

コンピュータグラフィックス

第3回 CGシステム

理工学部 兼任講師
藤堂 英樹

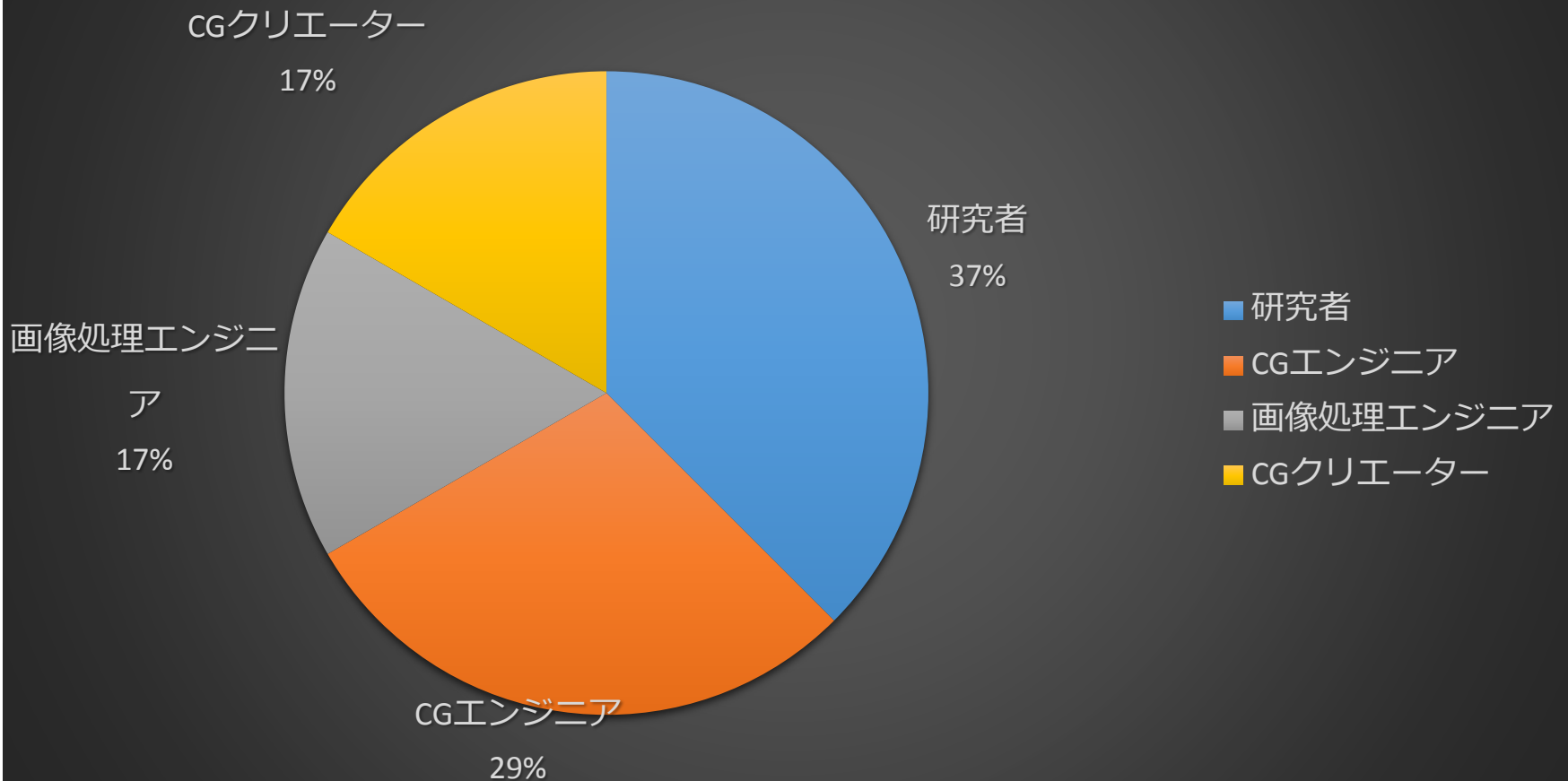
本日の講義内容

- CGシステムの構成
- CGシステムの応用
- CGソフトウェア



CGシステム利用のモデルケース

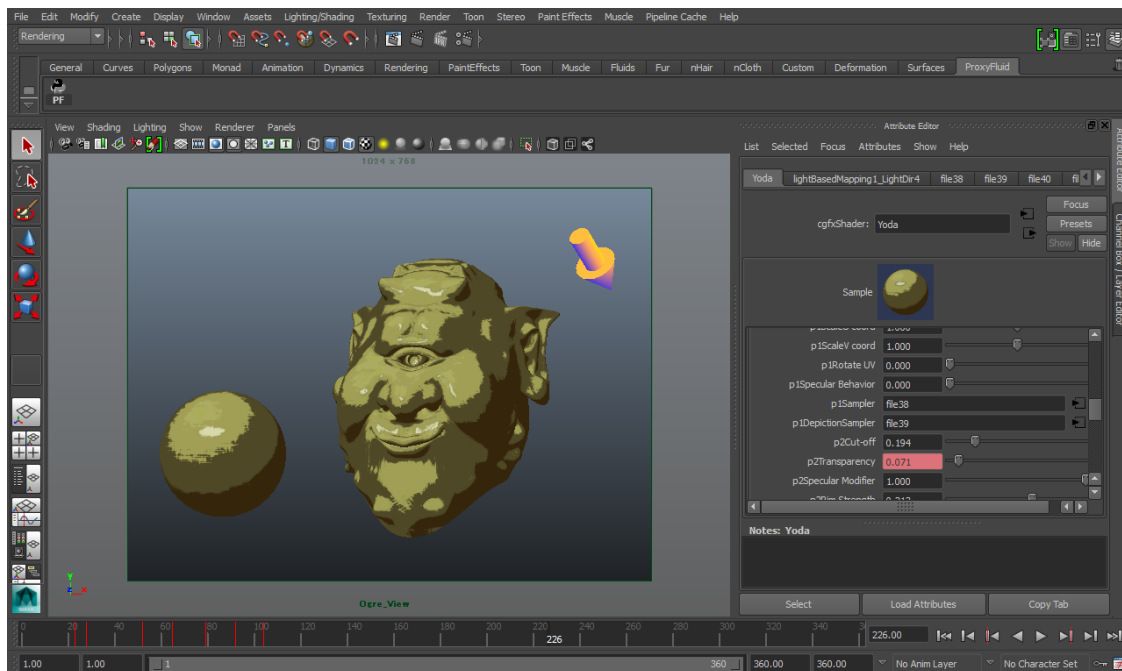
ユーザープロフィール



CGシステム利用のモデルケース

■3DCGの陰影表現

- Autodesk Maya
 - 3Dモデルの表示全般: アニメーションを含む
 - シェーダー(陰影部分)の開発



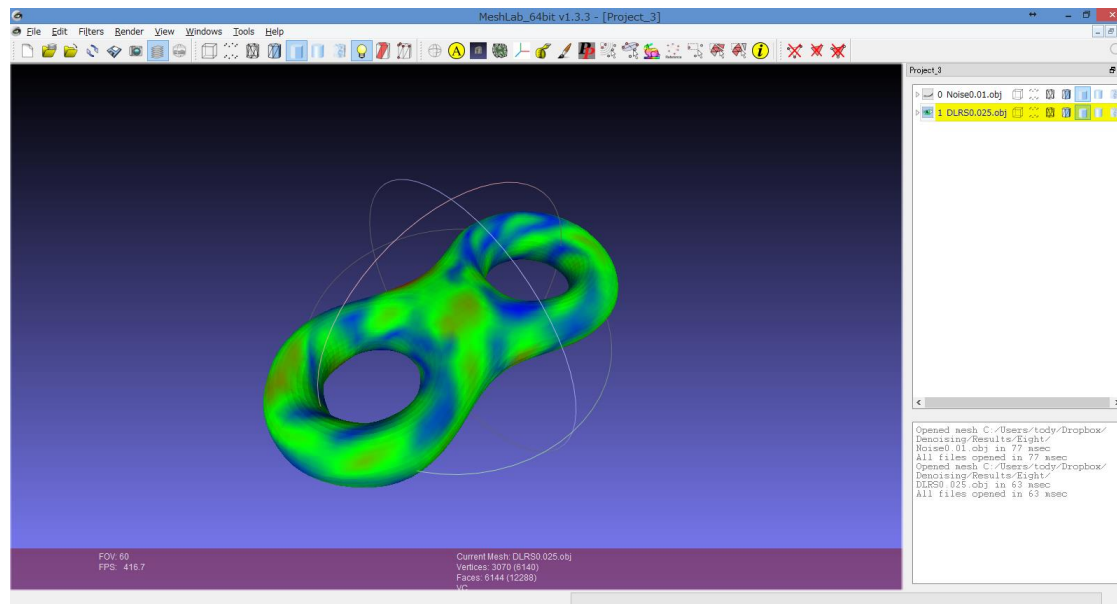
```
35 /***** 頂点シェーダー *****/
36 // Lit-Sphereの頂点シェーダー
37 vertexOutput viewLitSphereVS (·appdata IN )
38 {
39   ···vertexOutput·OUT;
40
41   ···// 位置座標の計算
42   ···OUT.HPosition = ·mul·(·WorldViewProjXf,·IN.Position
43
44   ···// ·$·\Vec{N}·_v$の計算
45   ···float3·Nv = ·normalize·(·mul·(·WorldViewITXf,·IN.No
46   ···OUT.Nv = Nv;
47   ···return·OUT;
48 }
49
50 /***** ピクセルシェーダー *****/
51 // Lit-Sphereのピクセルシェーダー
52 float4 viewLitSpherePS (·vertexOutput·IN·) :·COLOR
53 {
54   ···float3·Nv = ·normalize·(·IN.Nv·);
55
56   ···// ·$N_{vx}$,·$N_{vy}$を$[0, 1]$に正規化
57   ···float2·uv = float2·(·0.5·)+ 0.5·* float2·(·Nv.x,·
58
```

CGシステム利用のモデルケース

■ 3Dモデルの形状変形

- MeshLab

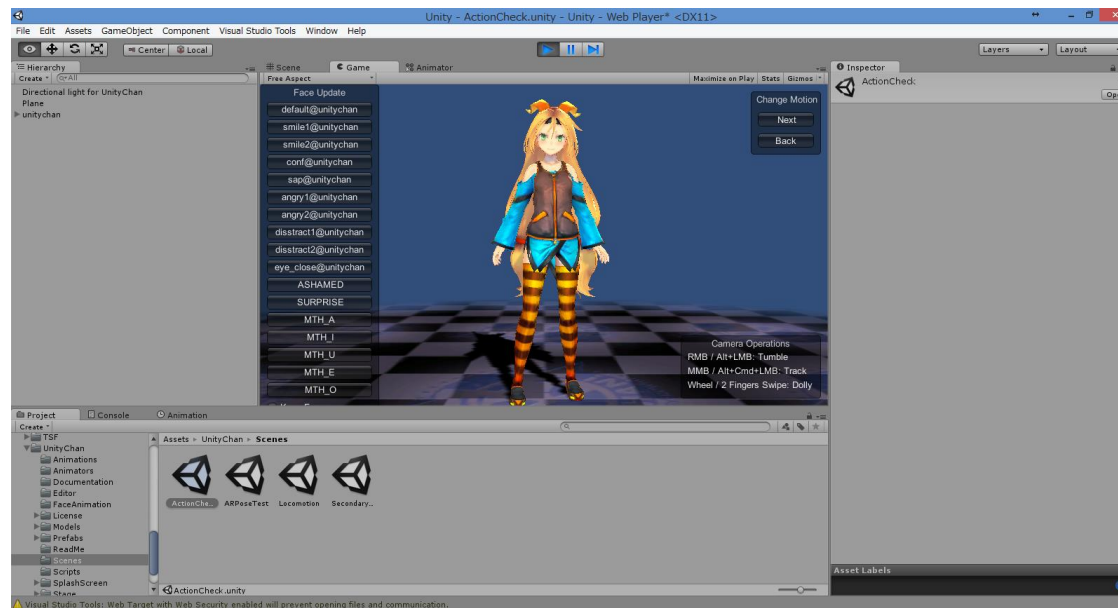
- CG研究者の間で広く利用されているソフトウェア
- 論文として発表された技術が実装されている
- 各種ファイルフォーマットの変換が容易



CGシステム利用のモデルケース

■ ゲームCG

- Unity
 - フリーで多くの機能が使えるゲームエンジン
 - モバイル・Webを含む複数プラットフォームへの出力
 - Asset Store: 3Dモデルや画像のオンラインストア

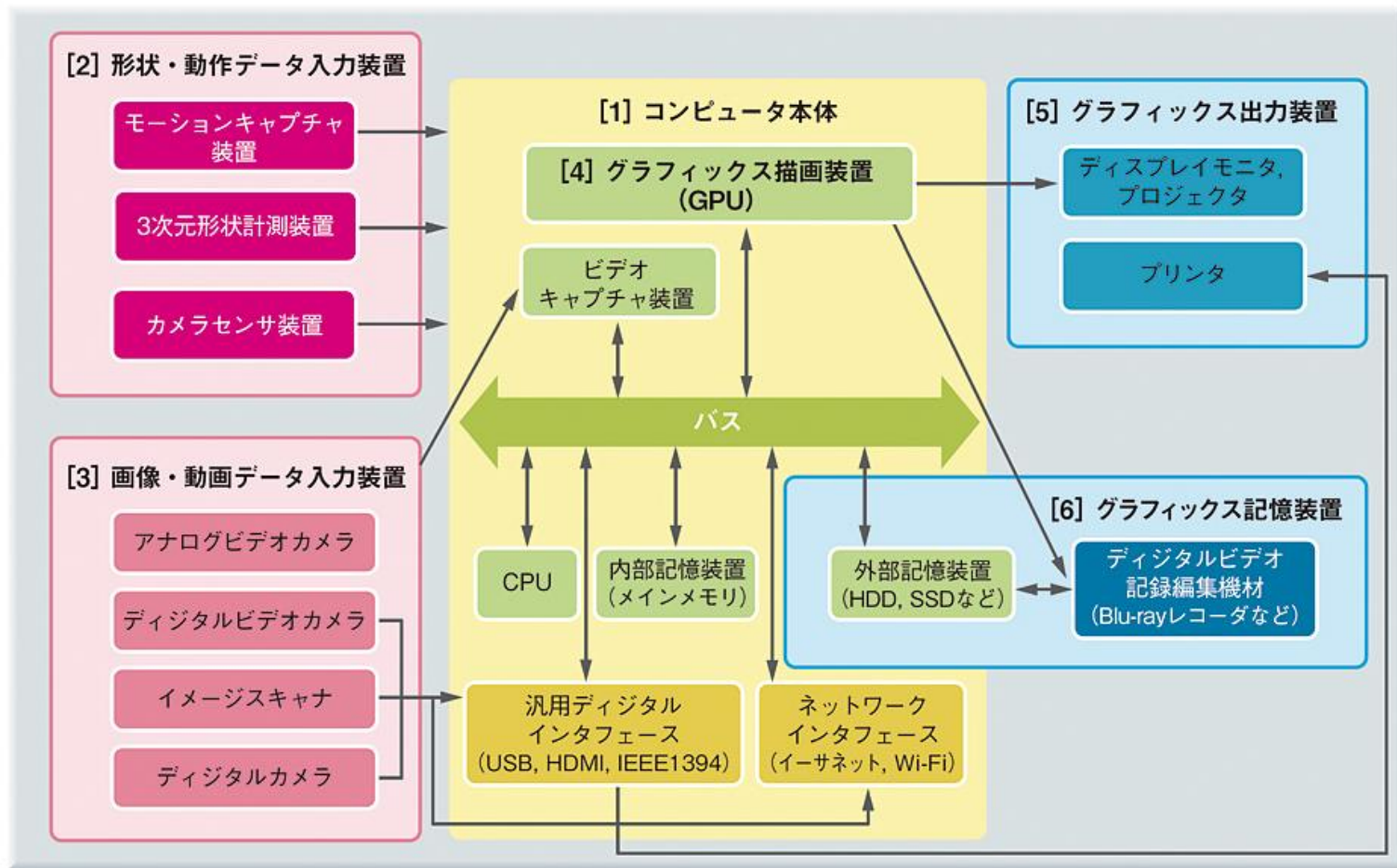


CGシステム利用のモデルケース

■論文投稿

- 画像編集ソフト
 - 論文に掲載する図表の作成
 - Microsoft Power Point, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator
- 論文のファイルフォーマット
 - Adobe PDF: 図表とテキストを表示可能
- 動画編集ソフト
 - 論文に投稿するデモビデオの作成
 - Adobe After Effects, Adobe Premiere
- デモビデオのファイルフォーマット
 - MPEG-4: 圧縮して動画をオンライン投稿
 - Windows Media: Power Pointへの埋め込み

CGシステムの構成



「コンピュータグラフィックス 改訂新版」2015年 / 公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

CGシステムの構成

画像データ入力



形状・動作データ入力

コンピュータ本体



ディスプレイ



グラフィックス記憶装置



CGシステムの構成

画像データ入力



形状・動作データ入力



コンピュータ本体



ディスプレイ



グラフィックス記憶装置



画像データ入力装置

- 様々な機器からの入力画像をCG制作に応用可能
 - デジタルカメラ, TV: 静止画, 動画
 - イメージスキャナ: 静止画



デジタルカメラ

© Canon Inc.



デジタルビデオカメラ

© Sony Corporation



イメージスキャナ

© Canon Inc.

形状・動作データ入力装置

- 形状・動作データの作成には入力が必要
 - マウスやキーボードによる入力
 - 計算によって自動生成
 - 現実の物をデータ化

モーションキャプチャ
© 20th Century Fox

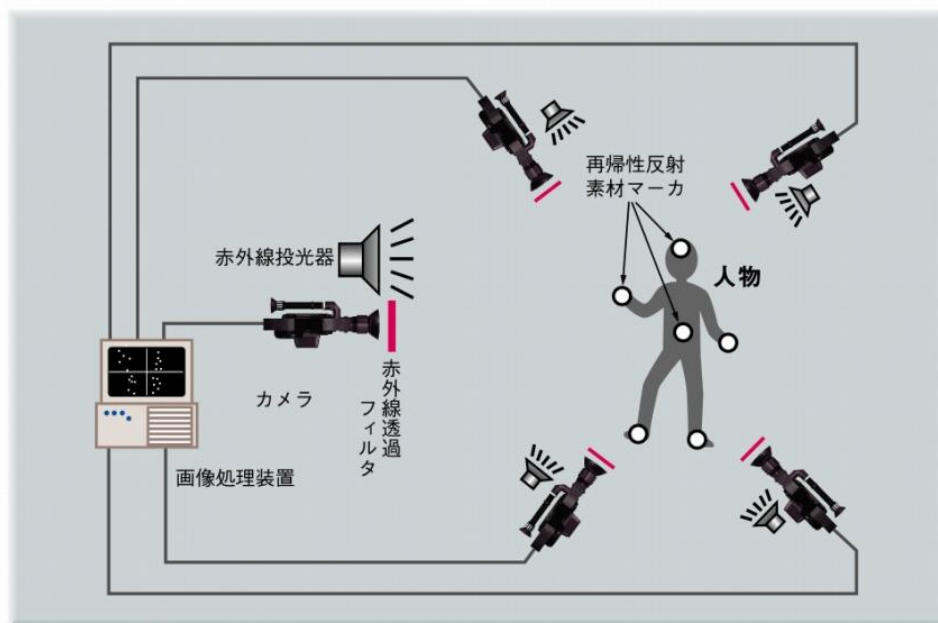
3Dスキャナ(形状計測)
© MakerBot® Industries, LLC

モーションキャプチャ

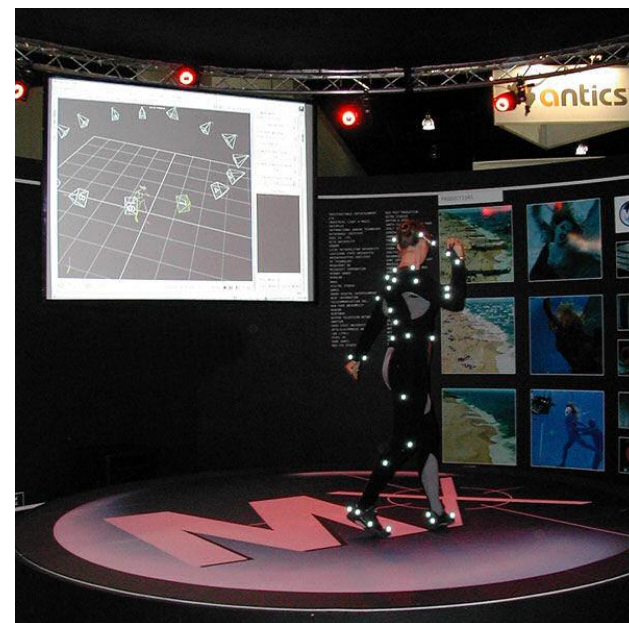
■CGアニメーションでは動きのデータが重要

- 人間の動作は複雑でデザインするのが難しい
⇒ 実際の人間の動作を計測する

■図8.13—再帰性反射素材マーカを用いた光学式モーションキャプチャ装置の計測原理



「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)



© en.wikipedia

3Dスキャナ（3次元デジタイザ）

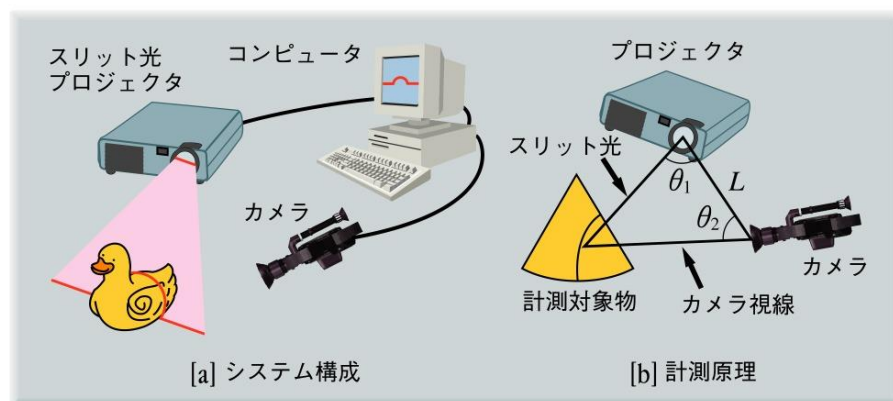
■接触型

- ユーザーが3次元形状をなぞる
- アームの座標値 + レーザー

■非接触型(レンジファインダ)

MicroScan MLX
© Nihon Binary Co., Ltd.

■図8.12——スリット光投影法に基づく3次元形状計測原理



「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）

Makerbot Digitizer
© MakerBot® Industries, LLC

CGシステムの構成

画像データ入力



形状・動作データ入力



コンピュータ本体



ディスプレイ



グラフィックス記憶装置



グラフィックス描画装置

■ CPU

- コンピュータの基本演算装置
- ユーザー入力, 物理シミュレーション, 衝突判定



Intel Core i7 CPU
© Intel Corporation

■ GPU

- 3次元CG用に特化された演算装置
- 専用のビデオメモリ
- グラフィックス描画



nVIDIA QUADRO GPU
© NVIDIA Corporation

グラフィックス出力装置

- コンピュータ内の画像とディスプレイをつなぐ



グラフィックス記憶装置

■ 補助記憶装置



HDD (3TB)



CD (700MB)



DVD (4.7GB)



Blu-ray (25GB)

ポータブル

■ 動画はデータサイズが大きくなる

Avatar > 1000TB

© Weta Digital

動画ファイルのサイズ

	60分	120分	240分	480分
CD	350MB	700MB	1.4GB	2.8GB
DVD	2.4GB	4.7GB	9.4GB	18GB
Blu-ray	13GB	25GB	50GB	100GB
スーパー ハイビジョン	25GB	50GB	100GB	200GB

静止画ファイルフォーマット

■JPEG

- 高い圧縮率
- 写真のような自然画像向け

■GIF

- 256色まで
- イラスト画像向け
- アニメーションの保存が可能

■TIFF

- 様々な画像に対応
- 高品質で画像を保存できる
- ファイルサイズは比較的大きい

静止画ファイルフォーマット

■BMP (非圧縮)

- Windows標準の画像フォーマット

■PNG

- インターネット利用を目的として作られた
- アルファチャンネル（透明度）をサポート

■PostScript（ベクタ表現）

- 文字や図形を含む印刷用データ

■PICT

- Mac OS標準の画像フォーマット
- ベクタとラスタの両方の表現に対応

動画ファイルフォーマット

■AVI

- 標準的な動画フォーマット

■Windows Media

- Windows標準の動画フォーマット
- Word, PowerPoint等のOffice製品と相性が良い

■QuickTime

- Mac OS標準の動画フォーマット
- 多くの圧縮方式に対応
- 映像制作の分野では広く使われている

動画ファイルフォーマット

■ MPEG

- 圧縮方式の規格
- 現在では高圧縮率のMPEG-4が広く利用されている

■ FLV

- 元々はFlash Player用の動画フォーマット
- 高い圧縮率⇒Web動画に適している
- YoutubeやGoogleビデオが採用

■ Animation GIF

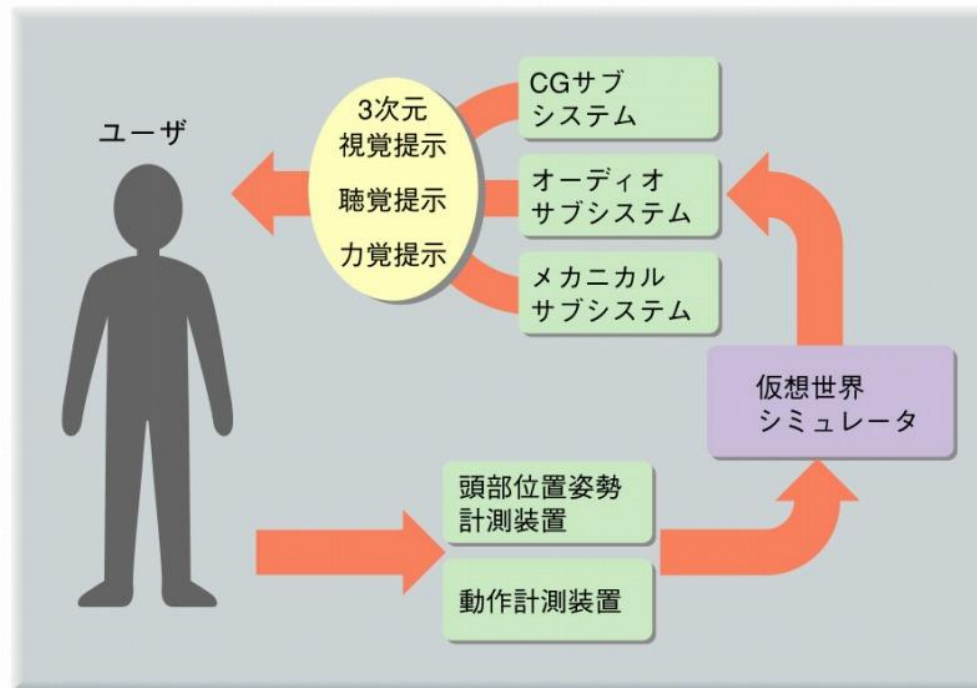
- GIF画像を複数枚つなげてアニメーション化
- イラスト画像などのアニメーションに適する

CGシステムの応用

■バーチャルリアリティシステム

- ユーザに仮想世界を疑似体験させるシステム

■図8.3——バーチャルリアリティシステムの構成



「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)

バーチャルリアリティの表示方法

- 立体型スクリーン
- ヘッドマウントディスプレイ (HMD)

立体型スクリーン

ヘッドマウントディスプレイ

Cave2©イリノイ大学(シカゴ)

Oculus Rift© Oculus VR

立体型スクリーン方式

■ Cave2@イリノイ大学(シカゴ)

複数の大型プロジェクター

ヘッドマウントディスプレイ

■Oculus Rift© Oculus VR

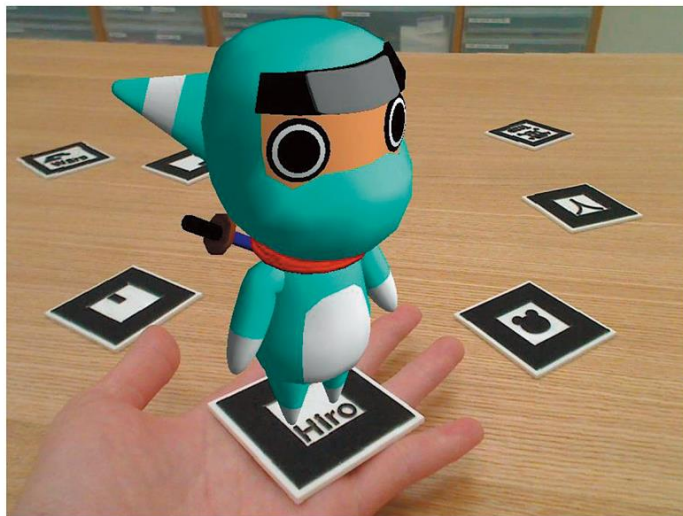
ヘッドトラッキング（広視野角）

拡張現実感システム

■ 実世界とのインタラクション

- 実写映像と3次元CGの合成

■ 図 8.5——拡張現実感システムによる表示



(提供：橋本 直，工学ナビ)

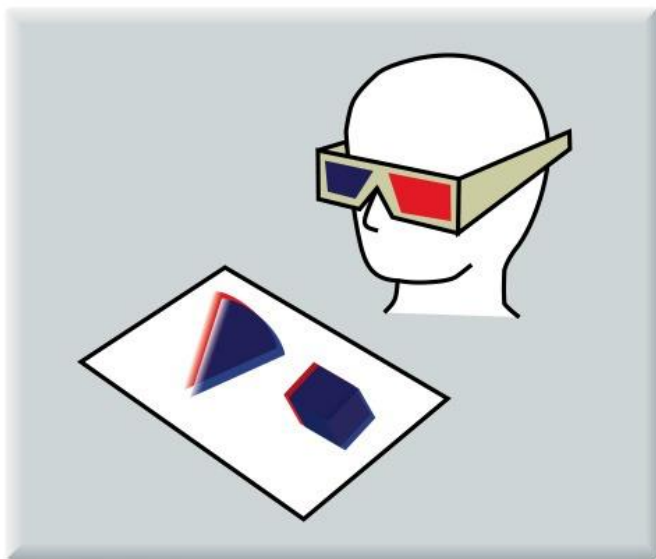
「コンピュータグラフィックス 改訂新版」2015年 / 公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

SmartAR
© Sony Corporation

3次元ディスプレイ (3Dメガネ)

- 形状データを3次元情報として見せる
 - 左右の眼に視差がついている画像

■ 図8.14——アナグリフ方式



[a] 原理図



[b] 画像例

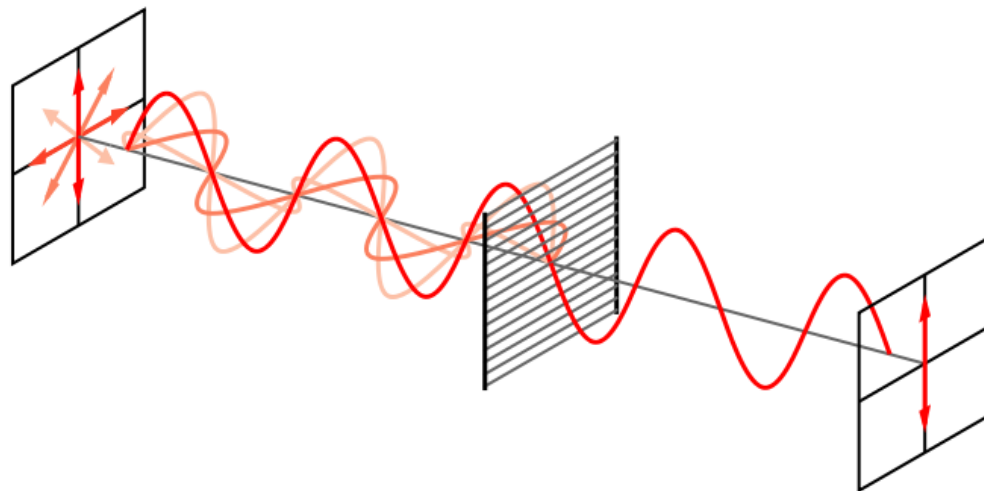
「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

3次元ディスプレイ (3Dメガネ)

■偏光式

- 左眼用の映像と右眼用の映像に直交する偏光フィルタ

偏光式



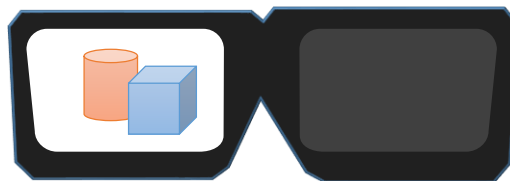
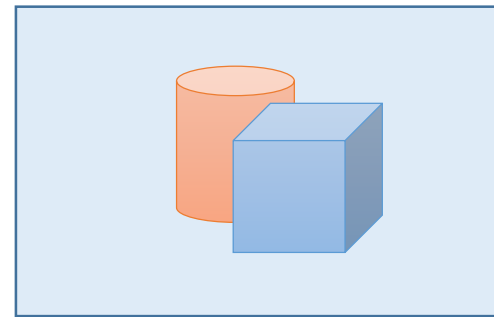
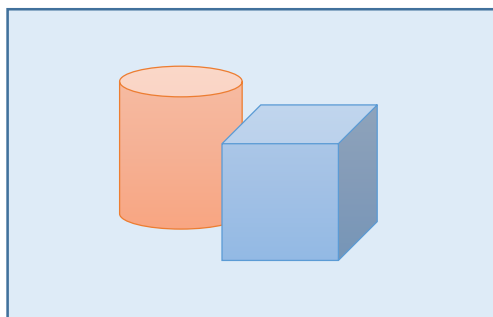
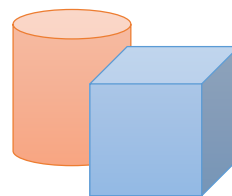
© Ffred

3次元ディスプレイ (3Dメガネ)

■液晶シャッター方式

- 視差画像を交互に映し，メガネのシャッターで同期

液晶シャッター式



3次元ディスプレイ (HMD)

- ヘッドマウントディスプレイ方式 (HMD)
 - 両眼にそれぞれ専用のディスプレイ

Oculusに映し出される映像

© Oculus VR

レーザー加工機

- コンピュータの制御で様々な素材を切断・加工
 - パーツをコンピュータ上でデザイン
 - レーザーによるパーツの切り出し

■ 図 8.25——切削加工装置



(提供：ローランド ディー.ジー.株式会社)

「コンピュータグラフィックス 改訂新版」2015年 / 公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

PacCAM© Daniel Saakes

3Dプリンタ

■ 3Dモデルデータを基に立体を造形

- 1層ずつ積み上げていく積層型が基本
- 最新機種はマルチカラー，透明マテリアルも可

■ 図 8.26——粉末積層型 3D プリンタ



(©3D Systems Corporation)

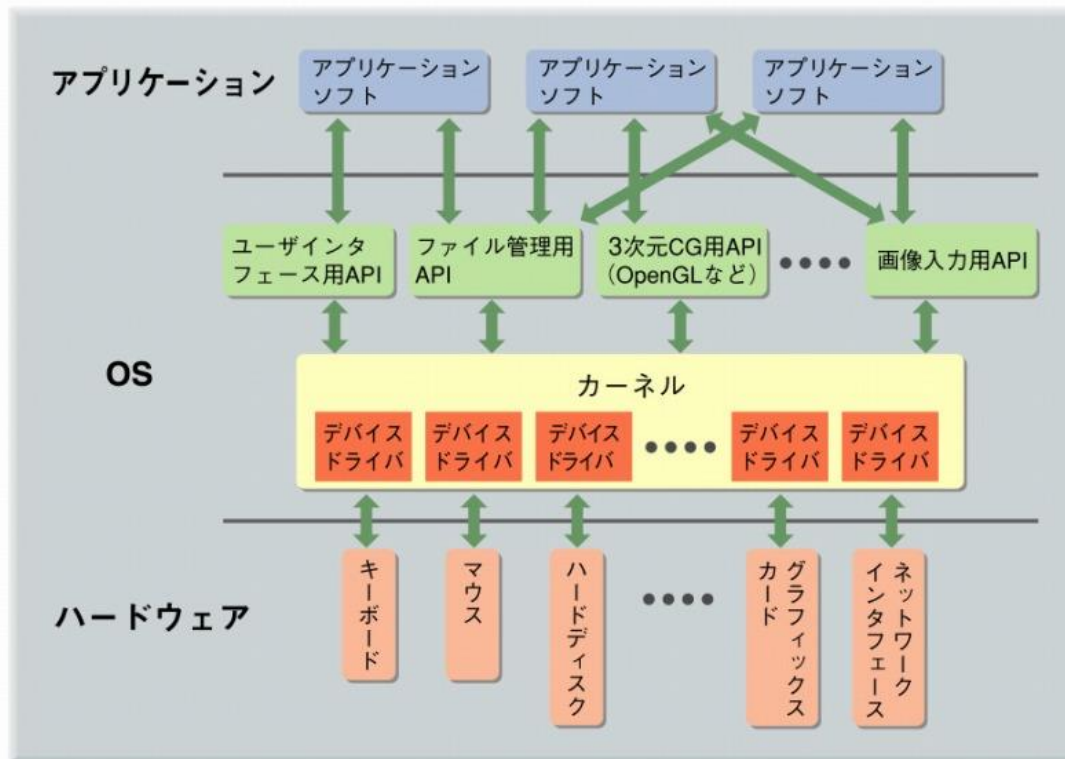
Objet Connex 3 © Stratasys

「コンピュータグラフィックス 改訂新版」2015年 / 公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

CGソフトウェア

■ソフトウェアの構成

■図8.8—ソフトウェアの構成とハードウェアとの関係



「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ソフトウェア

■ プログラム記述言語とAPI

- OpenGL
 - 古くから使われている 3次元CGの汎用API
- DirectX
 - Windows OSに特化したマルチメディアAPI
- Java3D
 - Java言語のための3次元CG用API
- RenderMan
 - 映画用の高品質CGを制作するためのシェーダ記述言語
- Cg
 - OpenGLやDirectXのGPU処理を行うためのプログラム言語

CGアプリケーションソフト

■ ドロー系ソフト

- ベクタ表現の画像
- 直線, 多角形, 円などの描画



Illustrator

■ ペイント系ソフト

- ラスタ表現の画像
- 写真画像の加工, ブラシエフェクト



Photoshop



Gimp

■ 3次元CGソフト

- 3次元形状のデザイン
- アニメーション作成
- レンダリング



Maya



Softimage



3ds Max

3次元CGソフト

■Autodesk社の製品が高いシェアを占める

- **Autodesk** Maya
- **Autodesk** Softimage | XSI
- **Autodesk** 3ds Max
- LightWave 3D

Maya
© Autodesk

Softimage | XSI
© Autodesk

3ds Max
© Autodesk

3次元CGソフト

■Autodesk Maya

リアルタイムCGシステム

■ゲームエンジン

- ゲーム作成に有用なデータ
- インタラクティブなCG処理



Unity



Unreal Engine

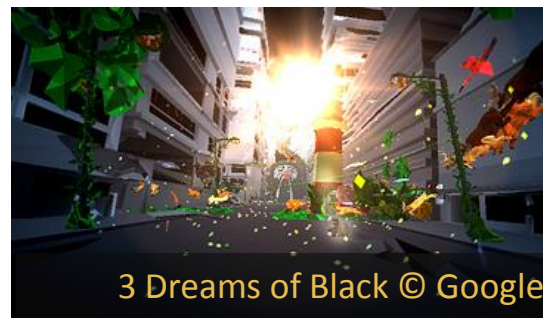
■MikuMikuDance

- 初音ミクのダンスCGに特化



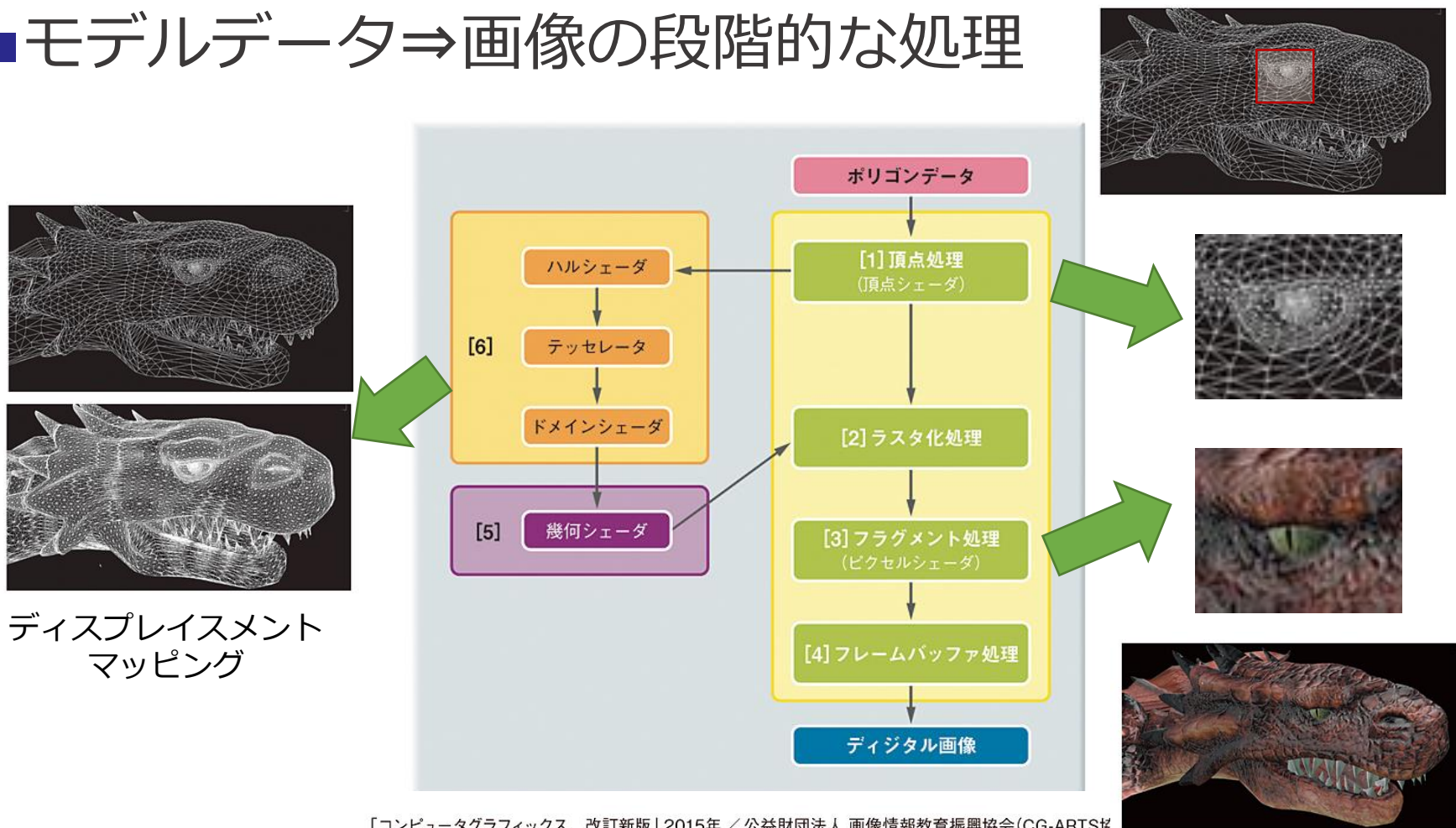
■WebGL

- Web上で動作するCGシステム



3次元ハードウェア上での処理

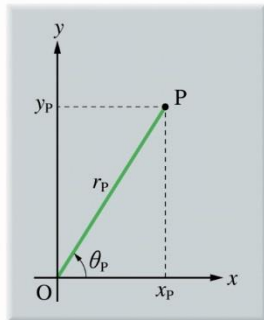
■モデルデータ⇒画像の段階的な処理



次回

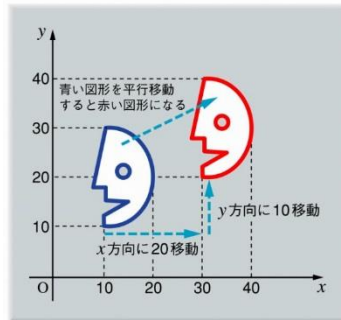
■CGのための数学的基礎 1 ～ 2次元, 3次元座標系～

■図2.1—2次元直交座標系と極座標系



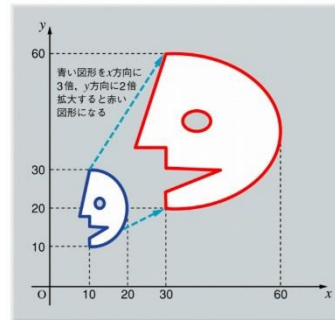
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.3—平行移動の例 ($t_x = 20, t_y = 10$)



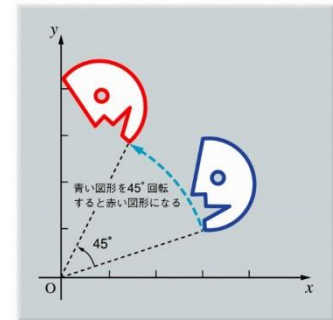
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.4—拡大・縮小の例 ($s_x = 3, s_y = 2$)



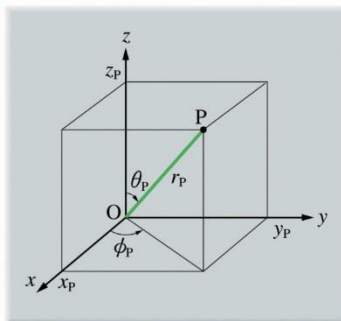
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.5—回転の例 ($\theta = 45^\circ$)



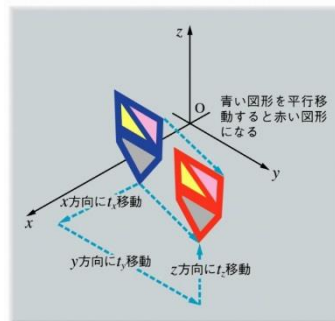
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.15—3次元直交座標系と極座標系



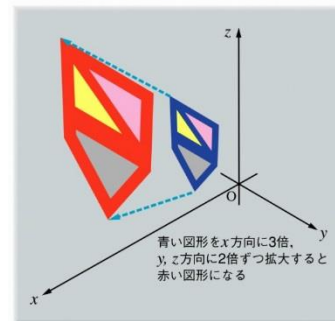
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.20—3次元での平行移動



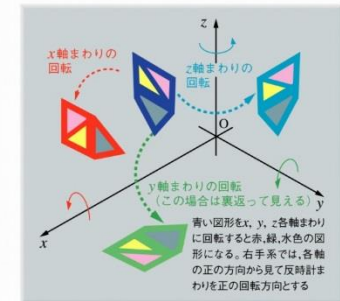
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.21—3次元での拡大・縮小 ($s_x = 3, s_y = s_z = 2$)



[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2.22—3次元での各軸まわりの回転 ($\theta = 90^\circ$, 赤: x軸まわり, 緑: y軸まわり, 水色: z軸まわり)



[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)