

ヒトの成人身長終焉の構図を探る

藤井勝紀

I 緒 言

日本の成人身長は、特に第二次世界大戦後に格段と伸びた。確かに、20世紀に入って世界的に成人身長は顕著な伸びを示してきた。戦後の日本人身長の伸びは、明治33年(1900年)から現在の令和3年(2021年)までの横断的発育(身長・体重)データが公表されている学校保健統計調査報告(2021)によって明確化されている。実は、韓国でも体育科学研究院で実施された国民体力実態調査が1989年から現在まで3年ごとのデータが公表されており、身長、体重の経年的変化によって、韓国人身長の顕著な伸びも報告されている。しかし、近年に至り、日本、韓国含めて世界的に身長の伸びが停滞してきている。実は、オランダは世界で最も身長が高い国と言われており、男子で平均身長が183.9cm、女子で170.7cmを示している。しかし、Schönbeck et al (2013)は1955年から2009年までのオランダ人の身長発育を検証し、オランダ国内における南北の身長差も解消し、2010年以降は身長が止まっていることを述べている。

図1は、日本人男子の成人身長の戦後の1955年から近年の2010年までの経年的推移に対してウェーブレット補間モデルを適用したグラフである。このグラフから明確なように、経年的推移の現量値曲線は1990年頃から停滞傾向を示している。特に、2000年からは身長はストップしていることが明白である。このストップ現象について、経年的推移の速度曲線のピークを見れば1960年以前にすでに出現している。この1960年頃が最も成人身長が伸びており、その後の身長の伸びは減少し、ついに2000年にはストップする構図が必然的である。日本人女子の成人身長も同様の傾向を示している。つまり、日本人身長について言えば、食生活の欧米化(タンパク質の多量摂取)によって戦後の顕著な身長の伸びを示し、特に1960年代は正に高度成長期の真っ只中である時期を経て、やがて食の飽食化で発育機序の後天的遺伝子制御(エピジェネティクス)が身長の伸びをストップさせるのである。この構図はアバウトであり、不明な点は多いが

検証する意味はある。

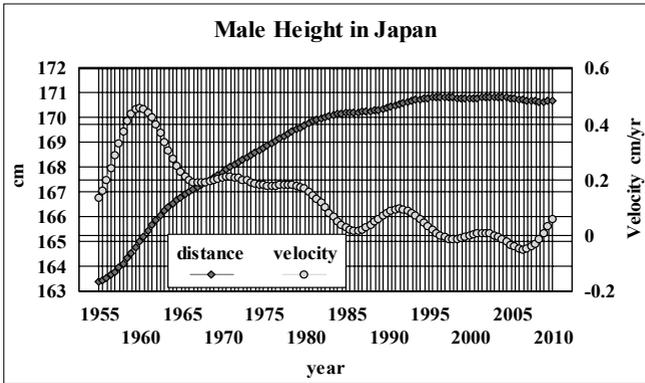


図1 日本人男子身長の変遷から現在までの経年的推移

日本人は大和民族のモンゴロイドであり、食文化の歴史から見て穀類が主食であり、米食が基本である。江戸時代から明治維新を経て、大正、昭和初期の戦前までコメに漬物、味噌汁、魚介類が食卓に載る程度で、乳製品である牛乳などは飲んでいない。つまり、動物性タンパク質はあまり摂取していないのである。その所為か戦後は食生活の欧米化により動物性たんぱく質を豊富に取り、身長が顕著に伸びたと言われている。しかし、欧米、特にヨーロッパを例に取れば、コーカソイドが支配する地域であり、食生活と言えば肉食で、動物性たんぱく質を基本的に摂取してきている。したがって、元々タンパク質を摂取している人種なので、戦後、日本人ほど身長は伸びていないであろうと思ったが、オランダは例外であった。実は、ヨーロッパの国々も20世紀に入り身長はかなり伸びているのである。

図2は、OECD(Organization for Economic Cooperation and Development: 経済協力開発機構) (2000)による男子成人身長の変遷から、ヨーロッパにおける主な国の身長に基づいて、すべて合計した数値の平均値を算出し、それをヨーロッパの平均身長として、1850年から1980年までの経年的推移データに対してウェーブレット補間モデルを適用したグラフである。1860年時点では166cmであったのが、1980年時点で178.2cmとなり、120年間で12cm身長は伸びたことになる。そして、経年的推移の速度のピーク年齢は1948年を示している。つまり、ヨーロッパの国々の平均身長が最も伸びたのは戦後間もない時期とな

る。この時期をピークに身長伸びは停滞傾向となるのである。しかし、ヨーロッパの国々の身長が1980年でストップ現象になっているとはこのグラフからは判断できない。このように、日本、ヨーロッパの身長の経年的推移とその速度曲線から判断すると、少なくとも今後身長が急激に伸びる現象は考えられないであろう。強いて言及すれば、世界的に見ても経済成長が先に発展した国（欧米やアジアの先進国）では、成人身長はすでに止まっていると考えた方が妥当であろう。

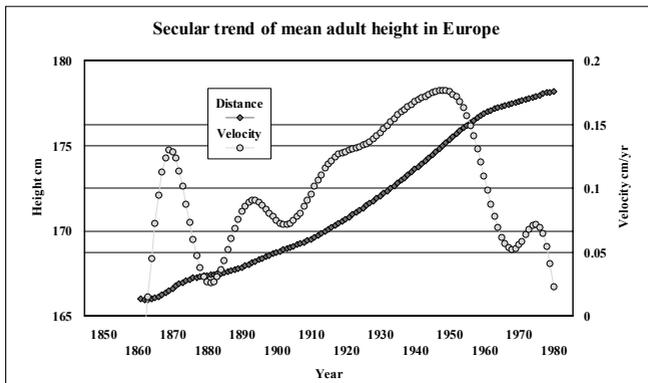


図2 ヨーロッパ人男子身長1860年から1980年までの経年的推移

仮に、先進国の成人身長が終焉を迎えたとして、この身長の終焉はヒトの発育機序の後天的遺伝子制御(エピジェネティクス)による現象なのか。この現象は経済発展と共にたんぱく質の多量摂取による身長増大現象の後に誘引された、DNAのメチル化現象によるプチ進化と推測される。このエピジェネティクス現象は近年注目されてきた研究領域であり、渡邊(2016)、寒竹(2019)によれば、「エピ」+「ジェネティクス」ということで、ジェネティクス以外という意味である。つまり、塩基配列の相違によるさまざまな遺伝現象に対して、塩基配列の変化を伴わない遺伝現象と述べている。この現象にはDNAのメチル化とヒストンのアセチル化が関与するが、ヒトの体格に関わる要因はDNAのメチル化現象で、IGF-1 (insulin like growth factor 1) 遺伝子のメチル化に厳密に関与しているようである。このIGF 1のメチル化現象は低身長児の成長ホルモン反応性に強く相関しており、メチル化が高いと報告されている。要するに、DNAのメチル化現象が身長発育に密接な関与が示唆されるが、タンパク質摂

取と身長が増大現象や近年の成人身長の終焉現象との関係はほとんど不明な点が多い。そこで、本研究は、21世紀に入って成人身長の終焉が何故生じてきたのか、エピジェネティクスの現象も考慮しながらこの現象を都合よく説明できる論理を探っていききたい。

Ⅱ ヒトの成人身長の時代的推移構図

先ず、古い研究データではあるが、ヨーロッパにおける身長の経年的推移に関して、Ljung et al (1974) は、スウェーデンのデータでは、1883年と1938年との間では身長差は大きい、1938年と1968年では身長差は小さいと報告している。Brundtland et al (1980) によるオスロのデータからの解析結果、Tanner (1962) に至っては、ヨーロッパ、アメリカ、カナダ、オーストラリアでは1900年から1975年頃まで、5歳から7歳までの子どもでは、10年で1～2 cm伸びたことを報告した。しかし、1980年以降では10年に約1 cmと子どもより少ないと述べており、近年の世界的な身長の停滞傾向を示唆している。もちろん、日本でもKawahata (1997)、Kudo et al (1976)、Matsuura (1963)、Takaishi (1979) の報告があり、戦後の身長の増大傾向と思春期最大発育速度 (Peak Height Velocity: PHV) 年齢の若年化傾向を指摘している。しかし、日本の成人身長も緒言で述べたように1990年頃からは停滞傾向を示すことになる。近年になると、Arcaleni (2006)、Basak (2008)、Cole (2003)、Fujii (2009) の報告があり、成人身長の経年的推移とその停滞傾向を示唆している。特に、Schönbeck et al (2013) の報告は、緒言でも述べたように2010年以降は成人身長はストップ現象が示唆されている。オランダ人の身長の増大とストップ現象について、Mori (2022) はユニークな発想から、近年の韓人身長の急激な増大と停滞、オランダ人身長の増大と停滞を同じような現象として捉えたのである。つまり、栄養消費の観点から、動物性たんぱく質の摂取増大が身長増大を誘引し、野菜摂取不足による栄養バランスの乱れが身長の停滞を誘引していると述べたのである。もちろん、その真意は分からないが、何らかの要因が発育機序の制御機能に作用したことは否めない。

そもそも、何故経年的に身長が増大してきたのか、身長はどこまで伸びるのか、人類が誕生した時は身長は何cmから始まったのか、解明されない知見は多

い。少なくとも、文明が築かれた当初から身長はどのように推移したのか、大雑把な知見は存在しているようである。人骨が発掘されているので、日本だけでも見てみることにする。図3はHiramoto (1972) による縄文時代から現代までに発掘した人骨から推定された身長を示したものであり、図4はそれを分かりやすく時代変遷による身長の推移としてグラフ化したものである。Hiramoto (1972) によれば、縄文時代の身長は159cmで、古墳時代に163.06cmとなり、鎌倉、室町、江戸時代には157~158cmで、幕末、明治初期が最も低く、155cmまで下がり、それから現在の172cmまで一気に身長は伸びている。つまり、大和民族であるモンゴロイドとしては、時代変遷として155cmが身長の底辺という事になる。恐らく、欧米におけるコーカソイドでは160cm~165cmが身長の底辺というところであろう。身長の底辺が分かれば、後は身長の上限がどこまで伸びるのか推測することで、本研究における今日の身長の終焉が探れるのではないだろうか。

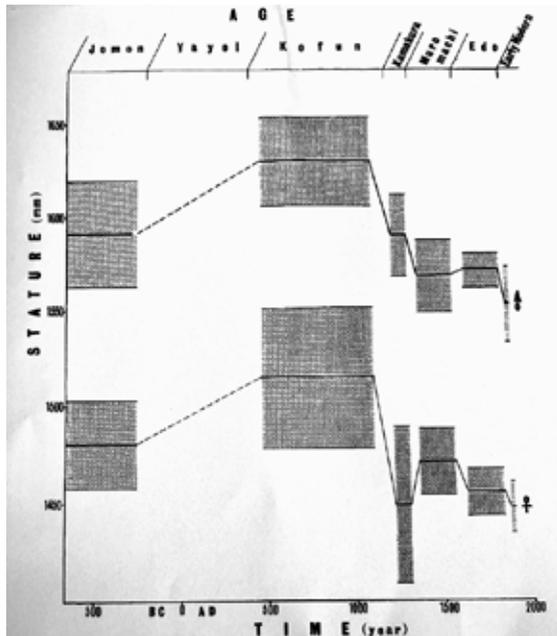


図3 縄文時代から現代までの身長の時代的推移 (Hiramoto, 1972)

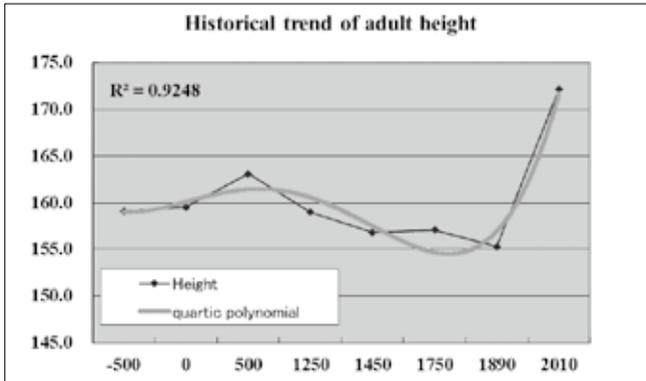


図4 縄文時代から2010年までの身長の時代的推移 (Fujii, K)

Ⅲ ヒトの成人身長が増大現象を探る

人類が文明を築き始めた頃、前項で述べたように日本では縄文時代の身長は男子で159cm、女子で148cm (Hiramoto, 1972) であった。欧米での紀元前におけるこのようなデータの持ち合わせはないが、Parker (2018) によれば、古代ギリシャのヒトの平均身長は男性で164cm、女性で155cmくらいだったと述べている。しかし、明確な証拠はない。いずれにせよ、人類の進化の歴史からすればホモサピエンスには変わりがなく、3500年程度で平均身長が15cm程度伸びたとしても有意な差ではないとする科学者もいる (Rene and Ralph, 2018)。進化論上の有意差がなくても、世界的には歴然とした人種や地域、民族による身長差は存在する。このような事実に対してそのメカニズムは解明されなければならない。

そこで、やみくもに世界の身長を比較しても多くのバイアスが掛かり、正しい知見は導けない。図5は、図2のヨーロッパにおける1860年から1980年までの男子成人身長の平均的な時代的推移から経年的スパン評価チャートとして構築したグラフである。その評価チャートにスウェーデンの経年的身長推移を当てはめたものである。このグラフが意味するところは、環境要因である経済成長のバイアスを取り除いて、経年的な身長の推移が評価できている点である。この評価チャートにヨーロッパの他の国の身長の推移を適用すれば、適切な方法で比較が可能になるのである。スウェーデンの場合、120年間で10cm程度の

身長伸びはあるが、1860年当時は170cmでヨーロッパでは身長はかなり高かったが、1920年頃からはやや高い評価となり、1960年頃から身長は停滞傾向を示す。

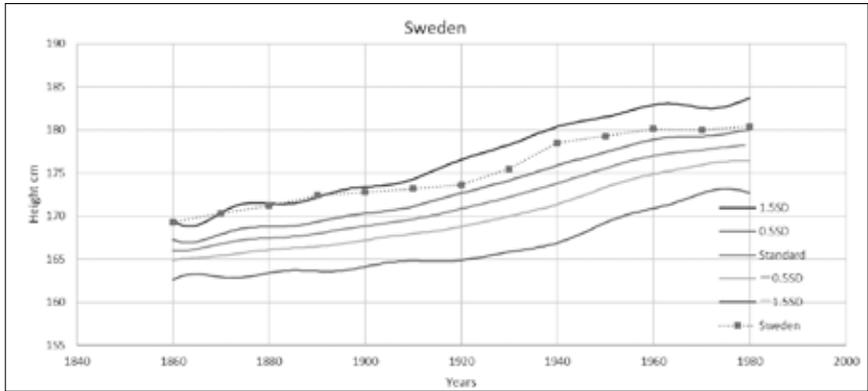


図5 ヨーロッパにおける身長の経年的スパン評価チャートの構築グラフ (スウェーデン適用)

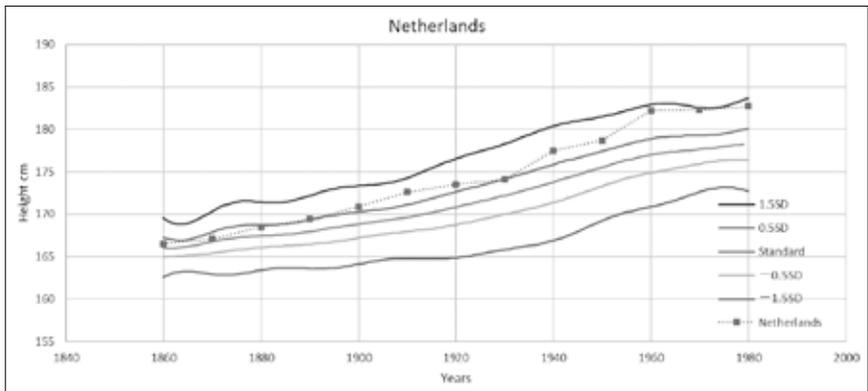


図6 身長の経年的スパン評価チャートにオランダの身長を当てはめたグラフ

このようなスウェーデンと同じような傾向を示す国では他にノルウェーがある。図6は身長の経年的スパン評価チャートにオランダの身長を当てはめたグラフである。スウェーデンとノルウェーの場合とは異なり、オランダは1860年頃はヨーロッパでは標準的な身長を示していたが、1910年頃からはやや高いに評価され、1940年頃から急激に伸びて1960年頃には高い評価となり、1980年で停滞傾向を示している。オランダによる身長の急激な経年的推移については後

で触れるが、ヨーロッパでも北方の国、スウェーデン、ノルウェー、フィンランド、デンマーク等は身長が高く推移している。ヨーロッパというコーカソイドの人種、経済的なバイアスが取り除かれた評価チャートなので、身長の高さは容易に比較できる。

図7は身長の経年的スパン評価チャートにポルトガルの身長を当てはめたグラフである。グラフから明確であるが、1860年頃はやや低い身長から1920年頃までほとんど変わらず、1940年頃から身長が伸びたようである。グラフを概観する限りでは停滞傾向かどうかは分からない。しかし、北方の国に比べれば、身長は低く推移していることが明白である。120年間での身長の伸びは8 cm程度である。同じような傾向を示す他の国にイタリア、フランス、スペインがあるが、スペインは1940年頃から急激に身長が伸び、標準帯に近い175cmまで伸びている。これらの国は南方の国であり、ヨーロッパにおける身長分布は北方の国は身長が高く、南方の国は低い構図が示される。このことについては、藤井(2019)がベルクマンの法則を適用することで説明しているが、ベルクマンの法則が証明されているわけではなく、都合の良い説明として理解されたい。

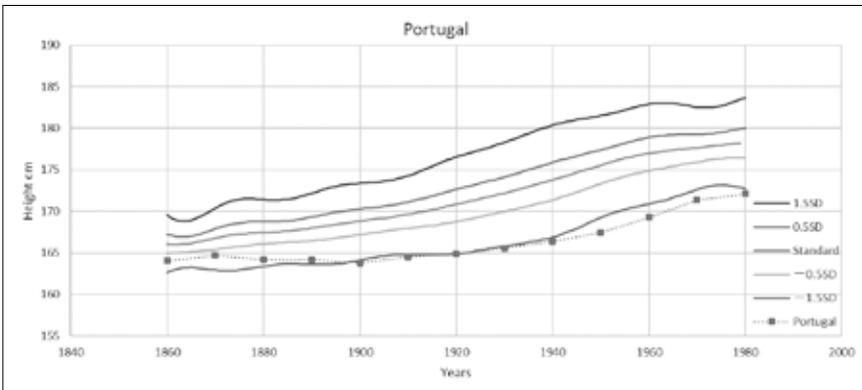


図7 身長の経年的スパン評価チャートにポルトガルの身長を当てはめたグラフ

図8はスペインの経年的身長の推移を当てはめたグラフである、先に述べたように、南方のポルトガル、イタリアと同じ低身長の推移であるが、1940年頃から急激な身長の伸びが示されている。オランダは標準から1940年頃から急激な身長の推移を示し高くなった。この傾向は身長の高低を考えなければ同じような現象と捉えられるのではないだろうか。スペインは1980年時点では停滞し

ているかは不明である。オランダ、スペインを含めてヨーロッパ全土で、19世紀から20世紀にかけて身長が増大している現象は、食料摂取の安定的供給、特に、動物性タンパク質の多量摂取によるものと言われている。しかし、それだけで説明できるのであろうか。アジア圏では、日本や韓国の戦後の急激な身長増大現象がある。

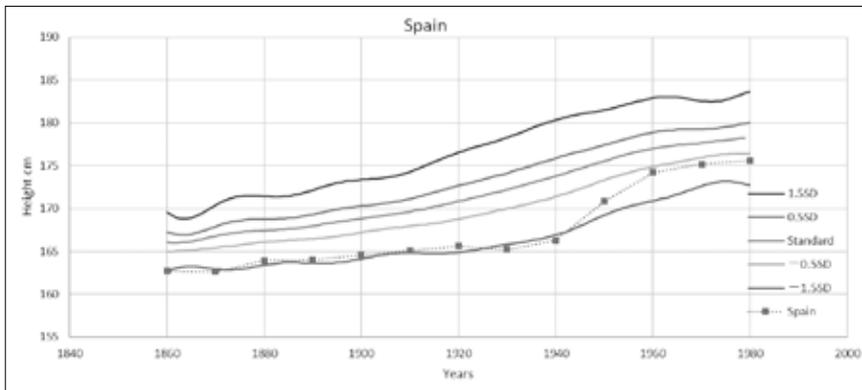


図8 身長の経年的スパン評価チャートにスペインの身長を当てはめたグラフ

ここで、オランダの急激な身長増大現象について、ユニークな研究がある。それは、Stulp et al (2015) によれば、近年のオランダ人の高身長化は、オランダの医療データベース「Life Lines」のデータから説明できる。つまり、45歳以上の男女4万人以上のデータに基づく、対象家族の身長とその子供の数を調査した結果、平均身長より身長が高い男性ほど、子供の出生率と生存率が高いことを示した。つまり、高身長の男性の方が低身長の者より子供の数が多いうことである。そして、高身長の男性と標準身長の女性のカップルがこのような状況を作り出すと言っている。このことは、考え方によっては、平均回帰の定理が適用されても、高身長の家族が必然的に増加する構図となっている。多くの子供を育てられる裕福な環境に高身長が関わっているのである。この論理がスペインに適用されるのか。同じような身長増大を誘引しているわけで、Stulp et al (2015) の論理が正しければ、オランダの身長の終焉はあり得ないのである。オランダの身長は伸び続けなければならなくなる。Stulp et al (2015) の論理には無理がある。スペインに適用できなければ、一般化されない論理である。

そこで仮説されることが、緒言でも言及したように、プチ進化と言われるDNAのメチル化現象である。もちろんこの現象は現代科学で明確になっているわけではない。つまり、経済の発展とともに食料の安定供給、特にタンパク質の多量摂取が高身長化を実現してきたが、ここで疑問が浮上する。つまり、1世代で食料が安定し、多くのたんぱく質を摂取したとしても、出生と同時に身長はすでに遺伝的に決定されており、遺伝的に制御される範囲しか身長は伸びることはない。しかし、第二次世界大戦後、穀類を主食としタンパク質をあまり摂取しなかったアジア圏の諸国における身長は、次世代には平均的に顕著な伸びを示しているのである。この現象は進化なのか、それともタンパク質の多量摂取によるIGF-1 (insulin like growth factor 1) 遺伝子の活性化に関係あるのか、もちろん現在の科学ではまだ明らかになされていない。

Ⅳ ヒトの成人身長増大と思春期スパートとの関係

これまで成人身長増大現象だけに焦点を絞って論述してきたが、実は、成人身長増大に伴って身体早熟化という発育機序が生起してきたのである。古くはTanner (1962) (1978) が身長経年的推移に伴う増大現象について、身長PHV (Peak Height Velocity) 年齢の若年化現象から説明した。つまり、思春期スパート現象の指標となるPHV年齢はヒトの身体的成熟度として位置づけられ、生物学的パラメーターと認識されている。成人身長経年的増大にはこのPHV年齢が必ず早期化を示しているのである。経年的身長増大メカニズムは、表面的には豊富な栄養摂取、特にタンパク質摂取によって生起する。その増大メカニズムは主に幼少期で生起し、幼少期以後は経年的な増大幅に差はない (Kouchi, 1996)。つまり、身長発育は幼少期の発育機序に影響されるので、成人身長増大は幼少期の身体発育増大に左右される。そして、その幼少期の増大は発育を早めており、要するに成熟度が早まる早熟化の発育機序が生起されることになる。

日本では古くは、Kudo et al (1976)、近年では、Fujii (2009) が日本人身長経年的推移から身長MPV (Maximun Peak Velocity: 思春期最大発育速度) 年齢早熟化を検証した。英国においてはGao and Schneider (2021) が思春期スパートは近年で早まることを指摘した。実は、Tanner (1962) (1978) が提示し

たPHV年齢は、年間発育量の最大発育量および作図法によって導かれた指標である。この指標ではアナログ的であり、客観性に欠ける欠点があるために、古くからこの思春期ピーク年齢を科学的な手法で特定する試みが行われてきた。その結果、Fujii and Matsuura (1999)、Fujii (2006)によってウェーブレット補間モデルという有効な手法が提唱され、思春期スパートにおける最大発育速度としてMPV年齢が指標化されたのである。

図9は、WHOが公表している男子身長発育データ (2007) に対してウェーブレット補間モデルを適用したグラフである。黄色の丸印がWHOの生の身長発育データであり、赤四角印がウェーブレットで記述された発育現量値曲線である。そして、その現量値曲線を微分した曲線が青四角印の速度曲線である。6歳で115.95cmから18歳で176.14cmまで成長したグラフであり、生のデータをすべてフォローしていることが分かる。WHOではこの生のデータに基づいてパーセンタイル曲線を構築し、全世界の幼少年から青年期までの身長発育の評価を可能にしている。しかし、WHOは思春期ピーク年齢 (MPV年齢) を導いてはいない。当然、身長発育の評価が成されるなら、身長のMPV年齢を導き、身体的成熟度が把握されなければ意味がない。それは、身長の評価とセットで議論することが重要である。WHOの生の身長発育データに対してウェーブレット補間モデルを適用した結果、得られた身長のMPV年齢は13.1歳、その時点での発育現量値は157.08cm、速度値は7.27cm/yrであった。

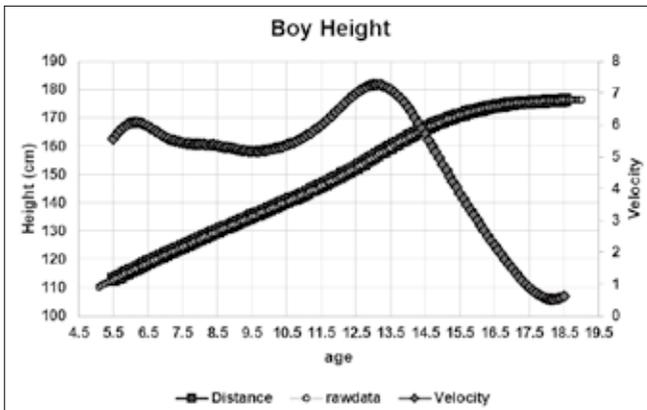


図9 WHOの男子身長発育データに対するウェーブレット補間モデルの適用

図9のグラフから把握できることは、全世界における平均的な身体的成熟度は13.1歳が標準となり、成熟度の評価が可能となる。そして、平均的には157cmになると身長が最も伸びる時期となり、その伸びは7.27cmが平均的な目安となる。そして、平均的な成人身長は176cmとなり、SDは7.45であれば、世界各国で身長の高低評価が可能となる。例えば、日本人の成人身長が171cm、韓国人の成人身長が173.5cmであれば、日本人はやや低い判定となり、韓国人は標準帯の下限値と評価される。そして、身長の高身長であれば、晩熟傾向となり、低身長であれば早熟傾向となる。この知見はTanner (1962) が導き、Fujii (2006) も確認している事実である。

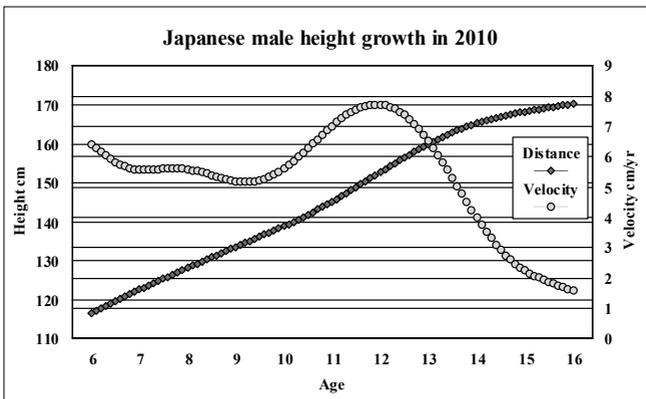


図10 日本人の男子身長发育データに対するウェーブレット補間モデルの適用

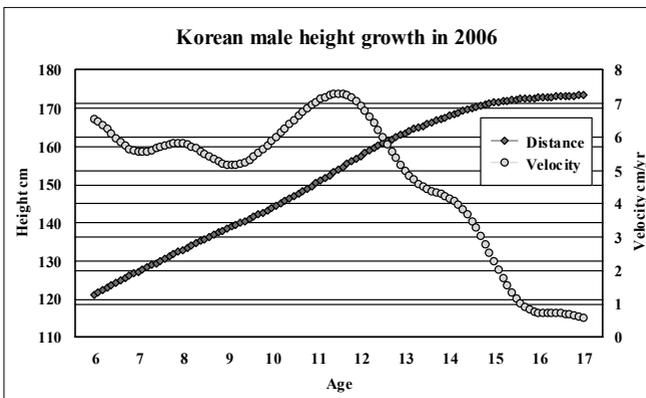


図11 韓国人の男子身長发育データに対するウェーブレット補間モデルの適用

図10は日本人の男子身長発育グラフ、図11は韓国人の男子身長発育グラフである。両グラフはウェーブレット補間モデルによって記述されたグラフである。両グラフはbirth cohortデータによるものであり、日本人の身長MPV年齢は12.4歳、韓国人では12.0歳であった。つまり、WHOの身長MPV年齢13.1歳に基づいて評価すれば、日本人、韓国人の身体的成熟度は少し早いという知見が導かれた。このことは、モンゴロイドの身体成熟度が早いわけではなく、成人身長が低い者は成熟度が早く、高身長の者は成熟度が遅くなる発育の機序なのである。先にも述べたが、Tanner (1962) がこの知見を報告しており、Malina and Bouchard(1991)、Fujii(2006)もこの知見を確認している。つまり、身長MPV年齢が早く出現すれば身長は伸びなくなるので、その結果成人身長は低くなり、MPV年齢が遅ければその分身長は伸びており、結果として高くなる発育の機序と言えよう。したがって、人種に関係なく、欧米の身長が高い国では成熟度は遅い傾向と言える。

しかしながら、成人身長が経年的に高くなれば、MPV年齢は早くなる構図が報告されている (Fujii, 2009, Gao and Schneider, 2021)。これはMPV年齢が早ければ身長が低い構図とは真逆の関係と言える。身長の経年的推移に関係なく、その時代における身長の高低メカニズムを考慮すれば、身長MPV年齢の早晚で身長の高低が決定する。この発育機序に対して、経年的推移という時系列の概念が入ると、自然淘汰的なプチ進化のメカニズムが作用し、経年的身長増大によってMPV年齢が早くなるのであろう。いずれにせよ、本来の発育機序は身長MPV年齢が早ければ低身長を呈するので、現在の世界的な身長増大現象が停滞しているのは、これ以上身長MPV年齢が早くなならないような自然淘汰と思いたくなる。そこで、身長の経年的推移に伴う増大現象によるMPV年齢の早熟化傾向について、身長の経年的データが公表されている日本人、韓国人のbirth cohortによる身長発育データから検証することにする。

V. 身長MPV年齢の経年的推移の検証

図12、図13は、birth cohortデータによる日本、韓国における男女身長MPV年齢、1901年（6歳として）から2018年にかけての年次にもなう推移である。但し、日本では緒言でも述べたように、学校保健統計調査報告19) が世

界には類を見ない発育データとして存在している。しかし、韓国ではそのような統計データの存在はないが、ここではMori et al (2021) による韓国のデータを使用した。韓国では1960年以降の身長におけるbirth cohortの発育データを使用している。日本人の場合では図10で示したように、ウェーブレット補間モデルを適用して身長のMPV年齢を特定した。韓国人の場合も同様に図11に示されたようなグラフが記述され、身長MPV年齢が特定された。

日本人、韓国人の身長MPV年齢は1年ごとに特定されたものであり、birth cohortデータと言っても集団の平均値には変わりがないために、年ごとの変動は概観される。したがって、その変動を含めてMPV年齢の経年的推移傾向を解析するために、最小二乗近似多項式を当てはめた。先ず男子において、日本人では1900年時点でMPV年齢が14歳～14.5歳から早熟化を示すが、第二次世界大戦中前後で一旦、MPV年齢は15歳頃までに晩熟化するが、1955年頃から再び早熟化に転じる傾向を示す。

そして、1990年頃まで一気に早熟化傾向を示す。それ以降はほぼ変わらず推移する傾向を示す。つまり、早熟化は終焉を迎えたという事であろう。一方、韓国では1960年頃には身長MPV年齢は日本の戦時中に示された15歳からスタートし、2000年まで一気に顕著な早熟化傾向を示す。日本の1960年からのMPV年齢の推移と比べると、かなりの早熟化への移行が読み取れる。最近の2010年から2017年が早熟の落ち込みの最凹点に達していると推測できる。身長MPV年齢の終焉は明確とは言えないであろう。

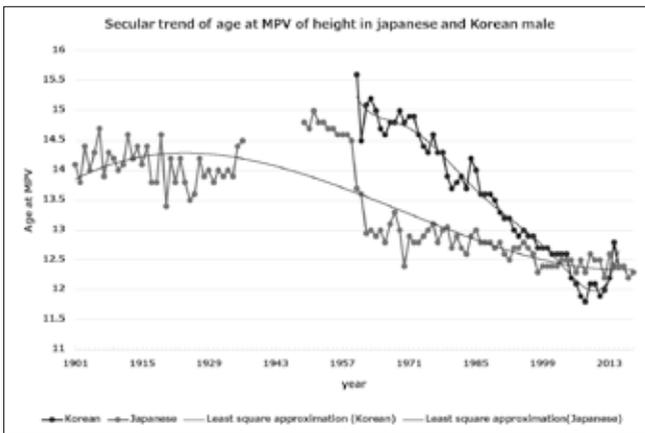


図12 日本と韓国男子の身長MPV年齢の経年的推移

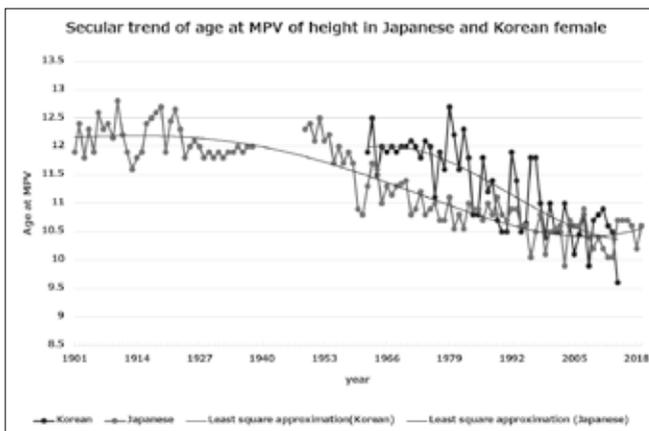


図13 日本と韓国女子の身長MPV年齢の経年的推移

次に、女子において、日本人では1900年時点でMPV年齢は12歳～12.5歳から早熟化を示し、男子同様に戦時中前後で一旦MPV年齢は遅くなるが、男子ほど晩熟化は示していない。1950年頃から再び早熟化に転じ、11.5歳まで早くなり、男子同様に1990年頃まで一気に早熟化を示す。しかし、女子はMPV年齢の推移は変動が大きいですが、近年まではほとんど変わらず推移し、男子同様にMPV年齢の終焉を迎えたようである。一方、韓国では、1960年頃には身長MPV年齢は、日本人の戦時中前後のMPV年齢12.0歳からスタートし、MPV年齢の推移の変動が大きく、男子ほど顕著な落ち込みはないが、2017年でも最凹点までには達しておらず、現在も早熟化傾向が進行していると推測される。韓国女子における身長MPV年齢は早熟化が停滞しておらず、最凹点までには暫く時間が掛かるであろう。

身長MPV年齢が若年化することは、身体的成熟度が早熟化することに他ならない。世界的に第二次世界大戦終了後に身長増大現象が生じてきた。もちろん、戦後も世界の地域で部分的な紛争は起きている。だが、全世界を巻き込んだ世界大戦後は各国でインフラ整備が進み、人体への栄養補給は格段の進歩を遂げてきた。その結果、身体増大、特に身長増大が顕著な傾向を示してきた。安定的な食栄養の摂取が身長を伸ばしてきたことは周知の事実である。特に、タンパク質の多量摂取が身長増大への大きな要因であることの報告は多い。しかし、前項でも述べたように、1世代でタンパク質を多量摂取した

からと言って身長が伸びるわけではない。次の世代で身長が伸びる現象が生起するわけであり、ここにエピジェネティックスと言われる、後天的遺伝子制御とされるDNAのメチル化現象が浮上する。もちろん、この現象については何も解明されているわけではなく、あくまでも仮説である。仮説ではあるが、このエピジェネティックスの論理が関与しないと、身長発育の機序が説明できないのである。

基本的な身長発育の機序は、下肢(大腿骨)の発育が身長より早く、座高(脊柱)の発育は身長より遅れて発育する。もちろん、身長は下肢と座高の和であるから、MPV年齢の出現順序では下肢が最初で、次に身長、最後に座高の順となる。そして、身長が低いとMPV年齢は早く、身長が高いとMPV年齢は遅い傾向となる。つまり、MPV(思春期ピーク)が出現すると身長の伸びが止まるので、身長を伸ばそうとすればMPVが遅く出現する発育機序となる。このような発育機序において、経年的推移による身長の増大現象の位置づけは、幼少期の身長発育が成人身長を増大を決定する。幼少期の身長増大は発育を早めることになり、成人身長を増大と同時に身長のMPV年齢も早めてきた。恐らく、幼少期での身長の増大発育にはエピジェネティックスの関与が推測される。1世代前からの多量なタンパク質摂取がDNAメチル化修飾による遺伝子制御を誘引し、次の世代ですでに幼少期の発育に関与する構図と推測できる。下肢の発育が早い機序を考えれば、脊柱より大腿骨への遺伝子制御の影響が成熟を早める機序として妥当なのであろう。この幼少期における大腿骨へのエピジェネティックスの関与が経年的な身長増大とMPV年齢を早めてきたと推測できないだろうか。

VI. 成人身長増大の終焉仮説

今日、欧米の国々やアジア圏の先進国において、経年的推移による成人身長増大とMPV年齢の若年化は停滞か、すでに終焉を迎えている局面に入っている。身長が経年的増大を生起しているときは、ヒトはどこまで身長が伸びるのか大いなる疑問であった。しかし、今や成人身長は終焉を迎えつつある。もちろん、各国の経済発展や栄養摂取状況によって身長終焉状況は違うであろう。そこで、緒言で図2を示したように、アジア圏の国々の身長について見る

ことにしよう。図14は、OECD（Organization for Economic Cooperation and Development:経済協力開発機構）(2000)による男子成人身長の統計結果から、アジア圏における主な国の身長に基づいて、すべて合計した数値の平均値を算出し、それをアジア圏の平均身長として、1890年から1980年までの経年的推移データに対してウェーブレット補間モデルを適用したグラフである。このグラフにはラオスの身長の経年的推移データが適用されている。先ず、平均身長の推移曲線を概観すると、1890年では162cmであったものが、1980年では167cmに到達している。

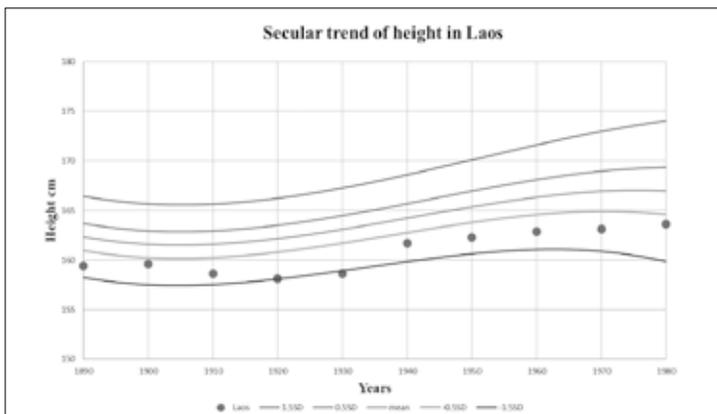


図14 アジア人男子身長の1890年から1980年までの経年的スパン評価チャートへのラオスの適用

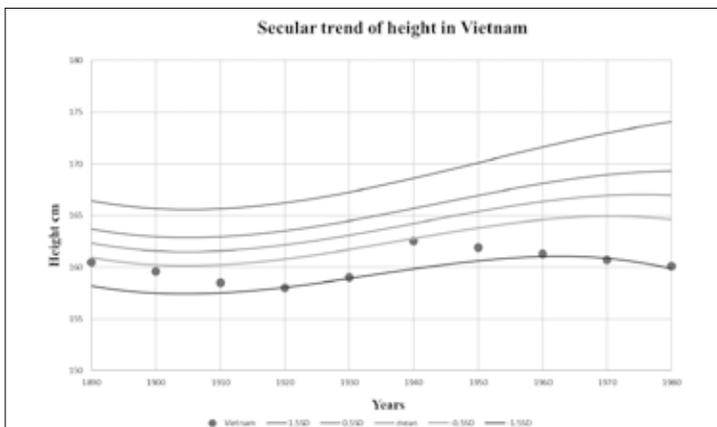


図15 アジア人男子身長の1890年から1980年までの経年的スパン評価チャートへのベトナムの適用

アジアの平均身長推移では約5cmの身長増大が認められたことになる。このようなアジア圏における身長推移はあくまでも平均的な推移であり、日本や韓国は例外的に顕著な身長増大を示した。このグラフに示した、ラオスとベトナムはアジア圏でも低い身長評価帯を推移している。ラオスは160cmから165cmに至る5cmの増大を示したが、ベトナムではほとんど増大していない。このようなアジア圏の国では他に、カンボジア、インドネシア、ミャンマー、インド等が同じような推移を示す。タイ、マレーシアは少し傾向が異なり、1980年以降の経済成長による身長増大が見られている。このようなアジア圏における身長の経年的推移の違いは恐らく経済的要因と推測される。つまり、欧米における成人身長はすでに終焉を迎えており、日本、韓国でも終焉といえる。アジア圏における身長増大が生起していない国は今後、経済成長による栄養補給によって身長増大の可能性は否定できない。しかし、このような身長の経年的推移状況から、経済の発展によって栄養摂取が安定的にできた国は身長が伸びたのである。そして、十分な栄養摂取の結果、やがて身長終焉を迎えることになるのである。

ヒトの身体は1世代で食物を取りすぎれば体重増加という肥満になる。もちろん、肥満は世界的に危惧されている。疾病との関係が報告され、死亡率にも大きなリスクがある。しかし、肥満=死ではないので、ヒトは大いに食べて太るのであろう。実は、肥満は遺伝するのである。身長も遺伝はかなり以前から知られていたが、肥満の遺伝は近年になって分かってきた。それは、身長の経年的増大傾向と並行して、豊富な栄養摂取の結果、体重は1世代で増加するが、身長は次の世代で増大する構図を示す。肥満の遺伝もエピジェネティクスとの関与が推測されるが不明である。1世代の体重増加は食べなければ収まるが、身長増大が収まってきたのは1世代前からの栄養摂取に問題が生じた可能性がある。それと同時に、身長のMPV年齢の早期化にも限度があり、MPV年齢が早くなればなるほど身長は伸びなくなる発育機序が働くからである。前項でも説明したように、MPV年齢が早ければ低身長になる発育機序がある。したがって、現在の成人身長終焉はMPV年齢のぎりぎりの早期化の下限域ではないだろうか。そこに近年の栄養摂取の問題が浮上する。

Mori (2021) (2022) は消費経済の視点から、近年の日本、韓国の若者たちの野菜、果物の消費量がかなり落ち込んでいるというのである。特に、韓国の若

者の間ではキムチ離れが進んでいると述べている。つまり、その現象が近年の日本、韓国における成人身長を終焉と何らかの関係があるのではないかという推測である。世界的に経年的な身長増大現象は明らかに安定的な栄養摂取、特に多量のタンパク質摂取が作用してきた。しかし、それで何故身長が増大するのか、Fiji (2019) は1世代で身長増大が生起するのではなく、次の世代で身長が増大する。それは進化なのか、それともタンパク質の多量摂取によるIGF-1 (insulin like growth factor 1) 遺伝子の活性化に関係あるのか、少なくとも、次世代で身長を増大させると仮説した。証明はできないが、現に、成人身長増大現象は生起してきた。そして、今やその身長を終焉現象である。この終焉現象に近年の日本の若者たちの野菜、果物離れ、韓国ではキムチ離れがどのように関わるのであろうか。

近年になりガンによる死因が急増してきた。先進国であるヨーロッパや、アジアでも日本、韓国では死因のトップはガンである。WHOが報告している世界の死因のトップは虚血性心疾患であるが、後進国になればなるほど感染症での死因が大である。つまり、経済成長が発展し、飽食である先進国では死因のトップはガンなのである。ガンの明確な原因は分からないが、多量のタンパク質摂取が要因であったり、食品に含まれる添加物の摂取、アルコール、タバコ等が考えられる。もちろん、疾病に付き物であるストレスの要因は大であろう。タンパク質と一緒に野菜(キムチ)、果物が摂取できないとガンを誘因する。特に、大腸ガンのリスクは高くなるようである。

実は、Ihira et al (2018) は、男性の高身長はガン死亡率と肯定的に関連していると言うのである。つまり、細胞増殖の促進およびアポトーシスの生息に関連するIGF-1 (インスリン様成長因子1 : Insulin-like growth factor 1) によって説明される。IGF-1 発現は成長ホルモンによって促進される。これは骨の成長を伴う成人の身長を決定する上で重要な役割を果たす。よって、背の高い成人の血清IGF-1 のレベルが高くなることでガン死亡率のリスクを増大させるのである。また、大きな身体ほど器官は大きいので、高身長者が持つ大きな器官はガンに進行する悪性腫瘍に変容する幹細胞を分裂させるリスクが高くなるというのである。女性では明確な結論は出ていないが、男性の高身長者には当てはまると言える。このまま飽食時代が継続していけば、人類はガンで滅亡するのではないかと思いたくなる。そして、まずは高身長者から死滅していくので

ある。

しかし、ガン治療は格段と進歩しており、必ず死ぬとは限らない。感染症にしても人類と共に存在し、感染症を克服してきた。ガンも克服されつつあるが、ガンのリスクにも拘わらず身長は増大していくのであろうか。野菜(キムチ)や果物離れがガンを誘引すれば、高身長はガンのリスクが高くなる。つまり、高身長のガンのリスクを回避しようとするれば、エピジェネティクスによる遺伝子制御が身長増大を終焉しなければならない。先進国においては世界的に飽食を余儀なくされ、プチ進化なのか、多量のタンパク質摂取によってIGF-1 遺伝子の活性化も促し、高身長化の傾向が近年まで続いてきた。しかし、もし仮にエピジェネティクスによる遺伝子制御が仮説できるなら、現代の飽食、ストレス社会が誘引するDNAのメチル化現象で身長発育を抑制する方向が成人身長の終焉を招いているのではないだろうか。そして、さらに身長のMPV年齢早期化の限界が生起する。本来の身長発育の機序に基づけば、MPV年齢が早期化すれば成人身長は低くなる構図を示す。したがって、もはや成人身長が増大する自然淘汰は働かないと考える方が妥当であろう。

Ⅶ 結 言

近年、人種の違いはあるが、世界中でこの100年間に身長は伸びてきた。もちろん、その身長の伸び方は人種や民族によって異なる。しかし、人種や民族ではなく、経済の発展による安定的な栄養摂取が身長を伸ばしてきた。特に、タンパク質の多量摂取が身長増大を誘引してきた。アジアでもまだ経済発展を遂げていない国や、アフリカ等は身長増大が今後生起する可能性があるだろう。いずれにせよ、21世紀に入り、成人身長が増大を生起してきた国々ではその身長も終焉に向かっている。この身長の終焉はヒトの発育機序によって制御された現象なのか、それとも経済成長と共に身長増大現象を誘引してきた、プチ進化なのか、それともタンパク質の多量摂取によるIGF-1 (insulin like growth factor 1) 遺伝子の活性化に関係あるのか。本研究は、21世紀に入って成人身長の終焉が何故生起してきたのか、この現象を都合よく説明できる論理を探ってみた。その結果、身長のMPV年齢という身体的成熟度の指標が早熟化を生起したことが日本、韓国で明確化された。しかし、欧米でも同じ構図が報告さ

れている。そして、そのMPV年齢の早期化も終焉を迎えつつある。この現象によって成人身長が増大現象が終焉を迎えたと推測される。それは、早熟化が進めば身長は伸びなくなる発育機序が働き、いくら今まで、多量のタンパク質摂取がIGF-1遺伝子の活性化を生起してきたとしても、これ以上、ヒトの発育機序を破綻させることはできないと推測される。恐らく、エピジェネティクスというDNAメチル化現象は、現代の飽食、ストレス社会が誘引した遺伝子制御であり、現代に至って身長発育を抑制する現象として成人身長の終焉を招いたと推測できないだろうか。それと、野菜(キムチ)、果物離れによる栄養摂取の偏りでガンによる死亡率が上がってきた。特に、高身長者のガンのリスクが上がってきた。このような背景から、今になって、ヒトの成人身長の終焉を迎えることになったのではないだろうか。

《参考文献》

- 1) Arcaleni E (2006) Secular trend and regional differences in the stature of Italians, 1854-1980, *Economics and Human Biology*, 4(1), 24-38.
- 2) Basak K Ö (2008) Secular trend in body height and weight of Turkish adults, *Anthropological Science*, 116(3), 191-199.
- 3) Brundtland G H, Liestol K and Walloe L (1980) Height, weight and menarcheal age of Oslo schoolchildren during the last 60 years, *Annals of Human Biology*, 7, 307-322.
- 4) Cole T J (2003) The secular trend in human physical growth: a biological view, *Economics and Human Biology*, 1(2), 161-168.
- 5) Fujii K and Matsuura Y (1999) Analysis of the velocity curve for height by the Wavelet Interpolation Method in children classified by maturity rate, *American Journal of Human Biology*, 11(1), 13-30.
- 6) 藤井勝紀(2006)「発育・発達への科学的アプローチ—発育発達と健康の身体情報科学—」, 三恵社, 愛知.
- 7) 藤井勝紀, 三島隆章, 田中望(2021)「身体情報の健康発達科学」, 杏林書院, 東京.
- 8) Fujii K (2009) Verification Regarding Secular Trend of Height Growth and The Maximum Peak Velocity during Adolescence, *International Journal of Sport and Health Science*, 7, 103-112.

- 9) Fujii K (2019) Applicability of Bergmann's Rule based on the Historical Trend Distribution of Height in Europe, *Japanese Journal of Health and Education*, 64 (3) , 266-275.
- 10) Gao P and Schneider E B (2021) The growth pattern of British children, 1850-1975, *Economic History Review*, 74(2), 341-371.
- 11) Hiramoto Y (1972) Secular Change of Estimated Stature of Japanese in Kanto District from the Prehistoric Age to the Present Day, *Japanese Anthropology Society of Nippon*, 80(3), 221-236.
- 12) Ihira H, Sawada N, Iwasaki M, Yamaji T, Goto A, Noda M, Iso H, Tsugane S and the JPHC Study Group (2018) Adult height and all-cause and cause-specific mortality in the Japan Public Health Center-based Prospective Study (JPHC) , *PLOS One*, 13 (5) , e0197164.
- 13) Kawahata A (1997) Japanese growth and development: Study on adolescent growth acceleration, Humaido, Tokyo, 95-112.
- 14) Kouchi M (1996) Secular change and socioeconomic difference in height in Japan, *Anthropological Science*, 104(4), 325-340.
- 15) Kudo Y, Shomoto M, Takeda S, Yokoo Y & Samori N (1976) Growth acceleration in Japan as indicated by the maximum growth age in height, *Japan Journal of Hygiene*, 31 (2), 378-385.
- 16) Ljung B O, Bergsten-Brucefors A & Lindgren G (1974) The secular trend in physical growth in Sweden, *Annals of Human Biology*, 1(3), 245-256.
- 17) Malina R M and Bouchard C (1991) Growth, maturation, and physical activity, *Human Kinetics Academic*, Illinois.
- 18) Matsuura Y (1963) Analysis on growth acceleration, *Japan Journal of Physical Education, Health and Sport Science*, 8, 35-41
- 19) 文部科学省 (2021) 学校保健統計調査報告書, https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/1268826.htm. 2022年2月25日閲覧
- 20) Mori H, Cole T and Kim S (2021) Boys' Height in South Korea in the Past Three Decades: Why They Ceased to Grow Taller?: Steering away from Kimchi, *Economic Bulletin of Senshu University*, 55(3), 29-39.
- 21) Mori H (2022) The Dutch, The World Tallest Are Shrinking in the Latest Decade or So:

- The Lessons from the Case of South Korea and Japan in North-East Asia, Food and Nutrition Sciences, 13, 85-96.
- 22) OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development (2000) Demography · Height, [https://www.clio-infra.eu/data/ Height_Compact.xlsx](https://www.clio-infra.eu/data/Height_Compact.xlsx). 2022年2月25日閲覧
- 23) Parker S (2018) 「BODY 世にも美しい人体図鑑」(千葉啓恵訳), 14, Discover21, 東京.
- 24) Rene J H and Ralph G B (2018) “Ancestral DNA, Human Origins, and Migrations”, 501, Academic Press, Commonwealth of Massachusetts.
- 25) 寒竹正人 (2019) エピジェネティックスの世界－胎児期から小児期の環境による遺伝子修飾－, 小児保健研究, 78(6), 490-493.
- 26) Schönbeck Y, Talma H, Dommelen P V, Bakker B, Buitendijk S E, Hira-Sing R A and Buuren S V (2013) The world’s tallest nation has stopped growing taller: the height of Dutch children from 1955 to 2009, Pediatric Research, 73, 371-377.
- 27) Stulp G, Barrett L, Tropf F C and Mills M (2015) “Does natural selection favor taller stature among the tallest people on earth?”, Proceedings of The Royal Society B, 282, 20150211.
- 28) Takaishi M (1979) Adolescent acceleration: In regard to early maturation and growth spurt at adolescence, Japanese Journal of Pediatric Medicine, 11, 45-50.
- 29) Tanner J M (1962) Growth at Adolescence, Blackwell Scientific Publication, Oxford, 94-96.
- 30) Tanner J M (1978) Foetus into Man, Open Books, London, and Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
- 31) 渡邊健一 (2016) エピジェネティックスと生命現象の制御, 日医大医学会誌, 12(4), 118-126.
- 32) WHO: World Health Organization (2007) Growth reference data for 5-19 years, <https://www.who.int/growthref/tools/en/>. 2015年7月15日閲覧