

# コンピュータグラフィックス

---

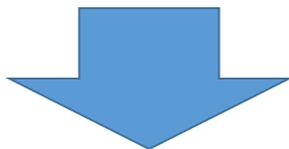
## 第3回 CGシステム

理工学部 兼任講師  
藤堂 英樹

# 連絡事項

## ■休講のため、授業内容を一部変更します

- レンダリング技法 3
  - 写実的な陰影表現, 大域照明モデル
- レンダリング技法 4
  - 視覚に訴えるグラフィックス



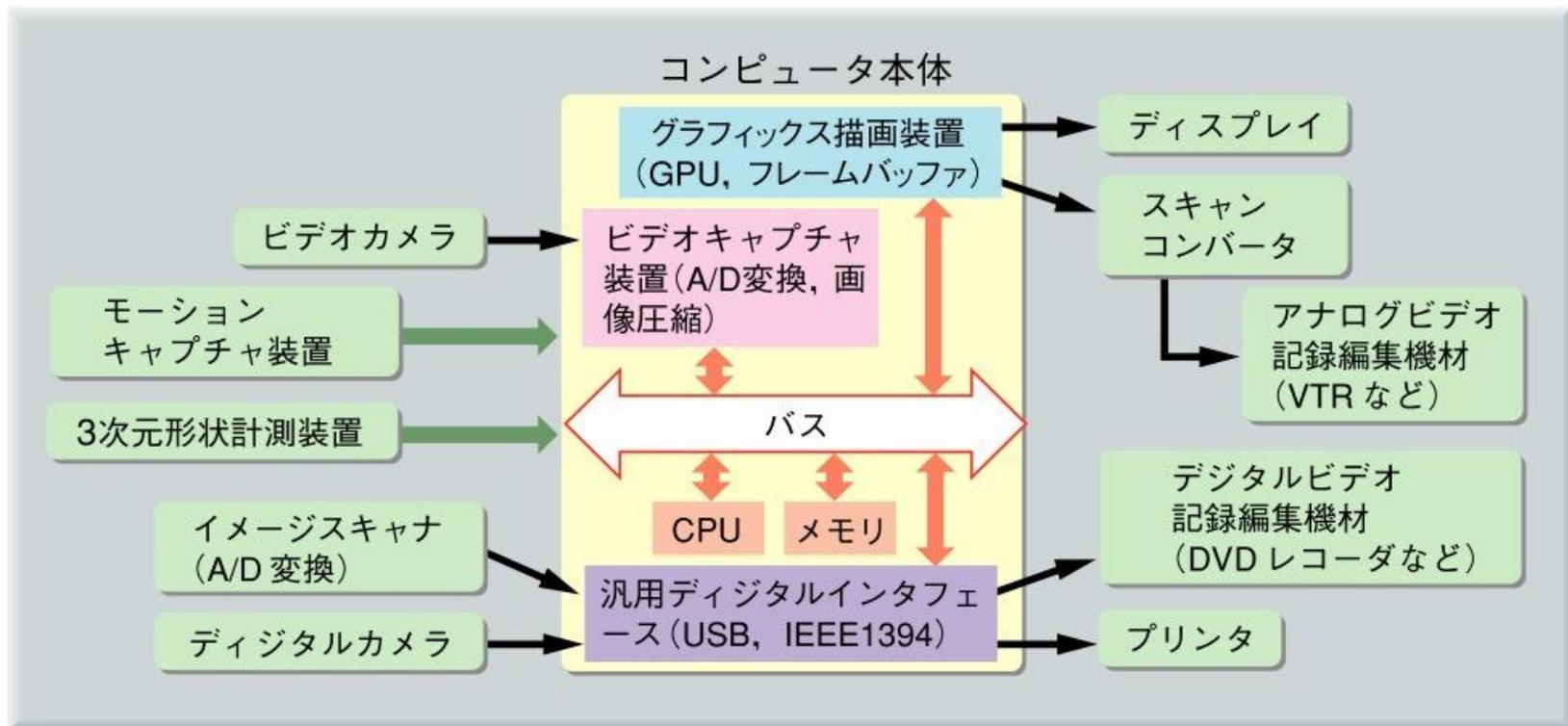
- レンダリング技法 3
  - 写実的な陰影表現, 大域照明モデル

# 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

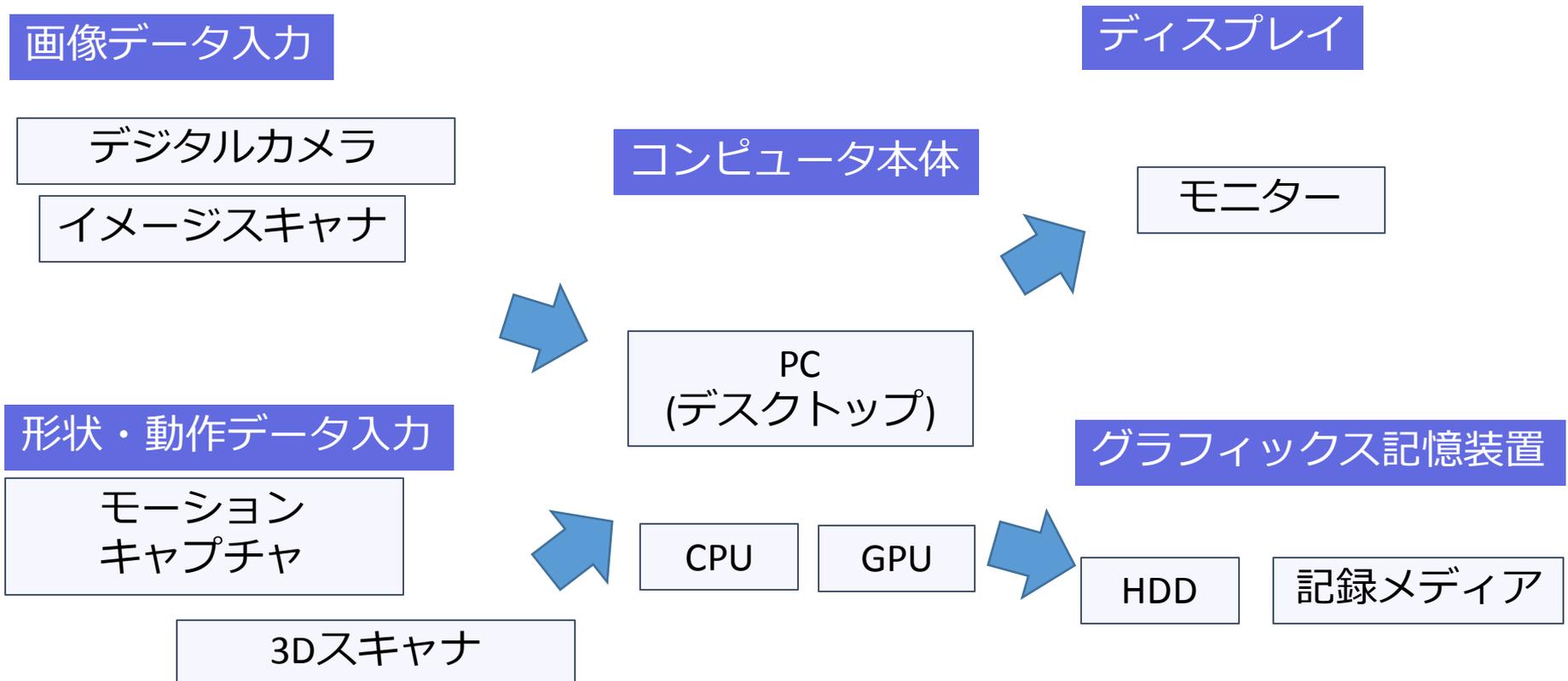
# CGシステムの構成

■図8.1——CGシステムの構成

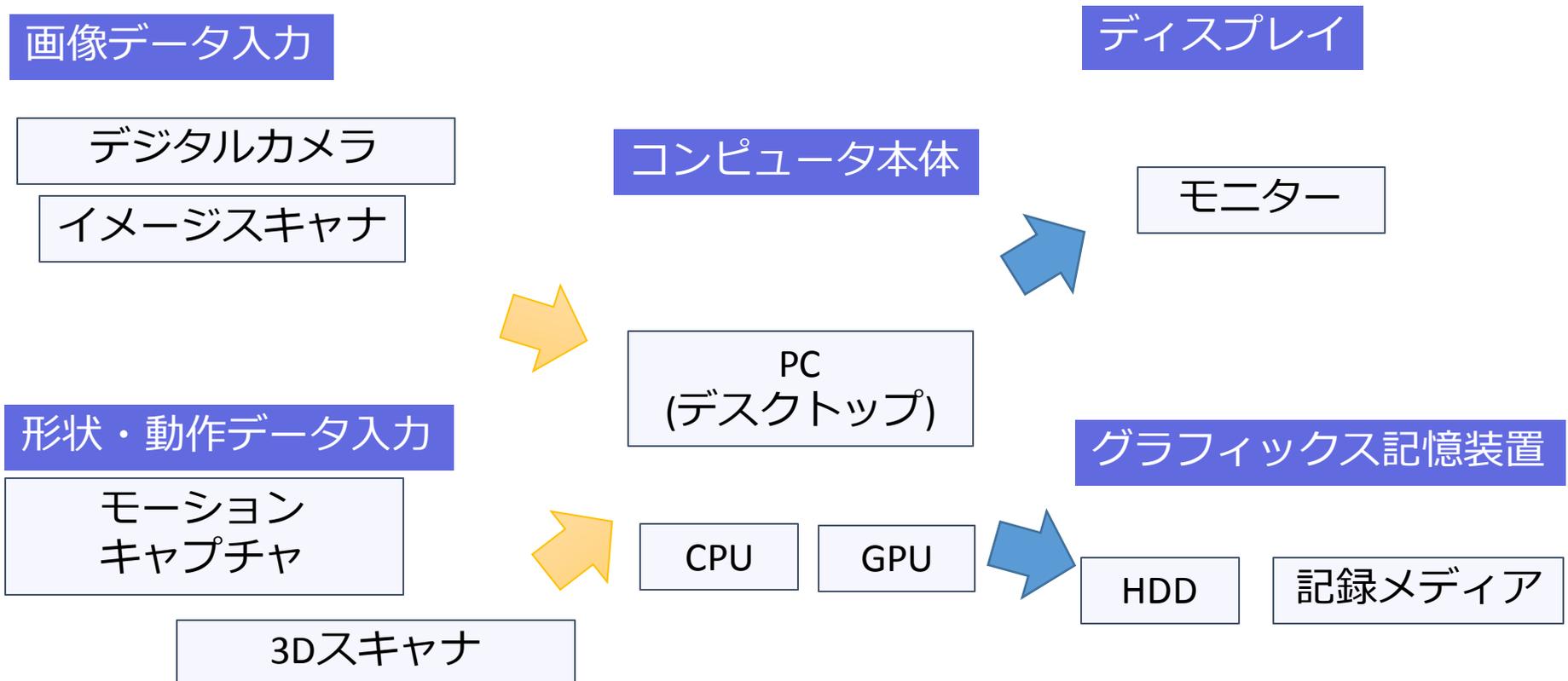


「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

# CGシステムの構成



# CGシステムの構成



# 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

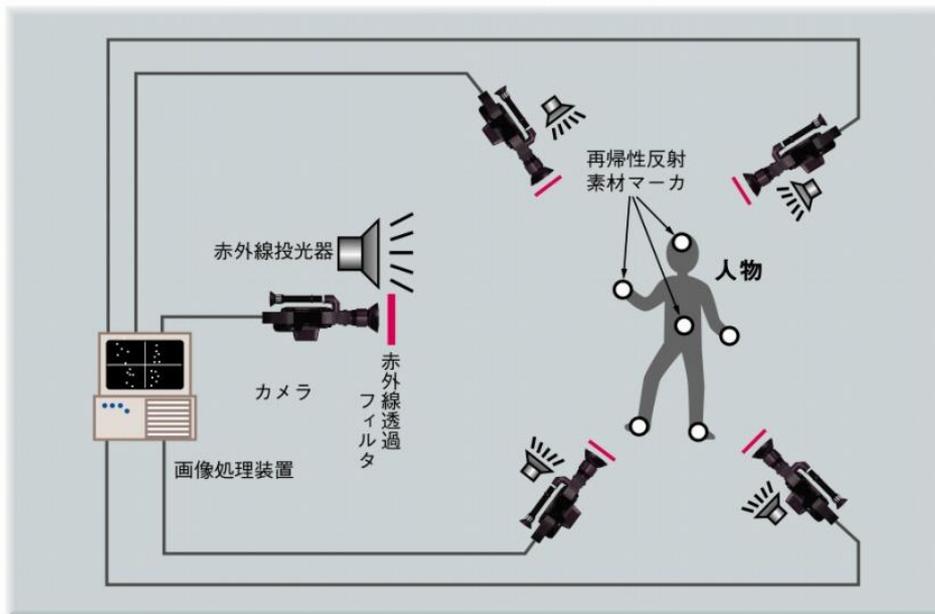
モーションキャプチャ  
© 20th Century Fox

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）

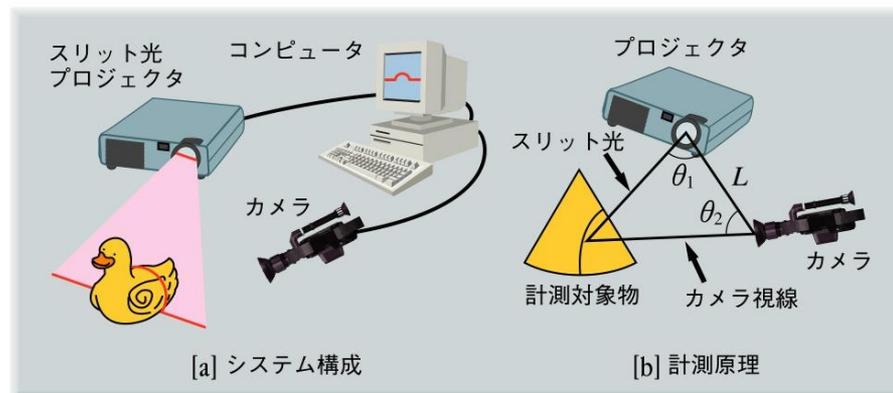
## ■接触型

- 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.

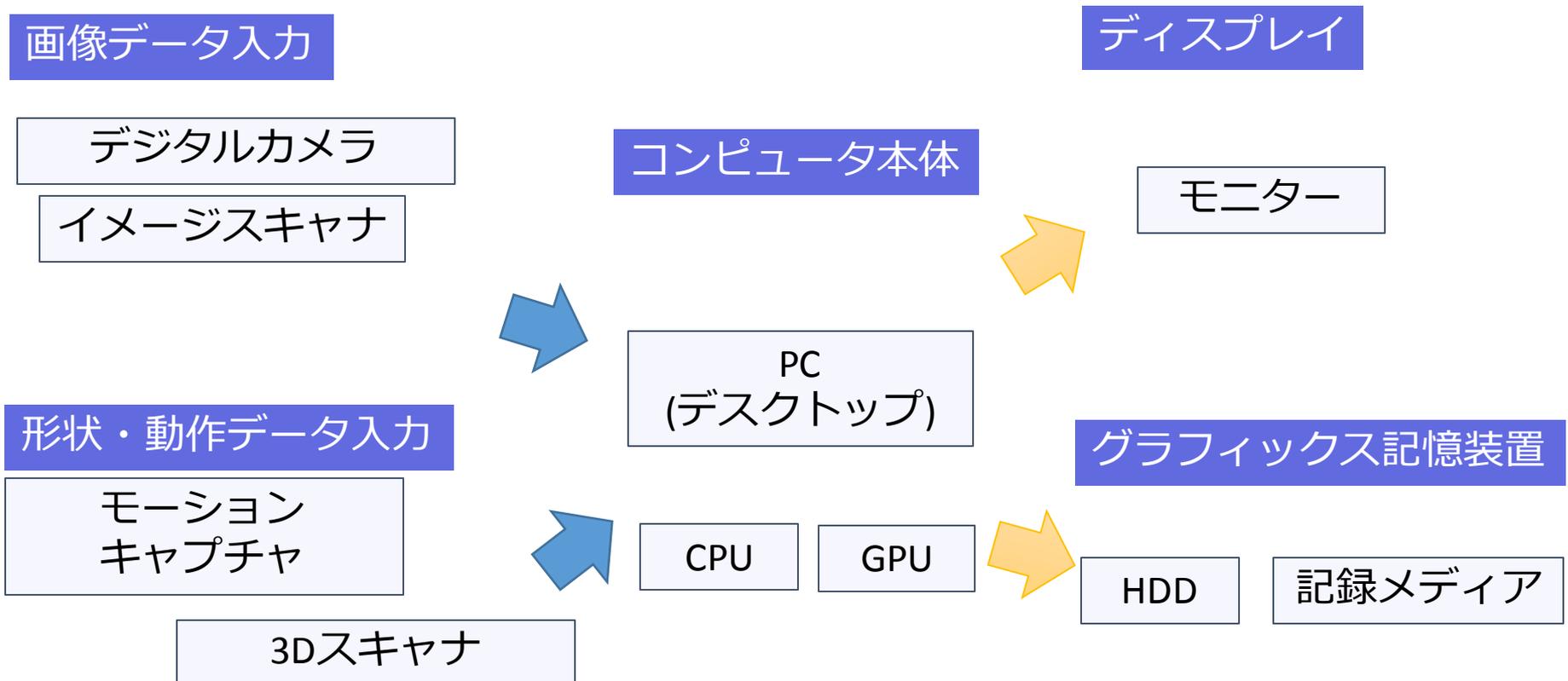
■図8.12——スリット光投影法に基づく3次元形状計測原理



「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



# 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

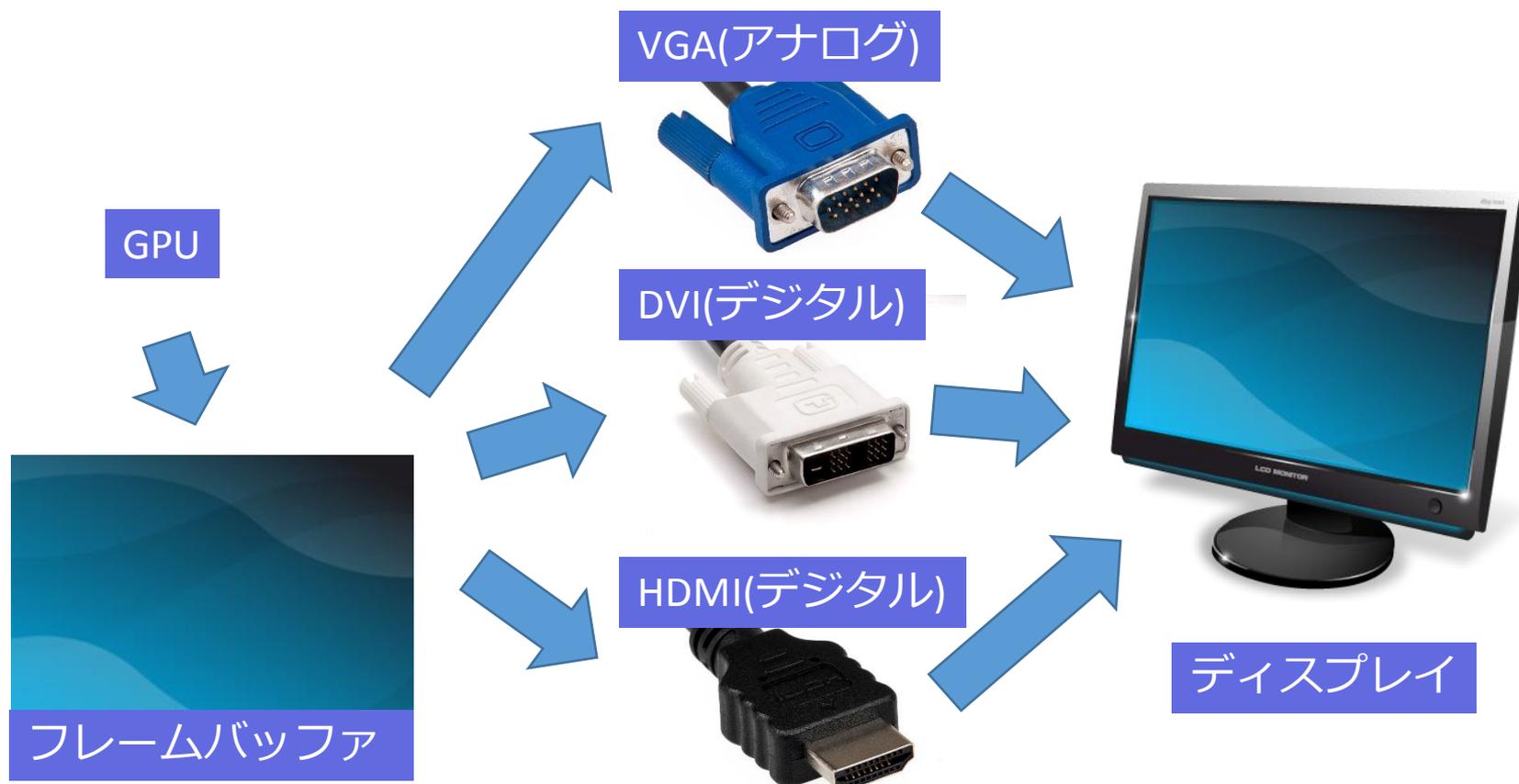
## ■GPU

- 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

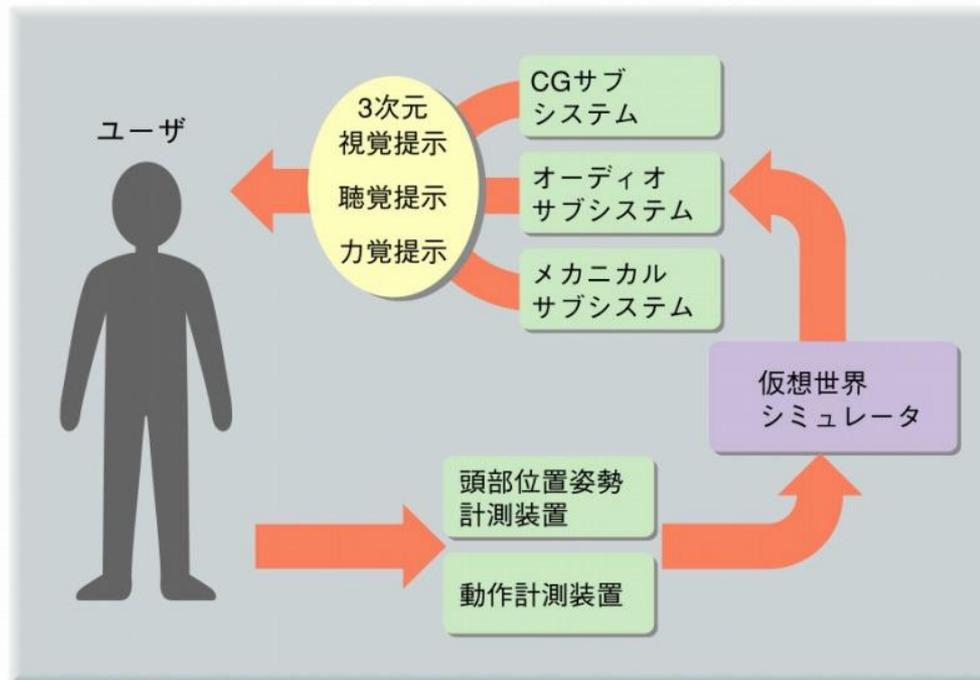
- GIF画像を複数枚つなげてアニメーション化
- イラスト画像などのアニメーションに適する

# 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の概念図  
(机の上に公園の仮想模型を表示)



「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)

SmartAR  
© Sony Corporation

# バーチャルスタジオシステム

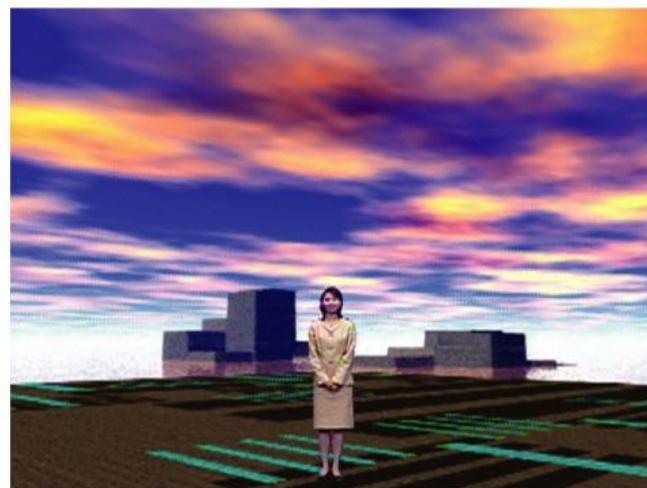
## ■出演者を3次元仮想世界に配置

- ブルーバックでの撮影
- 実写画像との3次元CGの合成

■図8.7——バーチャルスタジオシステム



[a] ブルーバックでの撮影



[b] 3次元CG画像と合成

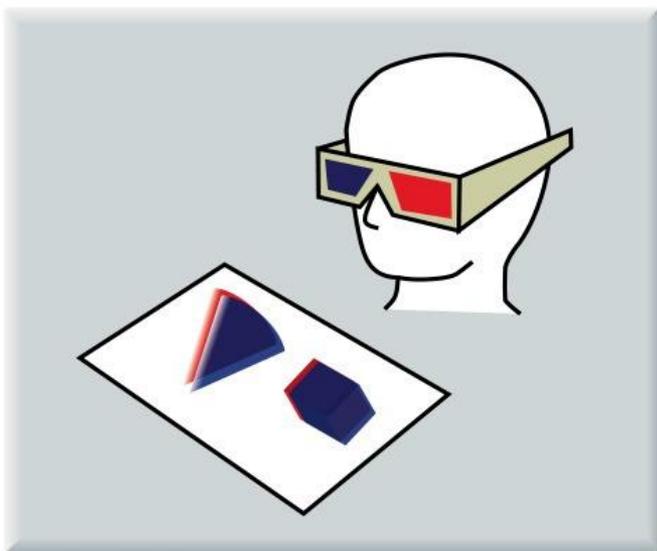
(提供：NEK STUDIO)

「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

- 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



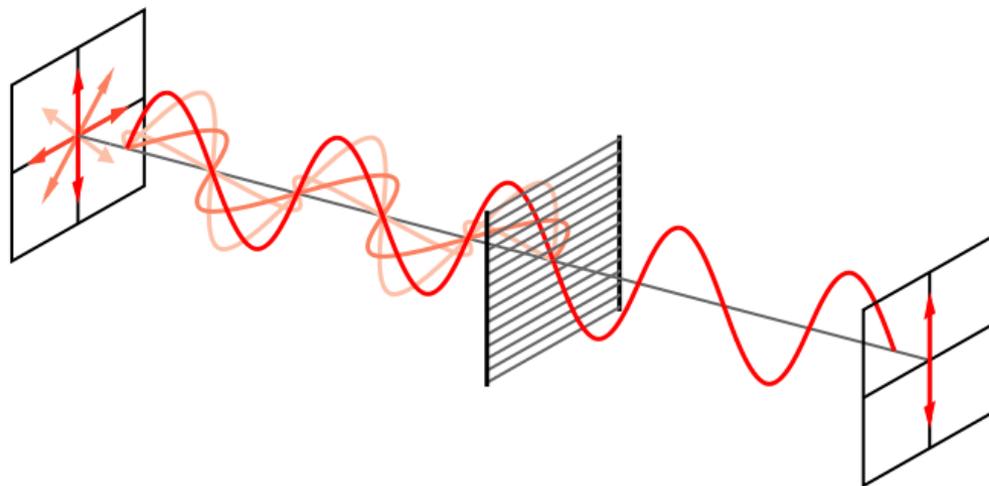
[b] 画像例

「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

- 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

偏光式

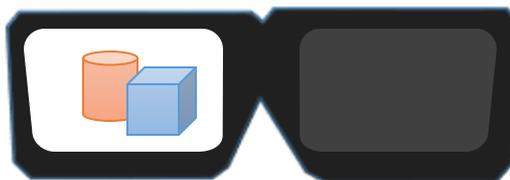
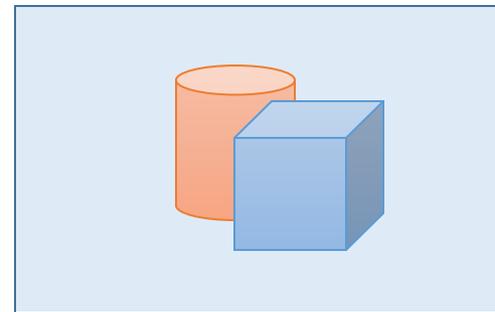
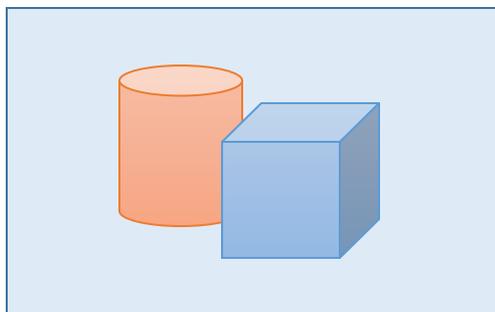
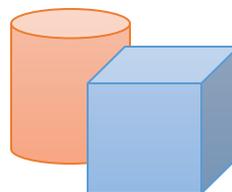


© Ffred

# 3次元ディスプレイ

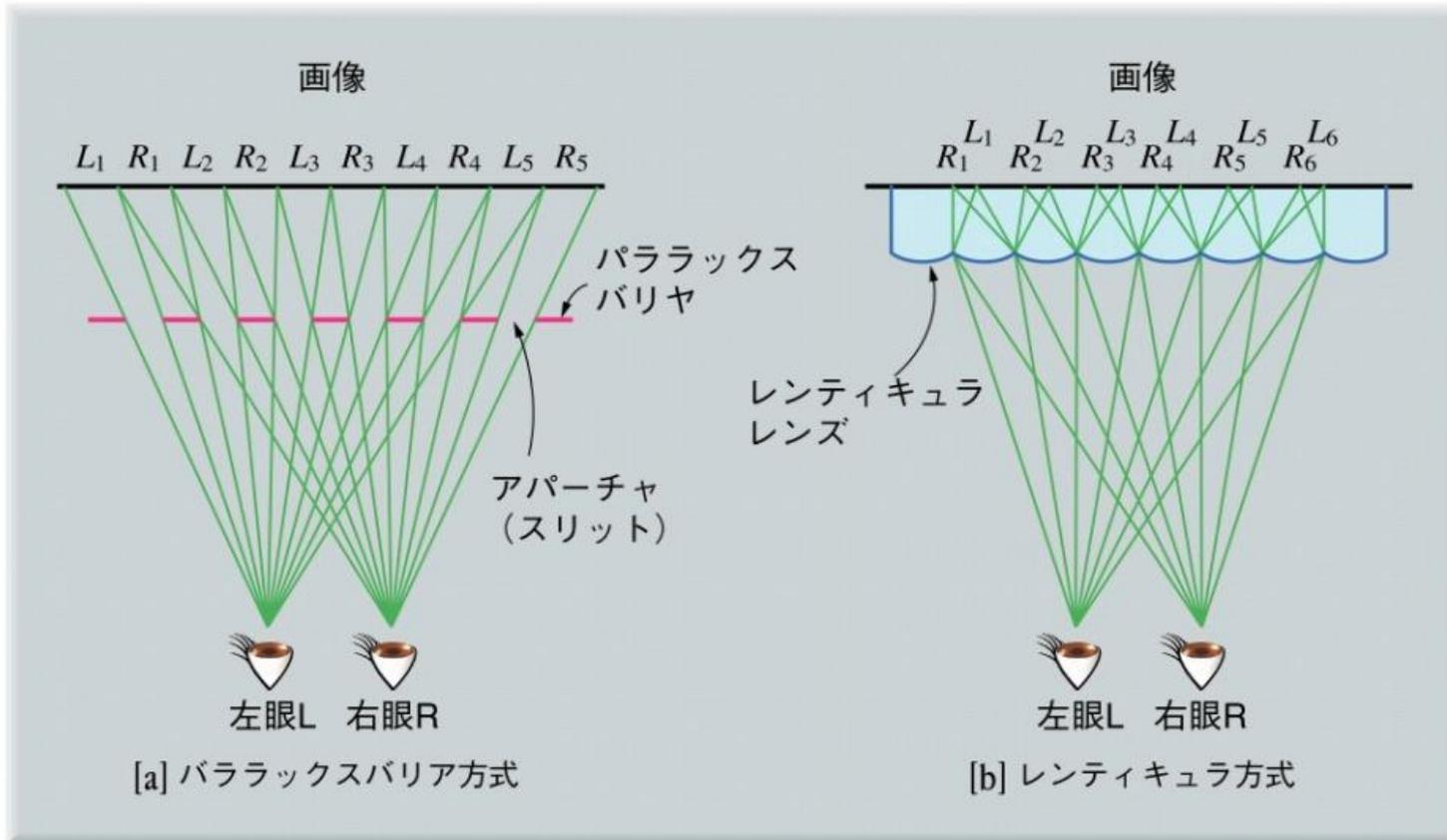
- 形状データを3次元情報として見せる
  - 左右の眼に視差がついている画像

液晶シャッター式



# メガネなし方式

■図8.15——メガネなし3次元ディスプレイ装置の原理



「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)

# ヘッドマウントディスプレイ

- 頭部に装着する小型ディスプレイ
  - 両眼にそれぞれ専用のディスプレイ

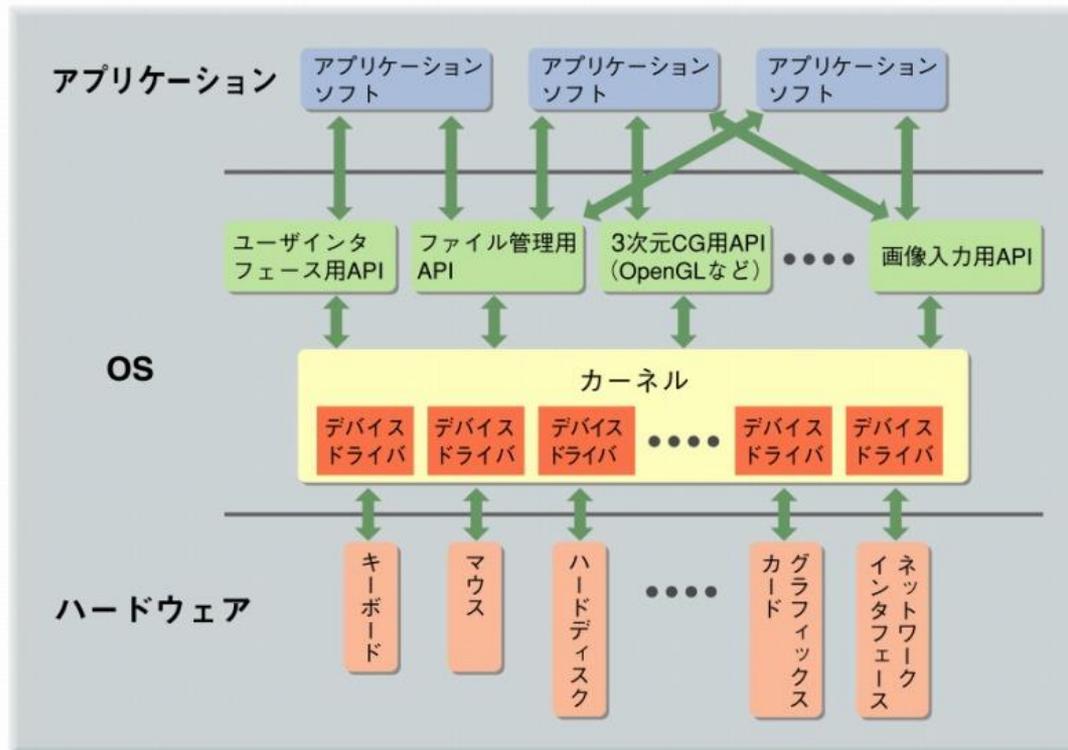
Oculusに映し出される映像

© Oculus VR

# 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

# リアルタイム 3次元CGシステム

## ■ 並列処理

- 高速に演算を行いたい
- 複数の計算ユニットで処理を分担する

## ■ パイプライン処理

- データの流れを上手くずらしながら計算

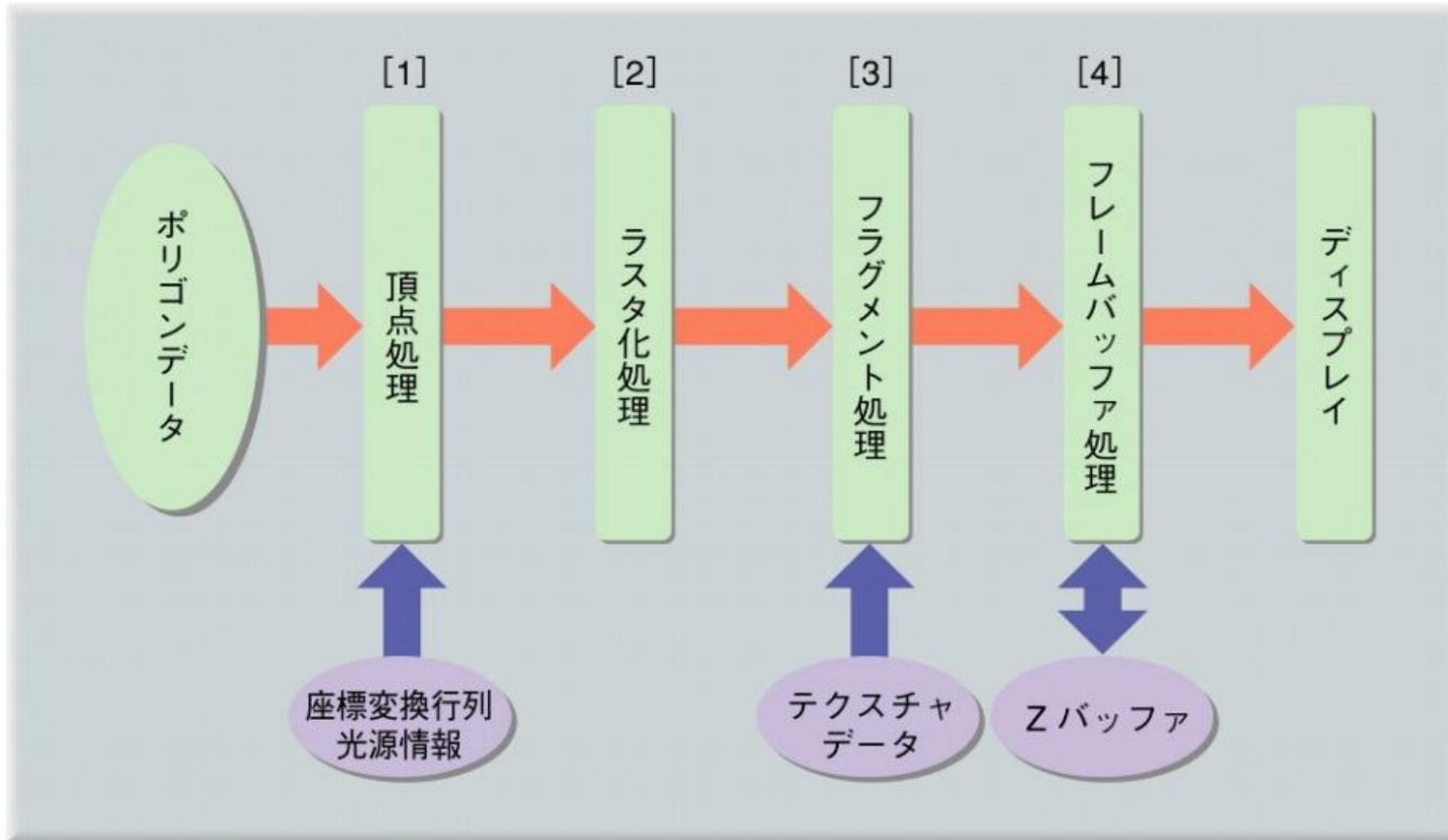
■ 図8.9—パイプライン処理



【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)

# 3次元ハードウェア上での処理

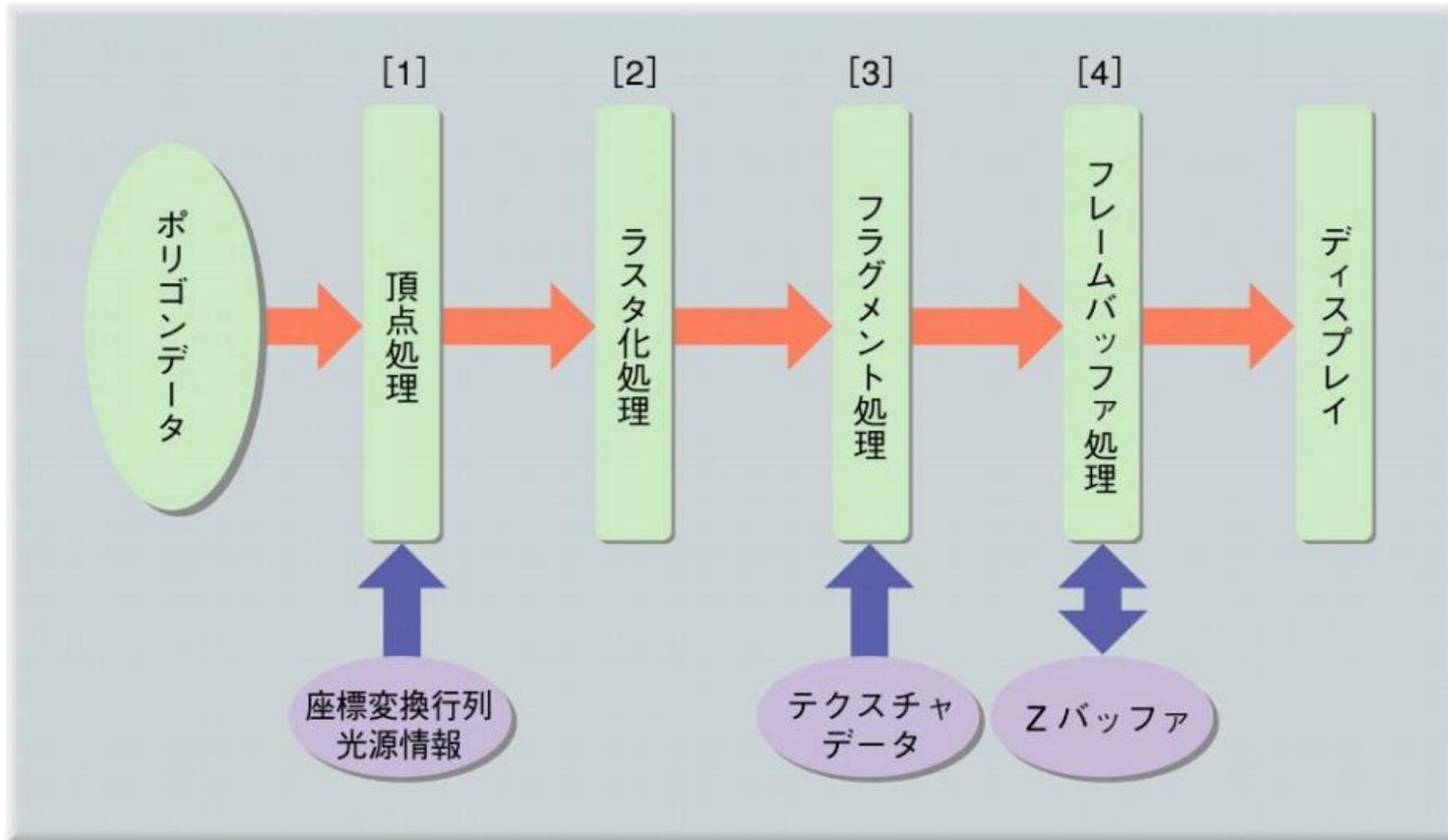
■図8.10——3次元CGハードウェアによるCG描画処理の流れ



「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次元ハードウェア上での処理

■図8.10——3次元CGハードウェアによるCG描画処理の流れ

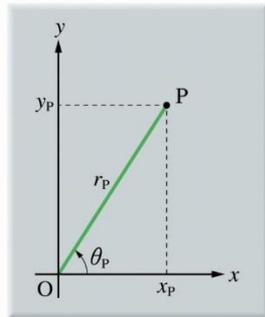


「コンピュータグラフィックス」2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

# 次回

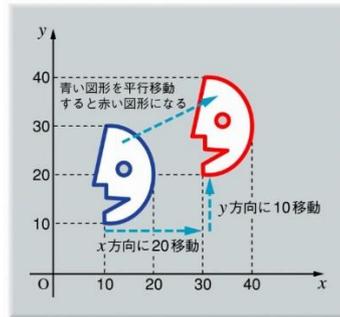
## ■CGのための数学的基礎 1 ～ 2次元, 3次元座標系～

■図2.1—2次元直交座標系と極座標系



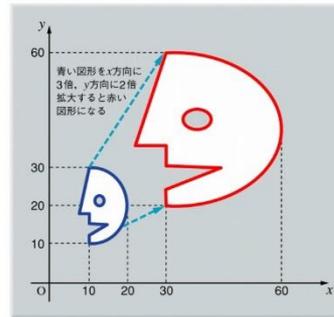
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.3—平行移動の例 ( $t_x = 20, t_y = 10$ )



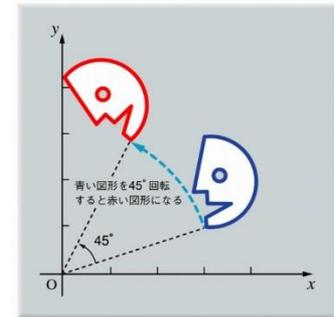
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.4—拡大・縮小の例 ( $s_x = 3, s_y = 2$ )



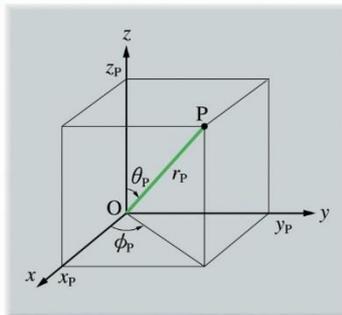
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.5—回転の例 ( $\theta = 45^\circ$ )



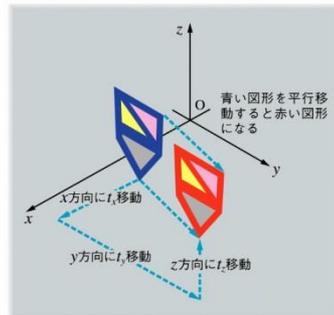
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.15—3次元直交座標系と極座標系



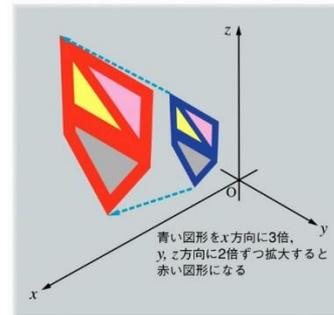
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■図2.20—3次元での平行移動



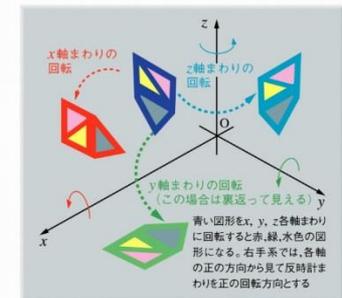
[コンピュータグラフィックス] 2004年 / 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS協会)

■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)