

2024 年度 統計データ分析コンペティション

統計数理賞 [高校生の部]

子供の体力・運動能力

大河内 花音（愛知県立一宮高等学校）

論文の概要

子供の体力・運動能力の向上・低下に関係する要因を見つけるため、都道府県別に分析を行い、運動習慣が運動能力に大きな影響を与えており、運動系の習い事や外で遊びやすい環境を作ることや、生活習慣を整え学校での勉強にも力を注ぐことが、結果的に運動能力の向上につながることを示唆した。

論文審査会コメント

自身が明確な問題意識を持ち、分析に必要なデータを広く探して利用しており、分析の考え方やプロセスは最近の高校生の部で標準化されつつあるもので、おおむね妥当である。分析と結論との関係の説明がもう少しあるとよい。

子供の体力・運動能力

大河内 花音

愛知県立一宮高校

1. 研究のテーマと目的

1-1 テーマ選定の理由

スポーツ庁が実施する全国体力・運動能力調査の結果から、コロナ渦を経て子供の体力が急激に減少していることがわかる⁽¹⁾（図1）。近年学校の部活動を廃止する傾向があり、また屋外で遊ぶ子供も減っているように感じるなど、子供が運動する機会が少なくなっていると思われる。この傾向が続けば、肥満傾向の子供が増加し、高血圧や糖尿病など将来の生活習慣病のリスクが高まると考えられる。また、運動は心身の発達に欠かせないものである。よって本研究では、体力・運動能力の向上と低下に関係する要因を特定し、分析結果から子供の運動能力向上に向けた取り組みを提案する。

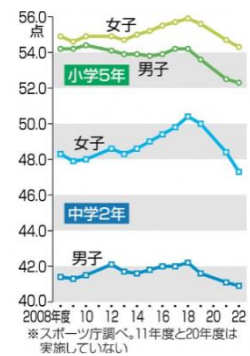


図1 全国体力テスト合計点（平均）の推移

1-2 愛知県の現状

愛知県は全国体力・運動能力調査の平均合計点において、都道府県別で全国最低レベルである。愛知県では、この結果を受け「体力づくり推進事業提要」に基づき体力づくり推進事業が行われている⁽²⁾。また、県内で毎年学校体力報告書を作り、全県の状況を把握し、今後に生かすことに努めている。本研究が愛知県内の子供の運動能力向上に役立つようにとの考えのもと、本研究に取り組むものである。

表1 愛知県の体力合計点都道府県別順位

	2021年	2022年	2023年
小5女子	47位	47位	43位
小5男子	47位	46位	47位
中2女子	45位	46位	45位
中2男子	47位	47位	46位

2. 研究の方法と手順

仮説を立て、仮説を基に運動能力に影響を与えと考えられる要因を「運動機会」、「生活習慣」、「学校」、「身体的要因」、「環境」の5つに分け、都道府県別データを用いて外れ値の除外を行う。すべてのデータにおいて相関係数を求め、相関関係があると思われるデータを説明変数、全国体力・運動能力調査の平均合計点を目的変数として重回帰分析を行う。分析の妥当性を確認したのち、仮説が正しいといえるのかを考察し、今後子供の体力・運動能力を高めるにはどうする必要があるのかを提案する（図2）。

3. データセットの加工

3-1 運動能力に影響を与える要因の特定

各種要因についての仮説を立てる。赤文字(+)を正の相関、青文字(-)を負の相関であるとする。

運動機会

運動時間(+)…運動時間の多さは運動能力・体力の向上に比例する。

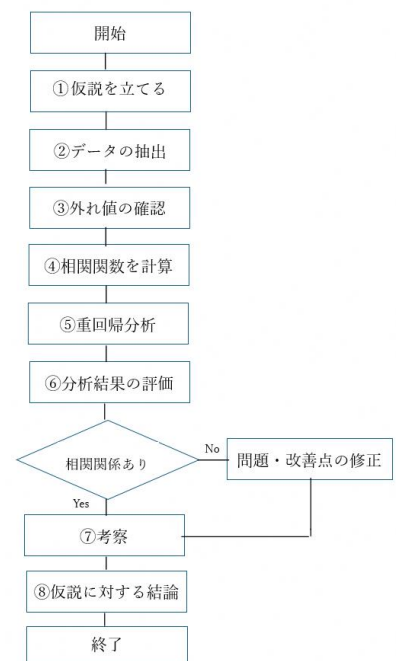


図2 研究の手順

スポーツ少年団所属人数(+)…スポ少への所属は運動習慣ができるため、運動能力向上につながる。(スポーツ少年団は以下スポ少と表記する)

スポーツ少年団団体数(+)…団体が多いほどスポーツができる環境と指導者に恵まれており運動能力が高くなる。

生活習慣

睡眠時間・朝食摂取率(+)…生活習慣が整っているほど体力・運動能力が高くなる。

学校

学力(+)…運動神経と学力は比例する。

運動部所属割合(+)…部活により運動習慣が身につくため体力・運動能力は向上する。

1校当たりの生徒数(-)…先生1人に対する生徒数が少ない方が、1人1人に体育の授業の指導が行き届くため、体力・運動能力が向上する。

身体的要因

平均身長(+)…体の発達が早いほど同年代と比べて体力・運動能力が高い。

肥満傾向児割合(-)…肥満度に比例して、体力・運動能力は低くなる。

環境

所得(+)…所得が多いほど裕福であり、靴などのスポーツ用品を購入できたり、習い事に通わせてもらえる子供が多いため、運動能力が高くなる。

森林面積(+)…自然が多いほど野外活動の機会が増えるため、体力が付きやすい。

人口密度・子供人口割合(-)…人口が多い都市ほど社会の発展が進んでおり外で遊ぶ機会が少ないため、子供の体力低下につながる。

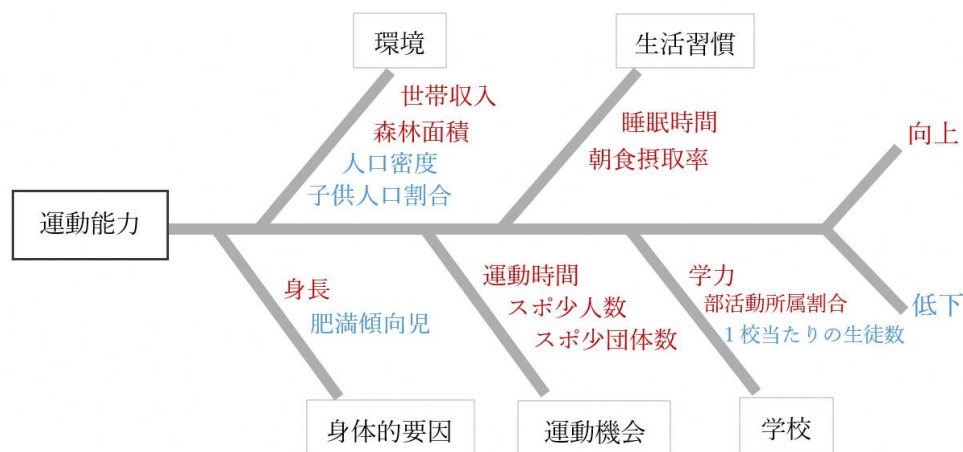


図3 仮説の分類

3-2 使用するデータとデータの加工

使用するデータおよび変数の変換を表2に示す。全国体力・運動能力調査の小学5年生、中学2年生の都道府県別のデータと、要因になると考えられる都道府県別の子供のデータを使用し相関を調べる。

睡眠時間については「子供の道府県別平均睡眠時間」のデータがなかったため、「8時間以上の睡眠をとる子供の割合」のデータを使用する。運動時間についても「子供の平均運動時間」のデータはなかったが、代わ

りに「1週間に420分以上（単純計算1日60分以上）運動する子供の割合」のデータを用いる。朝食欠食率については子供に限定したデータをみつけることができなかったため、親の朝食欠食は子供に影響すると考え大人のデータを使用することにする。

表2 使用するデータとデータの変換

使用した変数	変数の加工	出典
人口密度（2022）	総人口／総面積	SSDSE - E - 2024
子供が占める割合（2022）	15歳未満人口／総人口×100	SSDSE - E - 2024
1人あたりの県民所得（2019）		SSDSE - E - 2024
小学校1校当たりの児童数（2022）	小学校児童数／小学校数	SSDSE - E - 2024
中学校1校当たりの生徒数（2022）	中学校生徒数／中学校数	SSDSE - E - 2024
スポーツ少年団に所属する子供の割合	スポーツ少年団に所属する子供数／15歳未満人口	JSPO日本スポーツ協会
子供数当たりのスポーツ少年団数	スポーツ少年団数／15歳未満人口	JSPO日本スポーツ協会
肥満傾向児割合（10歳、13歳）（令和4年度）		e-Stat
平均身長（10歳、13歳）（令和4年度）		e-Stat
睡眠時間が8時間以上の12歳～14歳割合（2019）	8時間以上の人数／調査対象人数	e-Stat
全国体力・運動能力調査（令和5年度）		スポーツ庁
1週間に420分以上運動する子供割合（令和5年度）		スポーツ庁
全国学力調査正答率（令和5年度）		国立教育政策研究所
運動部所属人数割合		NHK（2022発表記事）
朝食欠食率（20歳～69歳）（2019）	女性朝食欠食割合＋男性朝食欠食割合／2	日本リカバリー協会

3-3 変数の分布と外れ値の確認

分析を行うにあたり、外れ値を確認するために各変数の分布を箱ひげ図で表す（図4）。

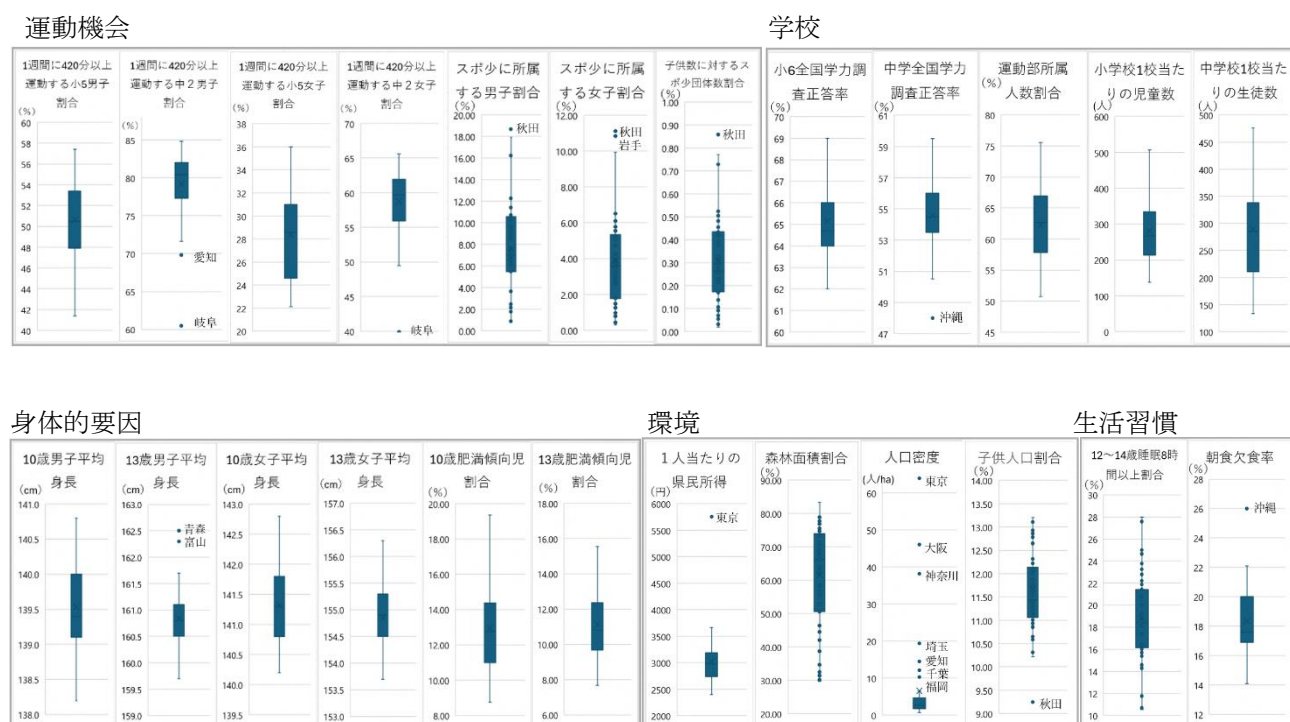


図4 変数分布の箱ひげ図

本研究では都道府県ごとの特色も体力・運動能力の差につながっていると考え、値の除外は行わないこととする。

4. データ分析の結果

4-1 相関係数の算出

全国体力・運動能力調査の平均合計点とすべての項目を都道府県別データから相関係数を出し、グラフに色付けを行ったものを表3に示す。

表3 全国体力・運動能力調査の平均合計点と各要因の相関係数

	運動機会			生活習慣		学校			身体的要因		環境			
	運動時間	スポ少所属	スポ少団体数	睡眠	朝食欠食率	学力	運動部	1校当たり生徒数	平均身長	肥満傾向児	県民所得	森林面積	人口密度	子供割合
小5女子	0.657	0.485	0.445		-0.111	0.383		-0.417	0.267	0.255	-0.097	0.199	-0.321	-0.285
小5男子	0.232	0.284	0.263		-0.087	0.435		-0.315	0.204	0.073	-0.116	0.192	-0.246	-0.110
中2女子	0.369	0.356	0.332	-0.220	-0.115	0.118	0.509	-0.243	0.081	0.103	-0.081	0.139	-0.324	-0.168
中2男子	0.376	0.452	0.403	-0.157	-0.065	-0.002	0.392	-0.320	0.265	0.110	-0.193	0.176	-0.372	-0.111



「運動機会」のジャンルではすべての項目で正の相関がみられた。特に小5女子はすべての項目において強い正の相関がみられ、中2男子はスポ少所属とスポ少団体数の項目において強い正の相関がみられた。「生活習慣」のジャンルでは睡眠の項目に弱い負の相関がみられ、朝食欠食率はほとんど相関がみられなかった。

「学校」のジャンルでは運動部の項目において正の相関がみられ、1校当たりの生徒数の項目は負の相関がみられた。学力の項目では小学生に正の相関がみられる一方、中学生ではほとんど相関がなかった。学力の項目では小5女子よりも小5男子の方が正の相関が強く、運動部の項目では男子よりも女子の方が正の相関が強かった。1校当たりの生徒数の項目は、小5女子において最も負の相関が強かった。「身体的要因」のジャンルは弱い正の相関がみられた。「環境」のジャンルの県民所得の項目ではほとんど相関はみられず、森林面積の項目は弱い正の相関、人口密度の項目は負の相関、子供の人口割合の項目においては極めて弱い負の相関がみられた。

4-2 重回帰分析

4-1で算出した相関係数により、それぞれの要因と全国体力・運動能力調査の平均合計点との関係性を把握することができたが、各要因と全国体力・運動能力調査の平均合計点の関係についてモデル化できておらず、定量的な法則性を示せていないと考えた。

そこで、目的変数を全国体力・運動能力調査の平均合計点、要因となりうる各項目を説明変数とした重回帰分析を行うことで、各要因が全国体力・運動能力調査の平均合計点にどのような影響を与えているのかを定量的に示すこととした。信頼性を高めるために、相関係数が0.2以上または-0.2以下の項目に限定して重回帰分析を行った（表4）。

表4 重回帰分析により算出した回帰係数

	切片	運動機会			生活習慣		学校			身体的要因		環境			
		運動時間	スポ少所属	スポ少団体数	睡眠	朝食欠食率	学力	運動部	1校当たり生徒数	平均身長	肥満傾向児	県民所得	森林面積	人口密度	子供割合
小5女子	-25.779	-0.035	0.659	-6.992			0.401		-0.005	0.388	0.052			-0.016	0.088
小5男子	-37.952	0.048	0.283	-6.698			0.322		-0.003	0.491				-0.023	
中2女子	42.697	0.031	0.347	-3.71	-0.054			0.066	-0.001					-0.003	
中2男子	-36.405	0.102	0.43	-8.208				-0.023	-0.002	0.455				-0.013	

重回帰分析の結果から、例えば小5女子の場合、全国体力・運動能力調査の合計点は、以下のように各要因との関係式で表すことができる。

全国体力・運動能力調査の合計点 = $-25.779 + \{-0.035 \times (\text{運動時間})\} + \{0.659 \times (\text{スポ少所属})\} + \{-6.992 \times (\text{スポ少団体数})\} + \{0.401 \times (\text{学力})\} + \{-0.005 \times (1 \text{ 校当たり生徒数})\} + \{0.388 \times (\text{平均身長})\} + \{0.052 \times (\text{肥満傾向児})\} + \{-0.016 \times (\text{人口密度})\} + \{0.088 \times (\text{子供割合})\}$

一般的に、回帰係数の絶対値が大きい項目ほど運動能力に関係していると言える。ただし、あくまでも各学年・性別ごとの結果であるため、学年や性別を超えた数値の比較は妥当でない。

表5 重回帰分析により算出したP値

	切片	運動機会			生活習慣		学校		身体的要因		環境				
		運動時間	スポ少所属	スポ少団体数	睡眠	朝食欠食率	学力	運動部	1校当たり生徒数	平均身長	肥満傾向児	県民所得	森林面積	人口密度	子供割合
小5女子	0.578	0.544	0.041	0.104			0.002		0.211	0.237	0.589			0.492	0.68
小5男子	0.274	0.278	0.07	0.065			0.001		0.258	0.05				0.214	
中2女子	5.92×10^{-18}	0.53	0.324	0.425	0.324			0.135	0.842					0.891	
中2男子	0.361	0.018	0.016	0.035				0.494	0.364	0.079				0.446	

次に、表5の各回帰係数に対してP値を計算し、それぞれの係数が統計的に有意かどうかを評価した(表6)。その際有意水準を5%とし、P値が0.05以下となった、統計的に有意な項目については濃いピンクの背景で、また、0.05をやや超える値については薄いピンクの背景で示した。

表4より最も絶対値が大きい項目はスポ少団体数であり、運動能力に強い影響を与えているとみられる。1校当たりの生徒数や人口密度の項目は絶対値が小さく、運動能力との関係が薄いと考えられる。表5よりいくつかの項目でP値が0.05以下となり、結果の有意性が高いことが示された。しかし、中2女子の重回帰分析ではP値が0.05以下である項目がなく、信頼し難い結果となった。モデルの精度を向上させるためには、関係性が低い説明変数を除外することが有効である。また、表3の相関係数と表4の回帰係数の符号を比べると、すべての年代のスポ少団体数、小5女子の運動時間、子供割合、中2男子の運動部の項目において正負が異なった。この原因としては、多重共線性、相互作用効果などが考えられる。多重共線性が起こる要因は、同じ情報を異なる形式で含む変数の使用や過剰な変数の使用である。特に相関関数の絶対値が大きかった小5女子の運動時間、スポ少所属割合の項目において、多重共線性の存在や疑似相関の可能性を考え、偏相関係数を求めて確かめることとした。

<偏相関係数>

全国体力・運動能力調査の平均合計点を X_1 、運動時間を X_2 、スポ少所属割合を X_3 とすると、 $r_{X_2X_1} = 0.31$ 、 $r_{X_1X_3} = 0.367$ 、 $r_{X_2X_3} = 0.485$ 、であることから、以下の偏相関係数が得られた。

$$\begin{aligned} \text{偏相関係数} &= (r_{X_1X_3} - r_{X_2X_1} \times r_{X_2X_3}) / \sqrt{(1 - r_{X_2X_1}^2)} \sqrt{(1 - r_{X_2X_3}^2)} \quad * r = \text{相関係数} \\ &= (0.367 - 0.31 \times 0.485) / \sqrt{(1 - 0.31^2)} \sqrt{(1 - 0.485^2)} = 0.261 \end{aligned}$$

全国体力・運動能力調査の平均合計点とスポ少所属割合の相関係数は、表3より0.657とやや強い相関があると判断していたが、運動時間の影響を排除した偏相関係数を求めると0.261となり、0.675と比べ相関がかなり弱くなることがわかった。また、スポ少所属割合とスポ少団体数の相関係数を算出したところ、0.974と極めて強い相関があったため、スポ少団体数は残してスポ少所属割合の項目を除去し、相関係数が0.3以上または-0.3以下の項目において再度重回帰分析を行った。

表6 再度重回帰分析により算出した値

	切片	運動機会			生活習慣		学校			身体的要因		環境			
		運動時間	スポ少所属	スポ少団体数	睡眠	朝食欠食率	学力	運動部	1校当たり生徒数	平均身長	肥満傾向児	県民所得	森林面積	人口密度	子供割合
小5女子	30.717	0.01		2.17			0.364		-0.001					-0.026	
小5男子	34.738						0.299		-0.004						
中2女子	41.27	0.023		0.443				0.079						-0.012	
中2男子	35.55	0.06		1.277				0.02	1.72×10^{-4}					-0.015	

表7 再度重回帰分析により算出したP値

	切片	運動機会			生活習慣		学校		身体的要因		環境				
		運動時間	スポ少所属	スポ少団体数	睡眠	朝食欠食率	学力	運動部	1校当たり生徒数	平均身長	肥満傾向児	県民所得	森林面積	人口密度	子供割合
小5女子	8.58×10^{-5}	0.858		0.083			0.002		0.72					0.246	
小5男子	1.03×10^{-7}						0.001		0.011						
中2女子	7.31×10^{-21}	0.618		0.619				0.054						0.469	
中2男子	4.43×10^{-14}	0.153		0.265				0.537	0.949					0.38	

2回目の重回帰分析の結果、相関係数と回帰係数の符号がすべて一致し、多重共線性の可能性をなくすことができた。表6より、やはりスポ少団体数の影響が強いと考えられる。表7より、1度目の重回帰分析ではP値0.05以下の項目が4/17だったのに対し2度目の重回帰分析では7/20と、有意性が高い項目の割合が大きくなった。学力の項目では男女ともに数値の有意性が高く、信頼できる結果となった。特に切片のP値が小さい値を示した。ただ、小5女子の運動時間の項目において、相関係数が1番大きな値であったにもかかわらず回帰係数の絶対値が小さいことから、多重共線性の存在や疑似相関の可能性がある。

5. 結果の解釈

5-1 ジャンルごとの仮説に対する結論・考察

運動習慣

運動時間…分析結果より正の相関が示され、仮説は正しいと言える。小学生女子に与える影響が大きいのは、幼いころからの運動習慣が運動の得意不得意を決定するためだと考えられる。小学生男子が小学生女子よりも相関が弱いのは、男子の方が全体的に運動時間が長い傾向にあったことから、差がつかなかったからだと考える。また、中学生が小学生女子ほど強い相関を示さなかったことについては、小学生からの体育の授業によってある程度体の使い方を覚えるためだと考える。運動時間を増やすための方策としては、図5よりスポ少に所属する子供の割合が多いほど1週間に420分以上運動する子供の割合が多くなる傾向があることから、習い事で運動を取り入れることが有用だと考える。

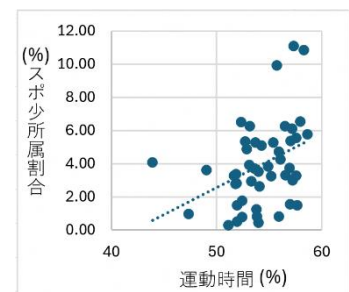


図5 スポ少所属割合と運動時間の関係

スポ少所属人数…分析結果より正の相関が示され、仮説は正しいと言える。小学生女子における相関が強いのは、運動時間の項目と同様に運動習慣が良い影響を与えるためではないかと考える。中学生男子における相関の強さは、専門的な技術が身に付くことで運動能力向上に繋がるためだと考える。

スポ少団体数…分析結果より正の相関が示され、仮説は正しいと言える。年代性別問わず相関が強いのは、スポ少の数が多いほどいろいろなスポーツに興味を持つ機会が増え、運動が好きになる子供が多くなるためだと考えられる。また、スポ少の活動場所と家からの距離が近いと親の送迎がしやすく長続きするため、運動能力が向上すると考えられる。やはり習い事の面では大人の協力が不可欠だ。

生活習慣

睡眠…分析結果より弱い負の相関が示され、仮説は正しいと言える。しかし運動機会ほど影響はなく、運動能力向上のための重要度はそれほど高くないと考えられる。運動系の部活動や習い事に所属する運動能力の高い子供たちは、夜まで部活動や習い事をしており、必要とされる睡眠時間が取れていない可能性がある。このことは子供たちの将来の健康状態に影響を与える危険性がある。

朝食摂取率…分析結果より、相関はほとんど見られず仮説が正しいとは言えない。ただ本分析では子供のデータが得られず大人のデータを使用したため正確性に欠けており、運動能力と朝食摂取率に関係はないと断定

することはできない。

学校

学力…分析結果より小学生は正の相関が示され、小学生において仮説は正しいと言える。小学生は、勉強することで集中力が身に付き一生懸命取り組む姿勢を学ぶことが、スポーツをする上でも役立つと考えられる。中学生においてあまり相関がないのは、勉強よりも部活動やクラブチームに力を入れる生徒が一定数いるためだと考える。塾に入り勉強に打ち込む子供も増えているが、スポーツは心身のリフレッシュにもなるのでバランスを大事にすべきだと考える。

運動部所属…分析結果より正の相関が示され、仮説は正しいと言える。特に女子の相関が強く、部活動により運動習慣ができていていると考えられる。図6より女子の場合、全国体力・運動能力調査の合計点の差が大きく、日常的に運動する生徒としない生徒で二極化していると考えられる。このことから、部活動は生徒の心身に重要であると考えられるため、存続すべきだと思う。

1校当たりの生徒数…分析結果より負の相関が示され、仮説は正しいと言える。特に小学生において強い相関があり、低年齢ほど生徒当たりの指導者数を多くして、丁寧な指導をするべきだと考える。近年指導者の人材不足も深刻化しているが、外部のボランティアで補うなどして人材を確保すべきである。

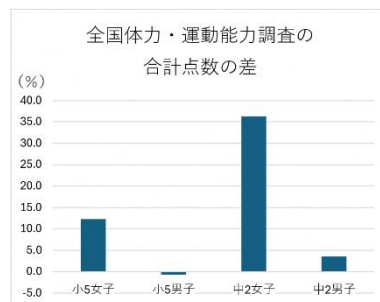


図6 全国体力・運動能力調査の平均合計点の差

$$\left[\begin{array}{l} \text{合計得点の差} \\ = (\text{評価 A の割合} + \text{評価 B の割合}) \\ - (\text{評価 D の割合} + \text{評価 E の割合}) \end{array} \right]$$

身体的要因

平均身長…分析結果より正の相関が示され、仮説は正しいと言える。小学生女子、中学生男子においては第二次成長期であり身長にばらつきがあるため相関関係が強くなるのではないかと考える。中学生女子において相関が薄いのは、高身長の男子はバレーやバスケットを始めることもあるが、女子の場合、運動に対して身長はあまり考慮しないためだと考える。

肥満傾向児…分析結果より小学生女子のみ正の相関が示され、小学生女子において仮説は正しいと言える。中学生女子や男子においてはほとんど相関がなかった。小学生の方が肥満傾向児割合が大きいことが考えられる。また男子よりも女子の方が体質的に太りやすいため、影響を受けやすいと考えられる。肥満傾向児割合調べる過程で、北海道から東北地方にかけて高い数値であることに気づき調べてみると、スクールバスが普及していることや子供が少なく友達と外で遊ぶことが少ないからだと分かった。このことから、学校の登下校も体力に関係があると分かったが、登下校距離が長いことや登下校時の誘拐や事故を考えるとスクールバスや車を使わざるを得ず、難しいところである。子ども同士で遊べる公園や体育館の設置も必要であると考え

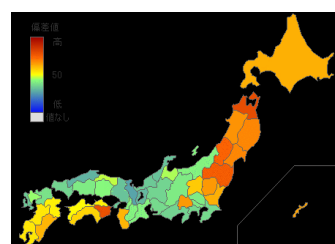


図7 肥満傾向児割合

環境

県民所得…分析結果よりほとんど相関がなく、どちらかという弱い負の相関があったことから仮説は正しいと言えない。所得が多い家庭の方が、スポーツ用品を購入できたり、習い事に通わせてもらえたりするなど運動能力が高いイメージがあったが、ゲーム機を買ってもらえるなど室内で遊ぶことが増えるのかもしれない。

また、県の中でも家庭によって収入の差が大きいため、正確な分析ができているとは言えない。

森林面積…分析結果より弱い正の相関が示され、仮説は正しいと言える。学年、性別による差も少なく、重要度は低いものの影響はあると考えられる。公園など遊ぶ環境が整っていたり、山道を歩くことで足の筋力やバランス力が鍛えられたりしているのかもしれない。都会では自然と触れる機会が減少しているため、森林保全も大切にすべき視点だと考える。

人口密度…分析結果より負の相関が示され、仮説は正しいと言える。人口密度が低いと、チームスポーツを楽しむ機会が少なく、またスポーツの指導者が少ないことから運動能力が低くなると考えられる。過疎化を改善することは運動能力向上にも繋がると考える。

子供人口割合…分析結果より負の相関が示され、仮説は正しいと言える。特に小学生女子の相関が強く、子供同士で外で遊ぶ機会が減るため、運動時間が短くなると考え図8を作成したが、運動時間との相関はほとんどなかった。東北地方は子供人口割合が小さいがスポ少団体数やスポ少所属割合は大きいのでバランスが取れている。子供人口割合が小さいと運動能力が低下するのは、子供同士で競い合う環境が少なく、競争心が芽生えにくいためだと考える。人口密度の改善策と同じく地域活性化により改善可能である。

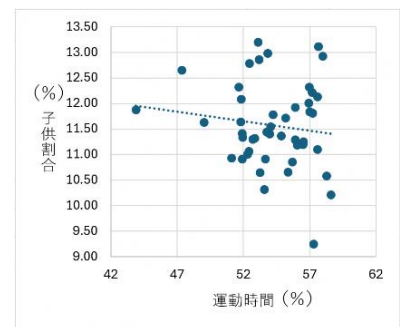


図8 子供人口割合と運動時間の関係

5-2 愛知県の運動能力の低さについて

まずは、1週間に420分以上運動する子供の割合が、47都道府県中46番目と低いことが原因であると考えられる。他の都道府県に比べ愛知県の子供の運動時間が短い理由を調べたところ、原因は都市化により生活環境が変化したこと、睡眠時間が少ないこと、スクリーンタイムの増加、運動習慣の二極化であった。またスポ少に所属する子供の割合や、スポ少団体数が少ないことも一因であると考えられる。愛知県では部活動を廃止する傾向があるが、運動習慣を身につけるために部活動を継続したりスポ少の現状を改善したりするなど、大人のボランティアの協力が必要であると考えられる。また、親子で参加するスポーツイベントなどを通し、運動の楽しさを伝えることが大切だと考える。

5-3 結論

運動習慣が運動能力に最も影響を与えるため、運動系の習い事を習わせたり外で遊びやすい環境を作ったりするなど、大人の協力も必要である。また、生活習慣を整え学校での勉強にも力を注ぐことが、結果的に運動能力の向上につながると考える。

参考文献

- (1) 小中学生の体力、男女とも過去最低 22年度調査、コロナ禍で運動機会減る【西日本新聞 me】
(<https://www.nishinippon.co.jp/item/o/1032642/>)
- (2) 「体力向上運動プログラム」(小学生・中学生向け) - 愛知県
(<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/hoken-taiiku/tairyokukouzyou.html>)