KYOTO JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION, HEALTH AND SPORT SCIENCES

ORIGINALS

Edited by Kyoto Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences

Volume 19/ May 2003

京都体育学研究

第十九巻

平成十五年五月

ISSN 0912-3946

京都体育学研究

原著

京都体育学会

第 19 巻
平成15年 5 月

「京都体育学研究」編集・投稿規定　　平成14年６月29日一部改正

1．「京都体育学研究」（英文名 Kyoto Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences 以下本誌）は、京都体育学会の機関誌であり年一回以上発行する。
2．本誌は本学会会員の体育・スポーツに関する論文の発表にあてる。編集委員会が認めた場合には会員以外に寄稿を依頼することもできる。
3．１編の論文の長さは本誌８ページ以内を原則とする。
4．原稿は、所定の執筆要項に準拠して作成し、原著、資料などの別を指定して編集委員長あてに提出する。原文のほかにコピー３部提出する。
5．投稿論文は、学術論文としてふさわしい内容と形式をそなえたものであり、かつ未公刊のものでなければならない。
6．投稿論文は編集委員会が審査し、その掲載の可否を決定する。
7．原稿の印刷において規程のページ数を超過した場合、あるいは、図版・写真などとくに費用を要するものは、その実費を執筆者の負担とする。
8．別刷は校正時に希望部数を申し出ること。実費により希望に応じる。
9．本誌の編集事務についての連絡は、「京都体育学研究」編集委員会あてとする。
10．編集委員会は理事会において編成する。

執 筆 要 項

1．論文の長さは、文献・図表・abstractを含め８ページ（400字詰原稿用紙で30枚）までとする。但し超過した場合その費用は執筆者負担とする。
2．本誌論文の原稿執筆にあたっては、下記の事項を厳守されたい。

⑴　原稿は、市販の横書原稿用紙（Ｂ５判400字詰）に清書し或いはワードプロセッサ（Ａ４判40字×20行、15枚）により作成し提出する。
原稿は、**１枚目**：題目・英文標題、**２枚目**：著者名とそのローマ字名、著者の所属名とその正式英語名及び所在地（英文字）、所属の異なる２人以上の場合著者名の右肩に＊、＊＊、…印を付して、脚注に＊、＊＊、…印ごとに所属名とその正式英語名及び所在地（英文字）、**３枚目**：英文要約（タイプ用紙ダブルスペース250字以内）、**４枚目**：和文要約（編集用；英文要約と同一内容）、**５枚目**以降本文、注記、参考文献、図・表の順に書く。

⑵　外国人名・地名等の固有名詞には、原則として原語を用いること。固有名詞以外はなるべく訳語を用い、必要な場合は初出のさいだけ原語を付すること。

⑶　数字は算用数字を用いること。

⑷　参考文献の引用は「京都体育学研究」執筆要項補足による。（京都体育学研究第７、８巻参照）

⑸　注記は、補足的に説明するときのみに用い、本文中のその箇所の右肩上に註１）註２）のように書き本文の末尾と文献表の間に一括して番号順に記載する。

⑹　図･表は１枚の用紙に１つだけ書く｡また図と表のそれぞれに一連番号をつけ､図１､表３のようにする｡(上記要項補足参照)

⑺　図の原稿は半透明のタイプ用紙または淡青色方眼紙に黒インキで明瞭に書くこと。写真は明瞭なものを提出すること。

⑻　図や表は本文に比べ大きな紙面を要する。（本誌１ページ大のものは原稿用紙4.5の本文に当たる）から、その割合で本文に換算し全ページ数の中に算入すること。

⑼　参考文献の書き方は以下の原則による。
文献記述の形式は雑誌の場合には、著者名（発表年）、題目、雑誌名、巻号、論文所在頁；単行本の場合には、著者名（発表年）、書名、版数、発行所、発行地、参考箇所の順とする。また記載は原則としてファースト・オーサーの姓（family name）のＡＢＣ順とする。なお、上記要項補足参照。

⑽　本文が欧文の場合には上記要項に準じ、著者名と所属名は和文でも記入し、和文要約は掲載用となる。

「京都体育学研究」編集委員会　〒606-8501　京都市左京区吉田二本松町
京都大学大学院人間・環境学研究科　小田　伸午　研究室
TEL 075-753-6876　FAX 075-753-6734

高校水球選手の膝および肩関節筋力発揮特性
―ハンドボール選手との比較から―

井上　恵子*

Characteristics of knee and shoulder isokinetic strength in high school water polo players
―Comparison between water polo and handball players―

Keiko INOUE

Abstract

The purpose of this study is to reveal the characteristics of knee and shoulder isokinetic muscular strength in water polo high school players. Subjects were nineteen water polo（WP） girl players and twenty-eight handball （HB） girl players. They were tested on concentric isokinetic peak torque during knee and shoulder extension and flexion. The angular velocities used were 60,180,300deg/sec at the knee joint, 60,180deg/sec at the shoulder joint. The peak torque of knee extension in various angular velocities in the WP players were at similar levels to those of the HB players. The peak torque / body weight of knee flexion were significantly lower in the WP players than the HB players. Furthermore, flexion/extension ratios were significantly lower in the WP players. At the shoulder joint, the highest peak torque of extension was observed in the WP players. With regards to shoulder flexion, peak torque and flexion/extension ratios of the WP players were significantly lower than the HB players. These results suggest that strength of knee and shoulder extension is a very important physical factor for water polo high school players.

Ⅰ．緒　言

水球競技は19世紀にイギリスで競技化され、チームスポーツとして最初にオリンピックに取り入れられた歴史ある競技である。一方女子水球競技に関しては、2000年のシドニーオリンピックで初めて競技種目となったばかりである。日本の女子水球チームはオリンピック予選で敗退し、2001年の第９回世界水泳選手権では、世界の強豪国相手に８試合中、１勝６敗１分けの成績であった。今後日本の女子水球が国際大会で活躍するためには、シンクロナイズドスイミングの成功例にもみられるようにジュニア選手の育成は重要な課題である。日本でのジュニア選手を対象とした研究は、高校男子水球選手の体力[5] や競技特性[6] に関するものや、心理的アプローチによる報告[11] はみられるものの、高校女子水球選手の筋力発揮特性に関する報告はみられない。

そこで本研究は、高校女子水球選手の膝関節と肩関節の筋力発揮特性を明らかにすることを目的とした。なお、戦術的行動特性からみた球技分類で攻防入り乱

*立命館大学　非常勤講師：Ritsumeikan University, 1-1-1 Noji-higashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

れ型である水球とハンドボールの両選手を比較検討することとした。今後の女子ジュニア水球選手を育成する上でトレーニングやコンディショニング等の重要な基礎となることを期待する。

Ⅱ．研究方法

１．対象

対象は、高校女子水球選手19名（以下WP群とする）である。その競技レベルは、高校女子全国大会クラスで、準優勝あるいはベスト４～８程度のメンバーである。対照は、競技レベルがほぼ同程度の高校女子ハンドボール選手28名（以下HB群）であった。ポジションの内訳は、WP群ではゴールキーパー４名、ドライバー８名、フローター７名であった。HB群は、ゴールキーパー３名、サイド９名、フローター８名、ポスト６名、センター２名である。

WP群およびHB群の身体特性を表１に示す。なお、体脂肪率の測定は、ガス分圧を利用した身体密度測定法によるBOD POD MAB-1000（ライフ・メジャーメント・インスツルメント社製）を用いた。

２．等速性筋力測定

ａ　下肢筋力特性

膝関節における伸展・屈曲運動時の等速性筋力の測定は、Cybex6000（Lumex社製）を用いて行った。対象者は座位姿勢にて、膝関節の最大屈曲位から、解剖学的０度までを最大伸展位として、伸展・屈曲運動を行った。角速度は 60,180,300deg/secとし、それぞれ３回の練習の後、最大努力で３回の伸展・屈曲運動を行い、その最大値をもってピークトルク値（以下PTとする）とした。

ｂ　上肢筋力特性

肩関節伸展・屈曲運動における等速性筋出力の測定は、膝関節と同様にCybex6000を用いて行った。対象者には、付属品の上体エクササイズテーブル上で仰臥位姿勢をとらせ、肩関節が解剖学的０度時の肩峰突起の中央が回転軸の中心となるようダイナモメーターの高さとエクササイズテーブルの位置を調節し固定した。運動可動範囲は、解剖学的０度を基準とし、150度屈曲位から-25度伸展位までとした。角速度は60,180deg/secとし、膝関節と同様それぞれ３回の練習の後、最大努力で３回の伸展・屈曲運動を行い、その最大値をもってPTとした。

膝関節および肩関節ともに、PTは左右平均値で表した。さらに、体重当たりのPTと、伸展筋力に占める屈曲筋力の割合である屈曲／伸展比を算出した。

全ての測定は京都府スポーツセンター、スポーツ医・科学室にて行った。

３．統計処理

得られたデーターは、平均値±標準偏差で表した。両群間の差の検定には、統計解析ソフトStatView 5.0を用い、対応のない２群間の比較を行った。有意水準は危険率５%未満とした。

Ⅲ．結　果

１．下肢筋力発揮特性

WP群とHB群の膝関節伸展・屈曲時のPTを表２に示した。膝関節伸展時のPTは、WP群、HB群ともに角速度の増加に伴い低下した。PTはWP群とHB群ともにほぼ同程度の値であったが、角速度180deg/secの体重当たりのPTにおいてのみWP群が有意（p<.05）に低い値を示した。

膝関節屈曲時のPTは伸展時と同じく角速度の増加に伴い低下した。WP群とHB群の比較においては、全ての角速度においてHB群がやや高い値を示した。その差は有意なものではなかったが、体重当たりのPTでは全ての角速度においてHB群が有意に高い値を示した。

WP群およびHB群の膝関節屈曲／伸展比を図１に示

表１　水球およびハンドボール選手の身体特性

		水　球		ハンドボール
年　齢	(歳)	15.9 ± 0.66		16.0 ± 0.88
経験年数	(年)	1.7 ± 0.70	***	4.3 ± 1.53
身　長	(cm)	163.0 ± 3.98		160.4 ± 5.53
体　重	(kg)	57.4 ± 7.55	*	52.6 ± 4.70
体脂肪率	(%)	21.6 ± 4.29	***	15.7 ± 2.60
除脂肪体重	(kg)	44.8 ± 4.53		42.8 ± 8.58
B M I		21.5 ± 2.24		20.4 ± 1.22

* p<.05
*** p<.001

した。WP群の膝関節屈曲／伸展比は、角速度60,180,300deg/secにおいて、それぞれ50.0%、56.8%、56.7%で、HB群の55.6%、62.8%、60.7%と比較し有意な低値を示した。

２．上肢筋力発揮特性

WP群とHB群の肩関節伸展・屈曲時のPTを表３に示した。

肩関節伸展・屈曲時は、角速度が増加してもPTの低下は、両群ともに約２～５Nm程度であり、膝関節伸展・屈曲時とは異なっていた。WP群とHB群での比較において、肩関節伸展時は、角速度60,180deg/secの両速度ともにWP群のPTは高く、60deg/secの体重当たりのPTを除いて有意なものであった。一方、屈曲時は、両角速度ともHB群が高く、180deg/secの絶対値を除いては、有意な差が認められた。

WP群およびHB群の肩関節屈曲／伸展比を図２に示した。角速度60,180deg/secにおいて、WP群がそれぞれ72.3±7.21%、71±7.16%で、HB群の97.7±10.6%、94.8±11.68%と比較し有意（p<.001）に低値を示した。

表２　水球およびハンドボール選手の膝屈伸・屈曲力（peak torque値）

	角速度(deg/sec)		水　球		ハンドボール
伸展力	60	(Nm)	126.2 ± 25.93		124.4 ± 17.88
		(Nm/kg)	2.20 ± 0.357		2.37 ± 0.242
	180	(Nm)	86.7 ± 13.39		85.4 ± 12.32
		(Nm/kg)	1.52 ± 0.183	*	1.62 ± 0.170
	300	(Nm)	65.9 ± 11.76		63.4 ± 8.32
		(Nm/kg)	1.15 ± 0.179		1.21 ± 0.118
屈曲力	60	(Nm)	63.0 ± 13.68		69.0 ± 11.37
		(Nm/kg)	1.10 ± 0.190	**	1.31 ± 0.175
	180	(Nm)	49.4 ± 9.70		53.3 ± 7.64
		(Nm/kg)	0.86 ± 0.129	***	1.02 ± 0.122
	300	(Nm)	37.4 ± 8.16		38.6 ± 7.07
		(Nm/kg)	0.65 ± 0.118	*	0.73 ± 0.109

* p<.05
** p<.01
*** p<.001

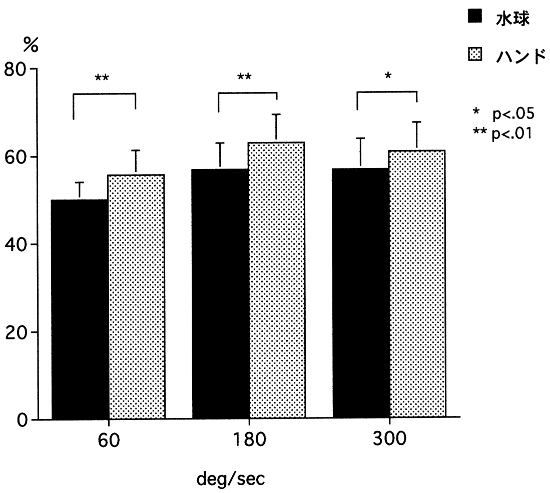


図１　膝関節屈曲／展比

Ⅳ．考　察

１．下肢筋力発揮特性

本研究における水球選手の膝関節伸展力は、ハンドボール選手とほぼ同程度の値を示した。この値は高山[12]の報告している高校女子競技者の、陸上短距離競技選手やバスケット選手の値と近似していた。

水球競技は深さ２m以上の水中で行われるため、陸上での走・跳動作をグランドサポートなしで行わなければならない。そのために左右の脚を交互に蹴り降ろす巻き足と、スタートや方向変換時に使われる出足は水球の重要な基本動作[8]である。若吉ら[14]は、水球選手の膝の障害と巻き足動作の解析を行い、膝の伸筋群と内転筋の強化が必要であり、筋力の弱い選手は早期に膝に障害を起こすことを示唆している。水球選手と陸上で行われる走・跳を含む競技種目選手の膝伸展力が比較的近い値であったことは、巻き足や出足などの立ち泳ぎの影響が考えられる。水球選手の180deg/secの体重当たりPTがハンドボール選手と比較し有意（p<.05）に低かったのは、水球選手の体脂肪率が高く体重が多いためであろう。膝関節伸展力は水球選手に

表３　水球およびハンドボール選手の肩関節伸展・屈曲力（peak torque値）

	角速度(deg/sec)		水　球		ハンドボール
伸展力	60	(Nm)	50.9 ± 9.32	*	43.8 ± 8.98
		(Nm/kg)	0.89 ± 0.130		0.83 ± 0.140
	180	(Nm)	48.7 ± 7.75	**	40.1 ± 9.50
		(Nm/kg)	0.85 ± 0.100	*	0.76 ± 0.155
屈曲力	60	(Nm)	36.5 ± 5.73	**	42.5 ± 7.87
		(Nm/kg)	0.64 ± 0.069	***	0.81 ± 0.123
	180	(Nm)	34.7 ± 6.95		37.5 ± 7.43
		(Nm/kg)	0.60 ± 0.086	**	0.71 ± 0.123

* p<.05
** p<.01
*** p<.001

とって重要な体力要素であると思われる。

一方、水球選手の膝関節屈曲力は、ハンドボール選手と比較し水球選手はやや低い値であった。体重当たりPTでは水球選手の体脂肪率が高く、体重が多いため全ての角速度において有意に低い値を示した。また、屈曲／伸展比においても水球選手はハンドボール選手より有意に低かった。膝関節の屈曲／伸展比については、陸上短距離走競技においてその比率の高いことが競技成績と関わりがあるとの報告[3)]や、陸上競技やラグビー、バスケットボールなどの走運動を伴う競技の方がバレーボールやなぎなたなどの走運動を伴わない競技より屈曲／伸展比は高く、その差は高速において顕著であるという報告もある[13)]。清原ら[2)]の報告している一流水球選手の屈曲／伸展比が低いことからも、水球競技の種目特性として膝関節屈曲／伸展比は高くないことが推察される。

２．上肢筋力発揮特性

水球選手の肩関節の筋力発揮特性に関してはスポーツ障害との関わりから内旋・外旋筋力[15)]の報告があるが、伸展・屈曲筋力に関する報告はない。肩関節は複雑な関節であるため、等速性運動で得られる波形が安定しないことや、評価が困難であることがなど考えられる[4)]。Soら[9)]は、肩関節に障害を持つ患者のリハビリテーションやその過程を評価するために受傷前の筋力値を知る必要性があることから、肩関節に障害がない健康な男性を対象として肩関節伸展・屈曲時の両肢の筋力発揮特性を測定した。さらに、利き腕側と非利き腕側の肩関節伸展・屈曲時の最大筋力の統計的な関係について検討した。その結果、Cybexによる肩関節の伸展・屈曲時の等速性筋力の測定は、リハビリテーションプログラムの過程評価や、最大筋力の測定に適していることを報告している。そこで本研究ではパフォーマンスの面から肩関節伸展・屈曲力を評価した。

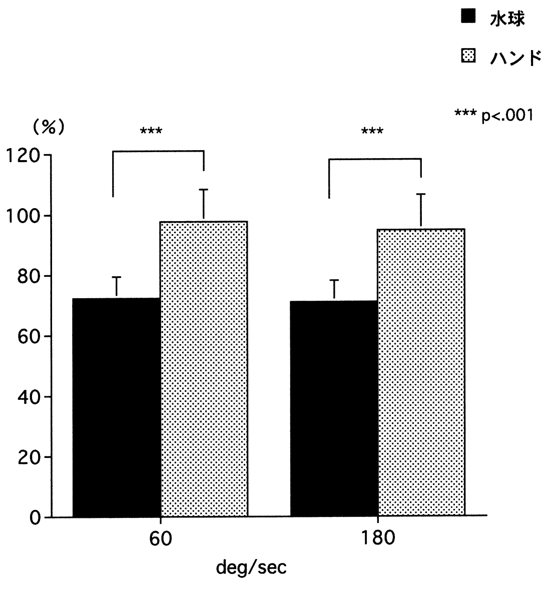


図２　肩関節屈曲／伸展比

岡田と寺田[7)]は肩関節伸展力と泳速度との間に有意な正の相関が認められたことを報告し、須藤ら[10)]も肩伸展動作に近似した上肢の振り下ろし動作時の速度と泳速度とに正の相関関係を認めている。水球競技においても推進力を得るために上肢のストローク動作は重要であり、常にフィールドの状況を把握しながら移動する必要があることから、水面から頭を出したヘッドアップ状態で泳がなければならない。ヘッドアップすることにより、腰の位置が下がり水の抵抗が増加するため、通常のクロールより強く水面を打つ必要がある[8)]。本研究において水球選手の肩関節伸展力がハンドボール選手より有意に高い値を示したことは、投球動作に泳動作が加わっていることによるものと推察され、肩関節伸展力は水球競技の重要な要素であると考えられる。

一方、肩関節屈曲力はハンドボール選手が有意に高い値を示した。ハンドボール選手の肩関節屈曲／伸展比は約95%であり、伸展力と屈曲力の差は少なかったが、水球選手においては、肩関節屈曲力は有意に低く、屈曲／伸展比においてもハンドボール選手と比較しその差は有意に低かった。陸上での走運動時は、自然な腕の振りを伴う。さらに跳躍動作時には脚の踏切動作とタイミングを合わせ、腕を下から振り上げるなど、肩関節屈曲動作はそれぞれの運動をよりスムーズに行えるよう役立っている。一方、水球競技では肩関節の屈曲動作は水の抵抗を受け推進力や浮力の妨げとなり、通常あまり使われないため低値を示したことが考えられる。深代[1)]はさまざまな競技種目選手の脚筋力やパワーを測定し、その差は、日常の補強トレーニングの

影響を受けていることを示唆している。本研究の対象者もそれぞれトレーニング方法が異なるため、日常のトレーニングの差違による影響も考えられる。今後、高速域での測定や、パワーなどの面からもさらなる検討が必要であろう。

本研究の結果、膝と肩関節の伸展力は水球競技において重要な体力要素であることが示唆された。しかし、ストップや瞬時に方向転換する時には脚や腕の切り返し動作が必要となる。推進力に対してその抗力を得るには拮抗する筋力が必要であるため、今後、膝や肩関節の屈曲力の向上も必要と考えられる。

Ⅴ．まとめ

本研究は高校女子水球選手の膝関節と肩関節の筋力発揮特性を明らかにすることを目的とし、ハンドボール選手を対照として比較検討した。その結果、膝伸展力は水球、ハンドボール両選手ともにほぼ同程度の値であったが、膝屈曲力は水球選手がやや低い値を示した。膝関節屈曲／伸展比は全ての角速度において水球選手が有意に低かった。肩関節の伸展・屈曲力に関しては、膝関節とは異なり、角速度の上昇によるPTの低下はわずかであった。水球選手の肩伸展力はハンドボール選手と比較し有意に高かった。一方肩屈曲力に関しては、ハンドボール選手と比し水球選手の値は有意に低く、それゆえ肩関節屈曲／伸展比においても有意に低かった。以上の結果より、膝および肩関節の伸展力は水球選手にとって重要な体力要素であり、これらの筋力の一層の強化が望まれる。また競技力を考えると、充分にその能力を発揮する上では拮抗する筋力も必要であろう。そのためには膝や肩関節の屈曲力の強化も必要と思われる。

文献

1） 深代千之、小林規、若山章伸、柳等、小嶋俊久（1993）各種競技スポーツにおける日本一流選手の瞬発力を比較する.トレーニング科学 5 :35-41.
2） 清原信彦、村岡康博、大橋令子、木村文明、辻幸彦、森部昌広、堀田昇（1994） 一流水球選手の形態・下肢筋力発揮特性.久留米大学保健体育センター研究紀要 2 : 1 - 7 .
3） 小林寛道（1989） ソウル五輪代表スプリンターおよびジュニア優秀スプリンターの脚力の特徴.競技力向上のスポーツ科学＝.トレーニング科学研究会編、朝倉書店:東京, pp.19-37.
4） 松久孝行、筒井廣明、山口国光（2001） 投球のバイオメカニクスからみた肩関節障害のリハビリテーションと予防. 臨床スポーツ医学18: 165-171.
5） 村岡康博、堀田昇（1991） 高校一流水球選手の形態・体力.健康科学13:139-142
6） 村岡康博、山内美代子、洲雅明、堀田昇（1993） 高校一流選手の試合中の心拍数からみた水球の競技特性.健康科学15:51-56
7） 岡田寛、寺田光世（2002） クロールのパフォーマンスとストロークのプル後半動作筋力との関係. 京都体育学研究18: 5 -12.
8） 大本洋嗣（1996） 水球マニュアル.ベースボールマガジン社:東京, pp12-16.
9） Raymond Chi-hung So, Oswald T.Siu, Ming-kai Chin, Kai-ming Chan（1995） Bilateral isokinetic variables of the shoulder : a prediction model for young men.Br.J.Sp.Med.,29:105-109.
10） 須藤明治、角田直也、藤原寛康、小林寛道（2001） 上肢の筋形態及び筋機能特性とアームストローク泳との関係.トレーニング科学12:161-170.
11） 鈴木茂廣、若本浩二、坂田勇夫（2001） ジュニア水球選手における海外遠征の心理的効果ついて.スポーツ方法学研究14:51-64
12） 高山優子（2001） 筋力測定部門.平成12年度京都府スポーツセンタースポーツ医・科学相談事業概要:31-35.
13） 山本利春（1997） ハムストリング肉ばなれの発生と脚筋力.トレーニングジャーナル. 2 月号:72-75.
14） 若吉浩二、鞆田幸徳、土肥徳秀、平岡亮、瓜田吉久、手塚一志、福林徹、上牧裕、下條仁士（1987） 水球選手の運動障害について―膝関節障害を中心として―. 体力科学36:85-94.
15） William C.McMaster, Susan C.Long, Vincent J.Caiozzo（1991） Isokinetic torque imbalances in

the rotator cuff of the elite water polo player. Am. J. Sports Med., 19:72-75.

（平成14年12月24日受付、平成15年 4 月 9 日受理）

骨折にともなう老齢ラットの骨格筋線維の形態的・酵素化学的変化

矢澤真幸*　　橋本健志*　　山崎先也**　　田口貞善*

Morphological and histochemical changes in skeletal muscle fibers in aged rats following bone fracture

Masayuki YAZAWA, Takeshi HASHIMOTO, Sakiya YAMASAKI and Sadayoshi TAGUCHI

Abstract

The purpose of this study was to investigate bone fracture-induced morphological and histochemical changes in skeletal muscle fibers in aged rats. Nine male Wistar Kyoto rats（aged: 88.7 ± 3.2 wk）were divided into two groups based upon the presence of fractures or non-fractures of the metatarsal bone at the right hindlimb paw. We compared above profiles of skeletal muscle fibers in three hindlimbs; 1）right, fractured hindlimb（Fr, n=5）; 2）left, non-fractured hindlimb（NFr, n=5）; 3） right, non-fractured hindlimb of control group（Con, n=4）. The wet weight of the soleus muscle for Fr decreased by 9.6% compared to Con. However, the wet weight of the soleus muscle for NFr increased by 12% and displayed a compensative hypertrophy. Interestingly, the cross-sectional area of the fast-twitch oxidative glycolytic（FOG）fibers increased by 40%（$p<0.05$） in the soleus muscles for Fr and NFr compared to Con. The data suggest that in aged rats bone fracture induced a different structural response in atrophied muscle fiber as compared to hypokinetic response.

緒　言

骨折の予後における骨と骨格筋の機能的連関、骨格筋の代謝・収縮性応答は未だ十分な報告がない。Hnikたち[11]は、成熟期のラットに中足骨骨折にともない後肢筋が萎縮することを確認している。また、Zacharovaたち[29]は、同様の骨折処置で骨折肢のヒラメ筋線維のタイプ別横断面積の萎縮率を観察しているが、typeⅠ、typeⅡa線維の萎縮率は同水準であることを報告している。さらにUrbancovaたち[26]は成熟期のラットに中足骨骨折を試み、さらに求心性神経を遮断すると、その筋萎縮の原因が主に求心性神経活動の増加により生じたものであると推察している。これらの報告から筋萎縮がhypokinesiaやhypodynamiaの影響によるものか、もしくは他の要因が存在するか否かは明らかではない。また、これらの研究は筋力の低下・骨量の減少や骨粗

*京都大学大学院人間・環境学研究科：Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Nihonmatsu-cho, Yoshida, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan
**第一福祉大学人間社会福祉学部：Faculty of Social Welfare and Human Services, Daiichi Welfare University, 3-10-10, Gojoh, Dazaifu, Fukuoka 818-0914, Japan

鬆症を生じやすい高齢期[7,18] を対象としたものではなく、加齢が骨折にともなう筋機能の変化に及ぼす影響をみることは、興味ある課題である。加齢によりラットのヒラメ筋では、筋線維総数が減少すること[16]、酸化能の高い筋線維の割合が減少し、選択的な筋線維の萎縮が生じること、残存する筋線維で代償性肥大が生じることなど[2] が報告されている。しかしながら、骨折にともなう骨格筋の変化への加齢の影響は不明である。

これらの観点から本研究は老齢初期の雄性ラットを対象に、右足の中足骨骨折によるヒラメ筋の変化を骨折肢と非骨折肢の比較から形態的及び酵素化学的に解明することを試みた。

方　法

本実験は日本生理学会が制定した「生理学領域における動物実験に関する基本的指針」及び「京都大学動物実験に関する指針」を遵守して行った。

1)　実験動物及び飼育環境

本実験では、実験動物に老齢初期、88.7±3.2週齢のWistar　Kyoto系ラットを雄９匹用いた（平均体重;770±64.0g）。飼育室（三洋電機社製プレハブ保冷庫MCU-1000）の温度は22±２℃に設定し、照明は12時間毎に点灯と消灯を繰り返し行った。餌（オリエンタル酵母工業株式会社製実験動物用固形飼料MF）と水は各々、自由摂取とした。本実験はラットを以下の２群に分けた。

１．対照群：通常飼育した雄性ラットの右肢（n＝４，群名,Con）。

２．骨折群：雄性ラットの右足中足骨に骨折を施した群。

右の骨折肢（n＝５，Fr）、左の非骨折肢（n＝５，NFr）

2)　骨折処置及び試料採取

ペントバルビタールナトリウムの腹腔内麻酔（60mg/kg B.W.）下で、Zacharovaら[29] の方法に従い、２組の鉗子を用いて右足中足骨を骨折させた。骨折処理後、対照群及び骨折群を上記環境で７日間飼育後に、ペントバルビタールナトリウムの腹腔内麻酔（50mg/kg B.W.）下で気管切開を行い、麻酔薬の過投与、あるいは骨格筋摘出操作に伴う換気不全の影響を防ぐため、小動物用レスピレーター（Harvard社製 Rodent Respirator 683）を用いて人工換気（５ml×60回/min）を行い、試料を採取した。筋標本として後肢のヒラメ筋の筋腹部を、腱、結合組織を慎重に取り除いたのち液体窒素で冷却したイソペンタン中で急速凍結させ、分析時まで-80℃で保存した。さらに、左右の副腎を摘出し、それぞれ湿重量を計測した。

3)　血液分析

全ての後肢筋を採取した後、腹大動脈から約３ml採血し、カルシウム[3]、アルブミン[14]、無機リン[15]、マグネシウム[17]、ALP[8] を測定した。

4)　組織化学的分析

凍結したヒラメ筋の筋腹部の厚さ10μmの連続横断切片を、クリオスタット（Leica社製Cryocut1800）を用いて-20℃下で作成した。作成した各切片について、ミオシンアデノシントリフォスファターゼ（ATPase）染色およびコハク酸脱水素酵素（SDH）染色、α-グリセロリン酸脱水素酵素（α-GPD）染色を施した。各検体から約200～300本の筋線維を無作為抽出し、筋線維タイプをPeterら[21] の方法に従い、SO線維、FOG線維に同定し、SO線維とFOG線維のそれぞれの性質を共有する中間線維をINT線維とし、筋線維組成比率及び筋線維タイプ別横断面積を測定した。さらに、光学顕微鏡（日本光学社製 Y2F-21）を介してパーソナルコンピューター（Apple社製 Power Macintosh G3）にSDH及びα-GPD染色切片の画像を取込み、画像処理装置（三谷商事社製 Mac SCOPE）にて吸光度を測定し、単一筋線維のSDH活性値、α-GPD染色活性値を相対評価した。

本実験では、切片の染色条件を一定にするために、切片作製後の染色までの乾燥環境、染色時間を検討した。まず、実験室内の温度は22±２℃に設定・維持した。また、切片の乾燥に用いるボックス内の湿度を常に80%に保ち、さらにボックス内に一定量の送風を行うことによって乾燥環境を一定にした。一方、SDHとα-GPD染色時間の経過における吸光度変化の小さい染色時点を前実験で算出し、それぞれ100分および150分を得た。したがって、本実験では、染色時間をSDHは100分、α-GPDは150分に設定し、各切片の染色状態を一定にした。

5)　統計処理

各分析項目の値は平均値±標準偏差で示した。統計処理は、分散分析（ANOVA）および多重比較検定（Post-hoc test）Fisher's PLSDを用いて行い、有意水準は $p<0.05$ とした。

結果

1）血液性状

表1は血液性状を示したものである。血液中カルシウム、アルブミン、無機リン、マグネシウム、ALPは、対照群と骨折群の間に有意な差は認められなかった。

2）体重変化

図1は実験開始から終了までのラットの体重変化を示す。実験期間を通じて対照群と骨折群の体重変化に有意な差は認められなかった。

3）ヒラメ筋及び副腎湿重量

表2は、ヒラメ筋及び副腎の湿重量ならびに体重100gあたりの湿重量を示したものである。副腎の湿重量は対照群と骨折群の間に絶対値及び体重100gあたりの相対値でみて、有意な差は認められなかった。また、骨折群の左右の間に副腎の絶対値及び体重100gあたりの相対値でみて、有意な差は認められなかった。ヒラメ筋の湿重量ならびに体重100gあたりの湿重量において、骨折群右肢（骨折肢）よりも対照群が高く、対照群よりも骨折群左肢（非骨折肢）がより高い値を示す傾向にあったが、骨折群（左右肢）と対照群の間及び骨折群の左右ヒラメ筋の間に統計的に有意な差は認められなかった。

4）筋線維タイプ別横断面積

図2はヒラメ筋の単一筋線維横断面積を示している。骨折群の左肢のFOG線維が対照群と比較して、有意に高い値（40%肥大）を示した。また、骨折肢の右肢FOG線維においても、対照群と比較して統計的有意には及ばなかったが、40%程度の横断面積の肥大が認められた。骨折群の左右肢のヒラメ筋SO線維の萎縮傾向が認められた。

5)　筋線維組成比率及び面積占有率

図3Aはヒラメ筋の筋線維タイプ別組成比率を示している。骨折群のヒラメ筋では各線維に有意な変化は認められなかったが、SO線維に4％の減少、FOG線維に5％の増加がみられ、速筋線維の占める割合が増加する傾向が認められた。また、INT線維には変化がみられなかった。図3Bはヒラメ筋の筋線維タイプ別面積占有率を示している。骨折群の右肢（骨折肢）では

表1　血液性状

	カルシウム (mg/dl)	アルブミン (g/dl)	無機リン (mg/dl)	マグネシウム (mg/dl)	ALP (IU/l)
骨折群	10.3±0.4	1.9±0.2	5.5±2.1	2.8±0.2	206.2±114.0
対照群	10.7±0.2	2.0±0.3	4.6±0.7	2.7±0.2	202.3±122.3

平均値±標準偏差

表2　ヒラメ筋及び副腎湿重量

		ヒラメ筋			副腎	
		湿重量 (mg)	体重100gあたりの湿重量 (mg/100g B.W.)		湿重量 (mg)	体重100gあたりの湿重量 (mg/100g B.W.)
骨折群	骨折肢（右肢）	204±46	28.0±4.7	右副腎	42±22	7.3±3.8
	非骨折肢（左肢）	253±52	34.7±5.0	左副腎	44±21	6.2±3.5
対照群	非骨折肢（右肢）	226±90	30.1±11.5	右副腎	48±28	6.8±4.2
				左副腎	55±16	7.7±2.6

平均値±標準偏差

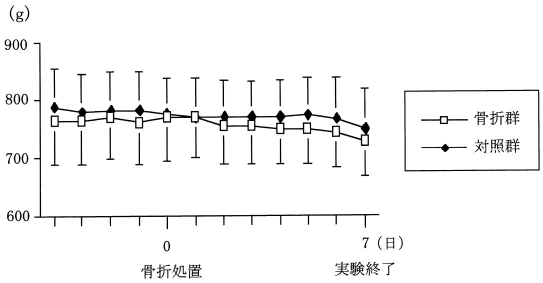


図1　体重の変化

実験期間中の各群の体重を示す（平均値±標準偏差）

骨折群はマイナス標準偏差を、対照群はプラス標準偏差を記す

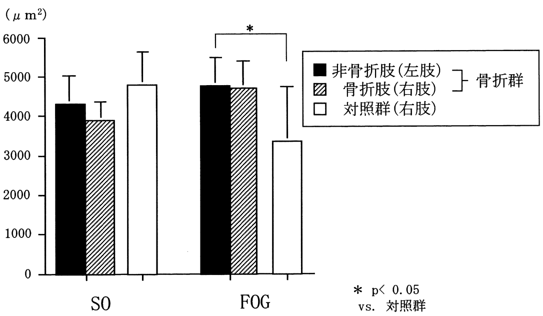


図2　筋線維タイプ別横断面積

ヒラメ筋のFOG線維は、対照群に比べ８%高く、その差は有意であった。また、左肢（非骨折肢）においてもFOG線維は、対照群に比べ６%高く、その差は有意であった。左右肢ともに速筋線維の占める割合が増加した。

6）単一筋線維のSDH活性値及びα-GPD活性値

図４Aはヒラメ筋単一筋線維のSDH活性値を示したものである。SDH活性値は対照群と骨折群の間に有意な差は認められなかった。図４Bはヒラメ筋単一筋線維のα-GPD活性値を示したものである。α-GPD活性値は対照群と骨折群の間に有意な差は認められなかった。

考　察

1）　血液性状、体重、副腎湿筋重量

本研究において骨代謝の動態を知るために測定した血液中カルシウム、アルブミン、無機リン、マグネシウム、ALP濃度には、対照群と骨折群の間に有意な差

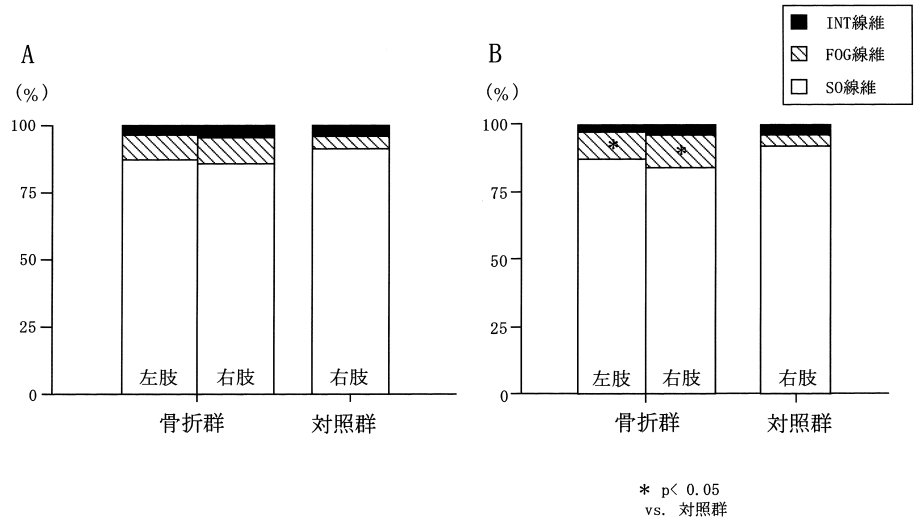


図３　各群、各肢における筋線維タイプ組成比率（A）及び筋線維タイプ別面積占有率（B）

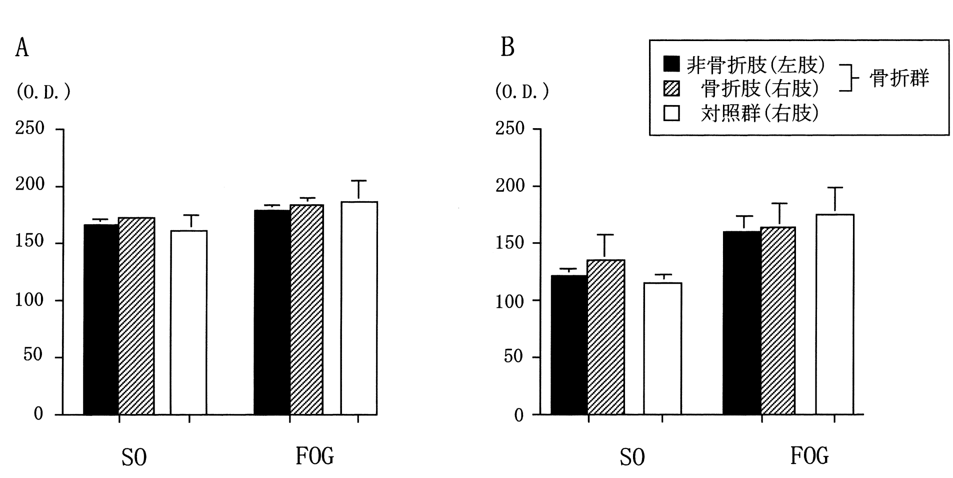


図４　単一筋線維のSDH活性値（A）及びα-GPD活性値（B）

が認められなかった。鷲見ら[28]は、ラットの大腿骨骨折の治癒過程において、骨吸収の指標である血清カルシウム濃度は骨折後第一、二週ともに正常範囲内にあるが、骨形成マーカーであるALP濃度は第一週では正常範囲であったが第二週には有意に高値を示したことを報告している。我々の生化学的測定値との差異は十分に明らかではないが、大腿骨の骨折量が中足骨の骨折量より大きく、その影響の違いが一つには考えられる。また、先行研究[28]のALPに認められるように、骨形成は骨折後第二週目より亢進すると考えられ、本研究における一週間という実験期間により骨代謝の変化が測定項目に反映されていない可能性も考えられる。

急性および慢性的なストレスによってACTH分泌が増加し体重の減少及び副腎の肥大が認められることが報告されているが[25,27]、本研究の体重変化（図１）及び副腎湿重量（表２）において対照群と骨折群に有意な差が認められなかったことから、本研究の右足の中足骨骨折処置では老齢初期の雄性ラットの体重及び副腎の形態的変化を招くには至らなかったと考えられる。

2） ヒラメ筋湿重量

本研究において、ヒラメ筋の湿重量ならびに体重100gあたりの湿重量は、骨折群右肢（骨折肢）よりも対照群が大きく、対照群よりも骨折群左肢（非骨折肢）がより高い値を示す傾向にあったが、統計的に有意な差は認められなかった。本実験期間が一週間と短く、それ以上の実験期間であればヒラメ筋の湿重量において各群間に有意な差がみられた可能性が考えられる。Hnikたち[12]は、中足骨骨折後、翌日には骨折した右肢の筋活動が筋電図学的に回復したことを認めており、骨折にともなう骨格筋萎縮に筋の不活動は大きく影響しないと結論づけている。Hnikたち[12]の報告において、筋放電は認められたものの、Alfordたち[1]は、後肢懸垂中の後肢筋の筋放電は実際の筋の機械的活動を反映するものではないことを示唆している。したがって、Hnikたち[12]の研究において実際の機械的な収縮活動や骨への機械的刺激が減少していたという可能性は否定できない。本研究の筋湿重量においてFr＜Con＜NFrという傾向が認められたことから、骨折群右肢（Fr）においてヒラメ筋の機械的な活動が減少し、対側の非骨折肢（NFr）である左肢に代償的に移動性の荷重がかせられていた可能性が考えられる。したがって、実際に右肢のヒラメ筋の機械的な収縮活動や骨への機械的刺激が減少していたと考えられる。共働筋の除去またはtenotomyは、残された筋に代償性の肥大を起こすが[4,9]、tenotomyに求心性神経線維の切断を加えると代償性肥大は生じなかったと報告されている[20]。代償性肥大の誘発に求心性神経の活動が重要な役割を果たしているものと推察される。したがって、本研究のヒラメ筋湿重量において認められた非骨折肢である左肢の代償性肥大は荷重負荷による影響とともに、骨折肢（右肢）の求心性神経の活動が、脊髄で交差して反体側の非骨折肢（左肢）の筋肥大に影響を与えた可能性が示唆される。また、このヒラメ筋湿重量の結果は、成熟期の雄性ラットを用いた先行研究（Urbancova et al. 1993）[26]でヒラメ筋湿重量において認められた、骨折群の左肢（NFr）に対する右肢（Fr）の萎縮率（Fr/NFr; 84.2%）と比較すると、本研究における萎縮率（80.5% $p>0.05$）は高い値であった。以上のことから、骨折に伴って右肢のヒラメ筋の機械的な収縮活動が減少し非骨折肢である左肢において代償性肥大が生じること、また、求心性神経が関与すること、さらに、成熟期に比べ老齢期において骨折に伴うヒラメ筋の萎縮率が高いことが示唆された。

3） 筋線維タイプ別横断面積

本研究の興味ある知見として、筋線維タイプ別横断面積（図２）において、非骨折肢である左肢で対照群と比較してFOG線維に40％の有意な肥大が認められ、骨折肢である右肢（Fr）においても同等の肥大を示した。また、ヒラメ筋の筋線維タイプ別組成比率（図３A）において、骨折群の骨折肢及び非骨折肢ともにSO線維組成比率の減少、FOG線維組成比率の増加が認められた。これらの結果は骨折に伴ってFOG線維の肥大と組成比の増加がともに生じたことを示している。Zacharova たち[29]は、中足骨骨折によって、骨折肢のヒラメ筋のタイプIおよびタイプIIa線維の横断面積が同様に萎縮したことを示していることから、本研究の骨折群の骨折肢及び非骨折肢のヒラメ筋FOG線維の肥大は特異な反応であると考えられる。対照群のヒラメ筋FOG線維は、支配筋であるSO線維に比べて面積は小さく、本研究の対照群では3337μ㎡（SO線維の69.7％）

であった。骨折群の骨折肢及び非骨折肢のヒラメ筋FOG線維が肥大した要因として、荷重負荷によるヒラメ筋FOG線維の代償性肥大が考えられるが[4,9]、FOG線維が一週間という短期の実験期間でSO線維と同等の面積を有したことから、組織化学的にみて、筋線維タイプの移行（SO線維からFOG線維へ）が認められたと考えるのが妥当である。

本研究においてヒラメ筋のFOG線維で認められた変化と同程度の変化は一週間という短期の実験条件ではこれまでに報告はなく、非常に興味深いものである。小河たち[19]は、骨粗鬆症モデルラットでもある高血圧自然発症（SHR）ラットに４週間の体懸垂を施した結果、ヒラメ筋の横断面積においてSO線維の萎縮とFOG線維の肥大を認めており、SO線維からFOG線維への筋線維のタイプ移行が生じたと推察している。実験処置および実験期間は異なるが本研究と同様の筋線維タイプの移行（SO線維からFOG線維へ）が認められている。しかしながら、実験結果の相違点として、体懸垂を施したSHRラットのヒラメ筋は左右肢ともに廃用性萎縮のため筋湿重量が減少しているが、本研究の骨折群の右肢（骨折肢）のヒラメ筋湿重量は減少し、一方、左肢（非骨折肢）は増加している。すなわち、本研究の骨折群の非骨折肢においては荷重負荷によって代償的に筋湿重量が増加し、一方、骨折肢においては機械的刺激の減少から筋湿重量が減少するという異なる応答を示しながらも、筋線維タイプ別横断面積においては骨折肢及び非骨折肢ともに速筋への移行が認められた。したがって、骨折にともなうヒラメ筋のFOG線維へのタイプ移行には、体懸垂による廃用性萎縮とは異なるメカニズムが存在している可能性が示唆される。また、本研究において骨折群の左右肢、すなわち、骨折肢と非骨折肢でFOG線維の横断面積が同水準であったことから、SO線維からFOG線維への筋線維タイプ移行には機械的刺激といった筋活動量の低下[4,9]のみではなく、骨折肢における局所的な因子及び全身性の因子もまた関与していることが示唆される。トリヨードサイロニンの分泌が亢進すると速筋化し、衰退すると遅筋化することから、トリヨードサイロニンが速筋へのタイプ移行に関与することが指摘されている[13]。また、速筋へのタイプ移行において、アドレナリン性β受容体[30]の関与とグルココルチコイド[6]の関与が報告されている。しかしながら、本研究の副腎湿重量において対照群と骨折群の間に有意な差が認められていないことから、グルココルチコイドの関与は小さいことが示唆される。また、速筋へのタイプ移行について、カルシウム動態の関与も報告されているが[24]、本研究の血清カルシウム濃度（表１）において対照群と骨折群の間に有意な差は認められなかった。本研究において認められた、骨折によって生じた速筋へのタイプ移行のメカニズムは不明であるが、そのメカニズムが他の廃用性萎縮に認められる筋線維タイプ移行のメカニズムと異なることが考えられ、他に関与する因子の解析は興味がもたれる。

本研究と同様の骨折処置を成熟期雄性ラットに施した先行研究[29]では、筋線維タイプ別横断面積において骨折肢のヒラメ筋のタイプIIa線維に肥大は認められず、萎縮が生じたと報告している。先行研究[29]の成熟期ラットと本研究の老齢初期ラットにおける差異の要因として加齢の影響が考えられる。ヒトでは、女性と同様に男性においても加齢に伴いエストロゲン分泌が低下すること[5,23]、また、思春期及び成人期において骨の成長に対するエストロゲンとアンドロゲンの作用に差があること[22]が報告されている。したがって、加齢に伴いエストロゲン及びアンドロゲンの寄与率が変化している可能性が考えられる。さらに、Urbancovaら[26]は成熟期の雌雄ラットを用いて中足骨骨折を施し、雌のヒラメ筋の萎縮率（Fr/NFr,75%）が雄（84.2%）に比べて高い値であることを報告している。したがって、骨折に伴うヒラメ筋線維の変化における先行研究[26,29]と本研究の差異に加齢及び性ホルモンが関与していると考えられる。

4)　SDH活性値及びα-GPD活性値

酵素化学的特性については、SDH活性値及びα-GPD活性値に対照群と骨折群の間及び骨折群の左右肢間において統計的に有意な差は認められなかった。この点に関して、Hauschkaら[10]はヒラメ筋線維において筋線維横断面積とSDH活性値に負の相関があることを報告している。しかしながら、本研究において骨折群（左右肢）のヒラメ筋FOG線維が肥大したにも関わらず、SDH活性値の減少は認められなかった。また、これま

でにヒラメ筋における筋線維横断面積とα-GPD活性値の相関は十分に明らかではないが、本研究において骨折群のα-GPD活性値の変化は認められなかった。したがって、骨折群（左右肢）ヒラメ筋における各筋線維の代謝特性は維持されたと考えられる。

結　語

本研究によって中足骨骨折を施した右肢（骨折肢）と対側の左肢（非骨折肢）のヒラメ筋において速筋への筋線維タイプ移行（SO線維からFOG線維へ）が生じることが明らかになった（図２A、図３B）。非骨折肢においては荷重負荷によって代償的に筋湿重量が増加し、一方、骨折肢においては機械的刺激の減少から筋湿重量が減少するという異なる応答を示したが、筋線維タイプ別横断面積及び筋線維組成比率においては骨折肢及び非骨折肢ともにFOG線維が肥大し、また、その線維が占める比率が増加することを認めた。成熟期ラットを用いた先行研究[26)]と本研究の骨折肢の筋湿重量の萎縮率の相違から、加齢の影響が示唆されたが、詳細なメカニズムは不明である。

参考文献

1） Alford, E.K., Roy, R.R., Hodgson, J.A. and Edgerton V.R. （1987） Electromyography of rat soleus, medial gastrocnemius, and tibialis anterior during hind limb suspension. Exp. Neurol. 96: 635-649.

2） Carmeli, E. and Reznick, A.Z. （1994） The physiology and biochemistry of skeletal muscle atrophy as a function of age. Exp. Biol. Med. 206:103-113.

3） Connery, H.V. and Bridge, A.R. （1966） Determination of serum calcium by means of orthocresolphthalein complexone. Am. J. Clin. Pathol. 45:290-296.

4） Crawford, G.N.C. （1961） Experimentally induced hypertrophy of growing voluntary muscle. Proc. R. Soc. Lond. 154: 130-138.

5） Falahati-Nini, A., Riggs, B.L., Atkinson, E.J., O'Fallon, W.M., Eastell, R. and Khosla, S. （2000） Relative contributions of testosterone and estrogen in regulating bone resorption and formation in normal elderly men. J. Clin. Invest. 106: 1553-1560.

6） Falduto, M.T., Czerwinnski, S.M. and Hickson, R.C. （1990） Glucocorticoid-induced muscle atrophy prevention by exercise in fast-twitch fibers. J. Appl. Physiol. 69:1058-1062.

7） 藤田拓男（1987） 骨の成長と老化. The Bone 1:43-47.

8） 福岡県五病院会（1995）臨床化学. 24（2）:250-254.

9） Goldberg, A.L. （1967） Work-induced growth of skeletal muscle in normal and hypophysectomized rats. Am. J. Physiol. 213: 1193-1198.

10）Hauschka, E.O., Roy, R.R. and Edgerton, V.R. （1988）Periodic weight support effects on rat soleus fibers after hindlimb suspension. J.Appl.Physiol. 65（3）:1231-1237.

11）Hnik, P., Holas, M. and Payne, R. （1977） Reflex muscle atrophy induced by chronic peripheral nociceptive stimulation. J. Physiol. Paris 73: 241-250.

12）Hnik, P., Holas, M., Payne, R., Kraus, M., Erdosova, R. and Jakoubek, B. （1977） Do hormonal （stress） and vascular （ischaemia） factors contribute to reflex muscle atrophy induced by chronic nociceptive stimulation in rats? Physiol. Bohemoslov. 26: 289-296.

13）Ianuzzo, D., Patel, P., Chen, V. and Williams, C. （1977） Thyroidal trophic influence on skeletal muscle myosin. Nature 270:74-76.

14）金井泉（1983）臨床検査法提要. 29:410-413.

15）金井泉（1983）臨床検査法提要. 29:483-487.

16）木村忠直（1996）加齢に伴う骨格筋の機能形態変化(1)～(6). 治療 78:1635-1638, 2675-2679.

17）北村元仕（1967） 臨床化学分析. 29-52.

18）Lexell, J., Taylor, C.C. and Sjostrom, M. （1988） What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83year-old men. J. Neurol. Sci. 84:

275-294.
19）小河繁彦、山崎先也、岡本啓、福田 俊、家森幸男、田口貞善 （1995）模擬無重力による高血圧自然発症ラット骨格筋の組織化学的特性及び骨代謝への影響．日本生理学雑誌 57: 419-426.
20）Ohira, Y., Kurata, H., Inoue, N., Ohira, M. and Yajima, K. （1991） Effects of deafferentation on activity pattern, mass, and protein content in tenotomized or over-loaded rat muscle. In: K. Yajima （Ed）, Aerospace Science, Nihon University, Tokyo, pp, 263-268.
21）Peter, J.B., Barnard, R.J., Edgerton, V.R., Gillespie, C.A. and Stempel, K.E. （1972） Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. Biochemistry 11: 2627-2633.
22）Riggs, B.L., Khosla, S. and Melton, L.J.3rd. （1998） A unitary model for involutional osteoporosis: estrogen deficiency causes both type I and type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. J. Bone Miner. Res. 13: 763-773.
23）Smith, E.P., Boyd, J., Frank, G.R., Takahashi, H., Cohen, R.M., Specker, B., Williams, T.C., Lubahn, D.B. and Korach, K.S. （1994） Estrogen resistance caused by a mutation in the estrogen-receptor gene in a man. N. Engl. J. Med. 331: 1056-1061.
24）Soares, J.M.C., Duarte, J.A.R., Carvalho, J. and Appell, H.J. （1993） The possible role of intracellular Ca2＋ accumulation for the development of immobilization atrophy. Int. J. Sports Med. 14: 437-439.
25）Thomason, D.B. and Booth, F.W. （1990） Atrophy of the soleus muscle by hindlimb unweighting. J. Appl. Physiol. 68:1-12.
26）Urbancova, H., Hnik, P. and Vejsada, R. （1993） Bone fracture induces reflex muscle atrophy which is sex-dependent. Physiol. Res. 42: 35-40.
27）Van Meeteren, N.L.U., Brakkee, J.H., Helders, P.J.M., Wiegant, V.M. and Gispen, W.H. （1997） Function recovery from sciati nerve crush lesion in rat correlates with individual differences in responses to chronic intermittent stress. J. Neurosci. Res. 48:524-532.
28）鷲見正敏、田中寿一、水野耕作（1980）骨折の治癒過程におけるカルチトニンの影響について．骨代謝 13:449-456.
29）Zacharova, G., Knotov-Urbancova, H., Hnik, P. and Soukup, T. （1997） Nociceptive atrophy of the rat soleus muscle induced by bone fracture: a morphometric study. J. Appl. Physiol. 82（2）: 552-557.
30）Zeman, R.J., Ludemann, R., Easton, T.G. and Etlinger, J.D.（1998） Slow to fast alterations in skeletal muscle fibers caused by clenbuterol, a β2-recepter agonist Am. J. Physiol. 254:726-732.

（平成14年12月28日受付、平成15年４月25日受理）

スポーツ経営におけるサービス戦略とサービス品質：日中フィットネスクラブの分類

山下秋二*　徐　湘萍**　金山千広***　濱口幸子****

Service strategy and service quality in sport management: a classification of fitness clubs in Japan and China

Shuji YAMASHITA, Shohei JO, Chihiro KANAYAMA and Sachiko HAMAGUCHI

Abstract

One strategy that has been related to success in sport businesses is the delivery of high service quality. In light of recent service studies (i.e. SERVQUAL studies), this paper was conducted to examine differences in market environment, size of business and service strategy in the sport organization for factors related to service quality levels in terms of the customer satisfaction. Data were collected from 15 managers and 1,092 members of fitness clubs in Japan and China. The statistical techniques employed were factor analysis and cluster analysis.

The main results obtained were as follows:

1) An inspection of the content of the 25 items making up each of SERVQUAL's five dimensions suggested the following labels: empathy, reliability, tangibles, responsiveness and capacity.
2) In China, fitness clubs members highly assessed the dimensions of empathy, tangibles and capacity. In contrast, in Japan, reliability and responsiveness were assessed highly.
3) The members who belong to large clubs highly assessed the dimensions of empathy, tangibles and capacity. And responsiveness was assessed highly in small clubs.
4) Fitness clubs, which concentrate their effort on materializing the services, were assessed highly in the dimensions of empathy and capacity. Regarding reliability, members' assessment was high in the clubs with unified quality of services.
5) Strategic decision-making to meet supply and demand for service and to systematize its process would be expected to cover all of the dimensions of service quality.

Key words: SERVQUAL, market environment, size of business

---

*　京都教育大学教育学部：Kyoto University of Education, Fukakusafujinomori-cho1, Fushimi-ku, Kyoto 612-8522, Japan
**　上海師範大学：Shanghai Teachers University, Keirinro100, Shanghai, 200234, China
***　聖和大学短期大学部：Seiwa College, Okadayama 7-54, Nishinomiya 662-0827, Japan
****京都造形芸術大学：Kyoto University of Art and Design, Shirakawauryuyama 2-116, Sakyo-ku, Kyoto 606-8271, Japan

Ⅰ　緒　　言

近年、経済のサービス化が一段と進んだことを受けて、経営のやり方や経営学は、モノ生産中心の見方からサービス･マネジメントへとシフトしてきている（近藤[4]）。サービスという言葉は、日常的には非常に多義的に使用されている。広くは、ある人がある人に便宜を図る（相手に気を配って尽くす）ことであり、通常の労働以外の労働を意味したり、品物を売るとき、値引きや景品をつけたりすることであったりする。しかし、経営学が問題とするサービスとは、単なる奉仕という精神的な部分を指してのことや、金銭や品物そのものをいうのではなく、あくまでも、諸資源（人、物、抽象物）が有用な機能を果たすその働きが売買される財のことであり、サービス主体からサービス対象にむかって作用する機能を意味している（井原[3]）。かかるサービスをめぐっての対顧客取引を基本的な柱とするスポーツ経営においては、山下[16] の指摘を待つまでもなく、従来の経営学の枠組みではうまく処理できないさまざまな問題があることは当然である。

そこで本研究では、新しいサービス・マネジメントの枠組みを使って、スポーツ組織のサービス特性やサービス努力の数々を整理し、それらが顧客満足に対してどれだけ適合的であるのかを明らかにすることとした。なお、スポーツ組織が意図的に顧客満足を創り出そうとしている諸活動を本研究ではサービス戦略と呼び、その適合度の指標を顧客によるサービス品質の実際上の評価に求めた。

題材としては日本と中国におけるフィットネスクラブを選んだ。この両国には、現在、さまざまな規模のフィットネスクラブが散在している。なお「月刊レジャー産業資料」誌によれば、日本におけるフィットネスクラブ市場は1989年をピークに成長が止まり、1996年には1,700クラブに達したものの、それ以降はほぼ横ばいを続けているという（長野[6]，吉松[17]）。一方中国でのフィットネスクラブは、経済特区である上海に集中するのみであり、日本のピーク時でも41クラブにとどまっている（張・柳[1]）。その後、日本人向け高層高級マンション（1989年から2000年までに建設された34の物件）のすべてにフィットネスクラブが付帯されたこと（スーパーシティ上海編集部[13]）などを契機に、ブーム化の兆しもみられる。出店数は現在100クラブ程度と推測される。プロダクト・ライフサイクル上の位置づけでいえば、前者は典型的な成熟期、後者はまさに導入期にあるとみてよかろう（戸・柳[14]）。

日本のフィットネスクラブは20歳代、30歳代の若い女性が中心となって拡大してきた経緯がある。しかし、現在では男女比が均衡し、年齢でも40歳代以上が半数近くを占めるようになってきている。このような状況下、長野[7] は、今後、フィットネスクラブが中高年層を積極的に取り込むか、オールゼネレーション型を志向するか、あるいは20歳代、30歳代に特化して若者のニーズに応えるクラブづくりをするか、戦略的な選択と綿密な計画が必要とされる、と指摘している。

これに対して中国（上海）では、概して貴族化の傾向があり、富裕層の高級社交クラブとして隆盛した。目下、大衆化することで生き残りを図るべく大きな経営転換を求められる事態に立ち至っている（鐘[12]）との指摘もあるが、太極拳のような健康スポーツが広く普及していることもあり、中高年層を消費者ターゲットとして完全に捉えきれないというのが現状のようである。したがって、戦略課題も日本とは自ずと異なってくるものと思える。

ところで、サービス品質の評価問題に関わる代表的な研究としては、Parasuraman et al. [9-11]、細野[2]、山本[15] などがある。本研究でも、大筋、これらの研究に依拠し、フィットネスクラブのサービスに焦点を合わせて問題を設定した。

本研究で検討が試みられた問題は以下の３点である。

1)　市場環境の違いはサービス品質の評価にどのような影響を与えるか。
2)　経営規模の大小はサービス品質の評価にどのような影響を与えるか。
3)　サービス戦略の特徴はサービス品質の評価にどのような影響を与えるか。

Ⅱ　研 究 方 法

Ⅱ－１　概念の操作化

Ⅱ－１－（1）サービス品質

サービス品質の測定尺度は一般にSERVQUAL（サー

ブクアル）と称され、当初は、有形の部分、信頼性、対応、コミュニケーション、信用性、安全性、能力、丁寧さ、顧客を理解する、アクセスの10次元からスタートし（Parasuraman et al.[9]）、その後、触知性、信頼性、反応性、確実性、共感性の５つの次元に集約された（Parasuraman et al.[10, 11]）。わが国におけるサービス品質の基準も、現在、ほぼ同様の５次元が基本とされている（近藤[5]）。したがって本研究でも、この５次元を選択することにした。

各次元にはそれぞれ５種類のインディケータを用い、次の表１に示すように操作化した。インディケータのスケールは５点リカート尺度であり、質問票によって測定される。表１の右端の列に、そのインディケータに対応する質問票項目の番号を記している。質問票は、本稿の巻末（付録１）に示している。

表１　サービス品質のインディケータ・リスト

概　念	次　元	インディケータ	質問票項目番号
サービス品質	触知性	施設の景観	１－１　２－１
		設備の機能	１－２　２－２
		情報露出度	１－３　２－３
		従業員の外見	１－４　２－４
		顧客の外見	１－５　２－５
	信頼性	内容の一貫性	１－６　２－６
		時間厳守	１－７　２－７
		利便性の確保	１－８　２－８
		自由性の確保	１－９　２－９
		応答力	１－10　２－10
	反応性	挨拶の敏速性	１－11　２－11
		手際の良さ	１－12　２－12
		積極性	１－13　２－13
		選択肢の多さ	１－14　２－14
		状況即応性	１－15　２－15
	確実性	知識の豊富さ	１－16　２－16
		専門的能力	１－17　２－17
		対応の平等性	１－18　２－18
		礼儀正しさ	１－19　２－19
		顧客志向	１－20　２－20
	共感性	気配りの範囲	１－21　２－21
		ホスピタリティの表現	１－22　２－22
		問題共有の姿勢	１－23　２－23
		誠意ある対処法	１－24　２－24
		責任範囲の広さ	１－25　２－25

Ⅱ－１－（2）サービス戦略

サービスは先述の井原[3] の定義が示すように、機能そのものであり、モノ製品とは本質的な違いがある。したがって、顧客満足を意図したマーケティング対応戦略も、その特殊性を踏まえたものでなければならない。本研究では以下のような考え方でサービス戦略の次元構成を行った（細野[2]，小川[8]）。

すなわち、サービス財それ自体は無形であり、物質的に存在しないことにまず対応しなければならない（有形化戦略)。次に必要なのは、サービスの生産と消費は同時に起こることへの対応である（同期化戦略)。さらには、１回限りで消えてしまうことへの対応である（同一化戦略)。また、顧客はサービス活動の結果だけではなくプロセスも体験せねばならない。したがって、そうした一連の流れに対する配慮が必要である（システム化戦略)。そして、サービスにはまったく同じものがないことへの対応も必要である（同質化戦略)。以上、５つによる次元構成である。表２は、これらを測定する全インディケータを要約的に示したものである。質問票はサービス品質と同様、巻末（付録２）に示しておいた。

表２　サービス戦略のインディケータ・リスト

概　念	次　元	インディケータ	質問票項目番号
サービス戦略	有形化	接客態度	３－１　４－１
		シンボル化	３－２　４－２
		環境条件の視覚化	３－３　４－３
		運動効果の視覚化	３－４　４－４
		音響効果の利用	３－５　４－５
	同期化	短期的インセンティブの利用	３－６　４－６
		予約制の導入	３－７　４－７
		利用時間帯区分	３－８　４－８
		他施設との連携性	３－９　４－９
		ニーズの先取り	３－10　４－10
	同一化	事業コンセプトの周知	３－11　４－11
		標語化	３－12　４－12
		制服化（従業員）	３－13　４－13
		制服化（顧客）	３－14　４－14
		顧客対応のマニュアル化	３－15　４－15
	システム化	顧客参画	３－16　４－16
		コース設定の明確化	３－17　４－17
		利用回数による特典	３－18　４－18
		顧客苦情対応	３－19　４－19
		顧客との交流	３－20　４－20
	同質化	研修の機会	３－21　４－21
		情報交換	３－22　４－22
		平等性の確保	３－23　４－23
		健康状態への配慮	３－24　４－24
		サービス精神の徹底	３－25　４－25

Ⅱ－２　調査デザイン

Ⅱ－２－（1）調査対象

調査対象となったのは、わが国の関西地区に散在す

るフィットネスクラブ、ならびに中国上海地区のクラブである。回答に応じたクラブの国別分布と組織サイズは、次の表３に示すとおりである。なお、ここでいうフィットネスクラブとは、健康づくりのための諸サービスを提供する会員制のクラブであり、単一または複数の運動種目を会員に継続的に提供することを可能ならしめている施設単位の組織を指している。その経営形態は、独立した民間営利企業のかたちをとっているもの（今回のサンプルではC1，C3，J1，J2，J8）ばかりではなく、大手のグループ化されたクラブの1つであったり（J5，J7，J9，J10）、公共スポーツ施設の中の民間企業に委託されたクラブであったりする場合もある（J3，J4，J6，J11）。また、中国では国営であったり（C2）、国営企業と日本の民間企業の合弁会社であったりするもの（C4）まである。それぞれのクラブの経営環境や組織目的等についてはサービス戦略による分類結果と合わせて報告する（後掲の表７）。

本研究では、各クラブを代表する管理者１名ずつのほか、各クラブの会員を無差別に抽出した。会員サンプルの国別・性別・年代別分布は、表４に示すとおりである。

表３　回答クラブの国別分布と組織サイズ

中国（N=4）				日本（N=11）			
サンプルNo.	会員数	敷地面積	従業員数	サンプルNo.	会員数	敷地面積	従業員数
C1	360人	10000㎡	110人	J1	6800人	5500㎡	31人
C2	21000	24000	150	J2	700	1978	20
C3	500	700	30	J3	12567	2000	30
C4	320	3000	30	J4	6512	1798	18
				J5	3641	2851	32
				J6	18421	6729	27
				J7	3684	2351	23
				J8	14472	2180	23
				J9	2745	3623	17
				J10	1900	2500	36
				J11	6800	500	9

表４　会員サンプルの国別・性別・年代別分布

	中国（N=346）		日本（N=746）		計
	男	女	男	女	
１０代	5	20	6	8	39
２０代	45	86	53	70	254
３０代	62	46	49	56	213
４０代	38	18	46	44	146
５０代	15	5	47	95	162
６０代	3	2	122	96	223
７０代	0	0	30	23	53
８０代	1	0	1	0	2
計	169	177	354	392	1092

Ⅱ－２－（2）　調査方法とデータ処理

本研究で操作化されたサービス品質、サービス戦略は、ともに質問紙法によって測定されるが、調査方法という点では留置法を採用した。日中両国への調査は2001年２月から４月の同時期に行い、留置の期間は約２週間であった。

調査に使用した質問票は巻末の付録に示しているとおり、４種類あり、質問票1，2は会員を対象とし、質問票3，4は管理者を対象としている（1，3は日本語版、2，4は中国語版）。調査データの解析に当たっては、SPSS（10.0J）を用い、サービス品質の評価には因子分析（主因子法、ノーマル・バリマックス回転）を、経営規模及びサービス戦略によるクラブの分類にはクラスター分析（ウォード法）を適用した。

Ⅲ　結果と考察

Ⅲ－１　サービス品質インディケータの妥当性の検討

先に表１に示したとおり、著者らが先験的に選択したサービス品質インディケータは全部で25ある。本研究では、まず、これらが触知性、信頼性、反応性、確実性、ならびに共感性の５つの次元に経験的に集約するか否かを、因子分析によって検討した。次の表５は、会員サンプルの評価データについて、因子軸のバリマックス回転を行った後の因子負荷量を示している。固有値1.0以上の因子が５つ抽出されたが、その結果は、先験的な予想とはやや乖離するものである。 すなわち、第１因子に高い因子負荷量を示したインディケータは、著者らが先験的に選択した反応性、確実性、共感性の３次元にわたっている。しかし、とくに高い負荷量を示しているインディケータは責任範囲の広さ、ホスピタリティの表現、誠意ある対処法、顧客志向、問題共有の姿勢等であり、その大半が、当初、共感性に属すると考えられていたものである。したがって、第１因子は、反応性や確実性との関係をも含めた「共感性」と解することとした。つまり、個々のスタッフの迅速かつ積極的な行動（反応性）やサービスの質を印象づけられるスタッフの能力（確実性）も、結局は

表５　サービス品質インディケータの因子負荷量

インディケータ	第１因子	第２因子	第３因子	第４因子	第５因子
施設の景観			0.586		
設備の機能			0.720		
情報露出度			0.489		
従業員の外見			0.471		
顧客の外見			0.430		
内容の一貫性		0.528			
時間厳守		0.701			
利便性の確保		0.603			
自由性の確保		0.545			
応答力	0.461				0.424
挨拶の敏速性				0.626	
手際の良さ	0.431			0.683	
積極性	0.552			0.437	
選択肢の多さ	0.566				0.469
状況即応性	0.587				
知識の豊富さ	0.617				
専門的能力	0.625				
対応の平等性	0.609				
礼儀正しさ	0.586			0.438	
顧客志向	0.721				
気配りの範囲	0.662				
ホスピタリティの表現	0.725				
問題共有の姿勢	0.707				
誠意ある対処法	0.721				
責任範囲の広さ	0.728				
固　有　値	6.847	3.062	2.836	2.388	1.315
累積寄与率(%)	27.4	39.6	50.9	60.5	65.8

†相対的に高い因子負荷量(0.4以上)のみを掲載。

顧客の気持ちを理解しようとする姿勢として感情的に評価されることが多いということである。

第２因子は、時間厳守、利便性の確保、自由性の確保、内容の一貫性といったインディケータに因子負荷量が高く、顧客の期待に合理的に応えるクラブ全体としての能力が問われている。この因子は、当初から考えられていた「信頼性」にほぼ一致する。さらに、第３因子への因子負荷量が高いインディケータは、施設の機能、施設の景観、情報露出度、従業員の外見、顧客の外見であり、先験的に選択した「触知性」の次元と完全に一致する。すなわち、第３因子は、クラブ内の物的・情報的要素への評価であり、サービス品質の具体的な手がかり（表層部分）となるものを含意する因子である。

次に、第４因子であるが、これは手際の良さ、挨拶の敏速性、礼儀正しさ、積極性に負荷量が高い。これらは顧客の求めに応じるスタッフの迅速かつ積極的な行動を直接問うものであり、当初の「反応性」と考えてよかろう。サービスの実質的な機能を意味する。最後に、第５因子であるが、高い負荷量を示したのは、選択肢の多さと応答力という２つのインディケータである。これらは、先験的にはそれぞれ反応性、信頼性の別次元に属していたものではあるが、いずれもサービスの本質的な部分に関わる重要なインディケータである。したがって、本研究ではこの因子を「許容性」と命名し、独立の次元として採択することにした。それは、個々のスタッフの能力というよりはサービス組織全体としてのキャパシティを意味しており、従来のサービス研究において見逃されてきた、きわめて重要な次元のように思える。

Ⅲ－２　フィットネスクラブの市場環境とサービス品質

上述のように経験的に選択された共感性、信頼性、触知性、反応性、そして許容性の５次元を用いて、日中両国のフィットネスクラブのサービス品質にどのような違いが現れるかを検討した結果が図１である。比較に用いられたのは両国の会員サンプルが有している各因子得点の平均値である（サンプル・サイズは日中それぞれ、N=746，N=346）。

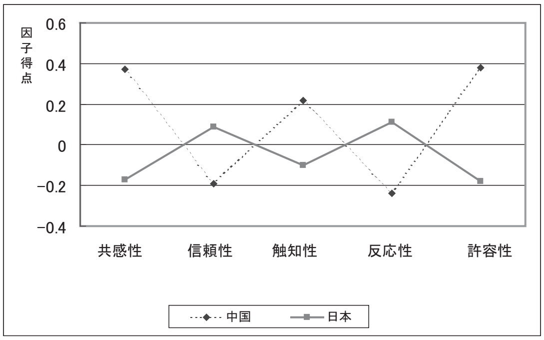


図1　サービス品質の日中比較

一見してわかるように、日本と中国では、フィットネスクラブのサービス品質に対する会員サンプルの評価は全く正反対の傾向を示している（統計的有意性はいずれの次元においても$p<0.001$）。日本では信頼性と反応性に高い値を示しているのに対して、中国では共感性、触知性、許容性である。

すなわち、日本のクラブでは、サービス財が本来もつべき合理的で実質的な機能が高く評価されているのに対し、中国では、それよりもむしろ感情的・表層的な部分とサービス・キャパシティが高く評価されているということである。このことは、それぞれ成熟期と導入期にあるクラブの、サービス内容におけるアクセントの置き方の違いと受け止めることができる。顧客層も、前者では高齢者の割合が高いのに対して、後者では若年層の割合が高いことが経験的に知られており（本研究における両サンプル間の年齢構成の違いについては、前掲の表４を参照のこと）、サービス内容はそれぞれの年齢層に応じた工夫がなされていることは容易に想像のつくところである。いずれにしろ、ここで明らかになったサービス品質の評価に関する日中間の差は、市場環境の影響を如実に反映した結果と理解してよかろう。

Ⅲ－３　フィットネスクラブの経営規模とサービス品質

さて、フィットネスクラブの経営規模についてはどうであろうか。これは、市場環境に応じて変化するといった単純なものではなく、日中両国とも、さまざまな規模のクラブによって市場が構成されている。このことは表３に掲げた組織サイズのデータをみても明らかである。経営規模の厳密な測定にあたっては、これらのほか、財務指標等さまざまな角度からの検討が必要となるが、両国間の経済状況の違いもあり、一様にはいかない。

とりあえず本研究では、会員数、敷地面積、従業員数の値をもとに両国のフィットネスクラブをクラスター分析した。その結果、図２のような樹状図（デンドログラム）が得られた。図の縦軸はクラブ間の非類似度であり、それをはかる指標としてはユークリッド平方距離が用いられている。この樹状図を、ちょうど点線で示された点で切れば、大規模（C2）、中規模（J3, J8，J6）、小規模（J5，J7，J9，J10，C4，J2，C3，J4，J11，J1，C1）の３群のクラスターに分類できる。この切断ポイントが、解釈がもっとも容易である。端的にいえば、会員数20000人以上のクラブ、20000人未満10000人以上のクラブ、10000人未満のクラブということである。

次の図３は、それぞれのクラスターに属するクラブの会員が下した、サービス品質の各次元への評価である（サンプル・サイズは大・中・小規模それぞれ、N=136,　N=221，N=735）。比較した数値は、会員サンプルが有する各因子得点の平均値である。

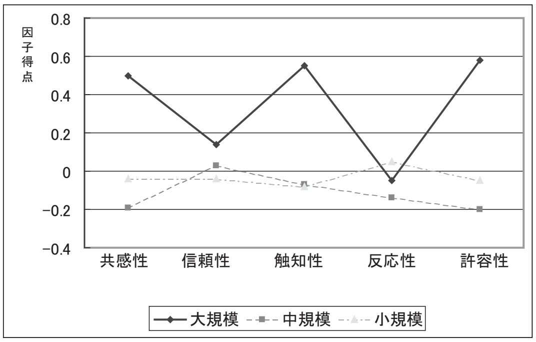


図3　組織サイズとサービス品質

結果は、共感性、触知性、反応性、許容性の各次元で有意な差が認められた（反応性のみ$p<0.05$、他は$p<0.001$）。これらの次元のうち、反応性を除いては、いずれも大規模クラブが最も高い値を示した（多重比較の結果は、共感性と触知性で、大規模＞中規模、大規模＞小規模、許容性で、大規模＞中規模、大規模＞小規模、小規模＞中規模）。すなわち、サービスの感情的・表層的な部分やキャパシティは大規模であるがゆえに可能だということである。共感性、触知性、許容性への高い評価は導入期にあるクラブの特徴であるという先の結果と平行して、ここでは、それらが経営規模の影響を少なからず受けていることがわかる。とはいえ、規模の大小と評価の高低が完全に一致しているわけではないことにも注意を払うべきであろう。大規模クラブの内実は、中国の１クラブにすぎないのである。

ところで反応性についてであるが、図に示したとおり、この次元では小規模クラブが大規模クラブを逆転している（多重比較の結果は、小規模＞中規模のみ有意）。つまり、個々のスタッフの迅速かつ積極的な行動というような意味でのサービスならば、たとえ小規模のクラブであっても十分それが可能であるということが、そこから見て取れよう。また、小規模であるがゆえに、そうしたサービスが行き届くのかもしれない。

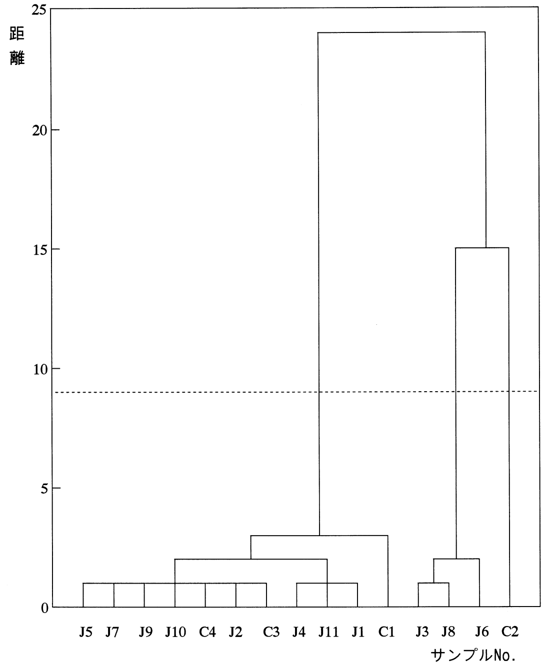


図２　組織サイズ・データへのクラスター分析の適用結果

Ⅲ－４　サービス戦略によるフィットネスクラブの分類とサービス品質

次の樹状図（図４）は、管理者サンプルから得られたサービス努力に関するデータ（サービス戦略インディケータ25項目への反応得点）をもとに、フィットネスクラブをクラスター分析した結果である。縦軸の結合距離（クラブ間の非類似度）から判断するならば、３か５のクラスターに分けるのが妥当であろう。本研究では、戦略的な特徴をより詳細につかむことを意図して、後者を採択した。切断ポイントは図中に点線で示したとおりである。

各クラスターの特徴を知るため、サービス戦略の５つの次元ごとにインディケータの反応得点を集約してみると、表６のようになる。クラスター１では、有形化の度合いが相対的に高く、実体のないサービス財をスタッフの接客態度、マークやシンボル、象徴的な色や音楽で表現することを重視しているクラブのまとまりと考えられる。クラスター２では同一化の度合いが高い。これは、とくにブランド・イメージの一貫性（統一性）を訴求することを重視しているクラブ群と考えてよい。クラスター３は、有形化を除いてはいずれの次元においても他のクラスターより高い値を示している。全方位型のきわめて戦略志向の強いクラブ群であるが、中でも同期化度とシステム化度が他を引き離しており、サービスの需給調節に余念がなく、システム商品としての位置づけを強化しようとしているクラブ群と考えてもよかろう。クラスター４では、同質化の度合いが相対的に高く、サービスの品質にばらつきがでないようにすることを重視しているクラブ群だといえる。最後のクラスター５は、すべての次元において度合いが低く、戦略的な意思の比較的希薄なクラブ群だと考えられる。参考のため、各クラスターに含まれるクラブの経営環境等の実際を表７にまとめておく。

それでは、各クラスター間のサービス品質の違いを、会員サンプルの評価からみてみることにしよう。図５が、サービス戦略とサービス品質の関係である。比較の数値はこれまでどおり、サービス品質の各次元に対応した因子得点の平均値、サンプル・サイズは、クラ

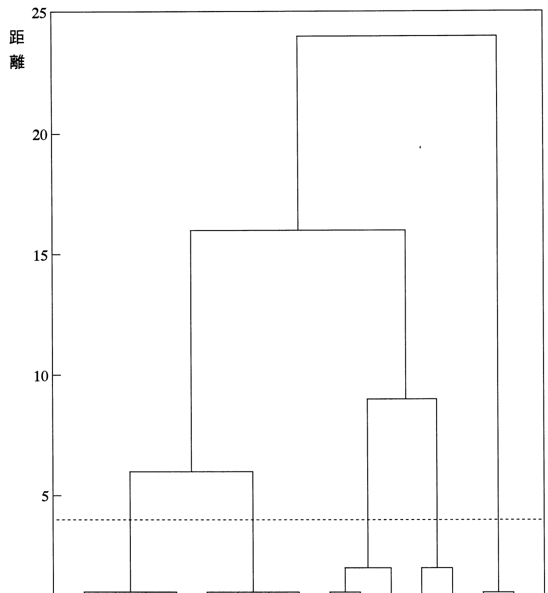


図４　サービス戦略データへのクラスター分析の適用結果

スター１から５まで、順次、N=271，N=187，N=494，N=81，　N=59であった。

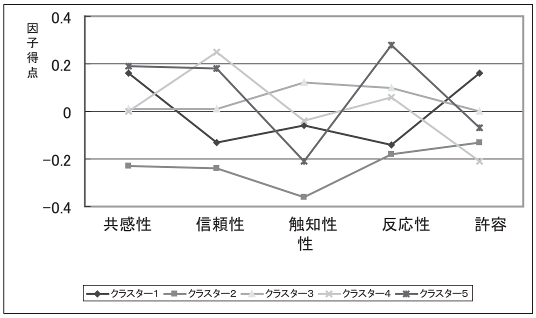


図5　サービス戦略とサービス品質

結果は、サービス品質のすべての次元において有意な差が認められた（いずれもp<0.001）。多重比較の結果は、共感性で、クラスター５＞クラスター２，４、クラスター１＞クラスター２，4、クラスター３＞クラスター２、信頼性で、クラスター４＞クラスター１，2、クラスター５＞クラスター２、クラスター３＞クラスター１，2、触知性で、クラスター３＞クラスター１，2，5、クラスター４＞クラスター２、クラスター１＞クラスター２、反応性で、クラスター５＞クラスター1，2、クラスター３＞クラスター１，2、そして許容性で、クラスター１＞クラスター2，3，4である。

最初に、クラスター１についてであるが、これは共感性と許容性に高い値を示している。すなわち、有形化への努力が、サービス財の感情的な部分とキャパシティの評価を高めるようである。次に、クラスター２であるが、５つの次元すべてにわたって評価が低い。つまり、同一化の努力だけでは、顧客はサービス品質

表６　クラスター別にみたサービス戦略の特徴

	有形化度	同期化度	同一化度	システム化度	同質化度
クラスター１（C1，J8，J9，J10）	17.8	16.8	16.0	15.5	15.8
クラスター２（J7，J11，C3，J2）	15.5	14.0	17.0	12.8	15.8
クラスター３（C4，J1，C2）	14.7	22.0	18.3	20.0	20.3
クラスター４　（J3，J5）	9.0	16.0	15.0	14.0	19.0
クラスター５（J4，J6）	9.5	8.0	15.5	14.5	16.0

†数値はサービス戦略インディケータの各次元ごとの平均値。

表７　各クラスターに含まれるクラブの経営実態

	経営環境または組織目的の概要	共通する戦略課題
クラスター１	ここに属する日本の3クラブ(J8，J9，J10)は、いずれも民間営利のクラブであり、政令指定都市の主要部に近く競合施設も多い。中国のクラブ(C1)も上海市の特に高級な繁華街に立地し、富裕層の社交クラブとして隆盛している。	他施設との差別化を図ることを強く意識せざるを得ず、その結果として、サービスの有形化への努力が増してきているものと思われる。
クラスター２	日本のJ7およびJ11は、ともに郊外のベッドタウンに立地し、前者は低料金化、後者はバリアフリー化を基本目的に掲げたクラブである。J2と中国のC3は、他のクラブのようにエクササイズ全般にわたったサービス提供ではなく、プール重視型のサービスを特徴としている。	効率的な経営、もしくは自組織のコンセプトを明確にした経営が求められているわけであり、統一されたブランド・イメージの形成がその成否を分けるものと思われる。
クラスター ３	ここには中国の2クラブと日本の1クラブが属している。中国のクラブは国営の大規模・大衆クラブ(C2)と日中合弁による高級クラブ(C4)で、組織目的は異なるとはいえ、それぞれに中国での経営モデルとなる有名クラブである。日本のJ1も都市近郊のニュータウンに他の文化施設と並立してあり、立地条件を巧みに生かした独自の経営(地域密着型の経営)が高く評価されている。	それぞれに知名度が高い人気クラブであることから、サービスの需給バランスをとることが最大の戦略課題になる。さらには組織力を生かしての新しいシステムづくりも、日々経営努力の対象となるものと思える。
クラスター ４	日本のJ3とJ5が属するが、前者は公的施設の運営受託、後者は大手のチェーン店である。経営形態は異なるが、どちらも典型的な郊外型クラブである。	都市部のクラブや同じチェーン店との間にサービス格差が生じないようにすることが最大の課題となる。
クラスター ５	J4は障害者優先施設。J6はスポーツ施設が乏しい地域に配慮して公共体がとくに導入した施設である。	競合施設をもたないのが共通点であり、戦略的意思を表面に出す必要はない。

としての評価をしてくれないというわけである。一般に、スポーツ組織の戦略的な意思は触知性の次元に多く反映されるものであるが、このクラスター2の場合、触知性の評価が極端に低い。戦略的な意思と品質の具体的な手がかりとの間のギャップが想像できる。

サービス品質のすべての次元にわたって、まんべんなく高い評価を得ているのはクラスター3である。この結果からは、フィットネスクラブも、基本的には全方位型のオーソドックスな戦略をとることが必要であることが示唆されるのと同時に、同期化とシステム化への努力がきわめて有効であることも窺い知ることができる。一方、クラスター4では、信頼性に際だって高い値を示している。すなわち、同質化への努力を怠らないことこそが、サービスが合理的に機能していることへの評価につながりやすいということである。

最後に、クラスター5であるが、これはもともと戦略的な意思が希薄であるクラブ群と想定されたものである。当然、戦略志向の強いクラスター3に比して触知性の評価が低い。ところが他の次元においては、意に反して、顧客から結構高い評価を得ているようである。共感性、信頼性、反応性においてとくに評価が高い。このクラスターに属するクラブは、表7にも示したとおり、いずれもスポーツの均等な機会という面で相対的に不利な条件に立たされている人々を対象に経営がなされている。サービス品質の感情的な部分あるいは合理的で実質的な機能というのは、実はそうした場合、組織側の戦略的な意思とは無関係に評価されることもあるというわけである。この結果は、サービスとは元来、サービス提供者の外見的な行動のすべてを指すのではなく、あくまでも顧客側の便益もしくは満足に直接作用する機能であることを物語っていよう。

Ⅳ 要 約

日中フィットネスクラブの経営を題材として、スポーツ組織のサービス戦略の実態と品質評価の関係を明らかにすることを目指した。日中合わせて15のフィットネスクラブと1092人の会員から得られたデータを分析した結果、次のような点が明らかとなった。

1）サービスの品質を評価する次元として、共感性、信頼性、触知性、反応性、許容性の5つの因子が抽出された。

2）導入期にある（中国の）クラブと成熟期にある（日本の）クラブでは、サービス品質に変化がみられ、前者では共感性、触知性、許容性の評価が高く、後者では信頼性と反応性の評価が高い。

3）共感性、触知性、許容性の評価は、とくに大規模のクラブで高く、反応性の評価は小規模のクラブで高い。

4)共感性と許容性の評価にはサービスの有形化戦略が、信頼性の評価には同質化戦略が影響を与える。

5)サービスに対する同一化戦略のみでは品質の評価に影響を与えることはなく、評価を全体的に高めるには、同期化及びシステム化への努力が鍵となる。

6)触知性の評価を得るためには強い戦略的な意思が必要であるが、共感性、信頼性、反応性の評価に対してはさほどではない。

文　献

1） 張亮·柳伯力（2000） 我国体育健身娯楽市場的現状及存在的問題．成都体育学院学報 26（1）：14.

2） 細野真喜子（1993） サービス·クォリティの決定要素－測定とケース－．法政大学大学院社会科学研究科修士論文.

3） 井原哲夫（1985） サービス化社会とサービス市場の基本構造．大蔵省大臣官房調査企画課編 ソフトノミックス・フォローアップ研究会報告書，pp. 36-37.

4） 近藤隆雄（1995） サービス·マネジメント入門－物づくりから価値づくりへの移行－. 生産性出版：東京，pp. 2-17.

5） 近藤隆雄（1999）サービス·マーケティング－サービス商品の開発と顧客価値の創造－. 生産性出版：東京，pp. 138-142.

6） 長野 茂（1997） フィットネスクラブ事業の動向と今後の展望．月刊レジャー産業資料 368：30-33.

7） 長野 茂（1999） 選別されるフィットネスクラブ－21世紀に勝ち残るための三つの提言－．月刊レジャー産業資料 392：64-68.

8） 小川孔輔（1994） ブランド戦略の実際．日本経済

新聞社：東京，pp．132-134．
9）Parasuraman，　A.，　Zeithaml，　V.，　and Berry，L．L.（1985）A conceptual model of service quality and its implications for future research．Journal of Marketing 48：41-50．
10）Parasuraman，　A.，　Zeithaml，　V.，　and Berry，L．L.（1986）SERVQUAL：A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality．Marketing Science Institute：Cambridge MA．
11）Parasuraman，　A.，　Zeithaml，　V.，　and Berry，L．L.（1988）SERVQUAL：A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality．Journal of Retailing 64（1）：12-37．
12) 鐘　天朗(2001) 上海市民家庭体育消費的現状及対策．上海体育学院学報　25(2):10.
13) スーパーシティ上海編集部(2001) SUPER CITY NEWS④．スーパーシティ上海　7:64-65.
14) 戸峰・柳伯力(1999) 我国体育市場的発展和問題的分析．武漢体育学院学報　33(1):18.
15) 山本昭二(1999) サービス・クォリティーサービス品質の評価過程ー．千倉書房：東京.
16) 山下秋二(2000) スポーツと経営学.　山下秋二・畑　攻･冨田幸博編 スポーツ経営学.大修館書店：東京，pp．8-30.
17) 吉松　隆(2000) ピープル徹底研究ー健康とスポーツを軸に拡大する利害関係者ー．月刊レジャー産業資料　405:89-95.

（平成14年12月25日受付、平成15年５月５日受理）

付録１　フィットネスクラブのサービス評価に関する調査

質問票1

1－「まったくあてはまらない」 2－「あまりあてはまらない」 3－「どちらともいえない」
4－「ほぼそのとおり」 5－「まったくそのとおり」

1 この施設の建物はデザインも景観もよい。 1 2 3 4 5
2 この施設運動器具・備品・設備が優れている。 1 2 3 4 5
3 この施設の利用の案内板は見やすく・情報コーナーが便利である。 1 2 3 4 5
4 この施設のスタッフに清潔感があって、姿勢もよい。 1 2 3 4 5
5 この施設の顧客はみんなおしゃれで感じがよい。 1 2 3 4 5

6 この施設ではいつでも同じ内容のサービスが受けられる。 1 2 3 4 5
7 この施設のサービスは常に時間どおりに行われる。 1 2 3 4 5
8 この施設は顧客が利用しやすいシステムである。 1 2 3 4 5
9 この施設は運動が自由に楽しめる。 1 2 3 4 5
10 この施設ではどんな要求でも余裕を持って応えてくれる。 1 2 3 4 5

11 ここのスタッフはいつでもすばやく挨拶してくれる。 1 2 3 4 5
12 ここのスタッフの応対がてきぱきとしている。 1 2 3 4 5
13 ここのスタッフは自分からすすんで顧客を助けようとする。 1 2 3 4 5
14 ここのスタッフは問題解決のための選択肢を多く提供してくれる。 1 2 3 4 5
15 ここのスタッフは思いがけないことが起きたときでもすばやく対応してくれる。 1 2 3 4 5

16 ここのスタッフは顧客の質問に答える知識を豊富に持っている。 1 2 3 4 5
17 ここのスタッフは専門的能力が高い。 1 2 3 4 5
18 ここのスタッフはビギナーにも常客にも対応の仕方が適切である。 1 2 3 4 5
19 ここのスタッフはいつも顧客に礼儀正しい。 1 2 3 4 5
20 ここのスタッフはいつでも顧客の満足を第一に考えてくれる。 1 2 3 4 5

21 ここのスタッフは顧客の一人ひとりに気をくばってくれる。 1 2 3 4 5
22 ここのスタッフからは顧客をもてなす気持ちが自然に伝わってくる。 1 2 3 4 5
23 ここのスタッフはどんなことでも、まず顧客の意見を聞こうとする。 1 2 3 4 5
24 ここのスタッフは顧客が困ったとき、誠意を持って対処してくれる。 1 2 3 4 5
25 ここのスタッフは担当責任でないところでも親切に教えてくれる。 1 2 3 4 5

質問票2

1. 这个运动设施的建筑物的设计和景观都很好。 1 2 3 4 5
2. 这个运动设施具有先进的运动器具、备品、设备。 1 2 3 4 5
3. 这个运动设施的指示图表示清楚、情报专栏的利用方便。 1 2 3 4 5
4. 这儿的全体工作人员的好姿势给人以亲切感。 1 2 3 4 5
5. 这个运动设施的客人都时髦且有流行感，感觉很好。 1 2 3 4 5

6. 在这个运动设施里，一贯能得到同样内容的服务。 1 2 3 4 5
7. 这个运动设施按时提供服务。 1 2 3 4 5
8. 这个运动设施的具有方便客人的系统服务。 1 2 3 4 5
9. 这个运动设施的能以自由的运动来获得快乐。 1 2 3 4 5
10. 这个运动设施的能从容地应答客人的要求。 1 2 3 4 5

11. 这儿的工作人员以迅速敏捷的问侯来招呼客人。 1 2 3 4 5
12. 这儿的工作人员以迅速利落的应答，来为客人服务。 1 2 3 4 5
13. 这儿的工作人员乐于帮助客人。 1 2 3 4 5
14. 这儿的工作人员为客人解决问题而提供了许多选择。 1 2 3 4 5
15. 这儿的工作人员碰到各种意外情况也能快速沉着应付。 1 2 3 4 5

16. 这儿的工作人员具有对答客人问题的丰富知识。 1 2 3 4 5
17. 这儿的工作人具有高度的专业能力。 1 2 3 4 5
18. 这儿的工作人员能用恰当的方法分别接待初次登门的客人和常客。 1 2 3 4 5
19. 这儿的工作人员始终给客人以正确的礼仪。 1 2 3 4 5
20. 这儿的工作人员总是把客人的满足放在首位。 1 2 3 4 5

21.工作人员倾心关注着每一位客人。 1 2 3 4 5
22. 这儿的工作人员的接待表现得自然贴切。 1 2 3 4 5
23. 这儿的工作人员无论何时都能主动听取客人的意见。 1 2 3 4 5
24. 这儿的工作人员以诚意解决客人的疑惑。 1 2 3 4 5
25. 即使在担当责任以外，这儿的工作人员也能亲切地指导客人。 1 2 3 4 5

付録２　フィットネスクラブのサービス努力に関するチェックリスト

質問票3

1 顧客に接する前に感じのよい挨拶・笑顔を作る練習をスタッフにさせている。	1 2 3 4 5
2 施設の看板や館内の貸し出し品にシンボルマークを入れている。	1 2 3 4 5
3 館内の気温やプールの水温、水質結果等をいつも掲示している。	1 2 3 4 5
4 各自のトレーニング効果をデータベース化し、管理している。	1 2 3 4 5
5 プログラムや時間帯によって館内に流す音楽を変えている。	1 2 3 4 5
6 季節や曜日、時間帯に合わせて優待券や割引券を発行する。	1 2 3 4 5
7 コンピュータによる顧客管理や予約システムによる需給調節を行っている。	1 2 3 4 5
8 季節や曜日、時間帯によって利用対象者を区別する。	1 2 3 4 5
9 他の事業者と提携し、他店の顧客の施設利用を受け入れている。	1 2 3 4 5
10 顧客ニーズを先取りし、提供するサービスの内容を積極的にバージョンアップしている。	1 2 3 4 5
11 スタッフ全員に事業コンセプトを周知させている。	1 2 3 4 5
12 スローガンやキャッチフレーズを作り、それらをポスターやちらし等に常に入れている。	1 2 3 4 5
13 スタッフ全員に制服を着させている。	1 2 3 4 5
14 独自のトレーニングウェアをデザインし、顧客に購入をすすめている。	1 2 3 4 5
15 独自の挨拶応対のマニュアルがあり、スタッフ全員がいつもそれに従っている。	1 2 3 4 5
16 運動プログラムの内容は、顧客の意見を取り入れ、随時変更が可能なようになっている。	1 2 3 4 5
17 新規会員からリピーターにわたって、それぞれに対するコースが明確に設定されている。	1 2 3 4 5
18 顧客は利用回数に伴って特典が受けられるようになっている。	1 2 3 4 5
19 お客様相談室などを設け、苦情処理がスムーズにできるようにしている。	1 2 3 4 5
20 スタッフと顧客との交流の機会が定期的に計画されている。	1 2 3 4 5
21 研修会を定期的に計画し、スタッフの能力向上につとめている。	1 2 3 4 5
22 スタッフ同士の情報交換の場を重視している。	1 2 3 4 5
23 スタッフが顧客によってサービス内容を変えないよう注意している。	1 2 3 4 5
24 スタッフの健康状態は常にチェックしている。	1 2 3 4 5
25 スタッフは次の「５つの基本の心」を持って顧客と接するよう、常に指導している。	1 2 3 4 5

①・「ハイ」という　素直な心　　④・「私がします」という　奉仕の心
②・「すみません」という　反省の心　⑤・「ありがとう」という　感謝の心
③・「おかげさまで」という　謙虚な心

質問票4

1. 要求工作人员在接待客人之前练习感觉好的寒暄、招呼、微笑。	1 2 3 4 5
2. 运动设施的招牌和馆内的出租物品上都有象征性的标记。	1 2 3 4 5
3. 馆内的气温、游泳池的水温、水质等情况总是有明确表明。	1 2 3 4 5
4. 工作人员用数据库系统管理客人各自的锻炼效果。	1 2 3 4 5
5. 随着运动计划的内容和时间带的变化，馆内播放的音乐也跟随着变化。	1 2 3 4 5
6. 根据不同的季节、星期、时间而发行优待券、优惠券等。	1 2 3 4 5
7. 使用电脑进行客户管理，并用预约系统来进行供求调整。	1 2 3 4 5
8. 根据不同的季节、星期、时间等对客户作分别对待。	1 2 3 4 5
9. 与同行合作，同时接受其他设施的客人。	1 2 3 4 5
10. 把客人的需求作为先决条件，积极提供向上的服务内容。	1 2 3 4 5
11. 设施的企业精神众所周知。	1 2 3 4 5
12. 制作含有企业口号、标语的广告传单。	1 2 3 4 5
13. 全体工作人员身着制服。	1 2 3 4 5
14. 向客户推荐独自设计的运动服。	1 2 3 4 5
15. 有独自的寒暄、对应手册，全体工作人员以之为规范。	1 2 3 4 5
16. 运动计划的内容能根据顾客的要求随时变化。	1 2 3 4 5
17. 为从新会员到回头客的不同客户分别制定各种各样明确的方针。	1 2 3 4 5
18. 根据会员的利用次数分别给与不同的优惠。	1 2 3 4 5
19. 设置客户接待室，妥善处理客户的投诉。	1 2 3 4 5
20. 工作人员和客人有定期的思想交流机会。	1 2 3 4 5
21. 定期企划研修会，尽力提高全体工作人员的能力。	1 2 3 4 5
22. 重视为全体工作人员提供信息交换的场合。	1 2 3 4 5
23. 工作人员要注意保持对顾客的服务内容不变。	1 2 3 4 5
24. 经常注意检查工作人员的身心健康状态。	1 2 3 4 5
25. 经常指导全体工作人员用以下的" 五个基本心" 来接待客户。	1 2 3 4 5

①. " 是"：诚挚的心　　④. " 我来做"：奉献的心
②. " 对不起"：反省的心　⑤. " 谢谢"：感谢的心
③. " 托您的福"：谦虚的心

間欠的短時間激運動における無酸素性パワーの持続条件

山本　憲志*、伊坂　忠夫**

The maintenace of anerobic power in intermittent short duration high intensity exercise

Noriyuki YAMAMOTO*、 Tadao ISAKA**

Abstract

The purpose of this study was to determine the optimal exercise condition that mechanical power output during intermittent short-duration cycle exercise could be maintained. Eleven male physical education students （age 18.4±0.5 years, height 174.7±4.4 cm, weight 71.2±3.3 kg, $\dot{V}o_2$max 46.5±3.0 ml/kg/min） participated in this study. Subjects performed ten bouts of maximal cycle exercise （0.931 kp per body weight） with rest period, and blood lactate concentration, oxygen uptake, peak power, and mean power output were measured. The measurements were repeated four exercise conditions （3, 5, 7, and 10 sec exercise with 57, 55, 53, and 50 sec rest period, respectively） in a laboratory. In 3 and 5 sec exercise, peak power and mean power did not show the significant decrease during ten bouts of exercise. In 7 and 10 sec exercise, peak and mean power decreased with the increase in the bout of exercise. Blood lactate concentration increased with exercise duration（3 sec, 38.3±11.4； 5 sec, 69.9 ±9.9； 7 sec, 89.3 ±7.9； 10 sec, 100.9±11.7mg/dl）. The significant positive correlation between cumulative work and blood lactate concentration（$r = 0.880$, $p < 0.001$）, and negative correlations of peak power with blood lactate （$r = 0.890$, $p < 0.001$）, and with oxygen uptake （$r = 0.807$, $p < 0.001$） were found under four exercise conditions. These results suggest that the optimal exercise condition to maintaine the mechanical power output during intermittent short-duration cycle exercise was 3～5 sec exercise with 55～57 sec of rest period.

【緒言】

運動を持続する能力としては、比較的低強度の運動を休息なしに持続させる様式（連続的運動）が持久力を測定する対象とされてきた。しかし、持久的運動には、比較的高強度の運動を完全休息または軽い緩運動を挟んで反復する様式（間欠的運動）もみられる。
特に球技および武道といった競技スポーツの場面では極短時間の激運動とつなぎの緩運動が交互に繰り返される間欠的運動が顕著に見られ、これら競技において、高いパフォーマンスを出力するためには競技中に繰り返し行われる全力運動でより大きなパワー発揮ができることとその持続が必要である[13)]。そのためには、無酸素性能力と有酸素性能力を評価し、強化していくことが重要である[7, 9, 10, 11)]。

近年、無酸素性能力は、Hermansen[5)] によって定義された最大酸素借によって評価されている。これは、一定強度及び一定のcadency で２～３分程度で疲労困憊に達する時に最大値になる。Medb と Tabata[11)] は、30秒から３分程度の運動のエネルギーが無酸素性及び有酸素性エネルギー供給機構の両方から供給されると報告した。

しかし、このような無酸素性能力のテストは、一定強度の運動を疲労困憊まで行う様式であり、必ずしも

* 日本赤十字北海道看護大学：Japanese Red Cross Hokkaido College of Nursing, 664-1 Akebono-cho, Kitami, Hokkaido 090-0011, Japan
**立命館大学理工学部：Department of Mechanical Engineering, Ritsumeikan University, 1-1-1 Noji-Higashi, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

競技場面に即したテストとは言い難い。

Delamarche，P.，ら[2] はOBLAによって有酸素性運動と無酸素性運動の場面をハンドボールの試合中に区分した。その結果、無酸素性運動の場面が極めて多く、また、試合の終盤段階で明らかに無酸素性運動の場面が多くなることを予測し、ハンドボールが無酸素性運動を要求する球技であることを示唆している。

このように球技等では、試合の状況や段階によって激運動と緩運動（休息時間）の割合が異なってくることが予想される。

球技・武道などは、すべての競技時間を全力で活動するのではなく、極短時間の激運動とつなぎの緩運動が交互に繰り返されている。そのため、選手には爆発的なパワー発揮と同時に競技時間を動き回るだけの有酸素性能力が求められ、トレーニングにおいてはオールラウンドな体力づくりが要求される。これらの競技においてパフォーマンス向上のための体力条件は、常に激運動での高いパワー発揮が競技終了まで続けられることであるといえる。ただし、そのためには全力運動とつなぎの緩運動（休息時間）との関係が重要な決定因子となる。この条件を明らかにすることは、競技選手のトレーニングの方向性を示し、トレーニング評価法についての基礎資料を提供することになる。

そこで本研究は、単位時間あたりの全力運動と回復の比率を変える事、つまり３〜10秒間の短時間全力ペダリング運動を１分間に１回の頻度で10回繰り返し行わせ機械的出力パワー、仕事量、血中乳酸濃度、酸素摂取量の変化から、高いパワー発揮を持続できる条件を明らかにすることを目的とした。

【方法】

１．被検者

本研究に参加した被検者は、日常規則的にトレーニングを行っている男子体育専攻学生11名であった。被検者の年齢、身長、体重はそれぞれ18.4±0.5歳、174.7±4.4cm、71.2±3.3kg であった。また、被検者の有酸素性能力を把握するために、最大酸素摂取量（$\dot{V}o_2max$）を測定した。その方法はハイパワーエルゴメーター（竹井機器工業、東京）を用いて、２分間20Wの固定負荷でペダリングを行い、その後１分後毎にランプ負荷にて20Wずつ漸増した。ペダル回転数は60rpmとした。酸素摂取量は、呼吸代謝測定装置（SENSORMEDICS社製MMC4400tc）によりbreath by breath 方式で経時的に測定した。これらの値は１分間あたりの値として計算し、最も高い値を$\dot{V}o_2max$とした。被検者の$\dot{V}o_2max$は、46.5±3.0 ml/kg/min であった。

２．実験方法

1）運動様式

短時間激運動は、同様の自転車エルゴメーターを用いた全力ペダリング運動であった。課した負荷は予備実験を行い最も高い出力パワーを発揮した体重１kgあたり0．931kp とした。この負荷は、EvansとQuinney[3]、Dallaireら[1]、Simoneauら[12] が用いた負荷と近似した値であった。本研究では、激運動と休息時間の割合が異なるスポーツ競技場面を想定し、運動時間を３、５、７、10秒の４種類とした。これらの短時間激運動を１分間に１回の頻度で10回繰り返し行わせた。すなわち、３秒では57秒休息、５秒では55秒休息、７秒では53秒、10秒では50秒の休息となる（図１）。

2）実験手順

被検者は、椅座位安静の後、自転車エルゴメーターに移りサドルをペダルが最下点に達したときに若干膝が曲がる高さに合わせた。そして、足部はtoe-crip でペダルに固定した。各試行とも利き足側のペダル位置を水平より上方45度のところに合わせ、検者の合図により全力ペダリング運動を開始した。激運動中、腰をサドルから離さず、全力でペダリングするよう指示した。また、休息期間中は自転車エルゴメーター上で完全休息をとらせた。

3）測定項目

①血中乳酸濃度

血中乳酸濃度の分析には、YSI社製ラクテートアナライザーを用いた。採血は、激運動２分前の安静時、激運動１、３、５、７、９、10回目の運動終了直後、激運動終了後２、４、６、８分目に指先より行った。

②機械的出力パワー

本実験で用いた自転車エルゴメーターは、竹井機器社製ハイパワーエルゴメーターであった。各試行で発揮されたパワーは、カノープス社製A/D 変換器を介し

てデジタル信号にしパーソナルコンピューター（NEC98VX）に取り込んだ。

③酸素摂取量

安静時、運動中、運動後の酸素摂取量は、呼吸代謝測定装置（SENSORMEDICS社製MMC4400tc）によりbreath by breath 方式で経時的に測定した。これらの値は1分間あたりの値として計算した。

３．統計

全てのデータは、平均値及び標準偏差で示され、有意差の検討には、二元配置分散分析を用い、下位検定にはTukey法を用いた。これらの検定の有意水準は5％とした。また、各激運動の積算仕事量と血中乳酸濃度の関係および各激運動毎のピークパワーと$\dot{V}o_2max$との関係を検討するためピアソンの積率相関による単回帰分析を行った。

【結果】

図2は、各激運動で発揮したピークパワーを運動回数毎に示した。3、5秒間運動では運動開始から終了まで有意な低下を示さなかった。7、10秒間運動では、5回目まで有意な低下は見られなかったが、6回目以降1回目と比較して有意に低下した（$p < 0.01$）。また、各激運動間で比較すると、3、5秒運動間では有意な変化は見られなかったが、それ以外の激運動間では運動時間が延長するに伴いピークパワーは有意に低下した。

各激運動の平均パワーを示したのが図3である。3、5秒間運動では、1～10回目まで有意な低下が見られなかった。7、10秒間運動は、5回目以降平均パワーが有意に低下し、8回目以降、平均パワーがほぼ一定値（7秒間運動：10.7±0.6W/kg、10秒間運動：8.9±0.6W/kg）となった。また、各激運動間で比較すると、3、5秒運動間では有意な変化は見られなかったが、それ以外の激運動間では運動時間が延長するに伴い平均パワーは有意に低下した。

図4は、安静時、運動中、運動後の血中乳酸濃度を示した。血中乳酸濃度の最高値が出現した時間は、3秒間運動で回復期2分目、5秒間運動で激運動10回目、7秒間運動で回復期4分目、10秒間運動で激運動9回目であった。また、激運動時間が長い試行ほど血中乳酸濃度の最高値が有意に高い値を示した（3秒間運動:38．3±11.4、5秒間運動：69.9±9.9、7秒間運動：89.3±7.9、10秒間運動：100.9±11.7 mg/dl）。

各激運動での酸素摂取量の経時的変化を示しものが図5である。各激運動とも1～3回目までの運動で酸素摂取量が急激に上昇し、その後は、緩やかな増加傾向であった。しかし、10秒間運動では6回目以降酸素摂取量の増加がみられなかった。また、激運動時間が長い試行ほど酸素摂取量が有意に高い値を示した。酸素摂取量は、各試行とも運動終了と伴に漸次低下して行き、回復期15分以降各激運動とも一定値を示した。酸素摂取量の最高値は、3、5、7、10秒間運動のそれぞれで1.57、1.79、1.94、2.01 l/minであった。これ

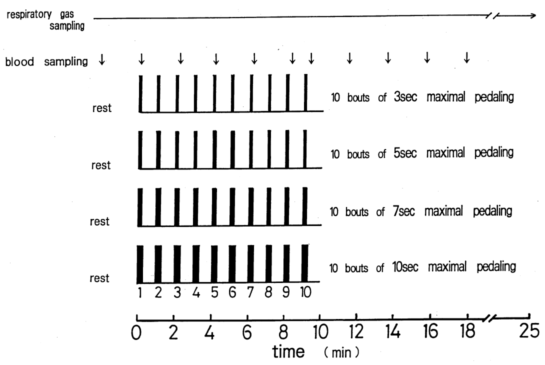


Fig.1 Experimental design

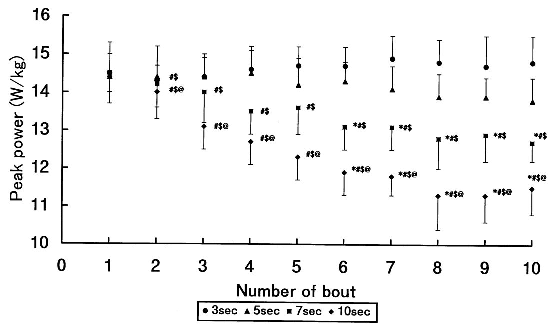


Fig.2 Change of peak power in each bout.
* shows significant diffrence from 1 bout of exercise. #, $, and @ shows significant diffrence from each bout of 3, 5, and 7 sec exercise, respectively.

らの値は、３、５、７秒間運動で激運動10回目に、10秒間運動では６、７回目に見られた。

図６は、４つの運動条件全てにおいて被検者全員が発揮した激運動１、３、５、７、９、10回目の積算仕事量と血中乳酸濃度の関係を示した。積算仕事量と血中乳酸濃度との間には$r = 0.880$（$p < 0.001$）で有意な正の相関関係を示した。

図７には、ピークパワーと血中乳酸濃度、酸素摂取量の相関関係を示した。ピークパワーと血中乳酸濃度は各激運動１、３、５、７、９、10回目の平均値であり、酸素摂取量は１分間に１回の頻度で10回行われる激運動の平均値とした。それぞれの間には$r = 0.890$（$p < 0.001$）、$r = 0.807$（$p < 0.001$）の負の相関関係がみられた。

図８は、各激運動毎のピークパワーと$\dot{V}o_2max$との相関係数の推移を示した。横軸は各試行回数、縦軸は相関係数である。３秒間運動では各試行とも有意な相関関係は見られなかった。５秒運動では、５回目、10回目を除き有意な相関は認められなかった。７秒運動では５回目以降、10秒運動では３回目以降（９回目のみ有意差なし）、$\dot{V}o_2max$と有意な相関関係が示された。このように運動時間が長く休息時間が短い７、10秒間運動では、５回目の試行以降にピークパワーと$\dot{V}o_2max$との有意な相関が多く認められた。

【論議】

球技および武道においては高い競技成績を残す条件として、競技中に繰り返し行われる全力運動でより大

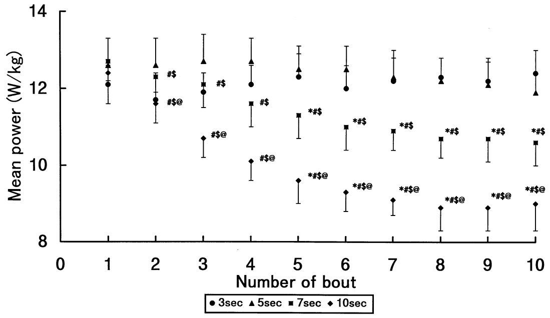


Fig.3 Change of mean power in each bout.
* shows significant diffrence from 1 bout of exercise. #, $, and @ shows significant diffrence from each bout of 3, 5, and 7 sec exercise, respectively.

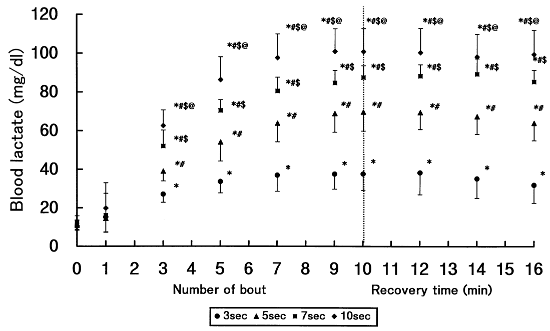


Fig.4 Change of blood lactate in each bout.
* shows significant diffrence from 1 bout of exercise. #, $, and @ shows significant diffrence from each bout of 3, 5, and 7 sec exercise, respectively.

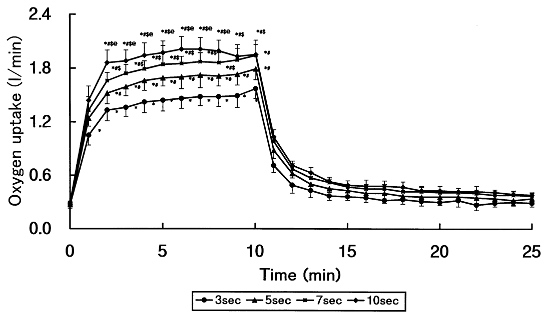


Fig.5 Change of oxygen uptake in each bout.
* shows significant diffrence from 1 bout of exercise. #, $, and @ shows significant diffrence from each bout of 3, 5, and 7 sec exercise, respectively.

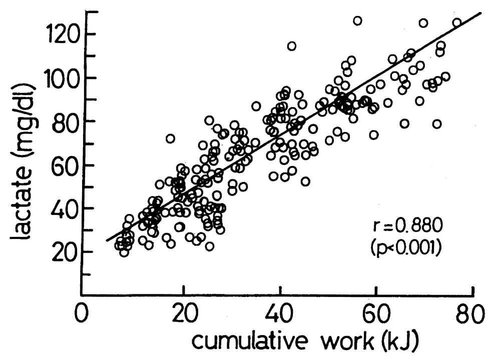


Fig.6 Relationship between cumulative work and blood lactate concentration.

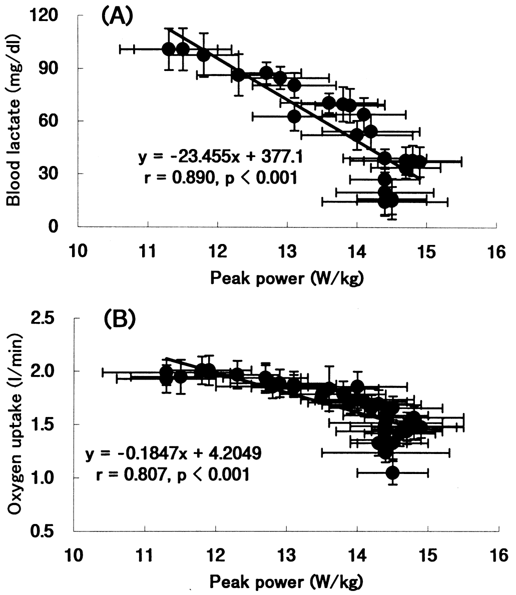


Fig.7 Relationship of peak power with blood lactate (A), and with oxygen uptake (B) during ten bouts exercise.

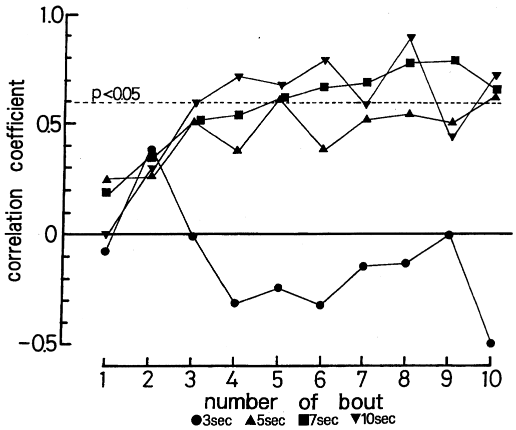


Fig.8 Change of correlation coefficient between Vo_2max and peak power during 10 bouts exercise. A dotted line shows the levels of significant correlation ($p<0.05$) between parameters.

きなパワー発揮ができることとその持続が必要と思われる。石井ら[8] は、1分間休息を挟み10秒間激運動を10回繰り返し、休息期に3種類緩運動（1．無負荷ペダリング、2．40%$\dot{V}o_2max$、3．60%$\dot{V}o_2max$）を行った結果、緩運動の強度にともないパワーも低下したが、いずれの試行においても7回目以降パワーが一定値になる傾向を報告した。本研究では、短時間激運動で発揮される出力パワーを持続する条件を検討するため3、5、7、10秒間の短時間全力ペダリング運動を1分間に1回の頻度で10回繰り返し行った。

本研究におけるピークパワーは、3、5秒間運動で1回目から10回目まで有意な低下を示さず、平均パワーについても同様の結果であった。7、10秒間運動では、ピークパワーが、5回目まで有意な低下は見られず、平均パワーは、4回目まで有意な低下が見られなかった。また、ピークパワー、平均パワーともそれ以降の激運動では1回目と比較して有意に低下した（$p < 0.01$）。各激運動間でピークパワー、平均パワーを比較すると、3、5秒運動間では有意な変化は見られなかったが、それ以外の激運動間では運動時間が延長するに伴いピークパワー、平均パワーとも有意に低下した（$p < 0.01$）（図2．3）。この結果は、石井ら[8] の報告と近似した傾向であった。短時間激運動と回復期を合わせて1分間としている本実験においては、運動時間が延長する程回復時間が短くなりパワー発揮の回復に影響することが推察できる。また、3、5秒間運動ではピークパワー及び平均パワーの低下が見られないことから、本実験における激運動の主たるエネルギー供給系と考えられるATP-PCr が55、57秒の回復時間で回復したものと思われる。

本研究における各激運動の血中乳酸濃度をみてみると、3秒間の繰り返し激運動中は、5、7、10秒と比較して激運動1回目を除き、有意に低い値を示した。各繰り返し激運動中あるいは運動後にみられた最高血中乳酸濃度は、3秒間激運動で38.3±11.4 mg/dl、5秒間激運動で69.7±9.9 mg/dl、7秒間激運動で89.3±7.09 mg/dl、10秒間激運動で100.9±11.7 mg/dl となり、激運動時間の延長とともに一義的に増加した（図4）。また積算仕事量と血中乳酸濃度の間には$r = 0.880$（$p < 0.001$）の有意な直線関係がみられ（図6）、積算仕事量の増加には解糖系からのエネルギー供給が大きく依存していることが示唆される。また、積算仕事量が増加する運動条件では回復時間が短くなることから、血中乳酸の除去やPCrの回復が遅延していることも推察される。

本研究では、ピークパワーと血中乳酸濃度、酸素摂取量の間にはそれぞれ$r = 0.890$（$p < 0.001$）、r

= 0.807 （ p ＜ 0.001 ） の負の相関関係がみられた（図７）。Hirvonenら[6] は、短時間激運動の成績が運動開始時の高エネルギーリン酸の使用量に依存し、パワー低下は、解糖系の貢献が大きくなるためであると報告した。またGaitanosら[4] は、30秒間の休息を挟み、６秒間全力運動を10回行い、10回目の運動後、筋バイオプシーを行った結果、有酸素性エネルギー供給の貢献が増加していたことを示した。従って本研究のような10秒以内の運動においても解糖系や有酸素系によるエネルギー貢献が推察され、特に解糖系によるエネルギー供給の増加は乳酸の蓄積を高めてピークパワーを低下させることが示唆された。換言すれば、繰り返し運動中のピークパワーを高く維持することは、筋収縮エネルギーの大部分を乳酸産生の関与しないATP-PCr系から供給することが必要であろう。

山本ら[14] は、間欠的パワー発揮が有酸素性能力と密接な関係があることを報告した。これは、回復期におけるATP-PCr の再合成に影響するからである。上述したようにGaitanosら[4] の報告においても、６秒間の繰り返し運動時における有酸素性のエネルギー貢献が認められている。本研究における各激運動毎のピークパワーと$\dot{V}O_2max$との相関係数は、運動時間が長く休息時間が短い７、10秒間運動では、３、５回目の試行以降にピークパワーと$\dot{V}O_2max$との有意な相関が多く認められた（図８）。７、10秒間運動では、５回目以降パワーが一定値になる傾向であったため、ある一定パワー（臨界パワー）の持続には有酸素性エネルギーが貢献するものと考えられる。これらのことから、本研究での10秒以内という短時間激運動においても有酸素性エネルギー供給機構からの貢献があり、それが運動時間に伴い増加したと考えられる。

３～10秒間激運動を１分間に１回の頻度で10回繰り返し行ったとき、３秒間激運動ではパワー、仕事量の低下が認められなかった。一方、エネルギー供給系を解糖系に依存する割合が高い７、10秒間激運動では、繰り返し運動後半のパワー発揮が低下し、血中乳酸濃度の上昇、酸素摂取量の増加が認められた。間欠的運動時の発揮パワーを持続するためには、運動中の無酸素性、有酸素性エネルギー供給機構の貢献の比率が問題になり、また、両機構を同時に向上できることが重要であろう。

【要約】

３～10秒間の短時間全力ペダリング運動を１分間に１回の頻度で10回繰り返し行わせ機械的出力パワー、仕事量、血中乳酸濃度、酸素摂取量の変化から、高いパワー発揮を持続できる条件を調べた。

１．本研究におけるピークパワー及び平均パワーは、１分間に３秒もしくは５秒間運動では維持できたが、７秒もしくは10秒間では持続することが出来なかった。

２．積算仕事量と血中乳酸濃度との間にはr = 0.880（$p < 0.001$）で有意な正の相関関係を示した。また、ピークパワーと血中乳酸濃度、酸素摂取量の間にはそれぞれr = 0.890 （ p ＜ 0.001 ）、 r = 0.807 （ p ＜ 0.001 ） の負の相関関係がみられた。

３．各激運動毎のピークパワーと$\dot{V}O_2max$との相関係数の推移は、休息時間が短く、運動時間が長い条件では５回目以降$\dot{V}O_2max$と有意な相関関係になった。

これらのことから、ピークパワーは３～５秒間運動（55～57秒休息）時に維持され、さらにピークパワーの低下は血中乳酸の増加に関係することが示唆された。

文　献

1） Dallaire, J., S. Brayne, and D. Barrett（1984）: Anaerobic testing using the Wingate and Evans-Quinney protocols with and without toe stirrups. Can. J. Appl. Sport. Sci. 9, 1-5.

2） Delamarche, P., et. al.（1987）: Extent of lactate anaerobic metabolism in handballers. Int. J. Sports. Med. 8, 57-59.

3） Evans, J. A., and H. A. Quinney. （1981）: Determination of resistance settings for anaerobic power testing. Can. J. Appl. Spt. Sci. 6, 53-56.

4） Gaitanos, G. C., C. Williams., L. H. Boobis. and S. Brooks.（1993）: Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J. Appl. Physiol., 75（2）, 712-719.

5） Hermansen, L. et. al.（1984）: Anaerobic capacity determined by maximal oxygen deficit. Acta

Physiol. Scand., 121, 34A.

6） Hirvonen, J. et. al（1987）: Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. Eur. J. Appl. Physiol., 56, 253-259.

7） 猪飼道夫（1969）：血中乳酸からみた無酸素的パワーの研究．日本体育協会スポーツ科学研究報告．

8） 石井喜八、伊坂忠夫、滝沢宏人、高橋勝美（1986）：競技種目別にみた10秒間自転車漕ぎ運動時の最大無酸素性パワー．日本体育大学紀要．，15（2），51-57．

9） Medb, J.I. et. al.（1988）: Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O_2 deficit. J. Appl. Physiol., 64（1）, 50-60.

10）Medb, J.I. and I. Tabata.（1989）: Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhauting bicycle exercise. J. Appl. Physiol., 67（5）, 1881-1886.

11）Medbo, J.I. et. al.（1991）: The maximally accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity. Med. Sci. Sports Exec., 23（5）, 618-624.

12）Simmoneau, J. A. et. al.（1983）: Tests of anaerobic alactacid and lactacid capacities : Description and reliability. Can. J. Appl. Sport. Sci. 8（4）, 266-270.

13）高橋勝美ら（2000）：間欠的短時間激運動中の休息がパワーの回復に与える影響．体力科学，49（6），937．

14）山本正嘉、金久博昭（1990）：間欠的な全力運動の持久性に関する研究；無酸素性および有酸素性作業能力との関係． Jpn. J. Sports Sci., 9, 526-530.

（平成14年12月29日受付、平成15年５月６日受理）

平成15年5月31日発行

京都体育学会だより　No. 26

Ⅰ　平成14年度事業報告

1）　臨時総会

日時：平成14年６月29日（土）

場所：京都教育大学

議題：

(1) 日本体育学会の法人化にともなう代議員の選出

(2) 学会会則（英文名称）の変更

(3) 京都体育学研究英文名の変更

(4)「京都体育学研究」編集・投稿規定の一部改正

(5) 名誉会員の推薦

(6) その他

２）第132回京都体育学会，総会

日時：平成15年３月１日（土）

場所：大谷大学

一般研究発表８題，特別講演１題

＜特別講演＞

「いまどきの若者」の心理　　谷口奈青理（大谷大学）

＜一般演題＞

１．2002ワールドカップサッカーの観戦動機に関する研究

－英国と日本の競技場観戦者の比較－

辻　浅夫（京都外国語大学），中桐伸吾（大谷大学）

２．高校体育における三段跳び授業の実践報告

高安和典（京都教育大学附属高等学校）

３．「マラソン競走」の距離が42.195kmに設定されるまでの経過と微細史

岡尾恵市（立命館大学）

４．骨折に伴うヒラメ筋のＭＨＣアイソフォーム変化について

矢澤真幸，橋本健志　田口貞善（京都大学大学院人間・環境学研究科），

山崎先也（第一福祉大学）

５．老齢ラットにおける筋周膜単位毎の筋線維の組織化学的特性と形状について

増田慎也，矢澤真幸，橋本健志，田口貞善（京都大学大学院人間・環境学研究科）

６．運動が周辺視野の反応時間に与える影響

安藤創一，木村哲也，浜田　拓，國部雅大，森谷敏夫

（京都大学大学院人間・環境学研究科），小田伸午（京都大学総合人間学部）

７．ＢＩ値による四肢筋量推定法をもちいた大学競技選手の身体特性

山田陽介，小田伸午（京都大学総合人間学部），

増尾善久（マッスル・ラボ研究所），三谷仁志（㈱アートヘブンナイン）

8．等速性筋力において筋出力・筋量関係が高速テストで顕著になる現象について

寺田光世（京都教育大学），高山優子（京都工芸繊維大学），井上辰樹（龍谷大学）

3）講演会の開催

① 2002年12月５日，京都大学、参加者50名

講師：京都大学大学院人間・環境学研究科教授　　宮崎興二先生

演題：「動きにみる美しさの法則」

司会：田口貞善（京都大学）

② 2003年３月８日，みやこめっせ（京都市と共催，一般市民の参加）

演題：『京都の健康と運動セミナー』

・弱った心臓の手入れ，野原隆司（医学研究所北野病院）

・心疾患患者の運動療法，浜崎　博（京都薬科大学）

・ウォーキングあれこれ〜朝の散歩　夜の散歩〜，寄本　明（滋賀県立大学）

4）専門分科会の活動

各専門分科会の世話人から書面で報告【別紙１】

発育発達，運動生理，体育指導

5）理事会の開催

① 平成14年４月３日，京都大学

議題：(1) 理事長選出

(2) 事務分掌

(3) 14年度事業計画

(4) その他

② 平成14年６月14日，京都大学

議題：(1) 法人化にともなう代議員選挙について

(2) 臨時総会の開催について

(3) その他

③ 平成14年６月29日，京都教育大学

議題：(1) 平成14年度学会・総会について

(2) その他

④ 平成14年９月24日，京都大学

議題：(1) 14年度学術シンポジウム企画について

(2) 14年度京都体育学会開催について

(3) 14年度京都市との共催事業について

(4) 会計中間報告

(5) その他

⑤　平成15年２月６日，京都大学
議題：(1) 14年度学会総会プログラム編成について
(2) 京都市との共催シンポジウムについて
(3) 学会総会の準備について
(4) 日本体育学会名誉会員について
(5) その他

⑥　平成15年２月24日，京都大学
議題：(1) 平成14年度事業および決算報告，会計監査報告について
(2) 平成15年度事業計画および予算案
(3) 会員動向，総会の議案等
(4) その他

6）京都体育学研究（第18巻）発行

Ⅱ　平成14年度決算報告【別紙２】

Ⅲ　会計監査報告

Ⅳ 平成15年度事業計画案

1）第133回京都体育学会，総会
2）講演会開催（11月～12月の予定）
3）京都市との共催事業
4）京都体育学研究　第19巻発行（平成15年５月発行予定）
5）専門分科会の活動（各専門分科会の世話人から発信）
6）その他

Ⅴ　平成15年度予算案【別紙３】

Ⅵ　その他

1）会員の動向
平成13年３月17日現在　296名（京都体育学会のみ16名）
平成14年３月16日現在　268名（京都体育学会のみ18名）
平成15年２月24日現在　252名（京都体育学会のみ12名）

事務局、庶務関係連絡先のお知らせ

京都体育学会事務局：〒612-8522　京都市伏見区深草藤森１　京都教育大学
寺田　光世　研究室
TEL 075-644-8288　FAX 075-645-1734（事務室）
E-mail：terada@kyokyo-u.ac.jp
庶務関係連絡先：〒606-8501　京都市東山区今熊野北日吉町35
京都女子大学家政学部
中井　誠一　研究室
TEL 075-531-7272　FAX 075-731-7170　（事務室）
E-mail : nakaise@kyoto-wu.ac.jp

事務局からのお願い

※会費の納入について

日本体育学会会員は10,000円（京都体育学会会費2000円を含む）を日本体育学会事務局へ納入して下さい。新会員の方は自動振込手続きをとって下さい。京都体育学会だけに所属する会員は，2000円を下記の口座に納入して下さい（学生会員は1000円）。

郵便振替口座番号：01070-7-23829、加入者名：京都体育学会

なお，日本体育学会及び京都体育学会入会の手続き書類は、京都体育学会事務局にありますので，庶務理事の（中井）までご連絡下さい。

会員の所属，住所（電話）などに変更が生じた場合も，庶務理事までご連絡下さい。

〒606-8501　京都市東山区今熊野北日吉町35
京都女子大学家政学部
中井　誠一　研究室
TEL 075-531-7272　FAX 075-731-7170（事務室）
E-mail : nakaise@kyoto-wu.ac.jp

論　文　募　集

「京都体育学研究」第20巻の論文を募集します。投稿規定・執筆要項に従って投稿して下さい。
平成15年12月末日迄に投稿された論文で受理されたものが第20巻に掲載されることになります。
会員皆様の投稿をお待ちしております。

論文投稿先（編集委員会連絡先）:

〒606-8501　京都市左京区吉田二本松町
京都大学大学院人間・環境学研究科
小田　伸午　研究室
TEL 075-753-6876　FAX　075-753-6734(事務室)
E-mail: m54899@sakura.kudpc.kyoto-u.ac.jp

【別紙１】専門分科会報告

1．発育発達専門分科会（世話人：小島広政）

日時：平成15年１月31日（金）
場所：京都外国語大学
発表者：八木　保（京都大学名誉教授）
演題：旧街道を歩く　－江戸期の体力・現代の体力－

2．運動生理専門分科会（世話人：小田伸午）

日時：平成15年３月28日（金）
会場：京都大学大学院人間・環境学研究科地下大講義室
演題：巧みな動きと脳の働き　－動きの知覚研究より－
演者：内藤栄一（京都大学）

3．体育指導専門分科会（世話人：浜崎　博）

１）第56回体育指導部会
平成14年６月15日（土）滋賀大学教育学部付属幼稚園
（1）幼児教育の現状と課題　　参加者数　７名

２）第57回体育指導部会
平成15年２月22日（土）
（1）児童の活動量と体内脂肪率との関係
（2）大学改革と体育　その現状と課題

【別紙２】

平成14年度京都体育学会　会計報告

平成15年３月１日現在

１．収入総額　893,320円　２．支出総額　846,719円　３．差引残高　46,601円

収入の部

費　　目	予　算　額	決　算　額	差異（△は超過）	備　　考
会　　費	480,000円 （2,000円×240名）	本部より 432,000円 （2,000円×216名） 入会金1,500円 80,000円① （2,000円×40名） 賛助会員・5,000円	△38,500円	① 99年度分１名 00年度分１名 01年度分21名 02年度分16名
繰　越　金	47,320円	47,320円	0円	
特別会計	50,000円② 100,000円③	50,000円② 110,000円③ 100,000円④ 67,500円⑤	△177,500円	②学会本部 ③広告協賛金 ④特別会計 ⑤学会補助金（大谷大学）
合　　計	677,320円	893,320円	△216,000円	

支出の部

費　　目	予　算　額	決　算　額	差異（△は超過）	備　　考
補助金合計 内訳 　定例会・総会 　謝金等 　分科会	177,000円 45,000円 90,000円 42,000円	227,500円 127,500円 70,000円 24,000円	44,500円 82,500円 20,000円 18,000円	 （6,000円×４分科会）
編集委員会費	20,000円	20,000円	0円	
庶務費	40,000円	46,574円	6,574円	
通信費	20,000円	5,110円	14,890円	会計
印刷費	410,000円	553,535円	143,535円	学会誌（Vol.18） 封筒印刷・郵送料等
予備費	10,320円	0円	10,320円	
次年度への繰り越し		46,601円	46,601円	
合　　計	677,320円	893,320円	△216,000円	

会計担当　長谷川豪志㊞　伊坂　忠夫㊞

以上、相違ありません。　会計監査　森谷　敏夫㊞　芳田　哲也㊞

備考：特別会計（平成15年2月24日現在）

3,240,403円

（2,986,200円　平成13年4月20日買付　近畿日本鉄道社債）

（ 254,203円　平成13年4月23日買付　ダイワＭＭＦ）

【別紙３】

京都体育学会　平成15年度予算

収入の部

内訳

繰越金	46,601円	
会費	480,000円	（2,000円×240名）
特別会計	50,000円	（学会本部より）
	110,000円	（広告協賛金等）
合計	686,601円	

支出の部

内訳

補助金	162,000円	
	50,000円	（定例会・総会）
	70,000円	（謝金等）
	42,000円	（分科会）（6,000円×７分科会）
編集委員会費	20,000円	
庶務費	55,000円	
会計費	8,000円	
印刷費	430,000円	（学会誌vol.19）
予備費	11,601円	
合計	686,601円	

備考：特別会計（平成15年度２月24日現在）

3,240,403円

（2,986,200円　平成13年４月20日買付　近畿日本鉄道社債）

（　254,203円　平成13年４月23日買付　ダイワＭＭＦ）

「京都体育学研究」編集員会に関する申し合せ

平成14年 6 月14日

1．編集発行の責任者は会長である。
2．編集委員は理事会で選出する。
3．編集委員長は編集委員の互選による。
4．審査員は編集委員会が依頼した会員があたる。
5．論文の寄稿を受けた場合、編集委員会は郵送消印日付の寄稿論文受領書を寄稿者あてに送付する。掲載の可否は後日通知する旨を付す。
6．編集委員会の決定事項は理事会に報告する。
7．申し合せ事項を変更する時は理事会にはかる。

活 動 報 告

平成14年度京都の健康と運動セミナーについて

小田伸午（京都大学大学院人間・環境学研究科）

京都シティハーフマラソンの関連事業として、京都市と京都体育学会の共催で始まった本セミナーも今回で3回目を迎えました。昨今マラソン中の心臓事故のニュースがいくつか報道されたこともあり、今回は、心臓に関する話題を2題用意し、野原隆司先生と浜崎博先生にお話をお願いしました。また、過去2回のセミナーで継続テーマとして取り上げられてきたウォーキング、散歩に関する話題も1題用意し、寄本明先生にお願いしました。

直前に日頃活発にスポーツを愛好されておられた高円宮様が、運動中に心臓事故で亡くなられたこともあり、心臓に対する関心が高まっていたこともあったのでしょうか、当日は、用意された座席がほぼ満席となり、およそ350人の方々が、3人の先生方のご講演を最初から最後まで熱心に聴講されました。質疑応答も活発に行なわれ、講演終了後も講師の先生方に直接質問する人々の列が出来る程でした。3人の先生方の講演内容につきましては、先生方からお寄せ頂きました抄録をご覧頂きたいと思います。御多忙の中、非常に有意義なご講演を下さいました先生方には、誌面をお借りして感謝の意を申し上げます。また、熱心にお聞き下さいました市民の皆様方、そしてセミナーの準備をして下さいました京都市文化市民局市民スポーツ振興室の皆様方に感謝致します。

このセミナーは京都体育学会という地方学会の存在意義は何であるかを考えるところから始まりました。学術研究の発展とともに、市民に対して学術研究成果を還元してゆくことも地方学会の役割であるという理事会での満場一致の思いを京都市に呼びかけ、京都市からのご快諾を頂くことで始まりました。今回ご参加下さった市民の皆様がメモを取りながら熱心にご聴講下さる様子を拝見して、このセミナーを行なう意義を改めて実感させて頂きました。これからも、京都市民の皆様方の健康増進に少しでも関わることができることを喜びとして、益々このセミナーが発展することを心より願う次第です。

活 動 報 告

弱った心臓の手いれ

医学研究所北野病院　循環器内科　野原隆司

心臓病にはいろいろな種類があり、またその夫々に急性期、慢性期の病態があります。しかしどのような心臓病であろうとその行きつく先は心不全と呼ばれるものです。弱った心臓はこの状態をさすものでしょう。それゆえに、原因が心筋梗塞、心筋症、弁膜症、先天性の心疾患、不整脈、あるいは心膜心筋炎であろうとその弱った状態、すなわち心不全をどうするかということになります。この原因疾患で、心臓が弱ると心機能、運動能が低下、不整脈が増加して、予後の悪化を見ます。故に何らかの手入れを施すことが必要になります。順にみていきますと、

(1)　まず、原因疾患が何であるかを確認することです。心臓の筋肉の傷害か、弁か、心膜か、あるいは脈の問題かなどです。この問題がはっきりすると、その原因疾患に対しての根本治療が考えられます。例えば、冠動脈へのバイパス施術などです。しかし原因が難しい心筋症などではこの治療法に限界があります。

(2)　更にその病態を悪化させる因子が働いていないかを探ります。安定していた心筋梗塞患者さんが、自分の家が火事だと思って走って帰って心不全に陥る、風邪をひいて熱が出て悪化した、あるいはもっと身近なものでは水分制限が守れなくて悪化したのもあります。薬を自分で調節して、必要なものを飲まないというのも困ります。

(3)　心臓病であることを理由に、積極的に動かないことが重要であると考えている人は意外に多いものです。今回の講演会の主題に関わるものですが、慢性の病態であればこの運動というのはむしろ積極的な治療法であることを認識すべきでしょう。心臓を含めた循環器系の役割は、肺で取り込んだ酸素を（外呼吸）、循環系を通じて細胞にまで届けることです（内呼吸）。運動はこの３者に深く関わります。動脈硬化の予防、虚血の改善、心機能の悪化阻止、不整脈の抑制、交感神経活性の抑制、更には心不全のコントロールにも重要です。

原因を知り、悪化因子を認識し、そして運動を取り入れた積極的な生活習慣が弱った心臓の手入れ法なのです。

活 動 報 告

心疾患患者の運動療法

京都薬科大学　健康科学教室　　浜崎　博

心臓病にかかった人たちが、症状改善、再発予防および健康的生活のためどのような運動（スポーツ）を行っているか。また、効果はどれくらい有るのか。われわれが20年来続けてきた京都方式心臓病スポーツリハビリテーションを紹介する。

『運動療法とは？』
運動（スポーツ、ウオーキング、その他各種トレーニング等）を行うことによって
○ 治療効果を促進させる
○ 疾患の再発予防
○ 生活の質（Quality of Life）を高める
を目的とする。

『心疾患患者に対する運動療法』
一般的に「心臓リハビリテーション」と呼ばれている。
京都においては：
1982年１月､全国にさきがけて｢京大方式集団スポーツ心臓リハビリテーション」を開始、これまで21年間に参加患者202名､約７万時間の心臓リハビリテーションを継続している。更に、四季折々の野外プログラム実施時間を加えると、既に20万時間を実施したことになる。この間、心事故は一例も無かった。

『心臓リハビリテーションの内容』
○ 通常プログラム：
週２回、一回２時間のプログラムで、前後のメディカルチェック、準備運動、５分間のウオーキング、20分の主運動２回と整理運動で構成される。主運動は卓球、バドミントン、スポンジテニス、ソフトバレーボール等のスポーツ種目を行い、同時に20分の自転車エルゴメーターも行う。
○ 特別プログラム：
春、秋は主として近郊のハイキング、夏には水泳や宿泊を伴う海水浴､キャンプ､冬には歩くスキーを行っている。また、これまで実施した大規模なプログラムとしては、富士山登山、琵琶湖一周サイクリング等がある。
○ 教育プログラム：
宿泊を伴うプログラムの際には、勉強会や、救急法などを研修する。また、年２回、京都市内各病院の心臓病患者を対象とした勉強会を行っている。

『運動療法の効果』
顕著な改善効果が認められ、特に運動負荷試験における運動持続時間の延長、不整脈の減少、精神・心理的効果（特に不安傾向）等があり、期間的には３年以上継続により有意であった。

『まとめ』
適切に処方された運動やスポーツが、疾患の改善効果や、予防に効果的であることは多くの報告で実証されている。また、そのためには一定期間継続することが重要である。我国には、長期的にフォローできる施設が無く、患者の自己管理にゆだねている部分が大きい。病気を持った人がその予後を充実して過ごすための条件は、まだ困難である。我々が行っている「心臓リハビリテーション」を今後も継続することによって、患者のより有意義な人生構築のため少しでも寄与したい。

活 動 報 告

ウォーキングあれこれ　－朝の散歩，夜の散歩－

滋賀県立大学　寄本　明

現代の日本では高齢化がすすむ一方で、日常生活の機械化による身体活動量の減少および食生活でのエネルギー過剰摂取により生活習慣病の有病者やその危険性のある者が急増している。中高年者の生活習慣病予防として運動の取り組みがすすめられており、安全で効果的な運動としてウォーキングがあげられる。このウォーキングは日常生活における基本的な身体動作で、誰にでも安全に行える有酸素運動であり、とくに中高年者の運動としてその有効性が期待されている。

今回，発表の機会を得たので我々が滋賀県下で実施してきたウォーキングの様々な取り組みについて報告する。

まず，ウォーキングの効果について，中高年女性を対象に運動強度50％ Vo2max程度で100日間，１日に20分間以上，週３日間以上の頻度で実施し，血清脂質および体力の測定を行い，生理学的に検討した。この処方の条件を満たし,前後の測定を行った214名について解析した結果，体脂肪量は減少し，血清脂質では，総コレステロール，中性脂肪，動脈硬化指数（AI）の値が有意に低下を示した。これはウォーキングの習慣化により動脈硬化を予防し，心血管系に対する効果が期待でき，虚血性心疾患や動脈硬化等の心血管系の疾患の予防に寄与することを示唆している．体力測定では，握力，立位体前屈，閉眼片足立ちがウォーキング期間後に前と比べで有意に高い値を示し，全身反応時間および最大下作業時の心拍数は有意に低値を示し，筋力,柔軟性，平衡機能，敏捷性，持久性の機能の向上が認められた．これらのことより，ウォーキングのような比較的軽い運動であっても習慣化することにより，中高年者にとっては生活習慣病予防としての効果は十分期待できると考えられる。

次に，ウォーキング時のエネルギー消費量および活動強度について日常的に実施している人たち44名について調査した。ウォーキング中の運動強度は48％ Vo2maxであり，ウォーキング（43.1分間）時のエネルギー消費量は176kcal であった。これは日常生活の付加運動として必要なエネルギー量を満たしており，生活習慣病予防や健康維持にとって必要な運動強度および運動量が確保されていた。

さらに，夏季におけるウォーキングでは炎天下および強い日差しを避けた朝・夜のウォーキングでも比較的脱水はすすんでおり，充分な水分摂取に心がける必要が示唆された。また，ウォーキング実施時刻は８割が夜，２割が早朝であり，特に早朝実施はストレッチなど準備運動を充分に行う必要が示唆された。誰もが安全なウォーキングで生活習慣病を予防し，健康を維持したいものである。

活 動 報 告

京都体育学会講演会「スポーツに見る形の美しさ」傍聴記

世界と日本のスポーツ動作の違いは正五角形と正方形の違い

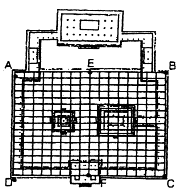
小田伸午（京都大学大学院人間・環境学研究科）

平成14年12月 5 日、京都体育学会主催の講演会、「スポーツに見る形の美しさ」が、京都大学大学院人間・環境学研究科にて開催された。講師は、京都大学大学院人間・環境学研究科教授の宮崎興二先生であった。宮崎先生に講演を依頼された田口貞善先生（京都体育学会会長）が、当日司会の労をとられた。本稿は、宮崎先生の講演内容を記すものであるが、それに加えて、筆者が宮崎先生の講演内容から感じとったスポーツの動きに関する私見を述べさせて頂くことをお許し願いたい。

宮崎先生の専門は、建築学、図形科学であるが、スポーツにおいても形ということはおおいに取り沙汰される問題でもあり、宮崎先生の形のご研究が、体育、スポーツ関係者にとってもおおいに共通性のある話題であることが感じられた。講演中の宮崎先生は、とにかく満面の笑みでお話され、とっても楽しそうであり、かつエネルギッシュである。集った人々は、終始先生のほとばし逆るエネルギーに引き込まれるように聞き入った。

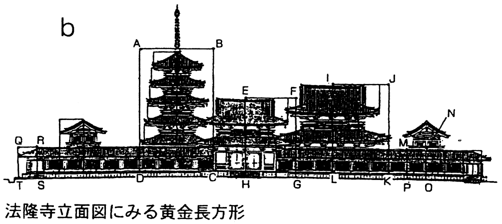
講演のテーマは、形の美しさであるが、宮崎先生は、黄金比、白銀比というお話をされた。我が国最古の木造建築物で、我が国の美の原点の一つに置かれる法隆寺の平面図についての調査では、縦と横の比が 1 対 1.414になっており、これを白銀比と呼ぶそうである（黄金比という言い方は、西洋から来ているそうだが、白銀比という言い方は宮崎先生の命名だそうである）。

a



法隆寺平面図にみる白銀長方形（ABCD、 AEFDのほか単位になっているすべての長方形など）

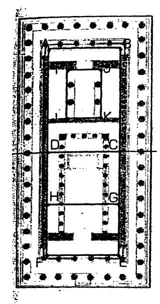
b



法隆寺立面図にみる黄金長方形（ABCD、EFGH、 IJKL、 MNOP、 QRSTなど）

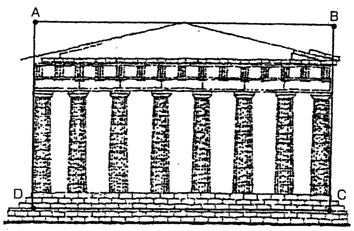
図１　ａ：法隆寺の平面図は白銀比、
ｂ：法隆寺の立面図は黄金比

a



パルテノン神殿平面図にみる白銀長方形（ABCD、DCEF DCGH、IJKLなど）

b



パルテノン立面図にみる黄金長方形（ABCD）

図２　ａ：パルテノン神殿の平面図は白銀比、
ｂ：パルテノン神殿の立面図は黄金比

数学者のあいだでは、我が国の形の美は、白銀比に関係しやすいという常識があるのだが、宮崎先生は、それとは異なる説をおっしゃって、おおいなる興味を惹いた。

あるとき、法隆寺の立面図のいろいろな部分の幅や高さの寸法を測ってびっくりされたという。縦と横の比が、約１対1.618、つまり黄金比になっている部分がたくさん見つかったのである。では、西洋の美の原点の一つとされるギリシアのパルテノン神殿はどうなのか。パルテノン神殿の立面図の縦と横の比は、だいたい黄金比で決められている、という有名な調査結果があるそうだ。そのため、西洋の美は黄金比に関係するといわれてきた。ところが、宮崎先生がパルテノン神殿の平面図を調べたら、なんと白銀比だらけであった。黄金比と白銀比は、西洋と日本の伝統美の違いを表現しているのではなく、垂直に伸び上がるものと水平に広がるものの違いを示している、というのが宮崎説である（図１、２参照）。それが、とりもなおさず、垂直志向の西洋の黄金比的な美と、水平志向の我が国の白銀比的な美をみせているかもしれないとおっしゃった。

講演の後日、宮崎先生の研究室を訪ねて、お話の続きをお聞きした。またまた、引き込まれてしまった。白銀比というのは、正方形の一辺（1）と対角線の長さ（1.414）比をさし、黄金比とは正五角形の一辺（1）と対角線の長さ（1.618）の比をさす。無数にある正多角形の中で、一辺の長さと対角線の長さの比が一通りに決まるのは、奇跡的にこの二つだけである。三角形には対角線はなく、六角形以上では、対角線の長さは、二種類や三種類もできてしまうというお話をされた（図３参照）。

白銀比は、行儀よく平面を埋め尽くす正方形に関係するだけあって、実用的で平凡、かつ素直でおとなしく市松模様や碁盤目といった和風の形を飾りやすい。行儀よく平面を埋め尽くしてうろこ紋や亀甲紋を作る三角形や六角形も白銀比的である。それに対して、黄金比はどのように並べても平面を埋め尽くさない五角形に関係するだけあって、非実用的で非凡、かつ自由奔放で教会のバラ窓やステンドグラスのように放射状に広がる洋風の図形を飾りやすい。

日本は正方形でおとなしい。西洋は五角形(放射状)で、自由奔放。この話になったとき、これだ！と思った。先日、運動科学の講義で砲丸投の動作が違う事を説明したことを思い出したのである。世界のトップ選手の投げ方は、まさに放射状に広がるイメージである。それに対して、日本選手は、動きがこじんまりと小さい。

図４を見ていただくと、一目瞭然である。1991年に行われた東京世界陸上のときのギュンター選手と岡野選手の投動作を、日本陸連のバイオメカニクス研究班が比較検討した。それによると、世界のトップクラスの砲丸のリリース位置は、サークルの前端を大きくはみだしているが、日本選手のリリース位置は、サークルの前端の手前なのである。砲丸に与えられる力を分析すると、そのピーク値は、世界と日本で大差がなかったという。違いは、砲丸の弾道距離にあった。ギュンター選手の砲丸の弾道距離は、岡野選手に比べて、なんと72cmも長いのである。飛距離の差はここにあった。

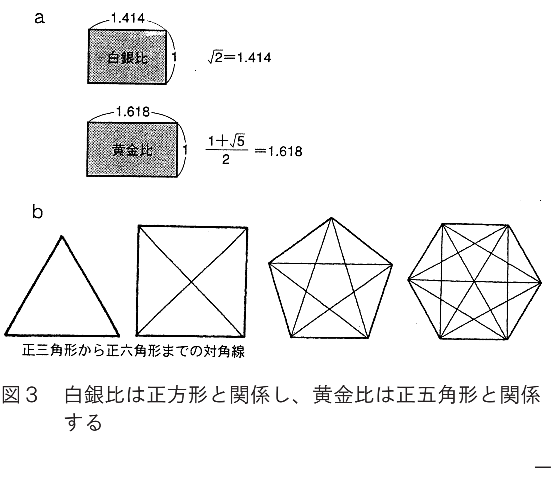


図３　白銀比は正方形と関係し、黄金比は正五角形と関係する

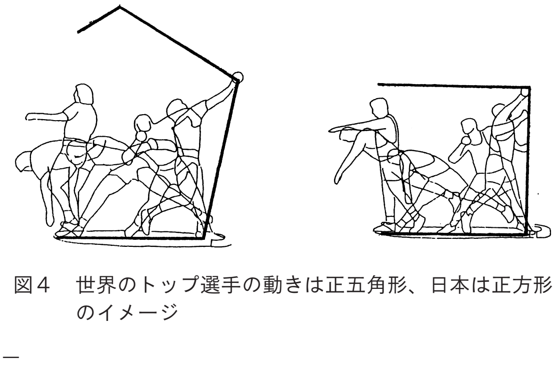


図４　世界のトップ選手の動きは正五角形、日本は正方形のイメージ

ギュンター選手と岡野選手の身長差は16cmある。しかし、砲丸の弾道距離の72cmという大きな差は体のサイズの違いだけでは説明できない。世界のトップは、リリース位置がなぜ前で、日本選手はなぜ手前になるのか。これは、動作感覚が違うのではないか、というのが筆者の考えである。

日本人は、２m13のサークルからはみだしてはいけないと、無意識的にどこかで思っているのではないか。世界のトップ選手は、サークルから弾けるように広がっている。まさにイメージ的には、正方形と正五角形の違いといえる。この動作の違いは、身体の軸感覚の違いに帰着すると思っている。

日本人は、身体の中心に軸を感じて、中心軸を起軸にして身体を回転させて投げるので、リリース位置が後ろになる。意識ではなるだけ前で離しているつもりだが、身体は、暗黙的に中心軸感覚を優先し、前に出ることを拒んでいる。世界のトップの動作は、身体の左右股関節上を通る軸が２本あって、投げの構えから回転の前半では右軸を用い、回転の後半では左軸を用い、さらにリリースポイントを前に出すために、リリースからその後にかけて、右軸に踏み変えてゆく。右→左→右というふうに軸を切り替えてゆくのだ。

中心軸感覚は正方形、軸を切り替える２軸感覚は正五角形のイメージに通じる。野球の投げ、打撃、サッカーのキック、これらの動きにも、中心軸感覚と２軸感覚の違いがみられる。日本人スポーツ選手に求められるのは、正方形感覚ではなく、五角形感覚である。バランスを崩してそのバランスの崩れを修復するのが、身体運動の二面性である。不安定の安定である。まるっきり、安定してしまっていれば、自然な動きは生じない。あとは力んで力任せの動きがあるのみである。

最近では、日本人スポーツ選手も、世界で活躍する選手が出てきている。例えば、大リーグで活躍するイチロー選手。彼の走塁、打撃、投げ、どれをとっても、大リーグ選手がお手本とする２軸動作である。法隆寺にも黄金比はあるし、パルテノン神殿にも白銀比はある。

感覚が変わると動きが変わる。日本人スポーツ選手は、自らのなかに眠る正五角形の黄金比感覚を呼び起こすとよい。

参考図書

京大人気講義シリーズ　『かたちのパノラマ』
宮崎興二著（丸善）
京大人気講義シリーズ
『運動科学　アスリートのサイエンス』
小田伸午著（丸善）

京都体育学会会則

昭和27年７月５日　制定施行
昭和37年６月９日　改正
昭和41年６月６日　改正
昭和49年４月１日　一部改正
昭和54年４月１日　一部改正
昭和55年４月１日　一部改正
昭和60年４月１日　一部改正
昭和62年４月１日　一部改正
平成５年４月１日　一部改正
平成９年４月１日　一部改正
平成10年４月１日　一部改正

１．総　　則

１．この会を京都体育学会（Kyoto Journal of Physical Education, Health and Sport Sciences）と称する。この会は日本体育学会京都支部を兼ねる。

２．この会は体育に関するあらゆる科学的研究をなし、体育学の発展を図り、体育の実践に寄与することを目的とする。

３．この会に専門分野を置くことができる。

２．会　　員

４．この会は前条の目的に賛同する個人および団体をもって組織する。

５．会員は正会員および購読会員とする。正会員には学生会員をおくことができる。正会員になるには正会員の紹介と理事会の承認を要する。

３．機　　関

６．この会の運営は次の機関による
（1）総　会　（2）役員会　（3）理事会

７．通常総会は毎年１回これを開き、当日の出席会員をもって構成する。
総会は正会員中より役員として会長（１名)、副会長（２名)、理事（若干名）および監事（２名）の選出を行うほか、役員会の提出する重要事項を議決する。
総会は会長が招集する。

８．本会は総会の承認をえて、顧問および名誉会員を置くことができる。

９．役員会が必要と認めた場合、または会員の要求があって理事会が適当と認めた場合には、臨時総会を開くことができる。

10. 役員会は会長（会長事故あるときは副会長）がこれを招集し、会の運営方法を審議する。

11. 理事会会は理事長および会計理事（２名）と庶務理事（１名）を選出する。理事会は会務を処理する。

12. 役員の任期は２ヶ年とする。ただし重任を妨げない。

13. 総会および役員会の議事は出席者の過半数をもって決する。

4．事　　業

14. この会の目的を達成するために次の事業を行う。
　（1）学会の開催　　（2）研究会，講演会等の開催
　（3）機関誌「京都体育学研究」の刊行
　（4）その他この会の目的に資する諸事項
15. 研究会は毎年１回以上これを開き、研究成果の発表を行う。
16. 機関誌「京都体育学研究」の編集は編集委員が担当する。

5．会　　計

17. この会の経費は次の収入によって支出する。
　（1）会員の会費　（2）事業収入　（3）他より助成金および寄付金
18. 会費の額は別に記す。名誉会員は会費を免除する。
19. この会の会計年度は毎年４月１日より翌年３月末日とする。

6．附　　則

20. この会の事務局は原則として理事長の所属する学校に置く。
21. この会の会則は総会の議決により変更することができる。
22. この会則は、平成10年４月１日から実施する。

記

会費（1）正会員年額2,000円
　学生会員年額1,000円
　購読会員年額1,000円
（昭和62年４月１日より）
なお、日本体育学会会員は定められた会費がこれに加わる。

京都体育学会事務局

〒612-8522　京都市伏見区深草藤森町１
京都教育大学　寺田光世　研究室
Tel.075-644-8288
Fax.075-645-1734（事務室）

郵便振替口座番号　01070-7-23829
加入者名　京都体育学会

＊退会・転出・転入・通勤先変更・転居等については、日本体育学会事務局へ直接届けると共に、京都体育学会事務局か、庶務までご連絡ください。

京都体育学会専門分科会規程

昭和41年　制定
昭和42年　一部改正
昭和43年　一部改正
昭和49年　一部改正
昭和54年　一部改正
昭和58年　一部改正
昭和62年　一部改正
平成13年　一部改正

１．体育に関する専門分野の研究推進のため、京都体育学会（以下本会という）会則第３条の規定によって専門分科会（以下分科会という）を置く。

２．分科会は原則として、専門分野を同じくする10名以上の本会会員をもって組織し、世話係を選出する。

３．分科会は世話係および分科会会員名簿を本会会長に提出し、役員会の承認を得て成立する。

４．分科会は、年数回その専門分野について研究会を開き、その成果を毎年支部学会において報告しなければならない。

５．各分科会には申し出があった場合、年6,000円を補助する。

専門分科会	世話人	連絡先
発育発達	小島広政	京都産業大学体育教育研究センター（TEL075-701-0277） 事務室（TEL075-701-0266） 〒603-8555　北区上賀茂本山
運動生理	小田伸午	京都大学大学院人間・環境学研究科（TEL075-753-6876） 〒606-8501　京都市左京区吉田二本松町
バイオメカニクス	野村照夫	京都工芸繊維大学繊維学部（TEL075-724-7741） 〒606-8585　京都市左京区松ヶ崎御所海道町
体育社会・心理	横山勝彦	同志社大学（TEL0774-65-7510） 〒610-0394　綴喜郡田辺町多々羅都谷1-3
体育指導	増田洋	京都嵯峨芸術大学（TEL075-864-7858） 〒616-8362　京都市右京区嵯峨五島町１
体育原理・体育史	岡尾恵市	立命館大学（TEL075-464-1111） 〒603-8577　京都市北区等持院北町
体育経営管理	中　比呂志	京都教育大学（TEL075-644-8280） 〒612-0863　京都市伏見区深草藤森町１

京都体育学会役員

名誉会員	川畑愛義	(京都大学名誉教授 日本生活医学研究所)
	末利　博	(京都教育大学名誉教授)
	万井正人	(京都大学名誉教授)
	竹内京一	(京都教育大学名誉教授)
顧　問	蜂須賀弘久	(京都教育大学名誉教授)
	倉敷千稔	(同志社大学名誉教授)
	伊藤　稔	(京都大学名誉教授)
	川井　浩	(京都大学名誉教授)
会　長	田口貞善	(京都大学)
副会長	中村榮太郎	(京都大学)
	野原弘嗣	(京都教育大学)
理　事	伊坂忠夫	(立命館大学)……会計・渉外
	大山　肇	(京都外国語大学)
	岡尾惠市	(立命館大学)
	小田伸午	(京都大学)
	小島広政	(京都産業大学)
	寺田光世	(京都教育大学)……理事長
	中井誠一	(京都女子大学)……庶務
	長谷川豪志	(京都産業大学)……会計
	藤田　登	(同志社大学（元）)
	山下謙智	(京都工芸繊維大学)
監　事	森谷敏夫	(京都大学)
	芳田哲也	(京都工芸繊維大学)

その時、カラダに必要な科学。

運動中はこまめに補給。
水分とイオン。

運動中のカラダは、水分といっしょにイオンも失っています。汗をかいたら、こまめに水分とイオン。それがカラダに負担をかけないコツです。ポカリスエットは体液に近い浸透圧とイオンバランスに調整された飲み物。運動中の渇いたカラダをすばやく潤してくれます。

トレーニングの合間に。
すばやく30品目。

たとえば合宿中や試合の合間。時間がないときほど、カラダはバランスのとれた栄養補給を求めています。カロリーメイト・缶は医療の分野で使われている流動食から生まれたバランス栄養食。飲みやすく消化も早いので、「ハードな練習に何も食べられない」というときにも最適です。

体脂肪を燃やせば持久力に!
運動30分前に飲む。

体内のエネルギー物質をきらさない。それがバテないコツです。エネルゲンは、効率よく体脂肪をエネルギーに変えるために必要と言われている栄養素(果糖・アルギニン・クエン酸)をバランスよく含んだ飲み物。基本の「トレーニング30分前補給」で、スタミナ持続をサポートします。

タイミングで差がつく。
「直後」に食べるジョグメイト。

筋肉をつくるのに不可欠なプロテインは、摂取タイミングが重要。実はトレーニング「直後」に取るのが効果的なのです。ジョグメイトプロテインは携帯に便利なチューブ式タンパク食。トレーニングを終えたその時、その場所で、効率的なタンパク質補給ができます。

スポーツを愛するカラダに。

Otsuka Sports Science

編　集　後　記

　昨今大学教育に関して、知識よりも智恵や教養が大事ということがよく言われるようになってきました。私も、これまで授業中に学生諸君にそのように言ってきました。知識はたしかにそのままの状態では固定された情報です。したがって、知識を獲得することと同時に、知識を智恵や教養に高める営為が望まれます。このことの意味は、強調してもし過ぎることはないと思います。

　しかし、最近言い方を少し変えました。学生諸君のレポートなどをみると、知識を軽視する発言が多いことが気にかかります。受験時代に得た知識は使えない。無駄である。大学の教養過程の講義は、単なる知識の羅列に過ぎない、などの発言が目立ちます。総ては知ることから始まります。たった一つの知識を得ることで人生観すら変わることがあります。知ることの意味、その凄さ。また、その一つの知識の発見に要した長い時間と研究者の努力。こうしたことを身を持って知ることこそ、教養を得ることに通じると思います。その意味で、原点は知識だと思い直すようになったのです。

　知識の重みは、研究者になって、論文に発表してみて分かることかも知れません。本誌の査読、編集作業に従事しながら、研究成果を論文という形に表し、それを後世に残してゆくことの意義を感じておりました。たった一つの発見、たった一つの考察。大事にしたいものです。

小田伸午

編　集　委　員

京都体育学研究　第19巻

平成15年５月28日印刷

平成15年５月31日発行

編集発行者　田口　貞善

印　刷　者　株式会社　大光社

京都市中京区小川通丸太町下ル中之町76

発　行　所　京都体育学会

〒612-0863　京都市伏見区深草藤森町１

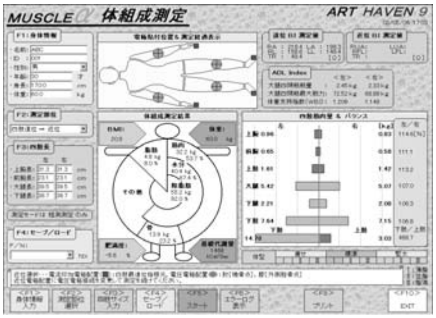
京都教育大学　寺田光世研究室　気付

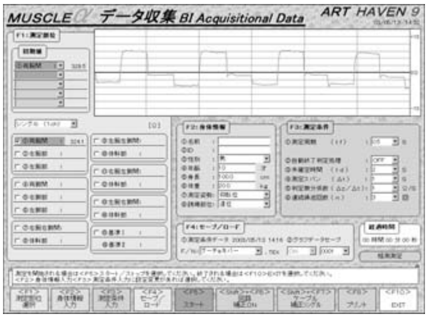
アートヘブンナイン

生体電気インピーダンス方式筋量測定装置
Muscle-α

特長　世界ではじめてMRI法を基準として、四肢を上腕、前腕、大腿、下腿および体幹の９部位に分割したそれぞれの筋肉量を測定。具体的には人体に極めて微弱で安全な高周波電流を流し、四肢および体幹９部位の生体電気インピーダンスを測定し、これをMRI法で測定した四肢筋肉量を基準として解析した専用アルゴリズムを用いて、四肢の上下左右の筋肉量とバランスおよび全身の筋肉量、骨量、水分量、体脂肪率（量）、除脂肪量をグラフ等によってわかりやすく表示。測定時間は約2分、準備の時間を含めて1人約5分で終了。
寸法・重量　本体：W325xD420xH78mm　2.8ｋｇ
PC:W283xD224xH39.5mm　2.34ｋｇ
プリンター：W302xD112.5xH49mm　0.9ｋｇ

株式会社アートヘブンナイン
京都市南区上鳥羽鉾立町11-2　TEL 075-691-7491
FAX 075-691-7494　http://arthaven9.co.jp

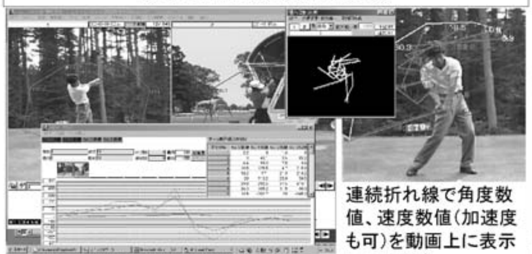




オクタル動作解析指導支援システム

動作解析支援システムOTL－8は、ビデオカメラからコンピュータに取り込んだ動作映像をその場で解析評価し、指導に役立てることを目的にしています。また、その解析評価のデータは、教本CD作成、プレゼン支援システムOTL－1の教材データとして活用できます。

動作解析、比較、評価そして指導に評価、教材CD
動画上で作図、計測、作図比較



連続折れ線で角度数値、速度数値(加速度も可)を動画上に表示しています。

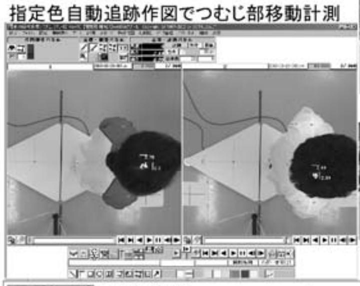
2つの動作を比較操作とグラフ化

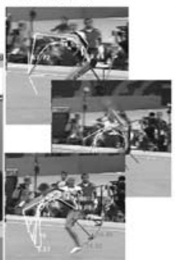
データ管理

個人データと、その都度の記録データを管理できます。
データの項目名も編集可能です。
その他、グラフ表示機能やEXCELデータなど他のデータファイルを登録し、何時でも起動できます。
例えば、記録データのグラフや起動されたEXCELデータを参照し、その時の動作の表示解析が行えます。

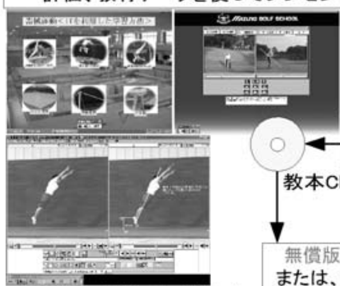
評価、教材データを使ってプレゼンテーションと教本CD

指定色自動追跡作図でつむじ部移動計測

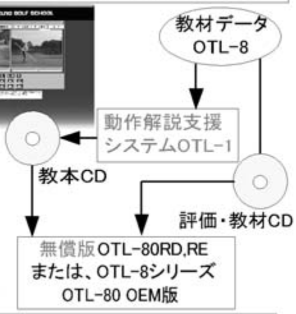




各ポイント移動をベクトル表示



ポイントコマ位置で止まります

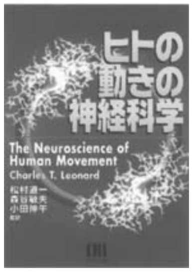


ヒトの動きの神経科学

Charles T. Leonard著　The Neuroscience of Human Movement

松村道一・森谷敏夫・小田伸午監訳　B5/260頁/図92/表7　**定価（本体3,800円＋税）**

―ユニークな神経生理学の基礎と臨床への統合―



本文中の具体例に、日常生活や臨床場面から採用されたものが多いが、その内容が神経現象の多岐にわたっており、記述が丁寧で分かりやすいことを考えれば、神経科学や行動科学・心理学を専攻する学生はもとより、体育学・スポーツ科学研究者およびスポーツ指導者にもぜひ読んでいただきたいものだと思っている。コーチの仕事とリハビリテーション医学とは、合い通じるものがあると訳者は信じている。

【目次】　1章　神経系の用語紹介　2章　形態と機能の概観　3章　反射作用と運動制御の原理　4章　運動における大脳皮質の役割　5章　ヒトの歩行の神経制御　6章　頭部・眼球・上肢協調の神経制御　7章　運動学習の神経科学

近　刊

脳 百 話 ～動きの仕組みを解き明す～〈6月予定〉

松村道一・小田伸午・石原昭彦編著　B5/約220頁/図表110　**定価未定**

運動に関する脳科学の成果を紹介。本書は読者がどの頁から読まれても良いように構成、関連する話題にジャンプする形式をとっている。難しいと敬遠されがちな脳科学を気軽に読めるよう作られている。

入門　運動神経生理学

～ヒトの運動の巧みさを探る～〈8月予定〉

矢部京之助・大築立志・笠井達哉編著　B5/約350頁/図表多数　**定価未定**

随意動作を、機能不全をともなう動作・日常に必須の動作・スポーツに見られる動作に分け、それぞれに存在する習熟課程を神経・筋機能の側面より検討し習熟した獲得課程を明らかにすることで運動機能の回復、低体力者や高齢者の日常生活動作における随意動作の能力低下の抑制や、遅延、スポーツ場面の高度のスキル獲得など神経・筋系の働きを明らかにする。

アダプテッド・スポーツの科学

～障害者・高齢者のスポーツ実践のための理論～〈9月予定〉

矢部京之助・草野勝彦・中田英雄編著　B5/約280頁/図表多数　**定価未定**

障害者・高齢者にどの様なスポーツが適合するか。身体的健康を守るためにどの様な身体活動が良いかを実践の場において研究されてきた成果を的確に当てはめる、現場で活動する、リハビリを受ける人のためによりよい方法を考える。科学的アプローチで可能性を追求。

既　刊

スポーツ動作学入門

石井喜八・西山哲成編著　B5／204頁/図164/表20/写真28　**定価（本体2,700円）**

生涯スポーツ実践論

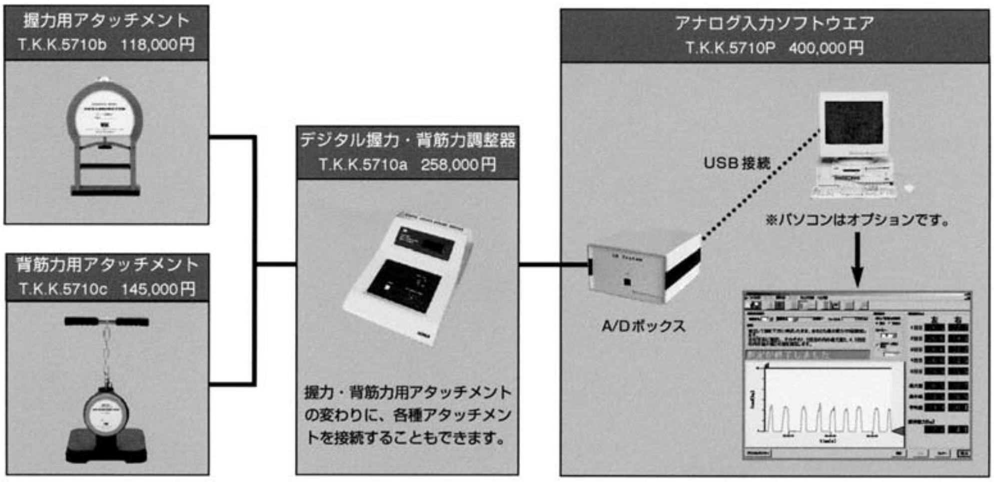
川西正志・野川春夫編著　B5／260頁/図65/表67/写真28　**定価（本体2,800円）**

CHI 市村出版

114-0003　東京都北区豊島2-13-10　TEL 03-5902-4151
FAX 03-3919-4197　E-mail：info@ichimura-pub.com
URL：http://www.ichimura-pub.com　郵便振替口座00140-3-664666
☆ご注文は小社に直接か最寄りの書店にお申し付け下さい☆

デジタルGBシステム（力測定システム）

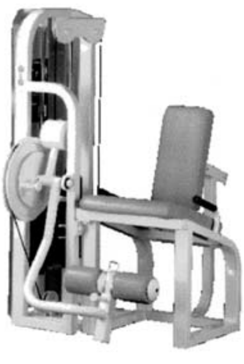
● ストレンゲージ式の握力用アタッチメントや背筋力用アタッチメントによるアイソメトリック筋力測定ができます。
● 特殊健診における瞬発握力や維持握力５回法、60%法の測定が簡単に実施できます。
● 生理学実験で有用な筋力変化の時系列測定が可能です。パソコン画面を見ながらフィードバック実験も可能です。



FAS TYPE-WS

● TAKEIの"FAS TYPE-WS"は、H.I.T.システムの一環として、筋力エクササイズを効率よく実施し、健康増進・QOL(Quality of life)の向上・生活習慣病の予防を目指します。
● 高齢者にも安心して使用できるウェイトスタックマシンとして設計されました。
● しっかりとしたフレームと幅広のシート、更に最適なポジショニングが高い姿勢保持機能と安定感をもたらし、安全で効果的な運動を提供します。

チェストプレス
T.K.K.3201　850,000円



レッグエクステンション
T.K.K.3212　850,000円

人間の可能性を科学する
TAKEI 竹井機器工業株式會社
大阪支店/〒532-0011　大阪市淀川区西中島6-7-8(大昭ビル７Ｆ)
TEL.06(6304)6015　FAX.06(6304)1538
ホームページ　http://www.fsinet.or.jp/~tkk/