

# 芸術とロボット:アーティストとしてのロボット

—「描く」と「踊る」を科学する—

---

大学院 情報学環  
池内克史

# ロボットアーティスト： 芸術心はもてるのか？

---

- アートの構造： アートとは何か？
  - アートの構造を埋め込むことで、ロボットアーティストは出来るのか？
  - ロボットに心はもてるのか？
-

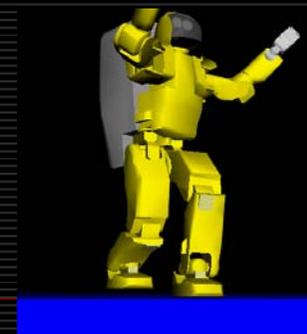
# 文化遺産のデジタル化

---

## □ 大型有形文化財



## □ 無形文化財



# アートの構造を知るために

## Analysis-by-Synthesis

アートパフォーマンス観察

アートパフォーマンス記述

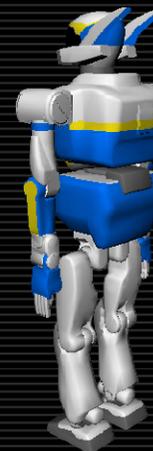
アートパフォーマンス再演

ヒューマノイドロボット

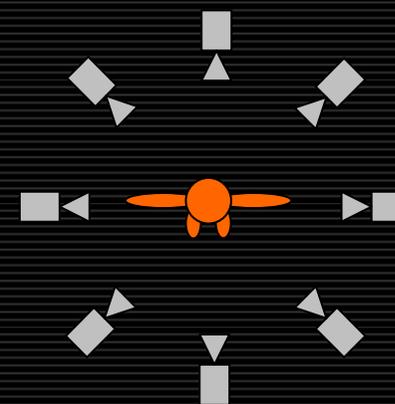
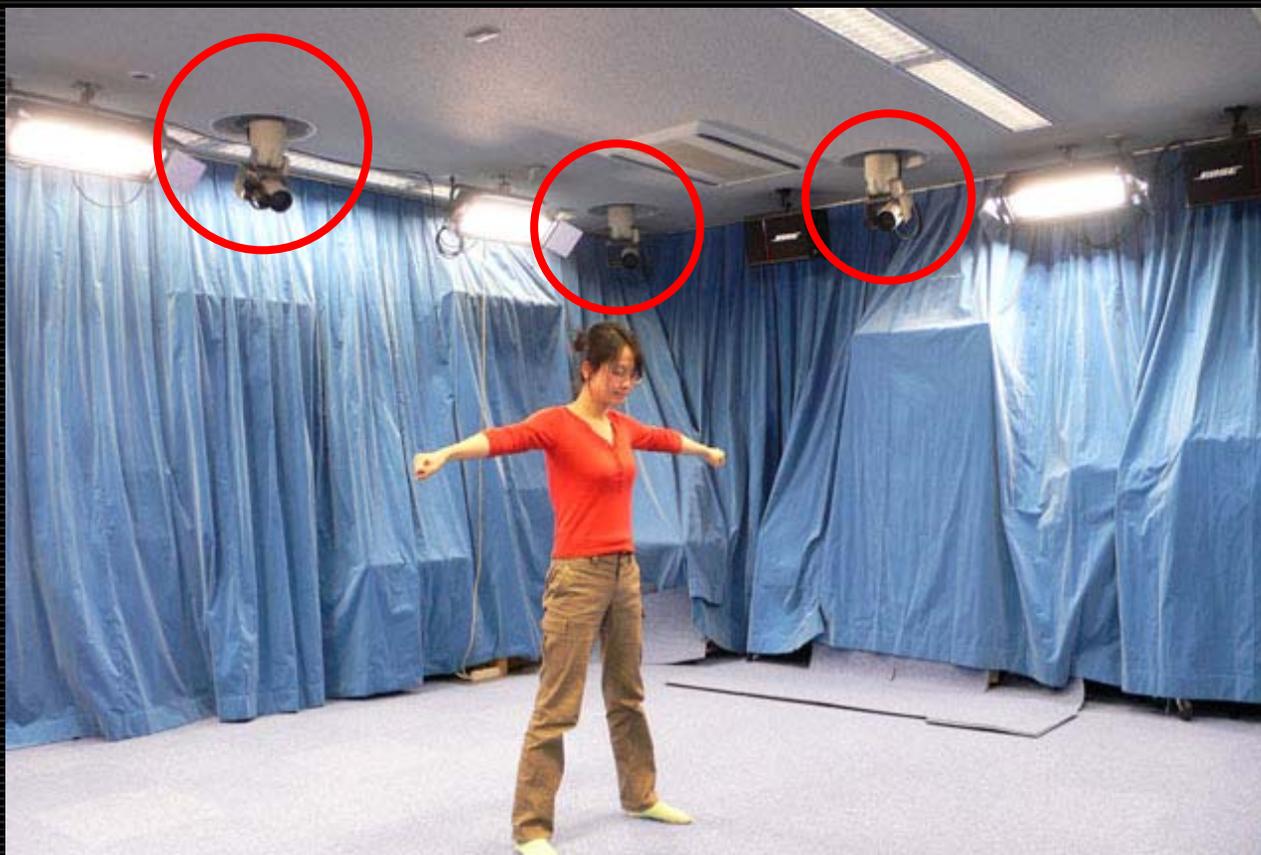
# 舞踏ロボット

---

□ 人間のおどりをみてロボットは踊れるか？



# 動きの観察： 多視点処理システム



カメラ配置

# ビデオカメラからの映像

---



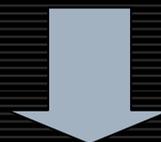
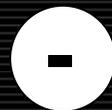
# 人物領域の抽出(背景差分法)



ビデオ画像

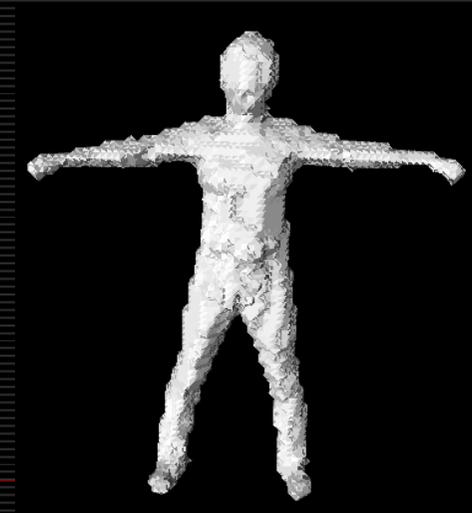
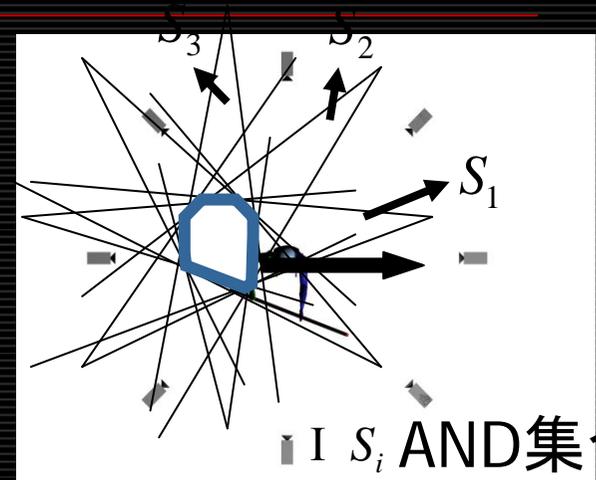


背景画像



人物領域

# 視体積交差法による形状復元

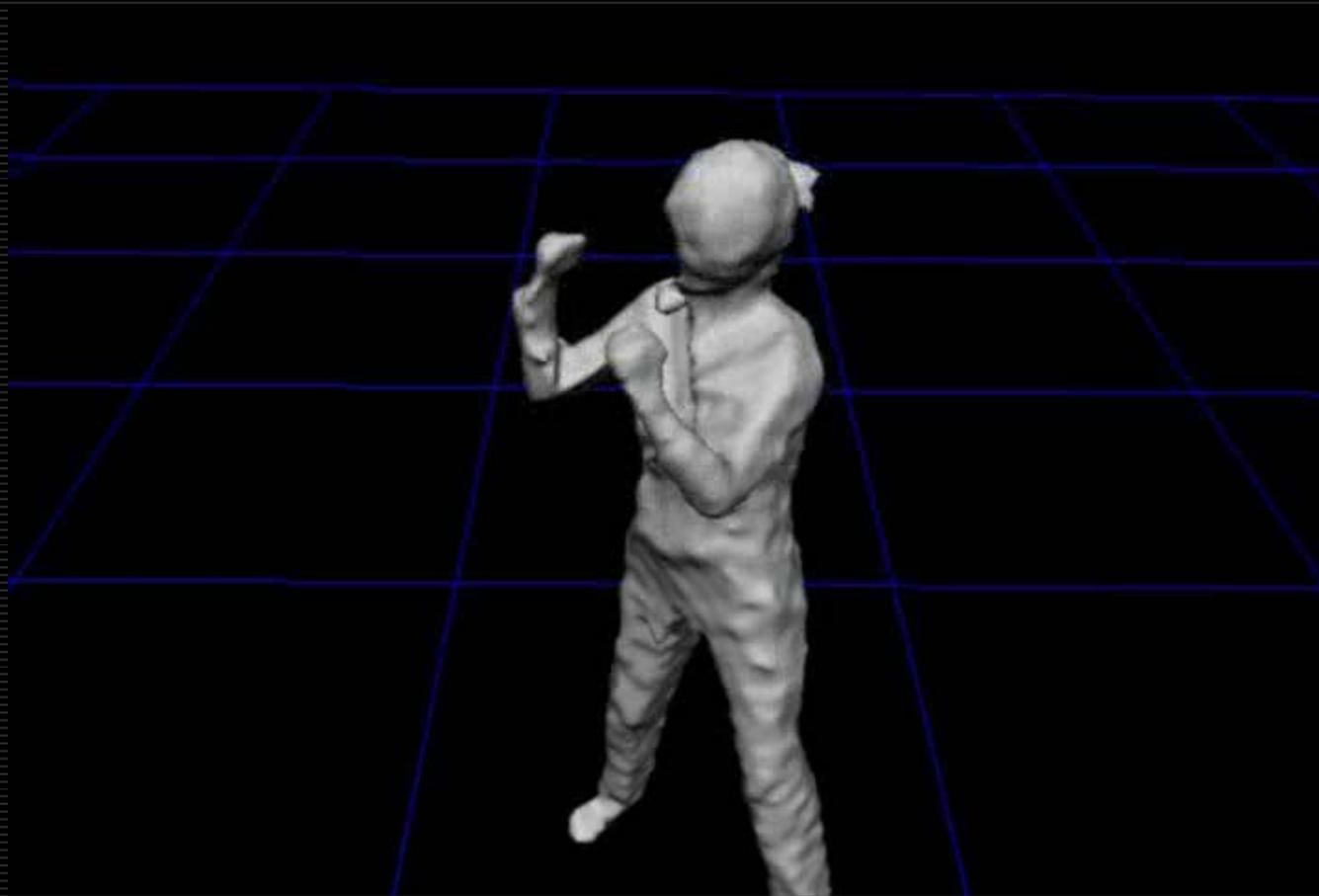


多視点ビデオ画像 人物領域抽出結果

復元された二次元モデル

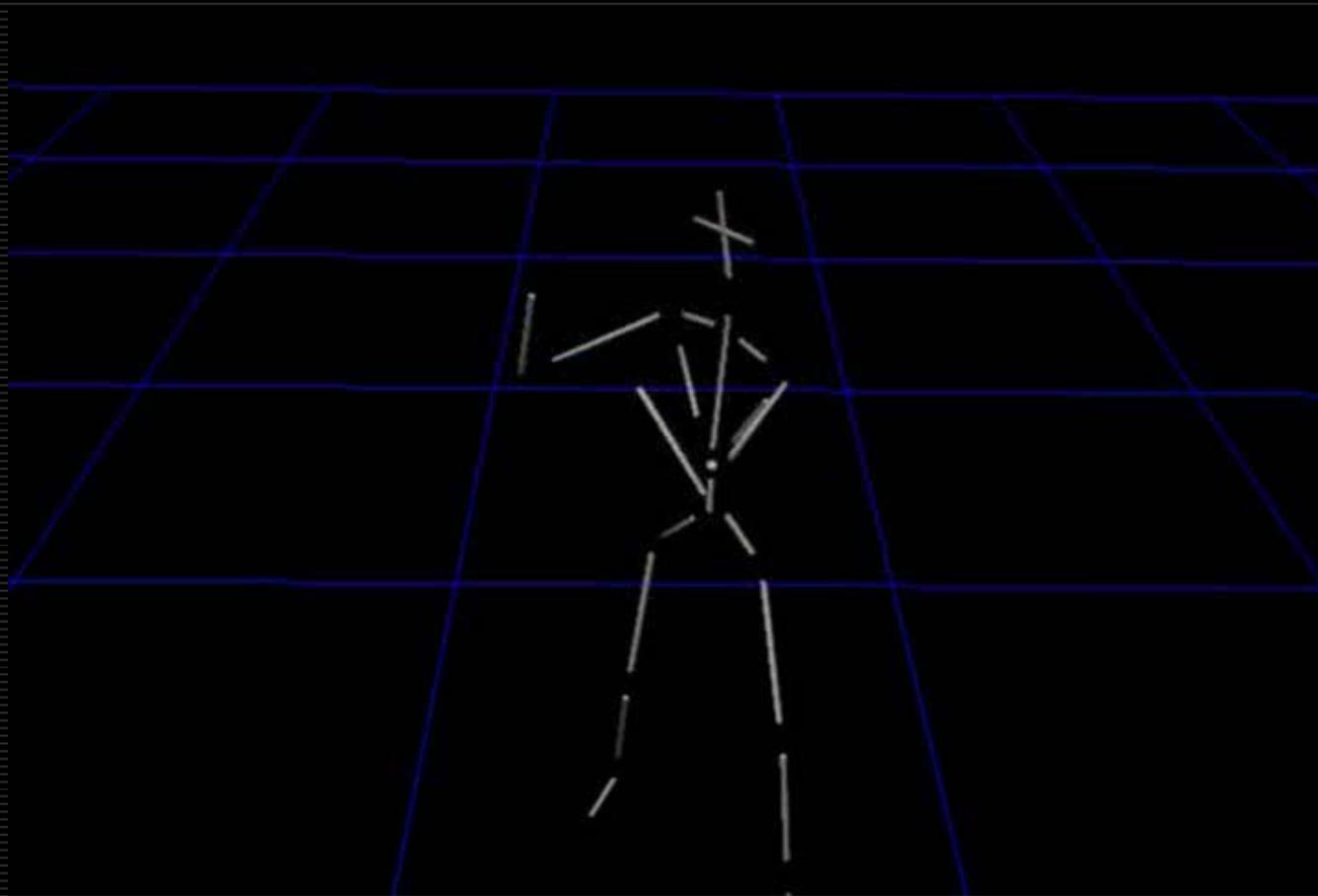
# 3次元データ

---



# スティック像 → まだ若干不安定

---



---

そこでモーションキャプチャシステム

# モーションキャプチャ

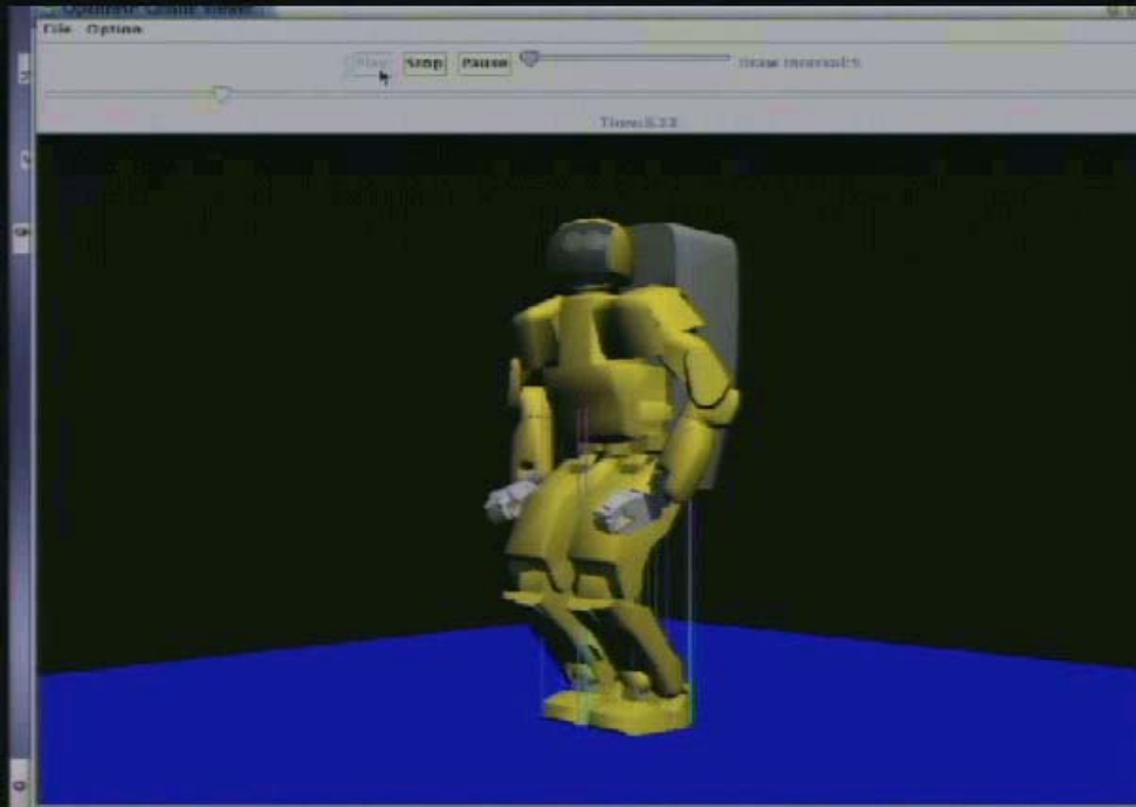


会津磐梯山踊り  
会津民謡玉水会  
山田師範



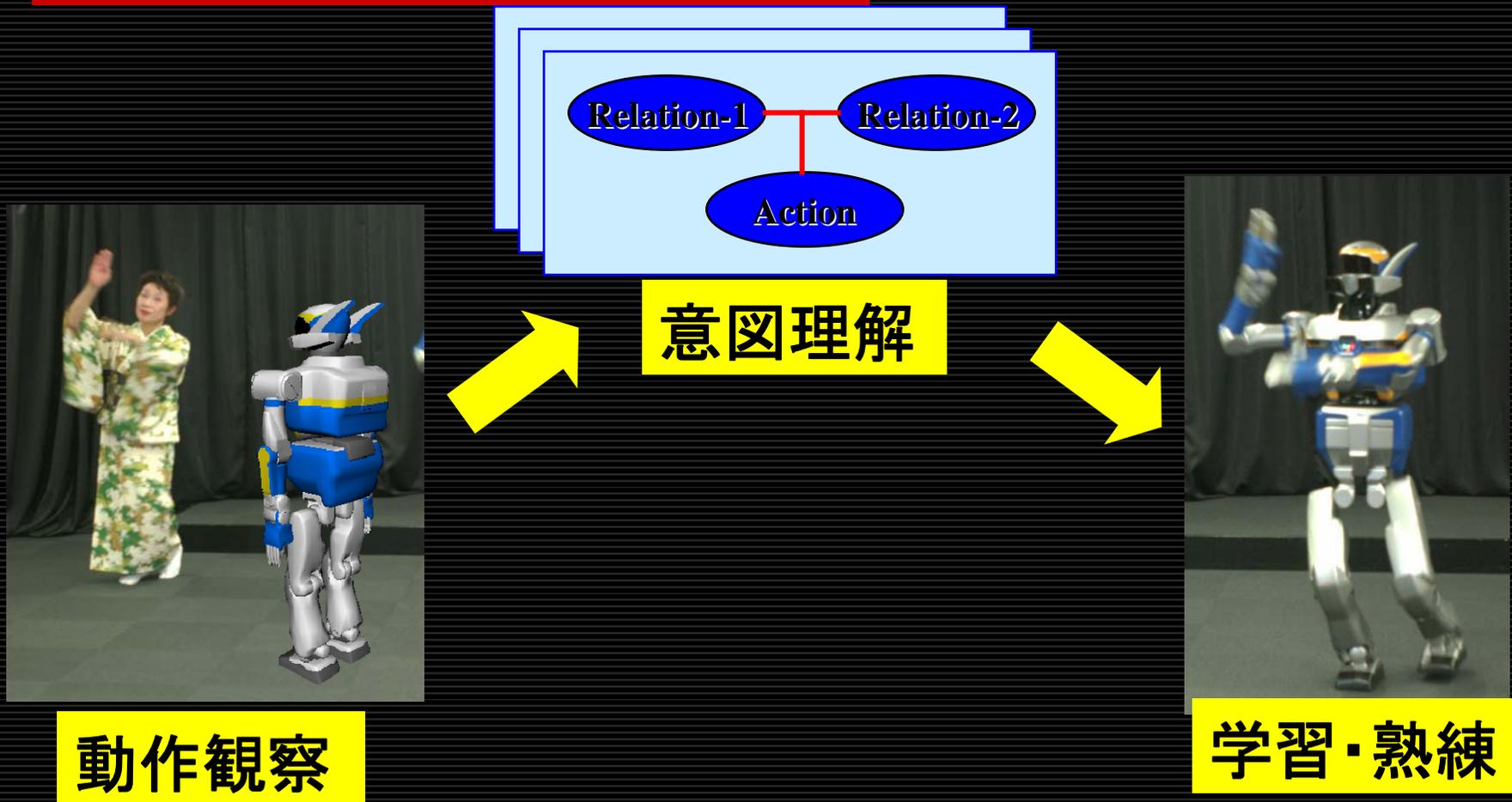
取り込まれた動き

# モーキャプデータの直接変換 (比較的簡単はずだが...)



産総研動力学シミュレータ

# 模倣のパラダイム



## 3つのポイント

---

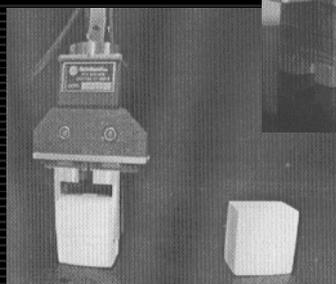
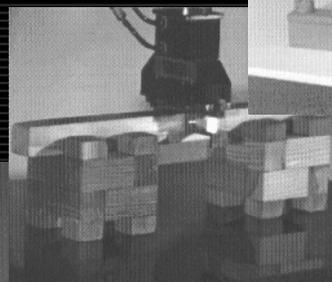
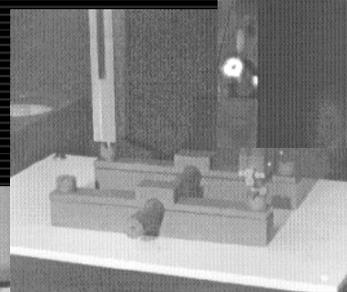
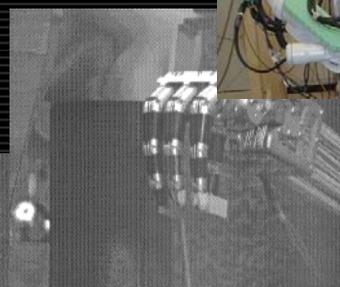
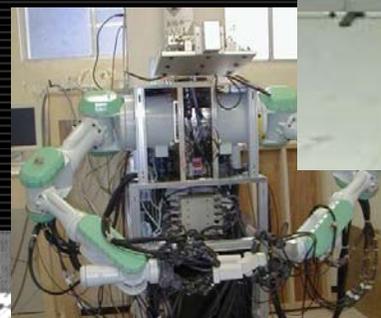
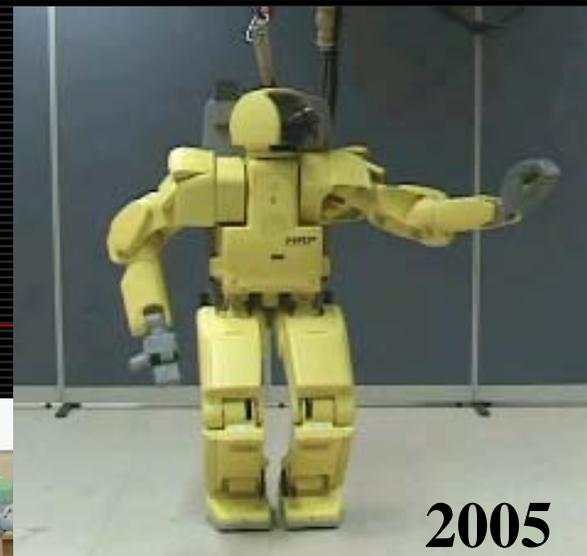
□ 観察： なにをしているのか

どのようにしているのか

□ 再演： 自分の体でどのようにするのか

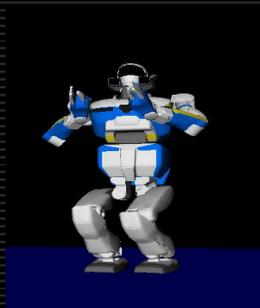
---

# 自己紹介に代えて 人間行動観察学習ロボット



# なにをしているのかの理解のための 動きの枠組み

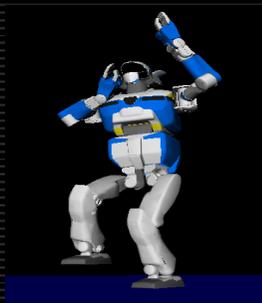
## 腰の位置による分類



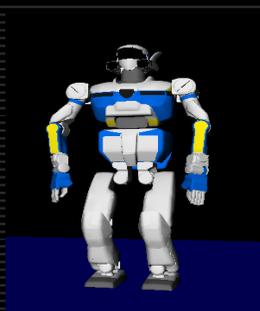
沈み込み



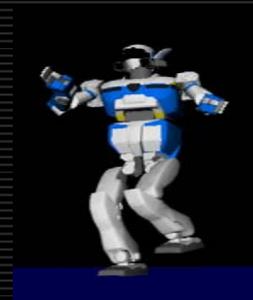
## 足接触による分類



右踏み出し



たち



左踏み出し



# なにをしているのかの理解

---

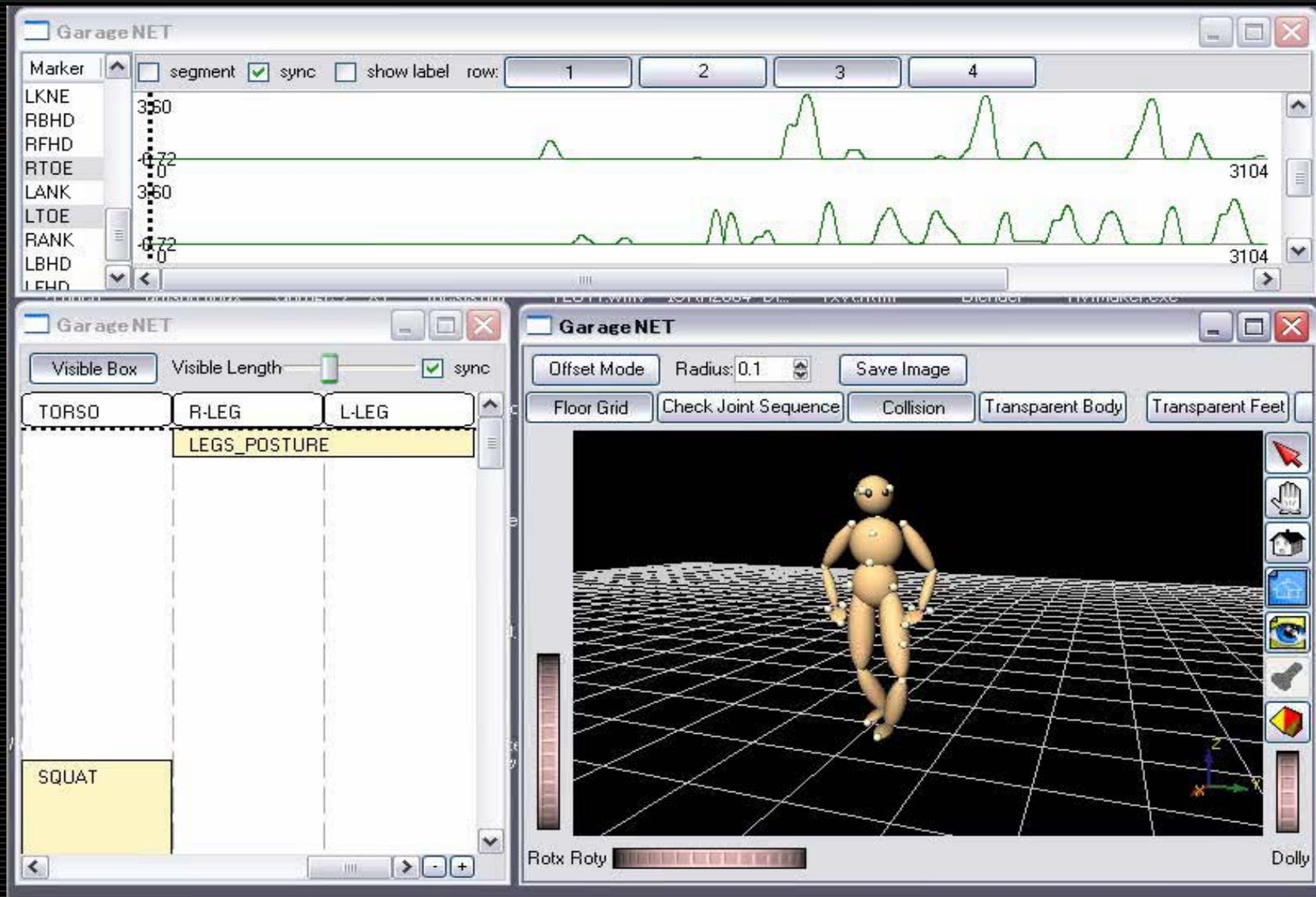
◆ 踏み出し — 脚の接触・脚の速度



◆ 沈みこみ — 腰の速度



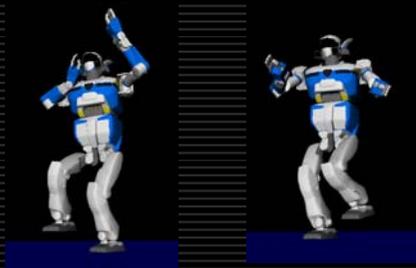
# 動き認識結果

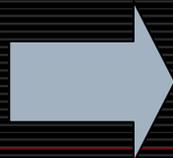


何をしているのかの理解

入力データ

# 何をしているのか → どのようにするのか

	たち	沈みこみ	踏み出し
何をしているのか			
どのようにするのか	<b>持続時間</b>	<b>歩幅 深さ</b>	<b>歩幅 最高点</b>



モーキャプデータより

# どのようにするのか(技)の再演

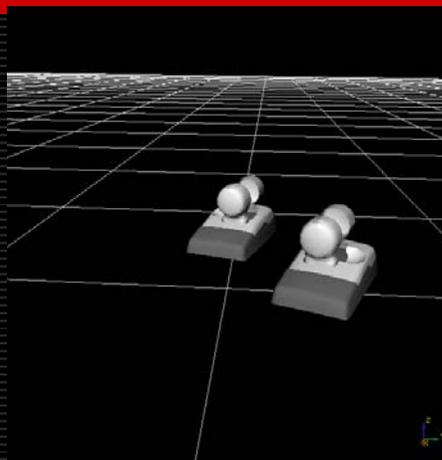
---

- ◆ 技の原型
  - ◆ 観察による技パラメタの取得
  - ◆ 新しいロボット技の生成
-

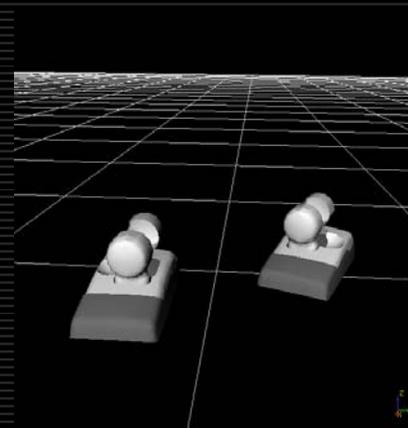
観測による  
技パラメタ

最高点

歩幅

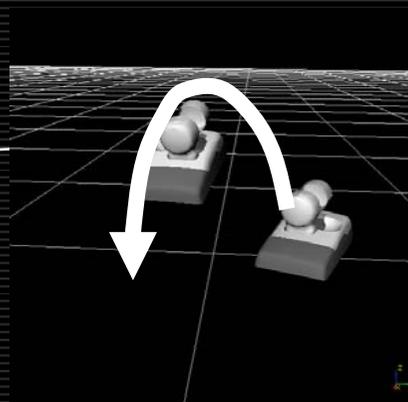


始点



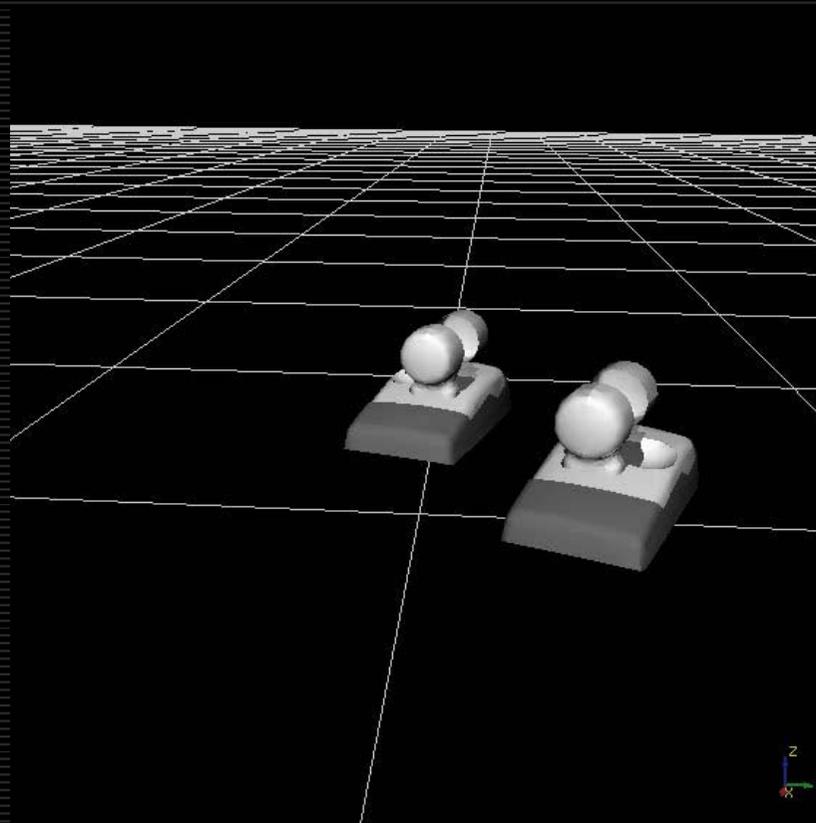
終点

生成された  
軌道



# 得られた足の技

---

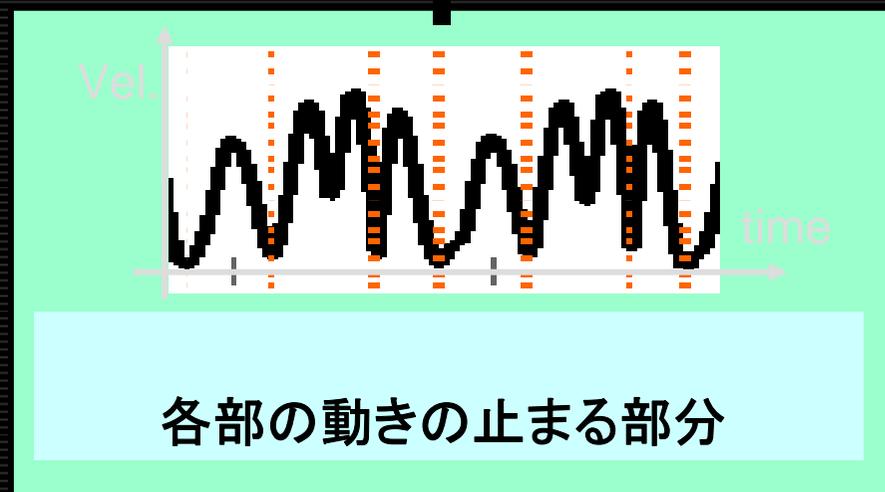
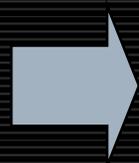
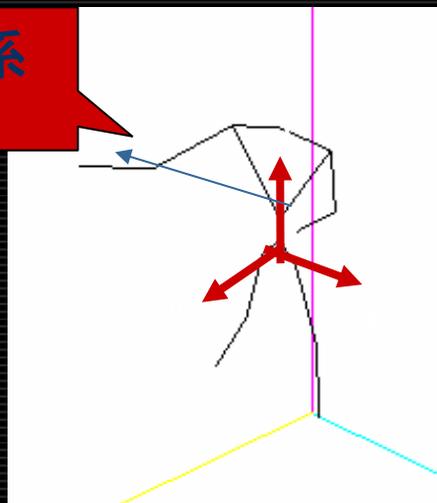




# 留めの抽出

- ◆ 仮説： 体の各部の動きの止まる部分ではないか？

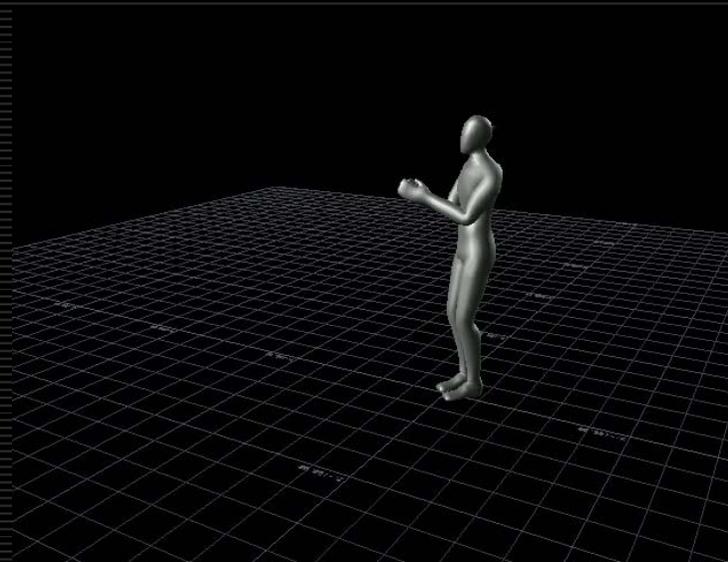
体中心座標系



# 動きのみによる留めの抽出

---

□ 仮説による分割

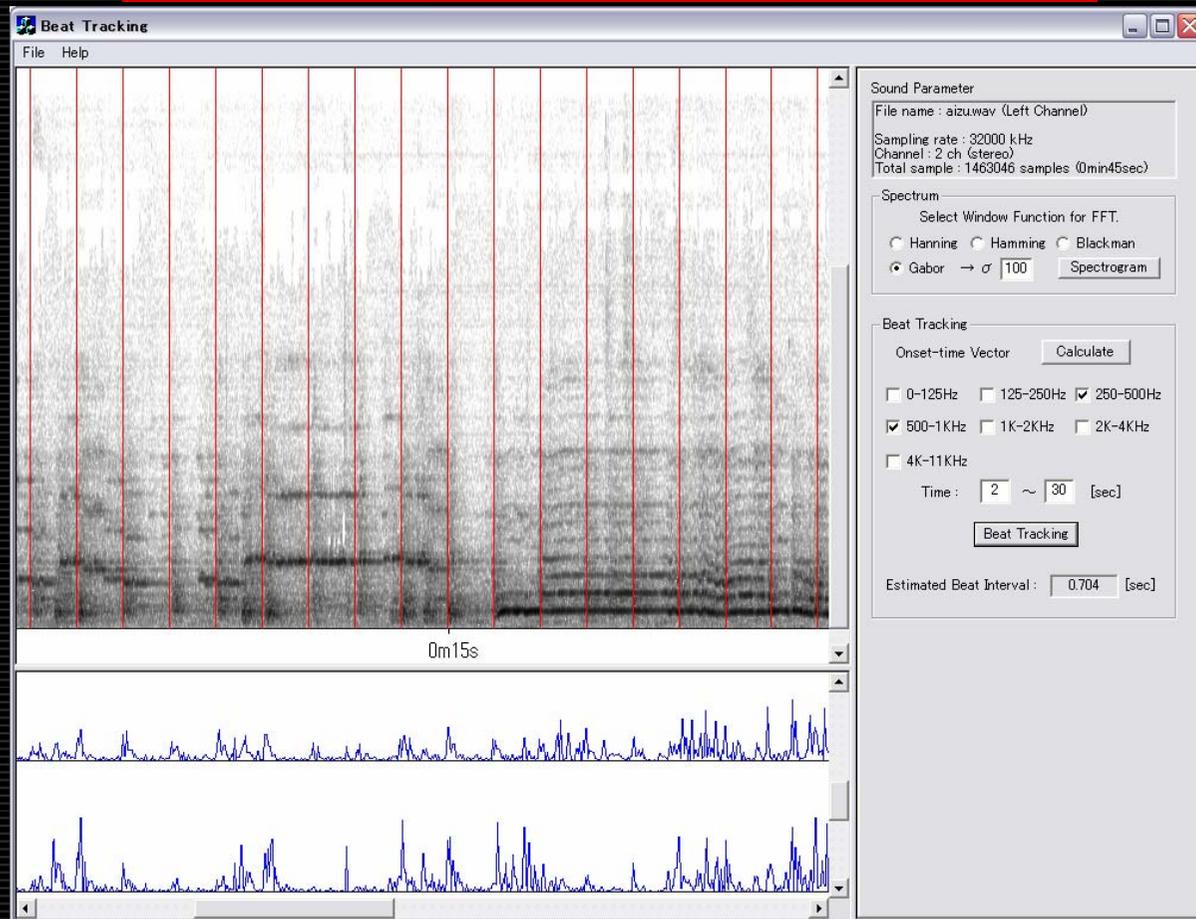


□ 結果： 過分割

□ 新仮説： リズムの併用

---

# リズム分析結果(会津磐梯山)

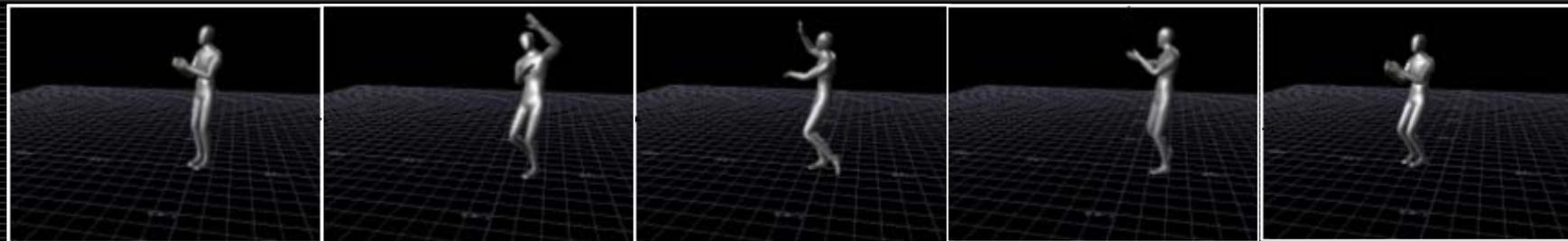
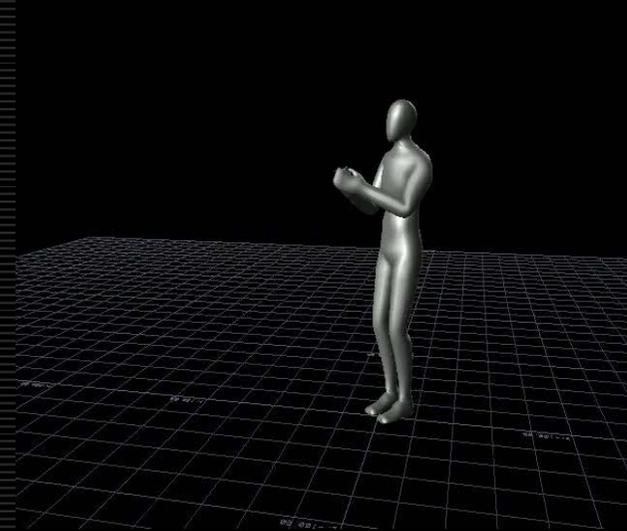
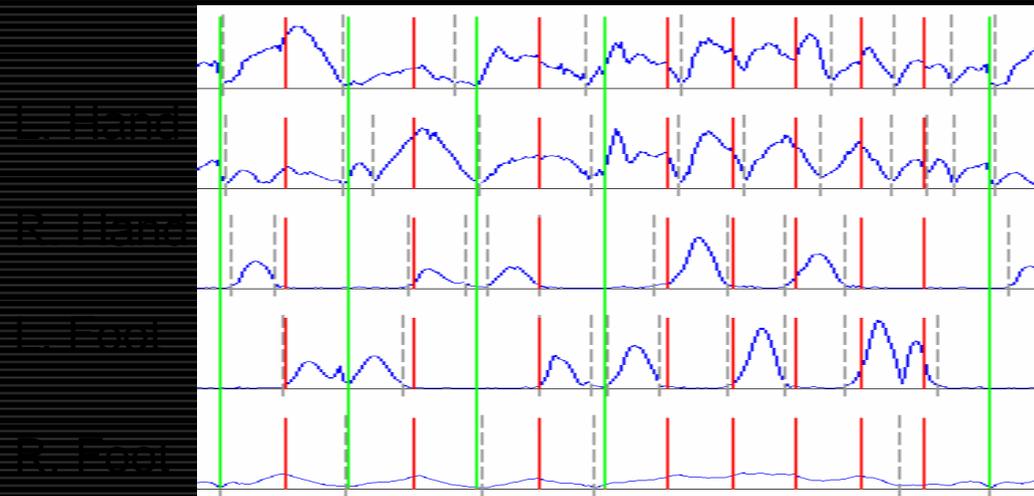


Estimated Beat Interval  
0.704 [sec]  
♪ = 84

Music  
with inserted Beep



# ビート併用による留めの抽出

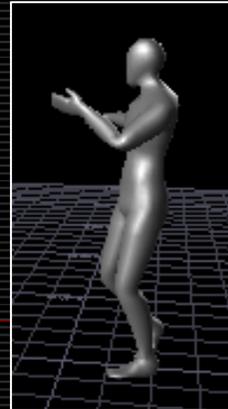
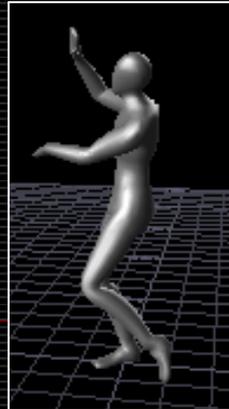
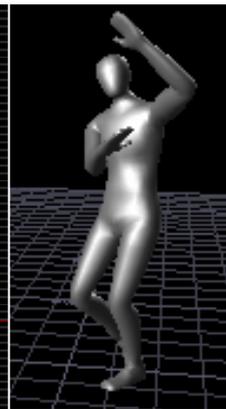
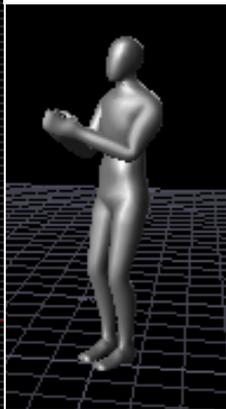


# 比較 — 磐梯山おどり

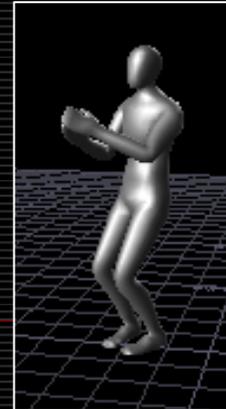
師範による留め



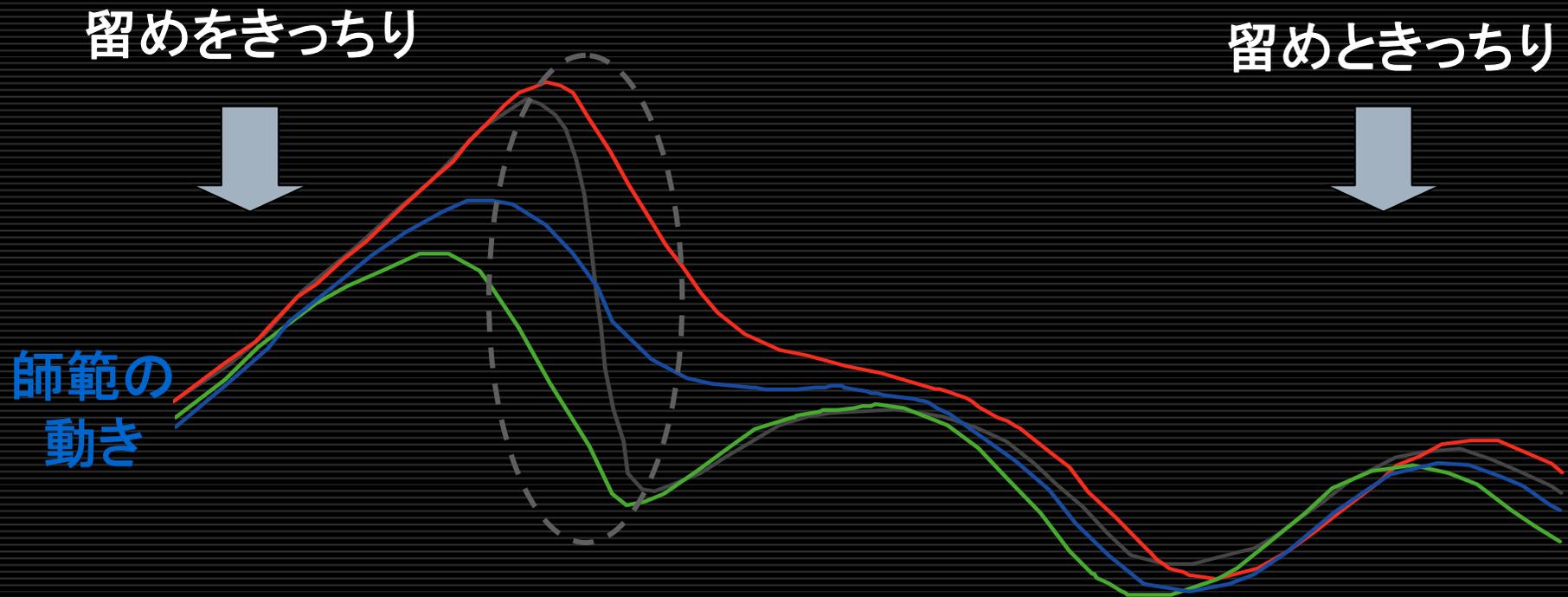
自動抽出された留め



undetected



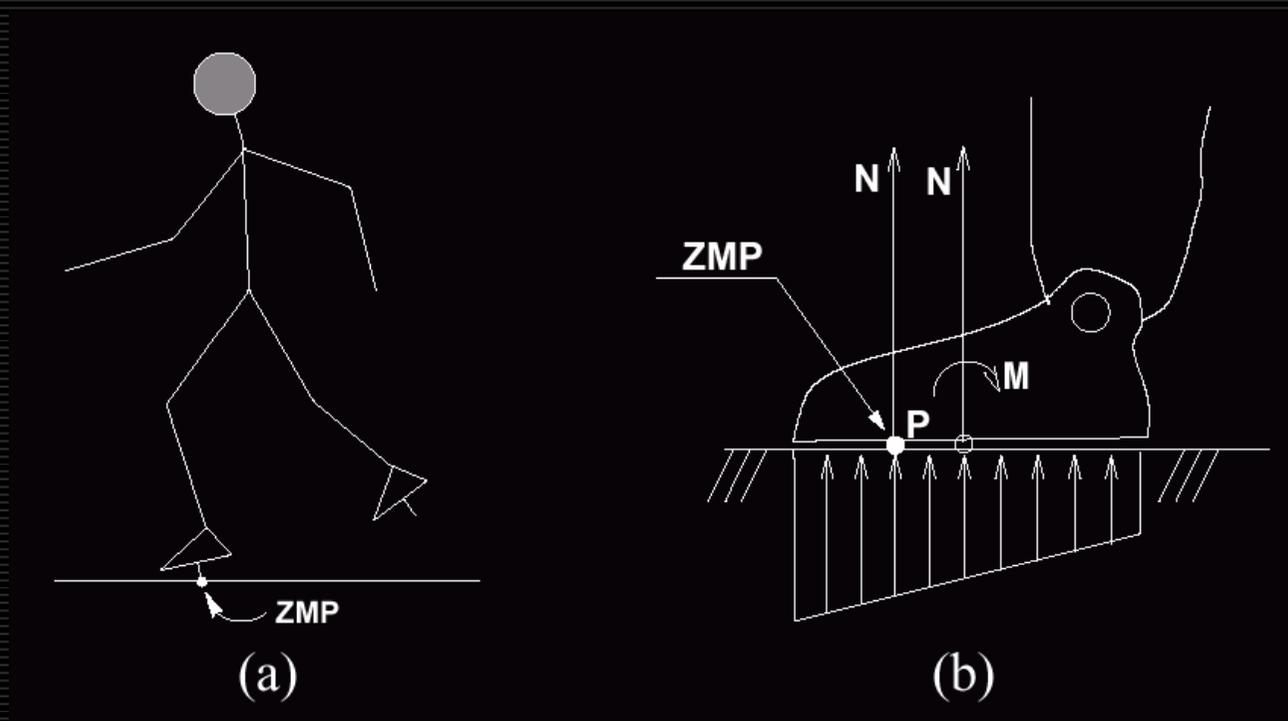
# ロボットの手の動きの生成



急激な動きをなるべく滑らかに

# 全体のバランス再調整

ZMP = Zero Moment Point 重心位置の  
ようなものを足内に



# ZMP 制御

---

- 現在のZMPを動力学シミュレータで計算
  - 本来のZMPの位置と比較
  - 差が小さくなるよう腰の位置を微調整
-

# 師範との共演

---

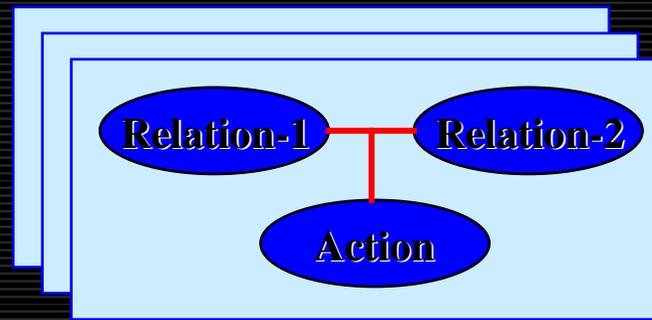


# 踊りロボットの今後

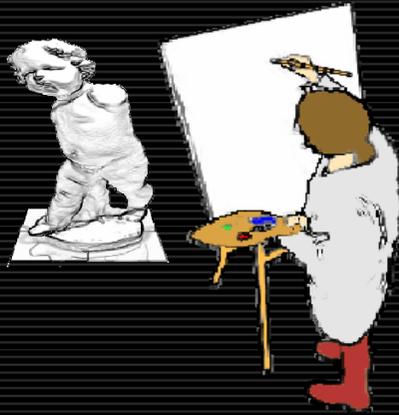
---

- 技はまねできた
  - ロボットが自動的に興奮するようにしたい
  - ロボットが上手くなるような意識をもたせたい
  - → 結果を比較できるようなもの： お絵かき
-

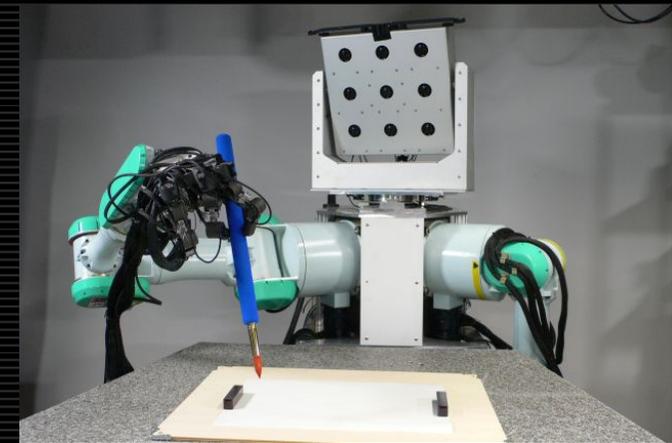
# 絵画ロボット



意図理解



観察



描画・熟達

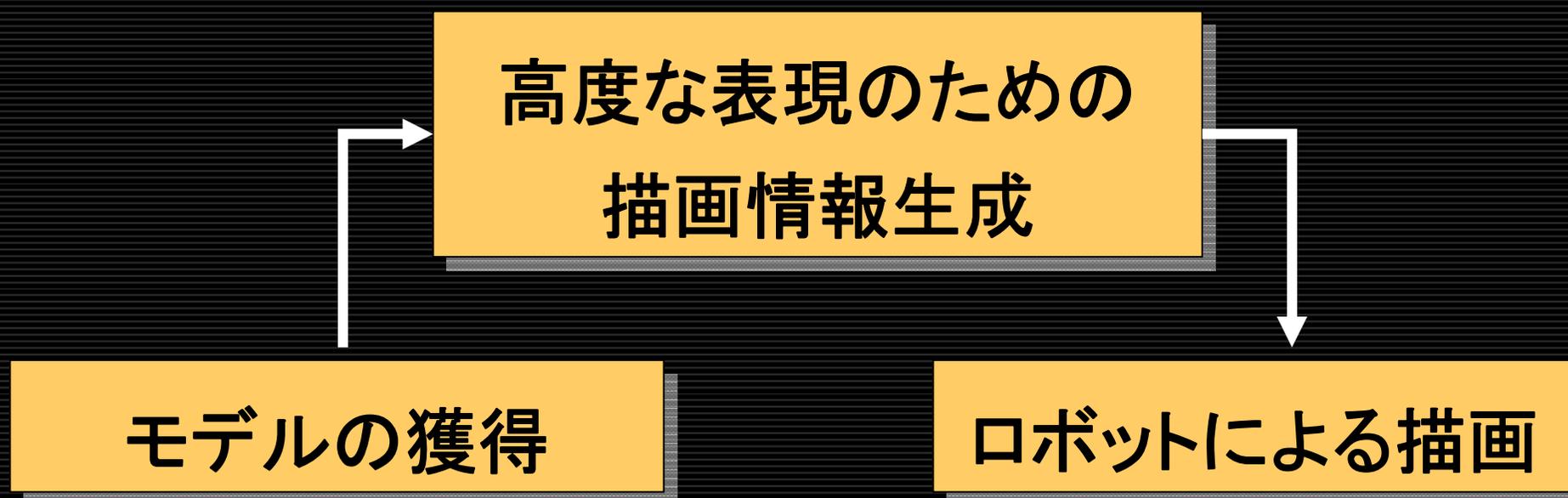
# 絵画行為模倣の問題点

---

- 脳内処理が見えない
  - 何を描くのか？
  - どのように描くのか？
  - 描画過程の身体性？（あるのか？ないのか？）
-

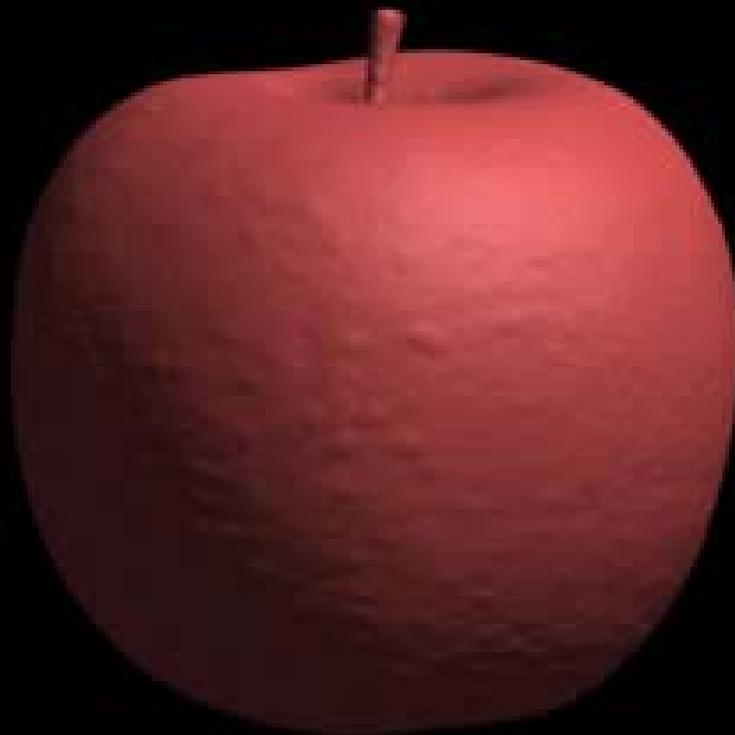
# 全体像

---



# まずは、りんごの3次元モデル

---



# なぜ三次元モデルか？

---

- 脳内で想像しているようなモデルをつくりたい
  - そのモデルから各種の表現を得たい
    - 任意視点
    - 複数視点の重畳
    - 複数時間の重畳
    - 概念的な表現
-

# 描画情報の抽出 (どのように描くのか?)

---

表現生成法

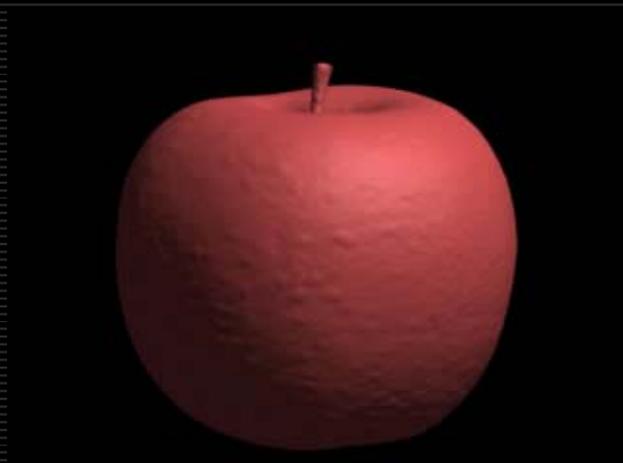
獲得された3Dモデル

ロボットによる描画

---

# どこからでも描ける

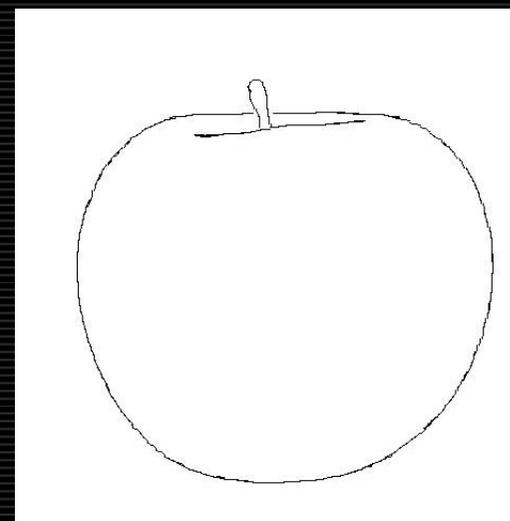
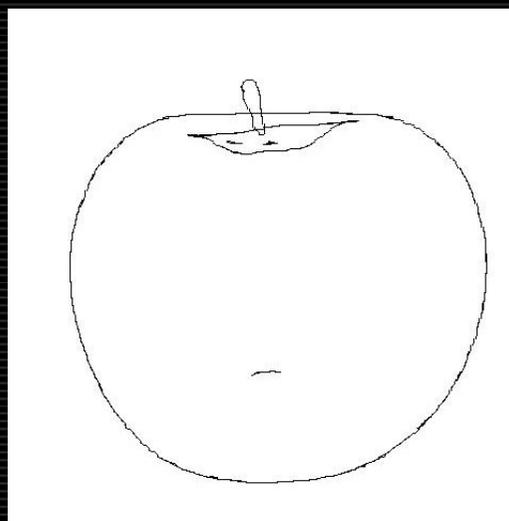
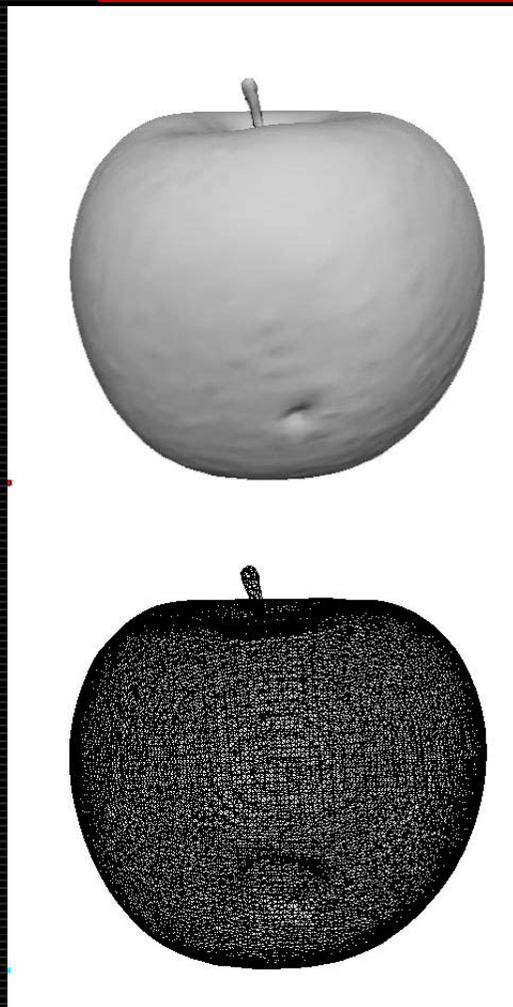
---



---

仮想カメラを任意視点に設定

# りんごの輪郭線

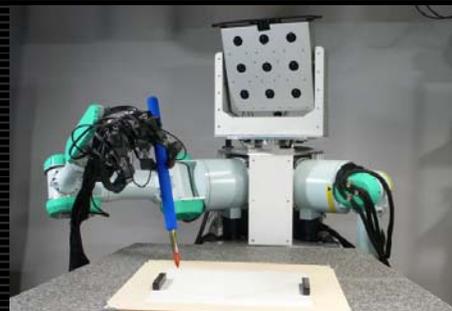


11本の線

# 筆による描画

(絵画における身体性はあるのか?)

筆をつかむ



線を引く  
塗る

描画結果  
の確認

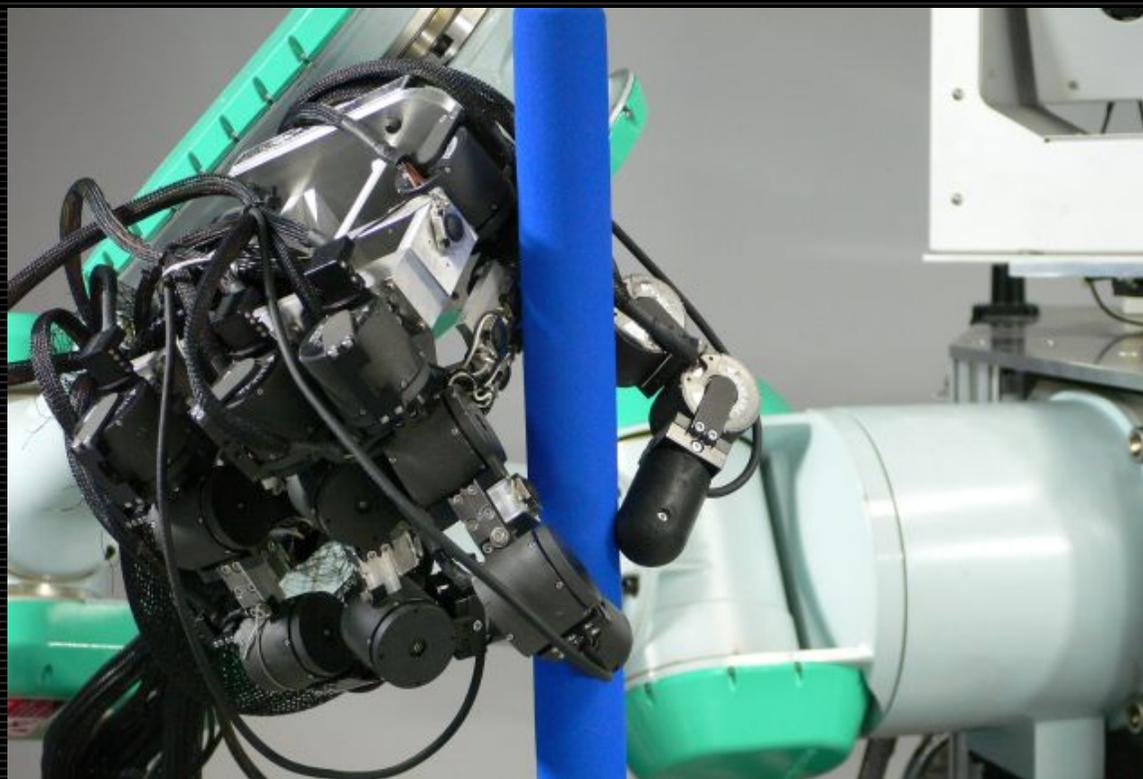
再描画

(現在の実装)

# 持ち方

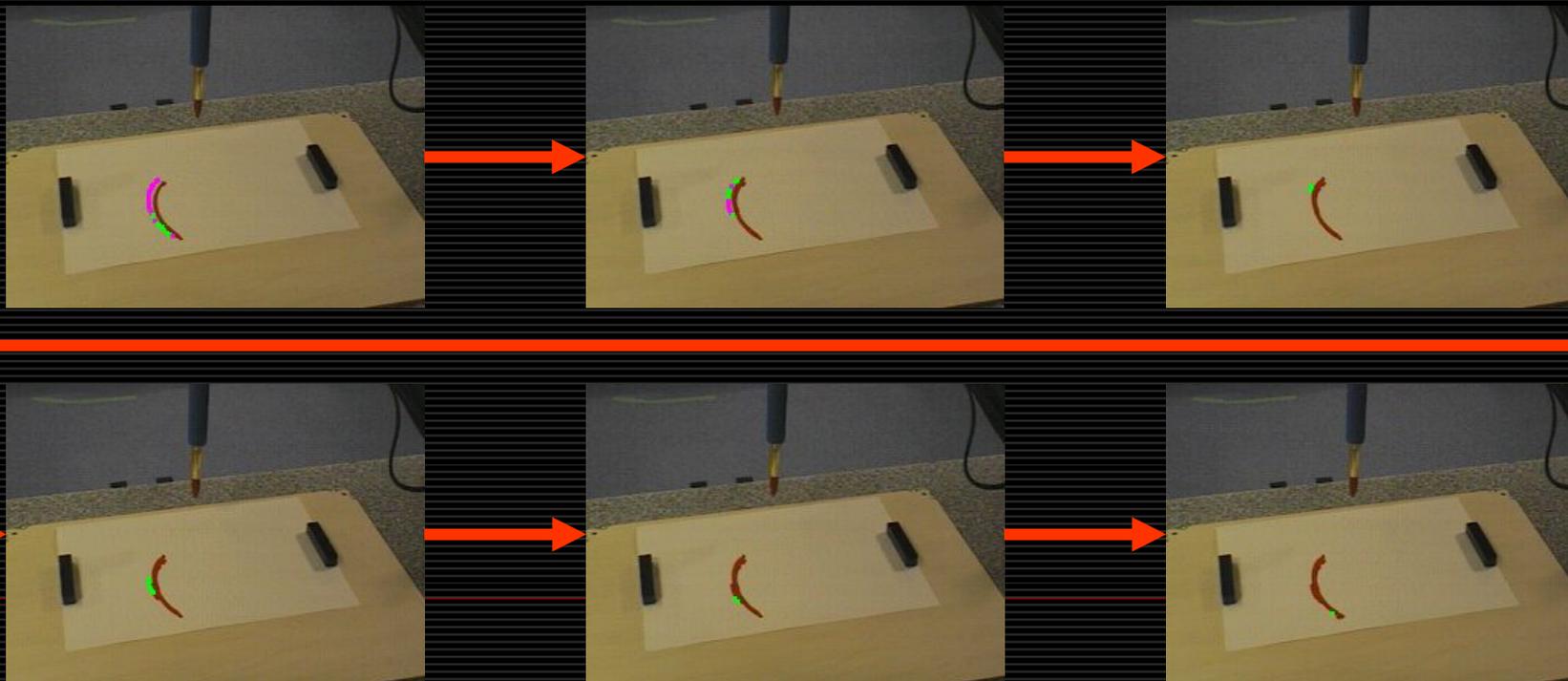
---

- 3本の指と 指の付け根1ヶ所で, 鉛筆を持つように把持



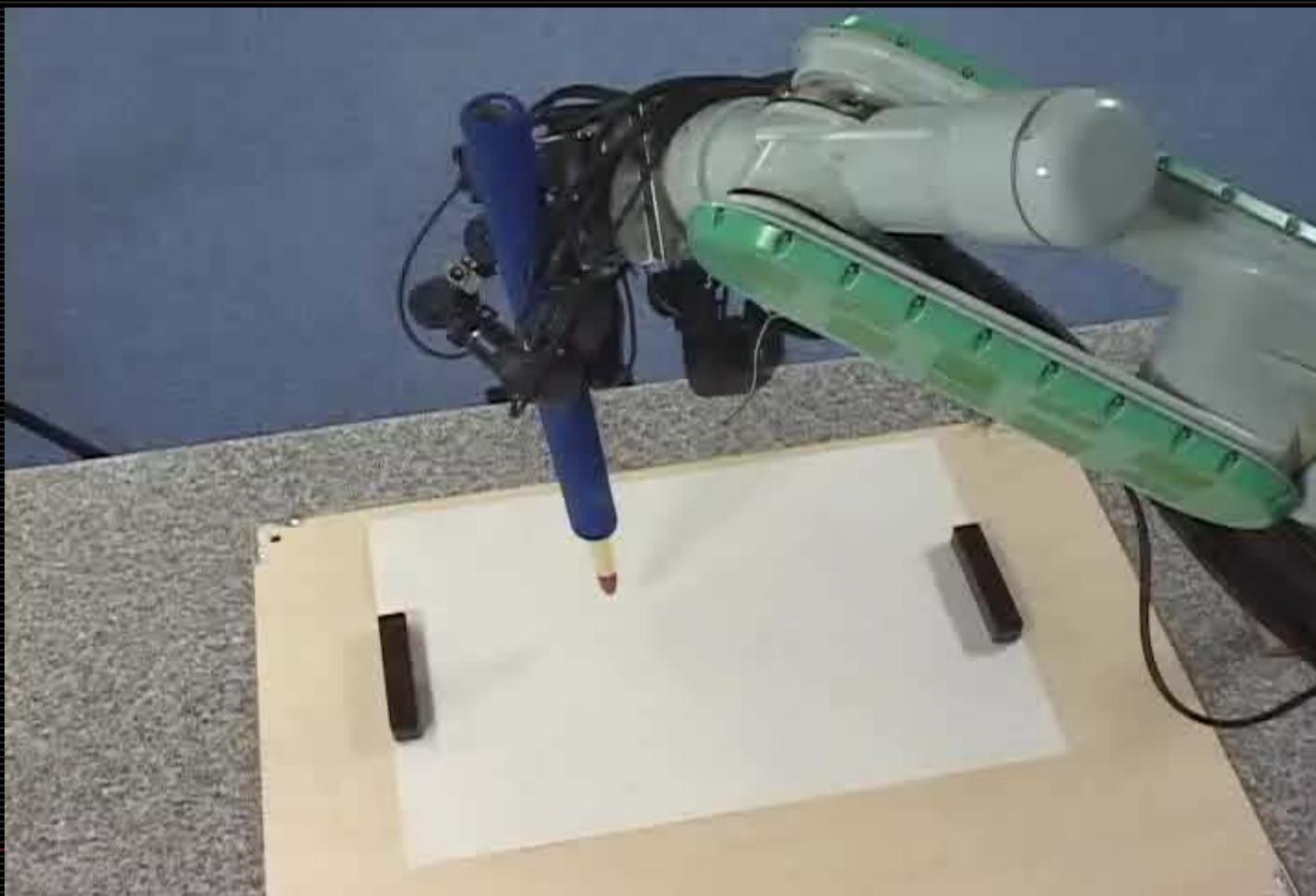
# うまく描けたか？

- 描画結果を観察し，足りない部分を補う
  - 緑→描けている部分，紫→描けていない部分



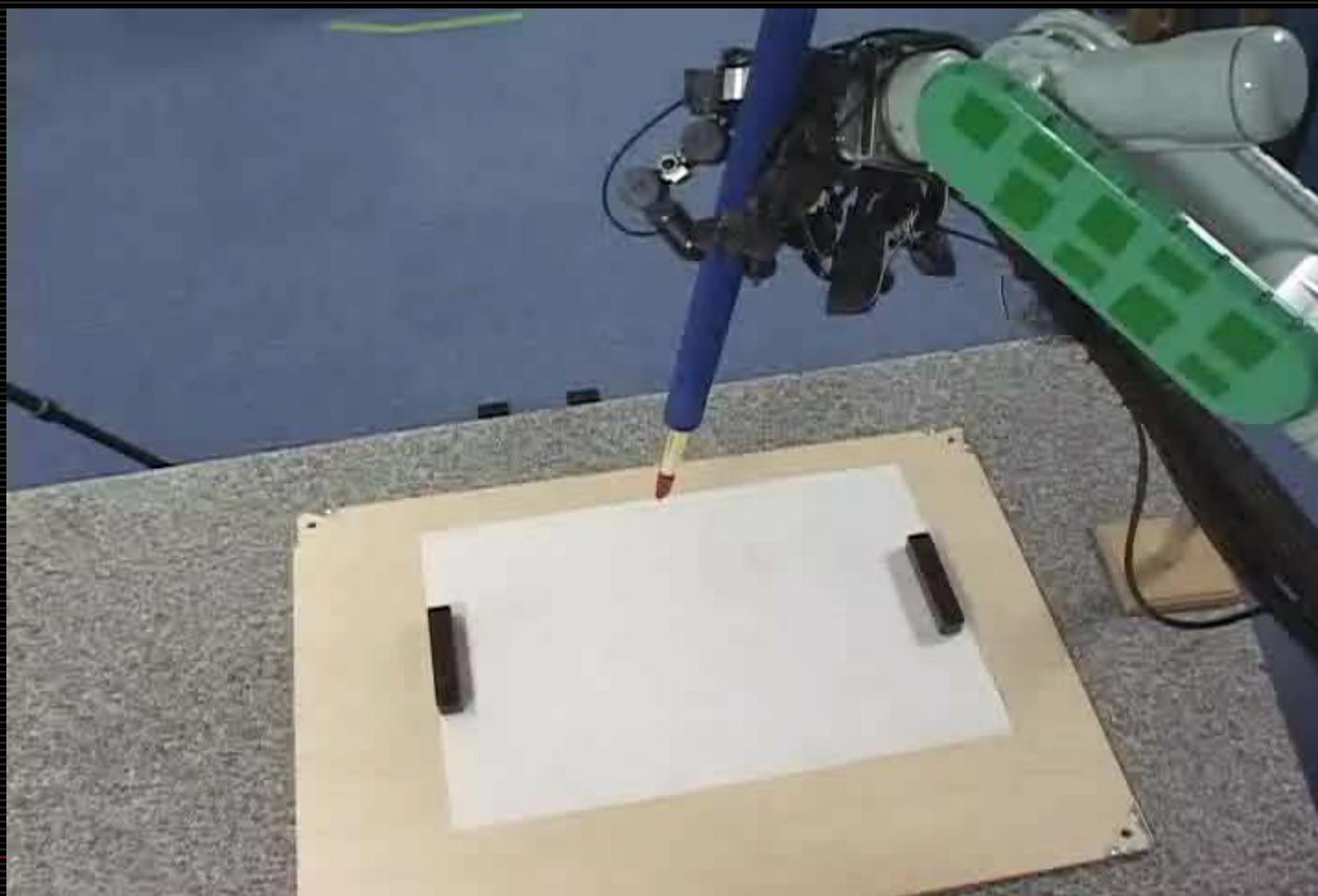
「上手く」描けなかった部分をもう一度

---

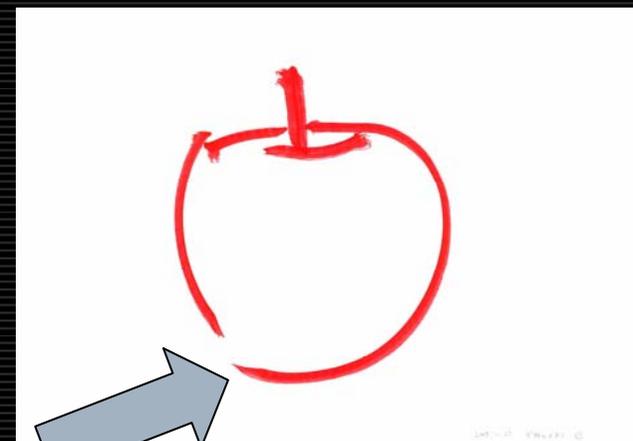
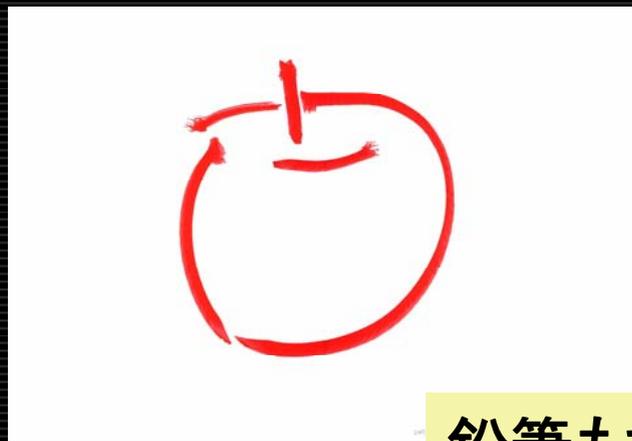
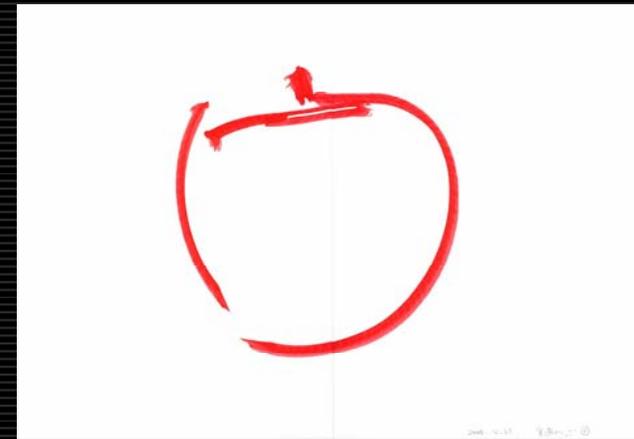
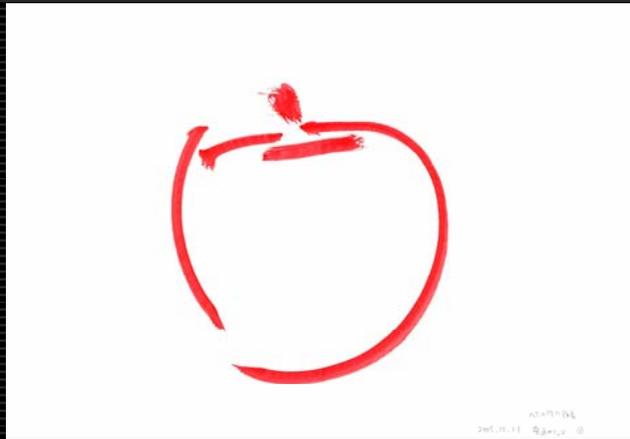


# りんごのお絵かき(輪郭線)

---



# りんごの描画



鉛筆もち  
のため

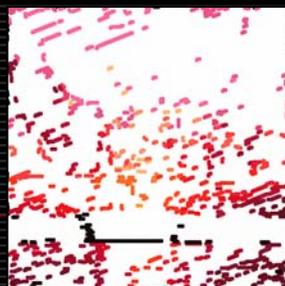
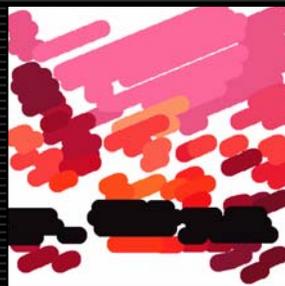
# 塗りをあらわす



# 階層表現

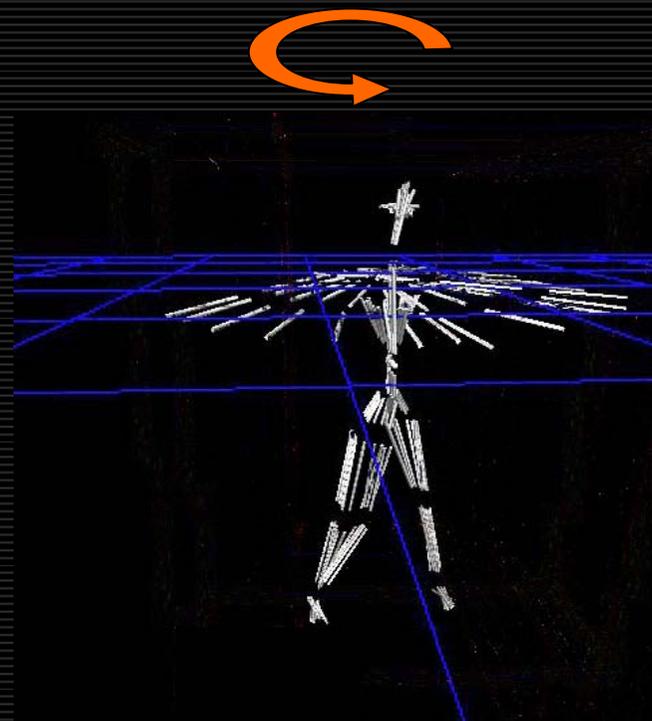
---

- 太さの異なる筆を使って、階層的に塗る



# 動き表現

---



階段を降りる裸体

Marcel Duchamp

---

# 展望

---

- ロボット自身がうまく描けたかどうかを判断
  - ロボットが描きたいとおもう心
  - 心や意思の解明へ
-

# 踊ると描くの科学

---

## □ Analysis-by-Synthesisによる内省

- 動きの理解: なにをしているのか
- 技の理解: どうしているのか
- 身体の理解: どのようにするのか

## □ Analysis-by-Synthesisによる新しいロボット芸術科学の創造へ

---

# 主なプレイヤー

---

## □ 踊りロボット

中沢篤志(現阪大)、中岡慎太郎(現産総研)

白鳥貴亮

(協力 産業技術総合研究所)

## □ お絵かきロボット

工藤俊介、高松淳、小川原光一(現九大)

---

# 科学技術振興機構 CREST

---

- 文化遺産の高度メディアコンテンツ化のための手法（研究代表者：池内克史）

H12 ~ H16

- デジタルメディアを基盤とした21世紀の芸術創造（研究代表者：藤幡正樹）

H16 ~ H20

---