

東海大学

スポーツ医学雑誌

第5号

1993

The Tokai Journal of Sports Medical Science

東海大学スポーツ医学研究所



Ki Higashi
イラスト 東 恵子

人は何処より来り何処に行かんとするか
それはありし日の少年に芽生えたほのかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にどうまゝに生かされ、生る現実ある
この現実の上人々は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実に人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくらう

精神と肉体との調和と生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を築進しよう

されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを

見よ造られたるもの限りなく人の力越えを
見よこの偉大な造物主の力を

人々よ

自作愛蔵がれども父母を敬愛崇拝するは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと云う

されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある

われら當然として襟を正し現実を正視しよう
昭和四十八年四月

昭和四十八年四月

松前重義

人は何処より来り何処に行かんとするか

それはありし日の少年に芽生えたほのかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にどうまゝに生かされ、生る現実である
この現実の上人々は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

生命の現実に人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくらう

精神と肉体との調和と生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を築進しよう

されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ

見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを

見よ造られたるもの限りなく人の力に越ゆるを
見よこの偉大な造物主の力を

人々よ

身体製膚これを父母にうく敬て毀傷せざるは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと云う

されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある

われら當然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年四月 初春

松前重義

【研究論文】

リラクゼーションに関する精神生理学的研究：

音楽と心身のリラクゼーション(その1)

白倉克之・森本 章・小林信三・伊賀富栄・篁 一誠
寺尾 保・今村義正・小村渡岐麿・中野昭一 9

持久的トレーニングにおける運動生理学的能力の向上に関する研究II

ラットのLTを指標とした2種の走行トレーニングが筋グリコーゲン含有量に及ぼす効果

寺尾 保・山下泰裕・張 楠・佐藤宣践・小村渡岐麿・中野昭一 17

ブドウ糖がつくる水溶液の局所構造

真下 悟・三浦信廣 25

スポーツ施設環境の評価に関する心理学的研究1

大学の体育館環境に対するスポーツ競技者と一般学生の評価差を

検討するためのパイロット・サーベイ 吉川政夫・松本秀夫・里見悦郎・今村義正 30

スポーツ施設環境の評価に関する心理学的研究2

スポーツ施設環境調査項目の経営学、および心理学的検討

里見悦郎・吉川政夫・松本秀夫・今村義正 37

若年スポーツ選手の心拍数変動 Power Spectral analysis による

自律神経機能の評価(1)

田辺晃久・寺尾 保・中野昭一 44

大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト(V) 1991年度報告

三田信孝・今川正浩・成田明彦・堀江 繁

三神美和・寺尾 保・荒川正一・中野昭一 50

ドーピング薬を反復投与した時のマウス自発運動量の変化

岡 哲雄・劉 曉非・扇谷信幸・岩尾佳代子 58

一流のレベルにある大学サッカー選手の

tibia plateau angle の異常について

水島茂樹・中村 豊・戸松泰介・宮崎誠司・今井 望 62

スポーツによる関節軟骨障害に関する基礎的研究 剪断荷重の影響

戸松泰介・今井 望・菊川久夫・赤坂 理・中村 豊 66

砲丸投げの高速度写真計測

山本芳孝・石田義久 71

【報告】

オーストリア・ボルツマン研究所およびウィーン大学との
共同研究プロジェクトの打ち合わせに関する報告書

ERGOPYCHOMETRISCHE TESTBATTERIE の運用に関して

体育学部 今村義正・体育学部 吉川政夫・体育学部 里見悦郎・体育学部 松本秀夫 82

The Report of European "Budo-Forum"

ヨーロッパ「武道フォーラム」の報告

体育学部 小村渡岐磨・体育学部 橋本敏明 85

米国先端スポーツ医療視察報告

医学部 安部総一郎 89

【スポーツエッセイ】

バイクの魅力

理学部物理学科 砂子克彦 96

彫刻の「立つこと」と運動

教養学部芸術学科 新関八紘 98

「黄金計画」

工学部建築学科 久保田庄三郎 100

スポーツ医科学研究所所報

103

あとがき

111



研究論文

- リラクゼーションに関する精神生理学的研究
音楽と心身のリラクゼーション(その1)
- 持久的トレーニングにおける運動生理学的能力の向上に関する研究II
ラットのLTを指標とした2種の走行トレーニングが筋グリコーゲン含有量に及ぼす効果
- ブドウ糖がつくる水溶液の局所構造
- スポーツ施設環境の評価に関する心理学的研究1
大学の体育館環境に対するスポーツ競技者と一般学生の評価差を検討するためのパイロット・サーベイ
- スポーツ施設環境の評価に関する心理学的研究2
スポーツ施設環境調査項目の経営学、および心理学的検討
- 若年スポーツ選手の心拍数変動 Power Spectral analysis による自律神経機能の評価(1)
- 大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト(V)
1991年度報告
- ドーピング薬を反復投与した時のマウス自発運動量の変化
- 一流のレベルにある大学サッカー選手の tibia plateau angle の異常について
- スポーツによる関節軟骨障害に関する基礎的研究
剪断荷重の影響
- 砲丸投げの高速度写真計測

リラクゼーションに関する 精神生理学的研究:

音楽と心身のリラクゼーション(その1)

白倉 克之 (医学部精神科)

森本 章 (医学部精神科)

小林 信三 (多摩大学総合研究所)

伊賀 富栄 (医学部精神科)

篁 一誠 (医学部精神科)

寺尾 保 (医学部生体構造機能系生理科学)

今村 義正 (体育学部社会体育学科)

小村 渡岐磨 (体育学部体育学科)

中野 昭一 (医学部生体構造機能系生理科学)

A Psychophysiological Study on Relaxation

—Music and Psychosomatic Relaxation (Part 1)—

Katsuyuki SHIRAKURA, Akira MORIMOTO,
Shinzo KOBAYASHI, Tomiei IGA,
Issei TAKAMURA, Tamotsu TERAQ,
Yoshimasa IMAMURA, Tokimaro OMURA,
and Shoichi NAKANO

Abstract

As a part of the scientific measure to strengthen and foster sports players on the mental aspect, it is hoped that a method aiming at achieving the self-control such as tension/release from it and strengthening of the concentration power be established.

In this study, we undertake a preliminary polygraphic study about the influence of music on various physiological functions as a part of the psychophysiological study. Concretely 10 healthy individuals were used as subjects, three kinds of music, namely "favorite music" selected by each subject, "Tenkai composed by Kitaro" said to be effective for relaxation and "contemporary music" said to be unpleasant to 85 percent of the people were selected, and polygraphic recordings such as EEG, ECG, HR, Eye Movement, EMG, PT, Resp and SPL were made. BP, HR and Resp often showed an increase with the "favorite music", remained unchanged or showed a decline or decrease with "Kitaro" in many cases and tended to remain unchanged or rise-increase with "contemporary music". A relatively sensitive response was noted with SPL and the form of response could be categorized as 3 types—complete response type, response/suppression type and no response type. As to EEG too, it could be divided into two, that is, the response type and no response type by a comparative study on the incidence of alpha activities.

はじめに

ストレス社会の到来と共に、種々のストレス・マネジメントに関する知見が近年数多く報告されている。その中には音楽をもちいて心身のリラクゼーションを獲得する方法もいくつか検討されて来ている。確かに精神医学や心身医学の領域においては、従来より音楽療法的な経験的に取り入れられ、一部の医療機関においては精神分裂病、うつ病、神経症患者や各種心身症患者などに対して先駆的な試みがなされてきており、ある程度の治療効果が報告されている^{2,4,5,6)}のは事実である。しかしながら、その治療メカニズムや作用機序についての十分な検討がなされておらず、未だ判然としないのが現状である。

現代の各種ハイテク技術を背景に種々の技術的な強化方法や身体的な鍛錬方法の究明については、各領域でそれぞれ目覚ましい成果をあげていることが数多く報告されているのに反して、選手個々のメンタルな面でのセルフ・コントロールに関する科学的な研究の立ち遅れは否めない。スポーツ選手についても練習中の緊張の持続とその解消、競技前の過度の緊張のコントロール、集中力の高揚とその解放などスポーツ選手の科学的な強化育成方法の一環として、この領域における精神生理学的な解明が望まれる状況にあるといっても過言ではない。

本研究はリラクゼーションに関する精神生理学的な研究の一端として、まず音楽の心身の諸生理機能に及ぼす影響³⁾について予備的なポリグラフ研究に着手し、科学的な強化育成方法に関する種々な検討を数年間にわたって行うことを目標として計画したものである。今回は具体的に3種類の音楽を健常被検者に提示し、その間 EEG (脳波)・ECG (心電図)・HR (心拍)・BP (血圧)・EM (眼球運動)・EMG (筋電図)・PT (末梢皮膚温)・Resp (呼吸)・SPL (皮膚電位水準)などのポリグラフを測定し、その期間中の内省報告に基づいて検討を行った。

研究対象および研究方法

対象は東海大学医学部オーケストラ音楽部所属の健常な学生10名で、その性別は男性4名、女性6名であった。年齢は20歳から33歳でその平均年齢は26.0歳であった。起床時間や睡眠時間を含めた生活習慣、自己申告による性格特徴、実験に用いた好みの音楽などに関する被検者個々のプロフィールを表1に示した。彼等はいずれもピアノ・チェロ・バイオリン・クラリネット・オーボエなどの楽器の演奏練習をほぼ定期的におこない、ほとんど毎日のような音楽鑑賞を習慣的におこなっている者であった。今回の我々の予備的な研究の目的の一つには、日頃音楽に慣れ親しんでいる者であり通常の人より音楽に対する感受性が鋭い被検者を選んで音楽に対する特徴的な反応性を把握する必要性があったため、上記のような被検者を意図的に選んだことになる。

図1にブロックダイアグラムを示した。実験は一定の室温(22°C)と一定の照度に保たれた半防音室の中でおこなわれ、被検者は安楽椅子(ボディソニック社製:ボディソニック・プラス1)に半座位をとりながら、下記の3種類の音楽を提示しそれぞれ各5分ずつ椅子に内蔵されたスピーカーより好みの音質・音量で聴かせ⁹⁾多項目のポリグラフ記録をおこなうと共に、毎回の各トライアル終了後内省報告を聴取した。

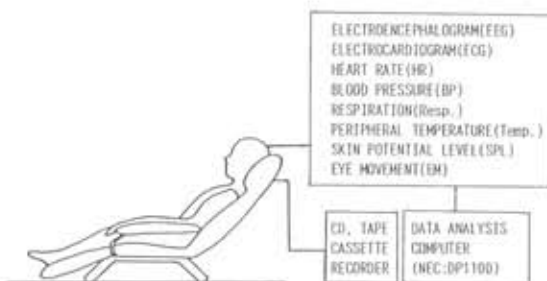


図1 半防音室にて安楽椅子(ボディソニック社製:ボディソニック・プラス1)に座らせ、課題音楽を5分間ずつ椅子に内蔵のスピーカーにて聴取させ、同時に上記の生理学的事項をポリグラフ記録をした。

表1 被検者のプロフィール

被検者名	記録コード	年齢	性別	生活習慣	起床時間	睡眠時間	性格 (自己申告)	聞く頻度	音楽について ジャンル	演奏楽器	実験に用いた 好みの音楽
市川	SUBJ.1	20	F	夜型	10:00	7:00	社交的, 物事に動じない	時々	クラシック	クラリネット ピアノ	モーツァルト クラリネット協奏曲 より第1楽章
原田	SUBJ.2	23	M	夜型	11:00	7:00	社交的, 居直るのがうまい	毎日	テクノ音楽	ピアノ チェロ	坂本龍一 音楽団體より
筑山	SUBJ.3	32	F	朝型	7:00	6:00	社交的な方, 立ち直りが早い	毎日	ポピュラー	ピアノ チェロ	ブラームス 交響曲第3番より 第3楽章
鶴田	SUBJ.4	28	M	朝型	8:00	6:00	内向的, 楽天的, 非社交的	毎日	クラシック	ビオラ オーボエ	ワーグナー ニュルンベルクのマイ スタージンガー前奏曲
野村	SUBJ.5	21	M	夜型	8:00	6:00	非社交的, 喜怒哀楽が激しい	毎日	ポップス	バイオリン	サザンオールスターズ サマードリーム
飯田	SUBJ.6	26	F	夜型	7:00	4:00	内向的, 内省的, 動揺が激しい	毎日	ジャズ	クラリネット ギター	ゴルバート サリバン アロン アゲイン
田中	SUBJ.7	33	F	夜型	8:00	7:00	明朗, 喜怒哀楽が激しい, 感受性が鋭い, 頑張り屋	毎日	クラシック	バイオリン ピアノ	モーツァルト ピアノ協奏曲第21番 より第2楽章
小川	SUBJ.8	31	F	朝型	7:00	6:00	非社交的, 孤獨を好む	毎日	クラシック	フルート バス	シューマン 交響曲第2番より 第3楽章
福川	SUBJ.9	24	M	夜型	11:00	9:00	慎重, 短気, 感情的, 極端	毎日	クラシック フュージョン	サクソ バースーン	グローバー ワシントン Jr. ツイン ライト
佐藤	SUBJ.10	22	F	朝型	8:30	7:00	真面目, 内向的, 物事を考えないで行動する	毎日	バロック	オーボエ ピアノ	シューマン 3つのロマンス

提示音楽としては、まず被検者自身が「生き生きとするような、快さ」を日頃感じる音楽のテープもしくはカセットを各自持参させて、これを『好みの音楽』とした。表1の右端に各自の持参した『好みの音楽』をリストアップしたが、その内訳はクラシック系6名とポップス系4名であった。つぎに喜多郎作曲の「天界」の一部を『快感音楽』として選択した。これは α 音楽として心身のリラクゼーションに有効であると巷間知られているものであり、コントロール音楽(1)として採用した。さらにコントロール音楽(2)としては、いわゆる現代音楽である朴在烈の「シンフォニー No.2」の一部を『不快音楽』として選択した。この音楽はある調査によると大学生の約85%が不快を感じる音楽として指摘されている音楽⁹⁾である。以上3種類の音楽を提示音楽として比較検討することとした。

図2には各トライアル毎のプロトコールを示し

1回目



2回目

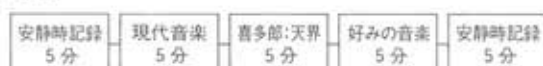


図2 実験プロトコール

た。1回のトライアルは好みの音楽、コントロール音楽(1)、コントロール音楽(2)と前後2回の安静時記録の合計5セッション(1セッションは各5分間)と各セッション間の休憩時間各1分間の計29分間で構成されるものとした。なお各被検者にはそれぞれ1回目・2回目の順で合わせて2回の実験に参加して貰うのを原則とし実験をおこなった。

表2 各生理学的指標の変動（音楽提示前の記録との比較）

「1回目」好みの音楽							コントロール(1)喜多郎						コントロール(2)現代音楽					
	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM
市川	↑	+	→	→		↓	→	+	→	→		→	→	+	→	→	→	→
原田	→	+	↑	↑	↑	→	→	+	→	→	→	→	→	+	↑	→	↑	→
笹山	→	→	↑	↑	↑	→	↓	→	↓	↓	↑	↑	↓	→	↑	→	↑	→
鶴田	↑	+	↑	↑	↑	↑	↑	+	↑	↑	↑	→	↓	+	↑	↑	→	→
野村	→	+	↓	→		→	↓	+	↑	→	↓	↓	DROWSY	→	→	→	→	→
飯田	→	→	→	↑	↑	↑	↑	→	→	→	↑	↑	→	→	↑	→	↑	→
田中	→	+	↑	↑	↑	↓	→	+	↓	→	→	↓	→	+	→	→	→	↓
小川	→	→	↑	→	→	↓	↑	→	→	→	→	↑	↓	→	→	→	→	→
稲川	↑	+	↑	↑	↑	→	↑	+	↓	↓	↑	→	+	→	↑	↑	↑	→
佐藤	→	+	↓	→	→	→	→	+	↓	→	→	↑	→	+	↓	→	→	→

「2回目」好みの音楽							コントロール(1)喜多郎						コントロール(2)現代音楽					
	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM	EEG	SPL	BP	HR	Resp	EM
市川	↑	→	→	→		→	→	→			→	→	→	→			→	→
原田	→	→	↓	→	→	↓	→	→	↓	→	↓	↓	↓	→	↓	→	→	→
笹山	→	→			→	↑	SLEEP	→			→	↑	SLEEP	→			→	↑
鶴田	↑	+	↑	↑	↑	↑	DROWSY	+	↑	↓	→	→	→	→	↑	→	→	→
野村	→	+			↑	↑	DROWSY	+			↑	→	↓	+			↑	→
飯田	↑	→	→	→	→	↑	↓	→	↓	→	↓	→	↓	→	↓	→	→	→
田中	↓	+	↑	↑	↑	→	↓	+	↑	↑	↑	→	↓	+	↑	↑	↑	→
小川	→	→	↑	→	↑	→	→	→	→	→	↑	→	→	→	↑	→	↑	→
稲川	SLEEP	→	↑	→	→	→	SLEEP	→	↑	→	→	→	→	→	↑	→	→	→
佐藤																		

↑：上昇または増加
 →：不変
 ↓：低下または減少
 +：変動

研究結果

表2に前後2回の安静時記録と比較した各生理指標の変化をまとめて示した。上段は第1回目のトライアル、下段は第2回目のトライアルの実験結果を示し、左のブロックに「好みの音楽」、中央のブロックに「喜多郎」、右のブロックに「現代音楽」の結果をそれぞれまとめて示した。なおEEGの変化としては α 活動の単位時間あたりの出現量を指標として示し、SPLの欄にはその変動の有無を+、→で表示し、その他のBP・HR・Resp・EMの項には血圧の上下・心拍数の変動・呼吸数の変化・眼球運動の増減をそれぞれ↑（上昇または

増加）、↓（低下または減少）、→（不変）で示した。

検査成績をみると、各音楽に対する反応性は被検者ごとにバラツキが目立つこと、また同一被検者であっても2回のトライアルが異なった反応を示したり、さらにはdrowsy～sleepを示すなどデータの解釈を困難としている部分が見られている。

まず血圧・心拍数・呼吸数・眼球運動に関する研究成績であるが、概略的に言うと各自が持参した「好みの音楽」では血圧・心拍数・呼吸数などの上昇あるいは増加を示す例が多くみられ、逆にコントロール音楽(1)の「喜多郎」の場合は血圧・心拍数・呼吸数などが不変もしくは低下または減少を示すことが多く、コントロール音楽(2)の「現

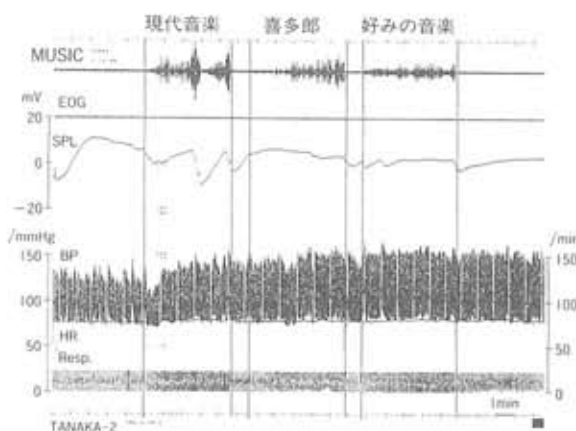


図3

代音楽」では血圧・心拍数・呼吸数などが不変もしくは上昇あるいは増加する傾向が窺われる。なお眼球運動については特別な傾向がみられなかった。

EEG および SPL に関して興味ある成績が得られたので、以下本稿では EEG および SPL に関する研究結果を中心に報告する。

(1) SPL の変動よりみた反応形態

イ、被検者 S-7 (田中) の SPL 測定チャートを図 3 に示した。最上段に使用した音楽のアナログ波形を示し、次いで EM (EOG)、SPL、BP、HR、Resp の順に図示し、図の左端より「安静時記録」、「現代音楽」、「喜多郎」、「好みの音楽 (モーツァルト)」、「安静時記録」の順に並べてある。3 段目の SPL に注目すると「現代音楽」、「喜多郎」、「好みの音楽」の順に SPL がレスポンスしているのが観察され、3 曲ともに反応していることになる。

ロ、被検者 S-4 (鶴田) の成績を図 4 に示した。「好みの音楽 (ワーグナー)」で強く SPL が反応し、ついで「喜多郎」の順で反応しているが、「現代音楽」では逆に抑制されている。

ハ、被検者 S-6 (飯田) の成績を図 5 に示した。自ら持参した「好みの音楽 (ギルバート・サリバン)」を含めていずれの音楽にも SPL の目立ったレスポンスがみられていない。以上、代表的な SPL の反応形態を示した。「好みの音楽」は前述した如く積極的に個々に快感をもたらす音楽すなわ

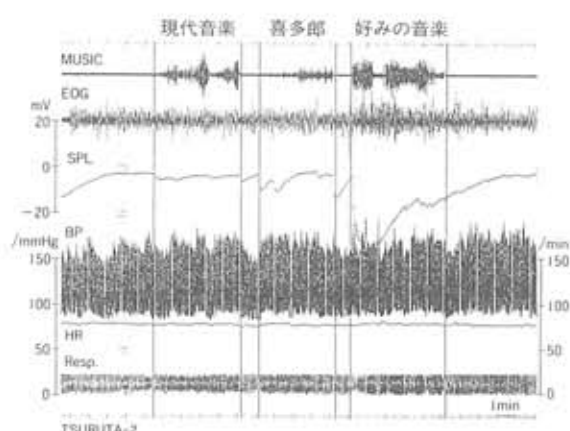


図4

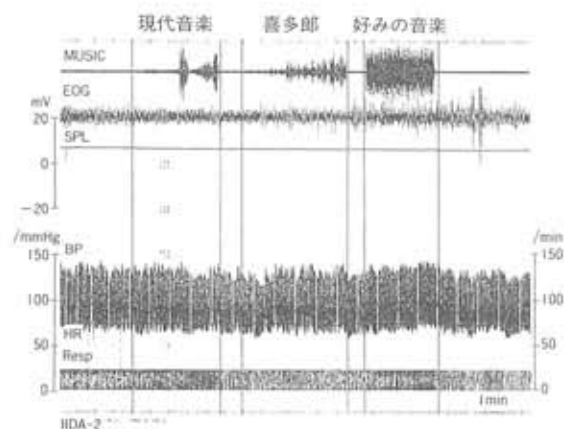


図5

ち積極的な意味での快感音楽、「喜多郎」は心身のリラクゼーション～心地良い眠りを誘う音楽すなわち消極的な意味での快感音楽、「現代音楽」を不快音楽と仮に規定すると、SPL の反応形態より、快感音楽及び不快音楽の両方にレスポンスするものを全反応型、快感音楽にはレスポンスするが、不快音楽にはレスポンスしないものを反応/抑制型、両方の音楽ともにレスポンスしないものを無反応型と類型化することができる。表 3 に SPL の変動よりみた反応タイプの区分を示した。

もとより各音楽の SPL に対する反応形態には個人差が非常に多く、また同一個人であってもトライアル 1 とトライアル 2 の反応形態に相違がみられ、実験状況やその時の心身の状態などに大きく影響されることが示唆される。

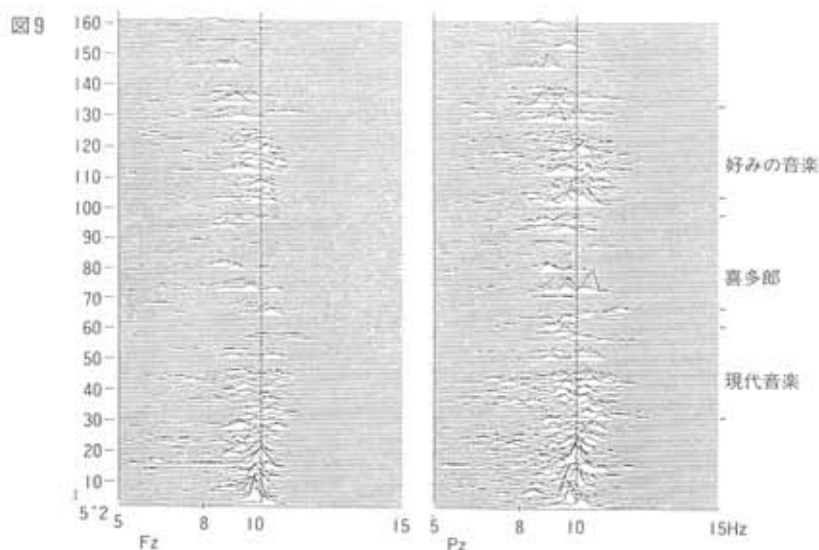
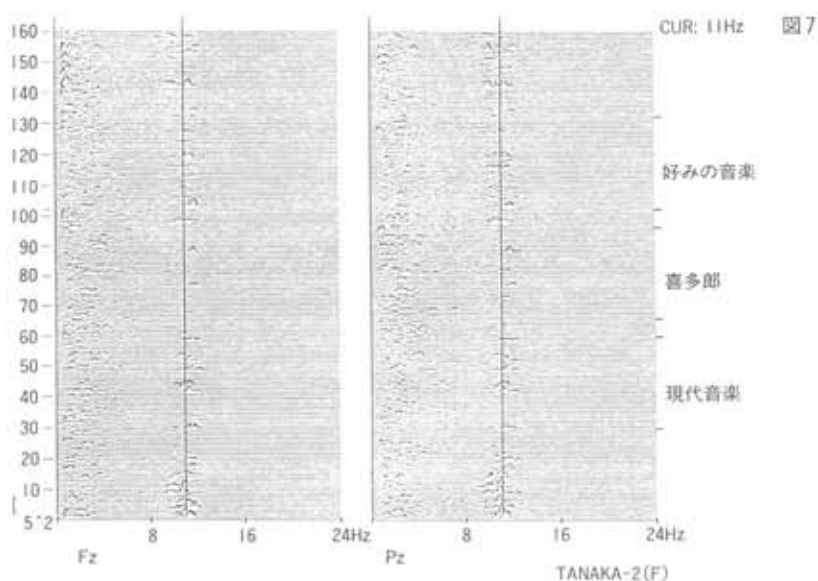
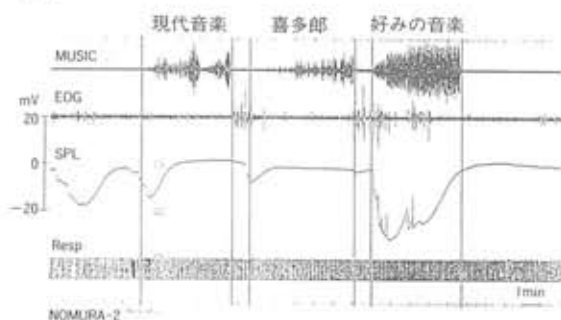


図8



(2) EEG の変化に関連して

図6に被検者S-1(市川)のEEGトポグラフを示した。上段に θ 帯域波、下段に α 帯域波の分布

を示している。「喜多郎」の後半より α 帯域波の減少と頭蓋前半部を中心に θ 帯域波が出現しており、「好みの音楽(モーツァルト)」の後半では α 帯域波の増強が目立ち、この変化はそれに続く「安静時記録」にもその影響が残存しているようにも考えられる。

図7には被検者S-7(田中)のEEGパワースペクトルムの継続的变化を示した。左側にはFz、右側にはPzより得られたパワースペクトルムを図示し、中央の縦線は10Hzを意味している。まず「現代音楽」では前半で α 帯域成分が減少して β

帯域成分の増加傾向が見られ、後半には速波化方向へシフトした α 帯域成分のピークが見られている。続いて「喜多郎」では α 帯域成分が減少し、頭蓋前半部を中心に徐波化が目立ち多少とも傾眠傾向へシフトしている。「好みの音楽(モーツァルト)」では安静時に比較すると α 帯域成分の増強が目立つ。EEG パワ・スペクトルムの継時的変化で見る限り、一つ前のセッションの影響が多少とも残存している可能性が見受けられる。

次に被検者 S-5 (野村) の SPL チャートを図 8 に示し、併せて EEG パワ・スペクトルムを図 9 に示した。この被検者は「好みの音楽」としてサザンオールスターズのサマードリームを選曲している。SPL の変動が「好みの音楽」で激しく、以下「現代音楽」、「喜多郎」の順で変化を示している(図 8)。自省報告によると、「好みの音楽」については「気分を盛り上げてくれる」、「現代音楽」では「聞くに耐えない」と不快感をあらわに表明し、「喜多郎」では「宇宙を漂っている感じ」と述べている。図 9 の α 帯域成分の変化に注目すると、安静時には丁度 10Hz にピークがみられたが、「現代音楽」ではそのピークが崩れて分散し、「喜多郎」では α 帯域成分の減少と徐波化が目立ち、

「好みの音楽」では前半部で α 帯域成分のピークの速波方向へのシフトが著明であった。

考 察

以上のように 3 種類の音楽に対する予備的なポリグラフ研究をおこなった。対象としたのは音楽部所属の学生であり、殆ど毎日のように音楽を生活の一部として enjoy しており、また何等かの形で自ら楽器に慣れ親しんでいる者たちで、少なくとも通常の人々に比べて音楽に対するより鋭い感受性を有している被検者であるものと考えて意図的に選択した。今回の予備的な研究の目的の一つは、音楽に対する種々の特徴的な生理反応パターンを把握することであり、またどのような生理的指標を今後のポリグラフ研究に主として選択していけば良いかの見極めを持つことにあった。その意味ではこれらの被検者は我々の期待に十分応えてくれたといえよう。

検査成績から考えると、各音楽に対する反応性は被検者ごとにそれぞれ特徴的な変化を示し、また同一被検者であっても 2 回のトライアルとも異なった反応を示すなど、それぞれの個体差ばかり

表 3 SPL の変動よりみた反応分類

被検者	実験-1			実験-2		
	SPL		反応分類*1	SPL		反応分類
	快感音楽	不快音楽		快感音楽	不快音楽	
S-1	↓	↓	全反応タイプ	→	→	無反応タイプ
S-2	↓	↓	全反応 #	→	→	無反応 #
S-3	→	→	無反応 #	→	→	無反応 #
S-4	↓	↓	全反応 #	↓	→	反応/抑制 #
S-5	↓	→	反応/抑制 #	↓	↓→	反応/抑制 #
S-6	→	→	無反応 #	→	→	無反応 #
S-7	↓	↓	全反応 #	↓	↓	全反応 #
S-8	→	→	無反応 #	→	→	無反応 #
S-9	↓	→	反応/抑制 #	↓	↓	全反応 #
S-10	↓	↓	全反応 #	ND	ND	-

*1 反応分類
 全反応型 (タイプ 1) ↓ ↓
 反応/抑制型 (# 2) ↓ →
 抑制/反応型 (# 3) → ↓
 無反応型 (# 4) → →

*2 ↓: 反応
 →: 無反応
 ↓→: スタート時のみ反応
 ND: not done

でなく、日による変動がみられ興味深かった。

諸生理指標のうち HR・BP・Resp 数については、概して同一方向の変動が観察された。すなわち、各被検者持参の「好みの音楽」では上昇～増加を示すことが多く、逆に「喜多郎」の場合は不変もしくは低下～減少を示すことがみられ対照的であった。一方、「現代音楽」の場合は不変もしくは上昇～増加傾向がみられ、程度の差こそあれ、それぞれ同一方向の変化を示唆しており、そのうちの適当な一つの指標で代表することが可能であるとも考えられる。

最も敏感に変動したのは SPL であり、「好みの音楽」と「喜多郎」を快感音楽、「現代音楽」を不快音楽と仮に規定すると、全反応型・反応/抑制型・無反応型の 3 型に類型化する。一方、EEG- α 活動の変化を中心に考えてみると、代表的な反応は「好みの音楽」で多少とも α 活動が速波化する方向で増強し、「喜多郎」では vigilance level の低下を意味する α 活動の徐波化する傾向がみられ、「現代音楽」では α 活動はむしろ減弱し β 活動が増強するのが一般的であった。無論表 2 に見られる如く、S-2 (原田) や S-10 (佐藤) のように α 活動の変化に乏しい被検者も見受けられた。SPL 反応性の類型化に倣って EEG- α 活動の反応形態を反応型・無反応型に二大別し、SPL の反応類型と併せて考えると表 4 のようになる。

一般に SPL は大脳辺縁系や視床下部の生理的变化を反映する事象として知られて⁷⁾おり、主として新皮質や脳幹網様体の生理的变化を直接反映する EEG とはその起源を異にしているものである。ここで SPL に反応するものを情動タイプ、EEG に反応するものを理性タイプとでもすると、双方に反応する情動-理性タイプ、双方に反応しない無反応タイプなどと区別することも可能となる。未だ少数例で単なる speculation に過ぎないが、SPL と EEG に対する反応性を検討することは、音楽に対する感受性を解明するうえで重要なポイントになるように思われる。

最後に実験のプロトコールについてであるが、ポリグラフ・チャートにみられる如く、SPL、EEG

などの各生理的指標の変動は比較的長く持続する可能性があり、前セッションの影響が次のセッションへ持ち越される場合が多々見受けられた。各セッション間のインターバル時間についての再検討を必要とすると同時に各セッション開始前に一定の vigilance level を維持するなんらかの工夫が望まれるものと考えられる。

今後さらに研究を進め、スポーツ選手の練習中の緊張の持続とその解消、試合前の過度な緊張の解放、試合中の集中力の高揚とその持続などに関する精神生理学的な解明をおこなうと共に、行動医学的な対処方法を検討していく予定である。

表 4 SPL 及び EEG からみた反応分類まとめ

	SPL		EEG		
	SPL からみた反応分類	反応型	無反応型	その他	
タイプ 1	全反応型	8	4	3	1(D)
# 2	反応/抑制型	4	3	0	1(D)
# 3	抑制/反応型	1	1	0	0
# 4	無反応型	10	7	2	1(D)

*D DROWSY

参考文献

- 1) 小林信三: personal communication
- 2) 牧野真理子、坪井康次、中野弘一、筒井末春: 摂食障害患者の過食行動に対する音楽の活用の試み。日本バイオミュージック研究会会誌、5: 15~18、1990
- 3) 諸治隆嗣、末永和栄: リラクゼーション音楽の精神生理学的研究。第一製薬株式会社、1989
- 4) 村林信行、坪井康次、筒井末春: うつ病の治療に音楽療法を併用した一例。日本バイオミュージック研究会会誌、2: 62~68、1988
- 5) 村井靖児: 精神科外来での音楽療法。臨床精神医学、18: 1893~1844、1989
- 6) 永田勝太郎、釜野安昭、岡本章寛他: 心身医学からみた音楽療法。臨床精神医学、18: 1833~38、1989
- 7) 新美良純: 皮膚電位水準と皮膚電位反射。脳波と筋電図、8: 147~155、1980
- 8) 山本晴義: 不登校症例に対する音楽療法を併用した一例。日本バイオミュージック研究会会誌、2: 62~68、1988

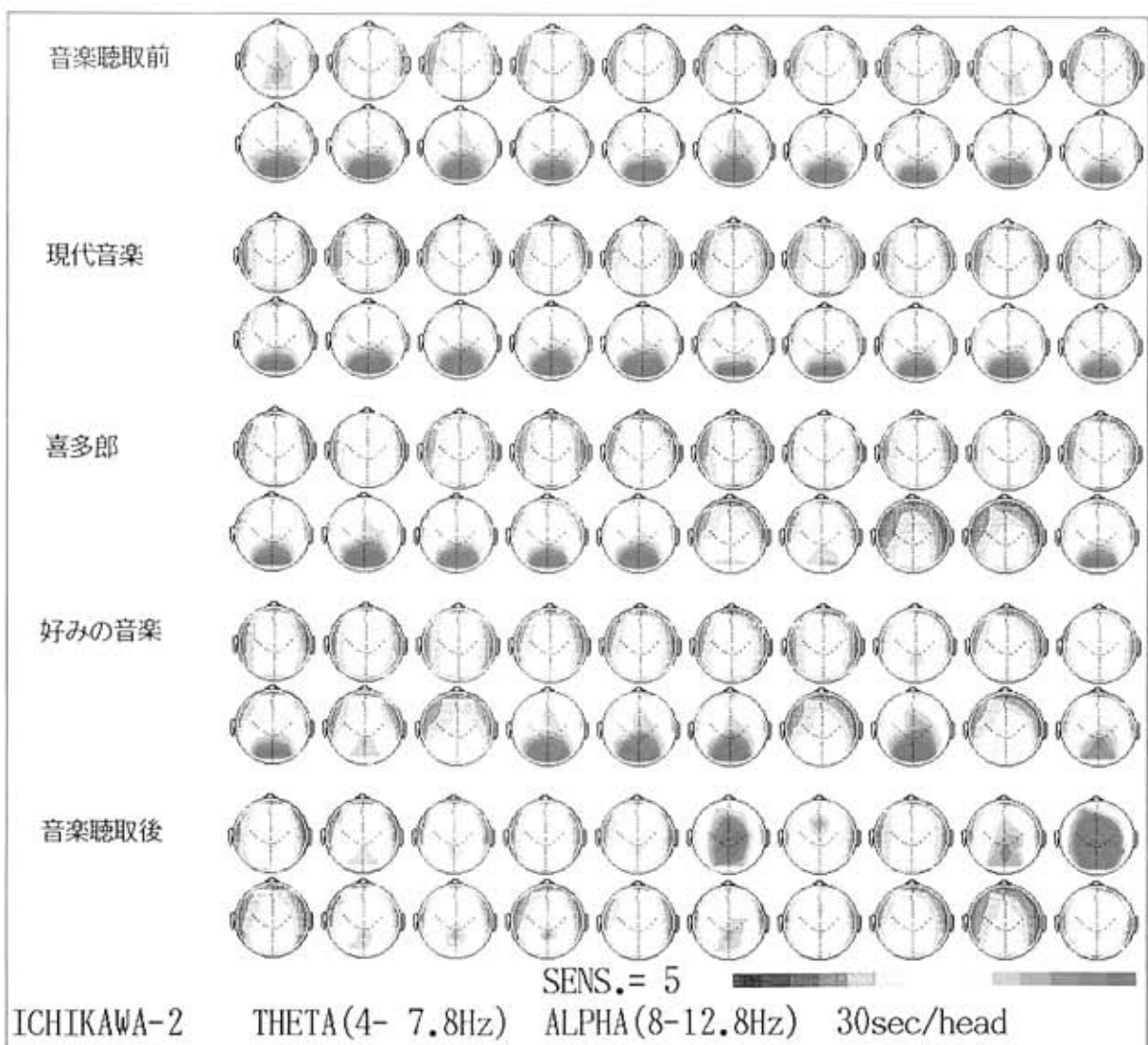


図 6 EEG トポグラフ 本文P14

持久的トレーニングにおける運動生理学的 能力の向上に関する研究 II

——ラットのLTを指標とした2種の走行トレーニングが
筋グリコーゲン含有量に及ぼす効果——

寺尾 保 (医学部生体構造機能系生理科学)

山下 泰裕 (体育学部武道学科)

張 楠 (医学部生体構造機能系生理科学)

佐藤 宣践 (体育学部武道学科)

小村 渡岐磨 (体育学部体育学科)

中野 昭一 (医学部生体構造機能系生理科学)

Experimental studies on improvement of physiological activity
in endurance training II

——Effects of various running exercise determined by lactate threshold
on muscle glycogen content in rats——

Tamotsu TERAO, Yasuhiro YAMASHITA,

Nan ZHANG, Nobuyuki SATO,

Tokimaro OMURA, and Shoichi NAKANO

Abstract

The present studies aimed to demonstrate the effects of various running exercise determined by lactate threshold (LT) on muscle glycogen content in rats. The rats were then divided into sedentary group (G-A), training of LT2mM levels (G-B), and training of LT4mM levels (G-C). After 8 weeks, G-C was changed similar treadmill speed which performed in G-B for 8 weeks. Running speed of LT4mM and LT2mM levels during incremental treadmill exercise in G-C were markedly higher than those in G-A and G-B. The endurance performance time were significantly longer in G-C than that in G-B. The serum TG in trained groups tended to be lower than that in G-A. The muscle glycogen content in G-C was significantly higher than that in G-A. It is thus concluded that training of LT4mM levels might be effective in endurance time and muscle glycogen content, and it also may be used effectively in endurance training.

I. 緒 言

最大酸素摂取量(以下、 $\dot{V}O_2\max$)および lactate threshold (以下、LT) は、全身持久性を推定するための有力な指標になることが明白にされている。ヒトでは、持久的トレーニング強度の指標および

トレーニング効果の判定として $\dot{V}O_2\max$ および LT が数多く用いられている。マラソンなどの長距離走のように最大下運動を長時間にわたって行う競技では、 $\dot{V}O_2\max$ のような最大運動量で評価するよりも、LT のような最大下運動で評価する運動生理学的指標がより有効であるとされている。すなわち、持久的運動には、疲労物質の一つであ

る乳酸をいかに筋組織に蓄積しないでより高い強度の運動を持続できるかという能力の方が重要である^{11,12)}と報告されている。特に、持久的競技成績との関係からみた報告では、 $\dot{V}O_2\max$ よりも LT との間でより高い相関関係があること^{9,11,12)}が示されている。

しかし、ヒトの競技力向上に応用するために行われている動物の持久的トレーニングでは、負荷強度の設定に $\dot{V}O_2\max$ が用いられていることのあるものの、LT による設定は殆ど行われておらず、多くの場合、運動強度（走行速度）を主観的に設定しているのが現状である。

私たちは、ここ数年間にわたってヒトの競技力向上に応用するための基礎実験として、ラットにおける LT を指標とした種々の走行トレーニングの効果を検討してきている^{17,18,19)}。

既に、前報¹⁹⁾では、LT を指標とした種々の持久的走行トレーニングを行わせた場合、トレーニング期前半に LT4mM レベルのトレーニングを行った後に LT2mM レベルに切り換えてトレーニングを行った群は、短距離走トレーニング後に LT2mM の持久的走行トレーニングを行った群および LT2mM レベルのみで走行時間を延長するようなトレーニングを行った群よりも LT 発現の走行速度が高まり、持久的走行パフォーマンスが好成績を得たことを報告した。

そこで、本研究では、その一環として、LT を指標とした持久的トレーニングによる効果をさらに検討する目的で、2mM の血中乳酸濃度 (LT2mM) および 4mM の血中乳酸濃度 (LT4mM) に達する時点の 2 種の持久的走行トレーニングが筋グリコーゲン含有量にどのような効果を及ぼすかを追究した。

II. 実験方法

1. 実験動物と実験条件

実験動物には、6 週齢の Wistar 系雄性ラットを用い、次の条件で 16 週間飼育を行った。

Group A (G-A, n=5) は、安静対照群として 16

週間にわたり、普通食 (日本クレア、CE-2: 炭水化物 51.6%、脂肪 4.4%、蛋白質 24.8%、繊維 3.5%、灰分 7.0%、水分 8.7%) を運動群における 1 日の摂取量と等しくした量 (20~25g/日) を摂取させた。運動群は、5 週齢より予備走行トレーニング (10~20m/分の速度で 10~30 分間) を 1 週間にわたり行い、さらに、トレーニング前 (6 週齢) における LT の測定を負荷漸増法によって行い、血中乳酸濃度が 2mM (LT2mM) および 4mM (LT4mM) になった時点での走行速度を決定した後、次の条件で 2 群に分けた。Group B (G-B, n=4) は、16 週間にわたり、LT2mM を指標とした持久的トレーニング (毎分 30~35m の速度で、漸次、走行時間を延長) を行わせた。Group C (G-C, n=5) は、トレーニング期前半 (8 週間)、LT4mM を指標とした持久的トレーニング (毎分 40~45m の速度で、15~20 分間の走行) を行った後、G-B と同様に毎分 30~35m の速度に切り換えて持久的トレーニングを行わせた。運動負荷は、6% の傾斜角に固定したラット用トレッドミルを用い、週 6 回の頻度で行わせた。

飼育室は、7:00 時から 19:00 時を暗期、19:00 時から 7:00 時を明期に設定し、室温は $25.4 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 、湿度は $39.8 \pm 5.1\%$ に調整した。運動は、7:00 時からの暗期に実施した。

トレーニング前半終了時およびトレーニング終了時における LT の測定は、それぞれ 8 週、15 週終了時に負荷漸増法によって行った。採血は、尾静脈より行った。

さらに、持久的走行パフォーマンステストは、16 週間のトレーニング終了後に行い、走行パフォーマンステスト終了 3 日後に sodium pentobarbital (4~5 mg/100g wt) による麻酔下で心臓穿刺によって採血を行った。また、G-A が 4 匹、G-B および G-C がそれぞれ 3 匹を無作為に選び、採血後、直ちに脱血し、骨格筋 (ヒラメ筋、腓腹筋、足底筋、前脛骨筋) を摘出した。

2. LT2mM および LT4mM の判定

トレーニング前およびトレーニング終了時の

LT 測定は、負荷漸増法によって毎分10mの速度から、3分毎に毎分5mずつ負荷を増加させて行った。LT2mM および LT4mM の判定は、トレッドミル速度に対して血中乳酸濃度をプロットして、乳酸濃度が2mM および4mM に相当する速度を内挿法にて算出した。

3. 持久的走行パフォーマンステスト

持久的走行パフォーマンステストは、毎分35mの速度で、疲労困憊に至るまで走行させ、その時の時間を測定し、これを持久的走行パフォーマンス時間とした。疲労困憊の判定は、ラットが電気刺激に対して反応しなくなった時点とした。

4. 測定項目および測定方法

1) 血中グルコース、TG および FFA 濃度の測定

血液中の乳酸および血清中のグルコース濃度の測定は、glucose/lactate analyzer 2300 STAT (米国 Yellow Springs Institute 社製) によって行った。血清脂質の測定は、血清 TG がネスコート TG キット-GN (日本商事)、血清 FFA がネスコート NEFA キット-U (日本商事) による酵素法によって行った。

2) 骨格筋グリコーゲン含有量の測定

骨格筋のグリコーゲン含有量の測定は、Goodra⁷⁾の方法によって行った。すなわち、摘出した筋肉を秤量後、直ちに30%KOH 溶液中(1ml)に浸漬し、20分間沸騰水中で加熱した。これに水(3ml)と95%エタノール(4ml)を加え再び水突沸騰させ、20分間室温に放置した。その後、遠心分離(3000rpm、15分間)、上清を捨て、グリコーゲン沈澱物をアンスロン法によって測定した。

5. 統計学的分析

得られた各群の実験成績は、各群の平均値と標準偏差並びに誤差を算出し、Bartlettの検定で分散を行った。得られた成績の平均値は、一元配置分散(ANOVA)で検定し、各群間の平均値の比較は、Duncanの多重比較検定によって行った。

なお、統計学的有意水準は、危険率5%以下

($p < 0.05$) とした。

III. 実験成績

1. トレーニング前における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動

図1は、トレーニング前(6週齢)の傾斜角6%における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動を示した。6週齢ラットの血中乳酸濃度は、毎分30mの速度から急激に上昇を認めた。LTレベルの走行速度は、LT2mMが30~35m/分に、LT4mMが40~45m/分の範囲にあり、これらの速度を今回のトレーニング負荷強度として用いた。

2. 負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動

図2は、各トレーニング群で最もよく走り、持

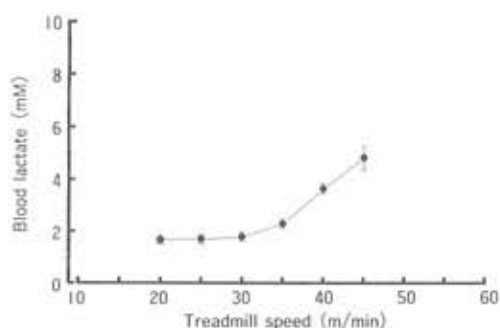


図1 トレーニング前における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動

Fig.1 Changes in concentration of blood lactate during incremental treadmill exercise test of pre-training in the rats. Values are expressed means \pm SE.

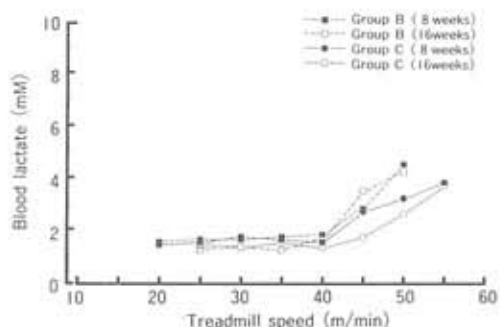


図2 トレーニング期前半(8週)およびトレーニング終了(16週)時における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動

Fig.2 Changes in concentration of blood lactate during incremental treadmill exercise test at 8 and 16 weeks in the trained rats.

久的走行パフォーマンステストの好成績を得たラット1匹ずつを用い、トレーニング期前半終了時（8週）と16週間のトレーニング終了時における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動を示した。2mM レベルのみのトレーニングを行ったラットでは、8週と16週でほぼ同じ血中乳酸の変動を示したのに対して、トレーニング期前半に LT4mM のトレーニングを行ったラットは、8週よりも16週終了の方がより緩徐な乳酸の上昇が認められた。さらに、各群のトレーニング終了時における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動およびその時の LT レベルの走行速度をそれぞれ図3と表1に示した。血中乳酸濃度は、G-CがG-AおよびG-Bに比較して、より緩徐な上昇が認められ、毎分40~45mの速度から急激な上昇を示した。各トレーニング群の LT2mM および4mM レベルの走行速度は、G-Aがそれぞれ平均12.0m/分 (LT2mM) と20.8m/分 (LT4mM)、G-Bが35.8m/分

表1 トレーニング終了時における負荷漸増法による LT レベルに相当する走行速度の変動

Table 1 Changes in running speed corresponding 2 and 4mM of LT levels during incremental treadmill exercise test of post-training in the rats.

LT Groups	2mM	4mM
A	12.0	20.8
B	35.8	41.0
C	40.6	48.5

unit : m/min

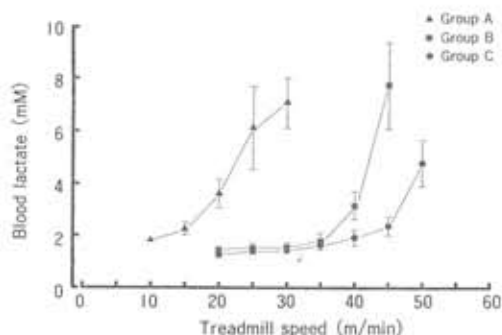


図3 トレーニング終了時における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動

Fig.3 Changes in concentration of blood lactate during incremental treadmill exercise test of post-training in the rats. Values are expressed means \pm SE.

(LT2mM) と41.0m/分 (LT4mM) であり、G-Cが40.6m/分 (LT2mM) と48.5m/分 (LT4mM) となり、G-Cが他群に比較して、LT2mM および LT4mM とも走行速度が高い値を示した。

3. トレーニング終了後における持久的走行パフォーマンステスト

図4に16週間にわたるトレーニング終了後における2群の持久的走行パフォーマンステストを示した。持久的走行パフォーマンステスト（毎分35mの速度）は、G-Bが108 \pm 7分（範囲、90~120分）、G-Cが146 \pm 7分（範囲、126~161分）という結果になり、G-B対G-Cは、有意の差 ($p < 0.01$) が認められ、G-Cが好成績を得た。

4. 血中グルコース、TGおよびFFA濃度の変動

トレーニング終了後の血中グルコース、TGお

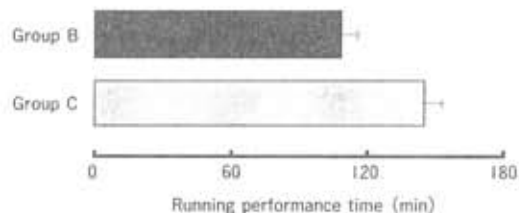


図4 トレーニング終了時における持久的走行パフォーマンステスト

Fig.4 Changes in endurance performance test of post-training in the rats. Values are expressed means \pm SE. Group B vs group C, $p < 0.01$

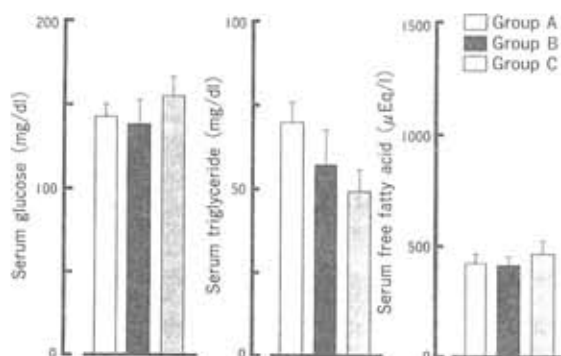


図5 トレーニング終了後の安静時における血中グルコース、TGおよびFFA濃度の変動

Fig.5 Changes in concentrations of serum glucose, triglyceride and free fatty acid at rest of post-training in the rats. Values are expressed as means \pm SE.

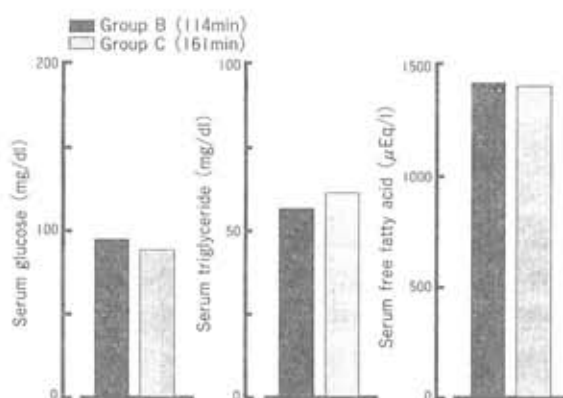


図6 持久的走行パフォーマンステスト時における血中グルコース、TG および FFA 濃度の変動

Fig.6 Changes in concentrations of serum glucose, triglyceride and free fatty acid at endurance performance test in the trained rats.

よび FFA 濃度の変動を図5に示した。血清のグルコース、TG および FFA 濃度は、いずれの群においても有意の差が認められなかったものの、血清 TG については、4mM レベルのトレーニングを行った G-C が低下の傾向を示した。また、図6は、前述の G-B および G-C の中で最もよくトレーニングされたラットの持久的走行パフォーマンステストにおける疲労困憊時 (G-B のラット114分、G-C のラット161分) の血中諸化学物質濃度の変動を示した。血清グルコース、TG および FFA 濃度は、いずれのラットでもほぼ同値を示した。

5. トレーニング終了後における骨格筋グリコーゲン含有量の変動

トレーニング終了後における各群の骨格筋グリコーゲン含有量の変動を図7に示した。腓腹筋のグリコーゲン含有量は、G-C ($9.77 \pm 0.46 \text{ mg/g}$) が G-A ($7.27 \pm 0.52 \text{ mg/g}$) に比較して有意の増加が認められた ($p < 0.01$)。G-C の足底筋 ($9.02 \pm 0.48 \text{ mg/g}$) も G-A ($6.54 \pm 0.34 \text{ mg/g}$) よりも有意の増加を示した ($p < 0.01$)。前脛骨筋も腓腹筋および足底筋の結果と同様に G-C ($6.56 \pm 0.17 \text{ mg/g}$) が G-A ($5.07 \pm 0.42 \text{ mg/g}$) に比して有意に増加を認めた ($p < 0.05$)。運動群間の G-B と G-C では有意の差を認めなかったものの、G-C が G-B よりも増加の傾向を示した。

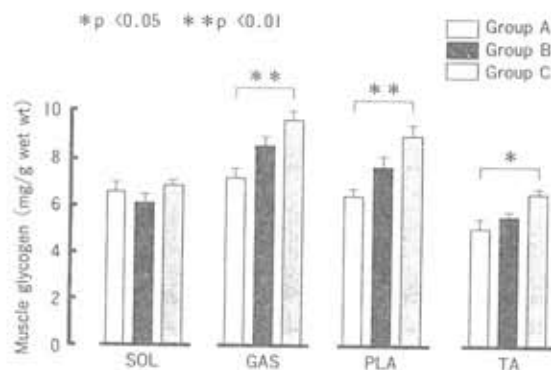


図7 トレーニング終了後における筋グリコーゲン含有量の変動
Fig.7 Changes in content of muscle glycogen at rest of post-training in the rats.
Values are expressed as means \pm SE.

IV. 考 察

本研究では、LT2mM および LT4mM レベルを指標とした長期間にわたる持久的走行トレーニングが骨格筋グリコーゲン含有量にどのような効果を及ぼすかを検討した。

16週間にわたる持久的トレーニング終了後に持続時間の走行パフォーマンステストを行った結果、前報¹⁰⁾と同様に G-C (平均146分) が G-B (平均108分) よりも好成績を得た。このように走行パフォーマンスの向上に関する持久的トレーニングとしては、トレーニング期前半における LT4mM レベルのトレーニング後に LT2mM レベルに切り換えてトレーニングを行った群に望ましい効果が認められており、必ずしも LT2mM レベルのみで走行時間を延長するような持久的トレーニングだけでは競技力向上のトレーニングとしてあまり最適な方法ではないことが示唆された。この持久的能力の向上には、筋の酸化系酵素活性の上昇^{6,8)}、筋グリコーゲン蓄積量の増加^{11,12)}、さらに、グリコーゲンを速く消費しないように脂質のエネルギー代謝を亢進すること¹⁰⁾等が報告されている。そこで、今回の研究では、LTを指標とした2種の持久的トレーニングと筋グリコーゲン含有量との関係について、トレーニング期前半に LT4mM レベル

の走行速度でトレーニングを行った群(G-C)が筋グリコーゲン蓄積量の増加することを認めた。このG-Cは、前述のように持久的走行パフォーマンステストも好成績が得られていた。これらの結果は、高度なトレーニングによって筋肉のグリコーゲン蓄積量が増加するほど持久的能力が高まることを示唆していた。

持久的走行パフォーマンステストにおける疲労困憊時の血清グルコース、TGおよびFFA濃度は、持続時間が異なっていたにもかかわらず、いずれのラットでもほぼ同値を示した。また、トレーニング終了後の安静時では、G-CのTG濃度が最も低下の傾向を示した。これらの両者の結果を比較すると、血清グルコース濃度は、疲労困憊時が安静時よりも著明な減少を示したのに対して、血清FFA濃度は疲労困憊時が安静時の約2~3倍の上昇を認めた。今回のような高いエネルギー消費を持続する長時間の持久的運動では、糖質のみでその需要を賅うことができず、体内で蓄えられているTGがFFAとグリセロールに分解され、血液を介して筋へ送られエネルギー源として利用される。長期間の持久的トレーニングは、脂肪分解能を促進し、脂質が利用されやすくなること²²⁾が報告されている。持久的運動時に脂質を利用する機能が高いと、それだけ糖質利用を節約することになる。トレーニングでこの機能を高めることがエネルギー供給をより円滑にし、かつ競技力向上に導くことにもなる。さらに、LTを指標とした2種の持久的トレーニングと筋TG含有量との関係では、トレーニング期前半に4mMレベルの走行速度でトレーニングを行った群が筋TG含有量の減少を示したこと²⁰⁾を報告している。これらの事柄から、トレーニング期前半に4mMレベルのトレーニングを行うことは、2mMレベルのみで走行持続時間を延長するようなトレーニングよりも脂質動員を促進するとともにグリコーゲンを節約する効果もあり、グリコーゲンの枯渇による疲労の招来を遅延させ、前述のように持久的走行パフォーマンスを推進することが示唆された。

次に、負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動と

の関係からみると、トレーニング8週とトレーニング終了16週では、LT2mMレベルのみのトレーニングではほぼ同じ血中乳酸の変動を示したが、トレーニング期前半にLT4mMレベルのトレーニングを行ったラットでは8週よりも16週の方がより緩徐な上昇を示した。さらに、トレーニング終了時の各群の血中乳酸の変動は、トレーニング期前半にLT4mMレベルのトレーニングを行った群(G-C)がLT2mMレベルのみのトレーニングを行った群(G-B)に比較して、血中乳酸濃度の緩徐な上昇がみられ、LT2mMおよびLT4mMに相当する走行速度が高い値を認めた。このように前半の8週間にわたるトレーニング強度の違いがトレーニング終了時の血中乳酸濃度の増加度にも影響を及ぼしていた。トレーニングによって血中乳酸濃度が低下する理由としては、酸化能力の向上による乳酸産出量の低下²³⁾、あるいは乳酸の酸化による利用亢進¹⁶⁾が報告されている。これらの事柄から、前半のLT4mMレベルの走行トレーニングでは、筋中で解糖作用が亢進^{14,15)}して、より質の高いトレーニングとなり、後半のトレーニングでは、この走行速度を下回ることで、前述の筋グリコーゲン蓄積量の増加、血清TGの低下および筋TG含有量の減少からもエネルギー供給は脂質代謝に傾き、より量的なトレーニングへと移行してきたことが考えられた。これらのことが同一速度で走行してもG-CがG-Bよりも血中乳酸濃度が低くなった理由の一つであろうと示唆された。

以上、本研究の成績から、LT2mMおよびLT4mMを指標とした種々の持久的トレーニングを行う場合、トレーニング期前半にLT4mMレベルのトレーニングを行うことは、LT2mMレベルのみで走行時間を延長するようなトレーニングよりも持久的トレーニングの効果を得るために最適であり、筋グリコーゲン含有量の増加、持続時間の延長、LT発現の走行速度等を高める上で、より有効なトレーニング方法の一つであると考えられた。

V. ま と め

LTを指標とした持久的走行トレーニングによる効果を検討する目的で、LT2mMおよびLT4mMレベルの走行トレーニングが筋グリコーゲン含有量にどのような効果を及ぼすかを追究した。

実験動物は、Wistar系雄性ラットを用い、次の16週間飼育を行った。Group A (G-A)は、安静対照群とした。Group B (G-B)は、16週間、LT2mMレベルのみの走行トレーニングを行わせた。Group C (G-C)は、8週間、LT4mMの走行トレーニング後にG-Bと同一負荷強度に切り換えて持久的トレーニングを行わせた。

その成績を示すと次のごとくである。

- 1) トレーニング終了時における負荷漸増法による血中乳酸濃度の変動は、G-CがG-Bと比較して、より緩徐な上昇が認められ、毎分40~45mの速度から急激な上昇を示した。各トレーニング群のLT2mMおよびLT4mMレベルの走行速度は、G-Aがそれぞれ平均12.0m/分(LT2mM)と20.8m/分(LT4mM)で、G-Bが35.8m/分(LT2mM)と41.0m/分(LT4mM)であり、G-Cが40.6m/分(LT2mM)と48.5m/分となり、G-Cが他群よりもLT2mMおよびLT4mMレベルとも走行速度が高い値を示した。
- 2) トレーニング終了後における各トレーニング群の持久的走行パフォーマンステスト(毎分35mの速度)は、G-Bが108±7分、G-Cが146±7分という結果になり、G-B対G-Cは有意な差を認めた($p<0.01$)。
- 3) トレーニング終了後の血清のグルコース、TGおよびFFA濃度は、いずれの群においても有意の差が認められなかったものの、血清TGについては、G-Cが低下の傾向を示した。
- 4) トレーニング終了後における筋グリコーゲン含有量は、G-Cの腓腹筋(9.77±0.46mg/g)がG-A(7.27±0.52mg/g)よりも有意に高値を示した($p<0.01$)。足底筋のグリコーゲン

もG-C(9.02±0.48mg/g)がG-A(6.54±0.34mg/g)に比較して、有意に高値を認めた($p<0.01$)。前脛骨筋も腓腹筋および足底筋の結果と同様にG-C(6.56±0.17mg/g)がG-A(5.07±0.42mg/g)に比して有意に高値を示した($p<0.05$)。運動群間では、有意な差を認めなかったもののG-CがG-Bよりも増加の傾向を示した。

以上、本研究の成績から、LTを指標とした2種の持久的トレーニングを長期間にわたって行う場合、トレーニング期前半にLT4mMレベルのトレーニングを行うことは、LT2mMレベルのみで走行時間を延長するようなトレーニングよりも持久的トレーニングの効果を得るために最適であり、筋グリコーゲン含有量の増加、持続時間の延長、LTレベルの走行速度を高める上で、より有効なトレーニング方法の一つであると考えられた。

参考文献

- 1) Bergstrom, J., Hermansen, L., Hultman, E., and Saltin, B.: Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol. Scand.* 71: 140-150, 1967
- 2) Bukowiecki, L., Lupien, J., Folley, N., Paradis, A., Richrd, D., and LeBlance, J.: Mechanism of enhanced lipolysis in adipose tissue of exercise-trained rats. *Am. J. Physiol.*, 239 (Endocrinol. Metab. 2): E422-E429, 1980
- 3) Despres, J. P., Savard, R., Tremblay, A. and Bouchard, C.: Adipocyte diameter and lipolytic activity in marathon runners. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 51: 223-230, 1983
- 4) Farrell, P. A., Wilmore, J. H., Coyle, E. F., Billing, J. E. and Costill, D. L.: Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports*, 338-344, 1979
- 5) Favier, R. J., Constable, S. H., Chen M. and Holloszy, J. O.: Endurance exercise training reduces lactate production. *J. Appl. Physiol.* 61: 885-889, 1986

- 6) Fitts, R. H., Booth, F. W., Winder, W. W., Hollszy, J. O.: Skeletal muscle respiratory capacity, endurance, and glycogen utilization. *Am. J. Physiol.* 228 :1029-1033, 1975
- 7) Good, C. A., Kramer, H. and Somogyi, M.: The determination of glycogen. *J. Biol. Chem.*, 100 : 485-491, 1933
- 8) Green, H. J., Reichmann, H., Pette, D.: Fibre type specific transformations in the enzyme activity pattern of rat vastus lateralis muscle by prolonged endurance training. *Pflugers Arch.* 399 :216-222, 1983
- 9) Hagberg, J. M. and Coyle, E. F.: Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Med. Sci. Sports Exer.* 15: 287-289, 1983
- 10) Hickson, R. C., Rennie, M. J., Conlee, R. K., Winder, W. W., and Holloszy, J. O.: Effects of increased plasma fatty acids on glycogen utilization and endurance. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 43: 829-833, 1977
- 11) 伊藤静夫、黒田善雄、塚越克己、雨宮輝也、金子敬二、原孝子：スポーツ選手のATに関する研究—第5報 各種スポーツ選手のLTについて—、平成元年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告、1-12、1989
- 12) Ivy, J. L., Withers, R. T., Van Handel, P. J., Elger, D. H. and Costill, D. L.: Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *J. Appl. Physiol.* 48: 523-527, 1980
- 13) Karlsson, J., and Saltin, B.: Diet, muscle glycogen, and endurance performance. *J. Appl. Physiol.* 31: 203-206, 1971
- 14) Karlsson, J. and Jacobs, I.: Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold considerations. *Int. J. Sports Med.*, 3: 190-201, 1982
- 15) Sjodin, B. and Jacobs, I.: Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int. J. Sports Med.*, 2: 23-26, 1981
- 16) 相馬りか、八田秀雄、跡見順子、宮下充正：マウスの有酸素性トレーニングによる乳酸の酸化の向上、*体力科学*、41 : 206-212、1992
- 17) 寺尾保、玉木哲朗、藤瀬武彦、田中越部、中野昭一：ラットの lactate threshold に及ぼす加齢の影響、*体力科学*、39 : 809、1990
- 18) 寺尾保、藤瀬武彦、加藤健志、山川明彦、中野昭一：ラットにおける lactate threshold を指標とした種々の走行トレーニングが走行パフォーマンス並びに糖質及び脂質含有量に及ぼす効果、*体力科学*、40 : 888、1991
- 19) 寺尾保、藤瀬武彦、山下泰裕、中野昭一：持久的トレーニングにおける運動生理学的能力の向上に関する研究、—ラットの lactate threshold を指標とした種々の走行トレーニングが持久的パフォーマンスに及ぼす効果—、*東海大学スポーツ医科学雑誌*、4 : 22-29、1992
- 20) 寺尾保、加藤健志、張楠、中野昭一：ラットの lactate threshold を指標とした2種の走行トレーニングが糖・脂質代謝および走行パフォーマンスに及ぼす効果、第47回日本体力医学会大会予稿集、p5、1992
- 21) Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M., Suda, Y.: Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56 :7-11, 1987

ブドウ糖がつくる水溶液の局所構造

真下 悟 (理学部物理学科)

三浦 信廣 (大学院理学研究科)

Local Structure of Water-Glucose Mixture

Satoru MASHIMO, and Nobuhiro MIURA

Abstract

Microwave dielectric study on aqueous solution of glucose has revealed that the solution shows only a relaxation peak due to cooperative orientation of glucose and water molecules, accompanied with breakage and remaking of a local structure. It has been shown that the glucose molecule can be taken into the ordinary ice lattice in place of a hexagonal water cluster. On the other hand polysaccharide larger than maltotriose in aqueous solution exhibits two relaxation peaks: one observed at high frequency is due to the orientation of water molecules and the other at low frequency is due to overall rotation of the sugar molecules. The polysaccharide molecule cannot be taken into the ice lattice. It is concluded that the aqueous solution of glucose has a local structure of the ice lattice type even in the vicinity of glucose molecule. It is definite that the glucose is one of the most important materials to maintain the life of animals. The structure indicated here suggests that glucose can transport in the body more easily than other materials. In a peculiar case where humidity is low or temperature is low, the glucose plays certainly an important roll in protecting the body.

1. はじめに

ブドウ糖—グルコース—はエネルギー供給体として点滴などで多用されている。また最近では医療用ばかりでなくスポーツドリンク剤などでも多量が含まれている。簡単にエネルギー源の補給ができることが理由の第一であろう。グルコースが最後には水および炭酸ガスに変化し、その間に生成される化学的エネルギーがエネルギー量とし問題となるわけであるが、グルコースを体内に取り入れてからの輸送にともなうレオロジー的性質は議論されることが少ない。特にミクロに見たグルコース周辺の構造とレオロジー的性質についての議論はない。

砂漠に住む動物は特に多量のグルコースやトレハロースを有することが最近指摘されている¹⁾。

また寒冷地に住む動物もこれらの糖類を多量に保持していることが明らかにされている²⁾。これに関しては化学的見地からばかりでなく物理的見地からの役割が示唆されている。グルコースやトレハロースは水の代わりにあるいは水のように生体組織を保護しているため、乾燥地や寒冷地での動物の組織が守られている可能性が指摘されている。このためにはグルコースなどは水構造に取り入れられなければならない。これらの議論をするためには先ず第一に水の構造について明らかにしなければならない。

水は観測する手段により異なった姿を見せる。特に観測するタイムスケールによりその姿・形が変わるようである。静的な構造を提供するX線回折による水は氷に似た、しかしゆらぎの極めて大きな構造をとる³⁾。氷の格子構造の基本形は正四面体構造である。正四面体構造が規則正しく並び

格子を作る。格子は環状の6員環が整列した形といってもよい。実際X線によるとひとつの酸素原子が相関を持つ近接の酸素原子は4.4~4.9と正四面体から6員環までの相関を示している。一方中性子線回折による水素原子の配列解析によると、正四面体構造が優先的に見える⁴⁾。酸素原子よりも水素原子のゆらぎが大きいことを考えたとき、中性子線回折で見える構造がより局所的であることは理解される。いずれにしてもタイムスケールの長い観測の姿である。他方タイムスケールの短い、たとえば水分子の動きと構造を両方見たときの構造—動的構造—はどうかであろうか。

ラマン分光によると、観測時間の1ピコ秒以下の速いタイムスケールでの構造についての情報が得られる⁵⁾。これによると水構造の振動モードが水でも観測され、ゆらいだ水構造が存在することが示された。また誘電緩和のスペクトル測定によると9ピコ秒の緩和時間を持つ緩和が観測されている⁶⁾。それ以上長い緩和時間を持つ緩和は観測されていない。したがって水の動的構造に関係した緩和としては9ピコ秒の緩和があるのみである。10ピコ秒のタイムスケールで見た構造が動的構造を与えるであろう。NMRによると水分子の回転拡散の相関時間は3ピコ秒程度であり、誘電緩和時間の1/3に一致する。理論的に予測された2つの緩和時間の比に等しい⁷⁾。水構造の生成、消滅が10ピコ秒程度で起こっていることが示唆される。

マイクロ波でみると水構造は水溶性有機物により簡単に壊れる。メタノールやエタノールなどのアルコールを水に加えていくと水構造は消滅する⁸⁾。種々のアルコールでもこれは観測される。またアセトンやジオキサンのような水素結合のドナーを持つ有機溶剤でも同様に水分子5個に対し1個の割合の分子数になると水構造は消滅する⁹⁾。これらの結果は水構造が6個の水分子からなるクラスターを基本にできていることを示しており、水構造に類似なゆらいだ格子構造が示唆される。

水にグルコースを溶かしたとき、水構造はアルコールやジオキサンの場合と同様に破壊されるのであろうか。またマルトースやトレハロース、さ

らにはポリサッカライドを加えたとき水構造は破壊されるであろうか。ここではこれら糖類の水溶液のマイクロ波誘電分光測定を行い、糖の水溶液の構造を解析する。

2. マイクロ波誘電分光

有極性分子は電気双極子を持っている。分子全体のプラスの電荷の中心位置とマイナスのそれとが一致しないとき分子は有極性となり電気双極子を持つ。通常有極性分子からなる液体あるいは固体であっても、双極子はランダムな方向を向いており、全体としては分極していない。これに電場をかけると、有極性分子のプラスの電荷はマイナスの電極に引かれ、マイナスの電荷はプラスの電極に引かれる。それを分子の電場方向への配向が起こるといふ。分子は熱運動をしており、その配向を乱そうとするが、十分時間がたつと両者はつり合うことになる。この様子は複素誘電率によって記述される。電場として交番電場を用いると電気変位も同様に交番電気変位として表わされるが、位相差が生じる。電気変位と電場の比から誘電率が求まるが位相差を考慮すると誘電率は複素誘電率として書くことができる。分子の配向がそれぞれの分子が独立かつ一様に配向する場合複素誘電率 ϵ^* は

$$\epsilon^* = \epsilon' + \epsilon'' = \frac{\Delta\epsilon}{(1 + j\omega\tau)} + \epsilon_\infty \quad (1)$$

と書ける。ここで j は虚数 ($j^2 = -1$) を表し、 ω は角振動数、 $\Delta\epsilon$ は誘電吸収量、 ϵ_∞ は $\omega \rightarrow \infty$ での誘電率、 τ は緩和時間である。 τ は分子が配向するのに要する時間に対応している。また分子間に相互作用がある場合には ϵ^* は一般に

$$\epsilon^* = \frac{\Delta\epsilon}{[1 + (j\omega\tau)^a]^\beta} + \epsilon_\infty \quad (2)$$

の Hviriliak-Negami の式で書ける。ここで a および β ($0 < a, \beta \leq 1$) は緩和時間分布を与えるパラメーターである。(1)あるいは(2)で表わされる誘電率の周波数変化を誘電緩和と呼ぶことが多い。溶液が2種類以上の分子から成り立っており、そ

の間に相互作用がない場合や相互作用が小さい場合には複素誘電率は(1)あるいは(2)式の和で表わされる。しかし相互作用が極めて強い場合にはそれぞれの動きをお互いに拘束し合うことにより、類似の動きをするに到る。その結果(2)式で表される場合がある。水-アセトン、ジオキサン系などがこれに対応する⁹⁾。

マイクロ波は1GHz~30GHzの周波数領域の電波をさす。この領域では水や液体の動的構造に関する誘電緩和が観測されることが多い。水の場合も以前からこの領域の測定の重要さが指摘されていた。しかし測定は難しく、波長により長さの決まった導波管をいく種類も用意し、膨大な時間をかけなければ測定できなかった。装置は高価であり、また特殊な技術があるため、世界中で2、3の研究所で測定が行なわれていた。得られた結果は周波数に対し連続ではなく誤差も大きかった。

しかしこの10年間のマイクロ波技術の進歩はめざましく、20GHzまでの測定が容易にできるようになってしまった。測定方法で現在最も注目されており、最も信頼されている方法に時間領域反射法 (Time Domain Reflectometry) がある^{10,11)} 交流電場のかわりにステップパルスを用い、フレキシブルな導波管を通して、先端についた試料よりの反射波を測定する。ステップパルスは交流電場の重ね合わせと考えることができ、角周波数成分はステップパルスのフーリエ交換によりもとめることができる。試料よりの反射波を同様にフーリエ交換し、角周波数成分を求めると、同じ周波数の電波の入射波に対し反射波の強度と位相差が求まる。それより複素誘電率を求めるのがTDR法である。詳しい説明は既に述べた^{10,11)}。

3. グルコース水溶液の誘電的性質

グルコース水溶液の複素誘電率の実部 ϵ' と虚部 ϵ'' の周波数依存性を図1に示す。 ϵ' および ϵ'' とも(2)式で完全に表現することができる。特にグルコースの濃度が20wt%以下になると α 、 β とも

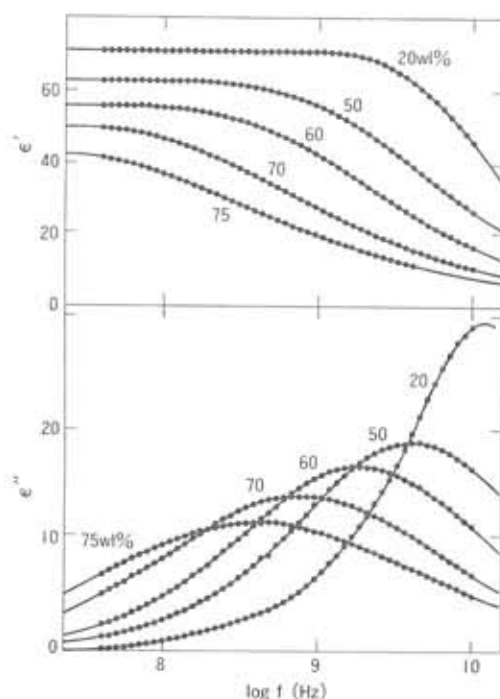


図1 グルコース水溶液における複素誘電率の周波数依存性

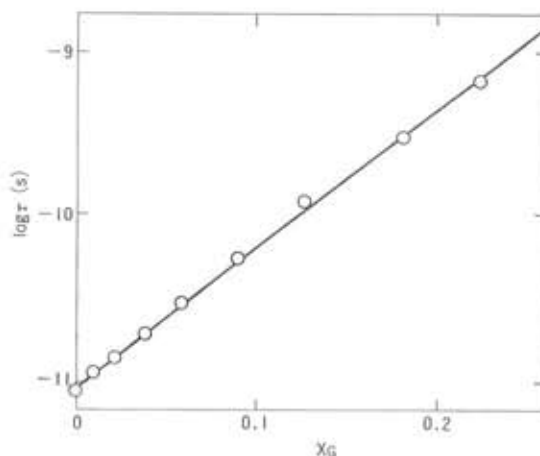


図2 グルコース水溶液における緩和時間のグルコースのモル分率依存性

に1に近く ($\alpha \geq 0.9$, $\beta \geq 0.9$) なり、緩和時間も水の緩和時間8.7ピコ秒 (25°C) に近い値となる。これはグルコース水溶液が水構造に類似している

ことを示唆している。緩和時間をグルコースのモル分率に対してプロットすると図2に示すように直線となる。これはグルコースを加えてできる構造が水のそれに類似していることを示している。

一方マルトトリオースやより大きなポリサッカライド水溶液では2つの緩和が観測される(図3)。図3の ϵ'' に見られる2つの山がそれぞれに対応している。低周波数に観測される小さい山(ピーク)はポリサッカライド分子の回転によるものであり、高周波数で観測されるピークは水の構造に関係したものである。この場合水分子とポリサッカライド分子との相互作用は小さく、独立の運動をしていると考えられる。トレハロースやマルトースではグルコースと同様(2)式で表されるピークが1つのみ観測されるが、 β の値はグルコースのそれよりも小さい。つまり緩和時間の分布はより広い。これらの糖が水分子とつくる構造はグル

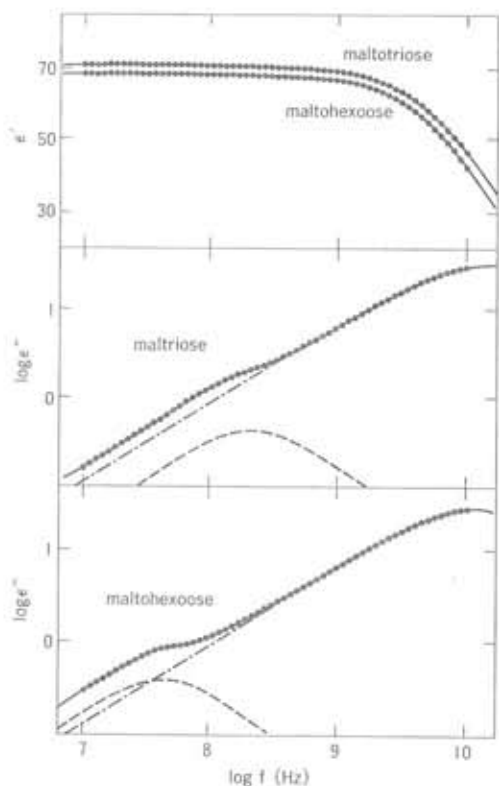


図3 マルトトリオース水溶液とマルトヘptaオース水溶液における複素誘電率の周波数依存性

コースのそれよりも複雑であることが予想される。

水の格子を分子模型でつくと図4となる。ここでみられる六角形のクラスターを取り除き、グルコース分子を入れ換えると、グルコースはきっちりと格子の中におさまってしまう。また格子との間に数個の水素結合を形成しその構造は安定する。水が氷の格子に類似した構造を有すると仮定すると、グルコース分子はそのなかに取り込まれるはずである。実際6員環をグルコースで置き換えても構造が変化しないとすると、溶液の密度はグルコースと6員環の質量差だけ変化するはずである。観測した溶液の密度は完全に予測値と一致し、格子構造の存在を支持する¹³⁾。

格子構造といっても水のそれとは異なり安定したものでなく、大きくゆらいでいるはずである。また水の流動性から考えて格子構造の寿命は長くはない。マルトトリオースでは2つのピークが観測され、低周波側のピークは糖分子の回転によるものであり、それはその回転にたいして周囲の水が連続媒質のように振舞うことを示している。トレハロースやマルトースでは1つのみピークが観測されるが、それは水構造の規則性のスケールを示していると思われる。格子構造はマルトースやトレハロース程度の大きさをもつことを示している。

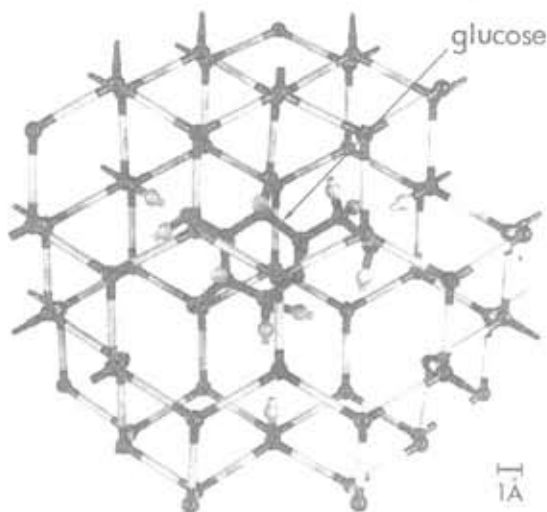


図4 氷の格子構造中のグルコース分子

グルコース水溶液の誘電緩和は水分子とグルコース分子が強い相関を持ちながら起こることは明らかである。グルコース分子と水分子は同じように配向しているからである。グルコース分子は強い有極性分子であることはよく知られており、グルコース水溶液ではグルコース分子の配向は格子構造の破壊によりはじめて可能である。格子構造が壊れ、グルコース分子がリリースされ、同時に水分子とともに配向する。壊れた格子構造はランダムな配列となる。約半径5 Åの格子の生成・消滅が9ピコ秒で繰り返されているのが水の構造である。この緩和過程は2状態間—格子構造とランダム配列—で行なわれる水分子の配向によることで説明される。このような過程はクラマースの理論¹²⁾が適用される過程に類似している。

4. グルコース水溶液の構造

グルコース水溶液はマルトトリオース水溶液やほかの生体分子溶液と異なり、基本的には水構造にグルコース分子が取り込まれた構造をとっている。これはグルコースの他はトレハロース、マル

トースなどの小さな糖分子のみで観られることであり、これらの分子の生物学的意味を考える上で興味深い。水分子の代わりに水構造を保持することも可能であろう。これは乾燥地での生命保持に役立つであろうし、寒冷地での凍結から生体物質を守る役割を担うこともできるであろう。また体内水分輸送に関しても大変に有利な構造であることも理解できる。

化学的側面からばかりでなく物理的側面—特に構造—生命関連物質をみていく事も今後は必要となるであろう。

REFERENCES

- 1) C. W. Lee, S. K. Gupta, J. Mattai, G. G. Shipley, O. H. Abdel-Mageed, A. Makriyannis, & R. G. Griffin, *Biochemistry*, 28, 5000 (1989).
- 2) K. B. Storey, & J. M. Storey, *Scientific American*, December, 62 (1990).
- 3) A. H. Narten, M. D. Danford, & H. A. Lavy, *Discuss. Faraday Soc.*, 43, 97 (1967).
- 4) N. Ohtomo, K. Tokiwano, & K. Arakawa, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 54, 1802 (1981); 55, 2788 (1982).
- 5) J. L. Rouset, E. Duval, & A. Boukenter, *J. Chem. Phys.* 92, 2150 (1990).
- 6) N. E. Hill, W. E. Vaughan, A. H. Price & M. Davies, "Dielectric Properties and Molecular Behavior", (1969).
- 7) A. Blinc, G. Lahjnar, R. Blinc, A. Zidansek, A. Sepe, *Magn. Reson. Med.*, 14, 105 (1990).
- 8) S. Mashimo, T. Umehara, & H. Redlin, *J. Chem. Phys.* 95, 6257 (1991).
- 9) S. Mashimo, N. Miura, T. Umehara, S. Yagihara, & K. Higashi, *J. Chem. Phys.* 96, 6358 (1992).
- 10) R. H. Cole, *IEEE trans. Instrum. Meas.*, IM-25, 371 (1976).
- 11) S. Mashimo, T. Umehara, T. Ota, S. Kuwabara, N. Shinyashiki, & S. Yagihara, *J. Molecular Liquids*, 36, 135 (1987).
- 12) S. Mashimo, N. Miura, & T. Umehara, *J. Chem. Phys.* 97, 6759 (1992).
- 13) H. A. Kramers, *Physica*, 7, 284 (1940).

スポーツ施設環境の評価に関する 心理学的研究 1

大学の体育館環境に対するスポーツ競技者と一般学生の評価差を
検討するためのパイロット・サーベイ

吉川 政夫 (体育学部社会体育学科)

松本 秀夫 (体育学部非常勤講師)

里見 悦郎 (体育学部非常勤講師)

今村 義正 (体育学部社会体育学科)

Psychological Study of an Evaluation of the Environment of Sports Facilities (the 1st Report)

—A Pilot Survey to Examine the Differences in Response to the Same Physical Environment
between Student Athletes and Undergraduate Students in the Gymnasium of a University—

Masao KIKKAWA, Hideo MATSUMOTO,
Etsuro SATOMI, and Yoshimasa IMAMURA

Abstract

The gymnasium is on the top of the priority list for indoor physical education and recreation facilities. The gymnasium which is a multiple-use unit in schools or in a community, should be safe, usable and comfortable for users.

In our study, we intend to develop a reliable rating scale for evaluating the environment of sports facilities. As a pilot survey, it was the aim of this study to examine the differences in response to the same physical environment between student athletes and undergraduate students in the gymnasium of a university. A questionnaire survey concerning the gymnasium's environment was carried out. The subjects were 149 undergraduate students and 34 student athletes. They were asked to rate the gymnasium's environment by means of a four point rating scale.

The main findings were as follows: (1) The results of the item ratings in the student athlete group were significantly more negative than those in the undergraduate student group, but (2) the trend of ratings corresponded in the two groups. These findings suggest that we can get reliable data not only from athletes who are sports experts but also from people who are not sports experts.

I. 目 的

本研究は、スポーツ施設の物理的環境に対して、心理学的な評価と分析を加え、安全でしかも利用

者が使いやすく、利用者に満足感をもたらすスポーツ環境の設置に寄与することを目的とする。具体的には、施設利用者による施設の使用感の評価結果に基づいて、既存の施設の改善すべき点を指摘すると共に、できれば、あるべきスポーツ施設

のモデルを提示したい。本研究は継続研究の性格をもつものである。

この研究目的を達成するために、われわれはスポーツ施設の物理的環境を評定する尺度の開発を行うことから研究を始めたい。今回の調査はその研究の基礎的な資料を得るために行われた。

Canter, D. & Wools, R. (1972)¹⁾は、建築家が自分が建てた施設に対する利用者による評価をほとんど行わないために、彼らは自分の間違いから学ぶことが少ないと述べている。それゆえに、施設利用者にとって満足度の高い施設を作るためには、施設利用者の施設に対する反応や評価を測定することが重要であることを強調している。このように、よりよい施設を形成するには利用者による施設の主観的評価（利用感）が大切であるが、その利用感には利用者間でかなりの類似性が見られることは事実である。しかし、利用するグルー

プや個人によってそれに違いがあることも考慮すべきであろう。

そこで、今回の調査では、スポーツ施設環境の評価に関する心理学的研究のパイロット・サーベイとして、施設利用者による評価差の問題をとりあげた。具体的には、大学の体育館環境に対する体育会所属学生と一般体育履修学生の評価差について検討した。調査仮説として、専門種目に関するエキスパートである体育会所属学生は、一般体育履修学生と比較して同一のスポーツ施設環境に対する評価が厳格であると考えられる。

II. 方 法

1. 調査(評価)対象施設

本学湘南キャンパスの総合体育館。この施設は、スポーツ活動施設としてのみならず入学式や卒業

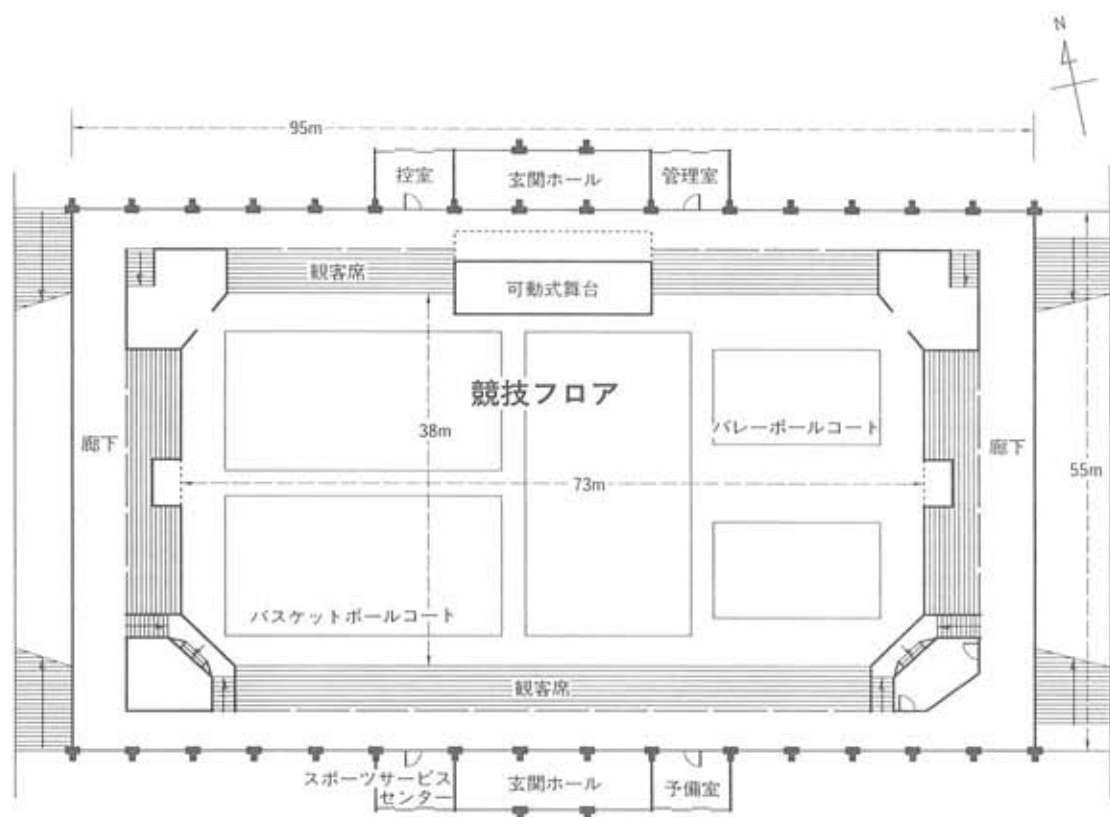


図1 調査対象施設（総合体育館）1階概略図

式などの儀式、入学試験場としても利用されている多目的体育館である。建物は、南側を広場、北側をラグビー場、東側を研究棟、西側を部室棟によって囲まれている。95m×55mの規模のこの建物は地階と1階からなり、その総床面積は6,503m²である。地階に位置する競技フロアは床面積2,774m² (73m×38m) である。競技フロアは、バスケットボール・コート2面、バレーボール・コート2面、ハンドボール・コート1面をとることができる。競技フロアからトップライト (12個×7列、計84個) をもつ天井までの高さは15mであるが、天井に付設されている人口照明までの高さにするると12.55mである。地階には、競技フロアの周囲を囲む形で、舞台、倉庫、男子用および女子用の更衣室・シャワー室・トイレ、選手控室、医務室、廊下が配置されている。競技フロアへの出入り口は、東西に2か所、北側の隅に2か所ある。1階は競技空間の周囲を観客席が囲み、その外側に観客席を取り囲む形で広い廊下が配置されている。廊下の南側と北側には広いガラス窓があり、それが屋外との境界になっている。東側と西側は壁面である。1階には、競技空間の他に、控室、管理室、放送室、予備室、スポーツサービスセンター、玄関ホールがある。図1は調査対象施設である総合体育館の1階の概略図を示したものである。

2. 調査(評価)対象者

一般体育履修学生 (以下、一般学生) 149名と体育会のバスケットボール・クラブ所属学生 (以下、クラブ学生) 34名を調査対象とした。一般学生の体育種目はバスケットボールである。一般学生の性別は、男子89名 (59.7%)、女子60名 (40.3%) であり、クラブ学生のそれは、男子15名 (44.1%)、女子19名 (55.9%) である。

3. 調査内容および調査手続

利用者による体育館環境の評価をねらいとする調査票の内容は以下の項目から構成されている。

- 1) 機能性 (使いやすさ)
- 2) プレーに対する集中

- 3) 快適性
- 4) 安全性
- 5) 体育館環境に関する不満点
- 6) 体育館環境の善し悪しが授業あるいは練習の効果に与える影響
- 7) 体育館環境の善し悪しが授業あるいは練習への意欲に与える影響
- 8) 体育館環境の改善・向上が授業あるいは練習の効果に与える影響
- 9) 体育館環境の改善・向上が授業あるいは練習への意欲に与える影響
- 10) 体育館環境で改善すべき点

1) から4) の項目については、それぞれの満足度を4段階 (満足、やや満足、やや不満、不満) で評定するとともに、満足・不満のそれぞれの理由を自由記述する質問である。5) の項目は、不満な点を回答選択肢から複数選択する質問である。6) から9) の項目は、影響力の有無を4段階 (思う、やや思う、やや思わない、思わない) で評定する項目である。10) の項目は、(1)フロア、(2)用具、(3)照明・空調、(4)更衣室 (シャワー、ロッカー、トイレを含む)、(5)その他の回答欄に自由記述回答する項目である。

調査は集合調査法により自記式で行われた。一般学生については総合体育館で体育の授業時に実施し、クラブ学生は総合体育館で練習後に実施した。調査時期は1991年10月。

III. 結果と考察

図2から図12はそれぞれ、一般学生とクラブ学生および全体の結果を示したものである。

それぞれの評価項目について一般学生とクラブ学生の評価差を検討した結果、「機能性」($\chi^2=53.5$, $df=3$, $p<0.01$)、「プレーに対する集中」($\chi^2=42.9$, $df=3$, $p<0.01$)、「快適性」($\chi^2=24.1$, $df=3$, $p<0.01$)、「安全性」($\chi^2=13.7$, $df=3$, $p<0.01$)のそれぞれの評価側面において統計的に有意差がみられた。すなわち、これら4側面からとらえた満足度において、クラブ学生は

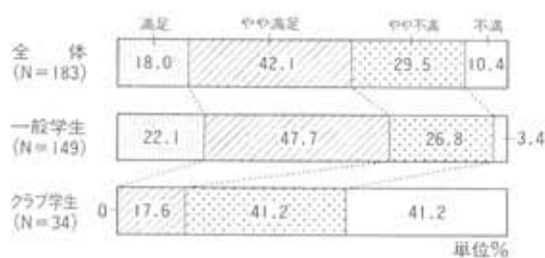


図2 体育館の「機能性（使いやすさ）」の評価

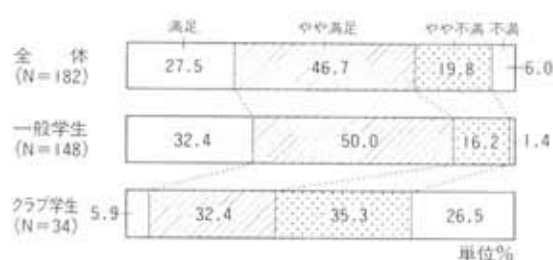


図3 体育館の「プレーに対する集中」の評価

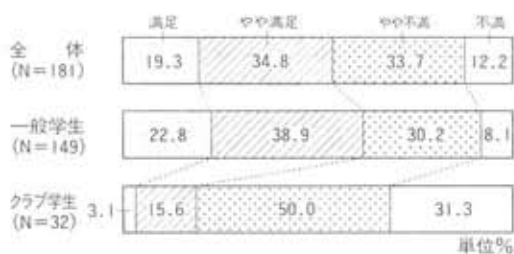


図4 体育館の「快適性」の評価

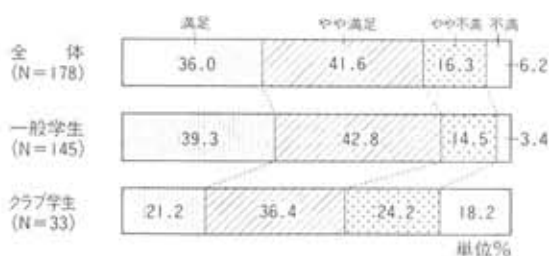


図5 体育館の「安全性」の評価

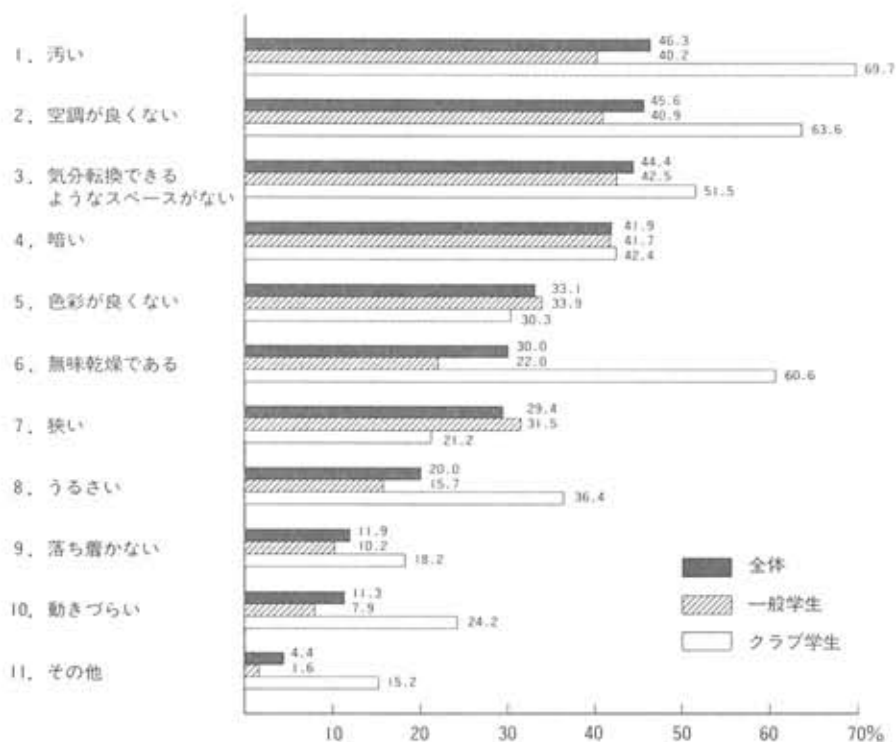


図6 体育館に対する不満（複数回答）

一般学生と比較して明らかに低い（図2～図5）。

体育館に対する不満な点に関する比較においても（図6）、両者の違いはあきらかである（ $\chi^2=23.7$, $df=10$, $p<0.01$ ）。クラブ学生は一般学生と比べて、汚い、空調が良くない、無味乾燥である、うるさい、動きづらい点を特に強調している。それに対して、暗い、色彩が良くない点に関しては違いがみられない。

体育館環境の善し悪しが授業あるいは練習の効果や意欲に与える影響に関する見解は、「そう思う（影響を与えると思う）」の回答比率が一般学生に比べてクラブ学生において大きい（図7、図8）、しかし、両者のそれらの見解の間には統計的に明らかな違いはみられなかった。

体育館環境の改善・向上が授業あるいは練習の効果や意欲に与える影響に関する見解においても、「そう思う（影響を与えると思う）」の回答比率が一般学生に比べてクラブ学生において大きい（図9、図10）、しかし、両者のそれらの見解の間

には統計的に明らかな違いはみられなかった。

図11および図12は、総合体育館の整備・改善に関する要望事項の改善の必要度あるいは緊急度を楕円の大きさによって示している。それによれば、クラブ学生の場合は、1) 更衣室の改善、2) 空調・換気の改善、3) フロアの整備、4) バasketゴールの新調、5) ウェイトトレーニング場の充実がベスト5である。それに対して、一般学生のベスト5は、1) 更衣室の改善、2) 照明の改善、3) 空調・換気の改善、4) 用具の整備、5) フロアの整備である。更衣室と空調・換気については両者でほぼ一致しているが、照明その他の点における違いが指摘できる。

以上が一般学生とクラブ学生の評価差に関する結果である。これらの結果から指摘できる点は次のようである。現在利用しているスポーツ施設環境の評価において、クラブ学生の利用満足度の評価には一般学生のそれと比べ厳しきがある。しかし、スポーツ施設環境の各評価側面の特徴の検出

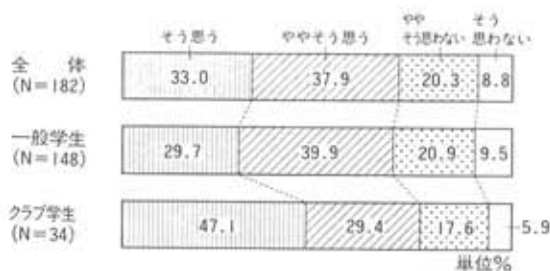


図7 体育館環境の良し悪しが授業効果（練習効果）を左右するか

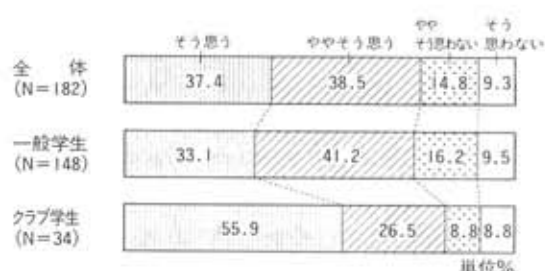


図8 体育館環境の良し悪しが授業意欲（練習意欲）を左右するか

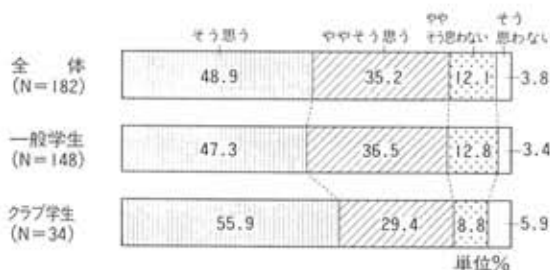


図9 体育館環境の改善・向上によって授業効果（練習効果）が高まるか

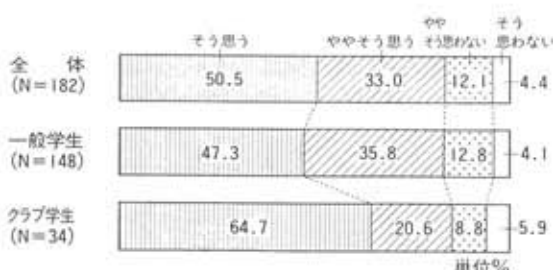


図10 体育館環境の改善・向上によって授業意欲（練習意欲）が高まるか

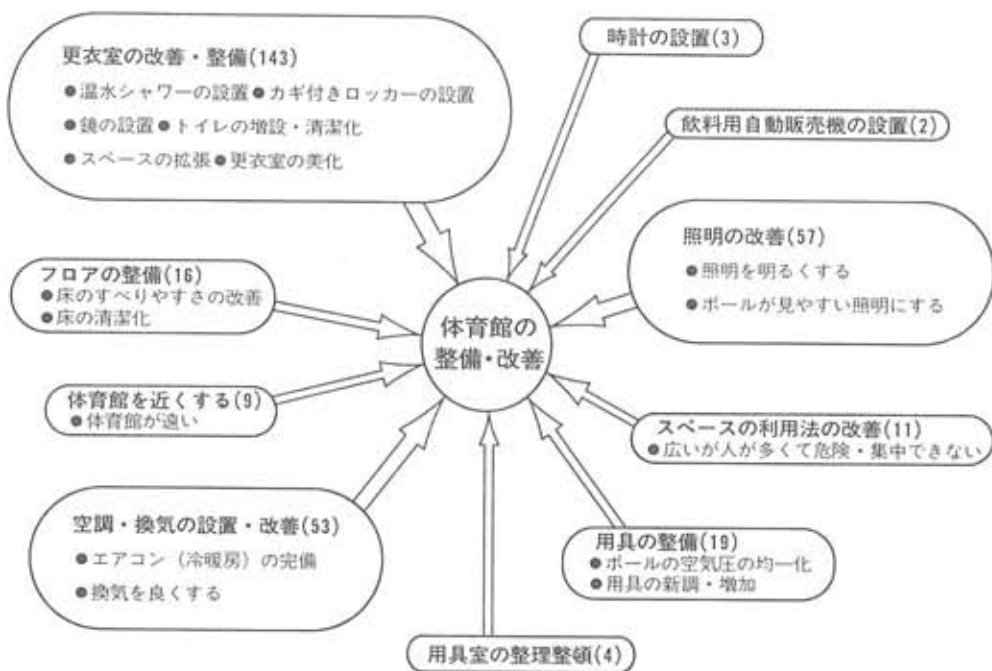


図11 体育館の整備・改善に関する要望事項（一般学生N=149による）
（ ）内の数字は回答者数

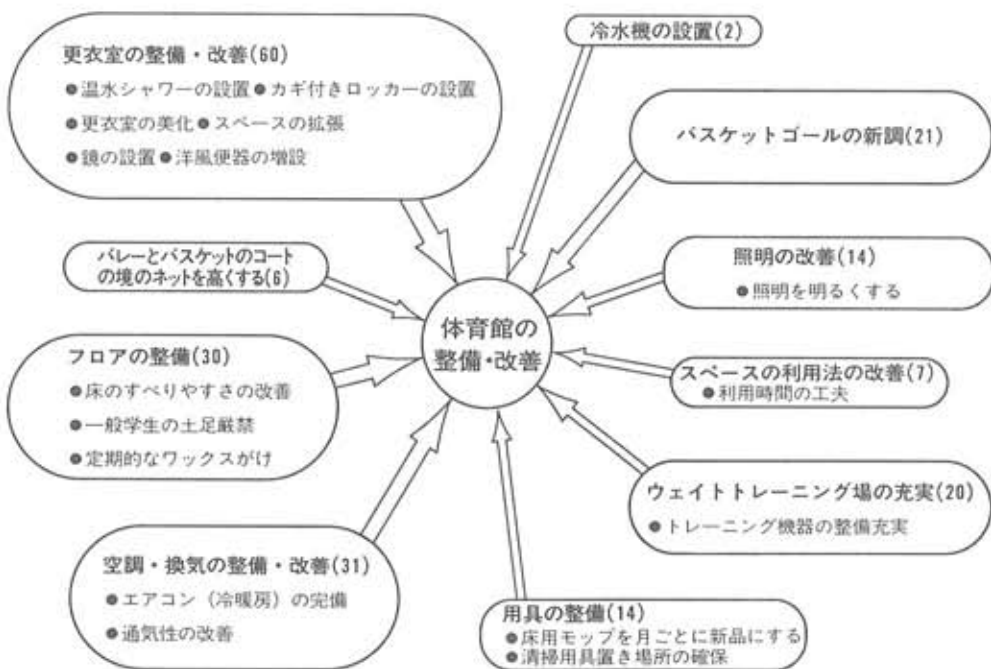


図12 体育館の整備・改善に関する要望事項（クラブ学生N=34による）
（ ）内の数字は回答者数

は両者でその傾向が一致している。つまり、今回の評価対象施設である総合体育館の場合、「機能性」と「快適性」の満足度が両者で一致して低く、「プレーに対する集中」と「安全性」に対する満足度が「機能性」と「快適性」の満足度と比較すると相対的に高い点で両者が一致している。これらの結果から、スポーツ施設環境の現状の評価において、1) 専門種目のエキスパートである評価者とそうではない評価者の評価は基本的には同じ傾向をもつ、ただし、2) 前者の評価は後者の評価に比べてその量的評価において厳しいものがあることが判明した。

また、スポーツ施設環境の不満点あるいは改善点についても同様であるといえるが、専門種目のエキスパートである評価者とそうではない評価者の評価の着目点に違いもあることがわかった。その違いは、プレー時間の違い、プレー環境の違い、要求されるプレーの質と量の違いなどに起因するものと推定できる。

なお、スポーツ施設環境が利用者のプレーに与える影響性に関する見解については、専門種目のエキスパートである評価者はそうではない評価者に比べて、スポーツ施設環境が利用者のプレーに与える影響性を重視する傾向をもつが、両者の間で意味のあるほどの違いはないことが判明した。両者はともに、スポーツ施設環境が利用者のプレーに与える影響性をかなり強く感じている。

以上のことから、スポーツ施設環境の評価は、同一種目の利用の場合、専門種目のエキスパートではない評価者によっても基本的には信頼できる結果が得られることが判明した。ただし、スポーツ施設環境の厳密な評価を得ようとする際には、専門種目のエキスパートである評価者による評価が必要であろう。

なお、付随的に行った性別によるクロス集計の結果について触れておく。スポーツ施設環境の評価に対する性差はほとんどの評価項目においてみられなかった。しかし、1) 「快適性」の満足度において、女子は男子に比べて厳しい評価をくだすこと、2) 女子は男子に比べて、暗いか明るい

無味乾燥であるかそうではないか、色彩が良いか良くないかの点に多く着目することが明らかになった。これは、女子と男子の感性のはたらしの違

いによるものと考えられる。さらに、スポーツ施設環境の現状の評価項目間のクロス集計の結果、各評価側面（評価次元）間の評価が連関していることも判明した。

以上2点を付け加えておく。

参考文献

- 1) デイヴィッド・カンター、乾正雄編、環境心理とは何か、彰国社、1972、52-85
- 2) Gabrielsen, M. A. & Miles, C. M. (Edit.), Sports and Recreation Facilities for School and Community, PRENTICE-HALL, 1958, 88-99
- 3) S. ナーゲル、S. リンケ、丸山純訳、世界現代建築写真シリーズ10：体育施設、集文社、1977
- 4) フリードマン・ウィルト編、e+p 3 体育館とスポーツ施設、集文社、1976
- 5) 鹿島昭一、室内環境デザインの新しい視点、鹿島出版会、1987
- 6) 通商産業省産業政策局企業行動課編、我が国のオフィス環境、大蔵省印刷局、1987

スポーツ施設環境の評価に関する 心理学的研究 2

——スポーツ施設環境調査項目の経営学、および心理学的検討——

里見 悦郎 (体育学部非常勤講師)

吉川 政夫 (体育学部社会体育学科)

松本 秀夫 (体育学部非常勤講師)

今村 義正 (体育学部社会体育学科)

Psychological Study of an Evaluation of the Environment of Sports Facilities (the 2nd Report)

——On the Investigation of Managerial and Psychological Researches for
Environment of Sports Facilities——

Etsuro SATOMI, Masao KIKKAWA,
Hideo MATSUMOTO, and Yoshimasa IMAMURA

Abstract

1. Purpose: The purpose of this study is to make the environment rating scale of sport facilities, that will give us a basic materials to manage and control the sport facilities effectively.
2. Procedure: We used not only the managerial researches but also the psychological researches to investigate the environment of sport facilities.
3. Result: We examined to hypothesize the factors that are influencing a user of sport facilities mentally and classified into 3 groups of factors, that are 1st is a environment of internal of sport facilities, 2nd is a environment of external of sport facilities and 3rd is a human environment. By this study, we can point it out that we should make much of the psychological factors influencing a user of sport facilities in order to establish a environment rating scale for the management of sport facilities. It can be said that we have to include, not only managerial factors, but also psychological factors into the environment rating scale of sport facilities.

目 的

これまでスポーツ施設の運営に関し、体育管理・経営学の見地から研究が行われてきた。特に、スポーツ施設について何らかの評価基準を求めよ

うとした場合、施設の管理・経営面を重視した評価基準が作成されてきた。

しかし、具体的にスポーツ施設においてスポーツ活動を実施する施設利用者にとって、施設の使用のしやすさ、活動のしやすさ、居心地の良さについて心理学の側面から、スポーツ施設の環境が

施設利用者に及ぼす影響を検討した研究は少ない。

利用者の立場に立ったスポーツ施設管理・経営を目的としたスポーツ施設の評価の実施は、より良い競技環境の充実の一助となり、体育授業の充実、あるいは、競技会の成果に大きな影響を及ぼすものとなると考える。このようなことからスポーツ施設とそれを囲む諸環境とが、競技者と学生ら施設利用者に及ぼす心理的影響の具体的検討を行うにあたり、スポーツ施設環境の心理的影響を計る尺度となる調査項目作成と調査計画の立案は重要な課題となる。

ここでは、従来、施設環境の調査（物理的環境の調査、施設・機材等）と競技場面における競技者心理の調査（パーソナルスペース等の心理調査）が別々に行われてきた前例研究の傾向を踏まえ、スポーツ施設環境と競技者心理との関係に着目し、スポーツ施設環境が競技者ら施設利用者にどのような影響を及ぼすのかという点に視点を置き、競技者にとってより良いパフォーマンスを可能とするスポーツ施設とその環境作りの基礎資料となる評価基準の作成を検討する。

方 法

スポーツ施設の評価を実施するにあたり、施設環境調査項目作成の基本案作成の手順を考案した。スポーツ施設環境調査項目作成の手順は、次の手続で行った。

- ① 調査項目基本案作成は、スポーツ施設の構造を十分に考慮し、施設内部構造、施設周辺環境等を検討し、調査項目を挙げた。
- ② スポーツ施設内での施設利用者の行動を予測し、利用者の施設内での行動パターンを作成し、それを分類した。この場合、施設内における行動に影響を与える施設環境による心理面の影響に注目し、心理学のアプローチを大幅に採用した。

本研究では、従来の施設経営・管理の調査で重視されてきた「施設利用の効率性・経済性」から、「利用者心理」を重視する。いわば「スポーツ施

設の居心地の良さ」を最重要課題に置き、利用者にとって「居心地の良い施設」、すなわち、「スポーツに集中できる環境を備えた施設」を検討するための調査項目作成を試みた。

以上の点を注意し、心理学の見地からの「スポーツ施設環境評価調査項目」基本案作成手続を提示する。

考 察

1. スポーツ施設環境

1) スポーツ施設環境について

スポーツ施設は、広い意味で競技スポーツ、学校スポーツ、並びに、社会スポーツを目的とすることによって3種類の施設に分類できる。このようなスポーツ活動の目的とスポーツ施設の用途によって施設設備に違いが生じ、しいては施設環境の違いを生むものとする。ここではスポーツ施設をスポーツ活動の目的と用途という点から、学校スポーツ施設に限定し検討を行う。

現在、学校スポーツ施設は体育科教育の実施を重要な目的とするものの、学生の競技スポーツ活動のため、競技スポーツ施設としての用途にも応えられなくてはならず、さらに、近年では社会スポーツ活動の拠点施設として地域社会に解放されるケースも増加している。このような結果、学校スポーツ施設は体育科教育の施設としての役割を重視するとともに学校スポーツ、社会スポーツの施設としての役割を果たす必要に迫られている。このため学校スポーツ施設の環境整備は非常に重要な課題となっている。

2) スポーツ施設環境

スポーツ施設の環境に関して、ここでは環境を大きく3つに分類した。すなわち、第1、スポーツ施設の構造面に依拠する内的環境。第2、施設を取り囲む、施設周辺と立地条件に依拠する外的環境。第3、施設内部で活動する人間に依拠する人的環境である。

①内的環境

②外的環境

③人的環境

これまでのスポーツ施設の管理・経営に関する研究の多くは、施設で実施される事業の運営の効率を如何に高めるかという経営的手腕を向上させようとするものが中心とされてきた。特に、施設の事業の効率を高めるため施設の運営とその財政面に経営学的側面から解明を試みた研究と施設の管理制度の効率を高めるための行財政学的側面からの研究が行われてきた。

この研究では、従来の経営学、行財政学の研究に加え、新たにスポーツ施設内部並びに施設を取り囲む諸環境を心理学的側面から評価しようとする新たな試みとして、スポーツ施設環境を内的環境、外的環境、人的環境の3環境に分け、これらの3つの環境が施設利用者にとどのような影響を与えているかを明らかにし、心理学的側面から、施設利用者がより良いパフォーマンスを実現することが可能な施設管理・経営を考える。

スポーツ施設が利用者に影響を与える3つの環境因子を具体的に次のように分類する。

①内的環境

施設内部構造（内部の構造と部屋の配置、並びに施設の材質・資材）。

施設備品の装備（ネット等の機材の装備状況、装備の充実度・質、屋内照明機具）。

②外的環境

施設周辺環境（自然環境等）。

施設の立地条件（公園内、都市中心部・郊外、住宅地、学校校内・外）。

③人的環境

施設職員（事務職員、指導員、体育教師）の態度・指導能力。

施設利用者（競技者・観客）の態度・競技能力。

さらに、競技施設的环境は、施設職員と施設利用者という立場の違いによっても環境の評価尺度に影響を与えると思われる。すなわち、施設を管理し事業を運営する職員にとって理想的な施設と、施設を利用し競技に参加する施設利用者にとって理想的な施設とは、それぞれの役割によって異なっていることが考えられる。このような点を考慮

し、施設環境の評価基準は施設管理者と施設利用者の双方に納得できるものが作成されることが望まれる。あるいは双方にとって妥協できる評価基準が設定される必要がある。

3) スポーツ施設環境評価

〈スポーツ施設評価の傾向〉

スポーツ施設の評価について、これまでの管理・経営学の研究の傾向は既存の施設の評価を目的としている点である。即ち、すでに完成した施設の管理・経営面の評価を行うことによってその施設の評価を行っている点が特徴である。しかし、スポーツ施設の評価とその検討の最終的目的は施設建設の施行前に、施設の評価が実施される必要がある。即ち、一旦完成した施設の評価を行った結果、改良点が見出されたとしても、調査結果を基に施設の構造面の問題点を早急に改善することは、財政的にも、非常な困難を伴い、大規模な施設改造は事実上困難である。このようなことからスポーツ施設の評価尺度の設定は、第1に、既存の施設を評価し、施設を改善する上での具体的指標を与えるための評価尺度を作成する必要がある場合。第2に、設計段階の施設を評価し、改善点を構想の段階で明らかにする評価尺度を作成する必要がある場合に分けることができる。

以上のようにスポーツ施設環境評価の目的は、施設利用者にとって最も優れたスポーツのパフォーマンスを実現できる施設を準備することであり、既存のスポーツ施設の改善策を具申するとともに、最終的には、設計図段階でスポーツ施設的环境をチェックし、より良い施設の建築に寄与できることである。このように、スポーツ施設評価には、施設建設の前段階の評価（設計図作成から、建設までのスポーツ施設環境の事前の評価）と施設完成後段階の評価（完成施設の評価）の2つの目的に分けることができる。この二段にわたる評価を実施することによってより完成度の高いスポーツ施設を建設することができるものと考えられる。

〈施設評価の実施作業〉

スポーツ施設の評価を実施する作業過程は、次のように考えることができる。

1. 施設建設前段階

1) 施設建設構想から、設計図作成まで

2) 施設建設時

2. 施設完成後段階

1) 施設利用時

2) 改築時

施設の評価は、施設の設計が行われる段階から完成するまでに実施されることによって、これまでの施設評価の成果を新設施設の建設に活かすことができる。さらに、新設施設を利用したスポーツ活動の実施場面で、施設評価を実施することによって、より良い施設作りのための具体的な改善策を打ち出すことができる。

ここで施設評価の対象者に誰になるかが問題となる。施設管理者、スポーツ指導員、体育教師、競技者、学生、観客等のスポーツ施設利用者によって施設を評価する視点は異なり、施設の改善策は異なったものとなる可能性があり、スポーツ施設の評価基準を明確に設定する必要がある。

2. スポーツ施設環境評価の設定

1) スポーツ施設環境評価調査項目作成の試案

スポーツ施設環境について、スポーツ施設の内的環境、外的環境、人的環境の3環境要因に分けたが、ここではスポーツ施設の内的環境の評価調査項目の作成を試みる。

施設利用者が利用するスポーツ施設的环境は、施設の内部構造と施設の備品の装備によって大きな影響を受ける。この施設環境の評価調査項目は次の施設構造と備品が必要と考える。

〈内的環境 施設構造〉

出入口	シャワー	売店
受付	トレーニングジム	医務室
廊下	休憩室	会議室
更衣室	食堂	競技会場
トイレ	控え室	競技用具
		競技用具庫

〈評価調査項目〉

施設

①広さ ②高さ ③色 ④明るさ ⑤音響 ⑥

面積 ⑦個人面積 ⑧収容人数 ⑨使い易さ
⑩施設相互の位置関係 ⑪居心地 ⑫競技への
コンセントレーション ⑬配置割り

備品（イス、ロッカー、コップ等）

①配置 ②整備状況 ③使い易さ

競技用具（ネット、ボール等）

①配置 ②整備状況 ③準備状況 ④使い易さ

スポーツ施設的环境に関して、これまで施設のハード面（物質面）のチェック体制が中心に行われてきた。しかし、施設利用時（体育授業、試合）に、施設環境が施設利用者を与える心理的影響、いわばソフト面（心理面）のチェック体制は十分考慮されてきたとは言えない。

このような視点から、利用者への心理的影響のチェックポイントを考える必要がある。次に、施設の設備が利用者心理的影響を与える場面を2つに分類した。

1. 準備場面

更衣室、ロッカールーム、控え室、会場内選手席等

2. スポーツ施設利用場面

体育授業会場、試合会場

このように、スポーツ施設内で利用者が、具体的に、身支度から競技場面に入り、さらに、施設利用を完了するまでの行動パターンを検討した。

この施設利用者の行動を整理すると次のようになる。

競技準備段階

更衣室、ロッカールーム
控え室
ウォーミングアップスペース
打ち合わせスペース

競技実施段階

試合・授業会場

競技終了段階

更衣室、ロッカールーム
シャワー室

以上の利用者の行動から、スポーツ施設的环境は競技準備段階・終了段階の施設である更衣室、ロッカールームが重複して利用されるため利用者

に与える影響も大きいものとする。さらに、これら更衣室、ウォーミングアップスペースと試合・授業会場との行き来の移動に利用される廊下等の移動スペースが利用者に与える影響を考慮する必要があると共に、スポーツ施設内のこれら諸施設の配置についても検討する必要がある。

—スポーツ施設内設備環境調査項目リスト—

スポーツ施設内での利用者行動を基に、施設内設備のチェックポイントを施設の位置関係、面積、施設内設備・備品、設備配置等を具体的に検討する。

〈施設環境調査項目リスト〉

1. 更衣室、ロッカールーム、シャワー室

〔位置〕

- ①施設内での位置
- ②試合・授業会場との位置関係（会場からの距離、移動のしやすさ）

〔面積〕

- ①室内面積
- ②個人面積
- ③収容人数

〔施設〕

- ①ドア
 - 出入りのしやすさ（開・閉のしやすさ、中が見られない）
 - プレートの見やすさ・プレート
 - 位置
 - ノブの型

②壁

- 色
- 清潔さ
- 飾り

③床

- 色
- 清潔さ

④ロッカー

- ロッカーの高さ
- ロッカーの大きさ
- 色
- 収容量
- 構造
- 出し入れの良さ
- 材質

〔利用〕

- ①脱衣のしやすさ（ロッカーの位置、大きさと脱衣の個人スペース）
- ②机、イス、ベンチの数（脱衣の準備、後始末のしやすさ）
- ③マット・スノコの用意（脱衣のしやすさ、清潔さ）

表1

学校体育施設内行動	スポーツ施設内行動
入口	入口
トイレ	トイレ
更衣室	更衣室
ロッカールーム	ロッカールーム
トイレ	トイレ
会場	控室
授業 観客席	食堂
トイレ	
ロッカールーム	会議室（打ち合わせ）
更衣室	
シャワー室	トレーニングジム（ウォーミングアップ）
トイレ	トイレ
出口	トイレ
	競技会場
	1. ウォーミングアップ
	2. 試合準備（用具準備）
	3. 最終コーナ・選手打ち合わせ
	試合・練習
	トイレ
	控室
	トイレ
	更衣室
	ロッカールーム
	シャワー室
	トイレ
	出口

- ④室内の移動のしやすさ（ロッカー、机、イス、ベンチ、マット、スノコ等の配置の良さ）

⑤シャワー室の位置

⑥シャワー室内の個人面積

⑦シャワー室内の棚等の備品

⑧室温（設定と調節）

⑨換気（調節）

⑩照明（照明の数、調整）

⑪備品（時計の見やすさ、ドライヤー・洗面台・水道・タオル掛、コンセントの数等）

2. 競技会場

〔位置〕

- ①施設内の位置
- ②更衣室（ロッカールーム、シャワー室）との位置関係（移動のしやすさ）

〔面積〕

- ①屋内面積
- ②個人面積
- ③収容人数

〔施設〕

- ①壁（材質、色）
- ②床（材質、色、弾力性）
- ③天井（高さ、構造、色）
- ④窓（大きさ、色、カーテン）
- ⑤競技用具（用具の数、型）
- ⑥競技用具庫（用具の整理方法、用具棚）
- ⑦競技用具の設置
- ⑧備品（机、イス、ベンチ、黒板、時計等の配置と数）
- ⑨観客席（競技会場との位置関係、数、配置）
- ⑩室温（設定基準、調整）
- ⑪換気（設定基準、調整、気流の調整）
- ⑫照明（設定基準、調整、照明方法〔間接・直接〕照明機具数）
- ⑬音響（音響調整、放送施設）

〔利用〕

- ①競技会場内競技種目別区割り方法（異種目の競技を同一のフロアで実施する場合）
- ②競技種目別専用会場利用

このように競技施設の環境調査項目は従来のハード面（物質面）からの検討に加え、新たにソフト面（心理面）を中心とした利用者の施設内行動パターンを考慮に入れ、作成されることによって、管理者サイドからの管理・経営目的一辺倒の調査から利用者にとって使いやすい施設、すなわち、居心地の良い施設の実現に向けて、より具体的かつ、客観的な施設管理・経営の資料が提出できるものとする。

3. スポーツ施設と健康管理

スポーツ施設は利用者の健康管理に関しても重大な責任を負っている。充実した施設は競技者にとっては最高のパフォーマンスを約束するとともに、施設の安全対策に努め、負傷等の不測の事態に対しては万全の医療体制が必要である。さらに、一般利用者にとっては、安心してスポーツ活動に参加するための健康管理（メディカルチェック、運動処方等）体制の完備が要求されている。

特に、近年スポーツ施設は単一競技種目のため

の専門施設に求められる専門性と社会体育施設のような多目的性という相矛盾する要求が求められるケースも多く、このように多様化するスポーツ施設の健康管理体制をどのように行うかが重要な問題となっている。このような点からもスポーツ施設管理の調査対象として健康管理体制の調査の必要が急速に高まっている。ここでは健康管理体制の調査項目について、重要項目を検討してみる。

健康管理体制は施設・備品面（ハード）、医療面（ソフト）、人員面の3点が調査項目として考えられる。

〔施設・備品〕

- ①準備施設（ロッカールーム、更衣室、シャワー室、ウォーミングアップ施設）
- ②試合施設（フロアー、競技用具、備品）
- ③観客施設（座席）
- ④医療施設（準備施設、試合施設からの位置関係）
- ⑤用具管理施設

〔医療〕

- ①医療施設（フロア面積、ベット等備品）
- ②医療機材
- ③医薬品

〔人員〕

- ①医療スタッフ（人員体制）

健康管理面では、利用者の健康管理から、事故の未然の予防、負傷時の看護等緊急時の対応策、さらに、健康増進のためのアドバイスに至るまで幅広い対応が求められている。今後、スポーツ施設の評価項目作成にあたって、健康管理面の評価は重要な課題となろう。

4. スポーツ施設環境評価の課題

スポーツ施設の環境は施設の充実度、利用のしやすさ、利用者（競技者）の趣味・好み等の視点により大きく異なり、その数量化された判定基準の設定は非常に困難を伴う。このため施設利用の便宜面を中心に環境調査項目を検討した。特に、良い競技施設という条件設定が問題となる。施設の設備が優れている、利用者にとって利用しやすい、施設管理者にとって管理しやすい、その他様々

なケースの設定が可能である。このような諸条件を今後検討し、より優れた調査項目を作成する必要がある。

これまでの競技場面における競技者心理の研究の成果から、競技を取り巻く環境が競技成績に及ぼす影響が解き明かされつつあり、心理学の視点に立った判定作業の導入によって、利用者の立場に立った、より客観的なスポーツ施設の管理・経営を模索する必要が生じていることを再認識し、心理学の分野からのスポーツ施設経営への新たな経営判定資料を提出することが可能であろう。

まとめ

スポーツ施設の環境評価に関し、利用者心理を重視するスポーツ施設環境調査項目作成の手続を検討した。これまで「施設利用の効率」「施設管理の経済性」が重視された研究が、体育管理・経営学の分野で行われてきた。しかし、施設環境が利用者にとってどのような影響を及ぼすのかという心理学的見地に立脚した施設管理・経営の研究は少ない。このようなことから利用者にとって居心地の良い施設、すなわち、スポーツに集中しやすい施設とは、どのような心理的ファクターを備えているかを明らかにするための施設環境評価調査の実施手続を検討した。

この結果、スポーツ施設が利用者に影響を与える環境因子を内的環境（施設内部構造とその装備）、外的環境（施設周辺環境）、人的環境（施設職員、利用者）の3因子とし、従来の施設環境の見地が施設内部構造に止められていた点から、周辺環境、さらに、利用者サービスを提供する職員の態度、指導能力までを含む広い範囲を環境因子として検討する必要性が指摘された。さらに、施設内での利用者の行動パターンの認識が、施設環境が利用者心理を理解する上で注目する必要があることも挙げられた。

このようにスポーツ施設の環境評価を対象とする心理学的見地からの施設経営・管理へのアプローチは、施設利用者心理の分析が不可欠であり、

心理学に立脚したスポーツ施設環境評価調査の実施が急務であることが本研究の結果、認識された。

参考文献

- 1) 東俊郎編者、「スポーツと体力管理」、体育の科学社、1971年10月1日
- 2) H. ヴェルフソン著、上松佑二訳、「建築心理学序説」、中央公論美術出版、1988年9月25日
- 3) H. レールズ著、長谷川守男・杉本政繁監訳、「スポーツ教育学とスポーツ現実」、ベースボール・マガジン社、1990年7月10日
- 4) K. モーラー著、扇谷引一訳、「建築の心理学」、鹿島出版会、1980年6月5日
- 5) 近藤恒夫著、「景観色彩学」、理工図書株式会社、1986年6月24日
- 6) 小林重順著、「建築デザイン心理学」、彰国社、1982年4月20日
- 7) 瀬尾文彰著、「環境建築論序説」、彰国社、1979年9月10日
- 8) 鈴木荘夫著、「生活スポーツの科学」、大修館書店、1990年4月1日
- 9) 森川貞夫著、「スポーツ社会学」、青木書店、1980年4月1日
- 10) 大山正編者、「建築のための心理学」、彰国社、1969年5月10日
- 11) 小田俊郎、黒田善雄、鈴木克也、高沢晴夫著、「スポーツ科学講座7、スポーツと健康管理」、大修館書店、1972年9月1日
- 12) 小野三嗣著、「運動・レクリエーションの健康学」、大修館書店、1983年11月10日
- 13) P. ミヒェリス著、吉田綱市訳、「建築美学」、南洋堂出版、1982年8月10日

若年スポーツ選手の心拍数変動 Power Spectral analysisによる 自律神経機能の評価(Ⅰ)

田辺 晃久 (医学部循環器内科) 寺尾 保 (医学部生体構造機能系生理科学)

中野 昭一 (医学部生体構造機能系生理科学)

Evaluation of sympathetic and parasympathetic activities in young athletes using power spectral analysis of the heart rate variability

Teruhisa TANABE, Tamotsu TERAOKA, and Shoichi NAKANO

Abstract

Power spectral analysis of heart rate variability was used to evaluate the cardiac sympathetic and parasympathetic activities in 6 young athletes and 6 age-matched control non-athletes. All examinees underwent Holter monitoring. Low frequency density reading (LF, 0.04-0.15 Hz), high frequency density reading (HF, 0.15-0.40 Hz) and a LF/HF ratio were obtained from the power spectral analysis of heart rate variability in Holter monitoring. HF density and LF/HF ratio indicate the parasympathetic and sympathetic activities, respectively.

HF density was significantly higher in athletes than in non-athletes throughout a 24 hour period. The values (on a log scale) are 2.82 ± 0.28 vs 2.32 ± 0.26 msec²/Hz in the afternoon, 3.46 ± 0.54 vs 2.93 ± 0.39 msec²/Hz at night and 2.83 ± 0.39 vs 2.36 ± 0.64 msec²/Hz in the morning, $p < 0.01$ in each.

In contrast, LF/HF ratio was higher in non-athletes than in athletes [athletes vs non-athletes; 3.24 ± 0.48 vs 5.12 ± 0.72 in the afternoon ($p < 0.05$), 0.65 ± 0.10 vs 1.14 ± 0.18 at night ($p < 0.05$) and 3.00 ± 0.47 vs 4.34 ± 0.99 in the morning (NS)].

Consequently, power spectral analysis of heart rate variability, a new method in evaluating separately cardiac sympathetic and parasympathetic activities, showed that young athletes had higher parasympathetic and lower sympathetic tone than age-matched non-athletes throughout a day.

はじめに

激しいトレーニングを行っているスポーツ選手に生じる心肥大は、病的心と同様との考えがあった。しかし、最近ではこの心肥大は激しいトレーニングによる生体側の生理的アダプテーションであり必ずしも病的ではないと認識されている。

他に、スポーツ選手の心臓への影響として不整脈、とくに洞徐脈化や房室ブロックがある。この機序として、心臓迷走神経の過緊張、心臓交感神経の低緊張、洞結節自身の心拍自動能の低下¹⁾などが考えられている。とくに迷走神経緊張増加や交感神経緊張低下は重要で記載が多いが、あくまで心拍数増減からみた観念論であり具体的証拠は乏しい。

従来、迷走神経緊張と交感神経緊張を別々に量的に求めることは困難であった。しかし、最近心拍数変動の高速フーリエ解析 (FFT) を利用することにより、その定量化が容易となった。その結果、心臓病患者における迷走神経緊張低下と突然死との関連などが明らかにされている^{2,3)}。

本稿では、心電図異常を指摘され東海大学病院循環器内科を受診したスポーツ学生における迷走神経緊張と交感神経緊張の定量化成績の preliminary 報告をする。

対象と方法

対象は1992年4月1日より1992年9月30日までに東海大学病院循環器内科に紹介された16~20歳 (平均18±1歳) の学生スポーツ選手6例でいずれも「心電図異常の評価」を目的に受診した (表1)。対照として心肺健康で他に疾患のない同年齢

6例 (平均年齢18±2歳) を選んだ。被検者は全例高校生か大学生であった。

全例外来で検査を行った。まず標準12誘導心電図法、心エコー法を行なった。標準12誘導心電図では不整脈、虚血ST変化など心電図学的基本所見を検討した。心エコーでは心肥大の有無を検討するため心室中隔厚、左室壁厚、拡張期の左室内腔径を測定した。

その後24時間ホルター心電図を記録 (Del Mar Avionics 社製 Model 459) した。ホルター心電図はまず不整脈、虚血 ST 変化について解析した。ついで、心拍数変動の power spectral analysis を行った。午後 (1、2、3、7)、睡眠後 (1、2、3、4、5 時間後)、覚醒前1時間ならびに覚醒後 (1、2、3 時間後) の計13時間帯のノイズのない10分間を選んだ。

Del Mar Avionics 社製の Model 750A 解析器から得られた RR 間隔信号を Del Mar Avionics Heart Rate Variability Analysis System に転送し、高速フーリエ変換 (FFT) することにより周波数分析を行った。RR 周波数解析の結果得られた周波数成分のうち、0.04~0.15Hz を低周波成分 (LF)、0.15~0.40Hz を高周波成分 (HF) とし、HF を迷走神経緊張の、LH/HF 比を交感神経緊張の活動指標とした。

表1 対象の性、年齢、スポーツの種類、心電図診断

イニシャル	性	年齢 (歳)	スポーツの種類 (経験年数)	紹介時の心電図診断
1 M, S	男	16	陸上(5)	上室期外収縮
2 Y, H	男	16	サッカー(4)	第2度房室ブロック 洞停止 (最長4.1秒)
3 S, K	男	18	サッカー(3) ラグビー(2)	上室期外収縮
4 N, H	男	19	バレーボール(7)	T波陰性化 (II、III、 AVF 誘導)
5 T, S	男	19	陸上(6)	不完全右脚ブロック
6 H, I	男	19	バレーボール(3) ヨット(1)	上室期外収縮

結 果

標準12誘導心電図はスポーツ選手、対照とも全

表2 スポーツ選手ならびに対照のホルター心電図所見

ホルター心電図所見	
スポーツ選手	対照
1, M, S 上室期外収縮 2拍/日	1, J, T 上室期外収縮 25拍/日
2, Y, H 上室期外収縮 1拍/日 2度房室ブロック (W型)	心室期外収縮 3拍/日
3, S, K 上室期外収縮 4拍/日 心室期外収縮 1拍/日	2, T, N 上室期外収縮 3拍/日
4, N, H 上室期外収縮 49拍/日 心室期外収縮 10拍/日	3, M, I 上室期外収縮 1拍/日 心室期外収縮 6拍/日
5, T, S 異常なし	4, M, N 上室期外収縮 2個/日
6, H, I 上室期外収縮 2拍/日 心拍増加時の T波陰性化	5, T, F 上室期外収縮 14個/日 心拍増加時の T波陰性化
	6, H, A 上室期外収縮 1拍/日 2度房室ブロック (W型)

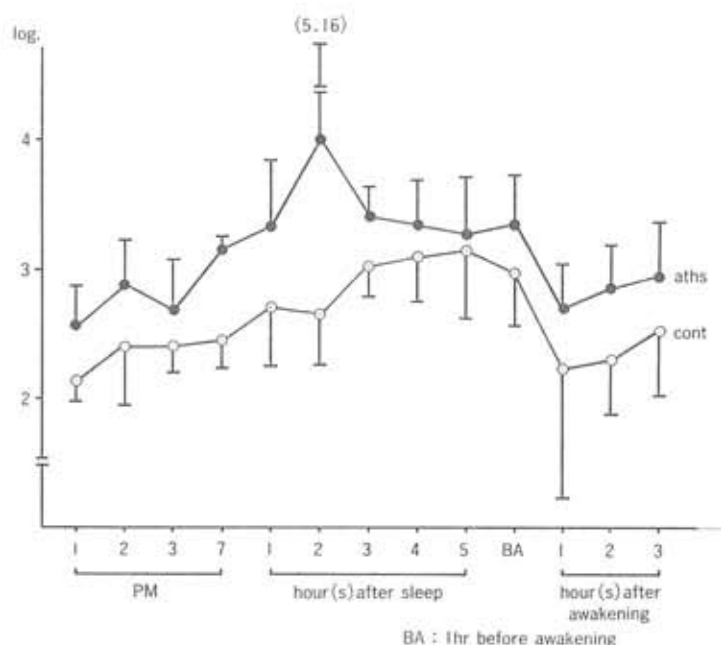


図1 スポーツ選手(aths)と非スポーツ選手(cont)のHF成分の24時間日内変動とその様式

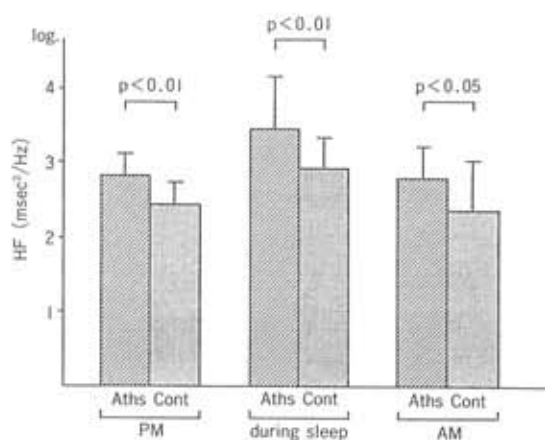


図3 午後、睡眠中、午前中におけるLF/HF成分強度の比較—スポーツ選手と非スポーツ選手の比較
PM, 午後; AM, 午前

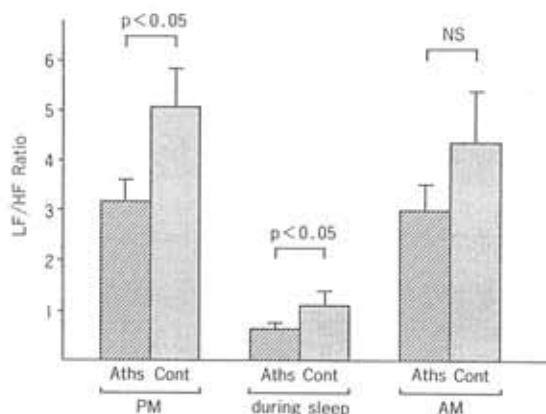


図2 午後、睡眠中、午前中におけるHF成分強度—スポーツ選手と非スポーツ選手の比較
PM, 午後; AM, 午前

例正常域にあった。ホルター心電図所見は表2に示すようにスポーツ選手、対照とも上室期外収縮出現例が多かったが、各例の1日の出現頻度はせいぜい49拍どまりで少なかった。その他不整脈として心室期外収縮、2度房室ブロックが両群にみられた。また、各群1例ずつ心拍増加時にT波が陰性化した。心エコーは、スポーツ選手を含め全例正常域で心肥大や心拡大例はなかった。

図1はスポーツ選手(aths: athletes)と対照(cont: control)のHF成分の24時間日内変動ならびにその様式の比較である。スポーツ選手は対照に比べ、1日24時間どの時間帯においてもHF成分の強度が高かった。すなわち迷走神経緊張が強かった。

図2は24時間ホルター心電図のHF成分測定時間帯を午後(4点)、睡眠中(6点)、午前(3

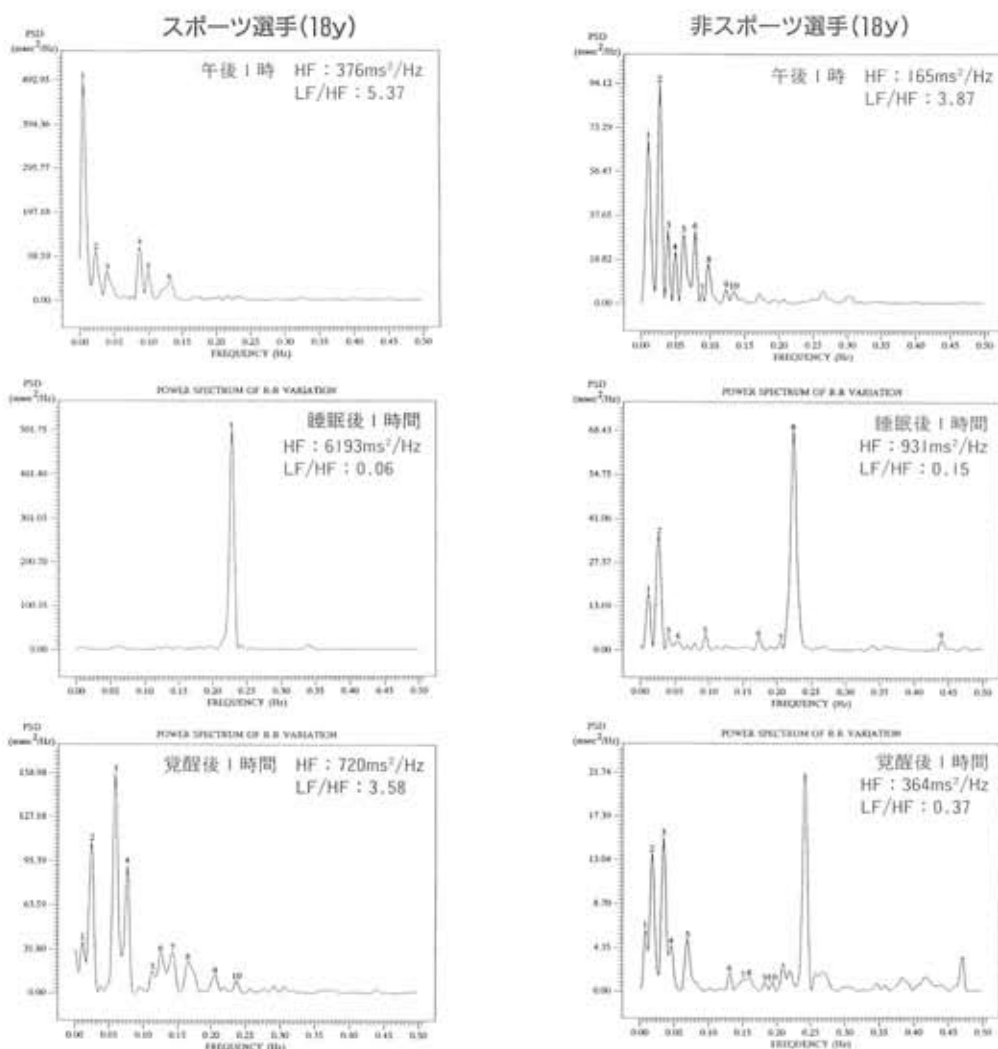


図4 スポーツ選手(18歳)と非スポーツ選手(18歳)各1例におけるRR間隔変動スペクトル

点)に分けた場合のHF成分強度のスポーツ選手と対照の比較である。各時間帯ともHF成分強度はスポーツ選手が有意に高かった(午後; $p < 0.01$ 、睡眠中; $p < 0.05$ 、午前; $p < 0.05$)。なお本図のHF成分強度は対数(log.)変換表示である。

図3は24時間ホルター心電図のLF/HF比を午後(4点)、睡眠中(6点)、午前(3点)に分けた場合のスポーツ選手と対照の比較である。午後はスポーツ選手 3.24 ± 0.48 、対照 5.12 ± 0.72 ($p < 0.05$)、睡眠中はスポーツ選手 0.65 ± 0.1 、対照

1.14 ± 0.18 ($p < 0.05$)といずれもスポーツ選手が有意に低かった。しかし、午前中はスポーツ選手が低値傾向にあるものの有意差はなかった。

図4にスポーツ選手1例と対照非スポーツ選手1例の実際のRR間隔周波数分析におけるpower spectral densityを示す。夜間睡眠時スポーツ選手はHF:6193ms²/Hz、非スポーツ選手はHF:931ms²/Hzとスポーツ選手でHF成分の著明な増強がみられる。

考 察

本研究のホルター心電図法による24時間心電図記録では上室期外収縮はスポーツ選手、対照とも各々6名中5名にみられ、最も出現例数の多い不整脈であった。上室期外収縮は基礎疾患のないいわゆる健康人の44～88%にみられ、加齢とともに発生例数、発生頻度が増す¹⁴⁾。また、数発連発することがあるが基礎疾患がなく発生数の少ないものは臨床的に問題とならない⁹⁾。

スポーツ選手は一般に非スポーツ人に比べ、心拍数が遅い。この原因としては副交感神経緊張亢進、交感神経緊張低下、心臓洞結節の自動能低下¹⁾など3つの因子の関与が考えられている。洞結節自動能低下については、薬理学的自律神経遮断を利用した方法でヒトやラットで確認されている^{1,7,8)}。

一方、副交感神経緊張の増強は広く受け入れられているが、ヒトを対象とした場合、その具体的証拠はほとんどない。この理由は、従来、生体では瞬時、瞬時の交感神経系と副交感神経系の緊張の程度を別々に判定する方法がなかったからと考える。

ホルター心電図法は当初、不整脈の検出、虚血心筋虚血の検出、抗心臓薬の薬効判定、さらには心拍数のおおまかな増減からの自律神経機能に応用され、われわれも種々の検討を重ねてきた^{9,10)}。このうち、自律神経機能評価に関しては、心拍数減少があると概ね迷走神経緊張亢進か交感神経緊張低下あるいはその双方を考え、そのいずれかを明らかにする手段はなかった。

近年、ホルター心電図におけるある一定時間のRR間隔変動を高速フーリエ解析し、ある周波数成分がどの程度強力に存在するかを分析することにより、交感神経緊張強度と迷走神経緊張強度を別々に定量することが可能になった。この方法を応用することにより、心筋梗塞患者の突然死例、心不全患者、糖尿病患者では迷走神経緊張が有意に低下していることが明らかにされている²³⁾。わ

れわれも、肥大型心筋症では、重症度が増すにしたがって、とくに夜間睡眠中の迷走神経緊張増強がみられなくなること、突然死例では昼夜とも迷走神経緊張が著明に低下することを報告した¹¹⁾。これら心疾患患者の迷走神経緊張低下にもとづく突然死は心室不整脈が引き金と考えられている。

一方、若年者におけるスポーツ活動時の突然死を時に耳にするが、基礎疾患がなければこの突然死の引き金に心室不整脈が関与するとは考えにくい。すなわち一般には基礎疾患がなければ多少心室期外収縮多かろうと突然死はまずないと考えられているからである。

若年者の突然死について、孫引きとさせていたが、学校安全会の資料によれば昭和57年度の小、中、高校生の学校管理下での突然死は136人であり、89人(65%)が運動と関係し、うちスポーツ選手としてのクラブ活動中の死は23件であったという¹²⁾。

これら突然死例における、死亡前の身体状況や基礎疾患の有無については明らかでない。しかし、基礎疾患がないとすれば本研究から明らかのように若年スポーツ選手では、迷走神経緊張の増強があり、少なくとも心室期外収縮を引き金とした突然死は起こしにくいはずである。

むしろ、心臓に基礎疾患がなければその原因として迷走神経反射による心停止や循環虚脱が考えやすい¹²⁾。本研究では、1日24時間をとおした若年スポーツ選手における迷走神経緊張の亢進が示唆されたが、このことは必ずしも若年スポーツ選手における迷走神経反射の過緊張が明らかにされたのではない。

したがって、本結果をもって、スポーツ選手の迷走神経緊張が突然死と結びつく関連づけることはできない。しかし、スポーツ選手か否かは別にして、スポーツ活動直後ないし、数分後には迷走神経緊張が増強することは生体の保身機序からして明らかであり、この際の過緊張が起これると心停止の一因となることは想像できる。

この点、本研究をさらに発展させ、普段連続して迷走神経過緊張のあるものが、反射的にも過緊

張をもたらしやすいか否かを検討していくことは、スポーツ活動時の心事故の原因を究明する上で1つの重要な点と考える。今後さらに症例数を増やして検討する必要がある。

ま と め

若年スポーツ選手では若年非スポーツ選手に比べ、昼夜をとおし迷走神経緊張が有意に高く（午後と睡眠中、 $p < 0.001$ ；午前、 $p < 0.05$ ）、反対に交感神経緊張は午後と睡眠中でスポーツ選手が有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。これらの成績はスポーツ選手の自律神経機能評価を示したものであるが、RR 間隔変動周波数分析法はさらにスポーツ活動

時の心事故の原因究明に対し自律神経機能研究の立場からの1手段として応用可能と考える。

文献

- 1) 日吉俊紀 田中信行：若年スポーツマンの徐脈の発現機序について、自律神経、23：436-440、1986
- 2) Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Moss AJ, The Multicenter Post-Infarction Research Group: Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 59: 256-262, 1987
- 3) Rich MW, Saini JS, Kleiger RE, Carney RM, teVelde A, Freedland KE: Correlation of heart rate variability with clinical and angiographic variables and late mortality after coronary angiography. *Am J Cardiol* 62: 714-717, 1988
- 4) Brodsky M, Wu D, Cenes P, Kanakis C, Rosen KM: Arrhythmias documented by 24 hour continuous electrocardiographic monitoring in 50 male medical students without apparent heart disease. *Am J Cardiol* 39: 390-395, 1977
- 5) Sobotka PA, Mayer JH, Bauernfeind RA, Kanakis CK, Rosen KM: Arrhythmias documented by 24-hour continuous ambulatory electrocardiographic monitoring in young women without apparent heart disease. *Am Heart J* 101: 753-759, 1981
- 6) 田辺晃久、高橋潔、吉岡公一郎：上室期外収縮。日本臨床49：65-71、1991
- 7) Sutton JR, Gunning ACJ, Hickie JB, Seldon WA: Control of heart rate in healthy young men. *Lancet* 2: 1398-1400, 1967
- 8) Sigvardsson KE, Svanfeldt E, Kilbon A: Role of the adrenergic nervous system in development of training induced bradycardia. *Acta Physiol Scand* 101: 481-488, 1977
- 9) Tanabe T, Iga T, Fukushi H, Goto Y: A new device for detection of postural ST-T changes in ambulatory electrocardiography. *Am Heart J* 109: 187-190, 1985
- 10) Tanabe T, Takahashi K, Yoshioka K, Goto Y: Evaluation of disopyramide and mexiletine used alone and in combination for ventricular arrhythmias in patients with and without overt heart disease. *Int J Cardiol* 32: 303-312, 1991
- 11) 田辺晃久、高橋潔、吉岡公一郎、白井和胤、北田守、田川隆介、井出満、兼本成斌、友田春夫、五島雄一郎：肥大型心筋症、緊張型心筋症における心拍変動 Power spectral analysis による自律神経機能評価。日本心電学会誌 12：584、1992。(抄録)
- 12) 川原寛：スポーツ選手における突然死の実態。Therapeutic Res. 7: 13-16, 1987

大学運動部新入部員に対する 運動負荷テスト(V)

—1991年度報告—

三田 信孝 (体育学部社会体育学科) 今川 正浩 (体育学部体育学科)

成田 明彦 (体育学部体育学科) 堀江 繁 (体育学部社会体育学科)

三神 美和 (医学部内科学教室) 寺尾 保 (医学部生体構造機能系生理科学)

荒川 正一 (医学部内科学教室) 中野 昭一 (医学部生体構造機能系生理科学・保健管理センター)

Exercise test for freshmen of athletic clubs in a University (V)

—A report of 1991—

Nobutaka MITA, Masahiro IMAGAWA,
Akihiko NARITA, Sigeru HORIE,
Yosikazu MIKAMI, Tamotsu TERAO,
Shoichi ARAKAWA, and Shoichi NAKANO

Abstract

The purpose of this study was to define characteristics and variants of freshmen of athletic club in one University of 1991 with regard to resting ECG; controlled, graded, exercise testing by bicycle ergometer. The subjects were 111 first year University students of male. In addition to we were investigated about ECG tracing before the registration for admission into a school.

The obtained results for male subjects of 1991 are as follows;

1. 19(15.7%) of the athletes didn't take an ECG before matriculation. And 5 out of 19 were abnormal ECG tracing.
2. 3(2.9%) off the athletes had experienced in exercise testing.
3. 59(53.2%) of ECG tracings were within normal limits.
4. The diagnosis of early repolarization was seen in 12(10.8%) of the athletes.
5. ECG diagnosis of sinus arrhythmia was seen in 6(5.4%) of the athletes.
6. The diagnosis of left ventricular hypertrophy (LVH) was seen in 2(1.8%) of the athletes.
7. The diagnosis of sinus bradycardia was seen in 3(2.7%) of the athletes.
8. ECG diagnosis of ventricular premature contraction(VPC) was seen in 1(0.8%) of the athletes.
9. ECG diagnosis of supraventricular premature contraction(SVPC) was seen in 4(3.6%) of the athletes.
10. ECG diagnosis of WPW syndrome was seen in 1(0.8%) of the athletes.

I. はじめに

大学運動新入部員の多くは、発育時期に長年に渡って激しいトレーニングを行って来ており、競技的に優れた選手として活躍してきた者の中には、負荷心電図による詳細な心機能のチェックをして来ている者もいるが、その多くは安静時心電図チェックあるいは全く行っていない者が多い様である。我々は1986年度より大学付属大磯病院の協力を得て、幾つかの運動クラブに関しては、新入生の安静時及び運動負荷時の心電図撮影を実施し、心機能の異常者については更に付属病院において詳細な検査を実施し、運動時の安全性の確保に努めてきた。既に男子学生の1987年度から1990年度に実施した352例、1986年度から1990年度の女子学生81例に関して、運動負荷心電図と形態的特徴について報告^{6,7,8,9)}している。本研究は、引き続き1991年度の男子新入生に対する運動負荷心電図撮影結果についてみたものである。

II. 方法

1. 対象者

対象者は、前報と同様に東海大学運動クラブ健康管理研究会に所属している運動部の1991年度男子新入生121名である。各クラブの受診状況を表1に示した。本年度より、再びラグビー部が加わり、更に漕艇部が新たに加わった。心電図結果に関しては、怪我等で運動負荷心電図が撮れなかった10名を除いた111名を対象とした。

2. 運動負荷

運動負荷は前報と同様で、モナーク社製自転車エルゴメーター(818E)、竹井社製自転車エルゴメーター(アクティブ10)を用い、毎分50回転のペダリングによる漸増負荷である。負荷強度は3分ごとに心拍数に対応させて増加させ、第3段階まではYMCA法、第4段階から目標心拍数に達するまでは、3分毎に150kgm/分ずつ増加させて運

表1 各クラブ別に見た被験者の内訳(男性)

Table 1 Number of subjects by each sports club (male)

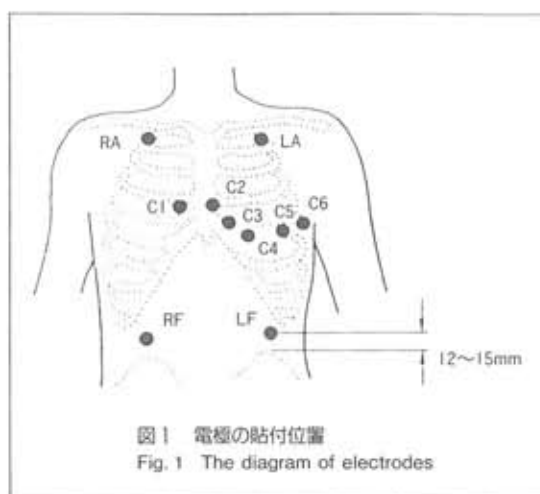
	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	27	23	19	23	30
Badminton	4	3	6	5	4
Basketball	21	15	12	16	9
Rugby	28	19	—	—	28
Volleyball	17	15	8	9	10
Handball	11	2	2	7	4
Judo	8	7	28	22	27
Boat	—	—	—	—	9
Total	116	84	75	82	121

動を行わせた。目標心拍数に達した時点後、約30秒から1分間心拍数の安定状況を観察し、完全に目標心拍数に達していることを確認してから運動を中止させた。その後、回復過程は座位にて10分間の観察をした。尚、運動後に不整脈等が出現した場合は、時間を延長して観察した。

運動負荷時の目標心拍数は、今回の被験者における予測最大心拍数(220-年齢)の約85%とした。今回の被験者の目標心拍数は約170拍/分であった。

3. 心電図撮影

心電図は図1に示すような部位から誘導した。記録は安静時、運動負荷中、回復過程とも標準12誘導を1分毎に、特定誘導としてII、aVF、V₅誘



導を常時記録し、その変化を観察した。心電図の変化はプログラム心電計 ECG-6206（日本光電工業株式会社製）にて、心拍数、ST レベル、ST スロープの解析（図2）をした⁵⁾。安静時は仰臥位にて30分間安静にした際の最後の3分間を記録した。運動負荷中、回復過程は座位にて記録した。

心電図の判読は、安静時、運動負荷中、回復過程に分けて行った。加えて、各被験者について大学入学以前の心電図撮影の実施状況を調査した。

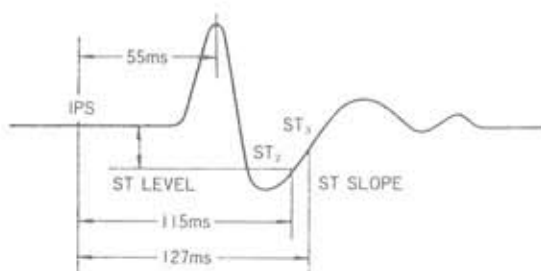


図2 心電図のコンピューター解析
Fig. 2 Computed analysis of ECG

4. 最大酸素摂取量の推定

各被験者について運動負荷時の各段階における3分目の心拍数と負荷強度から、オストランド法を用いて体重1kg当たりの最大酸素摂取量を推定した。

5. 形態測定

各被験者の利き腕側の上腕背部、肩甲骨下部、大腿部前面、腹部（腸骨稜上部）の皮下脂肪厚を栄研式皮脂厚計（キャリパー型）を用いて、それぞれ3回の測定を行い平均値を求めた。上腕背部、肩甲骨下部の合計値から体密度法⁶⁾により、脂肪貯蔵率（%fat）を推定した。

体重はデジタル体重計（A&D社製）により、着衣を考慮して50g単位まで測定した。

III. 結果及び考察

1. 身体的特徴

今回の被験者121名について、各クラブ別の身体的特徴を表2に示した。表は1987年度から者も年次順に併せて示した。今回の被験者121名中25名（20.7%）が体育学部以外の学生であった。

年齢は新入生を対象としていることから、全体の平均及び標準偏差は、 18.2 ± 0.4 歳で、過去の報告^{4,7,8,9)}とほぼ同じであった。クラブ別ではバスケットボール部員が 18.7 ± 0.8 歳とやや高い傾向が認められた。

身長は、全体で平均 173.6 ± 6.4 cmで、今まで最も低い値を示した。被験者数の多いサッカー、柔

道が前報よりそれぞれ平均値で -2.7 、 -2.9 cmと減少傾向を示したことによるものと思われる。クラブ別ではバスケットボール、バレーボール、ハンドボール、ボートが、それぞれ平均 179.9 ± 6.0 、 177.0 ± 8.4 、 177.4 ± 2.5 cmであり、他の種目と比較してやや高い傾向が認められた。

体重は全体で平均 73.0 ± 13.2 kgであった。柔道部員の体重は平均 85.1 ± 18.1 kgであり、他の種目と比較して重い傾向が認められた。この中には体重の制限がない95kg超級の者が6名含まれている。6名中4名は体重が100kgを超えており、最大では138kgの者がいた。ラグビー部員も他の種目と比較してやや重い傾向が認められたが、柔道部員のように体重が100kgを超える者は認められなかった。ボート部員は、平均 70.9 ± 4.2 kgであった。

脂肪貯蔵率（以下、%Fatとする）は、上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚から求めた。全体の平均は 14.3 ± 5.9 %であった。種目別では柔道部員とラグビー部員がそれぞれ 17.3 ± 9.4 、 15.2 ± 6.0 %と高い傾向が認められた。柔道部員の95kg超級者は、平均 29.7 ± 12.1 %であった。体重制限のある95kg以下の者では平均 13.9 ± 2.5 %であり、他の種目と差は認められなかった。ボート部員は平均 13.2 ± 2.5 %であった。

形態的な特徴としては、過去の報告と同様の傾向であるが、新たに加わったボート部員について見てみると、身長が高く、体重と体脂肪率が平均的であり、持久性能力が高い傾向にあることが認められた。前報告でも問題とした柔道部員の体重

表2 各クラブ別にみた被験者の身体的特徴

Table 2 Physical characteristics of subjects by each sports club

	N					Age				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	18.1±0.3	18.1±0.3	18.1±0.2	18.0±0.2	18.0±0.0
Badminton	4	3	6	5	4	18.3±0.4	18.1±0.0	18.2±0.4	18.0±0.0	18.0±0.0
Basketball	20	15	12	16	9	18.4±0.8	18.1±0.3	18.1±0.3	18.2±0.5	18.7±0.8
Rugby	28	19	—	—	28	18.4±0.5	18.2±0.0	—	—	18.3±0.5
Volleyball	17	15	8	9	10	18.4±0.5	18.0±0.0	18.1±0.4	18.2±0.4	18.0±0.0
Handball	11	2	3	7	4	18.1±0.3	18.0±0.0	18.0±0.0	18.3±0.5	18.0±0.0
Judo	8	7	28	22	27	18.5±0.5	18.1±0.3	18.2±0.5	18.1±0.4	18.1±0.3
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	18.2±0.4
Total	110	84	76	82	121	18.3±0.5	18.1±0.2	18.2±0.4	18.1±0.4	18.2±0.4

	N					Height (cm)				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	172.5±5.6	171.5±5.4	173.8±5.9	174.0±5.8	171.3±6.0
Badminton	4	3	6	5	4	169.8±6.4	166.7±4.7	171.5±3.3	173.8±4.4	172.5±5.6
Basketball	20	15	12	16	9	179.6±9.4	181.5±6.6	182.7±7.2	178.0±8.5	179.9±6.0
Rugby	28	19	—	—	28	173.5±6.7	173.3±4.4	—	—	173.8±5.9
Volleyball	17	15	8	9	10	179.4±8.6	184.2±6.4	185.4±7.9	179.7±6.5	177.0±8.4
Handball	11	2	3	7	4	174.0±4.8	176.0±4.0	177.3±8.0	179.4±5.5	177.5±4.6
Judo	8	7	28	22	27	176.5±5.8	174.1±6.7	172.8±6.2	173.7±5.7	170.8±4.9
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	177.4±2.5
Total	110	84	76	82	121	175.5±7.8	175.3±5.5	176.0±7.9	175.6±6.6	173.6±6.4

	N					Weight (kg)				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	65.6± 5.3	64.7± 5.9	66.2± 4.7	69.4± 7.4	65.1± 6.1
Badminton	4	3	6	5	4	63.7± 5.3	62.1± 6.1	64.4± 3.4	60.6± 6.2	63.4± 7.3
Basketball	20	15	12	16	9	72.1±10.7	72.5± 7.5	73.2± 7.0	69.1± 7.6	66.8± 6.0
Rugby	28	19	—	—	28	72.6±11.4	74.1±10.3	—	—	74.9±10.9
Volleyball	17	15	8	9	10	70.3± 8.2	74.8± 6.2	73.6± 8.4	72.9± 6.5	71.3± 9.1
Handball	11	2	3	7	4	67.4± 4.4	66.2± 3.9	68.3± 8.1	68.4± 6.8	70.3± 4.0
Judo	8	7	28	22	27	87.9±12.2	94.6±22.1	84.0±19.2	84.7±22.5	85.1±18.1
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	70.9± 4.2
Total	110	84	76	82	121	71.0±10.6	72.7± 8.9	74.8±14.8	73.2±15.0	73.0±13.2

	N					% fat				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	12.3±1.6	11.5±1.3	11.5±1.5	12.8±2.6	12.7±2.0
Badminton	4	3	6	5	4	10.8±1.7	12.0±0.5	11.6±1.3	10.9±2.0	11.6±1.5
Basketball	20	15	12	16	9	13.5±1.9	10.8±2.4	12.5±2.4	13.6±2.3	13.0±0.9
Rugby	28	19	—	—	28	12.1±2.3	12.9±2.3	—	—	15.2±6.0
Volleyball	17	15	8	9	10	11.6±0.7	12.1±1.0	13.7±2.2	11.9±2.5	14.2±7.1
Handball	11	2	3	7	4	11.9±1.8	10.4±0.0	11.8±1.8	12.2±2.9	11.8±0.3
Judo	8	7	28	22	27	13.5±2.6	13.8±2.3	17.4±8.6	15.4±4.9	17.3±9.4
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	13.2±2.5
Total	110	84	76	82	121	12.3±2.0	11.9±1.4	14.1±5.9	13.4±3.5	14.3±5.9

	N					$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg · min)				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	62.1 ± 8.0	68.2 ± 12.0	59.7 ± 9.5	64.5 ± 7.9	58.5 ± 7.1
Badminton	4	3	6	5	4	73.8 ± 3.6	59.7 ± 3.2	67.4 ± 3.5	70.6 ± 10.3	71.1 ± 9.0
Basketball	20	15	12	16	9	57.1 ± 10.0	67.0 ± 8.9	61.9 ± 7.1	61.5 ± 7.6	54.5 ± 8.3
Rugby	28	19	—	—	28	59.3 ± 9.1	57.5 ± 9.9	—	—	58.5 ± 9.0
Volleyball	17	15	8	9	10	61.7 ± 6.7	59.2 ± 8.9	59.0 ± 7.9	54.0 ± 6.8	58.9 ± 7.0
Handball	11	2	3	7	4	64.0 ± 11.2	57.9 ± 0.0	47.9 ± 4.6	57.1 ± 7.1	50.4 ± 4.3
Judo	8	7	28	22	27	52.4 ± 7.0	49.7 ± 9.9	55.5 ± 9.0	56.0 ± 8.8	53.8 ± 11.0
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	61.7 ± 3.5
Total	110	84	76	82	121	60.3 ± 9.4	60.2 ± 7.5	58.4 ± 9.0	60.2 ± 9.2	57.5 ± 9.1

	N					rest H.R. (B/min)				
	'87	'88	'89	'90	'91	1987	1988	1989	1990	1991
Soccer	22	23	19	23	30	64.8 ± 8.4	62.7 ± 8.6	58.2 ± 6.3	65.8 ± 8.2	70.2 ± 8.4
Badminton	4	3	6	5	4	58.8 ± 6.3	74.3 ± 8.2	52.7 ± 3.8	54.2 ± 8.7	56.7 ± 4.7
Basketball	20	15	12	16	9	59.9 ± 7.8	64.3 ± 7.3	53.7 ± 5.7	67.0 ± 8.3	75.7 ± 5.6
Rugby	28	19	—	—	28	69.0 ± 9.5	66.4 ± 8.6	—	—	66.7 ± 9.0
Volleyball	17	15	8	9	10	62.0 ± 9.1	75.4 ± 9.7	58.1 ± 5.2	74.1 ± 8.3	65.1 ± 5.0
Handball	11	2	3	7	4	63.3 ± 7.8	69.0 ± 0.0	63.0 ± 12.2	67.1 ± 7.7	73.3 ± 8.3
Judo	8	7	28	22	27	59.4 ± 4.2	64.8 ± 7.7	57.1 ± 7.0	57.4 ± 8.0	66.7 ± 7.7
Boat	—	—	—	—	9	—	—	—	—	69.0 ± 5.2
Total	110	84	76	82	121	63.8 ± 9.0	68.0 ± 7.2	56.8 ± 6.7	64.1 ± 9.5	68.0 ± 8.5

制限のある階級と無い階級の者についてみると、体重制限の無い95kg超級者の体重は平均110.4 ± 17.9kg、身長は平均172.8 ± 6.9cm、95kg以下では体重が平均77.4 ± 8.1kg、身長が平均170.2 ± 3.9cmであり、身長において両者間には有意な差は認められていない。%Fatでは95kg超級者が平均29.7 ± 12.1%、95kg以下の者では平均13.9 ± 2.5%であり、両者間には5%の危険率で有意な差が認められた。皮下脂肪厚について見ると、体幹部の肩甲骨下部では95kg超級者が平均34.5 ± 14.1mm、95kg以下の者では平均11.6 ± 2.8mmであり、両者間には5%の危険率で有意な差が認められた。体肢の上腕背部では、95kg超級者が平均18.0 ± 15.3mm、95kg以下の者では平均8.8 ± 3.4mmであり、95kg超級者の方が厚い傾向が見られるが、両者間には有意な差は認められなかった。同様に腹部の腸骨稜においても95kg超級者の方が厚い傾向が認められたが、大腿部では差が認め

られなかった。このことから95kg超級者の体重増加の原因の一つとしては、体脂肪量の増加によるもので、それは主に体肢よりは体幹部の脂肪の増加に起因しているものと考えられる。

体重1kg当たりの最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) は、全身持久性運動能力の指標の一つである。平均は、57.5 ± 9.1ml/kg · minであった。種目別ではバドミントンが平均71.1 ± 9.0ml/kg · min、ボートが61.7 ± 3.5ml/kg · minと高い傾向を示し、ハンドボールが50.4 ± 4.3ml/kg · minとやや低い傾向が認められた。前述の柔道部員についてみると、95kg超級者が平均42.3 ± 6.3ml/kg · min、95kg以下の者では平均56.8 ± 10.0ml/kg · minであり、両者間には1%の危険率で有意な差が認められた。

安静時心拍数は、全体の平均が68.0 ± 8.5拍/分であった。最大酸素摂取量が他の種目と比較して高い傾向が認められたバドミントンは、平均が

56.7±4.7拍/分と少ない傾向が認められた。バスケットボール、ハンドボール、サッカーは、それぞれ平均が75.7±5.6、73.3±8.3、70.2±8.4拍/分とやや多い傾向が認められた。

2. 心電図

表3に1987年度からの結果に加えて今回の心電図結果を示した。対象者は怪我などで運動負荷心電図撮影が実施できなかった者を除いた111名であるが、全対象者121名の大学入学以前の心電図撮影状況について見てみると、高校までに心電図撮影を経験している者は121名中102名(84.3%)であった。これらの心電図撮影経験者の多くは安静時のみのものであり、さらにこの中で運動負荷テストまで経験した者は僅か3名(2.9%)であった。全く心電図撮影をしないで入学してきた者は19名(15.7%)であった。この19名中5名は体育

学部以外の学科の学生であった。また、今回の結果、正常範囲以外の何らかの診断名がついた者は、19名中5名認められた。その内訳は早期再分極が3名、左心室肥大、不完全右脚ブロック、非特異的右室伝導遅延が各1名であった。1名は複数診断名であった。

心電図は、安静時、運動負荷中、回復過程についてみた結果、いずれにも正常範囲内の変化であった者は、正常範囲(Within Normal Limited)とした。いずれかに何らかの診断名がついた者は、その診断名を示した。

今回の被験者中、正常範囲内にあった正常者は111名中59名(53.2%)であった。正常範囲内以外の者には複数診断名者が5例含まれている。

心電図結果で最も多く認められた所見は、前報と同様に心電図上のST接合部上昇の早期再分極であり、12名(10.8%)であった。次いで、洞性

表3 標準12誘導における心電図結果(男性)
Table 3 ECG variations on standard 12 lead(male)

ECG variations	1987 (n=118)	1988 (n=84)	1989 (n=75)	1990 (n=82)	1991 (n=111)
Within Normal Limited	85(73.3%)	49(58.3%)	35(46.7%)	23(28.0%)	59(53.2%)
Early Repolarization	—	11(13.1)	11(14.7)	31(37.8)	12(10.8)
Ventricular Premature Contraction	7(6.0)	2(2.4)	1(1.3)	4(4.9)	1(0.9)
Supraventricular Premature Contraction	—	—	—	4(4.9)	4(3.6)
Left Ventricular Hypertrophy	2(1.7)	4(4.8)	7(9.3)	6(7.3)	2(1.8)
Coronary Sinus Rhythm	3(2.6)	—	3(4.0)	—	1(0.9)
Sinus Bradycardia	3(2.6)	6(7.1)	9(12.0)	5(6.1)	3(2.7)
Sinus Arrhythmia	4(3.4)	2(2.4)	3(4.0)	21(26.6)	6(5.4)
Incomplete Right Bundle Branch Block	4(3.4)	5(6.0)	6(8.0)	2(2.4)	4(3.6)
Complete Right Bundle Branch Block	1(0.9)	—	1(1.3)	—	—
I°AV Block	—	—	—	3(3.6)	—
II°AV Block	2(1.7)	—	—	1(1.2)	1(0.9)
W.P.W. syndrome	—	—	—	—	1(0.9)
Ectopic Pacemaker	2(1.7)	—	—	—	—
Counter Clock Wise Rotation	—	2(2.4)	5(6.7)	3(3.6)	—
Clock Wise Rotation	—	1(1.2)	—	—	1(0.9)
High Voltage T Wave	—	—	—	4(4.9)	—
Poor R Wave progression	6(5.1)	3(3.6)	—	—	—
Others (U wave, etc.)	3(2.6)	6(7.1)	10(13.3)	7(8.5)	21(18.9)

*正常範囲内以外は複数診断名('87:2例、'88:5例、'89:14例、'90:21例、'91:5例)を含む。

不整脈が6名(5.4%)、上室性期外収縮、不完全右脚ブロックが各4名(3.6%)、洞性徐脈が3名(2.7%)、左心室肥大が2名(1.8%)であった。心室性期外収縮、冠静洞性調律、II°房室ブロック、WPW症候群などが各1名(0.9%)であった。

一般的にスポーツ心臓を示唆する所見である左心室肥大、洞性徐脈、洞性不整脈の者は前報よりも少ない傾向にあった。また、前報で最も多く認められたST接合部の上昇である早期再分極はスポーツマンに高度に認められる所見であり、500名のスポーツマンでは10%に認められたという報告¹²⁾もあるが、今回の結果はそれとほぼ同様の出現率であった。そしてトレーニング強度を増すほどST上昇の程度も大きいと考えられていることから、前報に比較して、今回の被験者のトレーニング強度はやや低い状況にあったものと思われる。

伝導障害としては、不完全右脚ブロック、II°房室ブロック、WPW症候群が認められたが、WPW症候群は過去の被験者には認められていない所見である。WPW症候群は、Belletによれば0.1~3.1%にみられ、それほど希な疾患ではなく、このうち頻拍性発作のみみられる例は40~80%程度という報告がある¹³⁾。頻拍発作中は血圧低下等を招き、スポーツ活動を続けることは出来ない。通常は発作性上室頻拍が起こるが、発作性心房細動が起こることもあり、この場合、心室細動を誘発し死に至ることがあるので注意を要すると言われている^{2,10,11,12)}。今回の被験者の場合は、既に高校時代にストレステスト、ホルター心電図などの検査を行って体育学部に入學して来た者であるが、今後もより詳細な検査及び定期的な検査と観察が必要であると思われる。

運動負荷によって出現した所見は、運動中に心室性期外収縮が認められた者と上室性期外収縮が認められた者がそれぞれ1名、運動後に上室性期外収縮が認められた者が2名、運動後に陰性T波が認められた者が1名の合計5名(4.5%)であった。これらの者は安静時には特に異常な所見を認めておらず、運動負荷により潜在的な所見が出現

した事からも、運動負荷テストの必要性を示唆する結果となった。また、体育学部学生は現在必修科目として水泳の授業を受けているが、水泳中には陸上と異なる生体反応がみられ、水泳を前提としたメディカルチェックとしては、潜水反射試験がある。潜水反射試験によって問題となるのは徐脈性不整脈であり、最大延長RR間隔は14.7%の例で2秒以上の延長が認められ、最大延長例で8.92秒の報告²⁾がある。このような例では無症状であっても、洞機能低下が疑われ、潜水泳は行わないように指導すべきであると言われている。本研究では現在運動負荷テストが中心であるが、被験者の約8割が体育学部学生であることから、今後さらに潜水反射試験も取り上げて実施すべきであると考えられる。

IV. ま と め

大学運動部新入生(男子111名)に対して、安静時及び運動負荷心電図撮影を行った結果、以下のような成績を得た。加えて、大学入学前の心電図撮影状況を調査した。

1. 運動選手の19名(15.7%)は、大学入学までに心電図撮影をしていなかった。そして、19名中5名が心電図上に異常が認められた。
2. 心電図撮影経験者中、3名(2.9%)が運動負荷テストを経験していた。
3. 心電図上で59名(53.2%)は正常範囲であった。
4. 早期再分局の所見は運動選手の12名(10.8%)にみられた。
5. 洞性不整脈の所見は運動選手の6名(5.4%)にみられた。
6. 左心室肥大の所見は運動選手の2名(1.8%)にみられた。
7. 洞性徐脈の所見は運動選手の3名(2.7%)にみられた。
8. 心室性期外収縮の心電図所見は運動選手の1名(0.8%)にみられた。
9. 上室性期外収縮の心電図所見は運動選手の4

名 (3.6%) にみられた。

10. W.P.W. 症候群の心電図所見は運動選手の 1 名 (0.8%) にみられた。

以上のような事が認められた。今回からポート部員が参加したが、まだ例数が少ないため今後も継続して検討をする必要があると考えられる。

なお、本研究は東海大学運動クラブ健康管理研究会所属クラブの監督、宇野勝、白瀬英春、久保正秋、平岡秀雄、山並義孝氏等、及び医学部付属病院の協力によるものである。

参考文献

- 1) 稲垣義明、宇佐美暢久：エルゴメトリー—エルゴメーター負荷試験による心臓病診断、新興医学出版社、1980
- 2) 川久保清：スポーツ実施に無害な不整脈と有害な不整脈、臨床スポーツ医学、Vol. 8、No.12、1373-1379、1991
- 3) 川初清典、川原貴：スポーツ心臓学、オーム社、1991
- 4) 小宮秀一、佐藤方彦、安河内朗：体組成の科学、朝倉書店、1988
- 5) 中野昭一、三田信孝、森山安弘：運動負荷中における心機能監視の一方法—ST segment level, ST slope の縦時的測定、東海大学紀要体育学部、第 8 輯、127-133、1978
- 6) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト (IV) —1990 年度報告と 1986 年度からの女子新入生の身体的特徴と心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第 4 号、52-59、1992
- 7) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト (III) —1989 年度報告と柔道選手の身体的特徴と心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第 3 号、36-43、1991
- 8) 三田信孝、寺尾保、荒川正一、中野昭一：大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト (II) —1988 年度報告と心室性期外収縮者の身体的特徴、東海大学スポーツ医科学雑誌、第 2 号、41-47、1990
- 9) 三田信孝、長谷川聖修、積山和明、今村修、寺尾保、加藤達郎、本間隆夫、荒川正一、小村渡岐磨、齋藤勝、中野昭一：大学運動部新入部員に対する運動負荷テスト (I) —身体的特徴と安静時及び運動中の心電図について、東海大学スポーツ医科学雑誌、第 1 号、39-45、1989
- 10) 高田英臣：スポーツと WPW 症候群、臨床スポーツ医学、Vol. 8、No.12、1397-1401、1991
- 11) 村山正博：運動と突然死—その予防と対策、文光堂、187-188、1990
- 12) 村山正博、小堀悦孝、坂本静男、川原貴：スポーツのための心電図メディカルチェック、文光堂、1987

ドーピング薬を反復投与した時の マウス自発運動量の変化

岡 哲雄 (医学部生体構造機能系薬理学)

劉 曉非 (医学部生体構造機能系薬理学)

扇谷 信幸 (医学部生体構造機能系薬理学)

岩尾 佳代子 (医学部生体構造機能系薬理学)

Effects of repeated administration of doping substances
on spontaneous locomotor activity of mice

Tetsuo OKA, Xiao-Fei LIU, Nobuyuki OHGIYA,
and Kayoko IWAO

Abstract

Morphine, cocaine, amphetamine, scopolamine or atropine at the dose of $10\mu\text{mol/kg}$ each, or saline was injected subcutaneously to mice once a day for 21 days, and spontaneous locomotor activity (SLMA) was measured immediately after injection for 2 hours on 1st, 7th, 14th and 21st day. Morphine, cocaine, amphetamine and scopolamine but not atropine increased SLMA significantly on 1st day. The degree of SLMA of mice received saline, atropine or scopolamine was gradually decreased with the passage of day, i.e., the level of SLMA on 21st was significantly lower than that on 1st day. In contrast, the magnitude of the increase in SLMA after amphetamine on 21st day was significantly higher than that on 1st day, i.e., the development of "reverse tolerance" to the effect of amphetamine was shown.

However, the magnitude of the increase in SLMA produced by cocaine on 1st day was not significantly different from that on either 7th, 14th or 21st day. And the degree of the increase in SLMA induced by morphine on 7th day was lower than that on 1st day, but was gradually increased from 7th to 21st day, i.e., the level of SLMA on 21st day was recovered to that on 1st day.

The results showed that "reverse tolerance" to the effect of amphetamine was developed fast but that of some substances seemed to be developed slow, and that of other substances was likely not to be developed.

緒 言

ドーピング薬のなかから先回は、モルヒネ、コカイン、およびアンフェタミンなどを選び、これらの薬をマウスに1回だけ投与し、投与後6時間

目迄の自発運動量を1時間毎に測定した¹⁾。その結果、自発運動量は、これら3つの薬により用量に依存して増加することが明らかにされた。自発運動量の増加の程度は、中枢神経の興奮の程度を現わす1つの指標と考えられているので、これら3つの薬は用量に依存して中枢神経を興奮させる

と考えられる。

これら3つの薬は反復投与されることが多い。そこで、これらの薬を1回だけ投与した時と、反復投与した時の自発運動量の違いを明らかにすることにより、これらの薬の反復投与による、中枢神経の興奮の程度の変化を知る手がかりを得ることを今回の実験の目的とした。

実験方法

生後40日目の雌性マウスを用い、生理食塩液、あるいは、1mMのモルヒネ、アンフェタミン、コカイン、スコポラミンあるいはアトロピンなどの溶液（薬はすべて生理食塩液に溶解）を、1日1回正午前後に10ml/kg皮下に21日間反復投与した。なお、第1日目のマウスの体重は22.0~27.5gの範囲であった。1日目、7日目、14日目、および21日目などに、薬を投与直後に自発運動量を測定し、その他の日は薬を投与するだけとした。

自発運動量の測定は前回¹⁾と同様に行った。すなわち、2匹のマウスを、30cm(縦)×20cm(横)×13cm(高さ)の透明プラスチックケージに入れ、M/P40Fc Motility Meterで、マウスの水平方向の運動量を、薬投与直後から1時間毎に2時間測定した。なお、運動量はすべて午前10時から午後5時の間に測定した。また、実験結果はすべて2回の実験の平均値で表わした。

実験結果

1. 生理食塩液を皮下投与後測定したマウスの自発運動量の経時的变化(図1)は、前回¹⁾と同様で、最初の1時間が次の1時間に比べ著しく多かった。また、最初の1時間の運動量は、1、7、14、21日目と次第に減少した。なお、次の1時間の運動量は、1日目から21日目の間に大きな変化は認められなかった。

2. 前回¹⁾と同様に、アンフェタミン、10 μ mol/kgを皮下投与したマウスの自発運動量は、最初の1時間、および次の1時間ともに、生理食塩液投

与群に比べ、有意に多かった(図2)。また、1日目に比べ、7日目では、最初の1時間、および次の1時間ともに運動量はやや減少したが、14日目および21日目と、最初の1時間、および次の1時間とも徐々に運動量は増加した(図2)。

3. 前回¹⁾と同様に、モルヒネ10 μ mol/kgを皮下投与したマウスの自発運動量は、生理食塩液投与群に比べ、最初の1時間、および次の1時間ともに、有意に多かった(図3)。また、最初の1時間、および次の1時間ともに、1日目に比べ、7日目では運動量はやや減少したが、14日目および21日目と徐々に運動量は増加した(図3)。しかし、最初の1時間の運動量は、アンフェタミンでは14日目および21日目で1日目より多かったが、モルヒネでは14日目および21日目で1日目とあまり変わらなかった。

4. コカイン10 μ mol/kgを皮下投与したマウスの自発運動量は、生理食塩液投与群に比べ、最初の1時間は有意に多かったが、次の1時間は多くなかった(図4)。すなわち、自発運動量増加作用は、アンフェタミンおよびモルヒネなどの10 μ mol/kgでは、少なくとも投与後2時間目まで認められたが、コカインでは10 μ mol/kgで投与後1時間目までしか認められなかった。また、最初の1時間の運動量は、1日目、7日目、14日目、および21日目であまり変わらなかった(図4)。

5. スコポラミン10 μ mol/kgを皮下投与したマウスの自発運動量は、生理食塩液投与群に比べ、最初の1時間、および次の1時間ともに、有意に多かった(図5)。また、最初の1時間、および次の1時間の運動量は、1、7、14、21日目と次第に減少した(図5)。

6. アトロピン10 μ mol/kgを皮下投与したマウスの自発運動量は、1日目と7日目は最初の1時間も次の1時間も生理食塩液投与群に比べ、有意の差は認められなかった(図6)。しかし、14日目と21日目の最初の1時間の運動量は、生理食塩液投与群に比べ、やや少なかった(図1および6)。

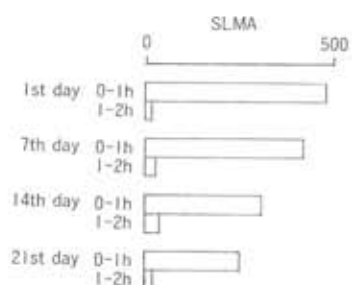


図1 生理食塩液反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

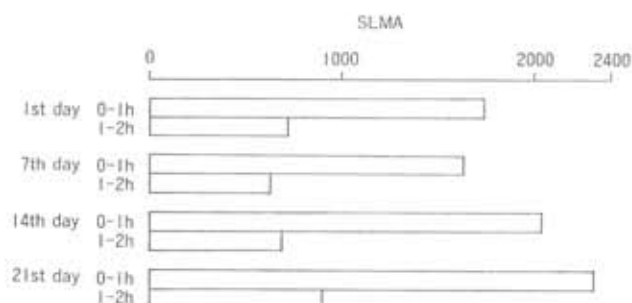


図2 アンフェタミン反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

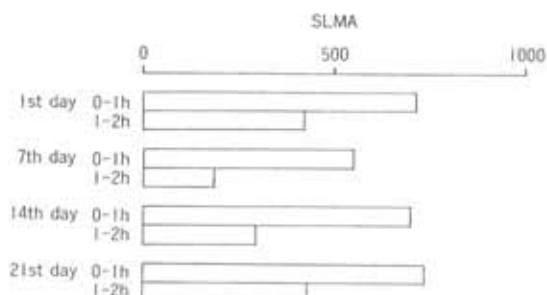


図3 モルヒネ反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

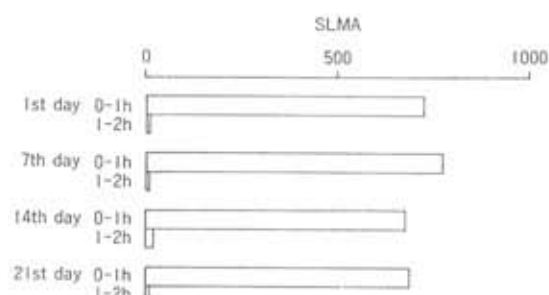


図4 コカイン反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

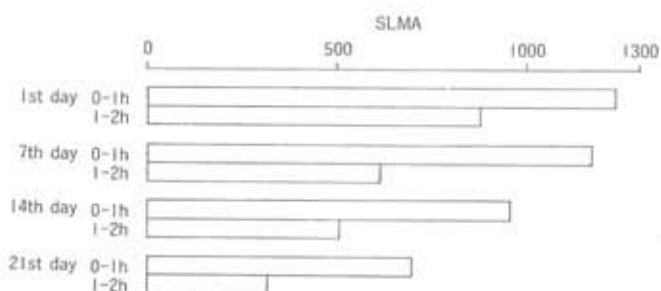


図5 スコポラミン反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

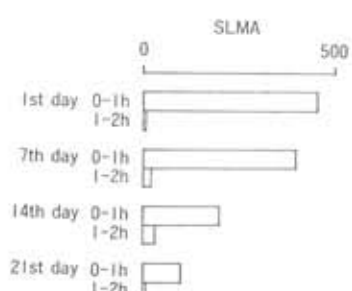


図6 アトロピン反復投与群の自発運動量 (spontaneous locomotor activity, SLMA)の変化

考 察

アンフェタミンおよびコカインなどのある種の作用 (食慾抑制作用、多幸感発現作用など) に対しては、耐性 (tolerance) (反復投与により効果が小さくなること) が現われることが知られている²⁾。一方、これらの薬の他の作用 (運動量増加作用、けいれん発現作用など) に対しては、逆耐性

“reverse tolerance” (sensitization) が現われることが知られている³⁾。

今回のアンフェタミンの実験結果は、逆耐性の形成を支持している。しかし、コカインの実験結果は、逆耐性の形成が明らかでない。これは、コカインの作用持続時間がアンフェタミンに比べ、短いからかもしれない。また、反復投与期間を長くすれば逆耐性が形成された可能性もある。いずれにしても今回の実験結果は、同じ量 (10 μ mol/

kg/day)を反復投与した場合、コカインよりアンフェタミンの方が逆耐性を形成し易いことを示唆している。また、モルヒネも長期間反復投与することにより、逆耐性が現われることが示唆された。

一方、スコポラミンは、一回投与によりアンフェタミン、コカイン、およびモルヒネなどと同様に、著しい自発運動量増加作用を示したが、スコポラミンの運動量増加作用には耐性が形成されることが示唆された。また、スコポラミンと同様に、ムスカリン性アセチルコリン受容体拮抗薬のアトロピンでは、自発運動量の増加作用が認められなかった。この理由は明らかではないが、ムスカリン性アセチルコリン受容体には2つ以上のタイプの存在が明らかにされているので、スコポラミンとアトロピンとの間に、これらのタイプに対する親和性の違いがあるのかもしれない。

自発運動量の増加の程度は、中枢神経の興奮の程度を反映する1つの指標と考えられている。今回の実験結果は、アンフェタミンおよびモルヒネなどでは、反復投与により中枢神経の興奮の程度が大きくなることが示唆された。つまり、ドーピング薬のなかには、1回だけの投与とは異なる反応が、反復投与により現われるようになる薬があることを示している。ドーピング薬のなかには、社会で乱用される薬がある。このような薬は反復投与されるので、反復投与された場合の効果にも十分留意することが必要である。

参考文献

- 1) 岡哲雄、扇谷信幸、劉曉非：ドーピング薬のマウス自発運動量に及ぼす影響、東海大学スポーツ医学雑誌、4：71-74、1992
- 2) Woolverton, W.L., Kandel, D. and Schuster, C. R.: Tolerance and cross-tolerance to cocaine and d-amphetamine. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 205: 525-535, 1978
- 3) Kalivas, P.W., Duffy, P., DuMars, L.A. and Skinner, C.: Behavioral and neurochemical effects of acute and daily cocaine administration in rats. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 245: 1095-1102, 1988

一流のレベルにある大学サッカー選手の tibia plateau angle の異常について

水島 茂樹 (医学部整形外科) 中村 豊 (医学部整形外科)
戸松 泰介 (医学部整形外科) 宮崎 誠司 (医学部整形外科)
今井 望 (医学部整形外科)

Abnormal tibia plateau angle in football player

Shigeki MIZUSHIMA, Yutaka NAKAMURA,
Taisuke TOMATSU, Seiji MIYAZAKI,
and Nozomu IMAI

Abstract

X-P examinations of the knee joint by profile were performed in 67 football players of Tokai university and we measured tibia plateau angle (TPA) in each player.

As control group, we also measured TPA of general male, who are in almost same age with those football players.

As compared with control group, cases that TPA is less than 7 degree were chiefly recognized in football players. We especially attention to football players whose TPA is less than 7 degrees. We interviewed about history of trauma, experience of the knee pain and the others.

We considered about the influence that the abnormality of the TPA gives to the knee joint.

近年サッカーはプロリーグの誕生もあり、人気が高まってきている。ここ数年サッカーは小学生の間では最も人気のあるスポーツとなり、その結果競技開始年齢の低下が目だってくるようになった。それはまた少年期におけるスポーツ障害を増加させることとなった。

今回我々は少年期よりサッカーを始めている東海大学サッカー部における膝痛の愁訴を持つ選手に注目し、これらが少年期よりサッカーを始めたことによるスポーツ障害ではないかと推測し、アンケート調査およびX線撮影を行い、検討を加えたので報告する。

対 象

東海大学サッカー部員の67名で年齢は18歳～24歳平均20.3歳である。サッカーを始めた年齢は6歳～16歳で平均9.4歳であり、サッカー歴は3年～18年平均10.8歳であった。

調査方法

1) アンケート

・膝痛の有無・利き足・サッカー歴・その他

2) X線撮影およびX線計測

X線撮影は両膝に対して行い、その側面像にて tibia plateau angle (以下 TPA) を計測した。TPA の測定方法は膝 X 線側面像にて脛骨稜の延長線上に立てた垂線と脛骨膝関節面とのなす角度を TPA とした。また比較対象とするために同年代の男性100名の膝 X 線側面像をコントロール群とした。

結 果

アンケート調査よりサッカー開始年齢は一人を除き66名が小学生の頃より開始していた。利き足はボールを蹴る方の足とし、右利き55名、左利き12名で右利きが多かった。膝痛の有無は67名中41名にあった。X線計測でサッカー部員の TPA は右は5度～25度平均10.9度、左は5～20度平均11.3度であった。コントロール群は右は6度～20度平均12.6度、左は5度～21度平均12.9度であった。これに Wilcoxon の順位和検定を行い、その結果有意水準5%でサッカー部員の方がコントロール群に比べて、TPA の角度が浅いことがわかった。またコントロール群の信頼区間を求め、それよりはずれるものを異常値とし、今回は7度以下を異常値とした。異常とされた7度以下はサッカー部員15名、コントロール群3名で内訳はサッカー部員右膝13膝、左膝8膝、コントロール群は右膝3膝、左膝2膝と明らかにサッカー部員に異常



図1 TPA測定法

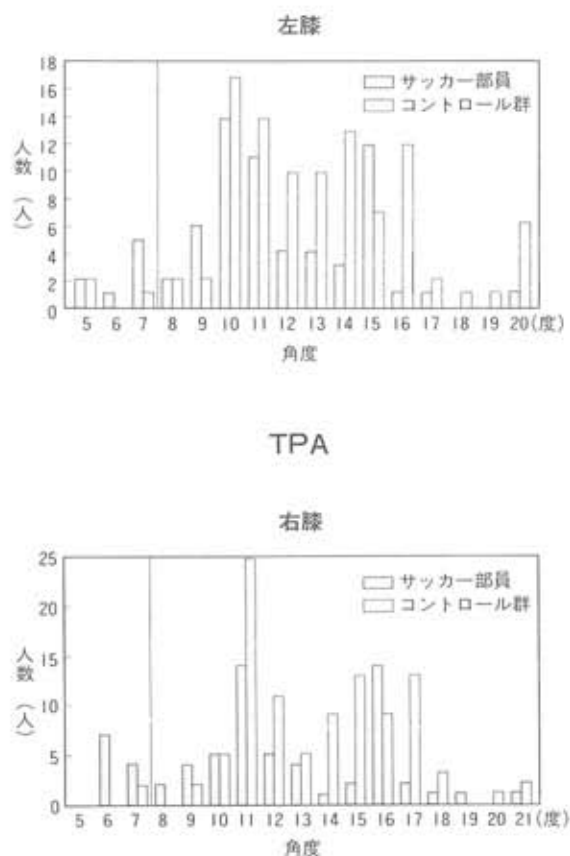


図2 サッカー部員とコントロール群の比較

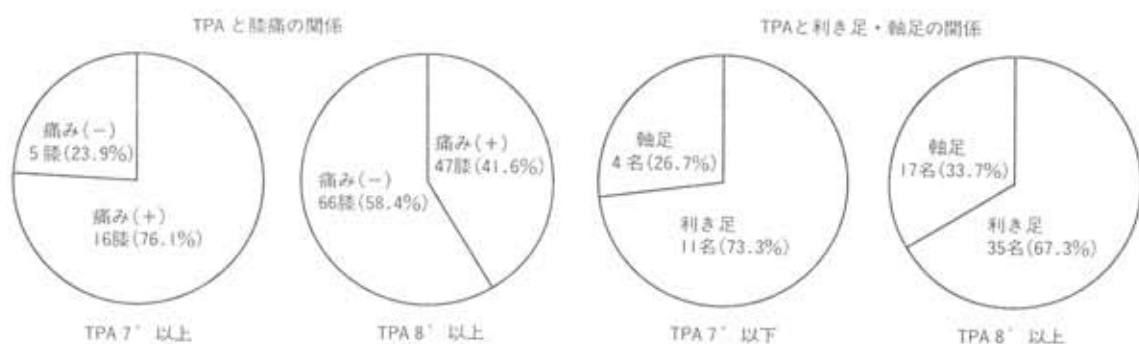


図3 TPAと膝痛・利き足・軸足の関係

を示すものが多かった。アンケート調査とX線計測の関連を見ると角度が7度以下であると膝の痛み経験のあるものは21膝中16膝76.1%で8度以上では113膝中47膝41.6%であり、7度以下の浅い角度である場合に膝の疼痛歴が多く見られた。利き足と軸足の関係は7度以下の群では15名中11名73.3%、8度以上の群では52名中35名67.3%が軸足に比べ、利き足の方が浅い傾向にあった。

る。したがってボールを蹴る動作によって大腿四頭筋の作用で膝を伸展させることが必要となってくる。この膝伸展動作により大腿骨顆部と脛骨前方部に繰り返し衝撃が加わることで骨端線障害がおり、脛骨後方部との成長バランスに異常をきたし、TPAが浅くなったと推測した。アンケートによるとこれらの選手は利き足でプレーすることが多く、とくに少年サッカー、ジュニアユース時

症 例

症例1は22歳、サッカー歴は10年で利き足は左、TPAは右が17度、左が0度と利き足である左足のTPAが浅くなっており、左膝の疼痛歴がある

症例2は22歳、サッカー歴12年で利き足は右、TPAは右5度、左が7度と両側が浅く、膝痛歴は両側にみられた。

考 察

我々は一流選手の多くが少年期よりサッカーを始めていることから一部の選手に何らかの骨端線障害を生じているのではないかと考え、今回TPAに着目し、これらがサッカー選手における膝痛の誘因になるのではないかと考えた。TPAをサッカー部員とコントロール群を比較すると明らかにサッカー部員の方が浅い傾向にあり、さらにサッカー部員のなかにも特にTPAの浅いものがあり、それらは利き足が浅い傾向があった。サッカーにおける利き足はボールを蹴る方の足であ

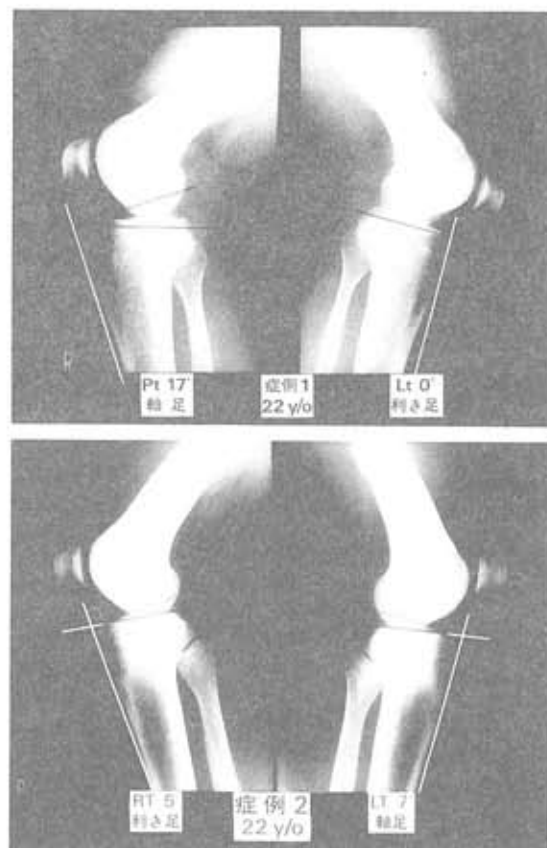


図4 症例1、2

代にその傾向があったということからも骨端線がまだ開いている成長期に過度の膝伸展機構の使用が早期の骨端線障害を生じ TPA を浅くさせる可能性があるといえる。膝痛のアンケートからも TPA が 7 度以下の浅い群は膝痛の経験の頻度が 8 度以上の群に比べ多く、その中には外傷歴が明らかでなく、膝の炎症、疲労、成長痛、あるいは原因不明なものとして診断され治療を受けていたものがある。これらについては TPA の浅さが痛みに関与している可能性があるものと考えられる。TPA が浅いと膝の前方への不安定性を生じやすいことなどが理由として考えられる。今日サッカー人気が高まるにつれてその障害が問題となっており、特に若年サッカー選手のスポーツ障害の割合が増加してきている。今回我々が計測した TPA もそのひとつではないだろうか。こうした若年者のスポーツ障害の多くは練習等のやりすぎ、いわゆるオーバーユースによるものである。その代表的なものは野球肘、オスグット病で、TPA が浅くなる原因もオーバーユースであろう。今後の対策としては成長期であるジュニア・ジュニアユースレベルにおいてオーバーユースをさけること、監督、コーチが利き足のみに片寄ったプレーをさせず、左右の足で均等にボールを扱うように指導することと併せて、指導者も最低限のスポーツ医学知識を持ち、オーバーユースの防止に努めることも必要となってくるであろう。

参考文献

- 1) Moore, T. M., et al. Roentgenographic measurement of tibia plateau depression due to fracture: J. Bone Joint Surg, 56-A: 155~160, 1974
- 2) 永原健ら、Osgood-Schlatter 病：骨・関節・靭帯 4 巻10号、1437~1442、1991
- 3) Salter R. B., Harris W. R., Injuries involving the Epiphyseal Plate: J. Bone Joint Surg, 45-A: 587, 1963
- 4) 徳重克彦、スポーツによる膝関節周辺の stress fracture と sleeve fracture: 骨・関節・靭帯 4 巻10号、1489~1495、1991

スポーツによる関節軟骨障害に関する 基礎的研究

——剪断荷重の影響——

戸松 泰介 今井 望 菊川 久夫 赤坂 理 中村 豊

(医学部整形外科)

Experimental Study on Bone-cartilage Damage by Sports Activity

——Effect of Repetitive Shear Loading——

Taisuke TOMATSU, Nozomu IMAI,
Hisao KIKUKAWA, Satoru AKASAKA,
and Yutaka NAKAMURA

Abstract

We experimentally studied the effect of repetitive shear loading to articular cartilage which was seen in sports activity, using pig patello-femoral joint aged at 6-month-old.

We concluded that the shear loading was more harmful to the articular end and related to the articular cartilage lesions in sports.

はじめに

スポーツ選手は極限の関節機能を要求されるため関節にかかる負荷は大きく、関節障害を生ずる機会も多い。その中でも関節軟骨の障害は臨床的にもっとも問題となるところであり、選手生命を脅かしたり、引退後にその障害があらわれ日常生活に支障を生ずる。スポーツによる骨軟骨障害による疾患には若年者では骨軟骨骨折、膝蓋軟骨軟化症、離断性骨軟骨炎のほか長期的には変形性関節症などが挙げられる。関節軟骨は関節運動で低摩擦性、低摩耗性のための潤滑機構を実現し、長期間の耐久性のための欠くことの出来ないものである。関節面の潤滑性能の良さは関節面に働く剪

断力を非常に小さくし、このため関節軟骨障害はおもに関節面に垂直に働く力、圧迫力の強さを中心に論議されてきた。しかしながらスポーツなどでは関節に無理な大きな力が働き、極限の可動性を要求されるとき、潤滑膜の形成が難しくなり通常の潤滑機構とは異なった状態が作り出され、その特徴とする低摩擦性も失われたり、異常運動により関節面間に剪断力が生じ、種々の関節障害を招来する状態が作り出される。

実際関節面と荷重方面との間に傾斜がつき接線荷重が生ずることはスポーツ中では頻回に起こる。内外反動作、捻り動作、カット動作や外傷時の捻挫、亜脱臼などこれにあたる。また運動練習は同じ繰り返し動作が行われることもひとつの特徴であり、このため関節に特殊な繰り返し荷重が課せ

られることも少なくない。

そこでわれわれはスポーツで生じ易いいわば特殊な接線方向荷重が関節軟骨障害にどの様に影響するかを実験的に検討した。

材料および方法

生後約6カ月の新鮮豚膝蓋大腿関節の外側関節面を用いた。豚膝関節を取り出し軟部組織を除去し、大腿骨外側膝蓋関節面および膝蓋骨を摘出する。次に実験装置のJig Aにまず大腿骨外側膝蓋関節面を上に向けアクリルレジンで固定し、膝蓋関節面が適合するようJig Bに固定する。このとき膝蓋大腿関節面の平均的傾きを水平(0°)、30°、45°、60°と4種類に設定しJig内に固定する。こうすることで関節面にかかる接線方向要素を加減することができる。

膝蓋骨、大腿骨を固定した後Jig Aの下に取り付けてあるX-Y tableで関節面の適合性を微調整し片荷重とならないようにする。Jig Bはlinear roller bearingを組み込んだslide guideをもち、大型Frameに取り付けてある。従ってこの作用で上下の運動では摩擦が生じない機構となっている。この後大型Frameに固定した油圧サーボ疲労試験機(鷲宮製作所V-1064)でJig Bに荷重を加える(図1)。関節面は生理食塩水を滴下し常に湿潤を保ち、関節面の傾斜角(θ)は0°、30°、45°、60°の四種類とした。

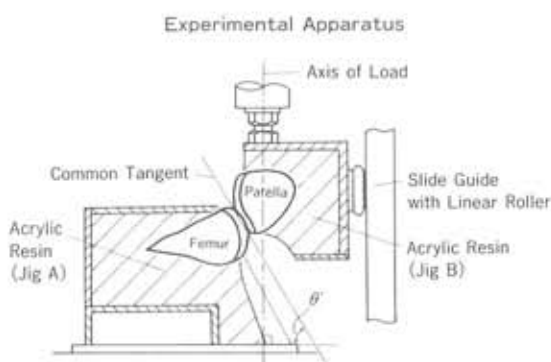


図1 実験装置

荷重条件はJig Bにsin waveで1 Hzとし平均荷重値、荷重振幅値による荷重制御とする。最小荷重は120 Nとし最大荷重は最小120 Nから470 N毎の荷重を増し最大2940 Nまでとする。荷重および変位はXYレコーダーに記録する。荷重回数は1万回、2万回、3万回とし、途中で大きな変形・破壊などが生じ荷重負荷が不能となった場合には、そこで中止し荷重回数、骨軟骨の損傷状態を記録する。

骨軟骨損傷の評価

関節端の損傷の評価は関節軟骨表面に生じた亀裂、摩擦・擦過痕について行いそののち荷重の中心部をダイヤモンドカッターで1 mm幅のスライス標本とし軟X線撮影を行い軟骨下骨の圧迫骨折の状態について調べた。

表面の亀裂はないものを正常、1 cm以下のものを軽度、1 cmから2 cm以下のものを中等度、2 cm以上のもを高度と4段階に分類した(図2)。

関節表面の摩擦・擦過痕は無く正常なもの、一見無いがさわるとざらざらするものを軽度、肉眼

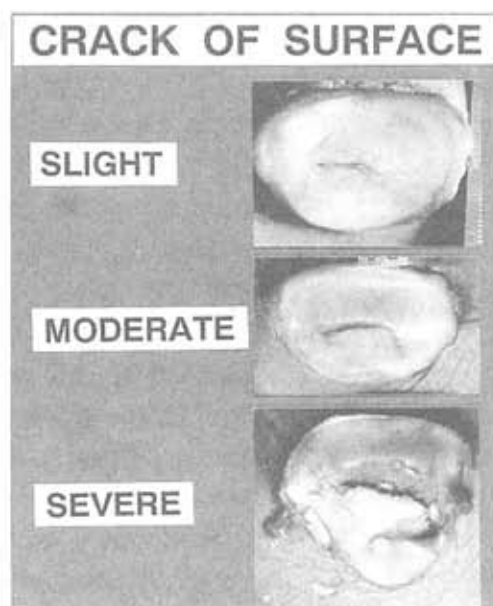


図2 関節軟骨表面の亀裂

で確認できるものを中等度、表面が荒く線条痕があるものを高度と4段階に分類した(図3)。

軟骨下骨の圧迫骨折は軟X線像で異常の無いもの、3mm以下のものを軽度、それ以上のものを高度と3段階に分類した(図4)。

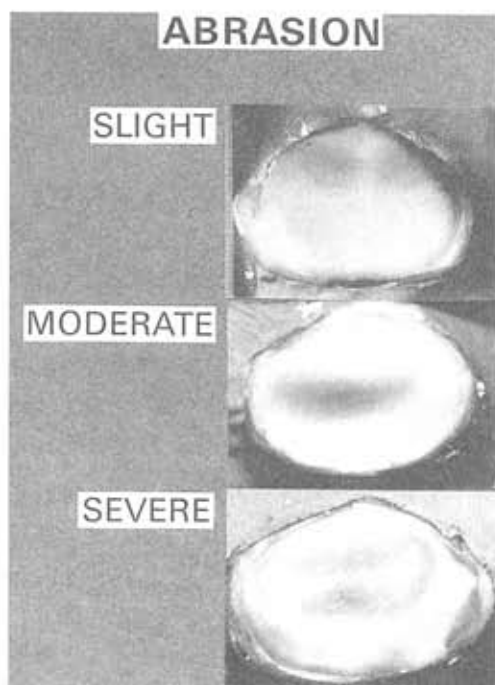


図3 関節表面の摩耗・擦過痕

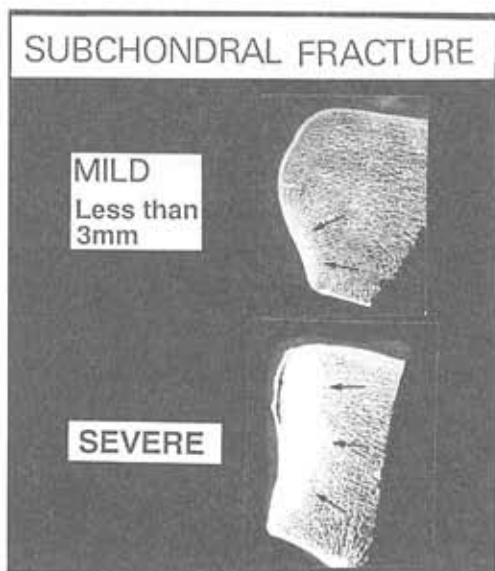


図4 軟骨下骨骨折

結 果

荷重-変位の関係をみると関節面傾斜角が大きくなるほど変位量は増加する。

荷重回数と変位量の変化をみると 0° 即ち関節面に垂直の荷重では50cycle目、14000cycle目、28000cycle目との間でほとんど変化が無いが、関節面の傾きが大きいものほど変位量の変化も増加する。接線方向 60° の場合は50cycle目に較べて28000cycle目では約5%増加する(図5)。

LOAD-DEFORMATION CURVE

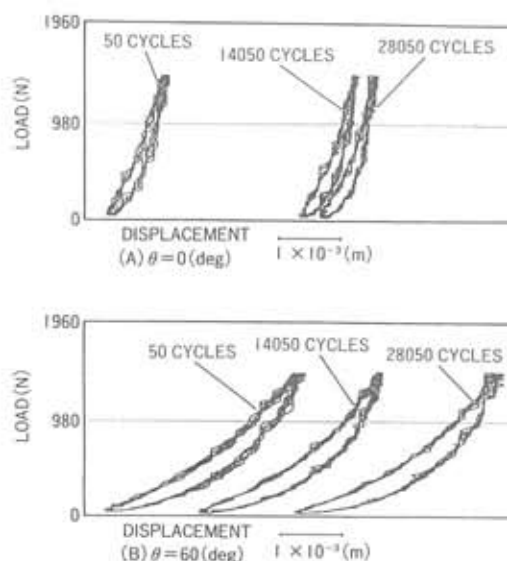


図5 荷重-変位と荷重回数の関係

実験を行った74標本について荷重と関節面の傾きの関係で、関節表面の亀裂の発生を示す(図6)。垂直荷重では関節軟骨の亀裂は一例も生じていない。接線方向荷重の要素が大きい 60° では軟骨の亀裂が容易に生ずることが分かる。また凹面の膝蓋骨側よりも凸面の大腿骨側により亀裂が生じ易い。

次に荷重1470Nのレベルで関節面の傾きと荷重回数との関係をみると(図7)、 60° では1万回に達する前に荷重不能となるものも多く、一旦損傷が生ずると損傷が加速される事を示している。

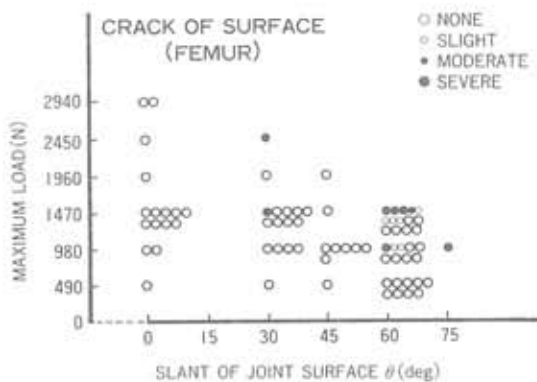


図6 関節表面の亀裂 (全標本)

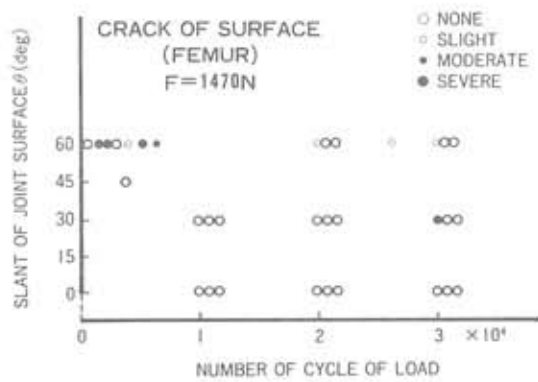


図7 関節表面の亀裂 (荷重1470Nレベル)

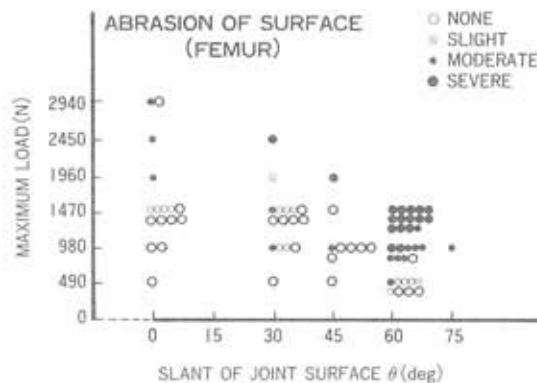


図8 関節表面の摩耗・擦過痕 (全標本)

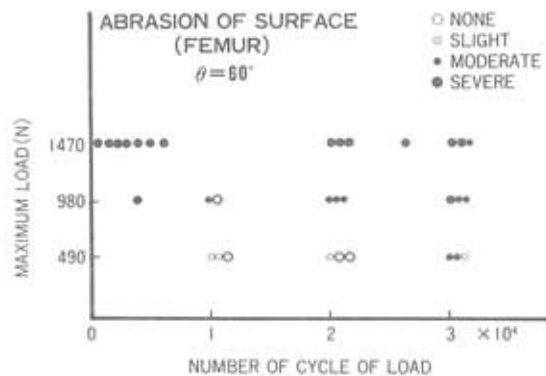


図9 関節表面の摩耗・擦過痕 (関節面傾斜60度レベル)

次に関節表面の摩耗・擦過痕を検討すると(図8)荷重方向が傾くほど生じ易く、またその程度も高度のものが増える。1470N レベルで荷重回数と荷重面の傾きとの関係で見る(図9)と60°では何れも高度のabrasionが見られる。また0°のaxial loadでは僅かに見られるのみである。荷重回数が増えると損傷が増えこれも大きな要素となっている。また60°で1万回以下の途中で中止したものにも損傷が多く見られることから関節面の亀裂や軟骨下骨の圧迫骨折による関節面の不整など摩擦以外の要素も多く含まれているものと思われる。

軟骨下骨の圧迫骨折では前二者の関節軟骨の損傷に較べて傾きによる影響はやや少なくなるもの

の傾斜が大きくなると損傷も生じ易くなる(図10)。荷重1470N レベルで傾き、荷重回数の関係で見ると60°では荷重回数が一万回に満たないものでも容易に圧迫骨折が生じ、60°での限界的な荷重であることを示している(図11)。垂直荷重(0°)では2万回、3万回にそれぞれ3例中1例に見られるのみであり、接線方向荷重の要素が圧迫骨折を生じ易くする要因となっていること示している。

考 察

今井らは若年スポーツ選手で膝障害のある患者を対象に関節造影をもちいて軟骨の損傷頻度を検討し膝障害の明らかな原因のある群(半月損傷、

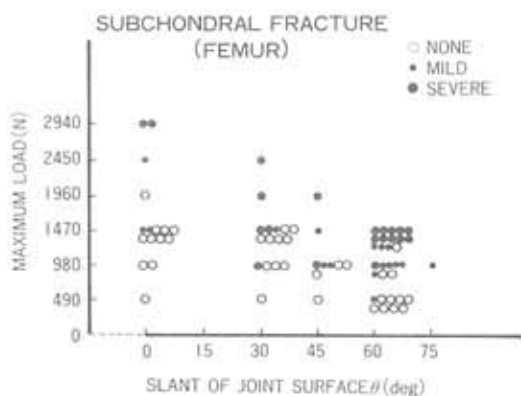


図10 軟骨下骨圧迫骨折 (全標本)

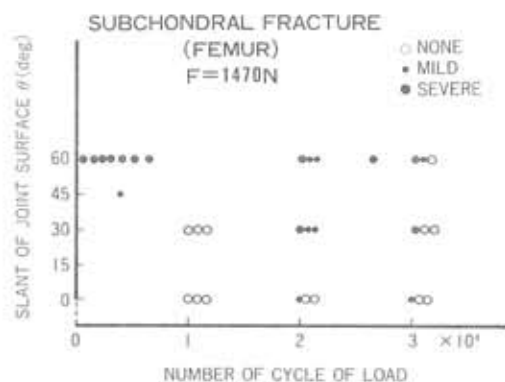


図11 軟骨下骨圧迫骨折 (荷重1470Nレベル)

靭帯損傷など)では約10.3%あり、またその対側であるいわゆる健側についても検討してみると7.3%みられ、スポーツで軟骨障害が生ずる頻度は高いことを報告している。関節軟骨障害の発生に関しては種々の力学的要因があるが、関節軟骨の低摩擦性のためほとんどがその圧縮応力の増加の面から論じられている。しかしながらスポーツ選手のように日常的に異常肢位を繰り返したり、捻挫に類した小外傷を日常的に受ける場合や外傷後関節の不安定性がある場合など関節軟骨は圧縮力だけでなく異常方向の荷重-剪断荷重-にさらされることは少なくないと思われる。本実験において、剪断力が関節軟骨の亀裂、摩耗、軟骨下骨折など関節軟骨の障害因子としておおきな要素として働くことが明らかであり、スポーツによる軟骨障害の要因となっているものと思われる。

結 語

豚膝蓋大腿関節を用い、関節面を種々に傾斜させこれに荷重を加える事により接線方向荷重とし圧縮荷重と比較検討し、接線方向荷重は圧縮荷重に比して関節軟骨に対してより損傷的に働くとの結論をえた。このことはスポーツ選手の関節軟骨障害やその後の関節症の発生にも接線方向荷重要素は重要な役割を担うものと考えられる。

参考文献

- 1) Bombelli, R: 股関節症、協同医書出版社、東京、1988
- 2) Ficat, R.P. and Hungerford, D.S.: Disorders of the Patello-pemoral Joint. Baltimore, The William & Wilkins Co., 1977
- 3) 今井望、戸松泰介、峯崎孝俊: スポーツ選手の膝関節軟骨障害に関するX線学的研究、東海大学スポーツ医科学雑誌、第2号、48-52、1990
- 5) Maquet, P.G.: The Biomechanics of the knee. Berlin-Heiderberg-New York, Springer Verlag, 1976
- 6) Radin, E.L.: Role of mechanical factors in the pathogenesis of primary osteoarthritis. Lancet, I: 519-522, 1972

砲丸投げの高速度写真計測

山本 芳孝 (開発技術研究所)

石田 義久 (体育学部体育学科)

A High-speed Photographic Study on The Shot-put

Yoshitaka YAMAMOTO, and Yoshihisa ISHIDA

Abstract

Motions of shot-puts were recorded by high speed cameras to get technical estimation of shot-putter and to get optimum training program.

It was clearly known that the relation between personal kinetic characteristics of shot-putters and recorded distance by analyzing recorded high speed pictures and calculating with the data.

はじめに

砲丸投げは投射物体がもっとも単純な形である球形をしており、飛翔速度に比して質量が大きいために投てき者の手を離れる瞬間の状態量が確定すれば、それ以後の軌跡はほぼ真空中での弾道軌跡として計算で求めることができる。さらに手を離れるまでの砲丸の位置変化から砲丸へ加えられる力の変化も予想できるので、他の競技に比して投てき者の能力、技能の評価を客観的に行える可能性が高い。著者らは東海大学在学中の選手を対象として砲丸投げの高速度画像記録を行い、記録画像から投てき者個人の砲丸投げ特性を求め、競技者能力と技能を客観評価するための基礎研究を行っている。砲丸投げは予備運動から最終の突き出しからリリースまでの間に、それほど高速な現象を含まないが微妙な変位の計測には時間

分解が十分行える速度で画像記録しなければならない。本研究では最高、2msの時間分解能を有する装置で記録を行い観察と解析を行った。

1 目 的

砲丸投げ競技は他の投てき競技に比較して用具と動作が単純に見えるため、単に選手の腕力のみが強ければ良い記録が出そうに考えられるが、かえって単純な動作の組み合わせのために微妙なタイミングのずれだけで記録に大きく影響する。これまでの長い期間に体力の向上による記録の更新とともに、与えられた規則の範囲内で新たな投法の出現等による記録向上が行われてきている。本研究は合理的な投法の開発を目的として、先ず現役学生選手の特性を記録・観察し、以後の適切な指導と評価をおこない、合理的なトレーニングへの資料を得ることを目的としている。

2 砲丸投げの記録から

現在行われている砲丸投げの投法と訓練が既に合理的で完成されたものであれば、あとは砲丸投げに適性を有する選手の発掘と砲丸投げに必要な筋力の増強訓練を行えばその選手の有する最高記録を得ることができるはずである。図1は1880年からおよそ100年間における砲丸投げの年代による記録の伸びの特性を示したものである。1880年代の男子砲丸投げ世界記録は13m台で、約100年後の1980年代では22mに達しており、1990年にはバーズが23.12mで現在の世界記録を保持している。国内記録についても世界記録同様、年代と共に直線的に向上してきており、岡野(1987)の17.63

mが現在の男子国内記録である。砲丸投げは女子の記録も高く、世界記録はリソフスカヤ(1987)が出した22.63mである。これら記録向上の経過をみると、偉大な選手が出現し飛躍的な記録向上が行われると、それ以後しばらくはその記録を上回る選手が出ないで記録は停滞し、あたかも究極の記録が出たかに思われるが、やがてその記録を上回る選手が出現している。例えば1900年代のローズ(米)、1934年のトーランス(米)、1967年のマトソン(米)、1987年のロング(米)等がその例である。しかし、歴史的な記録の上昇を大きなスケールで見ると、ほぼ直線的に向上している。勿論細部に渡っては数年間記録が停滞していても、100年間をマクロに見た場合は記録向上は直線的で、しかも記録が飽和して来ているようには見られない。すなわち記録から見た限りでは砲丸投げはま

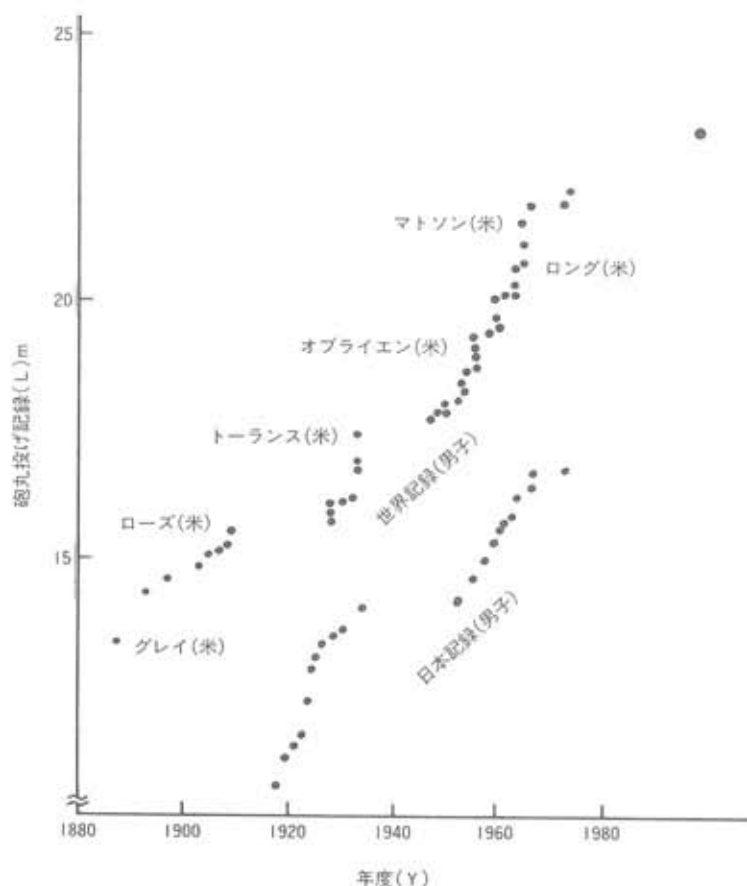


図1 年代から見た砲丸投げ記録

Fig. 1 Historic record of Shot put

だ技術的に改善の余地が多く残されているのではないかと考えられる。最近では従来、円盤投げの投げ方であった回転投げが砲丸投げに導入されて飛躍的な記録を生み出す可能性もあり、特にわが国の記録が他国に比して低く、向上過程にあることを考えるとき、技術的に検討すべき余地が十分あると考える。

3 高速度撮影実験

砲丸投げは重い金属球を人の手で直接遠方へ投げるのであるから現象解析のための記録速度は低速で充分と考えられ勝ちである。勿論他の競技に比べて高速現象ではないが、それでも投てきの最終段階での手と砲丸の移動速度は10m/sを越えている。仮に10mm以下の変位量を計測する必要があると少なくとも1msの時間分解能を有する記録装置が必要となる。本実験では数台の記録装置を併用して実験を行ったが、最も時間分解能の高い装置は0.3msの時間分解能を有する装置で、これもちいて、500駒/秒の撮影速度で記録を行った。動作記録は投てき面に対して、ほぼ真横方向および投てき方向に対して後方の2方向から同時に記録を行った。

表1 砲丸投げ実験記録一覧
Table 1 Experimental result

実験番号	投てき者	記録(距離) m
1	F	13.49
2	N	13.70
3	G	13.65
4	F	14.31
5	N	12.60
6	G	12.95
7	F	13.39
8	N	13.96
9	G	13.31
10	F	13.72
11	N	13.42
12	G	13.57

4 実験

砲丸投げは固定されたサークル内での運動に限定され、しかも投てき者の手を離れる瞬間の状態ですべて完全に弾道から到達距離まで計算によって求められるので、高速度を含めた画像記録はサークル内と砲丸が投てき者の手をはなれるまでの範囲を記録すればよい。実験は3名の選手が各4回ずつ、合計12回の投てきを行い全てを側面と背面から画像記録を行うとともに投てき距離を測定した。投てき記録(距離)の結果は表1にまとめて示す。また使用した画像記録装置の一覧を表2に示す。

5 記録結果の解析

記録画像の観察：各種の撮影速度で記録された画像を観察した結果、フォームの個人差は明瞭に区別することはできるが記録結果(投てき距離)と直接結びついた特徴ある現象を再生画像の観察から得ることはなかなか困難である。従って、記録画像の個々の画面から動きの変化を測定する運動解析を行うことで投てき特性を得ることが必要となった。多数の画像記録の中から代表的な2名(F選手とN選手が行った4回の中から1例ずつの特性を解析)について、砲丸の移動についての画像解析を行ったので、結果を以下に示す。

表2 画像記録装置一覧
Table 2 Photo-Recording equipments

使用機器名	性能 (駒/秒)	使用条件 (駒/秒)	備考
1 STALEX WS3	3,000	500	プリズム式16mm
2 PHOTOSONIC 1PL	500	200	間欠挿き下ろし式
3 BOLEX H16BM	64	64	間欠挿き下ろし式
4 HSV 400	400	200	高速度ビデオ
5 SONY V-5000	30	30	8mmビデオ

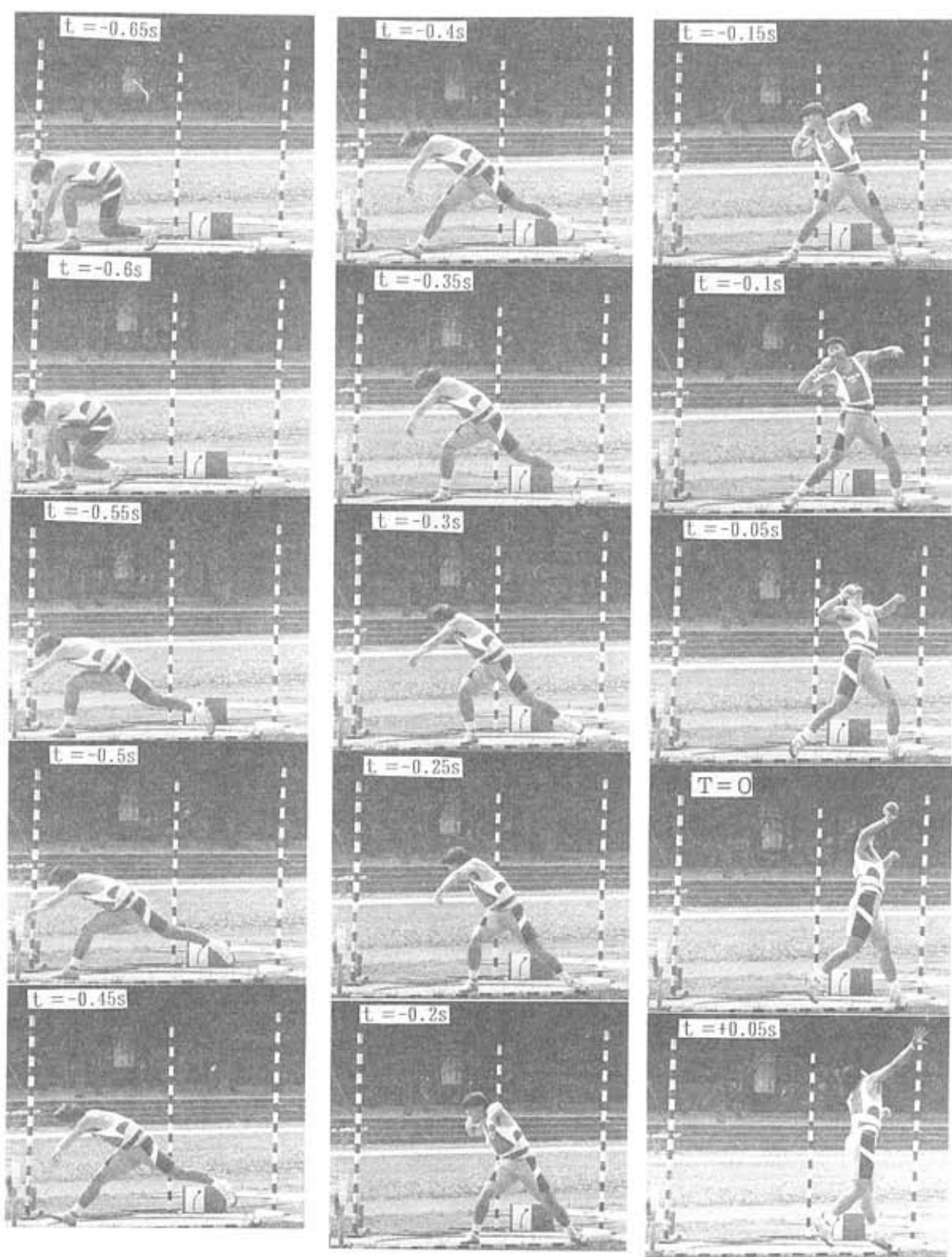


図2 画像記録結果から(F選手)

Fig. 2 Shot put motion of F-player, recorded by high speed camera.

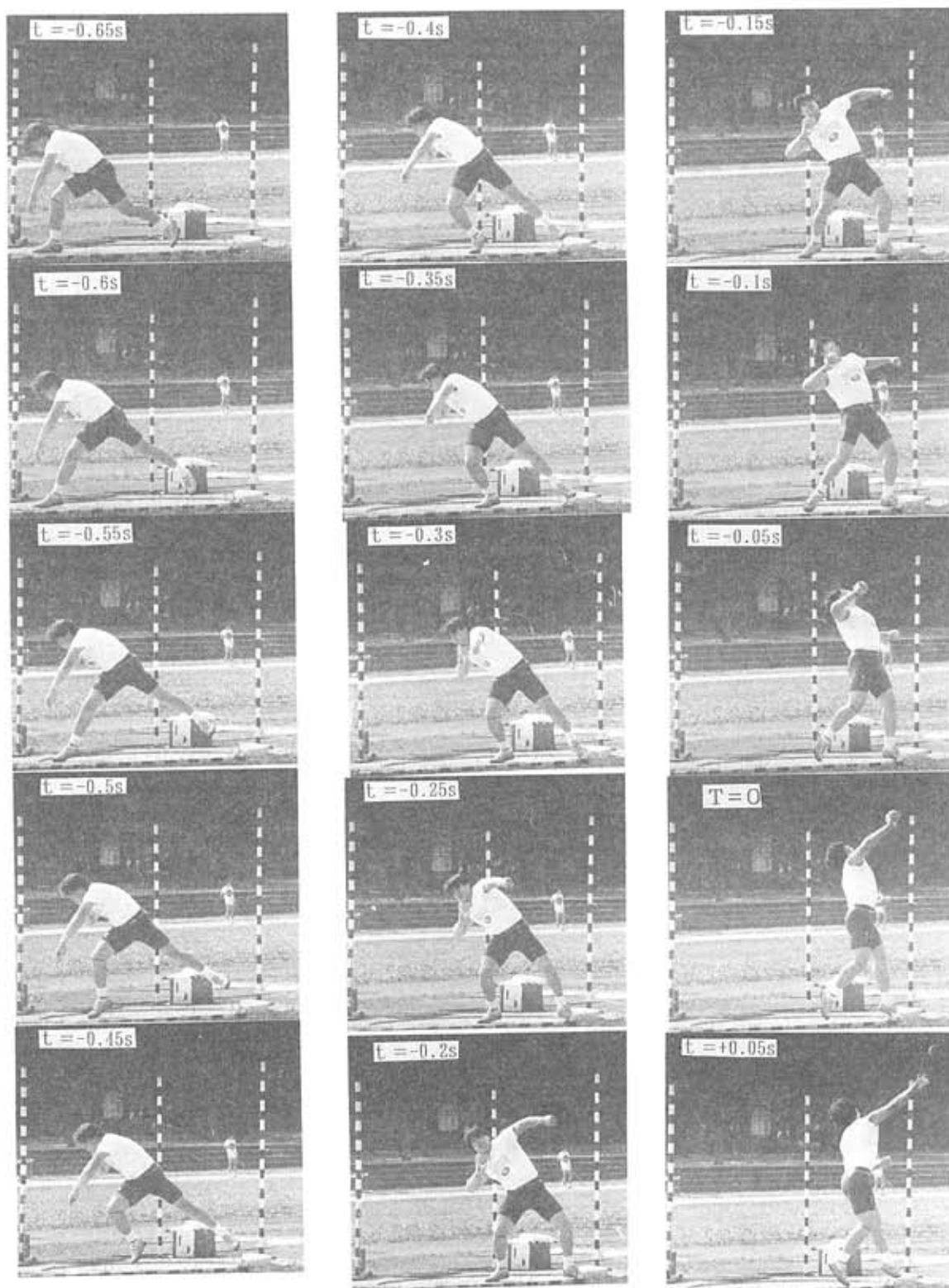


図3 画像記録結果から(N選手)

Fig. 3 Shot put motion of N-player, recorded by High speed camera.

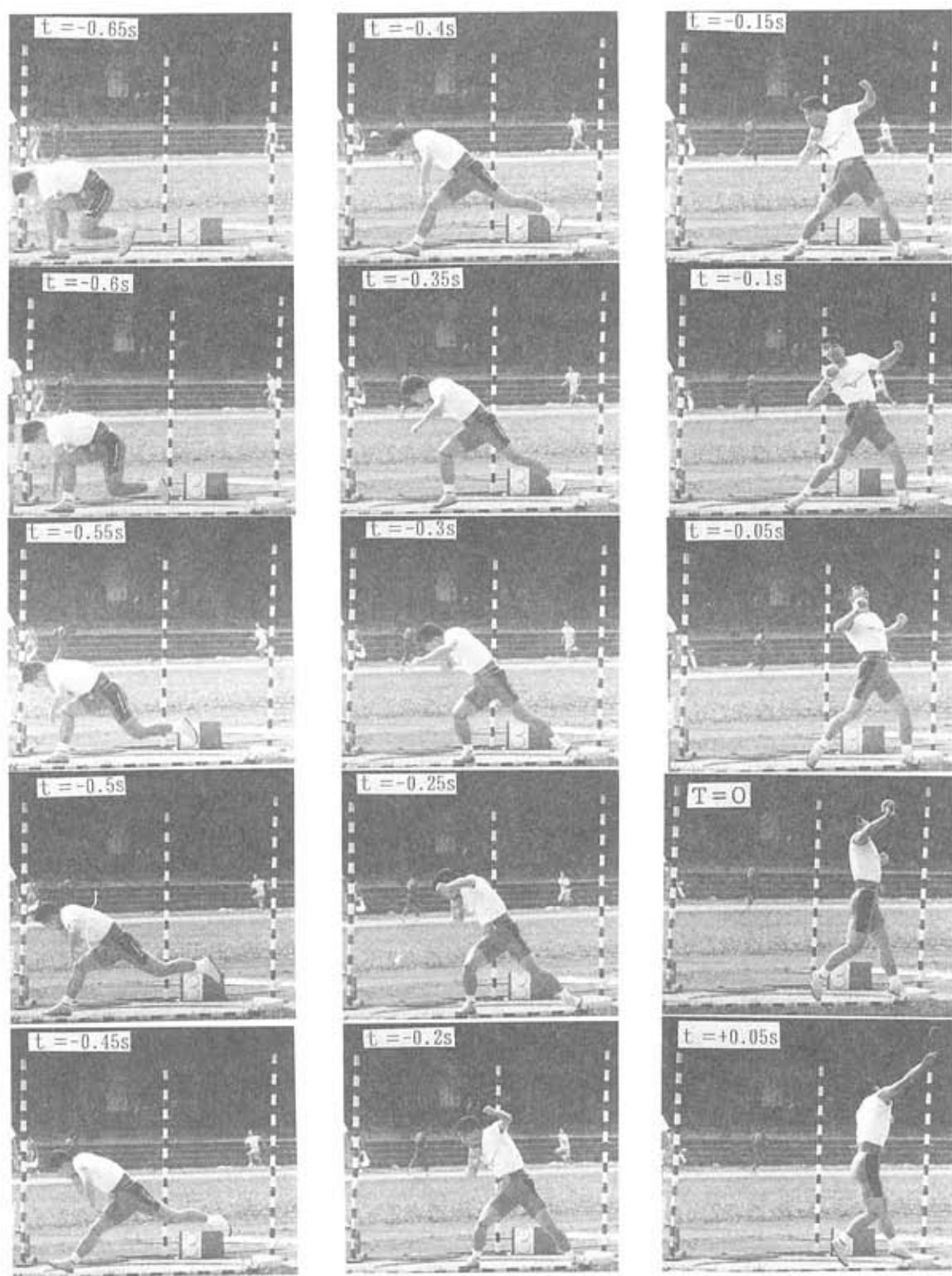


図4 画像記録結果から(G選手)

Fig. 4 Shot put motion of G-player, recorded by High speed camera.

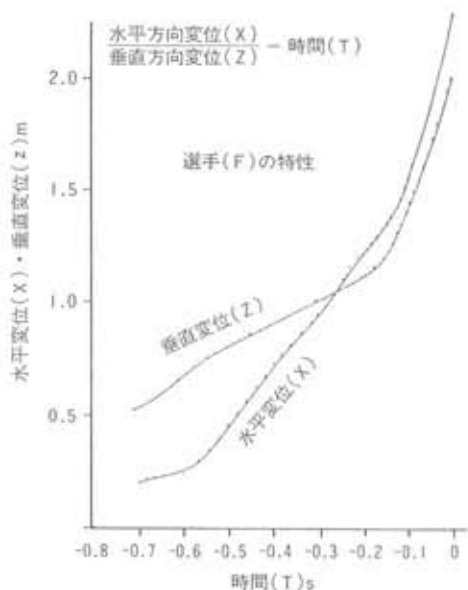


図5 F選手の砲丸投げ特性

Fig. 5 Vertical and Horizontal displacements vs time of shot put ball (Player: F).

5-1 F選手の砲丸の変位特性：選手が運動を開始してから砲丸をリリースするまでの砲丸の変位を計測することでこの間に砲丸に与えられた作用を知ることができる。図5はF選手による砲丸の垂直変位および水平変位の時間的变化を示す。時間基準は他の選手との比較を考慮してリリース時に置いてある。リリース時の変位の時間変化率、すなわち分速度は水平分速度が垂直分速度よりわずかに高いことから投てき方向は45度以下であることが明瞭である。リリース約2秒前からの急激な速度変化は最終運動である突き出し過程を示している。突き出し過程では垂直分速度の加速に比べて水平加速が僅かに遅れている。

5-2 N選手の砲丸の変位特性：図6はN選手の水平及び垂直変位の時間的变化を示す。N選手の特長で大きな特徴は垂直方向の分速度が一時的に負の値となっていることである。垂直分速度と水平分速度の比はF選手より低いので投てき方向はF選手より低角度である。リリース高さは両者ともにほぼ2mである。N選手の加速特性は低い値で長い距離を使っている。

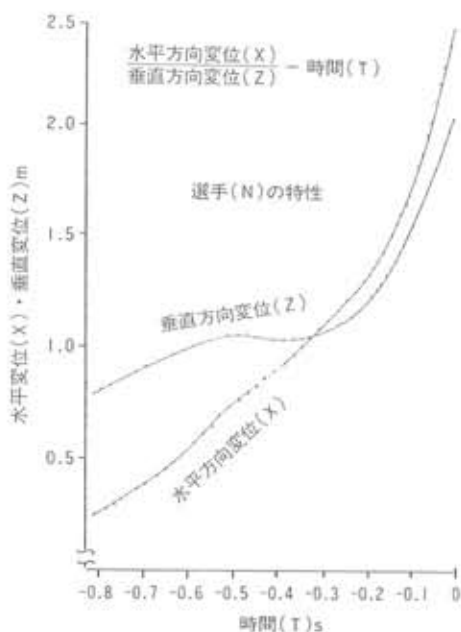


図6 N選手の砲丸投げ特性

Fig. 6 Vertical and Horizontal displacements vs time of shot put ball (Player: N).

5-3 水平方向変位特性の比較：図7はF、N両選手の水平方向の変位特性を比較した図である。F選手は2度の急激な水平方向の加速により速度を得ており、0.15秒前に水平方向への加力をやめている、N選手はF選手に比べると緩やかな加速を続けており、最終水平分速度はF選手が僅かに大きい。

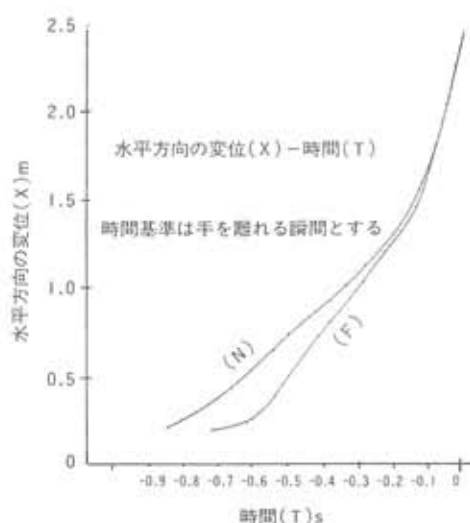


図7 水平方向変位特性の比較

Fig. 7 Horizontal displacements vs time of shot put ball.

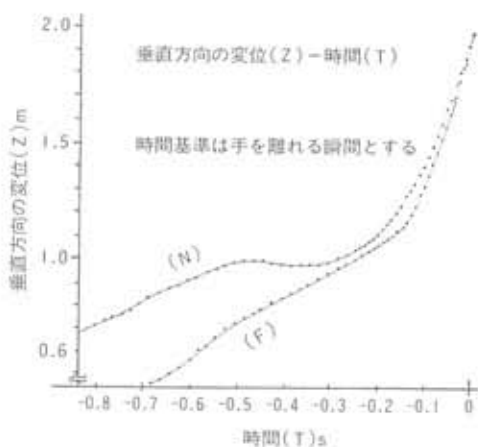


図8 垂直方向変位特性の比較

Fig. 8 Vertical displacements vs time of shot put ball.

5-4 垂直方向特性変位特性の比較：垂直方向の変位の時間特性は両者、大きく異なっている。図8に見られるように、F選手はリリース前約2秒に垂直方向への急激な加速を加え後は僅かな加速でリリースしている。N選手はリリース前5秒に大きく減速し、ついで緩やかな長い加速を行ってリリースへ向かっている。リリース時の垂直速度はF選手の方がN選手より大分大きい、水平速度は両者にあまり差がなかったが合成したリリース速度はF選手が高くなっている。またリリース角もF選手が大きい。水平方向と異なり垂直方向には絶えず重力加速度が負側に加わっているため、少なくとも 9.8m/s^2 に相当する力を絶えず与えないと、N選手の特性的に見られる様に一度加速された砲丸が減速し損失となる。

5-5 投てき面内の変位特性：図9はZ-X面内の砲丸のリリースまでの移動軌跡である。リリース点はほとんど同じであり、リリース角は僅かにF選手が高く、リリース時の差は速度のみである。

5-6 横揺れ：投てき方向と180度の方向から記録したカメラによる左右方向の揺れ特性を図10に示す。F選手の横方向の揺れは始動からリリースまで、最大0.2mであるがN選手は2倍の0.4mであった。

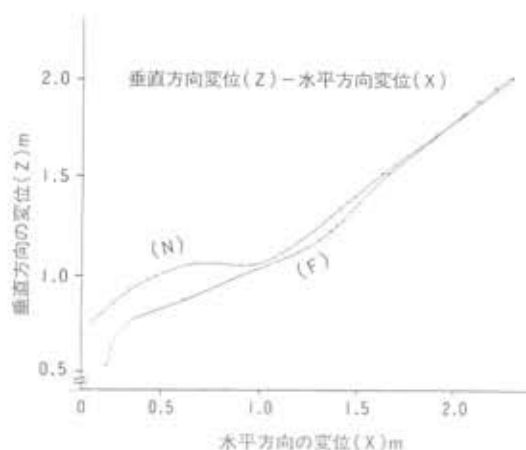


図9 投てき面内の砲丸軌道の比較

Fig. 9 Ball trajectories before release of the shot put.

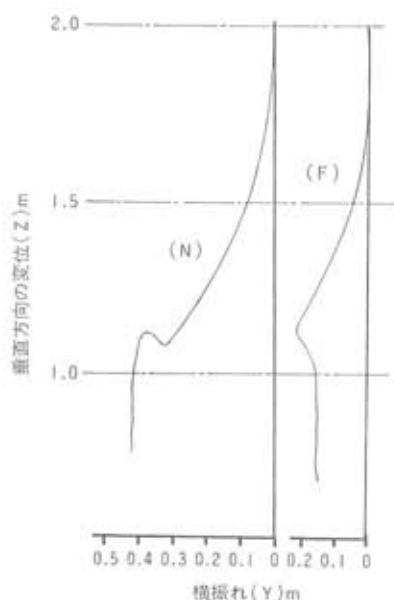


図10 横揺れ特性

Fig. 10 Yawing characteristics of shot put ball.

6 実験結果の検討

砲丸投げの砲丸の飛翔特性はリリース時の条件が決定されると、簡単な計算式で投てき距離等がもとめられ、各種のパラメータを変えた場合の特性も容易に計算可能である。

すなわち、リリース時の水平分速度 V_x 、と垂直分速度 V_z 、リリース、あるいはリリース速度 V とリリース角度 α とリリース高さ H_0 が決定すると

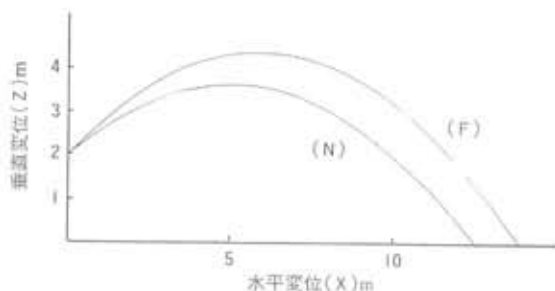


図11 砲丸の空中弾道軌跡の比較

Fig. 11 Ball trajectories after release of the shot put.

投てき距離 \bar{X} は

$$\bar{X} = V_x \frac{V_z + \sqrt{V_z^2 + 2H_0 \cdot G}}{G} \quad 1)$$

あるいは

$$\bar{X} = \frac{V \cdot \cos \alpha (V \cdot \sin \alpha + \sqrt{(V \cdot \sin \alpha)^2 + 2H_0 G})}{G} \quad 2)$$

でもとめられる。

また飛翔中の経路は

$$\begin{cases} X_t = V_x \cdot t & 3) \\ Z_t = H_0 + V_z t - 0.5 \cdot G \cdot t^2 & 4) \end{cases}$$

で求められる。

撮影画面の解析結果からF選手のリリース時の砲丸は高さ $H_0 = 2.014\text{m}$ 、水平方向速度 $V_x = 8.5\text{m/s}$ 、垂直方向速度 $V_z = 6.8\text{m/s}$ 、従ってリリース速度 $V = 10.89\text{m/s}$ 、リリース角 $\alpha = 38.66^\circ$ である。一方N選手は $H_0 = 2.035\text{m}$ 、 $V_x = 8.8\text{m/s}$ 、 $V_z = 5.6\text{m/s}$ 、従って $V = 10.4\text{m/s}$ 、リリース角 $\alpha = 32.47^\circ$ であった。これらの値を1)式もしくは2)式に代入して投てき距離を求め、あるいは3)、4)式への代入により飛翔経路を求めた例を図11に示す。図11からの両者の投てき距離の差 $\delta L = 1.4\text{m}$ である(実測での差は1.12m)。N選手のリリース時の特性でリリース角が相当低い値であることが注目されるが、N選手の他の条件は変えずにリリース角を変化させた場合の投てき距離の変化を図12に示す。図10からリリース角度の改善は距離の大幅な改善につながらないことが分かる。リリース角度を32.47度のまま、速度を1m/s増加させられれば図12に見られるように記録は大幅に改善される。

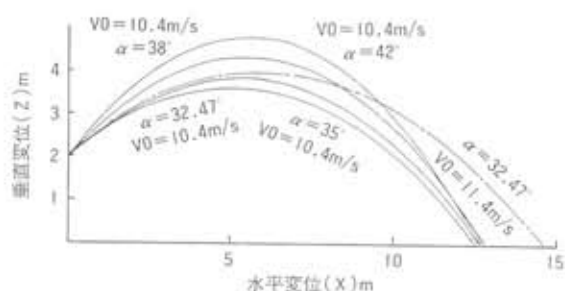


図12 弾道の角度依存性の比較

Fig. 12 Ball trajectories depend on the release angle.

7 結 論

- 1) 現役の選手の高時間分解能で解析することで、記録距離との関連を詳しく知ることが出来ることを示した。
- 2) 特に始動から最終の突き出しに至る経過から、選手の能力に合せた適切な力の配分法が存在する可能性がある。
- 3) F選手とN選手の特性の比較から、F選手は瞬発力に勝り、従って動作のタイミングが合えば著しく記録が伸びる可能性があると考えられる。N選手は始動から突き出しまでの身体各部の使用と力の配分を適切にして距離を有効に使って記録を向上させる手法がふさわしいことが解析された。
- 4) 本研究では高速度画像記録による高い時間分解能を砲丸の運動解析に利用したが、本来の画像の有効利用までには至っていない。今後引き続いて記録された高速度画像からの身体各部の動作解析等により有効な成果を示せるものと考えている。

謝辞

本実験に際し、本学体育学部体育学科、福田紀久選手、中川和美選手および野川義則選手に実技の面での協力を得たことに深く感謝したい。また本学工学部光工学科、小山君、石塚君、杉浦君、弘田君、山田君、滝本君および寺岡君には高速度画像記録装置の運転と解析データの読みとり等諸事にわたっての協力を深く感謝する。

報 告

- オーストリア・ボルツマン研究所およびウィーン大学との共同研究プロジェクトの打ち合わせに関する報告書
- The Report of European "Budo-Forum"
- 米国先端スポーツ医療視察報告

オーストリア・ボルツマン研究所および ウィーン大学との共同研究プロジェクトの 打ち合わせに関する報告書

—ERGOPSYCHOMETRISCHE TESTBATTERIEの運用に関して—

今村 義正 (体育学部社会体育学科) 吉川 政夫 (体育学部社会体育学科)

里見 悦朗 (体育学部非常勤講師) 松本 秀夫 (体育学部非常勤講師)

1989年3月にオーストリア・ボルツマン研究所及びウィーン大学のGuttman教授が、東海大学スポーツ医科学研究所との共同研究のために来日し、翌年、中野所長(医学部教授)ら5名が、共同研究の調印の為に渡欧し発足した“運動選手の心理・生理学的研究”は、本年、コンピュータによる適性検査が、一部運用可能となり、7月にErgopsychometrische TestbatterieのプログラムとガイドブックがGuttman教授より東海大学スポーツ医科学研究所に送られた。しかし、作成された適性検査のソフトウェアとガイドブックは、ドイツ語によるもので、日本語版の作成は遅れているのが現状であり、日本での検査の実施には不十分であった。

そこで、ベルギー・ブリュッセルで行われた国際心理学会議に参加する、今村所員(体育学部教授)、吉川研究員(体育学部助教授)、里見(体育学部非常勤講師)、松本(体育学部非常勤講師)ら4名が、会議終了後、オーストリア・ウィーン大学に立ち寄り、適性検査の概要と、コンピュータシステム的环境などについて打ち合わせを行うことになった。

私たち4名の一行は、7月18日、午前10時、まだ涼しい日本を後にし、サベナベルギー航空で、

午後5時ブリュッセル国際空港に到着した。空港から、タクシーでホテルに向かうころには、もう7時になろうかと言うのに日は高く、夏のヨーロッパを感じさせられる思いであった。翌日から6日間に渡って行われた国際心理学会議では、各種シンポジウム、発表が行われ、私たちの発表も滞りなく終えることができた。また、カナダ出張中のGuttman教授に代わって、ウィーン大学のWaber教授、Korunka先生とお会いし、ウィーン大学の訪問時間等を打ち合わせした。

7月25日(土)、午前11時30分、偶然に乗り合わせたKorunka先生と共にブリュッセルを立ち、暑さの厳しいウィーンに到着した。例年、夏のウィーンは25度前後と聞いていたのだが、気温は30度もあり、あまりの暑さにいささか閉口しながら、午後3時過ぎ、松前武道館の隣に今年オープンした、ホテル望星に到着した。ホテル望星は、さすが3星ホテルだけのことはあって、設備は申し分のない建物であった。

7月27日(月)、Korunka先生がホテル望星に私たちを迎えにこられ、先生の車で、ウィーン大学に向かった。生理心理学のKorunka先生の研究室は、地下1階にあり、技官のLeodolter兄弟が私たちを迎えてくれた。先生の研究室は、実験室、

コンピュータールームの3室からなり、研究室には、IBM-PCの互換器が3台あり、コンピュータールームの、Hewlett Packard 1000のコンピュータと、ウィーン大学の大型ホストコンピュータにより、専任と非常勤の技官がプログラムの作成と保守にあっていた。

研究室において、Korunka先生とLeodolter氏によって、私たちに、適性検査のデモンストレーションと内容について説明があり、適性検査の内容や検査の実施法、コンピュータのハード面などについて活発な意見の交換が行われた。

私たちが、説明を受けた適性検査 (Ergopsychometrische Testbatterie) は、Vi/Motor (2 dimensional Koordination)、Smk (3 dimensional Koordination)、Zba (Zeit - Bewegungus - Ant-

ization)の3つから構成されている。

以下、簡単に説明をすると、Vi/Motor (図1) は、2次元の画面上で4つ (Clock Sound Tracking-T Tracking-R) の刺激の組み合わせによって行われる。Clock は、2次元上画面の外周にある小さな円を順に色が変化して移動していく、移動しているとランダムに一つ跳びに移動することがある。それを知覚し、マウスのボタンを押すというものである。Sound は、検査中に音が変わり、それを知覚したときに、Clockと同様にマウスのボタンを押すというものである。Tracing は、2種類あり、ひとつは、大きさの決まった円をマウスで移動させ、ランダムに動く点を円の中に捉えておくというものである。もう一つは、被験者が円を任意に決定し、同様に点を捉えるというものである (この場合、円の直径によって、ポイントが異なる)。以上の4つの刺激が、Clock+Tracking-T、Sound+Tracking-Rといった組み合わせによって全て行われる。

Smk (図2) は、3次元画面上の中央に棒が1本立ち、その棒にマウスを使って、三角形を立てると言うものである。そのとき、Sound、Clockといった刺激がVi/Motorと同様に組み合わせられ行われる。

Zba (図3) は、DemoとNormalから成る。Demoは、上下左右どこからか移動してくる点が、画面上の1本目の線を通過すると見えなくなり、

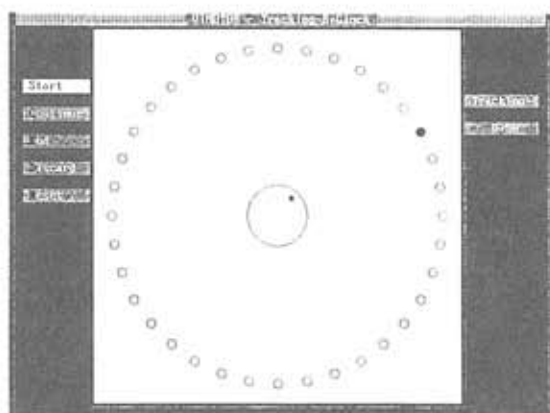


図1 VIMORTOR

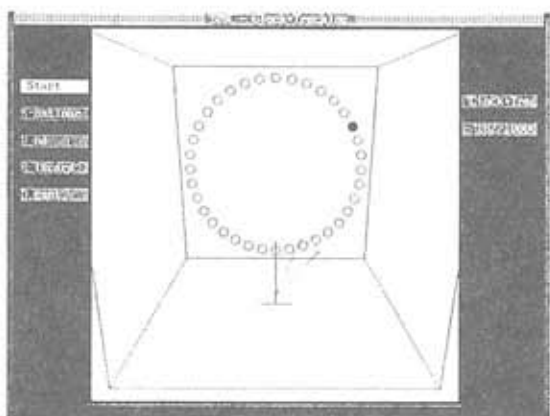


図2 SMK



図3 ZBA



写真1 研究室での打ち合わせ



写真2 左から、吉川、Korunka先生、今村、U. Leodolter氏、松本、E. Leodolter氏、里見

消えている点そのまま動いているとして、2本目の線を通過するとき、マウスのボタンを押し、続けて点の到着する位置もマウスにより予測する。この結果が、グリーンの本線によりフィードバックされるものである。Normalは、Demoによってフィードバックされたものをもとに、同様に移動する点を予測する。しかし、Normalでは、点は直線に動くだけではなく、徐々に複雑な法則性のある軌跡を描くことになる。また、Demoは、得点化されず、Normalのみが得点化される。したがって、Normalは、緑の線にてフィードバックされることはない。

これらの3つの適性検査がコンピュータ上で行われる。これらの検査は、Perceptual motor learning的な検査ということが出来るが、実際に検査を行うことを考えるならば、若干の問題が指摘できる。それは、一つの検査に要する時間が非常に長いということである。3つの検査は、それぞれに多様な組み合わせを持ち、1人の被験者に全ての検査を連続して実施することは不可能に近く、実施方法に工夫が求められるべきであろう。また、操作性の点からみるならば、誰でもが容易に操作できるように、ジョイスティックを導入しゲーム感覚で検査が実施できることが望ましいと思われる。

これらの、検査上の問題とコンピュータのハード、ソフトなどを総合的に捉えると、日本で実際

に検査を研究に用いるには、検査ソフトウェアの日本語化とマニュアルの作成を早急に行うことが必要であろう。現状でも、検査を実施することは、可能ではあるが、より簡便に信頼性のあるデータを得るためには、誰もが操作できるということが最優先であると思われる。

また、最近の国内コンピュータの実状を見るならば、海外で主流をしめるIBM PC系のパーソナルコンピュータが、問題となっていた日本語表示が可能となり、それにともなって、高価な日本製コンピュータではなく、同性能で安価な互換機を導入することが可能になり、検査を同時に多人数に実施できるということは好転といつてよいと思われる。

デモンストレーションと詳細についての意見交換が終わり、昼食後、Korunka先生より、ウィーン大学内の案内を受け、中庭に並ぶ、ノーベル賞受賞者などの歴代教授陣の胸像を見学し、ウィーン大学の長い歴史を感じさせられた。その夜、ホテル望星の日本料理店に、Korunka先生、技官のLeodolter兄弟を招き、日本料理と日本酒により懇親を深め、適性検査の不明な点などや、実際に研究を行うための連絡について確認をとり、今回の打ち合わせを終了した。

7月28日(火)、私たち一行は、オリエント急行に乗って、暑さの厳しい夕暮れのウィーンを後にした。

The Report of European “Budo-Forum”

ヨーロッパ「武道フォーラム」の報告

小村 渡岐 磨 (体育学部長) 橋本 敏明 (体育学部武道学科)

1. はじめに

この度、東海大学総合研究機構及びヨーロッパ学術センターが主催する第1回のヨーロッパ「武道フォーラム」がオーストリアのウィーンにあるホテル「望星」でフォーラムを、松前武道センターで柔・剣道のデモンストレーションが9月17日(木)に開催された。参加者は約60名で終始、熱心に討議された。また柔・剣道のデモンストレーションでもオーストリア柔道連盟のジュニア選手達も参加して盛大に実施された。

9月19日(土)にはデンマークのコペンハーゲンにある東海大学ヨーロッパ学術センターで研究発表・討議が行なわれ、約50名(場所の広さの関係上、人数を制限した)が参加し、これまた朝10時から夕方6時過ぎまで熱心に討議された。

9月20日(日)には東海大学付属デンマーク校で実技講習会(柔道・剣道)を開いたところ、デンマーク柔道連盟会長をはじめ多数の選手が参加し、盛大であった。剣道の部でも付属校の選手をはじめ現地で剣道を行っている2名の選手が参加し、防具をつけての剣道を観戦するのは初体験の人が多かったようで興味深く見守っていた。

従来、柔道の実技面の講習会は数度にわたって

開催されていたが、今回の学術研究の側面から「武道フォーラム」を開催したことは日本の武道を通して武道の平和理念が広まり、国際的相互理解、および友好親善が深まり、所期の目的を達成したと確信する。

詳細についての報告は以下の通りである。

(1992年10月8日記)

2. 出張者

小村渡岐磨	体育学部長	教授
佐藤宣践	武道学科主任教授	
網代忠宏	同	副主任教授
橋本敏明	同	助教授
渡辺一郎	同	非常勤講師

3. 日程

9月15日(火)

予定通りウィーンに到着(フランクフルト経由 LH3444、午後10時頃)。先に到着していた橋本が出迎え。ホテル「望星」へ。

9月16日(水)

午後2時より事前会議(ホテル「望星」会議室)。松前武道センター職員と準備資料等を確認する。

午後11時頃、イタリアから帰ってこられた松前総長に準備方を報告。

9月17日(木)

午前10時より「武道フォーラム」を開催(ホテル「望星」ピカソの間、約60名参加)。

進行・議長…K. クッチェラー(松前武道センター副理事長)

開会の挨拶…松前達郎総長

来賓挨拶…小野寺竜二在オーストリア日本特命全権大使

この後、午前中に3演題、午後に4演題の発表を行ない(各30分)、最後に小村学部長が挨拶し、会場を武道センター柔道場に移す。引き続き実技の部を行ない、午後6時前、閉会となる。柔道実技にはオーストリアナショナルチームジュニアの選手たちが参加する(およそ20名)。

9月18日(金)

午後4時50分発のSK696でコペンハーゲンへ。到着後、東海大学ヨーロッパ学術センターに向かう。学術センター泊。

9月19日(土)

午前10時より「武道フォーラム」を開催(学術センター会議室、約50名参加。申し込みはこれ以上あったが会場の収容人数の関係で制限をしたとのことであった)。

開会の挨拶…福島康治(学術センター所長代行)
来賓挨拶…松田慶文在デンマーク日本特命全権大使

進行・議長…午前 E. エイチメイヤー(柔道ユニオン会長)

午後 小村渡岐磨

午前中に3演題、午後に5演題の研究発表を行ない(各30分)、その後、討議を行なう。午後6時より立食で夕食会、この場でも話が弾み賑やかであった。

9月20日(日)

午前8時、センターを発ってプレストの付属デンマーク校へ。

10時より実技の部を開催。デンマーク校の柔道部員も参加し、生徒の多数が見学する。柔道は佐



写真1 ウィーン・ホテル「望星」ピカソの間(フォーラム会場)にて
前列左より、K. クッチェラー(松前武道センター副理事長)・松前達郎総長
後列左より、橋本・小村・網代・佐藤・若山・井島(国際武道大)



写真2 デンマーク・ヨーロッパ学術センターで発表する小村学部長

藤宜践教授が、剣道は網代忠宏教授が指導。実施に先立って外山正校長から挨拶があった。

柔道Ⅰ…投げ技 剣道…形、稽古 柔道Ⅱ…寝技 午後1時過ぎ終了

夜、デンマーク柔道ユニオン主催の夕食会に出席。

9月21日(月)

残務整理、市内見学で過ごす。

9月22日(火)

午前中に空港に向かう。午後3時40分発、SK983に搭乗、帰国の途につく。

9月23日(水)

日本時間、午前10時前到着。通関後、空港にて解散する。

4. 「武道フォーラム」で発表の研究者名、演題、内容の概略

(日本・東海大学)

○小村渡岐磨(体育学部長・教授) デンマーク

「東海大学体育学部における武道の位置づけ」

東海大学の教育理念、体育学部の創設、武道学科の増設について触れつつ武道教育の現状、武道を奨励する学園の方針を述べる。

○佐藤宜践(武道学科主任教授) オーストリア・

デンマーク

「柔道修行者の実態に関する研究—仏、旧ソ連、韓国、日本の比較考察」

1990年に実施した柔道先進4ヶ国の修行者に対するアンケート調査結果の報告(N=1495)。得意技やメンタルトレーニング、柔道を始めた動機などにそれぞれの特徴がよく現れている。

○網代忠宏(武道学科副主任教授) オーストリア・デンマーク

「日本における武道教育—剣道の場合」

愛好者750万人を数える日本における剣道の、実践目的、普及状況、特に学校剣道の歴史について述べる。

○橋本敏明(武道学科助教授) オーストリア・デンマーク

「松前 重義博士の武道修行と社会的展開について」

日本では武道と人格形成の関係は切り離せない。武道と教育、武道と社会的活動のかかわりについて松前重義博士の事例を述べ、その理念を考察する。

○渡辺一郎(武道学科非常勤講師、日本武道学会事務局長) オーストリア・デンマーク

「日本における武道学の現状と課題」

日本武道学会の設立と歴史、及び現状について述べるとともに、武道の歴史を概観する。

○実技講習について（講師）

柔道 佐藤宣践・若山英央（国際武道大学助手）
デンマークのみ……光本健次（デンマーク校教諭）、恩田哲也（東海大学OB、在英国留学中）受身、打込などの基本、立技、寝技の基本技の説明、乱取等。

剣道 網代忠宏・井島章（国際武道大学講師）
日本剣道の形、基本稽古等。

〈オーストリア〉

○G. グットマン（ウィーン大学教授）

「心理学と武道スポーツ」

柔道家を対象とした心理的極限調査において明らかになった「トレーニング時の世界チャンピオン」の存在について主として精神生理学的データにより解明する。

○ハンス・ミュラーニデック（ライプツィヒ、ウィーン大学講師）

「トレーニングに於ける武道スポーツ」

トレーニング方法学の観点から「武道スポーツ」を分析し、格闘技の戦術能力の要因について説明する。

○ハンス・ホルトハウス（スポーツ医科学研究所主任）

「武道スポーツ スポーツ科学」

スポーツ科学の立場からトレーニング実践に適切な情報、指示を与えることの大切さを説明し、柔道を例に乳酸量の測定による事例（ロス五輪での成功）を報告する。

〈デンマーク〉

○ハンス・ボーネ（コペンハーゲン大学助教授）

「西洋の青年に於ける武道の意味」

デンマークに柔道が紹介された当時の状況に触れながら、1960年代後半以降、「儀式」志向の若者が武道に興味を示していることを指摘する。

○オーヴェ・コースゴー（オレロップ教員養成学校校長）

「グルントヴィと生ける闘い（The living

fight）」

闘っている人間が道を歩んでいる（The living fight）というグルントヴィの言葉を説明し、北欧に伝わる「クレスガン」（Kredsgang）の遊び（スポーツ）の精神と武道のこころの共通性を述べる。

○アレックス・トルストイ（デンマーク柔道ユニオン）

「昇段基準—システムと運用」

デンマーク柔道ユニオンが制定している昇段昇段制度の仕組みと運用、その目的について述べる。

5. まとめ

ウィーン、及びデンマークに於ける「武道フォーラム」を所期の目的に沿って開催することができた。フォーラムでは今後もこの種の学術研究会を継続していきたいという声を多く聞いた。オーストリアではスポーツ医科学の分野を充実させており研究者の日本派遣を希望していた。またデンマークでは「柔道サマーキャンプ」の希望もあった。ヨーロッパにはすでに柔道の研究者組織があり学術交流が図れる素地はあるという認識を得た。今回は第一回ということでテーマの調整を敢えて行わなかったが、次回からは、より大きな効果を得るためにこの点の工夫も大切だと思われる。東海大学に対する期待の大きさを感じた。

なお、「武道フォーラム」での発表内容はヨーロッパ学術センターがレポート（英文）にまとめる予定である。

米国先端スポーツ医療視察報告

安部総一郎 (医学部整形外科)

はじめに

著者は92年5月26日より12日間に渡って、アメリカ大使館主催の米国先端医療視察団の一員としてアメリカの先端スポーツ施設を視察する機会を得ることができた。

視察内容は、米国スポーツ医学会総会への参加、米国スポーツ医学界の第一人者である Jobe 博士との会見、スポーツ施設としては最高の Tom Landry Sports Medicine and Research Center の見学、エアロビックダンスの発案者であるクーバー博士との会見、米国医療制度の問題からスポーツリハビリテーションにわたる早朝講演など、非常に多岐にわたる内容であった。全て報告したいところだが、今回はベイラー大学医療センターとドクター・ジョーブ・クリニックの2つの施設について報告する。

1 ベイラー大学医療センター

概要

我々は米国テキサス州ダラスに、今春オープンしたばかりの、延べ床総面積31万²という大規模なスポーツ医学センターを訪問した。センターの名称はトム・ランドリー・スポーツ医学研究センター (Tom Landry Sportsmedicine and Research Center: トム・ランドリーSM&RC) である。

トム・ランドリーSM & RC の特色の一つに、ベイラー大学病院付属というバックボーンを生かし、高齢者向けのプログラムや、循環器疾患のハイリスク患者のプログラムの開発に積極的な点を指摘できる。この「より医療に近い」という施設イ



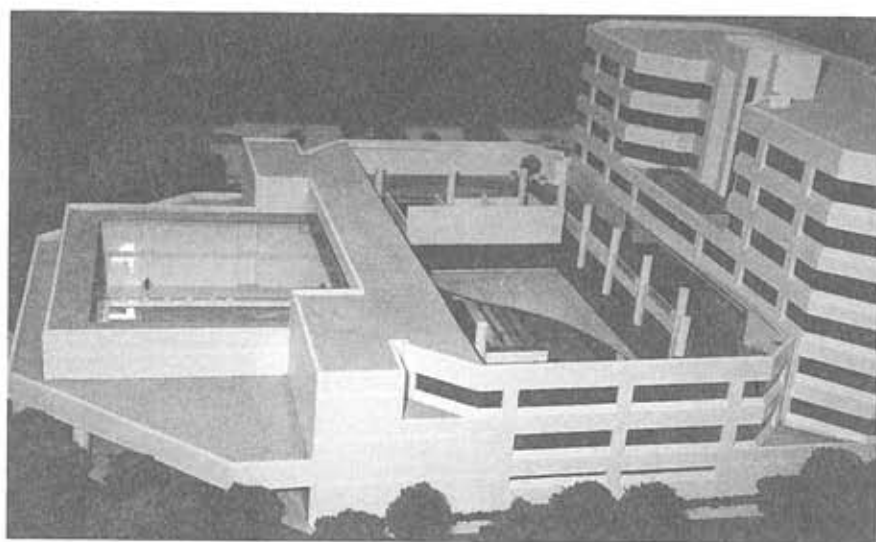
①クーバー博士

運動の習慣は子供の時からやらなければならないと力説された。最近では、KID FITNESS の著書がある。

メージを将来はさらに拡大して、中小企業を対象とした会員制の企業フィットネス事業にも参入する考えだ。

オープンしたばかりのセンターを訪ね、全米から注目されているその事業計画、施設を Managing Director のデビッド・エバンス氏から説明を受けることができた。

トム・ランドリーSM & RC は、ダラス市のダウンタウンから車で約5分の距離にあるベイラー大学医療センターの広大な敷地の中心部に位置する。センターの呼称に冠したトムランドリーとは、1970年代の黄金時代のアメリカンフットボールのダラスカウボーイズを率いたヘッドコーチの名前である。いわばV9を達成したときの巨人の川上哲治氏のようなもので、米国では絶対のカリスマ性がある。



②トム、ランドリー SM&RC：7階建ての医科学研究タワーと3階建てのフィットネスセンター

施設

トム・ランドリーSM & RCの施設は次のような内容である。2つの屋内プールに、屋内ジム、屋内トラックなどを合わせた施設に、屋外施設として0.5マイル(800m)のジョギングトラック(2種類のサーフェスから成る)、50mの競技用プールなどを備え、一度に1000人の利用者を収容する事が可能である。

建物は7階建ての医科学研究タワーと、3階建てで一部吹き抜け構造を持つヘルスフィットネスセンターに分かれる。

医科学研究タワー

医科学研究タワーの1階にはスポーツ医学クリニックとリハビリテーションルームがある。また3階には心臓リハビリ専門のトレーニングルームを設置してある。スポーツ医学クリニックにはSMCからスポーツ医学専門の整形外科医とPT(理学療法士)、OT(作業療法士)が派遣されるほか、ベイラー大学医療センターからは循環器内科の専門医が診療にあたる。このほか医科学研究タワーには、スポーツ医学やスポーツ科学、スポーツ心理学などを研究するための研究部門が併設され、予防医学に主眼を置いたヘルスケアプロモーション活動のためのカンファレンスルームも用意されている。

ヘルスフィットネスセンター

ヘルスフィットネスセンターは屋内プール2面をもつ大規模なフィットネスクラブとなる。この施設の自慢は、全館にくまなく巡らされたテレメーター設備。一度に75人、75チャンネルを同時に使用でき、屋内プールでも使用できる。室内プールは1階にあり、リハビリ専用プールと本格的な競技用プールがある。いずれも水中カメラを装備し、水泳中のフォームの研究などに利用でき、オリンピックスイマーのジム・モンゴメリーがフォームのアドバイザーとして指導してくれる。このほか1階にはロッカールームやウエイトトレーニングルームがある。2階部分には、これもうちのひとつである心臓リハビリの専用のエクササイズルームを持つ。エルゴメーターやトレッドミルなどのフィットネス機器があるのは、普通のエクササイズルームと同じであるが、テレメーターのモニターが設置されていて、患者自身やドクターがモニターを直接目で見ながら運動できる点が大きな違いとなっている。このほか、バスケットコート1面、3面のラケットボールコート、エアロビクススタジオがある。1周160mのジョギングトラックはバスケットコートを見下ろす3階にある。ここにもテレメーター設備があり、医療スタッフの監視下で運動ができる。また、このフロア



③世界一大きなトレッドミル：自転車ごとこのの上に乗って最大酸素摂取量を測ることができる。



④水中カメラでフォームの研究ができる本格的競技用プール：フォームの解説と指導にはオリンピックの金メダリストでスタッフの一人であるジム・モンゴメリーがあたる。



⑤心臓病患者専用のリハビリトレーニングルーム、テレメーターのモニターを患者自身やドクターが見ながら運動できる。

ーのテレメーターは医科学研究タワーにある心臓リハビリセンターと直接つながっており、センターにいる医師がモニターを見ながら、患者へ運動指導もできるほか、センターのコンピューターに運動記録を残すこともできる。屋外施設としては50mの競技用プールがあるほか、400mと800mのジョギングトラックと、50mの研究用の直線コース（床反力計内臓）が完備されている。

構想

トム・ランドリーSM & RCの構想は実は、10年前に考えられていた。「もし、その時に、着工していたら、センチネラ病院などの先行グループと肩を並べることになっていただろう」とエバンス氏は回想する。当時、何回となくマーケティングリサーチを繰り返したが、市民レベルではスポーツ障害に対する認識はそれほど広まっておらず、トレーニングの重要性も浸透していないとの結論だった。

建設構想が再浮上したのはセンチネラ病院らの先行グループの健闘の結果だったという。

運営計画

現在の運営方針は簡単に言えば「特色のある利用者群にターゲットを絞ったプログラムを提供する」点にある。その対象として少年野球や体操などのジュニア選手、心臓病リハビリ患者、50歳代から60歳代の健康な高齢者を最初に取り上げるこ

とに決めている。また、レクリエーションレベルのスポーツ愛好家を広く取り入れるための、独自の運動プログラムの開発や、女性に向けた特色のあるプログラムの開発なども課題としている。

教育

さらに、スポーツ医療に携わる専門トレーナーを養成するコースをペーラー大学に開設するほか、スポーツトレーナーの修士課程も設置する。特にスポーツトレーナーの修士課程は全米でも初めての試みとなる。また、スポーツドクターを育成する教育プログラムを、ペーラー大学医療センターに設置する計画も進んでいる。

さらに、海外からのフェロウシップのプログラムも作成中で、もちろん日本からもウエルカムだそう。

2 ドクター・ジョーブ・クリニック

概要

Dr. Kerlan と Dr. Jobe によって1965年に設立されたクリニックで、整形外科一般とスポーツ医学を専門に活動し、世界的に高い評価を受けている。ロサンゼルス空港から車で約20分ほどの距離にセンチネラ病院 (Centinela Hospital Medical Center) があり、この敷地内にドクター・ジョーブ・クリニック、正式には Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic が存在する。センチネラ病院は他



㉔センチネラ病院はロサンゼルスオリンピックのオフィシャルホスピタルであった。

に9つの関連施設を持つ、それらはスポーツ医学、フィットネスに関係する施設である。センチネラ病院は1984年のロサンゼルスオリンピックのオフィシャルホスピタルとしてオリンピック選手の治療に活躍した病院でもある。

先日、ダラスの米国スポーツ医学会総会で、Dr. Jobe の講演を聞いたあと、少しだけ Dr. Jobe と話すことができたが、今回は、Dr. Jobe のオフィスでじっくりと話を聞くことができた。

現在、クリニックには、17人の医師が常勤し、そのうちの11人がスポーツドクターである。この

11人のスポーツドクターは全米からフェローシップとして学びにきているスポーツドクターの卵11人とともに LA のプロ野球チームのドジャーズ、エンジェルス、プロバスケットチームのレイカーズ、プロアイスホッケーチームのキングス、NFL (アメフト) のラムズ、PGA ツアー、PGA シニアツアーなどのチームドクターを務めている。手術を要す選手がでた時は同じ敷地内にあるセンチネラ病院で行う。Dr. Jobe は67歳の今でも、週に多いときには8件、平均2件の手術をおこなっている。夜は、ドジャーズの試合のある時は球場に待機し、PGA ツアーにも同行している。

ジョーブ博士

Dr. Jobe がスポーツドクターを志したのは40歳のときであった。カルフォルニアのロマリング大学医学部を卒業し、外科医として働いていた時に、現在のパートナーである Dr. Kerlan と知り合った。彼は、すでに、スポーツ選手のケアを始めていた。1965年にいまのクリニックを設立してからの Dr. Jobe の業績は世界的に有名であるが、1973年に設立されたフェローシップ・プログラムは今や全米一のプログラムとなっている。そして、



㉕米国医学会総会での講演中の Jobe 博士



㉖Jobe 博士のオフィス

現在、このプログラムによって、スポーツ医学のスペシャルトレーニングを受けた医師たちが、全米各地で活躍しはじめている。

Dr. Jobe のオフィスには日本のプロ野球の選手のカムバック後の写真がいくつも飾ってある。Dr. Jobe の方から「吉村選手はどうしてる？」自分の子供のように心配している。「もっとも印象的な選手はアメリカではトミー・ジョン、ハーシュハイザー、日本では、村田と吉村だね」。Dr. Jobe は語る。

1974年ドジャーズのピッチャー、トミー・ジョンの肩の手術の成功が引き金となって、次々と名選手が手術にやってくるようになり、そのほとんどが現役に復帰している。もし手術して、日常生活には支障なく治っても、現役スポーツに復帰できなかつたら、二度とそのチームの選手は、手術しに来てくれない。スポーツ整形外科医は、それだけきびしい橋を渡っているのである。

手術の成功の鍵のひとつにリハビリテーションを Dr. Jobe は挙げる。復帰できなかつた選手のなかには、リハビリのプログラムを無視して早くからボールを投げだし、再手術を要した例もある(ヤクルトの荒木大輔)。Dr. Jobe のところにリハビリに来てる選手は、リハビリが終了した時点ですぐに試合にでれるほどギリギリまで鍛えられる。

日本ではどうだろう。手術後、日常生活ができるようになったら、選手はリハビリに来ないし、医師も来なくてもよいことが多い。この点、医師、選手、指導者はリハビリの重要性をもっと認識してほしいものだ。次の日の夜、再び Dr. Jobe に会うためにドジャーズ球場の3階にあるドクターズ・ルームを訪ねた。たまたま、ハーシュハイザーが先発し、その雄姿を見ることができた。ハーシュハイザーは90年の5月に肩関節の亜脱臼に対する手術を Dr. Jobe から受けていた。この夜、みごと、打たれながらも要所を締め、完投で勝利投手になった。

Dr. Jobe は今年の11月に来日するとのことで、そのときにまた会う約束をして球場を後にした。

2つのアメリカを代表するスポーツ施設を紹介した。両者、方向性は異なるが、どちらも基礎研究に力を入れ、その結果を元に臨床(フィールド)に成果をフィードバックし、スポーツ医学のレベルをアップするように努力している。どうも日本のスポーツ医学は基礎的研究と臨床がうまく合致していないような気がする。トム・ランドリーSM & RC のようにあとから作る施設は先行グループの上に行くことができる。これから作られる東海大学のスポーツ医科学研究所はさらに良い施設になることを期待している。



⑤ Jobe 博士の手術で蘇った、
ロッセの村田、巨人の吉村、水野らトップアスリート

⑥ Dr. Jobe のオフィスで著者と Dr. Jobe 博士

スポーツエッセイ

砂子克彦

新関八紘

久保田庄三郎

バイクの魅力

理学部物理学科

砂子 克彦

私は、時々、“年甲斐もなく派手大丈夫か”または“何という恰好か気は確かか”という奇異の目で見られます。肥満対策の気休めと始めたバイク（ロードレーサー）の魅力に取り憑かれた私に出会った人達の最初の言葉です。病み付きになり15年、年平均4000km前後を走破するので地球（半径6400km）を約1.5周したことになります。バイクの魅力はスピードと爽快感。これは従来のCr-Mo鋼に加え新素材（チタン、カーボン、アルミニウム等）の開発と技術革新により、自転車の性能が飛躍的に向上したことにあります。たかが自転車、されど自転車。いまはマシーンと呼ぶにふさわしい精巧さと緻密さを備えています。ロードレーサーは殆ど10kg未満で簡単に片手で持ち上がります。特にチューブラータイヤの高性能化（高速コーナリングの安定性向上）スキーと同じ機構をもつビンディングタイプのグリップレスペダルと専用シューズの開発（安全性と高速化の向上）、インデックスメカニズム採用のディレイラーシステムの普及（変速時のロス追放と正確さの保証）等が自転車の魅力を限りなく大きくしています。

そして、バイクのもう一つの魅力。それは四季を全身で感じられることです。事故防止（特にドライバーに対して存在をアピールする）と気分昂揚のため、思い切り派手なジャージに身を包み、年令を忘れ時として闘争本能を剥き出しにしてロードレーサーを駆る。寒風の冷たさがふと緩むとき淡く匂う白梅花、早春の夕暮れ時濃密に流れ去る沈丁花の薫り、軽く汗ばんだ体に舞う桜吹雪、初夏の朝焼けに漂う蜜柑の花の甘さ、強烈な日射と白い雲と流れ落ちる汗と大輪の向日葵、彼岸の日、澄みきった秋空に漂いくる線香の匂い、すべてを静寂に包み込む晩秋の金木犀の香り。己れの五感で季節を感じ物の存在を知る。ここに気粉れなバイクランならではの醍醐味があります。

自転車は人間のパワーを最も効率良く推進力に変換できる道具であると言えます。自転車は目的と気象条件と体調によってどのようにも乗ることができます。時速10-20kmのウォーミングアップ、25-35kmの平常走行、35-50kmのハイスピードトレーニング、下り坂での60-70kmの高速走行等変化に富ん

だ乗り方ができます。バイクライフを楽しく奥深いものにするのにサイクルコンピュータがあります。これはファラデー (Michael Faraday、イギリスの物理学者、化学者、1791-1867) の電磁誘導を応用した無接触センサとマイクロコンピュータを組み合わせたものです。前輪スポークに小さい永久磁石を、フロントフォークに小型コイルをつけておきます。永久磁石がコイルの近くを通過するたびにコイルに起電力が生じます。この電圧をパルスとして数えます。一方、タイヤの周長をコンピュータにインプットしておき、計時したパルス間隔でタイヤの周長を除算することで走行速度が算出されます。現在市販されているサイクルコンピュータは走行速度、走行時間、走行距離、平均速度、最高速度、積算距離、ペダル回転数、時計等の多機能を有しています。これをバイクランの記録として保管したり更につきなる目標に向かって挑戦意欲を掻き立てる材料にします。

バイクを長く楽しく疲労を少なくして乗るためにはできるだけ一定した力でペダルを漕ぎ続けることでエネルギーのロスを少なくし、持続力を伸ばすことであると言われます。例を挙げてみます。エンジンである人間の出せるペダルの回転数の最高ピッチ数は毎分120-140回転、逆に疲れないピッチ数は毎分40-50回転、平均時速20-25kmで毎分60-70回転、高速走行で毎分80-90回転ぐらいです。私のディレイラーは前2段(チェーンホイール歯数50:39)×後6段(フリーホイール歯数21:19:17:15:14:13)の12段変速です。同じピッチ数の時最もスピードの出る組み合わせは前50、後ろ13のギヤ比のときです。このときのギヤ比はチェーンホイールの歯数÷フリーホイールの歯数=50÷13=3.85となり、クランク(ペダル)一回転で後輪が3.85回転します。タイヤは27インチ(直径68.6cm)のチューブラー(重量250g、空気圧8-10kg/cm²)を使用しているので、クランク一回転でバイクが進む距離はギヤ比×タイヤの周長=3.85×2.15m=8.30mとなります。クランクのピッチ数を毎分70回転するとその回転速度は毎秒1.2回転となり、バイクの速さは毎秒9.96mとなります。秒速10m、これが快いスピード感・加速感となって全身にびんびん伝わってきます。平坦な直進道路でだす時速40kmは快感です。バイクを疲れなくて長い距離乗るためにはペダルを踏むよりも脚で回す感覚が必要です。上下運動を回転運動に換えるよりも円運動を円運動に変換する方が効率が良くなります。右で踏むときは左脚で引き上げ、左で踏むときは右脚で引き上げる回転運動を行います。加えて、クランク(ペダル)のピッチ数をなるべく一定に保つためにディレイラー(変速機)をこまめに切り換える操作が要求されてきます。登りがあれば必ず下りがある。疲れずに長い距離をいかに速く楽しく走破するか、これがバイクの醍醐味です。走り方は乗手のエンジンの性能に大きく依存して

きます。太い筋肉をもつ（強い脚力の）人はスプリント志向、大きい心臓（大きい肺活量）の人はロングディスタンス型。しかし、出だしはどうであれ続けることがその人を大きく変えていきます。心肺機能の向上と無駄な脂肪分の減少でバイク型人間が形成されてきます。まさに継続は力なりです。本校舎を中心にした100-200kmの日帰りコースを紹介します。三浦半島一周（平坦だが季節により車が多い、海がきれい）、相模湖一周（厚木経由、比較的走りやすいがアップダウンがある、新緑と水が魅力）、山中湖一周（御殿場経由、三国峠経由共に距離が長く行き登りがきつい、湖一周は登りのクールダウン、帰りの下りは時速50km 御殿場までノンストップこれは最高）、芦ノ湖一周（湯本経由、箱根の七曲がりがあるとともきつい時速5-8km 周囲の景色が目に入らない、沢の水のみがうまい、帰りはブレーキゴムの燃える匂いがする）、真鶴半島一周（小田原経由、年中行けるが車も多い常に紺碧の海が友達、時として湯河原オレンジラインをアタック大観山展望台まで四苦八苦）大黒大橋（一国・横浜産業道路経由、とにかく車が多い操縦技術が上達する）。また、全国いたるところで村おこしを兼ねたアマチュア自転車競技大会が多く開催されるようになりました。一日登録選手として緊張の中に我を忘れるのも明日の活力を生み出す原動力になること間違いありません。

楽しい仲間と自然と健康！たかが自転車、されど自転車！バイクには求めて尽きない魅力があります。

彫刻の 「立つこと」と運動

教養学部芸術学科

新関 八紘



彫刻の歴史は、遠くエジプトやギリシャの昔から「立つことに」に腐心してきた人々の歴史だと言い換えても過言ではない。

彫刻のオーソドックスな学びかたは、概ね立った人体を見ることを通して行われてきているし、現在でも彫刻を学ぶ者は必ずといって良いほど人体のモデルを使っている。

それには大きな理由がある。モデルが目の前に立ち或るポーズをとる、それを見て心棒を造り、粘土をつけていく。その時、どういうわけか最も基本的なことであるはずなのに初心の人ほどモデルの「立っていること」に気がつかない。

あまりにも当たり前のことであり過ぎるからであろうか？

どのような顔なのか、目鼻立ち、表情をしているのか、手足の長さや、振りはどうなっているか、形や仕上げの仕方、など細心の注意を払いながら造られるのだが、現実のモデルにそっくりに造ろうとするにかかわらず、良い彫刻作品とは言えない場合が多い。そうしたものは概ね顔、手足、胴体、膝、肩、腰など人体の部位の表面的な説明に夢中になっている。その懇切丁寧に造られた体の部位が一体どのような関係を持って構成されているのかという意識が希薄なのである。

人間の身体は本当に絶妙に、素晴らしく出来ている。

例えば、片足で目をつぶって「立って」みるとどうであろう、おそらく一瞬たりとも、ある努力をせずに静止したままではいられないことに気付かれるのではなかろうか。傍目には静止しているように見えてもその状態を維持するためには、足の裏に感ずる重心の移動にあわせて、間断なく倒れないようにバランスすることが必要になる。しかし、現に私達は、普段はなんの苦もなく無意識のうちに「立って」いる。身体のうちにあるバランスの感覚は「立つこと」を知っているのである。無意識のうちに倒れない為の動作や運動をしているのである。私達が「立つ」ために使っている足の裏の面積はせいぜい大きくとも280cm²位のものではないだろうか？彫刻では280cm²をつかって私達の身長、体重の比率と同じ大きさのものを常に安定して立てておくことは物理的に難しい。実際には地山という台にあたるものを付けて物理的には安定させている。ブロンズや木、石でつくられる彫刻は、生身の人体ではないからそうしたものを付けなければ「立たない」のである。

彫刻はフィクションなのである。このフィクションであることを忘れてしまうと彫刻はその根本を失うことになる。

彫刻でいう造形性とは、この「立つこと」のフィクション性を、見る人々に視覚的に忘れさせることにその基本があると言えよう。彫刻の構成の要素は、量、面、形態、動勢などがその基本的なものといえるが、それらをどのように組合せ、バランスさせて「立っている」ように見える生き生きとした視覚像を

得るのが大きな問題なのである。

そこで、もう一度モデルと彫刻作品の関係を考えてみたい。モデルと寸分違わず造られていたらどうであろう、彫刻には運動機能がない、「立つため」に間断なく行われる動作や運動がないのだから、これは「立っている」ようには見えないのである。

テレビで時折見る、スポーツ番組は、私に次のような考えをよくおこさせることがある。この競技をしている選手たちの一挙手、一投足、身体の持つバランスの感覚が研ぎ澄まされ、磨かれた運動の能力の極限の有り様は、私達彫刻を学ぶ人間にとって誠に驚異的な瞬間の連続である。こうした能力を備えた人は恐らく「立つこと」の〈知恵〉も素晴らしいものを持っているに違いない、この人達に一度彫刻を造らせてみたいものだ……

「黄金計画」

工学部建築学科

久保田庄三郎



黄金計画というあまり聞きなれぬ言葉は、第二次大戦後の西ドイツ復興の中で行われたスポーツ・リクリエーション施設の整備計画を指すものであって、1961年からの第一期（15年間）で殆どその骨格は遂行された。

二度にわたる大戦、とくに第二次大戦後の世界の外交は、スポーツを手段の一つとしてくりひろげられてきたが、その流れを見据え、国の復興の原点は国民の体位向上にありとしたこの計画の名は、オリンピックでのメダル獲得につなげて命名されたものと聞いている（真の出発点は文明病対策であった）。

計画の手法は、国、州、郡、市、地区、近隣と重合する（行政）単位に対してそれぞれにふさわしい規準を設けて建設整備をすすめるやり方で、この方法はその以前、第一次大戦後に奇跡の復興をもたらしたG. フェグー氏の計画理論

の踏襲である。第一次大戦後の苛酷な国際環境の中で、国土全体を計画対象に生活、教育などあらゆる公共施設の平等を目標とした配置計画は、徹底した探究心とともにドイツ人の合理性といわれる「同じ性能ならば小さい方が優秀である」という思想を育てた。名車フォルクス・ワーゲンや第二次大戦初頭に活躍した小型戦艦シュペー提督号などはその成果の一部である（反面、合理的に組織化された社会はナチズムの温床にもなったが）。

このドイツの仕事のすすめ方に対して、同じ環境におかれた第二次大戦後の我が国のやり方は全く対照的であり、目標設定から結果に至るまで、まさに「日本的」なのである。

1960年代中期、黄金計画の第一期が達成された頃、その成果を見た我が国の機関は彼等を招き日本の現状に対してアドバイスを求めた。その内容は殆ど記録にとどめられていない。明治以来の外人崇拜の悪習は今日に至るも残っており、しかもアドバイスをその場限りの発言として扱うなど更なる退歩すらみられるのである。次の話は当時、小生の作ったジョークである。

招かれた彼等はアドバイスを求められて発言した。「成程、日本の現状は我々に比べて遅れている。その遅れは15年位だと思われるので日本の経済力をもってすればすぐに追いつくでしょう。」聞いていた日本人は思った。「うん、たった15年か。ガンバルぞ！」

（蛇足。黄金計画の一期は15年。つまり、何もしていないということ。）

アドバイスは無視されたが、それには理由があった。

日本における「黄金計画」は着々と行われていたのである。黄金の国ジバンクでは毎年国民のために国民体育大会が行われている。会場は都道府県もちまわりであって、大会には国の象徴である天皇が招かれる。施設整備は天皇陛下が御覧になられても恥ずかしくないよう、時にはアクセス道路から沿道の街並み整備も行われ、これにより全国的整備は47年を一期として終るその途上だったのである。

日独の比較をまじめに考えてみよう。ドイツではスポーツ・リクリエーションは国民生活の一部として位置づけているのに対し、日本では「遊び」の延長上におかれているように思われてならない。金メダル獲得につながる選手強化についても、競技場からスポーツ広場に至るまでが整備されたドイツでは全国民が対象になり得るのに対し、我が国ではなるべく早い時期に対象を絞って鍛える傾向がみられる。この方が安上りなのだろうが、経済という物指しの蔭に本質がかくれているようにみえる。そして、時を経てその差は拡がる。

今日、先進国群の中で「日本的常識」の遊離が各分野にみられるが、これも「氷山の一角」なのであろう。

スポーツ医科学研究所 所報

スポーツ医科学研究所要覧

1. 研究機関名

和文名：東海大学スポーツ医科学研究所

英文名：Research Institute of Sport Medical Science, The Tokai University

2. 所在地

東海大学湘南校舎

3. 設置年月日

昭和62年10月1日

4. 設置目的

本研究所の設置の目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技力の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

5. 研究所組織



東海大学スポーツ医科学研究所規程

1987年10月1日 制定

第1章 総則

第1条 本規程は学校法人東海大学の総合研究機構規程第10条および第11条に基づき、東海大学（以下「本学」という）付属のスポーツ医科学研究所（以下「本研究所」という）の運営の適性を期し、もって本研究所設置の使命を果たすために定めるものとする。

第2条 本研究所の設置目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持、向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技技術の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

第3条 本研究所は前条に定められた目的を達成するためにつぎの事業を行う。

- (1)調査・研究および試作
- (2)調査・研究の結果の発表
- (3)資料の収集整理および保管
- (4)研究会・講演会および講習会等の開催
- (5)調査・研究の受託または指導
- (6)大学院学生の教育
- (7)その他、本研究所の目的を達成するために必要な事項

第4条 本研究所における調査研究の分野をつぎの通りに定める。

- (1)医科学研究分野
運動の効用、健康の維持と向上、運動生理学、栄養学、メディカルチェックと運動処方、その他
- (2)技術研究分野
バイオメカニクス、心理学、運動技術の向上とその指導、トレーニング方法、その他

(3)障害研究分野

スポーツ・運動障害の予防、治療、競技復帰の指導、理学および作業療法、その他

(4)その他の分野

各分野を統合した学際的研究、生涯スポーツの実施と指導、スポーツおよび運動器具、機械、施設等の開発と、その安全性、その他

第5条 本研究所につきの研究部門を置く。

(1)医学研究部門

(2)技術研究部門

(3)障害研究部門

(4)国際交流部門

第6条 本研究所は、本学湘南校舎に置く。

第2章 組織

第1節 所長・次長

第7条 本研究所に所長を置く。所長は本研究所を代表し、第1章に定められた本研究所の機能を果たすべく努めるとともに、その運営および事務的責任に任ずる。

第8条 本研究所に複数の次長を置くことができる。次長は所長を補佐し、所長が不在のとき、または事故のあったときその任を代理する。

第9条 所長は毎年度、当該年度の事業経過および年度の事業計画を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得るものとする。

第2節 職員

第10条 本研究所に専任の教授・助教授・講師・助手・技術職員および事務職員等を置くことができる。その定員は別に定める。

第3節 研究所員

第11条 本研究所に研究所員若干名を置き、研究に従事し、かつ研究所の運営にあたる。

2 研究所員は原則として本学の専任教職員のうちから総合研究機構運営委員長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任を妨げない。

第4節 研究員

第12条 本研究所に研究員若干名を置き、付託された研究事項に従事する。

2 研究員は原則として本学の教職員が兼務するものとし総合研究機構運営委員長の承認を得て

研究所長が任命するものとし、その任期は1ヵ年度とする。ただし、再任を妨げない。

第5節 嘱託

第13条 本研究所は事業計画の実施に必要なときは、理事長の承認を経て当該事項に関する学識経験者を嘱託とし、調査・研究に参画させることができる。

第6節 研究生

第14条 本研究所は調査・研究に関する教育、または訓練を希望する者を研究生とすることができる。

第7節 委託研究および派遣員

第15条 本研究所は、学校法人東海大学以外の第三者の委託に基づく調査・研究を行うことができる。

2 委託調査、研究の受託に関しては、そのつど学務局研究計画部を通じて理事長の承認を経なければならない。

第16条 委託に基づく調査、研究の実施上必要のあるときは、委託者またはその派遣する者（以下派遣員と称する）を、所定の手続きを経たうえで調査、研究に参画させることができる。

第3章 運営

第17条 本研究所の運営は研究所員会議の議を経て行う。

第18条 研究所員会議は以下の者をもって構成する。

(1)研究所長

(2)研究所次長

(3)研究所専任および兼任の教授・助教授・講師

(4)必要に応じて他の者を出席させることができる。

第19条 研究所員会議はつぎの事項を審議する。

(1)事業計画に関すること。

(2)運営に関すること。

(3)予算及び決算に関すること。

(4)人事に関すること。

(5)研究委託に関すること。

(6)研究生に関すること。

(7)その他必要な事項。

第4章 経理

第20条 本研究所の経理は研究機関会計として処理する。

第21条 本研究所の会計年度は、毎年4月1日に始

まり翌年3月31日をもって終わる。

第22条 本研究所の経常経費は、総合研究機構からの交付金のほか、研究補助金・寄付金・委託研究費・研究調査費および、その他の収入をもって充当する。

ただし、総合研究機構からの交付金以外の経費の受託ならびに用途については事前に理事長の承認を必要とし理事長名をもって行う。

第23条 所長は毎年度の終わりに次年度の予算を編成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

第24条 所長は毎年度始めに前年度の決算書を作成し、総合研究機構運営会議の議を経て理事長の承認を得なければならない。

第5章 特許および著作権

第25条 本研究所における調査、研究に基づく発明・考案または著作権の帰属およびその利用についての規程は別に定める。

第6章 付則

第26条 本規程を、改訂または変更する場合は、研究所員会議の議を経て総合研究機構運営会議の承認を必要とする。

第27条 本研究所の適切な運営をはかるために、本規程に定めるところのほか必要な諸規程を設けることができる。

付則 この規程は、昭和62年10月1日よりこれを施行する。

「東海大学スポーツ医科学雑誌」 寄稿規定

1988年4月1日

1. 和文規定

1. 本誌に寄稿できるのは原則として東海大学スポーツ医科学研究所所員及び研究員に限る。ただし編集委員会が必要と認めた場合には、所員以外でも寄稿できる。

2. 寄稿内容は、スポーツ医科学の研究領域における総説、原著論文、研究資料、書評、内外の研究

動向、研究上の問題提起など、その他とし、完結したものに限る。

3. 原稿の取捨および掲載の時期は、本誌編集委員会において決定する。

4. 本誌に掲載された原稿は、原則として返却しない。

5. 原稿は400字詰横書き原稿用紙に黒インク書きにし、本文は漢字かなまじり文新仮名づかいとする。外国語、外国固有名詞、化学物質名などは原語。外来語、動植物名などはカタカナ、数詞は算用数字を使用する。単位および単位記号は国際単位系、メートル法を基準とする。項目わけは、I、II、……1、2、……1)、2)、……(1)、(2)、……a)、b)、……(a)、(b)、……とする。和文ワードプロセッサ(24ドット以上)で原稿を作成する場合は、A4版横書き、40行20行(上下左右の余白は25mm以上、欧文綴りおよび数値は半角)とする。

6. 総説、原著論文、研究資料の原稿は、原則として1篇につき、図表、抄録等を含めて刷り上がり10ページ以内(おおよそ400字詰原稿用紙で30枚、ワードプロセッサ使用の場合は15枚)、書評、内外研究動向、研究上の問題提起の場合は、刷り上がり1ページ以内とする。このページ数を超過した場合、あるいは、特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。

7. 図表は刷り上がり2ページ以内とする(図表は、大きさにもよるが、おおよそ400字詰原稿用紙1枚分に相当するので、6~8枚の図表をいれることが可能である)。ただし、図表が2ページを超えた場合、または特別の費用を要した場合には寄稿者負担とする。

8. 挿入原稿は、必ず黒インクで墨入れし、図中の文字や数字は、直接印刷できるように、きれいにはっきりと書く。方眼紙を用いるときは、薄藍色のものとし、写真は白黒の鮮明な画面のものとする。

9. 図や表には、それぞれに必ず通し番号と、タイトル(表の場合、上方に、図の場合、下方に、和文を上として、和政両文で記入)をつけ、1枚ずつ台紙か原稿用紙に貼り、本文とは別に番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。

10. 引用・参考文献は、原則として、本文の最後に

著者名のABC順に一括し、雑誌の場合には、著者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順とし、単行本の場合には著者・書名・版数・発行所・西暦年号・ページの順に記載する。なお、引用および注記は本文中文献引用箇所の右肩に、1)、2)のごとく、引用文献数字を挿入する。

11. 総説、原著論文、研究資料の原稿には、必ず別紙として、欧文規定5.a)、b)、c)に従った欧文(原則として英語)による300語以内の抄録を添える。なお、同時に欧文抄録の和訳文を添付する。
12. 掲載論文の別刷りを希望するときは、その必要部数を、あらかじめ編集委員会に申込み、原稿第1ページに「別刷り何部」と朱書する。なお、50部を超える別刷りの費用は著者負担とする。
13. 寄稿論文は下記に送付する。

〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117

東海大学体育学部内

「東海大学スポーツ医科学研究所」編集委員会

II. 欧文規定

1. 2. 3. 4. は、和文規定に同じ
5. a) 原稿は、欧文(原則として英語)とし、A4版の不透明なタイプ用紙(レターヘッド等のあるものを除く)に、通常の字体を使い、ダブルスペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文字についてはこの限りではない。また、図表説明のスペースはシングルとする。
b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、右端は約2.5センチの余白を置き、ほぼ27行にわたって書く。ページ番号は下端余白中央に書く。
c) 欧文による題目の下に著者名(ローマ字)、更に著者名の下に所属する機関名を正式英語名称に従って書く。
6. 原稿は原則として1篇につき、図表抄録を含めて刷り上がり10ページ以内とするが(刷り上がり1ページは、おおよそ600語である)、ただし、このページ数を超過した場合、あるいは特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 8. 9. 10. は、和文規定に同じ。
11. 原稿には、必ず別紙として、和文による題目・著者名・所属機関および抄録(600字以内)を添える。
12. 13. は、和文規定に同じ。

附則 この規定は1988年4月1日から適用する。

東海大学スポーツ医科学研究所

スポーツ医科学雑誌編集委員名簿 (1991.4.1)

- 1 委員長 古谷 嘉邦
- 2 委員 中野 昭一
- 3 委員 今井 望
- 4 委員 真下 悟
- 5 委員 山本 芳孝
- 6 委員 三田 信孝

東海大学スポーツ医科学研究所 所員・研究員名簿

所 員

- 1 所 長 中野 昭一 医学部教授(生理科学)、保健管理センター所長
- 2 次 長 佐藤 宣哉 体育学部教授(武道学科、柔道)
- 3 所 員 小村渡岐磨 体育学部教授(体育学科、運動心理学・陸上)、体育学部学部長
- 4 所 員 今井 望 医学部教授(整形外科)、附属大磯病院院長
- 5 所 員 今村 義正 体育学部教授(社会体育学科、心理学)、附属相模高等学校校長
- 6 所 員 古谷 嘉邦 体育学部教授(体育学科、バイオメカニクス)
- 7 所 員 齋藤 勝 体育学部教授(体育学科、運動学・バレーボール)、学務部担当部長 代々木
- 8 所 員 山本 芳孝 開発技術研究所教授
- 9 所 員 真下 悟 理学部教授(物理学科)
- 10 所 員 本間 隆夫 工学部助教授(工業化学科)、研究推進本部中央機

- 材管理センター長
11. 所員 有馬 亨 医学部助教授(整形外科学)
12. 所員 山下 泰裕 体育学部助教授(武道学科、柔道)
13. 所員 寺尾 保 医学部講師(生理科学)

研究員

1. 研究員 岡 哲雄 医学部教授(薬理学)
2. 研究員 椎名 宮雄 開発工学部教授(情報通信工学科)
3. 研究員 戸松 泰介 医学部助教授(整形外科学)
4. 研究員 白倉 克之 医学部助教授(精神科学)
5. 研究員 吉川 政夫 体育学部助教授(社会体育学科、心理学)
6. 研究員 田辺 晃久 医学部助教授(内科学1)
7. 研究員 三田 信孝 体育学部講師(社会体育学科、健康学)

6. 所員 古谷 嘉邦 テニスのサービスにおけるバイオメカニクスの研究
7. 所員 齋藤 勝 ①運動と栄養摂取に関する総合的研究、②トレーニングとスポーツ障害及びその予防研究
8. 所員 山本 芳孝 スポーツ医科学の光学計測に関する研究
9. 所員 真下 悟 筋肉内水代謝の時間領域測定
10. 所員 本間 隆夫 ヨモギ(Artemisia)より得られるフラボン配糖体の化学構造および生理活性
11. 所員 有馬 亨 スポーツにおける腰部障害と運動分析
12. 所員 山下 泰裕 運動・スポーツにおける水と栄養補給の検討
13. 所員 寺尾 保 大学運動部選手における運動生理学的能力の向上に関する基礎的研究

研究員

1. 研究員 岡 哲雄 マウス自発運動量に対するドーピング薬の反復投与の効果
2. 研究員 椎名 宮雄 運動学習機序モデルとその応用とに関する研究
3. 研究員 戸松 泰介 若年スポーツ選手の膝障害
4. 研究員 白倉 克之 リラクゼーションに関する精神生理学的研究—音楽と心身のリラクゼーション(その1)
5. 研究員 田辺 晃久 運動選手における心拍数変動からみた自律神経機能の研究
6. 研究員 吉川 政夫 スポーツ施設環境評価尺度の開発に関する研究
7. 研究員 三田 信孝 運動負荷に対する呼吸・循環機能の対応

1992年度スポーツ医科学研究所 所員・研究員研究テーマ

所員

1. 所長 中野 昭一 運動・スポーツにおける水と栄養補給の検討
2. 次長 佐藤 宣践 同上
3. 所員 小村渡岐磨 陸上競技短距離選手の性格特徴について
4. 所員 今井 望 大学サッカー部員のスポーツ障害調査
5. 所員 今村 義正 体育専攻学生のストレスに関する調査

1992年度第1回東海大学スポーツ 医科学研究所所員研究員 合同会議議事録

日 時：平成4年5月26日(火) 午後5時30分より
場 所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所 員〕中野昭一、佐藤宣踐、小村渡岐磨、
今村義正、古谷嘉邦、齋藤勝、山
本芳孝、真下悟、本間隆夫、有馬
享、山下泰裕、寺尾保

〔研究員〕岡哲雄、戸松泰介、吉川政夫、田
辺晃久

欠席者：〔所 員〕今井望

〔研究員〕白倉克之、三田信孝

議 題：A) 1991年度報告

- 1) 決算報告について
- 2) 東海大学スポーツ医科学雑誌第4号
発行について
- 3) 研究所長会議と運営会議について

B) 1992年度について

- 1) スポーツ医科学研究所の所員及び研
究員の構成について
- 2) 1992年度予算について
- 3) 研究計画について
 1. ボルツマン研究所との共同研究
について
 2. 研究所としてのプロジェクト研
究について

C) 東海大学スポーツ医科学雑誌第5号の
発行について

D) スポーツ医科学研究所建設計画につ
いて

E) その他

A) 1991年度報告

- 1) 1991年度スポーツ医科学研究所（以下、スポ
医科研）決算報告について（中野所長）

所長より1991年度スポ医科研決算報告につ
いて詳細な説明があり、スポ医科研予算分配
1,350万円は、各個人研究費・スポーツ医科学
雑誌刊行費・研究所諸経費および管理運営費
等に、さらに、総合領域研究プロジェクト研

究費（本年度配算400万円の中3,481,500円送
金）は、オーストリア・ルートヴィヒ・ボ
ルツマン研究所およびウィーン大学との協同
研究にそれぞれ使用されたことが報告された。

（別紙参照）

- 2) 東海大学スポーツ医科学雑誌第4号発行につ
いて（古谷編集委員長）

編集委員長より、東海大学スポーツ医科学
雑誌第4号の発行について経過説明があり、
前年度よりも約1ヶ月早く発行できたことが
報告された。したがって、今年度も後述の研
究論文の切までに投稿されるよう要望があっ
た。

- 3) 東海大学総合研究機構における研究所所長会
議について（中野所長）

所長より、所長会議の議事について報告が
あり、スポ医科研の建設は本年度中（1993年
1月）に着工予定のあることが報告された。

B) 1992年度について

- 1) 1992年度スポーツ医科学研究所の所員および
研究員の構成について（中野所長）

所長より、1992年度スポ医科研所員研究員
の選出の経過が説明され、本年度は新たに田
辺晃久助教授（医学部・内科学1）を研究員
として選出した旨報告され、なお来年度以降
については再検討したいことが報告された。

- 2) 1992年度スポーツ医科学研究所の予算配分につ
いて（中野所長）

所長より、1992年度スポ医科研予算案の経
過について説明があり、本年度の予算は、昨
年と同様にスポ医科研予算1,350万円、さらに
総合領域プロジェクト研究費400万円の予算
配分のあったことが報告された。

- 3) 1992年度スポーツ医科学研究所の研究計画につ
いて（中野所長）

所長より、1992年度のスポ医科研の研究計
画は、前年と同様に次の2項を重点的に行う
ことが報告された。

1. 1992年度総合領域プロジェクト研究

オーストリア・ルートヴィヒ・ボルツ
マン研究所およびウィーン大学との共同
研究プロジェクト「運動選手の心理・生

理学的研究—選手各個人の個性・知能および運動特性の把握とその応用—

昨年度は、トレーニング計画ソフトの一部に問題点が発見され、その改訂が行われ、1992年4月にはソフトの改訂も終了した。したがって、本年度前半中にはこのソフトの日本語訳に入り、以後一部東海大学運動部選手の心理学的トレーニングの試行を行う。

なお、今村所員が本年7月末日の国際心理学会（ベルギー）の終了後にウィーン大学を訪問し、コンピュータシステムの使用法等を見学したい旨、要望があった。

2. スポーツ医科学研究所所員・研究員による部門研究としての学際的研究

①運動と栄養摂取に関する総合的研究

—東海大学運動部選手の栄養状態の把握と効果的な栄養摂取方法の検討—

②運動種目別合理的トレーニングとスポーツ障害およびその予防に関する研究

以上、1991年度に引き続き2点について、各専門分野から検討を行う。

C) 東海大学スポーツ医科学雑誌第5号について（古谷編集委員長）

編集委員長より、東海大学スポーツ医科学雑誌第5号について説明があり、本年度の研究論文の申し込みが6月30日（火）で、投稿〆切は11月10日（火）までに行うように要望があった。

D) スポーツ医科学研究所建設にともなう本年度計画（中野所長）

所長より、湘南校舎プール跡地に建設されるスポ医科研の建設計画にしたがい施設、設備、機材、さらに研究体制などの確立、再検討を行うことが報告された。

なお、詳細な説明については別紙を参照されたい。

研究所所員・研究員会議配布資料 No.1

- ・1991年度スポーツ医科学研究所決算報告書
- ・1992年度スポーツ医科学研究所所員研究員名簿
- ・1992年度研究所運営方針
- ・1992年度総合研究機構プロジェクト研究計画書
- ・1992年度総合研究機構部門研究所研究計画書

・松前紀男学長新年度挨拶抜粋

1992年度第2回東海大学スポーツ 医科学研究所所員研究員 合同会議議事録

日 時：平成4年7月2日（木）午後5時30分より

場 所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室

出席者：〔所 員〕中野昭一、小村渡岐麿、今井望、
古谷嘉邦、山本芳孝、真下悟、本
間隆夫、寺尾保

〔研究員〕岡哲雄、白倉克之、吉川政夫、三
田信孝

〔施設管理課〕佐藤守夫、宗像哲夫

〔大成建設〕松村正人

欠席者：〔所 員〕佐藤宣踐、今村義正、齋藤勝、有
馬亨、山下泰裕

〔研究員〕戸松泰介、田辺晃久、椎名宮雄

議 題：1. スポーツ医科学研究所の建設について
2. 東海大学スポーツ医科学雑誌第5号について

1. スポーツ医科学研究所（以下、スポ医科研）の建設について（中野所長）

所長より、スポ医科研の具体的な建設計画の各実験室および研究室における建築に際し、あらかじめ必要となる電気の配線、電源および水道の配置、重量物の補強等を記入した図面を7月15日（水）までに提出するよう要請があった。

なお、この件に関して佐藤施設管理課長および大成建設松村建築士より新築工事、設計・申請工程、さらには実際の電源および水道の配置、重量物に関する図面の作成方法等について詳細な説明があった。

2. 東海大学スポーツ医科学雑誌第5号について（古谷編集委員長）

編集委員長より、研究論文投稿の申し込み（〆切6月30日）がまだ提出されていない所員・研究員は至急に提出するよう要望があった。

研究所所員・研究員合同会議配布資料 No.2

1992年度第3回東海大学スポーツ 医科学研究所所員研究員 合同会議議事録

日 時：平成4年10月21日(水)午後5時30分より
場 所：湘南校舎7号館体育学部2階主任教授室
出席者：〔所 員〕中野昭一、佐藤宣践、小村渡岐磨、
今村義正、齋藤勝、山本芳孝、真
下悟、本間隆夫、有馬亨、寺尾保
〔研究員〕岡哲雄、戸松泰介、白倉克之、吉
川政夫、田辺晃久、三田信孝
欠席者：〔所 員〕今井望、古谷嘉邦、山下泰裕
〔研究員〕椎名宮雄

議 題：1. スポーツ医科学研究所建設、設備・機
材・備品等について
2. ウィーンのパルツマン研究所との協定
による実験について
3. その他

1. スポーツ医科学研究所（以下、スポ医科研） 建設、設備・機材・備品等について（中野所 長）

所長より、スポ医科研の具体的な建設計画
にしたがい設備・機材、さらには研究体制な
どの確立、研究機材の再確認などを行うこと
が報告された。

したがって本年4月に各個人から提出され
た機材および備品類の品名、価格については、
各研究部門および各個人が研究目的にしたが
い、研究所開設当初実験に必要な機材のみに
ついて順位を付けて11月20日までに再度提出
されるよう要望があった。

なお、スポーツ医科学の面から、その重要
性・必要性を検討しスポ医科研としての特色
を明白にする為の関連設備についてはより優
先的に選択することが確認された。

2. ウィーンのパルツマン研究所との協定による 実験について

今村所員より、1992年7月、今村所員と吉
川研究員の2名がウィーン大学を訪問し、グ

ッドマン教授の研究所員、および教職員とコ
ンピュータシステムの使用法、ソフトの改訂
などについて意見の交換を行ったことが報告
された。

なお、会議終了後、改訂されたソフトを用
いてコンピュータシステムのデモンストレー
ションが行われた。

3. その他

1) 個人研究費について

所長より、個人研究費の使用状況につい
ての報告があり、まだ使用していない所員
および研究員は1月20日までに使用される
よう申し入れがあった。

2) スポーツ医科学雑誌第5号について

所長より、研究論文を〆切11月10日まで
に投稿されるよう要望があった。

研究所所員・研究員会議配布資料 No.3

- ・1992年度スポーツ医科学研究所所員・研究員名簿
- ・1992年度スポーツ医科学研究所所員・研究員研究
テーマ
- ・東海大学湘南校舎スポーツ医科学研究所新築工事
設計・申請工程表
- ・スポーツ医科学研究所希望備品購入予算一覧

東海大学スポーツ医科学研究所 建設に関する小委員会

日 時：平成4年10月7日(水)午後5時より
場 所：湘南校舎4号館3階4-1A会議室
出席者：〔所 員〕中野昭一、小村渡岐磨、寺尾保
〔本部調達課〕池尻正、志内哲也
〔施設管理課〕佐藤守夫、宗像哲夫
〔調達課〕根岸仁、櫻井光、古谷和久
〔大成建設〕山内信高、松村正人

各所員および研究員から提出された各実験室なら
びに研究室の電源および水道の配置、重量物等に關
する図面について、スポーツ医科学研究所（中野、
小村、寺尾）代々木校舎調達課（池尻、志内）、湘南
校舎施設管理課（佐藤、宗像）、調達課（根岸、櫻
井、古谷）および大成建設（山内、松村）の間で施
設関係の具体的な打ち合わせが行われた。

あとがき

「東海大学スポーツ医科学雑誌」は、今回で第5号の刊行となりました。

皆様方の御協力により、研究論文11、報告3、スポーツエッセイ3、を掲載することができました。エッセイは第4号と同様、体育・スポーツ以外の分野を専門とされる3名の先生方にお願ひ致しました。厚く御礼申し上げます。

今年は、新しいスポーツ医科学研究所の建物が建設される予定です。今後もより内容の充実した「東海大学スポーツ医科学雑誌」の編集に努力したいと思います。

最後になりましたが、第5号刊行にあたって御協力いただきました、東海大学関係各位、東海大学出版会各位、特に川上文雄製作課長に厚く御礼申し上げます。

1993年1月

編集委員長 古谷 嘉邦

『東海大学スポーツ医科学雑誌』

編集委員

委員長 古谷 嘉邦
委員 中野 昭一
// 今井 望
// 真下 悟
// 山本 芳孝
// 三田 信孝

東海大学スポーツ医科学雑誌 第5号 1993

発行日—— 1993年3月5日

編集—— 東海大学スポーツ医科学雑誌編集委員会

発行者—— 東海大学スポーツ医科学研究所 中野昭一
〒259-12 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211

製作—— 東海大学出版会

印刷—— 港北出版印刷株式会社

製本—— 株式会社石津製本所

組版・装丁—— 株式会社武井制作室