

コンピュータグラフィックス

第2回 CG発展の歴史

理工学部 兼任講師
藤堂 英樹

本日の講義内容

■CG発展の歴史

- 1940～1960：CGの誕生
- 1970～1980：CG技術・製品の実用化
- 1980～現在：CGによる映画制作
- 1980～現在：CGの様々な応用

CGの誕生: 1940~1960

■CGの基礎

- 軍事技術の開発がルーツ
- 1955: SAGEプロジェクト
 - 半自動防空管制システム
- コンピュータ⇔CG⇔人間

1955

SAGE

© The MITRE Corporation

■CAD/CAMの誕生

- 軍事用に工作機械の開発
- CAM: 工具の動きをコンピュータで制御
- CAD: 設計の過程をコンピュータで支援
- グラフィックディスプレイ
 - モーターとペンでCGを直接紙にハードコピー



■図a.51—IBM-2250グラフィックディスプレイ

【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)

IBM2250
グラフィック
ディスプレイ

CGの誕生: 1940～1960

■ アイヴァン・サザーランド

- 1963: Sketchpadシステム
 - ライトペンでモニター上に図形を描く

■ CGアート

- ジョン・ウィットニー
 - モーショングラフィックス

■ 第1次コンピュータアートブーム

- コンピュータアートコンテスト
- 万国博での作品上映
- CGの展覧会

1963

Sketchpadシステム

© Ivan Sutherland

1975

Arabesque

© John Whitney

CG技術の実用化に向けて：1970年代前半

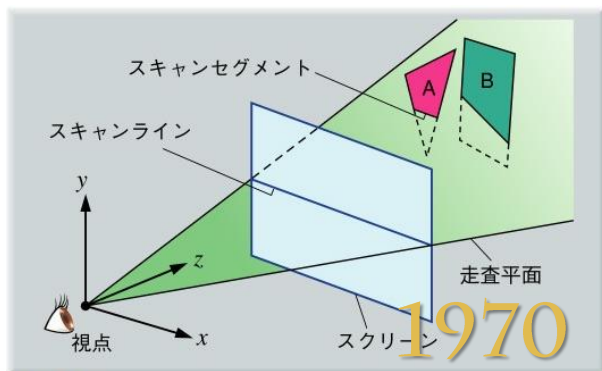
■ユタ大学CGグループ

■表a.7——ユタ大学で開発されたおもな3次元CG技術

隠面消去法		
スキャンラインアルゴリズム	ゲーリー・ワトキンス	1970年
ペインタアルゴリズム	マーチン・ニューウェル	1972年
Zバッファアルゴリズム	エドウィン・キャットマル/ランス・ウィリアムス	1974年
照明モデル		
フォンのモデル	ブイ・ツォン・フォン	1975年
ブリンのモデル	ジェームズ・ブリン	1977年
スムーズシェーディング		
グローシェーディング	アンリ・グロー	1971年
フォンシェーディング	ブイ・ツォン・フォン	1975年
マッピング		
テクスチャマッピング	エドウィン・キャットマル	1974年
環境マッピング	ジェームズ・ブリン/マーチン・ニューウェル	1976年
バンプマッピング	ジェームズ・ブリン	1978年
その他の技術		
細分割曲面	ジェームズ・クラーク/エドウィン・キャットマル	1974年
並列処理ハードウェアによるレンダリング	ヘンリー・フックス	1975年

「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)

ユタ大学CGグループ



[a] 走査平面

スキャンライン
(Gary Watkins)



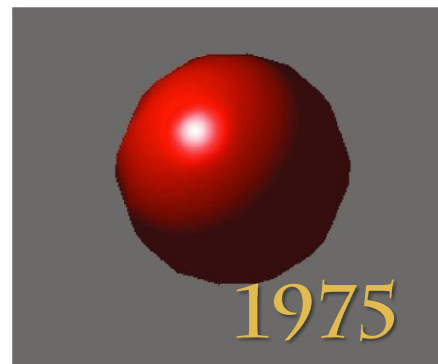
Zバッファ
(Edwin Catmull, Lance Williams)



テクスチャマッピング
(Edwin Catmull)



細分割曲面
(James Clark, Edwin Catmull)

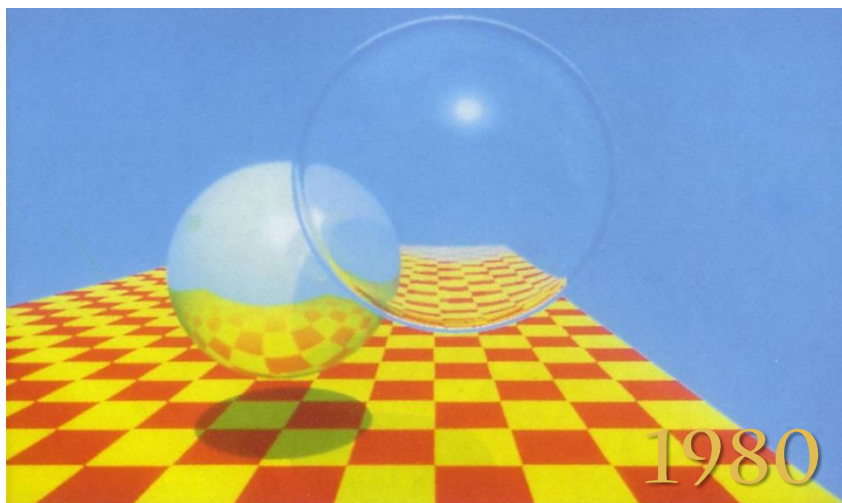


スムーズシェーディング
(Bui Tuong Phong)

CG技術の実用化に向けて：1970年代前半

■レイトレーシングの誕生

- 光の反射, 屈折, 影を扱える技術
- 1980: ターナー・ウィットッドによる基礎技術の発表
- 今日でも多くの改良が行われ, 実用化が進んでいる



初期のレイトレーシング

© Turner Whitted

2015

NVIDIA IRAY

© NVIDIA

CG製品の確立と実用化：1970年代後半～

■ ドロー系システムの誕生

- Adobe社の活躍
 - 1985: PostScript (ページ記述言語)
 - 1987: Illustrator (ドローソフト)
 - 1988: Photoshop (画像加工ソフト)

■図a.56—「Illustrator®」, 「Photoshop®」の初期のパッケージ



このパッケージショットは、Adobe Systems Incorporatedの許諾を得て使用しています。
Adobe、Adobe IllustratorおよびAdobe PhotoshopはAdobe Systems Incorporatedの米国ならびに他の国における商標または登録商標です。
「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)

CG製品の確立と実用化：1970年代後半～

■グラフィックスワークステーション

- リアルタイムに3DCG制作を行うためのPC
- 1984: シリコングラフィックス社 IRIS 400

■図a.57——グラフィックスワークステーション（写真は後継機種のPersonal IRIS）



CPU：10MHz
メモリ：1.5MB
ハードディスク：72MB

（提供：日本 SGI 株式会社）

「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）

CG製品の確立と実用化：1970年代後半～

■グラフィックスワークステーション

- リアルタイムに3DCG制作を行うためのPC
- 1984: シリコングラフィックス社 IRIS 400
- 2015: ゲーム用途のPCが高スペック

CPU : 4.0 GHz
メモリ : 16GB
ハードディスク : 4TB

2015

ALIENWARE Area-51

© DELL

CG製品の確立と実用化：1970年代後半～

■アニメーションのデジタル化

- エドウィン・キャットマル
 - 1974：ユタ大学卒業
 - フル3Dによる映画やテレビ番組の制作
 - アートとエンタテインメント指向をもった研究
 - Disney, Pixarの現社長

© Walt Disney Animation Studios

© Pixar Animation Studios

CG製品の確立と実用化：1970年代後半～

■映画業界のデジタル化

- ジョージ・ルーカス
 - スター・ウォーズ, インディ・ジョーンズの映画監督
 - 1980: 音響・編集・CGのプロジェクトチームをつくる
 - CGプロジェクトにキャットマルも参加
 - 高品質で写実的なレンダリングシステム

1997 スター・ウォーズ・エピソード4
© Lucasfilm Ltd.

2005 スター・ウォーズ・エピソード3
© Lucasfilm Ltd.

CGによる映画制作: 1980～

■CGがTVや映画で応用され始める

トロン© Disney

バック・トゥ・ザ・フューチャー
© Universal Pictures

ターミネーター2
© TriStar Pictures

ジュラシックパーク
© Universal Pictures

実写+CGによる映像制作

■実写：身近な物

- 実物をそのまま撮影できる
- 人間などは実写の方が向いている

■CG：実写では撮影が難しい物

- 制作には労力がかかる
- 存在しない物も表現できる
- 人間の再現は難しい

実写

CG

ターミネーター2

© TriStar Pictures

実写+CGによる映像制作

■実写：身近な物

- 実物をそのまま撮影できる
- 人間などは実写の方が向いている

■CG：実写では撮影が難しい物

- 制作には労力がかかる
- 存在しない物も表現できる
- 人間の再現は難しい

実写

CG

ジュラシックパーク
© Universal Pictures

実写+CGによる映像制作

■実写：身近な物

- 実物をそのまま撮影できる
- 人間などは実写の方が向いている

■CG：実写では撮影が難しい物

- 制作には労力がかかる
- 存在しない物も表現できる
- 人間の再現は難しい

CG

実写

2014

ライフ・オブ・パイ
© 2014 Twentieth Century Fox
Film Corporation

実写+CGによる映像制作

■実写：身近な物

- 実物をそのまま撮影できる
- 人間などは実写の方が向いている

■CG：実写では撮影が難しい物

- 制作には労力がかかる
- 存在しない物も表現できる
- 人間の再現は難しい

実写

CG

2015

ジュラシック・ワールド
© 2015 ILM / Universal Pictures
and Amblin Entertainment

フルCG映画の制作

■全ての映像をCGだけで制作する試み

- トイ・ストーリー (1995), シュレック (2001),
ファイナルファンタジー(2001),
モンスターズ・インク(2002), アナと雪の女王(2014),
ベイマックス(2015)

トイ・ストーリー © Disney • Pixar

2014

アナと雪の女王

© 2014 Disney Enterprises, Inc.

実写とCGの融合

- CGによるリアルな人物の表現
- イメージベースド・レンダリング
 - 実際の計測データの利用によるリアルな表現

マトリックス© Warner Bros. Pictures

3D映画(立体視)の登場: 2009～

- 偏光式, 液晶シャッター式による高画質な3D映像
 - アバター(2009), アリス・イン・ワンダーランド(2010), バイオハザード4(2010), トランスフォーマー3(2011), ゼロ・グラビティ(2013), トランスフォーマー4(2014)

アバター© 20th Century Fox

2013

ゼロ・グラビティ
© Warner Bros. Pictures

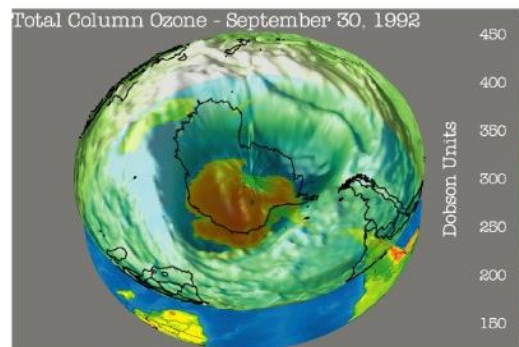
CGの様々な応用: 1980～

■エンタテインメント主導のCG研究

- 映画の視覚効果技術
- ゲームコンテンツ

■一般的な産業分野

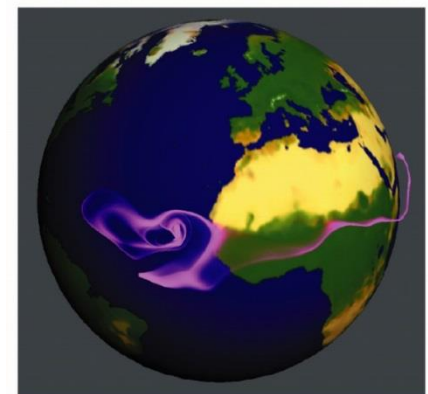
- デザイン
- シミュレーション
- 可視化



[a] オゾンホール

(Lloyd A.Treinish, IBM Thomas J.Watson Research Center, USA)

■図7.41——フローボリュームによる気流の可視化



(提供: N.Max, 米国 Lawrence Livermore 国立研究所)
「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)

CGの様々な応用: 1980～

■ゲーム

1983

ファミコン© 任天堂

1990

スーパーファミコン© 任天堂

1994

プレイステーション© Sony

2000

プレイステーション2© Sony

2012

Wii U© 任天堂

2014

Xbox One© XBox

※ 年代はハードの発売年

CGの様々な応用: 1980～

■ Web 3D: Web上で3次元モデルを利用する技術

1994

VRML / X3D © x3dom.org

2011

WebGL
3 Dreams of Black © Google

2014

Unity Web Player
© Unity Technologies

CGの様々な応用: 1980～

■ ヴァーチャル・アイドル

- CGで作られたアイドル
- 実際のタレント同様にTV, CMで活躍

1999

テライユキ
© くつぎけんいち

2007

初音ミク
©クリプトン・フューチャー・メディア

2014

THE IDOLM@STER
©バンダイナムコゲームス

3DCGソフトウェア

■映像産業で普及しているソフトウェア

- **Autodesk** Maya (元エイリアス社, 1998~)
- **Autodesk** Softimage | XSI (元Softimage社, 1986~)
- **Autodesk** 3Ds Max (元Kinetix社, 1990~)
- LightWave 3D(NewTek社, 1994~)

Maya
© Autodesk

Softimage | XSI
© Autodesk

3Ds Max
© Autodesk