

## 視 点

## 発育曲線（成長曲線）の活用について： 発育委員会からの提言

磯島 豪<sup>1,2)</sup>, 森口 駿<sup>1,2)</sup>, 杉浦 令子<sup>1,3)</sup>, 林 露子<sup>1,4)</sup>, 加藤 則子<sup>1,5)</sup>  
柳川 敏彦<sup>1,6)</sup>, 酒井 規夫<sup>1,7)</sup>, 衛藤 隆<sup>1,8)</sup>, 下条 直樹<sup>1,9)</sup>

### 1. はじめに

子どもの大きな特徴は、「子どもは成長 (growth)・発達 (development) する」ということである。成長・発達は、同じ意味のように使われることもあるが、成長 (または発育) は形や量に変化するという量的な変化を指すのに対して、発達は機能が成熟するという質的な変化を指す。

成長・発達を評価していくことは、子どもの健康を見守る上で欠かせないものであり、母子健康手帳には、基準となる発育曲線や発達の目安について記載されている<sup>1)</sup>。成長と発達には個人差があるので、基準となる発育曲線や発達の目安から子どもの成長や発達が外れた場合に、必ずしも病気であるとは限らないが、病気を早期発見できる可能性があり、これらを上手く活用することは重要である。母子健康手帳で評価できる年齢を超えた場合にも、発育曲線は病気の早期発見のきっかけになることが分かっている<sup>2-4)</sup>。さらに、病気以外にも子どもについての社会的な問題点が判明す

ることもある。

発育曲線の有用性についてはすでに広く知られているものの、保護者や子どもの発育に関わる全ての人が、発育曲線について正しく理解しているとは、必ずしも言えないと思われる。本稿では、発育曲線を活用する際に必要な知識について解説する。発育曲線は、身体発育曲線、成長曲線、横断的標準身長・体重曲線などいくつかの呼び方があるが、本稿では発育曲線と呼ぶことにする。

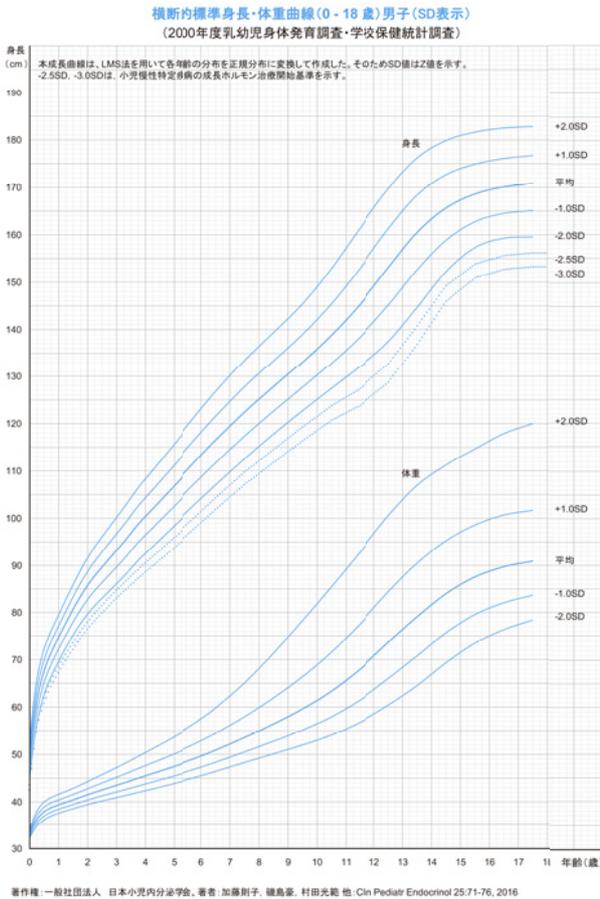
### 2. 発育曲線とは

発育曲線とは、体格指数を年齢の関数として表現したものである。体格指数には、身長や体重などの計測値だけではなく、身体計測値から算出される body mass index などの身体評価の指標も含まれるが、一般的に良く使用されるのは、身長と体重である。また、個人の発育曲線を描くだけでは成長についての評価が難しいため、比較するための基準線が何本か描かれている基準図が存在し、基準図そのものを発育曲線と呼

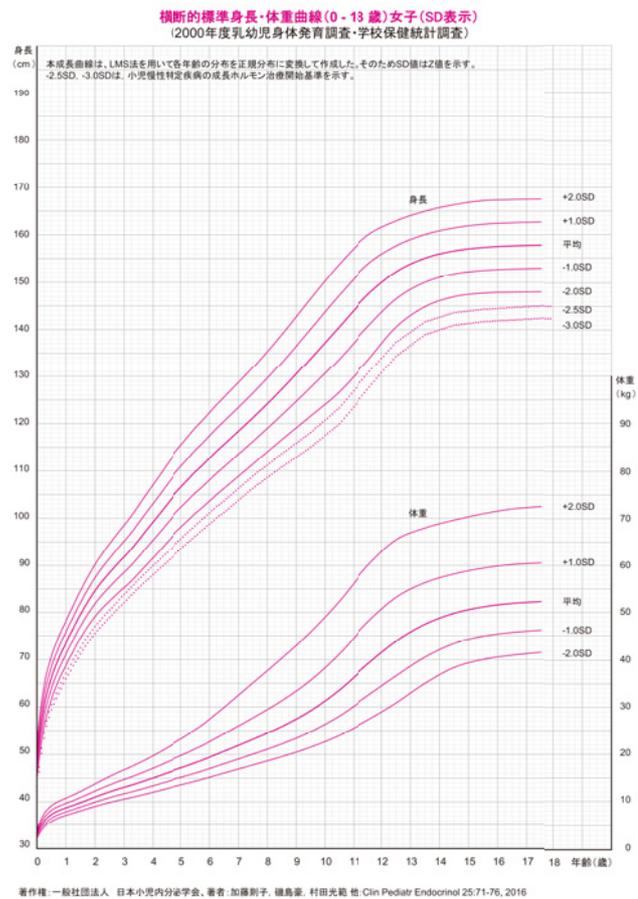
Growth Charts as an Early Detection Tool for All Children: Proposal of its Wide Application from the Committee of Growth in the Japanese Society of Child Health

Tsuyoshi Isojima, Shun Moriguchi, Reiko Sugiura, Tsuyuko Hayashi, Noriko Kato, Toshihiko Yanagawa, Norio Sakai, Takashi Eto, Naoki Shimajo

- 1) 公益社団法人日本小児保健協会発育委員会
- 2) 国家公務員共済組合連合会虎の門病院小児科
- 3) 和洋女子大学家政学部健康栄養学科
- 4) 川崎市健康福祉局保健医療政策部
- 5) 十文字学園女子大学幼児教育学科
- 6) 南紀医療福祉センター
- 7) 大阪大学大学院医学研究科保健学専攻成育小児科学
- 8) 恵比寿こどもクリニック
- 9) 千葉大学予防医学センター



男児



女児

図1 診療現場で使用されている発育曲線

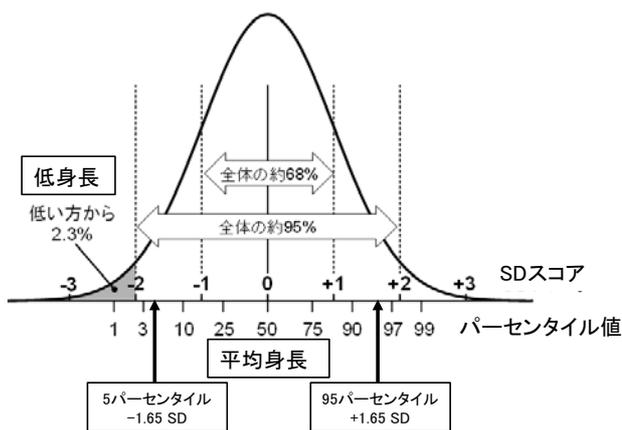


図2 正規分布におけるSDスコアとパーセンタイル値の対応

ぶことが多い。隣接する基準線と基準線のあいだのことを「チャンネル」と呼ぶ。発育曲線は、診療や乳児健診で医師、看護師、保健師が利用するだけでなく、自宅で保護者も簡単に利用することができる。日本人小児の発育曲線については、日本小児内分泌学会のホームページ ([http://jspe.umin.jp/medical/chart\\_dl.html](http://jspe.umin.jp/medical/chart_dl.html))

から小児科医師が実際に診療で使用している発育曲線をダウンロードすることができる(図1)。

発育曲線の基準線には、パーセンタイル値が表示された図とSDスコアが表示された図が存在する。パーセンタイルとは、順位を表す指標で、100人中何番目かを表すものであり、3パーセンタイルでは100人中3番目のことであり、95パーセンタイルは100人中95番目のことを指す。一方で、SDとは、standard deviationの略語であり、標準偏差のことである。一般的に、異常値を考える時、集団全体の分布を考慮し全体から外れる部分を異常と考える。例えば、正規分布する身長では-2SD以下が低身長と定義され全体の2.3%の人が存在することを表す(図2)。ただし、集団が正規分布しない場合には、計算上の標準偏差(SD)を用いて全体から外れる部分を定義することが難しいため、集団を何らかのべき乗変換をすることで正規分布するようにして集団からのずれを考慮する。べき乗変換された正規分布上でのSDスコアについては、べき乗変換される前の計算上の標準偏差(SD)と

区別するために、Zスコアと表現されることが多い。身長についても、基準となる発育曲線の母集団が完全に正規分布であるとは限らないこともあり、Zスコアと表現されることもある。集団をべき乗変換して正規分布する利点は、集団が正規分布する場合には、パーセンタイル値とSDスコア（Zスコア）は対応する値が決まっていることである。例えば、5パーセンタイルは $-1.65SD$ 、95パーセンタイルは $+1.65SD$ に対応する（図2）。そのため、パーセンタイル値で表示された発育曲線の中には、計算をすることでSDスコア（Zスコア）に描き直すことが可能なものも存在する。日本の発育曲線もパーセンタイル値でもSDスコアでも表すことができる<sup>5)</sup>。

基準線は、イギリスの初めての公式の基準値である発育曲線（世界で初めての公式の発育曲線）<sup>6,7)</sup>が作成された時に、著者であるJM Tanner, RH Whitehouse, M Takaiishiが採用した3, 10, 25, 50, 75, 90, 97パーセンタイルの7本が描かれることが多い。一方で、SDで示される場合には、 $-2SD$ ,  $-1SD$ ,  $0SD$ ,  $+1SD$ ,  $+2SD$ の5本が描かれることが多い。イギリスでは、1990年に発育曲線を改訂するときに、0.4, 2, 9, 25, 50, 75, 91, 98, 99.6パーセンタイルの9本を描くことを採用したが、これは、SDの間隔を等間隔にして9本描いた結果である<sup>3)</sup>。0.4パーセンタイルや99.6パーセンタイルといった理論上の順位が描かれているが、これは、パーセンタイルでもSDでも描くことのできる方法で発育曲線が作成されたために可能であった。

### 3. 日本の発育曲線

日本の発育値の基準は、乳幼児期の発育については厚生労働省による乳幼児身体発育調査、学童期については文部科学省の学校保健統計調査をもとに作成されている<sup>8,9)</sup>。日本の乳幼児身体発育値は、1940年に文部省の研究費によって全国調査が開始され、1960年からは厚生（労働）省による乳幼児身体発育調査として10年間隔で調査されている。学童期身体発育値は、1900年に生徒児童身体検査統計の名称で調査が開始され1948年に学校衛生統計、1960年に学校保健統計調査と名称が変更され、毎年調査されている。どちらの調査も半世紀以上にわたって行われている日本の子どもの発育値の変化を示す貴重なデータである<sup>8,9)</sup>。乳幼児期の発育曲線については、乳幼児身体発育調査の

結果により作成され母子健康手帳に反映され、乳幼児期から18歳までの連続した発育曲線の作成は、10年ごとに試みられてきた。

日本小児内分泌学会・日本成長学会合同標準値委員会は2011年に、日本小児の体格評価に関する基本的な考え方を発表している<sup>10)</sup>。委員会は、生物学的に最もふさわしい身体計測値を定義することは難しいものの、①日本人小児全年齢にわたる男女別、年齢別身体計測値を入手することができる年度、②成人身長のsecular trend（年代ごとに成長が変化していく傾向）が終了した以降の年度、③成熟のsecular trendが終了した年度、④肥満増加傾向が明らかになる以前の年度の4つの条件を満たすような年度の調査結果に基づいた発育曲線が日本人体格評価の標準値になりうると考えた。しかし、全てを満たす年度は存在しなかったため、①を必要条件とし、④よりも②および③を重視して、2000年度調査結果をもとに算出した基準値を標準値として使うことを推奨した。このため、現在のところ医学的な評価は2000年度調査結果をもとに作成された発育曲線（図1）が用いられている。母子健康手帳には、最新の乳幼児身体発育調査（2020年度が延期されているため現在は2010年度調査）に基づいて作成された発育曲線が記載されているが、2000年度調査との差はわずかであり、私どもはスクリーニングに使用する発育曲線として母子健康手帳の発育曲線を使用することは問題ないと考えている。また、私どもは、②と③のsecular trendについては、今後も環境要因により変化が起きないかどうかは不明であり、今後も定期的な調査は必要と考えている。

### 4. 発育曲線の活用

発育曲線を用いると、「同年齢の一般集団との比較」、「成長パターンの解析」、「両親の身長との比較」の3つのことが可能である。子どもの年齢と計測値をプロットすると、プロットした点が、どの基準線の場所に計測値があるかを確認することで、その子どもが一般集団でどのくらいのパーセンタイル値もしくはSDスコアにいるかが分かる。さらに、これまでの成長記録から年齢に応じた計測値を発育曲線にプロットすると、後方視的にこれまでの成長パターンが評価できるし、それ以降も年齢に応じて計測値をプロットしていくことで、その子どもの成長パターンを前方視的に評価していくことも可能である。成長パターンを解析す

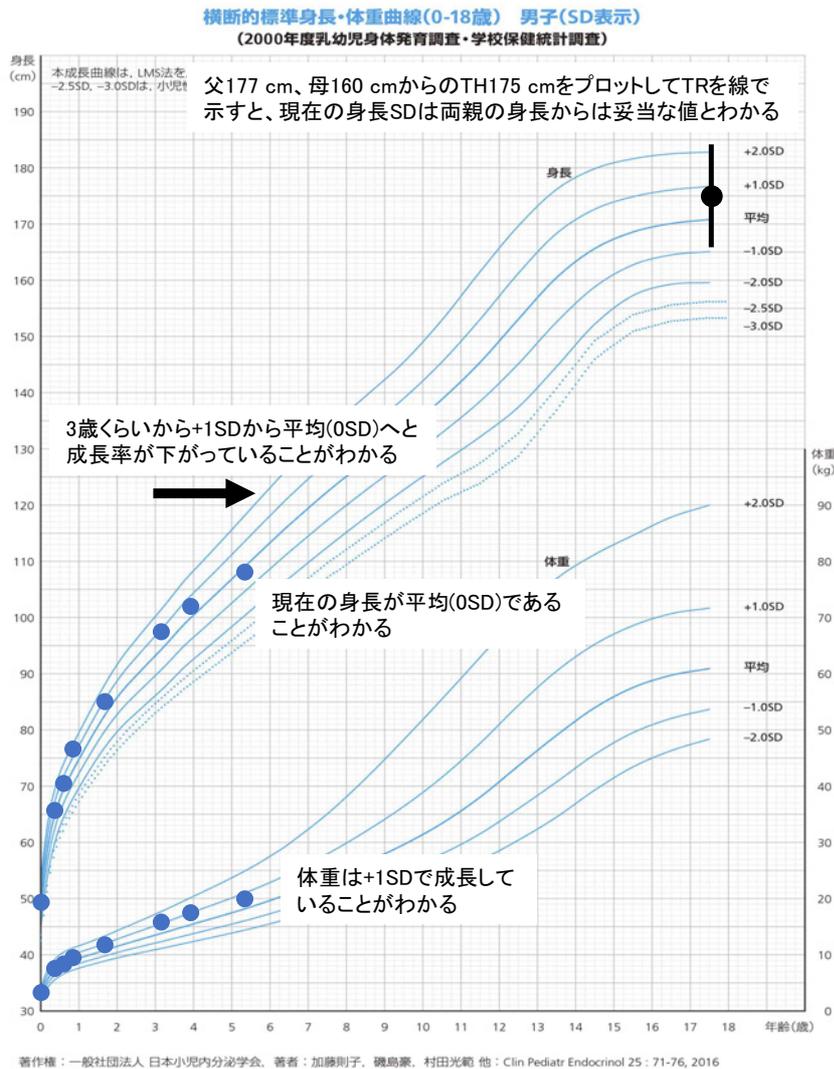


図3 発育曲線を使用した成長評価の1例

ることで、成長障害の有無が判明し、成長障害のパターンに応じた鑑別疾患の検索を効率的に進めることができる。成長障害の中には、成長ホルモン分泌不全性低身長症や後天性甲状腺機能低下症などの内分泌疾患以外にも、先天性疾患（ターナー症候群、骨系統疾患など）や外因性の要因による成長障害（ステロイド内服、極端な食事制限、ストレス、虐待）などが含まれる。病院に紹介するほどでないと考えられる場合でも、学校や保健指導の現場や生活の中で、発育曲線を用いて経時的に経過観察していくと、病気だけでなく社会的な問題を早期に確認できて介入できることがある。つまり、発育曲線は医療関係者だけでなく、保護者も含めた発育に関係する全ての人にとって有用なものである。また、身長は遺伝浸透率が高く、両親の身長に影響を受けるため、両親の身長を聴取することも重要である。両親の身長から推定される成人予測身長の点推

定値を Target height (TH) と呼び、その95%信頼区間を Target range (TR) と呼ぶ。THおよびTRは、以下の通りである。

男児：TH=両親の身長の平均+6.5 (cm)，TR=TH±9 (cm)

女児：TH=両親の身長の平均-6.5 (cm)，TR=TH±8 (cm)

上記計算式から算出したTHの値を、発育曲線の成人年齢にプロットすることで、両親と比較して身長が高いか低いかが評価できる。THは、単純に両親の身長の平均値から導いた値のため、児のパーセンタイル値やSDスコアと多少違って問題なく、TRである男児で9cm、女児で8cm（目安として、1.5SD程度、基準線と2本離れたくらい）の違いは問題ないと考えられている。

実際に発育曲線による成長障害を評価した例を図3

に示す。本例を評価した際の身長は OSD であり, 成長パターンは 2 年位前から徐々に成長率が低下して, チャネルが下方に変化していた。一方で, 両親の身長から計算された TR と比較すると, 評価した際の身長 SD スコアは妥当であった。本例では, 成長障害が存在したために精査が行われ, 頭蓋咽頭腫と診断された。もちろん, 発育曲線で病気が疑われても, 必ずしも病気が存在するわけではないため, 発育曲線の過信は禁物であることや発育曲線は子どもの順位付けをするものではないことを強調しておきたい。発育曲線は, あくまでも子どもの健やかな成長を見守り, 背後に病気が存在した場合に早期に発見し早期に対応するきっかけとなるためのツールであり, 個人の発育曲線での成長の経過を他人の成長経過と比較するものではない。

乳幼児の発育曲線の活用については, 平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金(成育疾患克服等次世代育成基盤研究事業)「乳幼児身体発育調査の統計学的解析とその手法及び利活用に関する研究」から乳幼児身体発育調査マニュアルが発表されている ([https://www.niph.go.jp/soshiki/07shougai/hatsuiku/index.files/katsuyou\\_2021\\_3R.pdf](https://www.niph.go.jp/soshiki/07shougai/hatsuiku/index.files/katsuyou_2021_3R.pdf))。学童の発育曲線の活用については, 教育現場における成長曲線の積極的活用が文部科学省から通知されたため, 2016 年度から身体計測値を用いた発育評価が学校において広く実施されるようになってきている。

## 5. おわりに

発育曲線について概説した。日本において, 今後さらに発育曲線についての正しい理解が広まり, 多くの人に発育曲線が活用されることが期待される。発育曲線は医療現場のみで用いるものではなく, 発育に関わる全ての人にとって有用なツールである。発育曲線を経時的に使用することで, 健やかな成長を確認したり, 何らかの問題に早期に介入したりすることが可能である。一方で, 発育曲線による成長の評価は, 他人と比較するものではなく, 個人の評価を行うものである。

日本の子どもの発育値は, 半世紀以上にわたって全国規模の調査が行われることで, 基準値が報告され, 発育曲線が作成されてきた。現在のところ医療現場では 2000 年度調査結果をもとに作成された発育曲線(図 1)が使用されているが, 子どもの身体発育には遺伝と環境の両方が大きな影響を受けるため, 今後も同様

の調査が継続されることで発育曲線が検証され, 時代にあった適切な発育曲線が使用できる状況が継続されることが望まれる。

## 文 献

- 1) 加藤則子, 横山徹爾. 成長曲線について~2020 年(予定)改定について~. 小児保健研究 2020; 79: 204-208.
- 2) Zemel BS. From growth charts to growth status: how concepts of optimal growth and tempo influence the interpretation of growth measurements. *Ann Hum Biol* 2023; 50: 236-246.
- 3) Wright CM, Chapman S, Cole TJ. How can we best chart children's growth in the paperless age? The UK experience. *Arch Dis Child* 2023; on line ahead of print
- 4) Scherdel P, Dunkel L, van Dommelen P, Goulet O, Salaün JF, et al. Growth monitoring as an early detection tool: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2016; 4: 447-456.
- 5) Isojima T, Kato N, Ito Y, Kanzaki S, Murata M. Growth standard charts for Japanese children with mean and standard deviation (SD) values based on the year 2000 national survey. *Clin Pediatr Endocrinol* 2016; 25: 71-76.
- 6) Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Arch Dis Child* 1966; 41: 454-471.
- 7) Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. II. *Arch Dis Child* 1966; 41: 613-635.
- 8) Inokuchi M, Matsuo N, Takayama JI, Hasegawa T. National anthropometric reference values and growth curves for Japanese children: history and critical review. *Ann Hum Biol* 2019; 46: 287-292.
- 9) 加藤則子, 瀧本秀美, 吉田穂波, 横山徹爾. 乳幼児身体発育調査・学校保健統計調査. *保健医療科学* 2014; 63: 17-26.
- 10) 田中敏章, 横谷 進, 加藤則子, 伊藤善也, 立花克彦, 他. 日本人小児の体格の評価に関する基本的な考え方. *日本成長学会雑誌* 2011; 17: 84-99.