

令和元年6月26日現在

機関番号：41601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01785

研究課題名(和文) 東日本大震災環境に生起する局所的発育促進によるCatch-up現象の解明

研究課題名(英文) Verification of catch-up phenomenon by local growth acceleration that occurs under The East Japan Great Earthquake

研究代表者

渡部 琢也 (Watanabe, Takuya)

会津大学短期大学部・幼児教育学科・講師

研究者番号：30410913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：全国平均による身長と体重のMPV年齢の経年的傾向では、男女とも緩やかにMPV年齢が早くなっているが、宮城及び岩手県では男女とも震災勃発時の2011年頃からやや遅くなる傾向を示した。つまり、震災による身体発育の局所的な鈍化が推測された。一方で、福島原発における活動制限区域の学齢期児童生徒のBMIによる肥瘦度評価を実施した結果、BMIの通常のトラッキング状態から判断して、そこから逸脱した者の割合が男子は39%、女子は37%となり、制限区域内ではない他の地域では15%程度となり、原発事故の影響を受けた制限区域では明らかに多い傾向であった。よって、東日本大震災による身体発育へのリスクが明確になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東日本大震災の影響が身体発育の局所的な鈍化を示したのではないかと推測された。第二次世界大戦中に身長のMPV年齢はかなり遅くなったが、これは戦争という劣悪な環境が日本人の身体発育を阻害したと考えられる。東日本大震災も短期間とはいえ、これに多少類似した状況にあったことが本研究によって示された。一方で、原発事故により生活面や活動を制限されれば、特に肥瘦へのリスクが高まると考えられる。したがって、本研究によって震災による身体的発育発達への影響を検証する筋道ができたと考えられる。そして、福島原発事故の身体への影響が明らかになることによって、原発事故による災害の肥満へのリスクが明確にされたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Secular trends in the age at maximum peak velocity (MPV) in height and weight growth based on national averages show that the age at MPV has become gradually younger. In Miyagi and Iwate Prefectures, a trend has been seen in secular trends for the age at MPV of physique to become gradually older since around 2011 when an earthquake disaster struck. Thus, local slowing of physical growth due to the disaster is conjectured. On the other hand, the results of an evaluation of fatness and thinness based on BMI in school age children in activity restriction areas from the Fukushima nuclear power plant accident, revealed that the percentage of children who deviated from the normal BMI tracking status was 39% of boys and 37% of girls. In other areas where activity was not restricted the percentage was about 15%. Thus, this percentage was clearly higher in restricted areas affected by the nuclear accident. This demonstrates the risk to physical growth from the Great East Japan Earthquake.

研究分野：発育発達学

キーワード：東日本大震災 福島原発事故 リスク分析 ウエーブレット補間モデル 加齢評価システム BMI トラッキング MPV年齢

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

震災下における身体発達の評価を時系列的に確立できれば、すべての学齢期の評価において瞬時に対応できる。同時に、震災で局所的に生起する身体発育の遅滞現象とその後に起きる発育促進化現象との因果関係が明確化されれば、震災下での身体発達評価を定量的理論として確立することができる。しかし、身体発達の評価は各論的であり、ましてや発育促進化現象の解明は成し遂げられているわけではない。震災下での体格・体力に関する知見は極めて少なく、黒川と佐藤(2014)、門間(2014)ほか3編程度であるが、申請者ら(Watanabe and Fujii 2015)は、大学生における東日本大震災の影響について2003年から2014年まで体力を経年的に解析した結果、握力における挙動が震災を最凹点として回復傾向が認められた。発育促進化現象についても工藤ら(1976)、川畑(1991)、松浦(2005)、高石ら(1983)が試みてはきたが、発育の時代的な変化を定性的に表現することには成功したが、時代的な変化曲線を定量的に記述する科学的な方法論からアプローチできたわけではない。

そのような中で、渡部ら(2014)は文部科学省における児童の体格・体力の発育発達データに対してウェーブレット補間法を適用し、時系列的評価チャートを構築し、特定地域の小学生の体格・体力評価を試みた。また、研究分担者の藤井(2009)は明治期から実施されている学校保健統計調査記録にある身長発育データを使用して、戦前から戦後にかけての発育促進現象をウェーブレット補間法から解析し、身長的大型化と身体成熟度の若年化を明確化した。特に戦時中における身体成熟度の遅滞化現象は震災環境下の身体発育鈍化現象を誘引するモデル事象と見なすことができる。

2. 研究の目的

申請者らは、これまで幼児期から児童期にかけて身体機能の発達と体格発育の評価を時系列的スパン評価尺度から判定する手法を開発してきた。本研究では、この成果を東日本大震災の環境下に置かれている学齢期の子どもたちの身体発育評価を確立することが第1の目的とする。

震災下の環境では、戦時下で示された身体発育の遅滞が生起し、その後の発育促進化現象へと発展していくように、一旦は発育の遅滞現象が生起するが、その後、発育促進による Catch-up 現象が推測できる。そこで、東日本大震災環境下で局所的に生起するであろう発育促進による Catch-up 現象を解明することが第2の目的である。

震災環境下で生起する局所的な身体発育の鈍化傾向のリスク分析として、6歳から17歳までの発育データにウェーブレット補間法を適用する事で MPV 年齢(Maximum Peak Velocity: MPV)を特定し、特定された全国平均の身長の MPV 年齢の年次推移と宮城県・岩手県の身長の MPV 年齢の年次推移を比較する事で、震災環境下で生起する身体成熟度としての MPV の鈍化と促進化傾向を検討することを目的とした。さらに、福島原発事故による制限区域内での劣悪な活動不足による肥満化現象のリスク分析を可能にするために、先の Fujii et al (2016)の報告によって導かれたウェーブレット補間モデルを用いた BMI の加齢スパン評価チャートを適用し、肥満のトラッキング現象を検証する。これによって、従来の報告に無い原発事故による災害の身体へのリスク分析を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 震災環境下で生起する局所的な身体発育の鈍化傾向のリスク分析

身体的要素として、学校保健統計調査報告書から全国平均と宮城県と岩手県の体格(身長)のデータを使用した。ウェーブレット補間法(Wavelet interpolation Method: WIM)は与えられた発育データから真の発育曲線を近似的に記述するためにデータとデータをウェーブレット関数によって補間し、真の発育現量値曲線を近似的に描くものである。さらにその描かれた現量値曲線を微分して得られた発育速度曲線を導き、思春期ピークや初経年齢時の発育現量値および、MPV(maximum peak velocity)年齢を特定するものである。ウェーブレット補間法の特性は局所的な事象を敏感に読み取り、近似の精度が極めて高いことである。Cohort とは共通した因子を持つ観察対象となる集団の事である。本研究における Cohort とは出生年を同一にした一連のデータ群の事を意味する。本研究では6歳時のデータを基準に年次に従って年齢を1歳ずつ上げていき、17歳までを1セットとした。解析の手順は、学校保健統計調査によって報告されている横断的発育データを Cohort 的に抜粋し、抜粋された Cohort データセットに対して、6歳から17歳までの身長にウェーブレット補間法を適用し、全国平均の身長の現量値曲線及び速度曲線を導き、MPV 年齢を特定する。次に年次ごとに算出された身長の MPV 年齢に対して、その変化傾向を推定するために最小二乗近似多項式を適用し、全国平均の MPV 年齢の年次変化を検討する。その次に同様にセットされた宮城県と岩手県の身長発育データに対して、ウェーブレット補間法が適用し、身長の現量値曲線及び速度曲線を導き、MPV 年齢を特定する。そして、年次ごとに算出された身長の MPV 年齢に対して、その変化傾向を推定するために最小二乗近似多項式を適用し、宮城県と岩手県の MPV 年齢の年次推移を導き、震災が生起した年次付近で身体発育に及ぼした影響を検証する。

(2) 福島原発事故による肥満度のトラッキング評価に基づくリスク分析

被験者は福島県内の原発事故によって一部活動制限を受けた中学校の生徒189名(男子104名,女子85名)であった。教育委員会の調査データをもとに分析を行った。被験者の保護者に

は事前に調査および測定の内容を説明し、インフォームドコンセントを得た。本研究では体格（身長，体重）の測定は縦断的発育データとして得られたものである，そして BMI を算出する。本研究のためにすでに Fujii ら（Fujii et al 2016）によって構築された評価チャートに対して，測定によって得られた男女小学生児童の縦断的 BMI のそれぞれ個々の縦断的加齢変化データを適用し，評価判定された BMI の評価から導かれる肥瘦度のトラッキング状況を検討する。図 1 は BMI について構築された加齢変化評価チャートであり，本研究で得られた縦断的 BMI の加齢データを個々に適用するものである。ウェーブレット補間法については、前述のとおりであり、本研究ではウェーブレット補間モデルを小学生男女の 6.5 歳(小学 1 年生)から 14.5 歳(中学 3 年生)までの平均 BMI の加齢現量値に対して適用する。

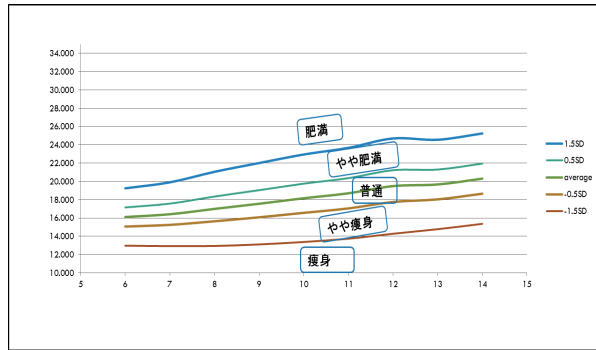


図 1 ウェーブレット補間モデルによって記述された BMI の加齢評価システムチャート

4. 研究成果

(1) 震災環境下で生起する局所的身体発育の鈍化傾向のリスク分析

全国平均による男女身長における MPV 年齢の年次推移については、学校保健統計調査によって公表されている 1926 年から 2008 年までの全国平均における体格の横断的データについて、Cohort 的に身長の横断的発育データを抽出した。1926 年時点で小学 1 年生であった集団から記述し、2008 年時点で小学 1 年生であった集団までを対象に Cohort 的発育データに対してウェーブレット補間法を適用して導いた、年次推移に最少二乗近似多項式を適用した結果を図 2 と図 3 に示した。

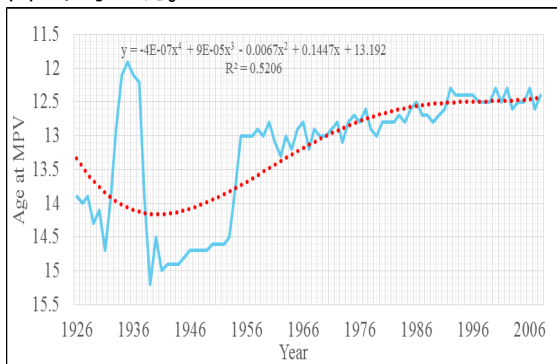


図 2 全国平均の男子コーホート身長の MPV 年齢の年次推移

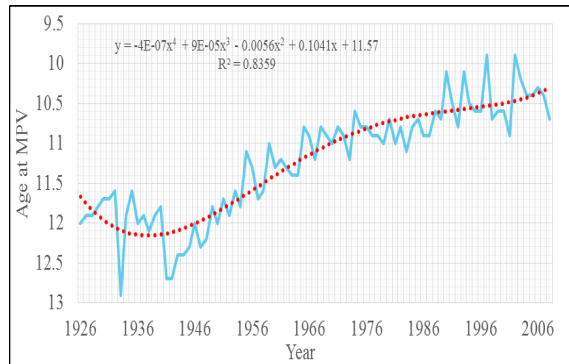


図 3 全国平均の女子コーホート身長の MPV 年齢の年次推移

男子は 1940 年代に MPV 年齢が急激に遅くなり、約 10 年間そのまま推移するが、1950 年前半に入ると急激に MPV 年齢が早くなり、以降は緩やかに MPV 年齢が早くなる傾向を示した。全体的に見ると 1926 年の MPV 年齢が 13.9 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 12.4 歳となり、1.5 歳早くなる結果となった。女子は男子同様、1940 年代に MPV 年齢が若干遅くなるが、1950 年代以降は緩やかに MPV 年齢が早くなる傾向を示した。全般的には、1926 年の MPV 年齢が 12.0 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 10.7 歳で差は 1.3 歳となった。

宮城県における体格の横断的データについては、学校保健統計調査によって公表されている 1955 年から 2008 年までデータを用い、Cohort 的に身長の横断的発育データを抽出した。1955 年時点小学 1 年生であった集団を対象から記述し、2008 年時点で小学 1 年生であった集団までを対象に Cohort 的発育データに対してウェーブレット補間法を適用して導いた年次推移に最少二乗近似多項式を適用した結果を図 4 と図 5 に示した。男子は 1960 年代まで MPV 年齢が早くなり、1970 年代に入ると停滞傾向を示した。しかし 1990 年代に入ると再び MPV 年齢が早くなり、2000 年代には MPV 年齢が若干遅くなる傾向を示した。具体的には、1955 年の MPV 年齢が

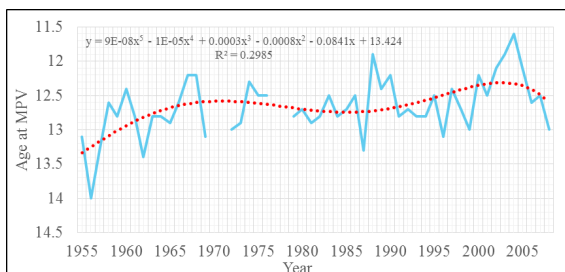


図 4 宮城県の男子コーホート身長の MPV 年齢の年次推移

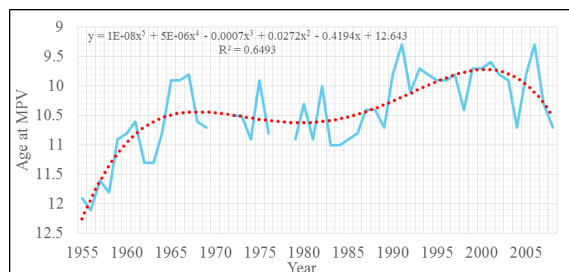


図 5 宮城県の女子コーホート身長の MPV 年齢の年次推移

13.1 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 13.0 歳で差は 0.1 歳だったが、2000 年代の MPV 年齢が若干遅くなった時期に注目すると MPV 年齢が 11.6 歳から 13.0 歳まで遅くなった。一方で女子は男子同様に 1960 年代まで MPV 年齢が早くなり、1970 年代に入ると停滞傾向を示した。しかし 1980 年代に入ると MPV 年齢が早くなり、2000 年代には MPV 年齢が若干遅くなる傾向を示した。その詳細は、1955 年の MPV 年齢が 11.9 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 10.7 歳で差は 1.2 歳と大きく、2000 年代の MPV 年齢が若干遅くなった時期に注目すると MPV 年齢が 9.6 歳から 10.7 歳まで遅くなった。

岩手県における体格の横断的データについては、学校保健統計調査によって公表されている 1955 年から 2008 年までのデータを用い、宮城県と同様の手法を用いて得られた結果を図 6 と図 7 に示した。男子は 1960 年代まで MPV 年齢が早くなり、1970 年代に入ると停滞傾向を示したが、1980 年代に入ると再び MPV 年齢が早くなり、2000 年代以降は MPV 年齢が遅くなる傾向を示した。具体的には、1955 年の MPV 年齢が 13.6 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 12.9 歳で差は 0.7 歳だったが、2000 年代の MPV 年齢が若干遅くなった時期に注目すると MPV 年齢が 11.4 歳から 12.9 歳まで遅くなった。女子は 1960 年代まで MPV 年齢が早くなり、1980 年代に入ると MPV 年齢が緩やかに早くなるが、2000 年代には MPV 年齢が若干遅くなる傾向を示した。その詳細は、1955 年の MPV 年齢が 11.4 歳に対して 2008 年の MPV 年齢が 9.8 歳で差は 1.6 歳と大きく、2000 年代の MPV 年齢が若干遅くなった時期に注目すると MPV 年齢が 9.3 歳から 10.6 歳まで遅くなった。

本研究では、文部科学省から毎年公表される学校保健統計調査による 1926 年から 2008 年までの男女身長のコホートデータから、ウェーブレット補間法を適用することによって思春期最大発育速度(Maximum Peak Velocity : MPV)年齢と MPV を求め、全国平均と宮城県・岩手県における身長の MPV 年齢の年次推移を解析した。その結果から、全国平均は第二次世界大戦以降早熟傾向を示したが、宮城県と岩手県の男女共に 2000 年代に入ると若干 MPV 年齢が遅くなる傾向を示した。このことは震災環境下で生起する局部的身体発育の鈍化傾向であると推測できる。

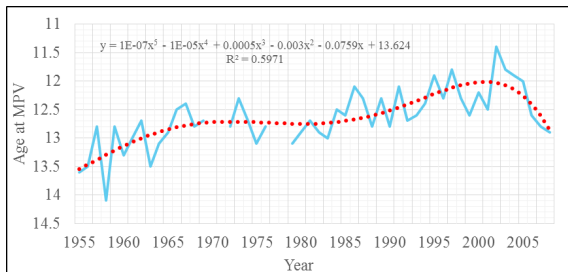


図 6 岩手県の男子コホート身長の MPV 年齢の年次推移

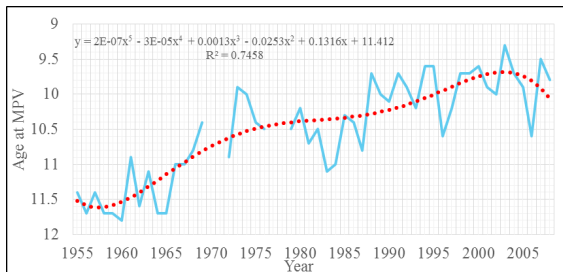


図 7 岩手県の女子コホート身長の MPV 年齢の年次推移

(2) 福島原発事故による肥瘦度のトラッキング評価に基づくリスク分析

図 1 は、Fujii ら (Fujii et al 2016) が構築した BMI の加齢変化評価チャートである。この評価チャートは評価の高い順に、“肥満傾向”・> “やや肥満傾向”・> “普通”・> “やや痩せ傾向”・> “痩せ傾向”，と判断する。この評価チャートは小学 1 年から中学 3 年までの全学年を通して評価が可能となり、小学校から中学までの評価が一目瞭然に示されることになる。

図 8 は男子小学 1 年から中学にかけて BMI のトラッキング状況（変化無しの場合）を示し、図 9 男子小学 1 年から中学にかけて BMI のトラッキング状況（逸脱する場合）を示している。男子において、影響がなかった（変化無しの場合）生徒は 93 名中 60 名（男子 3 年生 17 名、2 年生 21 名、1 年生 22 名）であり、影響があった（逸脱する場合）生徒は 93 名中 33 名（男子 3 年生 12 名、2 年生 7 名、1 年生 14 名）であった。図 10 は男子中学年の BMI のトラッキング状況において逸脱した場合の割合を示しているが、影響があり（逸脱する場合）は 35%（男子 3 年生 41%、2 年生 25%、1 年生 39%）であり、影響がなかった（変化無しの場合）は 65%（男子 3 年生 59%、2 年生 75%、1 年生 61%）であった。

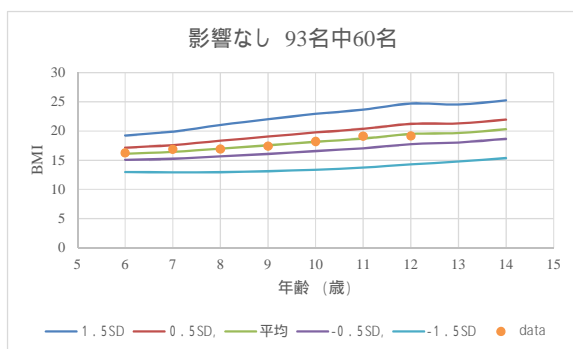


図 8 男子小学 1 年から中学にかけて BMI のトラッキング状況（変化無しの場合）

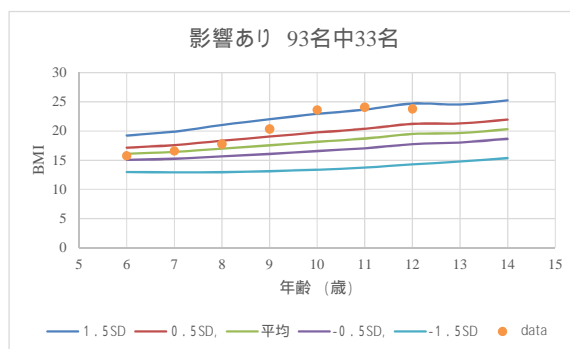


図 9 男子小学 1 年から中学にかけて BMI のトラッキング状況（逸脱する場合）

図11は女子小学1年から中学にかけてBMIのトラッキング状況(変化無しの場合)を示し、図12は女子小学1年から中学にかけてBMIのトラッキング状況(逸脱する場合)を示している。女子において、影響がなかった(変化無しの場合)生徒は88名中61名(女子3年生28名、2年生14名、1年生19名)であり、影響があった(逸脱する場合)生徒は88名中27名(女子3年生7名、2年生9名、1年生11名)であった。図13は女子中学年のBMIのトラッキング状況において逸脱した場合の割合を示しているが、影響があり(逸脱する場合)は31%(女子3年生20%、

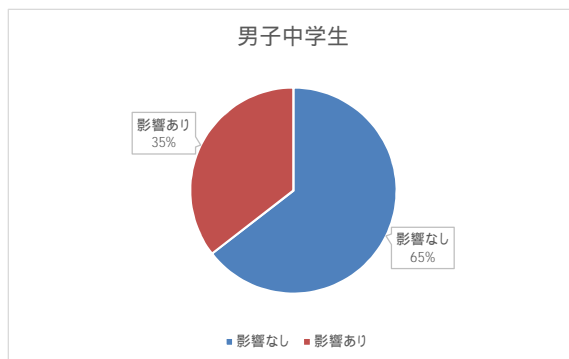


図10 男子中学生のBMIのトラッキング状況において逸脱した場合の割合

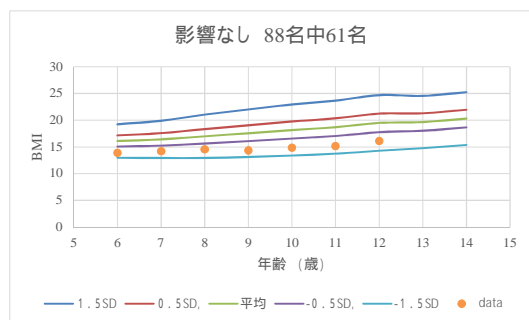


図11 女子小学1年から中学にかけてBMIのトラッキング状況(変化無しの場合)

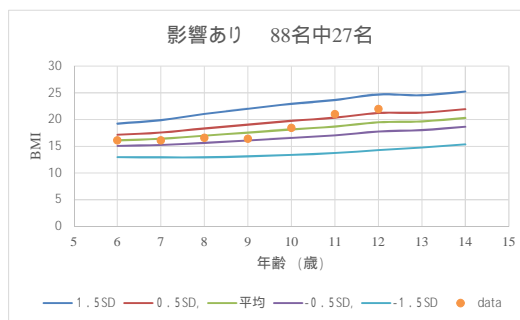


図12 女子小学1年から中学にかけてBMIのトラッキング状況(逸脱する場合)

2年生39%、1年生37%)であり、影響がなかった(変化無しの場合)は69%(女子3年生80%、2年生61%、1年生63%)であった。

本結果の中で、3学年を比較してみると男女ともに値が高かった学年は中学1年であり、原因を考えてみると震災が勃発した時が小学2年生であり、原発事故で制限されることで身体への影響がかなり大きいと考えられ、本研究結果から、中学1年生で原発の影響を受けた者の内、通常のトラッキング状態から逸脱した者は39%、女子は37%であった。本結果から、トラッキング状態から逸脱した者は35%、女子は31%であったが、Fujii et al (2016)の先の知見では15%程度であることから考えれば、原発事故による影響があったことが明らかであると考えられる。

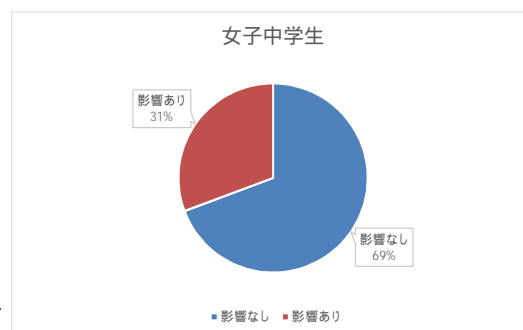


図13 女子中学生のBMIのトラッキング状況において逸脱した場合の割合

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 6件)

Fujii K, Watanabe T, Kim J D, Establishment of Physical Growth Evaluations for Schoolchildren in Disaster Environments -Construction of body fatness tracking evaluation chart-, The International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance、査読有り、Vol.8、2016、41-46

渡部琢也, 藤井勝紀, 早川健太郎, 小野覚久, 田中光, 高度経済成長と福島原発事故による生物学的パラメーターのリスク分析, 生産管理 24 93-98 2017

可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 渡部琢也, 高度経済成長と乳幼児身体発育の経年的増大現象, 生産管理 24 81-86 2017

上田燈, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 田中望, 渡部琢也, 震災環境下で生起する局部的身体発育の鈍化傾向のリスク分析, 生産管理 25-1 125-130 2018

上田燈, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 田中望, 渡部琢也, 福島原発事故の影響による体格の思春期ピークのリスク分析, 生産管理 25-2 131-136, 2018

渡部琢也, 藤井勝紀, 田中光, 福島原発事故による身体発育へのリスク分析 - 肥瘦度のトラッキング評価に基づく解析 -, 生産管理、査読有り、Vol.26、2019、15-22

[学会発表](計 18件)

渡部琢也, 藤井勝紀, 早川健太郎, 東日本震災環境下における学齢期の身体発育評価の確立 - 肥瘦度のトラッキング評価チャートの構築 -, 第45回人類動態学会東日本地方会

抄録集 31-32, 2016

渡部琢也, 藤井勝紀, 早川健太郎, 小野覚久, 田中光, 高度経済成長と福島原発事故による生物学的パラメーターのリスク分析, 日本生産管理学会第 45 回全国大会講演論文集 401-404, 2017

可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 渡部琢也, 高度経済成長と乳幼児身体発育の経年的増大現象, 日本生産管理学会第 45 回全国大会講演論文集 413-416, 2017

Watanabe T and Fujii K, CONSTRUCTION OF BODY FATNESS TRACKING EVALUATION CHART UNDER EARTHQUAKE ENVIRONMENT, the 22t Annual Congress of the European College of Sport Science, 2017

渡部琢也, 藤井勝紀, 生物学的パラメーターの経年的推移から判断される福島原発事故の影響, 第 65 回日本教育医学会大会, 2017

Takuya Watanabe, Dr.Katsunori Fujii, Kentaro Hayakawa, Hikaru Tanaka, Risk Management of Physical Growth Evaluations for Schoolchildren under Disaster Environments, The 3rd International Conference on Production Managemen Proceedings of The 3rd ICPM 2017 in Bangkok 293-296, 2017

可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 渡部琢也, 都市部と郡部における高度経済成長と身体的成熟度の若年化傾向の関係構図, 第 4 6 回人類動態学会東日本地方会抄録集 46, 2017

渡部琢也, 藤井勝紀, 田中光, 福島原発事故による身体発育へのリスク分析 - 肥瘦度のトラッキング評価に基づく解析, 日本生産管理学会第 47 回全国大会講演論文集 427-430, 2018

上田燈, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 田中望, 渡部琢也, 震災環境下で生起する局部的身体発育の鈍化傾向のリスク分析, 日本生産管理学会第 47 回全国大会講演論文集 79-82, 2018

渡部琢也, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 小椋優作, 早川健太郎, 震災影響下における身体肥瘦度判定の標準化, 標準化研究学会第 1 5 回全国大会予稿集 117-120, 2018

可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤譲, 渡部琢也, 日本の時代的経済成長変動のパロメータの標準化-成人身長を経年的推移からのアプローチ-, 標準化研究学会第 1 5 回全国大会予稿集 85-88, 2018

Takuya Watanabe, Katsunori Fujii, Yuki Kani, Toshiro Sakai, BMI tracking evaluation under Fukushima Nuclear Power Plant Disaster, 第 66 回日本教育医学会大会 p51, 2018
Akashi Ueda, Katsunori Fujii, Yusaku Ogura, Nozomi Tanaka, Takuya Watanabe, Slowing of physical growth from the effects of the Fukushima nuclear power accident, 第 66 回日本教育医学会大会 p52, 2018

上田燈, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 田中望, 渡部琢也, 福島原発事故の影響による体格の思春期ピークのリスク分析, 日本生産管理学会第 48 回全国大会講演論文集 186-187, 2018

Takuya Watanabe, Katsunori Fujii, Yusaku Ogura, Construction of Body Fat Evaluations based on Change of BMI with Age - During School-age -, Proceeding in SciFed Journal of Orthopedics & Rheumatology P46, 2018

Yuki Kani, Katsunori Fujii, Kohsuke Kasuya, Takuya Watanabe, 6 3 Secular Change in Trend of Physical Development and High Economic Growth in Japan, Proceeding in SciFed Journal of Orthopedics & Rheumatology P37, 2018

渡部琢也, 藤井勝紀, 早川健太郎, 田中光, 福島原発事故後の児童・生徒における肥満傾向のリスク分析, 日本生産管理学会第 49 回全国大会講演論文集, 2019

上田燈, 藤井勝紀, 内藤譲, 渡部琢也, 震災環境下で生起する身体発育のリスク分析, 日本生産管理学会第 49 回全国大会講演論文集, 2019

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等無し

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 藤井 勝紀

ローマ字氏名: Katsunori Fujii

所属研究機関名: 愛知工業大学

部局名: 経営学部

職名: 教授

研究者番号(8 桁): 10165326