

# スポーツ活動・身体運動の運動強度

## 第Ⅳ報 小学校体育授業時の心拍数変動(1)

杉山 允宏

(体育学研究室)

(平成7年4月28日受理)

### I. 緒 言

文部省<sup>27)</sup>は、平成3年3月に新しい小・中学校の指導要録等の参考案をまとめ、各都道府県教育委員会等に通知した。指導要録の考察の視点として社会学的、教育学的、教育評価および学校管理や教育法規の4つの視点を掲げている。主要な改善点として、指導要録の編成、学籍記録・学習記録・特別活動記録・行動記録・進路指導記録・指導上参考となる諸事項・出欠の記録等をあげ、児童生徒が主体的に自ら学ぶ意欲や能力、思考力、判断力、表現力などの能力を育成することを基本とする学力観にたつて、学習指導を創造し展開する必要があることを述べ、児童生徒の発達段階、学習の実態や一人一人の個性ができるだけ正確に把握されるような配慮がなされているように思われる。

体育の旧指導要録にある観点では運動の技能、知識・理解、運動・保健に対する関心・態度であったが、改定では運動や健康・安全への関心・意欲・態度や思考・判断となっている。すなわち、運動や健康に関わる教育としての独自性は当然のことと思われるが、これらの観点は昭和46年以前にも掲げてあり、運動の技能のみ一貫して取り上げられている。最近の体育の観点別目標をみると、いずれの観点においても、進んで楽しく、最後まで楽しく、運動の楽しさや喜びを求めて運動しようとする、喜びを味わうために必要な技能を身に付けているなどという趣旨ばかりが目立つ。これらの楽しさとか喜びを全面に押し出した趣旨を具体的に達成するためのカリキュラムの作成や指導方法には無理があり、基本的に無意味である。即ち、主観的に感じる人間の感情を学習させ高めようという点である。そういった意味から、著者は体育では、できるだけ客観的に評価できる学習内容をもっと全面に掲げ、段階的なカリキュラムに応じた学習目標や教授方法を提示すべきであると考え。人間の身体に関わる問題、より巧みに、より持続的に動ける体、身体資源が高く作業能力があり、身体的にも精神的にも抵抗力の高い身体の発達を目指した教育内容であるべきである。したがって、体育の学力や学習評価はできるだけ客観的にとらえることができ社会的にも認められるような内容であるものを重視すべきである。

他の教科にない体育の独自の機能は、第1に運動技能の学習であり、第2には身体作業能力、いわゆる体力(肉体的・精神的)の向上、第3に運動・スポーツ文化に関わる知識を習得させることであろう。これらが高めるような客観的なカリキュラム、教授-学習過程の作成は可能であり、人間の全面的発達の一翼を担うべき連鎖され統合された内容でなければならない

ことは当然である。いわゆる、体育における学力はこれらの要素を個人が学習し、体得し、向上・発達させることを意味し、その過程で人間の集団の中で学ぶ付随的な要素をも高めることを期待されるものとする。楽しさや喜びといった指導観点はそういった意味では学ぶ側の態度、感情の問題にしかすぎない。運動やスポーツを教材としてこれらの能力や知識を高めようとする体育で重要なことは、教材それ自体に接すること、即ち、動く、動けるといった身体の脊髄レベルにおける総合的発達を前提に、より巧みに動ける、より速く、より持続して動ける身体といった、いわゆるホモサピエンスとしての本能的な身体的および精神的能力をより高い次元に発達させ、維持させようとする教育観が根底に求められなければならない。

本研究は各種体育教材の教授－学習過程の最適化を前提<sup>4) 5) 6)</sup>に、知覚－運動行動の基盤となる神経－筋系、呼吸・循環器系の活動水準を問題として、小学校児童の身体運動の生理的強度を心拍数から明らかにしようとするものである。これらの研究によって、性、年齢および身体の発達水準別に、さらには、行動内容別に明らかにすることにより、各年齢における身体資源の獲得水準や身体運動発現能力水準の標準化が可能となる。そして、人間の運動・行動能力は時代の変遷とともに変容していくということを認識し、常にこれらの課題に対する探索行動が必要かつ、重要である。

## Ⅱ. 研究方法

### 1. 授業分析

- (1) 教材：①2年生のころがしドッジボール、②4年生のねらい幅跳、③6年生のバスケット

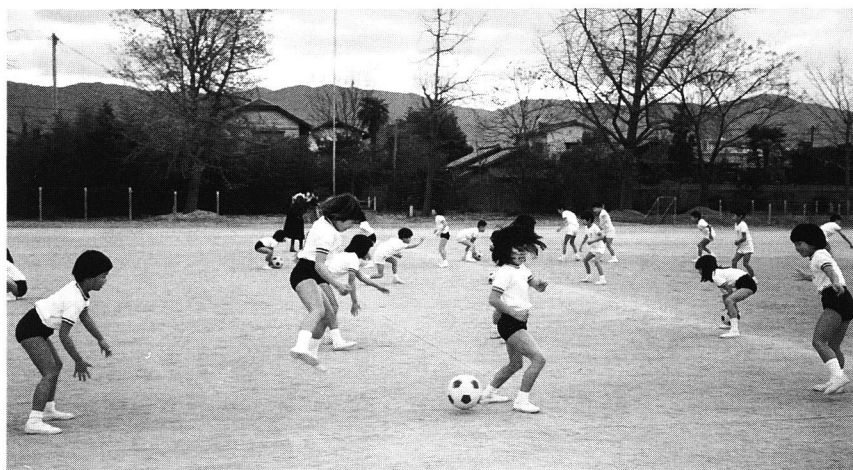


写真 2年生ころがしドッジボール

トボールの3教材の授業（写真）とした。授業時間は45分である。

(2) 行動分析：SONYのVTR（HSV）を用いて全授業を収録し、動作・時間研究法（Motion and time study method）<sup>21) 23)</sup>を用いて、再生を繰り返して、授業内容および児童の行動や動作の頻度を分析した。また、時計係を1名とし、児童1名に記録者1名をつけ、タイムスタディー記録表に時間経過にしたがって児童の運動行動を克明に記録し、VTRで確認した。

(3) 心拍数の記録：日本電機三栄製のハートテレメーターおよび2チャンネル用記録器、MACのハートコーダー、心拍メモリー装置、インターフェースおよびデジタルプリンターを

用いて連続的に記録した。ハートコーダーでは30秒間セットで記憶させた。

## 2. 呼吸循環機能の測定<sup>3)</sup>

(1) 測定項目：最大酸素摂取量 (VO<sub>2</sub> Max), 体重当たり VO<sub>2</sub> Max, 最高心拍数 (HR Max), 最高呼吸数 (RR Max), 最大換気量 (VE Max), 一回換気量 (V<sub>T</sub>), 酸素摂取率 (O<sub>2</sub> Removal), 呼吸商 (RQ)

(2) 測定方法：トレッドミルを使用し、勾配0%による All-out 走を行った。安静時間を5分間とし、被検者の能力に応じて初期の走行速度を決定した。初期の走行時間は3分間とし、100 m/min から130 m/min の範囲とした。その後1分毎に10 m ずつ増速し All-out に追い込んだ。全走行時間は7分から10分とした。採気はダグラスバッグ法、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 濃度の分析はショランダー微量ガス分析装置及び日本電機三栄製の瞬時ガスアナライザー、心拍数は胸部双極誘導法、呼吸数はサーミスター法を用いて記録した。

3. 指導者：愛媛大学教育学部附属小学校2年生、4年生、6年生のクラス担任教師各1名である。

## 4. 被検者

愛媛大学附属小学校2年生男子児童2名、女子児童1名、4年生男女児童各1名、6年生男女児童各1名、合計7名とし、運動能力等は特別に考慮せず、健康な児童を担任教師に選ばせた。

## 5. 検者

著者および愛媛大学教育学部体育科学生8名である。

## 6. 測定および実験場所

体育授業は愛媛大学附属小学校体育館およびグラウンド、呼吸循環機能測定は愛媛大学教育学部運動生理学実習室で実施した。

## III. 結果と考察

### 1. 被検者の身体的特性 (Table 1) と呼吸循環機能 (Table 2)

身長は4年生女子と6年生男子が日本人標準値より劣り、その他は標準値<sup>22)</sup>を示し、体重は2年生女子が標準値、6年生女子が標準値を上回っており、Livi 指数が22.6~23.6、Lohrel 指数が115.2~132.2の範囲を示し、全体的に見て、身長に比べて体重が少なく身体充実度がやや低い児童であった。全身持久性の指標とされている最大酸素摂取量 (VO<sub>2</sub> Max) は、2年生男子 S.H. が1.18 l/min, 体重当たりで48.0ml/kg/min, T.T. が1.45 l/min, 60.7ml/kg/min, 女子が1.37 l/min, 54.8ml/kg/min, 4年生男子が1.65 l/min, 55.9ml/kg/min, 女子が1.48 l/min, 58.7ml/kg/min, 6年生男子が1.51 l/min, 51.7ml/min, 女子が2.19 l/min, 49.0ml/kg/min であった。絶対値の VO<sub>2</sub> Max は学年が上がるに従って高くなり、体重当たりでは低くなる傾向を示していた。6年生男子のみ、VO<sub>2</sub> Max が標準値より低い値

Table 1 Characteristics of subjects

grade	subjects	items	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Livi Index	Lohrel Index
2	S. Hongu(male)		8.3	126.5	24.6	23.0	121.5
	T. Toki(male)		7.8	123.0	23.9	23.4	128.4
	K. Kume(female)		8.6	127.2	25.0	23.0	121.5
	mean		8.2	125.6	24.5	23.1	123.8
	s. d.		0.4	2.3	0.6	0.2	4.0
4	K. Owaki(male)		10.5	136.8	29.5	22.6	115.2
	F. Seike(female)		10.6	129.8	25.2	22.6	115.2
	mean		10.6	133.3	27.4	22.6	115.2
	s. d.		0.1	4.9	3.0	0.0	0.0
6	M. Onari(male)		12.2	135.8	29.2	22.7	116.6
	M. Nagao(female)		12.6	150.1	44.7	23.6	132.2
	mean		12.4	143.0	37.0	23.2	124.4
	s. d.		0.3	10.1	11.0	0.6	11.0

Table 2 Cardio-Respiratory functions of subjects

grade	subjects	$\dot{V}O_2$ Max ( $l/min$ )	$\dot{V}O_2$ Max/W ( $ml/kg/min$ )	$\dot{V}E$ Max ( $l/min$ )	HR Max ( $b/min$ )	RR Max ( $f/min$ )	$O_2$ Remov. ( $ml/l$ )	$V_T$ ( $l/f$ )	$O_2$ Pulse ( $ml/b$ )	RQ	All-out ( $min$ )
2	S. Hongu(male)	1.18	48.0	38.97	188.8	61.0	30.35	0.639	6.26	1.101	10
	T. Toki(male)	1.45	60.7	43.19	197.8	59.5	33.56	0.726	7.33	0.944	10
	K. Kume(female)	1.37	54.8	34.59	211.2	54.7	39.49	0.632	6.47	0.901	7
	mean	1.33	54.5	38.92	199.3	58.4	34.47	0.666	6.69	0.982	9.0
	s. d.	0.14	6.4	4.30	11.3	3.3	4.64	0.052	0.57	0.105	1.7
4	K. Owaki(male)	1.65	55.9	41.90	216.1	52.1	39.40	0.804	7.64	0.888	9
	F. Seike(female)	1.48	58.7	41.82	191.4	57.8	35.42	0.724	7.74	0.960	10
	mean	1.57	57.3	41.86	203.8	55.0	37.41	0.764	7.69	0.924	9.5
	s. d.	0.12	2.0	0.06	17.5	4.0	2.81	0.057	0.07	0.051	0.7
6	M. Onari(male)	1.51	51.7	42.52	202.8	66.6	35.51	0.638	7.45	1.002	10
	M. Nagao(female)	2.19	49.0	54.88	197.3	47.5	39.83	1.155	11.08	1.051	9
	mean	1.85	50.4	48.70	200.1	57.1	37.67	0.897	9.27	1.027	9.5
	s. d.	0.48	1.9	8.74	3.9	13.5	3.05	0.366	2.57	0.035	0.7

(形態的にも劣っていた)を示したが、その他の6名は標準値よりも高い値を示していた。しかし、全体的にみて、形態面は標準的ではあるが全児童の体重当たりの  $\dot{V}O_2$  Max は同年齢の日本人標準値を上回っていたことから呼吸循環機能は優れた児童であると判断した。

## 2. 心拍数 (HR) および% HR Max の変動から見た授業分析

### (1) 2年生ころがしドッジボール

Table 3 は、男子児童 S.H. の主な運動行動と頻度および教師の授業展開と内容、Fig. 1

スポーツ活動・身体運動の運動強度

Table 3 2年生ころがしドッジボール時の児童の運動行動分析及び教師の授業展開と指導内容

分類	男子児童 S. H. の行動分析				男子児童 T. T.		女子児童 K. K.		
	行動内容	頻度 (回)	時間 (分)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)
1	ボールを投げ上げキャッチ (1~2 m)	4							
2	ボールを2~3 m前方ころがしキャッチ	6							
3	ボールころがし追いかけ走 (20m×3=60m)	3	5	144.4	76.3	140.0	70.8	96.0	45.5
4	ボールキック走 (20m×2=40m)	2							
5	手でボールころがし2 m往復 (2 m×14=28 m)	14	3	157.2	83.3	103.8	52.5	102.5	48.5
6	4人1組縦列中当て鬼ボールころがし (1) ジャンプして逃げる (2) ころがせて当てる	40 7	6	144.5	76.5	136.1	68.8	97.6	46.2
7	直径2 m円ボールころがしドッジボール (1) 円内でボールをかわす (2) 円外からボールをころがせて当てる	51 45	17	150.6	79.8	140.1	70.8	94.4	44.7
8	模範ゲーム		3	147.3	77.7	120.3	61.0	112.7	53.3
全授業時間における平均心拍数と%HR Max				145.2	76.9	132.3	66.9	99.2	47.0
教師の授業内容									
経過時間 (分)	授業展開			指導内容					
0~2	集合・説明			本時のめあての説明：ボールを取り扱ったゲームについて					
2~11	準備運動			準備運動の方法説明：「高く」「速く」の指示を与える					
11~13	グループ作り			男女混合各2名のグループを作る					
13~19	4人1組縦列ボール当てゲーム			ゲーム方法の説明巡視し、上手にゲームの行えないグループの指導					
19~20	集合・説明			円形ころがしドッジボールの方法説明					
20~37	円形ころがしドッジボールゲーム			ルールは各グループが独自につくるように説明：各グループを巡視し、ゲーム方法のわからない児童にころがせ方や逃げ方を示範し、アドバイスする					
38~39	集合・説明			模範ゲームの説明					
39~41	模範ゲーム			上手にころがしドッジボールが出来た児童に拳手させ、グループを作り、ゲームを行わせる					
41~42	集合			反省・次時の説明を行う					

は男子児童 S.H., T.T. と女子児童 K.K. の心拍数変動を示したものである。S.H. の行動をみると、5分間の準備運動時に、ボールの投げ上げを4回、ボールを2~3 m前方にころがせて追う動きを6回、ボールをころがせて走って追う動きを3回 (20m×3=60m)、ボール

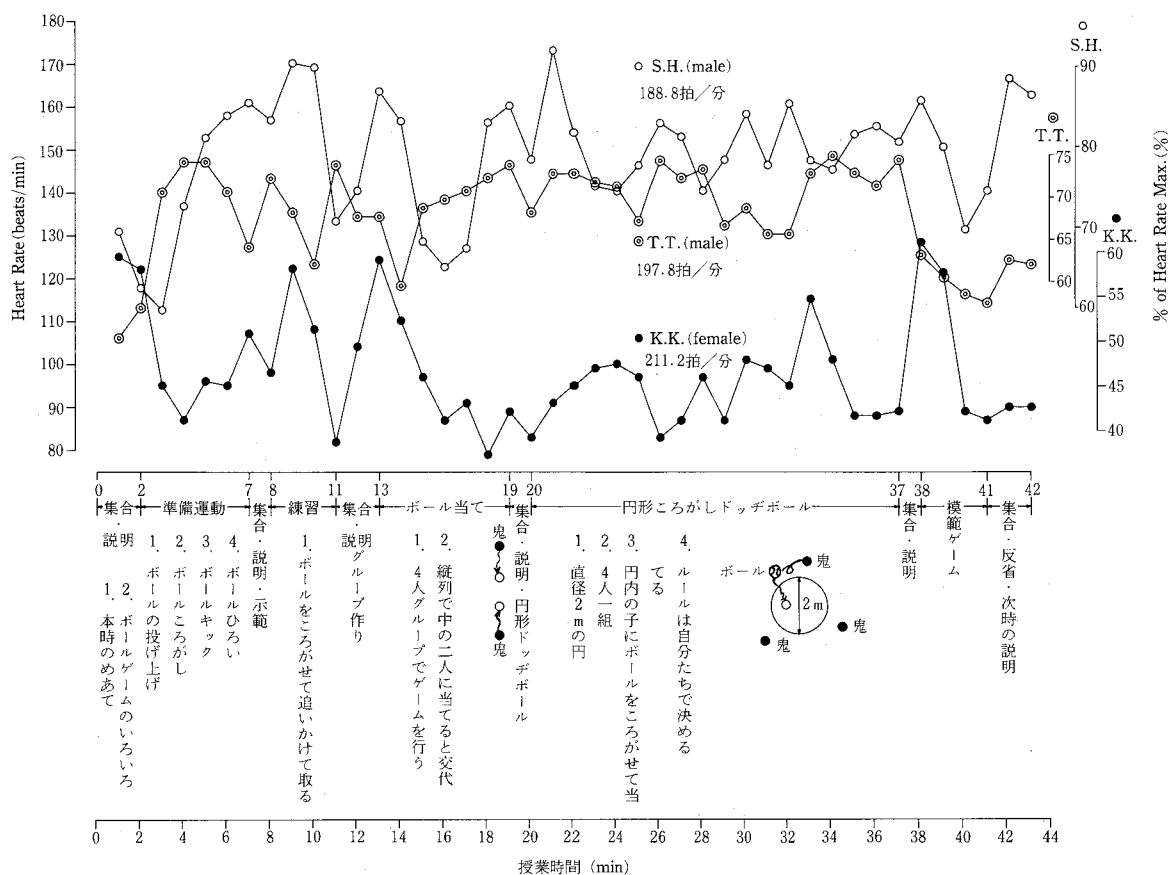


Fig. 1 2年生児童「ころがしドッジボール」時の心拍数変動（グラウンド）

をキックして走って追う動きを2回（ $20\text{m} \times 2 = 40\text{m}$ ）行っていた。この時の平均心拍数は144.4拍/分、76.3% HR Maxであった。教師の短時間の説明・示範後、引き続き、手でボールをころがせながら2mの距離の往復運動は14回（ $2\text{m} \times 14 = 28\text{m}$ ）で、その時の平均心拍数は157.2拍/分、83.3% HR Maxとなり、13拍、7% HR Maxの増加がみられた。グループ作り・説明後、4人1組の縦列中当てて鬼遊び時には、ジャンプして身をかかわす動きを40回、鬼になってボールをころがせて当てる動きを7回し、逃げる回数が多くみられた。この時の平均心拍数は144.5拍/分、76.5% HR Maxとなった。授業開始20分後に、直径2mの円を使用したころがしドッジボールの主運動に入った。円内でボールをかかわす動きを51回、外からボールをころがせて当てる動きを45回行い、その時の平均心拍数は150.6拍/分、79.8% HR Maxであった。運動時間の合計は31分間で、運動中の平均心拍数は149.3拍/分、79.1% HR Maxとなった。全授業時間の平均心拍数はS.H.が145.2拍/分、76.9% HR Max、T.T.が132.3拍/分、66.9% HR Max、K.K.が99.2拍/分、47.0% HR Maxを示し、特に、女子児童は運動時の動きが少なく、男子児童に比べて極めて低い運動強度を示していた。教師は準備運動時に、「高く」、「速く」などの指示や示範を示し、18分間の主運動時には、巡視しながら、上手にころがせて当てる方法や逃げ方などをアドバイスする指導にとどまっていた。

(2) 4年生ねらい幅跳び

Table 4は、は男子児童K.O.の主な運動行動と頻度および教師の授業展開と内容、Fig. 2はK.O.と女子児童F.S.の心拍数変動を示したものである。準備運動12分間における、

Table 4 4年生ねらい幅跳び時の児童の運動行動分析及び教師の授業展開と指導内容

分類	男子児童 K.O. の 行 動 分 析				女子児童 F.S.		
	行 動 内 容	頻度 (回)	時間 (分)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)
1	体育館内を走り教師の笛の合図で止まる (Go and Stop)	2					
2	うさぎとびで跳ねる (Rabbit Jump)						
3	スキップしながら1, 2, 3でジャンプ (Skip and Jump)	9					
4	リングを散在させてリングからリングへ渡る鬼ごっこ		12	170.3	78.6	134.8	70.3
5	教師の数の合図によるグループづくり	2					
6	2人組で相手の動作をまねる人間鏡 (2m左右移動)						
7	2人組で膝立て両手水平開きの高さを1人が跳び越し し潜り	6					
8	幅跳び	6	12	146.0	67.5	106.3	55.1
9	班別対抗ねらい幅跳び		(9)	128.8	59.9	118.0	61.7
10	整理体操 (1) 足首ひねり 左右 (2) 膝屈伸 (3) 深呼吸	1 5 2	2	115.5	53.0	95.5	49.5
全授業時間における平均心拍数と%HR Max			26	141.2	65.3	113.3	59.2
教 師 の 教 授 内 容							
経過時間 (分)	授 業 展 開	指 導 内 容					
0~4	集合・説明	本時のめあての説明：方法や試技回数について					
4~16	準備運動	準備運動の方法説明・示範：多種多様な動きをスピーディに与え児童の興味を高める					
16~29	ねらい幅跳び	実施上の諸注意及び巡視：特に技術的指導なし					
29~35	班別の得点化	得点化を行わせる：各班毎に記録用紙に基いて行わせる。黒板にクラスの大記録表を貼付して利用させる。次時の説明を行う					
35~44	班別対抗ねらい幅跳び	方法や要領について説明					
44~47	整理体操	示範					

K.O. の運動行動をみると、教師の笛の合図による Go and Stop を2回、うさぎ跳び、Skip and Jump を9回、リングからリングへ渡る鬼ごっこ、教師の数の合図によるグループづくり2回、人間鏡（相手の動作を真似る）、膝立て両手水平の高さで10秒間の飛び越し潜りを6回などを実施していた。その時の平均心拍数は、170.3拍/分、78.6% HR Max であった。説明・諸注意後、12分間のねらい幅跳びを6回実施し、その時の平均心拍数は146.3拍/分、67.5% HR Max であった。その後、5分間で班別に個人毎の得点化の話し合いを行っており、心拍数は114拍/分、52.8% HR Max まで回復していた。説明後、9分間の班別対抗戦を実施し、その間の最高値は152拍/分、70.3% HR Max を示し、平均心拍数は、128.8拍/分、59.9% HR Max であった。整理運動時は、足首ひねり1回、膝屈伸5回、深呼吸2回であり、反省・次時の説明終了時に105拍/分、48.6% HR Max を示した。全時間の平均心拍数は、

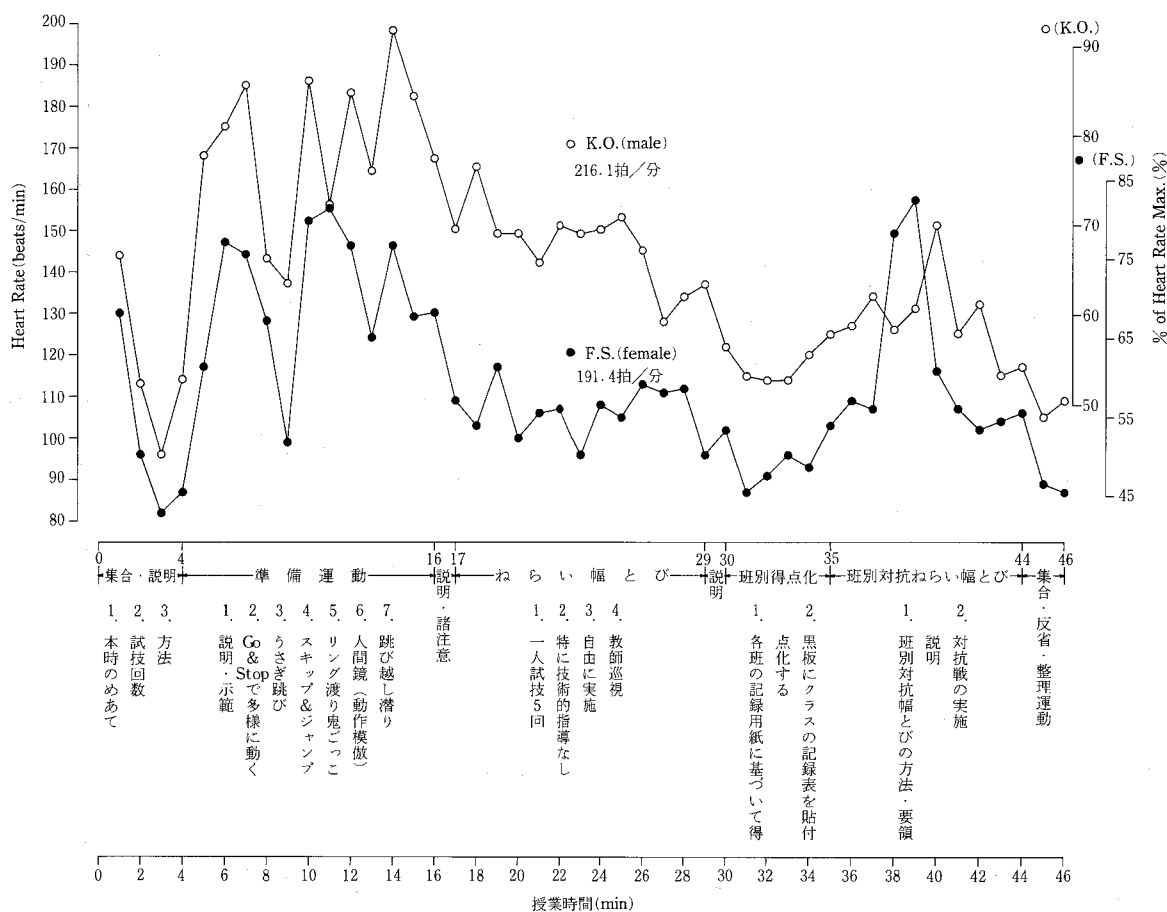


Fig. 2 4年生児童「ねらい幅とび」時の心拍数変動 (体育館)

K.O. が141.2拍/分, 65.3% HR Max, F.S. が113.3拍/分, 59.2% HR Max を示し, 女子児童 F.S. の心拍数の変動は全時間を通して, ほぼ25拍~30拍/分, 5~10% HR Max ほど低い水準であり, K.O. と極めて類似した変動を示していたが, 対抗戦時に157拍/分, 82.0% HR Max の最高値となり, K.O. よりも高い運動強度を示した。この授業時は各個人の能力に応じたねらい幅とびを目標とし, 教師は12分間の主運動時に試技回数を5回と限定しており, 与えた時間の割合には実際に跳ぶ回数が極めて少なかったと考えられる。しかし, 主運動に入る前の準備運動時に多種多様な動きをスピーディーに与え, 本時の目標に興味を与えるよう配慮していた。

(3) 6年生バスケットボール

Table 5 は, 女子児童 M.N. の主な運動行動と頻度および教師の授業展開と内容, Fig. 3 は M.N. と男子児童 M.O. の心拍数変動を示したものである。M.N. の運動行動と心拍数変動についてみると, 足元での8の字ボールころがし, 8の字ボールドリブル, 足でボールを挟んで上に上げて取る動作をそれぞれ2~3回実施し, その時の平均心拍数は103.3拍/分, 52.4% HR Max であった。集合・説明後, 班別練習に入り, 3m四方のコートライン上をボールをころがせて21m走る, 同ライン上をドリブルで39m走る, 3人1組で3角形を作りドリブル・スロウ・キャッチを交代しながら11回繰り返す運動動作時の平均心拍数は, 116.2拍/分, 58.9% HR Max であった。また, 同じコートを使用した3対3のパスゲーム時のパス回数は31回



Table 5 6年生バスケットボール時の児童の運動行動分析及び教師の授業展開と指導内容

分類	女子児童 M.N. の 行 動 分 析					男子児童 M.O.	
	行 動 内 容	頻度 (回)	時間 (分)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)	平均心拍数 (b/min)	% HR Max (%)
1	ボールを足元で8の字ころがしを行う	各 2~3	2	103.3	52.4	100.0	49.0
2	8の字ドリブルを行う						
3	足でボールをはさんで上に上げキャッチする						
4	3 m四方のコートライン上をボールころがして走る (21m)	1.5	5	116.2	58.9	96.4	47.4
5	同上ライン上をドリブルで走る (39m)	3.3					
6	3人組で三角形を作りドリブル後ボールを上げて前の人にキャッチさせる	11					
7	3対3のバスゲーム (バス回数)	31	13	107.4	54.4	110.5	54.5
8	ゲーム (1) パス (2) シュート	6 1	2	126.2	64.0	107.2	52.4
9	整理運動 (1) 膝 屈 伸 (2) アキレス腱伸ばし (3) 体の前後屈 (4) 体の側屈	各 2~3	1	101.0	51.0	103.5	51.0
全授業時間における平均心拍数と%HR Max				108.2	54.8	105.3	51.9
教 師 の 教 授 内 容							
経過時間 (分)	授 業 展 開	指 導 内 容					
1~3	準備運動	準備運動の示範					
3~10	ドリブル練習	ドリブル練習の説明・示範					
10~18	バス練習	正方形のコートを使用し、3対3のバス練習方法を黒板を使って説明					
18~40	3対3のバスゲーム 前半グループ：ゲーム 後半グループ：見学 交代・作戦・反省	試合実施上の注意を説明 (1) 2班に分ける 前半にゲームを行うグループは教師の説明を聞く 後半実施グループは各班バス練習を行う (2) ゲームの実施 見学グループには作戦をたてさせたり、ゲーム終了グループにはパスやドリブルの有効な使い方をアドバイスする					
40~44	整理運動	整理運動の示範					

で、その時の平均心拍数は107.4拍/分、54.4% HR Max に相当していた。ゲームは1チーム3人で、時間は2分間であり、平均心拍数は126.2拍/分、64.0% HR Max であった。整理運動時の平均心拍数は101.1拍/分、51.0% HR Max に回復していた。授業中の運動時間は23分間で、平均心拍数は111.2拍/分、56.4% HR Max を示した。全時間の平均心拍数は M.O. が105.3拍/分、51.9% HR Max, M.N. が108.2拍/分、54.8% HR Max を示し、男子児童の方が全時間を通してやや低い運動強度を示した。本時では、ほぼ20分のバスゲームが展開されており、ゲームに移って、移動距離や行動範囲が増大し、パスやドリブル練習時に見られない心拍数の上昇が見られたが、教師はクラスを2分し、前半と後半で交代させた上、1チーム3人としたため、ゲーム時間とゲーム回数が少なく、見学や話し合いの時間が多くなる結果となっていた。

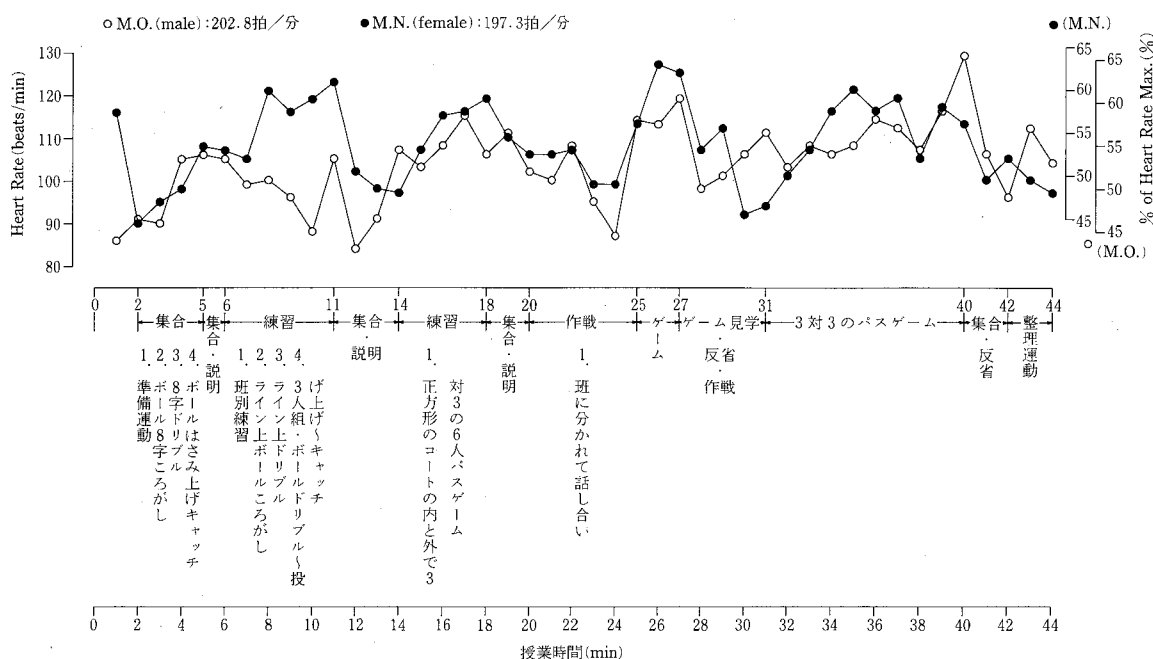


Fig. 3 6年生児童「バスケットボール」時の心拍数変動（グラウンド）

#### Ⅳ. 論 議

身体の形態や機能が成人に向かって急速に、しかも直線的に発育・発達する小・中学校期の身体運動やスポーツ活動の実践は極めて重要である。小学校体育では児童が多種多様な運動動作を習得し、それらの動作を更に拡大させて、運動技能を高めるとともに、瞬発性や持続性などのエネルギー的体力を蓄える事のできる身体を発達させるような授業内容と展開が重要である。そのための教授－学習研究、いわゆる授業研究は教師の教授活動、児童・生徒の学習活動および教材内容の諸要素、あるいは、それら諸要素間の関係を最適化するために必要な教師の活動である。<sup>4) 5) 6)</sup> 授業研究を概観してみると、大段、<sup>15)</sup> は長距離走のような単調な運動の持続では学習者の目標に対する動機づけ、意欲や積極的な学習態度を作り上げて行く事の重要性を述べている。また、体力向上に適した運動刺激、運動量を確保するための運動強度の水準を心拍数や% VO<sub>2</sub> Max から明らかにした運動生理学的研究は、福永等<sup>7) 8)</sup>、石河等<sup>10)</sup>、浅野等<sup>2)</sup>、青木等<sup>1)</sup>、加賀谷等<sup>11) 12)</sup> 杉山等<sup>16) 17) 18) 19)</sup> の授業研究に多くみられる。山地<sup>24)</sup> らは全身持久性の指標とされている最大酸素摂取量の比率と心拍数が直線関係にあることを述べ、心拍数から運動強度の推定が可能であり運動処方<sup>25)</sup> の指標として採用できることを報告している。Karvonen は身体の作業能力を高めるためのトレーニング負荷が心拍数130拍/分以上の全身運動でなければ効果は期待できないと述べている。猪飼たち<sup>9)</sup> は心拍数が130拍/分から140拍/分の時、最大酸素摂取量の60%～70%を示すとし、吉村<sup>25)</sup> はこれは発達刺激として効果が期待できる運動強度であることを述べている。

本研究の結果をみると、2年生ころがしドッジボールでは手でボールをころがせて2mの距離を14回実施したときの平均心拍数が157.2拍/分、83.3% HR Max で、授業全体の平均心拍数は男子児童が132.3拍～145.2拍/分、66.9%～76.9% HR Max、女子児童は99.2拍/分、47.0

% HR Max であった。4年生ねらい幅跳び練習時では、男子児童が146.0拍/分、67.5% HR Max, 女子児童が106.3拍/分、55.1% HR Max, 全体の平均心拍数は前者が141.2拍/分、65.3% HR Max, 後者が113.3拍/分、59.2% HR Max を示した。6年生バスケットボール時の男女の全体の平均心拍数は105.3~108.2拍/分、51.9%~54.8% VO<sub>2</sub> Max の範囲であった。全教材において、男子児童の運動強度水準は女子児童よりも高く、特に、ころがしドッチボールおよびねらい幅跳びで、32拍~45拍/分、20%~30% HR Max 上回っていた。しかし、女子児童が模範として選ばれてゲームを実施した時に128.2拍/分、61.3% HR Max の最高値を記録していた。これらの結果は授業の展開方法、個々人の学習の動機づけ、競争意識や意欲の喚起によって、生体負担度がかなり変動することを示している。加賀谷<sup>11)</sup> は子供たちに多種多様の動きを多く並べすぎて運動がこま切れになるとかえって運動量が低くなることを述べている。ころがしドッチボールのような小学校低学年の「基本の運動」や「ゲーム」では、自由自在に投げたり、跳んだり、かわしたりする敏捷な動き方の学習を通して、体育で必要な運動量（心拍数180拍/分以上）を確保できるような指導内容が工夫されなければならない。本研究におけるころがしドッチボールゲームでは、同じ授業展開であっても、女子児童のように取りそこねたボールを拾いにいく時間待ち、座り込んでのボールころがし、ボールをゆっくり歩いて取りに行くような運動行動や教師の与える学習課題量が少ない事から児童の興味が減少し、運動量が低くなることが明らかとなった。また、ボールを扱うときの姿勢や移動距離の長短で運動強度が高まることが推察された<sup>26)</sup>。活動量の個人差について、栗田<sup>13) 14)</sup> は、バレーボール授業を実施し、技術的に優れ積極的に活動している生徒は心拍数が、180拍/分にまで上がっているが、あまり上手でなくふてくされた生徒は100拍/分前後であったことを報告している。加賀谷<sup>11) 12)</sup> は、技術学習場面の多い授業ではどうしても説明や子供たちの相互観察が必要となるため、運動が連続的に行われることが少なく、時間の条件が少なくなるため運動量の確保が困難であることを述べている。本研究のねらい幅跳びでは、個人の能力に応じた記録に到達することを目標とし、試技回数は5回に限定したため、主運動時の心拍数は低かったが、準備運動時12分間に多様な運動動作や遊びで運動強度を高めていた。吉村<sup>25)</sup> はソフトボールを除き、ボールゲームは走、跳を主にした機敏な動きが要求されるので容易に180拍/分~190拍/分の負荷になり、体力向上のための運動としても適していると述べている。6年生バスケットボールでは男女とも最高値が130拍/分を越えておらず極めて低い運動強度であった。この原因については、コートが3m四方と小さく、パスおよびドリブル練習の移動範囲が限られていたことや他チームの試合見学時間が長かったことが考えられる。

小学校体育の低、中、高学年授業時の児童の行動分析および心拍数変動から、生体に与える負担度について検討してきた。教師の授業展開や内容によって子供の運動量や学習水準が随分異なり、教師は明確な目標を設定することが重要であり運動・動作のねらいを明らかにし、それに接近するための方法論の確立と実践が必要と考える。男子児童の方が全体的に高い運動強度の水準で行動していた。エネルギー系の発達を促進する場合、運動・動作の頻度よりも、速さ、持続時間、行動範囲や移動距離の拡大の必要性が示唆される<sup>26)</sup>。また、具体的な課題を設定して、意欲や克服の喚起による情動能の発達を促進させるような展開も重要となろう。小学校期における多種多様な動作や動きの習得は神経-筋系システムの発達を意味し、この時期の年間発達量は極めて高いと言われている。そして、学年が上がるにしたがってこれらの拡大を図るとともに、エネルギー系の身体資源を高めていくことが大切である。さらには、個人およ

び集団プレイの中での個々の意欲、相互の協調、激励やリーダーシップなどの精神的側面の発達も期待される。子供の時の運動は一生の身体をつくる、運動やスポーツを大人になってからも実践していく行動感覚は子供のときにどれだけ多くの運動動作を経験し、スポーツ・レクレーション等に参加したかによって決定される。本年度から全国の小・中学校は週休2日制が月2回実施されており、余暇の拡大を余儀なくされている今日、運動やスポーツ・レクレーションに費やされる時間も増大していくことを期待したい。

## V. 要 約

愛媛大学付属小学校2年生「ころがしドッチボール」、4年生「ねらい幅跳び」および6年生「バスケットボール」授業時の児童の心拍数変動から生理的運動強度の水準や教授-学習の在り方について検討した。結果は下記のように要約される。

(1) 2年生ころがしドッチボール時の平均心拍数は男子児童が145.2拍/分、76.9% HR Max と132.3拍/分、66.9% HR Max, 女子児童が99.2拍/分、47.0% HR Max となり、前者は後者よりも32拍~45拍/分、20%~30% HR Max ほど高い運動強度を示した。

(2) 4年生ねらい幅跳び時の平均心拍数は男子児童が141.2拍/分、65.3% HR Max, 女子児童が113.3拍/分、59.2% HR Max となり、前者は後者よりも28拍/分、6% HR Max ほど高い運動強度を示した。

(3) 6年生バスケットボール時の平均心拍数は男子児童が108.2拍/分、54.8% HR Max, 女子児童が105.3拍/分、51.9% HR Max となり両者の差は見られず、しかも、極めて低い運動強度を示した。

(4) 女子児童はエネルギー系の身体資源を高めるために必要な運動刺激に達しておらず、学習の動機づけや意欲の喚起によって運動強度が高まることが示唆された。

(5) 運動動作の頻度よりも速さ、持続時間、行動範囲や移動距離の拡大が運動強度を高めていることから、教師は学習内容や授業展開の方法を探索し、学習者に明確な課題を与え必要な運動量を確保させることが重要である。

## 参 考 文 献

- 1) 青木純一郎他：持久走を中心とした体育授業の生理学的効果，体育科学，第7巻，30-60，1979.
- 2) 浅野勝巳他：小中学校における体操の運動強度に関する実験的研究，体育科学，第7巻，1-9，1979.
- 3) Åstrand P.O. : Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age, Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- 4) 萩原 仁，調枝孝治：人間の知覚-運動行動，不昧堂，1975.
- 5) 萩原 仁，調枝孝治：知覚-運動行動のシステム分析，不昧堂，1976.
- 6) 萩原 仁，調枝孝治：知覚-運動行動の組織化，不昧堂，1977.
- 7) 福永哲夫，湯浅景元：全身持久性トレーニング手段としてのテニス，サッカー，バレーボール基本運動の強度，体育科学，第6巻，90-95，1973.
- 8) 福永哲夫他：小学校体育授業「体操」の運動強度，体育科学，第7巻，10-21，1979.
- 9) 猪飼道夫，山地啓司：心拍数からみた運動強度，体育の科学，第21巻，9号，589-593，1971.
- 10) 石河利寛他：小学生における陸上競技教材を中心とした体育授業の運動強度，体育科学，第8巻，58-64，1980.

- 11) 加賀谷熙彦：体力を高める体育授業の在り方，*体育の科学*，第30巻，1号，41-45，1980.
- 12) 加賀谷熙彦：子供の体力の発達からみた「基本の運動」「ゲーム」，*体育科教育*，第28巻，6号，19-22，19.
- 13) 栗田憲昭：運動時心拍数からみた個人差と指導，*新体育*，45，120-121，1975.
- 14) 栗田憲昭：運動量をめぐる現場の問題点，*体育の科学*，第29巻，1号，61-68，1979.
- 15) 大段員美：体育授業の改善と授業分析，*体育科教育*，第27巻，9号16-19，1979.
- 16) 杉山允宏：生理的運動強度からみた柔道技能の運動強度，*昭和62年度文部省科学研究成果報告書*，1987.
- 17) 杉山允宏，岡田英治：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第I報，サッカーの練習強度，*愛媛大学教育学部紀要*，第I部，*教育科学*，第40巻，第2号，65-76，1994.
- 18) 杉山允宏，三好尊史，上岡範雄：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第II報，テニスの基礎技術，*愛媛大学教育学部紀要*，第I部，*教育科学*，第41巻，第1号，123-136，1994.
- 19) 杉山允宏，梶谷宗範：スポーツ活動・身体運動の運動強度，第III報柔道の技別比較，*愛媛大学教育学部紀要*，第I部，*教育科学*，第41巻，第2号，97-110，1995.
- 20) 杉山允宏，水口雅志：柔道における連続打ち込みと交互打ち込みの運動強度，*柔道*，第55巻，第1号，66-72，1984.
- 21) 通商産業省産業合理化審議会管理部会編，*作業研究*：日刊工業新聞社，1968.
- 22) 東京都立大学身体適性学研究所：日本人の体力標準値，第4版，1989.
- 23) 高木貫一他：体育における動作・時間研究の意義について，*体育学研究*，第7巻，1号，29，1962.
- 24) 山地啓司：運動処方のための心拍数の科学，大修館書店，1981.
- 25) 吉村雅道：体力を高めるための体育指導，*体育の科学*，第22巻，4号，250-253，1972.
- 26) 湯浅景元：テニス・サッカー・バレーボールの有酸素的作業能，*中京大学体育学部紀要*，Vol. 17，No. 3，51-62，1976.
- 27) 文部省内指導要録研究会監修：平成3年改訂小学校児童「新指導要録の解説と実務」，初版第1刷，図書文化社，1991.

# Motor Intensity of Physical Exercise and Sport Activity – Report IV – Change of heart rate in elementary school physical education class

Masahiro SUGIYAMA  
*Faculty of Education, University of Ehime*  
*Bunkyo, Matsuyama, Ehime, Japan*

## Abstract

Heart rate and % HR Max of children in physical education were measured at Ehime university attached elementary school ; rolling dodgeball for 2nd graders, estimating broad jump for 4th graders and basketball for 6th graders. Aerobic work capacity was measured by using Dougrass-bag method and all-out running on the tread mill. The results obtained were as follows :

- 1) Mean heart rate and % HR Max in rolling dodgeball were 145.2b/min, 76.9% and 132.3b/min, 66.9% on male children, and 99.2b/min, 47.0% on a female child. The former had higher heart rate of 32 beats ~45 beats/min and 20%~30% HR Max than the latter.
- 2) Mean heart rate and % HR Max in the estimating broad jump were 142.2b/min, 65.3% HR Max on a male child and 113.3b/min, 59.2% HR Max on a female child. Male heart rate was higher 28b/min and 6% HR Max than female.
- 3) Mean heart rate and % HR Max in the basketball were 108.2b/min, 54.8% HR Max on a male child and 105.3b/min, 51.9% HR Max on a female child. The difference of intensity on both sexes was not clear but physiological motor intensity was very low.
- 4) Motor intensity of female children didn't reach the level required for developing the energetic physical resources.
- 5) It is important for a teacher to study the learning contents and the development of lecture and impose clear subject to the learner.
- 6) It is considered that magnification of durable time, range and distance of movement raise the physiological motor intensity higher than frequency of motion.