

日本人の児童・生徒の体型の変化について

—文部省学校保健統計調査報告書より—

統計数理研究所 金 藤 浩 司

(受付 1997年10月17日; 改訂 1998年1月26日)

要 旨

本稿では、日本人の児童・学童の身長と座高の経年変化を文部省が毎年調査し発行している「学校保健統計調査報告書」に基づき解析した。取り扱ったデータは、1943年生まれから1979年生まれまでの各学年の身長と座高の平均値である。解析においては、各平均値を出生年度毎にまとめ12年間分の経年的データとして取り扱った。また、本稿で用いた解析手法は、ヒトの体格成長を非線形の成長模型を用いて表現した非線形回帰である。

はじめに、身長と座高の成長を非線形の成長模型にあてはめ男女別に解析した。次に、身長と座高から計算される座高比についても議論した。推定した成長模型中の成長母数の推定値や体格成長の思春期のスパート時の年齢等の成長の特性値は、男女とも1960年付近で傾向が変化することが捉えられた。その変化を要約すると、1960年付近までは、各推定値は、出生年度とともに比較的単調に増加や減少傾向を示している。しかし、1960年付近以降は、その変化の傾きがそれまでと異なる。また、座高比曲線を用いて日本人の平均体型を捉えると、近年、一定の曲線に近づきつつあることが分かった。

キーワード：成長模型，身長，経年データ，座高，座高比曲線。

1. はじめに

ヒトの個体における体格の成長現象は、比較的安定している。ここで考察する成長現象は、身長、体重、座高、胸囲等の成長であり、以下で述べる成長現象を特徴づける特性値は成長模型から数学的に計算される。一般に、ヒトの成長過程は、乳幼児期、思春期、成人期に分類され、健常児においては、乳児期から幼年期にかけての対数関数的な身体の成長と、思春期の急激な成長がみられる。

体格成長の思春期のスパート時（以下では、思春期発現時と記述する）の年齢は、成長過程を集団として捉えた場合、個体によって変動し、思春期発現時の早い児童は早熟であると呼ばれ、逆に、それが遅い児童は晩生であると呼ばれる。女子の思春期発現時の年齢は、平均的には、男子のそれより若い傾向がある。そのため、小学校の高学年での女子の身長は、男子より高い場合が多くみられる。一方、男子の身長の思春期発現時後の最大伸び量は、女子より大きい傾向がある。従って、成人時の男子の身長は、女子に比べ高くなる傾向がみられる。

日本人の体格成長のパターンを集団として経年的に捉えた場合、それは時代と共に少しずつ変化している。一般に、その変化の理由として、食生活や生活環境が考えられる。また、これらの要因は個体の遺伝的な要因と絡み合い、相互に影響を及ぼしあっている。

個体の成長過程については、統計学的に興味ある話題が多い。しかし、本稿では文部省が毎年調査し発行している「学校保健統計調査報告書」に基づき集団としての日本人の体格成長の変遷について考察する。また、その調査から得られた測定値を、非線形の成長模型にあてはめ、成長母数の推定値と成長の特性値を解析した。「学校保健統計調査報告書」に基づいた先行研究として Shohoji and Sasaki (1984) は、1943 年生まれから 1966 年生まれまでの男女の児童・生徒の身長データに対して、成長の時代変化を捉えている。本稿では、1943 年生まれから 1979 年生まれまでの児童・生徒の身長の成長の変化を解析し、同時に座高の成長も考察した。

児童・生徒の成長解析から得られる結果として、例えば、以下に述べる二つの応用があげられる。

初めに、学校で用いる机・椅子・その他の器具の適切なサイズの決定や日常生活用品のサイズの決定について考える。あるメーカーの教育環境施設のカatalogによると、椅子の高さは、下腿高(膝から足首までの部分)から 1 cm 引いた高さが適切な高さとしてされている。しかし、下腿高は、一般に身体測定では測定されない。通常、その近似として身長の 4 分の 1 から 1 cm 引いた高さが用いられている。同様に、机の高さは、椅子の高さに座高の 3 分の 1 から 1 cm 引いた高さを加えることで適切な高さとしてされている。しかし、成長期の身体には無理の無いように学習環境は整備されるべきであるので、本来なら机・椅子等の用具のサイズ決定には、個々の児童・生徒の手の位置等も考慮に入れなければならない。そこで、児童・生徒の体格成長を正確に捉えることで、適切なサイズの用具開発が可能となる。

次に、医療面では、健常人の成長パターンを得ることで、成長異常児(例えば、小人症の児童)に対する効果的な成長ホルモン治療開始時点・治療終了時点の決定等が期待できる。成長ホルモンの投与に関して一般的にとられる方針は、成長ホルモンの投与により、身長がその個体の属する年代の平均値に近づくことである。そこで、その平均値について成長の特性といった視点から年代や出生年度別の変化を検討しなければならない。

2 章では、本稿で用いる標本と成長模型について説明を行う。ここでは、生物学的に成長模型に意味があり、推定する未知母数の個数が出来るだけ少ない成長模型を選択した。3 章では、児童・生徒の身長と座高に対し、各成長母数の推定値と成長の特性値について経年的に解析した。また、最後の章でまとめを行った。

2. 標本と成長模型

2.1 標本

文部省は、児童、生徒及び幼児の発育状態及び健康状態を明らかにするために、統計法による指定統計(第 15 号)として、昭和 23 年から現在まで、毎年調査を実施し、「学校保健統計調査報告書(昭和 23 年度-平成 8 年度)」として結果を公開し、各年度の横断的データの考察を加えている。

調査の範囲は、小学校、中学校、高等学校及び幼稚園であり、調査の対象は、調査実施校に在籍する満 5 歳から 17 歳までの児童、生徒及び幼児の一部である。また、平成 8 年度の調査報告書(文部省(1996))によると、対象となる標本の個数は、発育状況の調査では、それぞれ約 27 万人(小学校)、約 23 万人(中学校)、約 13 万人(高等学校)及び約 7 万人(幼稚園)である。

発育状態の計測としては、身長、体重、座高及び胸囲の項目がある。但し、平成 7 年度の調査から胸囲の項目が削除されている。また、本稿では利用しないが児童・生徒の健康状態についての調査も合わせて行われている。本稿では、調査項目中で、身長と座高のデータを用いた。そこに記載されている調査結果は、各調査項目の平均値と標準偏差である。昭和 27 年度及び昭

和28年度の調査では、幼稚園のデータ(満5歳)が収集されていない。故に、今回の解析では、すべての満5歳の平均値を解析対象から削除した。最終的には、各年度の横断的データを積み重ね、それを出生年度毎にまとめ12年間分の経年的データとして取り扱った。また、データの測定時の年齢と身長及び座高の単位は、それぞれ(月)と(cm)及び(cm)とした。

2.2 成長模型

個体の成長記録において、その測定時刻の間隔は個体によって異なる。このような成長記録の解析では、測定時刻の個体差を除去するためにデータを適切な成長模型にあてはめ、成長模型に含まれる母数の推定値を用い各個体の成長を議論することが効果的である場合が多い。

一般に、用いられる成長模型としては二種類の成長模型が考えられる。

一つは、成長母数に対して線形の成長模型であり、通常用いられるものは多項式の成長模型である。実際の成長データの解析でかつ一変量のデータを取り扱う場合には、線形の成長模型は余り用いられていない。しかし、多変量の場合では、定式化および推定値の計算上の簡単さの観点からしばしば用いられている(Potthoff and Roy (1964), Rao (1987))。

もう一つは、成長母数に対して非線形の成長模型である。非線形の成長模型の多くは、成長に関する微分方程式を構成し、それを解くことにより求められる場合が多い。その結果、生物学的に成長模型の導出に意味付けが可能であり、同時に、推定する成長母数の意味付けが可能である。また、この性質は成長予測等を行う場合に有効である(Kanefuji and Shohoji (1990))。

本稿では、Preece and Baines (1978) が提案した非線形の成長模型の中で model 1 と呼ばれる模型をデータに適用した。これ以降、これを Preece-Baines 型成長模型と呼ぶ。この成長模型は、測定時刻を t とし、時刻 t での計測値を $H(t)$ とすると、以下で定義される。

$$\text{Preece and Baines model: } H(t) = U - \frac{2(U-E)}{e^{A(t-C)} + e^{B(t-C)}}.$$

ここで、 A, B, C, E, U は推定する未知の成長母数である。これら5つの成長母数の生物学的意味付けを述べると、 A と B は、思春期発現時点以前の成長速度と思春期の最大伸び量時の成長速度に、それぞれ関係している。また、 C は、思春期の最大伸び量時の年齢に関係し、その時点の身長に成長母数 E が対応する。最後に、 U は最終身長を表す。

成長現象では、単位時間あたりの伸び量が重要であることが多い。なぜなら、成長速度の情報は、思春期発現時の年齢等の成長の特性点を規定することによる。ここで、 $H(t)$ を t で微分したものを、成長速度曲線、 $h(t)$ 、と呼ぶ。一般に成長に関する特性点として、二つの時点が重要となる。一つは、思春期発現時の年齢であり、もう一つは、思春期の最大伸び量時の年齢である。それらを数学的に定義すると、思春期発現時の年齢、 t_{onset} 、と思春期の最大伸び量時の年齢、 t_{peak} 、はそれぞれ、 $dh(t)/dt=0$ を満足する二つの t の値である。但し、 $t_{onset} < t_{peak}$ である。

Fig. 1は、1962年生まれの男子児童のデータを、Preece-Baines型成長模型にあてはめたものである。ここで、“×”記号と“-”記号は、各時点の測定値と2時点間の平均伸び量を、それぞれ表している。また、実線および点線は、推定した成長曲線と成長速度曲線を、それぞれ示し、このデータに対する思春期発現時の年齢、 t_{onset} 、と思春期の最大伸び量時の年齢、 t_{peak} 、も同様に示している。

乳幼児期の成長に対する非線形の成長模型として、Jenss and Bayley (1937) や Count (1943) は、以下の成長曲線を提案している。

$$\text{Jenss and Bayley model: } H(t) = A + Bt - e^{C-Dt}.$$

$$\text{Count model: } H(t) = A + Bt + C \log t.$$

ここで、 A, B, C, D は未知の成長母数を表している。

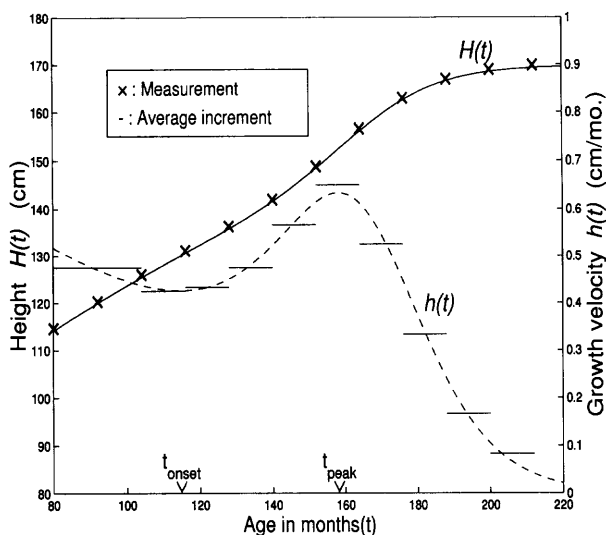


Fig. 1. Growth curves for boys (born in 1963).

また、ヒトが生まれてから成人となるまでの成長過程の成長モデルとしては、Bock et al. (1973), Shohoji and Sasaki (1987), Jolicoeur et al. (1988) 等が、以下の成長モデルを導出している。

Bock et al. model :

$$H(t) = \frac{A_1}{1 + e^{-B_1(t-C_1)}} + \frac{A_2}{1 + e^{-B_2(t-C_2)}}.$$

Shohoji and Sasaki model :

$$H(t) = C + Dt + E \log t + e^{-e^A - Bt}(U - C - Dt - E \log t).$$

Jolicoeur et al. model :

$$H(t) = A \left(1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{t_1}{D_1}\right)^{C_1} + \left(\frac{t_1}{D_2}\right)^{C_2} + \left(\frac{t_1}{D_3}\right)^{C_3}} \right).$$

ここで、 $A_1, A_2, A, B_1, B_2, B, C_1, C_2, C_3, C, D_1, D_2, D_3, D, E, U$ は、未知の成長母数である。また、Jolicoeur et al. model における t_1 は、受精時から測定時点までの時間であることを注意しなければならない。

本稿で用いた Preece-Baines 型成長モデルは、乳幼児期のデータに対しあてはまりが良くないことが知られている。しかし、ここでは各成長モデルの良さについては議論しない。何故なら、それは以下に述べる二つの理由による。初めに、ここで対象とするデータは、約 20 万人の児童・生徒の計測データの平均値であり、その値を経年データとしてつなぎ合わせた一組のデータセット（各年度に生まれた平均値を集めたデータ）はなめらかなデータである。それ故、成長モデルの違いによる成長現象の解釈に余り差が生じない。次に、一組のデータセットには、小学 1 年生から高校 3 年生までのデータが含まれ、その個数は 12 個である。故に、成長モデルに含まれる成長母数の個数が少ないモデルを用いた。また、先に述べた Preece-Baines 型成長モデルを用いる場合の欠点は、今回の標本では問題にならない。何故なら、利用するデータは小学 1 年生からなので、乳幼児期の成長モデルのあてはまりの悪さは、余り全体のあてはまりに影響を及ぼさない。

3. 解 析

初めに本稿の解析をまとめる。まず、横断的に収集された身長と座高の平均値を蓄積し、それから出生年度毎の経年的データを作成した。次に、5個の未知の成長母数を含む Preece-Baines 型成長模型に各データをあてはめた。最後に、得られた成長母数の推定値および成長の

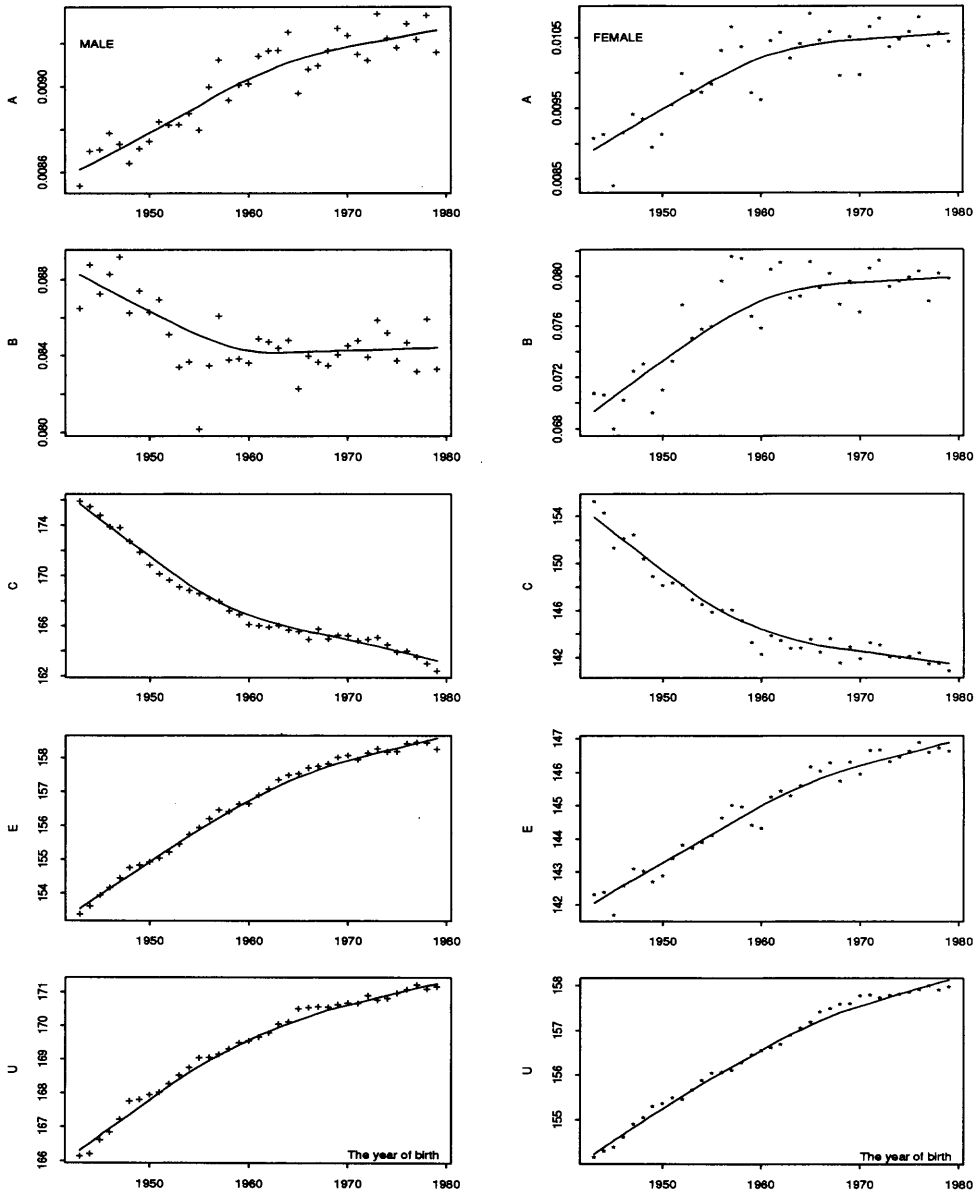


Fig. 2. The estimates of growth parameters of height for boys and girls. The symbol “+” is the estimated value and the solid lines are the locally weighted regression lines for boys. The symbol “*” is the estimated value and the solid lines are the locally weighted regression lines for girls.

特性値の観点から日本人の体型の経年的な変化を考察した。

非線形の成長モデルの母数推定は、MATLAB (The Math Works (1996)) の *curvefit* 関数を用いた。その計算において、各出生年度とも身長と座高の母数推定が失敗したデータセットは無く、母数推定と同時に成長曲線を描き視覚的に異常な推定値を求めていることを確認した。まず、成長母数や成長の特性点の推定値を、Fig. 2 から Fig. 10 にまとめた。初めに、これら

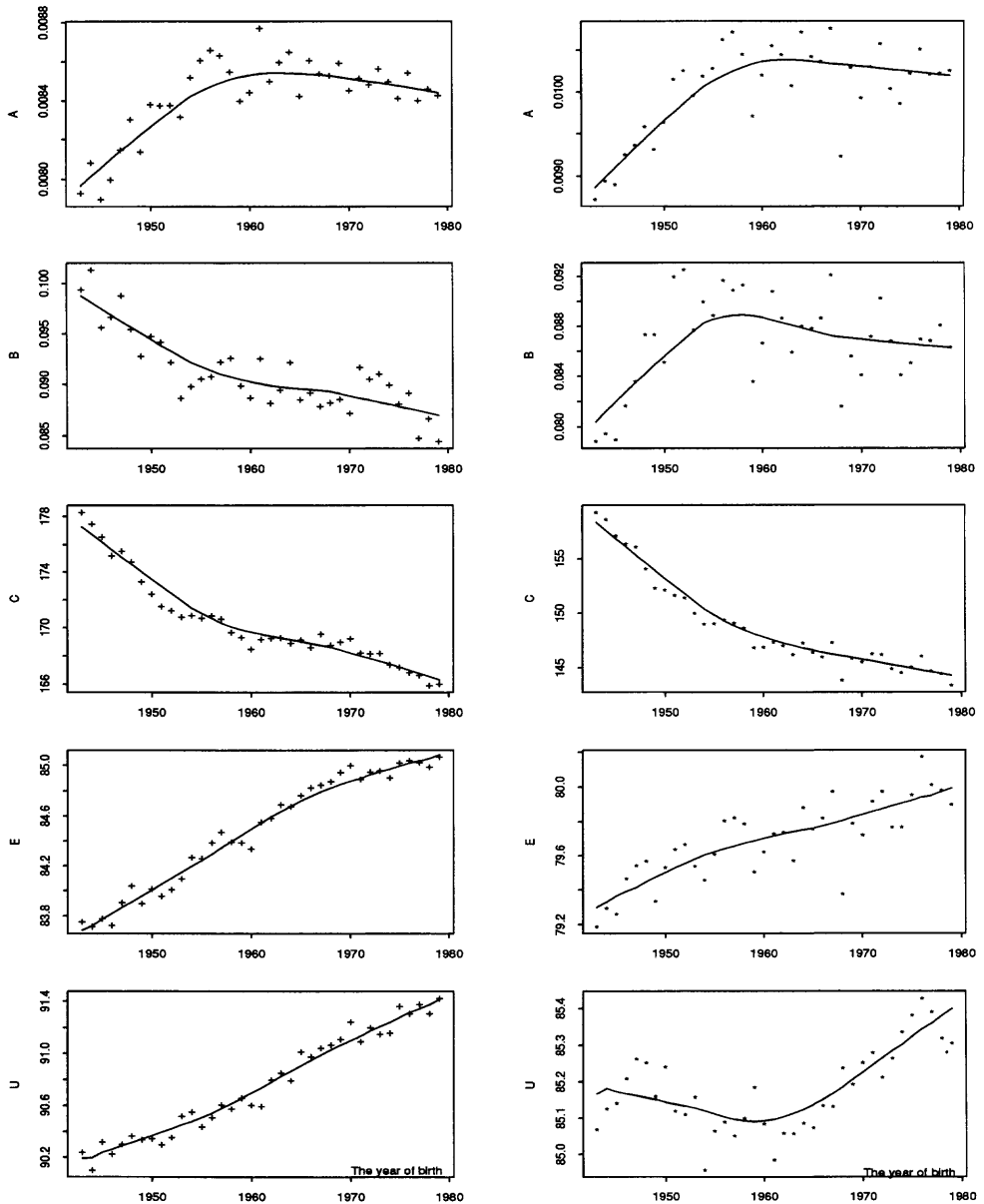


Fig. 3. The estimates of growth parameters of sitting-height for boys and girls. The symbol “+” is the estimated value and the solid lines are the locally weighted regression lines for boys. The symbol “*” is the estimated value and the solid lines are the locally weighted regression lines for girls.

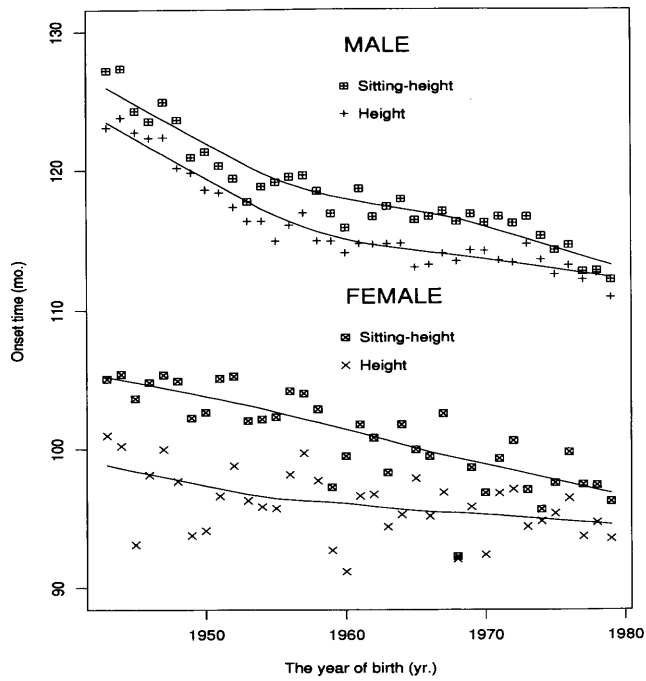


Fig. 4. The estimates of onset time of height and sitting-height for boys and girls.

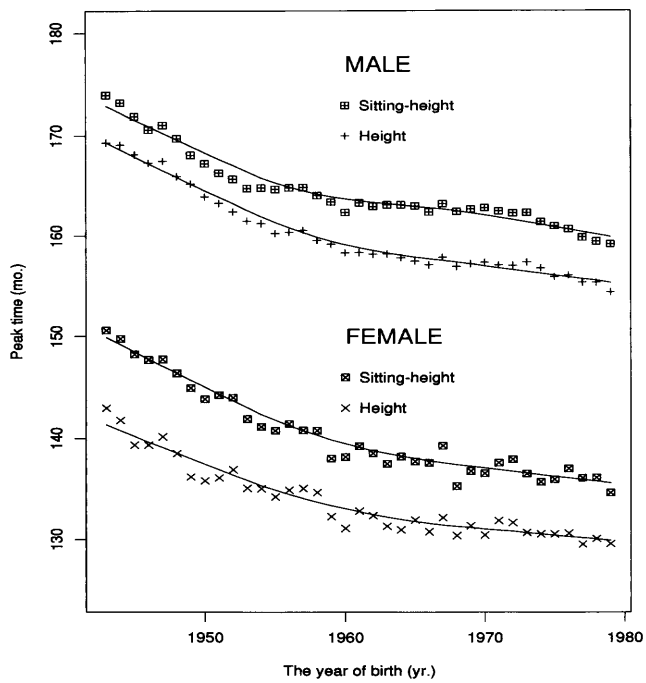


Fig. 5. The estimates of peak time of height and sitting-height for boys and girls.

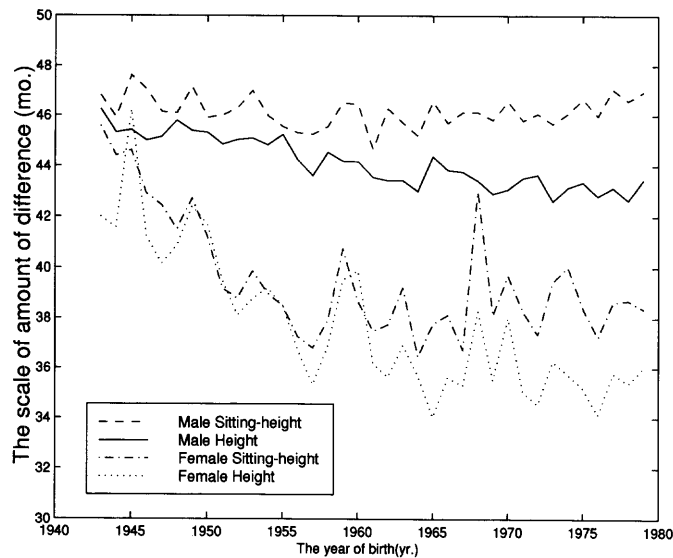


Fig. 6. The differences between onset and peak times for sitting-height and height.

の図の説明を行う。

Fig. 2 は、男女の身長を出生年度毎に Preece-Baines 型成長模型にあてはめ、各成長母数 (A , B , C , E , U) の推定値を縦軸とし、出生年度を横軸としてプロットしたものである。男子の推定値と女子の推定値を、図の左側半分と右側半分に、それぞれ “+” 記号と “*” 記号でプロットしている。また、図中の実線は、推定値の局所的な回帰による平滑化曲線であり、これを成長の経年的な変化の一つの指標として用いた。

Fig. 3 は、男女の座高について、Fig. 2 と同様に、各成長母数の推定値を計算し、それをプロットしたものである。

Fig. 4 は、男女の身長と座高の思春期発現時の年齢を縦軸とし、出生年度を横軸としてプロットしたものである。ここでは、男子の身長と座高に対する思春期発現時の年齢の推定値と、女子の身長と座高に対する思春期発現時の年齢の推定値を、それぞれ “+” と “田” 記号、“×” と “⊠” 記号でプロットしている。また、局所的な回帰による平滑化曲線も同時に描いている。

Fig. 5 は、男女の身長と座高について、Fig. 4 と同様に、思春期の最大伸び量時の年齢を推定しプロットしたものである。

Fig. 6 は、男子・女子のそれぞれについて、身長・座高別に思春期の最大伸び量時の年齢から思春期発現時の年齢を引いた年齢間隔を縦軸とし、出生年度を横軸としてプロットしたものである。また、男子の座高、男子の身長、女子の座高、および女子の身長に対するその平均値は、46.17ヶ月、44.12ヶ月、39.54ヶ月、および 37.78ヶ月である。

Fig. 7 は、男子の座高比の曲線を示している。座高比は、各時点での座高をその時点の身長で割り、その量を 100 倍した量で定義した。この図には、1943 年生まれから 1978 年生まれまで、5 年間隔で 8 本の座高比の曲線が描かれている。

Fig. 8 は、女子の座高比の曲線を、Fig. 7 と同様に 8 本描いたものである。

Fig. 9 は、男子について、座高の思春期発現時の年齢から身長のそれを引いた年齢差と、座高の思春期の最大伸び量時の年齢から身長のそれを引いた年齢差を、それぞれ、実線と点線で示している。また、男子の座高と身長と思春期発現時の年齢差の平均値は、2.46ヶ月であり、

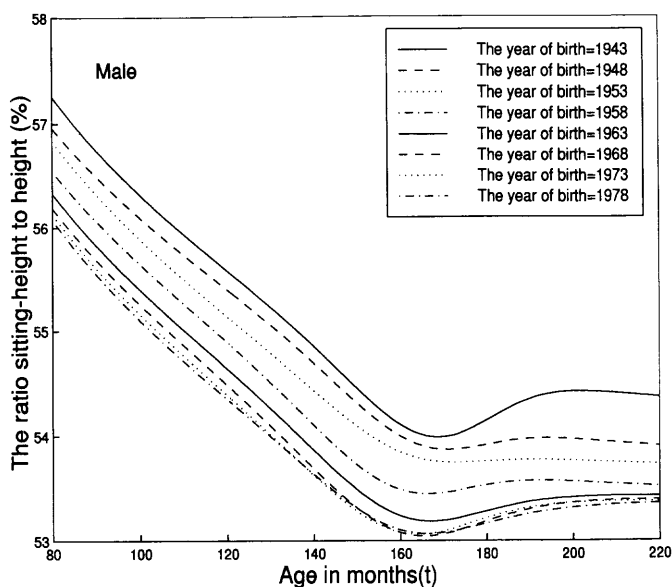


Fig. 7. The curves of the ratio sitting-height to height for boys.

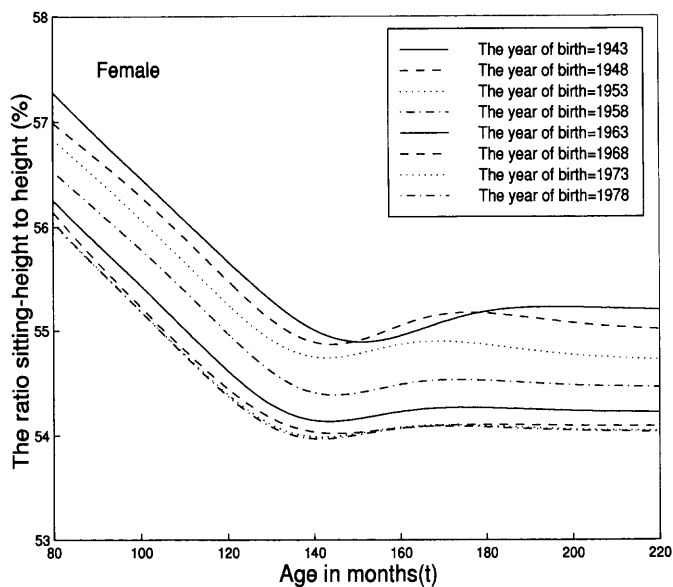


Fig. 8. The curves of the ratio sitting-height to height for girls.

思春期の最大伸び量時の年齢差の平均値は、4.45ヶ月である。

Fig. 10 は、女子について、Fig. 9 と同様にそれぞれの年齢差を示している。また、女子の座高と身長と思春期発現時の年齢差に対する平均値は、4.88ヶ月であり、思春期の最大伸び量時の年齢差に対する平均値は、6.64ヶ月である。両方の年齢差の平均値において、女子の方が、男子と比較するとその差は、約2ヶ月程度大きい。

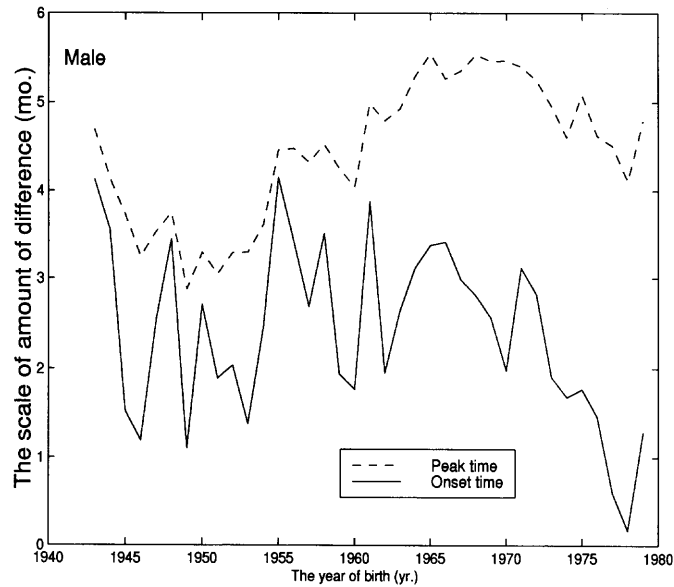


Fig. 9. The differences of the onset and peak times between sitting-height and height for boys.

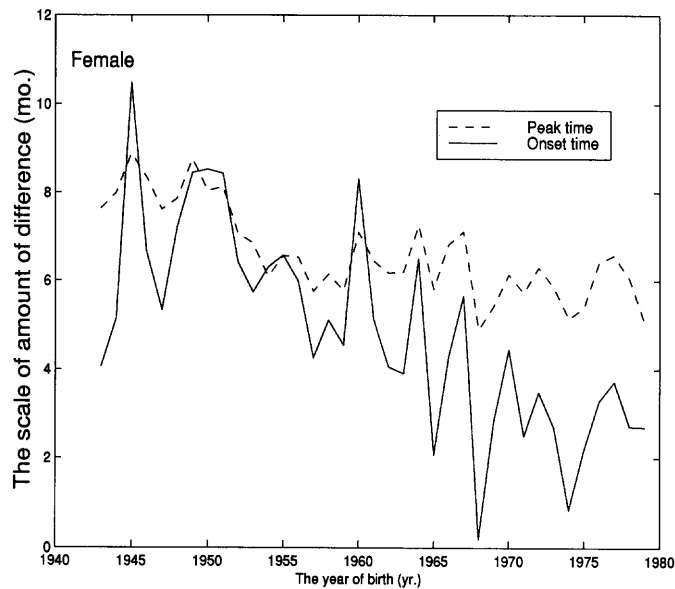


Fig. 10. The differences of the onset and peak times between sitting-height and height for girls.

3.1 身長を経年変化

身長を経年変化を、Fig. 2, Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6の4枚の図を用いて考察した。これ以降の解析では、出生年度が過去から現代に近づく場合の観点から、各成長母数の推定値および成長の特性値の経年変化について述べている。

3.1.1 男子・成長母数

Fig. 2 において、 A の推定値は増加傾向がみられる。また、平滑化曲線によると、1960年以降その増加の傾きはそれ以前に比べ減少している。次に、 B の推定値は1960年付近で、それまでの減少傾向が止まり、平滑化曲線は微少であるが増加傾向を示している。また、 C の推定値は、減少傾向がみられる。母数 E は、年齢 C における身長を表す。そこで、 E の変化をみると、 C の推定値は減少するが、その時点での身長は逆に増加していることがわかる。また、最終身長の推定値は増加している。しかし、1960年頃からその増加の傾きは減少している。

3.1.2 男子・成長の特性値

ここでは、男子の身長の成長の特性値の経年変化を捉えるために、Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6を用いる。Fig. 4から、思春期発現時の年齢は、若年化していることが確認できる。また、Fig. 5から、思春期の最大伸び量時の年齢も同時に、若年化していることがわかる。これら二つの特性値は、1960年生まれ前後において、傾きに変化がみられる。また、Fig. 6より、思春期発現時から思春期の最大伸び量時までの年齢間隔が、時代とともに少しづつではあるが短縮していることが確認できる（35年間で約3ヶ月減少）。

3.1.3 女子・成長母数

Fig. 2より、 A の推定値は増加傾向がみられるが、1960年生まれ前後からその増加量が減っている。女子の成長母数の推定値の特徴として、 B の推定値が男子の場合と反対の傾向を示すことがあげられる。つまり、 B の推定値は増加傾向がみられるが、その他の母数の推定値は、男子の場合と同様な変化を示している。

3.1.4 女子・成長の特性値

女子の身長の思春期発現時の年齢を、Fig. 4でみると、出生年度が遅くなるにつれて、思春期のスパートの開始時点が早くなっている。しかし、Fig. 4での思春期発現時の推定値は、男子のそれに比べ、平滑化曲線のまわりでの変動が大きい。この理由は、女子の思春期発現時の年齢が男子に比べ若く、そのため、用いた標本において思春期発現時の年齢を適切に推定するためのデータの個数が少ないことがあげられる。また、Fig. 5より、思春期の最大伸び量時の年齢は、出生年度が遅くなればなるほど若年化していることがわかる。また、この年齢の若年化の傾向は、1960年生まれの世代以降、鈍っている。Fig. 6において、思春期発現時と思春期の最大伸び量時の年齢間隔は、遅く生まれるほど短くなり、また、1960年前後からは、ほぼ一定の値でそれは推移している傾向がみられる。

3.2 座高の経年変化

座高に関する経年変化をFig. 3からFig. 6までの4枚の図で解析する。

3.2.1 男子・成長母数

Fig. 3では、 A の推定値は、初め増加傾向がみられるが、1960年頃から身長の推定値とは異なり減少している。また、 B の推定値は、出生年度とともに減少し続けている。 U の推定値は、増加傾向がみられ、身長の推定値とは逆に、さらに1960年前後から増加の傾きが増している。

3.2.2 男子・成長の特性値

Fig. 4とFig. 5から、思春期発現時と思春期の最大伸び量時の年齢の変化を捉える。ここでは、出生年度が遅くなることに伴いこれら二つの年齢の若年化の傾向がみられる。また、Fig. 6から、思春期発現時の年齢と思春期の最大伸び量時の年齢の間隔は、経年的な変化の少ない量であり、その平均値は、約46ヶ月である。

3.2.3 女子・成長母数

Fig. 3では、 A の推定値は、1960年生まれ頃までは増加するが、それ以降は減少傾向がみられる。 B の推定値は、 A と同様の傾向がある。また、 C の推定値は、減少傾向がみられる。最

後に、 U の推定値の変化をみると、多少ではあるが1960年代まで減少し、それ以降増加している。

3.2.4 女子・成長の特性値

Fig. 4での思春期発現時の推定年齢は、女子の身長の場合と同様に変動しているが、平滑曲線で見ると、出生年齢に伴って若年化の傾向がみられる。推定値が変動した理由も思春期発現時の年齢の推定に影響を及ぼす測定値の欠如による。また、思春期の最大伸び量時の年齢の経年変化は、Fig. 5にみられるように減少傾向を示している。

3.3 座高比の経年変化

ここでは、Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10を用いて、座高比に関する考察を行う。

はじめに、Fig. 7では、出生年度が遅くなれば、座高比の曲線が下になる傾向がみられる。このことは、各時点での日本人の男性の身長に対する座高比の値は、減少する傾向にあることを表している。つまり、各年齢での身体的なバランスとしては、足が長い若者が増えている。この結果は、Fig. 2とFig. 3の U の推定値からも理解できる。つまり、身長に対する U の推定値の増加量に対して座高の増加量は少ない。このことより、成人時の足の伸びが捉えられる。Fig. 8は女子の座高比の曲線を示しているが、これも男子の場合と同様な経年的な変化を示している。

次に、経年的な傾向を比率のみから考察する。1968年から1978年の3本の座高比の曲線は、近い位置にある。このことは、近年の児童の身長の平均値に対する座高の平均値の比率はほぼ一定であり、体型のバランスは安定化しているとみなされる。

Fig. 7とFig. 8でみられる男子と女子の共通の解釈として、各座高比の曲線は、単調に減少し、ある点から増加し、その後は成人すれば一定の値に近づく形をしている。この形は、Fig. 9とFig. 10でみられる身長と座高の成長のずれにより生じる。つまり、身長は、座高より思春期の開始時点や思春期の最大伸び量時の時点が数ヶ月早いためである。

4. おわりに

日本人の体格の変化を、文部省が毎年調査している「学校保健統計調査報告書」から眺めてみると、1960年前後に男女とも成長の変化がみられた。また、個々の身長および座高の絶対量は、まだ伸びを続けているが、座高比によって日本人のスタイルを捉えると、それが、一定の曲線に最近近づいていることは、非常に興味深い。

ここでは、解析結果を得る過程で、成長モデルを導入した。そのことで得られる利点としては、推定された成長母数と成長の特性点で、経年的変化を捉えることが可能となる点があげられる。また、本稿では、成長モデルとしてPreece-Baines型成長モデルを用いた。しかし、あくまでもこのモデルを用いた理由は、二章で述べたことによる。もし、対象とするデータが個体である場合や測定区間が乳幼児期を含む場合では、Shohoji and Sasaki (1987) や Jolicoeur et al. (1988) の成長モデルを用いて解析することが良い。しかし、成長モデルは、まだ完成されたものではなく、今後もより良い成長モデルが提案されてくるものと思われる。

謝 辞

本稿の作成にあたり、査読者の方に有益なコメントを頂いたことを深く感謝いたします。

参 考 文 献

- Bock, R. D., Wainer, H., Petersen, A., Thissen, D., Murray, J. and Roche, A. (1973). A parameterization for individual human growth curves, *Human Biology*, **45**, 63-80.
- Count, E. W. (1943). Growth patterns of the human physique: an approach to kinetic anthropometry, *Human Biology*, **15**, 1-32.
- Jenss, R. M. and Bayley, N. (1937). A mathematical model for studying the growth of a child, *Human Biology*, **9**, 556-563.
- Jolicoeur, P., Pontier, J., Pernin, M.-O. and Sampé, M. (1988). A lifetime asymptotic growth curve for human height, *Biometrics*, **44**, 995-1003.
- Kanefuji, K. and Shohoji, T. (1990). On a growth model of human height, *Growth, Development and Aging*, **54**, 155-165.
- 文部省 (1996). 平成8年度学校保健統計調査報告書.
- Potthoff, R. F. and Roy, S. N. (1964). A generalized multivariate analysis of variance model especially for growth curve problems, *Biometrika*, **51**, 313-326.
- Preece, M. A. and Baines, M. J. (1978). A new family of mathematical models describing the human growth curve, *Annals of Human Biology*, **5**, 1-24.
- Rao, C. R. (1987). Prediction of future observations in growth models, *Statist. Sci.*, **2**, 434-471.
- Shohoji, T. and Sasaki, H. (1984). The growth process of the stature of Japanese growth from early childhood, *Acta Medica Auxologica*, **16**, 101-111.
- Shohoji, T. and Sasaki, H. (1987). Individual growth of stature of Japanese, *Growth*, **51**, 432-450.
- The Math Works Inc. (1996). *MATLAB, Optimization Toolbox User's Guide*, Natick, Massachusetts.

Growth Patterns of Japanese Boys and Girls
—Based on the Reports of Health Statistics
for School Children in Japan—

Koji Kanefuji

(The Institute of Statistical Mathematics)

This paper presents growth patterns of height and sitting-height in Japanese boys and girls based on the reports of health statistics for school children in Japan. These reports were published by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture in Japan. The Preece-Baines model was used for growth analysis. A growth model is useful for data-reduction. Some changes in the height and sitting-height of Japanese born between 1943 and 1979 were discussed. The estimates of the age at the spurt of adolescence (onset age) and the age attained at the peak height velocity during adolescence (age at peak velocity) decrease with the year of birth for both boys and girls. The growth patterns of Japanese height and sitting-height were changed around 1960.