

子どもの体格の評価

－平均値でみる昔の子と今の子－

小宮 秀一*

Estimating the “Modern-day” child’s physique

Shuichi KOMIYA*

Abstract

A child’s physique today is on average larger than that of the children in days of old. It has been reported that the percentage of both obese and lean children has recently increased, compared to that of before. What does this imply?

This review aims to discuss the necessity and purpose of estimating the children’s physique and the implication for a modern child’s physique by comparing it with that of the children in days of old.

KEY WORDS: physique, body composition, body mass index, ohildren, estimation

はじめに

今の子どもの体格は、平均値でみるかぎりでは、昔の子どもの体格より大型化している。また、今の子は昔の子どものに比べて、肥満傾向児も増えているが、やせ傾向児も増えていると言われている。この現状は、どのようなことを意味しているのだろうか？

この総説は、まず、子どもの体格を評価する必要性と目的を論じている。次に、昔の子の体格と今の子の体格を比較して、上述した今の子の体格の現状は、どのようなことを意味しているのかを論じている。

1. 子どもの体格を評価する必要性と目的

ヒトにはそれぞれ身体的な特質がある。特質があるため、それらの特質は計測・測定されて、種々の目的のために評価される。身体的な特質の代表的なものが「身体の質的な特徴」を示す体質 (constitution) であり、「身体のもつ能力の量的な特徴」を示すのが体力

(physical performance) である。体質には、広く表情・言語・動作などに表れる性格的なものや疾病に罹る傾向と刺激に対する反応などの素質も含まれるが、本稿では身体の大きさや組成などの形態的なものを体格として論じている。

体格 (physique) は、骨格、筋肉、皮下脂肪などを指標とした身体の外観的状态であり、具体的には、身長、体重、胸囲といった一つ一つの人体計測値そのものである。体力は、身体的な能力や知的な能力、或いは種々の環境やストレスに耐える能力などを意味しているが、体格を論じている本稿では、体力の評価は除外している。

子どもの体質を評価する場合、その対象は個々の小児であったり、集団であったりする。子どもの体質の評価は、小児個人の健康問題や集団における身体教育に関連する問題を考える場合、非常に重要である。身体組成は、体格という概念には含まれない。しかし、体格はボディサイズの大小だけを評価するが、子ども達の健康問題や身体教育に関連する問題を評価するの

*九州共立大学スポーツ学部

*Kyushu Kyoritsu University Faculty of Sports Science

であれば、からだを機能させる身体組成は機能的な人体計測学 (dynamic anthropometry) として重要であろう。

つまり、体質 (ここでは、狭義の体格) を評価する具体的な必要性は、1) 発育状態の評価; 2) 栄養状態の評価; 3) 身体機能との関係評価; 4) 疾病との関係評価などである。子どもの体格を評価する方法は、これら4つの評価目的によって異なる。各種の測定値による体格の評価には、人体計測法 (anthropometry) が用いられ、疾病、栄養、体力などとの関連を評価するのであれば身体組成 (body composition) が追加して用いられる。

2. 平均値でみる昔の子と今の子の体格

遊びとせんとや生まれけむ
戯れせんとや生まれけん
遊ぶ子供の声聞けば
我が身さへこそ動かるれ

これは、子どものことを詠んだ後白河法皇の詩である。昔、子どもの姿は本来このようなものであり、大人は子どもをこのようものとみていた。ところが、「今の子どもは、どうもそうではない」と、今の大人は今の子どもをみるようになった。この「今の子どもは、どうもそうではない」という時の比較対照は、昔の子ども達である。

Table 1. Stature and body mass of "Modern-day" children

Age	Boys		Girls	
	Stature, cm	Body mass, kg	Stature, cm	Body mass, kg
5	110.8	19.2	110.0	18.8
6	116.7	21.7	115.8	21.2
7	122.5	24.4	121.6	23.8
8	128.2	27.8	127.4	26.9
9	133.7	31.3	133.5	30.5
10	139.0	34.9	140.2	34.7
11	145.2	39.4	147.1	40.0
12	152.6	45.1	152.1	44.8
13	160.0	50.3	155.1	48.1
14	165.4	55.4	156.7	50.9
15	168.6	60.4	157.2	52.3
16	170.0	62.2	157.7	53.4
17	170.7	63.5	157.8	53.4

表1は、2003年の4月から6月までに実施された文部科学省の学校保健統計調査による身長と体重の性別・年齢別の平均値である。¹⁾ 男子9歳の身長、男子8, 15, 16, 17歳と女子16歳の体重は、統計値が報告され始めた1900年以来過去最高の平均値を示した。このような情報が公開されると、日本人の子どもの体格はま

だまだ大きくなっているように思われるが、これらの平均値と前年度の平均値との差はごく僅かである (例えば、9歳男子の身長差は0.1cm, 8歳男子の体重差は0.1kg)。

次に、多くの研究者が既に論評していることではあるが、体格の代表値である身長と体重を用いて、今の子どもの体格の大型化と発育の早期化、及び早熟化の傾向をみてる。本稿では、1900年以来過去最高の平均値を示した9歳男子の身長と8歳男子の体重にスポットを当ててみた。

図1は、9歳男子の身長 (上図) と8歳男子の体重 (下図) における1世紀、つまり1900年 (明治33年) から2003年 (平成15年) までの平均値²⁾ の推移を示したものである。今の子ども達の体格が、右肩上がりに直線的に大型化したのではないことは明確である。³⁾ 特に、戦後のcatch-up現象による大型化は顕著であるが、身長ではこの15年間、体重ではここ7~8年間くらい、大型化は沈静化している。このように身長、体重ともに、1世紀という長いspanで平均値の推移を総合的に判断すると、今年度こそ0.1cmと0.1kgという平均値の増加によって過去最高値を示したものの、今後も引き続き体格の飛躍的な大型化が進むとは考えられない。

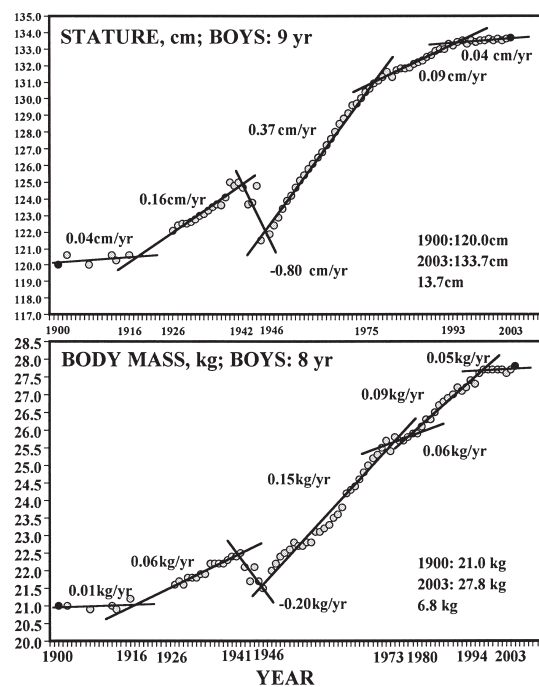


Fig. 1. Secular trend for growth curve of stature (9yr) and body mass (8yr) in Japanese boys from 1900 to 2003.

発育の早期化は、peak height velocity (PHV) や peak weight velocity (PWV) が、この100年間で2~3年早まっていることで証明されている。図2は、

1913年と2003年における男子の身長と体重の発育速度曲線 (velocity curve) を示している。2003年のPHVは、この90年間で1～2年、PWVは3年ほど早期に出現している。

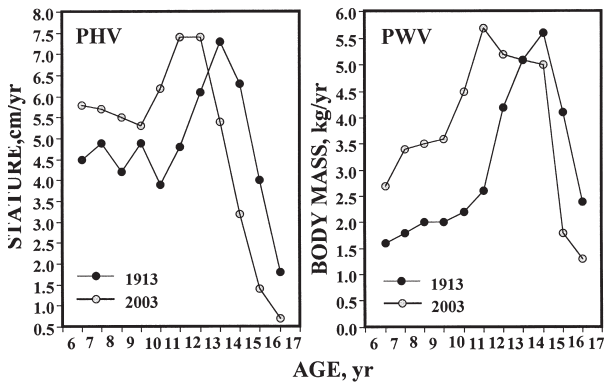


Fig. 2. Peak height velocity (PHV) and peak weight velocity (PWV) for boys in 1913 and 2003.

これらのことから、今の子の体格は、昔の子に比べて非常に大型化しており、身体発育のpeakが昔の子より若年で出現していることがわかる。

次に、今の子の成熟の早期化 (早熟化) に関する問題であるが、これを体格の平均値で明らかにすることは困難である。図3は、X-軸に身長、Y-軸に体重の対数値をとった相対成長 (allometry) である。このように、dimensionの異なる身長 (一次元) と体重 (三次元) をプロットすると、発育は2相性のpatternを示し、ある時点に変移点 (critical point) が認められる。このcritical pointは、サルのマウンティングや昆虫の脱皮の時期と関連することが既に明らかにされており、ヒトの初潮とも関連することが報告されている。⁴⁻⁷⁾ この図では、2003年のcritical pointはわ

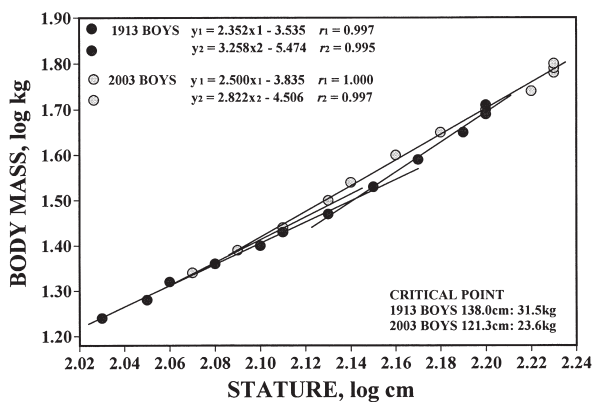


Fig. 3. Relative growth in body mass/stature for boys in 1913 and 2003.

かりにくいですが、各相の回帰式を用いて2直線の交点、つまり1913年と2003年それぞれのcritical pointを算出すると図中に示した数値となる。このcritical point

が、身長で16.7cm、体重で7.9kg、この90年間で前傾したことは、今の子の成熟が早期化したことを裏づけている。

3. 肥満小児と痩身小児の増加

最近、中央教育審議会は、子どもを取り巻く食生活の乱れが問題となっていることから、小中学校で望ましい食習慣を指導する「栄養教諭」制度の創設が必要であるとの答申を行い、文部科学省はこの制度の設置を決定した。⁸⁾ この答申は、食生活を取り巻く環境の変化で、肥満傾向児の増加や誤ったダイエットで思春期やせ症になる過度の痩身などが子どもの間に広がっていることを指摘している。しかし、このことは、肥満や痩せを示す何らかの指標の集団内平均値が近年高まっているのか、それとも昔いなかった肥満や痩せの子どもが目立って増えてきたのかは指摘していない。

そこで、肥満を示す指標の集団内平均値が高まって、日本人小児の全体が肥満の方向に傾いているのかについて検討してみた。図4は、1900年から2003年までの103年間における男子8歳の平均身長と平均体重を用いて算出したBMIをプロットしたものである。1900年のBMI=15.6から2003年のBMI=16.9まで、BMIは指数関数的に上昇している。BMIは小児の肥満度を示す適切な指標ではないが、2003年に過去最高の体重を示した8歳男子の平均BMI=16.9は、決して肥満を示す数値ではない。

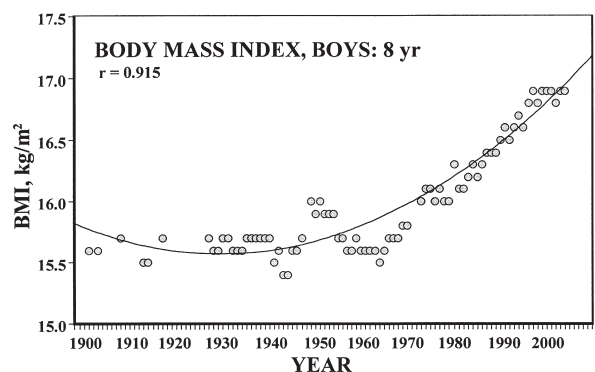


Fig. 4. Secular changes in body mass index (BMI) in Japanese boys (8yr) from 1900 to 2003.

次に、身体組成について検討してみた。勿論、明治・大正から昭和30年代まで日本人の身体組成に関するデータはない。そこで、Mellits, E.D. and Cheek, D.B. (1970)⁹⁾の方法を参考にして、身長 (HT) と体重 (BM) を用いて独自に開発した推定式によって総体水分量 (TBW) を推定し、Fomon, S.J. et al. (1982)¹⁰⁾ が開

発した性別・年齢別の除脂肪量 (FFM) の水和定数を用いてFFMを推定した。体脂肪量 (FM) は、体重からこのFFMを引くことによって予測した。独自に開発したTBW推定式の精度は、以下の通りである。

男子

HT ≤ 137.22cmの場合;

$$TBW = 0.342 (BM) + 0.094 (HT) - 5.572$$

重相関係数 $r = 0.971$ 標準誤差 SE = 0.96kg

HT > 137.22cmの場合;

$$TBW = 0.423 (BM) + 0.122 (HT) - 12.556$$

重相関係数 $r = 0.982$ 標準誤差SE = 0.32kg

女子

HT ≤ 113.2cmの場合;

$$TBW = 0.368 (BM) + 0.070 (HT) - 3.903$$

重相関係数 $r = 0.865$ 標準誤差SE = 0.73kg

HT > 113.2cmの場合;

$$TBW = 0.305 (BM) + 0.120 (HT) - 8.487$$

重相関係数 $r = 0.973$ 標準誤差SE = 1.31kg

ここで、HTとBMに1900年から2003年までのそれぞれの平均値を代入して、6, 8, 10, 12, 14歳のFFM (上図) とFM (下図) の推移を検討した (図5)。FFMとFM共に、戦後の発育が明らかに大きく、特に10歳以前よりも10歳以後の年齢における発育が顕著である。しかも、この傾向は、女子のFFMを除いて男女に共通した傾向である。従って、平均値でみる限りでは、FFMもFMもバランス良く発育しており、2003年の小児が肥満傾向を示すようなFMの急激な増加や痩身傾向を示すようなFFMの急激な減少などを示しているとは云えない。

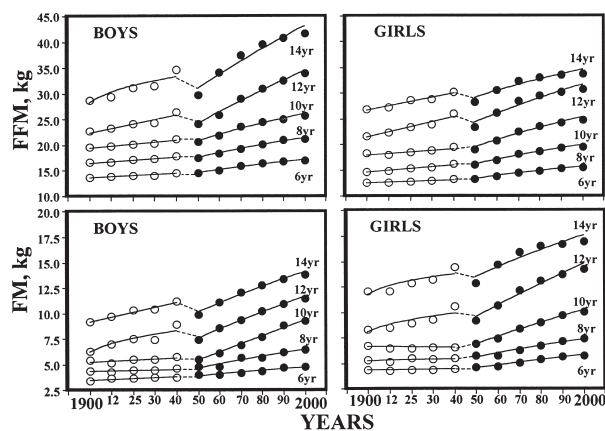


Fig. 5. Secular trends for growth curve of fat-free mass (FFM) and fat-mass (FM) in Japanese children from 1900 to 2000.

図6は、体重と身体組成 (FM, FFM, FFM/FM) の関係を1913年と2003年の6歳から14歳までの男子の平均値でみている。2003年の6歳から10歳までは、体

重の増加と共にFMも増加しているが、10歳から14歳までは、体重が増加してもFMは増加していない (上図)。しかし、FFMはFMとは異なって6歳から14歳まで、体重との関係が1本の直線関係で表せ、FFMは体重増加に伴って増加している (中図)。従って、2003年における10歳の体重とFFM/FMの関係は、体重35.0kgの時点でリバウンドして、14歳までこの比は上昇を続けている。このことから、平均値でみる限りでは、今の男の子の10歳から14歳までの体重増加が、FMの増加にだけ依存しているとは云いきれない。つまり、平均的な今の子が、脂肪だけが顕著に増加して肥満化しているとは云えない。

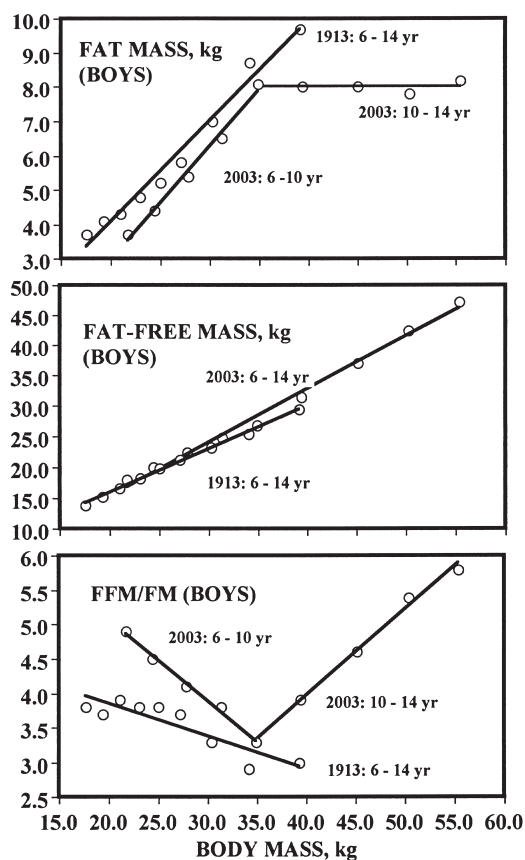


Fig. 6. The relationships between body mass and fat-mass (FM), fat-free mass (FFM), and FFM/FM in 1913 and 2003.

図7は、過去最低の平均体重を示した1913年と過去最高の平均値を示した2003年それぞれの8歳男子の身体組成を2-成分モデルで比較したものである。大正2年と平成15年の8歳男子における平均身長は12.1cm、体重差は6.9kgである。Mineral mass, Total body water, Cell solidsの和であるFFMの差は4.6kg、FMの差は2.3kgである。これらの推定値を体重当たりの相対値で示したのが右の図である。体重に占める体脂肪量の割合である体脂肪率 (%Fat)

の差はわずかに3.1%であり、この90年間で肥満の指標である%Fatの平均値が、それほど肥満の領域に接近したとは考えられない。

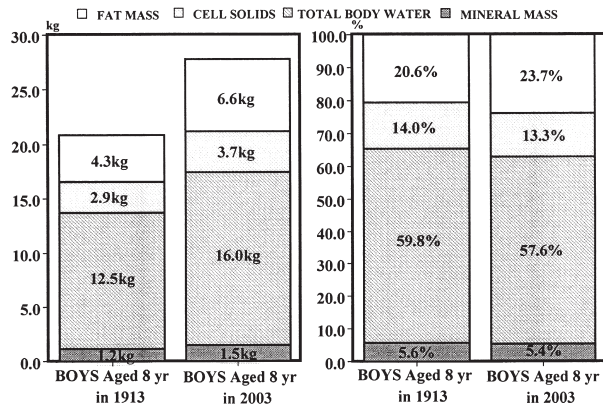


Fig. 7. Comparison of body composition variables by old- and modern-day boys.

今の子と昔の子とでは、ボディサイズに大きな開きがあるため、FFMとFMという身体組成をボディサイズで調節して比較してみた。FFMとFMをボディサイズで調節する方法は、FFMとFMの和である体重を身長で調節し、次にこの調節した体重をFFMとFMの2成分に分割することである。¹¹⁾ BMI (kg/m^2) は身長 (HT) で調節した体重 (BM) の指数として確立されているので、以下の式が成り立つ：

$$\text{BMI} = \text{BM} / \text{HT}^2 = \text{FFM} / \text{HT}^2 + \text{FM} / \text{HT}^2.$$

FFM (kg) / HT^2 (m^2) は除脂肪量指数 (Fat-free mass index; FFMI), FM (kg) / HT^2 (m^2) は脂肪量指数 (Fat mass index; FMI) と呼ばれている。¹¹⁾

図8は、1913年と2003年男子のFFMIとFMIを比較したものである。身長というボディサイズで調節した

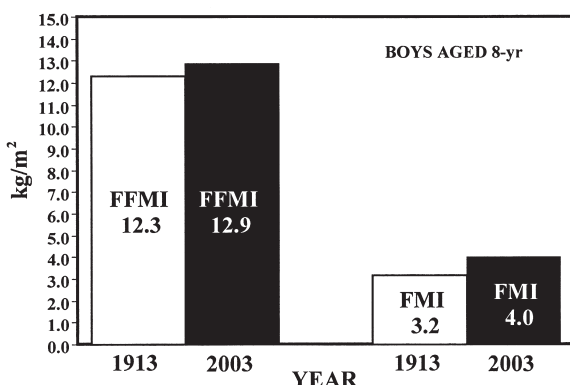


Fig. 8. Comparison of fat-free mass index (FFMI) and fat-mass index (FMI) by old- and modern-day children.

FFMとFMには、それほど大きな年代差はなく、今の子の平均値が肥満を示すような大きなFMIでもなく、痩せを示すような小さなFFMIでもない。

このように、平均値でみる限りでは、確かに今の子の身長や体重といったボディサイズは大きくなっている。しかし、今の子の体重が多量の脂肪で占められているといった肥満傾向やFFMとFMが共に低下した痩せ傾向は認められない。

そこで、中教審が指摘し、文科省が危惧している今の子の肥満傾向や痩せの広がりといった報告はどのように捉えたら良いのであろうか？

4. 昔の子と今の子の体格分布

図9は、2004年の8歳男子のBMIパーセンタイル (%ile) 値を1984年 (○) と1994年 (●) の8歳男子のBMI %ile値と比較している。この図は、それぞれの年度に報告された学校保健統計調査報告書の身長と体重の分布表から算出した身長と体重の5%ile値から95%ile値までを用いて算出したBMIを作図したmean-difference plot (m-d plot)¹²⁾ である。1984年と1994年の各BMI %ile値を基準に2004年の各BMI %ile値を比較しているので、Y-軸のゼロ線上のプロットは、2004年の値が1984年や1994年の値と全く同じであることを意味する。従って、ゼロ線からの偏差は2004年の値が1984年や1994年の値からどれくらいズレているか、その大きさと方向を示している。この図から、同じBMIでも2004年のBMIは1984年や1994年のBMIより大きく、%ileが高くなるほど (すなわち、肥満度が高まるほど) そのズレは大きくなっていることがわかる。特に、この傾向は1994年に比べると1984年との比較の方が顕著ではあるが、今の子のBMIは50%ile (中央値) 以上で特に大きくなっている。

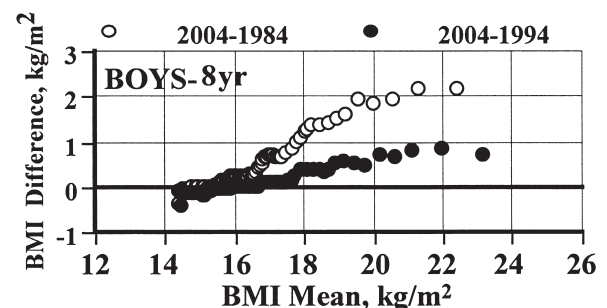


Fig. 9. Mean-difference plots for the distribution of BMI from 1984-2004 and 1994-2004, for boys aged 8yr.

図10は、昔の子と今の子の身長や体重、或いはBMIや体脂肪率といった体格測定値が正規分布するという前提で、その分布をシミュレートして比較したものである。今の子の平均値 (中央値) は、明らかに大きく

なっているのであるから、昔の子の中央値より右ヘシフトしていることになる。昔の子の分布パターンは左右の広がりが小さくまとまった分布であったのに対して、今の子の分布パターンは左右のすそ野が延びた幅広い分布パターンに推移しているものと思われる。つまり、このような分布パターンへの変化は、平均値が肥満傾向や痩せ傾向を示しているのではなく、昔は見られなかった左右の極に近い子が増えてきたことを示すのではなかろうか。しかし、決して肥満と痩せに二極化した分布に変化したのではない。平均値が昔より大きくなり、中央値が右ヘシフトしたため、どちらかという痩せ傾向の子どもより肥満傾向の子どもの方が目立つようになったのだと思われる。

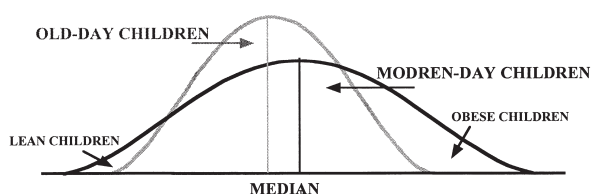


Fig. 10. Simulation of physique distribution in old- and modern-day children.

まとめ

ヒトには身体的な特質があり、体格のようなものも個体によって当然変異 (variation) がある。従って、体格に variation があるが故に、体格における variation の因果関係を明らかにし、またその因果関係と健康との関連を明らかにするためにも、体格は評価される必要がある。

今の子の体格分布のように、少子化という現実にも関わらず、すそ野の広い分布に変化したのであるから、さらに variation も大きくなり、体格を評価する場合に、平均値では理解できない個の解析の重要性がでてきている。欧米人は個を重視し、日本人はどちらかという平均的な見方を好むと云われているが、これだけ多様な特質をもつ子どもが増えてきた現代では、体格の評価も個を重視した評価に変わるべき時期に來ていると云えよう。例え、体格の評価であっても、個の可能性を引き出す評価法がこれからは重要になってくるものと考ええる。

参考文献

- 1) 文部科学省 (2003) : 学校保健統計調査報告書. 速報, 12.
- 2) 文部科学省スポーツ・青少年局編 (2003) : 体力・運動能力調査報告書, 平成14年度, pp. 252-258.
- 3) 小宮秀一 (1988) : 日本人の体格, 体型, 体組成. 九州体育学研究, 2, 1-12.
- 4) Smith R.M. and Rubenstein B.B (1940): Adolescence of macaques. Endocrinol., 26, 667-679.
- 5) Brown, J.B. and Strong, J.A (1965): Effect of nutritional status and thyroid function on the metabolism of oestradiol. J. Endocrinol. 32, 107-115.
- 6) Frisch, R.E. and Revelle, R (1971): The height and weight of girls and boys at the time of initiation of the adolescent growth spurt in height and weight and the relationship to menarche. Human Biol., 43, 140-159.
- 7) Komiya, S. and Kikkawa, K (1978): Height, weight, estimated body composition and a critical weight hypothesis at adolescent events and menarche. Jap. J. Phys. Educ., 23, 153-164.
- 8) 中央教育審議会答申
- 9) Mellits, E.D. and Cheek, D.B (1970): The assessment of body water and fatness from in infancy to adulthood. Monographs of the society for research in child development, 35, 12-26.
- 10) Fomon, S.J., Haschke, F., Ziegler, E.E. and Nelson, S.E (1982) : Body composition of reference children from birth to age 10 years. Am. J. Clin. Nutr., 35, 1169-1175.
- 11) Aam Itallie, T.B., Young, M-U, Heymsfield, S.B., Funk, R.C. and Boileau, R.A (1990): Height-normalized indices of the boy's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status, Am, J, Clin, Nutr., 52, 953-959.
- 12) Flegal, K.M. and Troiano, R.P (2000): Changes in the distribution of body mass index of adults and children in the US population. Int. J. Obes., 24, 807-818.