

# コンピュータグラフィックス

---

第11回

レンダリング技法4

～視覚に訴えるグラフィックス～

理工学部 兼任講師  
藤堂 英樹

# 本日の講義内容

## ■ レンダリング技法4

- 視覚に訴えるグラフィックス

■図7.15—水彩画風CG画像



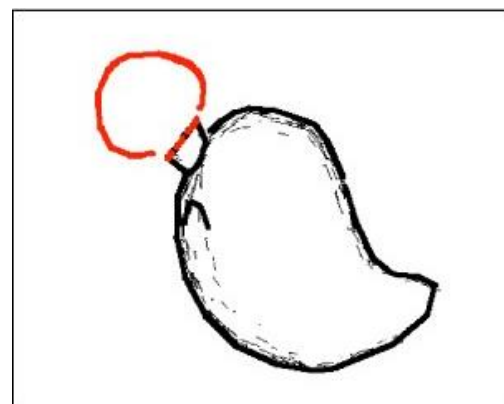
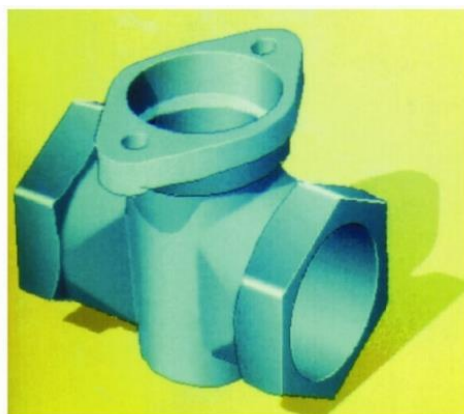
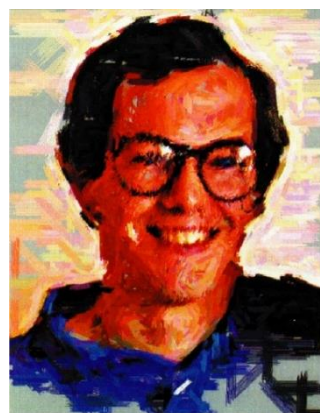
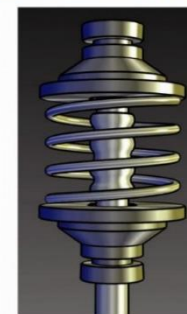
■図7.16—ペン画風CG画像



■図7.22—自由曲面のイラスト表現

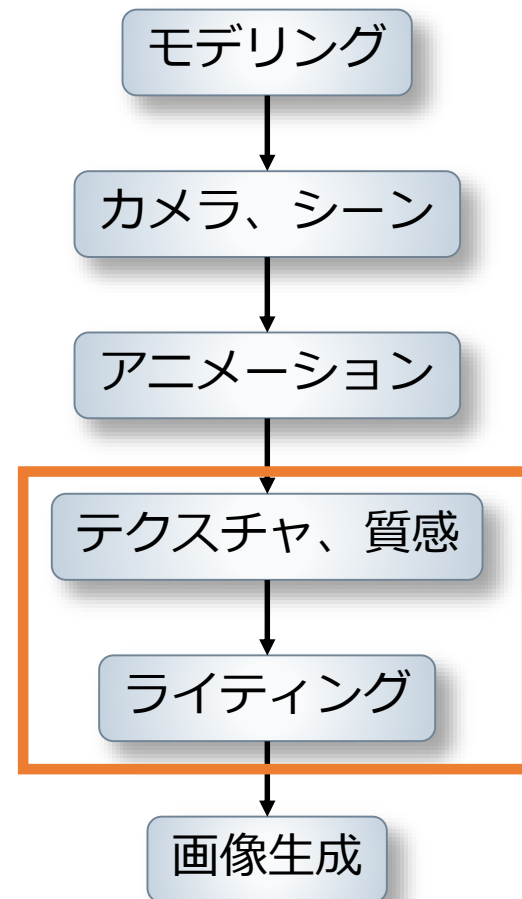


■図7.28—色の付加による金属表面の表現



# CG制作の主なワークフロー

## ■3DCGソフトウェアの場合



# フォトリアリスティックレンダリング

- **写実的な画像**を生成する
  - 物理的に正しい映像を目指す

Final Fantasy Real-time Tech Demo  
© 2013 SQUARE ENIX CO., LTD.

# ノンフォトリアリステイック レンダリング

- **写実的でない画像**を生成する
  - 絵画やイラストの表現

Paperman

© 2014Disney Enterprises, Inc.

# 中間の見た目

- 誇張した見た目の中に**写実的な要素**を取り入れる

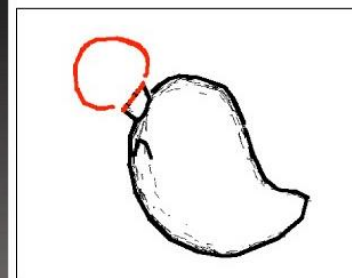
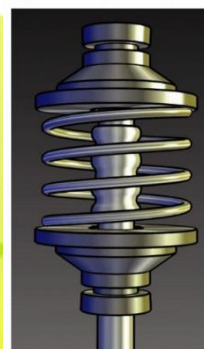
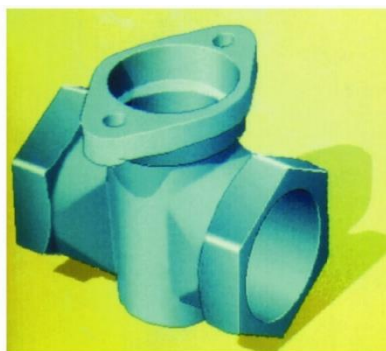
アナと雪の女王  
© 2014 Disney Enterprises, Inc.

STAND BY ME ドラえもん  
© 2014 「STAND BY ME ドラえもん」  
製作委員会

# ノンフォトリアリスティック レンダリング

## ■ 主な目的

- 既存描画手法のシミュレーション
- 特徴強調表示
- スケッチベースのインターフェース

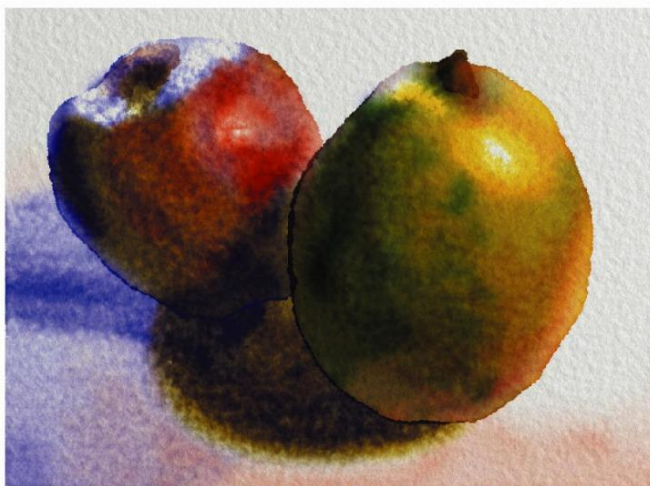


# 既存描画手法のシミュレーション

## ■アーティストの描画技術の再現

- 素人でも手軽に絵を生成できる
- 人の手では困難な描画(大規模化, 3次元化, 動画化)

■図7.15—水彩画風CG画像



(C. Curtis, S. Anderson, J. Seims, K. Fleischer, D. Salesin, Proceedings of ACM SIGGRAPH 1997 p.429 ©1997 ACM, Inc. Reprinted by permission.)  
「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図7.16—ペン画風CG画像



(M. Salisbury, M. Wong, J. Hughes, D. Salesin, Proceedings of ACM SIGGRAPH 1997 p.406 ©1997 ACM, Inc. Reprinted by permission.)  
「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)



# 既存描画手法のシミュレーション

## ■アーティストの描画技術の再現

- **素人でも手軽に**絵を生成できる
- **人の手では困難な描画**(大規模化, 3次元化, 動画化)

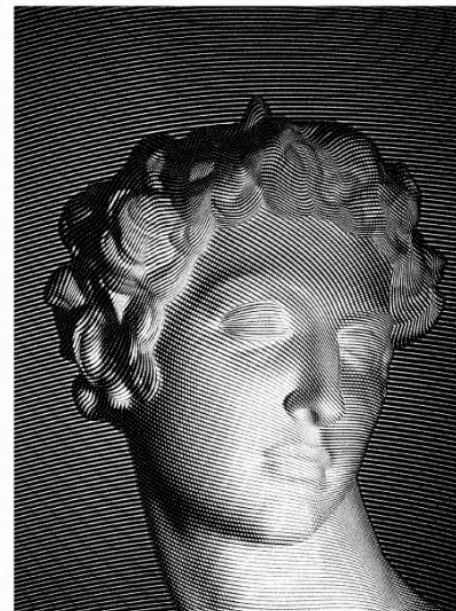
■図7.17——水墨画風CG画像



(提供: 岩手大学 千葉研究室)

「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図7.20——銅版画風CG画像



(V. Ostromoukhov, Proceedings of ACM SIGGRAPH 1999 p421 ©1999 ACM, Inc. Reprinted by permission.)

「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

# 線画によるNPR表現

## ■既存描画手法の多くで**ストローク**が基本

- 3次元モデルベースの線画表現
- 2次元画像ベースの絵画調描画



[b] 暗示的輪郭線を付加

3次元モデルベースの線画表現

■図7.22——自由曲面のイラスト表現



■図7.25——ストロークを用いた絵画風CG画像の生成



[a] ストローク方向を一緒にした例

[b] ストローク方向をエッジに合わせた例



A

A'

B

B'

2次元画像ベースの絵画調描画

# 3次元モデルベースの線画表現

## ■特徴線の描画

- 輪郭線, クリース, **Suggestive Contours**

## ■ハッチング

- 複数の平行線: 陰影, 面の向き, 材質感



[a] 輪郭線だけ



[b] 暗示的輪郭線を付加

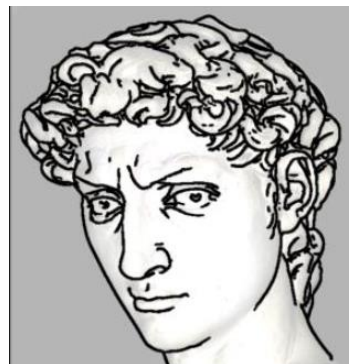
(D. DeCarlo, A. Finkelstein, S. Rusinkiewicz and A. Santella Proceedings of ACM SIGGRAPH 2003 p.848 ©2003 ACM, Inc. Reprinted by permission.)

■ 図7.22——自由曲面のイラスト表現



# 特徴線描画の研究

- 新しい特徴線の表現
- ノイズに強い特徴線



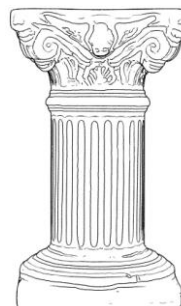
Suggestive Contours  
[DeCarlo03]



Apparent Ridges  
[Judd07]



Principle Highlights  
[DeCarlo07]



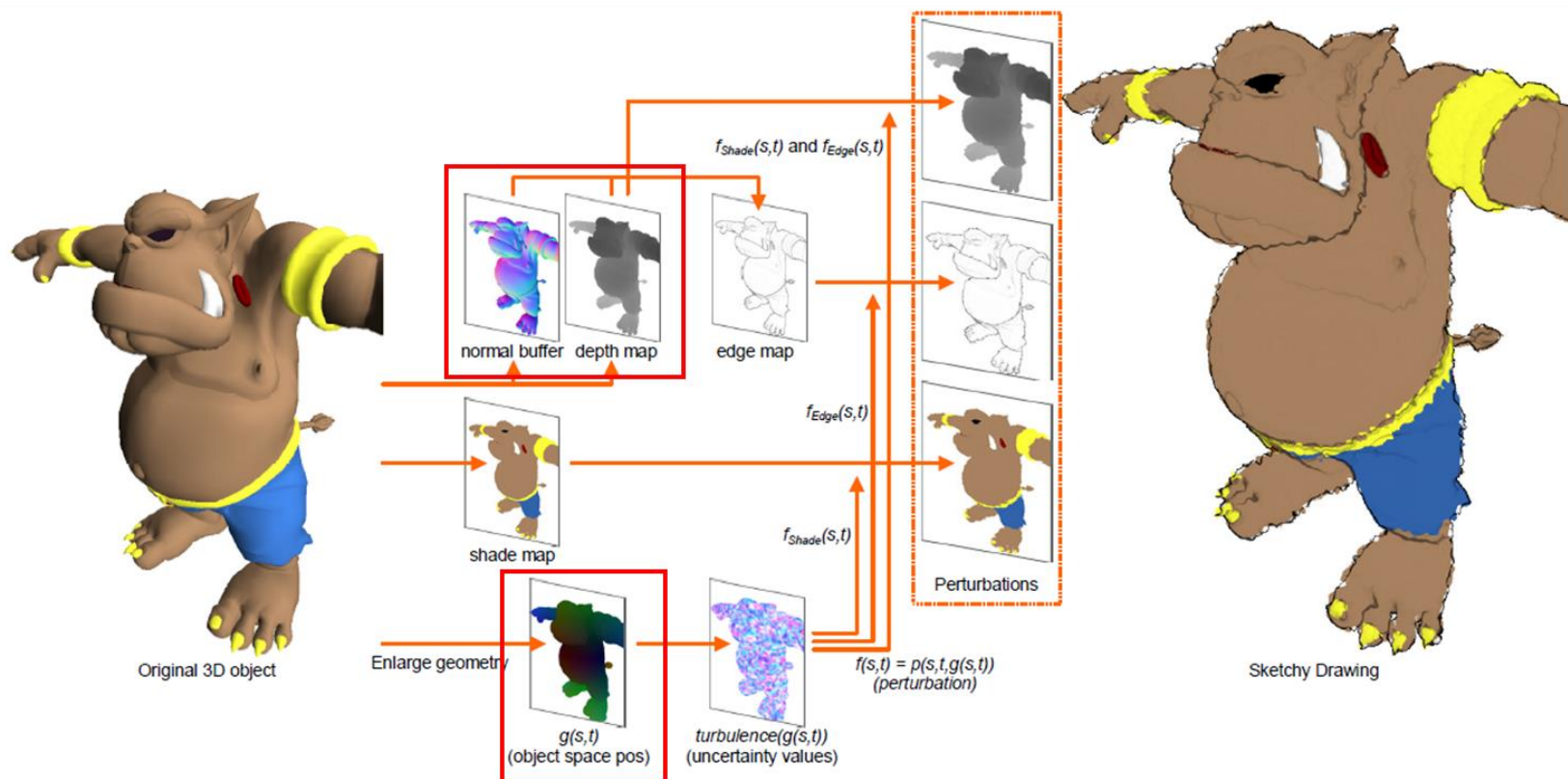
Demarcating Curves  
[Kolomenkin08]



Laplacian Lines  
[Zhang09]

# ゲーム用の輪郭線描画技術

## ■G-Bufferの利用



# ゲーム用の輪郭線描画技術

## ■デモ

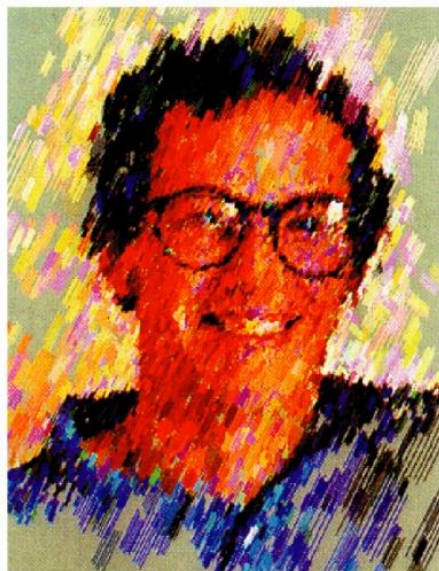


# 2次元画像ベースの絵画調描画

## ■ Haeberliが1990年に発表した手法

- 1. 写真のように元になる入力画像を用意
- 2. 入力画像の中から画素を1つ取り出す
- 3. 画素に対応する位置に筆(ストローク)の形で描画

■ 図7.25——ストロークを用いた絵画風CG画像の生成



[a] ストローク方向を一緒にした例



[b] ストローク方向をエッジに合わせた例

# 画像特徴の転写によるNPR

## ■ Image Analogies

- 画像A⇒A'のスタイル変化を学習
- 画像B⇒B'の結果を生成する



A



A'



B



B'

(A. Hertzmann, C. E. Jacobs N. Oliver, B. Curless, D. H. Salesin Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001 p.327 ©2001 ACM, Inc. Reprinted by permission.)



# 画像特徴の転写の最新研究

- 3DCGに画像特徴転写を応用[Bénard13]
  - 画像Bとして3DCGを利用
  - 動画でも転写結果がちらつかないように改善

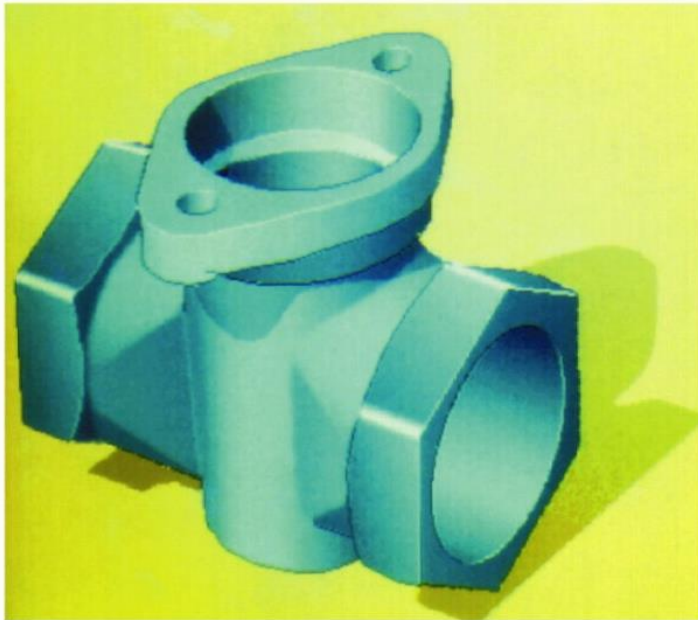
Stylizing Animation  
by Example  
[Bénard13]

# イラスト調の陰影表現

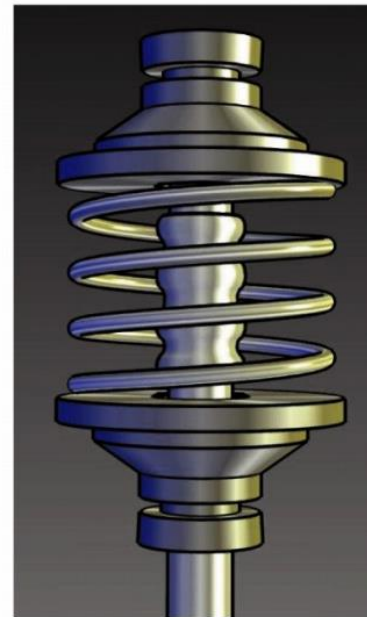
## ■強調, エフェクトとしてのシェーディング

- Kondo85: **面毎に異なる光源**を仮定
- Gooch98: **遠近感を与える色**を付加

■図7.27——面ごとに異なる光源を仮定して描画した例



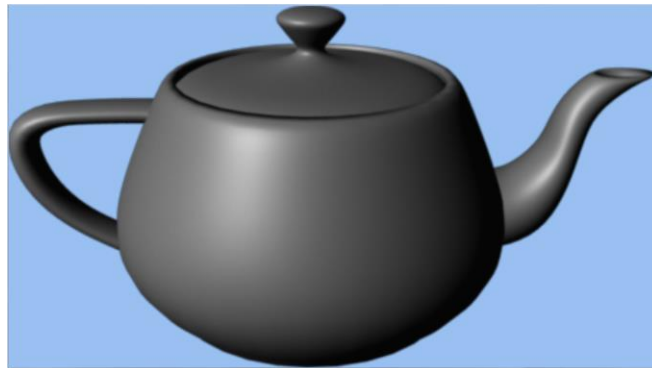
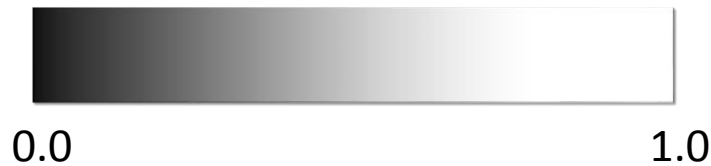
■図7.28——色の付加による金属表面の表現



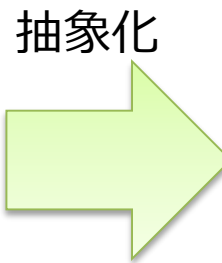
# アニメ風の陰影表現

## ■ トゥーンシェーディング

- フォトリアリスティックな照明結果  
⇒ アニメ風の減色された色に変換



フォトリアリスティックな  
照明結果



トゥーンシェーディング

# CGソフトウェアにおける トゥーンシェーディング

## ■多くの3Dソフトウェアで利用可能

- Autodesk Maya, Softimage, 3ds Max
- Unity

Maya Ramp Shader  
Technology Preview  
© Autodesk



備え付けのToon Shader  
© Unity

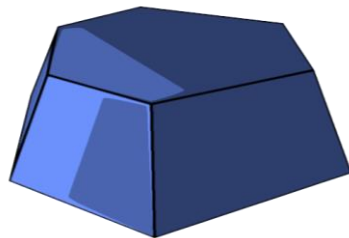
# トゥーンシェーディングの研究

## ■非物理的な陰影効果の実現

- 直観的な陰影編集操作
- 効率の良いアニメーション生成



ペイントによる陰影制御  
[SIGGRAPH 2007]



特徴を強調するライティング  
[CASA 2009]



手描き表現のための陰影モデル  
[CGI 2013]

# ペイントによる陰影制御

<http://www.olm.co.jp/rd/locally-controllable-stylized-shading/>

# 特徴を強調するライティング

<http://www.olm.co.jp/rd/stylized-lighting-for-cartoon-shader/>

# 手描き表現のための陰影モデル

[http://mcg.imi.kyushu-u.ac.jp/project.php?record\\_id=60](http://mcg.imi.kyushu-u.ac.jp/project.php?record_id=60)



# 実制作で使われるトゥーンシェーディング

## ■柔らかなシェーディングへの改良 (©バンダイナムコゲームス)

CEDEC2010での技術発表

アイドルマスター  
ワンフォーオール

# 実制作で使われるトゥーンシェーディング

## ■ 陰影の見栄えの調整 (©アークシステムワークス)

陰影の見栄えの調整

GUILTY GEAR Xrd -SIGN

# 3DCGを利用したイラスト表現

## ■3DCGと2DCGの融合 (© 2014 Disney)

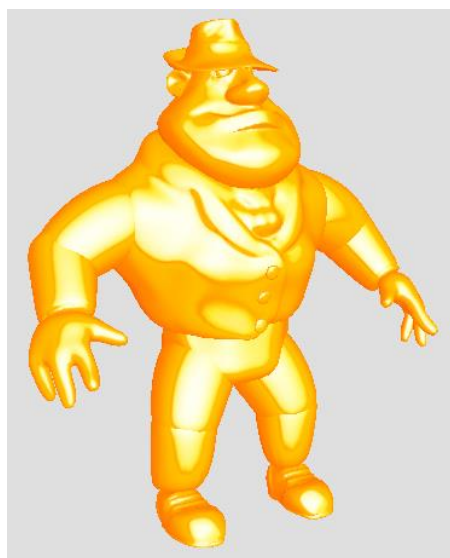
Paperman

© 2014 Disney Enterprises, Inc.

# スタイルの拡張

## ■ BarlaらのX-Toon

- 2次元テクスチャを利用した手法
- **ハイライトの表現, シルエットの強調,**  
距離に応じた陰影変化



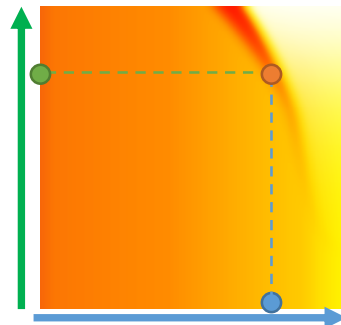
ハイライトの表現



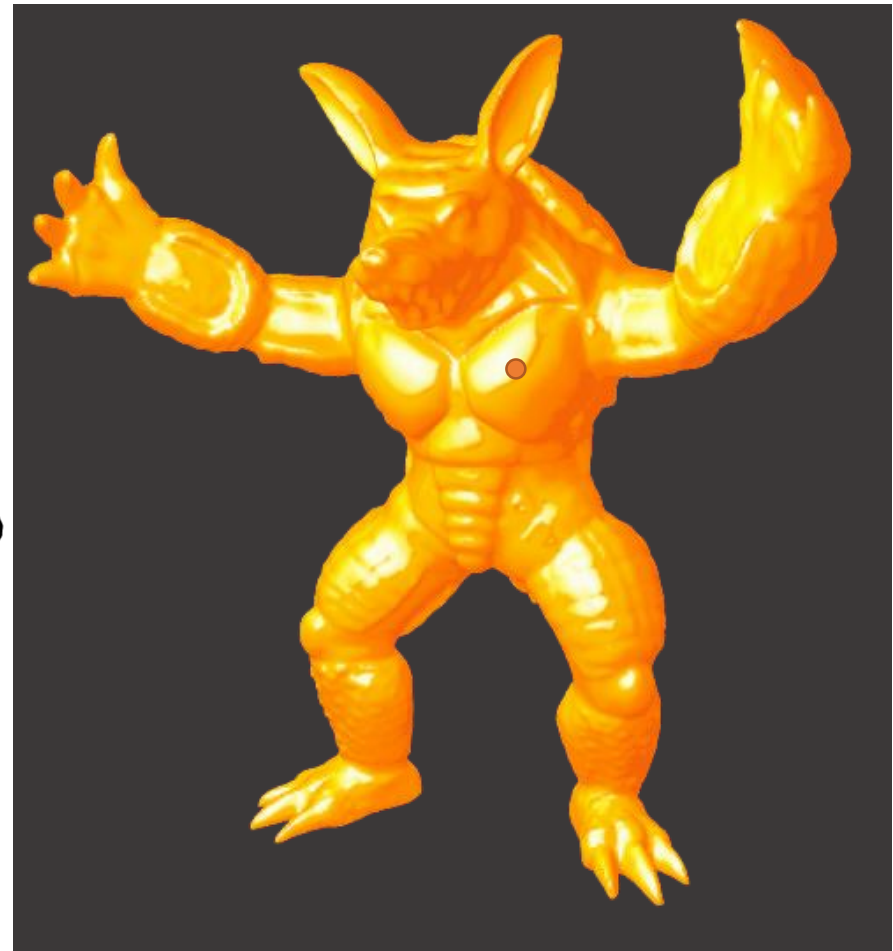
シルエットの強調

# 2次元テクスチャ手法詳細

ハイライト

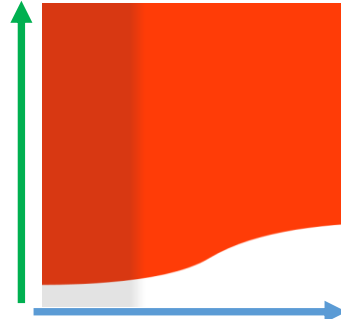


拡散反射

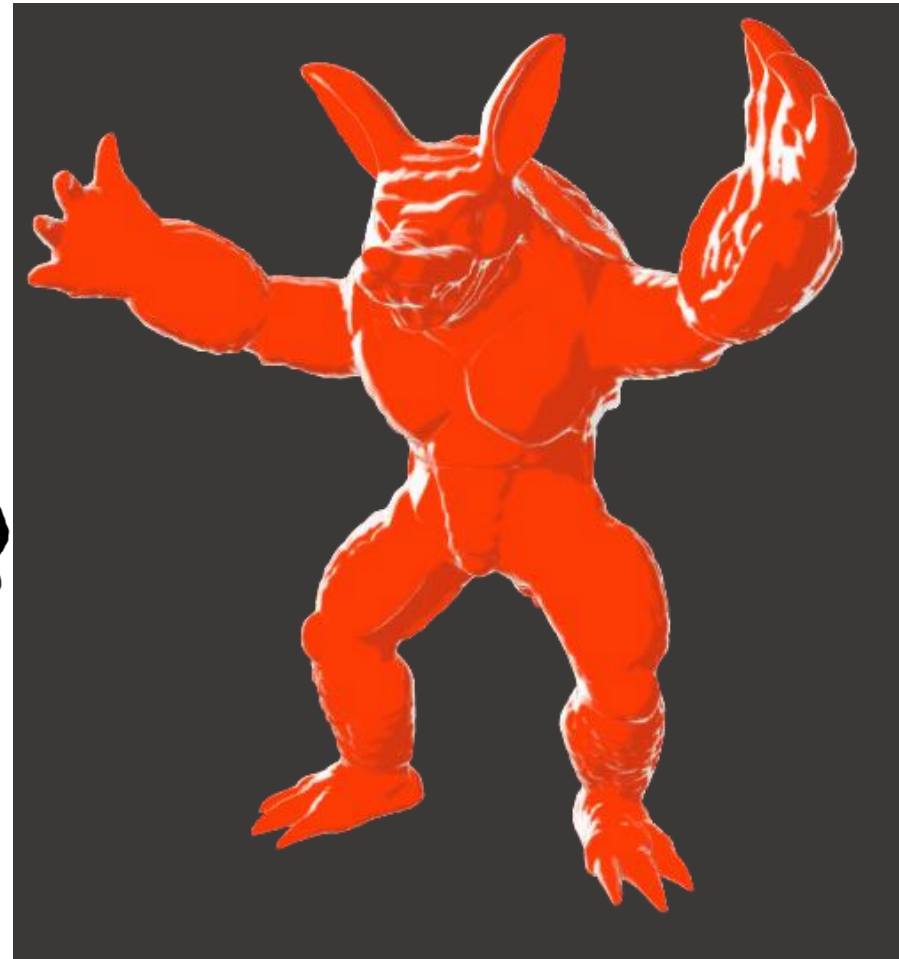


# 2次元テクスチャ手法詳細

シルエット



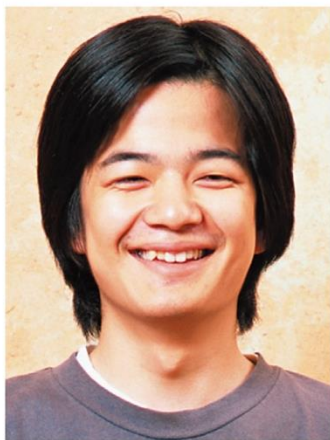
拡散反射





# 形状の誇張表現

- 形状特徴を考慮した誇張
  - NPRによる似顔絵生成
- 特殊な投影による誇張
  - 投影による遠近感の強調



(提供: 山梨大学 茅 暁陽)

形状特徴を誇張した似顔絵生成

© サンジゲン

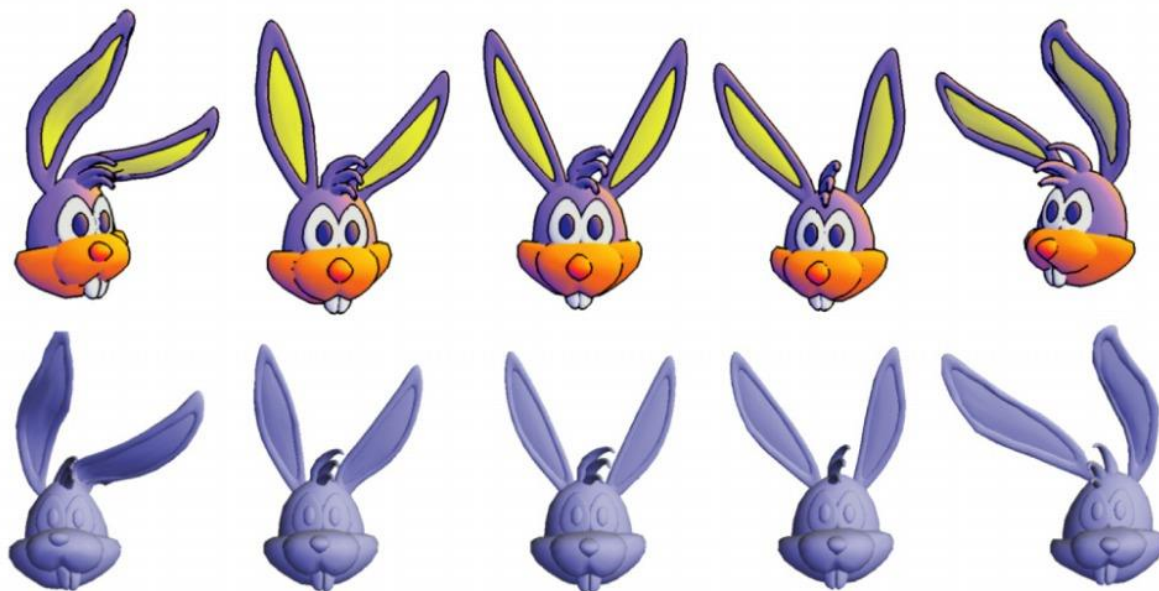
望遠+広角による補正



# 動きと形状の誇張表現

## ■視点に依存した形状変形

■図7.30——視点に依存した3次元形状の例  
(上は視点ごとの2次元画像, 下は正面から見た3次元形状)



© Disney

# 実制作での応用

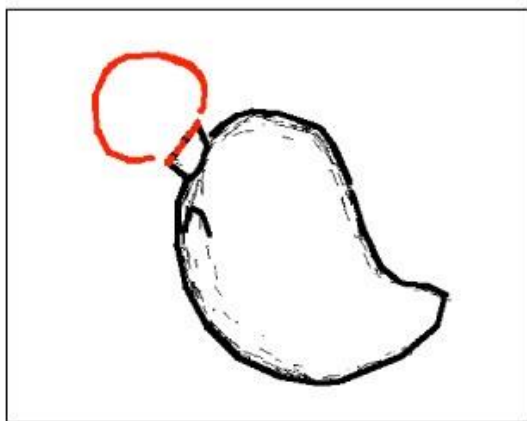
- 表情が綺麗に見えるよう形状を修正 (©サンジゲン)

# スケッチベースのインターフェース

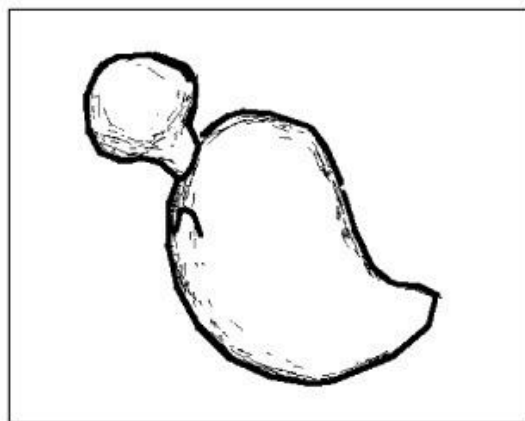
## ■Teddy [Igarashi99]

- **初心者向け**の形状作成インターフェース
- スケッチによる形状生成, 突起作成機能等

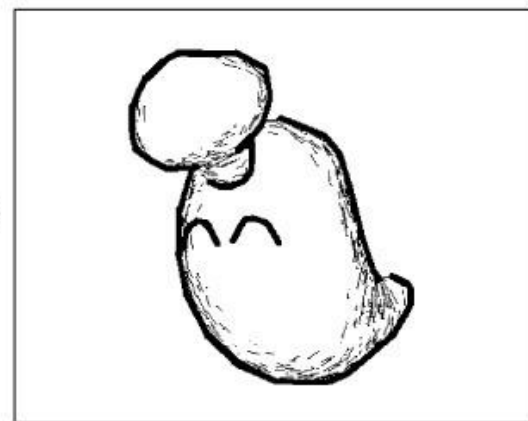
■図7.23——スケッチベースモデラ「Teddy」におけるラフな陰影表現



[a] 2次元断面(赤)を入力する



[b] 3次元形状が生成される



[c] 回転させる

( T. Igarashi, S. Matsuoka, H. Tanaka, Proceedings of ACM SIGGRAPH 1999 p.410 ©1999 ACM, Inc. Reprinted by permission.)

「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

# 次回

## ■アニメーション技法

- カメラコントロール, キーフレームアニメーション  
キャラクターアニメーション, 特殊効果



[a] ハイアングル



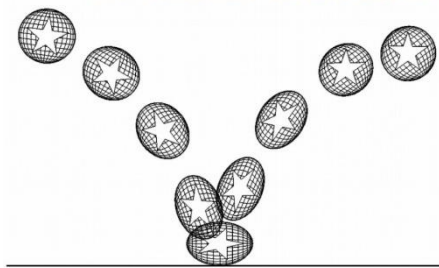
[b] ローアングル



[c] アイレベル



■図5.13—押しつぶし・引き伸ばしの例(ボールを意図的に変形させることで、弾んだときのスピード感や躍動感を表現している)



【コンピュータグラフィックス】2004年 / 株式会社人海情報制作所監修 © (GD-ARTS) 誌

