

博士論文

発育期における運動器検診の観察的研究

令和元年度

筑波大学大学院人間総合科学研究科

スポーツ医学専攻

可西 泰修

## 目次

<b>第1章 序論</b> .....	<b>1</b>
1-1. 研究背景.....	1
1-1-1. 運動器の10年（2000-2010）の世界的動向.....	1
1-1-2. わが国における運動器検診の導入に関する歴史的背景.....	3
1-1-3. 運動器検診に関する先行研究.....	6
1-2. 研究意義.....	9
1-3. 研究目的.....	10
<b>第2章 本研究の課題</b> .....	<b>11</b>
<b>第3章 横断的な運動器検診結果からみた小学生の運動器の特徴</b> .....	<b>12</b>
3-1. 緒言.....	12
3-2. 方法.....	13
3-2-1. 対象.....	13
3-2-2. 検診方法.....	13
3-2-4. 評価方法.....	15
3-2-5. 分析方法.....	19
3-3. 結果.....	20
3-3-1. 基本情報.....	20
3-3-2. 全児童における所見の特徴.....	22
3-3-3. 男女別における所見の特徴.....	25

3-3-4. 学年別における所見の特徴.....	28
3-3-5. 学年・男女別における所見の特徴.....	32
3-4. 考察.....	37
3-4-1. 全児童における所見率の特徴.....	37
3-4-2. 項目別における所見率の特徴.....	38
3-5. 結論.....	43
<b>第4章 小・中学生における運動器検診の1年間の縦断的结果からみた運動器所見の変化</b> .....	<b>44</b>
4-1. 緒言.....	44
4-2. 方法.....	45
4-2-1. 対象.....	45
4-2-2. 検診方法.....	45
4-2-3. 分析手法.....	46
4-3. 結果.....	47
4-3-1. 2017年度全児童における横断的分析結果.....	48
4-3-2. 2年間における縦断的分析結果.....	50
4-4. 考察.....	58
4-4-1. 前屈制限.....	58
4-4-2. 扁平足.....	59
4-4-3. 側弯に関する項目.....	60
4-6. 結論.....	63

## 第5章 小学生の運動器検診における前屈制限の6年間の縦断的结果と個々の発育の特徴

.....	64
5-1. 緒言.....	64
5-2. 方法.....	66
5-2-1. 対象.....	66
5-2-2. 運動器検診.....	66
5-2-3. 身体測定.....	67
5-2-4. 検診時点における年齢の計算.....	67
5-2-5. 成長速度曲線.....	68
5-2-6. 分析手法.....	69
5-3. 結果.....	70
5-3-1. 基本情報.....	70
5-3-2. 発育データ.....	71
5-3-3. 未出現群と出現群における発育の特徴.....	79
5-3-4. 出現群における前屈制限の出現年齢と Take-off および Peak の出現年齢の特徴 .....	84
5-4. 考察.....	86
5-4-1. 分析対象者の発育データの特徴.....	86
5-4-2. 6年間の前屈制限の結果と発育の特徴.....	86
5-5. 結論.....	88

<b>第 6 章 総合討論</b> .....	<b>89</b>
6-1. 本研究の目的.....	89
6-2. 本研究で得られた成果.....	89
6-3. 本研究における限界と今後の展望.....	92
<b>第 7 章 結論</b> .....	<b>94</b>
<b>参考文献・資料</b> .....	<b>96</b>

## 図一覧

図 1. 全児童における所見率.....	24
図 2. 男子における所見率.....	27
図 3. 女子における所見率.....	27
図 4. 「前屈制限」 学年別 所見率.....	30
図 5. 「扁平足」 学年別 所見率.....	30
図 6. 「足関節可動域制限」 学年別 所見率.....	31
図 7. 「前屈制限」 学年・男女別 所見率.....	35
図 8. 「扁平足」 学年・男女別 所見率.....	35
図 9. 「足関節可動域制限」 学年・男女別 所見率.....	36
図 11. 対象者の抽出フローチャート.....	47
図 11. 前屈制限の出現率.....	55
図 12. 扁平足の出現率.....	55
図 13. Rib hump の出現率.....	56
図 14. 肩・肩甲骨の高さの差の出現率.....	56
図 15. 立位時における側弯の出現率.....	57
図 16. 成長曲線の例.....	65
図 17. 対象者の抽出フローチャート.....	70
図 18. Age at take-off と Velocity at take-off の散布図.....	78
図 19. Age at peak velocity と Peak velocity の散布図.....	78
図 20. 男子出現群における個々の所見の初回発生年齢と発育指標の発生時期.....	85
図 21. 女子出現群における個々の所見の初回発生年齢と発育指標の発生時期.....	85

## 表一覧

表 1. 先行研究における運動器検診の検診体制.....	8
表 2. 下肢における評価項目.....	16
表 3. 上肢における評価項目.....	17
表 4. 脊柱における評価項目.....	17
表 5. 疼痛と二次検診の必要性の有無.....	18
表 6. 児童数・割合 (学年別).....	20
表 7. 児童数・割合 (学年・男女別).....	21
表 8. 全児童における所見率.....	23
表 9. 男女別における所見率.....	26
表 10. 学年別における所見率.....	29
表 11. 学年・男女別における所見率 (男子).....	33
表 12. 学年・男女別における所見率 (女子).....	34
表 13. 人数・割合.....	47
表 14. 2017 年度における運動器検診の横断的结果.....	49
表 15. 全体における運動器所見の変化.....	52
表 16. 男子児童における運動器所見の変化.....	53
表 17. 女子児童における運動器所見の変化.....	54
表 18. 各年度における検診日.....	66
表 19. 年齢の推移.....	72
表 20. 身長における現量値の推移.....	72
表 21. 体重における現量値の推移.....	73

表 22. 座高における現量値の推移.....	73
表 23. 下肢長の推移.....	74
表 24. 座高下肢長指数 (LUR) の推移.....	74
表 25. ローレル指数の推移.....	75
表 26. BMI の推移.....	75
表 27. 思春期スパートに関する指標.....	76
表 28. 予測成人身長と各年度における予測身長成熟度.....	76
表 29. 男子の Take-off と Peak における Age と Velocity との関係.....	77
表 30. 女子の Take-off と Peak における Age と Velocity との関係.....	77
表 31. 男子の未出現群における発育の特徴.....	80
表 32. 男子の出現群における発育の特徴.....	81
表 33. 女子の未出現群における発育の特徴.....	82
表 34. 女子出現群の個々の発育の特徴.....	83



## 第 1 章 序論

### 1-1. 研究背景

#### 1-1-1. 運動器の 10 年（2000-2010）の世界的動向

世界保健機関 (WHO) では、「The Bone and Joint Decade (和訳：運動器の 10 年)」が世界運動として 2000 年に提唱されており、人々が日常生活や運動を行うために重要な「運動器」への注目が集まっている<sup>1-3</sup>。運動器とは、人が身体活動を介して日常生活において歩くことや、走る、跳ぶ、といった運動を行うための器官として重要な役割を担う筋・骨格・神経系の総称である<sup>4</sup>。この世界運動の宣言文では、運動器における疾患や障害は世界的にも多く見られ、何億人もの人々に長期間の重度の疼痛や身体における障害をもたらす影響があるにも関わらず、その注目が少ないことをまず問題提起している<sup>1</sup>。WHO は世界規模の研究として、様々な疾病・障害およびリスクファクターに関する既存のデータを総合的に活用・分析し、疾患が将来もたらす影響を予測するための Global Burden of Diseases study (GBD) を 1990 年から実施している<sup>5,6</sup>。1990 年の調査時では、運動器の疾患に関する項目は関節リウマチと変形性関節症のみの 2 つしか含まれておらず、多くの国における運動器の疫学および人口統計データが不足していると述べられている。加えて、多くの運動器の疾患に関する研究は特定の集団における全体的な有病率などで示されており、年代や性別におけるデータの必要性を論じている<sup>7</sup>。以上のことから、運動器における慢性疾患や進行性のある痛みが過小評価されていたことを懸念した背景も存在する<sup>3</sup>。

運動器の 10 年の方略と目的として、①社会における運動器の疾病負荷の増加意識を向上させること、②患者が自らの治療に関する決定に積極的に加担できるようにすること、③運動器疾患の予防・診察・治療に関する研究を発展させること、④運動器疾患における診察と治療方法の改善を行うことが述べられている<sup>2</sup>。この上記の目的に合わせて、運動器の 10

年の活動によって得られた成果がいくつか見られる。例えば、前述に取り上げた GBD の調査をもとに、運動器の 10 年は運動器における国際的な疾病負荷の調査として、「The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millenium」を 2000 年に報告しており、運動器疾患の有病率、発生率、および社会経済的影響をレビューとして示した<sup>7,8</sup>。その報告では、変形性関節症、関節リウマチ、腰痛等の有病率が年代とともに増加することを述べており、個人や社会に対する運動器疾患の影響は増加すると予測している<sup>8</sup>。さらに、高齢者における骨折の数は過去 10 年で倍となっており、50 歳以上の女性の約 40%は骨粗鬆症の副次的な骨折にかかると予測されているなど、中高齢者の運動器に関する問題が取り上げられている<sup>1</sup>。

しかし、多くの運動器の疾患に関する当時の研究では、特定の集団における全体的な有病率などで示されている実態があり、年代や性別におけるデータの必要性を指摘している。その中でも、小児の運動器に関する情報については、特に小児の四肢の重度の外傷に関するデータがほとんどみられず、小児の運動器を評価する方法も少ないと報告されている。このように、小児の運動器に関する情報は十分ではなく、小児の運動器の実態を調査する体制が整っていない状況であったため、運動器の 10 年の報告書を通して、発育期における運動器の健康状態を確認する必要性が勧告されていた<sup>7</sup>。

### 1-1-2. わが国における運動器検診の導入に関する歴史的背景

「運動器の10年」が世界運動として提唱されて以来、運動器に関する疾患・障害の社会的な負担の喚起、研究による予防と治療の促進などを目的として様々な国・団体が参加している。一方、本邦においてもこの世界運動に呼応し、「運動器の10年」日本委員会（現：運動器の健康・日本協会）が立ち上げられている。子どもの運動器疾患・障害に関するデータが不足しているという世界の運動器の10年による報告があった中で、日本委員会では、近年の児童・生徒の体格の向上や体力・運動能力、および運動習慣の二極化（運動不足・運動過多）など、独自の観点から発育期の運動器に関わる変化に着目している<sup>9</sup>。このような児童・生徒の変化が生じていることで運動器の状態にも影響を与えている可能性がある<sup>9</sup>と述べられている。

発育期の児童・生徒の健康状態を確認する体制として、学校における健康診断が挙げられる。学校における健康診断は、学校教育法第12条において、「学校においては、学生、生徒、児童及び幼児並びに職員の健康の保持増進を図るため健康診断を行い、その他その保健に必要な措置を講じなければならない（一部抜粋）」と述べられている<sup>10</sup>、また、学習指導要領における特別活動の中には、「心身の健全な発達や健康の保持増進などについての関心を高め、安全な行動や規律ある集団行動の体得、運動に親しむ態度の育成、責任感や連帯感の涵（かん）養、体力の向上などに資するような活動を行うこと（抜粋）」を目的とした「健康安全・体育的行事」の項目が明記されており<sup>11</sup>、健康診断はこれに位置付けられ、教育的な意義もあると考えられる<sup>12</sup>。また、健康診断の目的には子供の成長状況の把握、病気の早期発見・早期治療のためのスクリーニング、保健教育への活用等も挙げられる<sup>12</sup>。The Commission on Chronic Illness (The CCI) によれば、スクリーニングは「迅速に実施可能な検査、手技を用いて、無自覚の疾病または障害を暫定的に識別すること」と定義されている<sup>13</sup>。

すなわち、学校における健康診断は個々の健康状態ないし疾患の有無および程度を確認し、学業や発育・健康増進に影響する疾患の予防に役立てられていると言える。

なお、学校における健康診断は、1958年に学校保健法が制定されたことなどを筆頭に、様々な変遷を繰り返している<sup>14</sup>。このような変遷は、学校における健康問題が時代とともに変化するためだけではなく、それに伴って年代ごとに問題視される疾患が変容することによって起る<sup>14</sup>。特に運動器の項目に関しては、脊柱検診が1979年4月から実施されており、脊柱側弯症などの所見のある児童をスクリーニングしている<sup>15</sup>。さらに、1994年12月8日には、学校保健法施行規則の一部に関して、文科省体育局通知が出され、「脊柱及び胸郭の検査：骨・関節の異常及び四肢の状態にも注意すること（補足的事項六項関係）」とされた<sup>16</sup>。しかしながら、この補足的事項は法的拘束力がない局長通知の形での指示・連絡であったことから、健康診断における「運動器」の項目に関する具体的な実施基準が示されていなかった。そのため、これまでの学校の健康診断では、脊柱のチェックはされていたものの、四肢や関節に関する評価は十分ではない状況であったと言える<sup>17</sup>。

そこで、「運動器の10年」日本委員会では、まず発育期における運動器疾患・障害の実態を明らかにするために、学校の健康診断に対する取り組みとして、「運動器検診」のモデル事業を2005年度から開始した。これは健康診断におけるスクリーニングの目的に活用され、学業に支障のある健康問題および運動器障害の予防と早期発見、早期治療に結びつけるため、実施されているものであると考えられる。開始当初は北海道<sup>18</sup>、京都府<sup>19-21</sup>、島根県<sup>22-24</sup>、徳島県<sup>25</sup>にて始められ、2007年度からは新潟県<sup>26</sup>と宮崎県<sup>27</sup>が参加し、2008年度からは愛媛県<sup>28</sup>と埼玉県<sup>9</sup>、2009年度から大分県<sup>9</sup>と熊本県<sup>9</sup>も加わり、各地域における調査が行われた。その後、2008年1月において、中央教育審議会からの「子どもの心身の健康を守り、安全・安心を確保するために学校全体としての取組を進めるための方策について」に対する答申の

中で、過度な運動・スポーツによる「運動器疾患・障害」という言葉が記載されるなどの注目がみられた<sup>29</sup>。のちに2012年5月～12月にかけて、文部科学省では「今後の健康診断の在り方に関する検討会」が開催された<sup>30</sup>。その後、学校保健安全法施行規則は2014年4月に、「四肢の状態を必要項目に追加するものとし、四肢の形態及び発育状態並びに運動器の機能の状態に注意する」と改正され、2016年度から施行となり、現在、運動器検診が実施されている。このような法律改正に伴い、学校における児童・生徒の四肢を含めた運動器の機能状態を確認するための制度が構築された経緯がある。

### 1-1-3. 運動器検診に関する先行研究

運動器検診に関する先行研究は、法的整備前に実施されていた「運動器の10年」日本委員会によるモデル事業の報告と、それ以外における検診結果の報告がある。また、諸外国においては小児の運動器の状態を確認する方法として、「Paediatric Gait, Arms, Legs, Spine (pGALS)」が2006年に公表されている<sup>31</sup>。このpGALSは、元々成人に対して行われていた「GALS<sup>32</sup>」を小児版にし、脊柱・四肢を含めた運動器の状態を評価するものであると述べられている。GALSについては、運動器の10年の活動において、運動器疾患における診察と治療の改善戦略のために、大学医学部における運動器に関するカリキュラムの推奨内容の中に筋骨格の評価をするための手法として提案されている<sup>33</sup>。pGALSにおいては、学校に通う年代の子供に対して高い精度を持った迅速かつ簡易的なスクリーニング方法としてその信頼性や妥当性について検証がされており、いくつかの国において実施例が報告されている<sup>31,34-36</sup>。なお、「運動器の10年」日本委員会が述べる資料を確認する限り、国内のモデル事業でこのpGALSを参考にしたという記述は見られなかった。pGALSの測定方法と本邦で報告されている運動器検診のモデル事業の測定方法はやや異なるものの、運動器疾患・障害の早期発見・治療を目的に実施している点については<sup>37</sup>、本邦で実施されている運動器検診と一致していると考えられる。

国内のモデル事業は北海道<sup>18</sup>、京都府<sup>19-21</sup>、島根県<sup>22-24</sup>、徳島県<sup>25</sup>にて2005年度から始められ、2007年度からは新潟県<sup>26</sup>と宮崎県<sup>27</sup>が参加し、2008年度からは愛媛県<sup>28</sup>と埼玉県<sup>9</sup>、2009年度から大分県<sup>9</sup>と熊本県<sup>9</sup>において実施された。モデル事業以外の報告では、東京都および神奈川県内の小・中学校の児童・生徒を対象とした報告があった<sup>38-40</sup>。

これらの先行研究における検診体制をみると、スクリーニングを三次検診まで行っており、多くの検診体制のパターンを試みていた(表1)。まず、一次検診では、保護者に対する

問診票において項目にチェックされた者のみを抽出後、二次検診において学校医が検診を行うケースと<sup>22-24</sup>、整形外科医が行うケースに分かれ<sup>19</sup>、三次検診において専門医療機関での検診に繋げている例がある。また、一次検診における別のパターンとして、問診票を参考にしながら、整形外科医がスクリーニングし、二次検診で医療機関に繋げる体制もある<sup>19,20,27</sup>。さらに、問診票を参考に一次検診を小児科学校医が行う例では、二次検診で整形外科医がスクリーニング後に三次検診で医療機関に繋げるケースと<sup>19,40</sup>、二次検診で直接医療機関に繋げるケースがある<sup>38,39</sup>。このように、運動器検診の体制は多岐にわたっている現状がある。

そして、先行研究における結果をみると、最終的な専門医療機関の受診者における結果報告が多い<sup>22-24,26,38-40</sup>。いずれも経年的に検診が行われているものの、結果を累積している報告や<sup>14</sup>、横断結果を年度ごとに示しているものがほとんどである<sup>24,27</sup>。また学年別に運動器検診の結果を分析した報告や、それらを男女別に詳細に検討した報告は少ない<sup>20</sup>のが現状である。加えて、これらの報告で用いられている罹患率は、いずれもその年度や累積計算された全体としての有所見者や要医療機関受診者を示したものがほとんどであり、個人の経年的な検診結果を報告したものも少ない。

表 1. 先行研究における運動器検診の検診体制

	一次検診	二次検診	三次検診	文献番号
(a)	問診票	学校医	専門医療機関受診	22-24
(b)	問診票	整形外科医	専門医療機関受診	19
(c)	問診票+学校医	整形外科医	専門医療機関受診	19, 20, 27
(d)	問診票+学校医	専門医療機関受診	—	19, 40
(e)	問診票+整形外科医	専門医療機関受診	—	38, 39



## 1-2. 研究意義

世界における発育期の運動器の情報や小児の運動器の実態を調査する体制が十分ではない状況であった中、本邦では法的整備により、児童・生徒の運動器の機能状態を確認するために運動器検診が健康診断の必須項目に追加された。しかし、運動器検診の先行研究においては、発育期では学年や男女における運動器の状態が異なると予測されるにも関わらず、学年差、性差および個々の発育状況を考慮した分析・考察が極めて少ない現状である。学校の健康診断の目的には、疾患の有無および程度を確認するだけでなく、子供の成長状況を把握する意味などもあることから、発育過程における運動器の変化を確認する方法を構築することは、学校の健康教育・健康管理をより充実させ、児童・生徒の運動器の健康に寄与する可能性がある。

そこで、我々は茨城県の一部の地域において、2008年度から独自に運動器検診を開始し、継続的に実施している。対象となる地域では、原則、統一された保護者に対する問診票によって対象者の抽出をしてから検診を行なっている。その中でも一部の学校においては、まず問診票を事前に配布後、回答を参考にしながら整形外科医が直接全員に対して診察を行う一次検診（全員検診）を実施し、個々の運動器の所見（以下、運動器所見）を確認し、専門医療機関での診察が必要となる二次検診の対象者を抽出する取り組みを実施している。さらに、「健康手帳」を用いて個人の継続的な運動器検診の記録を行い、これにより、単発的な検診から継続的な運動器の状態の把握が可能となり、確認・評価することができる<sup>41</sup>。

本研究の新規性は、個々の発育段階や性差を考慮して検診結果を分析する点であり、発育期の運動器を適切に評価するための重要な知見となり得ることが期待される。

### 1-3. 研究目的

本研究は、健康手帳に記載された運動器検診の結果を横断的および縦断的に観察し、発育期における運動器の特徴を明らかにすることを目的とした。

## 第2章 本研究の課題

本研究での目的を達成するために、以下の課題を設定した。

### 研究課題 1. 横断的な運動器検診結果からみた小学生の運動器の特徴

全員を対象とした運動器検診の単年結果から、小学生の運動器所見の実態を把握し、小学生の運動器の特性に関する基礎的資料の構築を行う。

### 研究課題 2. 小・中学生における運動器検診の1年間の縦断的结果からみた運動器所見の変化

小・中学生における運動器検診の個人結果を前向きに1年間追跡し、運動器所見が出現する時期について検討する。

### 研究課題 3. 小学生の運動器検診における前屈制限の6年間の縦断的结果と個々の発育の特徴

小学生の運動器検診の6年間の個人結果を追跡し、前屈制限の出現について個々の発育状況から特徴を捉える。

### 第3章 横断的な運動器検診結果からみた小学生の運動器の特徴

#### 3-1. 緒言

学校保健安全法施行規則の改正により、2016年度から運動器検診が学校現場において実施されている。この背景として「運動器の10年」日本委員会は、運動器検診を実施するモデル事業を2005年度から開始した。しかしながら、これまで小学生の運動器検診に関しては、各地域におけるモデル事業<sup>19-24,26-28,38-40</sup>や特定の学年・項目を絞った報告<sup>20,21</sup>はあるものの、検診結果を全学年対象に、学年別や男女別に詳細に検討した報告は少ない。

茨城県の一部の地域における運動器検診の取り組みは、まず保護者に対する問診票を事前に配布し、回答を参考にしながら整形外科医が直接診察を行う一次検診の実施によって個々の運動器の所見を確認し、二次検診の必要な児童を抽出して専門医療機関へ繋げている。特徴的なのは、「健康手帳」を用いて、個人の検診記録を経年的に記録し、単発的な検診から継続的な運動器の状態の確認・評価を行っていることである<sup>41</sup>。

そこで本研究は、「健康手帳」に記載された運動器検診の結果から、小学生の運動器所見の実態を把握し、学年別や男女別における特徴を明らかにすることで、小学生の運動器の特性に関する基礎的資料の構築を目的とした。

## 3-2. 方法

### 3-2-1. 対象

対象は、2014年度茨城県における小学校3校(A・B・C校)児童のうち、保護者の同意を得た全学年児童1548名とした。なお、児童が外傷・障害等の理由で検診動作を行うことができなかった場合、検診記録が不明瞭だった場合については分析から除外した。

本研究は著者の所属機関の倫理委員会における審議・承認のもと、研究目的および方法について学校および保護者へ説明し、参加に同意を得た上で実施された(医648-1)。

### 3-2-2. 検診方法

検診を行う前に、記入式質問用紙(参考資料1)を用い、保護者への児童に関する問診票を事前配布・回収した。加えて、各学校と調整した日において、2014年9月(A校,B校),2015年1月(C校)に整形外科医が直接、全員に対して運動器検診(一次検診)を行った。検診には2名以上の整形外科医が学校の規模に合わせて人数を調整して参加し、小児整形外科を専門とする代表の同一人の医師が必ず出席する体制を取った。また、全検診項目を通して1人当たり1分~1分半程度で終了するように進行した。

#### 問診票に関する項目

- 学年
- 性別
- 既往歴(骨折,脱臼,捻挫,その他各関節における異常)の有無
- タイトネスの自覚症状の有無
- スポーツ活動習慣(スポーツ種目,活動日数・時間)

## 運動器検診に関する項目 (参考資料 2)

- 下肢
  - 歩行：歩行異常
  - 立位：アライメント (O・X脚), 下肢長, 下肢太さ, 足部形態
  - しゃがみこみ：可動域確認 (股・膝・足関節)
  
- 上肢
  - 肩：可動域確認
  - 肘：アライメント, 可動域確認
  - 手首：変形, 動き
  
- 背中
  - 頸部：斜頸
  - 肩甲骨：肩・肩甲骨の高さ
  - 側弯：立位, Rib Hump (側弯症)
  - 腰部：前屈, 骨盤アライメント
  
- 疼痛部位の確認
  
- 医師の総合判断
  
- 二次検診の必要性

#### 3-2-4. 評価方法

各項目における評価方法は、表2～5に示す各項目における所見の定義の基準に従って、整形外科医が「所見なし」もしくは「所見あり」と評価分類した。なお、参加した医師は、後述に示す検診項目の評価基準を事前確認し、代表の小児整形外科医からの指導を受けて検診に当たった。まず、2名以上の整形外科医が初めのスクリーニングに当たり、「所見あり」と評価された児童に対して、評価基準を統一するために、代表の小児整形外科医1名がダブルチェックを行い、最終評価とした。

※以下の項目に関しては、別途、所見評価名を設けた。

- 下肢アライメント・・・「O脚」, 「X脚」
- 肘アライメント・・・「外反肘」, 「内反肘」
- 骨盤傾斜・・・「前傾」, 「後傾」
- 運動器の疼痛・・・「なし」, 「あり」
- 二次検診の必要性・・・「なし」, 「あり」

表 2. 下肢における評価項目

項目	評価基準
歩行異常	歩けない、跛行、極端な内外反で歩く、トレンデレンブルグ徴候などの傾向が見られる場合
下肢 アライメント	O脚：内果を合わせて立った際に膝関節内側が2横指以上空く場合 X脚：膝関節内側を合わせて立った際に足関節内側がつかない場合
下肢長差	見た目上、下肢長に差が見られる場合
下肢太さ	見た目上、下肢の太さが見られる場合
内反足	見た目上、足関節の内反傾向が見られる場合
扁平足	後面立位姿勢から足部を確認し、脛骨軸に対して第4趾まで完全に見える場合、明らかなアーチの消失がある場合
足趾変形	外反母趾、足趾長差など、足趾の明らかな変形が見られる場合
股関節 可動域制限	手を前にしてしゃがみ込みができない際に、股関節可動域をチェックし、その影響が見られる場合
膝関節 可動域制限	手を前にしてしゃがみ込みができない際に、膝関節可動域をチェックし、その影響が見られる場合
足関節 可動域制限	手を前にしてしゃがみ込みをした際に、踵が浮いてしまう場合



表 3. 上肢における評価項目

項目	評価基準
肩関節 可動域制限	ばんざいができない場合
肘アライメント	肘伸展位にて評価し、外反肘：25°以上外反している場合 内反肘：10°以上内反している場合
肘関節 可動域制限	肘関節屈曲もしくは伸展ができない
手指変形	見た目上、明らかな変形が見られる場合
手指動き	グーパーのような手指の屈伸動作ができない場合

表 4. 脊柱における評価項目

項目	評価基準
斜頸	見た目上の傾向が見られる場合
肩・肩甲骨の 高さの差	立位姿勢において、肩・肩甲骨の高さに差がある場合
立位時 脊柱側弯	まっすぐな立位姿勢がとれない、触診して脊柱にゆがみがある場合
Rib Hump	立位姿勢から前屈した時に脊柱の凸側の脊部の肋骨が後方にふくらんでいる場合
前屈制限	立位姿勢から前屈をした際に床に指先が届かない場合
骨盤傾斜	前傾：立位側面において臀部が出っ張っている場合 後傾：立位側面において腹部が引っ込んでいる場合

表 5. 疼痛と二次検診の必要性の有無

項目	評価基準
運動器の疼痛	医師の問診にて運動器の疼痛が確認された場合
二次検診の必要性	所見上, 医師が二次検診を必要と判断した場合

### 3-2-5. 分析方法

各項目を単純集計し、「所見あり」と評価された児童数を全体・学年・男女別における人数で除し、所見率を算出した。

全体、学年ごとにおける各項目の所見率の男女比較には  $\chi^2$  検定 (Yates 補正を含む) を用いた。なお、期待度数が 5 未満の項目には Fisher の直接法を用いた。

さらに、全体の所見率の中で上位 3 項目に関して、各項目の学年間の比較に  $\chi^2$  検定を行った。有意な分布の偏りが認められた場合には、事後検定に残差分析を行った。 $\chi^2$  検定の効果量として  $\Phi$  係数または Cramer の V 係数を算出した。効果量は、0.10 以上を効果量が小さい、0.30 以上を効果量が中程度、0.50 以上を効果量が大きいとした<sup>42</sup>。有意水準は 5%とした。

統計解析には SPSS Statistics (version 24.0) を用いた。

### 3-3. 結果

#### 3-3-1. 基本情報

児童の人数・割合を学年別・学年・男女別に表 6, 7 に示した.

対象校である3校の児童 1548 名のうち, 有効な検診データを得られたのは 1487 名 (96.0%) であった.

表 6. 児童数・割合 (学年別)

学年	A 校		B 校		C 校		合計	
1 年	86	(17.6)	111	(17.5)	63	(18.3)	260	(17.5)
2 年	84	(17.1)	123	(17.3)	50	(14.5)	257	(17.3)
3 年	66	(13.5)	117	(16.4)	61	(17.7)	244	(16.4)
4 年	77	(15.7)	103	(16.5)	65	(18.9)	245	(16.5)
5 年	92	(18.8)	107	(16.6)	48	(14.0)	247	(16.6)
6 年	85	(17.3)	92	(15.7)	57	(16.6)	234	(15.7)
全体	490	(100.0)	653	(100.0)	344	(100.0)	1487	(100.0)

人数 (%)

表 7. 児童数・割合 (学年・男女別)

学年	A校		B校		C校		合計									
	男	女	男	女	男	女	男	女								
1年	44	(51.2)	42	(48.8)	60	(54.1)	51	(45.9)	30	(47.6)	33	(52.4)	134	(51.5)	126	(48.5)
2年	41	(48.8)	43	(51.2)	68	(55.3)	55	(44.7)	23	(46.0)	27	(54.0)	132	(51.4)	125	(48.6)
3年	34	(51.5)	32	(48.5)	65	(55.6)	52	(44.4)	37	(60.7)	24	(39.3)	136	(55.7)	108	(44.3)
4年	38	(49.4)	39	(50.6)	53	(51.5)	50	(48.5)	45	(69.2)	20	(30.8)	136	(55.5)	109	(44.5)
5年	42	(45.7)	50	(54.3)	47	(43.9)	60	(56.1)	24	(50.0)	24	(50.0)	113	(45.7)	134	(54.3)
6年	47	(55.3)	38	(44.7)	50	(54.3)	42	(45.7)	31	(54.4)	26	(45.6)	128	(54.7)	106	(45.3)
全体	246	(50.2)	244	(49.8)	343	(52.5)	310	(49.8)	190	(55.2)	154	(44.8)	779	(52.4)	708	(47.6)

人数 (%)

### 3-3-2. 全児童における所見の特徴

全児童における項目別の所見率を表 8, 図 1 に示した.

二次検診の必要性がある児童は, 12 名 (0.8%) であった. その内容は, 側弯 5 件, 肘痛 2 件, 足趾変形 2 件, 足関節痛 1 件, 踵痛 1 件, 低身長 1 件であった.

特に高い所見率を示した項目は, 前屈制限 (191 名, 12.8%), 扁平足 (154 名, 10.4%), 足関節可動域制限 (73 名, 4.9%), および X 脚 (54 名, 3.8%) であった. また, 運動器の疼痛を有する者は 67 名 (4.5%) であった. なお, 疼痛部位の内訳は, 膝 15 件, 足関節 15 件, 踵 8 件, その他 35 件であった.

表 8. 全児童における所見率

歩行異常	18	(1.2)
O脚	22	(1.5)
X脚	54	(3.8)
下肢長	2	(0.1)
下肢太さ	1	(0.1)
内反足	7	(0.5)
扁平足	154	(10.4)
足趾変形	25	(1.7)
股関節可動域制限	3	(0.2)
膝関節可動域制限	4	(0.3)
足関節可動域制限	73	(4.9)
肩関節可動域制限	5	(0.3)
外反肘	52	(3.5)
内反肘	3	(0.2)
肘関節可動域制限	41	(2.8)
手指変形	6	(0.4)
手指動き	8	(0.5)
斜頸	7	(0.5)
肩・肩甲骨高さの差	29	(2.0)
立位時における脊柱側弯	26	(1.7)
Rib Hump	29	(2.0)
前屈制限	191	(12.8)
骨盤前傾	22	(1.5)
骨盤後傾	3	(0.2)
運動器の疼痛	67	(4.5)
二次検診	12	(0.8)

人数 (%)

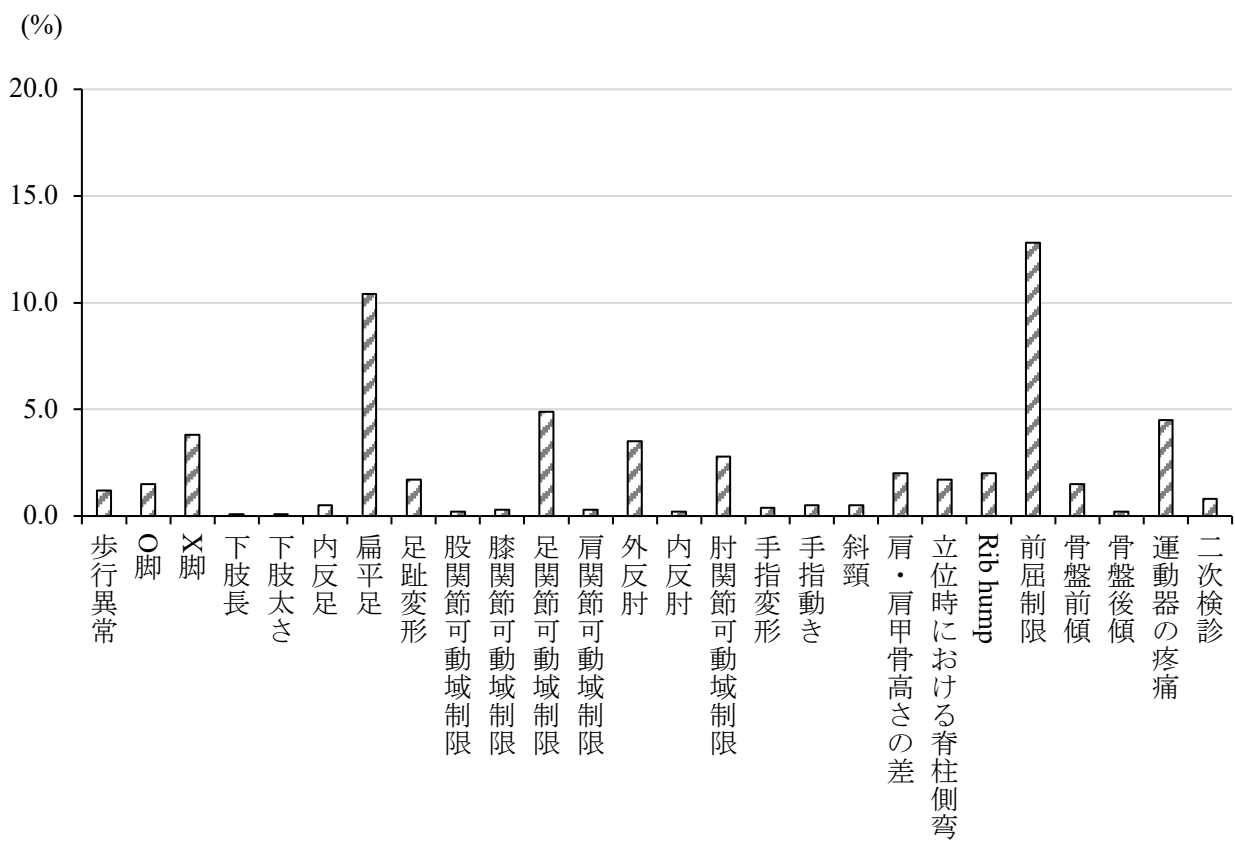


図 1. 全児童における所見率



### 3-3-3. 男女別における所見の特徴

男女別における所見率を表 9 に示した.

男子では, 特に前屈制限 (144 名, 18.5%), 扁平足 (87 名, 11.2%), 足関節可動域制限 (48 名, 6.2%), X 脚 (25 名, 3.3%), で高い所見率を示した. また運動器の疼痛を有する者は 43 名 (5.5%) であった (図 2).

女子では, 特に扁平足 (67 名, 9.5%), 前屈制限 (47 名, 6.6%), 外反肘 (40 名, 5.6%), X 脚 (29 名, 4.3%), 足関節可動域制限 (25 名, 3.5%) で高い所見率を示した. また, 運動器の疼痛を有する者は 24 名 (3.4%) であった (図 3).

そのうち, 前屈制限 ( $p < 0.01$ ,  $\Phi = -0.177$ ), 足関節可動域制限 ( $p < 0.05$ ,  $\Phi = -0.061$ ), 運動器の疼痛の有無 ( $p < 0.05$ ,  $\Phi = -0.051$ ) は男子に多く, 外反肘 ( $p < 0.01$ ,  $\Phi = 0.112$ ) は女子に多いと示された.

表 9. 男女別における所見率

	男子		女子		p 値	効果量
歩行異常	13	(1.7)	5	(0.7)	0.090	-0.044
下肢アライメント(O 脚)	13	(1.7)	9	(1.3)	0.525	0.020
下肢アライメント(X 脚)	25	(3.3)	29	(4.3)	0.826	-0.011
下肢長	2	(0.3)	0	(0.0)	0.501	0.035
下肢太さ	1	(0.1)	0	(0.0)	1.000	-0.025
内反足	3	(0.4)	4	(0.6)	1.000	-0.007
扁平足	87	(11.2)	67	(9.5)	0.281	-0.028
足趾変形	10	(1.3)	15	(2.1)	0.211	0.032
股関節可動域制限	1	(0.1)	2	(0.3)	0.608	0.017
膝関節可動域制限	2	(0.3)	2	(0.3)	1.000	0.002
足関節可動域制限	48	(6.2)	25	(3.5)	0.019*	-0.061
肩関節可動域制限	1	(0.1)	3	(0.4)	0.352	0.272
肘アライメント(外反肘)	12	(1.5)	40	(5.6)	0.000**	0.112
肘アライメント(内反肘)	2	(0.3)	1	(0.1)	1.000	-0.013
肘関節可動域制限	20	(2.6)	21	(3.0)	0.639	0.012
手指変形	5	(0.6)	1	(0.1)	0.221	-0.039
手指動き	6	(0.8)	2	(0.3)	0.292	-0.033
斜頸	4	(0.5)	3	(0.4)	1.000	-0.007
肩・肩甲骨高さの差	14	(1.8)	15	(2.1)	0.654	0.012
立位時脊柱側弯	11	(1.4)	15	(2.1)	0.299	0.027
Rib Hump	16	(2.1)	13	(1.8)	0.762	-0.008
前屈制限	144	(18.5)	47	(6.6)	0.000**	-0.177
骨盤前傾	12	(1.5)	10	(1.4)	1.000	-0.005
骨盤後傾	1	(0.1)	2	(0.3)	0.608	0.017
運動器の疼痛	43	(5.5)	24	(3.4)	0.048*	-0.051
二次検診	7	(0.9)	5	(0.7)	0.679	-0.011

人数 (%)

\*: p < 0.05, \*\*: p < 0.01  $\chi^2$  検定 (男子 vs. 女子)

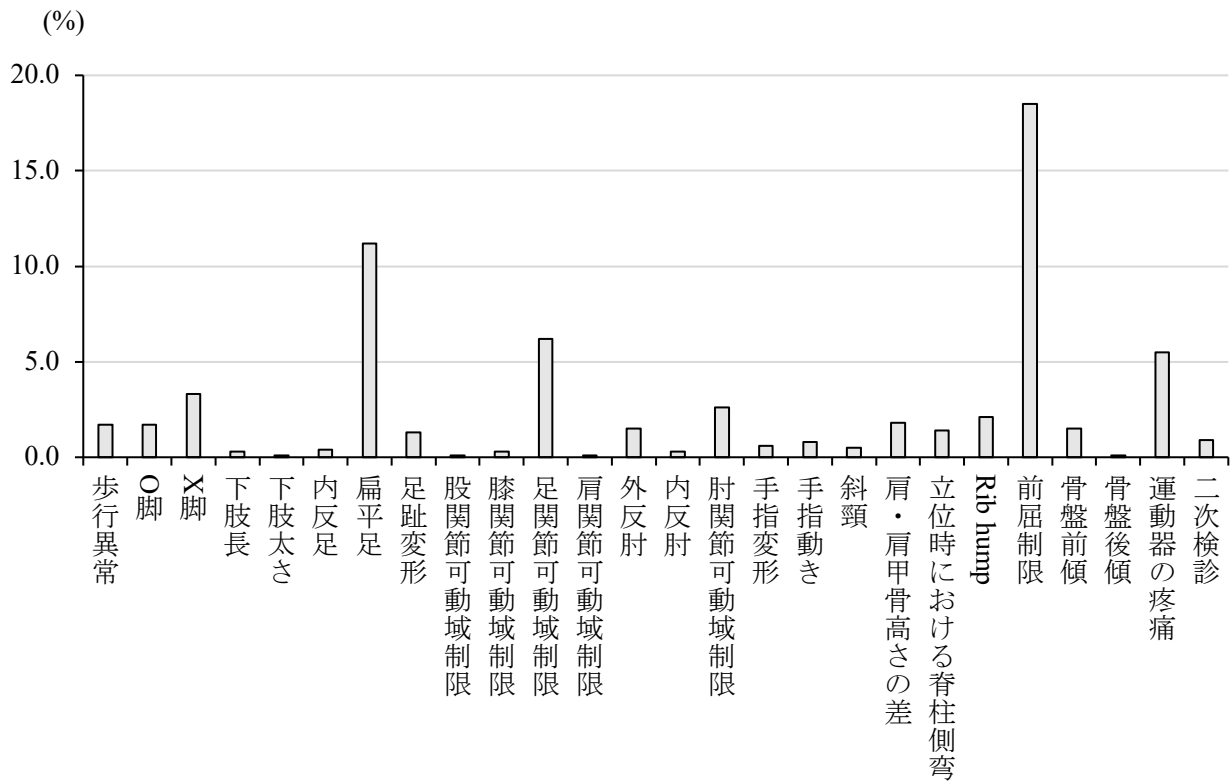


図 2. 男子における所見率

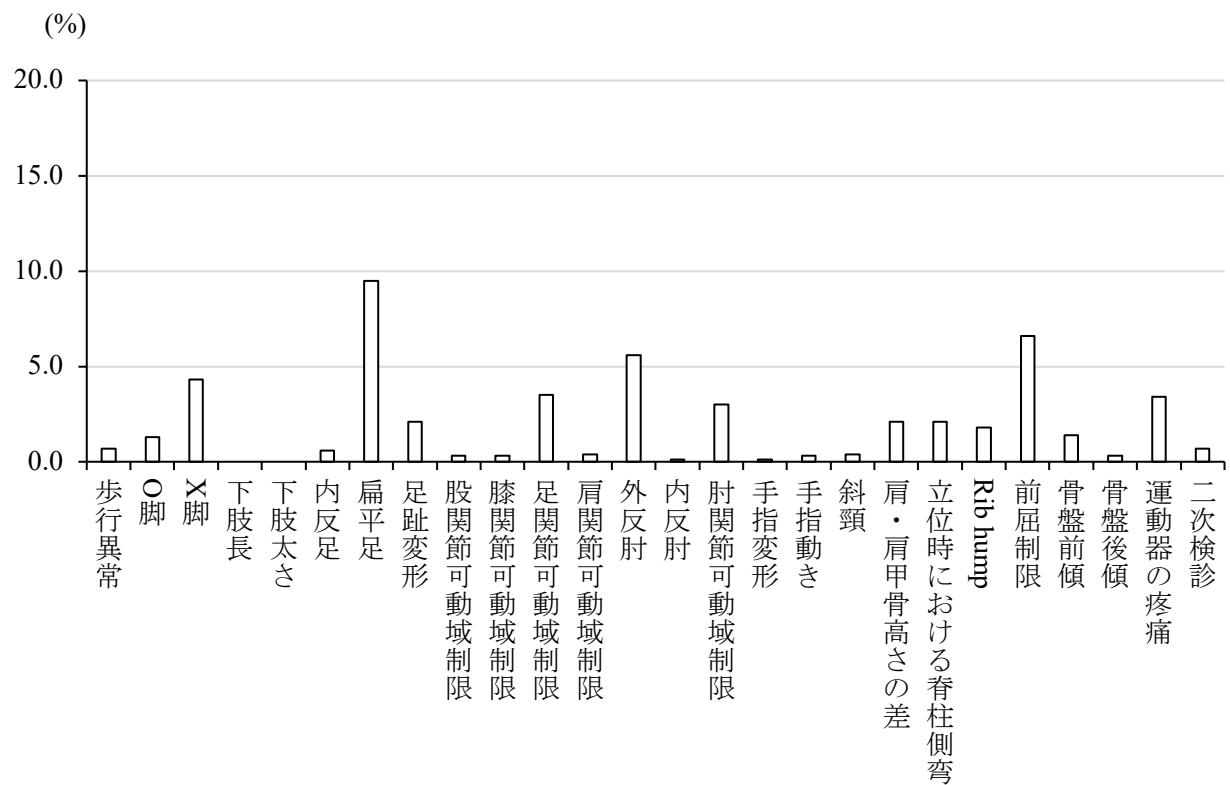


図 3. 女子における所見率

#### 3-3-4. 学年別における所見の特徴

学年別における所見率を項目別に表 10 に示した.

全児童における特に高い所見率を示した上位 3 項目については図 4~6 にも示した.

前屈制限においては, 4 年生 (41 件, 16.7%) に最も高い所見率を示した. さらに, 学年間の所見率には有意な分布の偏りがみられた ( $p < 0.05$ , Cramer's  $V = 0.10$ ). 残差分析の結果, 突出していた群をみると, 4 年生 [調整済み残差 = 2.0 ( $p < 0.05$ )] に高く, 1 年生 [調整済み残差 = -2.1 ( $p < 0.05$ )] に低いと有意に示された (図 4).

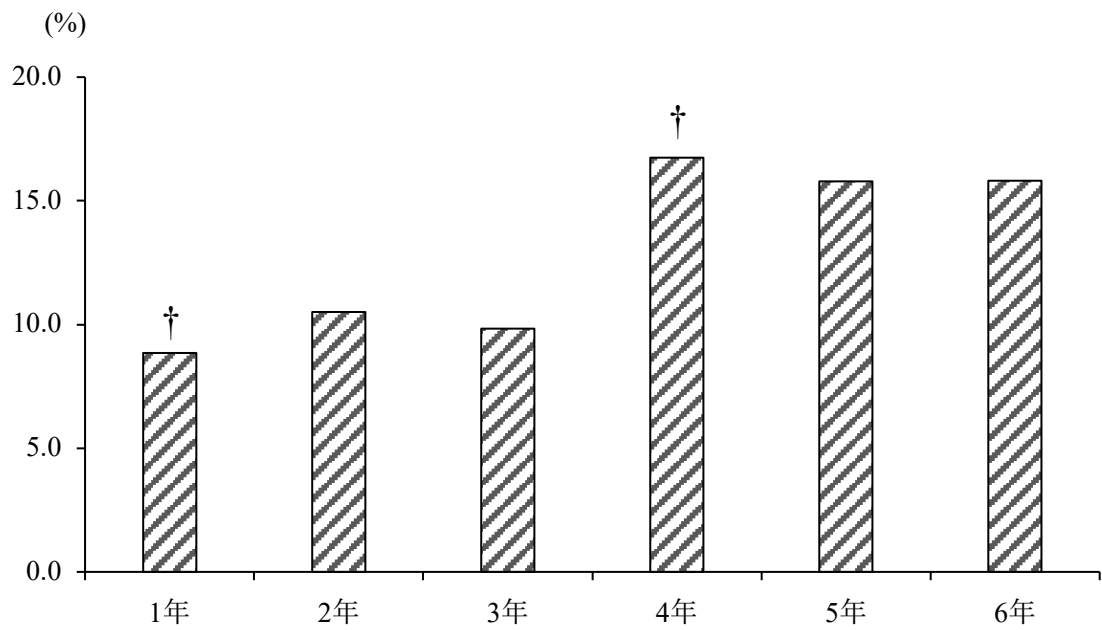
扁平足においては, 4 年生 (37 件, 15.1%) に最も高い所見率を示したが, 学年間の所見率には有意な分布の偏りは認められなかった ( $p = 0.262$ , Cramer's  $V = 0.08$ ) (図 5).

足関節可動域制限においては, 6 年生 (16 件, 6.8%) に最も高い所見率を示した. さらに, 学年間の所見率には有意な分布の偏りがみられた ( $p < 0.05$ , Cramer's  $V = 0.09$ ). 残差分析の結果, 突出していた群をみると, 1 年生 [調整済み残差 = -2.7 ( $p < 0.01$ )] に低いと有意に示された (図 6).

表 10. 学年別における所見率

	1年		2年		3年		4年		5年		6年	
歩行異常	6	(2.3)	5	(1.9)	2	(0.8)	2	(0.8)	1	(0.4)	2	(0.9)
O脚	2	(0.8)	6	(2.4)	3	(1.2)	2	(0.8)	3	(1.2)	6	(2.6)
X脚	6	(2.4)	11	(4.3)	9	(4.1)	5	(2.0)	18	(7.3)	5	(2.1)
下肢長	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)
下肢太さ	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
内反足	3	(1.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(0.8)	2	(0.9)
扁平足	26	(10.0)	29	(11.3)	22	(9.0)	37	(15.1)	19	(7.7)	21	(9.0)
足趾変形	2	(0.8)	2	(0.8)	3	(1.2)	2	(0.8)	9	(3.6)	7	(3.0)
股関節可動域制限	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)	2	(0.8)	0	(0.0)
膝関節可動域制限	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)	2	(0.8)	0	(0.0)
足関節可動域制限	3	(1.2)	11	(4.3)	15	(6.1)	15	(6.1)	13	(5.3)	16	(6.8)
肩関節可動域制限	1	(0.4)	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(0.9)
外反肘	3	(1.2)	6	(2.3)	4	(1.6)	3	(1.2)	26	(10.5)	10	(4.3)
内反肘	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(0.9)
肘関節可動域制限	5	(1.9)	6	(2.3)	4	(1.6)	7	(2.9)	12	(4.9)	7	(3.0)
手指変形	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(0.8)	1	(0.4)	2	(0.9)
手指動き	4	(1.5)	2	(0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)	1	(0.4)
斜頸	3	(1.2)	2	(0.8)	0	(0.0)	1	(0.4)	1	(0.4)	0	(0.0)
肩・肩甲骨高さの差	7	(2.7)	9	(3.5)	2	(0.8)	1	(0.4)	4	(1.6)	6	(2.6)
立位時における脊柱側弯	3	(1.2)	9	(3.5)	3	(1.2)	0	(0.0)	4	(1.6)	7	(3.0)
Rib Hump	5	(1.9)	8	(3.1)	1	(0.4)	2	(0.8)	4	(1.6)	9	(3.8)
前屈制限	23	(8.8)	27	(10.5)	24	(9.8)	41	(16.7)	39	(15.8)	37	(15.8)
骨盤前傾	9	(3.5)	8	(3.1)	1	(0.4)	2	(0.8)	2	(0.8)	0	(0.0)
骨盤後傾	1	(0.4)	0	(0.0)	1	(0.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.4)
運動器の疼痛	3	(1.2)	2	(0.8)	6	(2.5)	10	(4.1)	15	(6.1)	31	(13.2)
二次検診	2	(0.8)	3	(1.2)	0	(0.0)	2	(0.8)	1	(0.4)	4	(1.7)

人数 (%)



†:  $p < 0.05$  残差分析

图 4. 「前屈制限」学年別 所見率

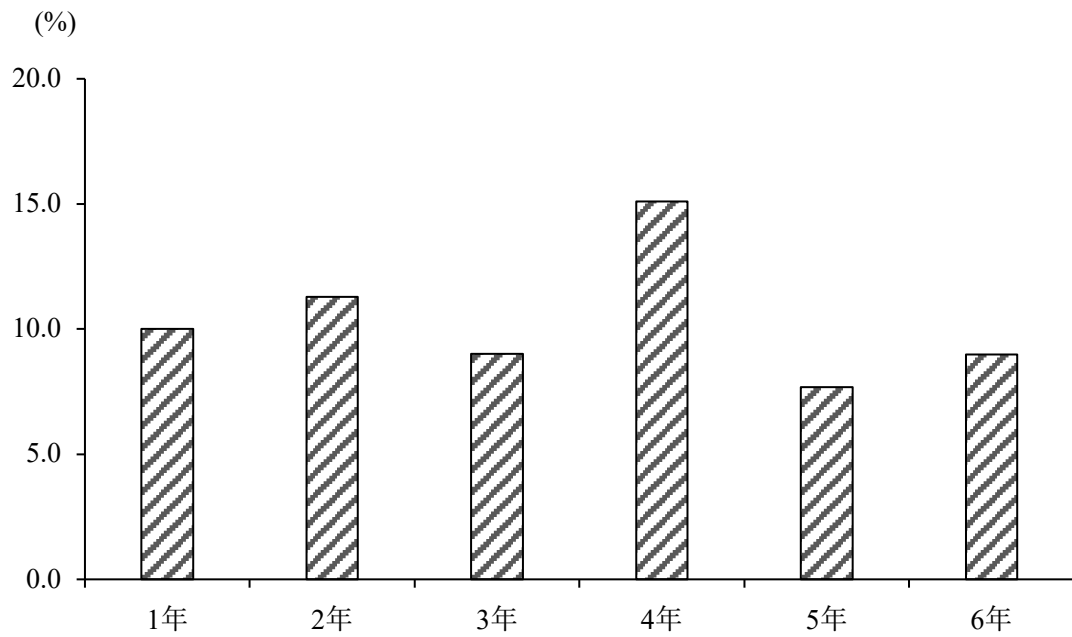
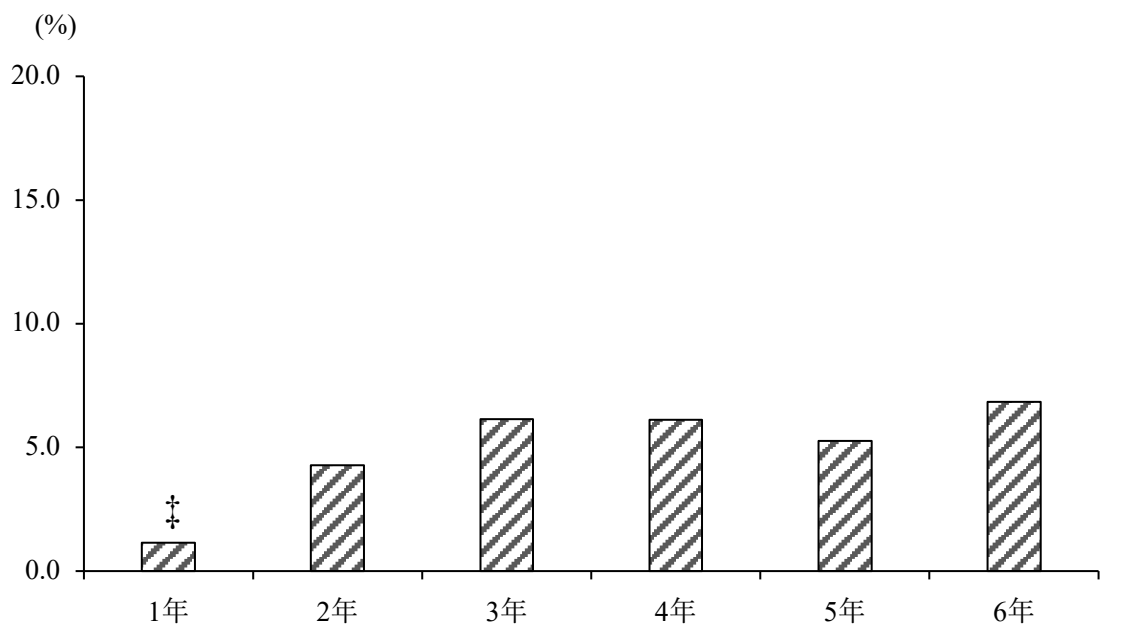


图 5. 「扁平足」学年別 所見率



‡:  $p < 0.01$  残差分析

図 6. 「足関節可動域制限」学年別 所見率

### 3-3-5. 学年・男女別における所見の特徴

学年・男女別における所見率を表 11, 12 に示した.

全児童における特に高い所見率を示した上位 3 項目については, 図 7~9 にも示した.

男女別における学年ごとの所見率をみると, 前屈制限においては, 男子 4 年生 (34 件, 25.0%), 女子 5 年生 (15 件, 11.2%) に高い所見率を示したが, 男女共に学年間の所見率には有意な分布の偏りは認められなかった (男子:  $p = 0.089$ , Cramer's  $V = 0.111$ ), (女子:  $p = 0.092$ , Cramer's  $V = 0.116$ ). 扁平足においては, 男子 4 年生 (21 件, 15.4%), 女子 4 年生 (16 件, 14.7%) に高い所見率を示したが, 男女共に学年間の所見率には有意な分布の偏りは認められなかった (男子:  $p = 0.126$ , Cramer's  $V = 0.105$ ), (女子:  $p = 0.262$ , Cramer's  $V = 0.096$ ). 足関節可動域制限においては, 男子 6 年生 (12 件, 9.4%), 女子 4 年生 (6 件, 5.5%) に高い所見率を示したが, 男女共に学年間の所見率には有意な分布の偏りは認められなかった (男子:  $p = 0.134$ , Cramer's  $V = 0.104$ ), (女子:  $p = 0.448$ , Cramer's  $V = 0.079$ ).

また, 学年ごとにおける男女比較では, 前屈制限において, 男子は全ての学年で女子に比べて有意に高い所見率を示した (1 年:  $p = 0.042$ , Cramer's  $V = -0.139$ ), (2 年:  $p = 0.002$ , Cramer's  $V = -0.206$ ), (3 年:  $p = 0.008$ , Cramer's  $V = -0.184$ ), (4 年:  $p = 0.000$ , Cramer's  $V = -0.247$ ), (5 年:  $p = 0.048$ , Cramer's  $V = -0.137$ ), (6 年:  $p = 0.024$ , Cramer's  $V = -0.159$ ). 扁平足および足関節可動域制限では, 各学年における所見率に性差は認められなかった.



表 11. 学年・男女別における所見率 (男子)

	1年		2年		3年		4年		5年		6年	
歩行異常	3	(2.2)	5	(3.8)	2	(1.5)	1	(0.7)	1	(0.9)	1	(0.8)
○脚	1	(0.7)	4	(3.0)	3	(2.2)	1	(0.7)	0	(0.0)	4	(3.1)
X脚	4	(3.0)	4	(3.0)	4	(2.9)	3	(2.2)	7	(6.2)	3	(2.3)
下肢長	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.8)
下肢太さ	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
内反足	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(1.6)
扁平足	18	(13.4)	17	(12.9)	15	(11.0)	21	(15.4)	7	(6.2)	9	(7.0)
足趾変形	1	(0.7)	1	(0.8)	2	(1.5)	0	(0.0)	3	(2.7)	3	(2.3)
股関節可動域制限	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
膝関節可動域制限	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	1	(0.9)	0	(0.0)
足関節可動域制限	2	(1.5)	7	(5.3)	11	(8.1)	9	(6.6)	7	(6.2)	12	(9.4)
肩関節可動域制限	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.8)
外反肘	0	(0.0)	1	(0.8)	1	(0.7)	1	(0.7)	8	(7.1)	1	(0.8)
内反肘	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(1.6)
肘関節可動域制限	1	(0.7)	3	(2.3)	3	(2.2)	4	(2.9)	6	(5.3)	3	(2.3)
手指変形	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(1.5)	0	(0.0)	2	(1.6)
手指動き	1	(0.7)	2	(1.5)	0	(0.0)	1	(0.7)	1	(0.9)	1	(0.8)
斜頸	2	(1.5)	1	(0.8)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
肩・肩甲骨高さの差	4	(3.0)	7	(5.3)	1	(0.7)	1	(0.7)	0	(0.0)	1	(0.8)
立位時における脊柱側弯	1	(0.7)	5	(3.8)	1	(0.7)	0	(0.0)	1	(0.9)	3	(2.3)
Rib Hump	3	(2.2)	5	(3.8)	1	(0.7)	2	(1.5)	1	(0.9)	4	(3.1)
前屈制限	17	(12.7)	22	(16.7)	20	(14.7)	34	(25.0)	24	(21.2)	27	(21.1)
骨盤前傾	4	(3.0)	4	(3.0)	1	(0.7)	2	(1.5)	1	(0.9)	0	(0.0)
骨盤後傾	1	(0.7)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
運動器の疼痛	2	(1.5)	2	(1.5)	2	(1.5)	7	(5.1)	9	(8.0)	21	(16.4)
二次検診	0	(0.0)	3	(2.3)	0	(0.0)	2	(1.5)	1	(0.9)	1	(0.8)

人数 (%)

表 12. 学年・男女別における所見率 (女子)

	1年		2年		3年		4年		5年		6年	
歩行異常	3	(2.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.9)	0	(0.0)	1	(0.9)
O脚	1	(0.8)	2	(1.6)	0	(0.0)	1	(0.9)	3	(2.2)	2	(1.9)
X脚	2	(1.6)	7	(5.6)	5	(4.6)	2	(1.8)	11	(8.2)	2	(1.9)
下肢長	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
下肢太さ	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
内反足	2	(1.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(1.5)	0	(0.0)
扁平足	8	(6.3)	12	(9.6)	7	(6.5)	16	(14.7)	12	(9.0)	12	(11.3)
足趾変形	1	(0.8)	1	(0.8)	1	(0.9)	2	(1.8)	6	(4.5)	4	(3.8)
股関節可動域制限	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	2	(1.5)	0	(0.0)
膝関節可動域制限	1	(0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)
足関節可動域制限	1	(0.8)	4	(3.2)	4	(3.7)	6	(5.5)	6	(4.5)	4	(3.8)
肩関節可動域制限	1	(0.8)	1	(0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.9)
外反肘	3	(2.4)	5	(4.0)	3	(2.8)	2	(1.8)	18	(13.4)	9	(8.5)
内反肘	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
肘関節可動域制限	4	(3.2)	3	(2.4)	1	(0.9)	3	(2.8)	6	(4.5)	4	(3.8)
手指変形	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)
手指動き	2	(1.6)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
斜頸	1	(0.8)	1	(0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)
肩・肩甲骨高さの差	3	(2.4)	2	(1.6)	1	(0.9)	0	(0.0)	4	(3.0)	5	(4.7)
立位時における脊柱側弯	2	(1.6)	4	(3.2)	2	(1.9)	0	(0.0)	3	(2.2)	4	(3.8)
Rib Hump	2	(1.6)	3	(2.4)	0	(0.0)	0	(0.0)	3	(2.2)	5	(4.7)
前屈制限	6	(4.8)	5	(4.0)	4	(3.7)	7	(6.4)	15	(11.2)	10	(9.4)
骨盤前傾	5	(4.0)	4	(3.2)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.7)	0	(0.0)
骨盤後傾	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.9)	0	(0.0)	0	(0.0)	1	(0.9)
運動器の疼痛	1	(0.8)	0	(0.0)	4	(3.7)	3	(2.8)	6	(4.5)	10	(9.4)
二次検診	1	(0.8)	1	(0.8)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	3	(2.8)

人数 (%)

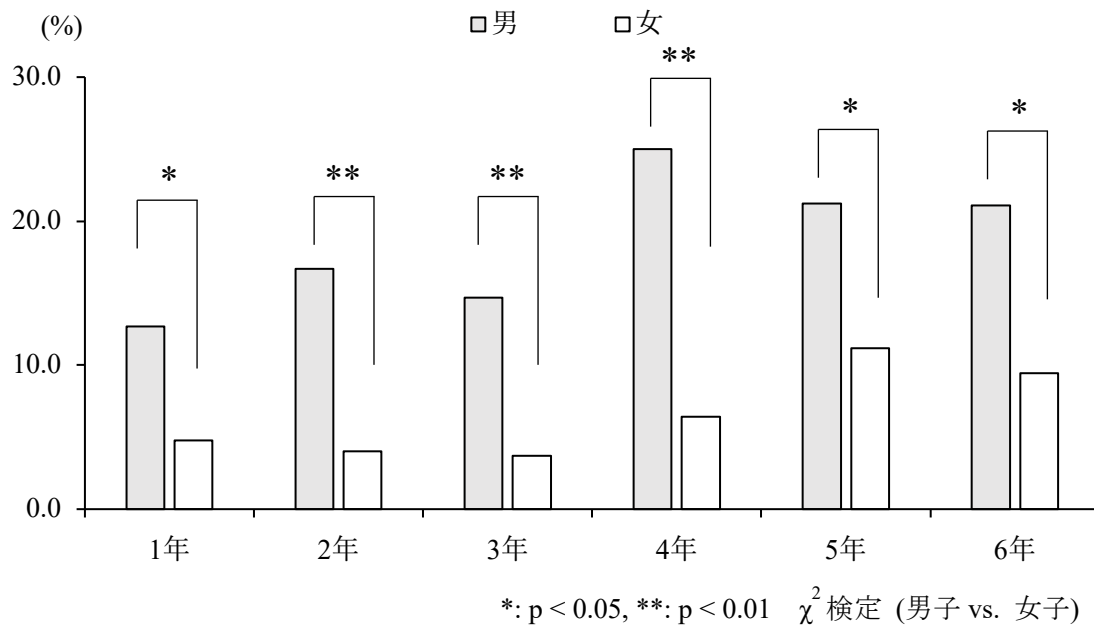


図 7. 「前屈制限」学年・男女別 所見率

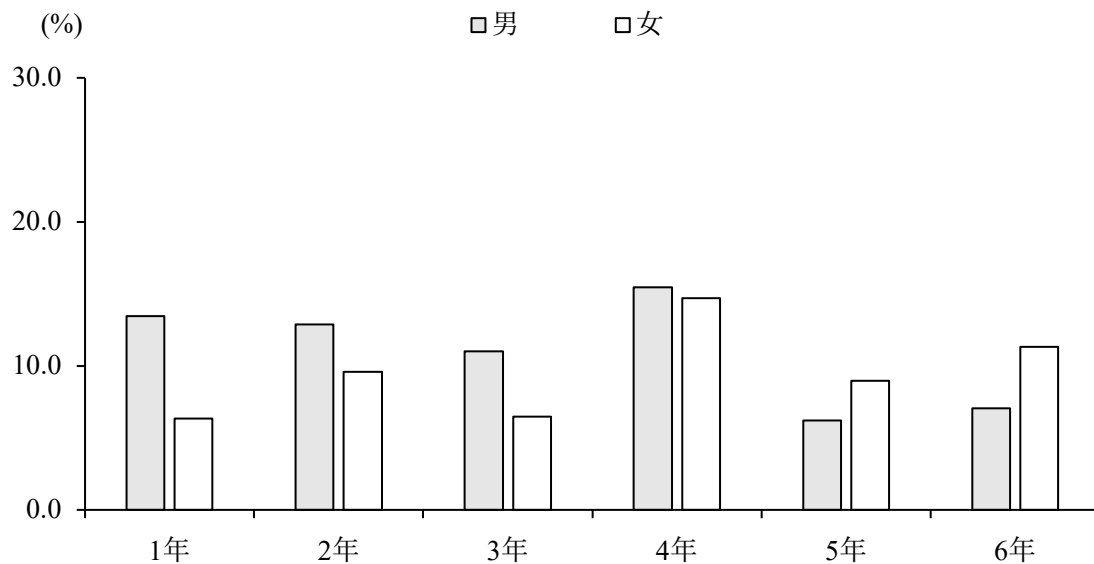


図 8. 「扁平足」学年・男女別 所見率

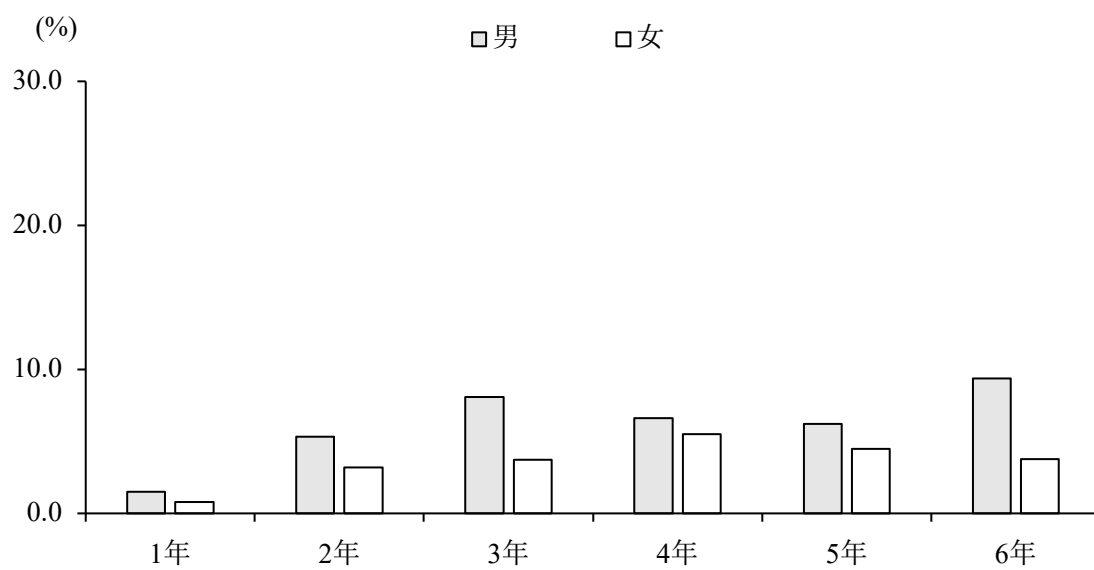


図 9.「足関節可動域制限」学年・男女別 所見率

### 3-4. 考察

#### 3-4-1. 全児童における所見率の特徴

本研究においては、特に前屈制限、扁平足、足関節可動域制限、下肢アライメント (X脚)、運動器の疼痛で高い所見率を示した。小学生を対象に実施した京都府の運動器検診の報告によると、特に所見が多かった項目は扁平足 18.2%、姿勢異常 14.7%、外反母趾 8.7%、上肢異常 2.7%、であった<sup>19)</sup>。また、2年生と5年生のみ対象にした研究によると、前屈制限、扁平足、O脚、凹足、しゃがみ込み動作の不可が、両学年とも多かったと報告されている<sup>21)</sup>。このことから、小学生の運動器検診では、前屈制限や足関節可動域制限など柔軟性における項目や足部形態で所見が多く、検診時には注意深く確認すべきポイントであると考えられる。

また、二次検診の必要な児童は全体で12名 (0.8%) であった。文部科学省の平成26年度学校保健統計調査における6～11歳の児童の健康状態の結果と比較すると、心臓の疾患・異常 (0.7%)、難聴 (0.5%)、アトピー性皮膚炎以外の皮膚病 (0.4%)、言語障害 (0.4%)、腎臓疾患 (0.2%)、結核の精密検査対象者 (0.1%)、顎関節異常 (0.1%) のような被患率よりも高い結果となった<sup>43)</sup>。このように、運動器検診における二次検診の必要な児童は、他の疾患と比較しても決して少なくなく、児童の健康の保持増進のためには運動器所見に対して注意を払う必要があると考える。

### 3-4-2. 項目別における所見率の特徴

本研究の結果において、比較的所見率の高かった 3 項目 (前屈制限, 扁平足, 足関節可動域制限) について考察する.

#### 前屈制限

本研究における前屈制限の所見の基準は、「立位姿勢から前屈をした際に床に指先がつかない者」を所見ありとした. その結果, 所見率は全児童において 12.8%であり, 検診項目の中で最も高かった.

学年別にみると, 残差分析の結果, 4 年生で所見率が高く, 1 年生で低いと有意に示された. なお, 5, 6 年生でも高い所見率を示した. 現在, 文部科学省において実施されている体力・運動能力調査では, 柔軟性の項目として長座体前屈が用いられている<sup>44</sup>. 小学生の時期において, 長座体前屈の記録値は年齢とともに増加することが報告されている<sup>45,46</sup>. 運動器検診における前屈制限の評価との違いは身体の硬い児童のみを抽出している点にあり, 身体の硬い児童と柔らかい児童の記録を合わせて算出される平均値で示されている点とは異なると考えられる. したがって, 運動器検診における前屈制限の所見率は体力測定の評価項目とは異なる意味を持っており, 小学生を対象とした場合, 前屈時に床に指先のつかないような身体の硬い児童は 4, 5, 6 年生において多く, 1 年生では少ないことを示すと考えられる.

男女別では, 全ての学年で男子が女子よりも有意に高い結果となった. 2008~2011 年度までの蓄積データを用いた京都府の運動器検診の報告では, 立位体前屈において全ての学年で男子が女子よりも床に指先がつかない児童が多く<sup>20</sup>, 本研究においても同じ傾向が示された. また, 過去には立位体前屈が体力・運動能力調査に採用されていた時期もあり, 平成 9 年度の結果においては, 10~11 歳における立位体前屈の記録値は女子が男子よりも高いと

報告されている<sup>47</sup>。さらに、平成11年度以降の調査から長座体前屈に変更されても、女子は男子よりも記録値が高かった<sup>45,46</sup>。以上より、女子は男子よりも柔軟性が高く、男女において身体の柔軟性の特徴が異なるといえる。

また、男子は4年生(9～10歳)、女子は5年生(10～11歳)で前屈制限を有する者が多かったものの、男女共に学年間における所見率に有意差は認められなかった。立位体前屈では、上肢長・体幹が長いほど記録値が増加し、下肢長が長いほど記録値は減少すると報告されている<sup>48</sup>。また、平成20年度学校保健統計調査によると、平成2年生まれの身長の間発育量が最大となった時期は男子で11歳頃、女子で9歳頃であったと報告しており、男女の発育過程は異なることがわかる<sup>49</sup>。さらに、男子7歳、女子6歳以後は胴長の成長よりも下肢長の成長が優り、男子10～11歳、女子9～10歳で下肢長の最大発育スパークが来ることも報告されている<sup>50</sup>。これらを踏まえると、男子4年生(9～10歳)、女子5年生(10～11歳)では前屈制限を有する者が多かったため、これらの学年は発育の著しい時期にいた可能性が考えられる。なお、男子においては、先行研究で報告されている最大発育スパークの時期と本研究で所見率の高かった時期が異なっていた。思春期スパークの時期には個人差があることがこれまでも報告されていることや<sup>51</sup>、スポーツ経験、身体活動時間の減少など、身体の発育以外の要因による影響も考えられるため、今後は横断的結果を述べるだけでなく、個人の所見の変化、発育状況および児童に関する様々な要因を踏まえて検討していく必要があると言える。

## 扁平足

本研究における扁平足の所見の基準は、「後面立位姿勢から足部を確認し、脛骨軸に対して第4趾まで完全に見える者、明らかなアーチの消失がある者」を所見ありとした。その結果、全児童における所見率は10.4%であり、2番目に多い項目であった。

小児における足部形態の評価に用いられている測定方法と扁平足の定義について調査した近年のシステマティックレビューでは、20種類の測定方法と40種類の扁平足の定義があったとされている<sup>52</sup>。特に、小児の扁平足について検討した研究では、Footprintを用いた研究が多い。国内の報告を見ると、山岳自治体における小学生と中学生の足部についてFootprintを用いて評価した研究では、片側または両側で扁平足を有する小学生は47%、中学生は33%であり、高学年になるにつれて出現率が次第に減少していたと報告されている<sup>53</sup>。なお、民族によって足部形態は異なると認識されており<sup>54</sup>、扁平足の有病率における民族間の違いはあると考えられるが、諸外国の報告においても、6-12歳を対象とした研究で中程度から重度の扁平足は17.2%あったと示されている<sup>55</sup>。本研究では整形外科医の診察によって所見の有無を確認しており、他の測定方法による量的な指標から得られた扁平足の割合の値とは異なるものの、小学生では扁平足の所見が多く見られると考えられる。

また学年間における扁平足の所見率に有意差は認められなかった。男女別にみると、全体では男子に多く、学年では男女共に4年生に最も高い結果を示したが、どちらも男女間、学年間で有意差は示されなかった。なお、1年生においてのみ、有意ではなかったものの、男子に高い傾向にあった ( $p = 0.09$ ,  $\Phi = -0.12$ )。一般的に小児期においては、生まれた時、関節や軟部組織が柔軟であるため「平らな状態」の足部 (Flexible Flat Foot) が見られる<sup>56</sup>。この平らな足部の状態から10歳までの期間で内側縦アーチが発達し、加齢とともにアーチの形成がされていくものと認識されている<sup>57,58</sup>。3~6歳の幼児の足部形態を調査した報告で



は、年齢に伴って扁平足の有病率が低くなることを報告している<sup>59,60</sup>。また、4-12歳までの3944名の足部形態を検討した報告では、ピドスコープにおけるFootprintを用いた場合、土踏まずの形成がされている者の割合は男女ともに加齢と共に増加していたと述べられている<sup>61</sup>。なお、足部形態の発育には性差があると明らかにされており、アーチ高率については、女子は3~4歳間、男子は4~5歳間で大きく増加することが報告されている<sup>62</sup>。また、6~18歳の日本人の10155人の足部形態の調査によれば、アーチ高率は男女ともに10歳まで一定であり、男子は11~13歳、女子は10~12歳において高い値を示したと報告されている<sup>63</sup>。加えて、男女で扁平足の割合を見た際にも小学1~3年生群で両側とも扁平足を持つ者の割合は、男子37%、女子28%と男子に多いとも報告されている<sup>53</sup>。このように、男子の足部は女子よりもやや遅れて発育していくことが明らかとなっている<sup>64</sup>。これらを踏まえると、本研究においては男女ともに学年間での明らかな差は認められなかったものの、低学年の児童ではアーチ形成の未熟な児童も存在する可能性があり、個人の足部の状態を確認した際には高学年になるとアーチが整ってくると考えられる。したがって本結果は横断的データであることから、児童の検診結果を縦断的に追跡し、個々の所見の変化を考慮することも今後の課題であると言える。

## 足関節可動域

本研究における足関節可動域制限の所見の基準は、「手を前にしてしゃがみ込みをした際に踵が浮いてしまう者」を所見ありとした。その結果、所見率は全児童において、4.9%であった。

しゃがみ込み動作と足関節可動域の関係を調査した報告では、足関節自動背屈可動域が小さいほど、しゃがみ込み動作で踵が浮いてしまう者が増えることが明らかとなっている<sup>65</sup>。このことから、本研究においても、所見のある児童は足関節背屈可動域制限があることが示唆される。

学年別においては、1年生で所見率が低いと有意に示された。その他の学年では、6年生の値が最も高いものの、ほぼ同程度の値であった。小学校2年生と5年生に実施された運動器検診の研究では、しゃがみ込み時に踵が浮いてしまう者は2年生よりも5年生で多く、両学年共に、所見あり群は所見なし群と比較してローレル指数が有意に高かったことを報告している<sup>21</sup>。このことから、身体の柔軟性に関する項目に関して、児童の体格要因を含めた分析を今後検討する必要がある。

男女別にみると、全体としては、男子は女子に比して所見率が高い結果となった。学年で見ると男子6年生、女子4年生に高かったが、男女別における学年差は認められず、学年ごとの性差も示されなかった。京都府の報告によると、しゃがみ込み時に踵をつけられない児童は全学年において男子に多く、男子は1,2年生時は5~7%であるが、3年生以降12%台を示し、6年生までほぼ横ばいであった。女子では1年生で1.3%であったものの、2年生で5.5%と多くなっており、5年生で9.2%と突出して多かったと報告されている<sup>20</sup>。本研究では学年ごとの男女比較で有意差は認められないものの、全体としては男子に多い傾向にあったため、足関節可動域においても、女子は男子に比して柔軟性があると考えられる。

### 3-5. 結論

本研究では、茨城県の一部地域における小学生を対象に整形外科医が直接学校へ出向き運動器検診を行った結果について分析し、横断データから各項目における所見率を算出して学年別・男女別に詳細に検討した。その結果、以下の結論を得た。

1. 全児童において、前屈制限 12.8%、扁平足 10.4%、足関節可動域制限 4.9%、X脚 3.8%、運動器の疼痛 4.5%で高い所見率を示した。
2. 男子では、前屈制限 18.5%、扁平足 11.2%、足関節可動域制限 6.2%、運動器の疼痛 5.5%、女子では、外反肘 5.6%、X脚 4.3%で高い所見率を示し、前屈制限、足関節可動域制限、外反肘、運動器の疼痛にて性差がみられた。
3. 学年別では、前屈制限では 4 年生 16.7%、扁平足では 4 年生 15.1%、足関節可動域制限では 6 年生 6.8%で最も高い所見率を示した。
4. 学年ごとの男女比較では、全ての学年において男子に前屈制限の所見率が高かった。

## 第4章 小・中学生における運動器検診の1年間の縦断的结果からみた運動器所見の変化

### 4-1. 緒言

これまでの運動器検診に関する報告においては、いずれもその検診年度における有所見者、二次検診該当者の人数・割合を示したものがほとんどである<sup>19-24,26-28,38-40</sup>。また、宮崎県は2008～2014年度における検診結果を報告しているが、年度ごとの横断結果を示した連続横断研究のため、同じ対象集団をフォローアップした結果は述べられていない<sup>27</sup>。このように、運動器検診に関する報告は横断的なデータに限られており、児童・生徒の運動器所見の変化のタイミングを捉えられてはいない。

スクリーニングの実施上の原則として、Wilson-Jungner 基準が世界保健機関 (WHO) において公表されている。その一部には、目的とする疾病の自然史がわかっていること、対象者を追跡するフォローアップシステムが確立されていることが記載されている<sup>13</sup>。また、これまで発育発達研究においては、個人の発育を捉えるために、縦断的分析が重要であることが述べられている<sup>66,67</sup>。これらより、発育期における運動器の機能状態について評価している運動器検診においても、縦断的分析を行う必要があると考える。

これらの先行研究に加え、課題1では、運動器検診の項目によっては、有所見者に性差や学年差があったことが明らかとなったものの、運動器検診においては、個人の検診結果の変化の特徴を報告したものは現状見当たらない。そのため、我々は「健康手帳」を用いて、個人の検診結果を経年的に記録し、継続的な運動器の状態の確認・評価ができるようにしている<sup>41</sup>。

そこで本研究は、「健康手帳」に記載された運動器検診の結果から、個人の検診結果を前向きに1年間追跡し、小・中学生における運動器所見が出現する時期について検討することを目的とした。

## 4-2. 方法

### 4-2-1. 対象

対象は茨城県の公立の小・中一貫校 1 校 (D 校) における 1~8 年生とした。なお、小・中一貫校であることから、7 年生は中学 1 年生のことを意味する。2017 年度に在学していた 1930 名のうち、2018 年度まで継続的な運動器検診の記録のフォローアップができた者は 1239 名であった。最終的に、研究に対する不同意者、不明瞭なデータが含まれる者を欠損として除外した集団を分析対象とした。なお、フォローアップ人数の大幅な減少は、新設校の設立により学区の一部が分離し、児童・生徒の転校が生じたためである。

また、本研究は著者の所属機関の倫理委員会における審議・承認のもと実施され、学校および保護者からの同意を得て分析を行った (医 678-2)。

### 4-2-2. 検診方法

運動器検診を行う前に、保護者への児童に関する問診票を事前配布・回収した。なお、問診票の形式は課題 1 の記入式質問紙からマークシート形式の質問用紙 Tsukuba Childhood Locomotive-Organ Screening Sheet (T-CLOSS) へと変更した (参考資料 3)<sup>68</sup>。加えて、各学校における検診日に整形外科医が直接出向き、全員に対して運動器検診を行った。運動器検診には、合計 11 名の整形外科医が参加し、課題 1 と同様に、2 名以上の整形外科医および、小児整形外科を専門とする代表の同一人の医師が出席した。

検診は課題 1 と同様の項目に「後屈痛」を加えた。後屈痛の定義は、「後屈時に痛みがある場合」とした。同じく、各評価基準に従って、整形外科医が「所見なし」・「所見あり」に分類し、「所見あり」と評価された児童に対しては、二次検診受診の必要性を統一させるため、代表の小児整形外科医がダブルチェックを行い、最終評価とした。なお、対象校の希望に沿

って、本課題のみ、側弯に関する項目 (Rib hump, 肩・肩甲骨の高さの差, 立位時における脊柱側弯) を評価する際に上着を脱がせて確認した。そのため、側弯を評価する場所は、他の検診項目を評価する部屋とは分けて実施し、パーテーションで区画も設けた。

#### 4-2-3. 分析手法

まず、2017 年度における検診結果について、各項目を単純集計し、「所見あり」と評価された児童数を 1～8 年生全体の人数で除し、対象集団全体における所見率を算出した。

さらに、2017 年度全体の所見率の中で上位 3 項目に関して、各個人の 2 年間のデータを対応させ、2017 年度で所見なしの者が 2018 年度で所見ありへと変化した時、その者を「出現群」と定義した。加えて、出現群の人数を進級前に所見なしであった人数で除し、出現率を求めた (式 1)。

$$(式 1) \text{ 出現率} = (\text{出現群} / \text{2017 年度所見なしの児童・生徒の人数}) \times 100$$

各学年の経年的な運動器所見の変化について McNemar 検定を用いて学年別および学年・男女別に検討した。また、男女いずれかで有意差が認められた場合、その時期における出現率の性差を検討するために  $\chi^2$  検定 (Yate's の連続補正) を行った。有意水準は 5%とした。

統計解析には SPSS Statistics (version 25.0) を用いた。

### 4-3. 結果

各学年・性別ごとにおける人数・割合を表 13 に示した。

フォローアップできた児童・生徒 1239 名のうち、有効な検診データを得られたのは 1209 名 (97.6%) であった (図 10)。

表 13. 人数・割合

	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	全体
男子	72 (52.6)	78 (52.7)	85 (55.9)	78 (52.3)	92 (47.9)	67 (50.8)	79 (48.8)	58 (42.3)	609 (50.4)
女子	65 (47.4)	70 (47.3)	67 (44.1)	71 (47.7)	100 (52.1)	65 (49.2)	83 (51.2)	79 (57.7)	600 (49.6)
全体	137 (11.3)	148 (12.2)	152 (12.6)	149 (12.3)	192 (15.9)	132 (10.9)	162 (13.4)	137 (11.3)	1209 (100.0)

人数 (%)

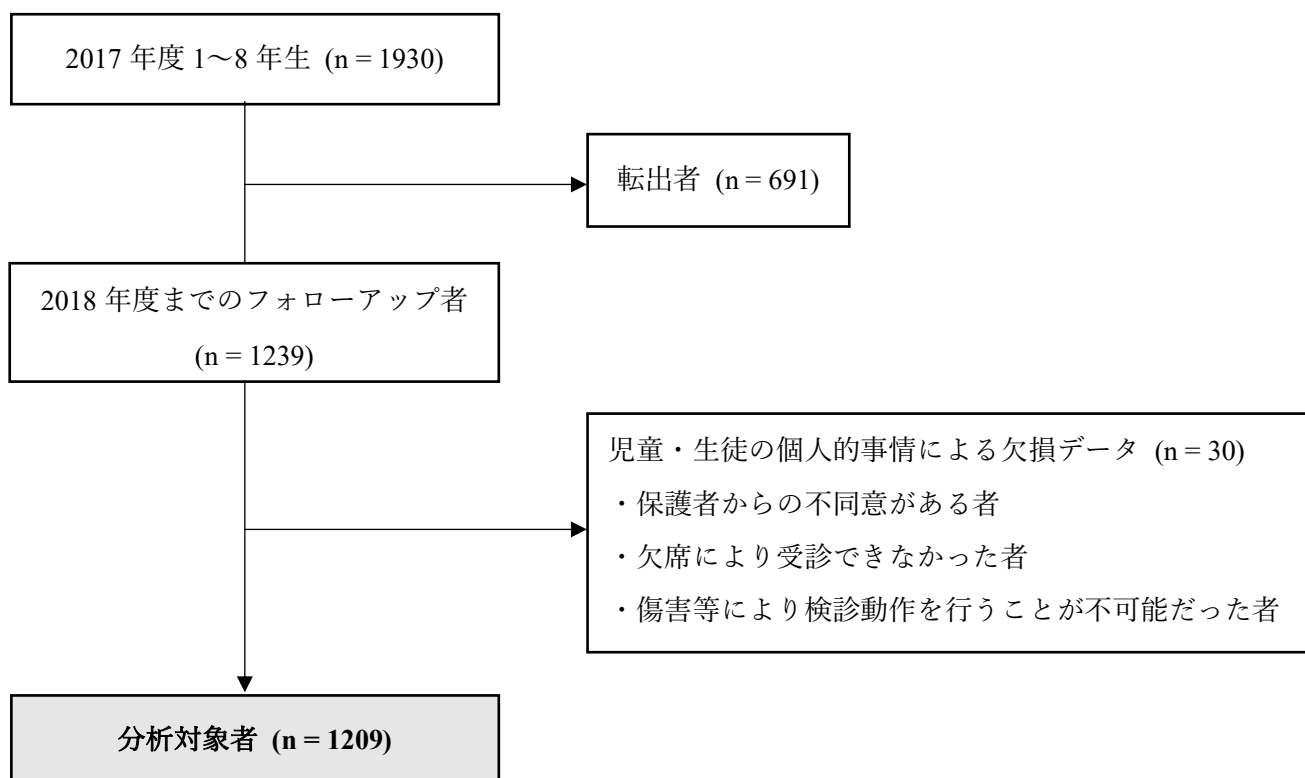


図 10. 対象者の抽出フローチャート

#### 4-3-1. 2017 年度全児童における横断的分析結果

2017 年度における 1～8 年生までの全児童における所見率を表 14 に示した。

特に所見率の高かった項目は、前屈制限、扁平足、側弯に関する項目（肩・肩甲骨の高さ、立位時における側弯, Rib hump）であった。



表 14. 2017 年度における運動器検診の横断的结果

	男子		女子		全体	
歩行異常	6	(1.0)	6	(1.0)	12	(1.0)
O 脚	36	(5.9)	46	(7.7)	82	(6.8)
X 脚	59	(9.7)	53	(8.8)	112	(9.3)
下肢長差	1	(0.2)	1	(0.2)	2	(0.2)
下肢太さ	0	(0.0)	1	(0.2)	1	(0.1)
内反足	2	(0.3)	0	(0.0)	2	(0.2)
扁平足	128	(21.0)	97	(16.2)	225	(18.6)
足趾変形	9	(1.5)	26	(4.3)	35	(2.9)
股関節可動域制限	1	(0.2)	1	(0.2)	2	(0.2)
膝関節可動域制限	3	(0.5)	3	(0.5)	6	(0.5)
足関節可動域制限	46	(7.6)	34	(5.7)	80	(6.6)
肩関節可動域制限	1	(0.2)	0	(0.0)	1	(0.1)
外反肘	4	(0.7)	10	(1.7)	14	(1.2)
内反肘	3	(0.5)	0	(0.0)	3	(0.2)
肘関節可動域制限	5	(0.8)	3	(0.5)	8	(0.7)
手指変形	2	(0.3)	2	(0.3)	4	(0.3)
手指動き	2	(0.3)	3	(0.5)	5	(0.4)
斜頸	12	(2.0)	6	(1.0)	18	(1.5)
肩・肩甲骨の高さの差	48	(7.9)	61	(10.2)	109	(9.0)
立位時における脊柱側弯	32	(5.3)	66	(11.0)	98	(8.1)
Rib hump	75	(12.3)	121	(20.2)	196	(16.2)
前屈制限	170	(27.9)	67	(11.2)	237	(19.6)
後屈痛	18	(3.0)	7	(1.2)	25	(2.1)
骨盤前傾	12	(2.0)	7	(1.2)	19	(1.6)
骨盤後傾	1	(0.2)	0	(0.0)	1	(0.1)
二次検診の必要性	18	(3.0)	40	(6.7)	58	(4.8)

人数 (%)

#### 4-3-2. 2年間にける縦断的分析結果

横断的分析結果から得られた所見率の中の上位3項目について、2年間の縦断的分析を行った。全体・男女における出現率を表15～17に示した。

前屈制限では、全体の4年生から5年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 5年生から6年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。また、男女別にみると、男子 ( $p < 0.01$ ), 女子 ( $p < 0.05$ ) ともに5年生から6年生への進級時に特に出現した。なお、出現率の性差は認められなかった(図11)。

扁平足では、全体の1年生から2年生への進級時 ( $p < 0.01$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。また、男女別にみると、男子の1年生から2年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 6年生から7年生への進級時 ( $p < 0.01$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。女子においては、1年生から2年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 4年生から5年生への進級時 ( $p < 0.01$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.05$ ) で特に出現した。また、6年生から7年生への進級時における出現率のみ性差が認められ、男子が高かった ( $p < 0.05$ ) (図12)。

Rib hump では、全体の1年生から2年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 7年生から8年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で有意な所見の変化が認められた。男女別にみると、女子の6年生から7年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。また、6年生から7年生への進級時における出現率のみ性差が認められ、女子が高かった ( $p < 0.05$ )。なお、男子ではいずれの時期においても有意水準を満たさなかった(図13)。

肩・肩甲骨の高さの差では、全体の4年生から5年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 6年生から7年生への進級時 ( $p < 0.01$ ), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。男女別にみると、女子の4年生から5年生への進級時 ( $p < 0.05$ ), 6年生から7年生への進級時 ( $p <$

0.01), 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で特に出現した。また, 8年生から9年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) における出現率では女子は男子よりも出現率が高かった。なお, 男子ではいずれの時期においても有意水準を満たさなかった (図 14)。

立位時における脊柱側弯では, 全体の6年生から7年生への進級時 ( $p < 0.01$ ) で有意な所見の変化が認められた。男女別にみると, 女子の6年生から7年生への進級時で有意な所見の変化が認められた ( $p < 0.01$ )。なお, 出現率に性差は認められなかった (図 15)。

表 15. 全体における運動器所見の変化

	時期	1-2 年時		2-3 年時		3-4 年時		4-5 年時		5-6 年時		6-7 年時		7-8 年時		8-9 年時	
	2018 2017	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)
前屈制限	所見なし	101	10 (9.0)	117	4 (3.3)	112	12 (9.8)	110	18 (14.1)†	127	25 (16.4)‡	87	16 (15.5)	114	13 (10.3)	103	3 (2.8)
	所見あり	5	21	15	12	9	19	6	15	4	36	8	21	11	24	10	21
扁平足	所見なし	106	18 (14.5)‡	116	12 (9.4)	108	13 (10.9)	101	19 (15.8)	132	18 (12.0)	94	17 (15.3)	114	15 (11.7)	68	33 (32.7)‡
	所見あり	3	10	10	10	13	18	9	20	23	19	7	14	20	13	8	28
Rib hump	所見なし	117	13 (10.0)†	133	6 (4.3)	121	8 (6.3)	117	8 (6.4)	141	18 (11.3)	76	21 (21.6)	102	25 (19.8)†	84	23 (21.5)‡
	所見あり	4	3	8	1	17	6	18	6	16	17	14	21	12	23	6	24
肩・肩甲骨の 高さの差	所見なし	122	11 (8.3)	135	4 (2.9)	136	9 (6.3)	128	16 (11.1)†	154	15 (8.9)	90	29 (24.4)‡	105	15 (12.6)	108	23 (17.6)‡
	所見あり	3	1	9	0	5	2	4	1	12	11	9	4	26	16	3	3
立位時における 脊柱側弯	所見なし	130	5 (3.7)	144	3 (2.0)	127	1 (0.8)	140	4 (2.8)	156	14 (8.2)	112	15 (11.8)‡	127	11 (8.0)	116	6 (4.9)
	所見あり	1	1	1	0	22	2	3	2	10	12	0	5	13	11	6	9

\*:  $p < 0.05$   $\chi^2$  検定 (男子 vs. 女子) †:  $p < 0.05$ , ‡:  $p < 0.01$  McNemar 検定

表 16. 男子児童における運動器所見の変化

	時期	1-2 年時		2-3 年時		3-4 年時		4-5 年時		5-6 年時		6-7 年時		7-8 年時		8-9 年時	
	2018 2017	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)	所見 なし	所見 あり (%)
前屈制限	所見なし	47	6 (11.3)	56	2 (3.4)	53	11 (17.2)	48	14 (22.6)	55	15 (21.4)‡	32	10 (23.8)	46	8 (14.8)	33	3 (8.3)
	所見あり	4	15	11	9	6	15	5	11	3	19	6	19	8	17	7	15
扁平足	所見なし	54	8 (12.9)†	54	10 (15.6)	57	6 (9.5)	51	8 (13.6)	63	8 (11.3)	45	14 (23.7)*‡	50	9 (15.3)	28	16 (36.4)‡
	所見あり	1	9	5	9	11	11	7	12	12	9	2	6	14	6	2	12
Rib hump	所見なし	60	7 (10.4)	68	4 (5.6)	69	5 (6.8)	62	5 (7.5)	70	12 (14.6)	45	6 (11.8)	59	13 (18.1)	42	7 (14.3)
	所見あり	3	2	6	0	10	1	9	2	4	6	9	7	5	2	3	6
肩・肩甲骨の 高さの差	所見なし	63	6 (8.3)	72	3 (4.0)	79	3 (3.7)	69	6 (8.0)	75	7 (8.5)	47	11 (19.0)	62	3 (4.6)	52	3 (5.5)
	所見あり	3	0	3	0	2	1	2	1	6	4	7	2	10	4	1	2
立位時における 脊柱側弯	所見なし	69	2 (2.8)	75	2 (2.6)	73	0 (0.0)	73	2 (2.7)	77	9 (10.5)	62	4 (6.1)	69	4 (5.5)	52	4 (7.1)
	所見あり	0	1	1	0	12	0	2	1	3	3	0	1	4	2	2	0

\*:  $p < 0.05$   $\chi^2$  検定 (男子 vs. 女子) †:  $p < 0.05$ , ‡:  $p < 0.01$  McNemar 検定

表 17. 女子児童における運動器所見の変化

	時期	1-2 年時		2-3 年時		3-4 年時		4-5 年時		5-6 年時		6-7 年時		7-8 年時		8-9 年時	
	2018 2017	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)	所見 なし	所見 あり(%)
前屈制限	所見なし	54	4 (6.9)	61	2 (3.2)	59	1 (1.7)	62	4 (6.1)	72	10 (12.2)†	55	6 (9.8)	68	5 (6.8)	70	0 (0.0)
	所見あり	1	6	4	3	3	4	1	4	1	17	2	2	3	7	3	6
扁平足	所見なし	52	10 (16.1)†	62	2 (3.1)	51	7 (12.1)	50	11 (18.0)†	69	10 (12.7)	49	3 (5.8)	64	6 (8.6)	40	17 (29.8)†
	所見あり	2	1	5	1	2	7	2	8	11	10	5	8	6	7	6	16
Rib hump	所見なし	57	6 (9.5)	65	2 (3.0)	52	3 (5.5)	55	3 (5.2)	71	6 (7.8)	31	15 (32.6)*†	43	12 (21.8)	42	16 (27.6)‡
	所見あり	1	1	2	1	7	5	9	4	12	11	5	14	7	21	3	18
肩・肩甲骨の 高さの差	所見なし	59	5 (7.8)	63	1 (1.6)	57	6 (9.5)	59	10 (14.5)†	79	8 (9.2)	43	18 (29.5)‡	43	12 (21.8)	56	20 (26.3)**‡
	所見あり	0	1	6	0	3	1	2	0	6	7	2	2	16	12	2	1
立位時における 脊柱側弯	所見なし	61	3 (4.7)	69	1 (1.4)	54	1 (1.8)	67	2 (2.9)	79	5 (6.0)	50	11 (18.0)	58	7 (10.8)	64	2 (3.0)
	所見あり	1	0	0	0	10	2	1	1	7	9	0	4	9	9	4	9

\*:  $p < 0.05$   $\chi^2$  検定 (男子 vs. 女子) †:  $p < 0.05$ , ‡:  $p < 0.01$  McNemar 検定

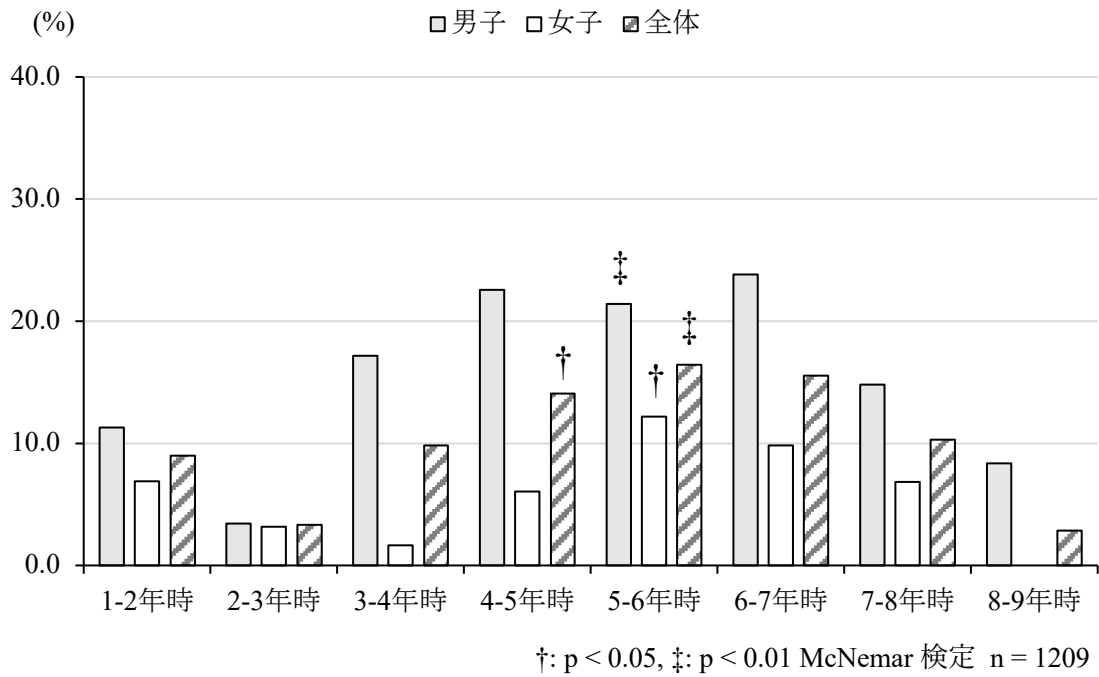


図 11. 前屈制限の出現率

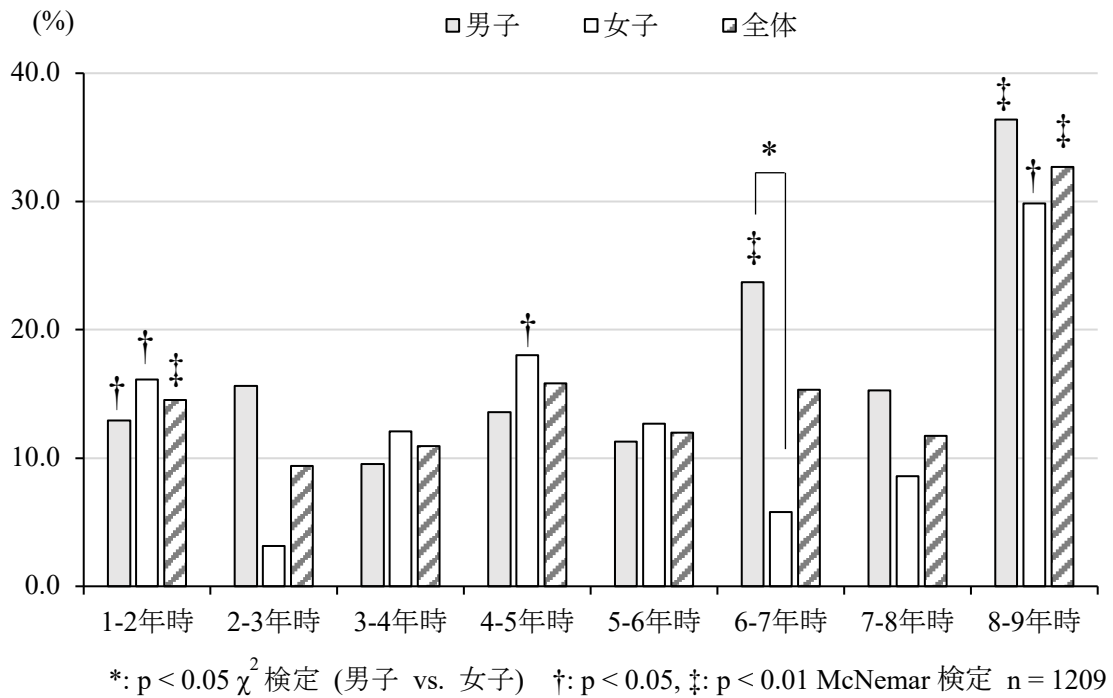


図 12. 扁平足の出現率

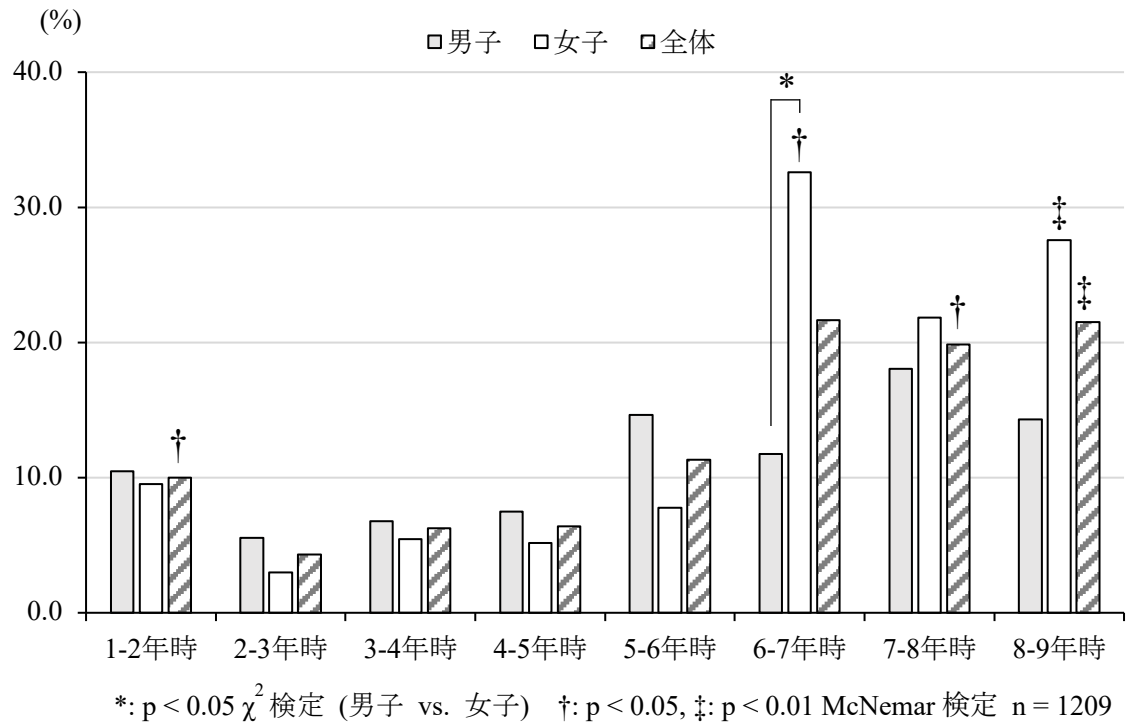


図 13. Rib hump の出現率

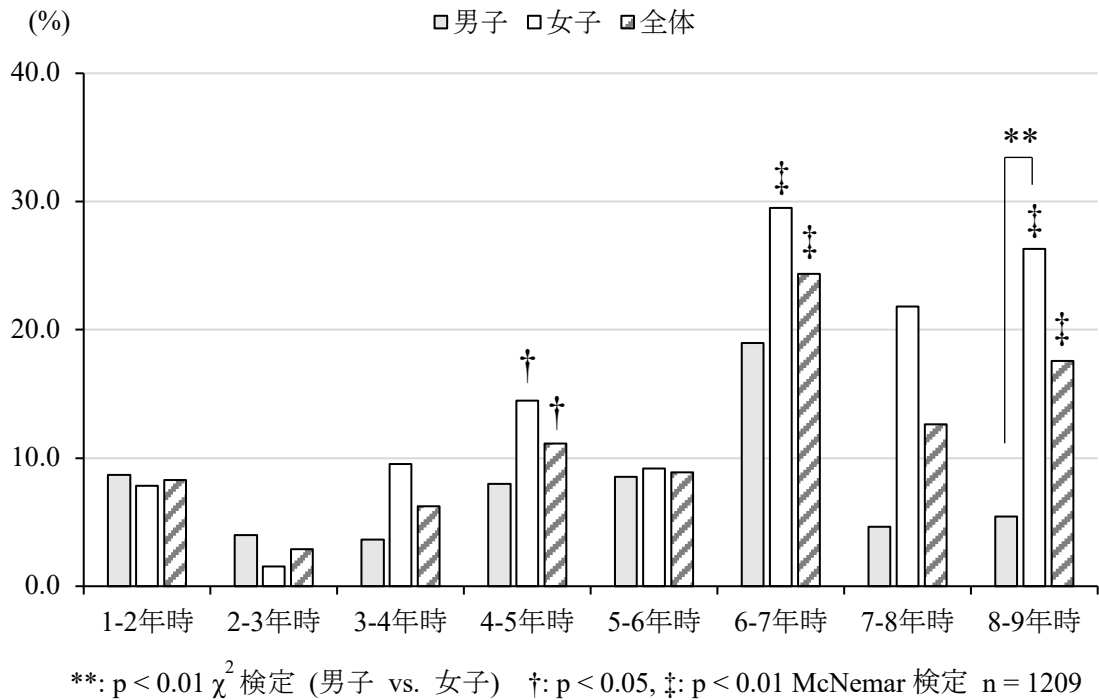


図 14. 肩・肩甲骨の高さの差の出現率



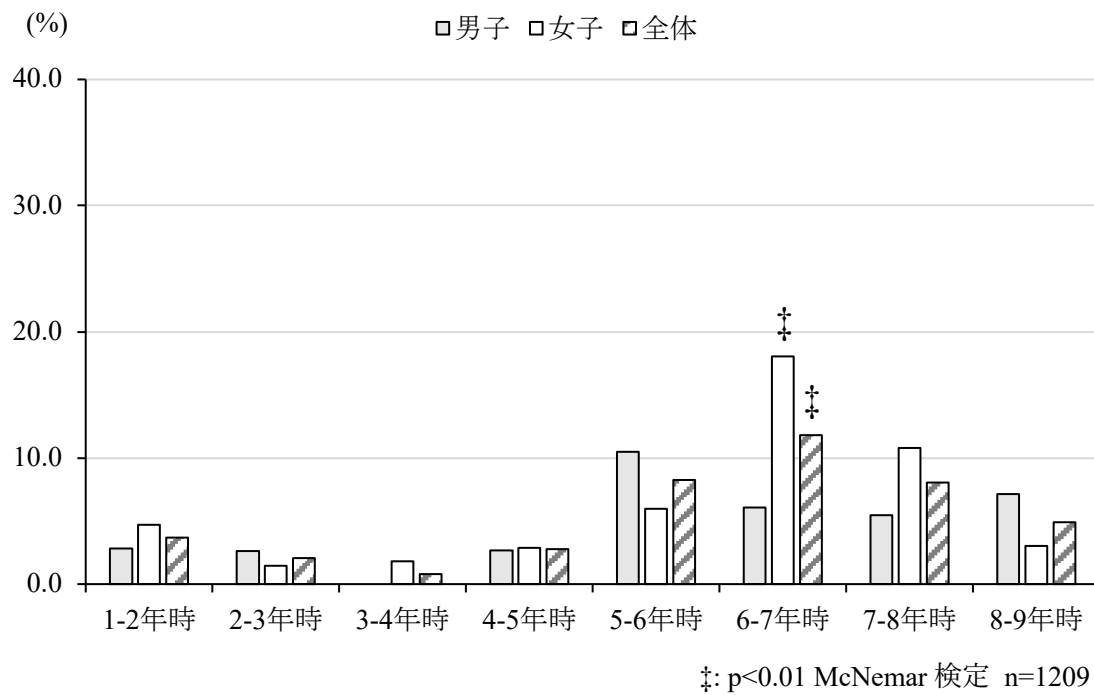


図 15. 立位時における側弯の出現率

#### 4-4. 考察

##### 4-4-1. 前屈制限

本研究における前屈制限の所見の基準は、「立位姿勢から前屈をした際に床に指先がつかない者」を所見ありとした。その結果、前屈制限は、全体の4年生から5年生への進級時、男女共に5年生から6年生への進級時において特に出現した。

立位体前屈での評価は距離法のため、上肢・体幹が長いほど記録値が向上し、下肢長が長いほど記録が減少することが報告されている<sup>48</sup>。このことから、運動器検診における前屈制限の所見にも体格の要因が存在することが考えられる。乳幼児から成人に向かう過程において、思春期スパートの存在がある<sup>51</sup>。日本人における個人の身長縦断的調査では、思春期スパートの期間は男子で9.99歳から13.16歳、女子で8.17歳から11.10歳であったと報告されている<sup>69</sup>。また、日本人の1990年度生まれの身長の年間発育量が最大となった発育年齢は、男子11歳(5-6年生頃)、女子9歳頃(4-5年生頃)であったと述べられている<sup>49</sup>。これらを踏まえると、前屈制限は思春期スパートの期間で特に出現している可能性がある。また、前述のように、立位体前屈が下肢長や上肢・体幹の長さに影響すると述べられている。四肢の発育には順序があり、下肢長の最大発育スパート年齢は、身長、座高よりも早く見られることが報告されている<sup>69</sup>。実際に、小学生から中学生の時期における下肢長と座高の比を見た座高下肢長指数で検討した研究では、小・中学生の時期においては、男女共に下肢長が座高よりも優位に成長すると報告されている<sup>70</sup>。このことから、前屈制限の出現時期においては、児童・生徒の個々の発育のタイミングやプロポーションの確認も必要であると考えられる。

なお、思春期スパートの年齢は個人差があると報告されているため<sup>51</sup>、今後は身長縦断的データから得られる成長速度曲線などを用いて個人の発育状況の確認を行い、個人の所

見の出現との関係を検討する必要がある。また、日々の運動習慣や運動能力など体格以外の影響についても、それらの変化を踏まえた上で今後所見の評価を行っていくことが重要である。

#### 4-4-2. 扁平足

本研究における扁平足の所見の基準は、「後面立位姿勢から足部を確認し、脛骨軸に対して第4趾まで完全に見える者、明らかなアーチの消失がある者」とした。その結果、男子は1年生から2年生への進級時、6年生から7年生への進級時、8年生から9年生への進級時で特に出現した。女子においては、1年生から2年生への進級時、4年生から5年生への進級時、8年生から9年生への進級時で特に出現した。また6年生から7年生への進級時においては、男子の出現率が高かった。

課題1でも述べたように、一般的には、人の足部は誕生時の平らな状態から加齢とともにアーチが形成されていくものと認識されている<sup>57,58</sup>。足部形態に関する縦断的研究は諸外国では散見されているが<sup>58,71</sup>、日本の小・中学生を対象に足部形態を縦断的に調査した研究は少なく、横断的な研究報告に限られる<sup>61,63,72</sup>。横断データで見れば、アーチ高率は男子で11歳頃、女子で10歳頃からアーチ形成が見られる<sup>63</sup>ことやFootprintでの評価における扁平足の割合も年齢と共に改善してくることがわかっている<sup>61</sup>。諸外国における縦断的研究では、スペイン人の5～11歳の足部をFoot posture index (FPI-6)によって3年間評価・追跡した報告がある。その調査では、ベースラインで通常の足部と評価された者のうち、3年後に扁平足と見なされた者は全体で5.7%であったものの、年齢が増加すると、扁平足の有病率は低下していたと報告している<sup>71</sup>。これらを踏まえると、本研究においては、低学年から中学生まで時期に偏りなく扁平足が出現したことから、先行研究で述べられているアーチの形成される過程とは異なる特徴を示したと考えられる。

加えて、本研究においては、他の先行研究で用いられている量的な指標ではなく、整形外科医の診察によって基準を設定し、扁平足の所見の有無を確認した。足部の内側縦アーチ評価に用いられている指標は様々あり、小児の足部形態を評価する最も適した方法についてコンセンサスが十分に得られておらず、臨床現場におけるゴールドスタンダードとなる指標については現在も議論が続いている<sup>58,73</sup>。なお、測定方法の妥当性と信頼性を検討しているものは、Footprintの指標におけるChippaux-Smirak index<sup>74-76</sup>、Staheli arch index<sup>75,76</sup>、および視診と触診によって評価するFPI-6<sup>77</sup>の3つしかなく、その妥当性や信頼性自体も十分ではない<sup>52</sup>。また、小児期における扁平足については、関節や軟部組織が柔軟なことによって見られるFlexibleな扁平足や関節の拘縮を伴うRigidな扁平足があると述べられている。そのため、臨床的には発育期における扁平足の所見が見られた場合、足部の柔軟性、疼痛、年齢などを考慮して評価していくことを提案する報告も存在する<sup>73,78,79</sup>。

これらを踏まえると、いずれの時期においても、扁平足の出現群は本来の発育過程とは異なる足部アーチの変化が生じている可能性があるものの、運動器検診における扁平足の変容を裏付けるためには、より長期の検診結果の追跡や詳細な足部の評価を行っていく必要がある。

#### 4-4-3. 側弯に関する項目

本研究においては側弯に関する項目を3つ設定した。Rib humpは「立位姿勢から前屈した際に脊柱の凸側の背部の肋骨が後方にふくらんでいる場合」、肩・肩甲骨の高さの差は「立位姿勢において肩・肩甲骨の高さに差がある場合」、立位時における脊柱側弯は「まっすぐな立位姿勢を取った時、触診して脊柱にゆがみがある場合」をそれぞれ所見ありとした。その結果、肩・肩甲骨の高さの差はまず4年生から5年生への進級時に多くなり、6年生から7年生、8年生から9年生の進級時でも特に多くなっていた。さらに6年生から7年生への進

級時では立位姿勢における側弯の所見も特に出現した。また, Rib hump の出現した時期は全体の7年生から8年生, 8年生から9年生への進級時, 女子の6年生から7年生, 8年生から9年生への進級時であった。なお, 本研究では検診として実施できる方法を用いて, 所見の有無を確認しており, 脊柱側弯症の疑いがある者をスクリーニングすることが目的である。よって, 本研究の側弯に関する項目の全ての所見が必ずしも診断結果と一致するとは限らない。

The international Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) のガイドラインによれば, 脊柱側弯症は機能性側弯と構築性側弯に区分される<sup>80,81</sup>。機能性側弯とは一時的な側弯状態のことであり, その原因を取り除くことで側弯は消失するものとされている。一方, 構築性側弯は真の側弯症であると区別されており, 特発性側弯症, 先天性側弯症, 神経原性側弯症, 筋原性側弯症, 間葉系疾患による側弯症およびその他の原因による側弯症に分類される。中でも, 特発性側弯症は診断から発育の終わりまでの期間が長いほど, より重度で複雑な骨の変形につながるリスクがあり, 運動器全般に限らず呼吸・循環器系の機能を低下させる可能性がある<sup>82</sup>。そのため, その名称が異なり, 0~2歳では乳幼児期側弯症, 3~9歳では学童期側弯症, 10~17歳では思春期側弯症, 18歳以降では成人側弯症と呼ぶことを推奨されている<sup>83,84</sup>。特に, 特発性側弯症はおおよそ幼少期から青年期の期間において生じやすいと言われており, 一般的には生後6ヶ月~24ヶ月の間, 5歳~8歳の間, 身長が最も伸びる時期である思春期スパートの11歳~14歳の時期で生じやすいと報告されている<sup>80,81</sup>。例えば, 東京都における11~14歳(小学5年生~中学2年生)を対象としたモアレ法によるスクリーニング後のレントゲン検査では, 年代が上がるとコブ角10度以上の者が多かったと報告している<sup>85</sup>。このことから, 運動器検診においても, 肩・肩甲骨の高さの差のような軽微な身体の変化が4年生頃から生じ, Rib hump の所

見が確認できるほどの変化は、中学生頃の時期に顕著に増加すると考えられる。本研究においては、所見の出現の有無を確認しているため、所見の全てが必ずしも「脊柱側弯症」に繋がるとは言えない。しかし、10～15歳では、側弯の程度が軽度であっても、10～25%は症状の進行が見られると報告されている<sup>86</sup>。これより、発育期の児童・生徒を対象とした運動器検診では、いずれの時期で所見が出現しても進行する可能性があり、個々の所見の変化に注意する必要がある。

さらに本研究では、いずれの側弯に関する項目においても、女子で特に出現したと認められ、出現率も女子が高い値を示した。なお、脊柱側弯症であった者の男女比は、11:1で女子は男子よりも脊柱側弯症を発症しやすいことを報告しており、他の日本人を対象とした報告<sup>87</sup>や諸外国の研究<sup>88,89</sup>を踏まえても同様であった。これらの先行研究を支持するように、運動器検診においても、特に女子での側弯に関する項目の所見の出現に注意して実施する必要がある。

以上より、検診時において側弯に関する所見を確認する場合、各学年および性別で出現しやすい所見の特徴を理解した上で個人の所見の変化を確認することにより、脊柱側弯症に対する早期対応に結びつく可能性がある。

#### 4-6. 結論

本研究は、小・中学生における個々の2年間の運動器検診結果を用いて、運動器所見の出現しやすい時期について縦断的な分析を行った。結果は以下の通りである。

1. 前屈制限は全体の4年から5年生への進級時と、男女の5年生から6年生への進級時で特に出現した。
2. 扁平足では、男子は1年から2年、6年から7年、8年から9年生への進級時、女子は1年から2年、4年から5年、8年から9年生への進級時で特に出現した。
3. 側弯に関する項目では、特に女子で出現しやすく、肩・肩甲骨の高さの差は4年から5年生への進級時で増加し、中学生になる頃から Rib hump が多く出現した。

## 第5章 小学生の運動器検診における前屈制限の6年間の縦断的结果と個々の発育の特徴

### 5-1. 緒言

課題 1, 2 より, 運動器検診において, 学年や性別によって多くみられる所見や所見の出現しやすい時期が明らかとなった. 特に前屈制限については, 所見率は項目別において最も高い値を示した. 前屈制限の評価方法は, 立位体前屈の評価のため, 個人の体格が影響していることや<sup>48</sup>, 発育の著しい思春期スパートの時期など関係する可能性がある. これらを踏まえると, 前屈制限においては, 個々の発育状況からの検討も必要であると考えられる.

発育状況を知るためには生物学的成熟度を評価することが求められる. その方法として, 性成熟, 骨成熟, 身体成熟の3つの指標がある<sup>51</sup>. 性成熟や骨成熟については, 個人のプライバシーや放射線暴露という侵襲的な問題を考慮すると, 現実的に学校での実施は困難である. 一方, 身体成熟については, 個人の身長縦断的な記録から成長曲線を推定し, 成熟度を確認する. 加えて, 身長の測定は学校における健康診断にすでに組み込まれており, 身体成熟は非侵襲的かつ容易に多くの対象を扱える点で有効であることが考えられる.

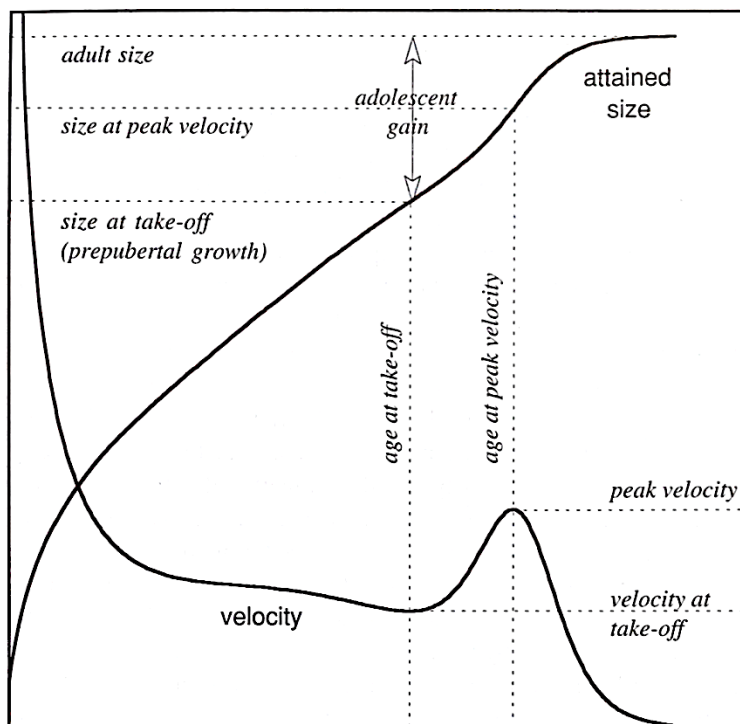
成長曲線はその現量値を描いた現量値曲線と, 発育の速度を描いた速度曲線の2つがあり, 成長速度曲線を推定することにより, 個々の思春期スパートの時期を把握することができる(図16)<sup>51,67</sup>. 成長速度曲線の推定には, これまで様々なモデル式が開発されている<sup>67,90,91</sup>. なお, モデル式から得られた値と実際の観測値と比較して当てはまりが悪い集団もあり, モデルによっては応用に限界がある場合もある<sup>92</sup>. 日本人を対象とした研究においては, The mathematical structural growth model of Bock, Toit and Thissen (BTTモデル)<sup>93</sup>を用い, 小学校6年間の身長の観測値から成長曲線を推定した報告がある. この報告では, 成熟度を最も高い精度で測定できる骨成熟(TW2法)も検討し, 実際の身長の観測値との関係を検討している. その結果, 観測値と骨成熟およびBTTモデルにおける推定値はそれぞれ高い相関



関係 (0.8 程度) を示したと報告している<sup>94</sup>。これらを踏まえると、小学校における 6 年間の身長データから BTT モデルを用いて成熟度を確認することは有効であると考えられる。

これまで、個々の発育状況と運動器検診結果を関連づけて分析した報告は見当たらない。また、発育には個人差が見られることはこれまでも述べられており<sup>51</sup>、これらの個人の発育状況の違いが運動器検診の結果に与える影響については明らかではない。

そこで、本研究では運動器検診における前屈制限に着目し、小学生の個人の 6 年間の検診結果を追跡し、個々の発育状況から特徴を捉えることを目的とした。



(文献 67 より引用)

図 16. 成長曲線の例

## 5-2. 方法

### 5-2-1. 対象

対象は茨城県の小学校 1 校 (E 校) の 2014 年度入学の 1 年生 45 名とし、運動器検診の結果を 6 年間追跡した。在学中に転出した者、各年度の記録において不明瞭な欠損データが含まれる者、児童の個人的な事情により記録できなかったデータが含まれる者は除外した。

なお、本研究は著者の所属機関の倫理委員会における審議・承認のもと実施され、学校および保護者からの同意を得て分析を行った (医 678-2)。

### 5-2-2. 運動器検診

課題 1,2 と同様の方法を用いて事前に問診票を配布後、運動器検診を対象者全員に実施した。さらに、児童の健康手帳を確認し、前屈制限の結果について 6 年間追跡した。各年度における検診日は表 18 に示す通りであり、いずれの年も 4 月中に実施された。

表 18. 各年度における検診日

2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度
4 月 16 日	4 月 21 日	4 月 12 日	4 月 25 日	4 月 24 日	4 月 16 日

### 5-2-3. 身体測定

身体測定では身長、体重、座高を測定し、運動器検診の実施日と同時に行われた。また、2016年度の座高のみ、対象校の都合で測定ができなかったため、Newton's divided difference formulaによる欠損値の補間を行った<sup>95</sup>。さらに、プロポーシヨンの指標として、身長と体重からローレル指数とBMI、身長と座高から計算上の下肢長と座高下肢長指数(LUR)<sup>70</sup>を年度ごとに算出した(式1~4)。

$$(式1) \quad \text{ローレル指数} = (\text{体重 kg}) / (\text{身長 cm})^3 \times 10^7$$

$$(式2) \quad \text{BMI} = (\text{体重 kg}) / (\text{身長 cm})^2 \times 10^4$$

$$(式3) \quad \text{計算上の下肢長} = (\text{身長}) - (\text{座高})$$

$$(式4) \quad \text{座高下肢長指数 (LUR)} = (\text{計算上の下肢長} / \text{座高}) \times 100$$

### 5-2-4. 検診時点における年齢の計算

各個人の検診時点における年齢について、各年度の検診日から個人の誕生日の日付を差し引き、閏年を考慮して365.25で除して算出した(式5)。

$$(式5) \quad \text{検診時点の年齢} = (\text{検診日} - \text{誕生日}) / 365.25$$

### 5-2-5. 成長速度曲線

個々の6年間の身長データをBTTモデルに投入し、成長速度曲線を作成した<sup>94</sup>。得られた曲線から age at take-off, velocity at take-off, age at peak velocity, peak velocity, take-off 時と peak 時における身長、予測成人身長を確認した。さらに, age at peak velocity から age at take-off を差し引き, 思春期スパートの期間の長さ (duration) を確認した<sup>67</sup>。加えて, 予測成人身長に対する割合である身長成熟度<sup>51,96</sup>を算出した (式6)。曲線の推定には, AUXAL (Ver. 3.0, SSI社) を用いた。いずれの値も, 平均値, 中央値, 標準偏差, 最小値, 最大値, 25%および 75%パーセンタイルを示した。

$$(式6) \text{ 身長成熟度} = (\text{各年度における身長} / \text{予測成人身長}) \times 100$$

#### 5-2-6. 分析手法

まず、1 年時における検診結果をベースラインとし、男女別に所見のなかった群とあった群に分類した。その後、所見のなかった群において個人の 6 年間の検診結果を追跡し、6 年間一度も前屈制限が出現しなかった者を「未出現群」とし、6 年間で一度でも前屈制限が出現した者を「出現群」と定義した。さらに、出現群においては、前屈制限が初めて出現した年度における年齢を出現年齢として個々で確認し、take-off と peak velocity の age とともにどのタイミングで出現しているかを確認した。

成長速度曲線から得られる take-off と peak velocity の age と velocity の性差の比較には Mann-Whitney の U 検定を用いた。効果量として、r 係数を算出し、0.10 以上を効果量が小さい、0.30 以上を中程度、0.50 以上を効果量が大きいとした<sup>42</sup>。さらに、age と velocity の関係について性別ごとに Spearman の順位相関係数を用いた。

有意水準は 5%とした。

統計解析には SPSS Statistics (version 25.0) を用いた。

### 5-3. 結果

#### 5-3-1. 基本情報

2014年度の1年生45名のうち、6年間フォローアップできた者は39名(86.6%)であった。

男女比は男子25名(64.1%)、女子14名(35.9%)であった(図17)。

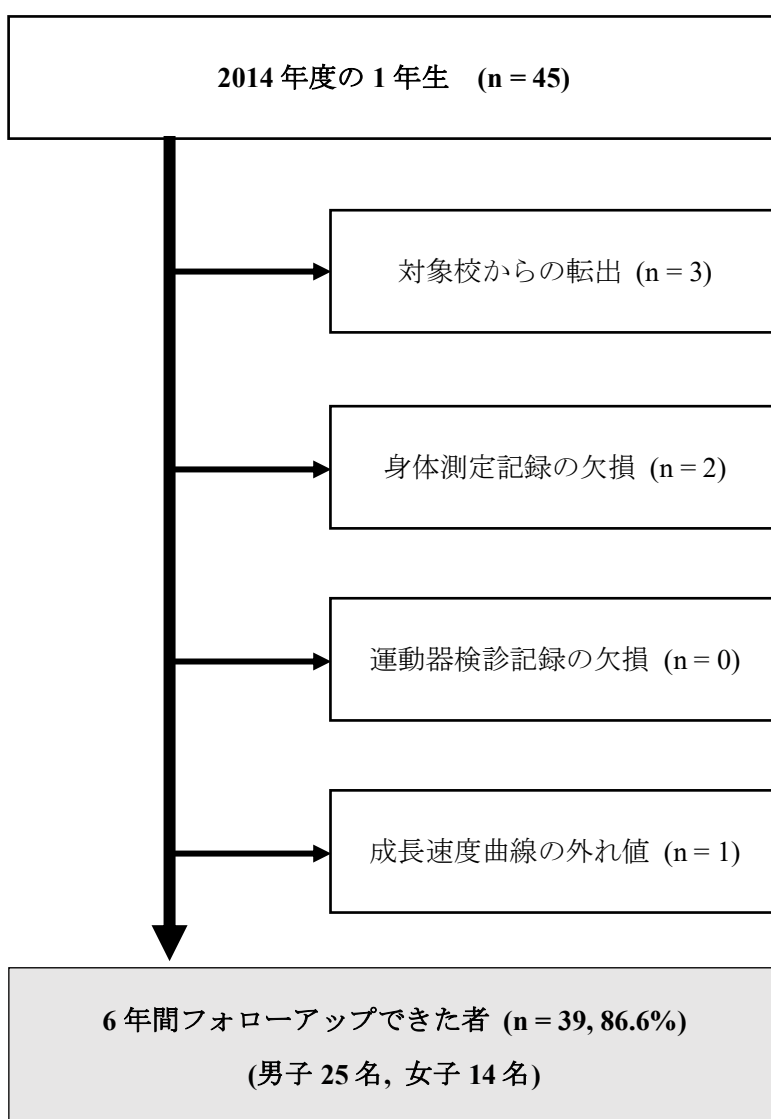


図 17. 対象者の抽出フローチャート

### 5-3-2. 発育データ

各年度における男女の身長、体重、座高、下肢長、LUR、ローレル指数を表 19～26 に示した。さらに、成長速度曲線から得られた思春期スパートに関する指標について、男女別に表 27～28 に示した。Age at take-off では、女子は男子よりも早く出現していた ( $p < 0.00$ ,  $r = 0.78$ )。Age at peak velocity では、女子は男子よりも早く出現していた ( $p < 0.00$ ,  $r = 0.79$ )。Velocity at take-off では、男女で差が認められなかった ( $p = 0.10$ ,  $r = 0.26$ )。Peak velocity では、男子は女子よりも高い値を示した ( $p < 0.01$ ,  $r = 0.39$ )。

また、take-off と peak における age と velocity との関係を表 29～30 に示した。なお、散布図については図 18～19 に示した。

男子においては、全ての指標同士での有意な関係が見られ、age at take-off と velocity at take-off ( $p < 0.01$ ,  $r_s = -0.954$ ) には非常に高い負の相関関係を示した。Age at peak velocity と peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = -0.659$ ) には中程度の負の相関関係を示した。また、age at take-off と age at peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = 0.964$ ) には非常に強い正の相関関係を示した。また、velocity at take-off と peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = 0.644$ ) には中程度の正の相関関係を示した。

女子においては、全ての指標同士での有意な関係が見られ、age at take-off と velocity at take-off ( $p < 0.01$ ,  $r_s = -0.969$ ) および age at peak velocity と peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = -0.906$ ) には非常に高い負の相関関係を示した。また、age at take-off と age at peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = 0.968$ ) および velocity at take-off と peak velocity ( $p < 0.01$ ,  $r_s = 0.912$ ) には非常に高い正の相関関係を示した。

表 19. 年齢の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	6.5 (0.3)	6.6 (0.4)	6.1	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	6.8	6.9	7.0	7.0
2年時	7.5 (0.3)	7.6 (0.4)	7.1	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.0
3年時	8.5 (0.3)	8.6 (0.4)	8.1	8.0	8.2	8.2	8.4	8.6	8.8	8.9	8.9	9.0
4年時	9.5 (0.3)	9.6 (0.4)	9.1	9.1	9.3	9.3	9.5	9.6	9.8	10.0	10.0	10.0
5年時	10.5 (0.3)	10.6 (0.4)	10.1	10.1	10.2	10.3	10.5	10.6	10.8	11.0	11.0	11.0
6年時	11.5 (0.3)	11.6 (0.4)	11.1	11.0	11.2	11.2	11.4	11.6	11.8	11.9	12.0	12.0

表 20. 身長における現量値の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	117.8 (3.9)	116.5 (3.7)	109.6	110.3	114.7	113.8	117.8	116.4	120.5	118.6	125.7	124.2
2年時	124.0 (4.2)	122.3 (4.6)	114.4	115.7	120.9	118.1	123.8	122.1	127.4	125.2	131.3	132.8
3年時	129.4 (4.2)	128.3 (5.2)	120.1	120.7	126.9	124.1	129.2	128.4	132.4	131.2	137.5	140.1
4年時	134.7 (4.6)	134.8 (6.4)	125.0	126.0	131.0	129.5	134.8	134.7	138.0	139.0	143.6	149.5
5年時	139.9 (5.1)	141.7 (7.8)	129.7	129.6	135.9	136.0	140.0	144.3	143.4	145.8	150.4	156.9
6年時	145.6 (6.2)	147.3 (7.3)	133.9	134.0	140.4	142.8	145.5	149.9	150.0	151.8	157.6	158.1



表 21. 体重における現量値の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	22.8 (3.5)	22.6 (3.3)	18.6	18.4	19.9	20.5	22.4	22.3	24.8	23.5	30.2	30.8
2年時	25.1 (4.2)	25.8 (5.0)	20.0	20.0	21.6	22.0	23.6	24.3	27.7	30.4	35.7	35.4
3年時	28.4 (5.4)	29.8 (6.2)	21.8	21.8	23.9	24.5	26.7	28.2	31.7	33.3	41.8	41.9
4年時	31.6 (6.3)	33.8 (8.1)	24.2	24.1	26.8	27.5	29.5	32.5	35.6	36.5	48.0	51.5
5年時	36.1 (8.2)	39.0 (9.6)	26.0	26.0	29.6	33.0	34.0	37.3	40.9	42.7	58.2	59.7
6年時	40.3 (8.6)	44.8 (9.2)	27.9	28.3	34.2	38.9	38.5	43.8	44.8	48.9	62.2	63.1

表 22. 座高における現量値の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	65.8 (2.7)	64.5 (2.1)	60.4	60.3	64.0	63.1	65.7	64.4	68.1	65.7	70.4	68.5
2年時	68.1 (2.4)	67.3 (2.2)	63.5	64.5	66.4	65.4	67.9	67.1	70.4	68.4	73.2	71.5
3年時	71.7 (2.6)	71.5 (3.1)	67.2	66.9	69.9	69.2	71.2	71.4	73.7	72.7	78.2	77.6
4年時	73.5 (2.7)	73.3 (3.6)	68.4	68.1	72.2	70.9	73.1	72.8	75.5	74.8	80.0	81.0
5年時	75.3 (3.0)	76.4 (4.2)	69.3	70.6	73.7	73.4	74.8	75.8	77.9	78.5	82.8	85.0
6年時	77.4 (3.7)	79.1 (4.0)	70.3	72.4	74.8	75.8	77.5	79.2	79.4	81.2	85.6	86.0

表 23. 下肢長の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	52.0 (2.1)	52.0 (2.0)	47.6	48.8	50.3	50.3	52.1	51.5	53.7	53.4	55.9	56.4
2年時	55.8 (2.4)	55.0 (3.1)	50.9	48.6	54.3	52.8	55.7	55.5	57.9	56.4	59.8	61.3
3年時	57.7 (2.5)	56.9 (3.4)	52.9	48.8	55.5	54.5	57.7	57.7	59.5	58.7	61.6	62.5
4年時	61.2 (2.7)	61.4 (3.4)	56.6	56.2	58.7	58.8	61.4	61.3	63.6	63.6	65.0	68.5
5年時	64.6 (2.7)	65.3 (4.3)	60.2	57.3	61.8	62.2	65.3	65.6	67.0	69.1	69.0	71.9
6年時	68.2 (3.1)	68.2 (4.2)	62.8	61.0	65.6	64.3	68.8	69.3	70.6	71.5	73.6	73.1

表 24. 座高下肢長指数 (LUR) の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	79.1 (3.8)	80.6 (2.7)	72.5	75.9	75.8	77.9	79.6	81.1	82.0	83.0	86.1	83.8
2年時	82.0 (3.1)	81.7 (3.9)	74.8	72.4	79.8	79.5	81.7	82.3	83.8	84.7	88.1	86.5
3年時	80.4 (3.6)	79.7 (4.9)	73.6	67.8	76.9	78.7	80.9	81.0	82.6	82.9	86.7	85.8
4年時	83.3 (3.6)	83.8 (3.6)	78.1	74.8	80.1	82.7	83.1	84.3	85.6	85.7	89.7	88.4
5年時	85.9 (3.1)	85.5 (4.1)	80.7	76.8	83.0	83.9	85.7	85.3	88.1	88.0	92.4	92.0
6年時	88.2 (3.2)	86.2 (4.4)	82.6	75.8	86.2	83.8	87.9	86.0	90.3	88.7	93.8	93.2

表 25. ローレル指数の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	138.8 (13.7)	142.9 (17.8)	117.5	122.7	130.1	127.5	137.9	141.0	150.2	149.3	167.5	180.0
2年時	130.9 (12.8)	141.0 (23.8)	110.9	117.4	124.3	121.0	128.7	138.1	140.7	148.3	162.1	200.8
3年時	130.0 (16.5)	140.4 (24.3)	102.8	114.2	118.7	119.8	125.8	139.6	141.6	147.4	164.4	197.9
4年時	128.6 (17.1)	137.4 (26.7)	104.0	111.1	117.0	117.0	124.3	129.8	137.4	148.2	163.7	197.2
5年時	130.4 (20.1)	136.7 (28.7)	105.7	102.3	117.4	113.1	124.4	132.2	140.8	149.7	172.4	205.3
6年時	129.4 (19.1)	139.9 (24.8)	102.5	108.2	115.7	118.2	125.6	137.2	137.6	151.6	175.2	196.7

表 26. BMI の推移

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
1年時	16.4 (1.8)	16.6 (2.0)	13.8	14.2	15.2	15.0	16.0	16.4	17.3	17.9	20.4	21.5
2年時	16.2 (1.9)	17.2 (2.9)	13.7	14.3	14.9	14.8	15.8	16.5	16.9	19.1	21.1	23.2
3年時	16.8 (2.4)	18.0 (3.1)	13.4	14.5	15.0	15.0	16.1	17.9	18.3	19.7	22.1	23.9
4年時	17.3 (2.6)	18.5 (3.6)	14.1	14.6	15.4	15.2	16.4	17.9	18.7	20.4	23.3	26.3
5年時	18.3 (3.2)	19.3 (3.9)	14.8	14.1	15.8	16.0	17.2	19.1	20.5	21.8	25.7	26.8
6年時	18.9 (3.0)	20.6 (3.5)	14.9	15.8	16.8	17.8	17.9	20.2	20.4	22.8	26.2	27.0

表 27. 思春期スパートに関する指標

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
Age at take-off	10.2 (0.6)	7.9 (1.1)	8.4	6.2	10.0	7.0	10.4	7.8	10.6	8.9	10.9	9.6
Age at peak velocity	13.3 (0.6)	10.8 (1.0)	11.9	9.3	12.9	10.1	13.5	10.6	13.8	11.8	14.3	12.7
Duration	3.1 (0.2)	3.0 (0.2)	(2.6)	2.7	3.0	2.8	3.1	3.0	3.3	3.1	3.5	3.5
Velocity at take-off	5.1 (0.6)	5.4 (0.7)	3.8	3.8	4.6	4.9	5.1	5.6	5.6	5.9	6.3	6.6
Peak velocity	8.8 (0.6)	8.0 (0.9)	7.7	6.5	8.5	7.2	8.7	8.1	8.9	8.7	10.4	9.6
Take-off 時の身長	138.2 (4.2)	123.3 (4.3)	130.8	115.5	135.3	119.7	138.1	124.7	142.0	126.7	146.7	130.5
Peak velocity 時の身長	158.7 (3.0)	142.5 (2.3)	152.8	138.5	157.1	141.7	158.5	142.4	160.8	143.6	164.3	147.4

表 28. 予測成人身長と各年度における予測身長成熟度

	平均値 (±SD)		最小値		25%tile		中央値		75%tile		最大値	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
予測成人身長	175.8 (3.2)	158.9 (2.7)	169.9	155.0	174.1	156.3	175.9	158.9	178.0	161.0	181.4	163.1
1年時	67.0 (1.4)	73.3 (1.7)	64.4	70.5	65.9	71.9	66.5	73.3	68.2	74.7	70.1	76.2
2年時	70.5 (1.5)	76.9 (2.3)	67.2	73.6	69.3	74.8	70.7	77.0	71.9	78.8	73.2	81.4
3年時	73.6 (1.4)	80.7 (2.6)	70.6	77.2	72.5	78.3	73.9	80.4	74.8	82.9	76.3	85.9
4年時	76.6 (1.5)	84.8 (3.4)	73.5	81.0	75.4	81.2	76.9	84.2	77.6	87.8	79.7	91.7
5年時	79.6 (1.7)	89.1 (4.2)	76.2	82.9	78.3	85.2	79.4	89.4	80.5	93.1	83.5	96.2
6年時	82.8 (2.2)	92.6 (3.7)	78.7	86.4	80.9	90.3	82.9	93.7	84.2	95.9	88.1	97.0

表 29. 男子の Take-off と Peak における Age と Velocity との関係

	Age at take-off	Velocity at take-off	Age at peak velocity	Peak velocity
Age at take-off		-.954**	.964**	-.803**
Velocity at take-off			-.988**	.644**
Age at peak velocity				-.659**
Peak velocity				

(r<sub>s</sub>)  
\*\*: p < 0.01

表 30. 女子の Take-off と Peak における Age と Velocity との関係

	Age at take-off	Velocity at take-off	Age at peak velocity	Peak velocity
Age at take-off		-.969**	.968**	-.965**
Velocity at take-off			-.999**	.912**
Age at peak velocity				-.906**
Peak velocity				

(r<sub>s</sub>)  
\*\*: p < 0.01

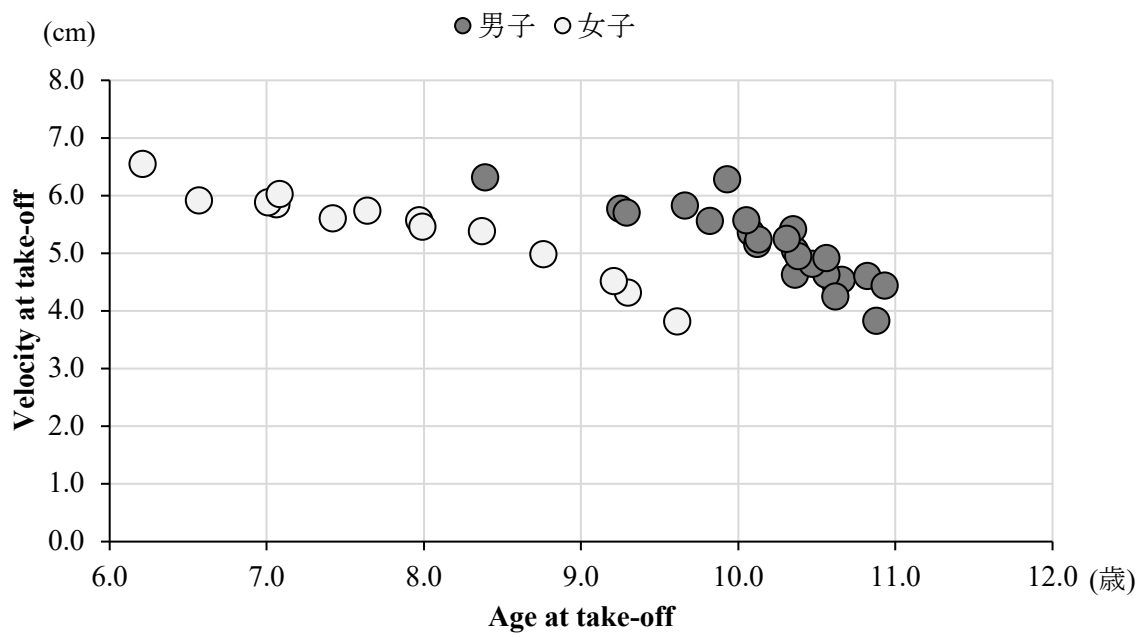


図 18. Age at take-off と Velocity at take-off の散布図

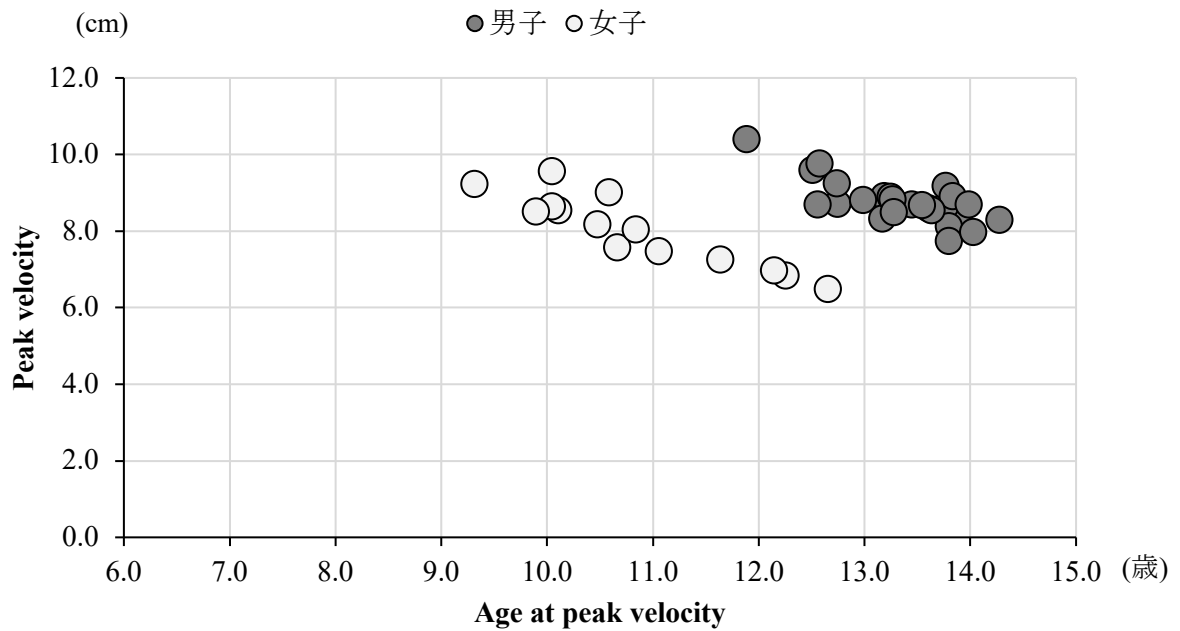


図 19. Age at peak velocity と Peak velocity の散布図

### 5-3-3. 未出現群と出現群における発育の特徴

分析対象者のうち、1年時に前屈制限を有していない者は、男子25名中19名(76.0%)、女子14名中12名(85.7%)であった。この集団の6年間の検診記録を追跡した結果、前屈制限における出現群は男子で9名(47.4%)、女子で3名(25.0%)であった。

また、未出現群と出現群の発育の特徴を表31～34に示した。なお、女子の出現群については、3名しかいなかったため、個々の値のみ示した。

表 31. 男子の未出現群における発育の特徴

ID	Age at take-off	Age at peak	Duration	Velocity at take-off	Peak velocity	Take-off 時の身長	Peak velocity 時の身長	予測成人身長
<b>B01</b>	9.3	12.6	3.3	5.7	9.8	132.8	156.6	175.8
<b>B02</b>	9.9	12.6	2.6	6.3	8.7	143.0	162.1	180.2
<b>B03</b>	10.1	13.2	3.1	5.4	8.9	137.9	159.0	176.8
<b>B04</b>	10.1	13.3	3.1	5.2	8.9	137.7	158.5	175.9
<b>B05</b>	10.4	13.5	3.1	5.1	8.7	138.1	158.2	175.1
<b>B06</b>	10.4	13.8	3.4	4.6	9.2	131.0	152.8	170.2
<b>B07</b>	10.6	13.8	3.2	4.6	8.7	136.2	156.3	172.7
<b>B08</b>	10.6	13.6	3.1	4.9	8.5	138.2	157.8	174.2
<b>B09</b>	10.6	13.9	3.3	4.5	8.5	137.9	157.7	173.9
<b>B10</b>	10.9	14.3	3.4	3.8	8.3	135.7	154.8	169.9
平均値	10.3	13.4	3.2	5.0	8.8	136.8	157.4	174.5
<b>SD</b>	0.4	0.6	0.2	0.7	0.4	3.3	2.5	3.1
最小値	9.3	12.6	2.6	3.8	8.3	131.0	152.8	169.9
<b>25%tile</b>	10.0	13.0	3.1	4.6	8.5	143.0	162.1	180.2
中央値	10.4	13.5	3.2	5.0	8.7	135.0	155.9	172.0
<b>75%tile</b>	10.6	13.8	3.3	5.4	9.0	137.8	157.8	174.6
最大値	10.9	14.3	3.4	6.3	9.8	138.1	158.6	176.1
	(歳)	(歳)	(年)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)



表 32. 男子の出現群における発育の特徴

ID	出現時の 年齢	Age at take-off	Age at peak	Take-off と 発生年齢の差	Peak と 発生年齢の差	Duration	Velocity at take-off	Peak velocity	Take-off 時の身長	Peak velocity 時の身長	予測 成人身長	出現時 LUR	出現時 ローレル指数	出現時 BMI
<b>B11</b>	7.4	10.4	13.2	3.0	5.8	2.8	5.4	8.3	144.0	162.6	179.1	78.5	148.0	18.8
<b>B12</b>	7.4	10.1	13.3	2.8	5.9	3.1	5.2	8.8	138.7	159.6	177.2	82.7	124.8	15.4
<b>B13</b>	7.3	9.7	12.7	2.3	5.4	3.1	5.8	9.2	136.9	158.9	177.7	82.9	118.0	14.5
<b>B14</b>	8.3	10.6	14.0	2.3	5.7	3.4	4.3	8.7	134.4	154.6	170.8	77.0	120.1	14.9
<b>B15</b>	9.9	10.1	13.0	0.2	3.1	2.9	5.6	8.8	140.0	160.2	177.7	83.1	130.7	18.2
<b>B16</b>	9.5	9.8	12.8	0.4	3.3	2.9	5.6	8.7	143.8	163.8	181.4	82.5	136.2	19.3
<b>B17</b>	9.8	10.9	14.0	1.1	4.2	3.1	4.4	8.0	142.0	160.2	175.5	89.7	150.0	20.6
<b>B18</b>	10.1	10.4	13.6	0.3	3.4	3.2	5.0	8.7	138.5	158.9	175.9	85.0	133.5	18.3
<b>B19</b>	11.2	10.5	13.6	-0.7	2.5	3.1	4.8	8.6	138.2	158.1	174.5	85.9	119.8	16.9
平均値	9.0	10.3	13.3	1.3	4.4	3.1	5.1	8.6	139.6	159.7	176.6	83.0	131.2	17.4
SD	1.4	0.4	0.5	1.3	1.4	0.2	0.5	0.4	3.2	2.6	3.0	3.8	11.9	2.1
最小値	7.3	9.7	12.7	-0.7	2.5	2.8	4.3	8.0	134.4	154.6	170.8	77.0	118.0	14.5
25%tile	7.4	9.9	12.9	0.2	3.2	2.9	4.6	8.5	144.0	163.8	181.4	80.5	120.0	15.2
中央値	9.5	10.4	13.3	1.1	4.2	3.1	5.2	8.7	137.5	158.5	175.0	82.9	130.7	18.2
75%tile	10.0	10.5	13.8	2.6	5.8	3.2	5.6	8.8	138.7	159.6	177.2	85.5	142.1	19.1
最大値	11.2	10.9	14.0	3.0	5.9	3.4	5.8	9.2	142.9	161.4	178.4	89.7	150.0	20.6
	(歳)	(歳)	(歳)	(歳)	(歳)	(年)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			

表 33. 女子の未出現群における発育の特徴

ID	Age at take-off	Age at peak	Duration	Velocity at take-off	Peak velocity	Take-off 時の身長	Peak velocity 時の身長	予測成人身長
G01	7.06	10.11	3.1	5.8	8.5	117.5	138.5	156.1
G02	7.97	10.67	2.7	5.6	7.6	124.9	142.2	158.3
G03	7.64	10.48	2.8	5.7	8.2	124.4	143.5	160.5
G04	7.01	10.05	3.0	5.9	8.6	117.8	138.9	156.6
G05	7.99	10.84	3.1	5.5	8.0	126.7	145.2	161.6
G06	6.21	9.32	3.1	6.6	9.2	120.4	143.8	163.1
G07	7.08	9.90	2.8	6.0	8.5	122.4	142.1	159.6
G08	8.76	11.64	2.9	5.0	7.2	125.6	142.7	158.0
G09	9.61	12.66	3.1	3.8	6.5	127.1	142.2	155.0
平均値	7.7	10.6	2.9	5.5	8.0	123.0	142.1	158.7
SD	1.0	1.0	0.1	0.8	0.8	3.7	2.2	2.7
最小値	6.2	9.3	2.7	3.8	6.5	117.5	138.5	155.0
25%tile	7.0	10.0	2.8	5.2	7.4	127.1	145.2	163.1
中央値	7.6	10.5	3.0	5.7	8.2	119.1	140.5	156.4
75%tile	8.4	11.2	3.1	6.0	8.6	124.4	142.2	158.3
最大値	9.6	12.7	3.1	6.6	9.2	126.1	143.6	161.0
	(歳)	(歳)	(年)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)

表 34. 女子出現群の個々の発育の特徴

ID	出現時の年齢	Age at take-off	Age at peak	Take-off と出現年齢の差	Peak と出現年齢の差	Duration	Velocity at take-off	Peak velocity	Take-off 時の身長	Peak velocity 時の身長	予測 成人身長	出現時 LUR	出現時 ローレル指数	出現時 BMI
G10	9.429	6.57	10.05	-2.9	0.6	3.5	5.9	9.6	115.5	140.6	159.9	88.3	113.0	15.1
G11	10.182	9.21	12.15	-1.0	2.0	2.9	4.5	7.0	125.8	142.1	156.4	79.3	205.3	26.6
G12	11.0	7.42	10.59	-3.6	0.5	3.2	5.6	9.0	121.0	142.9	160.9	86.7	108.2	16.0

(歳)

(歳)

(歳)

(歳)

(歳)

(年)

(cm)

(cm)

(cm)

(cm)

(cm)

#### 5-3-4. 出現群における前屈制限の出現年齢と Take-off および Peak の出現年齢の特徴

出現群において、各個人の前屈制限が初めて出現した年齢と Take-off および Peak の出現年齢を図 20～21 に示した。

男子の出現群においては、9 名中 4 名が Age at Take-off の出現年齢の $\pm 1.0$  歳の範囲内で前屈制限が出現していた (図 20)。

女子の出現群においては、3 名中 1 名が Age at Take-off, 2 名が Peak の出現年齢の $\pm 1.0$  歳の範囲内で前屈制限が出現していた (図 21)。

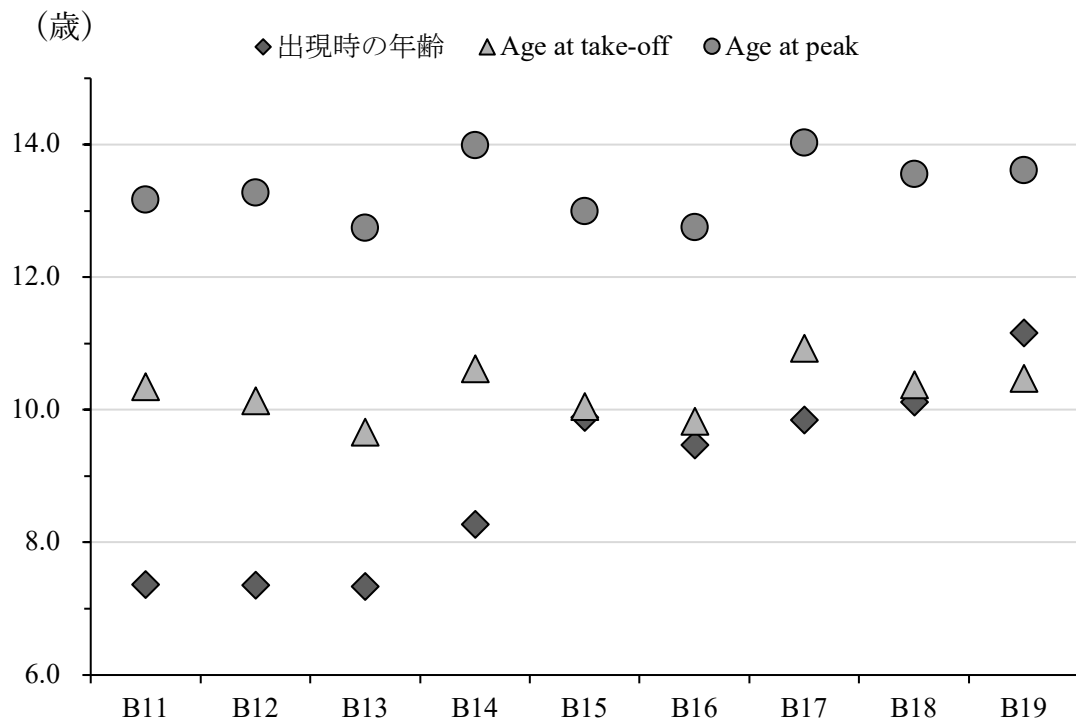


図 20. 男子出現群における個々の所見の初回発生年齢と発育指標の発生時期

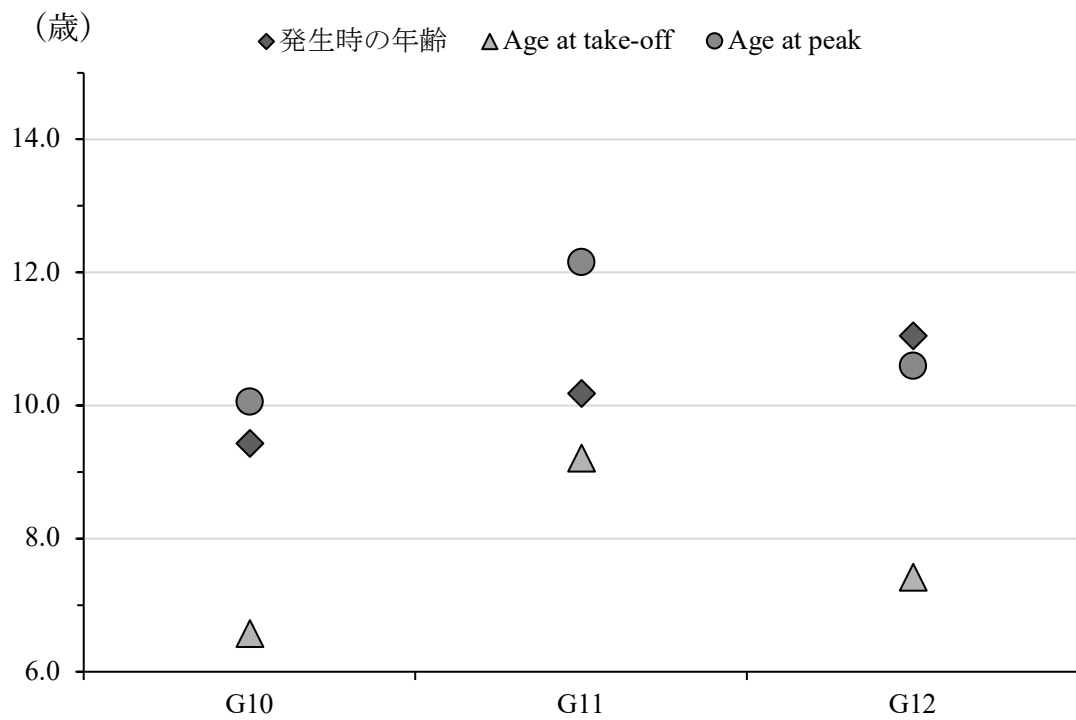


図 21. 女子出現群における個々の所見の初回発生年齢と発育指標の発生時期

## 5-4. 考察

### 5-4-1. 分析対象者の発育データの特徴

本研究では、BTT モデルを用いて、小学生の個人の 6 年間の身長データから成長速度曲線を推定し、思春期スパートの時期を確認した。その結果、Age at take-off, Age at peak velocity では性差が認められ、女子は男子よりも思春期スパートの開始が早かった。このことは、これまでの発育に関する先行研究と同様の結果であり、女子の方が早く発育することを示した<sup>51,97,98</sup>。なお、女子の Age at take-off については、日本人を対象とした先行研究<sup>99</sup>と比較すると、本研究における女子は比較的 Age at take-off が早い年齢で出現しており、早熟であったことが考えられる。

また、Take-off と Peak のそれぞれにおいて、Age と Velocity との関係は男女ともに負の相関関係にあった。なお、男子の Peak における Age と Velocity との関係は中程度であったものの、その他においてはいずれも高い関係にあった。これは、先行研究と同様の結果であり、思春期スパートに入る年齢が早い者ほど、Take-off や Peak 時の発育量が大きく、遅い者ほど小さかったことを示した<sup>51,100</sup>。

### 5-4-2. 6 年間の前屈制限の結果と発育の特徴

本研究では、小学生の個人の 6 年間の検診結果を追跡し、前屈制限に着目して所見の出現を確認した。その結果、6 年間で 1 度でも所見が出現した者を出現群と定義した場合、男子に出現群の割合が多い結果となった。この結果を踏まえると、前屈制限は男子に出現しやすく、性差の見られる項目であることが考えられる。

なお、前屈制限の出現群と未出現群の思春期スパートの時期やプロポーションの値について、大きな差を示した項目はみられなかった。また、出現群内に着目し、前屈制限が初めて出現したタイミングと発育指標の出現タイミングを個々の年齢で確認した。その結果、男

子の出現群においては, Age at take-off の出現年齢の $\pm 1.0$  歳の範囲内で前屈制限が初めて出現していた者と範囲外で出現していた者がいた. このことから, 思春期スパートの開始時期付近において前屈制限が出現する者とそうでない者がいる可能性がある. 先行研究においては, 思春期スパートの期間でパフォーマンステストの値が負の増加速度を示した減少群と増加群がいることを報告している. そのうち, 長座体前屈の項目においては, 男子の減少群と増加群における Take-off 時の平均値に有意な差が認められなかったことを報告している<sup>101</sup>. 本研究においては, 人数が半分に分かれる形となり, 一定の傾向はみられなかったため, 発育と前屈制限の出現について明らかな関係があるとは認められなかった. このことから, 前屈制限の出現には発育以外の要因が関係している可能性がある. ただし, 他の要因を検討する際には個々の発育を考慮すべきものも存在する. 例えば体格や運動能力は生まれ月によって影響を受けると知られており, 発育状況も確認した上で調査する必要がある<sup>103,104</sup>. 加えて, 遺伝的要因, 環境的要因など, 様々な要因が複合的に身体の発育発達に影響を及ぼすことが知られており<sup>102</sup>, 運動器検診の結果とこれらの要因との関連の有無は十分に明らかではない. したがって, 今後様々な指標を用いて運動器所見との関連を検討することで, より発育期の運動器の特徴を捉えることができる可能性がある.

## 5-5. 結論

本研究は、小学生の 6 年間の検診結果から前屈制限に着目し、個々の発育の特徴について検討した。結果は以下の通りである。

1. 小学生の個人の 6 年間の結果を通して、前屈制限は男子に多く出現した。
2. 前屈制限の出現年齢には個人差があり、男子においては出現年齢と Age at take-off の出現年齢の $\pm 1.0$  歳の範囲内にいる者と範囲外にいる者が存在していた。



## 第6章 総合討論

### 6-1. 本研究の目的

本研究は、運動器検診の結果を横断的および縦断的に観察し、発育期における運動器の特徴を明らかにすることを目的として、運動器検診の単年結果、1年間の追跡結果、小学生の個人の6年間の結果と発育状況から分析を行った。

### 6-2. 本研究で得られた成果

課題1からは、小学生における運動器検診の単年結果を分析し、学年別や男女別における所見率を算出した。本研究は先行研究で行われている問診票でのスクリーニングではなく、全員を対象とした整形外科医による検診体制で実施された。その結果、前屈制限、扁平足、足関節可動域制限の所見率が高く、項目によっては学年差や性差があったことを確認した。過去の運動器検診における報告を踏まえても、項目別における有所見者の分布を把握し、学年差や性差を考慮して検討した報告は少なく、横断的報告の中でもより詳細な内容を示すことができたと考えられる。

また、運動器検診に関するこれまでの報告では、その年度における有所見者の結果のみしか示されておらず、個々の変化を確認した縦断的研究が現状見当たらない。そのため、発育期における運動器の特徴を踏まえるには個人の変化を確認する縦断的な検討も必要であると考えられたことから、課題2において小・中学生の1年間の追跡調査から運動器所見が出現するタイミングを検討した。その結果、特に前屈制限や側弯に関する項目については出現頻度が多い時期や男女によっても特徴がみられた。一方、扁平足のよう、統計的有意差はあるものの、出現時期に偏りがないと捉えられる項目もあった。なお、本研究ではあくまで整形外科医の診察によって所見の有無を確認した限りである。また先行研究では、小児

の足部形態の評価方法は数多く存在し<sup>52</sup>、そのゴールドスタンダードについて今日も議論が続いている<sup>58,73,105</sup>。小児の扁平足には、関節や軟部組織が柔軟であることから扁平足が見られる場合が多いが、病的な扁平足も少なからず存在すると報告されている<sup>105</sup>。故に、足部形態を確認し、アーチの状態がまず平らかどうかを確認することは必要であると考えられる。加えて、足部の変容を裏付け、専門医療機関における評価および治療の必要性や経過観察の判断をより明瞭にするためには、今後、客観的に評価できる方法、手段を検討する必要がある。このように、変化から捉えられる運動器所見の特徴については、これまでの運動器検診の報告を踏まえても新たな知見と言える。

課題 1, 2 の結果を踏まえると、特に前屈制限では学年や性別によって所見率の違いや出現頻度の多い時期があった。このことから、特に体格による影響が強いと考えられる前屈制限の出現と個人の発育状況の違いに関係があるという仮説を立てた。そこで、この仮説を検証するために、課題 3 では小学生の 6 年間の検診記録を追跡し、前屈制限が初めて出現する年齢を確認した。加えて、成長速度曲線から思春期スパートの時期を確認し、個々の発育状況から所見の特徴を捉えることを検討した。しかしながら、男子の出現群において、個々の前屈制限が初めて出現した年齢と発育指標の出現年齢を確認すると、Age at take-off の出現年齢の $\pm 1.0$  歳の範囲内で前屈制限が初めて出現していた者と範囲外で出現していた者がそれぞれ半分に分かれる結果となった。このことから、前屈制限の出現と個々の発育状況との明らかな関係は認められなかった。本結果を踏まえると、課題 1, 2 における前屈制限の学年差や性差がみられた結果と発育とは関連しない可能性もある。しかし、思春期スパートの開始時期において前屈制限が出現している者がいたことも事実である。本結果においては、発育要因以外に運動習慣、運動能力や、環境要因などの発育期の児童・生徒に關与する多様な因子を検討できてはいない。したがって、前屈制限の出現に強く関連する要因に

については、今後様々な指標を含めた多変量解析が求められると言える。

以上を踏まえると、発育期における運動器の特徴として、その集団における実態を把握するために所見率をまず確認する必要があるが、単年結果だけではその所見の原因を断定できないことが考えられる。そのため、因果関係や予防改善を検討する際には、発育過程に伴う運動器の変化を確認する検診結果を経年的にフォローアップするような健康手帳のシステムを用いることが望ましいと考える。

### 6-3. 本研究における限界と今後の展望

本研究の限界点として、特に対象者、検診体制、および発育発達に影響する要因が挙げられる。

まず、本研究の対象者はいずれも茨城県の一部の市内の学校の児童・生徒の結果であり、全ての学年を分析しているが、地域差を考慮できていない。また課題2については、各学年集団における個々の1年間の追跡結果から出現率を算出しているため、各集団の元々の特性を完全に除外できてはいない。さらに、課題3においては6年間の縦断的分析を行うまでに長期間の調査を必要としたため、対象者を十分に確保することはできなかった。

続いて、検診体制について、本研究は問診票スクリーニングから得られた結果ではなく、整形外科医が対象者全員を検診する全員検診の結果を分析した。また、問診票の結果と直接検診との結果を比較し、我々の運動器検診の精度を確認した報告では、問診票のみの抽出では十分な精度が得られなかったことを報告している<sup>68</sup>。このことから、本研究においては、直接検診の結果をまとめているため、少なくとも問診票のみの抽出よりは精度が高い結果であると考えられる。しかしながら、学校の限られた時間において検診を完了させるためには、全員検診は多くのマンパワーを要する。そのため、本研究における運動器検診の実施体制として、評価するドクターは複数名体制で行っている。また、参加する各医師は評価方法・基準等を事前に確認し、代表の医師の指導を受けた上で検診に当たっている。このことを踏まえると、一定のスクリーニング方法で実施し、測定誤差を最小限にする努力がなされていると考えられるものの、各個人に対して初めに評価するドクターを毎年同一者で統一することは困難であったため、同一の医師で実施されていない点は限界であると言える。ゆえに、本研究では仮に所見がある場合、代表の整形外科医がダブルチェックを行い、最終的な判断を下す体制をとった。しかし、本結果は所見の有無を確認した2値データのた

め、各個人に対して判断が異なった可能性は十分にあると考えられる。これらを踏まえると、医師の検者間、検者内誤差が生じたことも示唆される。なお、本結果においては児童・生徒の個々の「健康手帳」に記載されている結果から件数を計算しているため、医師同士の評価の一致性についても検討することはできない。

最後に、本研究では個人の運動習慣、運動能力や、環境要因、栄養要因、遺伝的要因などを検討できてはいない。本研究においては、これまで行われていない運動器検診の結果と発育との関連を分析するための手法の一つとして検診結果を横断的および縦断的に検討したものの、発育に関連する要因は多く、運動器検診の結果と他の要因との関連の有無は明らかではない。今後、様々な指標を用いて運動器所見との関連を検討し、発育過程に伴う運動器の変化を確認することによって、より適切な発育期の運動器の理解につながると期待される。

## 第7章 結論

本研究は、発育期における運動器の特徴を明らかにするために、茨城県の一部地域における運動器検診の結果を横断的および縦断的に観察した。

1. 運動器検診の単年結果から項目別では、前屈制限、扁平足、足関節可動域制限が特に多く、所見率には学年差や性差があることが示された。
2. 運動器検診の個人の記録を1年間追跡した結果では、運動器所見の出現タイミングがあり、頻繁に出現する時期や性差が見られる項目があることが示された。
3. 個々の発育状況を踏まえた運動器検診の分析方法として、小学校6年間の検診結果と成長速度曲線との関連を検討したが、前屈制限の出現と個々の発育状況との明らかな関係は認められなかった。

以上の成果は、発育期の運動器検診結果を適切に評価するための知見となり、今後様々な発育期の運動器に関する関連要因を検討する上で基礎的な資料として意義のあるものであると考えられる。

## 謝辞

本研究を終えるにあたり、指導教員として終始丁寧な御指導、御校閲賜りました筑波大学体育系・白木仁教授に深甚の敬意を表します。また、数多くの御助言、御指導を賜りました筑波大学体育系・中田由夫准教授、福田崇准教授に深く感謝の意を表します。

さらに、本研究をする機会を与えていただいた医学医療系・医学医療系・宮川俊平教授、鎌田浩史講師、ならびに運動器検診に深く携わる田中健太氏、塚越祐太氏、都丸洋平氏をはじめとする筑波大学整形外科グループの医師の方々には深く感謝の意を申し上げます。また、茨城大学教育学部・渡邊將司准教授には、発育発達学の視点から数多くの貴重な御助言をいただき、本研究を実施することができました。深く御礼申し上げます。

そして、体育系・藁科侑希特任助教には、的確な御助言・手厚い御指導を賜りまして、この度論文を執筆することができました。厚く御礼申し上げます。

さらに、筑波大学大学院人間総合科学研究科・眞下苑子氏には、修士時代からいつも温かく前向きな御助言、御指導を頂き、本論文の執筆に至ることができました。深く御礼申し上げます。また、丸山将史氏、中島亮一氏ならびにスポーツ医学・白木研究室の皆様には、本研究を進めるにあたり、貴重な御意見を頂きました。心より御礼申し上げます。

本研究の測定にあたり、関連する小・中学校の皆様には、多大なる御支援、ご協力をいただきました。大変感謝申し上げます。

最後に、常日頃より共に学び励ましあった筑波大学スポーツ医学研究室の皆様、そして、故郷富山から見守ってくれた尊敬する両親、ならびに親族に感謝の意をここに表します。

## 参考文献・資料

1. Lidgren L. Editorials: The Bone and Joint Decade 2000 to 2010. *Bull World Health Organ.* 2003; 81 (9) : 629.
2. Lidgren L. The Bone and Joint Decade 2000-2010: An update. *Acta Orthop Scand.* 2000; 71 (1) : 3-6.
3. Woolf AD. Leader: The Bone and Joint Decade 2000 – 2010. *Ann Rheum Dis.* 2000; 59: 81-82.
4. 「運動器の10年」日本委員会, 日本学校保健会. 学校の運動器疾患・障害に対する取り組みの手引き. 2009.
5. Murray J., Lopez A. *The Global Burden of Disease: A Comprehensive Assessment of Mortality and Disability from Diseases, Injuries and Risk Factor in 1990 and Projected to 2020*; 1996.
6. Leon G, ed. 第I部 疾患と介入に対する疫学的アプローチ. In: 疫学—医学的研究と実践のサイエンス—. 木原正博, 木原雅子; 2016:80-81.
7. WHO scientific group. *Publication of “The Burden of Musculoskeletal Conditions at the Start of the New Millennium”*; 2003.
8. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Eur J Clin Invest Res.* 2003; 81 (9) : 656.
9. 内尾祐司. 第1章 1.なぜ, 今, 運動器検診なのか: 実態と問題点. In: 内尾祐司, 高橋敏明, 武藤芳照, ed. 学校の運動器検診. 運動器の健康・日本協会; 2019: 2-14.
10. 学校教育法 第一章 総則 第十二条.
11. 小学校学習指導要領 第6章 「特別活動」学校行事2-3.



12. 西村覚. 第12章 児童生徒の健康状態の把握と指導 第4節 健康診断. In: *学校保健ハンドブック第7次改訂*. 教員養成系大学保健協議会; 2019: 226-233.
13. Wilson JMG (James MG, Jungner G. Principles and practice of screening for disease. 1968.
14. 福田潤. 第II章 学校における健康診断 1節 学校における健康診断の意義とその変遷. In: 武藤芳照, 柏口新二, 内尾祐司, ed. *学校における運動器検診ハンドブック*. 「運動器の10年」日本委員会; 2007: 31-41.
15. 南昌平, 川上紀明. II章6節 1. 運動器検診への取り組みの流れ. In: 武藤芳照, 柏口新二, 内尾祐司, ed. *学校における運動器検診ハンドブック*. 「運動器の10年」日本委員会; 2007: 63-67.
16. 文部科学省. 「児童, 生徒, 学生, 幼児及び職員の健康診断の方法及び技術的基準の補足的事項について」(平成6年12月8日付け文体学168号文部省体育局長通知別紙); 1994.
17. 武藤芳照. II章6節 2. 骨・関節および四肢の疾病および以上を含む運動器全体の検診へ. 「運動器の10年」日. (武藤芳照, 柏口新二, 内尾祐司, ed.); 2007.
18. 太田 (福島) 美穂, 松山敏勝, 射場浩介. I章 2節 2. 盲・聾・養護学校における運動器障害の実態. In: 武藤芳照, 柏口新二, 内尾祐司, ed. *学校における運動器検診ハンドブック*. 「運動器の10年」日本委員会; 2007: 14-18.
19. 立入克敏, 井土昇. 2章6-3-2. 学校における健康診断と運動器-京都府の事例-. In: *学校における運動器検診ハンドブック 発育期のスポーツ傷害の予防*; 2007: 85-93.
20. 森原徹, 立入克敏, 福田潤, et al. 京都府における運動器検診: 発育過程における腕上げ, 体前屈, シャガみ込みを含めた運動器機能不全 (特集 学校運動器検診の現状と将来). *運動器リハビリテーション*. 2014; 25 (3) : 225-230.

21. 田中誠智, 藤堂萌, 中村雅俊, et al. 小学生に対する運動器検診結果とローレル指数の関係. 2015: 23-34.
22. 内尾祐司, 門脇俊, 山本宗一郎, et al. 学校における運動器検診の現状と課題 (特集 学校運動器検診の現状と将来). 運動器リハビリテーション. 2014; 25 (3) : 231-236.
23. 内尾祐司, 松井譲. II章6節 4. 運動器検診の内容. In: 武藤芳照, 柏口新二, 内尾祐司, ed. 学校における運動器検診ハンドブック. 「運動器の10年」日本委員会; 2007 : 98-105.
24. 葛尾信弘, 内尾祐司, 沖田瑛一, et al. 学校における運動器検診体制の整備・充実モデル事業—6年間のまとめ—. 島根医学. 2011; 31 (1) : 14-23.
25. 松浦哲也, 鈴江直人, 柏口新二, et al. 野球・サッカーを対象とした野外検診の成果と課題—徳島県—. In: 臨床スポーツ医学; 2009: 26 (2) :183-187.
26. 山際浩史, 山本, 智章, 遠藤直人. 学校における運動器検診モデル事業の成果と課題—新潟県—. In: 臨床スポーツ医学; 2009: 26 (2) : 159-163.
27. Yamaguchi N, Chosa E, Yamamoto K, et al. Screening for musculoskeletal problems in Japanese schoolchildren: a cross-sectional study nested in a cohort. *Public Health*. 2016; 139: 189-197.
28. 高橋敏明, 三浦裕正. 中学2年生を対象にした学校での運動器検診の結果と今後の方向性 (特集 学校運動器検診の現状と将来). 運動器リハビリテーション. 2014; 25 (3) : 237-242.
29. 中央教育審議会. 「子どもの心身の健康を守り、安全・安心を確保するために学校全体としての取組を進めるための方針について」(答申); 2008.
30. 文部科学省. 今後の健康診断の在り方に関する検討会.
31. Foster HE, Kay LJ, Friswell M, et al. Musculoskeletal screening examination (pGALS) for school-age children based on the adult GALS screen. *Arthritis Care Res*. 2006; 55(5) : 709-716.

32. Doherty M, Dacre J, Dieppe P, et al. The “GALS” locomotor screen. *Ann Rheum Dis*. 1992; 51 (10) : 1165-1169.
33. Woolf AD, Walsh NE, Åkesson K. Global core recommendations for a musculoskeletal undergraduate curriculum. *Ann Rheum Dis*. 2004; 63 (5) : 517-524.
34. Moreno-Torres LA, Hernández-Garduño AG, Arellano-Valdés CA, et al. Cross-cultural validation of the paediatric Gait, Arms, Legs, Spine (pGALS) tool for the screening of musculoskeletal disorders in Mexican children. *Rheumatol Int*. 2016; 36 (4) : 495-503.
35. Smith E, Molyneux E, Heikens GT, et al. Acceptability and practicality of pGALS in screening for rheumatic disease in Malawian children. *Clin Rheumatol*. 2012; 31 (4) : 647-653.
36. Foster H, Kay L, May C, et al. Pediatric regional examination of the musculoskeletal system: A practice- and consensus-based approach. *Arthritis Care Res*. 2011; 63 (11) : 1503-1510.
37. Foster HE, Jandial S. PGALS - paediatric Gait Arms Legs and Spine: A simple examination of the musculoskeletal system. *Pediatr Rheumatol*. 2013; 11 (1) : 1-7.
38. 徳村光昭, 井ノ口美香子, 川合志緒子, et al. 中学校健康診断における運動器検診の成績と課題. 慶應保健研究. 2013; 31 (1) : 13-18.
39. 徳村光昭, 井ノ口美香子, 川合志緒子, et al. 中学校健康診断において行う運動器検診の方法に関する検討. 慶應保健研究. 2014; 35 (1) : 21-28.
40. 徳村光昭, 井ノ口美香子, 内田敬子, et al. 小中学校健康診断における運動器検診: 2016年度実施成績と実施上の要点. 慶應保健研究. 2017; 35 (1) : 21-28.
41. 鎌田浩史, 阿部亮子, 西野衆文, et al. 成長期スポーツ障害の予防のための運動器検診の重要性: 『健康手帳』による一貫したケアプロジェクト. 日本小児整形外科学会雑誌.

- 2010; 19 (2) : 332-336.
42. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd Ed.)* ; 1998.
  43. 文部科学省. 平成26年度学校保健統計調査.
  44. 文部科学省. 新体力テスト実施要項. 1999.
  45. 文部科学省. 平成25年度体力・運動能力調査.
  46. 文部科学省. 平成26年度体力・運動能力調査.
  47. 文部科学省. 平成9年度体力・運動能力調査.
  48. 大山良徳. 健常者の柔軟性に関する衛生学的研究. 日本衛生学雑誌. 1965; 20 (2) : 65-70.
  49. 平成20年度学校保健統計調査.
  50. 木村邦彦. 3. 発育ー出生から成人までー. In: *人類学講座8 成長 (初版)*; 1979: 75-82.
  51. Malina R, Bouchard C. 辞典 発育・成熟・運動. 高石昌弘, 小林寛道 (訳) ; 1995.
  52. Banwell HA, Paris ME, Mackintosh S, et al. Paediatric flexible flat foot: How are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2018; 11 (1) : 11-21.
  53. 近藤高明, 平野幸伸, 堀容子, 鈴木重行, et al. 小中学生のfootprintを用いた扁平足の評価と骨密度との関連. *社会医学研究.* 2005; 23: 1-8.
  54. Kouchi M, Mochimaru M, Mientjes M, et al. Child foot shape: Difference between three countries. *Footwear Sci.* 2009; 1: 118-120.
  55. El O, Akcali O, Kosay C, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: A report of a screening study. *Rheumatol Int.* 2006; 26 (11) : 1050-1053.
  56. Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop.* 2010; 4 (2) : 1-15.

57. Stolzman S, Irby MB, Callahan AB, et al. Pes planus and paediatric obesity: a systematic review of the literature. *Clin Obes.* 2015; 5 (2) : 52-59.
58. Uden H, Scharfbillig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: How flat should it be? A systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2017; 10 (1) : 1-17.
59. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, et al. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006; 118 (2) : 634-639.
60. Chen KC, Yeh CJ, Tung LC, et al. Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr.* 2011; 170 (7) : 931-936.
61. 秋武寛, 安部恵子, 三村寛一. 4 - 12 歳の加齢にともなう接地足蹠の 形成, 運動能力, 肥満の関連. *発育発達研究.* 2016; 70: 1-10.
62. 荒木智子, 鳥居俊. 幼児における足部形態. *日本成長学会雑誌.* 2007; 13 (1) : 3-10.
63. Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, et al. Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence-Derived from the measurement results of 10,155 children. *Foot Ankle Surg.* 2014; 20 (3) : 208-214.
64. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop.* 2008; 28 (5) : 593-596.
65. 山崎裕司, 井口由香利, 栗山裕司, et al. 足関節背屈可動域としゃがみ込み動作の関係. *理学療法科学.* 2010; 25 (2) : 209-212.
66. Malina R. Secular trends in growth, maturation and physical performance: a review. *Anthr Rev.* 2004; 67: 3-31.
67. Hauspie RC ed., Cameron N coed., Molinari L. Methods in human growth research. *Cambridge*

*Stud Biol Evol Anthropol.* 2004.

68. Tomaru Y, Kamada H, Tsukagoshi Y, et al. Screening for musculoskeletal problems in children using a questionnaire. *J Orthop Sci.* 2019; 24 (1) : 159-165.
69. Csukás A, Takai S, Baran S. Adolescent growth in main somatometric traits of Japanese boys: Ogi longitudinal growth study. *J Comp Hum Biol.* 2006; 57 (1) : 73-86.
70. Hattori K, Hirohara T, Satake T. Body proportion chart for evaluating changes in stature, sitting height and leg length in children and adolescents. *Ann Hum Biol.* 2011; 38 (5) : 556-560.
71. Martínez-Nova A, Gijón-Noguerón G, Alfageme-García P, et al. Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study. *Gait Posture.* 2018; 62: 280-284.
72. Morita N, Yamauchi J, Kurihara T, et al. Toe flexor strength and foot arch height in children. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47 (2) : 350-356.
73. Evans AM, Rome K. The efficacy of nonsurgical interventions for pediatric flexible flat foot: A critical review. *J Pediatr Orthop.* 2012; 32 (8) : 830-834.
74. Chen KC, Tung LC, Tung CH, et al. An investigation of the factors affecting flatfoot in children with delayed motor development. *Res Dev Disabil.* 2014; 35 (3) : 639-645.
75. Chen KC, Yeh CJ, Kuo JF, et al. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *Eur J Pediatr.* 2011; 170 (5) : 611-617.
76. Chang CH, Chen YC, Yang WT, et al. Flatfoot diagnosis by a unique bimodal distribution of footprint index in children. *PLoS One.* 2014; 9 (12) : 1-11.
77. Evans AM, Karimi L. The relationship between paediatric foot posture and body mass index: Do heavier children really have flatter feet? *J Foot Ankle Res.* 2015; 8 (1) : 1-7.

78. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, et al. Pediatric flexible flatfoot; Clinical aspects and algorithmic approach. *Iran J Pediatr.* 2013; 23 (3) : 247-260.
79. Evans AM. Screening for foot problems in children: is this practice justifiable? *J Foot Ankle Res.* 2012; 5 (1) : 1-10.
80. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2012; 7 (3) : 1-35.
81. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, et al. *2016 SOSORT Guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation Treatment of Idiopathic Scoliosis during Growth.* Vol 13. Scoliosis and Spinal Disorders; 2018.
82. Czaprowski D, Kotwicki T, Biernat R, et al. Physical capacity of girls with mild and moderate idiopathic scoliosis: Influence of the size, length and number of curvatures. *Eur Spine J.* 2012; 21 (6) : 1099-1105.
83. James JI, Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF. Infantile structural scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1959; 41 B: 719-735.
84. James JI. The management of infants with scoliosis. *Med Anthropol.* 1975; 57 (4) : 422-429.
85. Ueno M, Takaso M, Nakazawa T, et al. A 5-year epidemiological study on the prevalence rate of idiopathic scoliosis in Tokyo: School screening of more than 250,000 children. *J Orthop Sci.* 2011; 16 (1) : 1-6.
86. Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis: prevalence and natural history. *Instr Course Lect.* 1989; 38: 115-128.

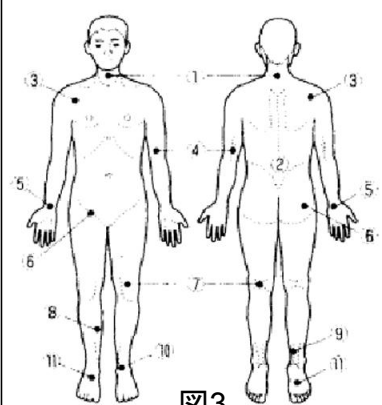
87. Ohtsuka Y, Yamagata M, Arai S, et al. School screening for scoliosis by the Chiba University Medical School screening program. Results of 1.24 million students over an 8-year period. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988; 13 (11) : 1251-1257.
88. Wong H-K, Hui JHP, Rajan U, et al. Idiopathic Scoliosis in Singapore Schoolchildren. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30 (10) : 1188-1196.
89. Stirling AJ, Howel D, Millner PA, et al. Late-onset idiopathic scoliosis in children six to fourteen years old. A cross-sectional prevalence study. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 1996; 78 (9) : 1330-1336.
90. Moore SA, McKay HA, Macdonald H, et al. Enhancing a somatic maturity prediction model. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47 (8) : 1755-1764.
91. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34 (4) : 689-694.
92. Koziel SM, Malina RM. Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sport Med*. 2018; 48 (1) : 221-236.
93. Bock RD, Toit SHC Du, Thissen D. AUXAL: Auxological Analysis of Longitudinal Measurements of Human Stature. Chicago, Scientific Software International. 1994.
94. 高井省三, Csukás A. 成人身長はどのように予測するのか? 東京矯正歯科学会雑誌. 2001; 11: 78-85.
95. 松浦義行. 統計的発育発達学. 不昧堂出版; 2002.
96. Armstrong N, van Mechelen W. Oxford textbook of childrens's exercise science and medicine. Oxford University press; 2017.
97. Aksglaede L, Olsen LW, Sørensen TIA, et al. Forty years trends in timing of pubertal growth

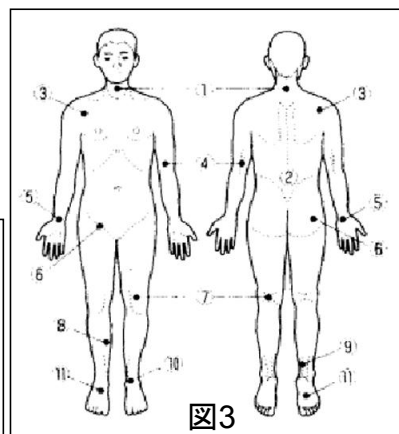
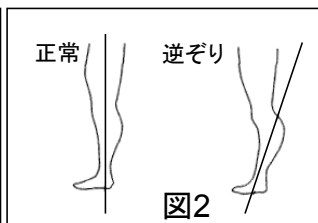
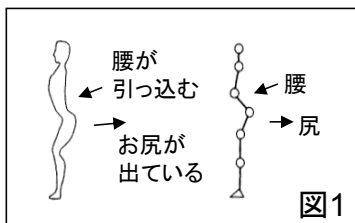


- spurt in 157,000 Danish school children. *PLoS One*. 2008; 3 (7) : 1-8.
98. Ohlsson C, Bygdell M, Celind J, et al. Secular Trends in Pubertal Growth Acceleration in Swedish Boys Born from 1947 to 1996. *JAMA Pediatr*. 2019; 173 (9) : 860-865.
99. 田原佳子, 村田光範. 身長の標準化成長速度曲線とその臨床応用.pdf. 東京女子医科歯科大学. 1987; 57 (10) : 1161-1166.
100. 高井省三. 身長成長曲線の諸相の相関. *Auxology*. 1998; 5: 98-101.
101. Beunen G, Malina RM. Growth and Physical Performance Relative to the Timing of the Adolescent Spurt. *Exerc Sport Sci Rev*. 1988; 16 (1) : 503-540.
102. 樋口満. 第1章 2. 身体発達と加齢に影響する諸因子. In: 高石昌弘, ed. からだの発達と加齢の科学; 2012: 9-19.
103. Nakata H, Akido M, Naruse K, et al. Relative Age Effect in Physical Fitness Among Elementary and Junior High School Students. *Percept Mot Skills*. 2017; 124 (5) : 900-911.
104. 渡邊將司, 田村真理子. 早生まれで体力が高い子どもの特徴. 発育発達研究. 2017; 74: 1-8.
105. Sadeghi-Demneh E, Melvin JMA, Mickle K. Prevalence of pathological flatfoot in school-age children. *Foot*. 2018; 37: 38-44.

## 運動器について 問診票

年 組 番 : 名前

1	以下の異常を指摘されたことがある (首・背骨・肩・肘・膝・股関節・足) 上記に該当するものがありましたら○をつけてください	ない・ある	病名/時期 (年・月頃 / 歳頃のような書き方で)	
2	骨折、脱臼、捻挫などで受診したことがある ..... 病名が分からない場合、部位を図3よりお答えください	ない・ある	病名/時期 (年・月頃 / 歳頃のような書き方で) ..... ➤	
3	体が『硬い』といわれる	ない・ある	気になる所見などありましたらここにお書きください	
4	体が『柔らかすぎる』といわれる	ない・ある		
5	前屈して指先が床につきますか	つく・つかない		
6	うつ伏せて膝を曲げたときかかとがお尻にくっつきますか	つく・つかない		
7	歩き方がおかしいといわれたことがある	ない・ある		
8	首・頭・肩・骨盤が傾いている感じがする	ない・ある		
9	立った姿勢でお尻がでていませんか(図1)	ない・ある		
10	横から見たとき膝が逆ぞりしていませんか(図2)	ない・ある		
11	手足の長さが目立って短い、長いといわれる	ない・ある		
12	動きがおかしい関節があった	ない・ある		部位を図3よりお答えください:
13	現在、痛いところがありますか	ない・ある		部位を図3よりお答えください:
14	現在、少年団などでスポーツをしていますか	ない・ある	スポーツ: 練習量:( 日/週 ・ 一回 時間)	
15	スポーツ活動中のけがについて教えてください	ない・ある		



定期健康診断(運動器) ① 氏名: \_\_\_\_\_

		小学校1年	小学校2年	小学校3年	小学校4年	小学校5年	小学校6年		
番号									
検査日									
下肢	歩	歩行異常	あり	あり	あり	あり	あり		
	立位	アラインメント	O脚・X脚	O脚・X脚	O脚・X脚	O脚・X脚	O脚・X脚	O脚・X脚	
		下肢長	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		下肢太さ	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		足部異常	内反足	あり	あり	あり	あり	あり	あり
			扁平足	あり	あり	あり	あり	あり	あり
			足趾変形	あり	あり	あり	あり	あり	あり
	しゃがみこみ	股関節可動域	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		膝関節可動域	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		足関節可動域	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
上肢	肩	肩関節可動域	異常	異常	異常	異常	異常		
	肘	アラインメント	外反肘・内反肘	外反肘・内反肘	外反肘・内反肘	外反肘・内反肘	外反肘・内反肘	外反肘・内反肘	
		肘関節可動域	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
	手指	変形	あり	あり	あり	あり	あり	あり	
		動き	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
背中	頸	斜頸	あり	あり	あり	あり	あり		
	肩	肩・肩甲骨高さ	異常	異常	異常	異常	異常		
	側弯	立位	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		Rib Hump	あり	あり	あり	あり	あり	あり	
	腰	前後屈	異常	異常	異常	異常	異常	異常	
		骨盤傾斜	前傾・後傾	前傾・後傾	前傾・後傾	前傾・後傾	前傾・後傾	前傾・後傾	
疼痛部位の確認									
医師の総合判断									
検診医サイン									
2次検診の必要性 「ある」場合 ○									

参考資料3 マークシート式問診票

年 組 番 氏名 ※HBまたはBの鉛筆で記入して下さい

性別	学年	組	出席番号	記入例
○男 ○女	○小1 ○小2 ○小3 ○小4 ○小5 ○小6 ○7(中1) ○8(中2) ○9(中3)	○1 ○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9 ○10	○1 ○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9 ○10	良 悪 悪 ● ● ●

下記URL、QRコードから説明動画、説明用紙をご覧いただけますのでぜひご利用ください <https://www.smit-kenshin.net/>

- 1. 背骨が曲がってしまう、側弯症**  
まず真っすぐ立った状態で、  
①肩の左右の高さの違いが無い  
②肩甲骨の左右の高さの違いが無い  
③ウエストラインの傾きが無いかをチェックします。  
次に、左右の手のひらを合わせて左右の足の真ん中に来るようにゆっくりと前かがみします。  
④肋骨の高さに傾きが無いかをチェックします
- 2. 腰の背骨**  
前屈して指が床につきませんか(屈曲時の痛みがある=できない)  
前後屈時に痛みがありますか
- 3. 片足立ち: 下肢筋力、バランス能力**  
目を開けた状態で5秒以上立てますか。片方でも出来ない場合には「できない」にマークしてください。股関節の機能などを確認することができます。
- 4. しやがみこみ: 下肢の動きの範囲、バランス**  
踵が地面から浮かないようにして行って下さい。完全にしゃがめない場合や、後ろに転んでしまう場合には「できない」にマークしてください。股関節、膝関節、足関節などの機能の確認と、筋肉の硬さを確認することができます。
- 5. 肘の動きの範囲**  
手のひらを上に向けて肘の曲げ伸ばしをして下さい
- 6. ばんざい: 肩の動き**  
首を傾げずに真っすぐにした状態で行って下さい。上腕部(うで)が完全に耳に付かない場合、野球肩など何らかの肩関節疾患の可能性あります。
- 7. 立った時の下肢の姿勢**  
膝を伸ばして、つま先と踵をつけるようにした状態で行ったときに膝の間があいてしまう場合を「○脚」  
左右の膝をつけるのと内くるぶしがあいてしまう場合を「×脚」として下さい。
- 8. 首の傾き**  
真っすぐ立ったときに首が傾いていないかチェックします。上下左右の向ける範囲、傾けられる角度に左右差がある場合には「該当あり」にマークしてください。
- 9. 扁平足、外反母趾など**  
立った状態で行って下さい。土踏まずがありますか？ 立った状態で土踏まずにペンを入れることが出来るかどうかひとつの目安になります。土踏まずがない、浅い場合には「扁平足」にマークしてください。足のおやゆびは通常真っすぐですが外側に向いている場合、外反母趾の可能性あります。おやゆびが外を向いている場合は「外反母趾」にマークしてください。

A	B	C	D	E	F	G	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					

平成30年度 運動器検診問診票

本問診票は、お子さんの運動器に関する健康状態を確認する大切な情報となります。経時的に把握するため、過去の状況や運動活動などについても確認させていただいております。分かりづらい項目が含まれておりますが、補足を参考に、各検診項目の間診に関してできるだけ正確にお答えいただきますようお願いいたします。

10-1 既往歴(1年間)

平成29年4月から現在までの 1年間  
にかかったケガや病気がありますか

あり⇒下記より選んでください  
 なし  足関節捻挫  脱臼  骨折  野球肘  疲労骨折  
 ×  腰椎分離症  オスグッド  その他  その他詳細:

10-2 既往歴(これまで)

生まれてから今までにかかった  
病気やケガがありますか

あり⇒下記より選んでください  
 なし  脊柱側弯症  斜頸  先天性股関節脱臼  内反足  
 ×  その他  その他詳細:

11. 運動器検診結果

平成28年、29年度異常を指摘され、  
病院を受診しましたか

あり⇒下記より選んでください  
 なし  脊柱側弯症  腰痛  脚  X脚  扁平足  
 ×  足趾変形  その他  その他詳細:

病院を受診された場合  
通院期間はどれくらいでしたか

指示なし  指示されたが行かなかった  1回受診  現在も通院中

12. 痛みが続いている部位  
はありますか

あり⇒痛みに対して受診しましたか  
 なし  通院中  通院終了  
 ×  未受診  通院中断

「あり」の場合、部位を下記に記入してください  
痛み部位:

13. 体育以外の運動に関して

①最近の7日間1日当たり少なくとも合計 60 分間の身体活動をした日は何日  
ありましたか

1日  2日  3日  4日  
 5日  6日  7日  0日

【身体活動とは】スポーツや友達と遊ぶこと、学校へ徒歩で通うことも入ります  
ランニング、速歩き、自転車、ダンス、水泳、サッカー、バスケットボールなどです

②授業以外に、息切れしたりあせをかいいたりする  
くらいの運動を何回しますか

毎日  週に4-6回  週に2-3回  週に1回  
 月に1回  月に1回未満  全くしない

③授業以外に、息切れしたりあせをかいいたりする  
くらいの運動を1週間に何時間しますか

全然しない  30分程  1時間程  2~3時間程  
 4~6時間程  7時間程以上

④体育以外のスポーツを継続して行っていますか？

学校の部活動  スポーツクラブ・少年団  していない

⑤スポーツをしている方のみお答えください  
特に行っているスポーツを2つまで選んでください

していない  野球  水泳  陸上  バスケット  
 サッカー  テニス  バレーボール  体操  ダンス  
 バレー  卓球  柔道  剣道  ハンドボール  
 バドミントン  その他  その他

14. 最も多い通学手段はなんですか？

徒歩  自転車  バス  車  その他

15. 冒頭の動画はご覧いただけましたでしょうか

はい  見ようとしたが見られなかった  見なかった

16. ご意見ご要望を  
お書きください

付記

研究業績 博士論文に関する業績を以下に記す.

【原著論文】

1. 可西泰修, 鎌田浩史, 眞下苑子, 藁科侑希, 塚越祐太, 田中健太, 山崎正志, 宮川俊平, 白木仁 (2019): 運動器検診からみた小学生の運動器の特徴. *日本臨床スポーツ医学会誌* 27 (1) : 66-75.
2. Taishu Kasai, Hiroshi Kamada, Yohei Tomaru, Yuta Tsukagoshi, Tomofumi Nishino, Masashi Yamazaki, Sumpei Miyakawa, Hitoshi Shiraki (2019): Longitudinal changes in musculoskeletal findings of elementary and junior high school students: a 1-year prospective study. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* (In press. 2020年3月25日発行予定)

【学会発表】

1. 可西泰修, 眞下苑子, 藁科侑希, 鎌田浩史, 白木仁: 2014 年度茨城県 T 市内の小学校児童における運動器検診の結果. 第70回日本体力医学会大会. 2015. 9.19.
2. 可西泰修, 鎌田浩史, 藁科侑希, 福田崇, 竹村雅裕, 向井直樹, 山崎正志, 宮川俊平, 白木仁: 茨城県 T 市における小学生の立位体前屈と体格の関係. 第28回日本臨床スポーツ医学会学術集会. 2017.11.19.
3. 可西泰修, 鎌田浩史, 藁科侑希, 福田崇, 竹村雅裕, 向井直樹, 山崎正志, 宮川俊平, 白木仁: 茨城県の小学生における1年間のストレッチ指導と立位体前屈の変化. 第73回日本体力医学会大会. 2018.9.21.
4. 可西泰修, 鎌田浩史, 白木仁: 小・中学生における経年的な運動器検診結果の特徴—2年間データを用いて—. 第65回日本学校保健学会学術大会. 2018.12.2
5. Taishu Kasai, Hiroshi Kamada, Yohei Tomaru, Yamazaki, Sumpei Miyakawa, Hitoshi Shiraki: Longitudinal changes of musculoskeletal findings in elementary and junior high school students: a 2-year prospective survey of musculoskeletal examination results. *24th Annual Congress of the European College of Sport Science*. 2019.7.5.