

コンピュータを利用した保健体育の授業—第1報—
体育におけるコンピュータ利用の可能性と試み

筑波大学附属駒場中高等学校・保健体育科

小沢 治夫・深野 明・入江 友生

岡崎 勝博・合田 浩二

東京大学教養学部・保健体育科

松尾 彰文

コンピュータを利用した保健体育の授業—第1報—

体育におけるコンピュータ利用の可能性と試み

筑波大学附属駒場中高等学校・保健体育科

小沢 治夫・深野 明・入江 友生

岡崎 勝博・合田 浩二

東京大学教養学部・保健体育科

松尾 彰文

はじめに

保健体育，とりわけ体育はスポーツのなかで数字を扱う科目であり，生徒の競技記録をもとにその到達度や伸び率をひとつの評価にしている。また適切な運動負荷であったかどうかの指標として心拍数を用い，運動中や運動後の心拍応答を脈診によって測定し，授業のなかで実践している例は多い。

近年，情報処理のためにコンピュータを学校に導入するケースが多くなっている。しかし，前述のごとく体育における多くのデータをコンピュータによって処理したり，あるいはそれらを授業で使ったりという例は必ずしも多くない。

そこで我々は，授業の中で得られる数的データをコンピュータを用いることによって，さらに処理を加え，それらを活用した授業を試み，その授業への応用の可能性について検討を行った。コンピュータはいまや全国の中学や高校にも多く設置されているが，それらが保健体育の授業に生かされている例は多くない。本研究ではこれらコンピュータの活用法についても同時に検討するものである。

検討内容は以下の3つである。

- 1) 心拍数からみた授業中の運動強度の測定とその応用について
- 2) スポーツテスト結果のコンピュータによる利用と応用について
- 3) 予測値に基づいた陸上競技の授業

方法

調査の対象となったのは，1)～3)の検討内容によって人数や学年は異なるが，筑波大学附属駒場中高等学校の男子生徒840名である。

使用したコンピュータは，主としてアップル社製マッキントッシュ（パワーブック・デュオ，

SE, SE30, LC, クアドラ)であるがデータの整理には適宜NEC-PC9801も使用した。

I. 『心拍数からみた授業中の運動強度の測定とその応用について』の検討

運動中の心拍数を測ることについては、その運動が適切であったかどうか、あるいは保健分野の「循環器系の働き」や体育理論「運動処方と体力トレーニング」などとも関連させながら学習させることが一般的には行われている。しかし、頸動脈あるいは橈骨動脈の触診による方法は、前述した学習内容を理解させる手だてとしては有用な方法といえるが、誤差の大きい方法である。山地は、心拍数の測定による誤差は120拍/分を越えると次第に大きくなり、160拍/分程度からはさらに拡大するので触診による方法は信頼性が低く、器具による方法が望ましいと報告している。実際、われわれが授業で心拍数の測定を生徒自身に行わせても、4000メートル走後の心拍数が300拍/分であったり息を切らして疲労困憊しているのに120拍/分であったりすることは日常しばしば経験することである。また、スポーツテストにおけるステップテスト（踏み台昇降運動テスト）が1500メートル走を始めとするパフォーマンステストとほとんど相関しないことについては我々をはじめ多くの研究者が指摘するところであり、それには心拍数の触診による誤差が大きく寄与していることが報告されている。

このように運動中の心拍数を正確に測るためには、心電計を用いたりして器械的に測定されなければならない。しかし器械による方法は、経済的にも限界があるだけでなく、測定自体が簡便でなく、中等教育の現場では利用しにくい側面があった。これまでわれわれが、運動の負荷を測定し、授業で活用してきた方法を以下に紹介する。

1970年代：テレメータによる方法（図1）

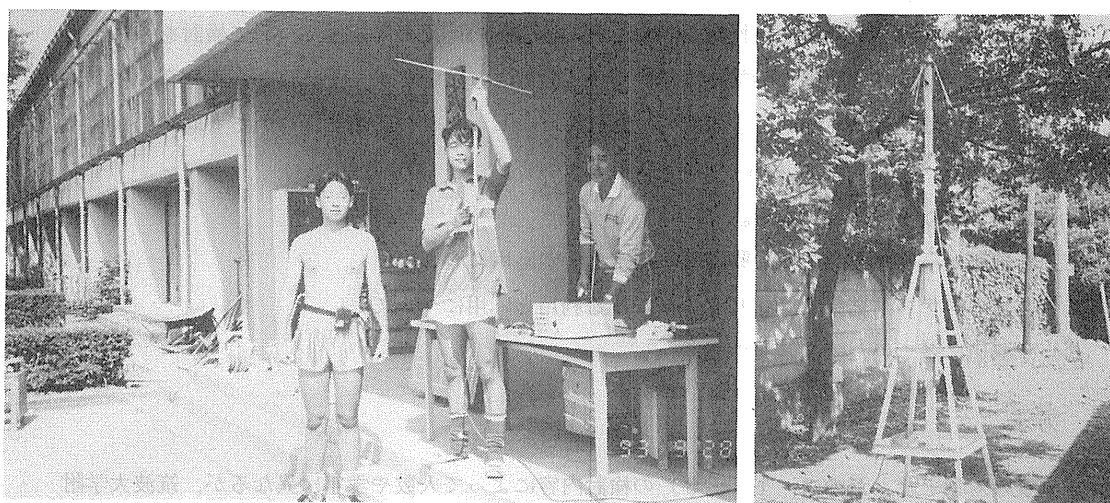


図1. テレメータによる心電図の記録：T字型のアンテナで電波をとらえ測定する。
遠距離の場合には写真右のような大型アンテナも用いる。

この方法は、電極を胸につけ、アンテナを立てて運動中の心電図を測定し、心電図波形のR-R間隔から心拍数を逆算して求める方法である。経費的にも、人的にも、測定方法の煩雑さから

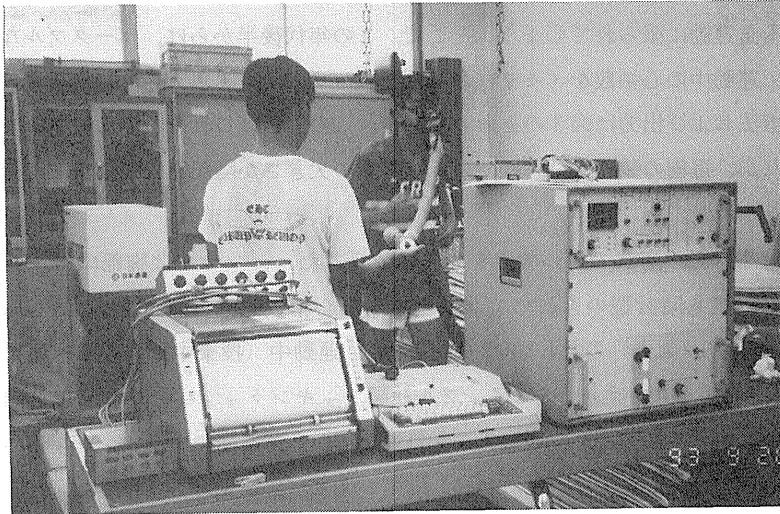
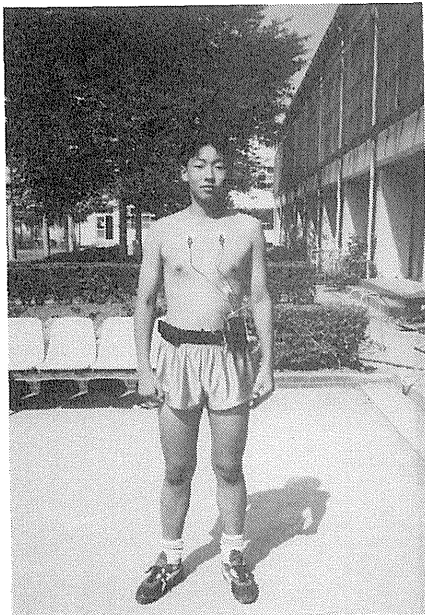


図2. トレッドミル上で走行中の呼気ガス分析と心拍数の測定：右の計測器でオンラインにて酸素摂取量を測定し、左の記録計に心電図を記録する。



ファイル名 tamaru
統計処理 60秒サンプリング (2- 92)
個数 91
最小値 56
最小値アドレス 14
最大値 164
最大値アドレス 51
合計値 10112
平均値 111.1
中央値 100.0
標準偏差 30.45

ファイル名 tamaru
入力データ [R-R : 1/100 sec]
Address 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
10 60=064 60=070 60=070 60=080 60=080 60=086 60=070 60=068 60=064 60=066
20 60=102 60=110 60=102 60=084 60=094 60=086 60=088 60=104 60=110 60=118
30 60=130 60=132 60=140 60=136 60=130 60=148 60=154 60=152 60=154 60=156
40 60=152 60=156 60=160 60=156 60=142 60=138 60=146 60=156 60=158 60=158
50 60=158 60=164 60=154 60=140 60=132 60=136 60=144 60=148 60=138 60=126
60 60=132 60=140 60=136 60=132 60=134 60=126 60=120 60=114 60=114 60=112
70 60=112 60=102 60=098 60=098 60=100 60=100 60=102 60=100 60=096 60=100
80 60=100 60=102 60=100 60=100 60=098 60=088 60=086 60=088 60=084 60=080
90 60=074 60=082 60=092

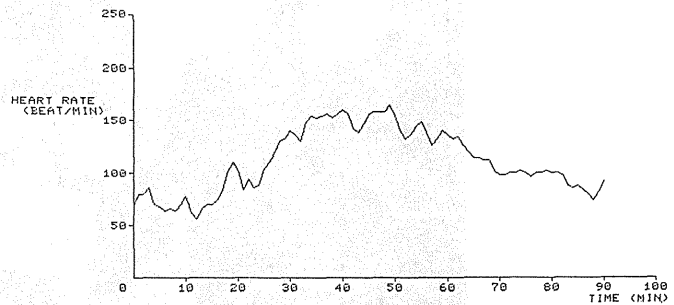


図3. ハートレートモニタを使用した心拍数の測定：胸部につけた電極により心拍を計測し、後にインターフェイスを介してコンピュータに接続して心拍数の解析を行う。右は解析した結果。

も極めて至便性の乏しい方法であった。

1980年代：トレッドミルを利用して、ガス分析と同時に心電図を有線で捕捉し、心拍数を算出する方法（図2）。有酸素的能力を測定するためには正確な方法であるが、やはり物理的には簡便でなく、しかも走運動に限られてしまう。そこで、この年代後半からは、ポータブルな心拍数記憶装置を用い、運動中の心拍数をメモリーさせた後にコンピュータに入力して解析する方法を採用した。その方法および出力は図3のとおりである。この方法はこれまでのものより安価でしかも簡便であったが、電極の装着と、メモリーボックスの大きさが隘路となり、決して授業での普及は簡便ではなかった。

そこで、今回これらの方法の持つ欠点をさらに改良した、センサーは胸部にベルト式で装着でき、メモリー装置も時計型のきわめてコンパクトな心拍数記憶装置（フィンランドのPolar Electro社製（キャノン販売）のPE3000）を用いて、運動中（授業中）の心拍応答を測定することを試みた（図4）。コンピュータはアップル社製マッキントッシュであり、校舎内にもどって解析する場合にはデスクトップの形でデータ処理を行い、体育館やグラウンドで生徒たちにもデモンストレーションしたりする場合にはパワーブック・デュオを用いて行った（図5）。

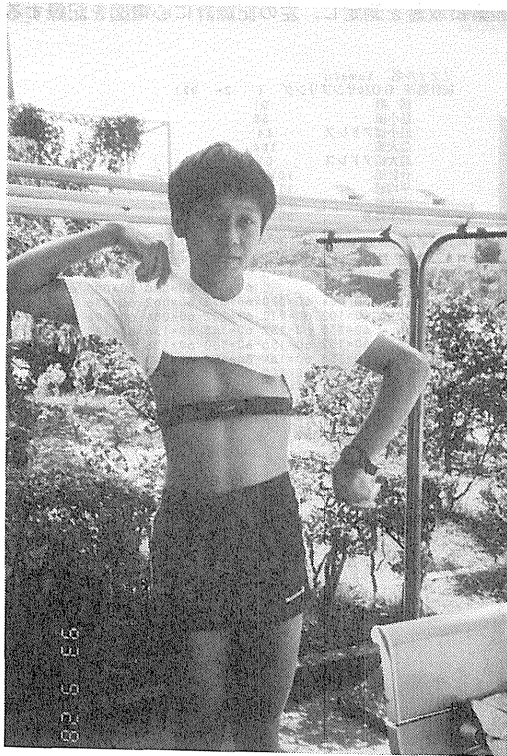


図4. 新型ハートレートメモリー装置：センサーを胸部に装着し、メモリー装置は腕につける。

解析された心拍数変動のグラフ出力例は図6のとおりである。本法は、変動曲線のみならず求める時間の心拍数の平均値も算出できる。また、メモリー装置の腕時計は目標心拍数の設定もできるので、至適運動負荷を与えることでも至便性の高いものである。本図は、高校2年生のA君とB君のサッカーの授業における心拍数変動グラフである。25分目あたりで心拍数が下がっているがこれはちょうどハーフタイムの時である。また、ゲーム前のウォームアップ時の心拍数に差が見られる。このような記録は授業の中あるいは最後にただちに解析して生徒に見せることがで

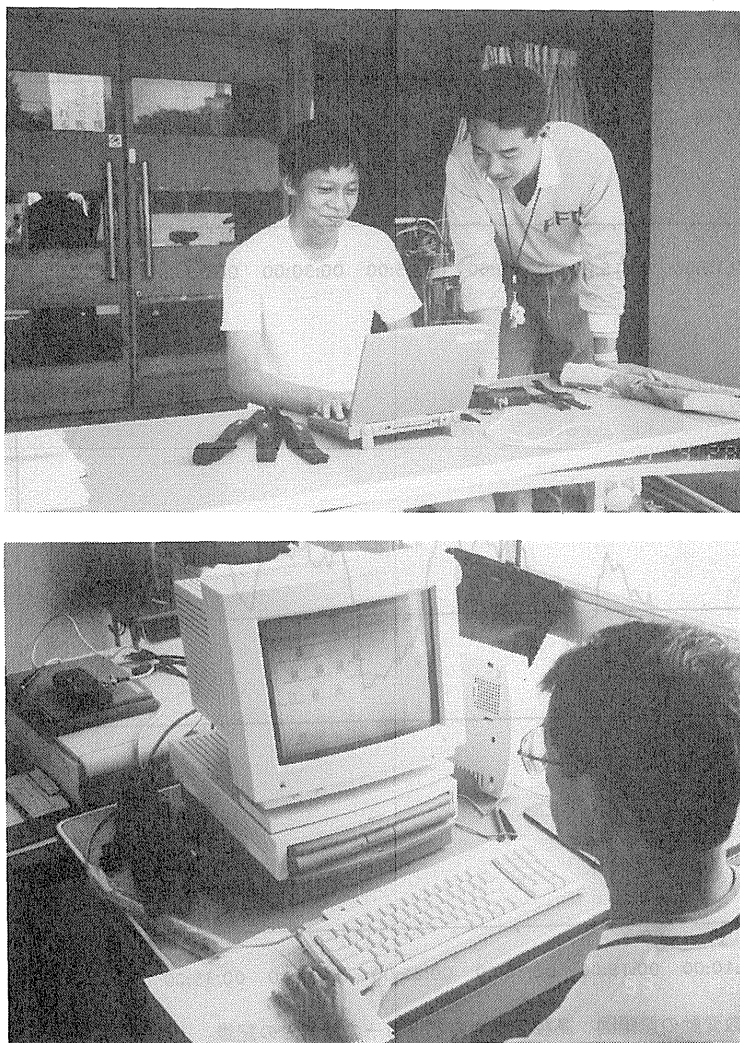


図5. データの分析：上はグラウンド端でポータブルのコンピュータを用いて生徒自身が自分の心拍数を解析しているところ。下は教室に戻って教師が生徒達の心拍数を分析しているところ。

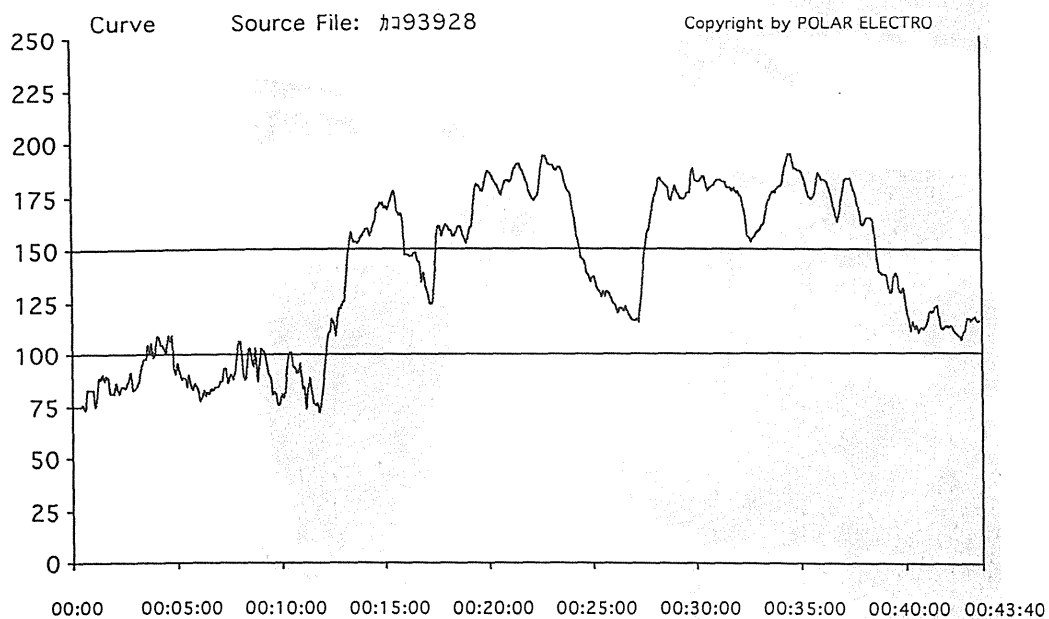
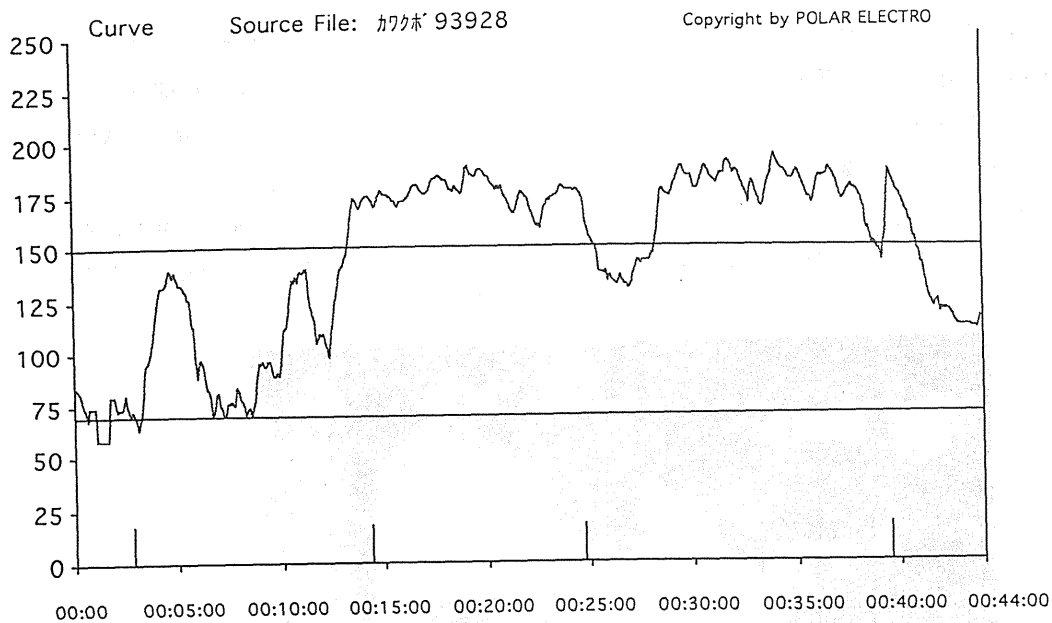


図6. 測定された心拍数変動の記録図：高校2年生のサッカーの授業での記録。上はA君，下はB君。25分のところ心拍数が落ちているのはハーフタイム・ウォーム・アップでの心拍数に差がみられる。

きるの、授業での自分の動きや運動量を見るのには極めて適しており、しかも生徒たちに対し
て説得力がある。また、生徒自身が操作できるほど簡便である点も優れている。更に、生徒の中
には心臓に異常がある者もあり、クラブは控えた方がよいが授業程度なら可とされている者もい
るが、そのような場合の運動強度を測定し、医師にフィードバックすることも可能であり、本校
では実際にそのようなプロセスを踏んでいるケースがある。

II. 『スポーツテスト結果のコンピュータによる利用と応用について』

スポーツテストは全国の小学校・中学校・高等学校で広く行われているバッテリーテストであ
り、個々の生徒が自らの現在の体力や運動能力を知ったりあるいはその伸びを確認するために
利用価値の高いものである。また、学校あるいは学年単位、あるいは全国レベルで調査される文
部省発表のスポーツテストの結果などからはその集団の持つ体力・運動能力の特性を知る上でも
大変有用なテストである。

体力測定個人カード

筑波大学附属駒場中・高等学校

No.	氏名	生年月日	49年 9月 24日生	住所	中野区	
女生年月日	12年 1月 16日生	身長	168cm	体重	62kg	
兄弟現在	3人・その内 3番目	出生時の両親の年齢	父 37才 母 35才	出生時の身長	50.5cm	
歩行開始期	13ヶ月目	歯生発生期	9ヶ月目	疾病	0~1才時(なし) 1~6才時(なし) 6~11才(小児麻痺)	
食事の好嫌い	(好きなものを○、嫌いなものを×印をつける) 穀類・(モ)類・(肉)類 魚類・卵・豆類(乳製品) 油脂類・野菜類(果実類・その他)					
利き眼	(右)・左・両	利き手	(右)・左・両	握能足	(右)・左・両	
学年	中1 A30 級	中2 B30 級	中3 A 級	高1 2 級	高2 3 級	
測定年月	62年 4月	年 月 増減	年 月 増減	年 月 増減	年 月 増減	
1 反復横跳(回/20秒)	43 57 4点	29 42 3点	44 45 4点	46 49 50 59 5点	52 62 5点	
2 懸垂(回)	41 48 2点	41 49 3点	46 47 3点	46 49 50 59 5点	52 62 5点	
3 背筋力(kg)	36 29 1点	41 49 3点	46 47 3点	46 49 50 59 5点	52 62 5点	
4 握力(kg)	21 43 1点	23 28 2点	24 25 2点	24 25 2点	24 25 2点	
5 立位体前屈(cm)	11 55 2点	13 56 3点	12 11 1点	19 65 4点	16 5 60 3点	
6 伏臥上体もちし(cm)	54 59 3点	51 51 3点	51 51 3点	61 58 4点	61 54 4点	
7 踏み台昇降(回)	53 52 52 52 2点	52 51 49 3点	52 51 49 3点	55 50 48 3点	64 63 60 2点	
判定	45 16 C	18 43 B	23 B	53 45 B	56 25 B	
1 50m 走(sec)	8.90 45 2点	8.06 46 5点	7.6 51 8点	7.51 50 9点	7.20 53 12点	
2 50m 歩行(sec)	3.52 51 2点	3.42 41 2点	4.70 61 8点	4.37 53 7点	4.57 52 7点	
3 ハンドボール投(m)	16 42 0点	24 24 3点	26 53 6点	24 30 58 10点	31 57 11点	
4 懸垂(回)	0 35 0点	0 35 0点	2 40 1点	4 25 3 41 2点	2 38 1点	
5 1,500m 走(sec)	6.50 44 3点	6.50 44 3点	6.50 44 3点	6.41 42 4点	6.26 47 5点	
判定	無 48 17 点	16 49 11 点	5 26 45 14 点	5 32 46 12 点	5 36 44 11 点	
部 活	バドミントン部	バドミントン部	バドミントン部	陸上部	部	
1 週間の練習日数	約 3 日	約 3 日	約 3 日	約 2 (予定) 日	日	
小学校	小学校1年	小学校2年	小学校3年	小学校4年	小学校5年	小学校6年
1 身長(cm)	108.8	115.2	120.4	126.1	131.7	136.7
2 体重(kg)	18.8	22.4	29.7	27.4	30.5	33.4
3 胸囲(cm)	56.0	59.6	61.8	63.8	65.6	67.8
4 坐高(cm)	62.1	65.7	67.5	70.3	73.1	75.1
5 視力(右<>左<>)	右1.0<>左1.0<>	右1.0<>左1.0<>	右1.2<>左1.0<>	右1.5<>左1.5<>	右1.5<>左1.5<>	右2.0<>左2.0<>

表1. スポーツテストの個人票：6カ年のデータが記入されている。

■コンピュータ分析による

スポーツテスト個人判定票



*使用資料 全国平均 91年度 県平均 91年度 会員No. 5504-00001 * 637*

普1年1組 1番男 あさま てつ
 筑波大附属駒場高等学校 正入部第33号 少林寺 学年 年
 主年月日 52年 7月 20日 生まれ テスト実施日 5年 4月 19日

測定項目	前々回	前回	1年	全国平均	学校平均	県平均	Tスコア
身長cm			177.1	168	170	169	65.7
体重kg			68.0	58	58	60	61.6
胸囲cm			***	82	83	83	
両肩幅cm			***	89	91	90	
心肺指数			122.4		118		

あなたの身長からみた標準体重 69kg
 体型は標準的です。体重は健康のためです!

スポーツは	好き	嫌い	あなたは運動部に籍があるにもかかわらず、クラブの練習には全く出席していません。入部したときの興味はどこへ行ってしまったのでしょうか。スポーツに興味があるのなら、自分一人で汗をかくことはできますよ。今回のテストで、現在のあなたの体力の特徴をえてみましょう。
スポーツは	大好き		
体育授業は	大好き		
体力に自信は	なし		
健康状態は	よつう		
スポーツ活動は	しない		
1日の活動時間	短い		
1日の勉強時間	3時間超		

テスト項目	前々回	前回	1年	全国平均	Tスコア	文部省	5段階評価	4段階評価
反復横びく			43	45	47.1	4	1 2 3 4 5	* 50
垂直横びく			64	59	56.4	5	1 2 3 4 5	* 71
背筋筋力			121	123	49.3	3	1 2 3 4 5	* 139
腕筋筋力			43	41	52.8	3	1 2 3 4 5	* 48
上体柔軟性			64	55	59.6	4	1 2 3 4 5	* 71
体前屈			17	10	59.7	3	1 2 3 4 5	* 23
踏み台昇降			52.9	70	36.7	2	1 2 3 4 5	* 58
文部省合計得点				平均 全国 23.3		合計得点	23	前回
総合判定				学校 23.2		総合判定	B	前回

もう少しでA判定に近いです。次回のテストでは、Aランクをめざせ。君なら可能だ。
 ●同学年(164人)の総合判定分布
 A | 17 | 76 | 47 | 7 | 1 | 16 |

あなたの現在の体力の状態や、年齢による体力の変化を把握することによって、体力の必要性を知り、積極的な体力づくりや運動生活を習慣づけることができます。
 ところで、今回のテスト記録を総合的にみた場合、あなたの体力は、あなたと同学年の人達にくらべ、強い体力といえます。さらに、よく体力要素別にみてみると、瞬発力、後力、さらさら柔軟性、前にまける柔軟性はすぐれていますが、持久性は劣っています。劣っている要素を意欲して高めることによって、バランスを保つことができます。
 全身的な運動を長時間続けるために必要な持久力を強化するには、心肺機能を高めることがたいせつです。たとえば、なわとび運動でその場とびや、2重とび、交互とび、後とびなどを組み合わせて、呼吸をリズムカルに行いながら、長時間続けてやってみましょう。全身持久力を高めるには、汗をかくような運動を長期間、計画的に継続してトレーニングすることが必要です。

テスト項目	前々回	前回	1年	全国平均	Tスコア	文部省	5段階評価	4段階評価
50m走			7.41	7.5	51.6	9	1 2 3 4 5	* 7.1
走り幅とび			398	415	46.8	4	1 2 3 4 5	* 440
ボール投げ			29	26	55.2	9	1 2 3 4 5	* 32
ボール投げ			5	7	46.4	4	1 2 3 4 5	* 10
持久走			5,39	6,18	59.4	12	1 2 3 4 5	* 5,21
文部省合計得点				平均 全国 35.1		合計得点	14	前回
総合判定				学校 33.3		総合判定	3	前回

同学年(164人)の別分布と得点分布
 A | 5 | 24 | 44 | 35 | 47 | 9 |
 次回は、頑張ってもう1ランク上の3級をめざしましょう。ただし、走り幅とび、けんすいなどは特がにがんばる必要があります。もしあなたがトレーニングに励み、次回の目標記録を達成できたなら、合計得点で5.6点、3級に近くなります。

あなたの現在の体力・運動能力を総合的に評価すると、体力レベルはすぐれていますが、運動能力レベルは標準的です。スポーツで活躍するための運動能力は、これからレベルアップが可能です。
 あなたは、少林寺拳法部に所属していますが、少林寺拳法で優秀な成績をおさめるためには、適性が必要になってきます。体力的には、敏しよ性、パワー、背筋力、柔軟性、腕力などが重要です。また、技術的・精神的には、キック力、ボディコントロール、予測能力、集中力、闘争心などが要求されます。
 あなたの現在、今回受けたテスト結果をもとに部活でとくに要求される体力適性を判断する限りでは、敏しよ性、背筋力、腕力の体力要素が不足しています。
 あなたの実力をつけるために不足している体力要素を強化するトレーニングを取り入れましょう。あなたの技術に幅ができ、レベルアップするはずですよ。なかでも特に劣っている腕力、敏しよ性については、右のような方法で強化することができます。また、全体的な体力アップをめざして次回の目標記録にも挑戦してみてください。

◆総合判定と課題
 あなたの現在の体力・運動能力を総合的に評価すると、体力レベルはすぐれていますが、運動能力レベルは標準的です。スポーツで活躍するための運動能力は、これからレベルアップが可能です。
 あなたは、少林寺拳法部に所属していますが、少林寺拳法で優秀な成績をおさめるためには、適性が必要になってきます。体力的には、敏しよ性、パワー、背筋力、柔軟性、腕力などが重要です。また、技術的・精神的には、キック力、ボディコントロール、予測能力、集中力、闘争心などが要求されます。
 あなたの現在、今回受けたテスト結果をもとに部活でとくに要求される体力適性を判断する限りでは、敏しよ性、背筋力、腕力の体力要素が不足しています。
 あなたの実力をつけるために不足している体力要素を強化するトレーニングを取り入れましょう。あなたの技術に幅ができ、レベルアップするはずですよ。なかでも特に劣っている腕力、敏しよ性については、右のような方法で強化することができます。また、全体的な体力アップをめざして次回の目標記録にも挑戦してみてください。

◆課題解決の方法
 コブシの打力をよりシャープに、かつパワフルにするために必要な腕力を身につけるには、けんすい、けあがりなどの鉄棒運動や、倒立して補助者に支えてもらっての腕の屈伸運動などを行ってみましょう。最初はゆっくりくり返し、すこしずつ回数とスピードをアップしていくと効果があります。
 どんな相手の攻撃もかわし、流し、はじく、すみやかな身のこなしに必要な敏しよ性を高めるには、体の180度切り返しジャンプ(左右・交互)が有効です。10秒間にできるだけ早く、正確に切り返す練習をしてください。速くり返すことに気をとられて雑にならないことがトレーニングの効果をあげるポイントです。
 また、勝つためには精神力の強化がたいせつな条件です。喜んで困難を克服していく姿勢が必要です。

表2. その年のスポーツテストの個人判定票

©1992・大修館書店「体力科学研究会」

現在、多くの学校はそれらの結果を、業者による情報処理に委託し、個々の生徒の手元にわたるよう、あるいは学校単位の統計データとして利用している。このような膨大な量の処理はとうていコンピュータを活用しないでは不可能であって、本校でも過去20年間にわたって個々のデータを、個人カルテ（表1）に記入させたのち個人データを出力し（表2）ているが、これらをさらに統計的に処理したり個人の到達目標などを算出するためには、毎年多大な労力を割いて入力と統計処理を行ってきた。

そこで本年は、委託業者に依頼しマークカードによって入力されたデータをMS-DOSに変換してフロッピーで返却してもらい、学校のコンピュータに入力し直し、学校独自のデータ整理を行うための試みを行った。この試みは、まだ行われておらず、これまで行われていた『スポーツテスト実施→マークシート記入→データ処理の業者委託→個々のデータの分析結果と学校の統計的結果の生徒および学校への返却』といった流れに、さらに→フロッピーによるデータの学校への返却→学校のコンピュータへの入力が可能になり、これまでできなかった学校独自の活用方法が可能となる。

たとえば、これまででは個々の生徒の縦断的なデータの解析や比較ができなかったが、3年間あるいは6年間の個々の生徒の比較（図7）が可能になるし、また他のデータとの比較なども可能となる。図8は、スポーツテストで行った背筋力の測定値と我々が独自に行った超音波エコー装置による筋肉・脂肪の厚さの相関関係について分析したものである。もちろん、スポーツテストとの比較データは学校独自のアイデアで、学業成績・形態発育・バスケットの遠投力・サッカー

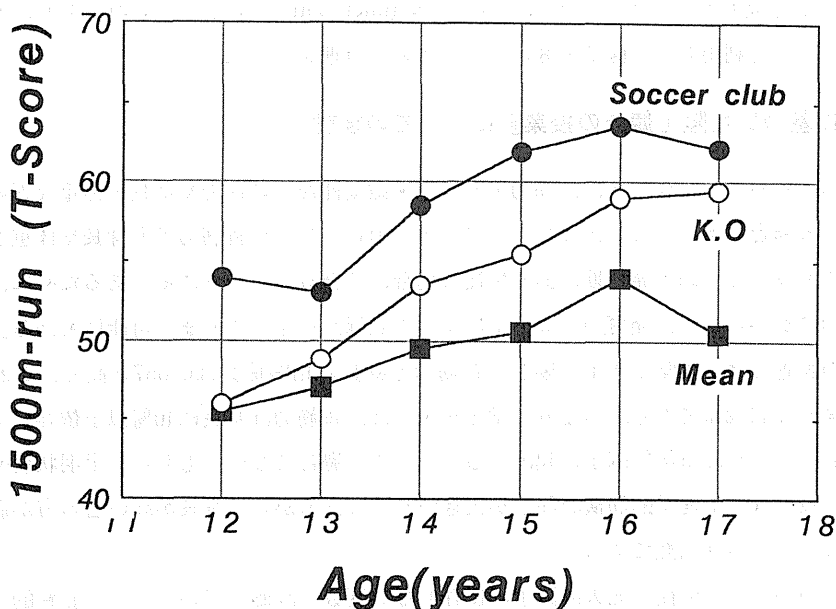


図7. 1500m走Tスコアの6年間の変化：Meanは本校41期生の平均，Coccer clubはサッカー一部19名の平均，K.OはK.O君の値をプロットしてある。

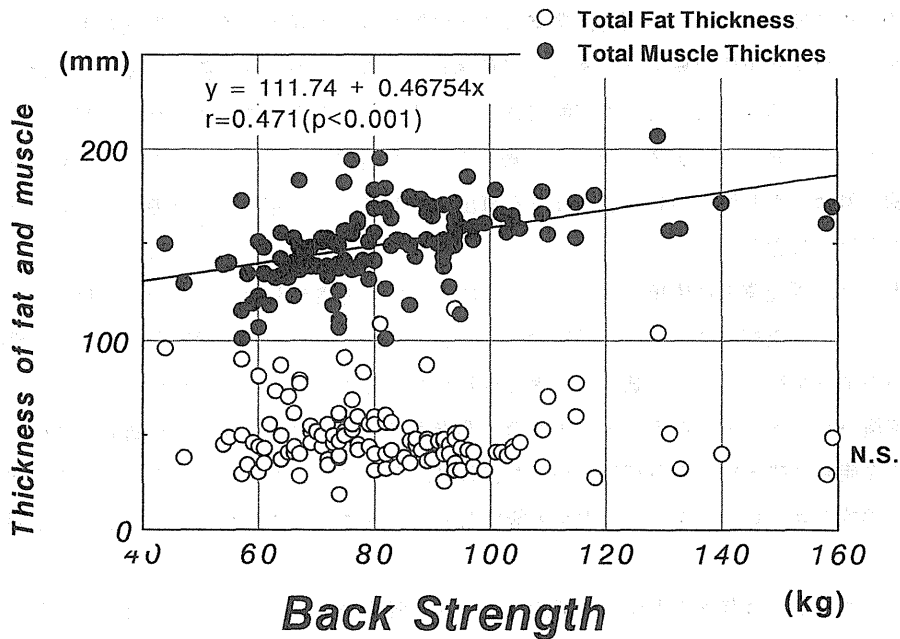


図8. 背筋力と全身6ヵ所の筋厚と脂肪厚との相関：背筋力と筋厚とは有意な相関がみられるが、脂肪厚とは相関がみられない。

のキック力・ウェイトトレーニングにおける負荷値などさまざまなものが可能であることは言うまでもない。

今回われわれが作成したワークシートは、エクセル (microsoft) をもちいたものであり、その後クリケットグラフを利用して、図7・8のごとくさらに処理を行った。

Ⅲ. 『予測値に基づいた陸上競技の授業』 についての検討

スポーツにおけるパフォーマンスは、筋力・パワー・敏捷性などの体力や身長・体重などの形態に影響を受ける場合が多い。たとえばスポーツテスト項目のひとつ背筋力でも身長や体重と高い相関を持っており、とりわけ発育期にある生徒の場合には発育スパートに差があるために、個々の生徒の努力にかかわらず、発育のスピードによって記録が決定してしまう可能性もある。過去のわれわれの調査では、中学1年生の場合に背筋力と身長の間関係数は0.657と高く、これは寄与率に換算すれば43.2%である。つまり中学1年生では、背筋力は身長に40%以上依存しており、とりまなおさずこれは遺伝的因子に起因するといっても過言でない。もちろん半羽状筋や羽状筋では筋長が長いほど生理学的筋横断面積が大きいわけであるから、身長が高いの方が筋力やパワーに優れているのは当然である。

そこで、授業の中では、生徒の先天的因子に依存しない変数で評価していくことも教育的には大事な観点になる。たとえば、陸上競技における走り高跳びや走り幅跳びのように、身長や5メートル走タイム・垂直跳びなどと高い相関を持つ場合には、これらから予測値 (理論値) を求め、

個々の生徒の到達目標を示してやることが、個々の生徒の能力に応じた指導法といえよう。本研究では、そのような指導法の試みとして、走り幅跳びと走り高跳びの授業を行ってみた。予測式の算出方法の基本的考え方は以下のとおりである。

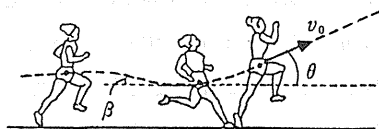


図9. 走り幅跳びにおける沈み込み角と飛び出し角

物理で有名な弾丸方程式を用いれば、すなわち、助走から飛び出したときのスピード（初速）と角度が分かれば、どれくらい跳べるはずか、その理論値が計算できる。もし、それに到達しなければ、技術的にどこか問題があるはずである。16mmカメラやVTRを用いて走り幅跳びの実際を記録すると、踏切り直前に跳び切り準備のためのわずかな沈み込み（沈み込み角； β ）動作が行われ、続いて前上方に跳び出す（跳び出し角； θ ）（図9）。このときの θ と、飛び出したときのスピード（初速： v ）を、弾丸方程式 $d = v^2 \sin 2\theta / g$ に当てはめれば、重心の水平移動距離（図10（A）の d_1 ）が算出できる。例えば初速7 m、跳び出し角 25° とすれば、 $d_1 = 7^2 \sin 2 \cdot 25^\circ / g = 3.83\text{m}$ となる。

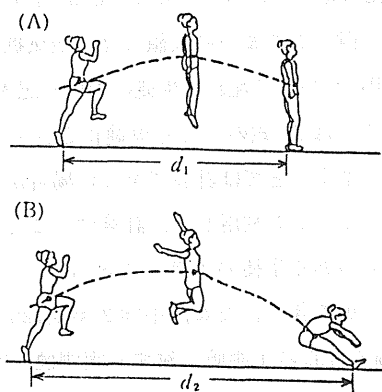


図10. 空中フォーム、着地姿勢のある場合(B)とない場合(A)

ところが、実際には踏み切ったあと、反り跳びあるいははさみ跳びなどと呼ばれる空中姿勢による反動を使って脚を前方に振り出して着地するので、振り出した脚の分だけ距離（図10（A）の d^2 ）が伸びることになる。従って、ここで求めた理論値を越えていないのは、空中フォームから着地の一連の動作に問題があることが多い訳である。

ここでスポーツテストで測定された、あるいは導入の段階でプレテストの一環として測定された50m走タイム（ T ）と垂直跳び（ h ）の値を用いれば簡単に予測できる。走り幅跳びで跳躍した時の高さが垂直跳びの値と同じと仮定してこれを h とすると、 h_1 から h_2 まで上がって落ちてくる時間は、 $h = 1/2 g t^2$ を変形し $t = \sqrt{2h/g}$ となるので、往復で $t = 2\sqrt{2h/g}$ となる（図11）。そして走ってきた時のスピード（ v ）は等速度であるので

$$d^1 = v \times 2\sqrt{2h/g} = 2v\sqrt{2h/g} \text{となる。}$$

もし50m走タイムを用いるなら $v = 50/T$

従って、 $d^1 = 2 \cdot 50/T \cdot \sqrt{2h/g} = 100\sqrt{2h/g}/T$ さらに $g = 9.8\text{m/sec}^2$ として
 $d^1 = 45.2\sqrt{h}/T$ となる。

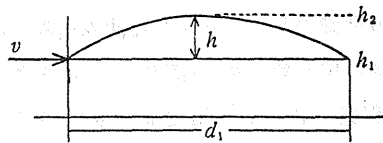


図11. 50m走タイム（ v ）、垂直跳び（ h ）
走り幅跳びの予測値（ d_1 ）の関係

例えば50m走タイム7.0 sec、垂直跳び60cmなら、 $d_1 = 45.2\sqrt{0.6}/7.0 = 5.00\text{m}$ すなわち理論値は5mでこれが一つの目標値となる。但しここまでの数値には、空気抵抗は考慮していない。

このような過程で計算した予測値を用いた授業の流れと生徒に配付し記入させた記録表は表3・4のとおりである。この計算は、最終的には d_1 式のごとく単純化されているので高校生以上であれば簡単に求めることができるが、中学生などでは計算できない場合が多い。そこで教師は、検討Ⅱで作成したワークシートをコンピュータを利用して、計算することになる。エクセルでワークシートを作成してあれば、シート上のある生徒のカラムに d_1 式を代入し計算させれば1分もかからず数百人の予測値が求めることができる。なお、中学2年生120名に行った授業で、走り幅跳びの実測値の最高はA君の520cmでA君の予測値に対する実測値の割合、つまり到達度は1.00、到達度の最高値はB君の1.21で実測値は352cmあった。この場合、A君は自分の能力を十分に引き出したと考えることができるし、B君は走力や跳躍力の割には効率よく跳べたと考えることができる。当然逆の生徒もおり、それぞれが自分の跳躍に対して客観的なデータのひとつを手にすることによって、より授業への取組みの姿勢が向上したと考えられた。また、同様の考え方で、走り高跳びは下肢長と垂直跳びの値をもとに予測値を算出して授業を進めた（表5）。

表 3. 陸上競技の学習内容と時間配分 (対象42期生中学 2 年生)

時間	月 日	学 習 内 容
1	1 0 / 1 6	オリエンテーション, 5 0 m 走・垂直跳び測定
2	/ 1 7	走り幅跳びプレテスト, トレーニング
3	/ 1 9	走り高跳び
4	/ 2 3	走り幅跳び
5	/ 2 4	走り幅跳び, トレーニング
6	/ 2 7	走り高跳び
7	/ 3 0	走り幅跳び, 走り高跳び
8	/ 3 1	走り幅跳び, トレーニング
9	1 1 / 9	5 0 m 走・垂直跳び測定, ハードル
1 0	/ 1 3	走り幅跳び, 走り高跳び
1 1	/ 1 4	走り幅跳び, トレーニング
1 2	/ 1 6	走り幅跳び, 走り高跳び
1 3	/ 1 7	トレーニング
1 4	/ 2 0	走り幅跳び競技会
1 5	/ 2 1	走り高跳び競技会

※ 走り幅跳びは砂場、走り高跳びはサブグラウンド、トレーニングはトレーニング室で行う。

※ 雨天の場合は、トレーニング室でトレーニング及びビデオによるフォームの解説を行う。

表4. 走り幅跳び記録表

2年 組 番		名 前			
理論値 (d ₁) = 45.2√h/T T : 50m走のタイム (秒) h : 垂直跳びの高さ (m)					
		スポーツテスト時	10月16日	11月9日	
50m走タイム		秒	秒	秒	
垂直跳びの高さ		cm	cm	cm	
理論値		m cm	m cm	m cm	
計算 (d ₁) = 45.2√() / () = = () m					
月 日	実測値 (d ₂)	d ₂ /d ₁	月 日	実測値 (d ₂)	d ₂ /d ₁
/					
/					

このような予測値を用いた授業は、身体の大い者、小さい者、あるいは跳躍力のある者ない者、短距離走の早い者遅い者で、個々に異なった到達目標を示せるので、相対的な評価が可能な点で生徒にもおおむね好評であり、特に記録の優れない者には動機づけの面で有効であるし、また記録の優れている者でも絶対的な記録に満足することなく自分の持っている潜在的能力が出せているのかどうかなどの点でも指導上効果的な利点を持っている。

表 5. 走り高跳び記録表

2年組番	名前
身長 (h_1)	: cm
垂直跳び	: cm
理論値 (h_2) = 垂直跳び + 下肢長	: cm

月日	記録 (H)	H/h_1	H/h_2	備考
/				
/				

まとめ

コンピュータは今や学校だけでなく、家庭にまで普及しており、われわれにとっては身近な存在となりつつある。しかしながら、ワープロやゲーム機以上の機能を果たしているかといった場合かならずしも、コンピュータの持っている機能を十分に活用しているとは言えない現状であると思われる。本研究では、これまでの授業の形態をベースに、コンピュータの活用を試み、その可能性について検討した結果、今後有用な教育的方法であると考えられた。

なお、本研究の一部は（財）コンピュータ教育開発センターの「先進技術実証事業」の助成によった。

参考文献

- 1) 小沢治夫ほか：形態と体力・運動能力の相関について（1），筑波大学附属駒場中等高等学校研究紀要，22，297-311：1983
- 2) 川畑栄一ほか：形態と体力・運動能力の相関について（2），筑波大学附属駒場中等高等学校研究紀要，23，161-175：1984
- 3) 川畑栄一ほか：走り幅跳びの計量的考察，筑波大学附属駒場中等高等学校研究紀要，165-168：1979
- 4) 小沢治夫：走り幅跳びの跳び方の数学，話題源数学-下一，とうほう，990：1990
- 5) 加藤昌康ほか：EXCEL 2.2 入門，BNN，東京：1991

- 6) 尾崎真：医師のための Macintosh 活用法，メジカルビュー社，東京：1990
- 7) 山地啓司：心臓とスポーツー心拍数による健康法ー，共立出版，東京：1982
- 8) 山地啓司：心拍数の科学，大修館書店，東京：1981
- 9) 深野明ほか：本校における体力トレーニングの取組とその成果について，筑波大学附属駒場
中高等学校研究紀要，30，97-111：1989
- 10) 小沢治夫ほか：持久力テストとしての多段階 side step 運動の検討，筑波大学附属駒場中高
等学校研究紀要，22，199-207：1983
- 11) 外岡立人ほか：高齢者の日常身体的活動性の評価ー心拍計と歩数計による分析ー，高齢者問
題研究，9，23-31：1993