

近年の幼児における体格・運動能力の発育発達動向

武 山 祐 樹
藤 井 勝 紀
浦 野 忍

I. 緒 言

厚生労働省は、「全国的に乳幼児の身体発育の状態を調査し、我が国の乳幼児の身体発育値及び発育曲線を明らかにして、乳幼児保健指導の改善に資すること」[厚生労働省2010]¹⁾を目的とし、1960年から2010年まで10年ごとに乳幼児身体発育調査を行うことで、乳幼児の身体発育の把握を行っている。そして、調査結果により描かれた身体発育評価曲線は、母子健康手帳に記載されており、子どもの身長や体重などの簡便な評価指標として有用に活用されているのである。しかし、厚生労働省で示されている幼児の体格発育曲線は、最小二乗近似法により二次曲線を描いており、実際の発育現象を捉えてはいない。確かに、発育傾向を簡易的に把握することができるが、厳密な発育現象を示すことはできていないのである。また、発育現量値曲線だけでは発育現象の傾向を把握するのは難しく、発育の変化率、つまり速度を解析することが重要である。そこで、藤井ら[2006]²⁾では、幼児の体格・運動能力の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、発育速度曲線を導き、幼児期におけるMGS (mid-growth-spurt) の現象を検証することで、1969年から1999年までの体格・運動能力の発育発達傾向を明らかにしている。MGSとは思春期急増期以前に出現する中間発育スパートと呼ばれており、その局所的な極大速度をLPV (local-peak-velocity) と名称化した。そして、そのLPVの規模や出現する傾向から幼児の身体成熟度の早晩を判断しているのである。このLPVは他の数学関数(spline関数, logistic系関数)を用いた解析では検出することができず、ウェー

1) 厚生労働省：「乳幼児身体発育調査」(2022/5/30), <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/73-22.html>.

2) 藤井勝紀, 穂丸武臣, 花井忠征, 酒井俊郎 (2006) 幼児の体格・運動能力の発育・発達における年次変化に関する検証-身体成熟度から見たアプローチ-. 体力科学, 55, 489-502.

ブレット補間モデルにより検出できた現象なのであり、発育・発達現象の解明には非常に有効であるとしている[藤井ら2008]³⁾。

したがって本研究では、2019年における幼児の体格・運動能力データに対してウェーブレット補間モデルを適用し、導かれた発育速度曲線の挙動から、近年の幼児における体格・運動能力の発育発達傾向を検証するものである。

Ⅱ. 方 法

2.1, 対象

被検者は愛知県内の某幼稚園児、男児と女児(3歳児から5歳児)の体格と運動能力を2019年に測定したものである。被検者の親には事前に調査及び測定の内容を説明し、これに対するインフォームドコンセントを得た。身長と体重の体格項目が揃っていた3歳児(男児:290名, 女児:247名)、4歳児(男児:457名, 女児:387名)、5歳児(男児:595名, 女児:520名)、6歳児(男児:52名, 女児:65名)の計2613名(男児:1394名, 女児:1219名)を使用した。

2.2, 測定項目および測定方法

本報告で取り上げた幼児の体格項目は身長、体重、運動能力は20m走、立幅跳、テニスボール投げであった。測定は身長、体重に関しては4月の定期健康診断の記録を用いた。運動項目は穂丸ら[2002]⁴⁾、穂丸[2003]⁵⁾に記載されている方法で実施した。以下に方法を示す。

1) 20m走

スタート地点から23m先に偽りのゴールラインを引き、偽のゴールまで全力疾走させる。計測者は20m地点で計測(秒)する。同程度の速さの幼児を一緒に走らせるようにし、スターターの合図によって走者の後ろに立つ保育者が背中を押す形でスタートを行う。幼児の一部がゴールラインに達した時のタイムを

3) 藤井勝紀, 石垣享, 正美智子, 斎藤由美 (2008) 生涯発達の健康科学-生涯にわたる健康への科学的探究-, 杏林書院.

4) 穂丸ら (2002) 報告書 I・愛知県における幼児の体格と運動能力発達に関する30年間の推移とその問題 (子育ての支援のために), 子どもの身体発達問題研究会, 1-51.

5) 穂丸武臣 (2003) 幼児の体格・運動能力の30年間の推移とその問題, 子どもと発育発達, 1, 128-132.

1 回のみ測定した。風の強い日は測定を避けた。

2) 立ち幅跳び

マットの上、もしくは滑らない床の上で測定(cm)する。両足で跳ばせ、つま先から踵までの最短距離を記録する。2 回測定を行い、良いほうを採用する。

3) テニスボール投げ

ボールは硬式テニスボールを用いた。測定ラインに幼児を立たせ、そこから真直ぐにメジャーを伸ばしてボールの飛距離を測定(cm)する。オーバーハンドで2 回連続投球し、記録の良いほうを採用した。

また、各測定項目の統計値は表 1 と表 2 に示した。

2.3, 解析手法：ウェーブレット補間モデル (Wavelet Interpolation Model: WIM)

ウェーブレット補間モデル (Wavelet Interpolation Model :WIM) は、与えられた発育データから真の発育曲線を近似的に記述するために、データとデータ間をウェーブレット関数(基底はMeyerのmother wavelet)によって補間し、真の発育現量値曲線を近似的に描くものである。さらに、その描かれた現量値曲線 (Growth distance value curves) を微分して得られた発育速度曲線 (Growth Velocity value curves) を導き、思春期ピークや初経年齢時の発育現量および、MPV (maximum peak velocity) 年齢を特定するものである。ウェーブレット補間法の特性は局所的現象を敏感に読み取り、近似の精度が極めて高いことである。本研究においては、3 歳児、4 歳児、5 歳児、6 歳児の体格・運動能力値の平均値に対してウェーブレット補間法を適用することによって体格・運動能力における発育発傾向の分析を行った。

表1 男児の体格・運動能力における統計値

男児	身長(cm)		体重(kg)		20m走(秒)		立幅跳(cm)		テニスボール 投げ(m)	
	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N
3.25歳	94.0 (3.10)	126	14.1 (1.17)	126	8.1 (1.60)	122	43.9 (18.8)	120	2.5 (1.02)	114
3.75歳	96.8 (2.74)	164	14.7 (1.19)	164	7.6 (1.83)	159	54.6 (22.8)	153	3.0 (1.36)	145
4.25歳	100.5 (3.33)	220	15.7 (1.49)	220	6.8 (1.84)	213	70.4 (22.1)	214	4.0 (1.75)	209
4.75歳	103.7 (3.82)	237	16.7 (1.61)	237	6.2 (1.16)	227	79.8 (22.5)	220	4.4 (1.76)	221
5.25歳	106.9 (3.61)	272	17.5 (1.72)	272	5.8 (1.11)	258	87.9 (21.7)	262	5.5 (2.27)	251
5.75歳	110.6 (4.05)	323	18.8 (2.07)	323	5.6 (0.92)	308	94.3 (21.1)	314	6.4 (2.64)	296
6.25歳	113.4 (2.28)	52	19.4 (1.38)	52	5.3 (0.50)	50	100.1 (21.7)	50	7.8 (2.94)	47

表2 女児の体格・運動能力における統計値

女児	身長(cm)		体重(kg)		20m走(秒)		立幅跳(cm)		テニスボール 投げ(m)	
	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N
3.25歳	93.0 (2.50)	96	13.5 (1.07)	96	8.6 (1.76)	94	41.9 (16.1)	91	2.3 (1.49)	90
3.75歳	95.3 (2.82)	151	14.4 (1.41)	151	7.8 (1.58)	147	53.2 (19.1)	143	2.5 (0.90)	128
4.25歳	98.7 (3.22)	175	15.0 (1.38)	175	7.2 (1.72)	167	66.5 (21.2)	169	2.9 (1.05)	157
4.75歳	103.2 (3.16)	212	16.4 (1.36)	212	6.3 (0.71)	204	78.5 (17.1)	208	3.6 (1.13)	203
5.25歳	106.3 (3.53)	250	17.4 (1.71)	250	5.9 (0.80)	241	85.1 (18.8)	245	4.3 (1.47)	236
5.75歳	109.5 (3.86)	270	18.2 (1.88)	270	5.7 (0.81)	261	90.2 (18.4)	263	4.8 (1.44)	255
6.25歳	111.2 (2.94)	65	18.6 (1.19)	65	5.4 (0.63)	62	95.1 (19.6)	64	5.9 (1.95)	60

2.4, 解析手順

- ①被験者の生年月日から暦年齢を算出し、3.0歳から3.49歳を3歳男児前半、3.5歳から3.99歳を3歳男児後半とすることで、3.25歳、3.75歳、4.25歳、4.75歳、5.25歳、5.75歳、6.25歳のウェーブレット補間モデル適用による年齢軸を設定した。
- ②各測定項目においてウェーブレット補間モデルを適用し、発育現量値曲線と発育速度曲線を導くことでLPVを検出した。
- ③各測定項目の速度曲線の傾向や、検出されたLPVの規模や出現時期の傾向から、近年の幼児における体格・運動能力の発育発達傾向を分析した。

Ⅲ. 結 果

3.1, 体格・運動能力の発育発達傾向とLPVの出現機序との関係性

表3に体格・運動能力の各項目において出現したLPVの統計値を示した。運動能力の走・跳・投において、速度曲線から発達傾向を分析した結果、運動能力間で比較を行うと、20m走と立幅跳の発達傾向は非常に似た傾向であった。しかし、投能力であるテニスボール投げは、LPVの出現時期は他の能力と近い時期に出現したが、LPVの規模から判断すると、最も大きいLPVを示したのは6.25歳以降であった。つまり、6.25歳以降により大きく発達する傾向であり、他の能力とは若干、発達傾向が異なっていた。また、体格の発育傾向と運動能力の発達傾向を比較すると、体格のLPVが出現する時期に合わせて運動能力のLPVも出現しており、体格発育と運動能力の発達において密接な関係であることが示された。LPVの出現順序を見ると、男児では立幅跳、テニスボール投げが同時に出現し、次に身長、20m走、体重の順番で出現している。女児は、立幅跳、身長、20m走、体重、テニスボール投げの順番であり、男児よりもテニスボール投げが遅くLPVが出現する傾向であった。しかし、女児のテニスボール投げの発達傾向を男児と比較すると、3.75歳から5.25歳まで緩やかな傾向であり、LPVが1箇所出現している。藤井ら[2006]⁶⁾によれば、この緩やかな発達傾向は、近年における身体的刺激の減少によって、個人の生物学的バラツキが反映し、位相差効果とされる平均曲線に示される事象として緩やかな曲線を描く

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。

ことになる。したがって、本研究の女児のテニスボール投げで見られた緩やかな曲線は正に位相差効果としてのLPVの可能性が考えられる。よって、女児のテニスボール投げを除けば、LPVの出現順序は男児と女児で同じになり、近年の幼児の体格・運動能力における発育発達の順序性として考えられる。

表3 体格・運動能力の各項目におけるLPV時の統計値

2019	男児			女児		
	LPV年齢	Distance	Velocity	LPV年齢	Distance	Velocity
身長	4.00	98.64	7.58	4.45	100.53	9.42
	5.50	108.77	7.58	5.60	108.49	6.85
体重	4.25	15.70	2.25	4.60	15.95	3.10
	5.60	18.39	2.83	5.70	18.11	1.81
20m走	4.05	7.13	-1.69	4.50	6.75	-1.92
				5.85	5.63	-0.76
立幅跳	3.95	60.99	33.45	4.20	65.11	27.81
	5.15	86.16	17.52	5.75	90.20	10.78
テニス ボール投げ	3.95	3.43	2.27	4.80	3.68	1.55
	5.15	5.23	2.69			

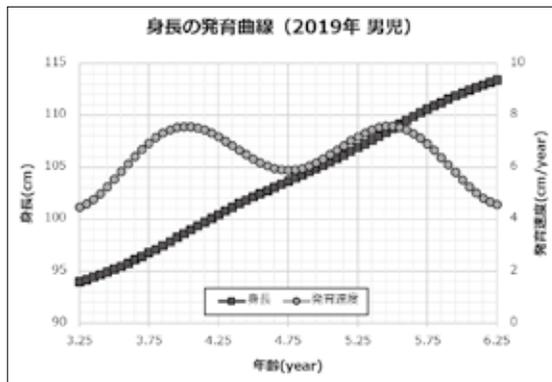


図1 男児における身長の発育傾向

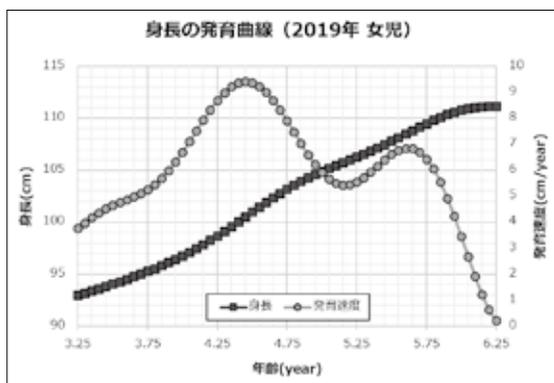


図2 女児における身長の発育傾向

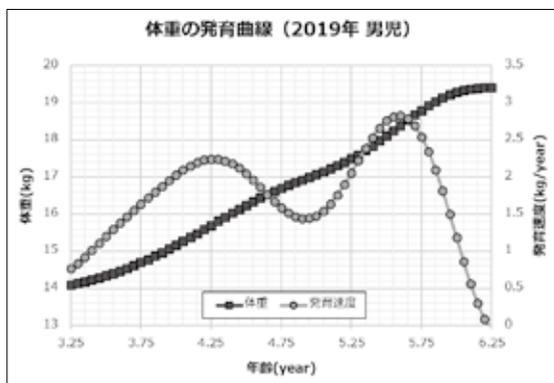


図3 男児における体重の発育傾向

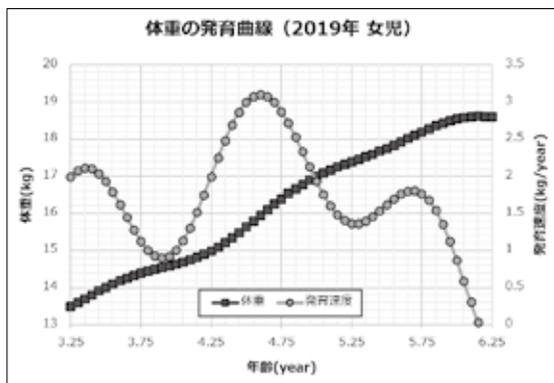


図4 女児における体重の発育傾向

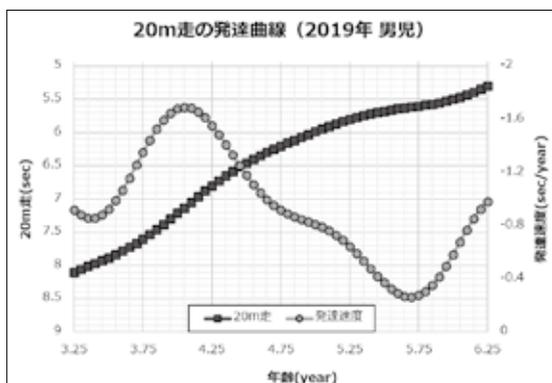


図5 男児における20m走の発達傾向

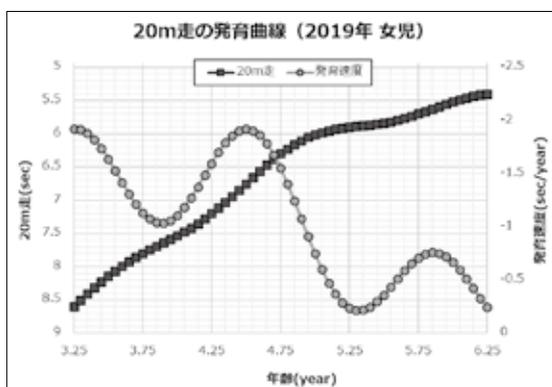


図6 女児における20m走の発達傾向

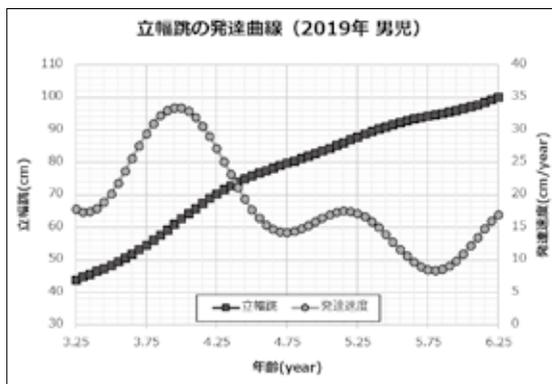


図7 男児における立幅跳の発達傾向

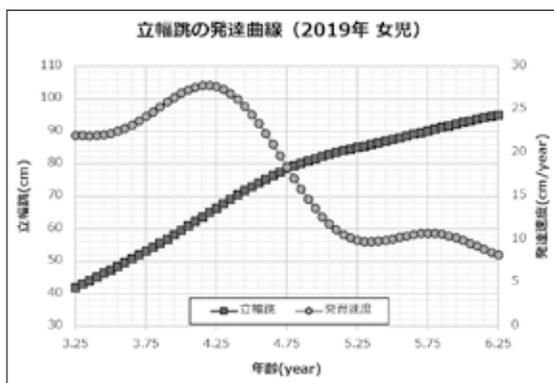


図8 女児における立幅跳の発達傾向

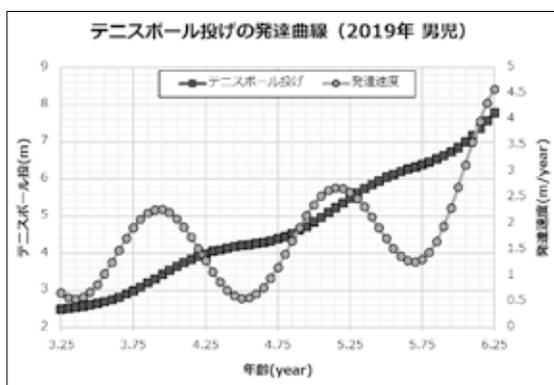


図9 男児におけるテニスボール投げの発達傾向

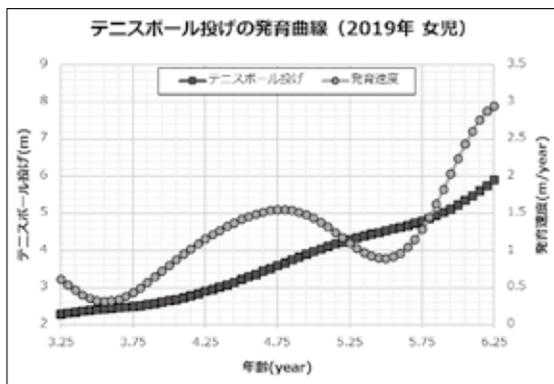


図10 女児におけるテニスボール投げの発達傾向

IV. 考 察

本報告では近年の幼児における3.5年間のスパンでの体格・運動能力の発育発達状況を明らかにするために、体格・運動能力項目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、その経年変化を解析した。その結果、体格のLPVが出現する周辺に他の項目のLPVが出現しており、男女共にテニスボール投げ、立幅跳、身長、50m走、体重の順番にLPVが出現する順序性が示された。この順序傾向は体格の発育後に運動能力の発達が成就することを示唆しており、体格発育と運動能力発達の密接な関係性を示す証左といえる。しかし、投能力であるテニスボール投げは他の能力と同時期にLPVが出現しており、発達傾向が若干異なっている。福富ら[2013]⁷⁾によれば、投能力において年少時から年中時にかけて発達が停滞している児童は、向上群と比べて年少時からにおける戸外での動的な遊びが有意に少なく、年中時でのボール遊びの頻度が有意に少ないとしている。また投能力は他の能力よりも学習効果が大きく、環境的要因を受けやすいとされている。つまり、幼児期において投能力における身体刺激が減少しており、幼児期後半になるにつれ、体格の成就に伴う投能力の発達よりも、経験による学習効果により大きく発達していることが考えられるのである。また、近年の投能力の発達状況において、中村ら[2011]⁸⁾では、6歳時で成就型に到達していた投動作が、年長児であっても未熟な発達段階にあることを報告している。確かに、藤井ら[2021]⁹⁾の報告においても投能力は2009年頃の成績と比較し、3歳前半から6歳後半のすべての年代で成績が低下していることが報告されている。したがって、近年における幼児の投能力は、現代社会が内包する身体活動の減少が投動作の学習効果に影響し、投能力の発達が体格発育と独立した現象を示したと推測される。つまり、20m走や立幅跳の動作はヒトが生まれながらに有している基本的な動作であり、劣悪な身体活動制限がない限り、体格発育に伴って両動作の発達が成就する能力である。しかし、

7) 福富恵介, 春日晃章, 内藤譲 (2013) 年少時から年中時に遠投能力が向上した幼児と停滞した幼児の投動作および運動遊び習慣の比較—年少時に低い遠投能力であった男児を対象として—, スポーツ健康科学研究, 35, 41-51.

8) 中村和彦, 武長理栄, 川路昌寛, 川添公仁, 篠原俊明, 山本敏之, 山縣然太郎, 宮丸凱史 (2011) 観察的評価法による幼児の基本的動作様式の発達. 発育発達研究, 51, 1-18.

9) 藤井勝紀 (2021) 報告書 I・愛知県における幼児の体格と運動能力発達に関する年代変化, 子どもの発育発達研究会, pp.1-54.

投動作はヒトが有する基本的な動作ではないために、体格発育が投動作を誘発するわけではない。このことが、半世紀にわたる幼児の運動能力測定から、投能力が明確に低下した理由と考えられる。

以上より、近年の幼児における体格発育と走・跳・投の運動能力発達との関係性が明らかとなった。今回の半世紀にわたる測定において、走、跳能力は近年でも大きな減少は見られないが、投能力は顕著な減少傾向であった。投動作の学習効果がない限り、減少し続けるであろう。そして、小学校に進学しても十分なボール遊びが行えない子どもが増加することが懸念される。その結果、運動嫌いな子どもが増え、子どもの体力低下が促進される構図となる。よって、幼児期からの身体活動量を増やし、身体的学習効果増大させることで投能力低下の解消を行うことが重要になるであろう。

V. 結 言

本研究では、2019年における幼児の体格・運動能力データに対してウェーブレット補間モデルを適用し、導かれた発育速度曲線の挙動から、近年の幼児における体格・運動能力の発育発達傾向を検証するものである。その結果、近年の幼児における運動能力の発達動向から、各能力発達との関係性が明らかとなった。特に投能力は、独立した発達動向を示しており、他の能力よりも顕著な減少傾向が示された。今後も投動作の学習効果がない限り、投能力の成績は減少し続けると考えられる。よって、幼児期より身体活動量を増やし、身体的学習効果増大させることで投能力低下の解消を行うことが重要になるであろう。