

# 没入型バーチャル・リアリティ・システムを用いた教育手法の研究

杉本 裕二

文部科学省 メディア教育開発センタ  
研究開発部 教授

#10 CG・可視化研究会

1

## 1. 概要

- 文部科学省メディア教育開発センタ(NIME)  
= 大学共同利用機関
- マルティメディアを利用した高等教育手法の研究・開発  
研究成果 → 事業化・各高等教育機関で利用
- 衛星利用大学間教育ネットワーク(SCS)
- マルティメディア利用の高等教育手法の研修
- 教材; Video tape → CD-ROM → DVD-ROM → VR

#10 CG・可視化研究会

2

## 1. はじめに

### バーチャル・リアリティ・システム

- 従来のメディアでは得られない臨場感を与えるもの;  
近年各分野で注目
- NIME; 次世代高等教育、特に**実習系**教育の手法を  
研究するため
- 高輝度没入型バーチャル・リアリティ・システムを研  
究・開発(1999年)
- TEELeX; Tele-Existence Environment for  
Learning eXploration
- コンテンツの研究・開発

#10 CG・可視化研究会

3

- 1. 概要
- 2. **TEELeX(教育用没入型VR)システム**
- 3. インタラクティブ・インタフェイスの研究
- 4. 基礎的教育用コンテンツの研究
- 5. 心理学的評価の研究
- 6. まとめ

#10 CG・可視化研究会

4

## 2. TEELeX システム

Tele-Existence Environment for Learning  
eXploration

- 設計方針  
可能な限り自然な臨場感を提示  
学習者への負担が少ない
- 没入型プロジェクション
  - 3m四方、マルチ・スクリーン(5.5面)映像提示
  - 複数の学習者が、**軽量眼鏡装着**、**高精細・高輝度3次元映像**・音響体験が可能

#10 CG・可視化研究会

5

## TEELeX



#10 CG・可視化研究会

6

- 2.1 映像
  - 2.1.1 映像表示用スクリーン
  - 2.1.2 映像表示用プロジェクタ
  - 2.1.3 3次元映像表示
- 2.2 音響
- 2.3 グラフィクス・コンピュータ
- 2.4 インタラクティブ・インタフェイス

#10 CG・可視化研究会 7

## 2.1 映像

### 2.1.1 映像表示用スクリーン

- 3 メータ四方
  - スクリーン間のギャップ < 50 mm
  - シームレス空間の提示
- 正面、左右面、背面
  - 全面表示、後方から投影
- 天井面
  - 一部窓あり、後方投影
- 床面
  - 天井方向からの前方投影
- 床面・天井面の投影 ;3 モード選択可
  - コンテンツによって選択

#10 CG・可視化研究会 8

### 2.1.2 映像表示プロジェクタ

- 特に教育用; 映像輝度が高いことが重要
- TEELeX の最も大きな特徴
  - 高輝度映像の提示
  - プロジェクタ; 従来の同種のシステムで使用されているCRT式ではなく、液晶技術 (D-ILA elements) に基づく高輝度 (1,000 ANSI lumens) プロジェクタ (DLA-S10/ JVC) を使用
- 各面 1,000 dots × 1,000 dots images at 78 Hz フレームレイト

#10 CG・可視化研究会 9

### 2.1.3 3次元映像表示

- 円偏光 (右旋、左旋同時提示) による3次元表示 (passive 3D)
- 円偏光を用いる場合の特徴
  - 眼鏡: フィルタ式眼鏡使用、シャッタ方式に比べ軽量
  - シャッタ信号送出部方向を考慮不要
  - 頭部の傾斜の影響を受けない
  - 眼鏡装着時でも、眼球運動の計測が可能

#10 CG・可視化研究会 10

### 3次元映像表示方法

#10 CG・可視化研究会 11

## 2.2 音響

- 音響  
VRには映像と同様に重要
- 各頂点に計 8 個のスピーカー + LAKEシステムによる3D 表示

#10 CG・可視化研究会 12

## 2.3 グラフィクス・コンピュータ

- 実写映像とコンピュータ・グラフィクスの多面、高精細度、3次元連続同期表示
  - 高いグラフィクス性能が必要
- コンピュータ
  - 同時に実時間3次元音響提示必要
- 6個の映像パイプライン、24 CPUのグラフィクス・コンピュータ (Onyx2 Reality Monster) 採用

#10 CG・可視化研究会

13

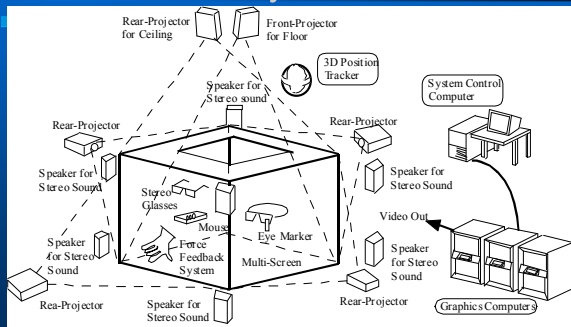
## 2.4 インタラクティブ・インタフェイス

- 学習者とVRシステム間のインタラクション
  - 教育用VRシステムには必須
  - TEELeXにインタラクティブ・インタフェイスを整備
- 各インタフェイス
  - Ethernetによりグラフィクス・コンピュータと接続
  - 制御はすべてシステム・コントロール計算機に集中

#10 CG・可視化研究会

14

## The TEELeX System



#10 CG・可視化研究会

15

- ヘッドトラッカ
  - 6自由度による学習者の頭部位置の検出、視点制御
- 3D マウス、トラックボール、ジョイスティクス、音声認識装置; 入力インタフェイス
- その他
  - 指先振動
  - 指先圧カフィードバック; 3D仮想物体表現

#10 CG・可視化研究会

16

- 指先温感装置
  - 仮想物体の温度表現; 摂氏5度から40度
- その他の装置
  - 非接触3次元ディжитाइザ
    - CCD カメラによる色彩情報、レイザによる形状情報取得
  - 眼球運動測定装置
    - 視点情報の取得、3次元ポインタ
  - モーション・キャプチャ装置;
    - 無線式、実時間アヴァタアニメーション制作

#10 CG・可視化研究会

17

1. 概要
2. TEELeX (教育用没入型VR) システム
3. インタラクティブ・インタフェイスの研究
4. 基礎的教育用コンテンツの研究
5. 心理学的評価の研究
6. まとめ

#10 CG・可視化研究会

18

### 3. インタラクティブ・インタフェイスの研究

- TEELeX; さまざまな高等教育手法の研究に利用
- マウス・ジョイスティクス; インタフェイスとして通常利用
  - 3次元空間でのポインティングは難しい
  - コンテンツに適したインタフェイス
- ヒト (学習者) にやさしいVRシステムの研究
  - 容易で自然感がある3次元ポインティング・インタフェイス
  - 学習者の身体に機器を装着しない
  - 眼球運動計測ポインティング・デバイス研究

#10 CG・可視化研究会

19

### 身体動作インタフェイス

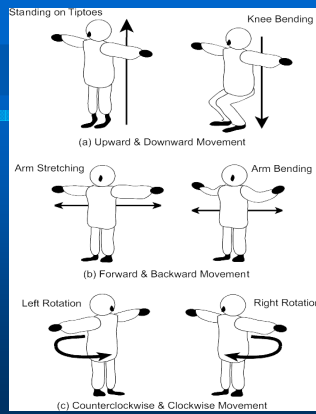


#10 CG・可視化研究会

20

### 動作の割当

・直感的割当

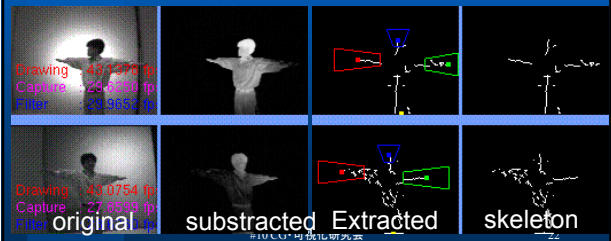


#10 CG・可視化研究会

21

### 追跡例

- 基本検索範囲: 胴体の外側方向に広い台形



#10 CG・可視化研究会

22

1. 概要
2. TEELeX (教育用没入型VR) システム
3. インタラクティブ・インタフェイスの研究
4. 基礎的教育用コンテンツの研究
5. 心理学的評価の研究
6. まとめ

#10 CG・可視化研究会

23

### 4.1 外国語教育用コンテンツ

- あたかも外国にいる雰囲気表現
- 語学能力の向上



#10 CG・可視化研究会

24

## 4.2 空間認識

- 建物内外のウォークスル

→空間認識学習・トレーニングに有効



#10 CG・可視化研究会

25



#10 CG・可視化研究会

26

## 4.3 Virtual Museum

- 観察物に接近可能
- 時代をさかのぼることが可能
- 時空間移動



サン・サヴァン教会@フランス; 世界遺産

#10 CG・可視化研究会

27

## 4.4 音楽理論教材

- 楽譜作成、演奏制御
- 音符の移動

→音楽基礎理論理解



#10 CG・可視化研究会

28

## 4.5 計算機プログラミング教材

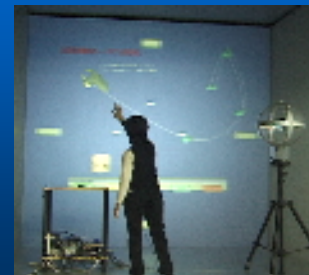
- コンピュータプログラムの可視化、手によるモジュール移動、制御

→初級者へのコンピュータ・プログラミング言語の理解教育



#10 CG・可視化研究会

## 4.6 キー・フレーム・アニメーション編集システム



#10 CG・可視化研究会

30

## 4.7 太陽系惑星運動理解

- 自由な時空間移動
- 視点の固定

→ 惑星、衛星、彗星の運動、軌道理解  
→ 恒星、星座の理解



#10 CG・可視化研究会

31

## 4.8 月面探査

- 月面15km 四方の高度データ  
+オービタによる上空からの写真



#10 CG・可視化研究会

32

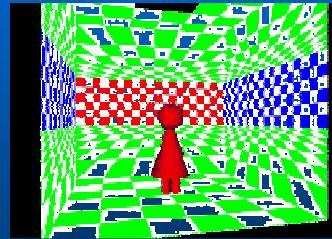
1. 概要
2. TEELeX (教育用没入型VR) システム
3. インタラクティブ・インタフェイスの研究
4. 基礎的教育用コンテンツの研究
5. 心理学的評価の研究
6. まとめ

#10 CG・可視化研究会

33

## 5. 心理学的評価の研究

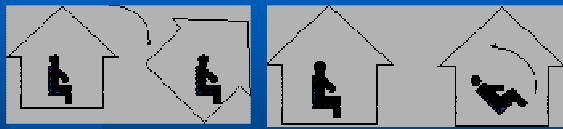
重心動揺を指標としたサラウンド・ディスプレイの視覚的効果の測定



刺激および実験のイメージ

#10 CG・可視化研究会

34



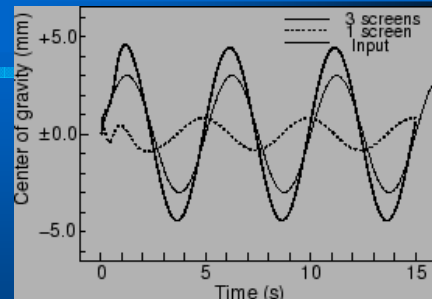
(a) 実際の運動

(b) 観察者の感じる運動

観察者と観察対象の間で生じる誘導運動の例

#10 CG・可視化研究会

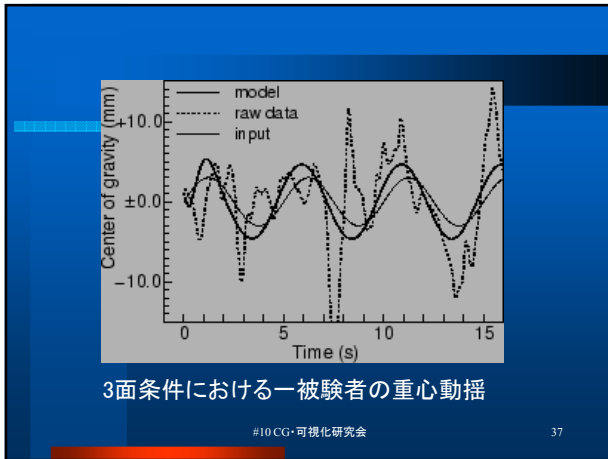
35



ARXモデルより再現された左右方向の重心動揺(1面 vs 3面, 被験者9人分の平均値)

#10 CG・可視化研究会

36



- 1. 概要
  - 2. TEELeX (教育用没入型VR) システム
  - 3. インタラクティブ・インタフェイスの研究
  - 4. 基礎的教育用コンテンツの研究
  - 5. 心理学的評価の研究
  - 6. まとめ
- #10 CG・可視化研究会 38

- ## 6. まとめ
- TEELeX システムの概要
  - インタラクティブ・インタフェイスの研究
  - 基礎的教育用VRコンテンツの研究
  - 心理学的評価の研究
- #10 CG・可視化研究会 39

- ## 今後の課題
- インタラクティブ・インタフェイス改良・開発
  - 学習者への生理学的・心理学的影響の定量的評価、VR教材の安全基準→実際の教育に使用
  - 他の分野的教育用コンテンツの研究
  - 遠隔協調作業研究
- #10 CG・可視化研究会 40