

# 技能修得における身体動作のモーションキャプチャを用いた解析

阿部 真美子† 山本 知幸† 藤波 努†  
北陸先端科学技術大学院大学 † 知識科学研究科

## 1. はじめに

楽器の演奏、スポーツ、職人技といった身体的技能は体験・学習・訓練などによって体得される動作である。これらの身体的技能はマニュアル・指導どおりに模倣しても簡単に行うことは出来ない。それらは何故、出来ないのか、また、出来る、とは如何なることか。このような疑問から身体的技能を修得している者と修得していない者との身体動作の間にどのような違いがあるのか、それぞれモーションキャプチャを用いた動作データについて分析を行なった。

身体的技能の動作に関する関連研究として「チェロ演奏のポーイング動作」における熟練者と初心者の動作の違いについての研究 [1] もあり、この研究では特に腕の動きに着目している。

本研究では全身動作の一事例として陶芸における土練りの一つ「菊練り」を題材に採上げ、熟練者と初心者の全身動作をモーションキャプチャを用い解析した。

## 2. 実験方法

本研究で採上げた陶芸における土練りの一つ、「菊練り」とはろくろ用の粘土を作る際、空気を抜く、粘土の水分量を均一化させる、等の理由で仕上げの練りとして行なわれる。この「菊練り」動作は特徴的な連続した全身運動で、数回の実践では修得困難、また練りの完成状態が明らかな為、修得判定が容易、などの理由から題材として採上げている。動作を簡単に説明すると「粘土を右手で押して左手で回す」といった繰返し動作になる。

今回の実験では磁気式モーションキャプチャ (Ascension Technology 社製 MotionStar) を用い菊練り動作の位置データを計測した。測定点はセンサを腰から上の 12 箇所に取り付け、各センサはそれぞれ関節上とした。(作成したボディモデルは図 1、図 2 参照) 次に被験者は陶芸歴 10 年の熟練者、2 年の経験者、未経験の初心者 4 名、計 6 名について実験を行った。

## 3. 実験結果

実験は熟練者 1 名、経験者 1 名、初心者 4 名で行なっているが、初心者の結果に関しては初心者 A を採上げる。また初心者は未経験の為あらかじめビデオによる説明、実験直前の経験者による指導を行っている。

### 3.1 体の安定性

熟練者、経験者、初心者 A の菊練り動作時の x-y-z 方向の軌跡を図 1 に示す。ここでは体の安定性に着目する為、図 1(d) ボディモデルの測定箇所についてみる。図 1 から分かるように熟練者の場合はほぼ一箇所での動作、また経験者の場合もある程度一定箇所での動きになっているものの頭、右肩 (肩 2) では動きに乱れが見られる。そして初心者 A に至っては全ての測定箇所での動きに乱れが見られる。特に頭、首、右肩 (肩 3) では乱れが激しく動作軌跡が入り混じっている。以上熟練者、経験者、初心者 A から菊練り動作には体の安定性が大きく関わっていることが分かる。

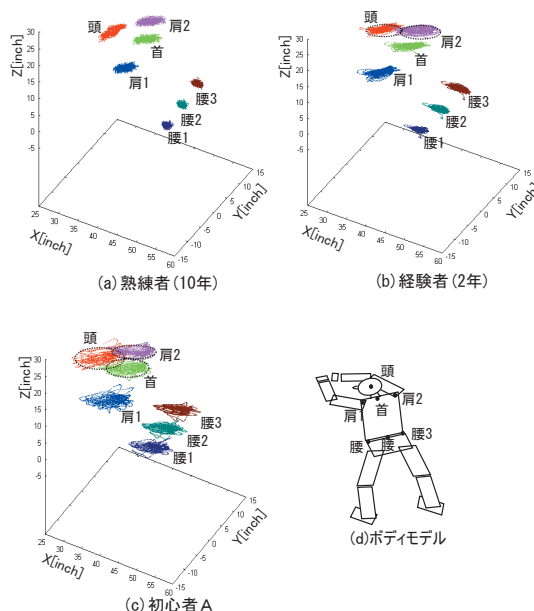


図 1 菊練り動作時の x-y-z 方向の軌跡

### 3.2 軌道の概形

次に菊練りは腕の動きが周期的動作の為この点に着目する。熟練者、経験者、初心者 A の菊練り動作時の腕の動きを前後 - 左右 (x-y) 方向から見た結果を図 2 に示す。測定箇所は図 2(d) ボディモデルの通りとす

An analysis of the physical movements in acquiring a skill using a Motion Capture device.  
Mamiko Abe, Tomoyuki Yamamoto, Tsutomu Fujinami  
{mamiko-a, t-yama, fuji}@jaist.ac.jp  
Japan Advanced Institute of Science and Technology

る。図 2 から熟練者の左手(手 1)、右手(手 2)は、ほぼ円形に周期的軌道を示しており、また経験者も左手(手 1)では周期的軌道が明確ではないものの右手(手 2)では楕円状に周期軌道を示していることが分かる。一方、初心者 A からでは周期軌道は全く見られず手元以上に頭、肩、肘の動きに大きな乱れが見られる。以上から特に菊練り動作には手元の周期的動作が現れることが分かった。

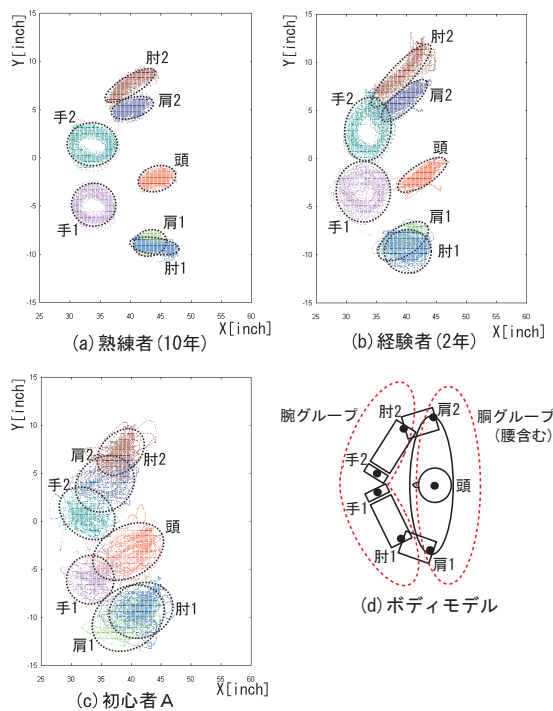


図 2 菊練り動作時の前後 - 左右 (x-y) 方向の軌跡

### 3.3 動作の周期性及び位相関係

動作の周期性及び関節間の位相関係を見る。菊練り動作で最も振幅の大きかった前後 (x) 方向を採上げ、熟練者、経験者、初心者 A の時系列データを図 3 に示す。ただし、図 3(a) 熟練者のデータには実験時のノイズ(約 8.5Hz)が含まれている。また、ここでは位相関係を見るのが目的の為、時間スケールはそれぞれ個別のものとしている。熟練者、経験者、初心者 A の菊練り動作の概形の周波数はそれぞれ約 1.4, 0.85, 0.55[Hz]であった。図 3 から各関節の同期を見ると熟練者は常に胴(頭 - 肩 - 腰:  $\alpha_1, \alpha_2$ )、腕(肘 - 手:  $\beta_1, \beta_2$ )でグループ化しており、それぞれ同期を取っていることが分かる。経験者の場合もほぼ同様の結果となっているが、1 箇所右肘(肘 2)が胴グループと同期を取ることもあり不安定な動きとなっている。初心者 A の場合は肘、手が特に不安定な動作のため胴、腕グループに分けることは出来ない。ただ、胴グループでは同期を取っていた。

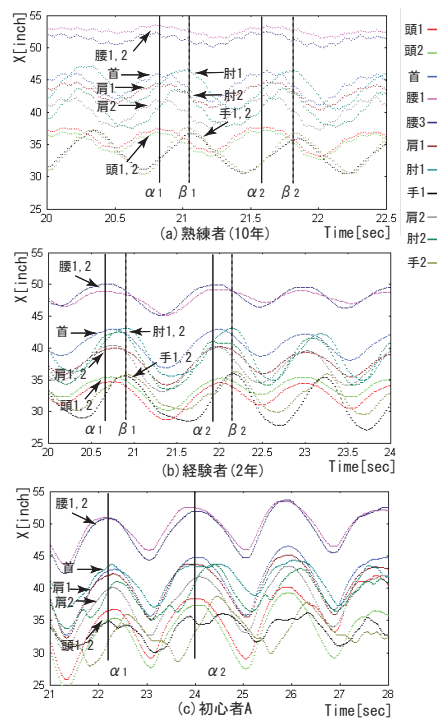


図 3 菊練り動作時の前後 (x) 方向の位相関係

## 4. 考察

今回、熟練者、経験者、初心者 A の菊練り動作において「体の安定性」が重要であることが分かった。さらにそれぞれ測定箇所について「動作の周期性」及び「位相関係」を分析した結果、関節(自由度)間での独立動作と協調動作をしていることが分かった。この関節間協調については関連研究 [1][2] でも指摘している。現段階では位相関係について時系列データ上での分析に留まっているが、今後は位相データのクラスタ分析から関節(自由度)間の独立動作と協調動作を明らかに出来ることが期待される。

最後に今回実験にご協力頂いた陶芸の熟練者・中田敦夫氏に感謝する。

### 参考文献

- [1] 植野, 五十嵐, 米津, 古川: 楽器演奏における関節間協調動作の役割, 第 22 回バイオメカニズム学術講演会予稿集 (SOBIM2001), pp.25-26, 2001.
- [2] 多賀 徹太郎 著, 脳と身体の動的デザイン - 運動・知覚の非線形力学と発達, 金子書房, 2002 .
- [3] 斎藤 孝 著, 身体感覚を取り戻す - 腰・ハラ文化の再生, NHK ブックス, 2000 .