

鉄棒運動の授業とその計量的考察

け上がり—前回り—後回り—振りとびの連続技と体力
との関係等について

保 健 体 育 科

深野 明, 川畑栄一, 小沢治夫, 入江友生
大矢 稔

鉄棒運動の授業とその計量的考察

け上がり一前回り一後回り一振りとびの連続技と体力との関係等について

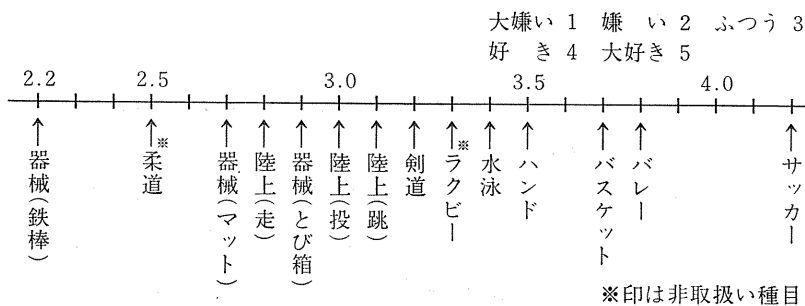
深野 明, 川畑栄一, 小沢治夫, 入江友生
大矢 稔

はじめに

鉄棒運動は懸垂・支持の運動要因から成り立ち、鉄棒を中心軸とした回転や振動の運動群である。また、鉄棒運動は器械運動の一種目であるが、器械運動が現代の文明社会において、体力の向上および身体運動で秀れた教材として特に上体部における骨格・筋・神経系の発育発達を刺激し、促進する運動であるのに対して、学習者の興味と関心は高学年に進むにしたがい低調になることは注目される場所である。

図1は、資料としては古いですが、興味度調査を行った結果である。この傾向は、現在でも授業における学習者の態度等で変わっていない。鉄棒運動が秀れた身体運動であるのに、学習者の興味が極めて低調なのが裏付けられている。器械運動への興味・関心の低さの原因には、球技系統の領域への配当率が多く、球技への親しみやすさがある。また、児童期における学習でも容易に理解ができ、集団で一つの目標に向かって技能が低ければ低いなりに到達できることである。さらに、球技系統は学習者の創意工夫によるルール設定もでき、自から興味を誘うことができることである。球技系に比較して、器械系の運動は専門の指導者が特に必要であり、容易な技術から困難な技術へと発展させる順次性がある。また、危険がともない、できる者とできない者が明瞭化された

図1 運動種目と興味度



高1年 160名 昭和49年調べ

うえに、上体部の筋力が低い者は、技術を学習する以前で明らかにできないことを予測してしまうことである。このように学習者には興味づけだけでは解決できない諸条件が含まれている。肥満体の学習者や過去に転落、負傷などのマイナスの条件などを経験した生徒には苦痛や逃避的態度が見受けられるのもその例である。

保健体育科プロジェクト研究の目的

本校の保健体育科においては、体験的な指導の積み重ねを通して、指導法の研究を進めるとともに、運動技能の有無は、体力と関係が深いという仮説のもとに、体力の有無（計量的に測れるもの）と運動技能の上達との関係を研究の基礎においてすすめることにしている。

したがって、今回の器械運動における鉄棒運動の研究も、過去に行った。剣道、陸上競技の領域の研究と同様に計量的考察を主に行ったので、ここに発表する。

研究対象

昭和54年度、高校1年生男子160名と昭和51年度、高校1年生男子1学級41名。昭和51年度のそれは、鉄棒運動の「け上がり」と筋力・練習回数等について研究を行い、昭和54年度、すなわち本研究の基礎となるものである。

副題設定の理由

鉄棒運動における「け上がり」は、高校での鉄棒運動の中心的な内容であること。また、鉄棒運動においては、容易な内容でも連続して行うことが重要であること。このようなことから本校においては、副題の内容を連続して行うことによって、筋力のうちとくに上肢、上体の諸筋群の増強と克服種目を学習することによって得られる精神の集中力、決断力等を期待するものである。

昭和51年度の研究成果

①鉄棒運動の配当時間12時間において、筋力の向上がみられた。腹筋力**、懸垂回数*、握力*、脚前拳**（但し、**=1%、*=5%で有意差）

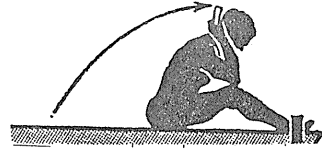
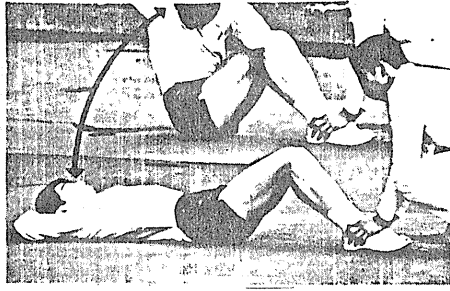
②仮筋力指数を設定し、今後の指導に予測をたてられるようになった。

$$\begin{aligned} \text{仮筋力指数} = & \{ (\text{腹筋} \times \text{脚前拳}) - 1600 \} \times 0.0003 + \{ (\text{懸垂回数}) - 5.7 \} \times 0.072 \\ & + \{ (\text{握力}) - 90 \} \times 0.017 \end{aligned}$$

この腹筋力、懸垂回数、握力の合計がプラスであれば、12時間の授業で「け上がり」ができる可能性があるとして予測されるのである。この場合、指導者の指導力が問題になるが、本校の高校1年の授業は、教師の専門性を生かしたかたちで指導が行われているので研究の対象外としてある。

筋力の測定要領について、腹筋では図2の要領で行った。ベンチか床に被験者を用意の姿勢に

図 2



(用意)

(肘を膝につける)

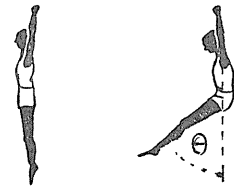
(用意の姿勢にもどる)



し、足首を補助者がおさえる。30秒間で肘を膝につける回数を測定し、その回数を数値とする。

脚前挙では、図3のように、高鉄棒を使用し被験者に「始め」の合図で脚前挙をさせ3秒後に写真撮影で脚前脚の角度を計った。膝を伸ばすことに注意するが、曲がった場合は大腿骨の大転子と腓骨の外果とを結ぶ線と鉄棒の垂線との角度をとった。

図 3



懸垂は、スポーツテストの要領と同様である。

握力は、握力計を用い、座位姿勢で左右の握力の合計を数値とした。

なを、腹筋群の1600、懸垂の5.7、握力の90の数値は41各の被験者の平均値である。また、それぞれの最後の数値は、寄与率を重みと考えて、かけてある。この仮筋力指数の数値を12時間の授業（全体時成功確率）で「け上がり」が1回でもできる可能性をだすため、次の数式を算出した。

$$y = 0.22 + 0.28x \pm 0.42 \quad (\text{データ内は} \pm 0.13)$$

$$x = \text{仮筋力指数} \quad y = \text{全体時成功確率}$$

③練習回数と全体時成功確率では、12時間の鉄棒運動の授業で何回ぐらい「け上がり」の練習をすれば「できる」ようになるかをみた。

$$y = 0.386 + 0.0028(x - 88) \pm \sqrt{4.08 \times 0.15 \left[\frac{1}{41} + \frac{(x - 88)^2}{82712} + 1 \right]}$$

信頼限界を ± 1.0 位に考えると $y=0$ をぬけだすのが95%で確実となるのは約310回となった。しかし、12時間の授業では筋力の極端に低い学習者が310回の実施をすることは無理であり昭和

表 1 記 録 表

組	番	氏名	所属 運動 クラブ	中学		部		鉄棒 好・嫌	体 育 好・嫌	天 候	気 温
				高校			部				
	実施の状況	内容	け上がり	前回り	後回り	ふりとび	身体状況、実施後の感想 その他の記録				
	教師の指導事項	成功回数									
		実施回数									
10/12 水											
13 木											

55年度現在で実施した学習者は皆無である。

なお、練習回数の調査は、表1のような形式のものを作成し、授業終了時まで記憶させ、自主記入させた。

④鉄棒の好き嫌いと実施回数・け上がりの成功回数の平均

表2にみられるように、鉄棒運動の好きな生徒は12時間の授業で、鉄棒にさわりの活動する回数が多い。鉄棒運動は嫌いでも授業に鉄棒があり、やる以上は頑張ってみようとする生徒ではけ上がりができるようになる者もいるが、嫌いと答えた生徒で回数の最も少ないのは12時間中12回しかけ上がりの練習をしてない。最高は155回の練習でけ上がりの成功回数が0回の者である。

表 2 鉄棒の好嫌いと実施回数、成功回数の平均

		N	%	実施回数の平均	成功回数の平均	成功0 回のN
鉄 棒 運 動	好	5	12.2	109.2	47.4	0
	ふつう	3	7.3	78.0	8.7	1
	嫌	27	65.9	64.8	12.6	13
	無 答	6	14.6	89.7	40.2	0
	計	41	100.0	88.0	20.6	14

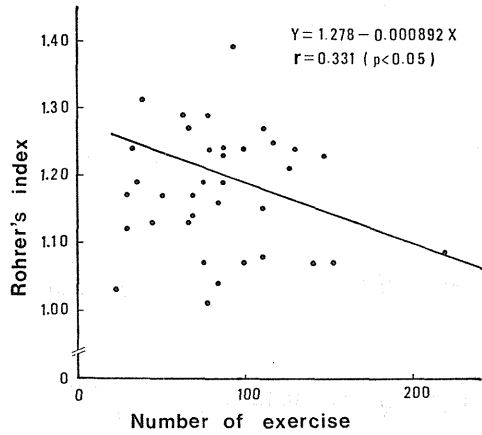
⑤練習回数とY-G性格検査の相関

練習の過程で、生徒の中にはできなくても真剣に行う生徒と指導者の個別指導中に嫌いな生徒の鉄棒に立ち向う意欲が減退する生徒があるのを見出し、生徒の性格特性と鉄棒に向う意欲の間に何等の関係があるのではないかと疑問を持った。そこで、Y-G性格検査の特徴項目と練習

表 3 練習回数とY-G性格検査の相関

性 格 特 徴	r	性 格 特 徴	r
D 抑うつ性……………	0.159	Ag 愛想の悪いこと……………	0.095
C 回帰性傾向……………	0.102	G 一般的活動性……………	0.329
I 劣等感の強いこと……	0.206	R のんきさ……………	0.169
N 神 経 質……………	0.213	T 思考的外向……………	0.077
O 客観的でないこと……	0.176	A 支 配 性……………	0.145
C ₀ 協動的でないこと……	0.106	S 社会的外向……………	0.282

図 4



回数との関係を調べた結果、表 3 の結果を得た。

⑥練習回数と Rohrer's 指数との相関

一般に筋力が弱く、肥満傾向の生徒は鉄棒運動が不得意である。不得意のために練習にも積極性のないことが指導していてもわかるのであるが、この関係を示したのが図 4 の相関図である。傾向としては高い相関ではなかったが Rohrer's 指数が少ない生徒は練習回数が多い傾向であった。

⑦12時間の鉄棒運動の授業と体力の向上について

先きに述べたように、鉄棒運動は上体の諸筋群の協同動作により、け上がり種目の学習が行われるのであるから、測定体力項目において向上がみられるのは当然である。特に表 4 にみられるように、腹筋と脚前拳、握力の向上が、12時間の授業でみられた。検定では片側検定を用いた。

表 4 12時間の鉄棒の授業と体力項目の効果について

	腹筋差	懸垂差	握力差	脚前拳差
\bar{x}	1.192	0.718	2.050	6.631
s^2	4.37	3.84	35.99	254.86
n	39	39	40	38
s	2.09	1.96	5.99	15.96
s/\sqrt{n}	0.465	0.313	0.948	2.589
片側検定 $u(0.05)s/\sqrt{n}$	0.765	0.516	1.560	4.260
$u(0.01)s/\sqrt{n}$	1.082	0.730	2.206	6.023

いずれも $\bar{x} \approx u(0.01)s/\sqrt{n}$ であることがわかる。

⑧テスト時け上がり成功確率 P' と筋力との関係

12時間のけ上がり練習と最終日におけるテストでけ上がりができる生徒と最初の時間に行った体力測定との関係をみると次のような結果を得た。

なお、テスト時成功確率 P' と筋力との関係式は次のとおりである。

表 5 テスト時成功率 P' と筋力との関係・寄与率

	(ア) pre 腹筋		(イ) pre 脚前挙		(ウ) pre 懸垂		(エ) pre 握力	
	F	ρ	F	ρ	F	ρ	F	ρ
m	40.25**	46.8%	41.9**	46.8%	53.16**	47.0%	43.08**	46.9%
x	4.67*	4.4%	7.5*	7.4%	18.67**	15.9%	7.74**	7.5%
e		48.8%		45.8%		37.1%		45.6%

腹筋回数×脚前挙角度とけ上がり $y=p'$

$$y=0.386+0.0003(x-1632)\pm\sqrt{4.10\times 0.145\left[\frac{1}{40}+\frac{(x-1632)^2}{12600000}+1\right]}$$

懸垂回数とけ上がり

$$y=0.386+0.072(x-5.659)\pm\sqrt{4.08\times 0.12\times\left[\frac{1}{41}+\frac{(x-5.659)^2}{415.22}+1\right]}$$

握力(kg)とけ上がり

$$y=0.386+0.017(x-90.30)\pm\sqrt{4.08\times 0.14\left[\frac{1}{41}+\frac{(x-90.39)^2}{3820}+1\right]}$$

以上のような結果から②の仮筋力指数を算出し、授業（鉄棒運動）のオリエンテーションと体力測定の実施を行って行っているが、ほぼ、12時間以上の授業時間があれば、本校においては75%以上、け上りを成功する生徒がいる。

昭和54年度の研究成果

副題設定の理由で述べたように、本研究は昭和51年度の研究成果をもとに、連続技の研究をするのがねらいである。

今回の計量的考察は、生徒の発育発達の時期に個人差があり、できない生徒には、体型が未発達とおもわれるような、小児的体格が連続技に不向きな点に注目し、主成分分析から考察しているとするものである。小児的体格をここでは、筋力のない生徒で、肥満傾向にあり一般活動性の低いものと規定しておく。

副題に示した、一連の組み合わせ運動を学習させる中で、「できる」生徒、「できない」生徒に及ぼす体力要因、精神要因、環境要因からみていく。体力要因としては、懸垂力、握力、腹筋力を取り上げた。精神要因としてはY-G検査のうちG項目（一般活動性）を取り上げた。環境要因としては授業時間（6時間、10時間、14時間）を取り上げたこれらの要因を取り上げた理由は、昭和51年度の研究成果で寄与率の高かったためである。

データは、身長、体重、ローレル指数、握力、懸垂、腹筋、一般活動性、練習時間で、対象生徒は、本校一年生男子160名のうち、欠測のない生徒29名である。この29名をI群（一連の組み合わせができた生徒11名）、II群（け上りに続く前回りができても、他の種目がつながらなかった生徒8名）、III群（腕立て前転=前回りはできるが、他の種目ができなかった生徒10名）に分けて考察した。

なお、群別、授業時間別の生徒の内訳は表6のとおりである。

表 6

	6 時間	10 時間	14 時間	合 計
I 群	1 人	2 人	8 人	11 名
II 群	2	1	5	8 名
III 群	2	4	4	10 名

1) 基本統計

身長(x_1) $\bar{x}_1=167.5$ $\sigma_1=3.9$ 体重(x_2) $\bar{x}_2=56.9$ $\sigma_2=6.3$ ローレル指数(x_3) $\bar{x}_3=120.3$ $\sigma_3=10.8$
 握力(x_4) $\bar{x}_4=39.5$ $\sigma_4=4.4$ 懸垂(x_5) $\bar{x}_5=6.2$ $\sigma_5=3.8$ 腹筋(x_6) $\bar{x}_6=0.43$ $\sigma_6=3.0$ 一般的活動性(x_7) $\bar{x}_7=10.7$ $\sigma_7=3.6$ 練習時間(x_8) $\bar{x}_8=11.3$ $\sigma_8=3.6$

データのうち、腹筋に関するものは、観測時間が異ったため、腹筋回数が時間と線形関係にあるとの仮説のもとに時間の影響を除去した。すなわち、腹筋回数を目的変数、観測時間を説明変数として回帰式をつくり、その残差をもって腹筋の指標とした。腹筋回数 $=0.31 \times$ 観測時間 $+11.2$ この式は20秒 \leq 観測時間 \leq 30秒で有効である。

基本統計算出前の処理として、データの相関構造を調べるために、次のような手順を踏んだ。相関係数は異常値に対して著しく非頑健なので、異常値混入をさけるためにデータを trimm した。trimm しなかったのは、懸垂と練習時間である。

2) データの相関構造

表 7

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
1.000	0.577***	-0.030	0.514	0.056	0.196	0.060	-0.296
	1.000	0.755***	0.361	-0.112	-0.071	0.242	-0.058
		1.000	0.061	-0.187	-0.222	0.247	0.145
			1.000	0.395*	0.277	0.052	-0.410*
				1.000	0.390*	-0.021	-0.061
					1.000	0.207	-0.123
						1.000	-0.050
							1.000

*** 0.1%で有意
 ** 1.0%で有意
 * 5.0%で有意

3) 3群に対する判別分析

表 8

群内平均	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
I	0.426	0.137	0.018	0.281	0.280	0.547	-0.225	0.330
II	-0.489	-0.576	-0.345	-0.138	0.860	-0.021	0.351	-0.006
III	0.167	0.309	0.253	-0.199	-0.996	-0.588	-0.034	-0.354

I 群と II 群のマハラノビス汎距離 ($F_{\alpha}(8, 19)$)

$$D_{12}^2 = 8.906 \quad F_{12} = 3.768^{**} (1\% \text{ 有意}) > 3.637$$

II 群と III 群のマハラノビス汎距離

$$D_{23}^2 = 8.016 \quad F_{23} = 3.254^* (5\% \text{ 有意}) > 2.477$$

I 群とⅢ群のマハラノビス汎距離

$$D_{13}^2 = 5.957 \quad F_{13} = 2.850^* (5\% \text{ 有意}) > 2.477$$

この各群の判別は有意となる。判別関数は次の式になる。

$$Z_{21} = 3.214 x_1 - 2.632 x_2 + 3.108 x_3 + 0.896 x_4 - 2.222 x_5 + 2.206 x_6 - 1.954 x_7 + 1.424 x_8 + 0.546$$

$$Z_{32} = -0.450 x_1 - 1.094 x_2 - 0.130 x_3 - 0.546 x_4 + 4.076 x_5 - 0.536 x_6 + 1.344 x_7 + 0.544 x_8$$

$$-0.318$$

$$Z_{31} = 2.764 x_1 - 3.726 x_2 + 2.978 x_3 + 0.350 x_4 + 1.854 x_5 + 1.670 x_6 - 0.610 x_7 + 1.968 x_8 + 0.228$$

4) 主成分分析

判別分析から I 群, II 群, III 群は単純な順序尺度のうえにはのらないことが予測されるので, x_8 を除外した 7 種の主成分を抽出した。

第 1 主成分の寄与率 = 32.4%

$$Z_1 = 0.48 x_1 + 0.59 x_2 + 0.37 x_3 + 0.45 x_4 + 0.09 x_5 + 0.14 x_6 + 0.25 x_7$$

第 2 主成分の寄与率 = 28.4%

$$Z_2 = 0.11 x_1 - 0.29 x_2 - 0.44 x_3 + 0.35 x_4 + 0.58 x_5 + 0.50 x_6 - 0.05 x_7$$

Z_1 と Z_2 で本データの 7 つの要因によるちらばりの 60% 以上を説明できること。しかも, この二つの主成分は互いに無相関となることである。

ま と め

- ① 連続技ができるグループ (I 群) は筋力が強く, 練習時間が多いほど (ここでは 14 時間実施生徒) この群に属する。
- ② け上がり一前回りのできるグループ (II 群) には, 筋力が強く, 練習時間が少ない生徒が属する。このことから, 6 時間, 10 時間の授業では, 一連の連続技の学習には無理があるといえる。
- ③ 前回りしかできないグループ (III 群) には, 未発達 (体型が小児的で, 筋力がなく, 体重が重い) な生徒が属する。

要因と群との関係でみると次のようになる。

- ① ローレル指数が高くても, 腹筋力が強く, 練習量の多い生徒ほど I 群的である。
- ② 懸垂力は著しく強いが腹筋力が弱ければ, 一般活動性が高くても II 群的である。ただし, 練習時間があと 4 ~ 6 時間あれば I 群に入る生徒がいることである。
- ③ 身長が高く体重の軽い生徒, 体重は重いが筋力系が弱い生徒は, 一般活動性が高くても III 群的である。

主成分分析からみると次のようになる。

- ① ローレル指数が高くても握力が強く, 他の要因の係数が正であれば連続技が可能である。
- ② やせていても筋力系が強ければ連続技は可能である。

(本研究は, 文部省, 昭和 51 年度, 昭和 54 年度科学研究費補助 B による)