

# 巧緻性に関わる前腕部の調整能力

## — 前腕部調整能力の測定と評価の試み —

岡村 吉永・平田 直樹\*・檜部 祐司\*\*

Adjustment Capability of a Forearm Related to Skill Acquisition

OKAMURA Yoshihisa, HIRATA Naoki\*, KASHIBE Yuji\*\*

(Received January 15, 2009)

キーワード：技能、巧緻性、測定・評価、前腕部の調整能力、技術教育

### はじめに

技術・家庭科の技術分野（以下、技術科）の学習では、“金づち”や“のこぎり”、“かん”といった工具類を適切に使用する能力、いわゆる器用さ（巧緻性）が求められている。

しかし、このような巧緻性に関する定義はあいまいで評価も明確でないことなどから、これを指導に生かすことは難しいのが実情である。一方、身近に既製品があふれる社会状況を反映してか、児童・生徒が自ら何かを製作する機会は著しく減少しており、経験不足を一因とする生徒の工具使用能力の低下を指摘する技術科教員は少なくない。

本研究では、教育的場面において学習者の技能を簡便に測定し、これを指導に還元することを目的として、手工具の使用に関わりが深い前腕部に着目し、まず前腕部を対象とした力の調整能力を測定・評価する方法の検討を行った。研究ではさらに、これを用いていくつかの特徴を有する群を測定、比較し、装置ならびに評価方法の有効性について基礎的な検討を行った。

## 1. 測定方法と内容

### 1-1 測定装置

例えば木材を切断する場合作業者は上肢を巧みに動かしながら、手に持ったのこぎりを前後に往復させる。この際、作業者には、のこぎりを通して手に伝わる木材の切削抵抗や摩擦力を瞬時に評価し、適切な力がのこぎりに加わるよう調整することが求められる。しかし作業経験が少ない未熟練者の場合、手ごたえとして伝わる力の大きさを正しく判断することができず、一定時間力を保持したり適切に増減させたりすることが難しい。

本研究では、このような工具使用を対象とした技能習熟過程に関する基礎的資料の収集を図るとともに、結果を学習に還元することを目的として、短時間で簡単に測定が行え、

---

\*岩国市立川下中学校 \*\*JA 山口中央

かつ評価が分かりやすい方法についての検討を行った。

研究の端緒である今回は、一般によく知られている腕相撲を参考に、前腕部を内転させる向きに加える力の調整能力について検討を行うこととした。製作した装置を使って測定している様子を図1に示す。

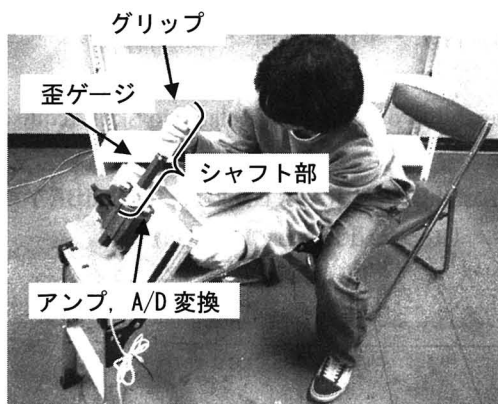


図1 装置を使用して測定している様子

シャフト部は、鋼材（22mm×22mm×410mm）で製作し、45°傾けて万力で固定した。手から力を加える先端部には、握りやすいようテニスラケットを模したグリップを取り付けている。手からグリップに加えられた力は、万力で固定したシャフト根元部に貼り付けたひずみゲージ（KYOWA, KFG-5-120-C1-11）で検出し、アンプ（ANALOG DEVICES, AMP-04）で増幅後、PIC16F873を用いた自作のA/D変換器でデジタル信号に変換する。測定器の制御ならびに結果の表示は、アプリケーションソフトを製作しパソコンで行うようにした。肘の位置については、体格や好みに合わせて肘の下に敷くタオルの厚さで高さ調整を行う。

なお腕相撲の動作について松本・山田（2004）は、(a) 肘を軸とした屈曲・伸展と (b) 肩の内旋・外旋にわけ、動作分析を行っている（図2参照）。しかしながら本研究は、腕相撲動作そのものが対象ではなく、巧緻性の指標として力の調整能力を知ることが目的であることから、できるだけ作業を単純化し、(b) 方向に加える力についてのみ測定・評価することとした。

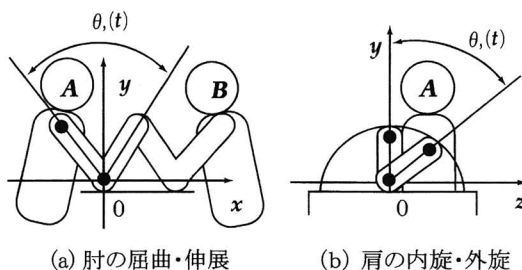


図2 腕相撲における2つの動作

磁気センサの位置と関節角の関係、松本・山田（2004）より

## 1-2 測定内容と評価指標

本研究では、巧緻性の指標として力の調整能力を評価する。具体的には、図3に示す加力モデルのように階段状に力を増加させ、かつ一定期間（3秒）これを保持することを被験者に課した。グリップから受ける“手ごたえ”のみで力の大きさを判断させるため、測定途中の結果は被験者から見えないようにし、力を増加させるタイミング（3秒間隔）は、計測用パソコンのタイマー機能を用いチャイムで知らせるようにした。1回あたりの最大測定時間は45秒とし、被験者は、自己の調整能力の限界を感じた場合、途中であっても加力を止めて良いものとした。

以上の一連の動作ならびに測定内容から、本研究では被験者の技能を評価する指標として、正しく力を増加させる「加力調節能力」および力を一定に保つ「加力保持能力」の2つを設定した。

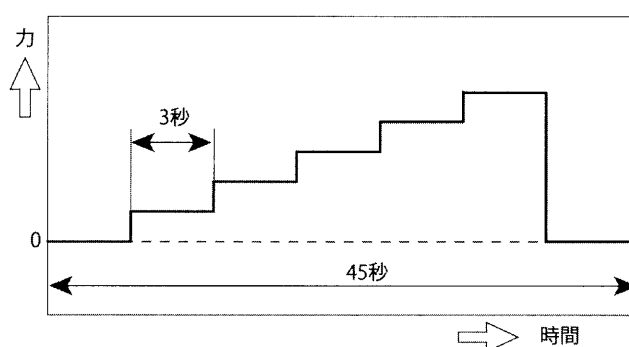


図3 本研究における加力モデル

## 1-3 被験者容

今回、測定を行った被験者群を表1に示す。大学生については、ラケットを使用するという競技の特性上、前腕部の調整能力が高いと考えられるテニス部員について、レギュラークラスと非レギュラークラスを分けて測定し、同じく教科の性格上、工具や道具の使用が多い技術科と美術科についても測定を行った。中学生については、比較的道具使用に積極的な選択技術の授業を受けている群とそうでない群について測定し、比較を行うこととした。

表1 被験者

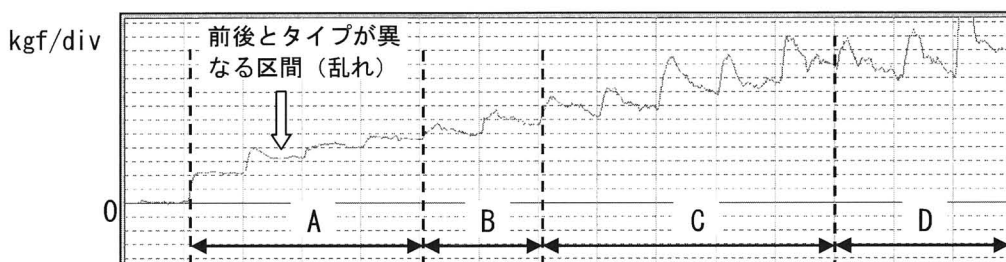
区分		人数	略号	
成人（主として製材業）		12	ad	
テニス Jr（テニススクールの小・高生）		5	tjr	
大学生	テニス部	レギュラー	9	r
		非レギュラー	11	n
	教育学部	技術科	17	g
		美術科	11	b
中学生				
		選択技術	22	s
		通常授業	40	f

## 2. 結果および考察

### 2-1 加力区間の分類

装置を用いて階段状に加力を行った例を図3に示す。これは最も典型的な傾向を示す例で、力が小さい間は、加力調整ならびに加力保持とも良好で比較的整った階段状を示している。しかし力が大きくなるにつれ、加力調整、加力保持ともに困難になり、波形が不安定になっていく様子が見てとれる。

このような測定結果をもとに、本研究では加力調整および加力保持の状態によって、各区間をA、B、CおよびDの4タイプに分類を行った。各タイプの分類基準は、図中に示す通りであるが、図中に白抜き矢印で示すように、同じタイプが連続する区間内において突発的に種類の異なるタイプが現れることがある。このような乱れは、ヒトが行う作業に特徴的なものであり避けられないことから、本研究では、その直前および直後が同タイプである場合、乱れを生じた区間をその前後と同じタイプとして分類することとした。



- A: 加力調整, 加力保持とも良好 (加力に対する変動幅が 25%未満)
- B: 加力調整は良好であるが, 加力保持が不十分 (加力に対する変動幅が 50%未満)
- C: 加力調整, 加力保持とも不十分 (加力に対する変動幅が 50%以上)
- D: 加力調整, 加力保持ともが不安定で, 乱れが大きい

図3 測定例(典型)と区間のタイプ分け

### 2-2 測定例

今回の測定で得られた結果から、いくつか特徴的なものを紹介する。まず図4は、加力コントロールが特に優れている例で、測定終了までの大半がAおよびBのタイプで占められている。

図5は、加力保持が不十分で、加力直後から力が減少する例である。段階的に力を大きくする加力調整は比較的的良好であるため、全体的な波形は右上がりの“のこぎり”状を示す。なおこの様な傾向を示すものの中には、加力調整も不十分で、全体が右上がりとならず、ほぼ水平となるもの、あるいは右下がりとなる例もみられる。

図6は、段階的な加力調整が行えず小刻みに加力に変化している例で、類似するものとして、加力がほとんど変化せず、全体がほぼ平滑となっている例もみられる。前腕部を内転させる方向に上手く力を加えられないことが一因と考えられるが、これについては今後の検討が必要である。

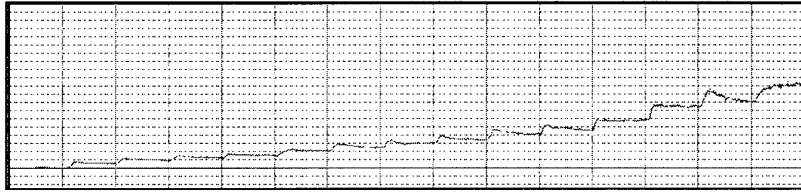


図4 加力コントロールが良好な例

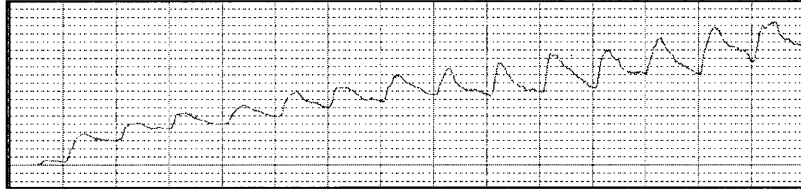


図5 加力直後から力が減少する例

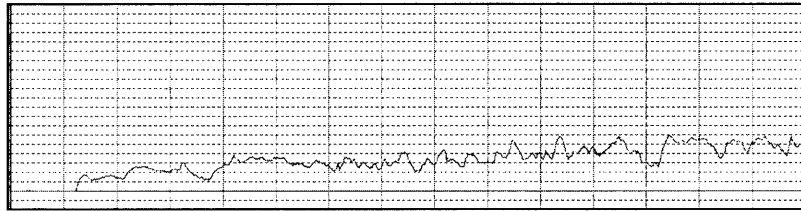


図6 加力調節が不正な例

### 2-3 各群間の比較

まず、比較的良好に加力コントロールが行われているAおよびBの加力タイプに着目し、その合計出現回数と被験者数との関係を図7に示す。AおよびBのタイプを合わせた出現回数は、3回以下までが全体の約70%を占め、4回以上では出現回数が増えるほど人数が減少する傾向がみられる。A,Bが全く出現しないものも約15% (19名) 存在している。

これを群ごとに平均し、数直線上に表したのが図8である。これをみると、テニス部レギュラー群 (r) でA、Bタイプの合計出現回数が目立って多く、U検定の結果も成人 (ad) およびテニス Jr (tjr)を除く全ての群との間に有意差が認められた。テニスは、前腕部を

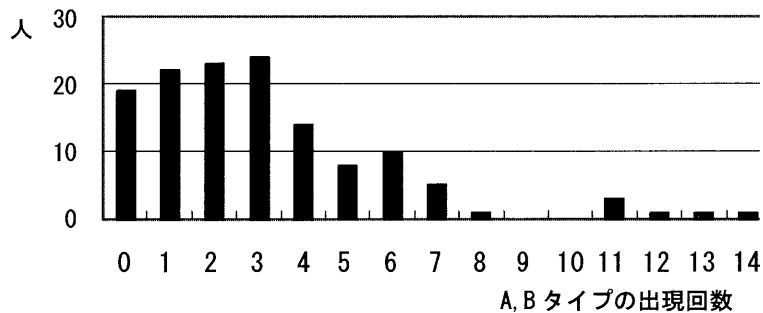


図7 A, Bタイプの出現回数と被験者数

含めた上肢部の巧緻性を要する競技であり、同じテニス部に所属するレギュラーとノン・レギュラー(n)との間で明瞭な差がみられたことは、本研究の有効性を示すものといえよう。なお、つづく社会人(ad)からnまでの4群については、出現回数に大差はなく、このグループ間における有意な差はみられなかった。本研究が最終的に評価対象とする中学生についてみると、A、Bタイプの合計出現回数は、選択技術の受講者(s)が2.0、通常授業の受講者(f)が1.4で、選択技術の受講者で出現回数が多いものの、いずれも他の群に比べ低い値であった。特に両群とも加力調節、加力保持とも不安定なDタイプの出現回数が多く、間接的ではあるが工具が上手く使えない実態が伺われる。

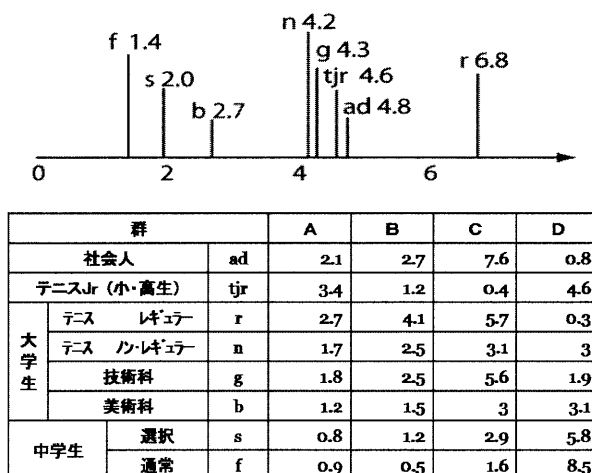


図8 各群別 AB タイプの合計出現回数 (平均)  
(下表は、タイプ別の平均出現回数)

## おわりに

前腕部を内転させる向きに階段状に力を加える作業を設定し、装置を作成して測定を行った。この結果は、テニス部のレギュラー群とそうでない群との間に差がみられ、加力パターンおよび全体的な作業についてもいくつか特徴的な傾向がみられるなど、巧緻性との関連を示す資料を得ることができた。

今後は、本報告が提案する測定ならびに評価方法の有効性を確認するとともに、技術科の授業を通して巧緻性が向上するの否か、あるいは測定結果を学習にフィードバックさせる方法といった学習利用や効果の確認等についても検討を進めたい。

なお本研究は、科学研究費補助金(課題番号: 18500710)を受けて実施した。

## 文献

- 松本慎平・山田貴志 (2004) : バーチャル腕相撲システムのための力覚の動的分析ツールの開発, 弓削商船高等専門学校紀要, 26, 41-46.
- 後閑哲也 (2002) : C言語によるPICプログラミング入門, 技術評論社