

体格体力についての研究 第Ⅲ報

— 累進増点法による体力の評価 —

橋 本 性 一

Study of Physical Constitution and General Mortor Ability (No. III.)

— Evaluation of General Mortor Ability by Increased Increment —

By

Seiichi HASHIMOTO

I 研究目的…体力（運動能力）の採点法に累進増点法を適用したい。このように考えるに至った理由は成績が向上するにつれ記録の向上が困難になる、それ故このような場合に与える点数は増加させるべきであるという常識を理論化しようと考えたからである。従来の5段階法等によって代表される採点の仕方が級間均一点数法になっている為、進歩や努力の度合を得点化し得ない欠陥があるのを是正しようとするものである。

II 研究方法…従来までもこの累進増点法はいろいろと考えられてきている、陸上競技での混成競技の採点方法とかマックロイ氏（米人）の累進増点法がそれである。

記録と得点との関係を示す曲線について、前者は一応数学的根拠によってなされたと説明してあるが、経験的な修正が加わっているため一般的な使用に耐えないし、また主観的なものと批判され修正意見が出されている。その主なものはJ. キールベルグ、M. J. カルボーネン（共に米人）によるものがある。これは

$$N_x = Ae^{x^2} \quad (N_x = x \text{ の成績に達している競技者の数})$$

という指数曲線的なものとして考察している。後者はその数学的根拠を

$$Y = Kx^2 \quad (Y = \text{得点})$$

という抛物線的なものとして取扱っている。

以上のことから累進増点法における記録と得点の関係は数学的には指数曲線か抛物線かいずれかとして考察することが妥当だと考えられる。私は抛物線的なものはX軸上の右寄のものと左寄のものがY軸上では同じになる。これは記録をX軸上にとった場合 低記録と高記録とで同点になる可能性をもつことを意味する（抛物線の一部を利用すればよいといえるが）、よって指数曲線の方が合理性があると考えこの線で追求してみることにした。（なお指数曲線を用いた別の理由は後述する）

こうして指数曲線として考察することにしたが、前述の混成競技に対する修正意見の原理を利用するにあたり、それが競技能力の優秀なもののみを対象として考えられていること、各種目間のバランスについての考え方に異った理論を適用したいこと、得点が直ちに計算されうるようにしたいこと、教育の現場で容易に使えること、という理由から次に述べる方法により得点表を作成した。

III 研究の具体的方法及び結果

1…得点表をグラフに描けば指数曲線となる—これは常識的に考えてみても記録の低いところでは得点の増加は少なく、記録の高いところではその逆にならねばならない。さらに記録を広範囲に

とれば限りなく 0 点に近づく方向と限りなく累進的により高い得点をとる方向とに延されるからである。

2…指数曲線中 $y=e^x$ を用いること一得点表による得点の増加, 累進率が真の進歩, 努力の度合と一致しているということは仲々見究めにくい。例えば100米走で14秒台の記録で0.1秒短縮するのと12秒台で0.1秒短縮することの両者の進歩や努力の比較はどのように現わせるかは記録の向上の観点からのみでなく, 個人の潜在能力等との関係からもみなければならず困難なことである。ましてこれを数学的に示そうということになると一層むづかしい。そこで観点を変えて一般に生長とか老衰, 隆盛とか崩壊というある状態が生起するとその次の瞬間にはその状態が次の状態を作るという関係にある現象の変化を説明するのに都合がよいとして利用されている“ e ”を用いることにした。運動能力もあるレベルに至ればその段階が次のレベルへの基礎になると考えられてよいと見做したのである。それ故

$$y=ae^{bx}$$

という指数曲線の一般式から考えられねばならないことになる。ところが吾々は現実に得点と記録との実験カーブというものが作られ得ないということから, 多少疑問が残るけれども現場での理解を容易にするため, e^x の原カーブをそのまま使うことにした。よって

$$y=e^x$$

というカーブで得点表を作ることにする。

3… $y=e^x$ のカーブ中いずれの部分を利用するか一得点カーブがある程度“く”の字型になることが記録の向上の度合と一致するのではなからうかということと種目間のバランスということからマックロイ氏の方法にならい記録をZスコアに換算したもとして取扱っていきたいという理由で $y=e^x$ に於て x が 0~6 までの部分を利用することにした。これについてもっと詳しくいえば“く”の字型を予想するのは吾々が運動能力の過程をみれば同じベースで向上するものではなく, ある所まで順調にゆけば壁につきあたり延び悩むということを経験上知っている。このような関門がいくつかあることも知られている。この関門がどこにあるかは陸上競技では経験上割合ははっきり知られているが他のスポーツ技能では明瞭でない。いずれにしてもこの関門を境として得点の増加率が急変化をすべきだと思われる。このことは得点グラフが“く”の字型になることを意味するのである。そして“く”の字型といっても“く”の字型の複合という形を呈ししなければならないと考えられるのである。そこで $y=e^x$ において $x=0\sim 6$ の曲線でこの急変化のところをみみると $x=3.6$, $x=4.6$ の所が著しい傾向を示している。即ち y の増加がそこで他のところよりも多くなっている。次に記録の取扱いをZスコアに換算して用いることにしたのはマックロイ氏の方法によった, だが私はZスコアで-3~+3までの範囲としてこれを利用した(本来ならば-5~+5までとすべきだが現実には私の考える範囲で差支えないからだ)。これは各種目でのZスコアが同一ならば同一得点となるために種目間のバランスがとれるからである。即ち種目間の比較が容易になされ得ると考えたからである。そこで-3~+3までとすると x との対応を次のようにすることができる。

Z	-3	-2.5	-2	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
x	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6

この対応から前述の急変化のところをZスコアで見ると $x=3.6$ は 0.5, $x=4.6$ は 1.5 付近だということになる。このZスコア 0.5 と 1.5 は従来の5段階法で見るとそれぞれ普通の段階の上限と優れた段階の下限にあたる。このことから厳密には多少のずれはあっても吾々が考える記録向上の際の関門が5段階法での普通からややよいへ移るところ, ややよいから優れたという段階へ移行す

るところにあるという結果を示していることになる。このことは常識的に一般の生徒を対象にした場合妥当なところではないかと推測される。そして得点の累進率も一応そこを境として変化が急であるという結果を示している。以上のように従来の5段階法との一致点を考察して $y=e^x$ に於て $x=0\sim 6$ という曲線を得点カーブとした。

4…得点算出法— $y=e^x$ のカーブ中 $x=0$ から $x=6$ までのカーブで最高を100点、最低を0点とするように配点する方法と現場の現実の採点と一致させるため最高は100点だが、最低を50点とする配点方法との2案を作った。前者を得点A表、後者を得点B表とする。

A表の得点算出式は $y=e^{x-1.99}$ とした。

B表の得点算出式は $y=e^{x-2.07} + 50$ とした。

これは $e^0 \doteq 403.5$, $e^{1.01} \doteq 100$, $e^{3.98} \doteq 50$ なることから計算されたものである。

5…得点表—後掲別表(1, 2)

6…具体例—後掲(別表3)

IV 反省と将来計画

累進増点法の試案を得たが、厳密には各運動能力においてあるレベルに至りうる困難度というものが客観的に把握され得ないために近似的なものであることは否みえない。しかし現場の一般生徒を対象とする場合にはこの程度でも結構通用するのではなかろうか、少なくとも現在日本で作られてきた運動能力尺度表なるものが現況での位置づけにはまことに都合がよいが、進歩とか努力とかを見る場合即ち、前回との記録の比較という問題を解決するには甚だ不充分であることからみて、このような累進増点表が採用されなければいけないことを強調したい。この意味から私の研究の主対象たる体格体力の面で、特に体力面のこの増点法による尺度化を完成してゆきたい。

(昭和37年9月29日受理)

別表 1 得点 A 表

Zスコア	得点	Zスコア	得点	Zスコア	得点	Zスコア	得点
3.00 以上	100	2.68~2.67	72	2.19~2.18	44	1.22~1.17	16
2.99	99	2.66	71	2.17~2.16	43	1.16~1.10	15
2.98	98	2.65~2.64	70	2.15~2.13	42	1.09~1.03	14
2.97	97	2.63	69	2.12~2.11	41	1.02~0.96	13
2.96	96	2.62~2.61	68	2.10~2.08	40	0.95~0.88	12
2.95	95	2.60	67	2.07~2.06	39	0.87~0.79	11
2.94	94	2.59~2.58	66	2.05~2.03	38	0.78~0.70	10
2.93	93	2.57	65	2.02~2.01	37	0.69~0.59	9
2.92	92	2.56~2.55	64	2.00~1.98	36	0.58~0.47	8
2.91	91	2.54	63	1.97~1.95	35	0.46~0.34	7
2.90~2.98	90	2.53~2.52	62	1.94~1.92	34	0.33~0.16	6
2.88	89	2.51	61	1.91~1.89	33	0.18~0	5
2.87	88	2.50~2.49	60	1.88~1.85	32	-0.01~-0.22	4
2.86	87	2.48~2.47	59	1.84~1.83	31	-0.23~-0.51	3
2.85	86	2.46	58	1.82~1.80	30	-0.52~-0.91	2
2.84	85	2.45~2.44	57	1.79~1.76	29	-0.92~-1.61	1
2.83	84	2.43~2.42	56	1.75~1.73	28	-1.61以下	0
2.82~2.81	83	2.41~2.40	55	1.72~1.69	27		
2.80	82	2.39~2.38	54	1.68~1.65	26		
2.79	81	2.37	53	1.64~1.61	25		
2.78	80	2.36~2.35	52	1.60~1.57	24		
2.77~2.76	79	2.34~2.33	51	1.56~1.53	23		
2.75	78	2.32~2.31	50	1.52~1.49	22		
2.74	77	2.30~2.29	49	1.48~1.44	21		
2.73	76	2.28~2.27	48	1.43~1.39	20		
2.72~2.71	75	2.26~2.25	47	1.38~1.34	19		
2.70	74	2.24~2.22	46	1.33~1.29	18		
2.69	73	2.21~2.20	45	1.28~1.23	17		

別表 2 得点 B 表

Zスコア	得点	Zスコア	得点	Zスコア	得点	Zスコア	得点
2.99 以上	100	2.68~2.66	86	2.20~2.17	72	1.26~1.15	58
2.98~2.97	99	2.65~2.63	85	2.16~2.12	71	1.14~1.02	57
2.96~2.95	98	2.62~2.60	84	2.11~2.07	70	1.01~0.87	56
2.94~2.93	97	2.59~2.57	83	2.06~2.02	69	0.86~0.68	55
2.92~2.90	96	2.56~2.54	82	2.01~1.97	68	0.67~0.46	54
2.89~2.88	95	2.53~2.51	81	1.96~1.91	67	0.45~0.17	53
2.87~2.86	94	2.50~2.48	80	1.90~1.85	66	0.16~-0.23	52
2.85~2.84	93	2.47~2.44	79	1.84~1.78	65	-0.24~-0.93	51
2.83~2.81	92	2.43~2.41	78	1.77~1.71	64	-0.94以下	50
2.80~2.79	91	2.40~2.37	77	1.70~1.64	63		
2.78~2.76	90	2.36~2.33	76	1.63~1.56	62		
2.75~2.74	89	2.32~2.29	75	1.55~1.47	61		
2.73~2.71	88	2.28~2.25	74	1.46~1.38	60		
2.70~2.69	87	2.24~2.21	73	1.37~1.27	59		

別表 3 具体例

資料 昭和三十六年度高知県中学一年(12才) 女子 50米走
 $N=510$ $M=9.5$ 秒 $\sigma=0.734$

(之は分布を正規分布に修正して計算したものである)

Zスコア	記 録	得 点		Zスコア	記 録	得 点	
		A	B			A	B
3.06	7.2	100	100	1.29	8.5	18	59
2.92	7.3	92	96	1.15	8.6	15	58
2.79	7.4	81	91	1.02	8.7	13	57
2.65	7.5	70	85	0.88	8.8	12	56
2.52	7.6	62	81	0.74	8.9	10	55
2.38	7.7	54	77	0.61	9.0	9	54
2.24	7.8	46	73	0.47	9.1	8	54
2.11	7.9	41	70	0.34	9.2	7	53
1.97	8.0	35	68	0.20	9.3	6	53
1.83	8.1	31	65	0.06	9.4	5	52
1.70	8.2	27	63	-0.06	9.5	4	52
1.56	8.3	23	62	-0.20	9.6	4	52
1.43	8.4	20	60	-0.34	9.7	3	51

Zスコア	記 録	得 点		Zスコア	記 録	得 点	
		A	B			A	B
-0.47	9.8	3	51	-1.83	10.8	0	50
-0.61	9.9	2	51	-1.97	10.9	0	50
-0.74	10.0	2	51	-2.11	11.0	0	50
-0.88	10.1	2	51	-2.24	11.1	0	50
-1.02	10.2	1	50	-2.38	11.2	0	50
-1.15	10.3	1	50	-2.52	11.3	0	50
-1.29	10.4	1	50	-2.65	11.4	0	50
-1.43	10.5	1	50	-2.79	11.5	0	50
-1.56	10.6	1	50	-2.92	11.6	0	50
-1.70	10.7	0	50	-3.06	11.7	0	50

註 上の表より分るように10秒台で0.1秒短縮は8秒台で0.1秒短縮するのに較べてやさしいと考えてよいことに示している。

即ち前回との得点差が進歩、努力の度合いを示すものとして考えられるということになる。