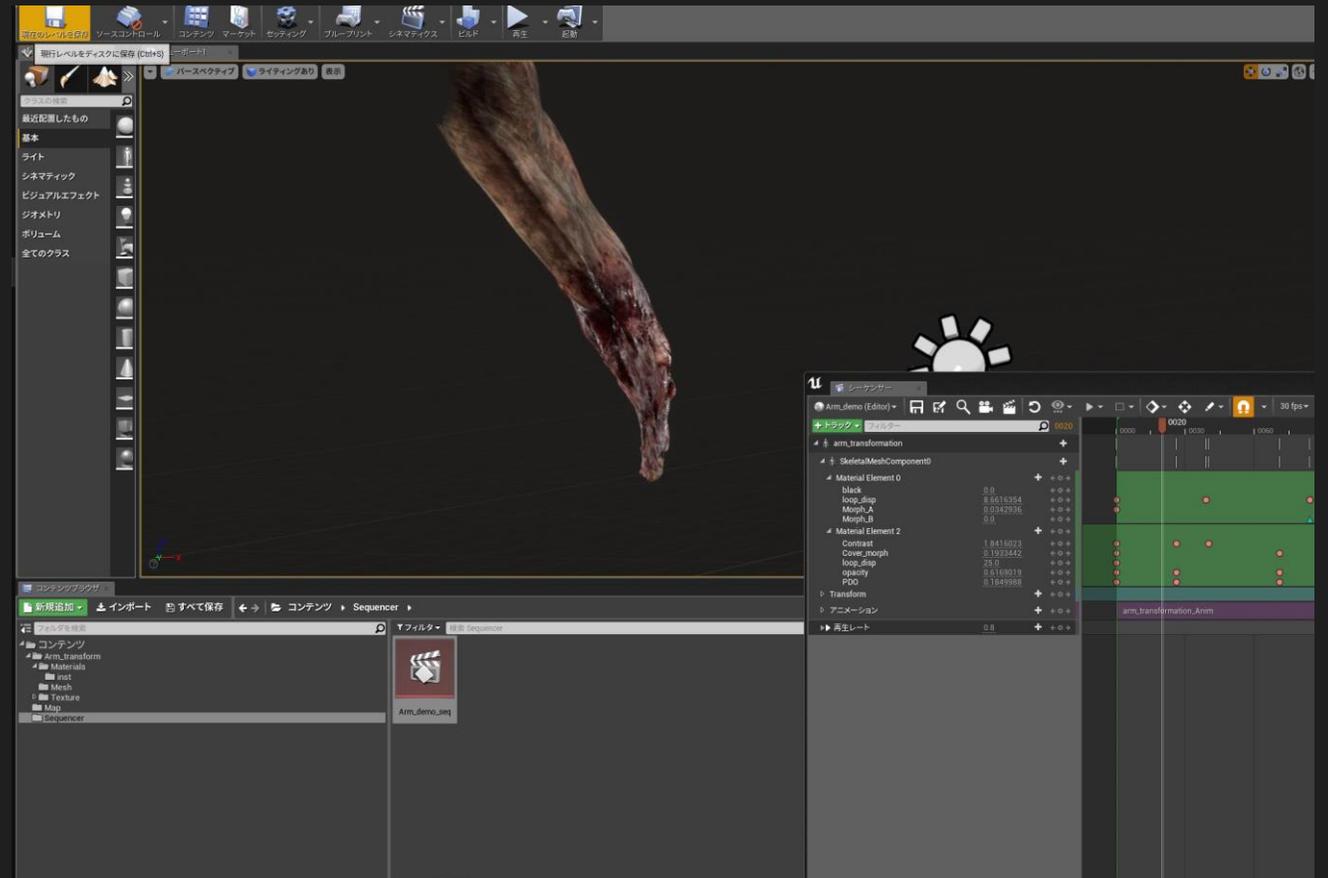
- ・ 講演の参考データとして配布
- ・ 造形・テクスチャは“超”適当です
- ・ 二次配布禁止です



おまけ・データ配布

ダウンロードしたら

- UE4.22.3以降
- シーケンサーファイルをクリック
- 多分再生されます。



おまけ・データ配布

10/7日まで

~~<https://www.dropbox.com/s/6v0s14p69b4iue6>~~

※このファイルは明日消します。
このURLは共有禁止です。
SNS投稿しないでください。



ご清聴

ありがとうございました

