

博士（保健学）学位論文

児童期から青年期までの身体プロポーションの
年齢的变化と時代的变化

—Body Proportion Chart 法による検討—

Age-related and Secular Changes in Body Proportion
from Childhood to Adolescence

Measured by a Body Proportion Chart Method

2019 年

指導教員 小林 正子 教授

廣原 紀恵

HIROHARA Toshie

女子栄養大学

目次

1. 序章

- 1 プロポーション研究の意義・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
- 2 日本における身体プロポーション研究の経緯・・・・・・・・・・5

第1章. 身体プロポーションの年齢的变化

- I. はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
- II. 研究方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
- III. 結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・15
- IV. 考察・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
- V. まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・21

第2章. 身体プロポーションの時代的变化

- I. はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・22
- II. 対象および方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
- III. 結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
- IV. 考察・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26
- V. まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31

総括と今後の課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・35

引用文献・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37

図表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・44

序章

1. 身体プロポーション研究の意義

ヒトの発育発達に関する理解は、人類学や人間生物学にとどまらず、教育学においても重要である。殊に児童期、青年期にみられる身体的・精神的な変化は、学校保健において考慮すべき必須事項といえるだろう。一言で発育発達といっても、それに関わる事項は多岐にわたり、多くの独立した研究領域が構成されている。しかし、それぞれの研究分野で得られる知見は、本来連関性をもって活用されることが望ましいため、それぞれの分野での緻密で科学的な検討の集積が期待される。

主として身体の形質の発育に焦点を当て研究する領域は発育学または成長学（Auxology）と呼ばれ、木村¹⁾や高石²⁾などにより専門書も出版され、学校保健における基礎科学的側面の一端を担っているといえるだろう。この発育学が対象とするテーマの範囲は、身体の部位や身体の形態測度（大きさ）、すなわち身長や体重、座高、体表面積などのような横の広がり、発育段階の縦の広がり、の組み合わせにより、また発育現象には時代差があることによって限らないものとなっている。

そのような中で、身体プロポーションは一貫して発育学の主要テーマとして検討されてきた。それは身体プロポーションが発育経過の中で目まぐるしく変化することが日常的に観察されるため、まずはそのノーム（規準）や変動幅を理解する必要性が生じたためであると思われる。

さらにプロポーションが身体機能やパフォーマンスと関連していることが明らかになり、プロポーションはアスリートの適正をみるための指標となった。陸上競技の中で、特に跳躍競技では比脚長が大きいことがパフォーマンスを高める資質と考えられるし、採点競技であるアーティスティック（旧シンクロナイズド）スイミングなどでは身体そのものの大きさに加えプロポーションが重要な要素とされ、競技者育成プログラムのオーディションに参加した児童を対象とした身長およびプロポーションについての研究も行われており³⁾、スポーツ科学の観点からも検討が進んでいる⁴⁾。

プロポーションと「健康」との関連についての研究は古くからなされている。Willner⁵⁾は特発性側弯症の女子について研究を行い、その結果、脊柱の変形の影響を補正した座高は、側弯症である女子の方が対照群よりも有意に高く、補正されていない身長も対照群よりも高いことを報告している。身長に対する胴長について、側弯症の女子と対照群を比較すると、対照群の方が有意に小さかった。これはすなわち、長胴傾向の強い女子においては、突発性側弯症の発現率の高いことが示唆されており、プロポーションの特徴が健康と関連することは教育現場においても留意すべき観点といえよう。

さらに Gunnell ら⁶⁾は身長と下肢長および癌のリスクに関して詳細な総説論文を纏めている。それによると、彼らが引用した文献（336編）の大部分は、身長と癌との間に比較的弱いとはい

えリスクがあることを裏付けている。例えば「より背の高い個人は、20～60 パーセントの範囲で癌のリスクが増加するように思われる」こと、「この関係は、遺伝子によって、あるいは食事や感染を含む出生前または小児期の環境によって説明されるかもしれない」こと、「成長および成長因子レベルに対する小児期の食事の影響が根底にあるかどうかを決定するためにさらなる研究が必要である」こと、などであり、さらに「身長と癌の関連性が体重によっても異なるという報告もあることから、この問題についてはさらに詳細な検討が必要であろうし、その相互作用のメカニズムについて、さらに調査を深めるべきである」こと、また、いくつかの研究での、脚の長さが身長と癌との関連を生み出しているという知見に対しては、「さらなる研究が必要であろう」と述べている。

さらに、「成長因子レベルと脚の長さおよび体幹の長さとの関連性についても検討する必要がある」こと、「一方で集団的にみれば、背の高い人は背の低い人より一般的に死亡率が低いとされている」こと、そしてこれは、「身長と心肺疾患の関連が癌との関連とは逆の方向を向いているためである」こと、そこで、「身長と癌のリスクが関連しているという生物学的なメカニズムを理解することが、重要となるであろう」と結んでいる。

また、身体プロポーションと健康に関する比較的新しい総説論文が Bogin ら⁷⁾によって報告されている。その概要は以下の通りである。

「身長をその主要な構成要素に分解することは、成人期におけ

る疾患，罹患率および死亡の要因を評価するための有用な戦略であることが証明されている。人間の脚の長さ（大腿骨+脛骨），身長（体幹の長さ+頭の長さ）およびそれらの比率，例えば（脚の長さ/身長），または比座高（座高/身長×100）は，過体重（肥満），冠状動脈性心臓疾患，糖尿病，肝機能障害および特定の癌に対する疫学的リスクに関連している。幼児期，小児期および若年期の成長のための環境の質や相対的な脚長が健康指標となる幅広い支持もある。人間はすべての哺乳類に共通の頭側尾部の成長勾配を示す成長パターンをたどる。人に特有なパターンは，出生から思春期までの間に他の身体の部分よりも脚部が比較的速く成長することである。子どもや若者のグループにとって，比較的短い脚による低身長（すなわち，高い比座高）は，一般的に好ましくない環境の指標である。人体のプロポーションの発達は，環境と特定の遺伝子が知られているとしてもごくわずかであるが，ゲノムの相互作用の産物である。H0Xd および低身長ホメオボックス含有遺伝子（SH0X）は，おそらく人体のプロポーションに関連したゲノム領域である。例えば，SH0X 関連障害の 1 つはターナー症候群である。一方で，疾病をもたない集団を用いた研究によると，環境は脚長に影響する主要な要因であることを示している。そして脚長とプロポーションは人の身体に対する美認識において重要であり，さらにそれは健康の指標と見なされている。」

以上のように人のプロポーション研究の視点は多様であり，様々な観点から関心が払われ，今後も国際的に研究が継続されるであろう。

2 日本における身体プロポーション研究の経緯

日本人が身体のプロポーションに古くから強い関心を示してきたことは、絵画や彫刻などのアートや芸能などの文化遺産から見て取れるが、日本における人のプロポーション研究の始まりは、身体プロポーションが、人の発育を論じるうえで不可欠な視点であることから、発育研究の始まりと一致するといえよう。発育研究は発育学として学問的に系統化される以前は、医学、衛生学、保健学、人類学、教育学、心理学などの分野で扱われてきたし、現在でもひとつの領域をなしている。

身体比例の表示法として指数（割合）を用いる方法に加えて、相対成長の方法は重要な分野を占めてきた。この方法は Huxley が生物の成長について著した相対成長（Relative Growth）の中のアロメトリーの考え方に準拠するもので、日本には清水⁸⁾によって紹介され、その後幅広く発育研究分野で応用されてきた。これは2測度間の割合(比)が時間的推移に伴って増減する様態を、アロメトリー式 $y = b x^{\alpha}$ の式で表現するもので、この式を対数変換すると $\log y = \alpha \log x + \log b$ の一次式となる。すなわち α は一次直線の勾配を表しアロメトリー係数とよばれ、 $\alpha > 1$ の場合には優成長とよばれ、 y 軸に設定した測度の成長率が x 軸にとった測度の成長率よりも大きいことを意味している。また $\alpha < 1$ なら劣成長で y 軸に設定した測度の成長率が x 軸にとった測度の成長率よりも小さく、 $\alpha = 1$ なら両測度の成長率は拮抗していることを意味し等成長と呼ばれている。清水⁹⁾は1946年に「人間の相対成長に関する研究」を著している。児童の下肢長に対す

る上肢長の相対成長の研究である。Hattori¹⁰⁾ はアロメトリーの方法を応用して、日本人胎児の外径測度を総合的に分析している。その後、真家ら¹¹⁾、高島¹²⁾ による身長に対する座高の相対成長研究が報告されている。

身体プロポーションを表す簡便でより直接的な方法は、身体の様々な人類学的な径(測度)を測定したのち、2 測度間の割合(比)の動向をストレートに観察するものであり、そのわかりやすさから多くの研究によって採用されている。学術的なレベルでプロポーションに焦点を当てた研究が多くみられるようになったのは近年のことである。その中で比較的初期のものとして、柳沢ら¹³⁾ は、4-17 歳の女子の身体比例について報告し、保志ら¹⁴⁾ は日本人成人男子 112 名の 54 項目生体計測値とそれらの示数ならびに相関係数について報告している。

その後も多くの研究が報告されてきたが、特筆すべきは、Hattori ら¹⁵⁾ による身体比例チャート法による児童と青年のプロポーション変化に関する報告である。この研究のオリジナリティは実測値と指数を同期させながら身体の発育的变化を観察するところにある、プロポーションの変化を理解するうえで、有効な情報を提供したことから、Hermanussen¹⁶⁾ の編集による最近の発育学専門書にも紹介されている。本研究の論文も、この身体比例チャート法を適用したものである。

このような状況のもとで、本研究は、身体のプロポーションの変化について明らかにすることを目的に行なわれた。

そのために、まず第 1 章では個人の身体のプロポーションの年齢による変化を明らかにし、続いて第 2 章では文部科学省が発表している身体測定の平均値の資料を利用し、身体のプロポーションの変化の時代による変化を明らかにすることを目指した。

本研究は、身体プロポーションの基礎研究として位置づけられるものであるが、同時に新たな方法であるチャート法の導入により、身体プロポーションを視覚的かつ簡明に理解するための有効な方法を提案しているといえる。

本研究で使用する身体比例チャート：BPC（Body Proportion Chart）を描画する方法については後述するが、これは同じチャート上に座高、下肢長、身長と座高下肢長指数の 4 つの指標の年齢的变化を包括的に表記することで、大きさとプロポーションの発育変化を同時に視覚的にとらえることができる新たな方法である。この方法の導入は、今後のプロポーション研究に大いに貢献しうるものと考ええる。

第 1 章 身体プロポーションの年齢的变化

I はじめに

身長，体重は体格の大きさを現す総合的指標であることから，これまでも発育の評価基準として多くの報告がされてきた。たとえば菊田ら¹⁷⁾は地域性を考慮した学齢期小児の身体発育評価基準について，廣原と服部¹⁸⁾は学校保健統計調査報告書のデータを活用し 5－17 歳における身長，体重および体格指数の評価基準について報告している。また，身体の各部位の発育に関する研究もされ，身長，座高，下肢の各部位の発育速度が異なることの報告もされている^{19) 20)}。さらに身体のプロポーションは，身体組成との関連性も大きく，発育に伴う変化が顕著なことなどから発育学や人類学的な関心が寄せられてきた^{17) 21)－24)}。またアーティスティック（旧シンクロナイズド）スイミングなどの競技の有利・不利の影響要因となることからスポーツ科学の観点からも検討されている⁴⁾。しかし，これまでのプロポーションの年齢変化に関する研究は，高島¹²⁾が縦断資料により相対成長の観点から身長に対する座高のアロメトリーについて検討しているが，殆どが横断的に収集されたデータ群に基づくものである^{11) 25)－27)}。横断的に得られたデータ群では各年齢で出生年が異なるために，そこで得られた知見には，栄養摂取や衛生状態の変化等の影響を反映した体格の時代差が含まれている可能性がある。さらにある出生年のコホートを経年的に追跡してもコホートの特性に反映される個体差を否定できない²⁸⁾。

そこで本研究では、小学 1 年生から高校 3 年生までの個人追跡によって得られた女子の縦断的データを用いて、とりわけ身体プロポーションについて関心が払われることの多い女子を対象として、座高と下肢長の比を指標とする全身のプロポーションの年齢的变化について、身体比例チャート法を適用して検討することを目的としている。

II 研究方法

対象は、1980 年から 1986 年の間に出生した茨城県内の高等学校 3 校に在籍する高校生（女子）である。高等学校 3 校のうち 2 校の A 高、B 高は大学進学率ほぼ 100%，1 校 C 高は大学・専門学校進学率約 70% 占める高等学校である。

学校保健安全法で定められた定期健康診断において、身長と座高は学校現場では毎年測定が実施されている。そこで、まず高校 3 年生時の身長と座高の測定値が得られた 538 名（A 高 248 名、B 高 104 名、C 高 186 名）の個人について、中学校時さらに小学校時の「定期健康診断票」に記載された身長、座高の値を後方追跡的に求めた。その中から小学 1 年生から高校 3 年生に至る 12 年分の身長、座高値に欠損のある個人を除き、最終的に 306 名（延べ $306 \text{ 名} \times 12 \text{ 年} = 3672 \text{ 名}$ ）の有効データを得、分析の対象とした。健康診断は年度初め（4－5 月）に実施されているので、小学入学者は大部分が 6 歳以上 7 歳未満であることから、該当年齢を 6.5 歳とした。同様に小学 2 年－高校 3 年は 7.5 歳－17.5 歳とした。なお、生活習慣や運動部所属の有無等については尋ねていな

い。

データの利用に際しては、各高等学校の学校長に研究の主旨説明を文書と口頭で行い利用の許可を得た後、必要データのみ当該学校の保健室において養護教諭立会いのもとで、縦断データプロトコールに転記した。個人名はコード化し特定されないように配慮した。

身長測定は、測定器の取り扱いも容易で測定値の正確性が期待できるが、座高測定においては、測定者の読み取りの誤差や被測定者の測定姿勢が適正に保たれない等の問題により、計測誤差の発現の可能性が小さくないことが指摘されている²⁹⁾。

本研究では下肢長が座高に依存して求められるなど座高の測定誤差は無視できないものであることから、座高の個人ごとの発育曲線をスプライン関数によって平滑化する方法によって誤差を含んだ観測値を補正した。

まず、個人ごとに座高の観測値を 6.5 歳から 17.5 歳に対応させ縦断的にプロットし、発育曲線を平滑化スプライン関数により近似させた。すなわち与えられた全ての点を通るスプライン補間による方法ではなく、本研究では誤差を含んだ計測値に対して補間値を調べる意味からスプライン平滑化の方法を採用している。スプライン関数とは、節点と呼ばれる点と点の小区間内を、それぞれ異なった多項式曲線で定義し、しかもそれは節点で互いにできるだけ滑らかにつながっている曲線である。まず、小学校 1 年生から高校 3 年生（6.5 歳－17.5 歳）までの個人ごとの座高の発育曲線を描き、それに基づいて年齢ポイントを節点とする座高の平滑化スプライン曲線を導き各節点におけるスプライン曲線上

の値を補正值とした。Largo ら³⁰⁾は思春期の、また、高井と篠田³¹⁾は小児期・思春期の発育スパートの分析においてはスプライン関数の有効性を示している。適用したアプリケーションは JMP Version 3 である³²⁾。

この補正された座高値を用いて、身長から座高をマイナスすることから下肢長を算出した。身長から座高を減ずることによって下肢長を代替することは妥当であるとされている³³⁾。次に全身のプロポーションの指標である座高下肢長指数 (LUR) (LUR: Lower body segment/ Upper body segment Ratio) を (下肢長/座高) ×100 により求めた。

身長、座高、下肢長および座高下肢長指数 (LUR) の発達的变化を包括的に表記する方法として服部ら³⁴⁾³⁵⁾により提示された身体比例を簡明に示すグラフ表示法 (身体比例チャート: BPC: Body Proportion Chart) を適用した。

身体比例チャート BPC: Body Proportion Chart について

この身体比例チャート法 (BPC 法) は、身体プロポーションの発達的变化を座高、下肢長、身長の変化と同期して観察する方法であり、身長、座高、下肢長の発育に伴う全身的なプロポーションの指標である LUR の年齢変化を視覚的にとらえることのできるものである。

BPC 法においては、座標の X 軸に座高を、Y 軸に下肢長を対応させ、それぞれの値を座標平面にプロットするものである。その際、身長 = 座高 + 下肢長であるので、座標面には身長を右下がり

の直線として、描くことができる（図 1-1-1）（図 1-1-2）。

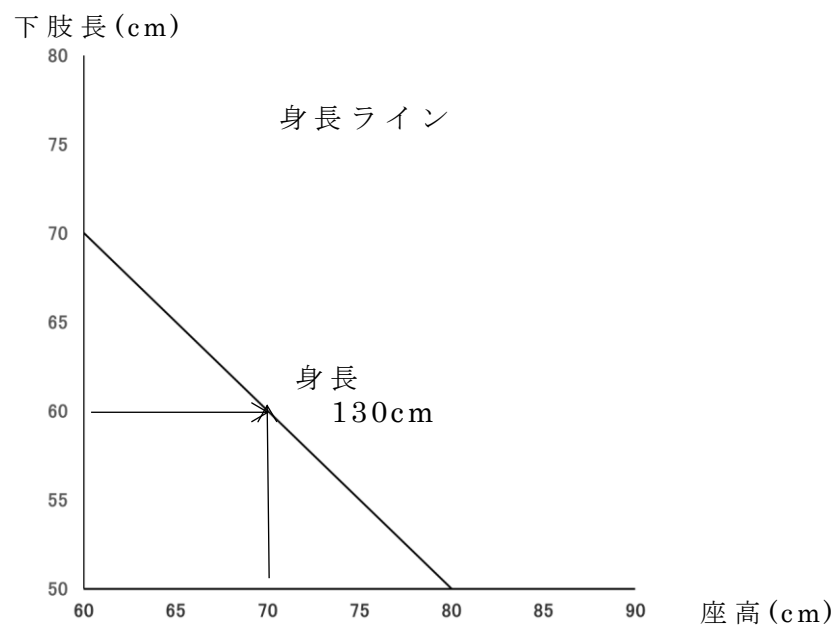


図 1-1-1 身長ラインの描き方

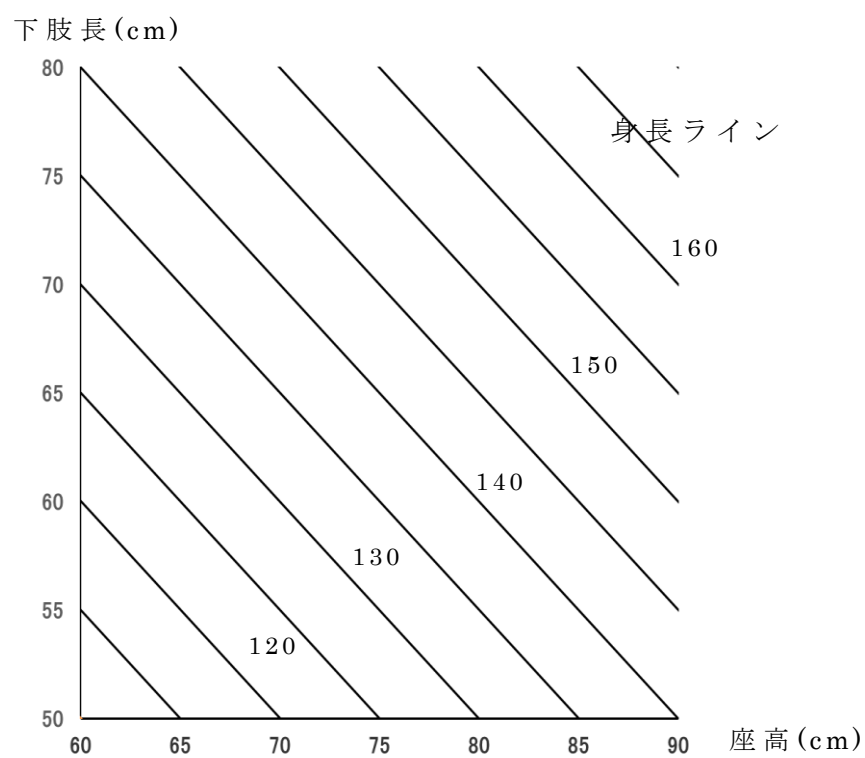


図 1-1-2 身長ラインの描き方

また座高下肢長指数＝（下肢長／座高）×100 であることから，
座標面には，座高下肢長指数を右上がりの直線として描くことが
できる（図 1-2-1）（図 1-2-2）。

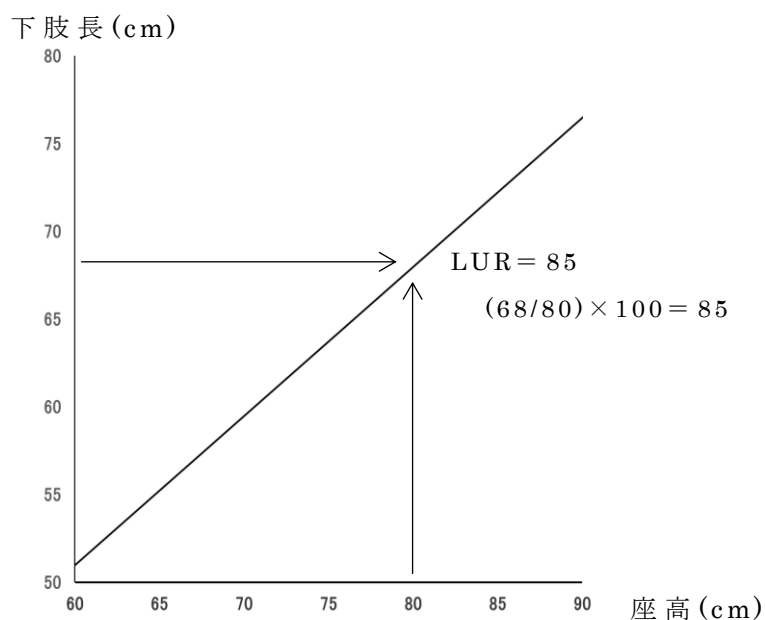


図 1-2-1 座高下肢長指数ラインの描き方

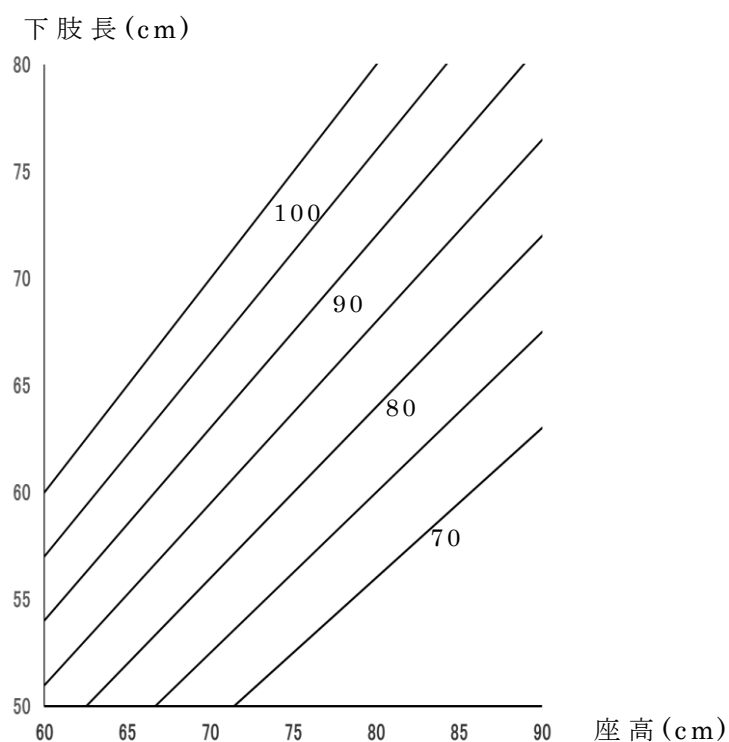


図 1-2-2 座高下肢長指数ラインの描き方

BPC はこのように、座高、下肢長、身長(大きさの項目)と座高下肢長指数(比率)の軸を同じチャート上に描くことができ、身長軸と LUR 軸を設けることにより、大きさと比率の関係がグラフ上で読み取れる。すなわち、身長軸と LUR 軸が補助線の役割を果たし、大きさと比率の関係が視覚的に理解できるのが BPC の特徴である。

このチャートの基本的な考え方は、Hattori ら²²⁾による身体組成チャート (BCC : Body composition chart, Hattori chart) を基にしたものである。

(※以降の図表は全論文の最後に掲載する)

身体プロポーションの発育に伴う変化傾向は身長などの身体測度にみられるような思春期における特徴的な変化を示すものなのか、この問題を検証するために、本研究ではほぼ発育の完了期に相当する 17.5 歳時と他の年齢時における測定値間の相関分析を実施し、その結果を測度間で比較した。

さらに基準チャートは対象集団の平均値として求められるものであるが、集団を構成する個々人には発育学的な差が潜在していることかを確認するため、個人の BPC を描き、LUR が最大値を示す年齢に個体差がみられるかどうかについても検証を試みた。

Ⅲ 結果

6.5 歳（小学 1 年）から 17.5 歳（高校 3 年）に至る身長，座高，下肢長，LUR の平均値と標準偏差を表 1-1 に示した。さらに平均値の変化を図 1-3 にグラフとして示した。この図から身長は学年進行に伴いスムーズな増加傾向を示しているが，中学 2 年に相当する 13.5 歳（中学 2 年）から微増状態となり，発育の完了期に移行していることを示していることがわかる。同様に座高，下肢長の発育曲線は小中学期には並行しながら増加する傾向を示すが，高校生期には発育停滞期へ移行している。一方 LUR は，6.5 歳（小学 1 年）の 79.2 から 11.5 歳（小学 6 年）の 85.4 まで段階的に増加しているが，それ以降では顕著な変化はみられず，より早い段階で停滞期へ移行していると思われる。

上記の 4 項目の相互関係を発育の経過の中で同期して観察するために BPC を示した（図 1-4）。この図から身長は 6.5 歳（小学 1 年）から 13.5 歳（中学 2 年）まで明瞭な伸びを示し，なかでも 10.5 歳（小学 5 年）から 11.5 歳（小学 6 年）にかけて最大の増加率を示すことがみてとれる。13.5 歳（中学 2 年）までの身長の発育は身体上部（座高）と身体下部（下肢長）の両方の発育に依存しているが，12.5 歳（中学 1 年）までは下肢長の伸び率が大きいために LUR は増加し続け 12.5 歳（中学 1 年）から 13.5 歳（中学 2 年）で最大値を示している。しかし 13.5 歳（中学 2 年）を超えると 17.5 歳（高校 3 年）に至るまで座高はわずかながらも増加を継続するが下肢長の伸びは殆ど見られなくなる。そこで 13.5 歳（中学 2 年）以降 LUR は減少に転じている。

表 1-2 に身長，座高，下肢長，LUR のそれぞれについて，17.5 歳（高校 3 年）時の値とその他の年齢時の値との相関分析の結果を示した。それらの相関係数の年齢的变化は図 1-5 に示したが，この図により各項目にみられる特徴が把握できる。身長，座高，下肢長の相関係数は 6.5 歳－8.5 歳では 0.7 前後の値を保った後，9.5 歳－10.5 歳では V 字の経過をたどるように値は小さくなる。しかし 11.5 歳（小学 6 年）より再び上昇に転じ，14.5 歳（中学 3 年）では 0.9 を超える値を示している。一方，LUR は 6.5 歳（小学 1 年）から 16.5 歳（高校 2 年）まで S 字状曲線を描きながら段階的に値は大きくなっており，指数値で表現される身体プロポーションの変遷過程が座高，下肢長などの身体計測値のそれとは異なることを示している。

図 1-3 より女子の集団としての身体プロポーションの変化が図示されたが，BPC の個人差に着目して観察をした。個人ごとに BPC を描き LUR が最大値を示す年齢を判定した結果を表 1-3 に示した。最も早い年齢は 9.5 歳（小学 4 年）で 3.3% を占めた。以降学年進行とともに出現率は増加し，13.5 歳（中学 2 年）で最頻値となり 21.6% を占めていた。12.5 歳から 14.5 歳の間で，約 55% 占め，それ以降の年齢では出現頻度は低下するが，17.5 歳（高校 3 年）では 11.8% を示した。

図 1-6 には個人ごとの BPC の例を示してある。このように個人においては平均値と異なった傾向が見られる。ここでは，LUR が最大値を示す年齢が相対的に早い例（A は 12.5 歳），中間の例（B は 14.5 歳），および遅い例（C は 17.5 歳）を例示した。

A では，6.5 歳から 12.5 歳まで LUR がほぼ直線的に増加してい

る。13.5 歳以降下肢長より座高の伸びが優位となり，LUR は減少している。B では，LUR の増加は 14.5 歳の間で大きな増加量がみられ，それは下肢長の伸びに依存している。そして，14.5 歳以降は下肢長の伸びは停止し，その後座高のわずかな増加に伴って LUR の減少傾向がみられる。C では，平均値による曲線とは大きく異なった特徴的な傾向が観察される。6.5 歳から 10.5 歳までは LUR は増加するが，その後 12.5 歳まで座高の増加量が優位となり LUR は減少する。しかし，13.5 歳以降再び顕著な下肢長の発育がみられることから，LUR は増加を続け 17.5 歳で最大値を示している。

IV 考察

本研究の特徴の第 1 は，縦断的に収集された比較的多数の女子の発育データを用いていることにある。このことによりデータの横断的な処理によって求められた平均値であっても，身体プロポーションの全体傾向を的確に把握することができる。横断的資料による場合には，それぞれの年齢集団は出生年や生育環境が異なる個体が混在して構成されているので，平均値により年齢的变化を論ずる際時代差や個体差が反映される可能性がある。第 2 の特徴は，座高データを平滑化スプライン関数によって補正したことである。このことによって集団健診によって得られるデータの誤差を最大限に補正し，より適正な下肢長と座高下肢長指数を導き出すことが可能となった。縦断的データの利用および座高データの補正により，本研究は日本人女子の発育に伴う身体プロポーション

ョンの変化に関してきわめて確度の高い基準を提示したものと言えよう。第 3 の特徴として BPC 法の適用である。この方法を適用することにより身長，座高，下肢長，LUR の 4 指標の変化を同期してグラフ表記することができる。チャート法の考え方は Hattori ら³⁶⁾による身体組成チャートの中に採用され，ここにみられる基本構成が BPC に活かされている。

図 1-4 に示された女子の BPC を概観すると，LUR 尺度線を基準にすると発育曲線はゆるやかな凸状をなし，12.5 歳－13.5 歳までは下肢長の成長率が幾分優っていることを示しているものの，そこに至るまで座高と下肢長は共に旺盛な発育を示し，その結果が身長の増加へ反映されていることが判る。すなわち，平均値に基づいて集団全体の傾向としてみると，身長の成長スパートは，脚（下肢長）と胴長（座高）の両方の伸びの成長加速に依存していることが明らかになった。この結果は，タナー，J. M.³⁷⁾による「身長発育のスパートの殆どは脚の成長加速よりは胴長の加速に依存する。寸法の加速には実に規則正しい順序がある。原則として脚の長さが最も早くピークに達し，それは胴長がピークに達する 6－9 ヶ月以前に起こる。」とする見解と今回の知見とは異なる。タナーによるこの報告は，詳細な資料が示されていないため正確な比較検証はできないが，調査対象の人種の相違などにより，胴長の成長が日本人より先行しているという結果の可能性はある。今後縦断的な資料の特性を活かした分析によって身体発育のスパートの要因に寄与する測度について，より詳細に検討する必要がある。

本研究における各項目の最終到達値とそれ以前の値との相関

分析の結果，LUR ではほぼ一定のペースで段階的に増加していることが明らかになった。このことは身長，座高，下肢長では思春期段階でそれぞれの発育スパーク時期にみられる個人差のために，この時期と最終段階との相関が低下しV字型にグラフ表示されていることと著しい違いを示している。LUR では 10.5 歳でほぼ 0.7 と高い相関が保たれている。すなわち，小学校高学年段階での LUR は最終 LUR を予測するうえで有効である。特に女子においてボディイメージの歪みやそれに起因するダイエット行動などの発現が早期化している状況において，発育期の身体プロポーションが身長や体重といった身体計測値とは異なった年齢的变化傾向を示すことは保健指導の面から有用な情報となるであろう。また早い段階でのスポーツタレント発掘などの一要素としても応用できる可能性がある。シンクロナイズドスイミング競技養成プログラムのオーディションに参加した小学生女子の身長は，同世代女子と比較し標準的であったが，相対的に脚が長かったという報告³⁾もあり，タレント発掘に有効なものと思われる。

BPC を詳細に観察すると，身長の増加率が最大となるのは 10.5 歳－11.5 歳であり，この身長の最大増加期のあとに LUR が最大となる時期が出現する。それ以降の高校期では LUR は減少傾向を示す。下肢長の発育はプロットの Y 軸上の移行として示されているが，高校期ではほとんど増加しない。すなわち高校期以降にみられる LUR の減少傾向は下肢長の発育が殆んどみられなくなったことによるものである。またこのことは高校期に身長の伸びがみられる場合には，それは胴長（座高）の伸びに依存していることを示しているものである。この下肢長比が思春期後に下降するとい

う現象は Tanaka ら²⁷⁾により男子については認められるが、女子では認められていない。横断的な資料による平均値による分析において思春期後にみられる下肢長比の動向を詳細に把握するのが困難であった可能性がある。

身体計測値や身体プロポーションについて集団の傾向を捉えることは保健学や人類学的観点からも重要であるが、一方、平均値としての傾向と個々人の発育の特徴は異なることも注意されなければならない。本研究における対象者 306 名の個人ごとのチャートを観察した表 3 の結果によっても、LUR のピーク値が 17.5 歳以前にあり 17.5 歳で LUR 値がそれ以前の値より小さくなるものは 270 名 (88.2%) に及び、大部分のものが LUR 値は思春期後に低下することが明らかになった。あわせて図 1-6 に示したように BPC のパターンにはきわめて大きな変異があり、座高、下肢長および LUR の発育のスパート時期には個人差が大きいことを示唆している。このパターンの違いが最終身長等に与える影響については今後の研究課題であるが、佐竹ら³⁸⁾は身長、体重の最大発育年齢の出現順においてさえ個体変異が小さいことを指摘しており、発育は様々な要素が組み合わさった複雑なものであることが把握できる。しかし、長年の多くの研究者の取り組みにより、発育の機序や影響を及ぼす要因との関連が次第に解き明かされており、健康との関連についても関心が向けられている。

V まとめ

小学 1 年（6.5 歳）から高校 3 年（17.5 歳）の縦断的に収集された女子 306 名についての 12 年分にわたる身長，座高のデータを用い日本人女子の身体プロポーションについて検討した。検討には，身長，座高，下肢長，LUR の尺度を含む BPC 法を適用した。

チャートにおいて成長曲線はわずかに凸状に変移しながら 6.5 歳から身長の最大増加時期まで一定して増加していた。身長の大きな増加率は 9.5 歳から 11.5 歳にみられた。13.5 歳以降は座高と下肢長の増加率は減少し，チャートのプロットは近接していた。LUR の最大値は 11.5 歳と 14.5 歳の間にみられ，その値は 85.4－85.7 であった。LUR が最大値を示す時期は身長の最大発育の終わりの時期と一致した。身長が最大発育を示す 2 年間（9.5 歳－11.5 歳）は下肢長が幾分優位であったが，座高と下肢長は大きな発育を示し，ともに身長のスパートに寄与していた。LUR が最大値を示した後は，下肢長の発育は停滞するが座高は僅かに増加を続ける結果，13.5 歳以降の LUR が減少した。

日本人女子において，脚の割合が長い時期は小学校高学年から中学生期であり，また，小学校高学年段階での LUR は最終 LUR を予測するうえで有効であった。すなわち早い段階でのスポーツタレント発掘などの一要素としても応用できる可能性が示唆された。一方で，BPC には平均値によるパターンには異なる個人差がみられたことから，今後さらに個人の発育パターンに着目した詳細な縦断的な分析の必要性が示唆された。

第Ⅱ章 身体プロポーションの時代的变化

I. はじめに

日本人の体格の時代的な変化について検討した多くの研究が報告されている²⁶⁾²⁸⁾³⁵⁾³⁹⁻⁴²⁾。Kimura⁴³⁾は日本人の身長と体重の経年変化をグラフで示している。Kagawa ら⁴⁴⁾は、文部科学省が公表している「学校保健統計調査報告書」の1900年から2000年までのデータを用いて、6歳から17歳までの日本人の発育の経年変化を観察している。

身体プロポーション（身長に対する相対的な下肢の長さ）の経年変化もまた、保健学⁵⁻⁷⁾および人間生物学⁴⁵⁾の研究者による注目を集めている。一部の論文では、日本人の身長が伸びたことは下肢長の増加によって説明されるとしている⁴⁶⁾⁴⁷⁾。しかし、身長、座高、下肢長などの尺度と身体プロポーションの経年変化を同時に観察した報告は殆どみられない。本研究の目的は、Hattori ら¹⁵⁾により提唱された身体比例チャート法（BPC法）を適用することにより、日本人の児童と青年の身長、座高、下肢長および座高下肢長指数（LUR）の経年変化を同時に観察検討することである。このチャートは、身長、座高、下肢長およびLURの4つの身体尺度の間の関係を理解するために非常に有用な情報を提供し、日本人児童と青年の身体プロポーションの経年変化を視覚的に表すことができるものである。

Ⅱ． 対象および方法

文部省（現在，文部科学省）が毎年発表している「学校保健統計調査報告書」から 5.5 歳－17.5 歳の男女の身長と座高の連続した年度の平均値を使用した。

1. 資料

日本の学校制度では，新年度の開始は 4 月であり，小学校 1 年生は 4 月の時点において 6 歳から 7 歳未満の子どもを含んでいる。したがって，小学校 1 年生の平均年齢は，測定時には 6.5 歳であると仮定される。さらに，本研究の分析には 5.5 歳の幼稚園児の測定値の平均が含まれているので，幼稚園から高校までの被験者の年齢は，5.5 歳－17.5 歳となる。

文部科学省のこれらのデータは，一連の横断的データから構成されている。発育の研究には，縦断的なデータを利用することが望ましいため，横断的なデータプールから同じ誕生年のグループをたどることによって平均値を取り出した。すなわち，表 2-1 の下線図に示すように，1950 年の 5.5 歳，1951 年の 6.5 歳，1952 年の 7.5 歳のようにより，同じ生年のグループを 1962 年の 17.5 歳までたどって平均値を求め 1950 年群とした。同様に 2000 年の 5.5 歳から 2012 年の 17.5 歳までの平均値をたどり 2000 年群とした。このような手順をとることにより，統計的母集団は対象となる各年齢層を通じて同一の出生年となる。このようにデータを扱う方法は Kimura⁴³⁾ によって提唱されたもので，集団追跡法と呼ばれているものである。

2. 方法

調査対象者の身長および座高の値を学校保健統計調査報告書から抽出し、下肢長（すなわち、坐骨下の長さ）を身長から座高を引くことによって得た。座高下肢長指数（LUR: Lower body segment/Upper body segment Ratio）は、身体の高さに関するプロポーションの指標として（下肢長/座高）×100 として計算した。1950 年データ群と 2000 年データ群の身長，座高，下肢長，LUR の平均を表 2-2 に示した。

Hattori ら¹⁵⁾ の報告に記載されている方法に従って，BPC を描いた。1950 年データ群と 2000 年データ群の 2 つのグループの座高と下肢長は，座高を x 軸，下肢長を y 軸としてチャートに表示される。身長は座高と下肢長の合計に等しいため，身長は左上から右下への斜めの直線としてチャート上に描かれる。LUR は左下から右上への斜めの直線として表示される。最終的には，身長，座高，下肢長，LUR の 4 つのスケールを同時に 1 つのグラフに表示することができるものである。

Ⅲ．結果

図 2-1 は，1950 年から 1962 年まで，2000 年から 2012 年までのそれぞれ 13 年間の，児童の身長，座高，下肢長，および LUR の経年変化を示している。白丸○は 2000 年から始まるデータ群（2000 年データ群）の発育過程を示し，三角印△は 1950 年から始まるデータ群（1950 年データ群）に対応する。このチャートを詳しく観ると，身体のサイズとプロポーションがどのように連関

しながら発育していくかについていくつかの情報が明らかになってくる。この BPC のプロットは、男女ともに初期年齢（5.5 歳）で身長、座高、下肢長、LUR の 4 つの測度で 2 つのデータ群間に明瞭な差がみられることを示している。2 つのデータ群間の差異はそれ以降の年齢でもみられ、最終年齢（17.5 歳）まで維持されている。チャートのプロットを概観すると 1950 年と 2000 年データ群の両方で、男女ともに緩やかな丘状（凸状）に配列している。

プロットを年齢ごとにみると、すべての年齢について、2000 年データ群で 1950 年データ群に対して右上の方向にある。さらに、2000 年データ群のプロットはすべて、LUR スケールで 1950 年データ群を上回っている。すなわち、2000 年データ群の座高に対する下肢長の割合は、17.5 歳ではそれほど顕著ではないが、その他のすべての年齢で 1950 年データ群よりも大きくなっている。

2 つのデータ群の LUR を、年齢条件を考慮せずに同じ身長レベルで比較すると、身長の範囲が 120–140 cm では差は小さいものの、2000 年のデータ群での LUR は優勢な傾向が見られる。

女子の BPC を図 2-2 に示した。2000 年データ群は丸○、1950 年データ群は三角△で描かれている。2 つのデータ群の発育経過は、2000 年データ群のプロットが 1950 年データ群より大きい傾向を示した男子のものと近似している。2 つのデータ群の LUR を、年齢条件を考慮せずに同じ身長レベルで比較すると、身長の範囲が 125–135 cm では差は小さいものの、2000 年データ群のプロットは 1950 年データ群のプロットよりも LUR は大きくなっている。

LUR 値に着目してみると 2000 年データ群の男子では 15.5 歳で

低下し, LUR 85 ラインに近づき, その後停滞している。その結果, 1950 年および 2000 年データ群のプロットは, 男子の 17.5 歳で近似している。一方, 女子では 2000 年データ群のプロットは LUR 85 ライン上で停滞しているが青年期で下降することない。1950 年データ群では 12 歳以降 LUR 値が低下するように移行し, 17.5 歳で 2000 年データ群が 1950 年データ群より明らかに大きくなっている。

IV. 考察

本研究では, 集団追跡調査法⁴⁴⁾によって収集されたデータを用いて, 日本人男女の児童および青年の経年変化について検討することを試みている。この方法を適用することにより, 同じ生年コホートでデータを追跡することができる。横断的データの分析ではそれぞれの年代集団で年代背景が異なることから異なった社会的文化的な背景を持つ集団を比較するために, 時代の差による影響を排除することができないが, この集団追跡法を適用することで, 同一の出生年コホートを比較するため, 年齢に伴って生じる身体プロポーションの変化に限定して検討を加えることができる。本研究のもう一つの利点は, BPC 法を適用することで, 身長, 座高, 下肢長, LUR の 4 つの測度の成長傾向を同時に可視化することが可能となることである¹⁵⁾。

BPC に示されているように, 5.5 歳から 17.5 歳の範囲の 1950 年と 2000 年群の 2 つのデータ群の成長曲線のパターンは大澤による報告⁴⁸⁾と一致し, 身長の経年的増加は 6 歳からの成長の結

果では見られない。しかし，その代わりに幼児期（0－6 歳）における成長に依存していることが明かとなった。

戦後の日本における相対的な下肢長の経年変化は Ali ら⁴⁶⁾によって報告されている。Ali らは，1943 年から 1978 年の間に，日本の児童と青年の間で下肢の相対的な長さが長くなる（長脚）という傾向があることを明らかにしている。この現象はまた，2000 年のデータ群の値が，各年齢および性別について，1950 年のデータ群の値よりも大きいという本研究のチャートで示された結果からも見ることができる。

各測度に関する個々のデータに加えて，さらに，本研究は身長，座高，下肢長，LUR の 4 つの測度の全体的な関係を明らかにしている。1950 年と 2000 年両方のデータ群で，LUR の最大値が 13.5 歳より前にあるという共通の傾向が見られる。その後プロットは年々減少し，LUR ラインスケール上に凸状の曲線を描いている。

日本の男女児童の下肢長が 1950 年から 50 年の間に長くなったことは明らかである²⁶⁾⁴⁶⁾。LUR もまた大きくなり，2000 年のデータ群のプロットは戦後の 50 年の歳月がもたらした栄養や文化的，身体的な余暇活動の機会の増加などの社会経済的状況の改善を反映して 1950 年のデータ群よりも大きいことを示していると思われる。

山岡ら⁴⁹⁾は「近年の日本人の身長の増加傾向は，肉と牛乳の摂取の増加などによる脂質，動物性のたんぱく質，カルシウムの摂取量の増加が影響している」ことを指摘しており，松本ら⁵⁰⁾も，「経済水準の向上のような社会変動が，栄養水準の向上をもたらすと同時に身長の発育促進現象をもたらしたのではないか」

としている。食生活の改善，正座する畳の生活から椅子を使用する洋室での生活へ，和式トイレから洋式トイレへの変換など生活様式等，生活の面で西欧化していったことも関連しているものと考えられる。

しかし，1950 年データ群と 2000 年データ群の 17.5 歳での LUR の差は男子にとっては小さく，女子にとっては顕著であった。すなわち，日本の男子の LUR は 50 年経った後大きな変化はなかったが，女子の下肢長は同じ 50 年間で顕著に伸びていることを示している。Ashizawa²⁶⁾ は，日本人は主に下肢が伸びることで身長が高くなったことを指摘し，それは文化・社会的変化が要因であるとしている。旧来社会進出の機会が少なかった女性は，戦後，高等教育を受ける機会が提供され，仕事を持つ女性も出てきた。そういう社会面での変化は特に女性に影響したのではないかと思われる。また，第二次世界大戦後，牛乳と肉の摂取量が増加し，これは 1950 年から 2000 年の間にみられた本研究の結果を示唆している可能性があり，栄養条件が日本の女子により強く影響を与えたと考えられる。

一方で肥満傾向を疎んじ，痩せ志向に向かう文化的圧力の強まりを受け，多くの若者が自分の体型やプロポーションに不満を抱いて自分の体型を変えようとする状況が拡まった⁵¹⁻⁵⁴⁾。太ってはいないのに，太っていると自己評価するボディイメージの歪みがみられるようになり，痩せていることが美しいと認識し体型を変えようとしている実態も報告されている⁵⁴⁾⁵⁵⁾。

また，身長，体重，BMI の発育状況について縦断的資料を用い 6 年間の変化の状況を検討した結果，身長，体重，BMI のいずれの項

目でも発育経過における形質（形態的な要素）の相対的關係の継続性（トラッキング）は明瞭であると報告されている⁵⁶⁾。体型を変えようとしても多くの者は年齢を経てもその形質は継続されるものである。

疾病を有さない者にとり，LURの増加は座高の減少を示しているため，脚長を表す「身体に対する美意識」⁷⁾に重要である。しかし，脚長が健康とどのように関連するのか不明な点も多く^{6) 7)}，LURの値の大小で健康について判断することは今後の検討が必要であろう。しかしながらこの研究で明らかになった一般的な発育のパターンから逸れることは発育上何らかの問題があることを示唆するものであり，注意が必要である。

そのような状況のもと，本研究による知見は児童および青年の体型やプロポーションがどのようにして決まるのかに関する基本的な知識を提供し，合理的とはいえない減量行動や体型改変の試みに関わるリスクや問題点等を考えるうえでの有効な資料を提供すると思われる。

以上より，50年間隔で5.5歳から17.5歳まで縦断的に追跡した1950年群と2000年群の2群の児童と青年の比較から発育とプロポーションの時代的变化の一端が明らかとなった。さらに最新の研究として，成人値に近い17歳の青年に限定しての1949年から2014年に及ぶ65年間のBPCの分析が服部と廣原⁵⁷⁾によって報告された。BPCは図2-3に示した。この図から，近年下肢長の増加によってもたらされた身長増加傾向は，現在停滞期に入ったことが明瞭に示された。しかし，女子で1983年，男子で1995年

以降減少に、座高は増加する方向に転じ、その結果短脚化を意味する LUR の減少傾向が明らかになった。このことは現在も日本人の身体プロポーションは、大きく変化している過程の中にあることを意味するもので、今後の動向についていっそう注視する必要があるだろう。小林ら⁵⁸⁾は、近年身長伸びが低下し、その要因を下肢長の伸びの低下にあることを指摘している。その原因としてスマートフォンなどの普及に伴う児童青年のライフスタイルの変化に着目しており、この点についても継続して観察する必要がある。また、LUR の変化が、今後日本人の疾患や罹患率など健康に影響を及ぼすかの有無も観察する必要があるだろう。

しかし、文部科学省は身長や体重、成長曲線を活用することで発育評価ができること、また、座高値の活用が見られないこと、測定しないことによる時間の短縮等の事由から、座高測定を学校健康診断の必須項目から除くことを決め、2015 年を最後に戦後一貫して継続されてきた測定は中断された。村田⁵⁹⁾は、「座高のみを測定しても意味がない」とし、「座高測定を必須項目から削除しても、児童生徒の健康管理にはまったく支障がない」としている。これは、「成長異常がなければ、身長に対する座高の割合は一定の範囲である」という前提でのことである。しかしながら、このようにプロポーションが大きく変化している時期に廃止となったことの損失は計り知れない。数年間隔であっても座高測定が再開実施されることが望まれる。

V. まとめ

本研究の目的は日本人児童および青年の身長，座高，下肢長および身体プロポーションの時代差についてBPC法を適用して明らかにすることであった。

BPC法は日本人児童および青年の身体プロポーションの経年変化をあきらかにするために有効であった。1950年から2000年にかけて，身体プロポーションの変化には男女差がみられ，女子の下肢長は同じ50年間で男子よりも顕著に伸びていた。これは栄養面，余暇活動の機会の増加および住環境の改善などの文化社会的要因が50年間で女子に大きな影響を及ぼしたことを示唆している。

近年日本人男女の身長の伸びは停滞期にあるが，座高の増加と下肢長の減少が同期してみられ身体プロポーションはなお流動している。そこで，日本人の身体プロポーションは，今後も変化することが予想され，健康指標の観点の一つとして継続的に観測する必要がある。

また，本研究は日本の文部科学省による「学校保健統計調査報告書」のデータを用いているため，下肢長は身長から座高を引いたものとして間接的に求めたものである。したがって，直接測定された下肢長のデータを使用した研究が，今後，より詳細な議論のために必要であろう。

総括と今後の課題

本研究は、身体のプロポーションがどのように変化しているのかを明らかにするため、第 1 章では女子における個人の身体のプロポーションの年齢による変化について検討した。身長のかな増加率は 9.5 歳から 11.5 歳にみられ、13.5 歳以降は座高と下肢長の増加率は減少した。座高下肢長指数 (LUR) の最大値は 11.5 歳と 14.5 歳の間にみられ、LUR が最大値を示す時期は身長の最大発育の終わりの時期と一致していた。身長が最大発育を示す 2 年間 (9.5 歳 - 11.5 歳) は下肢長の発育のほうが幾分優位であったが、座高と下肢長は大きな発育を示し、ともに身長のスパートに寄与していた。しかし、LUR が最大値を示した後は、下肢長の発育は停滞するが、座高はわずかに増加を続ける結果、13.5 歳以降の LUR が減少した。また、LUR の変化を知ることによって、個人の発達段階を知る手がかりになり、身体のプロポーションの大きな変化は、健康面に留意する指標となる。日本人女子において、脚の長さの割合が長い時期は、小学校高学年から中学生期であった。このように身体のプロポーションは、年齢とともに変化することを明らかにした。

第 2 章では身体のプロポーションの変化の時代差の研究を行い、1950 年以降の 50 年間で日本人男女の下肢長が増加したこと、LUR は大きくなり身長に対する脚の長さの割合が増加したことを明らかにした。1950 年から 2000 年にかけて身体プロポーションの変化には男女差がみられ、女子では下肢長の割合が男子よりも顕著に増加したこと、特に 17.5 歳時点での座高下肢長比の差は

男子よりも女子で顕著に大きく、女子の身長にしめる下肢長の割合は大きく伸びたことが明らかとなった。さらに、現代の青年は身長の増加は止まったが、座高の増加と下肢長の減少が同期してみられることから、高径のプロポーションは今なお変化していることが明らかになった。

これらの知見より、日本人の身体プロポーションは、年齢と時代とともに変化することが示唆され、時代的には 1950 年から 2000 年にかけては、特に女子に脚の長さの割合が伸びたことが示唆された。

この身体プロポーションを検討する際に、BPC 法を適用することにより、身長、座高、下肢長および LUR の経年変化を同時に観察することができる。身長、座高、下肢長および LUR の 4 つの身体尺度の間の関係を理解するために有用な情報を提供し、身体プロポーションの経年変化を視覚的に表すことが可能であると思われる。学校においては、BPC 法を用い、児童生徒一人ひとりの発育段階をみながら発育の様子を把握し評価することができると思われる。

また、BPC のパターンには変異があり、座高、下肢長及び LUR の発育のスパート時期に個人差があることも確認できた。そのため、学校においては、全体を評価しつつも個人差にも配慮しながら保健指導を行う必要がある。

2000 年集団をみると、LUR が停滞しているが、これは栄養水準の悪化や生活環境の変化が影響している可能性がある。そこで、今後は食生活の内容、運動習慣、睡眠や電子機器の使用等、

基本的なライフスタイルを含めた調査と対応が必要になろう。

学校では学校保健安全法に基づき、毎年定期健康診断において身長、体重、座高（座高の測定は、平成 26 年 4 月に学校保健安全法施行規則の一部が改正され、学校健康診断の必須項目から削除）を測定してきている。この貴重な資料を有効活用し、児童生徒の体格を適切に評価する必要がある。

身長と座高の測定を継続していくことにより、プロポーションの経年的な変化を評価することができる。また、低身長や高身長がみられた際に、チャートを観察し、LUR がプロットから外れていれば病的な体格異常を疑うことも可能である。

このように座高の測定は、個人・集団の発育やプロポーションの変化を知り、発育を評価することができる。しかし、座高の測定は廃止されたため今回の研究方法による検証が不可能となったことは、これからの子ども達のプロポーションの変化と発育の評価が十分にできなくなり、このことは問題であると考え再開されることが望まれる。

謝辞

本研究を行うにあたり，指導教員である発育健康学研究室 小林正子教授には，丁寧なご指導を賜り，心から感謝申し上げます。遅々として進まぬ研究に辛抱強く待っていて下さいました。そして，最後まで熱心に親身になりご指導下さいましたことを感謝しております。本当にありがとうございました。

また，私に博士論文を書くことを奨励して下さい，小林教授をご紹介下さった茨城大学教育学部の瀧澤利行教授に厚く御礼申し上げます。瀧澤先生が背中を押して下さいなければ，論文作成を決意できませんでした。

さらに，茨城大学教育学部名誉教授の服部恒明教授に心から感謝申し上げます。修士課程から 20 余年に及びご指導頂きました。博士論文を書くことに挫けそうな時に，叱咤激励して下さいました。服部先生からの励ましがなかったら，論文作成ができませんでした。そして，貴重なご意見を頂きましたことを御礼申し上げます。

そして，本研究のために，身長，体重，座高の資料を匿名であることを条件に，快く提供して下さいました高等学校の各校長先生はじめ養護教諭に厚く御礼申し上げます。

さらに，発育健康学研究室のスタッフの皆様が，論文が締め切りに間に合うよう，いろいろ手助けをして下さいましたことに感謝申し上げます。

最後に，常に温かい励ましの言葉をかけてくれた家族に感謝します。

本研究から明らかになった身体発育におけるプロポーションの変化は，子どもたちを取り巻く社会的，文化的環境が目まぐるしく変化し，子どもたちの健康に影響を及ぼしていることを示唆しております。戦後から伸び続けた身長は近年停滞し，低下さえみられる状況の中，今後も子どもたちの健康を身体発育という観点から見守っていかねばならない，と強く思います。

引用文献

- 1) 木村邦彦：ヒトの発育，第1版，メジカルフレンド社，東京．1966.
- 2) 高石昌弘，樋口満，小島武次：からだの発達－身体発達学へのアプローチ，大修館書店，東京．1961.
- 3) 田中千晶，本間三和子，川原貴，村田光範：小学生シンクロナイズドスイミング競技者における身長およびプロポーションの特徴．*Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise* 7: 35-40, 2004.
- 4) 山村千晶，村田光範，本間三和子，川原貴：日本人男女小児における推定下肢長に関する評価基準およびそのスポーツへの応用について．2001－2002 年度活動報告及び研究成果報告．日本水泳連盟シンクロ委員会科学技術部．102-109, 2003.
- 5) Willner, S. :The proportion of legs to trunk in girls with idiopathic structural scoliosis. *Acta Orthop. Scand.* 46: 84-89, 1975.
- 6) Gunnell, D., Okasha, M., Smith, G.D., Oliver, S.E., Sandhu, J., and Holly, J.M.: Height, leg length, and cancer risk; A systematic review. *Epidemiol. Rev.*: 23: 313-342, 2001.
- 7) Bogin, B., and Varela-Silva, M.I. :Leg length, body proportion, and health: A Review with a note on beauty. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7: 1047-1075, 2010.
- 8) 清水三雄：相対と成長の新しい研究分野，協同医書出版社，

東京. 1959.

9) 清水三雄:人間の相対成長に関する研究, 北隆館, 東京. 1946.

10) Hattori, K.:Studies on the growth of the Japanese fetuses.
Part 1. Allometric growth of the external dimensions.
Jikeikai Med. J. 24: 11-32, 1977.

11) 真家和生, 柿山哲治, 高石昌弘:「等比成長」との対比から
みた座高の身長に対する相対成長について. 大妻女子大学紀要一
家政系一 30:181-193, 1994.

12) 高島二郎:幼児期から 14 歳までの身長に対する座高の相対発
育変化に関する分析. 児童研究 88:3-9, 2009.

13) 柳沢澄子, 須貝容子, 芦沢玖美:日本人女子(4-17歳)の
身体比例について. 人類学雑誌 72:163-173, 1965.

14) 保志宏, 河内まき子:日本人成人男子 112 名の 54 項目生体計
測値とそれらの示数ならびに相関係数. 解剖学雑誌 53:
238-247, 1978.

15) Hattori, K., Hirohara, T., and Satake, T.:Body proportion
chart for evaluating changes in stature, sitting height and
leg length in children and adolescents. Annals of Human
Biology 38: 556-560, 2011.

16) Hermanussen, M. (ed.): Auxology. Studying Human
Growth and Development. Schweizerbart Science Publishers,
Stuttgart. 2013.

17) 菊田文夫, 大森世都子, 高石昌弘:地域性を考慮した学齢期
小児の身体発育評価基準に関する研究. 小児保健研究 52:
612-618, 1993.

- 18) 廣原紀恵, 服部恒明: 12歳-17歳の6年間における身長, 体重, BMIの縦断的研究. 学校保健研究 45: 551-557, 2004.
- 19) Satake T., Malina RM., Tanaka S., and Kikuta F.: Individual variation in the sequence of ages at peak velocity in seven body dimensions. American Journal of Human Biology 6: 359-367, 1994.
- 20) Geithner CA., Satake T., Woynarowska B., and Malina RM.: Adolescent spurts in body dimensions Average and modal sequences. American Journal of Human Biology 11: 287-295, 1999.
- 21) 柳沢澄子: 日本人成人女子の身体比例について. 人類学雑誌 69:55-65, 1961.
- 22) 柳沢澄子, 須貝容子, 芦沢玖美: 日本人女子(4-17才)の身体比例について. 人類学雑誌 72:163-173, 1965.
- 23) 佐竹隆, 呉寿一, 夫基源, 服部恒明: 韓国・学童生徒の下肢高座高指数 (Skelic Index) の加齢変化. 茨城大学教養部紀要 28:257-268, 1995.
- 24) Norgan N.G.: Relative sitting height and the interpretation of the body mass index. Annals of Human Biology 21: 79-82, 1994.
- 25) 小西博喜: 下肢長の最大発育年齢をめぐって - 若年化の背景と健康指標としての位置づけ -. 和歌山医学 41:477-485, 1990.
- 26) Ashizawa K.: Leg length increase/decrease in Japanese in the latter half of the 20th century. Anthropological Science.

110: 279-292, 2002.

27) Tanaka C., Murata M., Homma M., and Kawahara T. : Reference charts of body proportion for Japanese girls and boys. *Annals of Human Biology* 31:681-689, 2004.

28) 服部恒明, 廣原紀恵: 茨城県児童生徒における身長と体重の時代的变化. 茨城大学教育学部紀要 49:65-79, 2000.

29) Hattori K., and Hirohara T. : Occurrence of reading errors in measurements of the sitting height conducted during school health examinations. 茨城大学教育学部紀要(自然科学) 55:43-46, 2006.

30) Largo R. H., Gasser T. H., and Prader A. : Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline function. *Annals of Human Biology* 5:421-434, 1978.

31) 高井省三, 篠田謙一: スプライン平滑化成長速度曲線による小児期・思春期スパートの解析. 筑波大学体育学系紀要 14: 119-130, 1991.

32) SAS Institute Inc. : JMP Statistics and graphics guide. Version 3 of JMP, SAS Institute Inc. Cary, pp.53-54, 1995.

33) 松本健治, 小西博喜, 白石龍生, 森岡郁晴, 宮本邦彦, 吉田義昭, 宮下和久, 武田真太郎: 下肢長計測法の比較検討. 和歌山医学 41:353-358, 1990.

34) 服部恒明, 廣原紀恵, 佐竹隆: 座高下肢長指数の年齢的变化. 学校保健研究 Suppl.47:126-127, 2005.

35) 廣原紀恵, 服部恒明, 佐竹隆: 身体比例チャート法による女子の身体プロポーションの年齢的变化. 学校保健研究 53:

101-106, 2011.

36) Hattori K., Tatsumi N., and Tanaka S. : Assessment of body composition by using a new chart method. *American Journal of Human Biology* 9:573-578, 1997.

37) タナー, J.M. : 成長のしくみをとく. (林 正 訳) .62-62, 東山書房, 京都, 1994.

38) 佐竹隆, 菊田文夫, 尾崎公 : 個人発育からみた身長, 体重の最大発育年齢の出現順について. *人類学雑誌* 97:189-199, 1989.

39) Kouchi M.: Secular change and socioeconomic difference in height in Japan. *Anthropological Science* 104: 325-340, 1996.

40) Murata M.: Secular trends in growth and changes in eating patterns of Japanese children. *American Journal of Clinical Nutrition* 72: 1379S-1383S, 2000.

41) Takaishi M.: Secular changes in growth of Japanese children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 7: 163-174, 1994.

42) Takahashi E.: Secular trend of female body shape in Japan. *Human Biology* 58 :293-301, 1986.

43) Kimura K.: A consideration of secular trend in Japanese for height and weight by a graphic method. *American Journal of Physical Anthropology* 27: 89-94, 1967.

44) Kagawa M., Tahara Y., Moji K., Nakao R., Aoyagi K., and Hills A.P. : Secular changes in growth among Japanese children over 100 years (1900-2000). *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition* 20: 180-189, 2011.

- 45) Hoshi H., and Kouchi M.: Secular trend of the age at menarche of Japanese girls with special regard to the secular acceleration of the age at peak height velocity. *Human Biology* 53: 593-598, 1981.
- 46) Ali M.A., Uetake T., and Ohtsuki F.: Secular changes in relative leg length in post-war Japan. *American Journal of Human Biology* 12 :405-416, 2000.
- 47) Tanner J.M., Hayashi T., Preece M.A., and Cameron M.: Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and with Japanese Americans. *Annals of Human Biology* 9 :411-423, 1982.
- 48) 大澤清二：日本人の大型化は乳幼児期の発育によってもたらされた．発育発達研究 63:1-5, 2014.
- 49) 山岡淑美，川畑愛義，大山良徳：統計分析法による摂取栄養素と身体発育との関連について．栄養学雑誌 37:129-137, 1979.
- 50) 松本健治，永井尚子，三野耕，奥村明春，竹内宏一，武田真太郎：わが国における身長最大の発育年齢と栄養水準の推移との関連．日本衛生学雑誌 38:806-811, 1983.
- 51) Gruber A.J., Pope Jr H.G., Lalonde J.K., and Hudson J.I.: Why do young women diet? The role of body fat, body proportion, and body ideal. *Journal of Clinical Psychiatry* 62: 609-611, 2001.
- 52) Wardle J., Haase A.M., and Steptoe A. : Body image and weight control in young adults: international comparisons in

university students from 22 countries. *International Journal of Obesity* 30: 644-651, 2006.

53) 廣原紀恵, 服部恒明, 高橋優子: 高校生男子の肥満の不利益意識について. 茨城大学教育学部紀要 53: 69-73, 2003.

54) 廣原紀恵, 服部恒明, 高橋優子: 高校生における身長・体重の実測値, 自己申告値, 理想値の関連. 茨城大学教育学部紀要 54: 87-96, 2005.

55) 廣原紀恵, 奥田紀久子, 郷木義子, 服部恒明: 高校生男女の現状の体型と願望する体型について. *International Nursing Care Research* 11: 117-124, 2012.

56) 廣原紀恵, 服部恒明: 12歳-17歳の6年間ににおける身長・体重・BMIの縦断的研究. 学校保健研究 45: 551-557, 2004.

57) 服部恒明, 廣原紀恵: チャート法でみる現代日本人青年の身体プロポーションの変化 *Anthropological Science (Japanese Series)* 早期公開:1-7, 2019.

58) 小林正子, 合間有希, 野上遥, 松井しおり: 近年の日本における子どものプロポーションの急速な変化についてー学校保健統計の身長と座高からの検討ー. 日本成長学会雑誌 22:48-58, 2016.

59) 村田光範: わが国における学校健診の体格評価の変遷と成長曲線の活用. 日本成長学会雑誌 24:7-22, 2018.

表 1-1 身長，座高，下肢長，座高下肢長指数の基本統計値（N=306）

表 1-2 身長，座高，下肢長，LUR の 17.5 歳時と他年齢間の相関（N=306）

表 1-3 LUR の最大値が出現する年齢

表 2-1 1950－1962 と 2000－2012 年の 5.5 歳 から 17.5 歳の平均（身長）
（男子）

表 2-2 身長，座高，下肢長，LUR の基本統計値（1950 年群 と 2000 年群）

図 1-3 身長，座高，下肢長，LUR の年齢的变化

図 1-4 女子平均値に基づく身体比例チャート（Ht：身長，LUR：座高下肢長
指数）

図 1-5 17.5 歳時と他年齢間の相関係数の推移

図 1-6 個人ごとの身体比例チャートの 3 例

図 2-1 1950 年，2000 年群 男子（5.5 歳から 17.5 歳）

図 2-2 1950 年，2000 年群 女子（5.5 歳から 17.5 歳）

図 2-3 17 歳日本人男女の身体比例チャートの時代的变化（1949 年-2014
年）

表 1-1. 身長、座高、下肢長、座高下肢長指数の基本統計値 (N=306)

年齢	身長(cm)			座高(cm)			下肢長(cm)			LUR		
	平均	S.D.	95%信頼区間	平均	S.D.	95%信頼区間	平均	S.D.	95%信頼区間	平均	S.D.	95%信頼区間
6.5	116.5	4.88	115.9-117.0	65.0	2.74	64.7-65.3	51.5	2.86	51.1-51.8	79.2	3.95	78.7-79.6
7.5	122.3	5.10	121.7-122.8	67.7	2.79	67.4-68.0	54.6	2.97	54.2-54.9	80.7	3.75	80.3-81.1
8.5	127.9	5.36	127.3-128.5	70.4	2.97	70.0-70.7	57.5	3.16	57.1-57.9	81.8	3.94	81.3-82.2
9.5	133.9	5.88	133.2-134.6	73.2	3.20	72.8-73.6	60.7	3.50	60.3-61.1	83.0	4.14	82.5-83.4
10.5	140.7	6.60	139.9-141.4	76.4	3.58	76.0-76.8	64.3	3.86	63.8-64.7	84.2	4.26	83.7-84.6
11.5	147.4	6.45	146.7-148.2	79.6	3.59	79.2-80.0	67.9	3.78	67.4-68.3	85.4	4.25	84.9-85.8
12.5	152.6	5.74	152.0-153.3	82.2	3.27	82.8-82.6	70.4	3.71	70.0-70.8	85.7	4.61	85.2-86.2
13.5	155.6	5.20	155.1-156.2	83.9	2.95	83.5-84.2	71.8	3.66	71.4-72.2	85.7	4.72	85.1-86.2
14.5	157.1	5.02	156.5-157.7	84.8	2.73	84.5-85.1	72.3	3.68	71.9-72.7	85.4	4.66	84.8-85.9
15.5	157.9	4.98	157.3-158.5	85.3	2.64	85.0-85.6	72.6	3.64	72.2-73.1	85.2	4.46	84.7-85.7
16.5	158.4	5.01	157.8-158.9	85.6	2.62	85.3-85.9	72.7	3.66	72.3-73.1	85.0	4.44	84.5-85.5
17.5	158.6	5.02	158.1-159.2	86.0	2.66	85.7-86.3	72.7	3.67	72.3-73.1	84.6	4.47	84.1-85.1

LUR : 座高下肢長指数

表1-2. 身長，座高，下肢長，LURの17.5歳時と
他年齢間の相関（N=306）

年齢	身長	座高	下肢長	LUR
6.5	0.72	0.70	0.66	0.59
7.5	0.73	0.70	0.66	0.59
8.5	0.72	0.71	0.67	0.62
9.5	0.67	0.68	0.64	0.65
10.5	0.61	0.51	0.61	0.70
11.5	0.63	0.67	0.67	0.77
12.5	0.78	0.76	0.83	0.84
13.5	0.91	0.86	0.92	0.89
14.5	0.97	0.93	0.96	0.93
15.5	0.99	0.97	0.98	0.95
16.5	1.00	0.99	0.99	0.98
17.5	1.00	1.00	1.00	1.00

表1-3. LURの最大値が
出現する年齢 (N=306)

年齢	n	%
9.5	10	3.3
10.5	12	3.9
11.5	34	11.1
12.5	50	16.3
13.5	66	21.6
14.5	51	16.7
15.5	28	9.2
16.5	19	6.2
17.5	36	11.8

表2- 1. 1950-1962 と2000-2012年の 5.5歳 から17.5歳の平均(身長)(男子)

年	年齢														
	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5		
1950	<u>104.4</u>	108.6	113.6	118.4	122.9	127.1	131.1	136.0	141.2	147.3	154.8	159.3	161.8		
1951	105.0	<u>109.1</u>	114.1	118.9	123.4	127.7	131.8	136.2	142.2	148.4	156.1	159.8	162.2		
1952		109.3	<u>114.2</u>	119.2	123.9	128.3	132.5	137.4	142.9	148.8	156.8	160.3	162.6		
1953		109.5	<u>114.8</u>	119.7	124.2	128.7	133.1	137.9	143.5	149.9	157.6	160.9	162.9		
1954	105.7	110.0	115.1	120.1	<u>124.7</u>	129.1	133.6	138.5	144.4	150.6	158.1	161.3	163.2		
1955	106.0	110.3	115.6	120.3	125.1	<u>129.6</u>	133.9	139.2	145.3	151.7	158.5	161.6	163.4		
1956	106.2	110.6	115.8	120.8	125.4	130.0	<u>134.5</u>	139.5	145.8	152.3	159.2	162.0	163.7		
1957	106.4	110.7	116.0	121.0	125.8	130.1	135.0	<u>140.2</u>	146.3	153.0	159.8	162.4	163.9		
1958	106.9	110.9	116.2	121.4	126.1	130.7	135.1	140.8	<u>147.1</u>	153.6	160.3	162.9	164.3		
1959	107.0	111.3	116.6	121.6	126.5	131.2	135.9	141.0	147.9	<u>154.3</u>	160.6	163.2	164.5		
1960	107.4	111.7	117.0	121.9	126.8	131.6	136.2	141.9	148.1	155.1	<u>161.2</u>	163.6	165.0		
1961	107.6	112.0	117.3	122.4	127.2	131.9	136.8	142.3	149.2	155.5	161.8	<u>164.0</u>	165.2		
1962	107.9	112.4	117.7	122.9	127.6	132.2	137.1	142.9	149.8	156.4	162.2	164.5	<u>165.6</u>		
2000	<u>110.7</u>	116.7	122.5	128.1	133.6	139.1	145.3	152.9	160.0	165.5	168.6	170.1	170.8		
2001	110.7	<u>116.7</u>	122.4	128.2	133.5	138.9	145.3	152.9	160.2	165.5	168.6	170.0	170.9		
2002	110.8	116.7	<u>122.5</u>	128.2	133.6	139.0	145.2	152.8	160.2	165.5	168.3	169.9	170.7		
2003	110.8	116.7	<u>122.5</u>	128.2	133.7	139.0	145.2	152.6	160.0	165.4	168.6	170.0	170.7		
2004	110.9	116.8	122.6	128.1	<u>133.5</u>	138.9	145.1	152.6	159.9	165.3	168.4	170.0	170.8		
2005	110.7	116.6	122.5	128.2	133.6	<u>139.0</u>	145.1	152.5	159.9	165.4	168.4	170.0	170.8		
2006	110.7	116.6	122.5	128.3	133.6	139.0	<u>145.1</u>	152.6	159.8	165.3	168.5	170.0	170.9		
2007	110.7	116.6	122.5	128.3	133.6	139.0	145.1	<u>152.5</u>	159.8	165.2	168.5	170.0	170.8		
2008	110.8	116.7	122.5	128.2	133.7	138.9	145.3	152.6	<u>159.8</u>	165.4	168.3	170.0	170.7		
2009	110.7	116.7	122.6	128.3	133.6	138.9	145.1	152.5	159.7	<u>165.2</u>	168.5	169.9	170.8		
2010	110.7	116.7	122.5	128.2	133.5	138.8	145.0	152.4	159.7	165.1	<u>168.2</u>	169.9	170.7		
2011	110.5	116.6	122.6	128.2	133.5	138.8	145.0	152.3	159.6	165.1	168.3	<u>169.9</u>	170.7		
2012	110.5	116.5	122.4	128.2	133.6	138.9	145.0	152.4	159.5	165.1	168.4	169.8	<u>170.7</u>		

表2－ 2.身長、座高、下肢長、LUR の基本統計値(1950年群 と2000年群)

年齢	1950年群				2000 年群			
	身長 (cm)	座高 (cm)	下肢長 (cm)	LUR (ratio)	身長 (cm)	座高 (cm)	下肢長 (cm)	LUR (ratio)
男子								
5.5	104.4	60.1	44.3	73.7	110.7	62.1	48.6	78.3
6.5	109.1	62.3	46.8	75.1	116.7	64.9	51.8	79.8
7.5	114.2	64.8	49.4	76.2	122.5	67.7	54.8	80.9
8.5	119.7	67.2	52.5	78.1	128.2	70.4	57.8	82.1
9.5	124.7	69.3	55.4	79.9	133.5	72.7	60.8	83.6
10.5	129.6	71.4	58.2	81.5	139.0	75.1	63.9	85.1
11.5	134.5	73.5	61.0	83.0	145.1	77.8	67.3	86.5
12.5	140.2	76.1	64.1	84.2	152.5	81.3	71.2	87.6
13.5	147.1	79.6	67.5	84.8	159.8	85.0	74.8	88.0
14.5	154.3	83.4	70.9	85.0	165.2	88.1	77.1	87.5
15.5	161.2	87.3	73.9	84.7	168.2	90.3	77.9	86.3
16.5	164.0	89.0	75.0	84.3	169.9	91.3	78.6	86.1
17.5	165.6	89.9	75.7	84.2	170.7	91.9	78.8	85.7
女子								
5.5	104.5	59.6	44.9	75.3	109.9	61.7	48.2	78.1
6.5	108.8	61.9	46.9	75.8	115.9	64.6	51.3	79.4
7.5	113.6	64.3	49.3	76.7	121.8	67.4	54.4	80.7
8.5	118.8	66.8	52.0	77.8	127.4	70.1	57.3	81.7
9.5	124.0	69.1	54.9	79.5	133.5	72.8	60.7	83.4
10.5	129.5	71.6	57.9	80.9	140.1	75.9	64.2	84.6
11.5	135.8	74.6	61.2	82.0	147.0	79.4	67.6	85.1
12.5	142.2	78.0	64.2	82.3	152.1	82.2	69.9	85.0
13.5	147.1	80.9	66.2	81.8	155.1	83.8	71.3	85.1
14.5	150.3	82.9	67.4	81.3	156.7	84.8	71.9	84.8
15.5	152.7	84.4	68.3	80.9	157.1	85.3	71.8	84.2
16.5	153.5	84.8	68.7	81.0	157.6	85.6	72.0	84.1
17.5	154.0	84.9	69.1	81.4	158.0	85.8	72.2	84.1

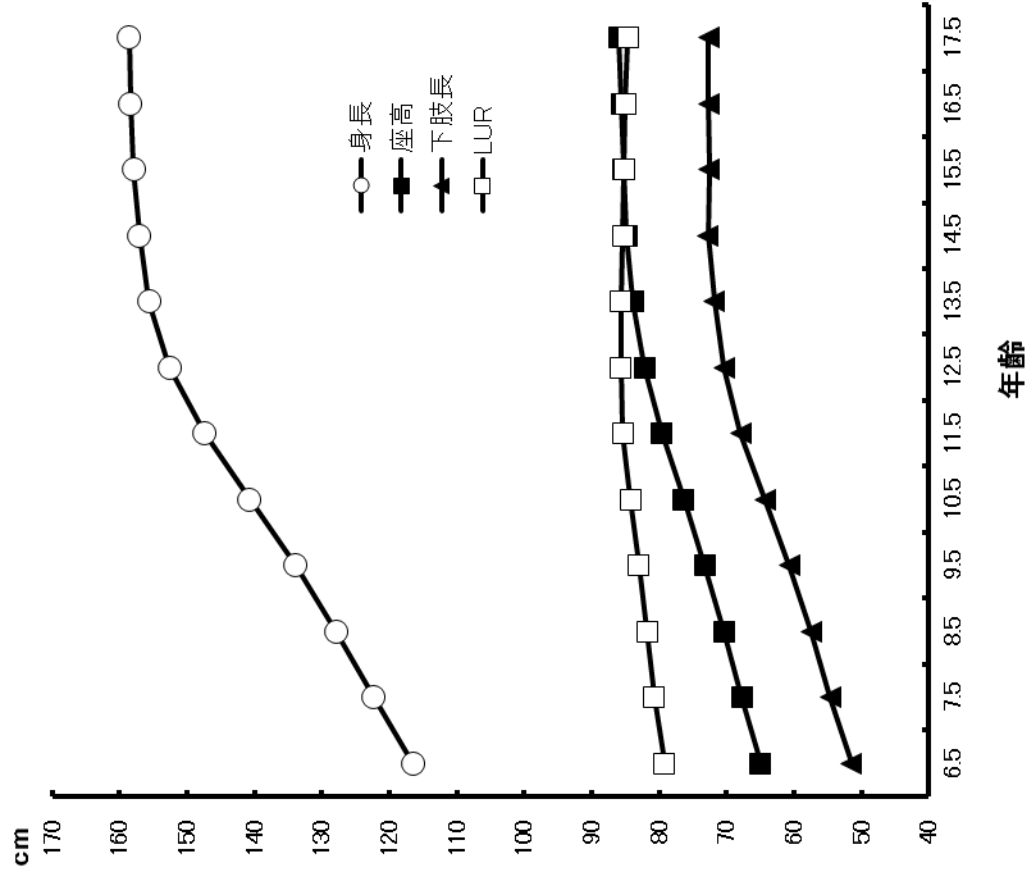


図1-3. 身長, 座高, 下肢長, LURの年齢的变化

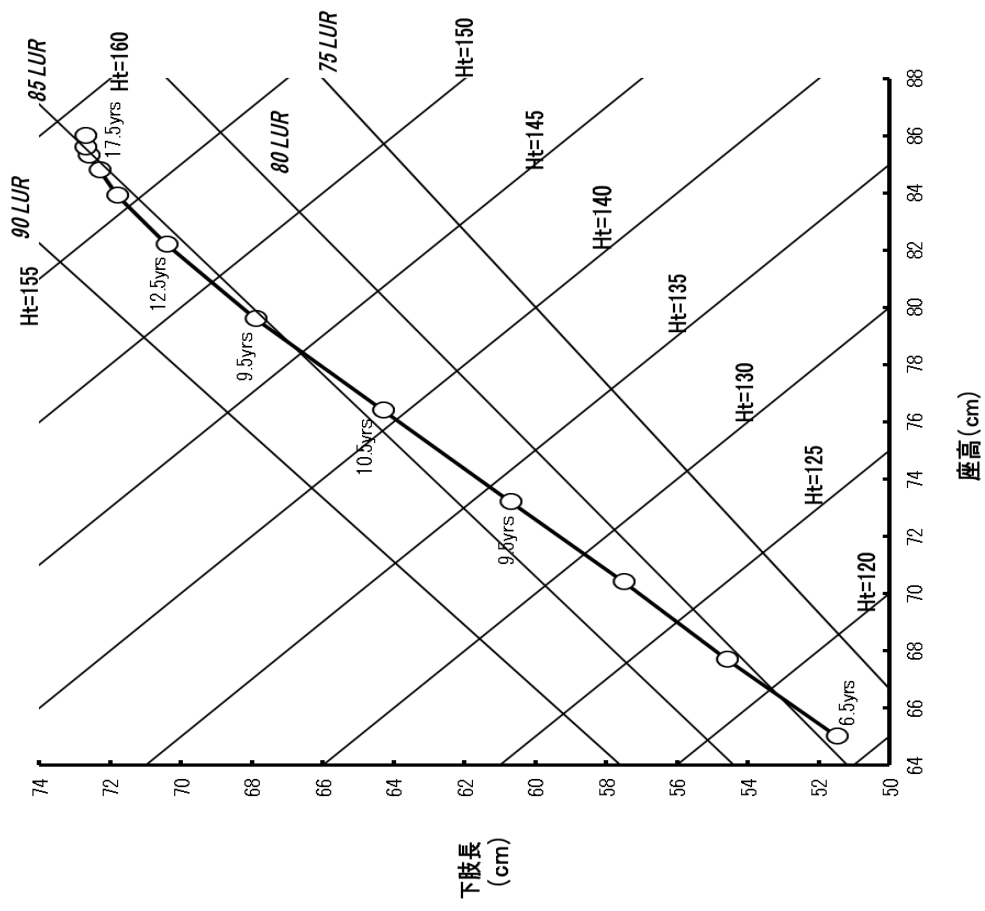


図1-4. 女子平均値に基づく身体比例チャート(Ht:身長, LUR:座高下肢長指数)

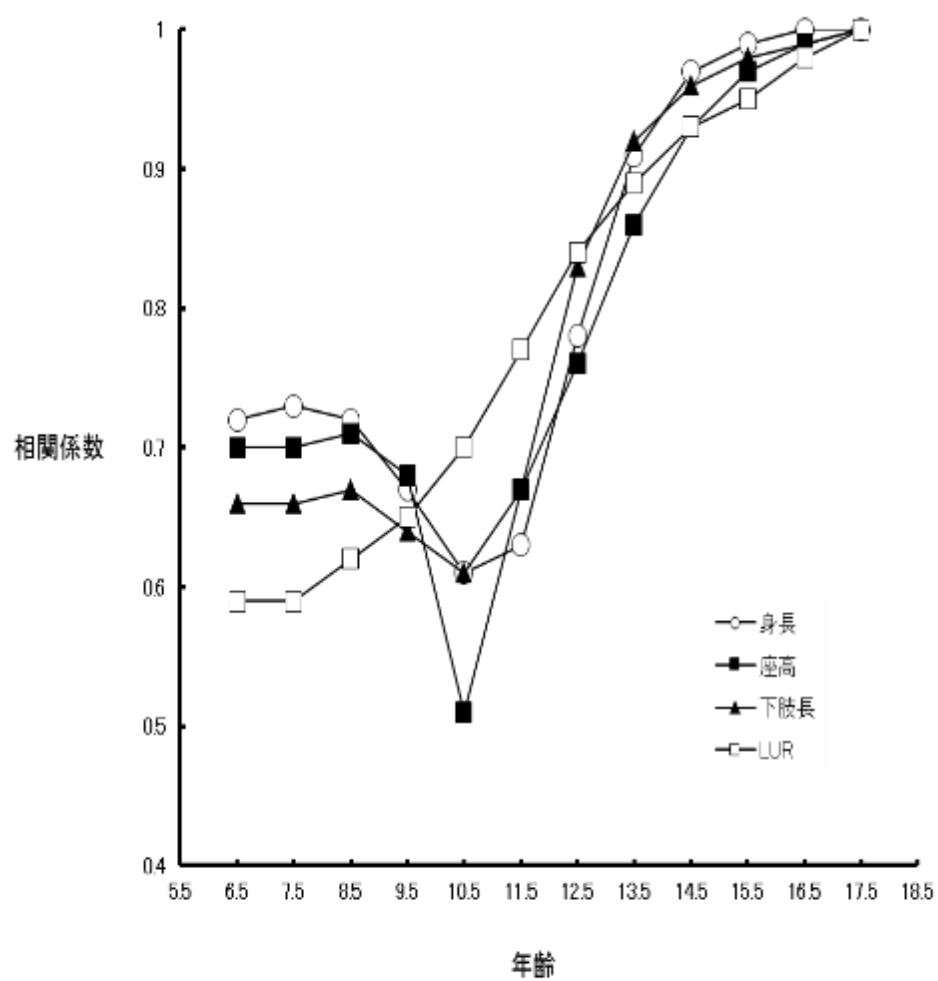


図1-5. 17.5歳時と他年齢間の相関係数の推移

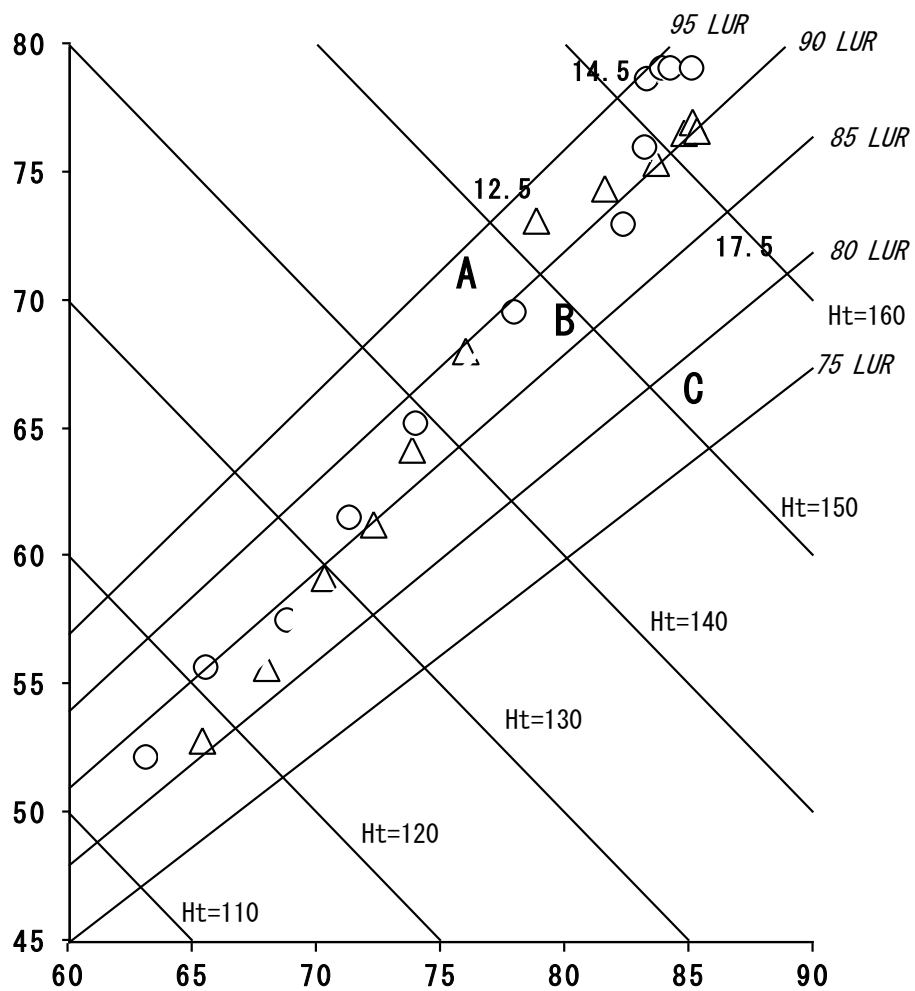


図1-6. 個人ごとの身体比例チャートの3例 年齢表示はLURの最大値
A 12.5歳 B 14.5歳 C 17.5歳

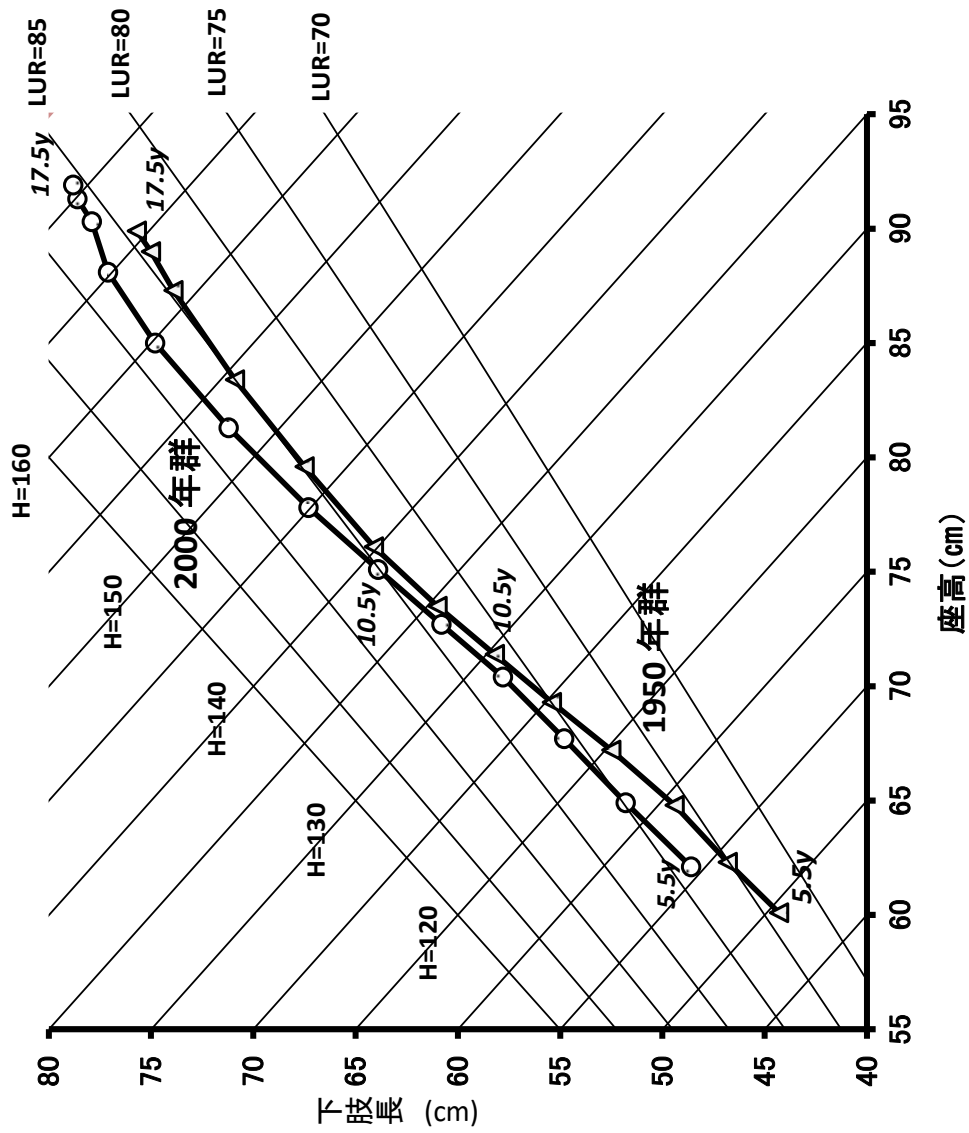


図2-1 1950年, 2000年群 男子 (5.5歳から17.5歳)

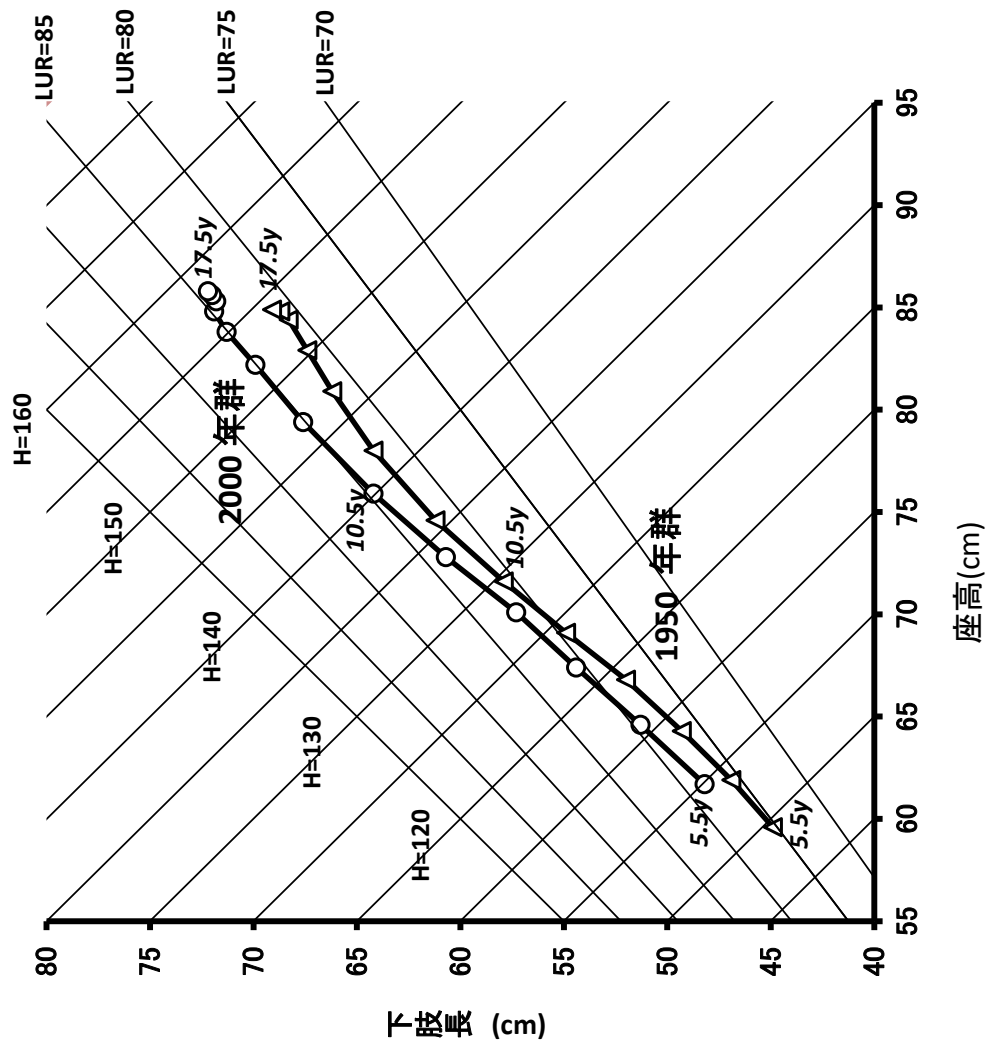


図2-2 1950年, 2000年群 女子 (5.5歳から17.5歳)

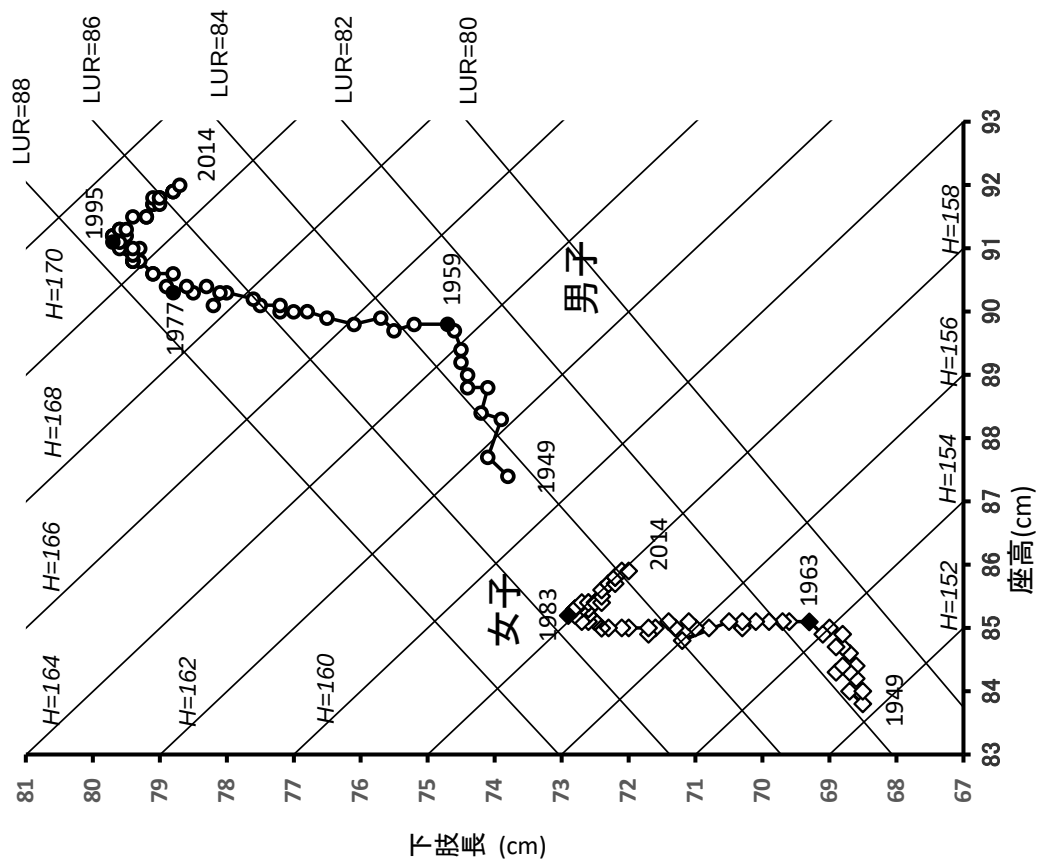


図2-3 17歳日本人男女の身体比例チャートの時代的变化(1949年-2014年)

