

マルチメディア工学

佐藤 嘉伸

大阪大学 大学院医学系研究科
放射線統合医学講座

yoshi@image.med.osaka-u.ac.jp

<http://www.image.med.osaka-u.ac.jp/yoshi/>

講義ホームページ: 日本語ページ → 授業の資料 → マルチメディア工学

マルチメディア工学：講義計画

赤字：清川先生担当分
青字：佐藤担当分

1. イントロダクション

1.1 基本概念の概説

2. コンピュータグラフィックス

2.1 基礎1

2.2 基礎2

2.3 基礎3

2.4 ボリュームグラフィックス

2.5 ボリュームグラフィックス・プログラム演習

マルチメディア工学：講義計画

赤字：清川先生担当分

青字：佐藤担当分

3. 人工現実感・拡張現実感

3.1 人工現実感1 (提示技術の機構と数理)

3.2 人工現実感2 (入力技術の機構と数理)

3.3 拡張現実感1 (提示技術の機構と数理)

3.4 拡張現実感2 (入力技術の機構と数理)

4. マルチメディアデータ処理の基礎数理と応用

4.1 最小二乗法

4.2 直交変換、直交関数展開

4.3 離散コサイン変換とJPEG画像圧縮方式

4.4 主成分分析による形状モデリング

マルチメディア工学 1

イントロダクション

マルチメディア工学：イントロダクション

- コンピュータグラフィックス (Computer Graphics: **CG**)
コンピュータビジョン (Computer Vision: **CV**)
- 仮想／拡張(複合)現実感 (CG + Computer Vision: **CV**)
(Virtual/Augmented(Mixed) Reality: **VR／AR・MR**)
- マルチメディアデータの統計解析

マルチメディア工学：イントロダクション

CG (Computer Graphics) **CV** (Computer Vision)

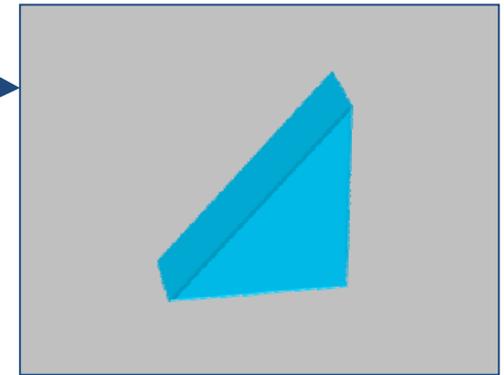
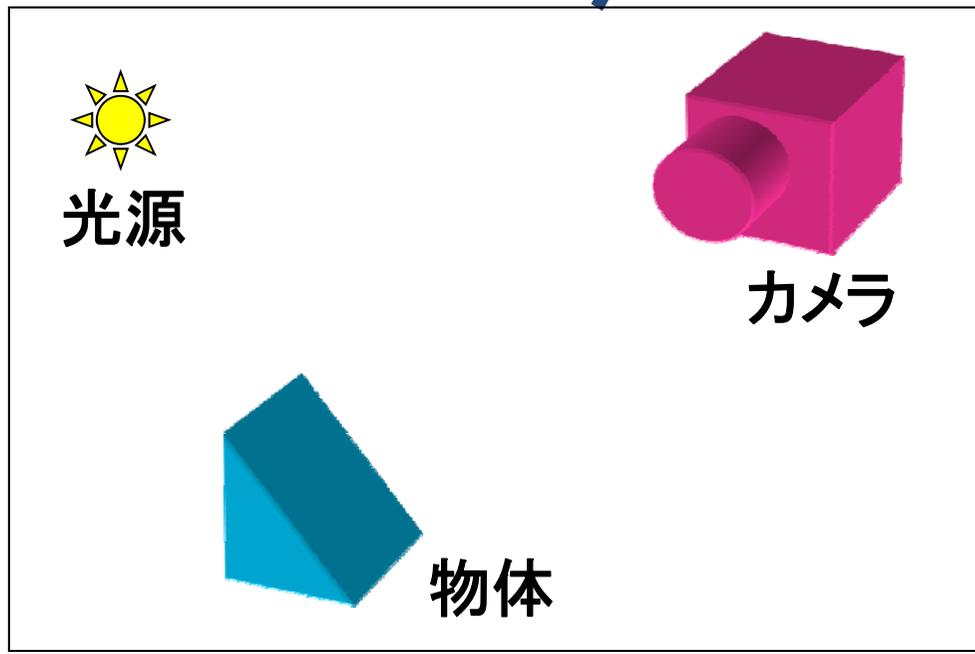
コンピュータグラフィックス

(Computer Graphics: **CG**)

3次元世界モデル→画像

生成画像

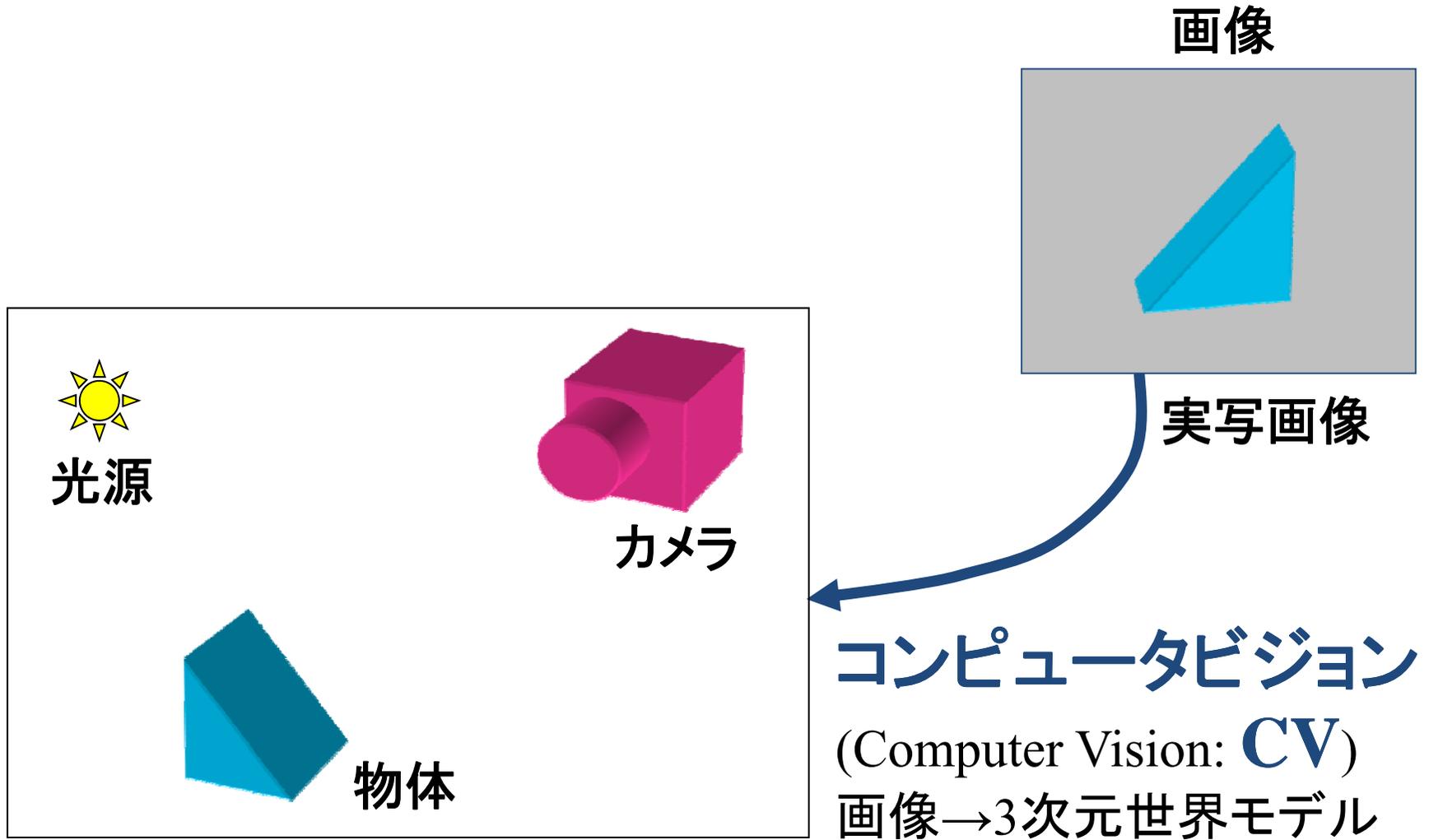
画像



計算機内にモデリングされた3次元世界

マルチメディア工学：イントロダクション

CG (Computer Graphics) **CV** (Computer Vision)



計算機内にモデリングされた3次元世界

マルチメディア工学：イントロダクション

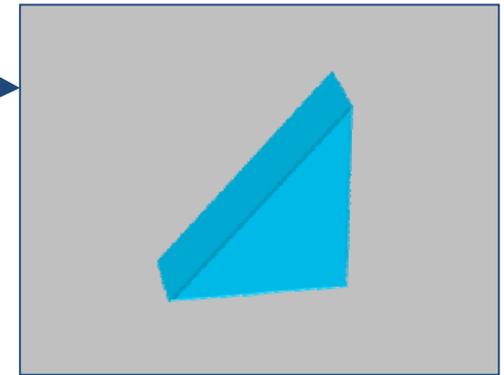
CG (Computer Graphics) **CV** (Computer Vision)

コンピュータグラフィックス

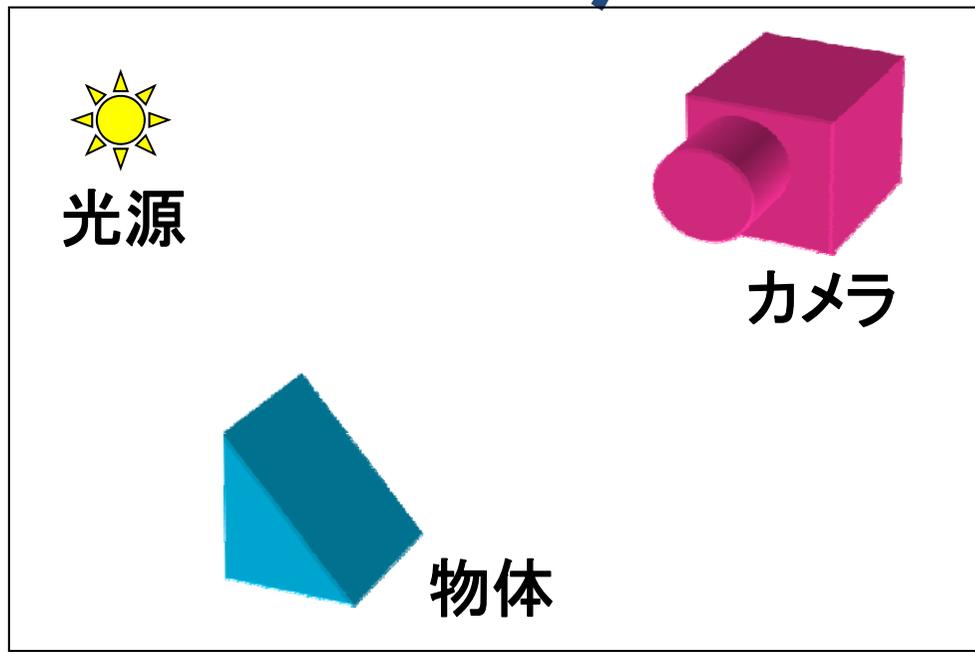
(Computer Graphics: **CG**)
3次元世界モデル→画像

生成画像

画像



実写画像



コンピュータビジョン

(Computer Vision: **CV**)
画像→3次元世界モデル

計算機内にモデリングされた3次元世界

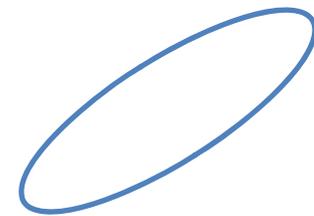
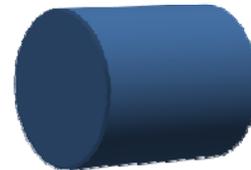
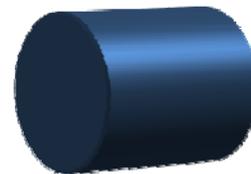
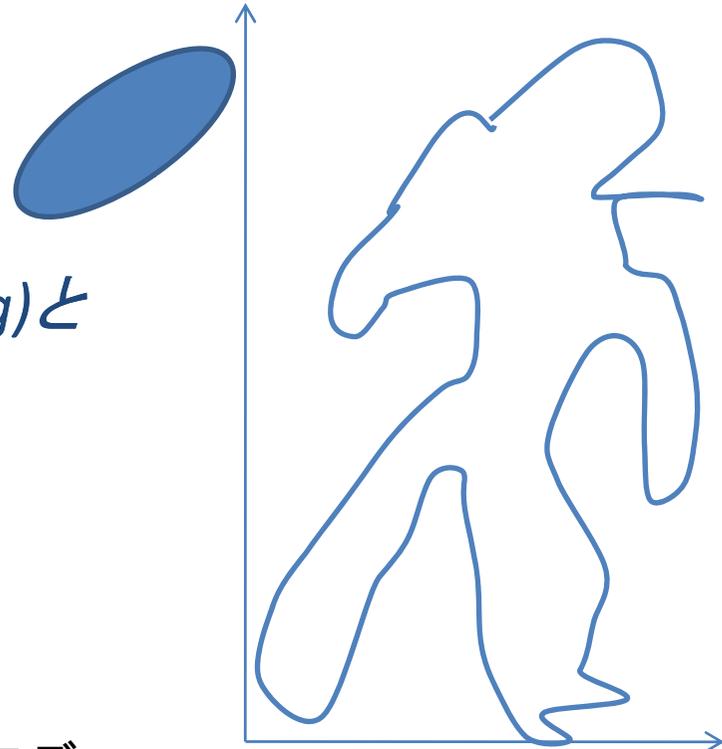
マルチメディア工学：イントロダクション

コンピュータグラフィックス (Computer Graphics: CG)

3次元世界の計算機内表現 (Modeling) と
その描画 (Rendering)

表面モデルによる表現と描画 (Surface Rendering)

- 基礎
 - 座標系, 座標変換, 回転の表現, 投影モデル (3次元世界からの2次元投影変換)
- 形状表現 (幾何学 Geometry)
 - スプライン関数, 超2次関数
- 陰影表現 (測光学 Photometry)
 - 拡散反射, 鏡面反射



マルチメディア工学：イントロダクション

コンピュータグラフィックス (CG)

ボリュームグラフィックス (Volume Graphics: VG) : ボリュームデータ (中身のつまった3次元画像) の表示

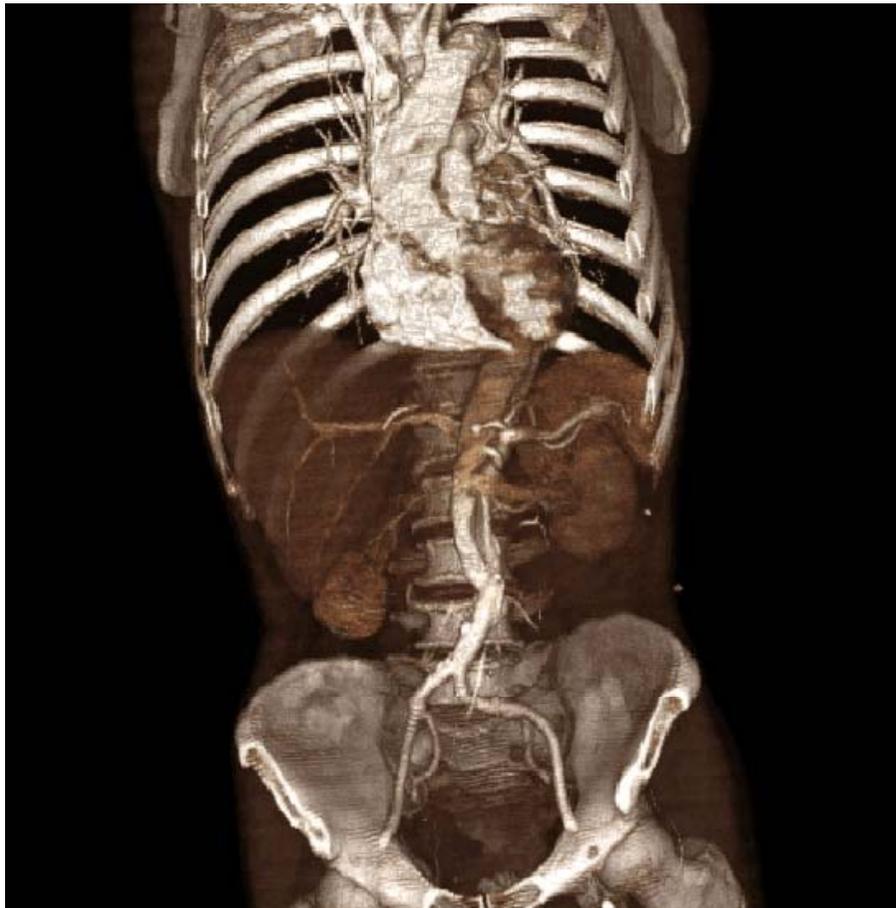
- 最大値投影法, 極大値投影法
 - ボリュームデータ表示の簡便法
- マーチンキューブ法 (Marching Cubes)
 - ボリュームデータ → 表面形状データ (→ 通常のCG技法による表示)
- ボリュームレンダリング (Volume Rendering)
 - 不透明度、アルファブレンディング
 - Volume Rendering における表面陰影効果



マルチメディア工学：イントロダクション

VG (Volume Graphics) の実例

- 医療（人体内部構造の可視化）



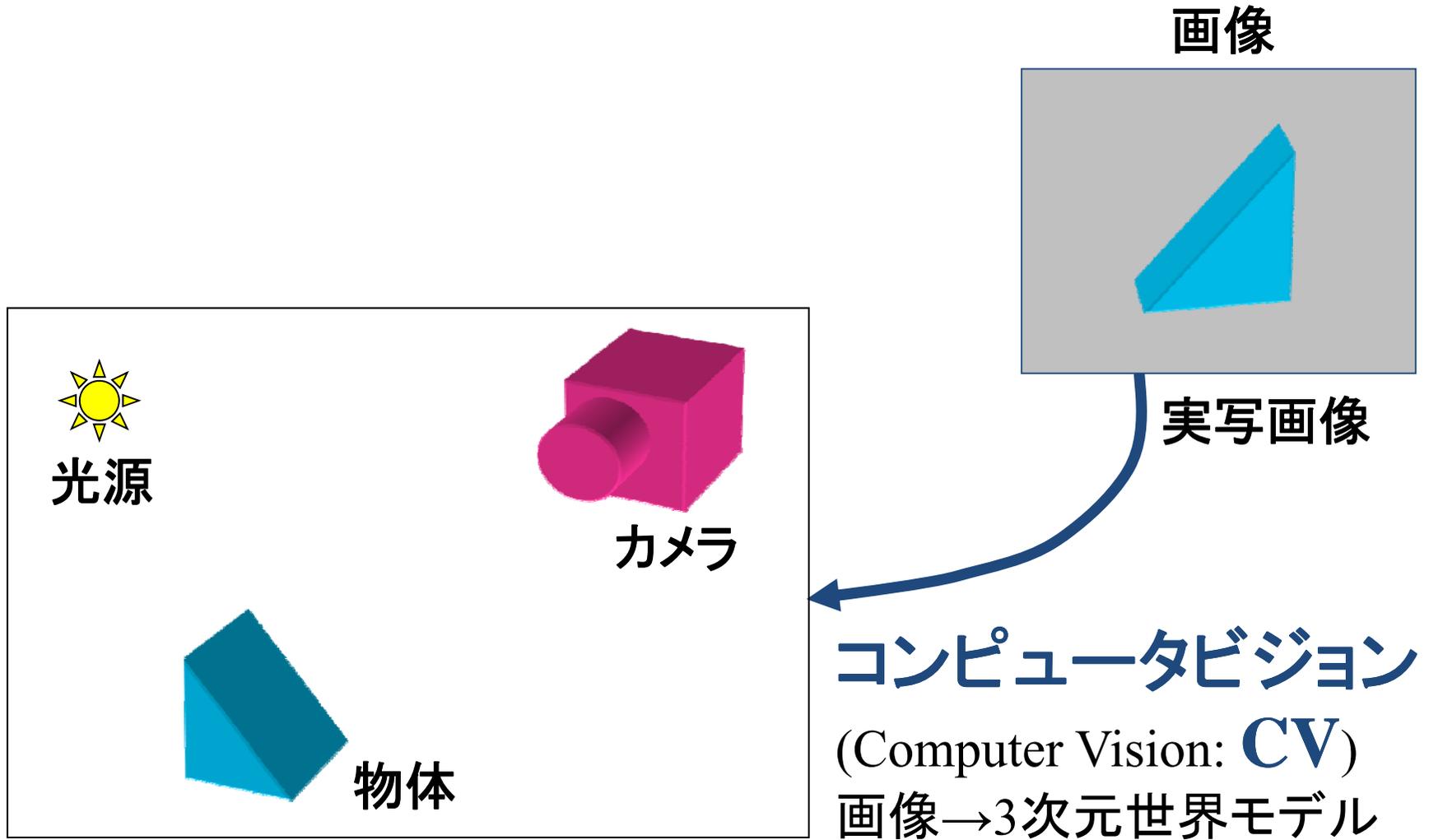
CTスキャナとCT画像



ボリュームレンダリングソフトウェアの実演へ

マルチメディア工学：イントロダクション

CG (Computer Graphics) **CV** (Computer Vision)



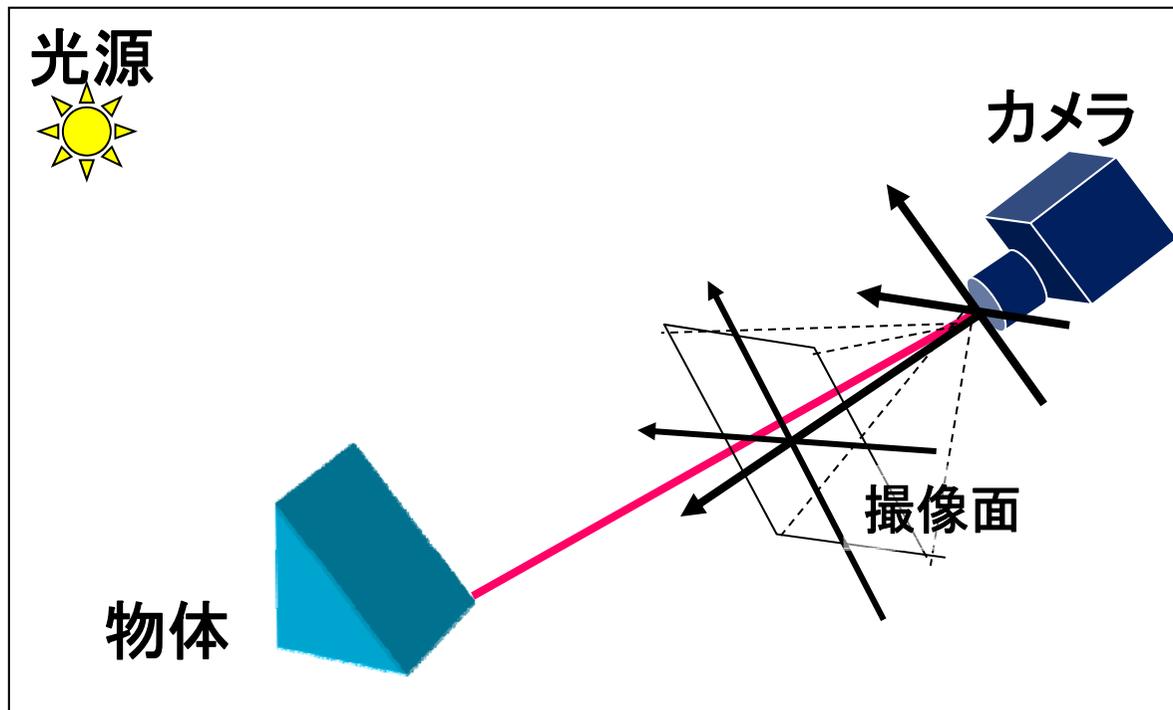
計算機内にモデリングされた3次元世界

マルチメディア工学：イントロダクション

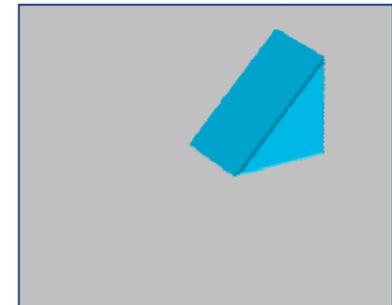
コンピュータビジョン (Computer Vision: CV)

実世界を撮影した画像(多次元データ)からの3次元世界の
計算機内表現の再構成

- カメラキャリブレーション: カメラ画像と3次元世界の空間関係を記述するパラメータの事前計測(画像からの3次元復元の基本)
- 3次元位置計測: モーションキャプチャの原理



カメラの画像

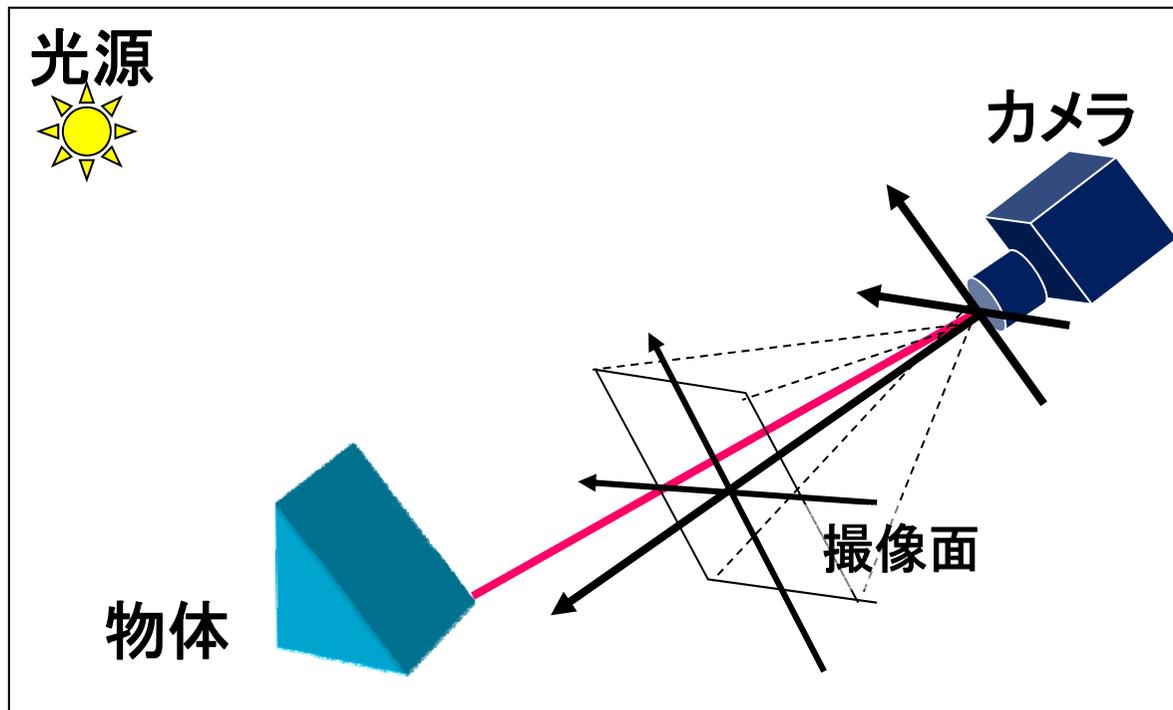


マルチメディア工学：イントロダクション

コンピュータビジョン (Computer Vision: CV)

実世界を撮影した画像(多次元データ)からの3次元世界の
計算機内表現の再構成

- カメラキャリブレーション: カメラ画像と3次元世界の空間関係を記述するパラメータの事前計測(画像からの3次元復元の基本)
- 3次元位置計測: モーションキャプチャの原理



カメラの画像

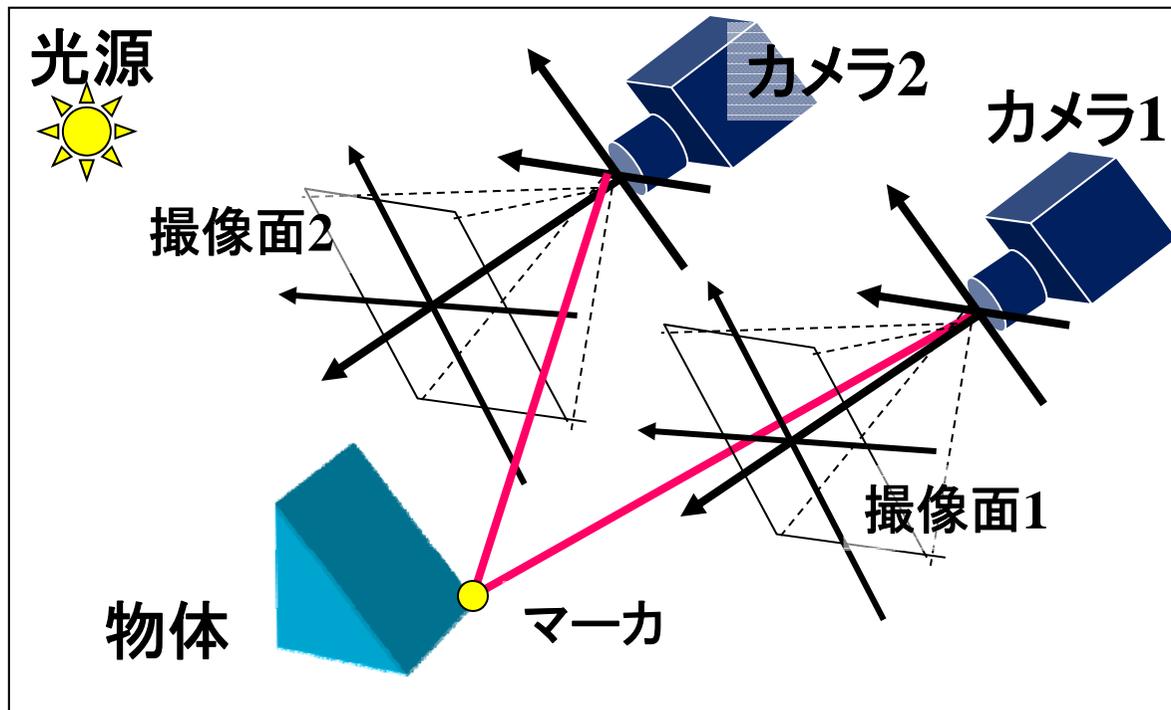


マルチメディア工学：イントロダクション

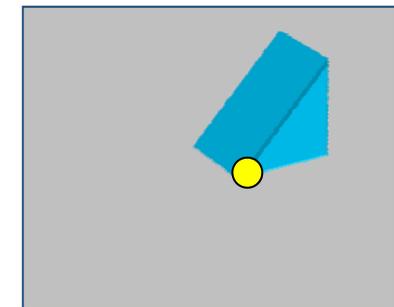
コンピュータビジョン (Computer Vision: CV)

実世界を撮影した画像(多次元データ)からの3次元世界の
計算機内表現の再構成

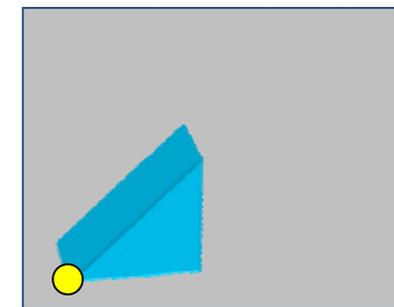
- カメラキャリブレーション: カメラ画像と3次元世界の空間関係を記述するパラメータの事前計測(画像からの3次元復元の基本)
- 3次元位置計測: モーションキャプチャの原理



カメラ1の画像



カメラ2の画像



マルチメディア工学：イントロダクション

- コンピュータグラフィックス (Computer Graphics: **CG**)
コンピュータビジョン (Computer Vision: CV)
- 仮想／拡張(複合)現実感 (**CG + Computer Vision: CV**)
(Virtual/Augmented(Mixed) Reality: **VR／AR・MR**)
- マルチメディアデータの統計解析

マルチメディア工学：イントロダクション

仮想現実感 (Virtual Reality: VR)

コンピュータグラフィックス(CG)の拡張概念。計算機内で模擬された仮想世界とのインタラクション・疑似知覚

拡張現実感 (Augmented Reality: AR)

CG画像と実画像(実世界)の融合

CG とコンピュータビジョン (Computer Vision: CV) の融合

複合現実感 (Mixed Reality: MR)

広い意味での仮想世界と実世界の融合(実世界 = 実世界そのもの、および、実写画像、モーションキャプチャデータなど実世界の 실시간センシングデータ)

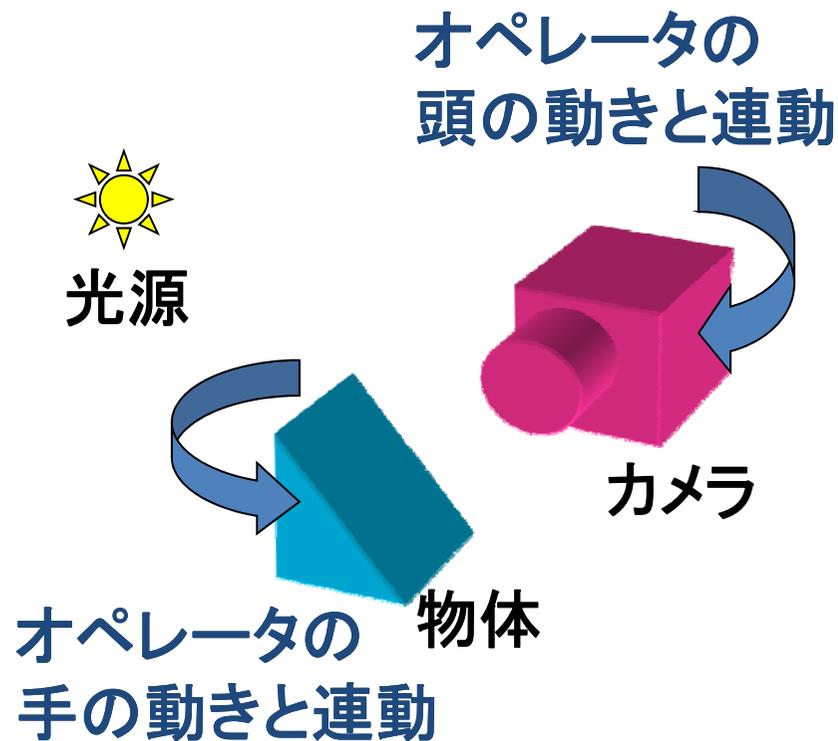
マルチメディア工学：イントロダクション

VR (Virtual Reality) **AR** (Augmented Reality)

仮想現実感

(Virtual Reality: **VR**)

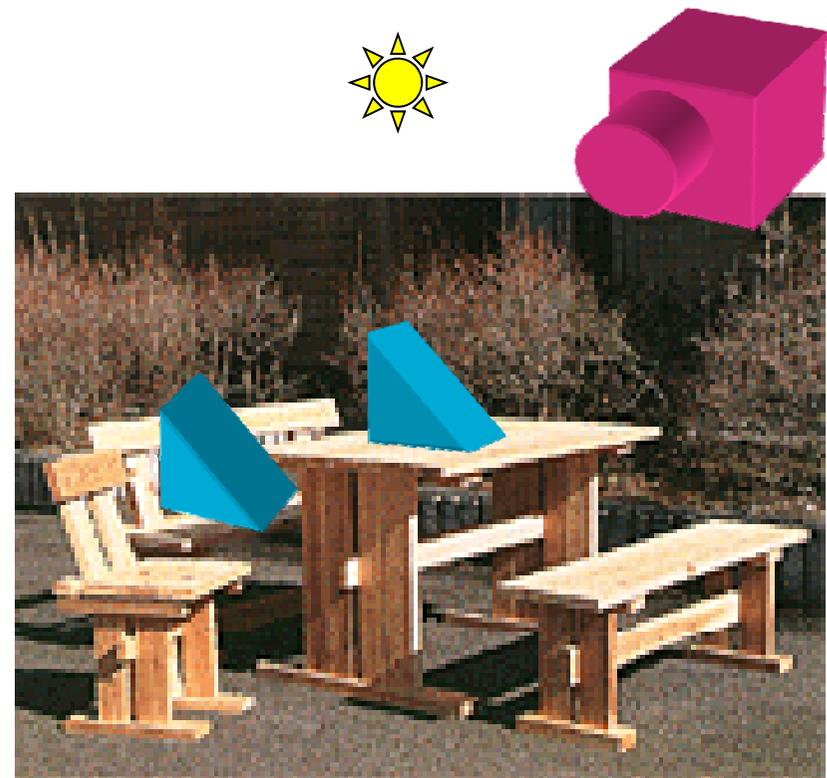
仮想世界でのインタラクション



拡張(複合)現実感

(Augmented (Mixed) Reality: **AR/MR**)

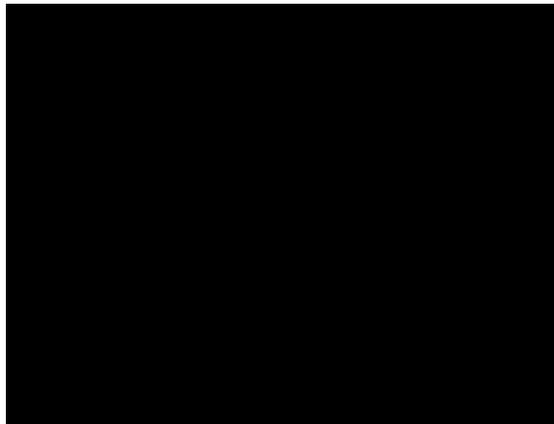
仮想世界と実世界の融合



マルチメディア工学：イントロダクション

VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality) の実例

- 建築(都市環境の予測) 工学部環境工学科笹田研究室HPより



マルチメディア工学：イントロダクション

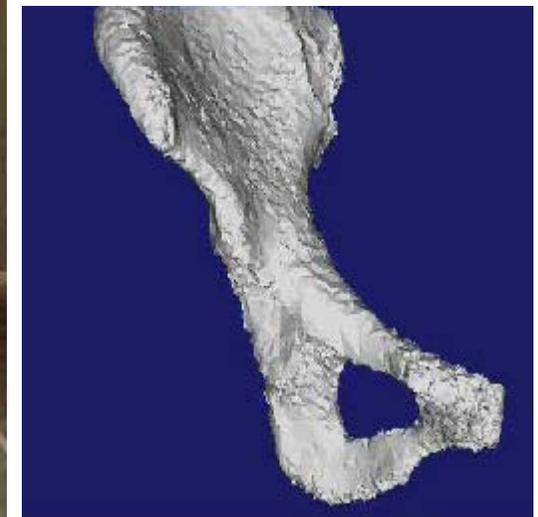
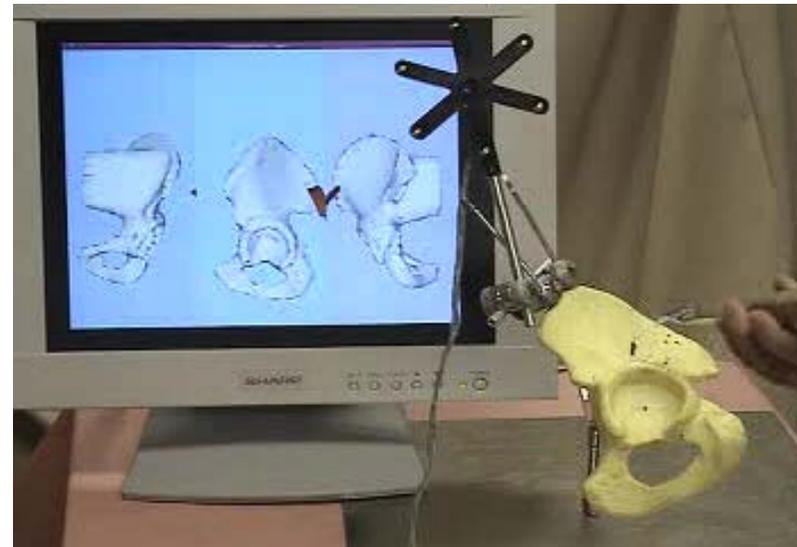
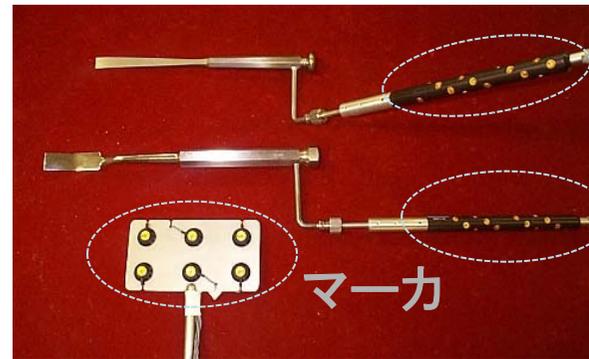
MR (Mixed Reality) の実例

- 医療（手術支援：手術の4次元記録）

モーションキャプチャ装置



手術道具のモーションキャプチャ



マルチメディア工学：イントロダクション

AR (Augmented Reality) の実例

- 医療（手術支援：手術の4次元記録）



マルチメディア工学：イントロダクション

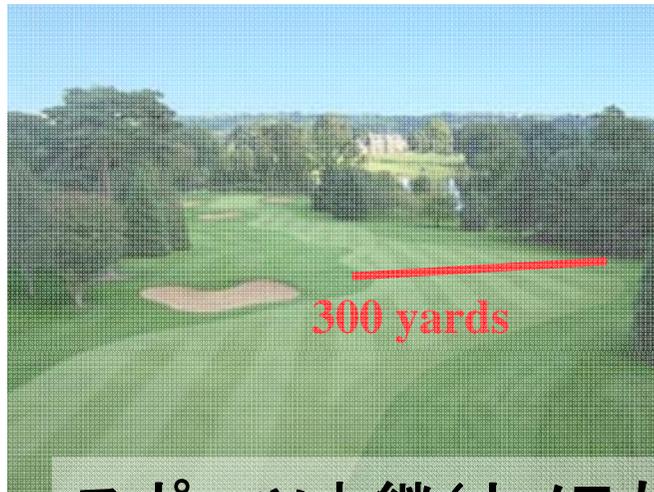
- 娯楽・スポーツ

どんな **CG, CV, VR, AR, MR** 応用があるか？

- その他、どんな分野に適用できるか？

マルチメディア工学：イントロダクション

- スポーツ中継でのAR



スポーツ中継(カメラも移動する場合)でのARを実現するためには、どのような技術が必要か(どんな情報が既知である必要があるか)?



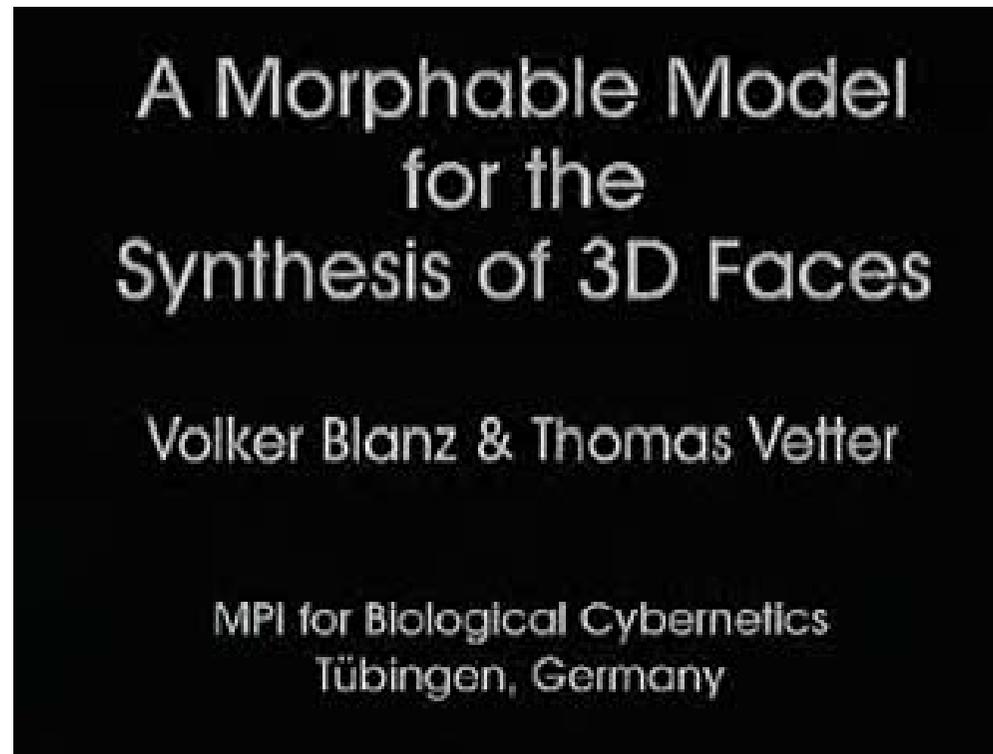
マルチメディア工学：イントロダクション

- コンピュータグラフィックス (Computer Graphics: **CG**)
コンピュータビジョン (Computer Vision: CV)
- 仮想／拡張(複合)現実感 (CG + Computer Vision: **CV**)
(Virtual/Augmented(Mixed) Reality: **VR／AR・MR**)
- **マルチメディアデータの統計解析**

マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- 3D morphable model face animation

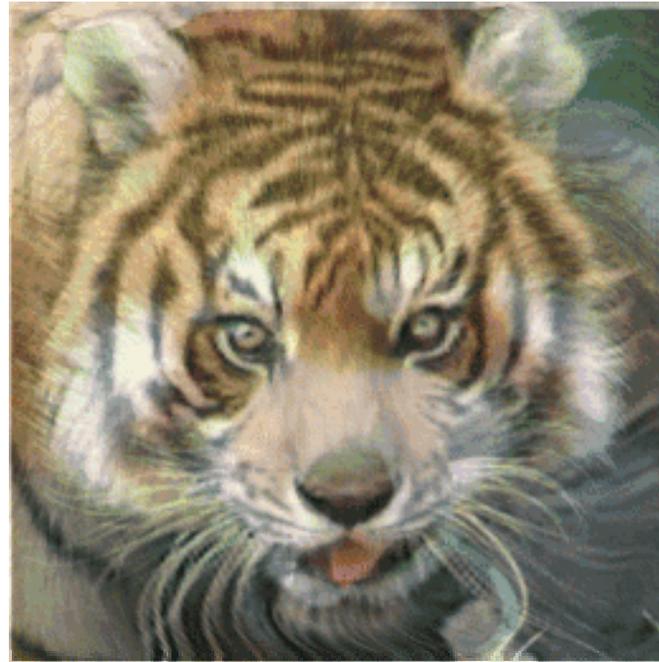


http://www.youtube.com/watch?v=nice6NYb_WA

マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- モーフィング

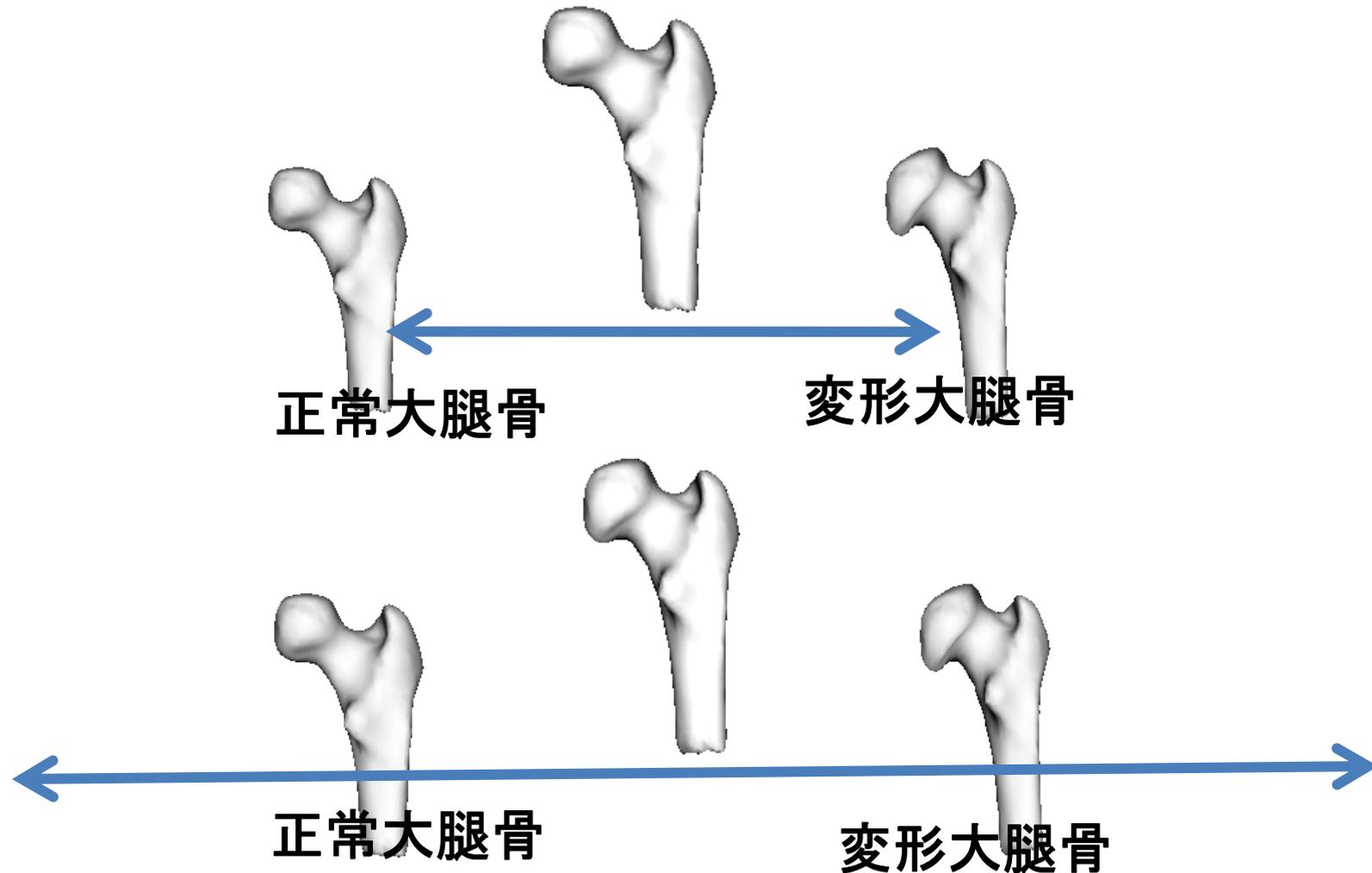


<http://www.valley.ne.jp/~b-angel/morphing.html>

マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

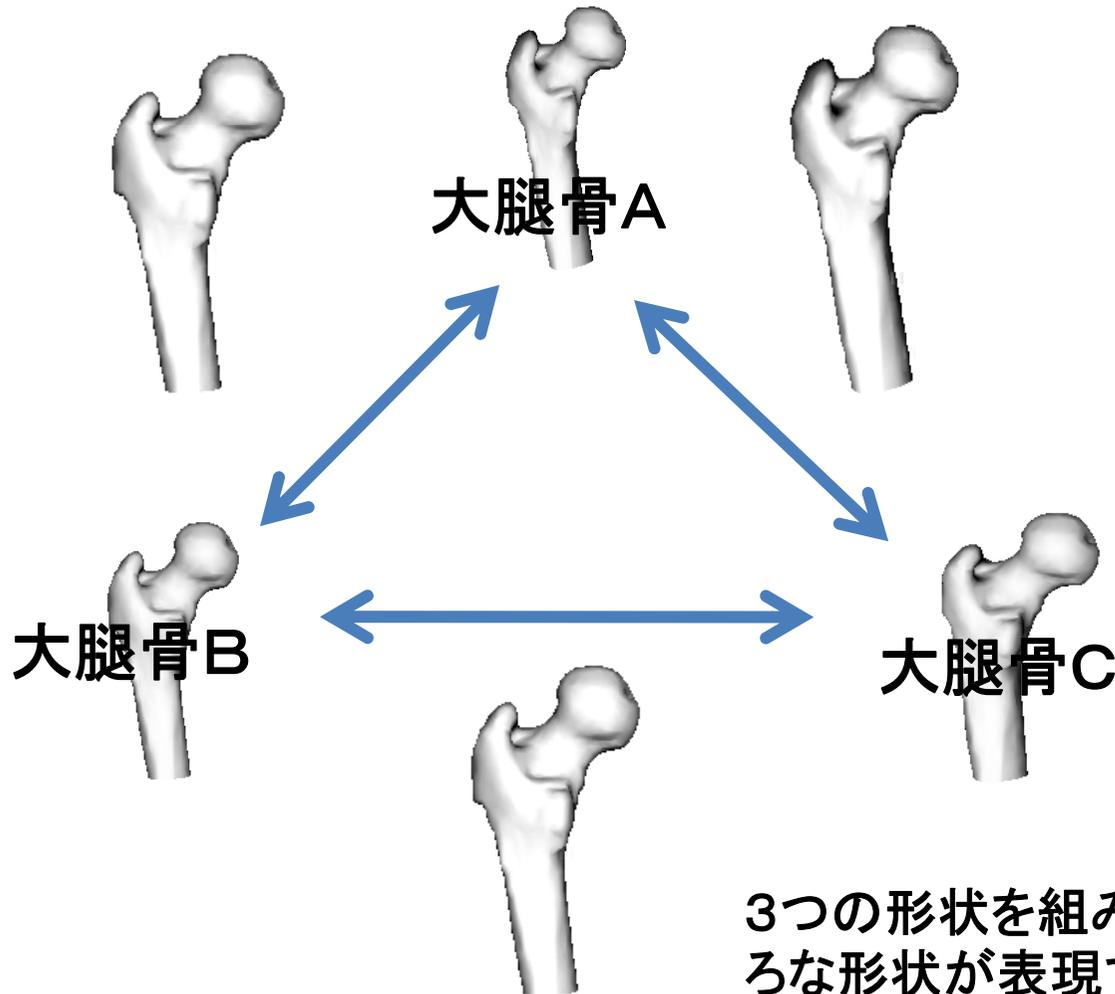
- 形状モーフィング



マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

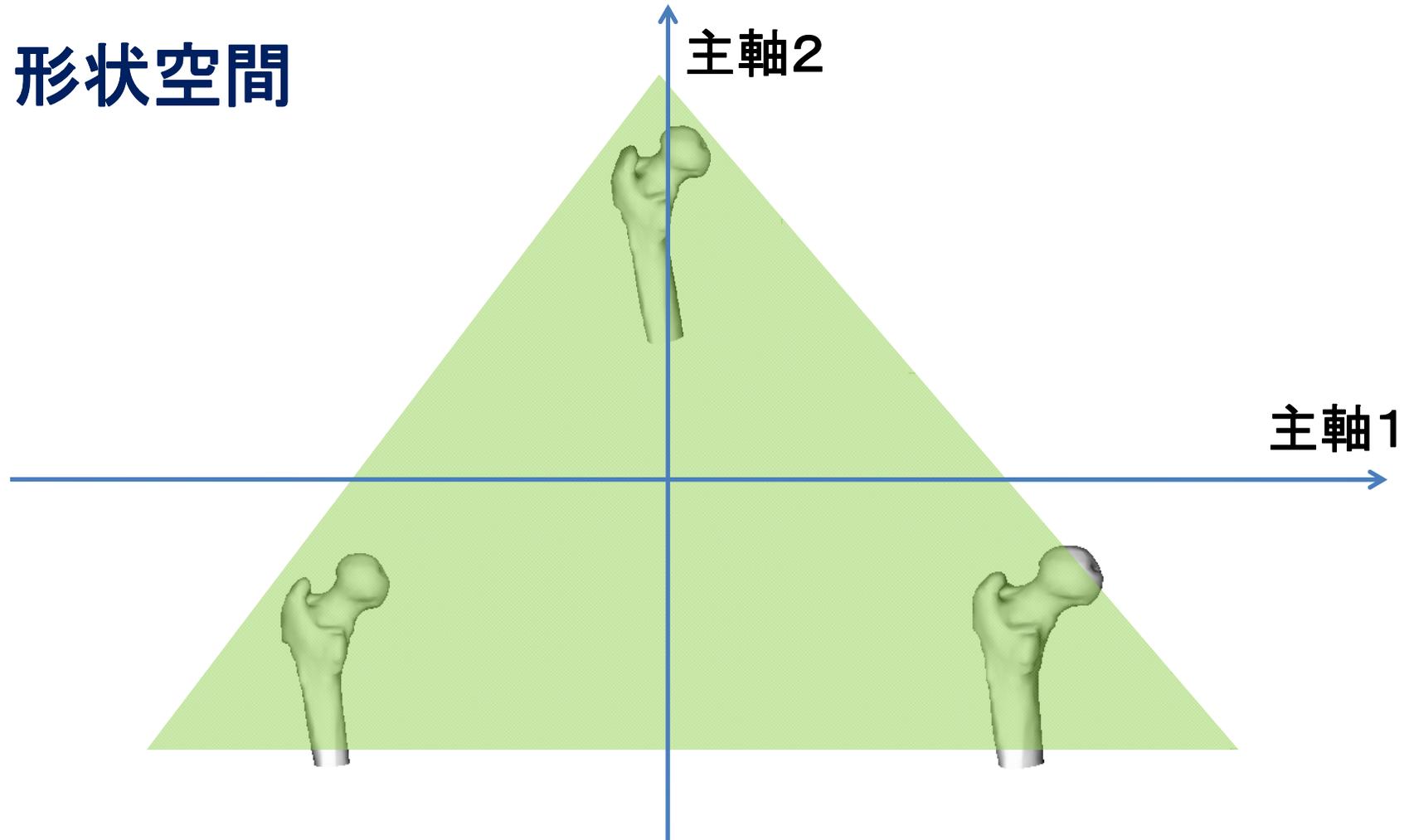
- 形状モーフィング



マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- 形状空間

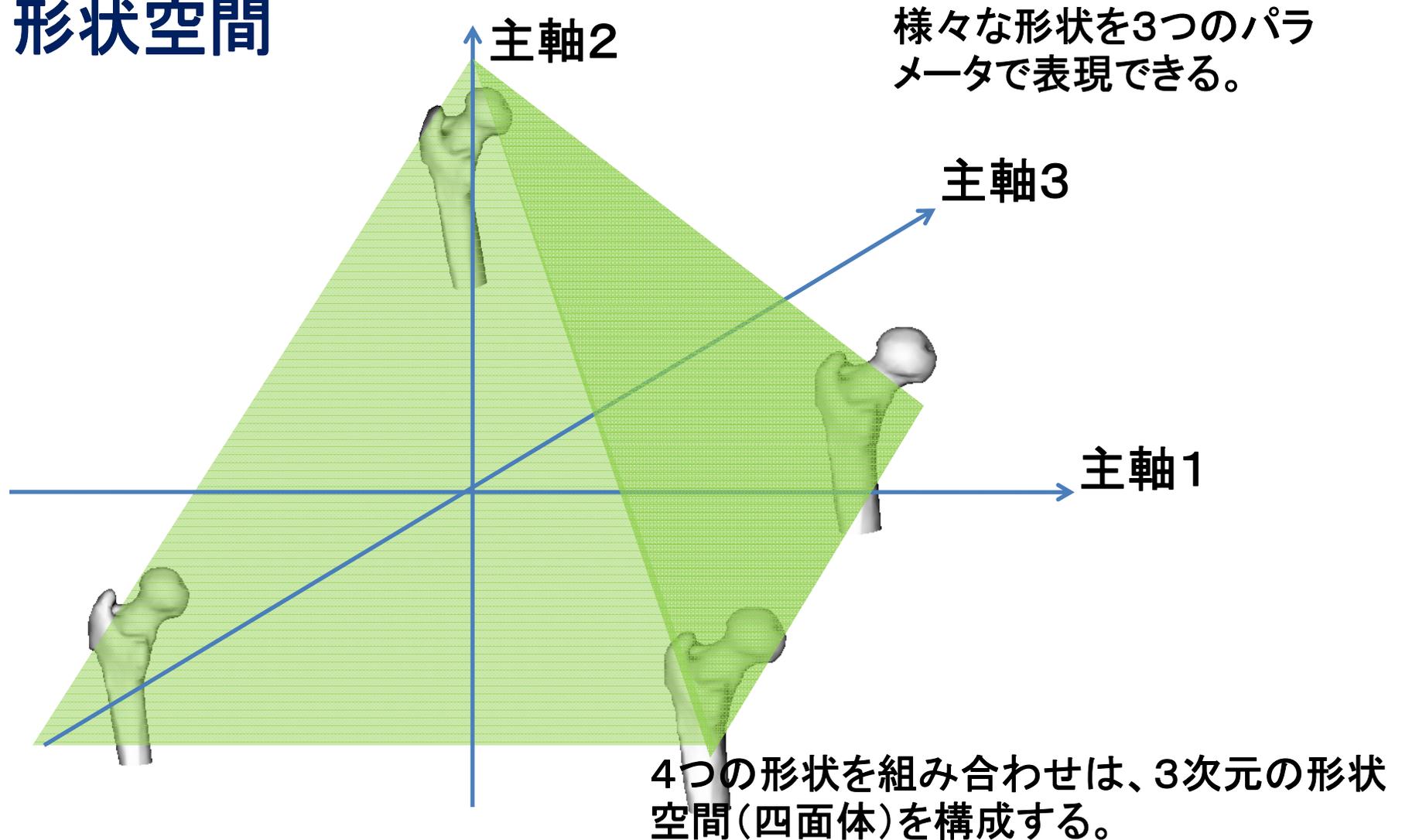


3つの形状を組み合わせは、2次元の形状空間(三角形)を構成する。

マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

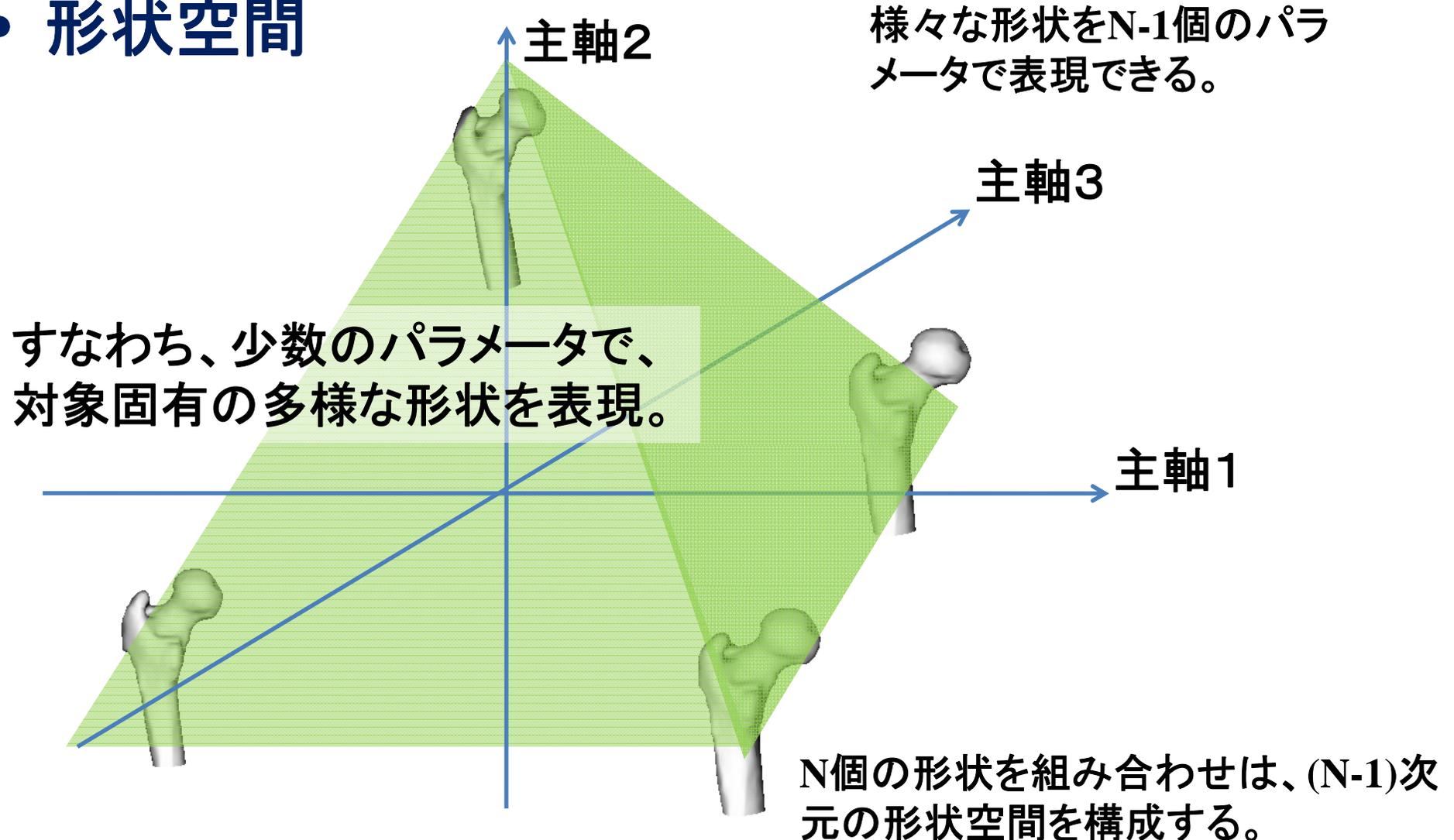
- 形状空間



マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- 形状空間



マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- 多数の事例に基づくパターン(画像、形状など)データ空間の構成
 - 基本アプローチ
 1. 個々のパターンデータの正規化(モーフィングもその一部): 正規化されたベクトルデータへの変換
 2. 正規化された多数のデータの主成分分析(主軸解析): 与えられたベクトルデータの事例集合を効率よく記述するための直交基底ベクトルを導出し、事例集合を抽象化するパラメトリックモデルを獲得
 - 得られた基底関数の利用
 - 生成: パラメトリックモデルにパラメータを与えることにより、抽象モデルの具体化モデル(インスタンス)を生成する。(楕円を生成する手軽さで、目的とする対象特有の形状を生成できる。)
 - 復元: 未知のデータが与えられてデータに最もよく当てはめるようパラメトリックモデルのパラメータを推定する。

マルチメディア工学：イントロダクション

マルチメディアデータの統計解析

- 多数の事例に基づくパターン(画像、形状など)データ集合の“主成分分析”
- 音声データ分離のための“独立成分分析”

マルチメディア工学：イントロダクション

演習問題1

Wikipedia（英語版）で、以下の用語について調べて要点を日本語でまとめよ。3つの概念の違いを明確化するようにまとめよ。

- **Virtual Reality** (http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality)
- **Augmented Reality** (http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality)
- **Mixed Reality** (http://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality)

また、上記3つのいずれかの概念が盛り込まれた製品・サービスの実例を紹介し、その将来性と問題点について述べよ。

参考情報：日本語版ウィキペディアでは、以下の用語が解説されている。（英語版のほうがより詳しいので、以下は参考程度と解釈すること。）

- － **バーチャルリアリティ**：この解説では、“Virtual”本来の英語の意味は「実質的な」であり、仮想現実という訳語に問題があることが強調されている。しかし、英語でも、“Virtual”は「（現実ではなく）シミュレートされた（虚構の）」という意味でも用いられる（例えば、Wikipedia “Virtual World”を参照）ので、仮想現実という訳語も一定の妥当性があると考えられる。
- － **拡張現実**

マルチメディア工学：イントロダクション

成績評価方法：レポート

レポート課題の詳細は、講義中に述べる。講義ホームページにも順次掲載する。

- 佐藤担当分(50点)

- 筆記課題

- 演習問題1
- 「マルチメディアデータ処理」の内容についての課題

- プログラム演習課題

- コンピュータグラフィックス(ボリュームレンダリング)のプログラム作成と動作確認
 - 授業中にプログラム作成方針、サンプルプログラムなどの説明を行う。

- 清川先生担当分(50点)

- 清川先生の講義中に説明があります。

参考書

- 中嶋正之編： 技術編CG標準テキストブック, (財)画像情報教育振興協会, 1999.
 基本的事項を平易に解説.
- 杉原厚吉著： グラフィックスの数理, 共立出版, 1995.
 グラフィックスの諸技法を数理的に解説.
- W. Schroeder et al.: The Visualization Toolkit: An Object-Oriented Approach to 3D Graphics, Second Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1998.
 VTKとして知られており, あらゆるグラフィックスの最新技法を自分でプログラミング(C++, Tcl/Tk)できるフリーソフトの解説書.
<http://www.kitware.com/>