

ケガ防止を目的とした衣服設計のための基礎的 カラダデータに関する調査

グンゼ株式会社

日本ユニシス株式会社

1. プロジェクトの目的

従来から欧米では、事故情報を収集分析する専門機関を設置して子どもが関係した事故を分析し、事故の原因となったあらゆる商品の安全対策を講じている。その専門機関の様々な文献を調査した結果、我が国では大きな問題としては取り上げられていないが、死亡事故の原因となった子ども用衣類について、米国では禁止又は制限するなど安全対策を講じ、その結果、死亡事故等の事故件数に著しい減少が見られていたことが報告されている。

厚生労働省の平成22年人口動態統計によると5歳から14歳までの子どもの死因は「不慮の事故」が1位で、死亡事故件数は、人口10万人に対し247件に上る。このうち、子どもの衣類に関する事故件数は明らかではないが、欧米の例を考えると、衣類に関する事故についても無視できない現状が隠れているのではないかとと思われる。

子ども用衣類の安全性に関する国内調査としては、H18年に初めて、東京都で子ども用衣類が関係した「危害」・「危険」・「ひやり・ハット」の事故の実態を調査している。この調査から、回答者全体の77.0%が子ども用衣類に関係した事故を経験していることがわかった。

「危害」、「危険」、「ひやり・ハット」の事例をあわせて最も多かったのが、「靴下やタイツを履いてフローリングの床等で、滑って転んだ」(68.9%)で、次が「上着の胴体のファスナーで顔や首を引っかいた。又は皮膚を挟んだ」(34.7%)、「上着の裾が、物に引っかかって転んだ」(26.6%)等となっている。

このような調査を受け、国や関連団体は子ども用衣類の安全規格(JIS)の検討に着手している。その規格の中でも、衣類の引っかかり事故に配慮し、形状・サイズに関する項目として「体形を考慮したサイズの充実を図り、危険性を考慮した設計をすること」と規定されているが、そのための十分な体形情報が整備されていないのが現状である。

そこで本研究では、子ども用衣類の最適サイズ設計のため、その基礎データとして子どもの体形情報を蓄積することを目的とした。被験者は体の発達が著しく、さらに屋外での活動頻度が増えてくる小学校中学年～高学年(満10～12歳)を対象とした。

2. 実験方法

被験者は満10～12歳の子ども29名を対象とした。性別、年齢の内訳は表1の通りである。

事前のリクルーティング条件として、普段の運動頻度が高い子どもを14名、低い子どもを15名とし、各群で身長に差がないよう配慮した。測定項目は次の通りである。

表1 被験者の年齢・性別構成

	男子	女子	合計
満10歳	5名	5名	10名
満11歳	4名	5名	9名
満12歳	5名	5名	10名
合計	14名	15名	29名

1) 3D形状測定

浜松ホトニクス製 Bodyline scanner, C 9036-02 を用いて、3D形状計測を行った。被験者の身体に、女子43箇所、男子40箇所のランドマーク（表2）を付けた上で、正立位およびISO推奨姿勢の立位（図1）の2種類の姿勢で撮影を行った。また、測定の様子を図2に示す

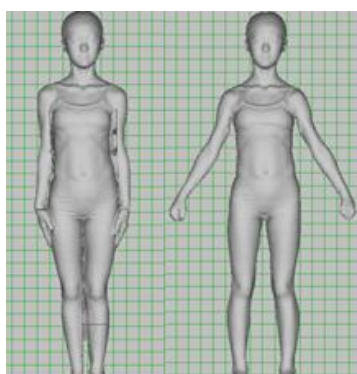


図1 3D計測姿勢

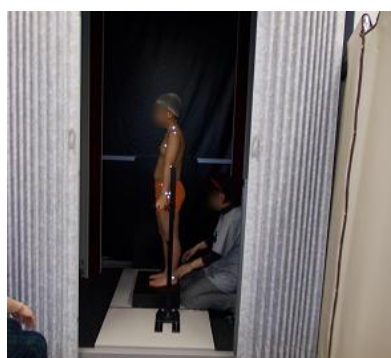


図2 3D計測の様子

2) 身体寸法測定

身体寸法は、表3の項目について計測を行った。項目と測定道具、項目の定義を表に示す。また、図3にアントロポメータを使用した計測の様子を示す。



図3 アントロポメータでの計測

3) 体組成

体組成は、TANITA BODY FAT ANALYZER (Model No. TBF305) を使用し、体重、脂肪率、除脂肪量を計測した。さらに体重と除脂肪量から除脂肪率を算出した。

$$\text{除脂肪率} = \text{除脂肪量} / \text{体重} \times 100$$

測定の様子を図4に示す。

4) 皮膚弾性

ふくらはぎ、足首の2箇所について

て皮膚の弾性率（ヤング率）を計測した。測定位置は下記のように定義した着用圧の計測

ふくらはぎ：下腿最大囲の高さで、

被験者の下肢を背面から見た中央位置

足首：下腿最大囲高さと下腿最小囲高さを直線で結んだ距離の1/2の高さで、被験者の下肢を外側面から見た中央位置

計測は、AXIOM 製の venustron II を使用した。センサーの先端が測定部位に垂直に接するように設置し、被験者の皮膚に5mm 挿入したときの弾性率を計測した。被験者の測定姿勢は、足首部測定時には座位姿勢、ふくらはぎ部測定時には側臥位姿勢とし、計測中は動かないように教示した。測定は1箇所につき3回ずつ行い、平均値を使用した。測定の様子を図5に示す。



図4 体組成の計測



図5 皮膚弾性の計測

5) 着用圧

足首、ふくらはぎの2箇所について、着衣が肌にどの程度の圧力を加えているかを示す着用圧を測定した。計測位置は皮膚弾性計測位置と同部位とした。着衣サンプルとして、ポリウレタンを含むストレッチ性の高い布で、測定部位を覆う筒状のサンプルを作成し、測定部位に装着させた。着用サンプルの寸法は、ふくらはぎ用が置き寸10cm、足首用が置き寸7.5cmとし、全ての被験者に同サイズのサンプルを着用してもらった。測定は、エイ・エム・アイ・テクノ製の接触圧測定機を用い、センサーを皮膚と着用サンプルの間に挿入して計測を行った。計測中、被験者には立位安静をとるよう教示した。測定の様子を図6に示す。

表2. ランドマーク定義

計測点	定義
肩峰点	肩甲骨の肩峰外側縁の最外側点
頸椎点	第7頸椎棘突起の先端
前腋窩点	腋窩前縁で大胸筋付着部の最下端の点／前腋窩裂の上端
後腋窩点	後腋窩裂の上端
転子点（上端）	正立位で大転子の最も上方の点
転子最突点	正立位で大転子の最も外側の点
橈骨点	正立位で、橈骨頭の最上端の点
橈骨茎突点（先端）	正立位で、橈骨茎状突起の最下端の点
尺骨頭中点（ふくらみ中心）	尺骨茎状突起のふくらみの中心
頸窩点	鎖骨上縁をとる水平線と前正中線との交点
頸側点	首付根線と僧帽筋上部前縁との交点
鎖骨前突点	鎖骨胸骨端の最前突点
寛上最小囲レベル	腸骨稜上縁と最も下方にある肋骨下縁の中間のレベル
腸骨稜点	腸骨稜の最も外側の点
脛骨点	正立位で、脛骨の内側顆上縁で最も上方（近位）にある点。内側上縁の点
膝中央	膝蓋骨の上縁と下縁の中央点
外果突点	外果の最も外側に突出している点
内果突点	内果の最も内側に突出している点
下腿最大囲	下腿の最大周長位置にマーク
腸骨棘点	正立位で上前腸骨棘の最も下方の点
臀突点	正立位で殿部の最も後方にある点
乳頭点（バスト点）シールは女性のみ	乳頭の中心。ブラジャーをつけているときは、乳房部最前方点（前、側面から確認）
アンダーバストレベル（女のみ）	左右の乳底の位置をむすんだ線と前正中線の交点。男は仮（下段に仮アンダーバスト追加）
股下点（左）	正立位でアントロポメータのアームを大腿内側に沿わせて上に上げたとき、恥骨下枝に当たって止まる高さ
臀溝点（左）	殿部と大腿部のあいだにあるしわ（殿溝）の最も下方のレベル



図6 着用圧の計測

表3. 身体寸法測定項目

計測項目	測定道具	定義
身長	身長計	床面から頭頂点〔頭頂部の、正中面における最高点〕までの鉛直距離。但し、身長計の柱に背中をつけずに測定する。
ウエスト囲	巻尺	最も下方の肋骨と腸骨稜上縁の中間高さにおける体幹の水平周長
ヒップ囲	巻尺	ヒップライン〔臀部後突点（側方からみて最も後に突出した臀部の点）における水平面と体表面との交線〕の周長
大腿囲	巻尺	大腿部の最大周長
大腿中央囲	巻尺	臀溝と膝中央の中間高さにおける周長
下腿最大囲	巻尺	下腿部の最大周長
下腿中央囲	巻尺	下腿最大囲高さと下腿最小囲高さの中間高さでの周長
下腿最小囲	巻尺	下腿の最小周長
股下高	アントロポメータ	床面から股下のレベルまでの垂直距離。アントロポメータの横規を後方から股の間に差し込み、止まるまで静かに持ち上げる。両足をそろえた姿勢で、股下に横規が当たっている事を確認してから測る。得られた値に横規の幅を加える。
臀溝高	アントロポメータ	床面から臀溝の最下縁までの高さ

6) アンケート調査

日常生活での運動習慣や普段着用している衣類のサイズについてアンケートを行った（別紙）。

3. データの分析

1) 3D形状データ

本報告書には、男子1名、女子1名のサンプルデータを掲載した。

2) 計測データの平均

身体寸法、体組成、皮膚弾性、着圧データについて、全被験者平均、性別平均、年齢別平均を一覧で示した。

3) 適正サイズの検証

各被験者が普段着用している衣服サイズが、身体寸法に適しているか検証を行った。

4) 適正サイズ着用群、非着用群の比較

普段着用している衣服サイズが被験者の体形に適している群、適していない群間の身体寸法平均値を比較した。

＜層別条件＞

適正サイズ着用群：普段着用しているサイズが、被験者の身体寸法に適している

適正サイズ非着用群：普段着用しているサイズが、被験者の身体寸法に適していない

5) 日常的な運動頻度が高い群、低い群の比較

日常的な運動頻度が高い群、低い群別の身体寸法平均値の比較を行った。

＜層別条件＞

運動頻度高群：1週間に運動に関する習い事を2回以上実施

運動頻度低群：運動に関する習い事をしていない、もしくは活動頻度が週2回未満

6) 身長と周長との相関分析

身長とウエスト、ヒップ、大腿囲、下腿最大囲との相関分析を行った。各相関係数について、適正サイズ着用・非着用群間および運動頻度高、低群間で比較を行った。

4. 結果

1) 3D形状データ

3D形状データのサンプルを図7に示す。男女1名ずつ掲載した。他の個別形状データについては、顔形状が特定できない程度に平滑化したものをWebサイトで公開する。

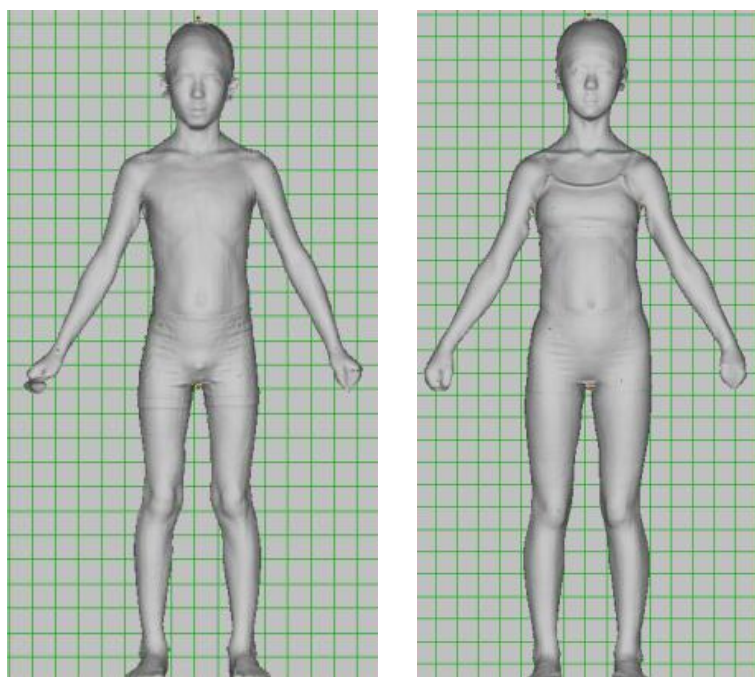


図7 3D形状計測データ（左：男子、右：女子）

2) 計測データ平均

身体寸法、体組成、皮膚弾性および着圧の平均値を表4、5に示す。全被験者平均、性別平均、年齢別平均を算出した。

3) 被験者の適正サイズの検証

① 着用サイズに関するアンケート結果

普段着用している衣服サイズに関するアンケート調査の結果から、半数以上の保護者が、「サイズが体に合っていないと感ずることがある」と回答した（図8）。

② 適正サイズの検証

身長とウエストの寸法データから、各被験者の体形に適するサイズを検証した。適正サイズの基準はJIS規格とした（表6）。検証の結果、7割以上の被験者が体形に合っていないサイズを普段着用していることが分かった（図9）。各被験者の身体寸法および普段着用しているサイズ、さらに適正なサイズを表7にまとめた。この表より、サイズが適正でない被験者は、丈が長いもしくはゆるい衣服を選択して

いる傾向がみられる。

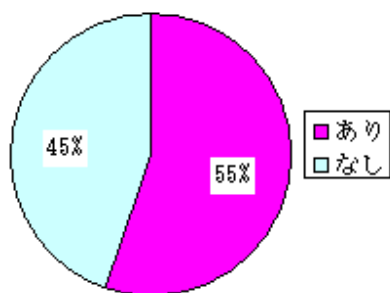


図8. 衣服のサイズが合わないと感じることがある割合

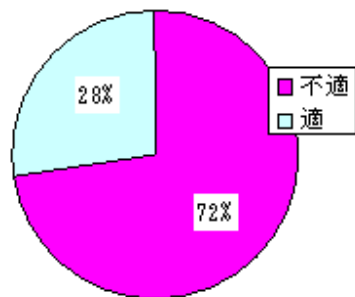


図9. 身体に適するサイズを着用している割合

表4. 身体寸法平均

単位：mm

	身長	股下高	臀溝高	ウエスト	ヒップ°	大腿囲	大腿中央囲	下腿最大囲	下腿最小囲	下腿中央囲
全被験者平均	1424	664	635	606	751	442	377	300	194	236
男子平均 (n=14)	1414	656	633	624	745	438	374	298	192	233
女子平均 (n=15)	1434	671	637	590	757	447	379	301	196	239
10歳平均 (n=10)	1364	626	598	589	711	419	359	284	184	225
11歳平均 (n=9)	1420	660	628	603	771	457	387	310	198	243
12歳平均 (n=10)	1487	705	679	627	774	453	385	306	199	241

表5. 体組成と皮膚弾性および着圧平均

	体重 (kg)	脂肪率 (%)	除脂肪率 (%)	ヤング率 (Kpa)		着圧 (hpa)	
				足首	ふくらはぎ	足首	ふくらはぎ
全被験者平均	36.3	19.0	81.0	29.9	15.4	29.2	28.5
男子平均 (n=14)	35.9	19.6	80.4	27.7	16.2	28.6	28.5
女子平均 (n=15)	36.7	18.3	81.6	32.0	14.6	29.8	28.6
10歳平均 (n=10)	31.9	18.5	81.5	28.0	12.7	27.4	27.0
11歳平均 (n=9)	37.6	18.8	81.1	27.0	16.3	31.1	29.3
12歳平均 (n=10)	39.6	19.5	80.5	34.4	17.2	29.5	29.4

表6. JIS規格サイズ表

呼び方		110	120	130	140	150	160	170	180
少年	身長	105-115	115-125	125-135	135-145	145-155	155-165	165-175	175-185
	ウエスト	49-55	51-57	53-59	54-62	58-66	62-70	66-74	70-78
少女	身長	105-115	115-125	125-135	135-145	145-155	155-165	165-175	175-185
	ウエスト	47-53	49-55	51-57	53-59	56-63	58-66	61-69	

表7. 着用サイズの問題点

被験者 No	普段着用サイズ		身長(mm)	身長適正 サイズ	ウエスト (mm)	ウエスト 適正 サイズ	サイズ 不適	既製品に対する課題		サイズが合 わなないと感 じるか
	トップス	ボトムス						幅	丈	
男2	150	150	1427	140	741.0	170-180	不適	きつい	長い	感じる
男3	160	160	1430	140	712.0	170-180	不適	きつい	長い	感じる
男4	130～140	130～140	1351.5	140	590.0	130-150				感じない
男5	150	150	1371	140	642.0	150-160	不適		長い	感じない
男6	160	150	1560	160	627.0	150-160	不適		短い	感じる
男7	160	160	1498	150	615.0	140-150	不適	ゆるい	長い	感じる
男8	150	150	1362	140	686.0	160-170	不適	きつい	長い	感じる
男9	140	140	1380	140	560.0	120-140				感じない
男10	140	140	1346.5	130	608.0	140-150	不適		長い	感じない
男11	140	140	1465	150	642.0	150-160	不適	きつい	短い	感じない
男12	160	160	1516	150	657.0	150-160	不適		長い	感じる
男13	140	130	1337	130	517.0	100-120	不適	ゆるい	トップス長い	感じる
男14	150	150	1396	140	580.5	130-150	不適		長い	感じない
男15	140	140	1349	130	556.0	120-140	不適		長い	感じる
女16	150	140	1354	140	571.0	130-150			トップス長い	感じる
女17	150	150	1381	140	545.0	120-140	不適	ゆるい	長い	感じる
女18	140	140	1343	130	506.5	100-120	不適	ゆるい	長い	感じる
女19	140	130	1326	150	534.0	120-140	不適		短い	感じない
女20	160	140	1494	150	622.5	150-170	不適	ボトムスキ つい	トップス長 い、ボトム ス短い	感じる
女21	160	160	1481	150	735.5	170～	不適	きつい	長い	感じない
女22	150	140	1427	140	571.0	130-150	不適		トップス長い	感じる
女23	160	160	1518	150	652.0	160-170	不適		長い	感じない
女24	150	150	1470	150	574.0	140-150				感じない
女25	130	130	1372	140	545.5	120-140	不適		短い	感じる
女26	L	L	1518	150	644.5	160-170			長い	感じる
女27	140～150	140～150	1452	150	550.5	130-140				感じない
女28	160～	160～	1381	140	618.0	150-160	不適		長い	感じる
女29	150	150	1497	150	578.0	140-150				感じない
女30	150	150	1493	150	601.0	150-160				感じない

表7. 着用サイズの問題点

被験者 No	普段着用サイズ		身長(mm)	身長適正 サイズ	ウエスト (mm)	ウエス ト適正 サイズ	サイズ 不適	既製品に対する課題		サイズが合 わないと感 じるか
	トップス	ボトムス						幅	丈	
男2	150	150	1427	140	741.0	170-180	不適	きつい	長い	感じる
男3	160	160	1430	140	712.0	170-180	不適	きつい	長い	感じる
男4	130～140	130～140	1351.5	140	590.0	130-150				感じない
男5	150	150	1371	140	642.0	150-160	不適		長い	感じない
男6	160	150	1560	160	627.0	150-160	不適		短い	感じる
男7	160	160	1498	150	615.0	140-150	不適	ゆるい	長い	感じる
男8	150	150	1362	140	686.0	160-170	不適	きつい	長い	感じる
男9	140	140	1380	140	560.0	120-140				感じない
男10	140	140	1346.5	130	608.0	140-150	不適		長い	感じない
男11	140	140	1465	150	642.0	150-160	不適	きつい	短い	感じない
男12	160	160	1516	150	657.0	150-160	不適		長い	感じる
男13	140	130	1337	130	517.0	100-120	不適	ゆるい	トップス長い	感じる
男14	150	150	1396	140	580.5	130-150	不適		長い	感じない
男15	140	140	1349	130	556.0	120-140	不適		長い	感じる
女16	150	140	1354	140	571.0	130-150			トップス長い	感じる
女17	150	150	1381	140	545.0	120-140	不適	ゆるい	長い	感じる
女18	140	140	1343	130	506.5	100-120	不適	ゆるい	長い	感じる
女19	140	130	1326	150	534.0	120-140	不適		短い	感じない
女20	160	140	1494	150	622.5	150-170	不適	ボトムスキ つい	トップス長 い、ボトム ス短い	感じる
女21	160	160	1481	150	735.5	170～	不適	きつい	長い	感じない
女22	150	140	1427	140	571.0	130-150	不適		トップス長い	感じる
女23	160	160	1518	150	652.0	160-170	不適		長い	感じない
女24	150	150	1470	150	574.0	140-150				感じない
女25	130	130	1372	140	545.5	120-140	不適		短い	感じる
女26	L	L	1518	150	644.5	160-170			長い	感じる
女27	140～150	140～150	1452	150	550.5	130-140				感じない
女28	160～	160～	1381	140	618.0	150-160	不適		長い	感じる
女29	150	150	1497	150	578.0	140-150				感じない
女30	150	150	1493	150	601.0	150-160				感じない

4) 適正サイズ着用群、非着用群間の比較

普段着用しているサイズが身体寸法に合っている「適正サイズ着用群」と、身体寸法に合っていない「適正サイズ非着用群」別に身体寸法平均値を算出し、2群間の母平均の差の検定を行った。片側検定の結果、「非着用群」のウエストが、「着用群」のウエストよりも有意に大きい結果となった（「非着用群」＝614.9mm、「着用群」＝583.6mm、 $p<0.05$ ）。その他の寸法データには有意な差はなかった。

5) 運動頻度群別平均

普段の運動頻度が高い被験者を運動頻度高群、低い子どもを運動頻度低群とし、2群に層別した。運動に関する習い事を1週間に2回以上実施している子どもを運動頻度高群、それ以下の子どもを運動頻度低群とし、各身体寸法について2群間の母平均の差の検定を行った。片側検定の結果、運動頻度高群は低群よりも脂肪率が有意に低く（運動頻度高群＝17.0%、運動頻度低群＝20.5%、 $p<0.05$ ）、また、運動頻度高群は低群よりも除脂肪率が有意に高かった（運動頻度高群＝83.0%、運動頻度低群＝79.5%、 $p<0.05$ ）。

6) 身長と周長との相関

①適正サイズ着用・非着用群別相関

身長とウエスト、ヒップ、大腿囲、下腿最大囲それぞれとの相関係数

について、「適正サイズ着用群」、「適正サイズ非着用群」間で比較した。相関係数を表8に示す。

検定の結果、「着用群」のヒップ、大腿囲、下腿最大囲は身長と有意な相関関係にあり、「非着用群」よりも強い正の相関があることが分かった。

②運動頻度別相関

身長とウエスト、ヒップ、大腿囲、下腿最大囲それぞれとの相関係数について、運動頻度高群、低群間で比較した。相関係数を表8に示す。

検定の結果、運動頻度高群のヒップ、大腿囲、下腿最大囲は身長と有意な相関関係にあり、運動頻度低群よりも強い正の相関があることが分かった。

表8. 相関係数 r の検定結果

	適正サイズの着用		運動頻度	
	着用群	非着用群	高	低
身長/ウエスト	0.48	0.52*	0.61*	0.31
身長/ヒップ	0.90**	0.58**	0.78**	0.54*
身長/大腿囲	0.79*	0.50*	0.63*	0.46
身長/下腿最大囲	0.90**	0.66**	0.71**	0.64**

* : $p < 0.05$ 、** : $p < 0.01$

5. 考察とまとめ

身体寸法測定データとアンケート調査の結果から、約7割の子どもが、体のサイズに適していない衣服を着用していることが分かった。「適正サイズ着用群」と「非着用群」の寸法データを比較したところ、「非着用群」の被験者は、身長と周長の相関が比較的低いことが分かった。さらに「非着用群」は「着用群」よりも有意にウエストが大きかったことを踏まえると、サイズが合っていない子どもは、身長に比べ周長のサイズが大きく、周長サイズに合せて衣服サイズを選択した結果、丈方向に問題（長すぎる）が生じているものと推察できる。実際に、表7に示したように、サイズが適していない子どもの問題点は、「丈が長い」が最も多くみられる。

さらに、運動頻度別の群間比較においても同様の傾向がみられる。運動頻度の低い被験者は高い被験者よりも、身長と周長の相関が弱い傾向がある。このことから、運動頻度の少なさが、周長の増加に影響し、既製品サイズに合わない体形を助長する可能性が一つの仮説として考えられる。

既製品でカバーできるサイズの範囲は、図10の色で塗られた部分である。既製品のサイズ範囲から大きく外れる被験者は、身長が140cmサイズの範囲でありながら、ウエストは150cmサイズを超えている、といったように、身長とウエストのサイズが同サイズ範囲内に収まらない。このような体形の子どもは、既製品では体に適するサイズが存在しないことになる。ウエストに合わせて大きいサイズを着用することで、丈方向に余りが生じる。このように身体サイズに適さない衣服の着用は、衣服の裾が遊具に引っかかる等の引っ掛かり事故を誘発する原因となりうる。

衣服のサイズ設計を考えるメーカーとしては、このような既製品のサイズ範囲から外れる子ども用の

サイズ設定を検討しなくてはならない。今回得られたデータは 29 名と非常に小規模ではあるが、同様の問題を抱えている子どもは多く存在することが予想される。今回の子どもの体形データ分析を一つの手がかりとし、今後さらなるデータの蓄積と、サイズ設計の改善を進めていくことが求められる。

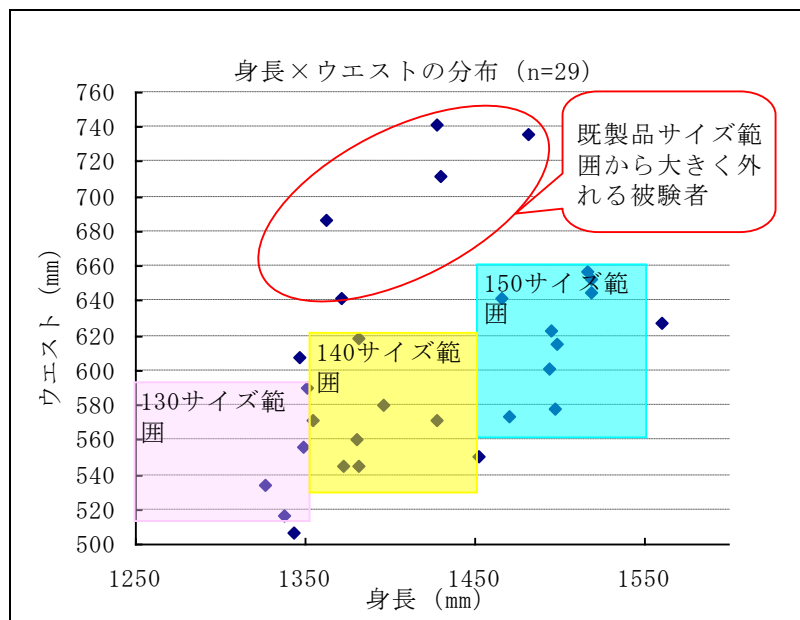


図 10 既製品のサイズカバー範囲に対する被験者の分布