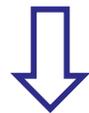


超高齢社会における技能継承のための ユビキタス手習所の研究開発

秋田大学大学院工学資源学研究科
情報工学専攻
玉本英夫

平成23年10月4日(火)

- 秋田県は国指定の無形文化財の豊かな所
- 急速な高齢化，地域の過疎化
 - 後継者不足，失伝の危機
- 1997年頃から秋田大学・わらび座・秋田県工業技術センターで連携
 - 民俗芸能の舞踊の伝承に資するための記録・保存技術の開発



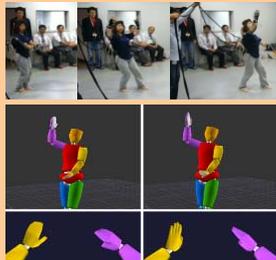
1. モーションキャプチャ・VR技術の活用
2. 舞踊符の提案
3. 手指用モーションキャプチャの開発
4. 伝承技術の開発

民俗芸能の舞踊の保存と伝承

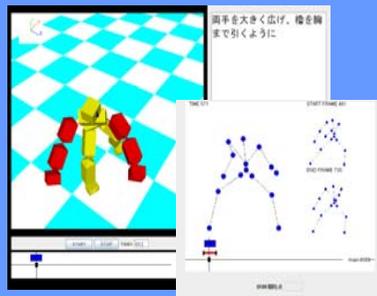
モーションキャプチャによる舞踊の記録と再現



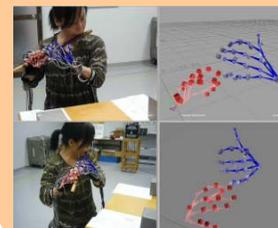
指を含めた舞踊の記録



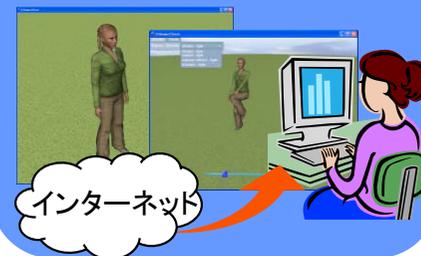
演技の紹介・解説



楽器演奏の記録



技能の動作データのストリーミング



舞踊の記録

全身+手指用
同時計測

舞踊の解説

熟練技能者の
技の記録

ネットワークを介した
身体動作の閲覧

1997年

2003年

2006年

2008年

2010年

伝承

2001年

2005年

2007年

2009年

舞踊符
データベース

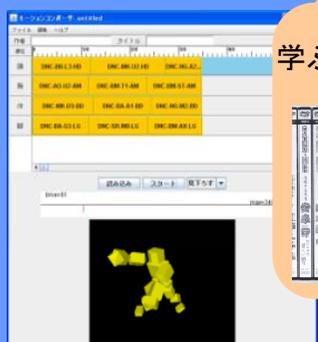
舞踊の学習
~DVD教材~

手指用MoCap

舞踊の
学習支援

VR環境の生成

舞踊の記述と創作



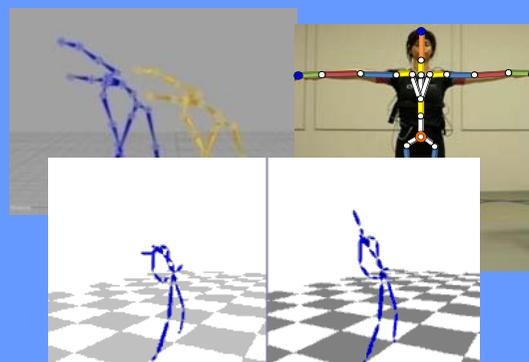
学ぶ覚えるシリーズ



手指用MoCapの開発



教師と生徒の舞踊の比較

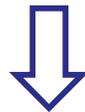


VRによる学習支援システム



研究目的

- 高齢化により消失しつつある熟練技能者の技を継承するために、技能のデジタルコンテンツ化と技の要因抽出
- 遠隔地に住む学習者が時間と空間を越えて稽古できる超臨場感コミュニケーション技術「ユビキタス手習所」の開発



- ・技能の伝承および国内外への情報発信による
地域振興

研究概要

- 舞踊の師匠や匠の技を対象に、手指の繊細な巧緻動作、力の入れ方などの「体性感覚情報の計測技術」を研究開発
- 高精度な巧緻動作計測技術による技能の保存と技の解明
- 各種技能のモーションキャプチャ・データベースの実現
- HMDを装着した学習者が時間と場所に制約されることなく、目の前に現れる師匠の手に導かれて稽古できるなどの「ユビキタス手習所」の開発

【地域ICT振興型研究開発】

研究課題：超高齢社会における技能継承のためのユビキタス手習所の研究開発（092302003）

1. 研究目的

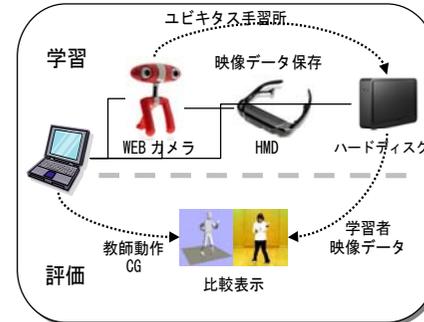
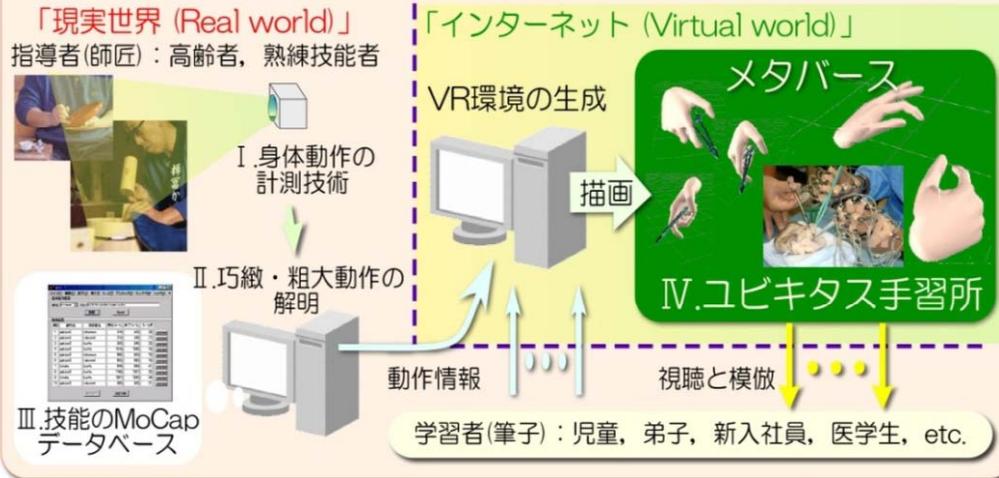
高齢化により消失しつつある熟練技能者の技を継承するために、技能のデジタルコンテンツ化と技の要因抽出手法研究する。同時に遠隔地に住む学習者が時間と空間を越えて稽古できる超臨場感コミュニケーション技術「ユビキタス手習所」を研究開発して、技能の伝承および国内外への情報発信による地域振興をめざす。

2. 研究概要

本研究では、舞踊の師匠や匠の技を対象に、手指の繊細な巧緻動作、力の入れ方などの「体性感覚情報の計測技術」を研究開発し、計測した技能のモーションキャプチャ・データベースを構築する。さらに、動作データを基に技能のデジタルコンテンツを制作し、HMDを装着した学習者などが時間と場所に制約されることなく、目の前に現れる師匠の手に導かれて稽古できる「ユビキタス手習所」を開発した。

本研究で新たに研究開発した要素技術（平成21～22年度）

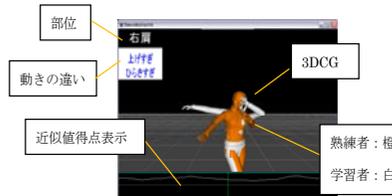
- I. 手指巧緻動作と粗大動作の計測技術。
- II. 高精度な巧緻動作計測技術による技能の保存と技の解明。
- III. 各種技能のモーションキャプチャ・データベースの実現。
- IV. 学習者がいつでも何処でもアクセス可能な「ユビキタス手習所」の実現。



身体動作の学習ユビキタス手習所



箏の学習ユビキタス手習所



民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所 熟練技能者の演技の収録

3. 研究成果の社会的意義・社会への波及効果

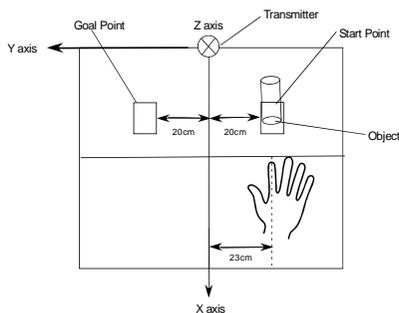
- I. 消失の危機にある伝統技能を保存・継承し、ICTによる地域振興が可能
- II. 職人的技能・経験の動作データベース及び動作修得用eラーニング技術の開発
- III. メタバースを利用した3Dデジタルコンテンツの流通技術の実現

体性感覚情報の計測技術の 研究開発

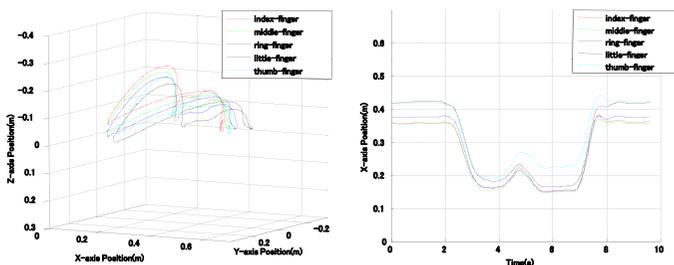
体性感覚情報の計測技術（1）

- 手指で道具を扱う動作を解析する上で、指先が加える力は重要な要素の一つ
- 「手指用MoCap」に最新の薄膜センサによる圧力計測技術を融合、手指の3次元的な動作と指先に作用する圧力を同時に計測し、手指の巧緻動作をデジタル化するための基盤技術の構築
- そのために必要な電子回路と自動計測ソフトウェアを開発
- 指先に加えた圧力を計測しながら位置分解能0.005mm以下、角度分解能0.01deg以下の空間分解能を有する「圧力、位置、姿勢」を同時計測する体性感覚情報計測技術を実現

体性感覚情報の計測技術 (2)

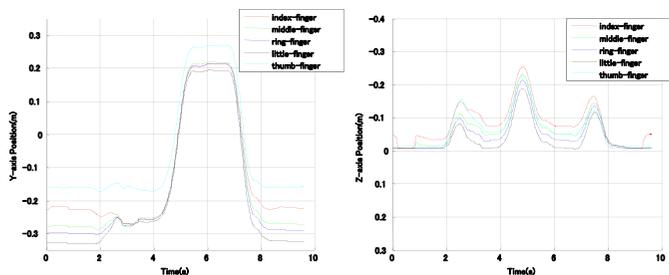


指の動き: 手指用MoCap
 圧力計測: イナバゴム社製イナストマー
 (5mmX5mm)



(a) Locus of finger tips

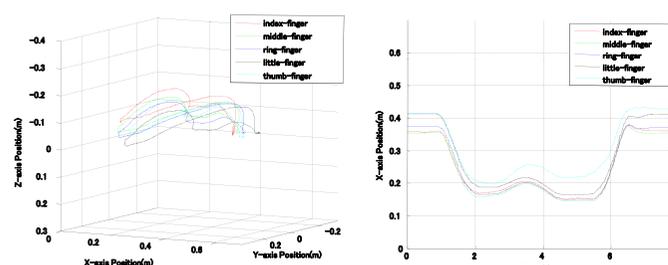
(b) Locus of finger tips along X axis



(c) Locus of finger tips along Y axis

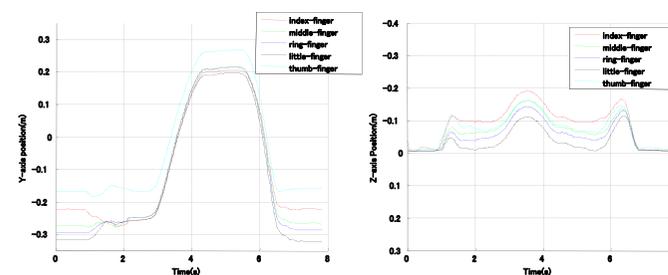
(d) Locus of finger tips along Z axis

Hand movement for changing position of 200g hard-plastic glass



(a) Locus of finger tips

(b) Locus of finger tips along X axis

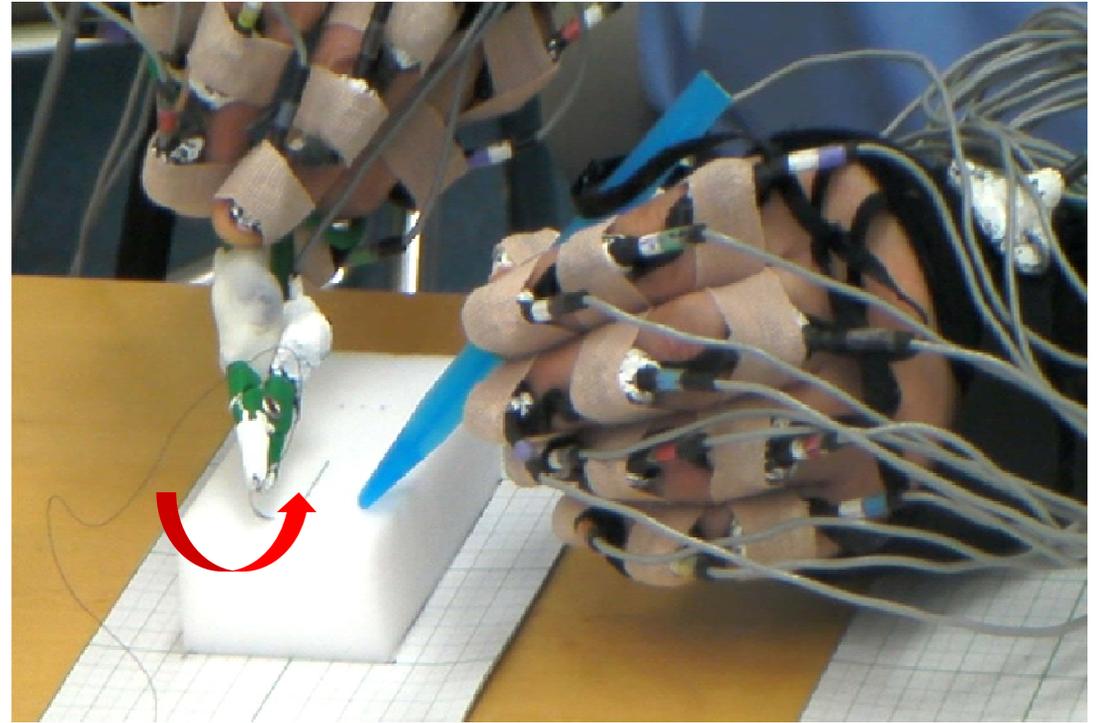
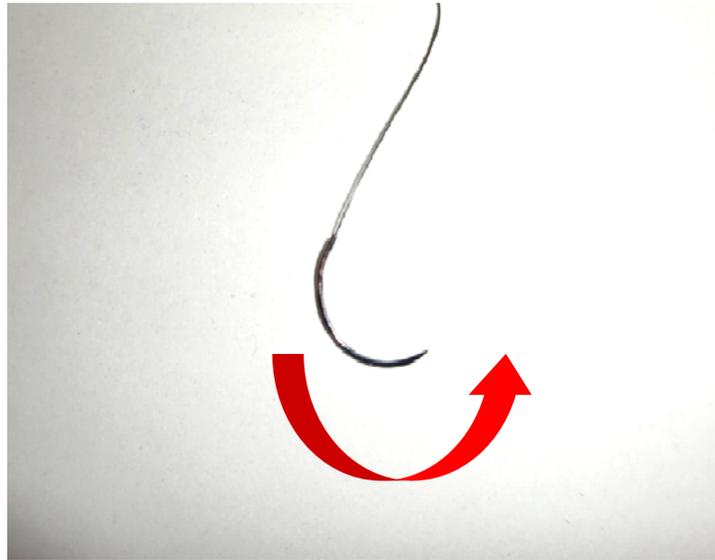


(c) Locus of finger tips along Y axis

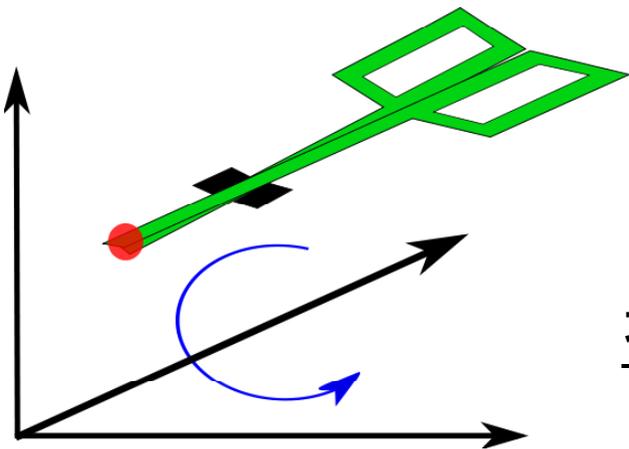
(d) Locus of finger tips along Z axis

Hand movement for changing position of 200g soft-plastic glass

高精度な巧緻動作計測技術による 技能の保存と技の解明

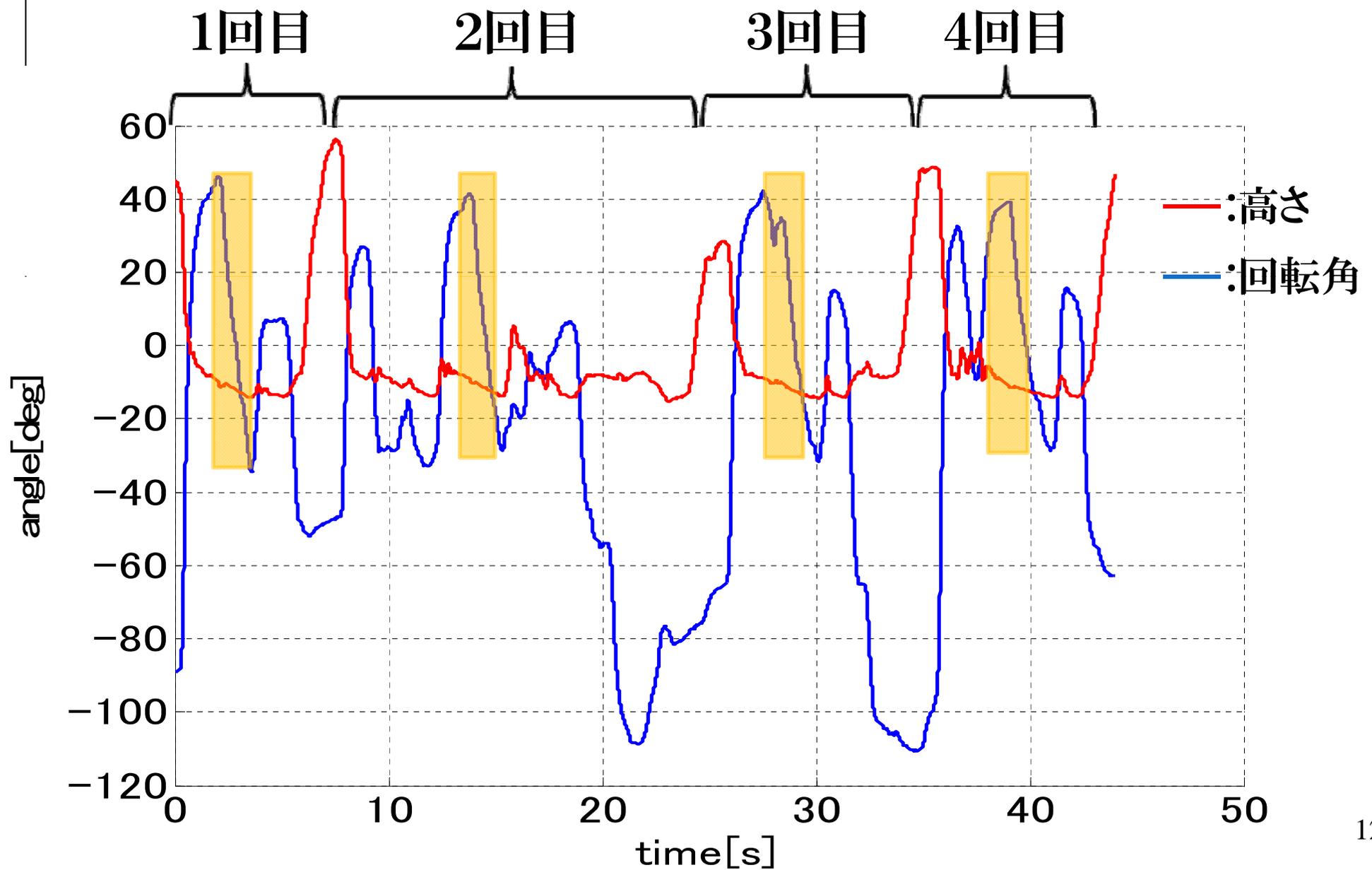


外科医の吻合動作

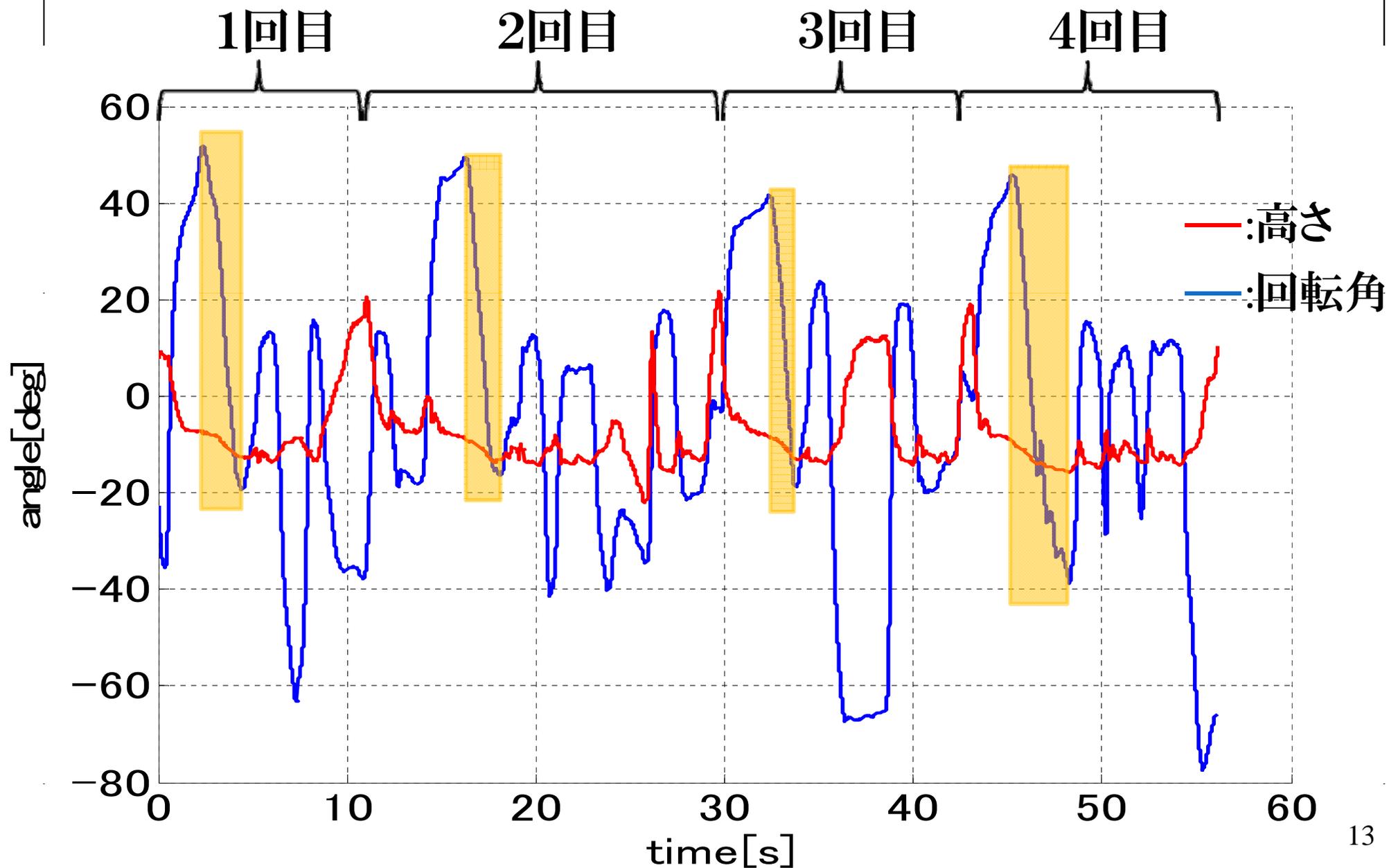


持針器先端の回転と高さ

持針器先端の動作：熟練医



持針器先端の動作：研修医



熟練医と研修医のまとめ

■ 外科医の手指動作・医療器具の動きの一部を計測・
解明

■ 吻合動作の評価項目として、

1. 刺入時における持針器先端の回転

2. 吻合時の持針器先端の移動量

3. 吻合に要する時間

に着目。吻合技術に関する習熟度を一部定量化することに成功。いずれの評価項目においても、研修医に比べ、熟練医の成績が上回っていることを確認

各種技能のモーションキャプチャ・ データベースの構築

各種技能のMoCapデータベース(1)

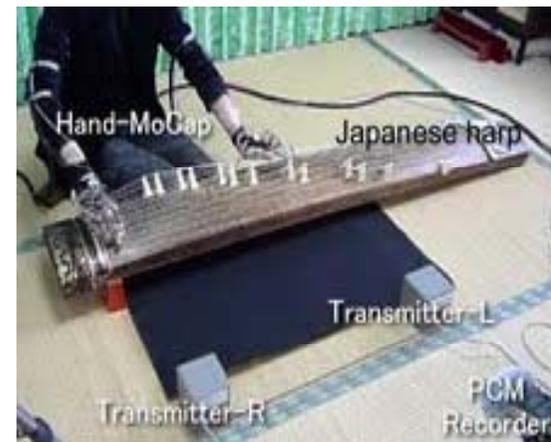
- 各種楽器(横笛、尺八、箏)のMoCapデータベースの構築
- MPEG-7を用い、静止画、動画、音声などマルチメディアデータを包括的に記録可能なデータベースの実現



(a) 横笛



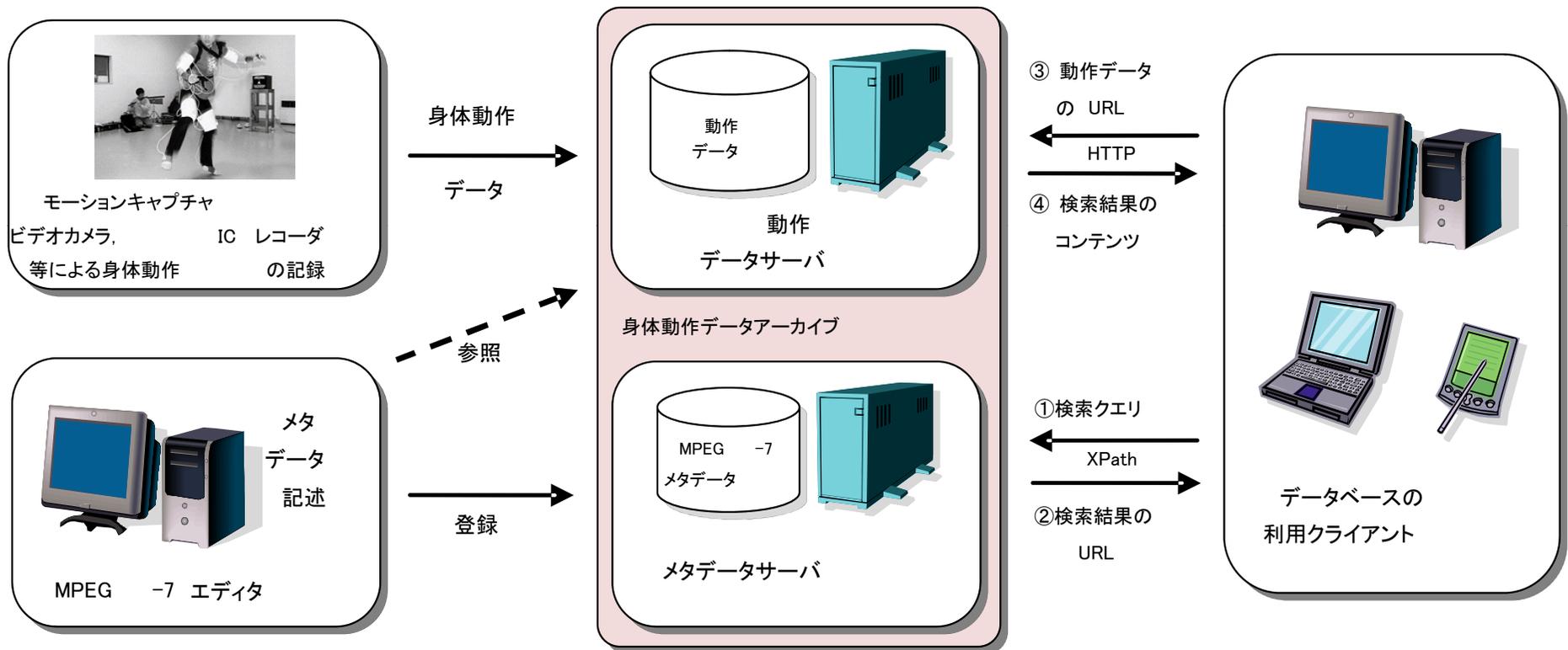
(b) 尺八



(c) 箏

各種楽器演奏の収録

各種技能のMoCapデータベース(2)



モーションキャプチャ・データベースの概要

ユビキタス手習所の研究開発

考え方

■ 技能の学習プロセス

- 学習者が自分の動作と師匠の動作の違いを自覚することが重要



■ 師匠と学習者が向かい合って稽古する見習い期間が不可欠

■ 熟練技能者の高齢化，地域の過疎化

- 熟練技能者が不在であっても，時間と場所に制約されることなく，あたかも師匠と向かい合っているように稽古できる状況を作る

「現実世界 (Real world)」

指導者(師匠)：高齢者，熟練技能者



巧緻動作の計測
と技の解明



Ⅲ.技能のMoCap
データベース

「インターネット (Virtual world)」

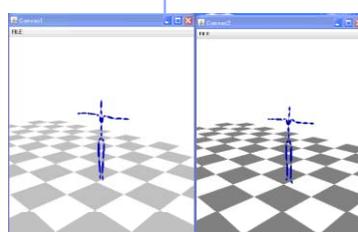
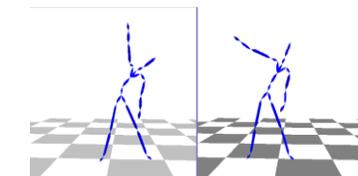


描画

VR環境の生成

各種動作情報

学習者



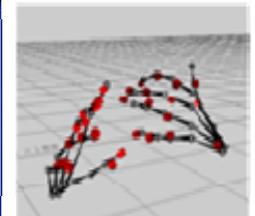
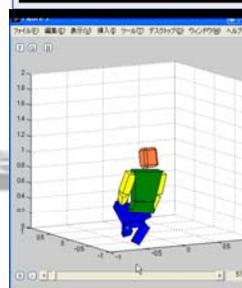
メタバース

匠の手技

Ⅳ.ユビキタス手習所

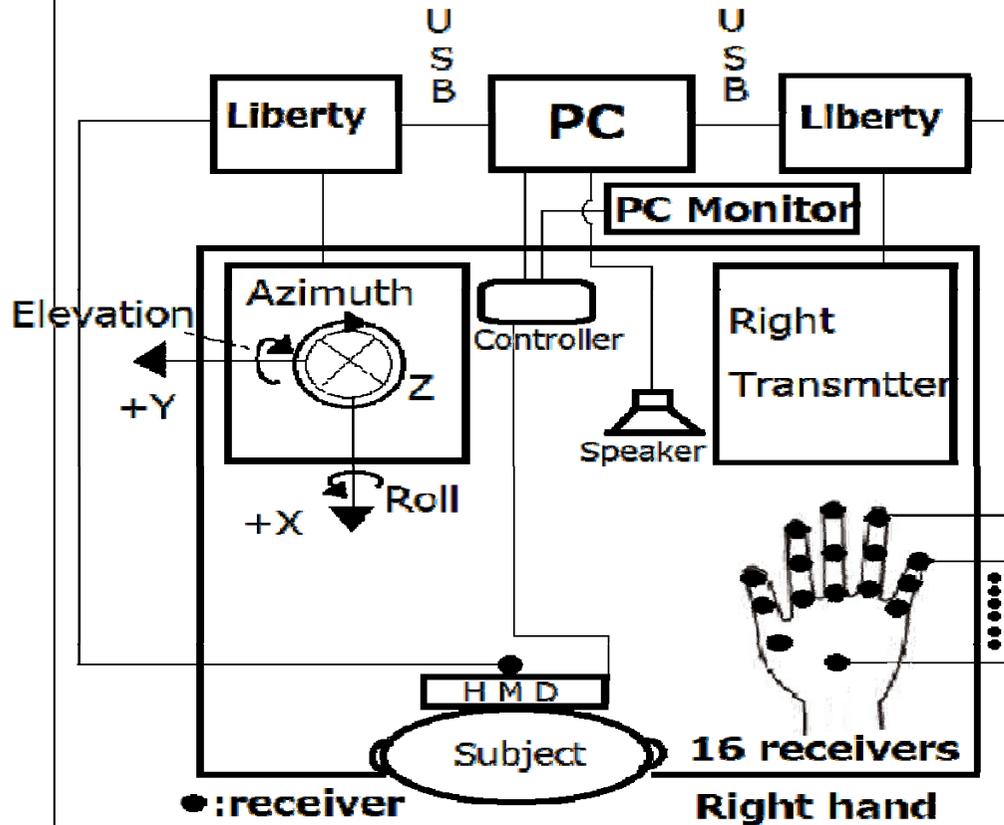
HMDを

模倣



ユビキタス手習所

箏の学習ユビキタス手習所(1)



ユビキタス手習所の構成



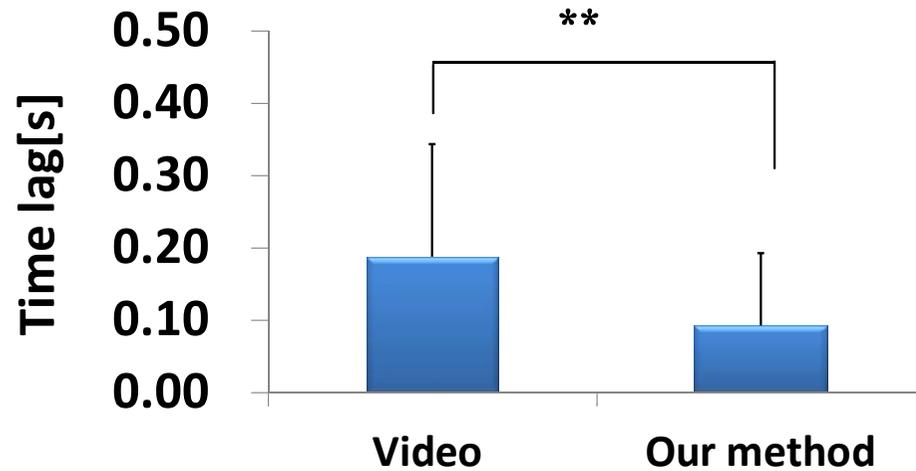
学習動作計測のようす

箏の学習ユビキタス手習所の利用風景

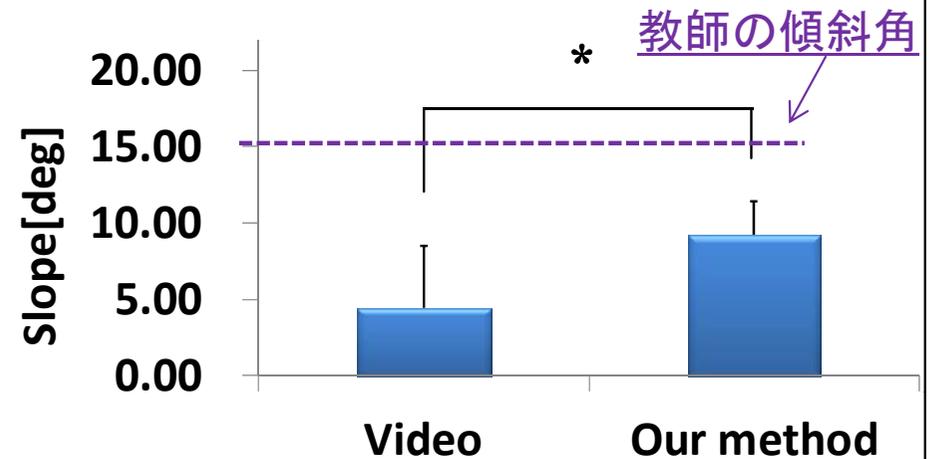
(2011.1.18放送 NHKニュースこまちより)



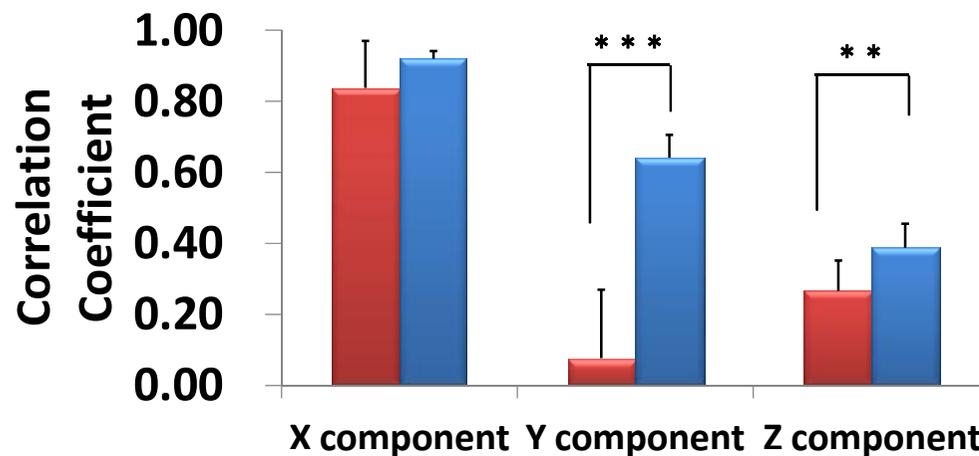
ビデオ映像との比較(n=8)



遅れ時間



手の傾斜角



赤:ビデオ
青:本手法

* P<0.05
** P<0.01
*** P<0.005

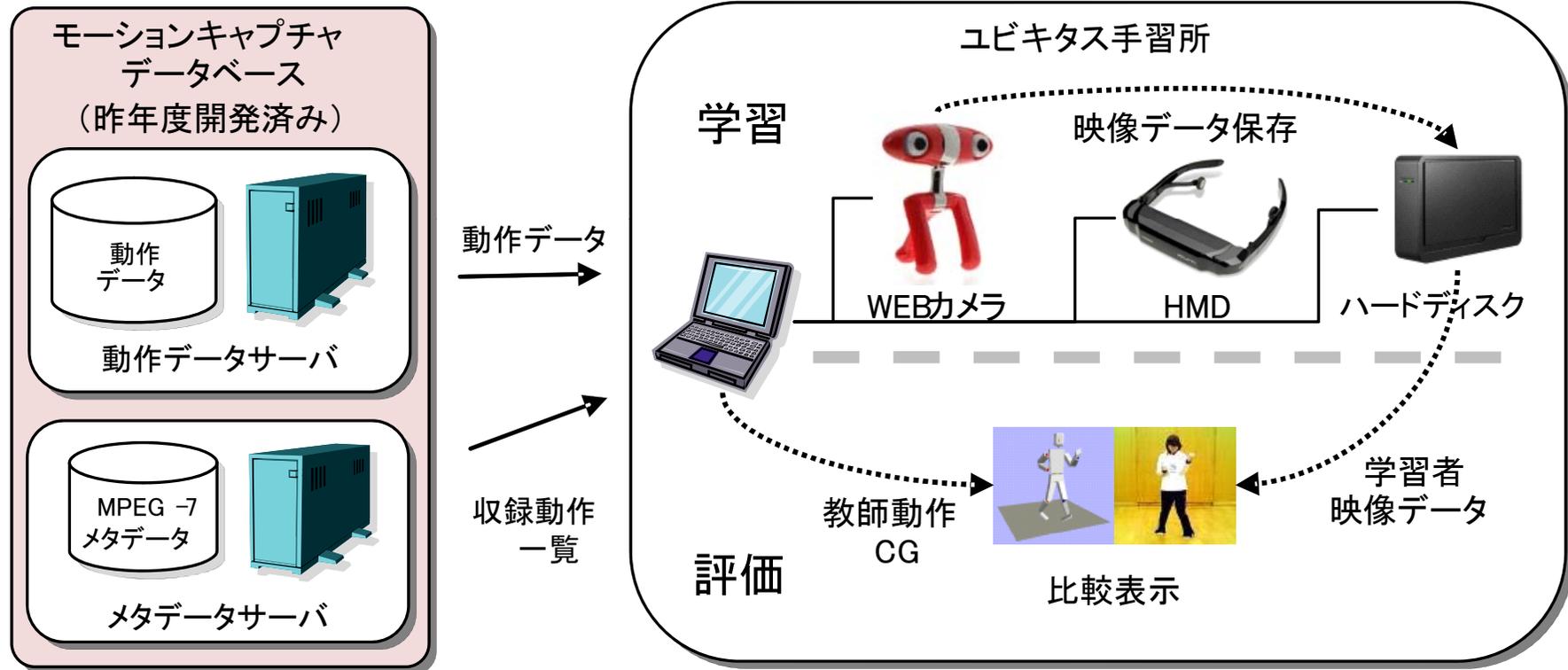
教師の運指との相互相関係数

箏の学習ユビキタス手習所(2)

ユビキタス手習所により...

- 模倣時の手の姿勢が、他の映像呈示方と比べ、教師のそれに近付くことを実証した。
- 動作のY成分(左右方向)の模倣度を大きく改善できることを明らかにした。
- 本手法により、熟練者の指導と同程度の運指を実現できることを明らかにした。

身体動作の学習ユビキタス手習所(1)

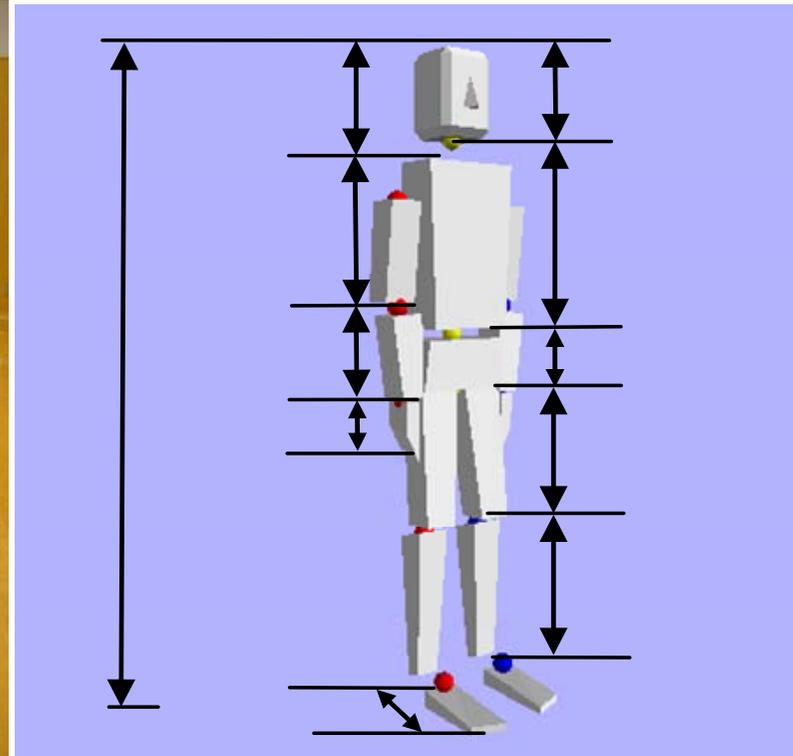


身体動作の学習ユビキタス手習所の概要

身体動作の学習ユビキタス手習所(2)

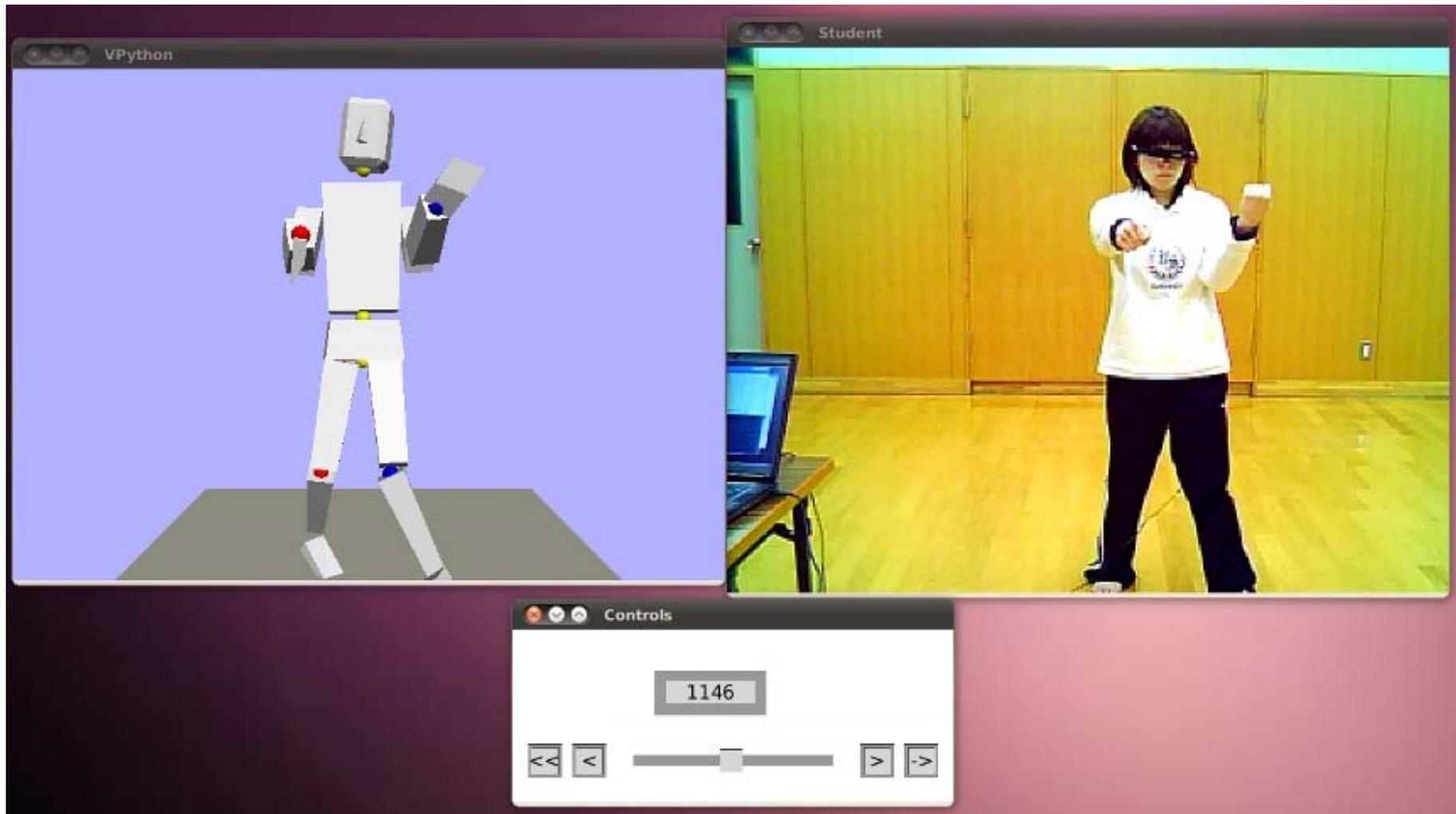


ユビキタス手習所を用いた
動作学習風景



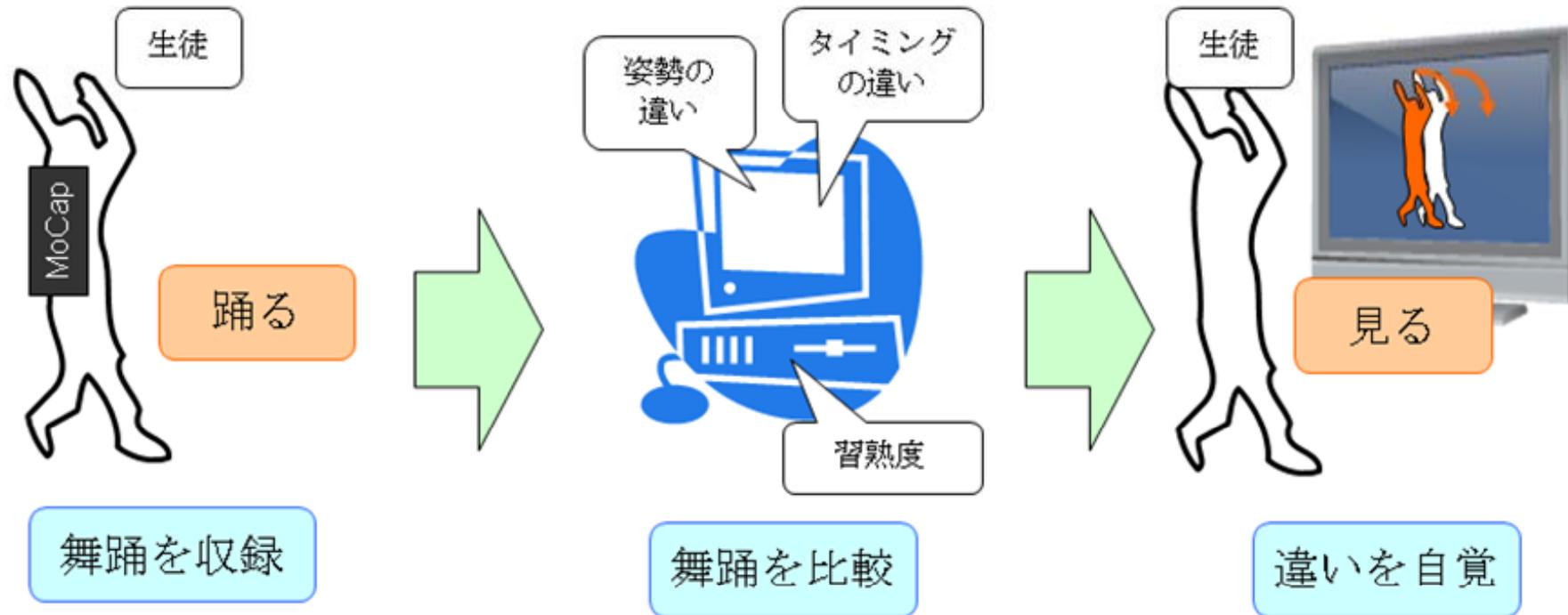
教師CGモデル作成の
特徴点

身体動作の学習ユビキタス手習所(3)



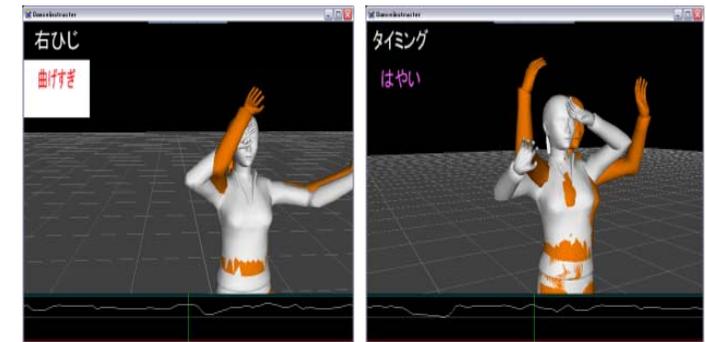
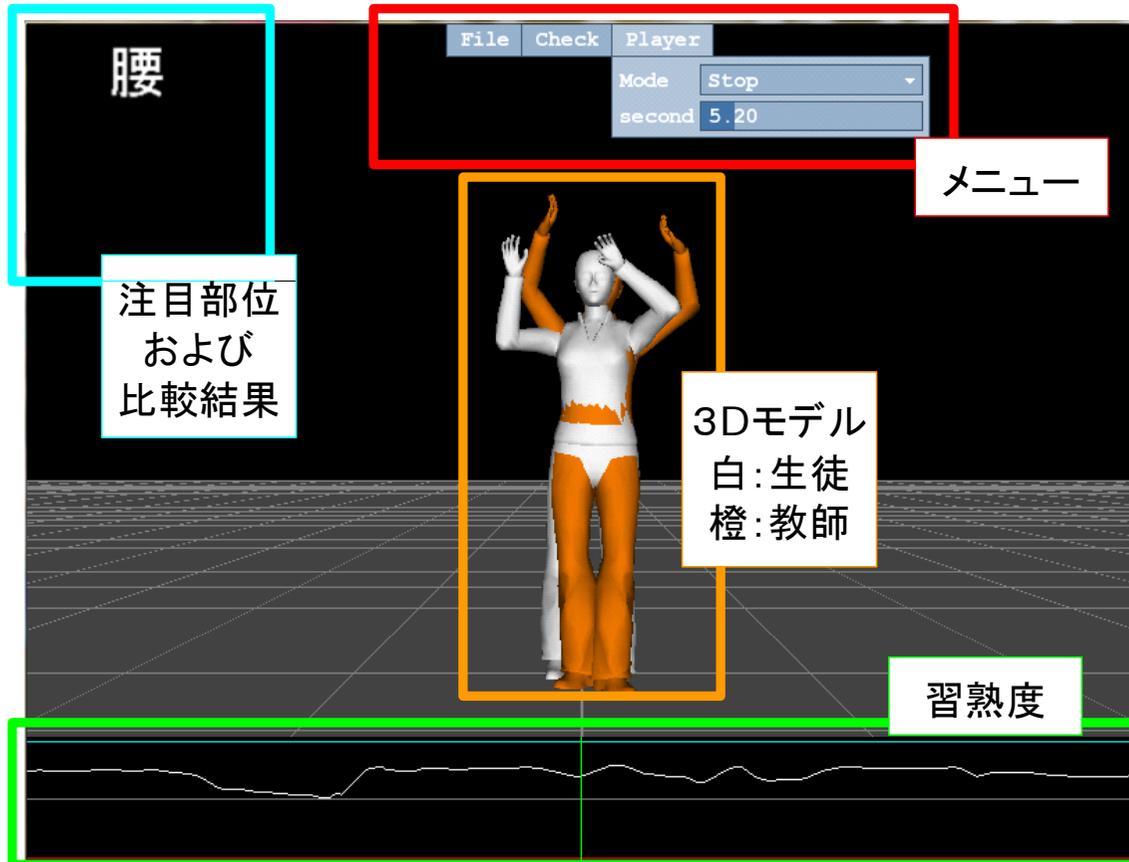
ユビキタス手習所による動作評価画面

民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所(1)



民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所の概念図

民俗芸能の舞踊の学習ユビキタス手習所(2)



姿勢比較モード

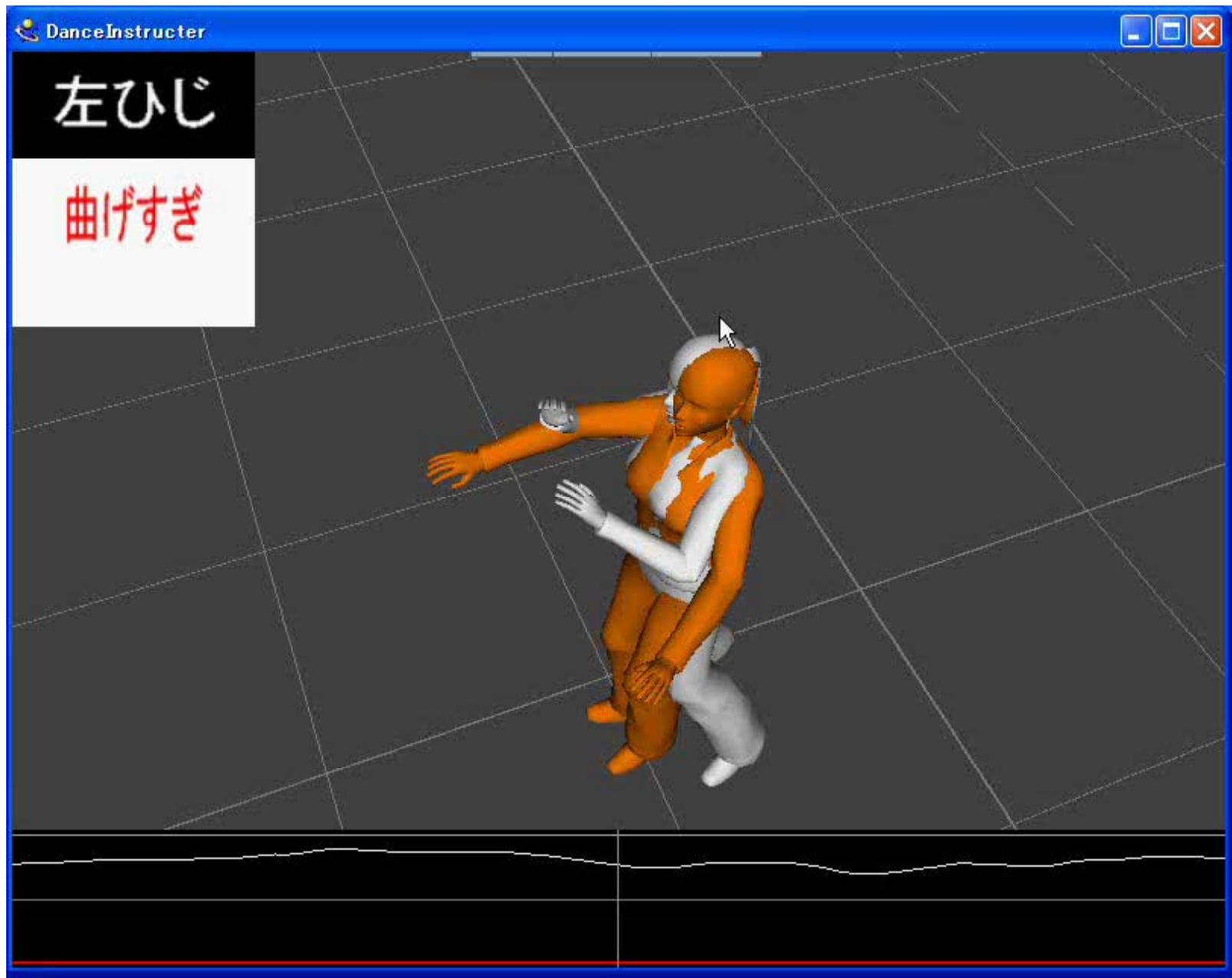
タイミング比較モード



コントローラ

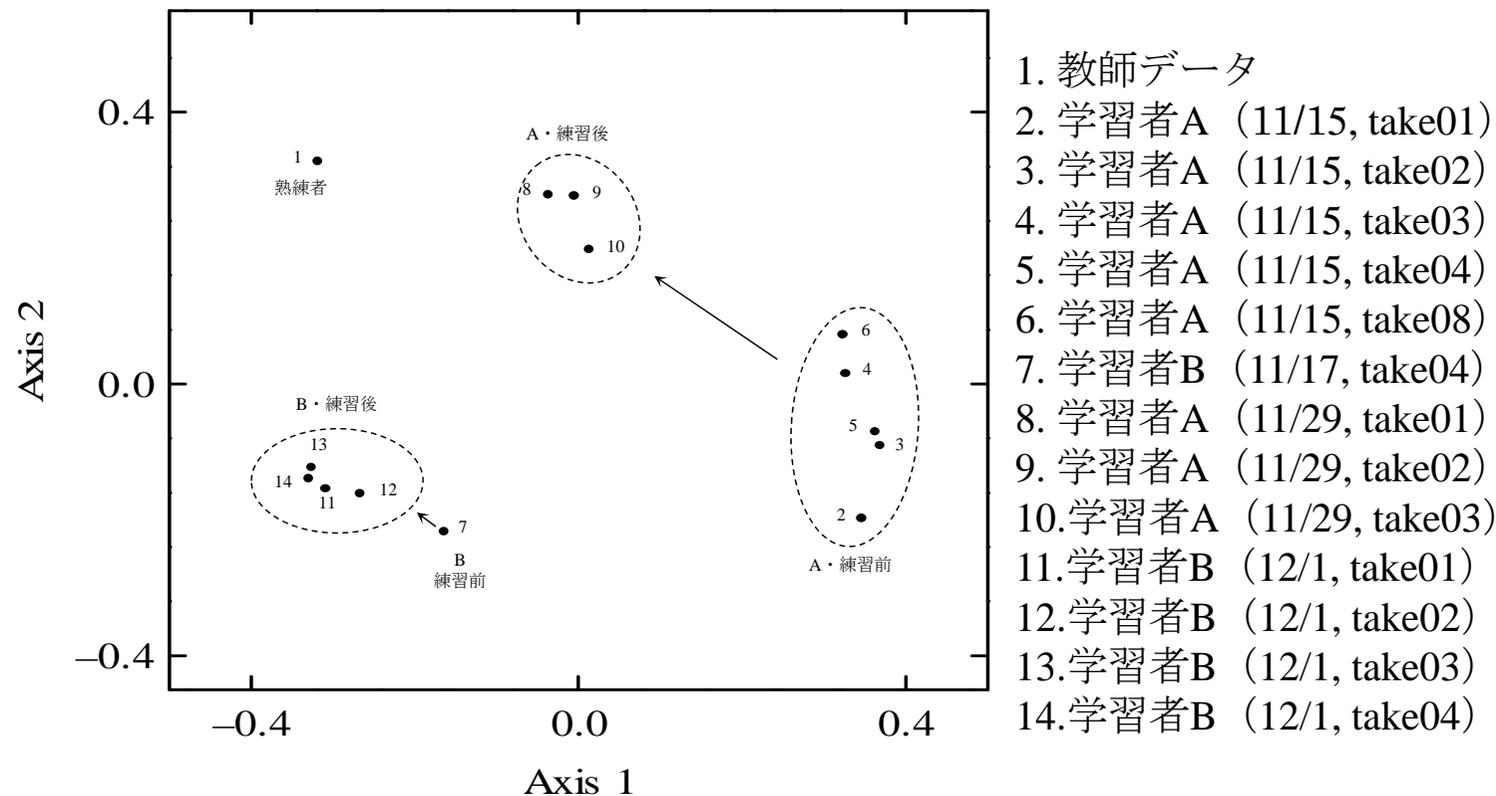
ユビキタス手習所のビューア

舞踊学習ユビキタス手習所の使用例



評価

- 体育の授業で使用して学習効果を検証(3演目, 3名)
- 多次元尺度構成法を用いて、プレ／ポスト比較
⇒ 熟練者の動作に近づいたことを確認



多次元尺度構成法を用いた空間に関するプレ／ポスト比較(毛馬内盆踊)

得られた意見・考察

良かった点	悪かった点
<ul style="list-style-type: none">□ 視点変更で姿勢の違いが分かりやすい□ 違いの表示(文章)が具体的で分かりやすい□ モデルを重ねて表示しているため比較しやすい□ スロー再生が使いやすい□ ゲームコントローラによる操作が使いやすい□ 個人学習に効果的	<ul style="list-style-type: none">□ 全ての部位の違いが見れない□ どれくらい(姿勢やタイミングが)ズれているかが文章から分かりにくい□ 舞踊の雰囲気(実写に比べて)伝わりにくい□ 操作に慣れなければいけない□ 収録が大変

開発したシステムが
踊り方の違いの自覚に有効

舞踊習得支援に有効

舞踊の上達により
さらに詳しく見たいという要望

改良の余地あり

まとめ

- 体性感覚情報の計測技術の開発
- C高精度な巧緻動作の計測技術による技能の保存と技の解明
- 各種技能のモーションキャプチャ・データベースの実現
- ICTを使っていつでもどこでも技能の学習ができる「ユビキタス手習所」を開発
 - 楽器演奏(箏)、運動などの身体動作、民俗芸能の舞踊
 - 学習者が熟練技能者との動作の違いを自覚することが学習には重要
 - シースルー型HMDを使い熟練技能者のCGで再現した動きと学習者の実際の動きを重ねて見せる方法
 - 熟練技能者と学習者のCGを重ねて見せながら違いを文章で提示する方法

今後の展開

- 「電子博物館」を構築するなどして、ユビキタス手習所の普及のための技術の開発を目指す
- スポーツの技、熟練工の技、伝統工芸の職人の技、医師の技能等の様々な技能継承に活用するための技術の開発を目指す
- HMDを装着したユーザが製品マニュアルを見ることなく、目前に描画されたCGの手指の動きで操作方法を学ぶことを可能とするための技術の開発を目指す
- 地方に住む高齢者世帯から離れて暮らす子供世帯がリアルタイムに3D-CGで表現された手指を使ったコミュニケーションを可能にするための技術の開発を目指す
- 第一線を離れて退職した熟練技術者が自宅に居ながらにして後輩に技能を伝承したり、指導したりするための技術の開発を目指す

期待できる波及効果

- 「ユビキタス手習所」は3Dコンテンツを制作・流通のためのオープン・プラットフォーム
- 参入障壁の少ない「メタバースにおける物作り」は地の利の悪い秋田県での産業に最適



- ・ 地域の新規事業の創出にも直結
- ・ 3Dデジタルコンテンツ産業を担う地域の人材育成に貢

- 地域の消失しつつある地域の民俗芸能の継承・振興
- 地域の伝統工芸（曲げわっぱ、樺細工、銀線細工など）における匠の技の継承



- ・ 地域社会の活性化に貢献