

コンピュータグラフィックス

第10回

レンダリング技法3

～写実的な陰影表現，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

レポート課題について

■ 提出期限

- レポート課題2 (1/12), レポート課題3 (1/19)

■ 提出方法

- Oh-o! Meijiの授業ページから提出して下さい

■ 配点について

- レポート課題2 (25点)
- レポート課題3 (20点)

レポート課題2

- 1. CGソフトウェアを使って形状デザイン
- 2. ボクセル, 8分木,...を使ったCG事例を解説
- 3. Unityを使ってシェーディングをデザイン
- 4. 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の違いについて解説

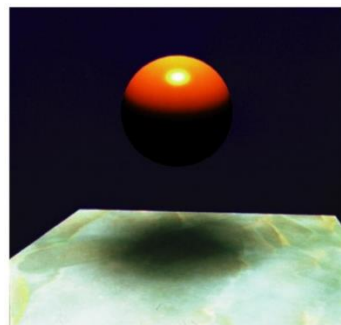
レポート課題 3

- 1. CGソフトウェアでアニメーションをデザイン
- 2. Web上でリアルタイムに動作するコンテンツの解説・感想を述べる
- 3. 最新技術論文の考察・感想を述べる

本日の講義内容

■ レンダリング技法 2

- 写実的な陰影表現
- 視覚に訴えるグラフィックス



[b] 面光源(本影と半影ができる)



■図4.59—カラーブリーディングの例



[a] 直射光のみの画像



[b] 相互反射を考慮したラジオシティ法による画像

■図7.15—水彩画風CG画像



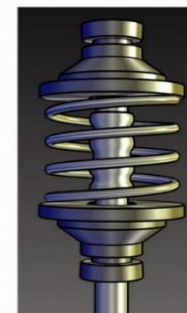
■図7.16—ペン画風CG画像



■図7.22—自由曲面のイラスト表現

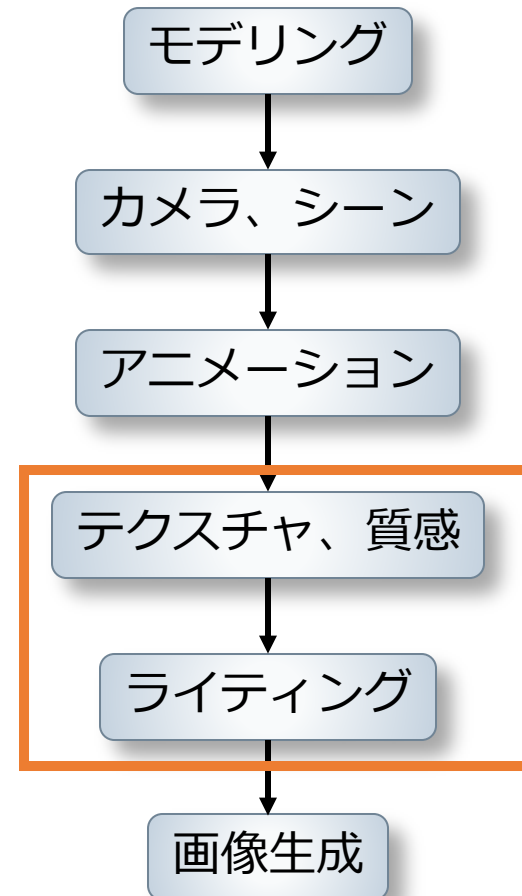


■図7.28—色の付加による金属表面の表現



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

<https://www.youtube.com/watch?v=YZ3xRBDnOOI>

<https://www.youtube.com/watch?v=eHSGBh1z474>

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

ノンフォトリアリスティック 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

<https://www.youtube.com/watch?v=mM6cLnscmO8>

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

<https://www.youtube.com/v/cvj3-MZO9Tw>

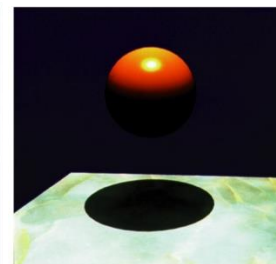
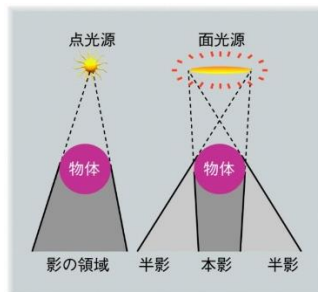
https://www.youtube.com/watch?v=RP-KqRkDWS0&feature=player_detailpage

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

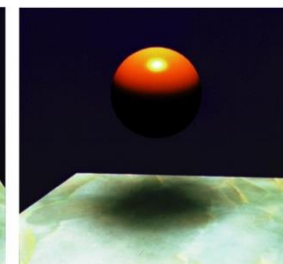
STAND BY ME ドラえもん
© 2014 「STAND BY ME ドラえもん」
製作委員会

フォトリアリスティックレンダリング

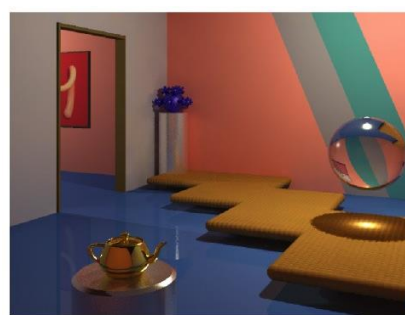
- サブサーフェススキヤッタリング
- 影付け
- 大域照明モデル



[a] 点光源



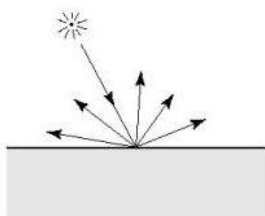
[b] 面光源(本影と半影ができる)



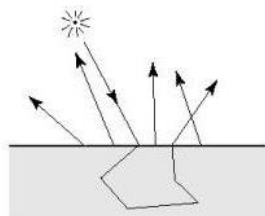
サブサーフェススキヤッタリング

■ 多重散乱による柔らかい光の表現

- グラスに入った牛乳や肌のような質感
- 表面から入った光が内部の深い部分で多重散乱



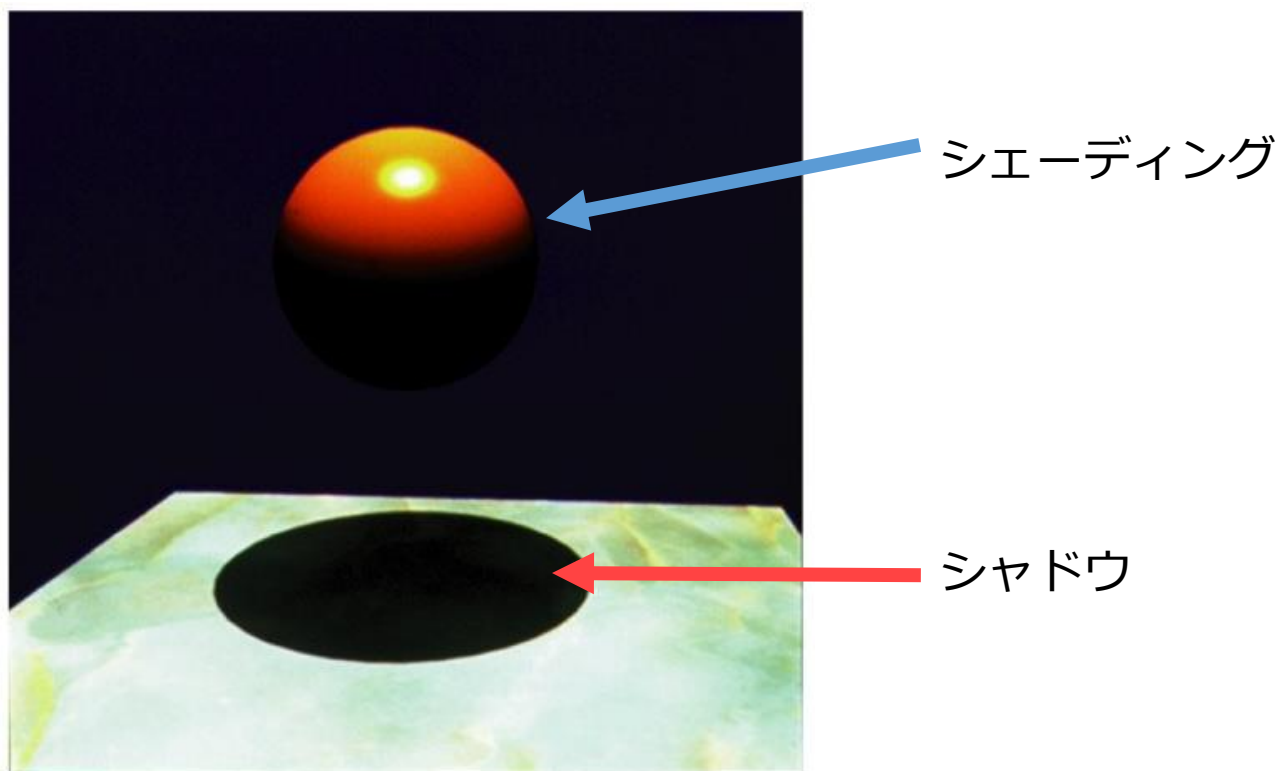
表面反射のみ



サブサーフェス
スキヤッタリング

影付け(シャドーイング)

- 光源が物体によって遮られてできた影
 - シェーディング(前回の講義)とは異なる



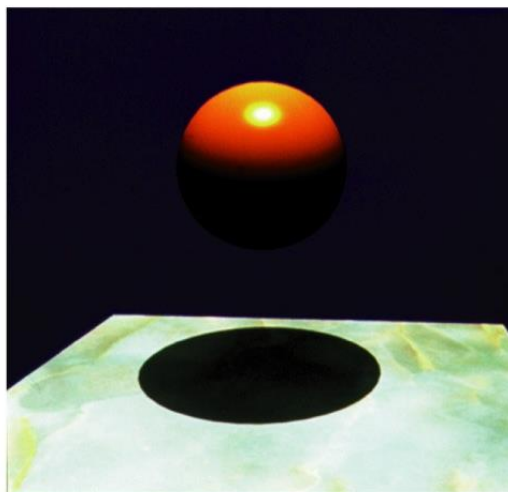
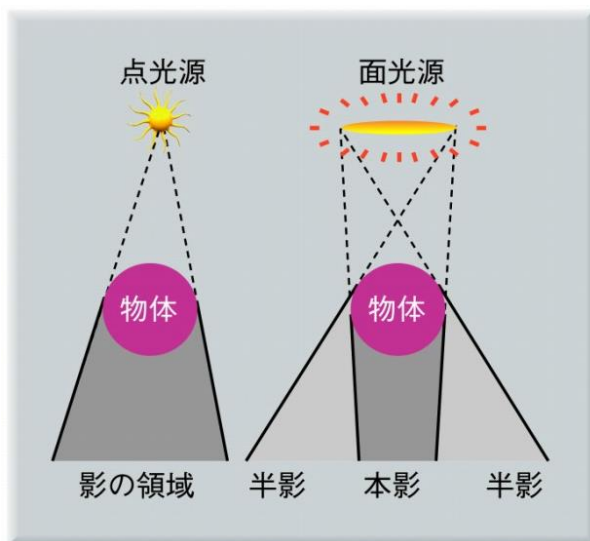
本影と半影

■本影: **境界がはっきり**した影

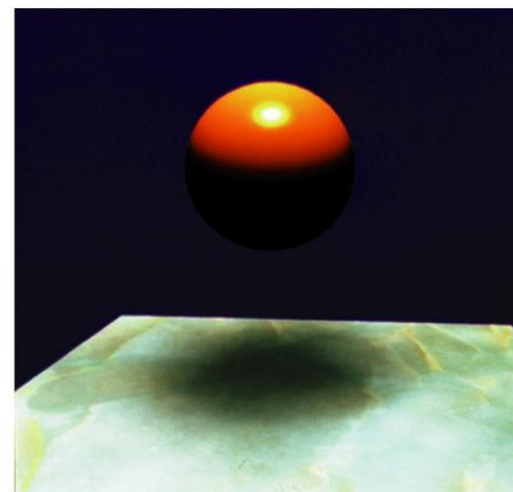
- 点光源や平行光源で生じる

■半影: **境界がぼやけた**影

- 面光源のように大きさを持つ光源で生じる



[a] 点光源



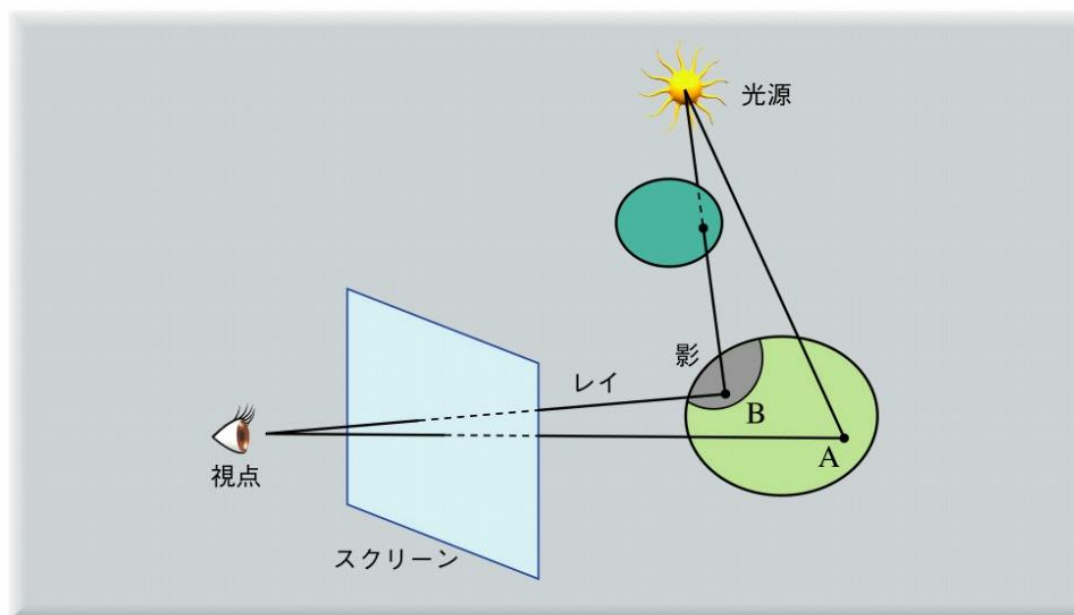
[b] 面光源(本影と半影ができる)

影の計算方法

■ レイトレーシング法

- 1. レイと物体の交点から**光源方向**に線を結ぶ
- 2. 光源と交点を結ぶ線上に**物体が無いかを調べる**
 - これもレイトレーシング法の計算を流用できる

■ 図4.52—レイトレーシング法による影付け

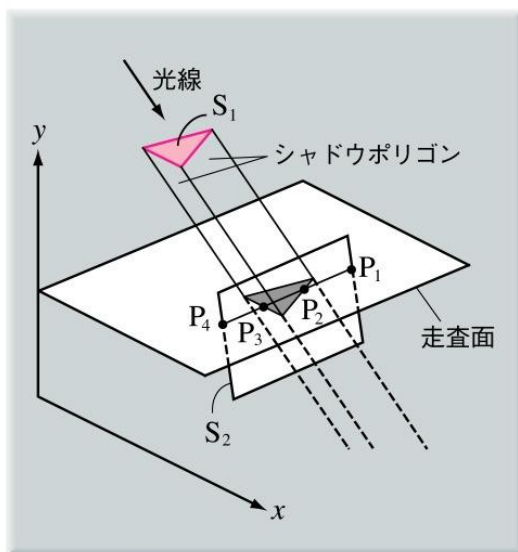


影の計算方法

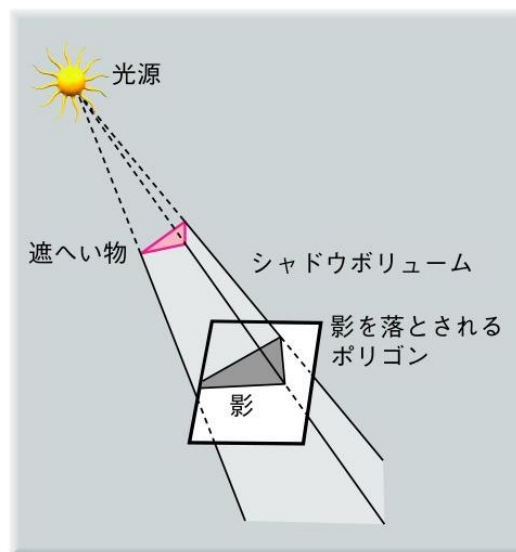
■ シャドウボリューム

- 光源と遮蔽物によって生じる**影の空間**
- シャドウポリゴン: シャドウボリュームの構成面
- モデリングの際に物体データに付加しておく

■ 図4.55—シャドウポリゴン法による影付け



[a] 平行光線の場合



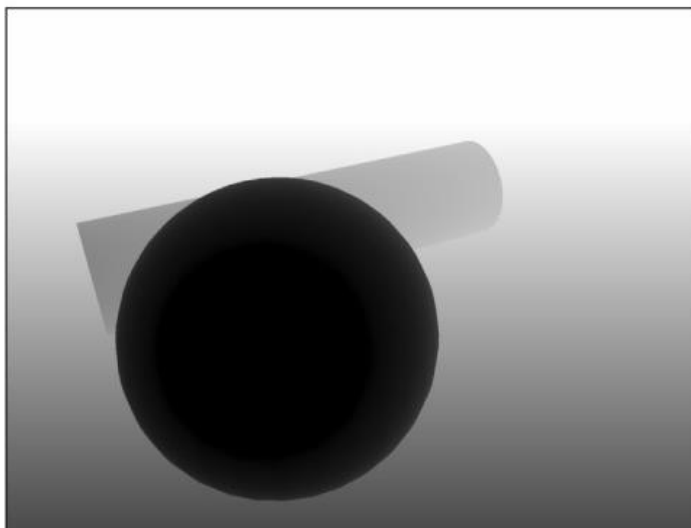
[b] 点光源の場合

[McGuire03]

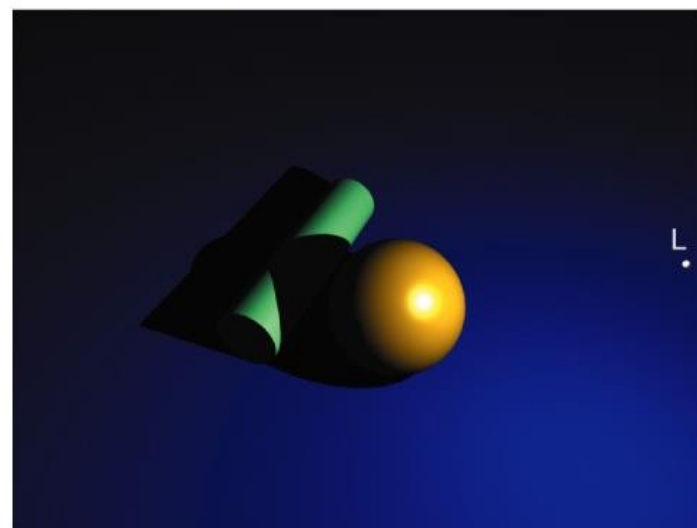
シャドウマップ

■ Zバッファを用いた影付け

- シャドウマップ: **光源位置を視点**としたZバッファ
 - 光源から見える一番近い面までの距離の情報
- 影付け
 - 物体の描画時にシャドウマップを参照



[a] シャドウマップ



[b] 影付けの結果(光源位置L)

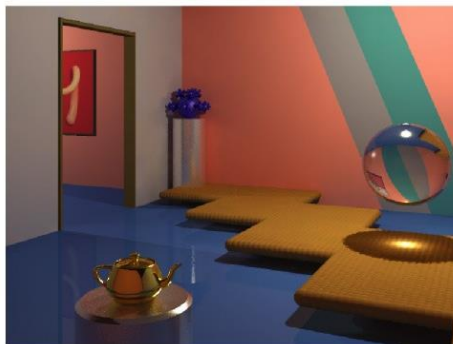
大域照明モデル

- 環境光(前回の講義): 周囲からの光を**一様な光**で近似
- 大域照明モデル: 反射面からの間接光も考慮

- ラジオシティ法



- フォトンマッピング法



ラジオシティ法

■ラジオシティ法: 相互反射を考慮

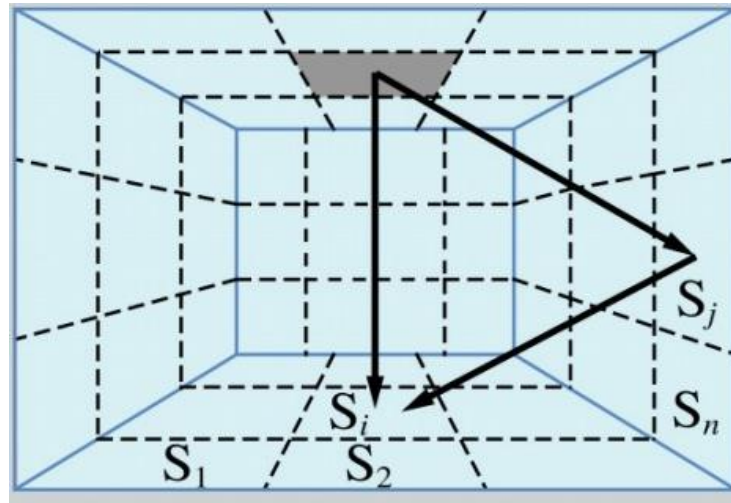
- 影が半影になる
- 直射光がとどかない部分も間接光により照らされる
- **反射面の色が隣接する面に影響**する



ラジオシティ法

■ポリゴンを小さなパッチに分割

- ラジオシティ(放射発散度)
 - パッチ毎に計算する
- フォームファクタ
 - パッチ同士のラジオシティのやり取りを考慮
 - 光源, 視点には依存しない



ラジオシティ法

- 直射光のみの画像とラジオシティ法の比較
 - 間接光により柔らかい雰囲気表現できる



[a] 直射光のみの画像



[b] 相互反射を考慮したラジオシティ法による画像

ラジオシティ法

■映像制作での利用

Lightwave6 (1999)
© NewTek

Bunny (1998)
© Blue Sky Studios

フォトンマッピング法

- 鏡面反射，透明物体を空付ける手法
 - コースティック: 集光現象
 - パッチ分割の必要が無い
 - ⇒ シーンの**複雑度に計算時間が影響しない**



[a] 集光現象および映り込みの表示

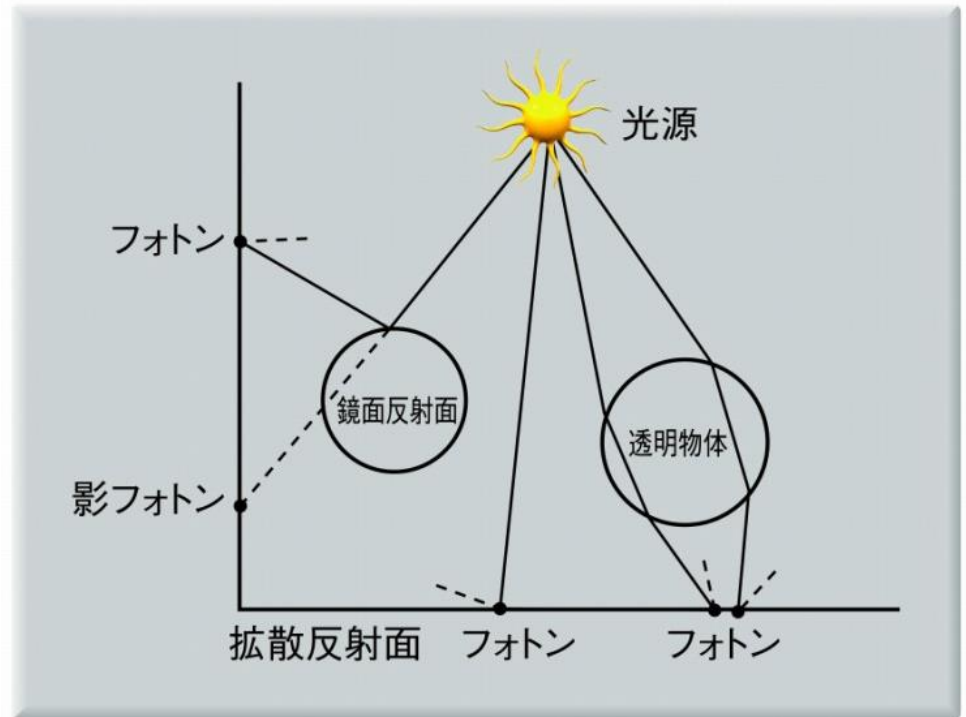


[b] グラスの中のコニャックによる集光現象の表示

フォトンマッピング法

■ フォトンマッピングの構築

- 光源からレイトラッキングを行う
- フォトン(光子)
 - 鏡面反射の情報
 - 拡散面での反射情報
 - 多重散乱光



フォトンマッピング法

- Unityで動作するフォトンマッピングのデモ© mgear

<http://unitycoder.com/upload/demos/mRayTracingPhotons1/>

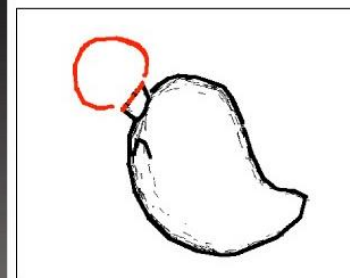
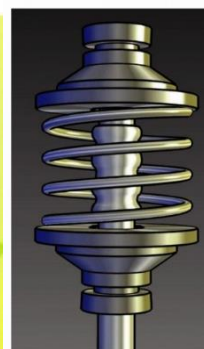
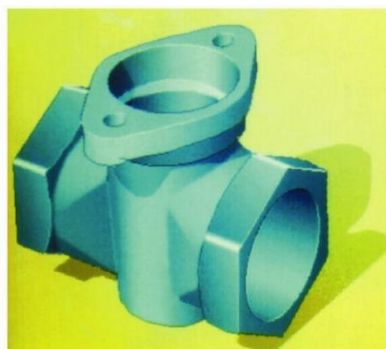
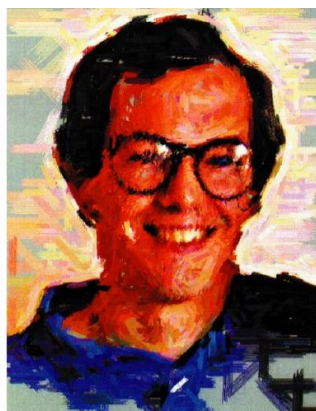
フォトンの計算の様子

最終レンダリング結果

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

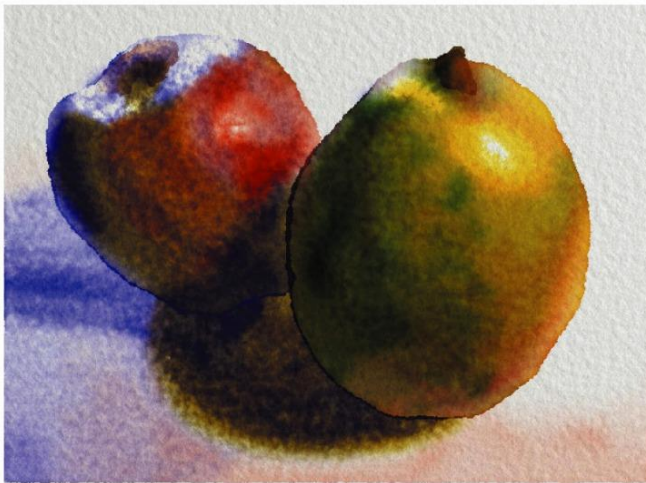


既存描画手法のシミュレーション

■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)

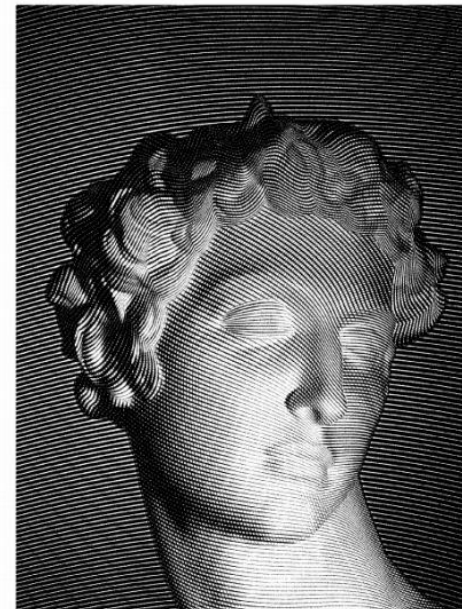
■図7.17——水墨画風CG画像



(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)

ストロークを用いた絵画調描画

■ 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



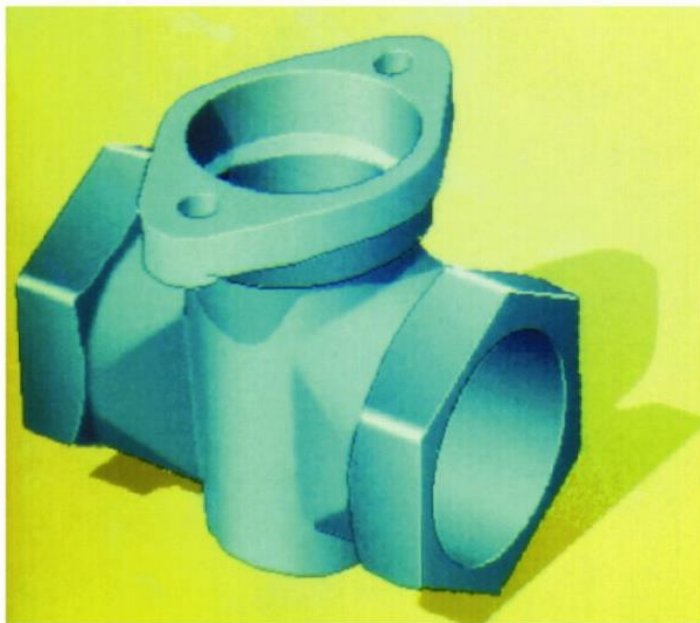
[b] ストローク方向をエッジに合わせた例

イラスト調の陰影表現

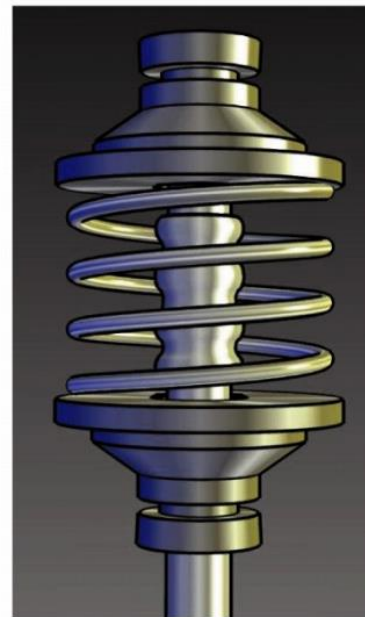
■ 強調, エフェクトとしてのシェーディング

- 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

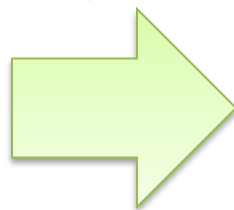
■ トゥーンシェーディング

- 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

抽象化



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

<https://www.youtube.com/watch?v=uylNeTocF50>

Maya Ramp Shader
Technology Preview
© Autodesk

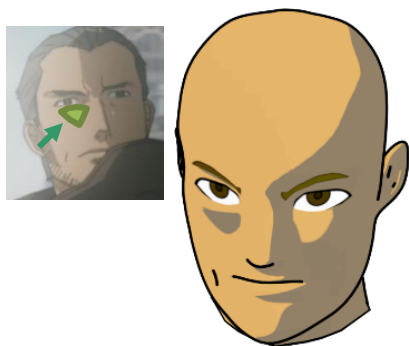


備え付けのToon Shader
© Unity

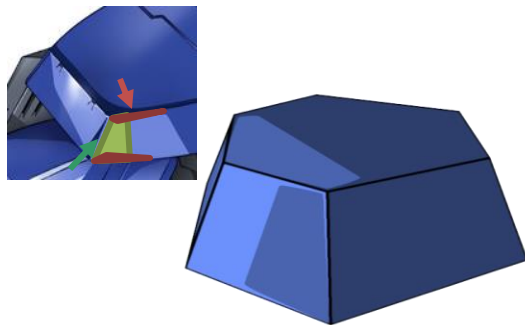
トゥーンシェーディングの研究

■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

実制作で使われるトゥーンシェーディング

- 3DCGを利用したイラスト表現の再現 (© 2014 Disney)

Paperman

© 2014 Disney Enterprises, Inc.

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)

https://www.youtube.com/watch?v=hMQX0Qi3a38&feature=player_detailpage

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)

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=QafDmE2EGYs

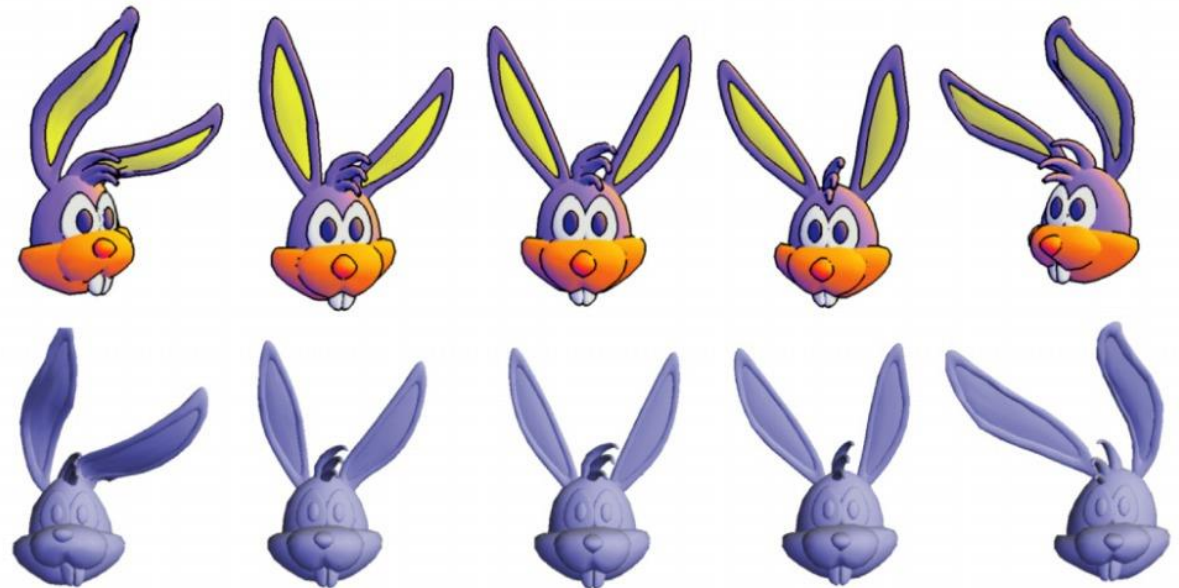
陰影の見栄えの調整

GUILTY GEAR Xrd -SIGN

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)

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=5mIVlxyfZRw

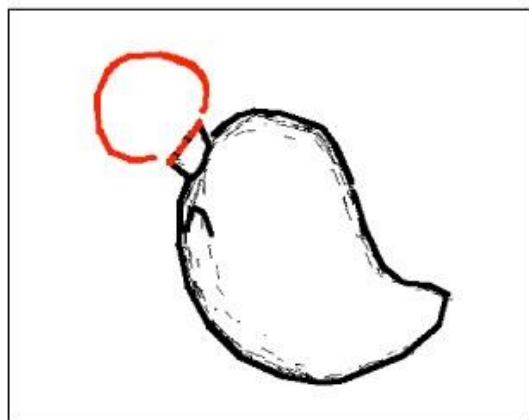
https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=PPvDxSK-HXI

スケッチベースのインターフェース

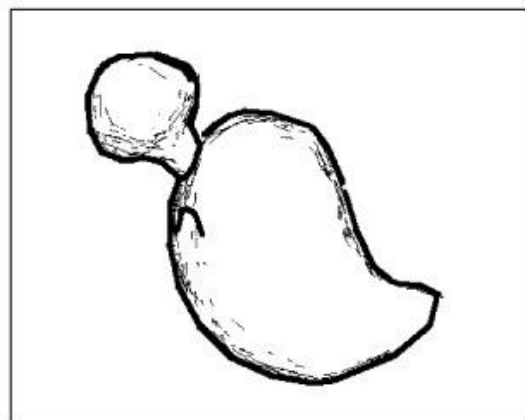
■Teddy [Igarashi99]

- **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

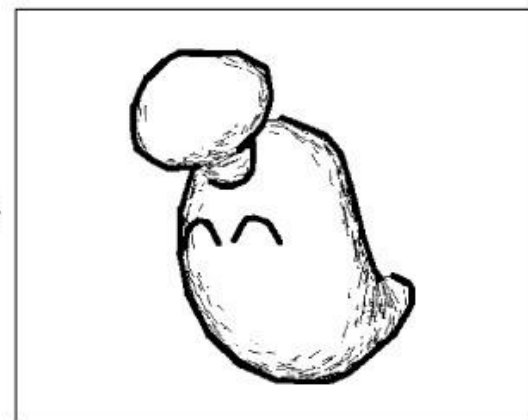
■図7.23——スケッチベースモデラ「Teddy」におけるラフな陰影表現



[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



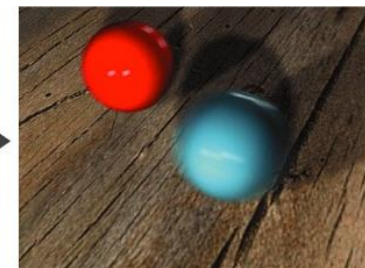
[a] ハイアングル



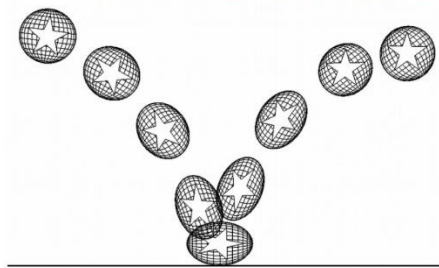
[b] ローアングル



[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」2014年 / 株式会社人海情報制作所監修 © CG-ARTS 謹啓

